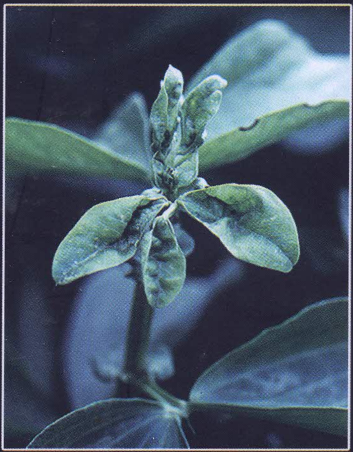
الأمراض الفيروسية للمحاصيل الزراعية المهمة في المنطقة العربية

إعداد
خالد محي الدين مكوك
جابر إبراهيم فجلة
صفاء غسان قمري



الأمراض الفيروسية

للمحاصيل الزراعية المهمة

في المنطقة العربية

إعداد

خالد محي الدين مكوك

المركز الدولي للبحوث الزراعية

في المناطق الجافة (إيكاردا) حلب ـ سوريا

جابر إبراهيم فجلة

كلية الزراعة ـ جامعة الاسكندرية

الإسكندرية ـ مصر

صفاء غسان قمري

المركز الدولي للبحوث الزراعية

في المناطق الجافة (إيكاردا) حلب ـ سوريا

اصدار الجمعية العربية لوقاية النبات

دار النهضة العربية

رقم الكتاب : 1007/1
اسم الكتاب : الأمراض الفيروسية
للمحاصيل الزراعية المهمة في المنطقة العربية
المؤلف : مكوك / فجلة / قمري
الموضوع : متفرقات
رقم الطبعة : الأولى
سنة الطبع : 1429 هـ ـ 2008 م.
القياس : 17 × 24
عدد الصفحات : 631

منشورات : **دار النهضة العربية**
بيروت – لبنان

الزيدانية – بناية كريدية- الطابق الثاني
تلفون : 736093 / 743167 / 743166 1 961 +
فاكس : 736071 / 735295 1 961 +
ص.ب 0749- 11 رياض الصلح
بيروت 072060 11 – لبنان
بريد الكتروني : e-mail:darnahda@cyberia.net.lb

© جميع حقوق الطبع محفوظة

ISBN 978-9953-0-1265-0

الأمراض الفيروسية للمحاصيل الزراعية المهمة في المنطقة العربية

إعداد خالد محي الدين مكوك، جابر إبراهيم فجلة وصفاء غسان قمري

تفتقر المكتبة العربية إلى مؤلفات متخصصة بالأمراض الفيروسية المهمة التي تعتري المحاصيل الرئيسة المزروعة في المنطقة العربية، أهميتها المحلية وتوزعها الجغرافي في المنطقة، مدى النباتات العائلة التي تصيب، الخسائر الناجمة عن الإصابة بها، بما في ذلك تأثيرها في كمية المنتج ونوعيته وأفضل الوسائل للحدّ من انتشارها وتقليل الخسائر التي تسببها. يلقي هذا المؤلف، الذي أسهم في كتابة فصوله نخبة من الإساتذة والباحثين العرب بمبادرة من الجمعية العربية لوقاية النبات، الضوء على أحدث ما تم إنجازه، خلال العقود القليلة الماضية، من أبحاث علمية حول الفيروسات النباتية في المنطقة العربية؛ ويشمل كذلك التقدّم الذي تم إحرازه في مجال تشخيص الأمراض الفيروسية المرتكز على الطرائق الجزيئية وطرائق الكشف المبكر عنها، والاتجاهات الحديثة في الإدارة المتكاملة للأمراض التي تحدثها.

يعالج هذا الكتاب في الجزء الأول منه (الفصول 1–6) الأسس العاملة لعلم الفيروسات، تليه فصول متخصصة تتناول الفيروسات التي تصيب المحاصيل الحقلية، محاصيل الخضروات والأشجار المثمرة (الفصول 7–81). يضم كل فصل الفيروسات التي تصيب المحصول مع وصف مفصل يشمل الصفات العامة، التوزع الجغرافي (خاصة في المنطقة العربية)، طرائف الإنتقال، طرائف الكشف وسبل المكافحة.

يحدونا أمل كبير في أن يكون هذا الكتاب، الذي نضعه بين أيدي العاملين العرب في مجال الإنتاج النباتي ووقاية النبات وبخاصة في مجال الأمراض الفيروسية، والباحثين العلميين في مجال العلوم البيولوجية، وطلاب الدراسات العليا، والعاملين في مجال الإرشاد الزراعي والتنمية الزراعية بمثابة الركيزة الأساسية والمرجع المتخصص الذي يمكنهم العودة إليه فيما يخص الأمراض الفيروسية على المستويين العالمي والعربي.

ISBN 978-9953-0-1265-0
9 789953 012650

الأمراض الفيروسية للمحاصيل الزراعية المهمة في المنطقة العربية

إعداد
خالد محي الدين مكوك، جابر إبراهيم فجلة وصفاء غسان قمري

جدول المحتويات

- **الغلاف ومعلومات عن الكتاب**
- **المشاركون في تأليف الكتاب**
- **مقدمة الكتاب**
- **الفصل الأول: الأهمية الإقتصادية للأمراض الفيروسية والخسائر التي تسببها للمحاصيل النباتية في المنطقة العربية** – تأليف خالد محي الدين مكوك وجابر ابراهيم فجلة (الصفحات 1–19).
- **الفصل الثاني: تقسيم وتسمية الفيروسات النباتية** – تأليف خالد محي الدين مكوك وصفاء غسان قمري (الصفحات 21–43).
- **الفصل الثالث: الطرائق المتبعة لتشخيص الفيروسات النباتية** – تأليف صفاء غسان قمري، خالد محي الدين مكوك ويوسف أبو جودة (الصفحات 45–76).
- **الفصل الرابع: طرائق إنتقال أمراض النبات الفيروسية والعوامل المؤثرة في وبائيتها** – تأليف الدسوقي أبو اليزيد عمار وهاني محمد شتا (الصفحات 77–145).
- **الفصل الخامس: المبادئ العامة في مكافحة الفيروسات النباتية والقابلة للتطبيق في البلدان العربية** – تأليف مصطفي حلمي الحمادي، جابر إبراهيم فجلة، محمد عبد المجيد شقرون وجبر خليل (الصفحات 147–192).
- **الفصل السادس: الحجر الزراعي وأهميته في الحدّ من انتشار الأمراض الفيروسية** – تأليف يوسف أبو جودة وصفوت حداد (الصفحات 193–209).
- **الفصل السابع: الفيروسات التي تصيب محاصيل القرعيات** – تأليف جابر ابراهيم فجلة، عقل منصور، يوسف أبو جودة وأمين عامر حاج قاسم (الصفحات 211–244).
- **الفصل الثامن: الفيروسات التي تصيب محصول البندورة/الطماطم** – تأليف عقل منصور، جابر ابراهيم فجلة، أمين عامر حاج قاسم، عايدة نسور، طلال الزدجالي وحسني يونس (الصفحات 245–272).
- **الفصل التاسع: الفيروسات التي تصيب محصول البطاطا/البطاطس** – تأليف عقل منصور، أمين عامر حاج قاسم، نداء سالم، ايليا الشويري، يوسف أبو جودة، جبر خليل ونبيل عزيز (الصفحات273–308).

- **الفصل العاشر: الفيروسات التي تصيب محاصيل البقوليات الغذائية الشتوية والعلفية البقولية** – تأليف صفاء غسان قمري، خالد محي الدين مكوك، جبر خليل، نوران عطار، أسماء نجار ومثنى المعاضيدي (الصفحات 309–361).
- **الفصل الحادي عشر: الفيروسات التي تصيب محصول الفاصولياء** – تأليف صفاء غسان قمري، فوزي أبو العباس، عاطف شكري صادق ونديم أحمد رمضان (الصفحات 363–377).
- **الفصل الثاني عشر: الفيروسات التي تصيب محاصيل الحبوب (قمح، شعير، شوفان)** – تأليف خالد محي الدين مكوك، صفاء غسان قمري، نبيل عزيز، وداد غلام ونوران عطار (الصفحات 379–397).
- **الفصل الثالث عشر: الفيروسات التي تصيب محاصيل الذرة والدخن والذرة الرفيعة** – تأليف الدسوقي أبو اليزيد عمار، أبوالعطا النادي أبوالعطا وآمال محمود (الصفحات 399–431).
- **الفصل الرابع عشر: الفيروسات التي تصيب محصولي الشوندر السكري/البنجر وقصب السكر** – تأليف أحمد محمد مهنا، أمين عامر حاج قاسم، ايليا الشويري، أيمن العش وسحر يوسف (الصفحات 433–469).
- **الفصل الخامس عشر: الفيروسات والفيرويدات التي تصيب الحمضيات/الموالح** – تأليف خالد محي الدين مكوك، خالد الدجدج، طلال الزدجالي، جبر خليل، أسماء نجار، حامد مزيد وفوزي أبو العباس (الصفحات 471–492).
- **الفصل السادس عشر: الفيروسات والفيرويدات التي تصيب أشجار التفاحيات واللوزيات/الحلويات** – تأليف صلاح الشعبي، إيليا الشويري وجمال غانم (الصفحات 493–551).
- **الفصل السابع عشر: الفيروسات التي تصيب العنب/الكرمة** – تأليف إيليا الشويري وصلاح الشعبي (الصفحات 553–599).
- **الفصل الثامن عشر: الأمراض الفيروسية التي تصيب أشجار الفاكهة الأخرى** – تأليف إيليا الشويري، صلاح الشعبي، جابر ابراهيم فجلة وخالد محي الدين مكوك (الصفحات 601–623).
- **فهرس الفيروسات** (الصفحات 625–631).

المشاركون في تأليف هذا الكتاب

أبوالعطا النادي أبوالعطا
قسم الأمراض الفيروسية والفيتوبلازما
معهد بحوث أمراض النبات
مركز البحوث الزراعية
الجيزة، مصر
aboulataaboulata@yahoo.com

أحمد محمد مهنا
كلية الزراعة، جامعة حلب
حلب، سورية
AhmadMouhanna@gmx.net

أسماء نجار
المعهد الوطني للبحوث الزراعية
أريانة، تونس
najar.asma@iresa.agrinet.tn

آمال محمود
معهد بحوث الهندسة الوراثية والتكنولوجيا
الحيوية، جامعة المنوفية
مدينة السادات، مصر

أمين عامر حاج قاسم
كلية الزراعة، جامعة حلب
حلب، سورية
aahkasem@scs-net.org

ايليا الشويري
فرع وقاية النبات
مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية
تل العمارة، ص.ب. 287، زحلة
لبنان
echoueiri@lari.gov.lb

أيمن العش
كلية الزراعة، جامعة القاهرة
الجيزة
مصر
aymanesh@hotmail.com

جابر ابراهيم فجلة
كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية
الإسكندرية، مصر
mahakawanna@yahoo.com

جبر خليل
كلية الزراعة، جامعة الفاتح
طرابلس، ليبيا
khalil_reem@hotmail.com

جمال غانم
كلية الزراعة، جامعة القاهرة
الجيزة
مصر

حامد مزيد
مركز البحوث الزراعية، جيزة
القاهرة
مصر

حسني يونس
كلية زراعة، سابا باشا
جامعة الإسكندرية، مصر
hosnyounes@hotmail.com

خالد الدجدج
كلية الزراعة، جامعة عين شمس
القاهرة
مصر

خالد محي الدين مكوك
المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق
الجافة (ايكاردا)، ص.ب. 5466
حلب، سورية
khaled.makkouk@cnrs.edu.lb
k.makkouk@cgiar.org

الدسوقي أبو اليزيد عمار
قسم الحشرات الاقتصادية والمبيدات
كلية الزراعة، جامعة القاهرة
مصر
ammar.1@osu.edu
eldammar@hotmail.com

سحر يوسف
كلية الزراعة، جامعة القاهرة
الجيزة
مصر

صفاء غسان قمري
المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق
الجافة (ايكاردا)، ص.ب. 5466
حلب، سورية
s.kumari@cgiar.org

صفوت حداد
وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي
القاهرة
مصر

صلاح الشعبي
الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية
ص.ب. 113، دوما
دمشق، سورية
gcsarshaabi@mail.sy

طلال الزدجالي
مركز البحوث الزراعية
مسقط، سلطنة
عمان
abu.a.464@gmail.com

عاطف شكري صادق
كلية الزراعة، جامعة عين شمس
القاهرة، مصر
atef_sadik@yahoo.com
el_sayedatef@hotmail.com

عايدة نسور
كلية الزراعة، الجامعة الأردنية
عمان
الأردن

عقل منصور
كلية الزراعة، الجامعة الأردنية
عمان، الأردن
akelman@ju.edu.jo

فوزي أبو العباس
كلية الزراعة، جامعة عين شمس
القاهرة، مصر
Aboel_abbas@hotmail.com

مثنى المعاضيدي
وزارة الزراعة
بغداد، العراق
mothna2003@yahoo.com

محمد عبد المجيد شقرون
كلية الزراعة، جامعة الفاتح
طرابلس
ليبيا

مصطفي حلمي الحمادي
كلية الزراعة، جامعة عين شمس
القاهرة، مصر
mhhammady@yahoo.com

نبيل عزيز
كلية الزراعة
جامعة الموصل، العراق
dr_nabel2@yahoo.com

نداء سالم
كلية الزراعة، الجامعة الأردنية
عمان
الأردن

نديم أحمد رمضان
قسم علوم الحياة، كلية العلوم
جامعة الموصل، العراق
nadeemramadad@yahoo.com

نوران عطار
المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق
الجافة (ايكاردا) ص.ب. 5466
حلب، سورية
n.attar@cgiar.org

هاني محمد شتا
قسم الحشرات الاقتصادية والمبيدات
كلية الزراعة، جامعة القاهرة
الجيزة، مصر
hanysheta@hotmail.com

وداد غلام
المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق
الجافة (ايكاردا)، ص.ب. 5466
حلب، سورية

يوسف أبو جودة
كلية العلوم الزراعية والغذائية،
الجامعة الأمريكية في بيروت
لبنان
abujawyf@aub.edu.lb

مقدمـــة

نعتز بتقديم هذا الكتاب إلى العلميين العرب في مجال وقاية النبات عامة وأمراض النبات خاصة. يجمع هذا الكتاب بين صفحاته ماتم انجازه في مجال الأمراض الفيروسية والفيرويدية النباتية في البلدان العربية خلال العقود القليلة الماضية. ولتحقيق ذلك سعينا للحصول على مشاركة أكبر عدد ممكن من الأخصائيين العرب العاملين في هذا المجال كي يدلوا بدلوهم ويساهموا بتقديم خلاصة تجاربهم، كل في مجال تخصصه وعمله في السنين الماضية، ليأتي هذا الكتاب تتويجاً لذلك مبرزاً الجهود البحثية التي تم إنجازها ومخفزاً للكفاءات الشابة للتطرق إلى الزوايا التي لم يتناولها الباحثون العرب حتى الآن.

وقد راعينا أن يتناول الجزء الأول من هذه الكتاب مبادئ عامة عن الفيروسات ومنها المتعلق بطرائق الكشف عنه والإنتشاء الوبائي والعوامل المؤثرة عليه وكذلك الطرائق العامة الممكن تطبيقها في البلدان العربية للوقاية من الإصابة بالفيروسات والحد من انتشاره تاركين ذكر تفاصيل ذلك لكل مرض فيروسي على حدة في الفصول الخاصة بالمحاصيل المختلفة. وكان لابد من التطرق إلى التسمية والتصنيف حتى نتفهم الأسس التي تم عليها تصنيف الفيروسات.

أما الأجزاء الباقية من الكتاب فقد آثرنا أن تشمل الفيروسات والفيرويدات التي تمت دراستها بشكل مفصل واعتمد لها تسمية رسمية من قبل اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات (ICTV) والمنشورة في تقريرها الثامن الصادر عام 2005. كما أخذنا بالأسماء المختصرة التي إعتمدتها هذه اللجنة، وذكرنا المرادفات لأسماء الفيروسات المتداولة، في العديد من المراجع وذلك ضمن الصفات العامة فقط، من باب العلم بالشيء وتجنبنا ذكرها في الجداول الملحقة بكل فصل، حيث أنها لم تعد مقبولة رسمياً، علاوة على أن تجنب شيوع استخدام مثل هذه المرادفات يؤدي إلى المزيد من الوضوع ويسهل التواصل بين الأخصائيين في هذا المجال.

وقد حاولنا بقدر الإمكان الالتزام بالتعابير العربية التي إعتمدتها الجمعية العربية لوقاية النبات من خلال معجم المصطلحات العلمية في علوم وقاية النبات الذي صدر عام 2006. إلا أنه إخترنا في أحيان قليلة، وخاصة عند تسمية الفيروسات باللغة العربية، أن نجنح قليلاً عن ماتم إعتماده في المعجم، لقناعتنا بأن ماتبنيناه في هذا الكتاب قد يكون أفضل بقليل مما اعتمد سابقاً في معجم المصطلحات، وهذا بالطبع سوف يفتح المجال لمناقشة هذه التغييرات من قبل العلميين العرب عند مراجعة المعجم لإصدار الطبعة الثانية منه خلال السنوات القليلة القادمة. نحن نؤمن بضرورة توحيد المصطلحات العلمية في اللغة العربية، إلا أن هذه العملية لابد أن تكون ديناميكية

بعيدة عن الجمود، معتمدين ماتقبله الغالبية، ونحاول تحسينه كلما كان هناك ضرورة لذلك. فالتطور من مستلزمات البقاء والجمود من بوادر الفناء. كما حاولنا بقدر الإمكان أن نوحد الأسلوب الذي صيغت به الفصول المختلفة، وذلك كي يشعر القارئ بوجود حد أدنى من التجانس بين فصول الكتاب. ومع ذلك، وبما أن كتابة الفصول المختلفة قد تم من قبل باحثين عرب من مؤسسات مختلفة ومن مدارس علمية متعددة، تركنا لهم مساحة محدودة من الحرية لكتابة هذه الفصول والتي سمحت ببعض التباين، كالتوسع في بعض النقاط والاختصار في البعض الآخر. علماً بأن مثل هذا التباين قد يفرضه أيضاً مدى توافر المعلومات، والذي قد يكون غير متجانس للنقاط التي عالجتها الفصول المختلفة من هذا الكتاب.

إن هذا الكتاب هو باكورة إعداد عدد من الكتب العلمية التي أقرت الجمعية العربية لوقاية النبات إصدارها خلال السنوات القليلة القادمة، وذلك لإغناء المكتبة العربية بكتب علمية نابعة من الخبرة العربية والتي تعالج مشاكل الآفات النباتية المختلفة في المنطقة العربية. وكون هذا الكتاب هو الإطلالة الأولى فهناك بطبيعة الحال إحتمال لحدوث بعض الأخطاء، لذلك نحن نعتذر عن أي خطأ يتم إكتشافه بعد صدور هذا الكتاب، لكننا لا ننفي مسؤوليتنا عن كل ماجاء فيه.

ونختم كلمتنا هذه بتوجيه الشكر للجمعية العربية لوقاية النبات لاعطاءنا الفرصة لإعداد هذا الكتاب ووضعه بين أيدي المهتمين في البلدان العربية، ولما قامت به من جهود موفقة في سبيل إخراجه بهذه الصورة اللائقة.

والله ولي التوفيق

خالد محي الدين مكوك

جابر إبراهيم فجلة

صفاء غسان قمري

الفصل الأول

الأهمية الإقتصادية للأمراض الفيروسية والخسائر التي تسببها للمحاصيل النباتية في المنطقة العربية

خالد محي الدين مكوك[1] وجابر ابراهيم فجلة[2]
(1) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا)، حلب، سورية؛
(2) كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية، الإسكندرية، مصر.

المحتويات

1. المقدمة
2. علم الفيروسات ودوره في خدمة الزراعة في المنطقة العربية
3. الطرائق المتبعة في تحديد الخسائر الناتجة عن الأمراض الفيروسية وعمليات المسح المرافقة لها
4. أثر الإصابة بالأمراض الفيروسية
   1.4. طبيعة الخسارة الإقتصادية
   2.4. الإنتاجية والأمن الغذائي
   3.4. التصدير
   4.4. برامج تحسين المحاصيل
   5.4. استخدام المبيدات
   6.4. كلفة برامج المكافحة
5. أمثلة حول النقص في غلة المحاصيل المصابة بالأمراض الفيروسية في المنطقة العربية
6. الاستراتيجيات المستخدمة في تقليل الخسارة من الإصابة بالفيروسات
7. استنتاجات عامة
8. المراجع

1. المقدمة

إن الآفات الحشرية والأمراض تؤثر على إنتاجية المحاصيل في كامل المنطقة العربية، وتسبب عادة خسارة كبيرة في المحصول تصل في بعض الأحيان إلى مستويات كارثية. والخسارة الناتجة عن الأمراض الفيروسية تشكل جزءاً مهماً من الخسارة الناتجة عن الآفات عموماً، وخاصة لأن غالبية البلدان العربية تعتمد على الإنتاج الزراعي من أجل أمنها الغذائي وتقديم فرص عمل وتأمين دخل عن طريق تصدير جزء من هذا الإنتاج. هذا الفصل سيركز على تأثير الإصابة بالأمراض الفيروسية كمقدمة عامة لهذا الكتاب على أن تعالج الفصول التالية الأمراض الفيروسية التي تصيب المحاصيل المختلفة، كل على حدة.

لابد من الإعتراف منذ البداية أن معالجة موضوع الخسائر الناتجة عن الإصابة بالأمراض الفيروسية في المنطقة العربية هو موضوع صعب بسبب ضآلة المعلومات المتوفرة، وقلة الدراسات التي تهدف إلى تحديد هذه الخسارة بشكل كمي ودقيق. عند مراجعة الدراسات التي تتعلق بالآفات

الزراعية في العديد من البلدان النامية ومنها البلدان العربية، نجدها تركز حول تأثير كل آفة على حدة، أما الأمراض الفيروسية فتذكر بصيغة الجمع تحت "الأمراض الفيروسية" أو حتى "أمراض مختلفة أخرى". ويرجع ذلك في العديد من الأحيان لقلة الخبرة في تحديد الأمراض الفيروسية بشكل دقيق. ومن المؤكد أن الأمراض الفيروسية تسبب في الواقع خسائر في المحاصيل أكثر مما هو معترف به، لأن طبيعة الخسارة تختلف كثيراً عما تسببه الأمراض الفطرية أو البكتيرية، فهي في العديد من الأحيان تكون خفية غير ظاهرة للعين بشكل واضح. فالكثير من الفيروسات تسبب ضعفاً عاماً في النمو، صغر في حجم الثمار وقلة عددها بالاضافة إلى تقصير عمر النبات أو الشجرة وهذه كلها لا تستحوذ انتباه المزارع إلى وجود خطر محدد، كما هو الحال في الأمراض الفطرية التي تسبب تلفاً مباشراً للثمار (أعفان، تشققات،.....الخ) والأوراق. ولا ينطبق هذا الوصف على الأمراض الفيروسية التي تسبب أعراضاً ظاهرية واضحة أو فائقة الشدة.

2. علم الفيروسات ودوره في خدمة الزراعة في المنطقة العربية

إن المجتمعات السكانية في العديد من البلدان العربية هي مجتمعات زراعية، إذ أنه في المعدل يعتمد 30–50% من السكان بشكل رئيسي على الزراعة مع تفاوت كبير بين البلدان المختلفة وقد تصل هذه النسبة في بعض الدول العربية إلى 90%. أضف إلى ذلك بأن النمو السكاني في المنطقة العربية هو بحدود 2–3%. هذا يعني بأنه سيكون هناك تزايد سكاني في المستقبل المنظور، وبالتالي هناك طلب متزايد على الغذاء في نفس الوقت الذي يتزايد فيه الإهتمام بالبيئة، التناقص في التنوع الحيوي، والحاجة الماسة إلى منع التعدي على الغطاء الحرجي للتقليل من تآكل (تدهور) التربة والحفاظ على خصوبتها. من هذا المنطلق فإن تقليل الخسائر الناتجة عن الإصابة بالأمراض الفيروسية يساهم ولو جزئياً بحل المشاكل الناشئة عن التزايد السكاني في المنطقة.

إن علم الفيروسات ابتدأ في أوائل القرن العشرين، إلاّ أن القفزة النوعية كانت في أعقاب الحرب العالمية الثانية بعد اكتشاف المجهر الالكتروني وأجهزة الطرد المركزي العالي والفائق السرعة والرحلان الكهربائي والتقدم في علم الأمصال وتقنيات أخرى والتي أصبحت كلها متوفرة في مختبرات العديد من البلدان المتقدمة والتي ساهمت في تحديد ماهية الفيروسات وعزلها ودراسة خصائصها وبالتالي إيجاد الحلول الملائمة للحد من انتشارها والتقليل من الخسائر الناتجة عنها. ولا شك بأن تزايد أعداد علماء فيروسات النبات في البلدان المتقدمة ساهم مساهمة جادة في رفع مستوى الإنتاج للعديد من المحاصيل الزراعية. هذه التطورات لم تحدث في المنطقة العربية، والتقدم في هذا الاختصاص تأخر أكثر من غيره من علوم وقاية النبات، خاصة لأن دراسة الفيروسات يتطلب تدريباً متخصصاً وأجهزة غالية الثمن والتي لم تتوفر في العديد من البلدان العربية. ولابد من الاشارة هنا بأن تقدماً كبيراً حدث في الخمسة وعشرين سنة الماضية، والمعلومات التي تراكمت خلال هذه الفترة

ساعدت في تقييم أهمية الأمراض الفيروسية في البلدان العربية المختلفة وبالتالي اعتماد البرامج التي تساهم في التقليل من أثرها. إلاّ أن المنجزات في هذا المجال هي أقل من الطموحات. والفصول التالية من هذا الكتاب ستعطي فكرة دقيقة للوضع الحالي بالنسبة لإصابة المحاصيل الزراعية المختلفة في المنطقة العربية بالأمراض الفيروسية.

ومع الإقرار بالصعوبات العديدة التي واجهت دراسة الأمراض الفيروسية على المحاصيل في البلدان العربية ومع غياب التواصل للعديد من هذه الدراسات، هناك جهوداً بذلت ودراسات تمت، وفي الجدول 1 ملخص للخسارة الاقتصادية لبعض المحاصيل المهمة كما جاءت في الأبحاث والتقارير المنشورة. إلاّ أن الأرقام المذكورة لا تعبر عن الخسارة الناتجة على مستوى البلد، لأن أغلب المعلومات المتوفرة لم تعتمد على دراسات شاملة تغطي المساحة المزروعة في كل بلد، بل اعتمدت على تجارب محدودة، جرى في معظمها مقارنات بين النباتات السليمة والنباتات المصابة طبيعياً أو التي تم إلقاحها إصطناعياً في أحد أو بعض أطوار نموها ومن ثم تم حساب الفقد الناتج عن الإصابة وسنتطرق إلى هذا الموضوع في الفقرة اللاحقة.

هذا ولتسهيل استخدام الأسماء المختصرة التي استخدمت كأمثلة في هذا الفصل فقد تم جمعها في جدول واحد يشمل الأسم العربي، الأسم الانكليزي، الأسم المختصر، اسم الجنس، واسم العائلة لهذه الفيروسات (جدول 2).

3. الطرائق المتبعة في تحديد الخسائر الناتجة عن الأمراض الفيروسية وعمليات المسح المرافقة لها

هناك بعض التقارير من المنطقة العربية تشير إلى كمية الخسارة الناتجة من الإصابة بفيروس معين، إلاّ أن الكثير منها ينقصه الدقة. فالعديد منها وصفي أكثر منه كمي، ويتكلم عن إصابات "شديدة" بدون اعطاء فكرة واضحة عما هو مقصود. كما أن الكثير منها يتكلم عن الإصابة في منطقة زراعية محدودة داخل البلد وليس في البلد كله.

كما أن بعض التقارير تركز على سنة معينة والتي حدث خلالها انتشار وبائي لمرض معين، إلاّ أنه لا يعطي فكرة دقيقة عن معدل مستوى الخسارة خلال فترة زمنية طويلة، لنقل خمس أو عشر سنوات. بالإضافة إلى ذلك فإن الأرقام في الكثير من التقارير تم الوصول إليها من خلال تجارب في محطات البحوث وباستخدام الإلقاح الإصطناعي وهي في كثير من الأحيان لا تعطي فكرة واقعية عما يحدث طبيعياً في حقول المزارعين.

جدول 1. أمثلة حول النقص في غلة المحاصيل المصابة بالأمراض الفيروسية في المنطقة العربية.

المحصول الفيروس	**نسبة النقص في الغلة %**	**الملاحظات**	**البلد**	**المرجع***
الشوندر السكري/البنجر				
فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر	30.7-2.2	تبعاً لموعد الإصابة	العراق	14
فيروس موزاييك الخيار	72.8	تبعاً لموعد الإصابة	مصر	6
السلق				
فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر	63.3-25.2	تبعاً لموعد الإصابة	العراق	14
الخيار				
فيروس موزاييك الخيار	100-22.2	تبعاً لموعد الإصابة	مصر	8
فيروس الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء	0 -79.4	تبعاً للصنف	السعودية	5
الكوسا				
فيروس موزاييك الخيار	91.5-47.8	تبعاً لموعد الإصابة	مصر	9
الفاصولياء				
فيروس الموزاييك الشائع للفاصولياء	24.2		مصر	13
البطاطا/ البطاطس				
فيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس	47.3-30.9	تبعاً لعمر النبات	مصر	1
البندورة/الطماطم				
فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم	93.1-32.7	تبعاً لموعد الإصابة	مصر	15
الفلفل				
فيروس موزاييك البندورة/الطماطم	54-27	تبعاً لموعد الإصابة	مصر	2
فيروس البطاطا/ البطاطس Y	35.9-7.1	تبعاً لموعد الإصابة	مصر	2
فيروس البطاطا/ البطاطس X	56.3-2.4	تبعاً لموعد الإصابة	مصر	2
فيروس موزاييك الخيار	75-23.5	تبعاً لموعد الإصابة	مصر	2
فيروس موزاييك الفصة/الجت/ البرسيم الحجازي	54.5-26.0	تبعاً لموعد الإصابة	مصر	10
الخس				
فيروس موزاييك الخس	86.1-48.0	(محصول خضري) تبعاً لموعد الإصابة	العراق	11
	61.9-4.3	(محصول بذرة) تبعاً للصنف	مصر	12

تابع جدول 1.

المحصول الفيروس	نسبة النقص في الغلة %	الملاحظات	البلد	المرجع*
الجت/البرسيم الحجازي/الفصة				
فيروس موزاييك الفصة/الجت/البرسيم الحجازي	حشة أولى: 1.3-25.6 حشة ثالثة: 12.4-23.0 حشة خامسة: 18.5-20	تبعاً لموعد الإصابة	مصر	7
الشعير				
فيروس الموزاييك الشريطي للشعير (= فيروس الموزاييك المخطط للشعير)	0-36.6	تبعاً للصنف	مصر	3
فيروس اصفرار وتقزم الشعير-PAV	11-12	عدوى طبيعية	المغرب	16
	0-95	عدوى اصطناعية وتبعاً للصنف	سورية	19
العدس				
فيروس موزاييك البازلاء المنقول بالبذور	2.7-61	تبعاً للصنف	سورية	17
	5-88	تبعاً للصنف والعزلة الفيروسية	سورية	24
فيروس تلون بذور الفول	0.2-32.4	تبعاً للصنف	سورية	20
	13-35	تبعاً للصنف والعزلة الفيروسية	سورية	24
فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء	34-96	تبعاً لموعد الإصابة	سورية	18
فيروسات الاصفرار التابعة لعائلة *Luteoviridae*	0-100	تبعاً للصنف	سورية	23
الفول				
فيروس ذبول الفول	1.8-25.8	تبعاً لموعد الإصابة	سورية	22
فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء	39-81	تبعاً لموعد الإصابة	سورية	21
فيروس تلون بذور الفول	17-84	تبعاً لموعد الإصابة	سورية	21
الفول السوداني				
فيروس تبرقش الفول السوداني	15.6		مصر	4

* المراجع المستخدمة في الجدول 1 هي كالتالي: 1= Allam *et al.*, 1974؛ 2= Abu Foul, 1989؛ 3= Abd El-Hamid, 2002؛ 4= Abd El-Salam *et al.*,1987؛ 5= Al-Shahwan *et al.*, 1995؛ 6= Essa *et al.*, 1994؛ 7= Fath Allah, 1999؛ 8= Fegla, 1977؛ 9= Fegla & Badr, 1981؛ 10= Fegla & Younes, 1999؛ 11= Fegla *et al.*, 1983؛ 12= Fegla *et al.*, 1990؛ 13= Omar *et al.*, 1978؛ 14= Shawkat *et al.*, 1982؛ 15= Younes, 1995؛ 16= El-Yamani & Hill, 1990؛ 17= Kumari & Makkouk, 1995؛ 18= Kumari *et al.*, 1994؛ 19= Makkouk & Ghulam, 2002؛ 20= Makkouk & Kumari, 1990؛ 21= Makkouk *et al.*, 1988؛ 22 = Makkouk *et al.*, 1990؛ 23= قمري، 2002؛ 24= قمري وآخرون، 1996.

جدول 2. الأسماء العربية والإنكليزية والمختصرة والوضع التقسيمي للفيروسات التي ذكرت في هذا الفصل (مرتبة أبجدياً حسب الأسم الإنكليزي المختصر للفيروس).

الأسم العربي	الأسم العلمي	الأسم المختصر	الجنس	العائلة/الفصيلة
فيروس موزاييك الفصة/الجت/ البرسيم الحجازي	*Alfalfa mosaic virus*	AMV	*Alfamovirus*	*Bromoviridae*
فيروس موزاييك التفاح	*Apple mosaic virus*	ApMV	*Ilarvirus*	*Bromoviridae*
فيروس تلون بذور الفول	*Broad bean stain virus*	BBSV	*Comovirus*	*Comoviridae*
فيروس ذبول الفول	*Broad bean wilt virus*	BBWV	*Fabavirus*	*Comoviridae*
فيروس الموزاييك الشائع للفاصولياء	*Bean common mosaic virus*	BCMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس الموزاييك الشريطي للشعير (= فيروس الموزاييك المخطط للشعير)	*Barley stripe mosaic virus*	BSMV	*Hordeivirus*	غير محددة
فيروس موزاييك الشوندر السكري/ البنجر	*Beet mosaic virus*	BtMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس الإصفرار الغربي للشوندر السكري/ البنجر	*Beet western yellows virus*	BWYV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس اصفرار وتقزم الشعير-PAV	*Barley yellow dwarf virus-PAV*	BYDV-PAV	*Luteovirus*	*Luteoviridae*
فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء	*Bean yellow mosaic virus*	BYMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس تجعد أوراق القطن	*Cotton leaf curl virus*	CLCuV	*Begomovirus*	*Geminiviridae*
فيروس موزاييك الخيار	*Cucumber mosaic virus*	CMV	*Cucumovirus*	*Bromoviridae*
فيروس تريستيزا الحمضيات/ الموالح	*Citrus tristeza virus*	CTV	*Closterovirus*	*Closteroviridae*
فيروس الإصفرار الميت للفول	*Faba bean necrotic yellows virus*	FBNYV	*Nanovirus*	*Nanoviridae*
فيروس موزاييك الخس	*Lettuce mosaic virus*	LMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس تقزم الخوخ/البرقوق	*Prune dwarf virus*	PDV	*Ilarvirus*	*Bromoviridae*
فيروس تبرقش الفول السوداني	*Peanut mottle virus*	PeMoV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس التفاف أوراق البطاطا/ البطاطس	*Potato leaf roll virus*	PLRV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس البقع الحلقية الميتة للخوخ/البرقوق	*Prunus necrotic ringspot virus*	PNRSV	*Ilarvirus*	*Bromoviridae*
فيروس جدري الخوخ/البرقوق	*Plum pox virus*	PPV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس موزاييك البازلاء المنقول بالبذور	*Pea seed-borne mosaic virus*	PSbMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس X	*Potato virus X*	PVX	*Potexvirus*	*Flexiviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس Y	*Potato virus Y*	PVY	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس موزاييك فول الصويا	*Soybean mosaic virus*	SMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس موزاييك البندورة/ الطماطم	*Tomato mosaic virus*	ToMV	*Tobamovirus*	غير محددة
فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم	*Tomato yellow leaf curl virus*	TYLCV	*Begomovirus*	*Geminiviridae*
فيروس موزاييك البطيخ	*Watermelon mosaic virus*	WMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء	*Zucchini yellow mosaic virus*	ZYMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*

هناك العديد من العوامل التي تتحكم بكمية الخسارة الناتجة من الإصابة الفيروسية، نذكر منها: 1) حساسية الصنف المزروع للإصابة، 2) شراسة السلالة الفيروسية الموجودة في منطقة ما، 3) خصوبة التربة وظروف النمو المرافقة للإنتاج، 4) وجود إصابات بآفات أخرى، 5) عمر النباتات عند حدوث العدوى الطبيعية. ونتيجة لهذه العوامل يتبين مدى صعوبة الوصول إلى أرقام دقيقة تعكس الخسارة لمحصول معين على مستوى البلد الواحد. كما أنه يصعب إستنتاج أرقام تعكس بدقة خسارة المحصول من التقارير التي نشرت حول عمليات المسح التي يجريها العاملون بشكل دوري. إن عمليات المسح كي تعطي ما هو مطلوب منها لابد أن تتوفر فيها العديد من الشروط والتي سنحاول أن نلخصها في الفقرة التالية.

عند إجراء المسوحات الموسعة لأمراض المحاصيل لابد من تسجيل نسبة الإصابة وشدة الإصابة في كامل الحقول الممسوحة. للقيام بهذا العمل بشكل مجدٍ، لابد أن يغطي المسح أعداداً كبيرة من الحقول تكون ممثلة حقيقية لكامل مناطق الإنتاج. وتحقيق ذلك يتطلب تجهيزاً بشرياً وتمويلاً يغطي كل الوسائل الضرورية للمسح (سيارات انتقال، اختبارات ضرورية للعينات التي تجمع.....الخ). ومثل هذه المسوحات لابد من القيام بها سنوياً كي تعطي صورة حقيقية عمّا تحدثه الأمراض (ومنها الأمراض الفيروسية) في حقول إنتاج المحاصيل المختلفة. ولعدم توفر مسوحات من هذا النوع، ما عدا حالات قليلة، يمكننا أن نستنتج لماذا العديد من التقارير الموجودة لا تفي بالغرض المطلوب.

لقد قام الباحثون في الخمسة وعشرون سنة الماضية بالعديد من المسوحات للأمراض الفيروسية التي تصيب المحاصيل الزراعية في المنطقة العربية (اسماعيل وآخرون، 2003؛ حاج قاسم وآخرون، 2001؛ الشعبي وآخرون، 2003؛ مكوك وآخرون، 1984؛ الموسى، 1998؛ نجم وآخرون، 2004؛ Abou-Jawdah *et al.*, 2001؛ Choueiri *et al.*, 2001؛ Dunes, 1986, 1989؛ El-Yamani & Hill, 1990؛ El-Muadhidi *et al.*, 2001؛ Hassan & Duffus, 1990؛ Fegla & El-Mazaty, 1981؛ Fegla *et al.*, 2003؛ Makkouk *et al.*, 1988, 1994؛ Jarrar *et al.*, 2001؛ Jawhar *et al.*, 1996؛ Najar *et al.*, 2000؛ Zouba *et al.*, 1997). إلاّ أن أغلب هذه التقارير لايحتوي أية معلومات حول خسارة المحصول الناتج من الإصابات التي تم ذكرها في هذه التقارير. باستثناء دراسة أجريت في سورية (مكوك وآخرون، 1992) تم فيها الاعتماد على معادلة وصفها آخرون في الولايات المتحدة تربط ما بين الإنتاج ونسبة الحبوب المصابة بفيروس الموزاييك الشريطي للشعير (BSMV) عند الزراعة وعليه فقد قدرت الخسائر التقريبية في إنتاج الشعير بحوالي 8.66% وهذا يوازي 95.2 ألف طن.

وهناك سبب آخر للتقديرات المضخمة حول أهمية الأمراض الفيروسية وذلك عندما يذكر الأخصائيين في تقريرهم المساحات "المتأثرة بالإصابة". عادة ما يقصد بهذه الأرقام المساحات

والمناطق التي وجدت بها إصابة فيروسية معينة بغض النظر عن نسبة الإصابة داخل الحقول، وبالتالي يمكن أن يفهمها البعض بأن جميع النباتات في المنطقة المشار إليها في التقرير كانت مصابة بالفيروس، وهذا غير صحيح. كما أن هناك طريقة أخرى خاطئة عند تقدير الخسارة الاقتصادية الناتجة من الإصابة في منطقة ما، مبنية على نتائج تجارب في قطع تجريبية صغيرة يتم فيها مقارنة ناتج المحصول من القطع التي تم القاحها اصطناعياً وتلك السليمة. وإذا قارنا هذه التجارب بما يحدث في حقول المزارعين نجد أنه من النادر أن تكون حقول المزارعين مصابة 100% بفيروس معين، وبالتالي فإن خسارة المحصول التي تنتج من التجارب الحقلية غالباً ما تكون مبالغ فيها، لأنها لا تأخذ بعين الاعتبار القدرة التعويضية للنبات السليم عندما يكون مجاوراً لنبات مصاب في الحقول التي لا تكون فيها الإصابة عامة تشمل جميع النباتات في الحقل.

4. أثر الإصابة بالأمراض الفيروسية

إن النقص في المعلومات هي أحد المعوقات الأساسية لأية دراسة موضوعية وشاملة لتأثير الإصابة بالأمراض الفيروسية في البلدان العربية، وبالتالي معرفة المنحى الذي ستسلكه من حيث نسبة الإصابة، شدتها وتوزعها في السنين القادمة. لكن هذا لا يعني أن نقلل من الجهود للسعي في تقييم الأهمية النسبية للأمراض الفيروسية المختلفة وبالتالي وضع أولويات لأنشطة البحث العلمي والارشاد الزراعي وتقييم مدى نجاح طرق المكافحة المتبعة في أنظمة إنتاج المحاصيل المختلفة. ليس هناك دراسات تقييم منشورة في المنطقة العربية، إلاّ أنه من المفيد الإشارة لمثل هذه الدراسات في بلدان أخرى (Bos, 1982؛ Geddes, 1992).

1.4. طبيعة الخسارة الاقتصادية

بالاضافة إلى التأثيرات الواضحة التي تسببها الإصابة من موت للنبات أو نقص شديد في المحصول أو أعراض مرئية قد تسبب في انخفاض نوعية المنتج، هناك حالات أخرى لا تؤدي الإصابة بالفيروس إلى أعراض واضحة. وسنحاول في هذه الفقرة أن نلقي الضوء على التأثيرات غير العادية التي تحدثها الفيروسات على النباتات أو المحاصيل الناتجة منها، والتي يمكن قياسها فقط عند القيام بتجارب مقارنة. كما أنه يصعب في بعض الأحيان حساب القيمة الإقتصادية لمثل هذه الخسائر.

إن ضعف النمو هي أحد الخصائص المعروفة والتي تؤدي إلى خسائر في المحصول. واذا لم يكن هناك نبات سليم مجاور للنبات المصاب فإنه لا يمكن ملاحظة تأثير الإصابة لأي كان. ففيروس تقزم الخوخ/البرقوق (PDV) يؤدي إلى ضعف في النمو لأشجار اللوزيات (Nemeth, 1986) وفيروس موزاييك التفاح (ApMV) لأشجار التفاحيات

(Rebandel *et al.*, 1979). كذلك فان فيروس اصفرار وتقزم الشعير (BYDV) يؤدي إلى ضعف في النمو لاصناف القمح والشعير التى تم اختبارها (Brakke, 1987).

كما أن الإصابة بالفيروسات تؤدي إلى قصر في عمر النباتات والتي يعزوها البعض عادة لأسباب أخرى. فهذا يحدث للمحاصيل الحولية مثل البطاطا/البطاطس عندما تصاب بفيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس (PLRV) (van der Zaag, 1987)، إلاّ أن التأثير أكبر والخسائر أفدح في النباتات المعمرة، حيث تؤدي الإصابة الفيروسية إلى تقصير عمر النبات لعدد من السنين، مثل إصابة الحمضيات/الموالح بفيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح (CTV) (Lee & Rocha-Pena, 1992). كما أنه في كثير من الحالات يستلزم الأمر ازالة الشجرة المصابة كي لا تصبح مصدراً طبيعياً لإصابة الأشجار السليمة وبالتالى فان الخسارة التى يتحملها المزارع تشمل الخسارة الناتجة عن ازالة الشجرة ثم ثمن الشتلة الجديدة وتكلفة الرعاية لها لفترة 3–4 سنوات حتى تصبح مثمرة.

كما أن لبعض الفيروسات تأثيرات سلبية على التكاثر الخضري للعديد من أشجار الفاكهة. ففي الكثير من الأحيان يعزو العاملين في مجال أشجار الفاكهة فشل التطعيم إلى عدم التوافق بين الأصل والطعم، بينما بينت التجارب بأن السبب في فشل التطعيم أو عدم التوافق هو إصابة الأصل أو الطعم بفيروس معين (الداود وآخرون، 1991). فعلى سبيل المثال لا الحصر أثبتت التجارب أن الإصابة بفيروس موزاييك التفاح تؤدي إلى فشل التطعيم في 2–20% من الأشجار المطعمة (Rebandel *et al.*, 1979).

والإصابة ببعض الفيروسات تؤدي إلى خسارة اقتصادية عند إنتاج البذور. هناك المئات من الفيروسات التي يمكنها أن تصيب البذرة، والعديد منها ينتقل إلى البادرات الناتجة من البذور المصابة. كما أن هناك خسارة اقتصادية عندما يظهر على البذور المصابة أعراض ظاهرية غير مرغوبة للمستهلك أو أن تكون البذور الناتجة عقيمة أو مشققة أو ذات حجم صغير أو قليلة الحيوية. مثال على ذلك الانخفاض في إنبات الشعير عندما يصاب النبات الأم بفيروس BYDV (Gill, 1988) أو الانخفاض في انبات بذور الخس عندما يكون النبات مصاب بفيروس موزاييك الخس (LMV) (Walkey & Payne, 1990).

ويمكن للفيروسات أن تقلل من المحصول بطرق غير عادية، فمثلاً فيروس جدري الخوخ/البرقوق (PPV) يؤدي إلى تساقط الثمار بحدود 40–100% قبل وصولها إلى مرحلة النضج (Nemeth, 1986). كما أن الإصابة بفيروس ApMV تقلل من تفرع أشجار التفاح الصغيرة (Rebandel *et al.*, 1979). كما يمكن للإصابة بالفيروسات أن تزيد أو تقلل من حساسية النبات للإصابة بأمراض أخرى، فعند الإصابة بفيروس BYDV فإن حساسية الشوفان للإصابة بالبياض الدقيقي وحساسية القمح للإصابة بمرض الأرجوت تزداد (Brakke, 1987). كما أن إصابة نباتات الخيار والشمام والكوسا بفيروس موزاييك الخيار (CMV) أو فيروس موزاييك البطيخ (WMV) تزيد

من قابليتها للإصابة بالفطريات المسببة لموت البادرات بعد الظهور وكذلك الذبول (Sheir *et al.*, 1986) ولكنها تؤدي إلى خفض في شدة أعراض الإصابة بالبياض الدقيقي على الكوسا والشمام خاصة إذا حدث الإلقاح بكل من فطر البياض الدقيقي وأي من فيروسي CMV أو WMV في آن واحد في طور الورقة الأولى (Fegla *et al.*, 1985). كما وجد أن العدوى المشتركة بفيروس موزاييك فول الصويا (SMV) مع مستويات لقاح مختلفة لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* race 1 (بإستثناء مستوى 500 بيضة/نبات) أدى إلى زيادة معنوية في عدد العقد وكتل البيض مقارنة بتلك الناتجة عن العدوى بالنيماتودا فقط (Fegla *et al.*, 1987). أضف إلى ذلك بأن الإصابة بالأمراض الفيروسية يمكن أن تقلل تحمل النبات لدرجات الحرارة المنخفضة، فأشجار الكرمة المصابة بفيروس التفاف أوراق الكرمة تصبح أكثر تأثراً بالصقيع في أوائل الربيع (Goheen, 1970). ومن التأثيرات غير العادية لإصابة المحاصيل بالفيروسات هو زيادة حاجة الأشجار المثمرة للعناصر الغذائية، وضعف تلون ثمار العنب مما يقلل من قيمتها في السوق إن كان للأكل الطازج أو من أجل استخدامها في صنع النبيذ (Goheen, 1970؛ Nemeth, 1986؛ Thomas, 1976). كما أن بعض الفيروسات مثل فيروس البقع الحلقية الميتة للخوخ/البرقوق (PNRSV) عندما يصيب الدراق/الخوخ (Nemeth, 1986) أو فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر (BWYV) عندما يصيب محصول الشوندر السكري/البنجر (Tamaki *et al.*, 1978) فكلاهما يؤدي إلى انخفاض نسبة السكر عند الحصاد.

2.4. الإنتاجية والأمن الغذائي

إن إحدى الخصائص العامة للأمراض الفيروسية هي أنها تحدث ضعفاً في النمو وقلة في محصول النبات العائل. ويتأثر مدى هذا التأثير بمجموعة عوامل قد ذكرت في الفقرة 3 أعلاه. أما تأثيرات ذلك على المجتمعات الريفية فهو يعتمد على عدة عوامل نذكر منها:

1. مدى اعتماد المزارع وعائلته على محصول معين كمصدر أساسي للغذاء أو الدخل.
2. مدى وجود محاصيل غذائية بديلة وقدرة المزارع على زراعتها أو شراءها من السوق المحلي.
3. تكرارية حصول انتشار وبائي للفيروسات على المحاصيل الغذائية الأساسية والوقت اللازم للمجتمعات الزراعية من استيعاب النقص الحاصل.

فالفول هو المحصول الغذائي الرئيسي للملايين في جمهورية مصر العربية، ولقد تمكنت المؤسسات الزراعية البحثية في مصر عبر جهود دامت عشرات السنين أن تقدم للمزارعين أصنافاً عالية الجودة والإنتاجية. إلاّ أن حدوث انتشار وبائي لفيروس الإصفرار الميت للفول في الأعوام 1992، 1998 و 1999 أدى إلى انخفاض حاد في إنتاج الفول في منطقة مصر الوسطى

(Makkouk *et al.*, 1994). كما أن تكثيف بعض الزراعات، مثل زراعة البندورة/الطماطم في البيوت البلاستيكية، والإنتشار السريع لاستخدام هذا الأسلوب في الإنتاج أدى إلى انتشار وبائي لفيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم (TYLCV) في العديد من البلدان العربية ولم يقتصر الأمر في ذلك على الزراعات المفتوحة والتي وصلت نسبة الإصابة بها في مصر إلى 75% عام 1973 (Zaher, 1973) وارتفعت حتى أدت إلى فقد شبه كلي لمحصول البندورة/الطماطم في محافظة الفيوم عام 1989 (فجلة، معلومات غير منشورة) وفي لبنان إلى 85–90% (Makkouk *et al.*, 1979) وفي المملكة العربية السعودية إلى 100% (Mazyad *et al.*, 1979) وفي الأردن إلى 93–100% (Al-Musa, 1982) بل تعداها إلى زراعات البيوت المحمية حيث تراوحت نسبة الإصابة فيها في مصر خلال مرحلة التزهير وعقد الثمار إلى 100% في شمال التحرير و 90% في مريوط و 79% في شركة بيتكو في الموسم الزراعي 1993/1992 وفى الموسم 1994/1993 توقفت بعض الشركات عن الإنتاج بسبب الخسائر الكبيرة التي تحملتها خلال موسم 1993/1992 (Younes, 1995). إن الإنتشار الوبائي لمثل هذه الأمراض الفيروسية على محاصيل زراعية مهمة أدى إلى استخدام مكثف لمبيدات الحشرات لمكافحة الناقل الحشري لهذه الفيروسات وكان له أثر سيئ على الأعداء الطبيعية وعلى صحة الإنسان مما شجع تكثيف الجهود لاستنباط أصناف مقاومة لهذه الفيروسات أو الحشرات الناقلة لها، إلاّ أنه لم يسجل نجاح يذكر في هذا الاتجاه. ولابد من التنويه هنا أنه في حالات كثيرة أثبت الواقع بأن الانتشار الوبائي للفيروسات ناتج عن إستخدام وسائل حديثة في الإنتاج أو مكافحة الآفات (Bos, 1992).

3.4. التصدير

إن المحاصيل الزراعية التي تزرع بهدف التصدير، جزئياً أو كلياً، لها أهمية خاصة في المجتمعات الريفية لأنها مصدر دخل وتوظيف. إن الخسائر التي تحدثها الإصابة بالأمراض الفيروسية والكلفة الاضافية التي يتكبدها المزارع لمكافحتها تزيد من كلفة الإنتاج وبالتالي تقلل من ربح المزارع. ففي مصر الوسطى، ونتيجة لإصابة الفول بفيروس الإصفرار الميت للفول (FBNYV)، اتجه المزارع نحو محاصيل أخرى أقل مردوداً من الفول، وتحولت مصر من بلد مصدر للفول إلى بلد مستورد له. كما أن إصابة البندورة/ الطماطم بفيروس TYLCV في العديد من البلدان العربية قد أضعف قدرتها التنافسية في الأسواق الخارجية. كما أن إصابة القطن في السودان بفيروس تجعد أوراق القطن (CLCuV)، قد ساهم في إضعاف دخل المزارع من محصول القطن الذي يزرع في السودان بشكل أساسي من أجل التصدير. يجب الاخذ فى الاعتبار أن هناك فيروسات يمكنها أن تؤدي إلى خسائر

كبيرة في المستقبل فيما لو تجاهل المعنيون تبني السبل التي تساهم في الحد من أضرارها مثل فيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح الذي يصيب الحمضيات/الموالح بأنواعها.

4.4. برامج تحسين المحاصيل

إن استخدام أصناف من المحاصيل النباتية تتميز بوجود مقاومة موروثة للإصابة بالأمراض الفيروسية يعتبر من أفضل طرق المكافحة وأقلها كلفة على المزارع. لذلك فإن العديد من برامج تحسين النباتات ركزت على إضافة مورثات المقاومة لفيروسات محددة للعديد من أصناف المحاصيل. فهناك أصناف من البندورة/الطماطم مقاومة لفيروس موزاييك البندورة/الطماطم (ToMV)، وأصناف من الفول مقاومة لفيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء (BYMV) وأصناف من الشعير مقاومة لفيروس BYDV. وأغلب هذه الأصناف المقاومة هي نتيجة برامج تحسين قام بها مربوا النباتات في بلدان خارج المنطقة العربية. إلاّ أن وجود بعض المراكز الدولية داخل المنطقة العربية مثل المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا) ساعد البرامج الوطنية واشترك معها في استنباط أصناف مقاومة للفيروسات لمحاصيل القمح، الشعير، الفول والعدس (Comeau & Makkouk, 1992؛ Makkouk *et al*., 2001, 2002).

هذا ويعمل معهد الهندسة الوراثية التابع لمركز البحوث الزراعية في مصر على إنتاج نباتات معدلة وراثياً من البطاطا/البطاطس مقاومة لفيروسات البطاطا/البطاطس X ‏(PVX)، البطاطا/البطاطس Y ‏(PVY) و PLRV ومن البندورة/الطماطم مقاومة لفيروس TYLCV ومن القرعيات مقاومة لفيروس ZYMV. وهناك محاولات أيضاً لإنتاج أصناف من الفول مقاومة لكل من الفيروسين BYMV و FBNYV.

5.4. استخدام المبيدات

إن العديد من الفيروسات التي تصيب المحاصيل النباتية تنتقل بواسطة الحشرات، كالمنّ والنطاطات والخنافس، مما يفسح في المجال باستخدام مبيدات الحشرات للحد من انتشار الفيروسات التي تحملها. إلاّ أنه في المحاصيل التي تعتمد على الأمطار وفي المناطق ذات الإنتاجية المنخفضة، فإن الوضع الاقتصادي لغالبية المزارعين لا يسمح لهم بشراء المبيدات والأجهزة اللازمة لاستخدامها. إلاّ أنه في الزراعة المكثفة كالخضار أو محاصيل التصدير كالقطن فإن العديد من المزارعين يلجأ إلى استخدام المبيدات لمكافحة الحشرات التي تعتبر كآفة على المحصول أو تلك التي تلعب دور الناقل لبعض الفيروسات التي تحدث خسائر عالية للمحصول.

أغلب مزارعي البندورة/الطماطم وخاصة في الزراعات المحمية، يلجأ إلى رشات متكررة خلال فصل النمو قد تصل إلى رشة كل أسبوع، وذلك لمكافحة الذباب الأبيض الناقل لفيروس TYLCV. وفي كثير من الأحيان فان مجموعات الذباب الأبيض، وخاصة النوع *Bemisia tabaci* (Gennadius) قد تكون بسرعة طرزاً مقاومة للمبيد المستعمل، مما يدفع المزارع لاستخدام مبيد آخر. وسرعان ما تتكرر المشكلة عند استخدام المبيد الجديد وهكذا دواليك. نفس المشكلة تكررت في السودان عند مكافحة الذباب الأبيض في القطن كآفة حشرية وكناقل لفيروس CLCuV. وتماماً كما حدث في المثال السابق، وخلال فترة قصيرة تكونت طرز من الذبابة البيضاء مقاومة للمبيد المستخدم، بالإضافة إلى مشكلة أخرى وهي الحد من الأعداء الطبيعية مما ساهم بعودة انتشار الذباب الأبيض على القطن بشكل وبائي والذي دفع باتجاه زيادة عدد رشات المبيد ويتبع كل ذلك زيادة في كلفة الإنتاج (Castel, 1999).

6.4. كلفة برامج المكافحة

ان كلفة برامج المكافحة للحد من انتشار الأمراض الفيروسية يمكن أن يصل إلى مستويات مرتفعة مما يستوجب مناقشتها عند التحدث عن تأثير الإصابة بهذه الأمراض وذلك لأهميتها من الناحية الاقتصادية. وتنبع هذه الأهمية من الواقع بأن المزارع يتكبد كلفة المكافحة بهدف تقليل الخسارة التي ستحدث في حال لم يقم بهذه المكافحة. إلاّ أن مثل هذه المكافحة لا ترفع من القدرة الإنتاجية للمحصول في حال عدم وجود المرض. وبالتالي فان عملية المكافحة تستحوذ كلفة ووقت، كان من الممكن للمزارع استخدامها في تحسين الإنتاجية.

وفي المحاصيل الزراعية التي تتكاثر خضرياً، فإن المجهود الكبير الذي يوظف لإنتاج مادة إكثار نباتية خالية من الإصابة الفيروسية، كما هو مستخدم في الحمضيات/الموالح، الموز، الفراولة، البطاطا/البطاطس وغيرها يرفع من ثمن هذه المواد. إلاّ أن الخبرة تؤكد بأن التوظيف في هذا الاتجاه يؤدي إلى مردود مرتفع في إنتاجية المحصول، وهي طريقة أفضل بكثير من استخدام الرش بالمبيدات لمكافحة الناقل الحشري وتعتبر أقل ضرراً للبيئة وصحة الانسان.

5. أمثلة حول النقص في غلة المحاصيل المصابة بالأمراض الفيروسية في المنطقة العربية

هنال بعض التقارير تشير إلى تأثير الإصابة بالأمراض الفيروسية على المحاصيل المختلفة في المنطقة العربية (Mamlouk *et al.*, 1989 ؛Makkouk & Ghulam, 2002 ؛Ahmed, 1984). ويشمل الجدول 1 على أمثلة عن النقص في غلة المحاصيل الناتجة عن الإصابة ببعض الأمراض الفيروسية في بعض البلدان العربية، منها ماهو تجريبي والآخر يعبر عن الخسارة في حقول المزارعيين.

6. الاستراتيجيات المستخدمة في تقليل الخسارة من الإصابة بالفيروسات

يدرك العاملون في مجال أمراض النبات بأنه من السهل مكافحة الأمراض الفطرية من خلال رش أسطح النبات بمبيدات فطرية والتي تحد بكفاءة من إصابة النبات بالفطر الممرض، وهي مستعملة بشكل موسع في الادارة المتكاملة للأمراض الفطرية. إن أغلب الطرق المستخدمة لمكافحة الأمراض الفيروسية مبنية على تقليل مصادر الإصابة من داخل الحقل أو من خارجه للحد من الانتشار الثانوي للفيروس الذي يحصل من خلال النواقل المختلفة بما فيها الأشخاص، وتقليل تأثير الإصابة على الإنتاج. إن نجاح المكافحة يعتمد على التواصل في تنظيم الطرق التي تؤدي إلى تقليل الإصابة الفيروسية والذي يحتاج إلى اهتمام وتعاون المزارعين. ولا ينطبق ذلك على الحالات التي يوجد فيها أصناف من المحصول تم ادخال جينات مقاومة إلى مجينها.

ويمكن تلخيص الطرق المستخدمة في مكافحة الأمراض الفيروسية في المحاصيل الزراعية بما يلي:

1. طرق تقليدية
   - استنباط أصناف مقاومة وذلك باستخدام مورثات تمنع من تكاثر الفيروس أو تحد من تحركه داخل النبات.
   - إستخدام الحماية المتصالبة (Cross Protection) وذلك لحماية النبات من سلالات شديدة الإمراض (شرسة) عند إلقاحها بسلالات قليلة التأثير.
   - استنباط أصناف مقاومة من خلال مقاومتها للناقل الحيوي.
2. طرق تعتمد على النباتات المعدلة وراثياً
   - ادخال مورثات من أصل فيروسي إلى مجين العائل.
   - ادخال مورثات من كائنات أخرى تعمل على إنتاج مركبات تمنع من تكاثر الفيروس داخل النبات العائل.
3. طرق تعتمد على إنتاج مواد خالية من الإصابة الفيروسية

4. طرق تعتمد على مكافحة الناقل الحيوي إن كان حشرة أو نيماتودا أو فطراً
5. تبني ممارسات زراعية تؤدي إلى الهروب من الإصابة وهي جزء مهم من الادارة المتكاملة لمكافحة الأمراض الفيروسية

وسيتم ذكر هذه الطرق بالتفصيل في الفصول القادمة عند معالجة المحاصيل الزراعية المختلفة كل على حدة، كما أنه يمكن الرجوع إلى الفصل الخامس الذي يعالج موضوع مكافحة الأمراض الفيروسية بشكل عام.

7. استنتاجات عامة

إن معرفة الخسارة الاقتصادية الناجمة عن الإصابة بالفيروسات على مستوى البلد والمبنية على مسوحات حقلية موسعة ودراسات تترجم نسبة الإصابة في الحقل إلى كمية الفقد في الإنتاج تعتبر الحجر الأساس لتبني استراتيجية عملية لمكافحة هذه الفيروسات. إذ لابد أن توجه الإمكانات المتاحة نحو مكافحة الفيروسات التي تسبب خسائر كبيرة على مستوى البلد. وفي هذا المجال لابد من الأخذ بعين الاعتبار الخسارة الإقتصادية المباشرة وغير المباشرة، إذ أنه في حالات كثيرة لاتسبب الإصابة الفيروسية خسارة إقتصادية لمحصول معين، إلاّ أنه يمكن أن يشكل مصدر الإصابة لمحصول آخر تكون فيه الخسارة كبيرة. وهنا تأتي أهمية تكوين الجهاز البشري القادر على مثل هذا العمل وتكون لديه الامكانات والوسائل التي تسمح له بالقيام بما هو مطلوب منه بكفاءة عالية.

وعلى مستوى المزارع، فإن المحاصيل الزراعية عموماً لها القدرة على تحمل مستويات من الإصابة بدون أية تأثير على الإنتاج الكلي للحقل (وهذا ينطبق على الآفات عموماً) وذلك بسبب قدرة النبات السليم على التعويض عن الخسارة الناتجة من ضعف النبات المجاور المصاب. فالإصابات الحقلية بنسب متدنية (5-10% مثلاً) يمكن أن لا تؤدي إلى أية خسارة في المحصول، وبالتالي لا تستوجب كلفة إضافية من قبل المزارع لمكافحتها. وللاستفادة العملية من ذلك لا بد من معرفة هذا المستوى الحرج من الإصابة الذي لا يستوجب مكافحة، وهذا المستوى يحدده الصنف المزروع والسلالات الفيروسية الموجودة في منطقة معينة والظروف البيئية السائدة التي تساعد في إنتشار الإصابة. وهذا كله يتطلب درسات موثقة يقوم بها الباحثون في هذا المجال.

8. المراجع

اسماعيل، فايز، صلاح الشعبي، أربين ميرتا وفيتو سافينو. 2003. تقصي انتشار الأمراض الفيروسية وشبيهاتها على اللوزيات في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 73-78.

حاج قاسم أمين عامر، خالد محي الدين مكوك ونوران عطار.2001. أهم الفيروسات المنتشرة على البقوليات العلفية المزروعة في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 73-79.

الداود، رامز، ماجد الأحمد، بسام بياعة وخالد مكوك. 1991. ظاهرة عدم التوافق بين الطعم والأصل، التي قد تكون فيروسية المنشأ، مشكلة خطيرة تهدد زراعة كرمة العنب في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 9: 66-67.

الشعبي، صلاح، عبد الرحمن درويش، فايز اسماعيل، جمال مندو، سناء نعمان، لينا مطرود، أيمن الصالح وفراس أسود. 2003. تقويم الحالة الصحية لأشجار اللوزيات والكرمة في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 18: 17-23.

قمري، صفاء غسان، خالد مكوك وعماد داؤد اسماعيل. 1996. تباين العزلات الفيروسية لفيروسين يصيبان العدس: تأثيرهما في الغلة والانتقال بالبذور. مجلة وقاية النبات العربية، 14: 81-85.

قمري، صفاء محمد غسان. 2002. دراسة الفيروسات المسببة للإصفرار Luteoviruses التي تصيب البقوليات الغذائية الشتوية. أطروحة دكتوراه، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة جامعة حلب، سورية. 230 صفحة.

مكوك، خالد، غانم غانم وهشام خطيب. 1984. مسح لأمراض الحمضيات الفيروسية والشبيهة بها ودراسة مدى انتشارها على الساحل اللبناني. مجلة وقاية النبات العربية، 2: 23-27.

مكوك، خالد، وليد رضوان وأمين حاج قاسم. 1992. حصر للفيروسات الموجودة في بذور الشعير والعدس والفول في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 3: 8-10.

الموسى، عبد الله. 1998. الفيروسات التي تصيب أشجار اللوزيات في الأردن. مجلة المزارع العربي، 12: 18-21.

نجم، حسين عباس، مثنى عكيدي المعاضيدي وكامل محمد عايش. 2004. حصر لفيروسات أشجار المشمش والأجاص والتفاح في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 22: 23-28.

Abd El-Hamid, S.N.Z. 2002. Advanced studies on barley stripe mosaic virus (BSMV). Ph.D. Thesis. Faculty of Agricultur, Cairo University, Egypt. 137 pp.

Abd El-Salam, A.M., E.M. Khalil, M.M. Fahim and G.A. Ghanem.1987. Effect of peanut mottle virus infection on growth and yield of peanuts. Egypt Journal of Phytopathology, 19: 127-132.

Abou-Jawdah, Y., Z.H. Kannaan-Atallah and A. Saad. 2001. Virus diseases infecting almond germplasm in Lebanon. Phytopathologia Mediterranea, 39: 417-422.

Abu Foul, K.S.I. 1989. Studies on some viruses affecting pepper plants in northern Egypt. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt. 184 pp

Ahmed, A.H. 1984. Incidence of peanut mottle virus in the Sudan Gezira and its effect on yield. Tropical Pest Management, 30: 166-169.

Allam, E.K., R.A. Omar and A.S. Gamal El-Din. 1974. Studies on potato leafroll virus (PLRV). Π- The effect of PLRV on the yield and chemical composition of potato plants and tubers. Egyptian Journal of Phytopathology, 6: 11-16.

Al-Musa, A.1982. Incidence, economic importance and control of tomato yellow leaf curl in Jordan. Plant Disease, 66: 561-563.

Al-Shahwan, I.M., O.A. Abdalla and M.A. Saleh.1995. Response of green house-grown cucumber cultivars to an isolate of zucchini yellow mosaic virus (ZYMV). Plant Disease, 79: 898-901.

Bos, L. 1982. Crop losses caused by viruses. Crop Protection, 1: 263-282.

Bos, L. 1992. New plant virus problems in developing countries: a corollary of agricultural modernization. Advances of Virus Research, 38: 349-407.

Brakke, M.K. 1987. Virus diseases of wheat. Agronomy, 13: 585-624.

Castel, S.J. 1999. Agricultural intensification and pest outbreaks: a reappraisal of events in the Sudan Gezira. Annals of the Entomological, Society of America, 92: 840-852.

Choueiri, E., N. Abou Ghonem-Sabanadzovic, K. Khazzaka, S. Sabanodzovic, B. Di Terlizzi, F. Jerijini and V. Savino. 2001. Identification of peach latent mosaic viroid in Lebanon. Journal of Plant Pathology, 83: 225-227.

Comeau, A. and K. Makkouk (eds.) 1992. Barley yellow dwarf in West Asia and North Africa. Proceedings of a workshop, ICARDA, Aleppo, Syria, 239 pp.

Dunez, J. 1986. Preliminary observation on virus and virus-like diseases of stone fruit trees in the Mediterranean and Near East countries. FAO Plant Protection Bulletin, 34:43-48.

Dunez, J. 1989. Situation of virus and virus-like disease of stone fruit trees in the Mediterranean and Near East countries. Arab Journal of Plant Protection, 7: 201-209.

El-Muadhidi, M.A., K.M. Makkouk, S.G. Kumari, M. Jerjess, S.S. Murad, R.R. Mustafa and F. Tarik. 2001. Survey for legume and cereal viruses in Iraq. Phytopathologia Mediterranea, 40: 224-233.

El-Yamani, M. and J.H. Hill, 1990. Identification and importance of barley yellow dwarf virus in Morocco. Plant Disease, 74: 291-294.

Essa, S.H., S.A. Sidaros, S.A. El-Kewey, F. Maklad and S.Y. Mahmoud. 1994. Effect of CMV infection on sugar beet plants. Pages 15-24. In: Proceeding of 7th Congerss of Phytopathology, Giza, Egypt.

Fath Allah, M.M. 1999. Plant virus and virus – like diseases. Mosaic and dwarf diseases of Alfalfa. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt. 195 pp.

Fegla, G.I. 1977. Effect of cucumber mosaic virus on cucumber plants in different stages of development. Egyptian Journal of Phytopathology, 9: 9-13.

Fegla, G.I. and H.A. Younes.1999. Isolation of alfalfa mosaic virus from pepper in Alexandria governorate. Advances in Agricultural Research, 4: 827-836.

Fegla, G.I. and H.M. Badr. 1981. Losses in vegetable marrow (*Cucurbita pepo* L.) caused by cucumber mosaic virus. Alexandria Journal of Agricultural Research, 29: 197-202.

Fegla, G.I. and M.A.A. El-Mazaty. 1981. Distribution of certain viruses affecting cucurbits in Egypt and susceptibility of cucurbit cultivars to the most prevalent one. Alexandria Journal of Agricultural Research, 29: 247-258.

Fegla, G.I., A.L.B. Shawkat and N.H. Ramadan. 1983. Effect of infection date of lettuce mosaic virus on seed transmission, vegetative growth and certain contents of lettuce plants. Iraqi Journal of Agricultural Sciences Zanco, 1: 91-101.

Fegla, G.I., H.A. Younes, A.M. Abdelmonem and M.R. Rasmi. 2003. Incidence of some seed-borne viruses affecting faba bean in Alexandria governorate. Journal of the Advances in Agricultural Research, 8: 461-471.

Fegla, G.I., H.M. Sheir and S.A. El-Kazaz. 1985. Interaction between two cucurbit viruses and powdery mildew in vegetable marrow and sweet melon plants. Alexandria Journal of Agricultural Research, 30: 1461-1474.

Fegla, G.I., Y.M. El-Fahaam, E.E. Wagih and H.A. El-Karyoni. 1990. Occurrence of lettuce mosaic virus in Alexandria and Effect of infection on seed yield and transmissibility. Journal of King Saud University, Agricultural Sciences, 2: 93-103.

Fegla, G.I., Y.M. El-Fahaam, M.A. Rezk and K.S. Abu Foul. 1987. Interaction between *Soybean mosaic virus* and *Meloidogyne incognita* race 1 and its effect on growth and yield of soybean plants. Mansoura University Journal of Agricultural Sciences, 12: 378-384.

Geddes, A.M.W. 1992. The relative importance of pre-harvest crop pests in Indonesia. Bulletin No. 47. Natural Resources Institute, Chatham, UK. 102 pp.

Gill, C.C. 1988. An assessment of losses of spring wheat naturally infected with barley yellow dwarf virus. Plant Disease, 64: 197-203.

Goheen, A.C. 1970. Grape leafroll. Pages 209-212. In: Virus Disease of Small Fruits and Grapevines. N.W. Frazier (ed). University of California Press, Berkeley.

Hassan, A.A. and J.E. Duffus. 1990. A review of yellowing and stunting disorders of cucurbits in the United Arab Emirates. Emirates Journal of Agricultural Science, 2: 1-16.

Jarrar, S., A. Myrta, B. Di Terlizzi and V. Savino. 2001. Viruses of stone fruits in Palestine. Acta Horticulturae, 550: 245-249.

Jawhar, J., B. Di Terlizzi, W. Khoury and V. Savino. 1996. Preliminary account of phytosanitary status of stone fruit trees in Lebanon. EPPO Bulletin, 26: 161-166.

Kumari, S.G. and K.M. Makkouk. 1995. Variability among twenty lentil genotypes in seed transmission rates and yield loss induced by pea seed-borne mosaic potyvirus infection. Phytopathologia Mediterranea, 34: 129-132.

Kumari, S.G., K.M. Makkouk and I.D. Ismail. 1994. Seed transmission and yield loss induced in lentil (*Lens culinaris* Med.) by bean yellow mosaic potyvirus. LENS Newsletter, 21: 42-44.

Lee, R.F. and M.A. Rocha-Pena. 1992. Citrus tristeza virus. Pages 226-249. In: Plant Disease of International Importance, Vol III. J. Kunar, H.S. Choube, U.S. singh and A.N. Mukhopadhyay (eds). Prentice tlall, New Jersey.

Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 1990. Variability among 19 lentil genotypes in seed transmission rates and yield loss induced by broad bean stain virus infection. LENS Newsletter, 17: 31-33.

Makkouk. K. M. and W. Ghulam. 2002. Estimating yield losses in cereal infected with *Barley yellow dwarf virus*. Pages 55-57. In: Barley Yellow Dwarf Diseases: Recent Advances and Future Strategies. M. Henry and A. McNab (eds). Mexico, D. F.: CIMMYT. 139 pp.

Makkouk, K.M., S. Shehab and S.E. Majdalani. 1979. Tomato yellow leaf curl: Incidence, yield losses and transmission in Lebanon. Phytopathologische Zeitschrift, 96: 263-267.

Makkouk, K.M., L. Bos, O.I. Azzam, S. Kumari and A. Rizkallah. 1988. Survey of viruses affecting faba bean in six Arab countries. Arab Journal of Plant Protection, 6: 53-61.

Makkouk, K.M., S.G. Kumari and L. Bos. 1990. Broad bean wilt virus: host range, purification, serology, transmission characteristics, and occurrence in faba bean in West Asia and North Africa. Netherlands Journal of Plant Pathology, 96: 291-300.

Makkouk, K.M., L. Rizkallah, M. Madkour, M. El-Sherbeiny, S.G. Kumari, A. W. Amriti and M.B. Solh. 1994. Survey of faba bean (*Vicia faba* L.) for viruses in Egypt. Phytopathologia Mediterranea, 33: 207-211.

Makkouk, K.M., S. Kumari, A. Sarker and W. Erskine. 2001. Registration of six lentil germplasm lines with combined resistance to viruses. Crop Sciences, 41: 931-932.

Makkouk, K.M., S.G. Kumari and J.A.G. van Leur. 2002. Screening and selection of faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm resistant to *Bean leafroll virus*. Australian Journal of Agricultural Research, 53: 1077-1082.

Mamlouk, O.F., M.P. Haware, K.M. Makkouk and S.B. Hanouniok. 1989. Occurrence, losses and control of important cereal and food legume diseases in West Asia and North Africa. Tropical Agriculture Research Series No. 22 (Japan): 131-140.

Mazyad, H.M., F. Omer, K. Al-Taher and M. Salha. 1979. Observations on the epidemiology of tomato yellow leaf curl disease on tomato plants. Plant Disease Reporter, 63: 695-698.

Najar, A., K.M. Makkouk, H. Boudhir, S.G. Kumari, R. Zarouk, R. Bessai and F. Ben Othman. 2000. Viral diseases of cultivated legume and cereal crops in Tunisia. Phytopathologia Mediterranea, 39:423-432.

Nemeth, M. 1986. Virus mycoplasma and rickettsia disease of fruit trees. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands 841 pp.

Omar, R.A., M. El-Khadem and A.A Dief. 1978. Studies on a seed-borne bean common mosaic virus. Effect of the virus on yield, biological and chemical characters of bean seeds. Egyptian Journal of Phytopathology, 10: 63-70.

Rebandel, Z., B.J. Zawadzka and J. Wierszyllowski. 1979. Effect of apple mosaic virus on bud-take and growth of trees in the nursery. Fruit Science Reports, 6: 9-17.

Shawkat, A.L.B, G.I. Fegla and N.A. Kasem. 1982. Effect of beet mosaic virus infection on sugar beet and swisschard and inhibition of virus aphid transmission by mineral oil. Alexandria Science Exchange, 3: 89-101.

Sheir, H.M., G.I. Fegla and S.A. El-Kazaz. 1986. Incidence of post- emergence damping- off and wilt in cucurbits infected with cucumber and water melon mosaic viruses. Alexandria Journal of Agricultural Research, 31: 231-243.

Tamaki, G., L. Fox, B.A. Butt and A.W. Richards. 1978. Relationships among aphids, virus yellows and sugarbeet yield in the Pacific Northwest. Journal of Economic Entomology, 71: 654-656.

Thomas, W. 1976. The impact of virus diseases. Wine review, 2: 21-31.

van der Zaag, D.E. 1987. Yield reduction in Relation to virus infection. Pages 146-150. In: Viruses of Potatoes and Seed Potato Production. J.A.De bokx and J.P.H. van der Want (eds). Pudoc, Wageninyen, The Netherlands.

Walkey, D.G.A. and C.J. Payne. 1990. The relation of two lettuce cultivars to mixed infection by beet western yellows virus, lettuce mosaic virus and cucumber mosaic virus. Plant Pathology, 39: 156-160.

Younes, H.A.A. 1995. Studies on certain virus diseases affecting some vegetable crops under green house conditions. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture, (Saba–Basha), Alexandria University, Egypt. 210 pp.

Zaher, N.AM. 1973. Studies on leaf curl virus disease of tomato. M.Sc. Thesis. Faculty of Agricultur, Cairo University, Egypt. 115 pp.

Zouba, A.A., A.J. Khan, M. Lopez and Y.M. Al-Maqbaly. 1997. Survey of virus diseases of cucurbits in the Batinah region of the Sultanate of Oman. Arab Journal of Plant Protection, 15: 43-46.

الفصل الثاني

تقسيم وتسمية الفيروسات النباتية

خالد محي الدين مكوك وصفاء غسان قمري
المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا)، حلب، سورية

المحتويات

1. المقدمة
2. تصنيف الفيروسات النباتية
3. نبذة تاريخية حول طرق التصنيف
4. اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات
5. تحديد "النوع" في الفيروسات
6. ما هي الحدود بين الأنواع الفيروسية؟
7. تسمية الفيروسات
8. الأسم المختصر للفيروسات
9. اسم الجنس والعائلة/الفصيلة
10. العائلات/الفصائل، الأجناس والأنواع الفيروسية المعتمدة رسمياً
11. المحاذير التي يجب الانتباه اليها عند تشخيص الفيروسات
12. كلمة أخيرة
13. المراجع

1. المقدمة

في أي علم من العلوم، لا بد من وجود تسميات للأشياء أو المبادئ تسمح عندما يكتب عنها أن تعطي فكرة واضحة للآخرين عما يدور من نقاش. وإذا عدنا قليلاً للوراء (من أوائل القرن الماضي وحتى منتصفه) نجد أنه في عالم الفيروسات كان هناك تفسيرات عديدة وأحياناً متضاربة حول طبيعة الفيروسات وخصائصها. في هذا الخضم فإن الباحثين في مجال الفيروسات وجدوا أنفسهم مضطرين لاعتماد نظام يسمح بالتخاطب العلمي فيما بينهم وكذلك لخزن المعلومات في قواعد بيانات تسمح باستخدامها بسهولة من قبل جميع المهتمين. إن علم "التقسيم" والذي يشمل التسمية والتصنيف، يعتبر أبو العلوم، إذ يسمح بالتمييز بين كينونة الأشياء (taxons) التي يتم التعامل معها. إن التسمية والتصنيف متلازمين، إذ لا يمكن تصنيف الأشياء بدون أن يكون هناك اسماً مرتبطاً بها يعبر عن ما يميزها عن بعضها. وما يعنينا هنا تسمية وتصنيف الفيروسات عموماً والفيروسات النباتية خصوصاً.

في أوائل القرن الماضي (1920–1930)، ابتدأ التزايد قي عدد الأمراض الفيروسية التي تصيب المحاصيل الغذائية المختلفة التي تم التعرف عليها. وبما أن الأمراض المختلفة كان لها أعراض مختلفة وتتميز ببيئيات مختلفة، فقد دعا ذلك العاملين في هذا المجال إلى افتراض بأن ما يسبب هذه الأمراض هي فيروسات مختلفة. إلاّ أنه من المؤكد بأن المشتغلين في أمراض النبات في ذلك الوقت لم يكن عندهم رؤية واضحة عن ماهية هذه الفيروسات. وما كان متوفراً في تلك الفترة هو دراسة الصفات البيولوجية لما تم تسميته بالفيروسات (المدى العوائلي، الأعراض، طرق العدوى والانتقال). وبعد عقدين من الزمن (1930–1950)، عندما أصبح من الممكن عزل الفيروسات بشكل نقي أو شبه نقي، ابتدأ الباحثين الخوض في الصفات الذاتية لهذه الفيروسات (الصفات الفيزياكيميائية لجسيمات الفيروس، الصفات المورفولوجية باستخدام المجهر الإلكتروني، الصفات السيرولوجية ...الخ)، مما أدى إلى فهم أعمق وأدق إلى خصائصها وبالتالي التفريق فيما بينها.

2. تصنيف الفيروسات النباتية

عندما يتم في منطقة ما اكتشاف مرض فيروسي جديد، يطرح مباشرة التساؤل حول ماهية الفيروس المسبب، هل هو جديد فعلاً أم هو جديد في المنطقة التي تم اكتشافه فيها، وإلى أي حد يختلف هذا الفيروس عن ما سبق وصفه. إن الإجابة على هذا السؤال يعتمد بشكل أساسي على المعلومات المتوفرة عن الفيروسات المشابهة وبالتالي إجراء مقارنة دقيقة بينها.

إن التزايد المتسارع في الكشف عن فيروسات نباتية جديدة، والتي فاق عدد ما تم دراسته بدقة منها عن الألف فيروس حتى الآن، فرض على المختصين في هذا العلم إيجاد طريقة لتصنيفها. وبناء عليه تم اقتراح عدد من نظم التصنيف، ولكن لم يصل أي منها للمستوى المثالي من حيث شموله جميع الخصائص التي تعكس التباين الموجود في الطبيعة. هناك جدال مستمر حول تجميع الفيروسات (في أجناس أو عائلات/فصائل أو رتب)، وما هي المعايير الواجب اعتمادها ومدى الأهمية لخصائص الفيروس المختلفة في عملية التصنيف. وسنحاول في هذا الفصل أن نعطي صورة واضحة حول هذا الموضوع.

3. نبذة تاريخية حول طرق التصنيف

أول الطرق التي اتبعت في التصنيف هي تلك التي اعتمدت على الأعراض الظاهرية التي تسببها الفيروسات (الفيروسات المسببة للموزاييك، الفيروسات المسببة للاصفرار .... الخ) أو على المحصول التي تصيبه (فيروسات الحبوب، فيروسات البقوليات، فيروسات أشجار اللوزيات ....

الخ). ومن الواضح أنه في تلك الفترة كان التركيز على تسمية الفيروسات وليس لإيجاد نظام للتصنيف. في عام 1927، اقترح Johnson إدخال بعض صفات الفيروس الفيزياكيميائية في تصنيف الفيروسات، ولكن تحديد هذه الصفات كان يتم بواسطة الاختبارات الحيوية. فمثلاً صفة ثبات الفيروس، وهي صفة تعتمد بشكل أساسي على التركيب الفيزياكيميائي لجسيمات الفيروس كان يتم فحصها باختبار العدوى بعد تعريض المستخلص النباتي الذي يحوي الفيروس لدرجات حرارة مختلفة أو تركه عند درجة حرارة الغرفة لفترات زمنية مختلفة. إلاّ أن أول نظام للتصنيف اعتمد بشكل جدي على صفات الفيروس الذاتية، كان ذلك الذي اقترحه Brandes و Wetter في عام 1959، والذي اعتمد بشكل أساسي على الصفات المورفولوجية لجسيمات الفيروس وكذلك على التفاعلات السيرولوجية التي اكتشف وجودها بين الفيروسات التي تتشابه مورفولوجياً. هذا التصنيف شمل مجموعة فيروس خشخشة التبغ (يشمل حالياً جنس *Tobravirus*)، مجموعة فيروس موزاييك التبغ (يشمل حالياً جنس *Tobamovirus*)، مجموعة فيروس البطاطا X (تشمل حالياً الجنس *Potexvirus*)، مجموعة فيروس البطاطا S (تشمل حالياً الجنس *Carlavirus*) ومجموعة فيروس البطاطا Y (وتشمل حالياً الجنس *Potyvirus*). إن الفيروسات التي وضعت في المجموعات التي ذكرت أعلاه كانت تجمع ما بينها صفات بيولوجية مشتركة، مثل خصوصية الناقل الحيوي، وكذلك خصائص بيئية أخرى. وبالتالي فإن وضع فيروس مكتشف حديثاً في أحد هذه المجموعات يسمح بالتنبؤ ببعض صفاته البيئية، مما أعطى قيمة إضافية لهذا التصنيف.

ومع مرور الزمن والاعتماد على الصفات الذاتية للفيروس والتشابه في الصفات الفيزياكيميائية للفيروسات النباتية والحيوانية، فقد اتجه تقسيم الفيروسات الى نظام عام، يشمل الفيروسات النباتية وتلك التي تصيب البكتيريا والحشرات(اللافقريات) والحيوان (الفقريات بما فيها الإنسان) والذي أصبح عددها يناهز 4000 نوع.

4. اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات

لقد أنشئت اللجنة الدولية لتسمية الفيروسات International Committee on Nomenclature of Viruses في عام 1966، والتي تغير اسمها في عام 1973 إلى اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات (International Committee on Taxonomy of Viruses - ICTV). هذه اللجنة الدولية ترعى عدد من اللجان الفرعية أحدها هي لجنة الفيروسات النباتية. كما أن كل لجنة تعمل مع مجموعات عمل Working groups يشمل كل منها 15–20 باحث يعملون على مجموعة (أو جنس) من الفيروسات ويتدارسون الأمور التي تتعلق بتقسيمها وتسميتها.

وتعمل هذه اللجنة تحت جناح قسم الفيروسات للاتحاد الدولي لجمعيات الأحياء الدقيقة (International Union of Microbiological Societies – IUMS). إن بعض المجموعات

الفيروسية (العائلات) يشمل حالياً فيروسات نباتية وأخرى حيوانية، إلا أنه لم يعرف لأي منها بأنها تصيب كلا النبات والحيوان. إلاّ أن العديد من هذه الفيروسات يتكاثر في النبات وكذلك في الناقل الحشري، وهذا يؤهلها بأن تمثل حلقة الوصل بين الفيروسات النباتية والحيوانية، مما يستوجب نظام عام واحد لتقسيم الفيروسات.

5. تحديد "النوع" في الفيروسات

إن السؤال حول ما هو "النوع" في الفيروسات يعتمد على فهم المشكلة العامة حول كيفية تقسيم عالم الفيروسات إلى وحدات فيروسية يمكن تحديدها بسهولة من خلال نظام منطقي مترابط. وإذا أخذنا مشكلة التباين بين الفيروسات، لا بد من الاجابة على التساؤل الذي يطرحه الباحثين في هذا المجال: ما هو الاختلاف الذي يعتبر كافياً للتفريق بين نوع فيروسي ونوع آخر قريب منه. مع العلم بأن العاملين في مجال الأمراض الفيروسية يمكنهم تحديد طفرات فيروسية جديدة لها صفات مختلفة عن النمط الشائع للنوع (wild type)، إلاّ أنهم يعتبرون مثل هذه الأنماط المغايرة تابعة لنفس النوع. وبشكل عام يقر الجميع بأنه إذا كانت درجة التباين للأنماط المغايرة (العزلات الفيروسية) طفيفة، فمن الناحية التقسيمية يمكن اعتبارهم تابعين لنفس النوع. والجدال مستمر حول السؤال ما هو الحد الفاصل بين ما هو طفيف وما هو غير طفيف.

من المتفق عليه بشكل عام بأن "النوع" هو اصغر وحدة تقسيمية لتجميع الكائنات الحية. ومع العلم بأن "النوع" هو الوحدة الأساسية في جميع نظم التصنيف الحيوية، إلاّ أن اعتماده في تصنيف الفيروسات أخذ سنين طويلة ومناقشات حادة قبل الوصول إلى تعريف مقبول للنوع دولياً يطبق على جميع الفيروسات وأقرته اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات (ICTV). وكان الباحثين في الفيروسات النباتية مترددين أكثر من غيرهم في قبول مبدأ اعتماد النوع في الفيروسات (Harrison, 1985؛ Milne, 1985). إن العديد من الباحثين مقتنعين بأن "النوع" بيولوجياً يجب استخدامه في الكائنات التي تتكاثر جنسياً (Mayr, 1982)، وذلك لا ينطبق على الفيروسات التي تتكاثر لا جنسياً بالتناسخ. إلاّ أنه في العقود الماضية نشأت مفاهيم مغايرة حول "النوع"، بعضها استخدم للكائنات التي لا تتكاثر جنسياً ويمكن تطبيقها على الفيروسات (Bishop, 1985؛ Kingsbury, 1988). ولسوء الحظ ليس هناك اتفاق عام بين العلميين في علوم الحياة حول مفهوم موحد وجيد لمبدأ النوع.

لقد أدخلت اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات (ICTV) في عام 1991 مبدأ النوع وبشكل رسمي لجميع الفيروسات. ولقد قبلت هذه اللجنة التعريف الذي قدمه van Regenmortel في عام 1990 والذي عرف النوع بما معناه "النوع في الفيروسات هو مفهوم أو فكرة متحركة يشمل مجموعة من التراكيب الوراثية والتي من خلال التكاثر والطفرات والانتقاء المتأقلم مع بيئات خاصة (العائل، الناقل أو عناصر انتقائية أخرى في البيئة) يتولد عنها مجموعة غير متجانسة ولكن متأصلة من مصدر

واحد، وبالتالي يجمع ما بين أفرادها بعض وليس بالضرورة كل الصفات ولا تحتوي على صفة وحيدة يتوجب وجودها في جميع الأفراد.

هذا التعريف الرسمي للنوع في الفيروسات يترك مجالاً للصفات البيولوجية أن تكون جزء من هذا التعريف. ولفهم سلوك الفيروسات في المحاصيل النباتية، أي سلوكها الإمراضي والبيئي وتطورها مع الزمن، فإن الصفات الحيوية لها أهمية كبرى. وليس هناك صفة واحدة من الضروري أن تكون مشتركة لجميع أفراد النوع الواحد. وبالتالي ليس هناك عنصر واحد بما فيها العناصر الفيزياكيميائية أو الجزيئية البيولوجية، يمكن استخدامها في تعريف الفيروسات. كما أنه من الواضح بأن التعريف أعلاه لا يعطي قواعد ثابتة لرسم خط واضح يفصل ما بين نوعين من الفيروسات. وبالتالي فإن الفيروسات التي يمكن أن تكون متشابهة في بعض الوجوه يمكن أن تكون مختلفة في صفات أخرى، وبتعبير آخر فإن الفيروسات التي تعتبر أنواع مختلفة يمكن أن يكون لها بعض الصفات المشتركة.

6. ما هي الحدود بين الأنواع الفيروسية؟

لاشك بأن قبول تعريف "النوع" من قبل مجتمع العاملين في مجال الفيروسات في العالم كان نقطة الانطلاق للوصول إلى تصنيف يعتمد على الوحدات التقسيمية التقليدية، ولكن لابد من الاعتراف بأن هذا التعريف لا يفيد في أخذ القرار فيما اذا كانت عزلة فيروسية ما هي عضو في نوع معتمد أم لا. والسبب في ذلك هو أن التعريف هو مفهوم تجريدي ينطبق على أفراد النوع كمجموعة. إلاّ أن الفيروسات الفردية الموجودة في وقت محدد ومكان محدد يمكن تحديدها بواسطة صفات تشخيصية. وهناك فرق بين التعريف والتحديد. إن تحديد عزلة فيروسية هي عملية مقارنة تعتمد على عدد من الصفات التي تحدد مدى قرابة عزلة معينة لنوع معرّف. وبما أن النوع يمثل مجموعة أفراد وضعت مع بعضها بشكل اصطناعي Polythetic، فان المقارنة يجب أن تشمل مجموعة صفات لا وجود صفة واحدة محددة. من البديهي إذاً أنه في حال تعريف الأنواع أن لا تستعمل في التعريف صفات موجودة في كل أنواع الجنس الواحد أو العائلة، إذ أنها لن تسمح بتحديد الأنواع. لذلك فإن صفات مثل الشكل المورفولوجي للفيروس، طريقة تنظيم المكنون الوراثي (المجين)، طريقة التكاثر، وعدد البروتينات البنائية أو غير البنائية الموجودة في الفيروس هي صفات لا تساعد في تحديد الأنواع. أما الصفات التي يمكن استخدامها للتمييز بين الأنواع في الجنس الواحد هي كالتالي:

- التشابه في التتالي النيوكليوتيدي للمجين (genome)
- المدى العوائلي الطبيعي

- نوع الخلايا والأنسجة التي يتكاثر فيها الفيروس
- القدرة الإمراضية والتحولات الخلوية نتيجة للإصابة
- طرق الانتقال
- الصفات الفيزياكيميائية لجسيمات الفيروس
- الصفات المحددة لإنتاج الأجسام المضادة في بروتينات الفيروس

إن الأهمية النسبية لكل من هذه الصفات المذكورة أعلاه قد تتغير باختلاف الأجناس. وليس هناك صفة محددة تعتبر في مطلق الأحوال أفضل من غيرها. من الممكن أن تؤدي بعض هذه الصفات إلى تمييز أفضل من غيره، ولكن المهم هو محصلة مجموع المعلومات التي يمكن جمعها والتي ستساعد

في الوصول إلى تحديد مؤكد للنوع. أما الصفات الحيوية (الأعراض الظاهرية، المدى العوائلي، الانتقال،.... الخ) فهي مهمة بشكل خاص في تحديد السلالات للنوع الواحد (Dijkstra, 1992).

7. تسمية الفيروسات

تسمية الأشياء ضرورة ماسة لتسهيل خزن واسترجاع المعلومات والتواصل بين العاملين في الحقل الواحد. ويفضل دائماً أن تكون الأسماء قصيرة ولكن في نفس الوقت تعطي بعض المعلومات ولو لغير المتخصصين. إن تسمية الفيروسات بناءً لنظام تصنيف يشكل الأساس لعلم التقسيم (Taxonomy)، والأنواع لا يمكن تسميتها بدون معرفة موقعها في نظام التصنيف.

في البدء تمت تسمية الفيروسات عن طريق استخدام الأسم الشائع باللغة المحكية. واعتمد في التسميات اسم المحصول والأعراض التي يحدثها الفيروس، مثل فيروس موزاييك التبغ أو فيروس اصفرار وتقزم للشعير. ومع زيادة أعداد الفيروسات التي تصيب المحصول الواحد، استخدم Johnson (1927) اسم فيروس التبغ 1 كاسم بديل لفيروس موزاييك التبغ. بعد ذلك اعتمد Smith (1937) اسم Nicotiana virus 1 والذي بدى بأنه اسم أكثر علمية لأنه شمل على الأسم اللاتيني للمحصول بدلاً من الأسم الشائع. إلاّ أن التسلسل الرقمي بدأ يشكل مشكلة كبيرة مع تزايد أعداد الفيروسات التي تم اكتشافها تباعاً. فمثلاً استخدم اسم "Nicotiana virus 11" لفيروس تتكرز التبغ قد يكون له معنى فقط للعاملين في هذا المجال. كما أبتدأ استخدام الأحرف كجزء من اسم الفيروس في الثلاثينات، مثل فيروس البطاطا X أو فيروس البطاطا Y .... الخ لأنه في تلك الحالات لم يتم التعرف على أعراض واضحة مرتبطة دائماً بالإصابة بمثل هذه الفيروسات. في العام 1939 ابتدأ Holmes باستخدام الثنائي اللاتيني لتسمية الفيروسات، واستخدم هذا النظام لتسمية جميع الكائنات الحية. فلقد سمي

فيروس موزاييك الدخان بـ *Marmor tabaci*. وتشبهاً بنظام لينيان، تم تجميع الأجناس في فصائل وكان هناك فصيلة Marmoraceae لفيروسات الموزاييك وفصيلة Chlorogenaceae لفيروسات الاصفرار وفصيلة Lethaceae للفيروسات التي تؤدي لموت النبات. والجميع أدرك مع الوقت بأن الأعراض الظاهرية لا تشكل صفة تقسيمية ذات قيمة. وكان هناك تقبلاً أكثر للنظام الذي اقترحه Hansen (1956)، حيث يحمل الأسم فيه معلومات أكثر عن الفيروسات نفسها. واستخدم اسم Minchorda nicotianae لفيروس موزاييك التبغ، حيث M ترمز إلى الانتقال الميكانيكي للفيروس، Chorda = عصوي (rod) تعبر عن الشكل المورفولوجي للفيروس، nicotianae تعني محصول التبغ. وبنفس الطريقة Maphiflexus phaseoli اسم فيروس الموزاييك الشائع للفاصولياء (BCMV) والذي يوحي بأن الفيروس ينتقل ميكانيكياً وبواسطة حشرات المنّ وجسيمات الفيروس عصوية مرنة ويصيب الفيروس نبات الفاصولياء.

ومع كل هذه المحاولات، أدرك العاملون في مجال الفيروسات بأنه لن يكون هناك نظام تسمية ثنائي ما لم يكن هناك نظام تصنيف ثابت مقبول من الجميع. ولن يكون كذلك إن لم يكن معتمداً على النشوء الطبيعي للفيروسات. وبناء عليه فقد اتفق الإخصائيين في علم الفيروسات إلى استخدام الأسم الشائع مثل فيروس موزاييك التبغ أو فيروس تخطط الذرة إلى حين الوصول إلى نظام أفضل (Hansen, 1970). وكانت نقطة البداية دولياً اعتماد القائمة بأسماء الفيروسات باللغة الانكليزية التي أعدها مارتن وأصدرها معهد الكومونولث للفطريات في انكلترا. وآخر مراجعة لهذه القائمة صدرت عام 1968 وشملت 650 فيروساً ثم اتبعت بملحق عام 1972.

ولجعل الأسماء الشائعة أكثر قيمة اقترح Gibbs وآخرون (1966) استخدام صيغة رمزية (cryptogram) تشمل على رموز تعكس معلومات حول الفيروس. وتتكون الصيغة الرمزية لكل فيروس من أربعة أزواج من الرموز فمثلاً لفيروس موزاييك التبغ كانت الصيغة الرمزية R/1:2/5:E/E:S/0 بحيث:

- يعبر الزوج الأول عن نوح المجين (D=DNA و R=RNA) وفيما إذا كان الحمض النووي احادي السلسلة (1) أو ثنائي السلسلة (2).
- يعبر الزوج الثاني عن الوزن الجزئيي للحمض النووي بالملايين وعن النسبة المئوية للحمض النووي في جسيمات الفيروس، ففي حالة فيروس موزاييك التبغ هو 2/5.
- يعبر الزوج الثالث عن الشكل الظاهري لجسيمات الفيروس وكذلك للجزء من الفيروس الملتصق بالحمض النووي، ففي حالة فيروس موزاييك التبغ فهو E/E (E=elongate).
- ويعبر الزوج الرابع عن نوع العائل ونوع الناقل، ففي حالة فيروس موزاييك التبغ فهو S/0، أي أن العائل هو نبات بذري (seed plant) وليس هناك ناقل معروف للفيروس.

ولاشك بأن استخدام الصيغة الرمزية لعب دوراً إيجابياً لعقدين من الزمن (1990–1970) وساهم في وضع الفيروسات النباتية في مجموعات بناء لصفات مشتركة تركز على خصائص الفيروس الذاتية. إلاّ أنه بعد تراكم معلومات مفصلة عن تركيب الفيروسات ومعرفة دقيقة في تنظيم المجين الفيروسي أدى إلى تناقص الاهتمام باستخدام الصيغة الرمزية وهي الآن لم تعد مستخدمة.

في العام 1991 وافقت اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات على استخدام الأسم العلمي للفيروسات النباتية مؤلف من قسمين: الأسم الشائع باللغة الإنكليزية والذي في أغلب الأحيان يعبر عن الأعراض والنبات المصاب + اسم الجنس المعتمد فمثلاً الأسم العلمي لفيروس موزاييك التبغ هو Tobacco mosaic Tobamovirus وبالتالي أصبحت أسماء الفيروسات النباتية باللغة الإنكليزية هي المرتكز لاسم الفيروس على المستوى الدولي. وبرأي اللجنة فإن استخدام الأسم الشائع باللغة الإنكليزية مرده أن اللغة الإنكليزية أصبحت بديلاً عن اللاتينية وهي لغة التواصل بين العلماء في العالم (van Regenmortel & Fauquet, 2002).

في العام 1998 اعتمدت اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات بعض التغييرات في تسمية الفيروسات النباتية، أهمها: (1) حذف اسم الجنس من الأسم العلمي، (2) يطبع الأسم العلمي باستخدام الخط المائل ويكون الحرف الأول لأول كلمة في الأسم حرفاً كبيراً (Capital)، كما أن باقي الكلمات في الأسم لا تكتب الحرف الأول من الكلمة بالحرف الكبير إلاّ إذا كانت الكلمة اسم علم (noun) أو جزء من اسم علم. مثالاً على ذلك فإن الأسم العلمي لفيروس موزاييك التبغ هو *Tobacco mosaic virus*. (3) تكتب أسماء الجنس والفصيلة والرتبة بالحرف المائل، ويكون الحرف الأول من الأسم حرفاً كبيراً.

وعند كتابة المقالات العلمية يجب أن يذكر ولمرة واحدة الأسم العلمي يليه بين قوسين الأسم المختصر، ثم اسم الجنس ثم اسم العائلة. ففي حالة فيروس تبوق قمة الموز يكتب أول مرة في المقالة العلمية على الشكل التالي:

Banana Bunchy top virus (BBTV، جنس *Babvirus*، عائلة *Nanoviridae*)

ويجري حالياً نقاش بين العاملين في حقل الفيروسات النباتية لاعادة ذكر اسم الجنس كجزء من الأسم العلمي للفيروسات النباتية. وقد يعتمد هذا التغيير في المستقبل القريب. كما أن هناك انتقادات عديدة لنظام التسمية المعتمد حالياً وأهمها ما كتبه Bos (2003).

8. الأسم المختصر للفيروسات

أن أغلب أسماء الفيروسات والتي تشمل معلومات عن الأعراض الظاهرية للاصابة والنبات العائل في كثير من الأحيان يكون الأسم طويلاً. مثال على ذلك فيروس الموزاييك والتبرقش الأخضر للخيار (*Cucumber green mottle mosaic virus*) ولهذا السبب اعتمد الأخصائيين استخدام الأسم

المختصر (acronym) في كتاباتهم. فاستخدام TMV بدلاً من فيروس موزاييك التبغ، و BYMV بدلاً من فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء ... الخ أصبح شائعاً. ولكن مع ازدياد أعداد الفيروسات نشأ هناك العديد من المشاكل. فالأسم المختصر TMV يعني أيضاً Tomato mosaic virus (فيروس موزاييك البندورة/الطماطم) أو Turnip mosaic virus (فيروس موزاييك اللفت). وبناء عليه تم تشكيل مجموعة عمل لاصدار قائمة قياسية للأسماء المختصرة والتي نشرت عام 1996 (Fauquet & Martelli, 1995). في هذه القائمة تم اعتماد اسماء مختصرة لجميع الفيروسات النباتية المعتمدة وبدون أي تكرار. فمثلاً اعتمد الأسم المختصر CPMV لـ *Cowpea mosaic virus* (فيروس موزاييك اللوبياء) والأسم المختصر CPMoV لـ *Cowpea mottle virus* (فيروس تبرقش اللوبياء). وهذه الأسماء المختصرة المعتمدة لا بد من ذكرها في بداية كل مقالة علمية مقابل الأسم العلمي الكامل ومن ثم استخدامها منفردة في مجمل المقالة، وهذا ما سيتم اعتماده في هذا الكتاب. وهناك أسس متفق عليها لاعطاء الأسم المختصر للفيروسات يمكن الرجوع إليها (Fauquet & Mayo, 1999).

9. اسم الجنس والعائلة/الفصيلة

ومع اعتماد النظام الرسمي لتقسيم الفيروسات، وضعت قواعد لتسمية "الجنس" و "الفصيلة". أغلب أسماء الأجناس المعتمدة عبارة عن كلمة ترمز إلى الجنس مشتقة أما من الأسم المعتمد للفيروس الذي يعتبر ممثل لأفراد هذا الجنس. فالجنس *Tobamovirus* مشتق من اسم الفيروس الذي يمثل هذه المجموعة وهو *Tobacco mosaic virus*. كما أن اسم الجنس يمكن أن يشتق من الصفات العامة لأفراد هذا الجنس مثل الجنس *Ilarvirus* وهي مشتقة من Isometric labile ringsport virus أو الجنس *Nepovirus* وهي مشتقة من Nematode-transmitted polyhedral virus. وكما ذكرنا سابقاً فإن اسم الجنس يكتب بالخط المائل مع استخدام الحرف الكبير لأول حرف في الكلمة. أما اسم الفصيلة فهو مشتق من اسم أول جنس تم اعتماده، أو الجنس النموذج لهذه الفصيلة مع استخدام idea في نهاية اسم الفصيلة مثل *Tobamoviridae* للفصيلة التي تشمل الجنس *Tobamovirus*.

10. العائلات/الفصائل، الأجناس والأنواع الفيروسية المعتمدة رسمياً

لقد أقرت اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات 17 فصيلة تحوي الفيروسات التي تصيب النباتات وتشمل 66 جنساً والعديد من الأنواع، بالإضافة إلى عائلتين تشمل 8 أجناس للكائنات تحت الفيروسات (subviral) والتي تسمى بالفيرويدات. يوضح جدول 1 قائمة تشمل جميع الفصائل والأجناس

المعتمدة، أما الأنواع الفيروسية فقد اخترنا منها ما هو أكثر أهمية من غيره بالنسبة للمنطقة العربية. والذين يودون معرفة القائمة كاملة يمكنهم الرجوع إلى تقرير اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات الثامن من أعداد Fauquet وآخرون (2005).

جدول 1. قائمة تمثل التصنيف الحالي لأنواع مختارة من الفيروسات النباتية بما فيها التي تم ذكرها في هذا الكتاب. في تحضير هذه القائمة تم الاعتماد على التقرير الثامن للجنة الدولية لتقسيم الفيروسات (Fauquet *et al.*, 2005).

الأسم العربي	**الأسم العلمي**	**الأسم المختصر**	**الجنس**	**العائلة/الفصلية**
أ – مجموعة الفيروسات ذات الحمض النووي الريبي المنزوع الاوكسجين وحيد السلسلة				**A. ssDNA viruses**
فيروس التقزم الأصفر للفاصولياء	*Bean yellow dwarf virus*	BeYDV	*Mastrevirus*	*Geminiviridae*
فيروس الموزاييك المخطط للكلوريس	*Chloris striate mosaic virus*	CSMV		
فيروس التقزم الشاحب للحمص	Chickpea chlorotic dwarf virus	CpCDV		
فيروس تخطط الذرة	*Maize streak virus*	MSV		
فيروس تخطط قصب السكر	*Sugarcane streak virus*	SSV		
فيروس التقزم الأصفر للتبغ	*Tobacco yellow dwarf virus*	TYDV		
فيروس تقزم القمح	*Wheat dwarf virus*	WDV		
فيروس تجعد قمة الشوندر السكري/البنجر	*Beet curly top virus*	BCTV	*Curtovirus*	
فيروس التجعد القمي للفجل	*Horseradish curly top virus*	HrCTV		
فيروس تجعد القمة الكاذب للبندورة/للطماطم	*Tomato pseudo-curly top virus*	TPCTV	*Topocuvirus*	
فيروس موزاييك أبوتيلون	*Abutilon mosaic virus*	AbMV	*Begomovirus*	
فيروس موزاييك الكاسافا الأفريقي	*African cassava mosaic virus*	ACMV		
فيروس الموزاييك المتقزم للفاصولياء	*Bean dwarf mosaic virus*	BDMV		
فيروس الموزاييك الذهبي للفاصولياء	*Bean golden mosaic virus*	BGMV		
فيروس الموزاييك الذهبي للوبياء	*Cowpea golden mosaic virus*	CPGMV		
فيروس موزاييك الكاسافا الشرق أفريقي	*East African cassava mosaic virus*	EACMV		
فيروس الموزاييك الأصفر للوبياء الماش	*Mungbean yellow mosaic virus*	MYMV		
فيروس تجعد أوراق الفليفلة/الفلفل	*Pepper leaf curl virus*	PepLCV		
فيروس الموزاييك الأصفر للبطاطا/للبطاطس	*Potato yellow mosaic virus*	PYMV		
فيروس تجعد أوراق الكوسا	*Squash leaf curl virus*	SLCV		

تابع جدول 1.

العائلة/الفصلية	الجنس	الأسم المختصر	الأسم العلمي	الأسم العربي
Geminiviridae	*Begomovirus*	TGMV	*Tomato golden mosaic virus*	فيروس الموزاييك الذهبي للبندورة/للطماطم
		ToLCV	*Tomato leaf curl virus*	فيروس تجعد أوراق البندورة/الطماطم
		ToMoV	*Tomato mottle virus*	فيروس تبرقش الطماطم/البندورة
		CLCuV	*Cotton leaf curl virus*	فيروس تجعد أوراق القطن
		TYLCV	*Tomato yellow leaf curl virus*	فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم
		WmCSV	*Watermelon chlorotic stunt virus*	فيروس التقزم الشاحب للبطيخ
Nanoviridae	*Babvirus*	BBTV	*Banana bunchy top virus*	فيروس تبوق قمة الموز
	Nanovirus	FBNYV	*Faba bean necrotic yellows virus*	فيروس الإصفرار الميت للفول
		MDV	*Milk vetch dwarf virus*	فيروس تقزم البيقية الحليبية
		SCSV	*Subterranean clover stunt virus*	فيروس تقزم البرسيم الأرضي
Caulimoviridae	*Caulimovirus*	CERV	*Carnation etched ring virus*	فيروس التحفر الحلقي للقرنفل
		CaMV	*Cauliflower mosaic virus*	فيروس موزاييك القرنبيط
		DMV	*Dahlia mosaic virus*	فيروس موزاييك الداليا
		FMV	*Figwort mosaic virus*	فيروس موزاييك التين الدرني
		SVBV	*Strawberry vein banding virus*	فيروس العرق الشريطي للفراولة/الفريز
	Badnavirus	BSV	*Banana streak virus*	فيروس تخطط الموز
		CSSV	*Cacao swollen shoot virus*	فيروس تورم الأفرع للكاكاو
		CMBV	*Citrus mosaic virus*	فيروس موزاييك الحمضيات/الموالح
B. ds RNA viruses				**ب - مجموعة الفيروسات ذات الحمض النووي الريبي مزدوج السلسلة**
Reoviridae	*Fijivirus*	FDV	*Fiji disease virus*	فيروس مرض فيجي
		MRDV	*Maize rough dwarf virus*	فيروس التقزم الخشن للذرة
		OSDV	*Oat sterile dwarf virus*	فيروس التقزم العقيم للشوفان
		GDV	*Garlic dwarf virus*	فيروس تقزم الثوم
	Phytoreovirus	RDV	*Rice dwarf virus*	فيروس تقزم الرز
		RGDV	*Rice gall dwarf virus*	فيروس التقزم الدرني للرز
		WTV	*Wound tumour virus*	فيروس التورم الجرحي
	Oryzavirus	RRSV	*Rice ragged stunt virus*	فيروس التقزم غير المنتظم للرز
لم تحدد بعد	*Varicosavirus*	LBVaV	*Lettuce big-vein associated virus*	الفيروس المرافق للعرق الكبير للخس

تابع جدول 1.

العائلة/الفصلية	الجنس	الأسم المختصر	الأسم العلمي	الأسم العربي
Partitiviridae	*Alphacryptovirus*	ACV-1	*Alfalfa cryptic virus 1*	فيروس الفصة/البرسيم الحجازي الخفي 1
		BCV-1	*Beet cryptic virus 1*	فيروس الشوندر السكري/ البنجر الخفي 1
		CCV-1	*Carnation cryptic virus 1*	فيروس القرنفل الخفي 1
		VCV	*Vicia cryptic virus*	فيروس الفول الخفي
Partitiviridae	*Betacryptovirus*	Ctev-2	*Carrot temperate virus 2*	الفيروس المعتدل للجزر 2
		RCCV-2	*Red clover cryptic virus 2*	فيروس البرسيم الأحمر الخفي 2
		WCCV-2	*White clover cryptic virus 2*	فيروس البرسيم الأبيض الخفي 2
Rhabdoviridae	*Cytorhabdovirus*	BYSMV	*Barley yellow striate mosaic virus*	فيروس إصفرار وموزاييك الشعير المخطط
		LNYV	*Lettuce necrotic yellows virus*	فيروس الاصفرار الميت للخس
		WASMV	*Wheat American striate mosaic virus*	فيروس الموزاييك الشريطي الأمريكي للقمح
	Nucleorhabdovirus	EMDV	*Eggplant mottled dwarf virus*	فيروس التقزم المبرقش للباذنجان
		MMV	*Maize mosaic virus*	فيروس موزاييك الذرة
		PYDV	*Potato yellow dwarf virus*	فيروس التقزم الأصفر للبطاطا/للبطاطس
		RYSV	*Rice yellow stunt virus*	فيروس التقزم الأصفر للرز
	غير محدد	BLCV	Beet leaf curl virus	فيروس تجعد أوراق الشوندر السكري/البنجر
		CCMoV	Cereal chlorotic mottle virus	فيروس التبرقش الشاحب للنجيليات
		CiLV	Citrus leprosis virus	فيروس جذام الحمضيات/الموالح
		CoRSV	Coffee ringspot virus	فيروس التبقع الحلقي للبن
Bunyaviridae	*Tospovirus*	GBNV	*Groundnut bud necrosis virus*	فيروس البرعم الميت للفول السوداني
		INSV	*Impatiens necrotic spot virus*	فيروس البقع الميتة للمجزاعة
		TCSV	*Tomato chlorotic spot virus*	فيروس التبقع الشاحب للبندورة/ للطماطم
		TSWV	*Tomato spotted wilt virus*	فيروس الذبول المتبقع للبندورة/للطماطم
		WSMoV	*Watermelon silver mottle virus*	فيروس التبرقش الفضي للبطيخ
		ZLCV	*Zucchini lethal chlorosis virus*	فيروس الشحوب المميت للكوسا

تابع جدول 1.

العائلة/الفصلية	الجنس	الأسم المختصر	الأسم العلمي	الأسم العربي
غير محددة	*Tenuivirus*	EWSMV	*European wheat striate mosaic virus*	فيروس الموزاييك المخطط الأوروبي للقمح
		MSpV	*Maize stripe virus*	فيروس الذرة الشريطي
		RGSV	*Rice grassy stunt virus*	فيروس التقزم العشبي للرز
		RHBV	*Rice hoja blanca virus*	فيروس هويا بلانكا للرز
		RSV	*Rice stripe virus*	فيروس الرز الشريطي
	Ophiovirus	CPsV	*Citrus psorosis virus* = Citrus ringspot virus	فيروس قوباء الحمضيات/الموالح (= فيروس التبقع الحلقي للحمضيات/الموالح)
		TMMMV	*Tulip mild mottle mosaic virus*	فيروس موزاييك التبرقش الخفيف للزنبق
C. Positive sense ssRNA				**جـ- مجموعة فيروسات الحمض النووي الريبي وحيد السلسلة ذات التوجه الايجابي**
Sequiviridae	*Sequivirus*	PYFV	*Parsnip yellow fleck virus*	فيروس النمش الأصفر للفت
	Waikavirus	AYV	*Anthriscus yellows virus*	فيروس اصفرار الأنثرسكس
		MCDV	*Maize chlorotic dwarf virus*	فيروس التقزم الشاحب في الذرة
		RTSV	*Rice tungro spherical virus*	فيروس التانغرو الكروي للرز
غير محددة	*Sadwavirus*	SDV	*Satsuma dwarf virus*	فيروس تقزّم ساستوما
		SLRSV	*Strawberry latent ringspot virus*	فيروس التبقع الحلقي الكامن للفريز/الفراولة
غير محددة	*Cheravirus*	CRLV	*Cherry rasp leaf virus*	فيروس ورقة المبرد للكرز
Comoviridae	*Comovirus*	APMoV	*Andean potato mottle virus*	فيروس بطاطس/بطاطا الأندين المبرقش
		BPMV	*Bean pod mottle virus*	فيروس تبرقش قرون الفاصولياء
		BBSV	*Broad bean stain virus*	فيروس تلون بذور الفول
		BBTMV	*Broad bean true mosaic virus*	فيروس الموزاييك الحقيقي للفول
		CPMV	*Cowpea mosaic virus*	فيروس موزاييك اللوبياء
		RaMV	*Radish mosaic virus*	فيروس موزاييك الفجل
		SqMV	*Squash mosaic virus*	فيروس موزاييك الكوسا
	Fabavirus	BBWV-1	*Broad bean wilt virus 1*	فيروس ذبول الفول 1
		BBWV-2	*Broad bean wilt virus 2*	فيروس ذبول الفول 2
	Nepovirus	ArMV	*Arabis mosaic virus*	فيروس موزاييك الأرابيس
		BLMoV	*Blueberry leaf mottle virus*	فيروس الورقة المرقشة لعنب الدب
		CsGMV	*Cassava green mottle virus*	فيروس التبرقش الأخضر للكاسافا
		CLRV	*Cherry leaf roll virus*	فيروس التفاف أوراق الكرز

تابع جدول 1.

العائلة/الفصلية	الجنس	الأسم المختصر	الأسم العلمي	الأسم العربي
Comoviridae	*Nepovirus*	GFLV	*Grapevine fanleaf virus*	فيروس الورقة المروحية للعنب/الكرمة
		GTRSV	*Grapevine Tnisian ringspot virus*	فيروس التبقع الحلقي للعنب/الكرمة التونسي
		OLRSV	*Olive latent ringspot virus*	فيروس التبقع الحلقي الكامن على الزيتون
		PRMV	*Peach rosette mosaic virus*	فيروس موزاييك وتورّد الدراق/الخوخ
		PBRSV	*Potato black ringspot virus*	فيروس التبقع الحلقي الأسود للبطاطا/البطاطس
		RpRSV	*Raspberry ringspot virus*	فيروس التبقع الحلقي لتوت الأرض/العليق
		TRSV	*Tobacco ringspot virus*	فيروس التبقع الحلقي للتبغ
		TBRV	*Tomato black ring virus*	فيروس الحلقة السوداء للبندورة/للطماطم
		ToRV	*Tomato ringspot virus*	فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم
Potyviridae	*Potyvirus*	BCMV	*Bean common mosaic virus*	فيروس الموزاييك الشائع للفاصولياء
		BCMNV	*Bean common mosaic necrosis virus*	فيروس الموزاييك المميت الشائع للفاصولياء
		BYMV	*Bean yellow mosaic virus*	فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء
		BtMV	*Beet mosaic virus*	فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر
		ClYVV	*Clover yellow vein virus*	فيروس العرق الأصفر للبرسيم
		CABMV	*Cowpea aphid-borne mosaic virus*	فيروس موزاييك اللوبياء المحمول بالمنّ
		DsMV	*Dasheen mosaic virus*	فيروس موزاييك القلقاس
		JGMV	*Johnsongrass mosaic virus*	فيروس موزاييك عشبة جونسون
		LMV	*Lettuce mosaic virus*	فيروس موزاييك الخس
		MDMV	*Maize dwarf mosaic virus*	فيروس موزاييك وتقزم الذرة
		MWMV	*Moroccan watermelon mosaic virus*	فيروس موزاييك البطيخ المغربي
		OYDV	*Onion yellow dwarf virus*	فيروس التقزم الأصفر للبصل
		PRSV	*Papaya ringspot virus*	فيروس التبقع الحلقي للبابايا/البباظ
		PSbMV	*Pea seed-borne mosaic virus*	فيروس موزاييك البازلاء المنقول بالبذور
		PeMoV	*Peanut mottle virus*	فيروس تبرقش الفول السوداني

تابع جدول 1.

العائلة/الفصلية	الجنس	الأسم المختصر	الأسم العلمي	الأسم العربي
Potyviridae	*Potyvirus*	PepMoV	*Pepper mottle virus*	فيروس تبرقش الفلفل
		PVMV	*Pepper veinal mottle virus*	فيروس تبرقش عرق الفلفل
		PPV	*Plum pox virus*	فيروس جدري الخوخ/البرقوق
		PVA	*Potato virus A*	فيروس البطاطا/البطاطس A
		PVY	*Potato virus Y*	فيروس البطاطا/البطاطس Y
		SMV	*Soybean mosaic virus*	فيروس موزاييك فول الصويا
		SCMV	*Sugarcane mosaic virus*	فيروس موزاييك قصب السكر
		SPFMV	*Sweet potato feathery mottle virus*	فيروس التبرقش الريشي للبطاطا الحلوة
		TEV	*Tobacco etch virus*	فيروس تحفر التبغ
		TVMV	*Tobacco vein mottling virus*	فيروس تبرقش العروق في التبغ
		TuMV	*Turnip mosaic virus*	فيروس موزاييك اللفت
		WMV	*Watermelon mosaic virus*	فيروس موزاييك البطيخ
		ZeMV	*Zea mosaic virus*	فيروس موزاييك زيا
		ZYFV	*Zucchini yellow fleck virus*	فيروس الترقط الأصفر للكوسا الخضراء
		ZYMV	*Zucchini yellow mosaic virus*	فيروس الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء
	Ipomovirus	CVYV	*Cucumber vein yellowing virus*	فيروس اصفرار عروق الخيار
		SPMMV	*Sweet potato mild mottle virus*	فيروس التبرقش الخفيف للبطاطا الحلوة
	Rymovirus	AgMV	*Agropyron mosaic virus*	فيروس موزاييك الأجروبيرون
		HoMV	*Hordeum mosaic virus*	فيروس موزاييك الهورديوم
		RGMV	*Ryegrass mosaic virus*	فيروس موزاييك الزوان
	Tritimovirus	BStV	*Brome streak virus*	فيروس تخطط البروم
		WSMV	*Wheat streak mosaic virus*	فيروس الموزاييك المخطط للقمح
		ONMV	*Oat necrotic mottle virus*	فيروس التبرقش المنكرز للشوفان
	Bymovirus	BaMMV	*Barley mild mosaic virus*	فيروس الموزاييك الخفيف للشعير
		BaYMV	*Barley yellow mosaic virus*	فيروس الموزاييك الأصفر للشعير
		OMV	*Oat mosaic virus*	فيروس موزاييك الشوفان
		RNMV	*Rice necrosis mosaic virus*	فيروس الموزاييك المنكرز للرز
		WSSMV	*Wheat spindle streak mosaic virus*	فيروس الموزاييك المخطط المغزلي للقمح
		WYMV	*Wheat yellow mosaic virus*	فيروس الموزاييك الأصفر للقمح

تابع جدول 1.

العائلة/الفصلية	الجنس	الأسم المختصر	الأسم العلمي	الأسم العربي
غير محددة	*Sobemovirus*	RYMV	*Rice yellow mottle virus*	فيروس التبرقش الأصفر للرز
		SBMV	*Southern bean mosaic virus*	فيروس موزاييك الفاصولياء الجنوبي
		SCPMV	*Southern cowpea mosaic virus*	فيروس موزاييك اللوبياء الجنوبي
		SCMoV	*Subterranean clover mottle virus*	فيروس تبرقش البرسيم الأرضي
		TRoV	*Turnip rosette virus*	فيروس تورد الفجل
Luteoviridae	*Luteovirus*	BYDV-MAV	*Barley yellow dwarf virus-MAV*	فيروس اصفرار وتقزم الشعير-MAV
		BYDV-PAV	*Barley yellow dwarf virus-PAV*	فيروس اصفرار وتقزم للشعير-PAV
		BLRV	*Bean leafroll virus*	فيروس التفاف أوراق الفول
		SbDV	*Soybean dwarf virus*	فيروس تقزم فول الصويا
	Polerovirus	BMYV	*Beet mild yellowing virus*	فيروس الإصفرار الخفيف للشوندر السكري/البنجر
		BWYV	*Beet western yellows virus*	فيروس الإصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر
		CYDV-RPV	*Cereal yellow dwarf virus -RPV*	فيروس اصفرار وتقزم الحبوب-RPV
		CABYV	*Cucurbit aphid-borne yellows virus*	فيروس اصفرار القرعيات المنقول بالمنّ
		PLRV	*Potato leaf roll virus*	فيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس
	Enamovirus	PEMV-1	*Pea enation mosaic virus-1*	فيروس موزاييك وزوائد البازلاء-1
	غير محدد	BYDV-RMV	*Barley yellow dwarf virus-RMV*	فيروس اصفرار وتقزم الشعير-RMV
		BYDV-SGV	*Barley yellow dwarf virus-SGV*	فيروس اصفرار وتقزم الشعير- SGV
غير محددة	*Umbravirus*	CMoV	*Carrot mottle virus*	فيروس تبرقش الجزر
		GRV	*Groundnut rosette virus*	فيروس تورد الفول السوداني
		PEMV-2	*Pea enation mosaic virus-2*	فيروس موزاييك وزوائد البازلاء-2
		SuCV	Sunflower crinkle virus	فيروس تجعد عباد الشمس
		TMoV	*Tobacco mottle virus*	فيروس تبرقش التبغ
Tombusviridae	*Aureusvirus*	CLSV	*Cucumber leaf spot virus*	فيروس تبقع أوراق الخيار
		PoLV	*Pothos latent virus*	فيروس بوثوس الكامن
	Avenavirus	OCSV	*Oat chlorotic stunt virus*	فيروس التقزم الشاحب للشوفان
	Carmovirus	BMMV	*Bean mild mosaic virus*	فيروس الموزاييك الخفيف للفاصولياء
		CarMV	*Carnation mottle virus*	فيروس تبرقش القرنفل

تابع جدول 1.

العائلة/الفصلية	الجنس	الأسم المختصر	الأسم العلمي	الأسم العربي
Tombusviridae	*Carmovirus*	CPMoV	*Cowpea mottle virus*	فيروس تبرقش اللوبياء
		CuSBV	*Cucumber soil-borne virus*	فيروس الخيار المحمول بالتربة
		MNSV	*Melon necrotic spot virus*	فيروس البقعة الميتة للشمام
	Dianthovirus	CRSV	*Carnation ringspot virus*	فيروس التبقع الحلقي للقرنفل
		RCNMV	*Red clover necrotic mosaic virus*	فيروس الموزاييك المنكرز للبرسيم الأحمر
	Machlomovirus	MCMV	*Maize chlorotic mottle virus*	فيروس تبرقش وشحوب للذرة
	Necrovirus	OLV-1	*Olive latent virus 1*	فيروس الزيتون الكامن-1
		TNV-A	*Tobacco necrosis virus-A*	فيروس موت التبغ-A
		TNV-D	*Tobacco necorsis virus-D*	فيروس موت التبغ-D
	Panicovirus	PMV	*Panicum mosaic virus*	فيروس موزاييك البانيكوم
Tombusviridae	*Tombusvirus*	AMCV	*Artichoke mottled crinkle virus*	فيروس تبرقش وتجعد الأرضي شوكي/الخرشوف
		CIRV	*Carnation Italian ringspot virus*	فيروس التبقع الحلقي الإيطالي للقرنفل
		CuNV	*Cucumber necrosis virus*	فيروس موت الخيار
		EMCV	*Eggplant mottled crinkle virus*	فيروس تبرقش وتجعد الباذنجان
		GALV	*Grapevine Algerian latent virus*	فيروس العنب/الكرمة الكامن الجزائري
		MPV	*Moroccan pepper virus*	فيروس الفليفل المغربي
		PLCV	*Pelargonium leaf curl virus*	فيروس التفاف أوراق البلارجونيوم
		TBSV	*Tomato bushy stunt virus*	فيروس التقزم الشجيري للبندورة/للطماطم
غير محددة	*Tobamovirus*	CGMMV	*Cucumber green mottle mosaic virus*	فيروس الموزاييك والتبرقش الأخضر للخيار
		PMMoV	*Pepper mild mottle virus*	فيروس التبرقش الخفيف للفليفلة
		TMV	*Tobacco mosaic virus*	فيروس موزاييك التبغ
		ToMV	*Tomato mosaic virus*	فيروس موزاييك البندورة/الطماطم
		TVCV	*Turnip vein-clearing virus*	فيروس شفافية عروق اللفت
	Tobravirus	PEBV	*Pea early browning virus*	فيروس التلون البني المبكر للبازلاء
		PepRSV	*Pepper ringspot virus*	فيروس التبقع الحلقي للفلفل
		TRV	*Tobacco rattle virus*	فيروس خشخشة التبغ
	Hordeivirus	BSMV	*Barley stripe mosaic virus*	فيروس الموزاييك الشريطي للشعير

تابع جدول 1.

العائلة/الفصلية	الجنس	الأسم المختصر	الأسم العلمي	الأسم العربي
غير محددة	*Furovirus*	SBWMV	*Soil-borne wheat mosaic virus*	فيروس موزاييك القمح المحمول بالتربة
	Pomovirus	BSBV	*Beet soil-borne virus*	فيروس الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة
		BBNV	*Broad bean necrosis virus*	فيروس تنكرز الفول
		PMTV	*Potato mop-top virus*	فيروس ممسحة قمة البطاطا/البطاطس
	Pecluvirus	PCV	*Peanut clump virus*	فيروس تكتل الفول السوداني
		IPCV	*Indian peanut clump virus*	فيروس تكتل الفول السوداني الهندي
	Benyvirus	BNYVV	*Beet necrotic yellow vein virus*	فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر
		BSBMV	*Beet soil-borne mosaic virus*	فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة
Bromoviridae	*Alfamovirus*	AMV	*Alfalfa mosaic virus*	فيروس موزاييك الفصة/ الجت/البرسيم الحجازي
	Bromovirus	BBMV	*Broad bean mottle virus*	فيروس تبرقش الفول
		BMV	*Brome mosaic virus*	فيروس موزاييك الهشيمية/الشويعرة
		CCMV	*Cowpea chlorotic mottle virus*	فيروس التبرقش الشاحب للوبياء
	Cucumovirus	CMV	*Cucumber mosaic virus*	فيروس موزاييك الخيار
		PSV	*Peanut stunt virus*	فيروس تقزم الفول السوداني
		TAV	*Tomato aspermy virus*	فيروس اسبرمي البندورة/الطماطم
	Ilarvirus	TSV	*Tobacco streak virus*	فيروس تخطط التبغ
		APLPV	*American plum line pattern virus*	فيروس نمط الخط الأمريكي للخوخ/البرقوق
		AV-2	*Asparagus virus 2*	فيروس الهليون 2
		CVV	*Citrus variegation virus*	فيروس ترقط الحمضيات/الموالح
		ApMV	*Apple mosaic virus*	فيروس موزاييك التفاح
		PNRSV	*Prunus necrotic ringspot virus*	فيروس البقع الحلقية الميتة للخوخ/البرقوق
		PDV	*Prune dwarf virus*	فيروس تقزم الخوخ/البرقوق
	Oleavirus	OLV-2	*Olive latent virus 2*	فيروس الزيتون الكامن-2
غير محددة	*Ourmiavirus*	CsVC	*Cassava virus C*	فيروس كاسافا C
		OuMV	*Ourmia melon virus*	فيروس شمام اورميا
	Idaeovirus	RBDV	*Raspberry bushy dwarf virus*	فيروس التقزم الشجيري لتوت الأرض/العليق

تابع جدول 1.

العائلة/الفصلية	**الجنس**	**الأسم المختصر**	**الأسم العلمي**	**الأسم العربي**
Closteroviridae	*Closterovirus*	BYV	*Beet yellows virus*	فيروس اصفرار الشوندر السكري/البنجر
		CTV	*Citrus tristeza virus*	فيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح
		GLRaV-2	*Grapevine leafroll-assocaited virus 2*	الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 2
	Crinivirus	CYSDV	*Cucurbit yellow stunting disorder virus*	فيروس عارض اصفرار وتقزم القرعيات
		LCV	*Lettuce chlorosis virus*	فيروس شحوب الخس
		LIYV	*Lettuce infectious yellows virus*	فيروس الإصفرار المعدي للخس
		SPCSV	*Sweet potato chlorotic stunt virus*	فيروس التقزم الشاحب للبطاطا الحلوة
		ToCV	*Tomato chlorosis virus*	فيروس شحوب البندورة/الطماطم
		TICV	*Tomato infectious chlorosis virus*	فيروس الشحوب المعدي للبندورة/الطماطم
		BPYV	*Beet pseudoyellows virus*	فيروس الأصفرار الكاذب للشوندر السكري/البنجر
		PYVV	Potato yellow vein virus	فيروس العرق الأصفر للبطاطا/البطاطس
	Ampelovirus	GLRaV-1	*Grapevine leafroll-associated virus 1*	الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 1
		GLRaV-3	*Grapevine leafroll-associated virus 3*	فيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 3
		GLRaV-4	Grapevine leafroll-associated virus 4	الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 4
		GLRaV-5	*Grapevine leafroll-associated virus 5*	الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 5
		GLRaV-6	Grapevine leafroll-associated virus 6	الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 6
		GLRaV-8	Grapevine leafroll – associated virus 8	الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 8
		LChV-2	*Little cherry virus-2*	فيروس الكرز الصغير-2
		PMWaV	*Pineapple mealybug wilt-associated virus*	الفيروس المرافق لذبول الأناناس المنقول بالبق الدقيقي
	غير محدد	OLYaV	Olive leaf yellowing-associated virus	الفيروس المرافق لاصفرار أوراق الزيتون
		GLRaV-7	Grapevine leafroll -associated virus 7	الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 7

تابع جدول 1.

العائلة/الفصلية	الجنس	الأسم المختصر	الأسم العلمي	الأسم العربي
Tymoviridae	*Tymovirus*	APLV	*Andean potato latent virus*	فيروس بطاطا/بطاطس الأندين الكامن
		EMV	*Eggplant mosaic virus*	فيروس موزاييك الباذنجان
		MRMV	*Melon rugose mosaic virus*	فيروس موزاييك وتجعد الشمام
		OkMV	*Okra mosaic virus*	فيروس موزاييك الباميا
		TYMV	*Turnip yellow mosaic virus*	فيروس الموزاييك الأصفر للفت
	Marafivirus	BELV	*Bermuda grass etched-line virus*	فيروس الخط المحفور (الغائر) لحشيشة برمودا
		GAMaV	Grapevine asteroid mosaic-associated virus	الفيروس المرافق للموزاييك النجمي للعنب
		MRFV	*Maize rayado fino virus*	فيروس ريادو فينو الذرة
		OBDV	*Oat blue dwarf virus*	فيروس التقزم الأزرق للشوفان
	Maculavirus	GFkV	*Grapevine fleck virus*	فيروس نمش/ترقط العنب/الكرمة
		GRVFV	Grapevine rupestris vein feathering virus	فيروس ترييش عروق عنب
		GRGV	Grapevine red globe virus	فيروس الفص الأحمر للعنب
Flexiviridae	*Capillovirus*	ASGV	*Apple stem grooving virus* = Citrus tatter leaf virus	فيروس تثلم ساق التفاح = فيروس تمزق ورق الحمضيات/الموالح
		CVA	*Cherry virus A*	فيروس الكرز A
	Trichovirus	ACLSV	*Apple chlorotic leaf spot virus*	فيروس التبقع الشاحب لأوراق التفاح
	Vitivirus	GVA	*Grapevine virus A*	فيروس العنب/الكرمة A
		GVB	*Grapevine virus B*	فيروس العنب/الكرمة B
		GVC	*Grapevine virus C*	فيروس العنب/الكرمة C
		GVD	*Grapevine virus D*	فيروس العنب/الكرمة D
	Carlavirus	AHLV	*American hop latent virus*	فيروس حشيشة الدينار الأمريكي الكامن
		CVB	*Chrysanthemum virus B*	فيروس الأقحوان B
		PeSV	*Pea streak virus*	فيروس تخطط البازلاء
		PVM	*Potato virus M*	فيروس البطاطا/البطاطس M
		PVS	*Potato virus S*	فيروس البطاطا/البطاطس S
		RCVMV	*Red clover vein mosaic virus*	فيروس موزاييك عروق البرسيم الأحمر
	Potexvirus	AV-3	*Asparagus virus 3*	فيروس الهليون 3
		CVX	*Cassava virus X*	فيروس الكاسافا X
		ClYMV	*Clover yellow mosaic virus*	فيروس الموزاييك الأصفر للبرسيم
		PapMV	*Papaya mosaic virus*	فيروس موزاييك البابايا/البباظ
		PVX	*Potato virus X*	فيروس البطاطا/البطاطس X
		PAMV	*Potato aucuba mosaic virus*	فيروس موزاييك أوكوبا البطاطا/البطاطس

تابع جدول 1.

العائلة/الفصلية	الجنس	الأسم المختصر	الأسم العلمي	الأسم العربي
	Allexivirus	GarV-A	*Garlic virus A*	فيروس الثوم A
		GarV-C	*Garlic virus C*	فيروس الثوم C
		GarV-X	*Garlic virus X*	فيروس الثوم X
		ShV-X	*Shallot virus X*	فيروس الكرات X
	Foveavirus	ASPV	*Apple stem pitting virus*	فيروس تنقر ساق التفاح
		ApLV	*Apricot latent virus*	فيروس المشمش الكامن
	غير محدد	PVT	*Potato virus T*	فيروس البطاطا/البطاطس T
		CGRMV	*Cherry green ring mottle virus*	فيروس التبرقش الحلقي الأخضر للكرز
D. Subrviral agents: Viroids				**د – المجموعة تحت الفيروسية أو الفيرويدات**
Pospiviroidae	*Pospiviroid*	CSVd	*Chrysanthemum stunt viroid*	فيرويد تقزم الاقحوان
		CEVd	*Citrus exocortis viroid*	فيرويد تشقق قلف الحمضيات/الموالح
		PSTVd	*Potato spindle tuber viroid*	فيرويد الدرنة المغزلية للبطاطا/البطاطس
		TASVd	*Tomato apical stunt viroid*	فيرويد التقزم القمي للبندورة/الطماطم
	Hostuviroid	HpSVd HpSVd-cit	*Hop stunt viroid* = Citrus Cachexia viroid	فيرويد تقزم حشيشة الدينار/الجنجل = فيرويد تنقر الخشب (كاكسيا) الحمضيات/الموالح
	Apscaviroid	ASSVd	*Apple scar skin viroid*	فيرويد تقرح قشرة التفاح
		ADFVd	*Apple dimple fruit viroid*	فيرويد تنقر ثمار التفاح
		CBLVd	*Citrus bent leaf viroid*	فيرويد الورقة المحنية للحمضيات/الموالح
		CVd-III	*Citrus viroid III*	فيرويد الحمضيات III
		GYSVd-1	*Grapevine yellow speckle viroid 1*	فيرويد التلطخ الأصفر للكرمة
		PBCVd	*Pear blister canker viroid*	فيرويد التقرح المبثر للاجاص/الكمثرى
	Coleviroid	CbVd-1	*Coleus blumei viroid 1*	فيرويد كوليوس بلومي-1
	Cocaviroid	CVd-IV	*Citrus viroid IV*	فيرويد الحمضيات/الموالح IV
		CCCVd	*Coconut cadang-cadang viroid*	فيرويد كادانج-كادانج جوز الهند
Avsunviroidae	*Avsunviroid*	ASBVd	*Avocado sunblotch viroid*	فيرويد لطخة الشمس للأفوكادو
	Pelamoviroid	CChMVd	*Chrysanthemum chlorotic mottle viroid*	فيرويد التبرقش الشاحب للأقحوان
		PLMVd	*Peach latent mosaic viroid*	فيرويد الموزاييك الكامن للدراق/الخوخ

11. المحاذير التي يجب الانتباه إليها عند تشخيص الفيروسات

إن أي فيروس لا يمكن تحديده بأنه يتبع أحد الأنواع التي تم تعريفها أو يشكل سلالة من سلالاتها المعروفة، فهو على الأرجح نوعاً جديداً، وبعد اعتماده يصبح تعريفه سهلاً في المستقبل. من هنا يتبين مدى أهمية معرفة المشخص بالحدود التي تفصل ما بين الأنواع من جهة وسلالات النوع الواحد من جهة أخرى. وفي هذا الاطار هناك بعض المحاذير من الواجب التوقف عندها.

اذا راجعنا العديد من الأبحاث المنشورة حول كشف وتحديد الفيروسات نجدها تعتمد كثيراً على الصفات السيرولوجية للفيروسات. إن العديد من تقنيات الاختبار لا تزال تعتمد على الأمصال مع أن الكثير منها غير متخصص، أي يمكنه التفاعل مع أكثر من فيروس واحد. وإمكانية أن يتفاعل مصل معين مع فيروسات غير تلك التي استعملت في انتاجه تعتمد على الطريقة التي تمت فيها تنقية الفيروس، مثل عمر المادة النقية التي حُقنت في الحيوان (أي هل حُقنت مباشرة بعد تنقية الفيروس أم بعد بضعة شهور من وضعها في الثلاجة)، أو الوقت الذي جمع فيه المصل من الحيوان الذي حقن بالفيروس (أي بعد شهر أو ثلاثة أشهر). إن استخدام الأجسام المضادة وحيدة الكلون قلل من هذه المخاطر، الاّ أن هذه لا تتفاعل إلاّ مع التراكيب الفيروسية التي استخدمت في تحضيرها، وبتعبير آخر لا يمكنها أن تتفاعل مع الفيروسات التي تخلو من هذه التراكيب.

إن استخدام الاختبارات المصلية في فهم علاقة القرابة ما بين الفيروسات انتقدت كثيراً ولسبب جوهري وهو أن الغلاف البروتيني للفيروس، والذي هو الأساس في التفاعلات المصلية، لا يعبّر إلاّ على جزء صغير من المكنون الوراثي (المجين) للفيروس. ويضاف إلى ذلك بأنه قد لا يكون هناك ارتباط بين التفاعلات المصلية للفيروس والصفات البيولوجية وخاصة الامراضية والتي لا يمكن الكشف عنها بالاختبارات المصلية. لذلك فإن توجهات اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات عند تعريف النوع أكدت بأن "مجموعة صفات" هي التي تحدد فيما إذا كان في الامكان اعتبار فيروس معين عضواً في نوع محدد. فالكل يعترف بأنه عند تقييم هوية أي فيروس، لابدّ من فسح المجال أمام الاختلافات في المدى العوائلي أو الناقل الحشري وغيرها من الصفات الحيوية بأن يكون لها دور ما في تحديد الهوية. فالصفات الحيوية يمكن التعرف عليها بسهولة إذا ما قورنت بالصفات الجزيئية. إذاً لابد من الناحية العملية أن نضع باعتبارنا أنه لا يمكن استخدام صفة وحيدة مثل التفاعل المصلي أو تركيب محدد في المكنون الوراثي في تحديد ماهية الفيروس، وهذا ينطبق أيضاً على الصفات الحيوية.

12. كلمة أخيرة

لاشك بأن التقدم الهائل في علم البيولوجيا الجزيئي مكن الباحثين من سبر أغوار المجين الفيروسي لمعرفة تركيبه الكيمائي الدقيق وتوزع الجينات فيه ووظيفة كل منها في تكاثر الفيروس واستمراريته

في البيئات المختلفة وقدرته على الإنتشار بالوسائل الطبيعية المختلفة. كل هذه المعلومات سمحت بإجراء المقارنات الضرورية والتي ساعدت في تسمية وتصنيف الفيروسات بشكل دقيق. صحيح أنه لا يمكن القول بأنه تم الوصول إلى نظام تقسيم وتسمية مثالي للفيروسات ولكن بدون شك بأننا نتقدم بخطى ثابتة نحو تحقيق ذلك.

13. المراجع

Bishop, D.H.L. 1985. The genetic basis of describing viruses as species. Intervirology, 24: 79-93.

Bos, L. 2003. Virus nomenclature; continuing topicality. Archives of Virology, 148: 1235-1246.

Brandes, J. and C. Wetter. 1959. Classification of elongated plant viruses on the basis of particle morphology. Virology, 8: 99-115.

Dijkstra, J. 1992. Importance of host ranges and other biological properties for the taxonomy of plant viruses. Archives of virology, (supplement 5): 173-176.

Fauquet, C.M., M.A. Mayo, J. Maniloff, U. Desselberger and L.A. Ball. 2005. Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press. 1259 pp.

Fauquet, C.M. and G.P. Martelli. 1995. Updated ICTV list of names and abbreviations of viruses, viroids, and satellites infecting plants. Archives of Virology, 140: 393-413.

Fauquet, M.C. and M.A. Mayo. 1999. Abbreviations for plant virus names-1999. Archives of Virology, 144: 1249-1273.

Gibbs, A.J., B.D. Harrison, D.H. Watson and P. Wildy. 1966. What's in a virus name?. Natura (London), 209: 450-454.

Hansen, H.P. 1956. Correlations and interrelationships in viruses and organisms. I. Classification and nomenclature of plant viruses. Kgl. Vet. Land-Bohoejskole, Arsskr. Pages 108-137.

Hansen, H.P. 1970. Contribution to the systematic plant virology. DSR Forlag, Copenhagen, Denmark, 108 pp.

Harrison, B.D. 1985. Usefulness and limitations of the species concept for plant viruses. Intervirology, 24: 71:78.

Holmes, F.O. 1939. Handbook of Phytopathogenic viruses. Burgess, Minneapolis, Minnesota, 221 pp.

Johnson, J. 1927. The classification of plant viruses. Research Bulletin Washington Agricultural Experiment Station, 76:1-16.

Kingsbury, D.W. 1988. Biological concepts in virus classification. Intervirology, 29: 242-253.

Mayr, E. 1982. The growth of biological thought: diversity, evolution and inheritance. Cambridge, MA. Harvard University Press. 974 pp.

Milne, R.G. 1985. Alternatives to the species concept for virus taxonomy. Intervirology 24: 94-98.

Smith, K.M. 1937. Textbook of plant virus diseases. Churchil, London, 1st ed. 615 pp.

van Regenmortel, M.H.V. 1990. Virus species a much overlooked but essential concept in virus classification. Intervirology, 31: 241-254.

van Regenmortel, M.H.V. and C.M. Fauquet. 2002. Only italicized species names of viruses have a taxonomic meaning. Archives of Virology, 147: 2247-2250.

الفصل الثالث

الطرائق المتبعة لتشخيص الفيروسات النباتية

صفاء غسان قمري[1]، خالد محي الدين مكوك[1] ويوسف أبو جودة[2]
(1) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا)، ص.ب. 5466، حلب، سورية؛
(2) كلية العلوم الزراعية والغذائية، الجامعة الأمريكية في بيروت، لبنان

المحتويات

1. المقدمة
2. الإختبارات التشخيصية بناءً على الخصائص الحيوية والمورفولوجية
   1.2. الأعراض الظاهرية
   2.2. المدى العوائلي وطرائق الإنتقال
   3.2. الخصائص الفيزيائية في العصير
   4.2. المجهر الإلكتروني والمجهر الضوئي
3. الإختبارات المصلية/السيرولوجية
   1.3. إختبارات الترسيب والتخثر/ التراص
   2.3. التفاعل المناعي تحت المجهر الإلكتروني
   3.3. إختبار الإدمصاص المناعي المرتبط بالأنزيم – اليزا (ELISA)
      1.3.3. العوامل التي تؤثر على نتائج اليزا
   4.3. إختبار الإرتباط المناعي النقطي (DIBA)
   5.3. إختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA)
4. إختبارات تشخيصية ترتكز على الحمض النووي للفيروس
   1.4. إختبار تهجين الحمض النووي
   2.4. التفاعل المتسلسل للبوليمراز (PCR)
5. استنتاجات عامة
6. المراجع

1. المقدمة

تصيب الأمراض الفيروسية مختلف الأنواع النباتية، إلا أنه حالياً، ليس هناك أي طريقة كيميائية فعالة لمكافحة الفيروسات النباتية تكون مجدية اقتصادياً مشابهة لمبيدات البكتيريا أو الفطريات. لذلك تهدف استراتيجيات إدارة الأمراض الفيروسية أساساً إلى منع الإصابة بالفيروس عن طريق: (1) القضاء على مصدر العدوى لمنع الفيروس من الوصول إلى المحصول، (2) التقليل من انتشار الفيروس عن طريق التحكم في الناقل، (3) استخدام مواد اكثار (بذور، عقل،.....) خالية من الفيروس، و (4) استخدام نباتات مقاومة للفيروس أو التطعيم على أصول مقاومة للفيروس،

(5) العمليات الزراعية مثل تعديل موعد الزراعة، (6) العدوى بسلالات مستضعفة للوقاية من السلالات الخطرة.

ولتنفيذ تدابير المكافحة ضد الأمراض الفيروسية، يجب أولاً التشخيص الدقيق للفيروس الممرض، لأن ذلك يعتبر الخطوة الأساس لايجاد أفضل السبل للحد من انتشاره وتقليل الضرر الناتج من الإصابة به. وبحكم إزدياد التبادل التجاري للمواد الوراثية كالبذور ومواد الإكثار الإخرى عن طريق التجارة العالمية، فإن تشخيص الفيروسات في هذه المواد تكتسب أيضاً أهمية كبيرة لخدمات الحجر الصحي لضمان سلامة نقل المادة الوراثية عبر الحدود.

تم تطوير العديد من الطرائق التشخيصية للكشف عن الفيروسات النباتية. إن استخدام إختبار تشخيصي واحد في بعض الأحيان قد يوفر معلومات كافية عن هوية الفيروس، ولكن في أحيان أخرى نحتاج إلى مجموعة من الطرائق لتشخيص قاطع للفيروس. إن أفضل الإختبارات للكشف عن الفيروسات النباتية هي الإختبارات الحساسة والمتخصصة، والتي تكتمل في غضون فترة زمنية قصيرة نسبياً وغير مكلفة. إن التطورات الحديثة في التقنيات للكشف سواء عن البروتينات أو الأحماض النووية وفرت فرصة لتطوير طرائق تشخيص الأمراض النباتية الفيروسية.

ويتوقف نوع الإختبار التشخيصي الذي يتم إختياره على الموارد والتسهيلات المتاحة، وتوافر المواد الكاشفة، ومستوى الدقة والحساسية اللازمة لإجراء هذه الإختبارات، ونوع وعدد العينات التي سيتم إختبارها، وكمية المعلومات المتاحة عن الفيروس المراد الكشف عنه. في هذا الفصل سوف نعطي لمحة عامة عن بعض الإختبارات التشخيصية المتاحة للكشف عن الأمراض الفيروسية النباتية، مع التركيز على الكيفية التي يمكن أن يستخدمها الباحثون في البلدان النامية بما فيها المنطقة العربية.

2. الإختبارات التشخيصية بناءً على الخصائص الحيوية والمورفولوجية

1.2. الأعراض الظاهرية

تستخدم الأعراض التي تسببها الأمراض الفيروسية للتعرف على المسببات المرضية واجتثاث النباتات المريضة في محاولة للسيطرة على المرض. تكون المعاينة سهلة نسبياً عندما تكون الأعراض لمرض محدد واضحة. غير أن عوامل كثيرة مثل السلالة الفيروسية، النوع النباتي، وقت الإصابة والظروف البيئية يمكن أن تؤثر على الأعراض الظاهرية (Matthews, 1980). كما أن بعض الفيروسات لا تؤدي إلى أعراض إصابة ظاهرية. إضافة إلى ذلك، فإن فيروسات مختلفة أو سلالات مختلفة لنفس الفيروس يمكن أن تعطي أعراضاً مشابهة على نفس العائل النباتي. أحياناً كثيرة تظهر على النباتات أعراض مشابهة للأمراض الفيروسية إلا أنها ناتجة عن عوامل أخرى مثل الظروف الجوية غير

المناسبة، التربة المعدنية و نقص بعض العناصر المعدنية المغذية، الإصابة الناتجة عن آفات أخرى كالفايتوبلاسما والبكتيريا والحشرات أو النيماتودا، تلوث الهواء والضرر الناتج عن سوء استعمال المبيدات (وخاصة المبيدات العشبية).

مع أن الأعراض تعطي معلومات عن الفيروسات، فإن الخبرة الميدانية مطلوبة عند اتخاذ قرار حول تشخيص الفيروسات بناء على الأعراض فقط. في العادة، من الضروري أن يسير التشخيص بناءً على الأعراض جنباً إلى جنب مع الإختبارات الأخرى لضمان دقة تشخيص الإصابة الفيروسية (Bock, 1982).

2.2. المدى العوائلي وطرائق الانتقال

إن الكشف عن ماهية الفيروسات يمكن أن تعتمد جزئياً على معرفة طريقة انتقال الفيروس، أهي بالعدوى الميكانيكية، أم بالتطعيم أو بواسطة ناقل حشري أو أية نواقل حيوية أخرى (Jones, 1993). إن إلقاح النباتات العشبية ميكانيكياً باستخدام العصارة النباتية يمكن القيام بها بحد أدنى من التسهيلات، فالأعراض المميزة التي تنتجها الفيروسات على هذه النباتات تسمح بالكشف وتعريف العديد من الفيروسات (Horvath, 1993). وعلى الرغم من أن المدى العوائلي قد لا يكون طريقة دقيقة لتحديد ماهية الفيروس (Hamilton *et al.*, 1981)، إلا أنها مازالت تستخدم في كثير من المختبرات لاعتبارها عنصراً هاماً في تشخيص الفيروس. يمكن زيادة دقة إختبارات المدى العوائلي عن طريق استخدام مجموعة مناسبة من النباتات (جدول 1) واجرائها بواسطة أصحاب خبرة في هذا الموضوع.

جدول 1. بعض النباتات الدالة الشائعة الإستعمال للكشف على الفيروسات (Noordam, 1973).

النوع النباتي	عمر النبات المفضل عند الإعداء
الشوندر السكري/البنجر (*Beta vulgaris* L.)	5 أسابيع
Chenopodium amaranticolor, Coste & Reyn.	شهرين
Chenopodium quinoa L.	شهرين
الخيار (*Cucumis sativus* L.)	10 أيام
الداتورة (*Datura stramonium* L.)	5-8 أسابيع
Nicotiana glutinosa L.	6 أسابيع
التبغ (*Nicotiana tabacum* L.) – الصنف Samsun NN	5 أسابيع
التبغ (*Nicotiana tabacum* L.) – الصنف White Burley	5 أسابيع
الفاصولياء (*Phaseolus vulgaris* L.) – الصنف Beka	10 أيام
الفاصولياء (*Phaseolus vulgaris* L.) – الصنف Pinto	10 أيام
الفول (*Vicia faba* L.)	اسبوعين
اللوبياء (*Vigna sinensis* (L.) Endl.)	10 أيام

يمكن تشخيص الفيروسات التي لاتنتقل ميكانيكياً وفيروسات أشجار الفاكهة عن طريق النقل الحشري أو بالتطعيم على نباتات دالة حساسة (Martelli, 1993 ؛Fridlund, 1980). ومع أن هذه الإختبارات تستخدم في العديد من المختبرات سواء لتشخيص الفيروسات أو لحفظها أو تكاثرها، إلا أنها تستهلك الوقت والموارد، ويصعب تمييز بعض الفيروسات عن طريق الأعراض الظاهرية فقط.

3.2. الخصائص الفيزيائية في العصير

إن الخصائص الفيزيائية (مثل درجة الحرارة المثبطة، نقطة التخفيف النهائبة، مدة التعمير في المختبر) لقياس فعالية الفيروس في العصير النباتي، كانت تستخدم لتعريف الفيروسات النباتية. إلا أن مثل هذه الصفات غير موثوق بها ولم يعد يوصى بها لتشخيص الفيروسات (Francki, 1980).

4.2. المجهر الإلكتروني والمجهر الضوئي

إن استخدام المجهر الإلكتروني يمكن أن يعطي معلومات مفيدة عن الصفات المورفولوجية للجسيمات الفيروسية، وهو شائع الاستعمال في الكشف عن الفيروسات النباتية عندما تكون التسهيلات متوفره (Milne, 1993 ؛Baker *et al*., 1985). كما يسمح المجهر الإلكتروني بكشف وجود إصابات بأكثر من فيروس واحد في نفس النبات إذا كانت صفاتها المورفولوجية مختلفة. إن الكشف عن الفيروسات الخيطية والعصوية الشكل مثل Potyviruses، Potexviruses و Tobamoviruses يكون أسهل من الفيروسات المتقايسة/متساوية الأبعاد وغيرها من الفيروسات عند فحصها بالمجهر الإلكتروني. يصعب رؤية الفيروسات التي توجد عادة بتراكيز منخفضة في عصارة النسيج النباتي تحت المجهر الإلكتروني ما لم يتم تركيز هذه الفيروسات قبل فحصها. ويمكن تحسين كفاءة المجهر الإلكتروني عند اقرانه بالإختبارات المصلية/السيرولوجية (immunoelectron microscopy). إلا أن استخدام المجهر الإلكتروني مكلف ويحتاج إلى خبرة، وهو غير متوفر في كثير من الأحيان. إن العديد من مؤسسات البحوث الزراعية لا تستطيع أن تتحمل تكلفة المجهر الإلكتروني الباهظة والتي تتطلب صيانة مستمرة.

يرافق الإصابة بالعديد من الفيروسات النباتية وجود أجسام محتواة وبلورات تراكمية كبيرة داخل الخلايا. إن الكشف عن هذه الأجسام بواسطة المجهر الضوئي يكون عملية بسيطة وسريعة ورخيصة نسبياً (Edwardson *et al*., 1993). وبما أن أشكال وخصائص الأجسام المحتواة (inclusion bodies) تنتج عن الإصابة ببعض الفيروسات، فإنه يمكن في بعض الأحيان تحديد نوع الفيروس إلى مستوى الجنس بناءً على الأجسام المحتواة الملاحظة وذلك باستخدام صبغات خاصة.

إن استخدام مثل هذه التقنية للكشف عن الفيروسات تحتاج إلى تجارب عملية مستفيضة ونادراً ما يستخدمها المبتدئ لتعريف الفيروسات النباتية بشكل روتيني.

3. الإختبارات المصلية/ السيرولوجية

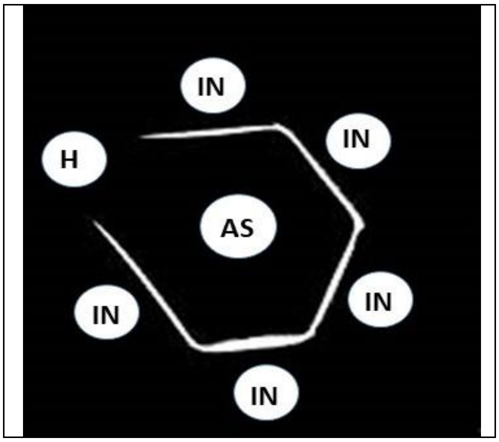
تم تطوير واستخدام الإختبارات المصلية/ السيرولوجية والأمصال المناعية بنجاح للكشف عن الفيروسات النباتية منذ عدة عقود من الزمن. وتعتبر الإختبارت السيرولوجية أكثر الإختبارات المستعملة في الكشف عن الفيروسات شيوعاً. في البداية، استخدم تفاعل الجسم المضاد مع مولد الضد (الفيروس) لتكوين مترسب مرئي مثل، إختبارات الترسيب فائق الصغر (microprecipitin test)، إختبار الإنتشار المزدوج في الآجار (Agar double diffusion test) وإختبار تخثر/ تراص الخلايا (Agglutination test) للكشف عن الفيروسات. وفي مرحلة لاحقة، اجريت الإختبارات على سطح صلب مثل الأطباق أو أغشية النيتروسلليلوز، حيث تستخدم كواشف لمشاهدة تفاعل الجسم المضاد مع الفيروس وذلك عن طريق تعليم الأجسام المضادة بانزيمات. سوف يتم التطرق إلى بعض هذه الإختبارات في الفقرات التالية، ولكن يمكن الإطلاع على تفاصيل الإختبارات في مراجع مختلفة (مكوك وقمري، 1996؛ Fegla *et al.*, 2001؛ Makkouk & Comeau, 1994؛ Hampton *et al.*, 1990؛ van Regenmortel, 1982؛ van Regenmortel & Dubs, 1993).

1.3. إختبارات الترسيب والتخثر/التراص

تعتمد إختبارات الترسيب (سواء في مادة سائلة أو في مادة هلامية) على تشكيل منطقة ترسيبية مرئية عندما تتحد كميات كافية من الفيروس مع الأجسام المضادة (Ball, 1974؛ van Regenmortel, 1982). استخدمت إختبارات الترسيب فائق الصغر من قبل بعض المختصين، ولكن استخدام إختباري الإنتشار المزدوج في الآجار وتخثر/تراص الخلايا كانا أكثر شيوعاً. في إختبار الإنتشار المزدوج في الآجار، تنتشر كلاً من الأجسام المضادة ومولد الضد (سواء الفيروس النقي أو العصارة النباتية الحاوية على الفيروس) عبر هلام الآجار وتكوّن خط ترسيبي مرئي في المنطقة التي يلتقيان فيها في الأجار/الهلام بالتركيزات المناسبة (Ouchterlony, 1962) (شكل 1). ويمكن استخدام هذا الإختبار لتمييز صلة القرابة مابين السلالات الفيروسية. لكن عيوب هذه الطريقة تتمثل بعدم توفر الحساسية الكافية في الكشف عن الفيروسات التي تتواجد بتراكيز منخفضة (مثل فيروسات الإصفرار Luteoviruses ومعظم الفيروسات التي تصيب الأشجار

الخشبية)، وضرورة تجزئة جسيمات الفيروسات الخيطية والعصوية لتمكينها من الإنتشار في الهلام، كما تحتاج إلى كميات كبيرة من الأجسام المضادة، والتي أصبحت الآن غالية الثمن.

في إختبار التخثر/التراص، فإن الجسم المضاد يرتبط أو يغطي السطوح لبعض جسيمات المادة الخامدة (مثل خلايا الدم الحمراء، لبن الشجر latex، أو خلايا بكتيريا المكورات العنقودية *Staphylococcus aureus*)، وإن التفاعل الموجب للجسم المضاد مع الفيروس يكون على شكل تخثر أو تراص جسيمات المادة الخامدة التي يمكن أن تشاهد بالعين المجردة أو باستخدام مكبرة. يعتبر إختبار التخثر/التراص أكثر حساسية من باقي الإختبارات الترسيبية ويمكن اجراؤه لفيروسات ذات تراكيز منخفضة (Chirkov *et al*., 1984؛ Hughes & Ollennu, 1993؛ Walkey *et al*., 1992).



شكل 1. إختبار الإنتشار المزدوج في الآجار، الخط الترسيبي يلاحظ فقط مابين العينة المصابة الموجودة في الحفر الخارجية التي تحوي عصارة من النبات المصاب (IN) والمصل المضاد الموجود في الحفرة المركزية (AS). ويلاحظ عدم وجود خط ترسيبي مقابل عصارة من نبات سليم (H).

مع أن إختبارات الترسيب والتخثر/التراص أقل حساسية من الإختبارات المصلية/ السيرولوجية الأخرى، إلا أنها طرق ممتازة للكشف عن الفيروسات التي تكون بتراكيز معقولة في النباتات. إن هذه الإختبارات سهلة جداً، فبمجرد الحصول على نقطة من عصارة النبات المصاب يتم فحصها بالأمصال المضادة المناسبة. يمكن إجراء هذه الإختبارات بالحد الأدنى من الإمكانيات والخبرات، وبالتالي فهي مناسبة للكثير من المختبرات التي تملك إمكانيات محدودة ولديها كميات كافية من الأمصال المضادة.

2.3. التفاعل المناعي تحت المجهر الإلكتروني

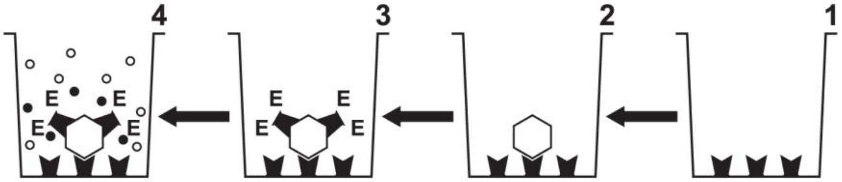
توجد ثلاثة طرق يمكن استخدامها للكشف عن الفيروسات النباتية وتشخيصها تحت المجهر الإلكتروني وهي التجميع (Clumping)، الاصطياد (Trapping) والزخرفة (Decoration)، إلا أن إختبار الزخرفة هو الأكثر شيوعاً في الاستخدام (Milne, 1991 ؛Derrick, 1973)، كما يمكن الجمع بينها كاستخدام طريقة الاصطياد أولاً يليها الزخرفة على نفس العينة. تجمع هذه الطرق بين خصوصية الإختبارات المصلية/السيرولوجية مع التكبير الذي يسمح به المجهر الإلكتروني. ففي طريقة الزخرفة تغلف الجسيمات الفيروسية بشكل انتقائي بالأجسام المضادة مما يسمح بمشاهدة الفيروسات بسهولة أكبر والتأكد من ماهية الفيروس المراد تشخيصه بالإعتماد على خاصتين: شكل الفيروس وانتقائية الأجسام المضادة. وتسمح هذه الطريقة بالكشف بسهولة عن وجود إصابة مزدوجة بفيروسين لهما نفس الشكل المورفولوجي. بالإضافة إلى التشخيص، فإنه يمكن استخدام هذه الطرق لتقدير مدى العلاقة السيرولوجية ما بين الفيروسات.

3.3. إختبار الإدمصاص المناعي المرتبط بالإنزيم – اليزا (ELISA)

إن إختبار الإدمصاص المناعي المرتبط بالإنزيم (اليزا) هو أكثر الإختبارات شيوعاً للكشف عن الفيروسات في المواد النباتية، والحشرات الناقلة، والبذور ومواد الاكثار الخضرية منذ أن تم وصفه في عام 1977 (Clark & Adams, 1977). وخلافاً لإختبارات الترسيب والتخثر/التراص، فإن إختبار اليزا تجرى على أسطح صلبة، ويتم عادة على أطباق إليزا مصنوعة من البلاستيك – البولي ستيرين (Polystyrene microtiter plates) (أطباق صلبة/جامدة) أو كلوريد البوليفينيل (PVC، أطباق مرنة). وبسبب القابلية للتكيف والحساسية والاقتصاد في استخدام الكواشف، يستخدم إختبار اليزا في مجموعة واسعة من الحالات، وخاصة لإختبار عدد كبير من العينات في فترة قصيرة نسبياً من الزمن. تم تطوير تحويرات كثيرة من اليزا، وتختلف هذه الطرائق عن بعضها البعض في مبدأ وضع الأجسام المضادة والفيروس، ولكن مبدأ التفاعل والنتائج النهائية متقاربة (Clark & Bar-Joseph, 1984 ؛Cooper & Edwards, 1986؛ van Regenmortel & Dubs, 1993). وسوف نتناول بشيء من التفصيل ثلاثة من هذه الطرائق.

الطريقة الأولى – إختبار اليزا بالإحتواء المزدوج للفيروس بالأجسام المضادة Double antibody sandwich-ELISA (DAS-ELISA)، في هذه الطريقة تستعمل الأجسام المضادة (تكون عادة من نوع غلوبيولينات غاما المناعية Immuno-globulin – طراز IgG المعزولة من المصل المضاد) لتغليف سطوح حفر طبق اليزا حيث تسمح بالتقاط الجسيمات

الفيروسية في عينة الإختبار. ثم يكشف فيما بعد عن الفيروس المرتبط بالأجسام المضادة عن طريق التحضين بالأجسام المضادة المربوطة بالأنزيم يليه إضافة المادة الكاشفة (شكل 2). يعتبر إختبار DAS-ELISA عالي التخصص ويحتاج إلى تحضير الأجسام المضادة النقية لربطها بالأنزيم.



شكل 2. شكل توضيحي يبين المبدأ العام لإختبار اليزا بالإحتواء المزدوج للفيروس بالأجسام المضادة "Double antibody sandwich-ELSA" (DAS-ELISA). (1) اضافة الأجسام المضادة المتخصصة، (2) اضافة العينة التي تحتوي على الفيروس، (3) اضافة الأجسام المضادة المتخصصة المرتبطة بالأنزيم (E)، (4) اضافة المادة الكاشفة التي ستتلون باللون الأصفر نتيجة وجود الأنزيم.

الخطوات الرئيسية لاتمام إختبار DAS-ELISA:

1. تغطى حفر أطباق اليزا بـ 100- 200 ميكروليتر/حفرة من محلول التغطية (Coating buffer) يحتوي على غلوبيولينات غاما المناعية (طراز IgG) المتخصصة بتركيز 1-10 ميكروغرامات لكل ميليليتر (تبعاً لفاعلية المصل المضاد). يحضر محلول التغطية كما يلي: يذاب 1.59 غ من كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) و 2.93 غ من بيكربونات الصوديوم ($NaHCO_3$) و 0.2 غ من أزيد الصوديوم (NaN_3) في ليتر واحد من الماء المقطر، ثم تعدل درجة حموضته (pH) إلى 9.6.
2. تحضن أطباق اليزا لمدة أربع ساعات عند درجة حرارة 37 °س.
3. تغسل الأطباق خمس مرات بمحلول الغسيل PBST (PBS يحتوي على 0.05% من مادة Tween 20) وذلك بفاصل 5 دقائق بين الغسلة والأخرى. يحضر محلول PBS (محلول منظم ملحي فوسفاتي) كما يلي: يذاب 8 غ من كلوريد الصوديوم (NaCl) و 0.757 غ من فوسفات الصوديوم اللامائية أحادية الهيدروجين (Na_2HPO_4) و 0.2 غ من كلوريد البوتاسيوم (KCl) و 0.2 غ من أزيد الصوديم (NaN_3) في ليتر واحد من الماء المقطر، ثم تعدل درجة حموضته (pH) إلى 7.4.
4. يضاف لكل حفرة 100-200 ميكروليتر من العينة المراد فحصها والمحضرة بمحلول فوسفاتي عيارية 0.2 مولار ودرجة حموضته 6، وبحيث يوضع كل عينة في حفرتين متجاورتين.
5. تحضن أطباق اليزا 16 ساعة عند درجة حرارة 4 °س أو 3 ساعات عند درجة حرارة 37 °س.
6. تغسل الأطباق كما ورد في الخطوة رقم 3.

7. يضاف لكل حفرة من حفر طبق اليزا 100-200 ميكروليتر من الأجسام المضادة (غلوبيولينات غاما المناعية) المتخصصة المرتبطة بإنزيم الفوسفاتاز القلوي (Alkaline phpsphatase) والمخففة من 1:500-1:1000 في محلول المنظم للربط (Conjugate buffer) (تبعاً لفاعلية المصل المضاد). يحضر هذا المحلول كما يلي: يذاب 20 غ من مادة Polyvenylpyrrolydone (PVP) و 2 غ من مادة بياض البيض (Ovalbumin) في ليتر واحد من محلول الغسيل (PBST).
8. تحضن أطباق اليزا لمدة 4 ساعات عند درجة حرارة 37 ^{o}س.
9. تغسل الأطباق كما ورد في الخطوة رقم 3.
10. يضاف لكل حفرة من حفر طبق اليزا 100-250 ميكروليتر من مادة p-Nitrophenyl phosphate (مادة شفافة تتفكك وتتحول إلى اللون الأصفر بفعل إنزيم الفوسفاتاز القلوي) وبتركيز 0.5 مغ/مل من محلول منظم لإذابة المادة التي يعمل عليها الأنزيم (Substrate buffer) درجة حموضته 9.8. يحضر هذا المحلول كما يلي: يمزج 97 مل من Diethanolamine مع 800 مل من الماء المقطر، ويذاب فيها 0.2 غ من أزيد الصوديم (NaN3). ثم تضبط درجة الحموضة (pH) على 9.8 باستعمال حمض كلور الماء (HCl) ويكمل الحجم إلى ليتر واحد بالماء المقطر، يفضل تحضير هذا المحلول المنظم عند الإستعمال وأن لا يخزن لمدة تزيد عن أسبوع.
11. تترك الأطباق عند درجة حرارة المختبر لمدة تتراوح مابين 30 دقيقة إلى ساعتين (حسب قوة التفاعل)، ثم تقدر شدة التفاعل بقياس درجة امتصاص الضوء عند الموجة 405 نانومترات، وباستعمال قارئ اليزا.

الطريقة الثانية – إختبار اليزا بتغطية الطبق بمولد الضد مباشرة Direct antigen coating-ELISA (DAC-ELISA)، حيث يتم وضع الفيروس (العينات المراد فحصها) مباشرة في طبق الاليزا (Fegla *et al.*, 1997, 2004؛ Hourani & Abou-Jawdah, 2003؛ Younes, 1995)، في غياب أي أجسام مضادة لربط الفيروس فيها كما في DAS-ELISA. في الخطوة الثانية، تعامل حفر أطباق اليزا بمادة Bovine serum albumin ثم تضاف الأجسام المضادة المتخصصة بالفيروس (يطلق عليه عادة الأجسام المضادة الأولية) سواء على شكل IgG أو مصل مضاد خام. ثم يتم الكشف عن الأجسام المضادة الأولية بواسطة أجسام مضادة متخصصة (يطلق عليها اسم الأجسام المضادة الثانية أو الأجسام المضادة الكاشفة) مربوطة بالأنزيم، يتبعها اضافة المادة الكاشفة التي تعطي لوناً. إن الأجسام المضادة الكاشفة (الأجسام المضادة الثانية) ترتبط تحديداً بالأجسام المضادة الأولية، حيث أنها انتجت ضد IgGs المتحصل عليها من الحيوان الذي انتج فيه الأجسام المضادة للفيروس (مثال على ذلك، اذا انتجت الأجسام المضادة الخاصة بالفيروس في الأرانب، عندها يجب انتاج أجسام مضادة لجلوبيولينات الأرانب المناعية في حيوان آخر مثل الماعز). من عيوب هذه الطريقة، التنافس ما بين الجسيمات الفيروسية والمواد النباتية الأخرى الموجودة في العصارة النباتية للمواقع الموجودة في حفر طبق اليزا وارتفاع قراءة الشواهد السلبية. يمكن التقليل من أثر هذه العيوب باستخدام طامسات (blocking agents) مناسبة وتخفيفات أعلى نسبياً للمستخلص الحاوي للفيروس

عن التخفيف الذي يستخدم عادة مع اليزا بالاحتواء المزدوج للفيروس بالأجسام المضادة (DAS-ELISA)، وكذلك معاملة الأمصال المضادة بعصير النباتات السليمة قبل الاستعمال (Younes, 1995 ؛Fegla *et al.*, 1997, 2001).

الطريقة الثالثة – إختبار **اليزا بالاحتواء الثلاثي للفيروس بالأجسام المضادة Triple antibody sandwich-ELISA (TAS-ELISA)**، وهي طريقة واسعة الانتشار ومماثلة لإختبار DAS-ELISA، إلا أن لها خطوة اضافية قبل اضافة الأجسام المضادة الكاشفة المرتبطة بالأنزيم. في هذه الخطوة الإضافية، يتم اضافة الأجسام المضادة وحيدة الكلون المنتجة في حيوان آخر (عادة الفئران) التي تختلف حصراً عن الأجسام المضادة الأولية المستخدمة. عندها يتم الكشف عن الأجسام المضادة وحيدة الكلون عن طريق اضافة أجسام مضادة خاصة بها مرتبطة بالأنزيم (يقصد بذلك الأجسام المضادة للفئران منتجة في حيوان آخر مثل الماعز أو الأرانب) وبحيث لايرتبط بالأجسام المضادة الأولية، يليها إضافة المادة الكاشفة التي ستعطي اللون (Al-Moudallal *et al.*, 1984).

الخطوات الرئيسية لاتمام إختبار TAS-ELISA:

1. تغطى حفر أطباق اليزا بـ 100- 200 ميكروليتر/حفرة من محلول التغطية (Coating buffer) يحتوي على غلوبيولينات غاما المناعية (طراز IgG) المتخصصة بتركيز 1-10 ميكروغرامات لكل ميليليتر (بناء لفاعلية المصل المضاد). يحضر محلول التغطية كما يلي: يذاب 1.59 غ من كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) و 2.93 غ من بيكربونات الصوديوم ($NaHCO_3$) و 0.2 غ من أزيد الصوديوم (NaN_3) في ليتر واحد من الماء المقطر، ثم تعدل درجة حموضته (pH) إلى 9.6.
2. تحضن أطباق اليزا لمدة أربع ساعات عند درجة حرارة 37 °س.
3. تغسل الأطباق خمس مرات بمحلول الغسيل PBST (PBS يحتوي على 0.05% من مادة Tween 20) وذلك بفاصل 5 دقائق بين الغسلة والأخرى. يحضر محلول PBS (محلول منظم ملحي فوسفاتي) كما يلي: يذاب 8 غ من كلوريد الصوديوم (NaCl) و 0.757 غ من أحادية الهيدروجين فوسفات الصوديوم اللامائية (Na_2HPO_4) و 0.2 غ من كلوريد البوتاسيوم (KCl) و 0.2 غ من أزيد الصوديم (NaN_3) في ليتر واحد من الماء المقطر، ثم تعدل درجة حموضته (pH) إلى 7.4.
4. يضاف لكل حفرة 100-200 ميكروليتر من العينة المراد فحصها والمحضرة بمحلول فوسفاتي عياريته 0.2 مولار ودرجة حموضته 6، وبحيث يوضع كل عينة في حفرتين متجاورتين.
5. تحضن أطباق اليزا لمدة 16 ساعة عند درجة حرارة 4 °س.
6. تغسل الأطباق كما ورد في الخطوة رقم 3.

7. يضاف لكل حفرة من حفر طبق اليزا 200 ميكروليتر حليب خالي الدسم (Non-fat milk) بنسبة 1% مذاب بمحلول PBST، وذلك لتغطية السطوح الداخلية للحفر والتي بقيت عارية بعد المراحل السابقة.
8. تحضن أطباق اليزا لمدة ساعة واحدة عند درجة حرارة 4 °س.
9. تغسل الأطباق كما ورد في الخطوة رقم 3.
10. يضاف لكل حفرة من حفر طبق اليزا 100-200 ميكروليتر من الأجسام المضادة وحيدة الكلون المتخصصة (المنتجة في أجسام الفئران) والمخففة 1:100-1:1000 في المحلول المنظم للربط (Conjugate buffer) (بناء لفاعلية المصل المضاد). يحضر هذا المحلول كما يلي: يذاب 20 غ من مادة Polyvenylpyrrolydone (PVP) و 2 غ من مادة بياض البيض (Ovalbumin) في ليتر واحد من محلول الغسيل (PBST).
11. تحضن أطباق اليزا لمدة ساعتين عند درجة حرارة 4 °س.
12. تغسل الأطباق كما ورد في الخطوة رقم 3.
13. يضاف لكل حفرة من حفر طبق اليزا 100-200 ميكروليتر من الأجسام المضادة متعددة الكلون المنتجة في أجسام الماعز ضد الأجسام المضادة للفئران والمرتبطة بإنزيم الفوسفاتاز القلوي (Goat antimouse Conjugate-ALP) وذلك بعد تخفيفها حتى 1:2000 أو 1:5000 (حسب الشركة الصانعة) في المحلول المنظم لربط (Conjugate buffer).
14. تحضن أطباق اليزا لمدة ساعتين عند درجة حرارة 37 °س.
15. تغسل الأطباق كما ورد في الخطوة رقم 3.
16. يضاف لكل حفرة من حفر طبق اليزا 125-250 ميكروليتر من مادة p-Nitrophenyl phosphate (مادة شفافة تتفكك وتتحول إلى اللون الأصفر بفعل إنزيم الفوسفاتاز القلوي) وبتركيز 0.5 مغ/مل من محلول منظم لاذابة المادة التي يعمل عليها الأنزيم (Substrate buffer) درجة حموضته 9.8. يحضر هذا المحلول كما يلي: يمزج 97 مل من Diethanolamine مع 800 مل من الماء المقطر، ويذاب فيها 0.2 غ من أزيد الصوديوم (NaN3). ثم تضبط درجة الحموضة (pH) على 9.8 باستعمال حمض كلور الماء (HCl) ويكمل الحجم إلى ليتر واحد بالماء المقطر.
17. تترك الأطباق عند درجة حرارة المختبر لمدة تتراوح مابين 30 دقيقة إلى ساعتين (حسب قوة التفاعل)، ثم تقدر شدة التفاعل بقياس درجة امتصاص الضوء عند الموجة 405 نانومترات، وباستعمال قارئ اليزا.

ومن مميزات إختبار TAS-ELISA، والذي يتم فيه الكشف عن الفيروس عن طريق الأجسام المضادة غير المتخصصة بفيروس محدد، بل متخصصة بالأجسام المضادة للفيروس أو الأجسام المضادة الأولية. وكنتيجه لذلك، فإن جسم مضاد واحد مربوط بالأنزيم (الأجسام المضادة المنتجة في أجسام الماعز ضد الأجسام المضادة للأرانب goat antirabbit، أو الأجسام المضادة المنتجة في أجسام الماعز ضد الأجسام المضادة للفئران goat antimouse) يمكن استخدامه للكشف عن عدد كبير من الفيروسات، مما يجعل هذا الإختبار اقتصادياً وبالتالي مناسباً للكشف عن مجموعة من الفيروسات في عدد كبير من العينات خلال المسوحات الحقلية.

هناك أنزيمات متعددة لربطها مع الأجسام المضادة، إلا أنه في معظم إختبارات اليزا يستخدم انزيم الفوسفاتاز القلوي (Alkaline phosphatase) أو انزيم البيروأوكسيداز (Peroxidase). إن

الأجسام المضادة المربوطة بالانزيم متوفرة تجارياً لدى العديد من الشركات، إلا أنه يمكن ربط الأجسام
المضادة بالانزيم بسهولة مخبرياً (Avrameas, 1972؛ Farr & Nakane, 1974). كما تم استخدام انزيم البنسيليناز (Penicillinase) عوضاً عن أنزيم الفوسفاتاز القلوي (قمري ومكوك، 1993؛ Sudarshana & Reddy, 1989)، وهو رخيص ومتوفر وحساسية الكشف عند استخدامه متشابهة لأنزيم الفوسفاتاز القلوي (Singh & Barker, 1991)، إلا أن هذه الطريقة لا تستخدم على نطاق واسع بسبب الصعوبات المتصلة في قياس النتائج. بالاضافة إلى ذلك، فإن الأجسام المضادة المرتبطة بالبنسيليناز غير متوفرة تجارياً ومعظم المختبرات في العديد من البلدان النامية تفتقر إلى مرافق تسمح القيام بمثل هذه التحضيرات. وللتغلب على هذه المشاكل، يمكن استخدام البنسيليناز في الإختبارات التي يمكن رصد تغير لون التفاعل بالعين المجردة.

1.3.3. العوامل التي تؤثر على نتائج اليزا

رغم أن خطوات إختبارات اليزا بسيطة، إلا أنه يوجد عوامل كثيرة يمكن أن تؤثر على حساسية ودقة الإختبار والتي تشمل نوعية الأجسام المضادة، تحضير وتخزين الكواشف، وقت التحضين ودرجة الحرارة، اختيار الجزء المناسب من العينات النباتية، واستعمال المحلول المناسب للاستخلاص (Hewings & D'Arcy, 1984؛ McLaughlin *et al*., 1981). ومن الأهمية بمكان ادراج الشواهد السالبة والموجبة في كل إختبار لتحديد الحد الأدنى للتفريق بين النبات المصاب والسليم في العينات المفحوصة. عموماً تعتبر العينة مصابة اذا كان متوسط قرائتها يزيد عن متوسط قراءة الشاهد السليم + 3 مرات قيمة الانحراف القياسي أو ضعفي قيمة متوسطات الشاهد السلبي.

تحضير الكواشف – تتوقف نوعية نتائج إختبار اليزا على نوعية وحسن استخدام الكواشف. ولهذا فإن جميع الكواشف يجب أن تحضر بماء ذات نوعية جيدة ويفضل الماء المقطر. كما أن تركيز ودرجة حموضة المحاليل المنظمة التي تحتوي على الكواشف، نقاوة المواد الكيميائية، ونظافة الزجاجيات تساهم أيضاً في النتائج النهائية للإختبار. يجب تخزين الكواشف والمحاليل والأجسام المضادة بشكل مناسب لمنع التلوث من الكائنات المجهرية غير المرغوب بها من خلال استخدام أدوات أو معدات ملوثة.

تحضير/استخلاص العينات – إن استخلاص/طحن العينات النباتية هي أكثر استهلاكاً للوقت في مراحل إختبار اليزا، وبالتالي يجب استخدام طريقة مناسبة لاستخلاص عدد كبير من العينات في أقصر فترة ممكنة. إذا كان عدد العينات النباتية كبيراً، يفضل حفظ العصارات النباتية في درجات

حرارة منخفضة تفادياً لتفكك الفيروسات. كما أن تصفية العصارات النباتية عن طريق السرعات المنخفضة بجهاز الطرد المركزي قبل اضافتها إلى حفر طبق اليزا تعتبر عملية مفيدة. وفي بعض الحالات، يمكن إضافة بعض المواد مثل polyvinylpyrrolidone (1–2% وزن/حجم) التي ترتبط بالبولي فينول أو diethyldithiocarbamate (DIECA)، حولي 0.1 مولر) كمادة مانعة للاكسدة في محلول الاستخلاص لمنع أكسدة العصارة النباتية خلال عملية الاستخلاص، ومن ثم تقلل الآثار الضارة التي يسببها تكوّن البولي فينولات البنية اللون على كشف الفيروسات في العينات النباتية (Clark & Adams 1977؛ McLaughlin e*t al.*, 1981؛ Scott *et al.* 1989).

توزع الفيروس – من المعروف أن الفيروسات تتوزع بشكل غير متساوي في أجزاء النبات العائل والبذور (Adams, 1978؛ Kolber *et al.*, 1982؛ Latvala *et al.*, 1997؛ Torrance & Dolby, 1984) مما يجعل أخذ العينات من الخطوات المهمة للكشف عن الفيروسات. وفي حال أن توزع الفيروس غير معروف، فإن استخدام عينة مركبة من أجزاء مختلفة من النباتات أو البذور يساعد على تجنب هذه المشكلة.

نوعية الأجسام المضادة – تعد نوعية الأجسام المضادة من أهم عوامل إختبارات اليزا (Clark, 1981). عند حقن الغطاء البروتيني للفيروس بطريقة مناسبة في حيوان من ذوات الدم الحار (الأرانب عادة ما تستخدم لهذا الغرض، على الرغم من أنه يمكن استخدام الفئران والدجاج والأغنام والماعز) يقوم بتحفيز الخلايا المناعية المتخصصة مما يؤدي إلى انتاج الأجسام المضادة المتخصصة للفيروسات في دم الحيوان. إن الأساس لجميع الإختبارات المصلية/السيرولوجية الموصوفه أعلاه يعتمد على توفير الأجسام المضادة متعددة الكلون (Polyclonal antibodies) أو الأجسام المضادة وحيدة الكلون (Monoclonal antibodies). إن الأجسام المضادة متعددة الكلون هو خليط غير متجانس من الأجسام المضادة الموجهة نحو مختلف مولدات الضد أو المحددات لإنتاج الأجسام المضادة (epitopes) الموجودة على الغلاف البروتيني للفيروس. أما الأجسام المضادة وحيدة الكلون فيتم انتاجها باستخدام تكنولوجيا الخلايا المدمجة Hybridoma (Köhler & Milstein, 1975)، وعلى عكس الأجسام المضادة متعددة الكلون، فإن كل جسم مضاد وحيد الكلون ينتج من نسل الخلايا المستمدة من خلية واحدة مدمجة (single hybridoma cell). لذا، فإن الأجسام المضادة وحيدة الكلون تتألف من جزيئات متجانسة مع نفسها وترتبط بمولد ضد واحد.

4.3. إختبار الإرتباط المناعي النقطي (DIBA)

يمكن استخدام إختبار الارتباط المناعي النقطي (Dot-blot Immunobinding assay) (DIBA) للكشف عن الفيروسات سواء في النباتات أو في نواقل الفيروسات الحشرية (قمري ومكوك، 1993؛ Banttari & Goodwin, 1985؛ Graddon & Randles, 1986؛ Lange & Heide, 1986؛ Makkouk *et al.*, 1993؛ Rybicki & Von Wechmar, 1982؛ Younes, 1995). إن مبدأ هذا الإختبار مشابه تماماً لإختبار اليزا، إلا أن العصارة النباتية للعينات توضع على أغشية النيتروسيليلوز بدلاً من استخدام أطباق اليزا. وبالتالي فإن المادة الكاشفة التي تستخدم في إختبار DIBA (وبشكل عام كل الإختبارات التي تجرى على أغشية النيتروسيليلوز) يجب أن تعطي ناتجاً نهائياً لا يذوب في الماء، وبالتالي يرسب على غشاء النيتروسيليلوز (الكشف عن طريق اللون) أو يمكنه اطلاق ضوء عن طريق تفاعل كيميائي يكشف عنه عن طريق التصوير الاشعاعي (قمري ومكوك، 1993؛ Leong *et al.*, 1986؛ Makkouk *et al.*, 1993). يعتبر إختبار DIBA ذات حساسية جيدة، سهل وغير مكلف، والنتائج يمكن أن يتم قرائتها بالعين المجردة. وقد أمكن زيادة حساسية هذه الطريقة بالاختيار الأمثل لمنظم الاستخلاص ومحلول الطمس وتخفيف المصل المضاد المستخدم (Fegla *et al*., 2000a).

5.3. إختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA)

إن إختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (Tissue blot immunoassay)، هو نوع من إختبار DIBA، ولكن في هذا الإختبار يتم قطع الجزء النباتي الطازج مباشرة (ورقة، ساق، عنق ورقة، جذر، درنة، أو الحشرة) بواسطة آلة حادة، ثم تطبع على أغشية النيتروسيليلوز مباشرة (شكل 3 - أ)، ثم يكشف عن الفيروس كما في الخطوات المفصلة لاحقاً (مكوك وقمري، 1996؛ Hsu & Lawson 1991؛ Navot *et al.*, 1989؛ Makkouk *et al.*, 1993؛ Polston *et al.*, 1991). هذا الإختبار بسيط جداً، ولا يتطلب تحضير أو طحن للعينات، كما يقدم معلومات عن توزع الفيروسات في الأنسجه النباتية (مكوك وقمري، 1996؛ Abou-Jawdah *et al.*, 1996؛ Fegla *et al.*, 2001؛ Hu *et al.*, 1997؛ Lin *et al.*, 1990؛ Makkouk & Comeau, 1994).

خطوات إختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA)

1. طبع العينات (شكل 3 - أ): تؤخذ الأجزاء النباتية الطازجة المصابة بالفيروسات بقطع الجزء النباتي بآلة حادة (شفرة أو مشرط) بشكل عرضي، ثم يطبع الجزء المقطوع مباشرة على غشاء النيتروسيليلوز (ذي ثقوب 0.45 ميكرومتراً) دون اللجوء إلى طحن العينات بأي محلول.

2. يغسل الغشاء ثلاث مرات بمحلول الغسيل PBST (PBS يحتوي على 0.05% من مادة Tween 20) بفاصل 3-5 دقائق بين الغسلة والأخرى. يحضر محلول PBS (محلول منظم ملحي فوسفاتي) كما يلي: يذاب 8 غ من كلوريد الصوديوم (NaCl) و 0.757 غ من أحادية الهيدروجين فوسفات الصوديوم اللامائية (Na_2HPO_4) و 0.2 غ من كلوريد البوتاسيوم (KCl) و 0.2 غ من أزيد الصوديم (NaN_3) في ليتر واحد من الماء المقطر، ثم تعدل درجة حموضته (pH) إلى 7.4.
3. يوضع الغشاء في محلول Polyvinyl alcohol المذاب بـ PBST بتركيز 1 ملغ/ مل ولمدة دقيقة، أو استعمال حليب خال من الدسم (non-fat-milk) مذاب ب PBST بتركيز 3% ولمدة ساعة.
4. يغسل الغشاء كما ورد في الخطوة رقم 2.
5. يوضع الغشاء في محلول الأمصال المضادة المتعددة الكلون (المنتجة في الأرانب) أو الأمصال المضادة وحيدة الكلون (المنتجة في الفئران) تبعاً للفيروس المختبر. وذلك بعد تخفيفها حتى 1/500- 1/1000 في محلول PBS. ويترك لمدة ساعة على درجة حرارة الغرفة.
6. يغسل الغشاء كما ورد في الخطوة رقم 2.
7. يوضع الغشاء في محلول الأجسام المضادة المنتجة في أجسام الماعز ضد الأجسام المضادة للأرانب (Goat antirabbit immunoglobulins) أو للفئران (Goat antimouse immunoglobulins) المرتبطة بإنزيم الفوسفاتاز القلوي (حسب الأجسام المضادة المستعملة في الخطوة رقم 5) وذلك بعد تخفيفها حتى 1/2000 أو 1/5000 (حسب الشركة الصانعة) في محلول الربط (Conjugate buffer)، ويترك لمدة ساعة على درجة حرارة الغرفة. يحضر محلول الربط كما يلي: يذاب 20 غ من مادة Polyvenylpyrrolydone (PVP) و 2 غ من مادة بياض البيض (Ovalbumin) في ليتر واحد من محلول الغسيل (PBST).
8. يغسل الغشاء كما ورد في الخطوة رقم 2.
9. يوضع الغشاء في مادة التفاعل التي يفككها الإنزيم والمكونة من 3 مغ من مادة Nitroblue tetrazolium و 1 مغ من مادة5-bromo-4-chloro-3-indolyl phosphate المذابة في 10 مل من محلول Tris-HCl عياريته 0.1 جزيء ودرجة حموضته 9.5 والمحتوي على 0.1 جزيء من ملح الطعام (NaCl) و 0.05 جزيء من كلوريد المغنيزيوم ($MgCl_2$). يترك الغشاء في هذه المادة لمدة 15-20 دقيقة، يغسل بعدها بالماء المقطر، وتتم قراءة التفاعل بالعين المجردة للفيروسات التي تنتشر في جميع أنسجة النبات، وتستعمل المكبرة (Binocular) للفيروسات التي توجد في الأوعية الغربالية فقط. ويدل ظهور اللون الأزرق الأرجواني في العينات على وجود الفيروس، واللون الأخضر أو عدم ظهور اللون على خلو العينة من الفيروس.

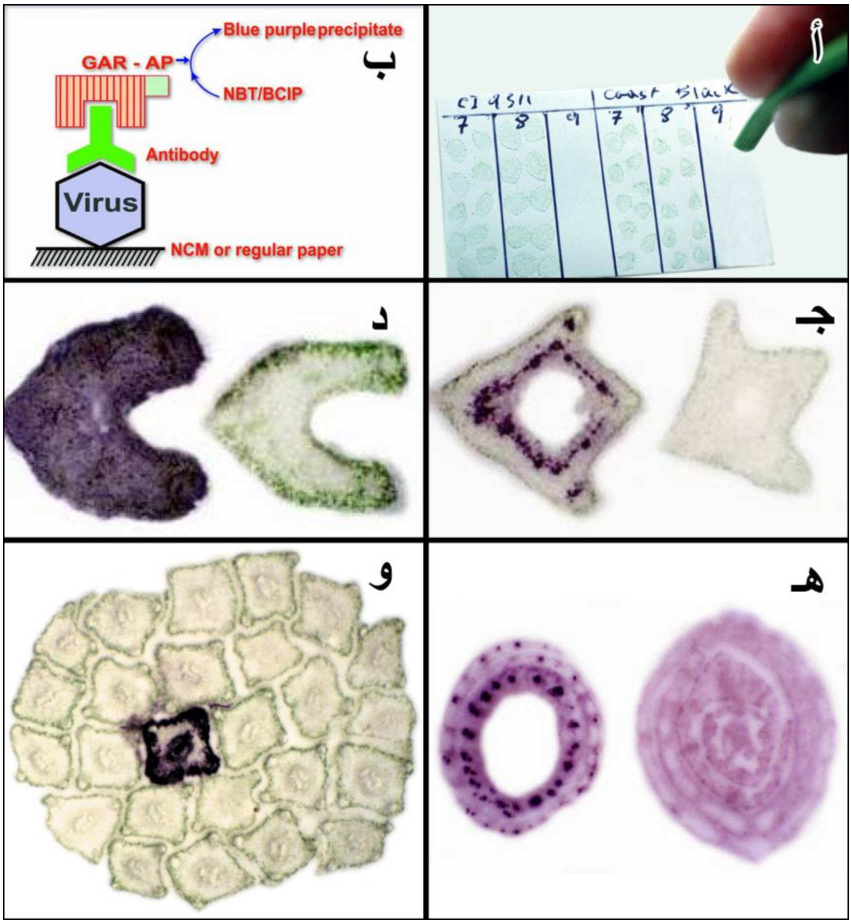
تجري جميع مراحل الإختبار السابقة عند درجة حرارة الغرفة، كما يفضل أن تجرى جميع خطواته (باستثناء مرحلة الكشف -8) على هزاز دائري وبسرعة منخفضة.

أما عيوب إختباري DIBA و TBIA، فتنحصر بأنه في بعض الأحيان يكون لون التفاعل ضعيفاً ولا يمكن تحديد قوة التفاعل بسهولة. ومع ذلك فإن حسناتهما كثيرة منها: الحساسية العالية، الفترة الزمنية القصيرة اللازمة لإختبار عدد كبير من العينات، عدم الحاجة إلى امكانيات كبيرة لإتمام الإختبار، والقدرة على تخزين الأغشية المطبوعة بالعينات لفترات طويلة، وانخفاض تكاليف إجراء

الإختبار. بالإضافة إلى ميزة أخرى، وهي أن العينات المطبوعة على أغشية النيتروسيليلوز يمكن ارسالها بواسطة البريد لمختبر آخر سواء في داخل البلد أو خارجه لإجراء الإختبار، في حال عدم توفر الامكانيات المحلية لاتمام الإختبار.

وقد درست كفاءة إختبار TBIA بالكشف عن المايكوبلازما وعدد من الفيروسات النباتية تنتمي إلى أربع مجموعات فيروسية: *Cucumovirus*، *Luteovirus*، *Potexvirus* و *Potyvirus* وعلى أنواع نباتية مختلفة (Lin *et al.*, 1990)؛ كما طبق هذا الإختبار للكشف عن فيروس ذبول وتبقع البندورة على نبات *Impatiens* (Hsu & Lawson, 1991)؛ وفيروس اصفرار وتقزم الشعير (BYDV) (شكل 3-د) على محاصيل الحبوب النجيلية (Makkouk & Comeau, 1994) و 10 فيروسات تصيب المحاصيل البقولية، تتبع ثمان مجموعات فيروسية، ثمانٌ منها توجد في جميع أنسجة النبات وهي: AlMV، CMV، BBMV، BBWV، PSbMV، BYMV، BBSV و BBTMV حيث تتلون جميع أجزاء النبات المصاب باللون الأزرق الأرجواني (شكل 3 - هـ). وإثنان منها يوجدان فقط في الأوعية الغربالية للنبات وهما: BLRV، FBNYV؛ وفي هذه الفيروسات تتلون الأوعية الغربالية للنبات المصاب باللون الأزرق الأرجواني فقط (شكل 3 - ج) (مكوك وقمري، 1996). كما أمكن بواسطة هذا الإختبار الكشف عن الفيروسات العشرة السابقة في جميع أجزاء النبات (الساق، نصل الورقة، عنق الورقة، الجذر) وذلك عند استخدام الأمصال المضادة المتعددة الكلون. كما تم أيضاً الكشف عن فيروسي BLRV و FBNYV باستخدام إما الأمصال المضادة الوحيدة الكلون أوالمتعددة الكلون وبالحساسية نفسها.

ويمكن لإختبار TBIA أن يكشف عن نبات مصاب واحد ضمن مجموعة حوت 25 نباتاً وبحساسية عالية (شكل 3-و). كما أن احتمال الحصول على تشخيص خاطئ في استعمال إختبار TBIA عند فحص عينة مركبة من عدة نباتات هو أقل من احتماله في إختبار DAS-ELISA إذ أن الكشف عن وجود الفيروس في نبات واحد فقط من نباتات المجموعة يكون جلياً؛ إلاّ أن وجوده في العينة المستخرجة من طحن نباتات المجموعة الواحدة وفحصها بواسطة DAS-ELISA يكون مشكوكاً فيه عندما يكون تركيز الفيروس في النبات المصاب قليل جداً، علاوة على أن طحن النباتات فى مجاميع وفحصها بالاليزا قد تنتج عنه مخاطر لأن حساب نسبة الإصابة يتم في تلك الحالة تبعاً لمعادلة رياضية (Maury *et al.*, 1985) يتطلب تطبيقها السليم التوزع العشوائي للعينات المصابة في مجاميع، وعليه لو تجمعت عدة عينات مصابة في مجموعة واحدة وظل عدد آخر من المجاميع خالياً من العينات المصابة فإن نسبة الإصابة المقدرة بالمعادلة الرياضية ستكون أقل من المقدرة ببصمة النسيج النباتي (فجلة وآخرون، 2007؛ Fegla *et al.*, 2000b) وذلك لأن البصمة النسيجية، كما ذكرنا، تشير إلى العينات المصابة بغض النظر عن توزعها فى المجاميع.



شكل 3. (أ) طريقة طبع النباتات المراد فحصها بالإختبار المصلي لبصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) على غشاء النيتروسيليلوز، (ب) شكل توضيحي يبين المبدأ العام لإختبار TBIA، (جـ) الكشف عن فيروس الإصفرار الميت للفول (FBNYV) بواسطة إختبار TBIA في ساق نبات الفول (النبات المصاب على اليسار والنبات السليم على اليمين)، (د) الكشف عن فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء (BYMV) في عنق ورقة نبات الفول (النبات المصاب على اليسار والنبات السليم على اليمن)، (هـ) الكشف عن فيروس اصفرار وتقزم الشعير (BYD) بواسطة إختبار TBIA في ساق شعير (النبات المصاب على اليسار والنبات السليم على اليمين)، (و) الكشف عن بادرة عدس مصابة بفيروس تلون بذور الفول (BBSV) ضمن مجموعة مؤلفة من 25 بادرة عدس بوساطة إختبار TBIA.

أما بالنسبة للمواد المستخدمة في إختبار TBIA (الأجسام المناعية المرتبطة بإنزيم الفوسفاتاز القلوي؛ الأمصال المضادة؛ والأجسام المضادة المنتجة في أجسام الماعز ضد الأجسام المضادة للأرانب وللفئران) فيمكن جمعها بعد إنتهاء الإختبار واستخدامها أكثر من مرة دون أي تأثير في

حساسية الإختبار. أما المواد التي تستخدم في إختبار DAS-ELISA فإنها عادة لاتجمع، وهذا ما يقلل كلفة إختبار TBIA عن إختبار DAS-ELISA.

ونتيجة لما تقدم، يمكن استعمال إختبار TBIA في أغلب المخابر عوضاً عن إختبارDAS-ELISA، إذ أن تحضير العينات في الإختبار الأخير، وبخاصة طحنها لاستخلاص العصير النباتي يستهلك جهداً ووقتاً كبيرين، ولهذا فإن إعتماد أي وسيلة لاختصار الزمن أو الجهد أمر مرغوب فيه، وبخاصة عند فحص عدد كبير من العينات بشكل مستمر. كما يمكن استعمال إختبار TBIA في المخابر التي لاتتوافر فيها الإمكانات لإجراء إختبار DAS-ELISA الذي يجرى على أطباق اليزا كونه يتفوق على هذه الأخيرة بسهولة استخدامه وبإختصار الوقت، ولايحتاج إلى أجهزة مرتفعة الثمن لقراءة التفاعل الذي يمكن تقديره بالعين المجردة.

4. إختبارات تشخيصية ترتكز على الحمض النووي للفيروس

رغم أن الإختبارات السيرولوجية تستخدم على نطاق واسع للكشف عن الفيروسات، إلا أن استخدام الأمصال المضادة لها بعض المحاذير، حيث أنها تستند على مولدات الضد الموجودة على الغلاف البروتيني للفيروس، الذي لا يمثل سوى حوالي 10% من اجمالي مجين الفيروس (Gould & Symons, 1983)، وبالتالي لا تأخذ في الاعتبار بقية مجين الفيروس. بينما في الإختبارات التي تعتمد على الحمض النووي، يمكن استهداف أي منطقة من المجين الفيروسي لتكوين إختبار تشخيصي. بالإضافة إلى ذلك، هناك حالات مرضية لايمكن تطبيق إختبارات مناعية للكشف عنها مثل الفيرويدات والأحماض النووية المرافقة والفيروسات التي لها تنوع في الطرز السيرولوجية (مثل، *Indian & African Peanut clump virus*، *Tobacco rattle virus*) والفيروسات التي تكون ضعيفة مناعياً أو التي يصعب تنقيتها وكذلك عندما يراد تحديد سلالات الفيروس. وبالتالي فإن الإختبارات التشخيصية بالاعتماد على الحمض النووي في مثل هذه الحالات تكون الطريقة الأمثل للإختبار.

1.4. إختبار تهجين الحمض النووي

يتكون الحمض النووي DNA من سلسلتين متكاملتين مرتبطتين ببعضهما بقوة بواسطة رابطات الهيدروجين (G≡C، A=T). يعتبر انجذاب أحد سلاسل الحمض النووي للسلسلة المكملة له من أقوى وأكثر التفاعلات دقة في الطبيعة. تم استغلال هذه الصفة في تطوير إختبار تهجين الحمض النووي، الذي يقوم على أساس التكامل بين سلسلتين من الحمض النووي (DNA:DNA، DNA:RNA أو RNA:RNA). في هذه الإختبارات، تستخدم كواسم في تشكيل الهجين مع الحمض

النووي المستهدف سلسلة مفردة من الحمض النووي (إما DNA أوcDNA أو RNA) تكون مكملة لمنطقة من مجين الفيروس (المراد الكشف عنه) وتكون معلمة بجزئ مراسل (reporter molecule). بعد ذلك، يتم الكشف عن السلسلة المزدوجة المتشكلة (الهجينة) المستهدفة بعدة طرق، حسب "الجزئ المراسل" المستخدم.

إن إختبار النقطة أو البقعة التهجينية (dot- or spot-blot hybridization) هو اسلوب شائع الاستخدام في تشخيص الأمراض النباتية الفيروسية (Garger *et al.*, 1983؛ Maule *et al.*, 1983؛ Owens & Diener, 1984؛ Palukaitis, 1984؛ Rosner *et al.*, 1986). تنطوي العملية برمتها على: (1) تغيير طبيعة الحمض النووي بجعله سلسلة مفردة خالية من التراكيب الثانوية، ويتم ذلك عادة بتعريضه لحرارة مرتفعة في إناء يغلي فيه الماء ثم تبريده بسرعة في الثلج (2) طبع وتثبيت الحمض النووي المستهدف (أي الحمض النووي الفيروسي في العينة المراد فحصها) على أغشية النيتروسيليلوز أو أغشية النايلون الموجبة الشحنة، (3) تغطية الأماكن الحرة على الأغشية بواسطة مواد غير متخصصة بالحمض النووي [في العادة تستخدم نطاف السلمون (Salmon sperm) أو الحمض النووي للغدة الصعتريه للعجل (calf-thymus DNA)] أو بواسطة البروتين [عادة يستخدم زلال مصل بقري (Bovine serum albumin) أو حليب غير دهني مجفف]، (4) السماح للتهجين بين الحمض النووي الفيروسي والواسم (الموجود بشكل سلسلة مفردة حرة في محلول التهجين)، (5) ازالة الواسم غير المهجن بالأغشية بواسطة عدة مرات من الغسيل، (6) الكشف عن المراسل الجزيء في الواسم المهجن بالسلسلة المستهدفة.

هذا ويعتبر تكوين محلول التهجين وتكوين محلول الغسيل ودرجة الحرارة التي يتم استعمالها في هاتين المرحلتين من أهم العناصر التي تعتمد عليها تخصصية التهجين، فكلما علت الحرارة وقل تركيز الأملاح زادت تخصصية الكشف. فالتهجين في محلول مائي عند درجة حرارة 65 °س يكون عال التخصصية، أما في محلول فورمامايد عند درجة حرارة 30–40 °س فهو أقل تخصصية. كذلك الغسيل في محلول 0.1X SSC وحرارة 65 °س يسمح بتخصصية عالية، أما في محلول 5X SSC ودرجة حرارة 50 °س فتكون تخصصية منخفضة.

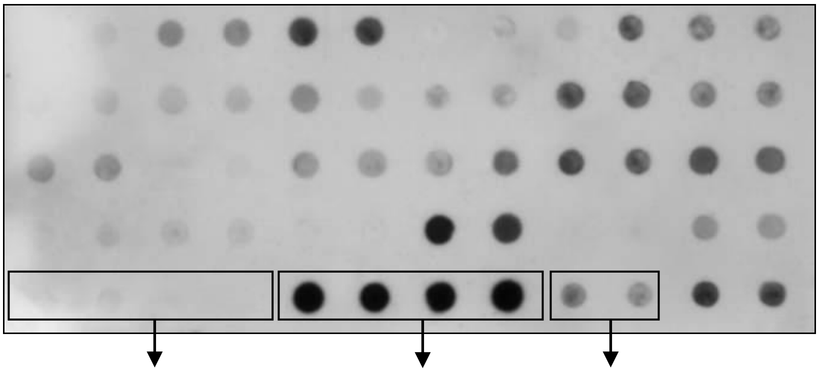
يمكن استخدام أي من الجينات المكملة للحمض النووي الريبي المنزوع الأوكسجين [Complementary DNA (cDNA) clones] في أي منطقة محددة من المجين الفيروسي كواسم للكشف عن الفيروس في العصارة النباتية. لإنتاج كلون cDNA، في العادة يتم تحويل RNA الفيروسي إلى سلسلة مزدوجة من DNA ومن ثم استنساخه في نواقل مناسبة (Sambrook *et al.*, 1989). المميزات الرئيسية للحمض النووي المستنسخ هي النقاء، على أن استخدام النواقل في الاستنساخ يؤمن تواجد مستمر ويحفظ cDNA، حيث يمكن استخدامه في أي

وقت ويمكن تزويد المختبرات المختلفة به لاستخدامه في تشخيص الفيروسات، مما يوفر نتائج إختبارات موحدة.

إن اختيار طريقة التعليم/الوسم تتعلق بطبيعة الواسم الذي سيستخدم. إن واسم الحمض النووي من نوع DNA يمكن أن ينتج عن طريق nick translation أو random primed labelling أو PCR، في حين أن واسم RNA يمكن تحضيره من خلال النسخ المخبري (Palukaitis, 1984). خلافاً لواسم DNA، فإن واسم RNA للسلسلة المفردة يستطيع التهجين فقط مع القطعة المستهدفة بدون إعادة الإلتحام وأن هجين RNA:RNA هو أكثر استقراراً من هجين DNA:RNA أو DNA:DNA. ومع ذلك، فان احتمال تدهور واسم RNA بسبب التلوث بأنزيم RNAase خلال عملية التهجين والتكاليف العالية لتكوين مثل هذه الواسمات جعلت استخدام الواسمات للحمض النووي DNA أوcDNA أكثر شيوعاً في الإختبارات التشخيصية.

تستخدم النظائر المشعة مثل P^{32} لتعليم واسمات الحمض النووي والكشف عنها عن طريق التصوير الاشعاعي وهي تعتبر الأكثر كفاءة أو حساسية في الكشف وتسمح بتحديد أو مقارنة كمية الفيروس الموجودة في العينات. إلاّ أن للنظائر المشعة عمر قصير لذا يلزم تحضير الواسم خلال فترة وجيزة من الإستعمال، كما يمكن أن يكون لاستخدامها خطر على الصحة العامة إذا تم استعمالها بطريقة غير مناسبة، ولذلك تتطلب اجراءات مكثفة ومكلفة لتلبية إجراءات السلامة. في السنوات الأخيرة، تم التغلب على مثل هذه المشاكل عن طريق التعليم بمواد غير مشعة (Eweida *et al.*, 1990؛ Dietzgen *et al.*, 1994؛ Mas *et al.*, 1993؛ Singh & Singh, 1995؛ Wesley *et al.*, 1996) سواء باستخدام biotin/streptavidin (Langer *et al.*, 1981) أو استخدام نظام digoxigenin (DIG)/antiDIG (Höltke *et al.*, 1995). هناك بعض المساوئ لاستخدام biotin/streptavidin، مثل وجود biotin في العينات وربط streptavidin بطريقة غير متخصصة على الأوجه الصلبة مثل أغشية النايلون، مما يؤدي إلى صعوبة قراءة النتائج. لهذا، فإن نظام DIG/antiDIG يستخدم على نطاق واسع للكشف عن العديد من الفيروسات حيث يمكن تحضير الواسم وخزنه لمدة تزيد عن سنة دون أن يؤثر ذلك سلباً على دقة الكشف. في هذا النظام تتعرض الأغشية بعد التهجين الى إضافة الأجسام المضادة antiDIG المربوطة بالأنزيم (سواء alkaline phosphatase أو horseradish peroxidase)، ثم الكشف عن التفاعل عن طريق استخدام المادة الكاشفة المناسبة التي تؤدي إما إلى ترسيب الناتج (الكشف عن طريق اللون) أو انطلاق ضوء عن طريق تفاعل كيميائي يكشف عنه عن طريق التصوير الاشعاعي (Höltke *et al.*, 1995) (شكل 4).

وتجدر الإشارة أنه أحياناً يمكن الإستغناء عن استخراج الحمض النووي باتباع طريقة بصمة النسيج النباتي والتهجين واستخدام نظام الكشف digoxigenin (DIG)/antiDIG (Abou-Jawdah *et al.*, 1996).



شكل 4. التركيز النسبي لفيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم (TYLCV) في نباتات الجيل الثالث عن طريق تهجين الحمض النووي باستخدام طريقة التفاعل الكيميائي الذي يكشف عنه بالتصوير الشعاعي.

2.4. التفاعل المتسلسل للبوليمراز (PCR)

تحسنت كثيراً حساسية الإختبارات التشخيصية اعتماداً على الحمض النووي بعد تطوير التفاعل المتسلسل للبوليمراز (PCR) (Mullis *et al.*, 1986). إن إختبار PCR يسمح بتسريع انتاج الحمض النووي المستهدف بشكل تسلسلي في المختبر. إن السرعة والتخصص، والحساسية الفائقة لإختبار PCR جعلته ملائماً للكثير من مجالات البحوث في علم الأحياء. ولقد أصبح هذا الإختبار منذ اكتشافه من أهم الإختبارات التشخيصية للأمراض النباتية الفيروسية إذ أنه يسمح بتكثيف انتاج الحمض النووي المستهدف ولو كان بتركيز منخفض جداً (Candresse *et al.*, 1998a؛ Hadidi *et al.*, 1995؛ Henson & French, 1993).

لانتاج أو استنساخ الحمض النووي نحتاج الى زوج من البادءات تكون كل واحدة منها مكونة من حوالى 15–22 نيكليوتيدة مكملة للحمض النووي المراد انتاجه في منطقتين مختلفتين ومتعاكستين، وبذلك يمكن انتاج أو استنساخ منطقة المجين الواقعة بينهما. في معظم الحالات يجب استخراج الحمض النووي قبل البدء بإختبار PCR. يتكون إختبار PCR من ثلاث خطوات: (1) تغيير طبيعة الحمض النووي (denaturation) عن طريق رفع درجة الحراره (عادة 94–95 °س) لفصل سلسلتي الحمض النووي DNA عن بعضها البعض، (2) التصاق (annealing) البادءات مع سلاسل الحمض النووي DNA المستهدفة والمقابلة لهم (إن درجة حرارة الالتصاق تعتمد على نوع النيكليوتيدات المكونة للبادئ وطوله، وعادة ما تتراوح ما بين 45–65 °س) و (3) تمدد (extension) كل بادئ عبر المنطقة المستهدفة (تكون عادة عند درجة حرارة

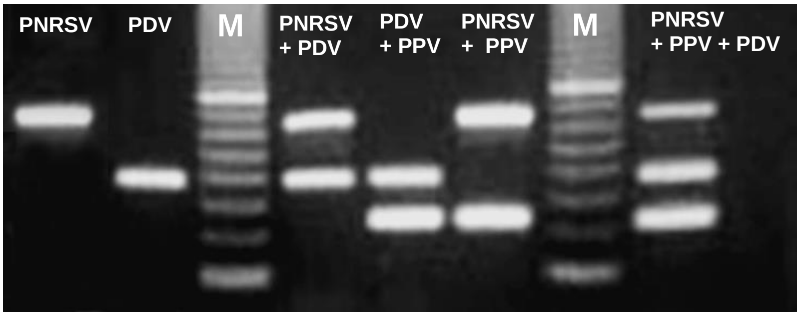
72 ^{o}س) باستخدام انزيم النسخ لسلسلة DNA (مثلTaq polymerase). كل سلسلة من الحمض النووي في الدورة الواحدة ستكون بمثابة قالب لتكوين حمض نووي DNA جديد في الدورة القادمة. وهذا يؤدي إلى زيادة هائلة في ناتج PCR يعتمد على عدد الدورات المستخدمة. تكرر الخطوات الثلاثة السابقة عدد من المرات (بين 30 و 40 مرة) في جهاز Thermocycler حتى يستنسخ كمية كافية من المنتج المراد. وبالتالي فإن جزيء واحد سيتم تضخيمه $2^{ن}$ مرة بعد "ن" دورة، أي حوالى 3.4×10^{10} مرة في 35 دورة إذا ما افترض أن الكفاءة 100%. في العادة تكون الكفاءه بحدود 65–85%، ويمكن للمرء أن يتوقع أن يكون اجمالي الناتج التجميعي مابين $1.65^{ن}$ و $1.85^{ن}$ (Krawetz 1989). وهكذا في ساعات قليلة، فإن السلسلة المستهدفة تتكاثر أو تنتج بكميات هائلة ويمكن الكشف عن الناتج عن طريق تمريره بواسطة الرحلان الكهربائي عبر هلام من الآجار، ثم صبغه بواسطة بروميد الاثيديوم وتعريضه للأشعة فوق البنفسجية لكشف الحمض النووي المنتج. هناك أجهزة PCR متوفرة تجارياً والتي يمكن استخدامها لتحليل عينات كثيرة في آن واحد، مما يجعل هذه الأجهزة مناسبة للتشخيص الروتيني.

هذا الإختبار ينطبق مباشرة على الفيروسات ذات الحمض النووي الريبي المنزوع الاوكسجين (مثل الأنواع التابعة للأجناس *Cauliomvirus*، *Geminivirus*، *Badnavirus*، *Nanovirus*)؛ ولكن لتشخيص الفيروسات النباتية التي تملك غالبيتها حمض نووي ريبي (RNA) يجب تحويله إلى سلسلة مكملة من DNA (cDNA) بواسطة النسخ العكسي (Reverse Transcription = RT) قبل البدء بإختبار PCR لتكوين قطعة مناسبة من الحمض النووي DNA المستهدف لاحقاً للتضخيم. في الدورات الأولى لإختبار PCR، تكون سلسلة الحمض النووي المكملة من قالب cDNA، ولكن بعد ذلك فإن التفاعل سيتشكل من السلسلة المزدوجه للحمض النووي DNA كما هو موصوف أعلاه. هذه العملية من التضخيم تسمى التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR). إن الناتج النهائي للحمض النووي المضخم يمكن تمريره عبر هلام الآجار بواسطة الرحلان الكهربائي.

إضافة الى فائدته كإختبار تشخيصي، فإن PCR يمكن أن يستخدم أيضاً بالاشتراك مع تقنيات أخرى مثل restriction fragment length polymorphism (RFLP) أو دراسة تسلسل النيوكليوتيدات في سلسلة الحمض النووي DNA المضخمة لدراسة الاختلافات مابين الفيروسات على المستوى الجزيئي (Almond *et al.*, 1992؛ Candresse *et al.*, 1995؛ Tenllado *et al.*, 1994). واستناداً إلى معلومات تسلسل النيوكليوتيدات لعدد من الفيروسات المختلفة، فإنه يمكن تصميم بادئات يمكن استخدامها في إختبارات PCR للكشف والتفريق مابين الفيروسات على مستوى الفصيلة أو الجنس أو حتى على مستوى السلالة (شكل 5) (Robertson *et al.*, 1991؛ Omunyin *et al.*, 1996)، أو الكشف عن فيروسات (إثنين أو أكثر) ليس بينها علاقة في عينة واحدة عن طريق استخدام مزيج من البادئات

الفيروسية (Multiplex PCR) (شكل 6) (Bariana *et al.*, 1994؛ Hauser *et al.*, 2000؛ Minafra & Hadidi, 1994؛ Nassuth *et al.*, 2000؛ Shalaby *et al.*, 2002؛ Smith & Van de Velde, 1994). ويمكن استخدام تقنية PCR بفعالية في دراسات الأوبئة وبرامج التربية لإنتاج نباتات مقاومة للفيروس، وخاصة في الحالات التي يصعب اكتشافها في التقنيات الأخرى (Candresse *et al.*, 1998b؛ Harrison *et al.*, 1997؛ Rush *et al.*, 1994).

مع أن مزايا RT-PCR تفوق سلبياته، فانه يجب توخي الحذر اثناء القيام بتفاعلات PCR، لما لها من حساسية عالية و قوة تضخيم هائلة، وذلك من أجل تجنب التفاعلات الكاذبة الناتجة عن التلوث. بعض هذه المشاكل يمكن التغلب عليها مع اتباع التدابير والعناية الكافية لتجنب التلوث الخارجي الناتج عن الجو المحيط، كما أن استخدام الشواهد السلبية والايجابية مع العينات المفحوصة في كل إختبار PCR تعطي فكرة عن مدى نجاح الإختبار (Kwok & Higuchi, 1989).



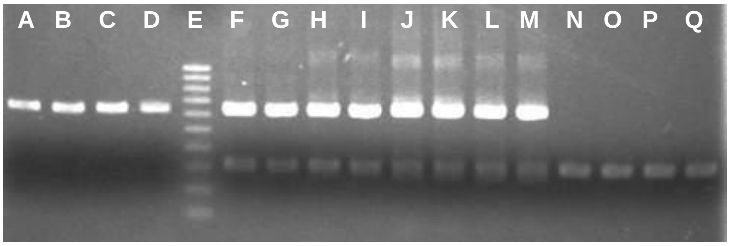
شكل 5. الكشف عن ثلاثة فيروسات تصيب أشجار الفاكهة بواسطة Multiplex PCR. حجم القطعة المضخمة لفيروس البقع الحلقية الميتة للخوخ/البرقوق (PNRSV) = 650 قاعدة آزوتية، لفيروس تقزم الخوخ/البرقوق (PDV) = 320 قاعدة آزوتية، وفيروس جدري الخوخ/البرقوق (PPV) = 220 قاعدة آزوتية.

تم تطوير اسلوب جديد يجمع بين المزايا التقنيه لإختبار PCR مع مزايا الإختبار السيرلوجي (اليزا)، يدعى Immunocapture-RT-PCR (IC-RT-PCR)، للكشف عن عدد من الفيروسات النباتية (Nolasco *et al.*, 1993؛ Wetzel *et al.*, 1992). في هذا الإختبار، يتم تركيز جسيمات الفيروس أولاً على سطح صلب (سواء في انابيب الطرد المركزي الصغيرة أو في أطباق اليزا) باستخدام أجسام مضادة متخصصة بالفيروس. يتم الافراج عن الجسيمات الفيروسية وتحرير الحمض النووي RNA الفيروسي ثم تضخيمه بإختبار RT-PCR. ويؤدي هذا إلى زيادة حساسية الإختبار، وتخفيف المشاكل التي يمكن أن تحدث خلال استخلاص RNA إلى الحد الأدنى. إن اسلوب IC-RT-PCR هو خيار مفيد بديل عن RT-PCR للكشف عن الفيروسات في المواد النباتية

والحشرات الناقلة للفيروسات (Candresse *et al.*, 1998a؛ James *et al.*, 1997؛ Jain *et al.*, 1998؛ Latvala *et al.*, 1997؛ Mumford & Seal, 1997).

وقد سمحت تقنية الـ RT-PCR بإستنساخ جينات الغطاء البروتيني لعدد من الفيروسات (التي يصعب إستخراجها وتنقيتها لإنتاج أمصال) وإنتاج بروتيين غطاء هذه الفيروسات في المختبر *in vitro* ومن ثم استعمالها لإنتاج أمصال مضادة يمكن استعمالها في إختبارات ELISA للكشف عن هذه الفيروسات (Abou-Jawdah *et al.*, 2004؛ Hourani & Abou-Jawdah, 2003).

634 bp



316 bp

شكل 6. الكشف عن فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم (TYLCV) باستخدام زوجين من البادئات TYc138/TYv2337 و TYc138/TYm2664 التي تضخم قطعتين بحجم 634 قاعدة أزوتية و 316 قاعدة أزوتية للعزلتين TYLCV-IL و TYLCV-Mld، على التوالي. A إلى D عينات TYLCV-IL، N إلى Q: عينات TYLCV-Mld، F إلى M: عينات مختلطة، E= شاهد (سلم 100 قاعدة آزوتية).

أخيراً، تم ابتداع إختبار للكشف عن الفيروسات وقياسها، يدعى Real-time quantitative PCR (Dietzgen *et al.*, 1999؛ Eun *et al.*, 2000؛ Mumford *et al.*, 2000؛ Roberts *et al.*, 2000). بالاضافة إلى حساسية ودقة هذا الإختبار، فله مزايا أخرى إذا ما قورن بـ RT-PCR و PCR؛ فهو يسمح بالحصول على النتائج بسرعة أكبر دون الحاجة إلى تمرير المنتج عبر هلام الآجار بواسطة الرحلان الكهربائي ويمكن من تحديد مقدار الفيروس في العينة ويقلل من التلوث بمادة بروميد الأيثيديوم، يوفر المعالجة بعد PCR، وله طاقة انتاجية أعلى. ولكن هذا الإختبار يتطلب تكلفة أعلى ومعدات خاصة وكواشف أغلى مقارنة بإختبار PCR.

5. استنتاجات عامة

هناك مجموعة واسعة من التقنيات أو الإختبارات، كما ورد أعلاه، متاحة حالياً للكشف عن الفيروسات النباتية. هذه التقنيات مفيدة للمسح الحقلي للأمراض الفيروسية ورصد الأمراض في المحاصيل، والدراسات الوبائية، وتطبيق أنظمة الحجر الزراعي، ولبرامج التربية لانتخاب نباتات مقاومة للفيروسات. إن استخدام مجموعة مختلفة من الإختبارات يؤدي إلى زيادة الحساسية والدقة، ويوسع نطاق تطبيقات فعالة لتشخيصها وتطوير استراتيجيات مكافحة مناسبة لتخفيف الخسائر الناجمة عن العديد من الأمراض الفيروسية المدمرة (Martin *et al.*, 2000).

تعتبر الإختبارات التي تعتمد على الحمض النووي وسيلة جيدة وحساسة للكشف عن الفيروسات، إلا أن نجاحها يعتمد إلى حد كبير على توفر الامكانيات المخبرية والمهارات الفنية للعاملين، والتي يصعب توفرها في كثير من الأحيان. ولكن المزايا التي توفرها مثل هذه الإختبارات تشجع على رصد الموارد الضرورية لإنشاء المختبرات التي تسمح باستخدامها. إلا أنه في حال عدم وجود مثل هذه المختبرات المجهزة هناك خيارات بديلة، حيث يمكن طبع العينات المراد فحصها على أغشية النيلون أو النيتروسيليلوز ومن ثم إرسالها إلى مختبرات مركزية داخل البلد أو خارجه التي تتوفر فيها الامكانيات اللازمة لاستكمال الإختبارات.

ومع ذلك، من المهم أن نضع في الاعتبار أن الإختبارات المرتكزة على الأحماض النووية والإختبارات السيرولوجية تعطي في كثير من الأحيان نتائج مماثلة من حيث الحساسية والدقة، ولهذا فإن الإختبارات السيرولوجية هي الأسلوب المفضل للكشف عن الفيروسات في العديد من البلدان، لأن الإختبارت الجزيئية التي تعتمد على الأحماض النووية تكلفتها عالية وتحتاج إلى مختبرات متخصصة.

إن تطبيق المعايير الدولية في عصر "عولمة" الزراعة والصحة النباتية يلعب دوراً هاماً في تسهيل تبادل البذور وتبادل الأصناف في العالم بما فيها المنطقة العربية. وبالتالي فإن اتباع إجراءات لإنتاج مواد اكثار نباتية "خالية من الفيروس" عملية ضرورية جداً (Frison *et al.*, 1990؛ Spiegel *et al.*, 1993). ويجب الإشارة هنا، إلى أن اي نتيجة إيجابية سواء في الإختبارات السيرولوجية أو في الإختبارات البيولوجية الجزيئية لا يعني بالضرورة وجود فيروس بحالة نشطة من الناحية البيولوجية، وأن الفيروس ينتقل عن طريق البذور (Johansen *et al.*, 1994؛ Konaté & Barro, 1993؛ Konaté & Neya, 1996). لذلك في حالات خاصة، حيث المادة الوراثية المتبادلة ذات قيمة زراعية مرتفعة، يمكن إجراء إختبارات اضافية عليها لتأكيد النتائج قبل اتخاذ قرار برفض البذور. إن هذه الاجراءات ذات أهمية للحجر الصحي والتي يجب توحيدها عبر المنطقة العربية على أساس اقليمي.

بيد أن جميع هذه الأنشطة تتطلب تطوير المهارات وتوفير الخبرات الكافية لتفعيل واجراء الإختبارات التشخيصية في بيئات مختلفة من المنطقة العربية وتفسير النتائج دون أي غموض. ينبغي تنظيم دورات تدريبية قصيرة الأجل وبشكل منتظم حول مختلف طرائق التشخيص وبالتالي تطوير المهارات والمعارف للعاملين في مراكز البحوث والإرشاد الزراعي على كشف وتحديد الفيروسات والفيرويدات النباتية. ويعتبر مشاركة العلماء المختصون في مثل هذه الدورات من مختلف المؤسسات داخل وخارج المنطقة العربية، وذوي الخبرة في مختلف مجالات البحوث النباتية الفيروسية أمراً هاماً لتحقيق هذا الهدف. ومن المهم للمؤسسات البحثية المشاركة في برامج تحسين المحاصيل في المنطقة العربية أن تواصل جهودها لتعزيز القدرات في مجال بحوث الأمراض الفيروسية في البرامج الوطنية. ومن المهم أيضاً أن تكون الاستراتيجيات طويلة الاجل ومنسقة وتركز على الأمراض الفيروسية التي تصيب مختلف المحاصيل في المنطقة العربية، وخاصة تلك التي لم تدرس بشكل كاف حتى الآن. وكذلك من المهمً نشر وتعميم المعلومات التشخيصية ليستخدمها العلماء في مختلف المؤسسات.

6. المراجع

فجلة، جابر، يحيى الفحام ومرفت فتح الله. 2007. فيروس موزاييك البرسيم الحجازى/الجت: مداه العائلي، تنقيته، طرق انتقاله وتفاعلاته السيرولوجية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 71.

قمري، صفاء غسان وخالد مكوك.1993. مقارنة كفاءة طرائق مختلفة من إختبار اليزا (ELISA) في الكشف عن فيروسي موزاييك البازلاء المنقول بواسطة البذور وتلون بذور الفول في عصارة نباتات العدس. مجلة وقاية النبات العربية، 11: 86-91.

مكوك، خالد محي الدين وصفاء قمري. 1996. الكشف عن عشرة فيروسات تصيب المحاصيل البقولية بالإختبار المصلي لبصمة النسيج النباتي. مجلة وقاية النبات العربية، 14: 3-9.

Abou-Jawdah, Y., H. Sobh, N. Cordahi, H. Kawtharani, G. Nemer, D.P. Maxwell and M.K. Nakhla. 2004. Immunodiagnosis of *Prune dwarf virus* using antiserum produced to its recombinant coat protein. Journal of Virological Methods, 121: 31-38.

Abou-Jawdah, Y., K.H. Soubra and W.A. Shebaro. 1996. Evaluation of the reaction of tomato genotypes to tomato yellow leaf curl geminivirus in Lebanon. Phytopathologia Mediterranea, 35:91-99.

Adams, A.N. 1978. The detection of plum pox virus in Prunus species by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Annals of Applied Biology, 90: 215–221.

Almond, N., S. Jones, A.B. Heath and P.A. Kitchin. 1992. The assessment of nucleotide sequence diversity by the polymerase chain reaction is highly reproducible. Journal of Virological Methods, 40: 37–44.

Al-Moudallal, Z., D. Altschuh, J.P. Briand and M.H.V. van Regenmortel. 1984. Compartive sensitivity of different ELISA procedures for detecting monoclonal antibodies. Journal of Immunological Methods, 68: 35-43.

Avrameas, S. 1972. Enzyme markers: their linkage with proteins and use in immunhistochemistry. Histochemistry Journal, 47: 321–330.

Baker, K.K., D.C. Ramsdell and J.M. Gillett. 1985. Electron microscopy: current applications to plant virology. Plant Disease, 69: 85–90.

Ball, E.M. 1974. Serological tests for the identification of plant viruses. American Phytopathological Society Monograph. 31 pp.

Banttari, E.E. and P.H. Goodwin. 1985. Detection of potato viruses S, X, and Y by enzyme-linked immunosorbent assay on nitrocellulose membranes (dot-ELISA). Plant Disease, 69: 202–205.

Bariana, H.S., A.L. Shannon, P.W.G. Chu and P.M. Waterhouse. 1994. Detection of five seedborne legume viruses in one sensitive multiplex polymerase chain reaction test. Phytopathology, 84: 1201–1205.

Bock, K.R. 1982. The identification and partial characterization of plant viruses in the tropics. Tropical Pest Management, 28: 399–411.

Candresse, T., G. Macquaire, M. Lanneau, M. Bousalem, L. Quiot-Douine, J.B. Quiot and J. Dunez. 1995. Analysis of plum pox potyvirus variability and development of strain-specifi c PCR assays. Acta Horticulturae, 386: 357–369.

Candresse, T., M. Cambra, S. Dallot, M. Lanneau, M. Asensio, M.T. Gorris, F. Revers, G. Macquaire, A. Olmos, D. Boscia, J.B. Quiot and J. Dunez. 1998b. Comparison of monoclonal antibodies and polymerase chain reaction assays for the typing of isolates belonging to the D and M serotypes of plum pox potyvirus. Phytopathology, 88: 198–204.

Candresse, T., R.W. Hammond and A. Hadidi. 1998a. Detection and identification of plant viruses and viroids using polymerase chain reaction (PCR). Pages 399–416. In: Control of plant virus diseases. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and K. Koganezawa (eds.). APS Press, St. Paul, MN, USA.

Chirkov, S.N., A.M. Olovnikov, N.A. Surguchyova and J.G. Atabekov. 1984. Immunodiagnosis of plant viruses by a virobacterial agglutination test. Annals of Applied Biology, 104: 477-483.

Clark, M.F. 1981. Immunosorbent assays in plant pathology. Annual Review of Phytopathology, 19: 83–106.

Clark, M.F. and A.N. Adams. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. Journal of General Virology, 34: 475– 483.

Clark, M.F. and M. Bar-Joseph. 1984. Enzyme immunosorbent assays in plant virology. Pages 51–85. In: Methods in virology. K. Maramorosch and H. Koprowski (eds.). Academic Press, New York, USA.

Cooper, J.I. and M.L. Edwards. 1986. Variations and limitations of enzyme-amplified immunoassays. Pages 139–154. In: Developments and applications in virus testing. R.A.C. Jones and L. Torrance (eds.). Association of Applied Biologists, Wellesbourne, UK.

Derrick, K.S. 1973. Quantitative assay for plant viruses using serologically specific electron microscopy. Virology, 56: 652–653.

Dietzgen, R.G., J.E. Thomas, G.R. Smith and D.J. Maclean. 1999. PCR-based detection of viruses in banana and sugarcane. Current Topics in Virology, 1: 105–118.

Dietzgen, R.G., Z. Xu and P.-Y. Teycheney. 1994. Digoxigenin-labeled cRNA probes for the detection of two potyviruses infecting peanut (*Arachis hypogaea*). Plant Disease, 78: 708–711.

Edwardson, J.R., R.G. Christie, D.E. Purcifull and M.A. Petersen. 1993. Inclusions in diagnosing plant virus diseases. Pages 101–128. In: Diagnosis of plant virus diseases. R.E.F. Matthews (ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

Eun, A.J.-C., M.-L. Seoh and S.-M. Wong. 2000. Simultaneous quantitation of two orchid viruses by the TaqMan real time RT-PCR. Journal of Virological Methods, 87: 151–160.

Eweida, M., H. Xu, B.P. Singh and M.G. Abouhaidar. 1990. Comparison between ELISA and biotin-labelled probes from cloned cDNA of potato virus X for the detection of virus in crude tuber extracts. Plant Pathology, 30: 623–628.

Farr, A.G. and P.K. Nakane. 1974. Immunohistochemistry with enzyme labeled antibodies: a brief review. Journal of Immunological Methods, 47: 129–144.

Fegla, G.I., I.A. El-Samra, K.A. Noaman and H.A. Younes. 1997. Host range, transmission and serology of an isolate of tomato yellow leaf curl virus from tomato of plastic

houses in northern Egypt. Proceeding of the 1st Scientific Conference of Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture, Assiut University, Assiut, 1: 549-567.
Fegla, G.I., I.A. El-Samra, H.A. Younes and M.H. Abd El-Aziz. 2000a. Optimization of dot immunobinding assay (DIA) for detection of tomato mosaic virus (ToMV). Advances in Agricultural Research, 5: 1495-1506.
Fegla, G.I., Y.M. El-Faham, H.A. Younes and M.M. Fath-Allah. 2000b. Detection of alfalfa mosaic Alfamovirus in seeds, seed parts and seedlings of two alfalfa cultivars, Mansoura University Journal of Agricultural Sciences, 25: 7599-7609.
Fegla, G.I., I.A. El-Samra, H.A. Younes and M.H. Abd El-Aziz. 2001. Comparative studies for detection of tomato mosaic Tobamovirus (ToMV), cucumber mosaic Cucumovirus (CMV) and potatoY Potyvirus (PVY). Journal of the Advances in Agricultural Research, 6: 239-253.
Fegla, G.I., M.M. Fath-Allah and H.A. Younes. 2004. Alfalfa mosaic Alfamovirus in alfalfa floral parts, pods and seeds at different stages of development. Mansoura University Journal of Agricultural Sciences, 29: 4931-4939.
Francki, R.I.B. 1980. Limited value of the thermal inactivation point, longevity in vitro and dilution end point as criteria for the characterization, identification, and classification of plant viruses. Intervirology, 13: 91–98.
Fridlund, P.R. 1980. Glasshouse indexing for fruit tree viruses. Acta Horticulturae, 94: 153–158.
Frison, E.A., L. Bos, R.I. Hamilton, S.B. Mathur and J.D. Taylor. 1990. FAO/IBPGR technical guidelines for the safe movement of legume germplasm. Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy.
Garger, S.J., T. Turpin, J.C. Carrington, T.J. Morris, R.L. Jordan, J.A. Dodds and L.K. Grill. 1983. Rapid detection of plant RNA viruses by dot blot hybridization. Plant Molecular Biology Reporter, 1: 21–25.
Gould, A.R. and R.H. Symons. 1983. A molecular biological approach to relationships among viruses. Annual Review of Phytopathology, 21: 179–199.
Graddon, D.J. and J.W. Randles. 1986. Single antibody dot immunoassay: a simple technique for rapid detection of a plant virus. Journal of Virological Methods, 13: 63–69.
Hadidi, A., L. Levy and E.V. Podleckis. 1995 Polymerase chain reaction technology in plant pathology. Pages 167–187. In: Molecular methods in plant pathology. R.P. Singh and U.S. Singh (eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
Hamilton, R.I., J.R. Edwardson, R.I.B. Francki, H.T. Hsu, R. Hull, R. Koenig and R.G. Milne. 1981. Guidelines for the identification and characterization of plant viruses. Journal of General Virology, 54: 223–241.
Hampton, R., E. Ball and S. De Boer. 1990. Serological methods for detection and identification of viral and bacterial plant pathogens. American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA.
Harrison, B.D., X. Zhou, G.W. Otim-Nape, Y. Liu and D.J. Robinson. 1997. Role of a novel type of double infection in the geminivirus-induced epidemic of severe cassava mosaic in Uganda. Annals of Applied Biology, 131: 437–448.
Hauser, S., C. Weber, G. Vetter, M. Stevens, M. Beuve and O. Lemaire. 2000. Improved detection and differentiation of poleroviruses infecting beet or rape by multiplex RT-PCR. Journal of Virological Methods, 89: 11–21.
Henson, J.M. and R. French. 1993. The polymerase chain reaction and plant disease diagnosis. Annual Review of Phytopathology, 31: 81–109.
Hewings, A.D. and C.J. D’Arcy. 1984. Maximizing the detection capability of a beet western yellows virus ELISA system. Journal of Virological Methods, 9: 131–142.
Höltke, H.-J., W. Ankenbauer, K. Mühlegger, R. Rein, G. Sanger, R. Seibl and T. Walter. 1995. The digoxigenin (DIG) system for nonradioactive labelling and detection of nucleic acids: an overview. Cellular and Molecular Biology, 41: 883–905.
Horvath, J. 1993. Host plants in diagnosis. Pages 15–48. In: Diagnosis of plant virus diseases. R.E.F. Matthews (ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

Hourani, H. and Y. Abou-Jawdah. 2003. Immunodiagnosis of cucurbit yellow stunting disorder virus using polyclonal antibodies developed against recombinant coat protein. Journal of Plant Pathology, 85: 197-204.

Hsu, H.T. and R.H. Lawson. 1991. Direct tissue blotting for detection of tomato spotted wilt virus in Impatiens. Plant Disease, 75: 292–295.

Hu, J.S., D.M. Sether, X.P. Liu and M. Wang. 1997. Use of tissue blotting immunoassay to examine the distribution of pineapple closterovirus in Hawaii. Plant Disease, 81: 1150–1154.

Hughes, J.d’A. and L.A. Ollennu. 1993. The virobacterial agglutination test as a rapid means of detecting cocoa swollen shoot virus. Annals of Applied Biology, 122: 299–310.

Jain, R.K., S.S. Pappu, H.R. Pappu, A.K. Culbreath and J.W. Todd. 1998. Molecular diagnosis of tomato spotted wilt tospovirus infection of peanut and other field and greenhouse crops. Plant Disease, 82: 900–904.

James, D., P.A. Trytten, D.J. Mackenzie, G.H.N. Towers and C.J. French. 1997. Elimination of apple stem grooving virus by chemotherapy and development of an immunocapture RT-PCR for rapid sensitive screening. Annals of Applied Biology, 131: 459–470.

Johansen, E., M.C. Edwards and R.O. Hampton. 1994. Seed transmission of viruses: current perspectives. Annual Review of Phytopathology, 32: 363–386.

Jones, A.T. 1993. Experimental transmission of viruses in diagnosis. Pages 49–72. In: Diagnosis of plant virus diseases. R.E.F. Matthews (ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

Köhler, G. and C. Milstein. 1975. Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity. Nature (London), 256: 495–497.

Kolber, M., M. Nemeth and P. Szentivanyi. 1982. Routine testing of English walnut mother trees and group testing of seeds by ELISA for detection of cherry leaf roll virus infection. Acta Horticulturae, 130: 161–172.

Konaté, G. and B.J. Neya. 1996. Rapid detection of cowpea aphid-borne mosaic virus in cowpea seeds. Annals of Applied Biology, 129: 261–266.

Konaté, G. and N. Barro. 1993. Dissemination and detection of peanut clump virus in groundnut seed. Annals of Applied Biology, 123: 623–627.

Krawetz, S.A. 1989. The polymerase chain reaction: opportunities for agriculture. AgBiotech News and Information, 1: 897–901.

Kwok, S. and R. Higuchi. 1989. Avoiding false positives with PCR. Nature, 339: 237–238.

Lange, L. and M. Heide. 1986. Dot immuno binding (DIB) for detection of virus in seed. Canadian Journal of Plant Pathology, 8: 373–379.

Langer, P.R., A.A. Waldrop and D.C. Ward. 1981. Enzymatic synthesis of biotin-labelled polynucleotides: Novel nucleic acid affinity probes. Proceedings of National Academy of Sciences USA, 78: 6633–6637.

Latvala, S., P. Susi, A. Lemmetty, S. Cox, A.T. Jones and K. Lehto. 1997. Ribes host range and erratic distribution with in plants of blackcurrant reversion associated virus provide further evidence for its role as the causal agent of reversion disease. Annals of Applied Biology, 131: 283–295.

Leong, M.M.L., C. Milstein and R. Pannell. 1986. Luminescent detection method for immunodot, western, and southern blots. Journal of Histochemistry and Cytochemistry, 34: 1645–1650.

Lin, N.S., Y.H. Hsu and H.T. Hsu. 1990. Immunological detection of plant viruses and mycoplasmalike organisms by direct tissue blotting on nitrocellulose membranes. Phytopathology, 80: 824–828.

Makkouk K.M. and A. Comeau, 1994. Evaluation of various methods for the detection of barley yellow dwarf virus by the tissue-blot immunoassay and its use for virus detection in cereals inoculated at different growth stages. European Journal of Plant Pathology, 100: 71–80.

Makkouk, K. M., H.T. Hsu and S. G. Kumari. 1993. Detection of three plant viruses by dot-blot and tissue-blot immunoassays using chemiluminescent and chromogenic substrates. Journal of Phytopathology, 139:97-102

Martelli, G.P. 1993. Leafroll. Pages 37–44. In: Graft-transmissible diseases of grapevines. Handbook for detection and diagnosis. G.P. Martelli (ed.). ICVG/FAO, Rome, Italy.

Martin, R.R., D. James and C.A. Le’vesque. 2000. Impacts of molecular diagnostic technologies on plant disease management. Annual Review of Phytopathology, 38: 207–239.

Mas, P., J.A. Sanchez-Navarro, M.A. Sanchez-Pina and V. Pallas. 1993. Chemiluminescent and colorigenic detection of cherry leafroll virus with digoxigenin-labeled RNA probes. Journal of Virological Methods, 45: 93–102.

Matthews, R.E.F. 1980. Host plant responses to virus infection. Pages 297–359. In: Comprehensive virology, vol. 16, virus-host interaction, viral invasion, persistence, and diagnosis. H. Fraenkel-Conrat and R.R. Wagner (eds.). Plenum Press, New York, USA.

Maule, A.J., R. Hull and J. Donson. 1983. The application of spot hybridization to the detection of DNA and RNA viruses in plant tissues. Journal of Virological Methods, 6: 215–224.

Maury, Y., C. Duby, J.M. Bossennec and G. Boudazin. 1985. Group analysis using ELISA: determination of the level of transmission of soybean mosaic virus in soybean seed. Agronomie, 5: 405-415.

McLaughlin, M.R., O.W. Barnett, P.M. Burrows and R.H. Baum. 1981. Improved ELISA conditions for detection of plant viruses. Journal of Virological Methods, 3: 13–25.

Milne, R.G. 1991. Immunoelectron microscopy for virus identification. Pages 87–120. In: Electron microscopy of plant pathogens. K. Mendgen and D.E. Lesemann (eds). Springer-Verlag, Berlin, Germany.

Milne, R.G. 1993. Electron microscopy of in vitro preparations. Pages 215–251. In: Diagnosis of plant virus diseases. R.E.F. Matthews (ed.). CRC press, Boca Raton, Florida, USA.

Minafra, A. and A. Hadidi. 1994. Sensitive detection of grapevine virus A, B, or leafroll associated III from viruliferous mealybugs and infected tissue by cDNA amplification. Journal of Virological Methods, 47: 175–188.

Mullis, K.F., F. Faloona, S. Scharf, R. Saiki, G. Horn and H. Erlich. 1986. Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: the polymerase chain reaction. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, 51: 263–273.

Mumford, R.A. and S.E. Seal. 1997. Rapid single-tube immunocapture RT-PCR for the detection of two yam potyviruses. Journal of Virological Methods, 69: 73–79.

Mumford, R.A., K. Walsh, I. Barker and N. Boonham. 2000. Detection of potato mop top virus and tobacco rattle virus using a multiplex real-time fluorescent reverse-transcription polymerase chain reaction assay. Phytopathology, 90: 448–453.

Nassuth, A, E. Pollari, K. Helmeczy, S. Stewart and S.A. Kofalvi. 2000. Improved RNA extraction and one-tube RT-PCR assay for simultaneous detection of control plant RNA plus several viruses in plant extracts. Journal of Virological Methods, 90: 37–49.

Navot, N., R. Ber and H. Czosnek. 1989. Rapid detection of tomato yellow leaf curl virus in squashes of plants and insect vectors. Phytopathology, 79: 562–568.

Nolasco, G., C. de Blas, V. Torres and F. Ponz. 1993. A method combining immunocapture and PCR amplification in a microtitre plate for the detection of plant viruses and subviral pathogens. Journal of Virological Methods, 45: 201–218.

Noordam D. 1973. Identification of plant viruses, methods and experiments. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands. 207 pp.

Omunyin, M.E., J.H. Hill and W.A. Miller. 1996. Use of unique RNA sequence-specific oligonucleotide primers for RT-PCR to detect and differentiate soybean mosaic virus strains. Plant Disease, 80: 1170–1174.

Ouchterlony, O. 1962. Diffusion-in-gel methods for immunological analysis II. Progress in Allergy 6: 30–154.

Owens, R.A. and T.O. Diener. 1984. Spot hybridization for the detection of viroids and viruses. Pages 173–189. In: Methods in Virology Vol. VII. K. Maramorosch and H. Koprowski (eds). Academic Press, New York, USA.

Palukaitis, P. 1984. Detection and characterization of subgenomic RNA in plant viruses. Pages 259–317. In: Methods in Virology Vol. VII. K. Maramorosch and H. Koprowski (eds.). Academic Press, New York, USA.

Polston, J.E., P. Burbrick and T.M. Perring. 1991. Detection of plant virus coat proteins on whole leaf blots. Analytical Biochemistry, 196: 267–270.

Roberts, C.A., R.A. Dietzgen, L.A. Heelan and D.J. Maclean. 2000. Real-time RT-PCR fluorescent detection of tomato spotted wilt virus. Journal of Virological Methods, 88: 1–8.

Robertson, N.L., R. French and S.M. Gray. 1991. Use of group specific primers and the polymerase chain reaction for the detection and identification of luteoviruses. Journal of General Virology, 72: 1473–1477.

Rosner, A., R.F. Lee and M. Bar-Joseph. 1986. Differential hybridization with cloned cDNA sequences for detecting a specific isolate of citrus tristeza virus. Phytopathology, 76: 820–824.

Rush, C.M., R. French and G.B. Heidel. 1994. Differentiation of two closely related furoviruses using the polymerase chain reaction. Phytopathology, 84: 1366–1369.

Rybicki, E.P. and M.B. Von Wechmar. 1982. Enzyme-linked immune detection of plant virus proteins electroblotted onto nitrocellulose paper. Journal of Virological Methods, 5: 267–278.

Sambrook, J., E.F. Fritsch and J. Maniatis. 1989. Molecular cloning: a laboratory manual, 2nd edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, USA.

Scott, S.W., P.M. Burrows and O.W. Barnett. 1989. Effects of plant sap on antigen concentrations calibrated by ELISA. Phytopathology, 79: 1175.

Shalaby, A.A., M.K. Nakhla, A.M. Soliman, H.M. Mazyad, A. Hadidi and D.P. Maxwell. 2002. Development of a highly sensitive multiplex reverse transcription polymerase chain reaction (m-RT-PCR) method for detection of three potato viruses in a single reaction and nested PCR. Arab Journal of Biotechnology, 5:275-286.

Singh, M. and R.P. Singh. 1995. Digoxigenin-labelled cDNA probes for the detection of potato virus Y in dormant potato tubers. Journal of Virological Methods, 52: 133–143.

Singh, S. and H. Barker. 1991. Comparison of penicillinase-based and alkaline phosphatase-based enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of six potato viruses. Potato Research, 34: 451–457.

Smith, G.R. and R. Van de Velde. 1994. Detection of sugarcane mosaic virus and Fiji disease virus in diseased sugarcane using the polymerase chain reaction. Plant Disease, 78: 557–561.

Spiegel, S., E.A. Frison and R.H. Converse. 1993. Recent developments in therapy and virus-detection procedures for international movement of clonal plant germ plasm. Plant Disease, 77: 1176–1180.

Sudarshana, M.R. and D.V.R. Reddy. 1989. Penicillinase-based enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. Journal of Virological Methods, 26: 45–52.

Tenllado, F., I. Garcia-Luque, M.T. Serra and J.R. Diaz-Ruiz. 1994. Rapid detection and differentiation of tobamoviruses infecting L-resistant genotypes of pepper by RT-PCR and restriction analysis. Journal of Virological Methods, 47: 165–174.

Torrance, L. and C.A. Dolby. 1984. Sampling conditions for reliable routine detection by enzyme-linked immunosorbent assay of three ilarviruses in fruit trees. Annals of Applied Biology, 104: 267–276.

van Regenmortel, M.H.V. 1982. Serology and immunochemistry of plant viruses. Academic Press, New York, USA.

van Regenmortel, M.H.V. and M.-C. Dubs. 1993. Serological procedures. Pages 159–214. In: Diagnosis of plant virus diseases. R.E.F. Matthews (ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

Walkey, D.G.A., N.F. Lyons and J.D. Taylor. 1992. An evaluation of a virobacterial agglutination test for the detection of plant viruses. Plant Pathology, 41: 462–471.

Wesley, S.V., J.S. Miller, P.S. Devi, P. Delfosse, R.A. Naidu, M.A. Mayo, D.V.R. Reddy and M.K. Jana. 1996. Sensitive broad-spectrum detection of Indian peanut clump virus by nonradioactive nucleic acid probes. Phytopathology, 86: 1234–1237.

Wetzel, T., T. Candresse, G. Macquaire, M. Ravelonandro and J. Dunez. 1992. A highly sensitive immunocapture polymerase chain reaction method for plum pox potyvirus detection. Journal of Virological Methods, 39: 27–37.

Younes, H.A. 1995. Studies on certain virus diseases affecting some vegetable crops under green house conditions. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture (Saba-Basha), Alexandria University, Egypt. 220 pp.

الفصل الرابع

طرائق إنتقال أمراض النبات الفيروسية والعوامل المؤثرة في وبائيتها

الدسوقي أبو اليزيد عمار[2،1] وهاني محمد شتا[1]
(1) قسم الحشرات الاقتصادية والمبيدات، كلية الزراعة، جامعة القاهرة، الجيزة، مصر؛
(2) أستاذ زائر بجامعة ولاية أوهايو بالولايات المتحدة.

المحتويات

1. المقدمة
2. إنتقال فيروسات النبات بواسطة الحشرات والحلم والنيماتودا والفطريات
1.2. تعريفات هامة في عملية نقل الفيروسات بواسطة الحشرات ومفصليات الأرجل الأخرى
2.2. طرائق نقل الحشرات الثاقبة الماصة لفيروسات النبات
1.2.2. نقل الفيروسات بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة
1.1.2.2. دور البروتينات المساعدة في عملية النقل
2.1.2.2. دور الغطاء البروتيني للفيروس في عملية النقل
2.2.2. نقل الفيروسات بالطريقة شبه الباقية/شبه المثابرة
3.2.2. نقل الفيروسات بالطريقة الباقية/المثابرة
1.3.2.2. نقل الفيروسات الدوارة (غير المتكاثرة)
2.3.2.2. نقل الفيروسات المتكاثرة
3.2. عوامل التخصص وحواجز الإنتقال في الفيروسات الباقية المتكاثرة
4.2. تأثير فيروسات النبات على الحشرات الناقلة لها
5.2. إنتقال الفيروسات بواسطة أنواع البق الدقيقي
6.2. إنتقال الفيروسات بواسطة أنواع بق النبات
7.2. إنتقال الفيروسات بواسطة حشرات التربس
8.2. إنتقال الفيروسات بواسطة الخنافس وبعض الحشرات القارضة الأخرى
9.2. إنتقال الفيروسات بواسطة الحشرات الملقحة
10.2. إنتقال فيروسات النبات بواسطة الحلم (الأكاروسات)
11.2. إنتقال فيروسات النبات بواسطة الديدان الخيطية (النيماتودا)
12.2. إنتقال فيروسات النبات بواسطة الفطريات
13.2. أهمية دراسة طرائق إنتقال فيروسات النبات والأنواع الناقلة لها في دراسة وبائية وإنتشار تلك الفيروسات
14.2. علاقة الحشرات ببعض أمراض النبات التي تتشابه أعراضها مع أعراض الأمراض الفيروسية
1.14.2. الأمراض المسببة عن السبيروبلازما والفيتوبلازما
2.14.2. أنواع البكتيريا الحقيقية القاطنة لنسيج اللحاء في النبات
3.14.2. أنواع البكتيريا الحقيقية القاطنة لنسيج الخشب في النبات
4.14.2. بعض أمراض النبات الناتجة عن تغذية نطاطات الأوراق ونطاطات النبات

3. الطرائق الأخرى لإنتقال الفيروسات من نبات لآخر
1.3. الإنتقال الميكانيكي
2.3. الإنتقال غير الحيوي في التربة
3.3. الإنتقال خلال البذور
4.3. الإنتقال خلال حبوب اللقاح
5.3. الإنتقال خلال الإكثار الخضري
6.3. الإنتقال بالتطعيم
7.3. الإنتقال بواسطة النباتات المتطفلة
4. وبائية وإنتشار الأمراض الفيروسية والعوامل المؤثرة فيهما
1.4. العوامل الحيوية
1.1.4. الثبات الفيزيائي للفيروسات والتركيزات التي يمكن الوصول لها
2.1.4. معدل التحرك والتوزع في النباتات العائلة
3.1.4. الشدة المرضية
4.1.4. الطفور وانتخاب السلالات
5.1.4. المدى العوائلي للفيروسات النباتية
6.1.4. إنتشار الفيروسات
7.1.4. العمليات الزراعية
2.4. العوامل الفيزيائية
1.2.4. الأمطار
2.2.4. الرياح
3.2.4. درجة حرارة الهواء
4.2.4. التربة
5.2.4. التغيرات الموسمية في الطقس وتطور الأوبئة
3.4. البقاء خلال الدورات الموسمية
4.4. التنبؤ بالأمراض الفيروسية
1.4.4. مراقبة تطور الأمراض الفيروسية
2.4.4. النماذج الرياضية
5.4. استخدام المعلومات المتاحة عن طرائق إنتشار ووبائية الأمراض الفيروسية في تصميم برامج فعالة لمكافحتها
5. المراجع

---

1. المقدمة

قد تستطيع بعض فيروسات النبات أن تبقى مئات السنين داخل الأشجار المعمرة، ولكن كونها عموماً إجبارية التطفل فإن فيروسات النبات تعتمد عادة في بقائها وإنتشارها على الإنتقال من عائل إلى آخر سواء بالتكاثر الخضري، أو بواسطة الآلات الزراعية المستخدمة في التقليم والحصاد، أو داخل أو على سطح بعض الكائنات الأخرى كالحشرات ومفصليات الأرجل الأخرى والفطريات والديدان الخيطية/النيماتودا وغيرها (الجدولين 1 و 2). وتعتبر دراسة طرائق إنتقال الفيروسات من عائل نباتي لآخر هامة جداً من الناحيتين العلمية والاقتصادية للأسباب التالية:

1) لا يمكن عادة إثبات أن مرضاً ما مسبب عن فيروس معين إلا إذا تم نقل هذا الفيروس من نبات إلى آخر بوسيلة معينة ونتجت عن ذلك أعراض مشابهة لأعراض المرض الأصلي على النبات المنقول منه.
2) لا يعتبر أي من الفيروسات هاماً من الناحية الاقتصادية إلا إذا كان باستطاعته الإنتقال في الطبيعة من نبات مصاب إلى نباتات أخرى بسرعة نسبية خلال موسم زراعة المحصول.
3) تعتبر معرفة طريقة إنتقال المرض الفيروسي من نبات إلى آخر في الطبيعة هامة جداً في وضع برنامج ناجح لمكافحة ذلك المرض.
4) تعتبر العلاقات القائمة بين فيروسات النبات ونواقلها الحشرية أو النيماتودية أو الفطرية هامة وشيقة من الناحية العلمية كما أنها تساعد كثيراً في تخطيط برامج فعالة لمكافحة تلك الفيروسات كما سنبين بالتفصيل في هذا الفصل.
5) يساهم كثير من العوامل البيولوجية والفيزيائية في إنتشار كل من الفيروسات ونواقلها الحشرية وغيرها مما يؤثر في نشأة وتطور الأوبئة الناتجة عن تلك الفيروسات.

ويتناول هذا الفصل بشيء من التفصيل الطرائق المختلفة لإنتقال فيروسات النبات، والعلاقات القائمة بينها وبين الكائنات الناقلة لها، وأخيراً العوامل التي تؤثر في إنتشار وحدوث الأوبئة الناجمة عن أمراض النبات الفيروسية.

وحيث أن بعض الأمراض الأخرى الناتجة عن الإصابة بأنواع البكتيريا القاطنة للحاء النبات، مثل الاسبيروبلازما والفيتوبلازما، أو الناجمة عن تغذية الحشرات الثاقبة الماصة ذاتها قد تشابه في أعراضها وفي علاقتها بالحشرات الأمراض الفيروسية، فسوف نتناول تلك الأمراض باختصار شديد لبيان الفروق الهامة بينها وبين الأمراض الفيروسية حتى لا يحدث خلط بينهما.

وقد اعتمدنا في تغطية موضوعات هذا الفصل أساساً على بعض البحوث المرجعية التي يمكن للقارئ الرجوع إليها للاستزادة منها أو لمعرفة المراجع الأصلية التي لم تذكر جميعها هنا للإختصار، ومن تلك البحوث المرجعية نذكر Ammar, 1994؛ Ammar & Nault, 2002؛ Gildow, 1991؛ Gray & Gildow, 2003؛ Hull, 2002؛ Nault, 1997؛ Purcell & Nault, 1991؛ Raccah *et al.*, 2001.

وحيث أن هذا الفصل يتضمن المبادئ الأساسية لنقل وإنتشار ووبائية فيروسات النبات عموماً، فقد اضطررنا لاستخدام أمثلة عامة قد تشمل كثيراً من الفيروسات التي لم تسجل (بعد) في عالمنا العربي. ويبين جدول 3 الأسماء العربية والإنجليزية والمختصرة والوضع التقسيمي للفيروسات التي ذُكرت في هذا الفصل، ولذا فسوف نكتفي فيما يلي بذكر الأسماء المختصرة لبعض الفيروسات.

جدول 1. المجموعات المختلفة من فيروسات النبات التي تنقلها حشرات تحت رتبة متجانسة الأجنحة (Homoptera) مع طريقة نقل كل منها وعدد الأنواع المعروفة الناقلة لها (مُحوّر عن Nault, 1997).

	مجموعة **Sternorrhyncha**			مجموعة **Auchnorrhyncha**		
طريقة النقل/ أجناس الفيروسات	**المنّ**	**الذباب الأبيض**	**البق الدقيقي**	**نطاطات الأوراق**	**نطاطات النبات**	**نطاطات الأشجار**
غير الباقية/غير المثابرة						
Alfamovirus	1	-		-	-	-
Carlavirus	53	2	-	-	-	-
Cucumovirus	3	-	-	-	-	-
Fabavirus	4	-	-	-	-	-
Potexvirus	2	-	-	-	-	-
Potyvirus	145	1	-	-	-	-
شبه الباقية/شبه المثابرة						
Badanavirus	1	-	5	1	-	-
Caulimovirus	9	-	-	-	-	-
Closterovirus	10	5	3	-	-	-
Sequivirus	3	-	-	-	-	-
Waikavirus	1	-	-	2	-	-
Trichovirus	1	-	2	-	-	-
الباقية/المثابرة (غير متكاثرة)						
Geminivirus (I)	-	-	-	10	-	-
Geminivirus (II)	-	-	-	4	-	1
Geminivirus (III)	-	33	-	-	-	-
Enamovirus	1	-	-	-	-	-
Luteovirus	22	-	-	-	-	-
Umbravirus	9	-	-	-	-	-
Sobemovirus	1	-	-	-	-	-
الباقية/المثابرة (متكاثرة)						
Cytorhabdovirus	3	-	-	2	2	-
Nucleorhabdovirus	2	-	-	1	-	-
Rhabdovirus	4	-	-	5	6	-
Phytoreovirus	-	-	-	3	-	-
Fijivirus	-	-	-	-	5	-
Oryzavirus	-	-	-	-	2	-
Marafivirus	-	-	-	3	-	-
Tenuivirus	-	-	-	1	6	-
المجموع	275	41	10	32	21	1

جدول 2. فيروسات النبات التي تنقلها حشرات أخرى (من غير تحت رتبة متجانسة الأجنحة المذكورة في جدول 1) بالإضافة إلى الحلم والنيماتودا والفطريات (مُحوّر عن Nault, 1997)

المجموعات الحشرية الناقلة	جنس وفصيلة الفيروسات المنقولة	
	إسم الجنس	إسم الفصيلة/العائلة
بق النبات من فصيلة Miridae	*Sobemovirus*	غير محددة
التربس (Thysanoptera)	*Ilarvirus*	*Bromoviridae*
	Tospovirus	*Bunyaviridae*
الخنافس (Coleoptera)	*Bromovirus*	*Bromoviridae*
	Carmovirus	*Tombusviridae*
	Comovirus	*Comoviridae*
	Machlomovirus	*Tombusviridae*
	Sobemovirus	غير محددة
	Tymovirus	*Tymoviridae*
الحلم (Acarina)	*Rymovirus*	*Potyviridae*
النيماتودا (Nematoda)	*Nepovirus*	*Comoviridae*
	Tobravirus	غير محددة
الفطريات (Fungi)	*Bymovirus*	*Potyviridae*
	Carmovirus	*Tombusviridae*
	Dianthovirus	*Tombusviridae*
	Furovirus	*Furoviridae*
	Necrovirus	*Tombusviridae*
	Tombusvirus	*Tombusviridae*

2. إنتقال فيروسات النبات بواسطة الحشرات والحلم والنيماتودا والفطريات

تعتبر الحشرات وبعض الكائنات الأخرى أهم الوسائل الطبيعية لإنتقال الفيروسات من نبات مصاب إلى آخر سليم، فبين أكثر من 700 نوع معروف من الفيروسات التي تصيب النباتات، ينقل 69% منها بواسطة الحشرات والحلم والنيماتودا والفطريات (الجدولين 1 و 2). وتحتوي رتبة نصفية الأجنحة (Hemiptera)، وخاصة تحت رتبة متجانسة الأجنحة (Homoptera)، والخنافس (غمدية الأجنحة Coleoptera) والتربس (Thysanoptera) على أغلب أنواع الحشرات التي تنقل الفيروسات للنبات. ومن المعروف أن الفيروسات كائنات إجبارية التطفل، أي لا يمكنها التكاثر خارج الخلايا الحية. وتتميز رتبة نصفية الأجنحة التي تحتوي على أكبر عدد من الأنواع الناقلة بأنها ذات أجزاء فم ثاقبة ماصة (الشكلين 1 و 2) يمكنها اختراق خلايا النبات العائل لامتصاص العصارة منها دون إتلافها، وبالتالي يمكنها نقل الفيروس من خلايا النبات المصاب إلى خلايا النبات السليم أثناء عملية التغذية. وتحتوي فصيلة المنّ (Aphididae) على أكبر عدد من الحشرات الناقلة تتبع 19 جنساً وتنقل أكثر من 275 فيروساً للنبات، معظمها ينقل بطريقة غير باقية/غير مثابرة (non-persistent) كما سنبين فيما بعد، بينما ينقل الذباب الأبيض من فصيلة Aleyrodidae أكثر من 41 نوعاً من فيروسات النبات ينقل معظمها بواسطة نوع واحد أو

أنواع متقاربة من جنس *Bemisia*. وتنقل نطاطات الأوراق (leafhoppers) من فصيلة Cicadellidae أكثر من 32 فيروساً، كما تنقل نطاطات النبات (planthoppers) من فصيلة Delphacidae حوالي 23 فيروساً، بينما تنقل نطاطات الأشجار (treehoppers) من فصيلة Membracidae فيروساً واحداً هو تجعد القمة الكاذب في الطماطم/البندورة (TPCTV). أما أنواع البق الدقيقي (Mealybugs) من فصيلة Pseaudococcidae فتنقل حوالي 10 أنواع من الفيروسات للنباتات (Nault, 1997).

1.2. تعريفات هامة في عملية نقل الفيروسات بواسطة الحشرات ومفصليات الأرجل الأخرى

قبل أن نقسم عملية نقل فيروسات النبات بواسطة الحشرات ومفصليات الأرجل الأخرى إلى طرزها الأربعة، يهمنا أن نعرف بعض الاصطلاحات الهامة المستخدمة في هذا المجال وأهمها ما يلي:

أ. **فترة التغذية اللازمة للاكتساب** (Acquisition feeding period): هي أقصر فترة تغذية لازمة للحشرة أثناء وقوفها على نبات مصاب بالفيروس حتى يمكنها اكتساب هذا الفيروس ونقله بنجاح – فيما بعد – إلى نبات آخر.

ب. **الفترة اللازمة للاكتساب** (Acquisition access period): فترة السماح للحشرة بالتواجد على نبات مصاب لتتغذى وتكتسب خلالها الفيروس، ويستخدم هذا التعبير في حالة صعوبة تحديد فترة التغذية ذاتها بدقة كافية.

ج. **فترة تغذية الالقاح** (Inoculation feeding period): هي أقصر فترة تغذية لازمة للحشرة أثناء وقوفها على نبات سليم حتى تستطيع القاحه بالفيروس الذي اكتسبته مسبقاً، وبالتالي تتمكن من إصابته بهذا الفيروس.

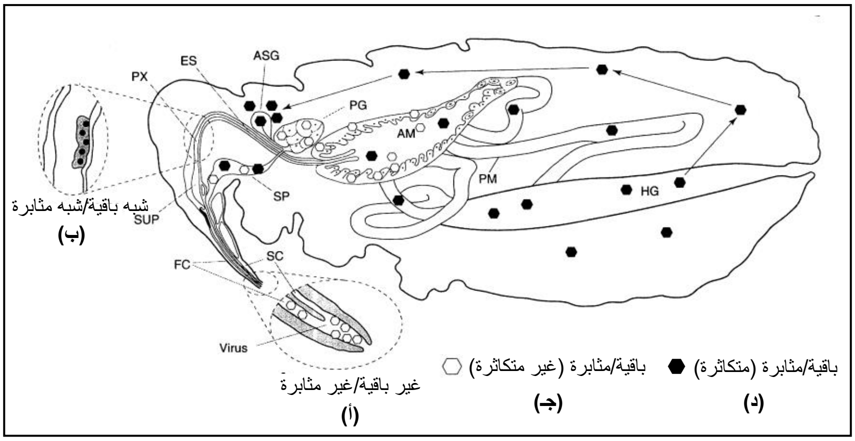
د. **الفترة المسموحة للالقاح** (Inoculation access period): هي الفترة التي يسمح بها للحشرة بالتواجد على النبات السليم ويتم خلالها القاح النبات بالفيروس.

هـ. **فترة حضانة (أو كمون) الفيروس داخل الحشرة الناقلة** (Incubation latent period): هي أقصر فترة لازمة بعد انتهاء تغذية الاكتساب حتى تتمكن الحشرة من نقل الفيروس أو إلقاحه أثناء تغذيتها على نبات سليم. وتعتبر هذه الفترة لازمة أحياناً لمرور الفيروس أو تكاثره داخل جسم الحشرة، وذلك في حالة نقل الفيروس بالطريقة الباقية/المثابرة، ولكنها غير ضرورية في حالة نقل الفيروسات سواء بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة أو شبه الباقية/شبه المثابرة.

و. **فترة بقاء الفيروس داخل الحشرة الناقلة** (Retention period) : وتعرف بأنها أطول فترة يمكن للحشرة فيها نقل الفيروس إلى نباتات سليمة سواء باستمرار أو بصفة متقطعة، وتتراوح تلك الفترة عادة من ثوان أو دقائق قليلة (في الفيروسات غير الباقية/غير المثابرة) إلى أيام أو أسابيع (في الفيروسات الباقية/المثابرة)، وقد تستمر طوال فترة حياة الحشرة خاصة في الفيروسات المتكاثرة.

2.2. طرائق نقل الحشرات الثاقبة الماصة لفيروسات النبات

تقسم عملية نقل الحشرات الثاقبة الماصة لفيروسات النبات إلى أربعة طرز (شكل 1) هي: أ) غير باقية/غير مثابرة، ب) شبه باقية/شبه مثابرة، جـ) باقية/مثابرة دوارة (غير متكاثرة)، د) باقية/مثابرة متكاثرة.



شكل 1. يوضح الطرائق الأربعة لنقل فيروسات النبات بواسطة الحشرات الثاقبة الماصة: (أ) الفيروسات "غير الباقية/غير المثابرة" ملتصقة بالكيوتيكل المبطن لقناة الغذاء (FC) داخل الفكوك الرمحية السفلية؛ (ب) الفيروسات "شبه الباقية/شبه المثابرة" ملتصقة بالكيوتيكل المبطن لأجزاء القناة الهضمية الأمامية كالبلعوم (Px) ومضخة الامتصاص (SUP)؛ (جـ) الفيروسات "الباقية/المثابرة الدوارة" (غير المتكاثرة) التي تمر من القناة الهضمية الخلفية (HG) أو الوسطى (AM ،PM) إلى تجويف الجسم ومنه عن طريق الدم إلى الغدد اللعابية الإضافية (ASG)؛ (د) الفيروسات "الباقية/المثابرة المتكاثرة" التي تمر من القناة الهضمية الوسطى (AM ،PM) إلى تجويف الجسم ومنه إلى الغدد اللعابية الرئيسية (PG) (Gray & Rochon, 1999).

جدول 3. الأسماء العربية والإنجليزية والمختصرة والوضع التقسيمي للفيروسات التي ذكرت في هذا الفصل (مرتبة أبجدياً حسب الأسم الإنجليزي المختصر للفيروس)

الأسم العربي	**الأسم العلمي**	**الأسم المختصر**	**الجنس**	**العائلة/الفصيلة**
فيروس موزاييك الكاسافا الأفريقي	*African cassava mosaic virus*	ACMV	*Begomovirus*	*Geminiviridae*
فيروس حشيشة الدينار الأمريكي الكامن	*American hop latent virus*	AHLV	*Carlavirus*	*Flexiviridae*
فيروس موزاييك الفصة/الجت/ البرسيم الحجازي	*Alfalfa mosaic virus*	AMV	*Alfamovirus*	*Bromoviridae*
فيروس بطاطس/بطاطا الأندين الكامن	*Andean potato latent virus*	APLV	*Tymovirus*	*Tymoviridae*
فيروس موزاييك الآرابيس	*Arabis mosaic virus*	ArMV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس اصفرار الأنثرسكس	*Anthriscus yellows virus*	AYV	*Waikavirus*	*Sequiviridae*
فيروس تجعد قمة الشوندر السكري/البنجر	*Beet curly top virus*	BCTV	*Curtovirus*	*Geminiviridae*
فيروس تجعد أوراق الشوندر السكري/البنجر	Beet leaf curl virus	BLCV	غير محدد	*Rhabdoviridae*
فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر	*Beet necrotic yellow vein virus*	BNYVV	*Benyvirus*	غير محددة
فيروس تبرقش قرون الفاصولياء	*Bean pod mottle virus*	BPMV	*Comovirus*	*Comoviridae*
فيروس الأصفرار الكاذب للشوندر السكري/البنجر	*Beet pseudoyellows virus*	BPYV	*Crinivirus*	*Closteroviridae*
فيروس الموزاييك الشريطي للشعير	*Barley stripe mosaic virus*	BSMV	*Hordeivirus*	غير محددة
فيروس اصفرار وتقزم الشعير- MAV	*Barley yellow dwarf virus-MAV*	BYDV-MAV	*Luteovirus*	*Luteoviridae*
فيروسات اصفرار وتقزم الشعير	*Barley yellow dwarf viruses*	BYDVs		*Luteoviridae*
فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء	*Bean yellow mosaic virus*	BYMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس إصفرار وموزاييك الشعير المخطط	*Barley yellow striate mosaic virus*	BYSMV	*Cytorhabdovirus*	*Rhabdoviridae*
فيروس تبرقش القرنفل	*Carnation mottle virus*	CarMV	*Carmovirus*	*Tombusviridae*
فيروس التبقع الحلقي الإيطالي للقرنفل	*Carnation Italian ringspot virus*	CIRV	*Tombusvirus*	*Tombusviridae*
فيروس موزاييك الخيار	*Cucumber mosaic virus*	CMV	*Cucumovirus*	*Bromoviridae*
فيروس التبقع الحلقي للبن	Coffee ringspot virus	CoRSV	غير محدد	*Rhabdoviridae*
فيروس التبرقش الأخضر للكاسافا	*Cassava green mottle virus*	CsGMV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس تورم الأفرع للكاكاو	*Cocoa swollen shoot virus*	CSSV	*Badnavirus*	*Caulimoviridae*
فيروس موت الخيار	*Cucumber necrosis virus*	CuNV	*Tombusvirus*	*Tombusviridae*
فيروس اصفرار وتقزم الحبوب - RPV	*Cereal yellow dwarf virus-RPV*	CYDV-RPV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس الموزاييك المخطط الأوروبي للقمح	*European wheat striate mosaic virus*	EWSMV	*Tenuivirus*	غير محددة
فيروس الاصفرار الميت للفول	*Faba bean necrotic yellows virus*	FBNYV	*Nanovirus*	*Nanoviridae*
فيروس الورقة المروحية للعنب/الكرمة	*Grapevine fan leaf virus*	GFLV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
الفيروس المرافق لالتفاف أوراق العنب/الكرمة	*Grapevine leafroll-associated virus*	GLRaV	*Closterovirus*	*Closteroviridae*
الفيروس المرافق للعرق الكبير للخس	*Lettuce big-vein associated virus*	LBVaV	*Varicosavirus*	غير محددة
فيروس موزاييك الخس	*Lettuce mosaic virus*	LMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس التقزم الشاحب في الذرة	*Maize chlorotic dwarf virus*	MCDV	*Waikavirus*	*Sequiviridae*

تابع جدول 3.

الأسم العربي	الأسم العلمي	الأسم المختصر	الجنس	العائلة/الفصيلة
فيروس موزاييك وتقزم الذرة	*Maize dwarf mosaic virus*	MDMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس موزاييك الذرة	*Maize mosaic virus*	MMV	*Nucleorhabdovirus*	*Rhabdoviridae*
فيروس الذرة الشريطي	*Maize stripe virus*	MSpV	*Tenuivirus*	غير محددة
فيروس تخطط الذرة	*Maize streak virus*	MSV	*Mastrevirus*	*Geminiviridae*
فيروس موزاييك الباميا	*Okra mosaic virus*	OkMV	*Tymovirus*	*Tymoviridae*
فيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس	*Potato leafroll virus*	PLRV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس ممسحة قمة البطاطا/البطاطس	*Potato mop-top virus*	PMTV	*Pomovirus*	غير محددة
الفيروس المرافق لذبول الأناناس المنقول بالبق الدقيقي	*Pineapple mealybug wilt-associated virus*	PMWaV	*Ampelovirus*	*Closteroviridae*
فيروس البقع الحلقية الميتة للخوخ/البرقوق	*Prunus necrotic ringspot virus*	PNRSV	*Ilarvirus*	*Bromoviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس X	*Potato virus X*	PVX	*Potexvirus*	*Flexiviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس Y	*Potato virus Y*	PVY	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس التقزم الأصفر للبطاطا/البطاطس	*Potato yellow dwarf virus*	PYDV	*Nucleorhabdovirus*	*Rhabdoviridae*
فيروس النمش الأصفر للفت	*Parsnip yellow fleck virus*	PYFV	*Sequivirus*	*Sequiviridae*
فيروس التقزم الشجيري لتوت الأرض/العليق	*Raspberry bushy dwarf virus*	RBDV	*Idaeovirus*	غير محددة
فيروس تقزم الرز	*Rice dwarf virus*	RDV	*Phytoreovirus*	*Reoviridae*
فيروس التقزم الدرني للرز	*Rice gall dwarf virus*	RGDV	*Phytoreovirus*	*Reoviridae*
فيروس هويا بلانكا للرز	*Rice hoja blanca virus*	RHBV	*Tenuivirus*	غير محددة
فيروس التبقع الحلقي لتوت الأرض/العليق	*Raspberry ringspot virus*	RpRSV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس الرز الشريطي	*Rice stripe virus*	RSV	*Tenuivirus*	غير محددة
فيروس موزاييك الفاصولياء الجنوبي	*Southern bean mosaic virus*	SBMV	*Sobemovirus*	غير محددة
فيروس موزاييك القمح المحمول بالتربة	*Soilborne wheat mosaic virus*	SBWMV	*Furovirus*	*Furoviridae*
فيروس تجعد عباد الشمس	Sunflower crinkle virus	SuCV	*Umbravirus*	غير محددة
فيروس الحلقة السوداء للبندورة/للطماطم	*Tomato black ring virus*	TBRV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس التقزم الشجيري للبندورة/الطماطم	*Tomato bushy stunt virus*	TBSV	*Tombusvirus*	*Tombusviridae*
فيروس موزاييك التبغ	*Tobacco mosaic virus*	TMV	*Tobamovirus*	غير محددة
فيروس موت التبغ	*Tobacco necrosis virus*	TNV	*Necrovirus*	*Tombusviridae*
فيروس موزاييك البندورة/الطماطم	*Tomato mosaic virus*	ToMV	*Tobamovirus*	غير محددة
فيروس تجعد القمة الكاذب للبندورة/الطماطم	*Tomato pseudo-curly top virus*	TPCTV	*Topocuvirus*	*Geminiviridae*
فيروس التبقع الحلقي للتبغ	*Tobacco ring spot virus*	TRSV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس الذبول المتبقع للبندورة/الطماطم	*Tomato spotted wilt virus*	TSWV	*Tospovirus*	*Bunyaviridae*
فيروس تبرقش العروق في التبغ	*Tobacco vein mottling virus*	TVMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم	*Tomato yellow leaf curl virus*	TYLCV	*Begomovirus*	*Geminiviridae*
فيروس الموزاييك الشريطي الأمريكي للقمح	*Wheat American striate mosaic virus*	WASMV	*Cytorhabdovirus*	*Rhabdoviridae*
فيروس الموزاييك المخطط للقمح	*Wheat streak mosaic virus*	WSMV	*Tritimovirus*	*Potyviridae*
فيروس التورم الجرحي	*Wound tumor virus*	WTV	*Phytoreovirus*	*Reoviridae*

علماً بأن كلا من الفيروسات المتكاثرة والدوارة غير المتكاثرة تُدمَجان أحياناً معاً ضمن مجموعة أكبر هي مجموعة الفيروسات الدوارة أو الباقية/المثابرة (Nault, 1997؛ Hull, 2002). وتعود أهمية هذا التقسيم إلى أنه يعتبر مميزاً لمجموعات الفيروسات التي دُرِست حتى الآن، ففي معظم الحالات وجد أن كل مجموعة (فصيلة أو جنس) من الفيروسات تنقل بطريقة واحدة من تلك الطرائق الأربعة (جدول 1). وعلى سبيل المثال فإن جميع الفيروسات التي دُرِست جيداً من فصيلتي *Reoviridae* و *Rhabdoviridae* تنقل بطريقة باقية/مثابرة متكاثرة سواء كانت تنقل بواسطة المنّ أو نطاطات الأوراق أو نطاطات النبات، كما أن تلك التي تتبع جنس *Luteovirus* تعتبر من الفيروسات المثابرة/الباقية الدوارة (غير المتكاثرة).

وجدير بالذكر أن معظم فيروسات النبات التي دُرِست جيداً حتى الآن من حيث علاقتها بالكائنات الناقلة لها هي تلك الموجودة في المناطق المعتدلة أو الباردة في أوروبا وأمريكا، بينما تقل تلك الدراسات كثيراً في المناطق الحارة أو الاستوائية وخاصة في إفريقيا والعالم العربي بوجه عام.

1.2.2. إنتقال الفيروسات بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة (Non-peristent)

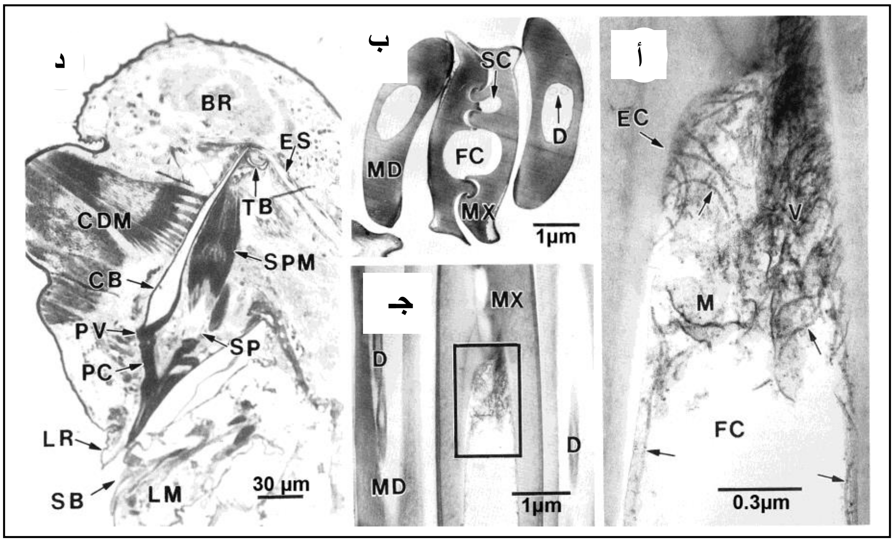
تشمل هذه الطريقة معظم فيروسات النبات المنقولة بالحشرات وغالبيتها تنقل بواسطة بعض أنواع المنّ، وتتميز هذه الطريقة بالخصائص التالية:

1) فترتا تغذية الإكتساب والإلقاح قصيرتان للغاية (من ثوان إلى دقائق قليلة)، ويعود ذلك غالباً إلى أن تلك الفيروسات توجد عادة في الأنسجة السطحية أو الوسطية لأوراق النبات (البشرة والميزوفيل)، ولذلك يمكن للحشرة الناقلة اكتسابها من تلك الأنسجة أثناء جَسّات التغذية القصيرة التي تختبر فيها الحشرة عادةً مذاق النبات أو النسيج قبل التغذية المتعمقة عليه. ومن المعروف أنه خلال جَسّات التغذية القصيرة هذه تتغذى حشرات المنّ عادة على نسيج البشرة فقط وخاصة في النباتات غير العائلة، أي التي لا يفضلها المنّ للتكاثر أو للبقاء عليها طويلاً. ولذلك يمكن للمنّ نقل تلك الفيروسات حتى للنباتات التي لا يتكاثر عليها أو التي يتغذى عليها بطريقة عارضة أثناء بحثه عن نوع النبات المفضل له. ويزيد تجويع المنّ عادة – قُبَيل تغذية الاكتساب – من كفاءته في نقل تلك الفيروسات، ويبدو أن ذلك يكون نتيجة ازدياد عدد وسرعة جَسّات التغذية القصيرة بعد عملية التجويع. وتعتبر هذه الظاهرة هامة من الناحية الوبائية، حيث تزيد كفاءة المنّ في نقل هذه الأمراض عند هجرته من منطقة لأخرى بعيدة نسبياً.
2) لا توجد فترة حضانة لهذه الفيروسات داخل الحشرات الناقلة لها، أي أن الحشرة تبدأ في نقل الفيروس فور تغذية الاكتساب.

3) فترة بقاء الفيروس داخل الحشرة (قابلاً للنقل) لا تتعدى ثوان معدودة وذلك إذا سمح للحشرة بالتغذية على النبات، أما إذا لم يُتح لها التغذية – تجريبياً أو كما يحدث للمنّ أحياناً أثناء هجرته محمولاً بواسطة الرياح لمسافات بعيدة – فقد تطول هذه الفترة إلى بضع ساعات.

4) لا يتكاثر الفيروس داخل الحشرة الناقلة ولا يمر من القناة الهضمية إلى تجويف الجسم، ولذلك لا يتواجد الفيروس في دم الحشرة أو في أية أعضاء أو أجهزة داخلية أخرى بخلاف أجزاء الفم والقناة الهضمية الأمامية (foregut). وبالتالي لا يمكن للحشرة نقل الفيروس إذا حُقن في دمها، كما لا يُنقل الفيروس إلى الأجيال التالية من الحشرة حيث أنه لا يدخل إلى الأجهزة التناسلية للذكور أو الإناث.

5) تفقد الحشرة قدرتها على نقل الفيروس – بعد تغذية الاكتساب – إذا ما انسلخت، وذلك خلال الطور غير البالغ (الحورية). وقد استنتج من ذلك أن الفيروس المُكتسَب (عن طريق التغذية) يكون موجوداً على سطح الكيوتيكل – الذي يغطى جسم الحشرة من الخارج كما يبطن كلا من أجزاء الفم والقناة الهضمية الأمامية والخلفية– مما أدى سابقاً إلى التسمية الخاطئة لعملية نقل هذه الفيروسات بأنها نقل ميكانيكي، كما أدى ذلك إلى الإعتقاد بأن هذه الفيروسات تكون محمولة على السطح الخارجي للفكوك الرمحية بأجزاء الفم "stylet-borne"، وأن الحشرات الناقلة ليست أكثر من "إبر طائرة" ملوثة خارجياً تقوم بحقن الفيروس ميكانيكياً في النبات أثناء تغذيتها عليه، علماً بأن معظم تلك الفيروسات يمكن القاحها ميكانيكياً في النبات عن طريق نقل العصارة (rubbing). ولكن دلت البحوث الحديثة على أن هذه الفيروسات تكون محمولة على السطح الكيتيني الداخلي المبطن لقناة الغذاء (food canal) الموجودة داخل الفكوك الرمحية السُفلية (maxillary stylets) للمنّ (الشكلين 1 و 2). ولذلك فإن التسمية القديمة لتلك الفيروسات بأنها "stylet-borne" مازالت صحيحة، ولكن يفسر هذا الاصطلاح الآن بأن تلك الفيروسات تكون محمولة "داخل" الفكوك الرمحية وليس "خارجها" كما كان يُعتقد من قبل. وقد اتضح أيضاً أن عملية نقل الفيروسات غير الباقية بواسطة المنّ هي عملية حيوية مُعقدة، وليست ميكانيكية بحتة كما كان يفترض من قبل، نظراً لتخصص بعض أنواع المنّ في نقل أنواع معينة من الفيروسات دون غيرها، وكذلك للدور الذى تلعبه البروتينات المساعدة في عملية النقل (Wang *et al.,* 1996 ؛Ammar *et al.,* 1994). وأكبر دليل على ذلك أن بعض الفيروسات السهلة الإنتقال ميكانيكياً، مثل فيروس موزاييك التبغ (TMV)، لاتنتقل بواسطة حشرات المنّ.



شكل 2. (أ) و (جـ) قطاع مائل في قناة الغذاء (FC) يبين التصاق جسيمات أحد الفيروسات غير الباقية/غير المثابرة (V) بالكيوتيكل المبطن لها (EC)، ويعتقد أن المادة المحيطة بالفيروس (M) هي البروتين الذي يساعد في التصاق جسيمات الفيروس بالكيوتيكل وفي إنتقالها بواسطة المنّ (Ammar *et al.*, 1994)؛ (ب) قطاع عرضي في حزمة الفكوك الرمحية يبين الفكوك العلوية (MD) والفكوك السفلية (MX) وبداخلها قناة الغذاء (FC) وقناة اللعاب (SC)؛ (د) قطاع طولي في رأس حشرة المنّ يبين مضخة الامتصاص (CB) والمريء (ES) ومضخة اللعاب (SP) والفكوك الرمحية (SB).

1.1.2.2. دور البروتينات المساعدة في عملية النقل

لاحظ بعض العلماء أن حشرات المنّ لا يمكنها نقل فيروسات عائلة/فصيلة *Potyviridae* بالطريقة غير الباقية عند تغذيتها على مستخلصات نقية منها، رغم أن هذه الفيروسات يمكن نقلها ميكانيكياً بسهولة عن طريق إلقاح العصارة. وقد أثبتت بحوث عديدة أن فيروسات تلك الفصيلة تحتاج، حتى يمكن نقلها بواسطة المنّ، إلى مواد معينه لا توجد إلا في النباتات المصابة بتلك الفيروسات. وقد سُميت هذه المواد بالعوامل أو البروتينات المساعدة (helper component proteins). وجدير بالذكر أنه حتى تؤدي تلك البروتينات المساعدة دورها فلابد أن يكتسبها المنّ بالتغذية سواء من النبات المصاب أو من مستخلص نقي من هذه البروتينات، وذلك أثناء أو قُبَيل تغذيته على الفيروس ذاته. علما بأن مثل هذه التجارب قد أمكن إجراؤها بتغذية المنّ على محاليل سكرية من خلال غشاء صناعي رقيق يحتوي إما على الفيروس المُنقى، أو على البروتين المساعد بصورة نقية أو على كليهما معاً (Pirone, 1964, 1981).

وقد تم استخلاص وتنقية البروتينات المساعدة لفيروس تبرقش عروق التبغ (TVMV) وفيروس البطاطس/البطاطا Y (PVY). واتضح أنها بروتينات ذات وزن جزيئي عال، يفرزها النبات المصاب بناء على توجيه جيني من الفيروس (virus-coded). وتدل الدراسات على أن هناك بعض التخصص في علاقة تلك البروتينات بالفيروسات المرتبطة بها، وعلى سبيل المثال فإن البروتين المساعد لفيروس PVY يمكنه مساعدة فيروس TVMV على الإنتقال بواسطة المنّ والعكس صحيح، ولكن البروتينات المساعدة لهذين الفيروسين لا يمكنهما مساعدة بعض الفيروسات الأخرى من نفس الفصيلة مثل فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء (BYMV). ويعتبر التخصص بين البروتين المساعد للفيروس وبين نوع المنّ الناقل أحد العوامل المحددة للتخصص في نقل بعض أنواع المنّ لفيروسات معينة من فصيلة *Potyviridae* دون فيروسات أخرى من نفس الفصيلة. وقد تم تحديد العامل الوراثي في فيروس TVMV المسئول عن توجيه النبات المصاب حتى يُكَوِن البروتين المساعد لنقل هذا الفيروس بواسطة المنّ (Raccah *et al.*, 2001).

ورغم أن عدداً من الوظائف قد اقتُرِح لتلك البروتينات المساعدة، فإن هناك الآن دلائل مقنعة على أن إحدى وظائفها الرئيسية هي المساعدة على ربط أو التصاق فيروسات فصيلة *Potyviridae* بالسطح الكيتيني المبطن لقناة الغذاء داخل الفكوك الرمحية السُفلية لحشرات المنّ الناقلة (الشكلين 1 و 2). وأن هذا هو المكان المُرجّح لبقاء هذه الفيروسات لثوان أو دقائق قليلة حتى يتغذى المنّ على نبات آخر، فيتم حينئذ فك هذا الارتباط أو الالتصاق المؤقت وإطلاق سراح الفيروس بطريقة لم تفهم بالكامل بعد، ولكن قد يكون للعاب الحشرة الذي يفرز أثناء عملية التغذية دخل في فك هذا الارتباط، خاصة وأن كلا من قناتي الغذاء واللعاب تتحدان معاً في الجزء الطرفي منهما (Ammar *et al.*, 1994؛ Pirone, 1991؛ Wang *et al.*, 1996).

2.1.2.2. دور الغطاء البروتيني للفيروس في عملية النقل

بالرغم مما تقدم فإن بعض الفيروسات من غير فصيلة *Potyviridae*، مثل فيروسي موزاييك الخيار (CMV) وموزاييك الفصة/الجت/البرسيم الحجازي (AMV)، يمكن للمنّ نقلها بالطريقة غير الباقية بالتغذية على مستخلصات نقية لا تحتوي إلا على تلك الفيروسات دون أية مواد مساعدة أخرى. ويبدو أن هذه الفيروسات لا تحتاج إلى مادة وسيطة تساعد على ربط أو التصاق الفيروس بأجزاء فم الحشرة الناقلة. ويُرجّح أن الغطاء البروتيني للفيروس نفسه يلعب دوراً هاماً في عملية النقل وفي تخصص بعض أنواع المنّ دون غيرها في نقل أنواع أو سلالات معينة من هذه الفيروسات دون غيرها. وكمثال لذلك فإن واحدة من سلالات فيروس CMV التي فقدت القدرة على النقل بواسطة منّ الخوخ الأخضر (*Myzus persicae* Sulzer) نتيجة نقلها ميكانيكياً

بواسطة القاح العصارة لأربع وعشرين دورة متتالية، ظلت تنقل بواسطة نوع آخر هو منّ القطن (*Aphis gossypii* Glover). وفي تجارب أخرى على سلالتين من فيروس CMV ينقل المنّ إحداها بكفاءة عالية بينما ينقل الأخرى بكفاءة منخفضة، تم تبديل الغطاء البروتيني لإحدى السلالتين بالغطاء البروتيني للسلالة الأخرى، وكانت النتيجة أن توافقت كفاءة نقل المنّ لهاتين السلالتين مع الغطاء البروتيني وليس مع مجين (الحمض النووي) الفيروس المنقول (Chen & Francki, 1990؛ Pirone, 1991).

2.2.2. إنتقال الفيروسات بالطريقة شبه الباقية/شبه المثابرة (Semi-persistent)

هناك خمسة أجناس من الفيروسات التي تنقلها الحشرات بالطريقة شبه الباقية/شبه المثابرة، وخاصة بواسطة بعض أنواع المنّ ونطاطات الأوراق، ولو أن ثلاث أجناس منها فقط قد درست دراسة تكفي لإلقاء بعض الضوء على هذه العلاقة وهي أجناس *Caulimovirus*، *Closterovirus* و *Waikavirus*. وبينما توجد فيروسات الأجناس *Closterovirus* و *Waikavirus* عادة في نسيج اللحاء في النبات العائل، فإن فيروسات جنس *Caulimovirus* توجد في معظم أنسجة النبات. وقد يكون ذلك هو السبب في أن فيروسات الأجناس *Closterovirus* و *Waikavirus* تنتقل بالطريقة شبه الباقية فقط ولا تنتقل بالطرائق الميكانيكية عن طريق إلقاح العصارة، أما مجموعة *Caulimovirus* فتنتقل بطريقة مزدوجة أي تجمع بين الطريقتين شبه الباقية/شبه المثابرة وغير الباقية/غير المثابرة، كما أنه يمكن نقلها ميكانيكياً بسهولة نسبية.

وتتميز طريقة الإنتقال شبه الباقية/شبه المثابرة بالخصائص التالية (Blanc *et al*., 2001):

1) فترتي اكتساب وإلقاح الفيروس أطول من مثيلتيها في الفيروسات غير الباقية، حيث أن كلا من هاتين الفترتين هنا تستغرق من دقائق عديدة إلى ساعات قليلة. ويبدو أن ذلك يعود إلى أن معظم الفيروسات التي تنتقل بهذه الطريقة توجد عادة في الأنسجة العميقة داخل النبات العائل وخاصة نسيج اللحاء، وبالتالي تأخذ الحشرة الناقلة فترةً أطول للوصول إلى تلك الأنسجة أثناء تغذيتها على النبات.
2) لا توجد فترة حضانة مؤكدة للفيروس داخل الحشرة الناقلة، حيث أن الحشرة عادة تبدأ في نقل الفيروس بعد انتهاء تغذية الاكتساب (الطويلة نسبياً) مباشرة.
3) فترة بقاء الفيروس داخل الحشرة (قابلاً للنقل) أطول قليلاً من تلك الخاصة بالفيروسات غير الباقية. فتتراوح هذه الفترة في الفيروسات شبه الباقية/شبه المثابرة بين دقائق عديدة وساعات قليلة إذا أُتيح للحشرة التغذية على النبات، وقد تطول هذه الفترة إلى بضع أيام إذا لم يتح لها التغذية (تجريبياً أو أثناء الهجرة من منطقة لأخرى).

4) لا يؤثر تجويع الحشرة قبيل تغذية الاكتساب على كفاءة نقل الفيروسات بالطريقة شبه الباقية، وذلك على عكس الحال في الفيروسات غير الباقية.

5) تشترك مجموعتي الفيروسات شبه الباقية وغير الباقية في أنها لا تتكاثر داخل الحشرة الناقلة، كما أنها لا تمر من القناة الهضمية إلى تجويف الجسم. وبالتالي لا يتواجد الفيروس في دم الحشرة أو في خلايا أجهزة الجسم الأخرى، ولا يمكن نقل الفيروس عن طريق حقن الحشرات بالفيروس.

6) كما تشترك هذه الفيروسات مع الفيروسات غير الباقية في أن الحشرات الناقلة لها تفقد القدرة على نقل الفيروس إذا ما انسلخت. ويدل ذلك على أن الفيروسات شبه الباقية أيضاً توجد عادة ملتصقة بسطح الكيوتيكل. وتدل دراسات بالمجهر الإلكتروني على أن فيروس التقزم الشاحب في الذرة (MCDV) يوجد على السطح الكيتيني المبطن لقناة الغذاء الموجودة بالفكوك الرمحية السفلية بالإضافة إلى وجوده على الأسطح المبطنة لمضخة الامتصاص (cibarium) والبلعوم، وهي أجزاء من القناة الهضمية الأمامية (foregut) لحشرات نطاطات الأوراق الناقلة له (Ammar & Nault, 1991 ؛Ammar, 1985) مما أدى إلى تسمية الفيروسات المنقولة بالطريقة شبه الباقية بالفيروسات المحمولة في القناة الهضمية الأمامية (foregut-borne) (Nault, 1997). وقد يكون السبب في أن هذه الفيروسات تبقى في الحشرات الناقلة لها (قابلة للنقل) فترة أطول من تلك الخاصة بالفيروسات غير الباقية، أن المجموعة الأخيرة من الفيروسات توجد أساساً في الجزء الطرفي من قناة الغذاء حيث يمكن طردها بسهولة بمساعدة اللعاب أثناء عملية التغذية كما سبق شرحه، بينما توجد الفيروسات شبه الباقية في كل من قناة الغذاء والقناة الهضمية الأمامية حيث تأخذ وقتاً أطول حتى تتخلص الحشرة منها عند التغذية (Ammar & Nault, 2002).

7) ثبت أن فيروسات جنس *Caulimovirus* التي ينقلها المنّ بطريقة مزدوجة (شبه الباقية/شبه المثابرة وغير الباقية/غير المثابرة معاً) لا يمكن لنوع منّ الدراق الأخضر نقلها من مستخلصات نقية إلا عند وجود بروتين مساعد، وقد تم استخلاص وتنقية هذا البروتين ودراسته كما هو الحال في فيروسات فصيلة *Potyviridae* التي ينقلها المنّ بطريقة غير الباقية. وتشير الأبحاث إلى أن بعض الفيروسات الأخرى التي تنقل بطريقة شبه باقية/شبه مثابرة قد تحتاج أيضاً لبروتين أو عامل مساعد حتى تنقل بواسطة الحشرات، منها فيروسات جنس *Closterovirus* التي ينقلها المنّ والذباب الأبيض، وجنس *Waikavirus* التي تنقلها نطاطات الأوراق، ولو أنه لم يتم عزل أو تنقية البروتينات المساعدة لفيروسات هذين الجنسين حتى الآن.

ويبدو أن البروتين المساعد في حالة النقل بطريقة شبه الباقية/شبه المثابرة يعمل بطريقة أكثر تعقيداً من تلك التي ذُكرت في الفيروسات غير الباقية/غير المثابرة

(Blanc *et al*., 2001). ورغم أن البروتين المساعد لم يتم تعريفه أو عزله في حالة فيروسات *Sequivirus* التي ينقلها المنّ بطريقة شبه الباقية/شبه المثابرة، فإن المنّ الناقل *Cavariella aegopodii* ينقل فيروس النمش الأصفر للفت (PYFV) بهذه الطريقة من النبات المصاب فقط إذا كان ذلك النبات مصاباً أيضاً بفيروس كروي آخر هو فيروس اصفرار الأنثرسكس (AYV). كما يمكن لهذا النوع من المنّ نقل فيروس PYFV من نبات مصاب به وحده فقط إذا كان المنّ قد سبق تغذيته من قبل على نبات مصاب بفيروس AYV (Murant *et al*., 1976 ؛Elnagar & Murant, 1976). وقد سُمي الفيروس الأخير في هذه الحالة فيروساً مساعداً (helper virus)، ورغم أن طريقة المساعدة هنا غير مفهومة فمن المحتمل أن الفيروس المساعد يُنتِج في النبات بروتيناً مساعداً لم يتم تعريفه بعد يساعد في نقل المنّ لفيروس PYFV الذي قد لا يستطيع إنتاج هذا البروتين في النبات المصاب به وحده.

3.2.2. نقل الفيروسات بالطريقة الباقية/المثابرة (Persistent)

يتميز نقل الحشرات للفيروسات بهذه الطريقة بالخصائص التالية :

1) تشترك هذه الطريقة مع طريقة نقل الفيروسات شبه الباقية في أن كلا من تغذية الاكتساب والالقاح طويلة نسبياً (من دقائق إلى ساعات) وذلك لأن معظم هذه الفيروسات يوجد في نسيج اللحاء بالنبات العائل.
2) ولكنها تختلف عن نقل الفيروسات بالطريقتين غير الباقية وشبه الباقية في أنه بعد تغذية الاكتساب لابد وأن يمر الفيروس بفترة حضانة/كمون داخل الحشرة الناقلة كي تصبح معدية، وتتراوح هذه الفترة بين ساعات أو أيام قليلة في الفيروسات الدوارة (غير المتكاثرة) إلى أيام أو أسابيع في الفيروسات المتكاثرة.
3) تطول فترة بقاء الفيروس داخل الحشرة (قابلاً للنقل) إلى أيام أو أسابيع، وقد تطول لتشمل حياة الحشرة بأكملها وخاصة في الفيروسات المتكاثرة.
4) لا تفقد الحشرة الناقلة القدرة على نقل الفيروس إذا ما إنسلخت.

1.3.2.2. نقل الفيروسات الدوارة (غير المتكاثرة)
Circulative (non-propagative) viruses

تُنقل هذه الفيروسات، التي لم يثبت تكاثرها بعدُ داخل الحشرات الناقلة لها، بواسطة بعض أنواع المنّ ونطاطات الأوراق والذباب الأبيض. وتشمل أساساً أجناس *Luteovirus*، *Mastrevirus* و *Nanovirus* وبعض الفيروسات الأخرى التي لم تدرس جيداً حتى الآن. وتأتي معظم المعلومات المتوفرة حالياً عن هذه الطريقة في النقل من دراسة الفيروسات التابعة للجنس *Luteovirus*

وخاصة مجموعة فيروسات اصفرار وتقزم الشعير (BYDVs) التي ينقلها المنّ وتشمل عدداً من الأنواع المتقاربة من الفيروسات التي كان يُطلق عليها "سلالات" من قبل (Gray & Gildow, 2003).

وتتميز خصائص النقل لفيروسات هذا الجنس بأن أقل فترة لتغذية الاكتساب تتراوح بين 5 دقائق وعدة ساعات، تليها فترة حضانة/كمون للفيروس داخل الحشرة الناقلة تبلغ حوالي 12 ساعة تبقى بعدها حشرات المنّ الناقلة معدية لعدة أيام، أما فترة تغذية الالقاح فتتراوح بين 10–30 دقيقة. وتوجد هذه الفيروسات داخل نسيج اللحاء في النبات العائل. وتدل كثير من الدراسات على أن هذه الفيروسات لابد وأن تخترق خلايا القناة الهضمية الوسطية أو الخلفية لتمر إلى تجويف الجسم حيث يساعد الدم على إنتشارها حتى تصل إلى الغدد اللعابية ثم تفرز مع اللعاب أثناء تغذية الحشرة على النبات (شكل 1).

وفي حالة فيروس اصفرار وتقزم الحبوب (CYDV-RPV) الذي ينقل بواسطة نوع المنّ *Rhopalosiphon padi* (L.) فقد وجد أن جسيمات الفيروس تمر من خلال الأغشية المبطنة لخلايا القناة الهضمية الخلفية، وأنها تدخل تلك الخلايا من خلال عملية يطلق عليها "الحوصلة الداخلة endocytosis"، كما أنها تمر كاملة خلال حويصلات أنبوبية خلال السيتوبلازم دون أن تلامسه مباشرةً أو تتكاثر فيه. ثم تخرج هذه الجسيمات إلى التجويف الدموي عن طريق عملية عكسية هي "الحوصلة الخارجة exocytosis". وبعد مرور هذه الجسيمات إلى ذلك التجويف تمر مع الدم إلى الغدد اللعابية الإضافية للمنّ من خلال عمليتين مشابهتين (الحوصلة الداخلة ثم الحوصلة الخارجة) حتى تفرز مع اللعاب أثناء عملية التغذية. وهناك دلائل على أن مرور الفيروس بهذه الطريقة يتطلب مستقبلات متخصصة (specific receptors) سواء على الأغشية المبطنة للقناة الهضمية أو تلك المحيطة بالغدد اللعابية حتى يمكن لفيروس ما أن يُنقل بواسطة نوع معين من حشرات المنّ. وتعتبر هذه المستقبلات أحد العوامل الهامة المحددة للتخصص في نقل هذه الفيروسات بواسطة المنّ. ويبدو أن فيروسات جنس *Luteovirus* لا تحتاج إلى بروتينات خارجية أو عوامل مساعدة للنقل بواسطة الحشرات كما هو الحال في بعض الفيروسات التي تنقل بالطريقتين غير الباقية/غير المثابرة وشبه الباقية/شبه المثابرة ، حيث أن أنواع المنّ الناقلة يمكنها نقل فيروسات *Luteovirus* من محلول سكري يحتوي على مستخلصات نقية لهذه الفيروسات (Gildow, 1991, 1993).

وقد ثبت أن بعض البروتينات التي تُكَوِن الغطاء البروتيني للفيروس نفسه تؤدي دوراً هاماً في عملية النقل، وذلك من خلال تفاعل تلك البروتينات مع المُستقبِلات المتخصصة التي توجد على الأغشية المبطنة للقناة الهضمية أو تلك المحيطة بالغدد اللعابية. وعلى سبيل المثال فإن فيروس CYDV-RPV ينقل بكفاءة بواسطة نوع المنّ *R. padi* ولكنه لا ينقل بكفاءة بواسطة نوع آخر من المنّ هو *Sitobion aveni*، ولكن العكس هو الصحيح بالنسبة لفيروس آخر هو

BYDV-MAV. كما أن النوع الأول (*R. padi*) يمكنه نقل كلا الفيروسين إذا تواجدا معاً في نفس النبات المصاب ولكنه لا يستطيع نقلهما إذا وجدا معاً في مستخلصات نقية. ويمكن تفسير هذه الظاهرة بافتراض أنه في النبات المصاب بكلا الفيروسين فقد يحدث خلطُ مظهري (phenotypic mixing) بينهما أثناء عملية التكاثر في النبات العائل، بحيث يكتسب أحد الفيروسين الغطاء البروتيني للفيروس الآخر. وحيث أن الغطاء البروتيني (وليس الحمض النووي للفيروس) هو الذي يحدد إمكانية نقل الفيروس بالتفاعل مع المُستقبِلات المتخصصة في القناة الهضمية أو الغدد اللعابية للنوع الناقل، فإن الحشرة يمكنها نقل فيروس أو سلالة لا تنقلها عادة إذا كان هذا الفيروس – أو السلالة – يمتلك الغطاء البروتيني لفيروس آخر تنقله تلك الحشرة (Gray & Gildow, 2003). ويبدو أن ظاهرة الخلط المظهري مسئولة أيضاً عن نقل المنّ لفيروسات جنس *Umbravirus* التي تتميز بعدم وجود أي غطاء بروتيني لها، حيث أن هذه الفيروسات التي تنقل ميكانيكياً بسهولة يمكن نقلها بواسطة المنّ فقط عند وجودها مع أحد فيروسات جنس *Luteovirus* داخل النبات المصاب (Murant *et al.*, 1995). وقد تكون هذه الظاهرة هامة من الناحية العملية أو الوبائية، نظراً لأنه في الطبيعة كثيراً ما توجد أنواع مختلفة من الفيروسات في نفس النبات مما يسهل حدوث عملية الخلط المظهري المشار إليها، وبالتالي يمكن لبعض الحشرات نقل فيروسات أو سلالات لا تنقل عادة عند وجودها منفردة في النبات المصاب (Hull, 2002).

وتشير أبحاث حديثة إلى أن أحد البروتينات المرتبطة بوجود المعاشر البكتيري الداخلي *Buchnaria* spp. الموجود في حشرات المنّ يؤدي دوراً هاماً في نقل المنّ لفيروسات جنس *Luteovirus*، حيث أن هذا البروتين (ويُسمى symbionin أو GroEl) الذي يوجد في سائل الدم يتفاعل مع بعض البروتينات الموجودة في الغطاء البروتيني لبعض تلك الفيروسات فيؤدي إلى حمايتها –دون غيرها– من فعل المواد المُثبِطة للفيروس الموجودة في الدم. وعلى سبيل المثال فإن معاملة نوع منّ الدراق الأخضر بالمضادات الحيوية التي تؤثر سلباً على ذلك المعاشر البكتيري تؤدي إلى تخفيض معدل بروتين Symbionin في الدم، كما تؤدي إلى عدم ثبات الغطاء البروتيني للفيروس أثناء وجوده في سائل الدم، وبالتالي عدم بقاء الفيروس طويلاً في حالة قابلة للنقل داخل حشرات المنّ الناقلة له (van den Heuvel *et al.*, 1999).

وتختلف فصيلة الفيروسات التوأمية (*Geminivridae*) بعض الشيء عما سبق من حيث إنتقالها بطريقة دوارة (غير متكاثرة) بواسطة نطاطات الأوراق أو الذباب الأبيض. وعلى سبيل المثال فإن فيروس تخطط الذرة (MSV)، الذي يوجد بمصر وكثير من بلدان أفريقيا وتنقله بعض أنواع نطاطات الأوراق من جنس *Cicadulina*، يمر إلى الدم من خلال غرفة الترشيح وهي جزء من القناة الهضمية الوسطية، وليس من خلال القناة الهضمية الخلفية كما هو الحال في فيروسات جنس *Luteovirus*. ولكن يبدو أن ما تقدم ذكره عن وجود مُستقبِلات متخصصة

في القناة الهضمية للحشرة الناقلة لها علاقة بعملية النقل تنطبق أيضاً على هذا الفيروس (Bosque-Pe´rez, 2000)، حيث أن بعض أنواع جنس *Cicadulina* التي لا تنقل MSV عادة، أمكن تحويلها إلى حشرات ناقلة وذلك بثقب القناة الهضمية الوسطى (بإبرة دقيقة) قبيل اكتساب الفيروس عن طريق التغذية على نبات مصاب، كما أن هذه الأنواع غير الناقلة يمكنها نقل ذلك الفيروس إذا حُقن في الدم مباشرة دون التغذية على نبات مصاب. وجدير بالذكر أن فيروس MSV يوجد في الأنسجة الوسطية لأوراق نبات الذرة ويمكن لحشرات نطاط الأوراق اكتسابها له بالتغذية على هذه الأنسجة، ولكن يمكن لهذه الحشرات القاحه في نسيج اللحاء. وقد أمكن إثبات أهمية الغطاء البروتيني للفيروسات التوأمية في عملية النقل بالحشرات وفي التخصص بين النوع الناقل والفيروس، وذلك باستخدام ظاهرة الخلط المظهري المُشار إليها سابقاً. فقد أمكن إحداث تبادل للغطاء البروتيني بين فيروس موزاييك الكاسافا الأفريقي (ACMV) الذي تنقله حشرات الذباب الأبيض من جنس *Bemisia* وفيروس تجعد قمة الشوندر السكري/البنجر (BCTV) الذي تنقله نطاطات الأوراق من جنس *Circulifer*. وعندما حقنت نطاطات الأوراق بفيروس ACMVالذي يمتلك الغطاء البروتيني لفيروس MSV أمكن لهذه النطاطات نقل أعراض فيروسACMV إلى النباتات التي تغذت عليها (Briddon *et al.*, 1990).

ورغم أن فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم (TYLCV)، ذو الأهمية الاقتصادية الكبيرة في مصر وفي كثير من بلدان العالم العربي، يتبع فصيلة الفيروسات التوأمية (*Geminviridae*) التي لم يثبت تكاثر أي منها داخل الحشرات الناقلة لها حتى الآن، فإن هناك بعض الأبحاث التي تشير إلى احتمال تكاثر TYLCV داخل حشرة الذباب الأبيض *Bemisia tabaci* (Gennadius) الناقلة له (Mehta *et al.*, 1994)، وقد أجريت هذه الدراسة باستخدام طريقة تهجين الحمض النووي (DNA hybridization). ورغم أن تلك النتائج لم تتأكد بعد إلا أنه قد يكون من الضروري ترك الباب مفتوحاً أمام احتمال أن بعض الفيروسات الدوارة التي لم يثبت تكاثرها داخل حشراتها الناقلة حتى الآن، قد يثبت فيما بعد أنها تتكاثر ببطء أو بمعدل لا يتناسب مع معدل فقد الفيروس من الغدد اللعابية أثناء عملية التغذية، وذلك باستخدام طرائق كمية أكثر دقة في قياس تركيز الفيروس داخل الحشرة الناقلة. وقد يؤدي ذلك -إذا حدث – إلى نقل تلك الفيروسات من مجموعة الفيروسات الدوارة (غير المتكاثرة) إلى مجموعة الفيروسات المتكاثرة.

2.3.2.2. نقل الفيروسات المتكاثرة (Propagative viruses)

تُعرّف الفيروسات المتكاثرة بأنها تلك التي يمكنها التكاثر داخل خلايا وأنسجة الحشرات الناقلة لها. وتعتبر هذه أهم الخواص التي تتميز بها عملية إنتقال هذه الفيروسات، وذلك بالإضافة إلى كل

الخصائص الأخرى المميزة لطريقة نقل الفيروسات بطريقة مثابرة/باقية، علما بأن فترتي الكمون والبقاء للفيروسات المتكاثرة داخل حشراتها الناقلة أطول كثيراً منها في حالة الفيروسات الدوارة (غير المتكاثرة). وقد وجد أن متوسط فترة الكمون لثلاثة عشرة من الفيروسات المتكاثرة يساوي 368 ساعة (15.3 يوماً) مقارنة بحوالي 23 ساعة فقط (أي أقل من يوم واحد) للفيروسات الدوارة غير المتكاثرة. وقد يعود ذلك إلى الفترة اللازمة لتكاثر الفيروس داخل أنسجة الحشرة الناقلة قبل وصوله إلى اللعاب حيث يفرزان معاً أثناء تغذية الحشرة على النبات. كما أنه في الفيروسات المتكاثرة عادة ما تبقى الحشرة معدية طوال حياتها بعد انتهاء فترة الكمون، بل إنها تستطيع في بعض الحالات نقل الفيروس رأسياً عن طريق البيض إلى جيل أو أجيال تالية.

وتنقل الحشرات على الأقل حوالي 49 فيروساً متكاثراً للنباتات، يتبع ثلاث منها جنس *Marafivirus* تنقلها نطاطات الأوراق، بالإضافة إلى 5 فيروسات من جنس *Tenuivirus* تنقلها نطاطات النبات، و 13 فيروساً من فصيلة *Reoviridae* تنقلها نطاطات الأوراق أو نطاطات النبات، و27 فيروساً من فصيلة *Rhabdoviridae* تنقلها نطاطات الأوراق أو نطاطات النبات أو المنّ، وكذلك فيروس واحد من فصيلة *Bunyaviridae* ينقله التربس (Nault, 1997). وتعتبر بعض هذه الفيروسات هامة جداً من الناحية الاقتصادية حيث تسبب خسائر كبيرة خاصة في محاصيل الأرز والذرة والقمح والقصب والبطاطس/البطاطا والطماطم/البندورة وغيرها في مناطق كثيرة من العالم. علما بأن الفصائل الثلاث *Bunyaviridae*، *Rhabdoviridae* و *Reoviridae* تشمل أيضاً بعض الفيروسات التي تصيب الحيوان أو الإنسان والتي تنقلها حشرات البعوض وبعض أنواع الذباب الأخرى. ومن الفيروسات المتكاثرة التي درست بمصر فيروس الذرة الشريطي (MSpV) الذي ينقله نطاط الأوراق *Cicadulina chinai* Ghauri ويسبب بعض الخسائر في محصول الذرة وخاصة في الزراعات النيلية المتأخرة (Ammar *et al.*, 1989, 2004).

وقد أمكن إثبات عملية تكاثر فيروسات النبات داخل الحشرات الناقلة لها بعدة طرائق نذكر منها باختصار ما يلي:

1) مرور الفيروس عن طريق البيض خلال عدة أجيال متعاقبة من الحشرة الناقلة دون تغذيتها على نبات مصاب خلال تلك الفترة. وعلى سبيل المثال فقد مر فيروس الرز الشريطي (RSV) في نطاطات النبات الناقلة له من أنثى واحدة حاملة للفيروس إلى نسبة كبيرة من الحوريات خلال 40 جيلاً متعاقبة دون التغذية على نبات مصاب، وقد بلغت نسبة الحشرات الناقلة في الجيل الأخير 95% (Shinkai, 1962).

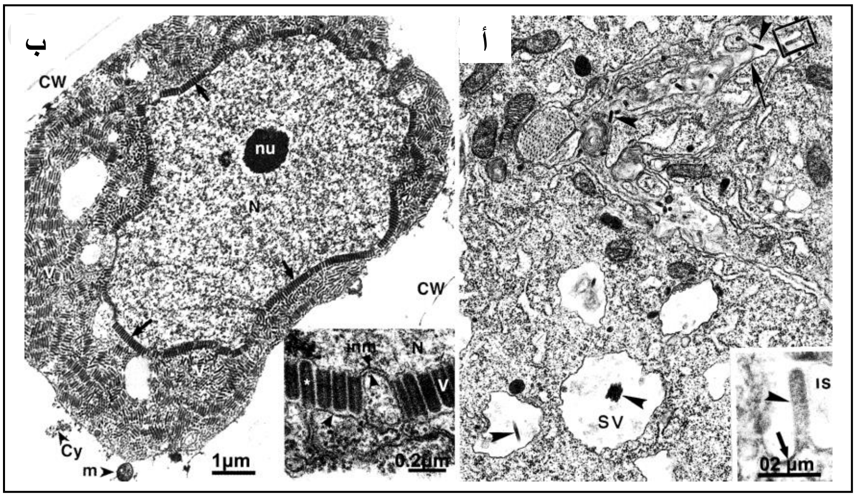
2) طريقة الحقن المتتالي أو المتسلسل. وتشمل حقن تركيز معين من الفيروس في دم الحشرة، ثم تخفيف دم الحشرات التي نقلت الفيروس نتيجة لذلك وحقنه في حشرات أخرى. والاستمرار في ذلك عدة مرات حتى يصل تركيز الفيروس – بفرض أنه لم يتكاثر داخل

الحشرات الناقلة له – إلى الحد النهائي للتخفيف. وعلى سبيل المثال فإن فيروس RSV تم حقنه في نوع نطاطات النبات الناقل له (*Leodelphax striatellus*) لعدة دورات حتى وصل تخفيفه الافتراضي إلى 1.25×10^6، وهو أعلى كثيراً من التخفيف النهائي الذي لا يمكن لمعظم الفيروسات التكاثر عنده، ورغم ذلك فقد نقلت تلك الحشرات الفيروس للنبات، مما يدل على أن فيروس RSV قد تكاثر داخلها (Okuyama *et al.*, 1968).

3) استخدمت دراسات المجهر الإلكتروني في إثبات تراكم جسيمات بعض الفيروسات داخل أنسجة الحشرات الناقلة لها، ورغم أن ذلك لا يعتبر دليلاً قاطعاً في حالات كثيرة على تكاثر هذه الفيروسات داخل تلك الأنسجة، فإن هذا الدليل يعتبر أقوى في حالة الفيروسات ذات الغشاء الخارجي، مثل فيروسات فصيلة *Rhabdoviridae* ومن أمثلتها فيروس موزاييك الذرة (MMV)، فقد بينت تلك الدراسات أن جسيمات ذلك الفيروس تكتسب الغشاء المغلف لها من الغشاء الداخلي المغلف لأنوية خلايا أنسجة النبات العائل وكذلك في خلايا معظم أنسجة الحشرة الناقلة (وهي نطاط النبات *Peregrinus maidis* Ashmead)، ثم تتجمع تلك الجسيمات حول النواة "داخل" تلك الخلايا. ويعتبر ذلك دليلاً على تكاثر الفيروس بهذه الطريقة في كل من النبات العائل والحشرة الناقلة له (شكل 3). وجدير بالذكر أن تلك الدراسات قد دلت أيضاً على أن ذلك الفيروس يتكاثر بطريقة أخرى داخل الغدد اللعابية للحشرة الناقلة، حيث يكتسب الغشاء المغلف له من الغشاء البلازمي المحيط بخلايا الغدد اللعابية، وفي هذه الحالة تتجمع جسيمات الفيروس "بين" الخلايا مما يسهل خروجها مع اللعاب إلى القُنَيْوات اللعابية الموصلة إلى قناة اللعاب داخل الفكوك الرمحية السفلية، وبالتالي تستطيع الحشرة القاحه في النبات أثناء تغذيتها عليه (Ammar & Nault, 1985).

4) أمكن استخدام عدد من الإختبارات السيرولوجية الكمية مثل ELISA، Dot blot و TBIA وغيرها، في قياس تركيز بعض الفيروسات داخل الحشرات الناقلة لها طوال فترة الحضانة، أي بعد انتهاء تغذية الاكتساب وحتى يمكن للحشرة نقل الفيروس إلى النبات. بل إنه في بعض الحالات أمكن إثبات زيادة تركيز الفيروس أثناء هذه الفترة في بعض أنسجة الحشرة بالتحديد مثل القناة الهضمية أو الغدد اللعابية، كما في حالة فيروس تخطط الذرة (MStV) داخل نطاط النبات الناقل له (*P. maidis*) (Nault & Gordon, 1988).

5) تعتمد بعض الطرائق الحديثة على استخدام PCR أو *in situ* hybridization (التهجين الموضعي) في قياس تركيز الحمض النووي للفيروس داخل الحشرة الناقلة له بعد انتهاء تغذية الاكتساب وقبيل نقل الفيروس إلى النبات العائل كما في حالة فيروس TYLCV وغيره.



شكل 3. (أ) تجمعات قليلة من فيروس موزاييك الذرة (MMV) (تشير إليها رؤوس الأسهم) داخل أحد خلايا الغدد اللعابية لحشرة نطاط النبات الناقلة له، وتبين الصورة السفلى ظهور أحد جسيمات الفيروس كأنها متبرعمة من الغشاء البلازمي (يشير إليه السهم) المحيط بالخلية بينما تتجمع تلك الجسيمات بين الخلايا (is) مما يسهل خروجها مع إفرازات اللعاب (SV) (Ammar & Nault, 2002)؛ (ب) تجمعات كبيرة من فيروس موزاييك الذرة (MMV) الإيراني حول النواة (N) داخل إحدى خلايا البشرة في ورقة نبات الذرة، وتبين الصورة السفلى ظهور جسيمات الفيروس (V) كأنها متبرعمة من الغشاء الداخلي للنواة (inm) (Ammar *et al.*, 2005).

3.2. عوامل التخصص وحواجز الإنتقال في الفيروسات الباقية المتكاثرة

درست دورة الإنتقال، أي الدورة التي يمر بها الفيروس داخل الحشرة الناقلة منذ اكتسابه بالتغذية على النبات المصاب وحتى نقله إلى نبات آخر، في عدد من الفيروسات الباقية المتكاثرة، منها على سبيل المثال فيروس الموزاييك الشريطي الأمريكي للقمح (WASMV) الذي ينقله نطاط الأوراق *Endria inimica*، فقد أمكن باستخدام طريقة اختبارات العدوى للكشف عن هذا الفيروس في أنسجة القناة الهضمية للحشرة الناقلة في خلال يومين بعد تغذية الإكتساب، ثم في الغدد اللعابية في اليوم الرابع أو الخامس (Sinha & Chiykowski, 1969). وباستخدام طريقة إليزا السيرولوجية (ELISA) تم الكشف عن زيادة تركيز فيروس MStV داخل حشرة نطاط النبات *P. maidis* بعد يومين وحتى 23 يوماً من تغذية الإكتساب، وقد اكتشف الفيروس في القناة الهضمية أولاً ثم في الغدد اللعابية (خلال 7–9 أيام بعد تغذية الإكتساب)، ثم في أنسجة المبيض (خلال 16–23 يوماً بعد تغذية الإكتساب) علماً بأن هذا الفيروس يُنقل عن طريق البيض إلى نسبة عالية من حوريات الجيل الأول أو الأجيال التالية (Nault & Gordon, 1988).

ومن المعروف أن كفاءة نقل الفيروس قد تختلف من نوع لآخر أو سلالة لأخرى من الأنواع الناقلة له، وهناك دلائل على أن للتكوين الوراثي للحشرة دخل في ذلك. كما قد تختلف أيضاً كفاءة النقل حسب عمر الحشرة أثناء تغذية الاكتساب، حيث أن الحوريات الصغيرة العمر عادة تكون أكفأ في النقل من تلك الأكبر عمراً أو من الحشرات البالغة، أو حسب الجنس فقد تكون الإناث أو الذكور أكثر كفاءة في النقل، أو حسب الأطوار المورفولوجية للحشرة الناقلة، فإن حشرات المنّ المجنحة عادة تكون أكثر كفاءة في نقل الفيروس من الحشرات غير المجنحة وذلك لقدرتها على الحركة أو الإنتشار إلى مسافات أبعد (Nault, 1997 ؛Ammar & Nault 2002).

وقد تعود أسباب التخصص وزيادة أو نقص كفاءة النقل لفيروس معين في بعض الحشرات دون غيرها في كثير من الحالات إلى عوامل ذاتية في الحشرة نفسها، أي للفروق التشريحية أو الفسيولوجية بين حشرة وأخرى بالإضافة إلى عوامل السلوك مثل طريقة التغذية أو اختيار العائل النباتي، أو القدرة على الحركة والإنتشار بين عائل وآخر. وفي بعض الأحيان تؤثر عوامل البيئة أيضاً على كفاءة الحشرات في نقل بعض الفيروسات، ومن هذه العوامل درجات الحرارة أو الرطوبة وطول فترة الشتاء أو مدى توفر العوائل البديلة للفيروس – مثل الحشائش/الأعشاب – في الطبيعة أثناء فترة اختفاء العائل النباتي الأصلي، مما سيأتي ذكره بالتفصيل فيما بعد.

وبالنسبة للعوامل الذاتية فقد دلت دراسات عديدة على أن هناك عدداً من حواجز الإنتقال التي تؤدي إلى تخصص بعض الحشرات في نقل فيروسات باقية/مثابرة معينة بكفاءة دون غيرها (Ammar, 1994) منها ما يلي:

1) حواجز القناة الهضمية: تدل أبحاث عديدة على أن القناة الهضمية للحشرات قد تكون أحد أهم الحواجز التي تعوق أو تسمح للحشرة بأن تنقل فيروسات باقية معينة دون أخرى، سواء أثناء محاولة الفيروس الدخول من تجويف القناة الهضمية إلى خلاياها بعد التغذية على النبات المصاب، أو أثناء خروج الفيروس من تلك الخلايا إلى التجويف الدموي للحشرة. ومن الأمثلة على ذلك أن فيروس MMV أمكنه إعداء 85% من أفراد نوع نطاط النبات *P. maidis* عندما حُقن في دمها، بينما تمكن 30–42% فقط من الأفراد نقله بعد تغذيتها على نبات مصاب. كما أن فيروس موزاييك الذرة (MMV) الإيراني، وهو من نفس فصيلة *Rhabdoviridae* التي يتبعها MMV، الذي يُنقل في الطبيعة بواسطة نوع آخر من نطاطات النبات هو *Ribautodelphax notabilis* قد أمْكَن نقله بكفاءة (64%) عند حقنه في دم النوع *P. maidis* الذي لا يستطيع نقله بالتغذية على النبات إلا بنسبة ضئيلة جداً (0.4–1.6%) (Ammar *et al.*, 2005). وفي حالة فيروس التورم الجرحي (WTV) للبرسيم فإن كفاءة حشرة نطاط الأوراق الناقلة له تقل كلما زاد عمر الحشرة، ورغم ذلك أمكن زيادة كفاءة النقل بثقب القناة الهضمية للحشرات كبيرة السن أثناء تغذية الاكتساب. ويبدو أن قابلية خلايا القناة الهضمية أو الغشاء المبطن لها للسماح بمرور الفيروس أو تكاثره تقل بازدياد عمر

الحشرة الناقلة. ولذلك فإن الحوريات أقدر عادة من الحشرات الكاملة على نقل كثير من الفيروسات الدوارة والمتكاثرة. وتدل بعض الأبحاث على أن المُستقبِلات المتخصصة على سطح الغشاء المبطن للقناة الهضمية في التربس الناقل لفيروس الذبول المتبقع للبندورة/الطماطم (TSWV) قد تلعب دوراً هاماً في قابلية أنسجة تلك القناة للغزو بواسطة الفيروس، أي إنتقاله إليها أو تكاثره داخلها، علماً بأن هذا الفيروس يمكن للتربس اكتسابه بالتغذية على النبات المصاب فقط خلال عمر الحورية الأول بينما تستطيع الحشرات الكاملة نقله بعد ذلك ولكنها لا تستطيع اكتسابه مُجدداً في هذا الطور الأخير (Ullman *et al.*, 1992). وقد اقترح Moritz وآخرون (2004) سبباً محتملاً آخر لذلك هو أنه في الطور الحوري الأول فقط تكون الغدد اللعابية للتربس متقاربة إلى حد الالتصاق بالقناة الهضمية الوسطى، مما قد يُسّهل مرور الفيروس مباشرة من الأخيرة إلى الغدد اللعابية، أما في الأعمار اللاحقة فتتباعد تلك الغدد ولا تلتصق مباشرة بالقناة الهضمية، وعموماً ما زال هذا الموضوع تحت الدراسة (Whitfiled *et al.*, 2005).

2) حواجز التكاثر أو الإنتشار: قد يستطيع أحد الفيروسات أن يخترق القناة الهضمية لنوع أو سلالة معينة من الحشرات ولكنه لا يستطيع التكاثر أو الإنتشار خلال الدم وباقي أنسجة الحشرة حتى يصل إلى الغدد اللعابية. وقد يتوقف ذلك على التركيز الأوّلي للفيروس أو الجرعة التي اكتسبتها الحشرة منه سواء بالتغذية على نبات مصاب أو تجريبياً بالحقن في دمها. وقد دلت الأبحاث على أنه في كل مِنْ فيروسي MMV و MStV فإن التركيز الذي يصل إليه الفيروس داخل الحشرة يتناسب طردياً مع الجرعة التي اكتسبتها الحشرة منه مبدئياً، أما فترة حضانة الفيروس داخل الحشرة – قبل أن تصير معدية – فتتناسب عكسياً مع تلك الجرعة، فكلما زادت الجرعة التي اكتسبتها الحشرة من النبات (بزيادة فترة تغذية الاكتساب) أو زادت جرعة الفيروس التي حقنت في الدم فإن فترة حضانة الفيروس داخل الحشرة تكون أقصر، كما أن نسبة الحشرات المعدية – أو تركيز الفيروس فيها كما قيس بطريقة ELISA – يكون أعلى. وقد دلت البحوث على أن تركيز فيروس WTV يكون مرتفعاً في أحد أنواع نطاطات الأوراق الذي ينقله بكفاءة (*Agallia constricta*) بينما يكون تركيز الفيروس منخفضاً في معظم الأنسجة – ويكاد يكون غير موجود في الغدد اللعابية – في نوع آخر لا ينقله إلا بكفاءة منخفضة (*Agaliopsis novella*). وفي حالة فيروس هويا بلانكا للرز (RHBV)، فيبدو أن قدرة حشرات نطاط النبات *Sogatodes orizicola* على نقله تكتسب وراثياً ويحددها جين واحد متنحي (recessive) غير مرتبط بالجنس (Zeigler & Morales, 1990).

وقد أمكن تجريبياً تحويل إحدى سلالات فيروس WTV المنقولة بالحشرات إلى سلالة لا يمكن نقلها بتلك الحشرات، وذلك بإكثار الفيروس لفترة طويلة داخل النبات العائل ونقله

بواسطة التكاثر الخضري فقط لهذه النباتات. وقد وجد أن فقد تلك السلالة لخاصية النقل بالحشرات وكذلك للتكاثر داخل مزارع الخلايا الحشرية يرتبط بفقد الفقرتين رقم 2 و 5 من الحمض النووي dsRNA للفيروس والمكون من اثنتى عشرة قطعة (segments). ويدل ذلك على أن البروتينات التي تكونها هاتان القطعتان المفقودتان تعتبر هامة جداً لخاصية النقل والتكاثر داخل الحشرات ولكنها ليست أساسية للتكاثر داخل النبات العائل. علما بأن هاتان القطعتان تكونا مسئولتان عن تكوين الغطاء البروتيني للفيروس، مما يدل على أن تكوين هذا الغطاء مهم جداً لتعرف الفيروس على أنسجة القناة الهضمية أو الغدد اللعابية للحشرة الناقلة حتى يمكنه إصابتها أي الدخول فيها أو التكاثر داخلها (Nuss, 1984). وجدير بالذكر أن بروتين ج (G protein)، وهو أحد مكونات الغطاء البروتيني لفيروسات فصيلة *Rhabdoviridae*، مثل فيروس التقزم الأصفر للبطاطا/البطاطس (PYDV) الذي تنقله نطاطات الأوراق، يلعب دوراً هاماً في التصاق هذه الفيروسات بالغشاء البلازمي المحيط بالخلايا حتى يمكن إصابتها، وقد ثبت ذلك باستخدام مزارع الخلايا من الحشرات الناقلة للفيروس الأخير (Jackson *et al.*, 1987). كما تدل الأبحاث على مجموعة أخرى من الفيروسات المغلفة (Bunyaviridae) ومنها TSWV أن البروتينات الجليكوجينية (Glycoproteins) الموجودة على الغشاء الخارجي للفيروس تلعب دوراً هاماً في نقل الفيروس وتكاثره داخل حشرات التربس الناقلة له. ومن الموضوعات التي لم تلق اهتماماً كافياً في البحث حتى الآن دور سائل الدم (hemolymph) أو خلايا الدم (hemocytes) في تسهيل أو إعاقة إنتشار الفيروس خلال التجويف الدموي للحشرة الناقلة حتى وصوله إلى الغدد اللعابية، وقد وجد أن عدداً من الفيروسات المتكاثرة، منها فيروس MMV، تتكاثر في خلايا دم الحشرات الناقلة لها. وتدل أبحاث حديثة على أن هذا الفيروس قد ينتقل من القناة الهضمية إلى الغدد اللعابية عن طريق الجهاز العصبي لحشرة نطاط النبات الناقلة له *Peregrinus maidis* (Ammar & Hogenhout, 2008).

3) حواجز الغدد اللعابية: قد يكون غزو – أو الدخول إلى– خلايا الغدد اللعابية للحشرة أحد عوامل التخصص في نقل بعض الفيروسات بواسطة الحشرات، كما سبق ذكره في حالة فيروسات BYDV التي ينقلها المنّ بطريقة دوارة غير متكاثرة وأيضاً في حالة فيروس WTV الذي تنقله نطاطات الأوراق بطريقة متكاثرة. أما في حالة فيروس MStV فقد ثبت باستخدام طريقة إليزا (ELISA) أن بعض أفراد نوع نطاط النبات الناقل له (*P. maidis*) تحتوي غددها اللعابية على هذا الفيروس دون أن تستطيع هذه الأفراد نقله بالتغذية على النبات. ويدل ذلك على أن هذا الفيروس قد يستطيع غزو الغدد اللعابية بل وربما التكاثر فيها دون أن يستطيع الخروج منها مع اللعاب أثناء عملية التغذية. ولو أن هناك احتمالا آخر – لم يدرس بعد – وهو أن هذا الفيروس قد يستطيع الخروج مع اللعاب ولكنه قد يتم تثبيطه

بواسطة بعض الإنزيمات أو المكونات الأخرى في اللعاب. وتدل تلك الأبحاث أيضاً على أن استخدام بعض الطرائق السيرولوجية (مثل ELISA وغيرها) في الكشف عن الفيروسات داخل الحشرات الموجودة في الطبيعة تعطي مؤشراً تقريبياً لنسبة الأفراد الحاملة لتلك الفيروسات في الحقل، وقد يفيد ذلك في الدراسات الوبائية اللازمة للتنبؤ بمدى إنتشار الفيروسات في المناطق أو المواسم المختلفة، ولكن لابد أن نتذكر أن بعض تلك الحشرات الحاملة للفيروس قد لا تستطيع بالضرورة إعداء النباتات العائلة أثناء التغذية عليها.

وتدل بحوث كثيرة على أنه في معظم الفيروسات التي تنقل بطريقة باقية/مثابرة، سواء كانت متكاثرة أو غير متكاثرة، فإن الحشرة الناقلة – بعد انتهاء فترة حضانة الفيروس داخلها – قد لا تستطيع إلقاح جميع النباتات التي تتغذى عليها أثناء فترة بقاء الفيروس داخل الحشرة، بل يكون النقل عادة متقطعاً (intermittent) أي قد تستطيع الالقاح ليوم أو عدة أيام ثم تفقد هذه القدرة ليوم أو أيام أخرى قبل أن تواصل قدرتها على الالقاح في الأيام التالية وهكذا. وتزيد فترة الانقطاع هذه عادة في درجات الحرارة المنخفضة، كما تزيد كلما تقدمت الحشرة الناقلة في العمر. وقد تعود ظاهرة "النقل المتقطع" هذه إلى عدم وصول الفيروس بانتظام إلى الغدد اللعابية أو عدم وصوله إلى التركيز المناسب فيها أو في اللعاب حتى يتم إفراز جرعة من الفيروس في اللعاب تكفي لعدوى النبات العائل أثناء التغذية عليه بواسطة الحشرة الناقلة.

4) حواجز النقل عن طريق البيض: تنقل بعض الفيروسات المتكاثرة رأسيا خلال بيض بعض الحشرات الناقلة لها إلى جيل أو أجيال تالية من الحوريات. وتختلف كثيرا نسبة الأفراد التي تكتسب الفيروس من الأم المعدية وذلك حسب نوع الفيروس أو الحشرة الناقلة له. وعلى سبيل المثال تبلغ هذه النسبة حوالي 2–10% فقط لفيروس WTV داخل نوع من نطاطات الأوراق هو *A. novella*، بينما تبلغ هذه النسبة 80% لنفس الفيروس داخل نوع آخر من النطاطات الناقلة هو *A. constricta*. بل أن تلك النسبة كثيرا ما تختلف بين سلالات النوع الواحد من الحشرات الناقلة. وقد ترتبط نسبة إنتقال الفيروس عن طريق البيض بقدرة نفس السلالة أو النوع في نقل الفيروس عن طريق التغذية على النبات، كما هو الحال في الفيروس WTV. وقد تختلف أيضاً سلالات فيروس معين فيما بينها في مدى كفاءة النقل بواسطة الحشرة الناقلة، سواء عن طريق البيض أو بالتغذية على النبات، كما هو الحال في فيروسMStV الذي ينقله نطاط النبات *P. maidis*.

وفي حالة فيروس الموزاييك المخطط الأوروبي للقمح (EWSMV) الذي ينقله نطاط النبات *Javasella pellucida* وفي فيروسات متكاثرة أخرى، فقد وجد أن نسبة نقل الفيروس عن طريق البيض تكون مرتفعة إذا ما اكتسبته الأم بالتغذية خلال الأعمار المبكرة للحوريات، بينما تقل هذه النسبة أو تنعدم إذا ما اكتسبته الأم بالتغذية خلال طور الحشرة البالغة. وجدير بالذكر أن مجرد وجود الفيروس أو اكتشافه سواء بالطرائق السيرولوجية أو غيرها داخل

المبيض لا يعني بالضرورة أن هذا الفيروس ينتقل عن طريق البيض، فقد وجدت جسيمات فيروس MMV داخل بعض الخلايا الطلائية المغلفة للمبيض في الإناث وفي بعض الخلايا الطلائية المغلفة للقناة القاذفة في الذكور، ولكن لم يثبت حتى الآن أن هذا الفيروس يمكن نقله للأجيال التالية عن طريق البيض أو الحيوانات المنوية.

ويبدو أن هناك حواجز إضافية غير التي ذُكرت من قبل في البنود السابقة قد تعوق إنتقال فيروس ما بواسطة البيض. ومن هذه العوائق دخول الفيروس إلى البويضات ذاتها، وقد يتم ذلك في مراحل تكوينها الأولى حيث أن غلاف البيضة الذي يتكون بعد ذلك قد يعوق دخول الفيروس إليها في مراحل متأخرة من النمو. وعموما فإن ميكانيكية إنتقال فيروسات النبات من الأم إلى البويضات تعتبر غير مفهومة حتى الآن. وقد اقترحت بحوث سابقة (Nasu, 1965) على فيروس تقزم الرز (RDV) الذي تنقله نطاطات الأوراق أن هذا الفيروس قد ينتقل إلى البويضات النامية (oocytes) بالإلتصاق على سطح المرافق البكتيري L-symbiont، الذي يوجد في العضو المحتوى على المرافقات الدقيقة (mycetome)، أثناء إنتقال ذلك المرافق من الأم إلى البويضات أثناء نموها، علماً بأن حشرات رتبة نصفية الأجنحة (Hemiptera) عموماً تحتوي على مرافقات بكتيرية تنتقل دائماً من الأم إلى البويضات النامية داخل المبيض.

4.2. تأثير فيروسات النبات على الحشرات الناقلة لها

قد تؤثر فيروسات النبات بطريقة مباشرة أو غير مباشرة على حياة أو سلوك الحشرات الناقلة لها، ففي حالة فيروس MSV الذي ينقل بطريقة باقية/مثابرة غير متكاثرة، تدل البحوث على أن سلوك تغذية حشرات نطاطات الأوراق الناقلة لهذا الفيروس يختلف في النباتات المصابة به عن سلوكها في التغذية على النباتات السليمة، فقد وجد أن النوع *Cicadulina storeyi* يقضي وقتاً أقل في التغذية المتعمقة على نسيج اللحاء في النباتات المصابة بالفيروس، بينما يقضي وقتاً أطول في التغذية على الأنسجة الوسطية التي تحتوي على هذا الفيروس مما يزيد من فرص نقل الفيروس أثناء فترات التغذية القصيرة على تلك الأنسجة (Bosque-Pe´rez, 2000).

أما بخصوص معظم الفيروسات المتكاثرة التي تصيب النباتات فقد اتضح أنها لا تضر الحشرات الناقلة لها ضرراً بالغاً سواء من حيث طول فترة الحياة أو القدرة على التكاثر. وعلى سبيل المثال فقد أدعت بعض البحوث الأولية أن فيروس EWSMV، الذي ينقله نطاط النبات *J. pellucida*، يقلل الكفاءة التكاثرية للحشرة الناقلة له كما يسبب انخفاض نسبة فقس البيض بسبب حدوث بعض التشوهات الجنينية (Watson & Sinha, 1959)، ولكن اتضح فيما بعد أن السبب الرئيسي في تلك التأثيرات ليس هو الفيروس نفسه ولكن "زواج الأقارب" الذي يُلجأ إليه عادة لإكثار الحشرات في المعمل للحصول على سلالات نقية أو عالية الكفاءة في النقل. أما

فيروس EWSMV في حد ذاته فلا يحدث أثراً ضاراً ملموساً على حياة الحشرة الناقلة إذا اكتسبته عن طريق التغذية على نبات مصاب (أي في الجيل الأول). أما إذا اكتسبته في الجيل الثاني عن طريق البيض من أم حاملة للفيروس فإن تأثيره لم يتعدى اختزال حوالي 15% من عمر الحشرة الكاملة (Ammar, 1975a, 1975b). وقد دلت أبحاث باستخدام المجهر الإلكتروني أن فيروس MMV يتكاثر بشدة في خلايا نبات الذرة المصاب حتى تموت تلك الخلايا، بينما يتكاثر ببطء في خلايا حشرة نطاط النبات الناقلة له حتى أن عدد جسيمات الفيروس في كل خلية يكون محدوداً جداً بالمقارنة مع خلايا النبات المصاب (شكل 3). كما دلت أبحاث أخرى على أن ذلك يحدث أيضاً مع فيروس RDV الذي يتكاثر بسرعة أكبر كثيراً في أنسجة نبات الأرز عنه في خلايا حشرة نطاط الأوراق الناقلة له، وكذلك الحال مع فيروس التقزم الدرني للرز (RGDV).

وعموماً فإنه في كثير من الحالات التي درست جيداً يبدو أن معظم الفيروسات المتكاثرة – بالرغم من تواجدها بل وتكاثرها في معظم أنسجة الحشرات الناقلة لها – لا تؤثر سلباً بطريقة ملموسة على تلك الحشرات الناقلة لها، ويدل ذلك على قدم وتوطد العلاقة التطورية بين هذه الفيروسات والحشرات الناقلة لها. وقد أدى ذلك إلى اقتراح أن فيروسات النبات المتكاثرة قد نشأت عن فيروسات تصيب الحشرات أصلاً، ولكنها تطورت بمرور الزمن إلى فيروسات تصيب النبات، بينما تحولت العلاقة بينها وبين الحشرات الناقلة لها إلى علاقة تكافل أو على الأقل زمالة (commenslism)، أي أنها تستفيد من تلك الحشرات في عملية النقل دون أن تضرها. أما في حالة الفيروسات الدوارة (غير المتكاثرة) فربما يكون العكس هو الصحيح، أي أنها بدأت كفيروسات تصيب النبات قبل أن تنتقل بواسطة الحشرات (Nault, 1997).

5.2. إنتقال الفيروسات بواسطة أنواع البق الدقيقي

تعتبر حشرات البق الدقيقي أقل نشاطاً وحركة من حشرات المنّ ونطاطات الأوراق وغيرها، ولذلك فإن كفاءتها في نقل وإنتشار فيروسات النبات تعتبر محدودة نسبياً، حيث أن حوريات هذه الحشرات تنتقل عادة إما بتلامس النباتات معاً أو بالنقل أحيانا محمولة على الرياح إلى مسافات بعيدة نسبياً، أما الحشرات الكاملة فتتغذى عادة في مكانها دون حركة. وتتغذى حشرات البق الدقيقي عادة على نسيج اللحاء وتنقل عدداً من الفيروسات التابعة لأجناس *Closterovirus* و *Badnavirus*. وينقل النوع *Pseudococcus njalensis* فيروس الأصفرار الكاذب للشوندر السكري/البنجر (BPYV) بطريقة غير باقية/غير مثابرة، حيث أن فترة بقاء الفيروس داخل الحشرة لا تتعدى 3 ساعات. أما نوعي بق الأناناس الدقيقي القرمزي والرمادي *Dysmicoccus brevipes* فينقل الفيروس المرافق لذبول الأناناس المنقول بالبق الدقيقي (PMWaV)

(جنس *Closterovirus*) بطريقة شبه باقية/شبه المثابرة، كما ينقل الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة (GLRaV) بطريقة شبه باقية/شبه مثابرة أيضاً (Hull, 2002).

6.2. إنتقال الفيروسات بواسطة أنواع بق النبات

ينقل نوع البق النباتي *Cyrtopeltis nicotianae* من فصيلة Myridae فيروس موزاييك الفاصولياء الجنوبي (SBMV) وبعض الفيروسات الأخرى من جنس *Sobemovirus*. ورغم أن فترة تغذية الاكتساب لا تتعدى دقيقة واحدة مثل الفيروسات التي تنقل بطريقة غير باقية إلا أن باقي خواص نقل الفيروس تتشابه مع طريقتي النقل شبه الباقية أو الدوارة غير المتكاثرة. وقد أمكن اكتشاف وجود الفيروس بالطرائق السيرولوجية داخل القناة الهضمية والدم وبراز الحشرة الناقلة بعد 6 أيام من تغذية الاكتساب ولكن لم يكتشف الفيروس داخل الغدد اللعابية. كما أمكن لحشرات بق النبات التي لم تتغذى على النباتات المصابة بالفيروس من قبل أن تعدى النباتات السليمة أثناء تغذيتها عليها، وذلك إذا ما وضع مستخلص الفيروس على بشرة الأوراق التي تتغذى عليها هذه الحشرات. وتشير هذه الأبحاث إلى أن تلك الحشرات بعد تغذيتها على النباتات المصابة فإنها تفرز الفيروس في برازها دون أن يمر على الغدد اللعابية، ثم تسبب إحداث العدوى أثناء تغذيتها على النباتات السليمة الملوثة بالبراز الذي يحتوي على ذلك الفيروس. وتسمى هذه الطريقة "النقل عن طريق البلع ثم التبرز" (ingestion-defecation). كما ينقل نوع آخر من بق النبات هو *Piesma quadratum* (من فصيلة Piesmidae) فيروس تجعد أوراق الشوندر السكري/البنجر (BLCV) وذلك بطريقة باقية/مثابرة متكاثرة، ولا يوجد دليل على مرور هذا الفيروس من خلال البيض الناتج من إناث حاملة له (Gibb & Randles, 1988؛ Hull, 2002).

7.2. إنتقال الفيروسات بواسطة حشرات التربس

تتميز حشرات التربس عن حشرات رتبة نصفية الأجنحة (المنّ والذباب الأبيض ونطاطات الأوراق ونطاطات النبات) بأن الأولى ذات أجزاء فم "خادشة ماصة" لا تتغذى عادة على الأنسجة المتعمقة للنباتات. وتنقل حشرات التربس 6 فيروسات من جنس *Tospovirus* أهمها فيروس TSWV، وتنقل هذه الفيروسات بطريقة باقية/مثابرة متكاثرة (Nagata, 1999). ويستطيع الطور الحوري الأول فقط اكتساب الفيروس بالتغذية على النبات، بينما لا تستطيع حوريات الطور الثاني أو الحشرات البالغة اكتساب الفيروس ولكنها تستطيع نقله. ولذلك فإن دورة العدوى بالمرض تبدأ عادة بأن تضع الإناث بيضها على النباتات المصابة، ثم تكتسب حوريات الطور الأول الفيروس، ولكنها لا تنقله عادة إلا في طور الحشرة البالغة التي تستطيع الطيران كما تنتشر محمولة على

الرياح إلى مناطق أخرى. وتتراوح فترة تغذية الاكتساب بين 5 دقائق و ساعتين، وتغذية الالقاح حوالي ساعة. أما فترة حضانة الفيروس داخل الحشرة الناقلة فتبلغ حوالي 48 ساعة عند درجة حرارة 27 °س و 171 ساعة عند درجة حرارة 20 °س. وتستطيع الحشرة البالغة نقل الفيروس طوال حياتها ولكن بطريقة متقطعة عادة، ولا تنقل هذه الفيروسات عن طريق البيض. ويستطيع نوع التربس *Frnkliniella occidentalis* نقل 4 فيروسات من جنس *Tospovirus* بكفاءة عالية، وهناك تخصص بين الأنواع الناقلة بل وبين الطرز الحيوية المختلفة (biotypes) لنفس النوع أحياناً في نقل تلك الفيروسات. وعلى سبيل المثال فإن الطراز الداكن من النوع *F. schultzei* يعتبر أكثر كفاءة من الطراز الباهت في نقل فيروس TSWV. كما أن سلالة جغرافية واحدة من النوع *Thrips tabaci* نقلت فيروس TSWV ولكن بكفاءة منخفضة بينما لم تتمكن ثلاث سلالات جغرافية أخرى من نقله. وتدل أبحاث عديدة على أن القناة الهضمية للتربس تمثل حاجزاً هاماً في نقل أو اكتساب هذا الفيروس في الحشرات البالغة، حيث أن كلا من الحوريات والحشرات الكاملة تستطيع ابتلاع الفيروس أثناء التغذية على نبات مصاب، ولكن في العمر الأول من الحورية يمر الفيروس من القناة الهضمية ثم ينتشر في باقي الأنسجة حتى يصل إلى الغدد اللعابية. أما في الحشرات الكاملة فيتم تثبيطه داخل القناة الهضمية خلال يوم أو يومين من ابتلاع الحشرة له. ويبدو أن هناك مُستقبِلات متخصصة في القناة الهضمية للطور الحوري الأول تساعد على التصاق ومرور الفيروس من الأغشية المبطنة لتلك القناة حتى يتكاثر فيها قبيل إنتقاله منها إلى الدم أو الغدد اللعابية، وتساعد البروتينات الجليكوجينية (glycoproteins) الموجودة على الغشاء الخارجي لجسيمات الفيروس في هذه العملية. واقترح أحد البحوث الحديثة أن فيروس TSWV يمكن أن يمر من القناة الهضمية إلى الغدد اللعابية مباشرة – دون المرور بالضرورة في الدم – وذلك خلال أحد الروابط العضلية الموصلة بين الغدد اللعابية والجزء الأمامي من القناة الهضمية الوسطى (Whitfiled *et al.*, 2005؛ Nagata, 1999) وذلك في نوع التربس *F. occidentalis*، وإن كان دور الدم في هذه العملية لم يبحث بالتفصيل الكافي حتى الآن.

8.2. إنتقال الفيروسات بواسطة الخنافس وبعض الحشرات القارضة الأخرى

تنقل بعض الحشرات ذات أجزاء الفم القارضة بضع فيروسات للنبات، وأهم هذه الحشرات يتبع بعض الخنافس من رتبة غمدية الأجنحة (Coleoptera) كما يتبع بعضها رتبتي مستقيمة الأجنحة (Orthoptera) وجلدية الأجنحة (Dermaptera). وتحتوي الخنافس من فصيلة Chrysomelidae على حوالي 30 نوعاً ناقلاً للفيروسات، وبعض الأنواع الناقلة للبكتيريا، مثل تلك المسببة لمرض الذبول البكتيري في الذرة (شكل 4 - حـ و 4 - ق). كما تحتوي فصيلة Coccinellidae أيضاً وخاصة جنس *Epilachna* على بعض الأنواع الناقلة للفيروسات.

ولا تحتوي حشرات فصيلة Chrysomelidae على غدد لعابية، وتتغذى عادة على الأنسجة البارنشيمية لأوراق النبات بين الحزم الوعائية، وتحدث ثقوباً صغيرة في تلك الأوراق. ولكن مع ازدياد أعدادها فقد تتغذى على مساحات أوسع محدثة ضرراً أكبر للنبات العائل. ومن العادات الهامة للتغذية في تلك الحشرات أنها تتقيأ أثناء التغذية على النبات، ويؤدي ذلك دوراً هاماً في عملية نقل الفيروسات بهذه الحشرات (Gergerich & Scott, 1991). وقد كان يظن أن هذه الخنافس تنقل الفيروسات للنبات بطريقة ميكانيكية بحتة ولكن ثبت أن ذلك ليس صحيحاً، لأن فيروس TMV على سبيل المثال – الذي ينقل ميكانيكياً بسهولة شديدة – لا يمكن لتلك الخنافس أن تنقله، كما ثبت أن هناك تخصص شديد بين الأنواع الناقلة من الخنافس والفيروسات التي تنقلها.

وتنقل الخنافس فيروسات من 6 أجناس أهمها *Bromovirus*، *Comovirus*، *Sobemovirus* و *Tymovirus* (جدول 2). ولا ينقل معظم هذه الفيروسات بواسطة حشرات أخرى (ما عدا بعض فيروسات جنس *Sobemovirus* التي تنقلها أنواع بق النبات من فصيلة Myridae)، كما أن هذه الفيروسات تحتوي على حمض نووي ريبي وحيد السلسلة وهي ثابتة إلى درجة كبيرة وتنقل ميكانيكياً بسهولة عادة، وهي ذات شكل كروي (قطرها 25–30 نانومتراً). وغالباً ما تكون هذه الفيروسات – والخنافس التي تنقلها – ذات مجال عوائلي نباتي محدود. وتستطيع الخنافس الناقلة عادة اكتساب الفيروس من النبات في فترة تغذية قصيرة للغاية – ربما بعد قضمة واحدة – ولكن كفاءتها في نقل الفيروس تزيد كلما زادت فترة تغذية الاكتساب على النبات المصاب، كما تزيد أيضاً تبعاً لذلك فترة بقاء الفيروس معدياً داخل تلك الخنافس. وتظهر بعض الفيروسات في دم الخنافس الناقلة بعد فترة قصيرة من تغذية الاكتساب، بينما لا يتم ذلك في بعض الفيروسات الأخرى. كما أنه يمكن جعل تلك الخنافس معدية – دون تغذيتها على نبات مصاب – وذلك بحقن الفيروس في دمها، وتبقى الخنافس معدية لفترة تتراوح ما بين يوم واحد إلى 10 أيام. ورغم ذلك فإنه عند دخول الخنافس في حالة كمون (أو تشتية over-wintering) خلال فترة الشتاء في البلاد الباردة، فقد تبقى تلك الخنافس معدية بالفيروس خلال شهور الشتاء، بل ويمكنها إعداء أول نباتات قابلة للإصابة تتغذى عليها بعد انقضاء فترة التشتية هذه. ولا توجد أية دلائل على تكاثر تلك الفيروسات داخل حشرات الخنافس الناقلة لها أو على مرور الفيروس بفترة كمون داخل الحشرة الناقلة. ويدل كثير من البحوث على أن السائل الذي تتقيأه الخنافس أثناء تغذيتها قد يحدد نوع الفيروس الذي تنقله (أي عملية التخصص في النقل). ويحتوي ذلك السائل على عدة إنزيمات محللة للبروتين (proteases) أو للسليلوز (cellulases) أو للأحماض النووية (Nucleases). وقد اقترح كلا من Gergerich & Scott (1991) أن الإنزيمات المحللة للأحماض النووية الريبية (Ribonucleases) الموجودة في سائل قيء الخنافس قد تكون مسؤولة عن التخصص في نقل هذه الفيروسات. ورغم أن تلك الإنزيمات لا تثبط الفيروسات الأخرى التي تنقلها الخنافس تثبيطاً كاملاً، فيبدو أنها تمنعها من التكاثر أو الإنتشار من مكان جرح التغذية إلى الخلايا المجاورة له،

بينما تستطيع الفيروسات التي تنقلها الخنافس التغلب على هذا التأثير بطريقة ما، حيث تنتشر من مكان جرح التغذية إلى الخلايا المجاورة وتصل إلى أنسجة الخشب ثم تنتقل خلال هذه الأنسجة لمسافات أبعد داخل النبات المصاب. وتدل أبحاث أخرى على أن بعض الإنزيمات المحللة للبروتين الشبيهة بالتريبسين الموجودة في قيء الخنافس قد تحلل الغطاء البروتيني لبعض الفيروسات من جنس *Comovirus* مما يؤثر على قابليتها للنقل بواسطة تلك الخنافس.

وتدل بعض الأبحاث على أن عملية النقل بواسطة الخنافس قد تتراوح بين طريقتي النقل شبه الباقية والباقية حسب النوع الناقل (Wang *et al.*, 1992). وعلى سبيل المثال فإنه في حالة خنفساء الفول المكسيكية *Epilachna varivestis* فإن فيروسي SBMV وتبرقش قرون الفاصولياء (BPMV) لا يمران إلى الدم ورغم ذلك تنقلهما تلك الحشرة، علما بأن هذين الفيروسين يمران إلى الدم – بعد التغذية على نبات مصاب أو على مستخلص من الفيروس – وذلك في نوعين آخرين من الخنافس الناقلة.

ومن الحشرات القارضة الأخرى الناقلة لفيروسات النبات نوع واحد من رتبة جلدية الأجنحة (Dermaptera) و27 نوعاً من رتبة مستقيمة الأجنحة (Orthoptera) التي تشمل أنواع الجراد ونطاطات الحشائش/الأعشاب (grasshoppers)، بالإضافة إلى الأطواراليرقية القارضة لبعض الأنواع من رتبتي حرشفية الأجنحة (Lepidoptera) وزوجية الأجنحة (Diptera). وبصفة عامة فإن معظم الفيروسات التي تنقلها هذه الحشرات القارضة ذات أهمية اقتصادية قليلة، كما أن طريقة النقل يظن أنها ميكانيكية إلى حد كبير – أي تحدث نتيجة تلوث أجزاء الفم القارضة للحشرة أثناء التغذية على نبات مصاب، وبالتالي لا يوجد تخصص كبير بين تلك الفيروسات وأنواع الحشرات التي تنقلها، كما أن غالبية تلك الفيروسات ينقل ميكانيكياً بسهولة عن طريق إلقاح العصارة (Hull, 2002).

9.2. إنتقال الفيروسات بواسطة الحشرات الملقحة

تمر بعض فيروسات النبات من نبات لآخر عن طريق حبوب اللقاح (pollen)، ومنها فيروس التقزم الشجيري لتوت الأرض/العليق (RBDV). وقد دلت بعض التجارب الحقلية على أن حشرات نحل العسل قد تنقل حبوب اللقاح المعدية بهذا الفيروس من نبات لآخر وأن حوالي 50% من حشرات نحل العسل التي جمعت من شجيرات البيري الأزرق (blueberry) المصابة بالفيروس احتوت في سلة حبوب اللقاح الموجودة في أرجلها الخلفية على حبوب لقاح حاملة لهذا الفيروس. كما دلت تجارب أخرى على أن كلا من حبوب اللقاح الحاملة للفيروس وحشرات النحل الملقحة ضروريتان لبدء إصابة الشجيرات السليمة بهذا الفيروس. هذا مع العلم بأن بعض

الفيروسات الأخرى من أجناس *Carmavirus*، *Ilarvirus* و *Sobemovirus* قد تنقل أيضاً خلال حبوب اللقاح التي تحملها حشرات التربس (Hull, 2002).

10.2. إنتقال فيروسات النبات بواسطة الحلم (الأكاروسات)

تحتوي عائلتين من عائلات الحلم (رتبة Acarina) وهما عائلتي Eriophydae و Tetranichidae على أنواع ناقلة لفيروسات النبات. وتعتبر أفراد فصيلة Eriophydae من أصغر الحيوانات مفصلية الأرجل حجماً فمتوسط طولها حوالي 0.2 مم، كما أنها لا تستطيع الإنتشار بذاتها لمسافات طويلة إلا بمساعدة الرياح أو الإنسان أو بملامسة النباتات لبعضها البعض. وهي ذات مدى عوائلي نباتي ضيق عادة، وتصيب غالبا البراعم الورقية أو الزهرية والأوراق صغيرة السن، حيث تحدث عادة أضراراً سطحية غير ملموسة إلا عندما تنقل بعض الفيروسات للنباتات العائلة لها. وبما أنها حيوانات رهيفة جداً لا تستطيع مقاومة الجفاف أو الحرارة المرتفعة أو غيرها من الظروف الجوية المعاكسة، فإنها غالباً ما تصيب الأشجار أو الشجيرات أكثر من النباتات العشبية أو الحولية. وتتميز تلك الأكاروسات (الدودية الشكل) بدورة حياة بسيطة نسبياً يمكن إكمالها بسرعة (6–14 يوماً)، حيث أن بيضها يفقس عن حوريات ذات عمرين فقط، يتبعهما طور ساكن (يسمى العذراء الكاذبة pseudopupa) التي تتحول إلى حيوان كامل معظمه إناث نظراً لندرة الذكور أو غيابها في بعض الأحيان.

وتنقل أنواع فصيلة Eriophydae حوالي 6 فيروسات للنباتات وهي تتغذى بطريقة الثقب والامتصاص كما في حشرات رتبة نصفية الأجنحة (Hemiptera) إلى حد ما، ولو أن الإبر الفكية القصيرة جداً لتلك الأكاروسات تجعلها قادرة على النفاذ فقط إلى الطبقة السطحية للنبات (البشرة). ونظراً لصغر حجم هذه الأنواع من الحلم فإن دراسة عملية النقل بواسطتها تعتبر صعبة إلى حد كبير. ومن الأمثلة القليلة التي درست جيداً لهذه العملية نقل النوع *Eriophys (Aceria) tulipae* لفيروس الموزاييك المخطط للقمح (WSMV). ويمكن للنوع *A. tulipae* أن يكتسب هذا الفيروس من النبات المصاب خلال فترة تغذية قصيرة (حوالي 15 دقيقة) ومن ثم القاحه نبات آخر في نفس المدة. ويمكن للحلم الناقل الاحتفاظ بالفيروس معدياً خلال عملية الانسلاخ في طور الحورية – على عكس الفيروسات غير الباقية أو شبه الباقية، وذلك لمدة 6–9 أيام بعد تغذية الاكتساب على درجات الحرارة العادية، بل ويستطيع الاحتفاظ به لفترة أطول (أكثر من شهرين) تحت درجات حرارة منخفضة جداً (3 °س). وتستطيع الحوريات فقط دون الحيوان الكامل اكتساب الفيروس بالتغذية على نبات مصاب، وقد وجد الفيروس داخل الغدد اللعابية. وتنقل بعض أنواع فصيلة Eriophydae أيضاً عدة فيروسات تابعة لفصيلة *Potyviridae* ولكن يبدو أن ذلك يتم بطريقة مختلفة عن نقل فيروسات تلك الفصيلة بواسطة المنّ.

أما فصيلة الحلم الناقلة الأخرى (Tetranichidae) فإن أنواعها أكبر حجماً من الفصيلة السابقة (حوالي 0.8 مم) كما أنها تتميز بمدى عوائلي نباتي أوسع. وينقل النوع *Petrobia latens* فيروس اصفرار وموزاييك الشعير المخطط (BYSMV). وتستطيع حوريات هذا النوع من الحلم اكتساب الفيروس من النبات المصاب كما تستطيع كل من الحوريات والحيوان البالغ نقله بكفاءة إلى نباتات أخرى، وهناك بعض الدلائل غير المباشرة على أن هذا الفيروس قد ينتقل عن طريق البيض. كما ينقل نوع آخر من الحلم من نفس الفصيلة (جنس *Brevipalpus*) فيروس التبقع الحلقي للبن (CoRSV، فصيلة *Rhabdoviridae*)، ورغم أن طريقة النقل لم تُدرس بدرجة كافية بعد إلا أنه يمكن افتراض أن هذا الفيروس قد ينقل بطريقة باقية متكاثرة مثل باقي فيروسات فصيلة *Rhabdoviridae* التي ينقلها المنّ ونطاطات الأوراق أو نطاطات النبات (Nault, 1997 ؛Hull, 2002).

11.2. إنتقال فيروسات النبات بواسطة الديدان الخيطية (النيماتودا)

تنقل بعض الفيروسات الهامة واسعة الإنتشار جغرافياً خلال التربة عن طريق الديدان الخيطية (Nematoda) (جدول 2). وتنتمي معظم الأنواع الناقلة لفصيلة *Longidoridae* ويتبعها أجناس *Paralongidorus*، *Longidorus* و *Xiphinima*، أما فصيلة *Trichodoridae* فيتبعها جنسي *Paratrichodorus* و *Trichodorus*.

وتنتمي غالبية الفيروسات التي تنقلها النيماتودا إلى جنس *Nepovirus* وينقلها أنواع من *Longidorus* و *Xiphinima*، وجنس *Tobravirus* التي ينقلها أنواع من *Paratrichodorus* و *Trichodorus*. علماً بأن كل أنواع الفيروسات المعروفة من جنس *Tobravirus* (3 فيروسات) تنقل بواسطة النيماتودا ولكن ثلث الأنواع المعروفة فقط من جنس *Nepovirus* تنقل بواسطة النيماتودا حيث أن بعضها ينقل عن طريق حبوب اللقاح. هذا مع العلم بأن دراسة إنتقال الفيروسات بواسطة النيماتودا عملية صعبة نظراً لصغر حجم هذه الكائنات ومعيشتها في التربة وأهمية ظروف التربة كالجفاف والرطوبة وغيرها في تلك الدراسات (Brown *et al.*, 1995, 1996).

وتعتبر ديدان فصيلة *Longidoridae* طويلة نسبياً (2–12 مم)، كما أن فكوكها الرمحية المجوفة طويلة أيضاً (60–250 ميكروميتر) تستطيع بواسطتها الاختراق العميق لأطراف جذور النباتات العائلة لها. وتؤدي تغذية معظم أنواع هذه الفصيلة إلى تكوين أورام على أطراف الجذور التي تتغذى عليها. أما ديدان فصيلة Trichodoridae فهي أصغر حجماً (طولها حوالي 1 مم) ولا تستطيع التغذية إلا على الشعيرات الجذرية أو على الطبقات السطحية من خلايا الجزء الطرفي النامي من الجذور.

وتمر عملية نقل الفيروسات بواسطة النيماتودا بعدة مراحل نلخصها فيما يلي:

1) إبتلاع الفيروس (ingestion) من النبات المصاب.
2) التصاق جسيمات الفيروس بسطح الكيوتيكل الداخلي المبطن لأجزاء الفم أو البلعوم.
3) بقاء الفيروس في حالة معدية داخل النيماتودا لفترة طويلة عادة قد تبلغ شهوراً أو سنوات، ولكن عملية الانسلاخ تؤدي إلى فقد الفيروس من الأفراد الحاملة له فتصبح غير معدية بعدها.
4) إطلاق سراح جسيمات الفيروس أثناء عملية التغذية على نبات أخر حيث يتم القاحه بالفيروس.

ويبدو أن عملية الالتصاق السابق ذكرها يتم عكسها (أي إطلاق سراح الفيروس) بواسطة تغير درجة الحموضة (pH) بتأثير اللعاب الذي يفرز أثناء التغذية، وليس هناك دليل على إنتقال الفيروس إلى الدم أوتكاثره داخل أي من أجزاء النيماتودا الناقلة.

وهناك كثير من التخصص بين أنواع أو سلالات النيماتودا الناقلة والفيروسات التي تنقلها، وقد تختلف النتائج المعملية عن الدراسات الحقلية بهذا الخصوص. على سبيل المثال فإن كلا من السلالتين الاسكتلندية والإنجليزية من فيروس التبقع الحلقي لتوت الأرض/العليق (RpRSV) تنقلان في المعمل بواسطة كل من النوعين *Longidorus elongatus* و *L. macrosomes*، ولكن تحت الظروف الحقلية فيبدو أن النوع *L. macrosomes* ينقل السلالة الإنجليزية فقط، بينما ينقل النوع الآخر السلالة الاسكتلندية. وتدل البحوث على أن التخصص بين نوعي الفيروس والنيماتودا لا يرجع إلى قدرة الأخيرة على اكتساب أو ابتلاع الفيروس من النبات، ولكن في قدرتها على الاحتفاظ به ملتصقاً بالأجزاء الداخلية لأجزاء الفم أو البلعوم. علما بأن فيروسات جنس *Nepovirus* توجد عادة على السطح الداخلي المبطن لأجزاء الفم في أنواع *Longidorus* الناقلة، بينما توجد على السطح المبطن لأجزاء الفم والمرىء في أنواع *Xiphemema*، وقد وجدت فيروسات جنس *Tobravirus* أيضاً على السطح المبطن للمرىء في النيماتودا الناقلة لها.

وتدل أبحاث حديثة على أن قابلية فيروسي الحلقة السوداء للبندورة/للطماطم (TBRV) وRpRSV للإنتقال بواسطة النيماتودا إنما ترتبط بجزء من الحمض النووي للفيروس (RNA2) الذي يختص بتكوين بعض البروتينات منها الغطاء البروتيني للفيروس. كما أن هناك بعض التفاعل – الذي يؤدي للتخصص – بين الغطاء البروتيني للفيروس وبين بعض البروتينات الفيروسية "غير التركيبية" التي يكونها النبات المصاب بناء على توجيه الفيروس ولاتدخل في تركيب الفيروس ذاته، كما أن هناك تكهنات بأن تلك البروتينات الفيروسية غير التركيبية قد تؤدي دوراً مشابهاً لدور البروتينات المساعدة في نقل بعض الفيروسات بواسطة المنّ كما ذكرنا سابقاً.

12.2. إنتقال فيروسات النبات بواسطة الفطريات

ينقل حوالي 30 نوعاً من الفيروسات من نبات لآخر بواسطة الفطريات القاطنة في التربة (جدول 2). وتتبع الفطريات الناقلة رتبة Plasmodiophoromycetes، ورتبة Chytridiomycetes، وهي فطريات متطفلة داخلياً على النباتات الراقية. وتنقل بعض الأنواع من جنس *Olpidium* (من الرتبة الأخيرة) فيروسات كروية صغيرة، بينما تنقل أنواع من جنسي *Polymyxa* و *Spongospora* من الرتبة الأولى فيروسات عصوية أو خيطية الشكل (Campbell, 1996).

ويتميز النوعان الناقلان *Olpidium brassicae* و *O. bornavirus* بأبواغ متحركة (zoospores) ذات أسواط فردية خلفية (uniflagellate)، أما أنواع جنسي *Polymyxa* و *Spongospora* الناقلة فتتميز بأن أبواغها المتحركة ذات أسواط مزدوجة (biflagellate)، علماً بأن تلك الأنواع الناقلة جميعاً متطفلات إجبارية على جذور النباتات كما أنها ذات دورة حياة متشابهة تقريباً. وتعيش هذه الفطريات عادة في التربة في غياب عائلها النباتي بين مواسم زراعته على هيئة جراثيم/أبواغ كامنة، وعند وجود العائل تنتج هذه أبواغ متحركة تقوم بإعداء النبات العائل. ويتوقف المدى العوائلي النباتي للفطر على كل من النوع والسلالة، حيث أن بعض السلالات تتميز بمدى عوائلي أوسع كثيراً من سلالات أخرى من نفس النوع. وقد لوحظ أن سلالات الفطر ذات المدى العوائلي الأوسع تكون عادة أكثر كفاءة في نقل الفيروسات للنبات.

وقد اتضح أن هناك طريقتان لنقل فيروسات النبات بواسطة الفطريات، ويمكن تسمية الطريقة الأولى بالنقل الخارجي أو المائي (*in vitro* transmission) والأخرى بالنقل الداخلي أو الحيوي (*in vivo* transmission). وتشمل الطريقة الأولى نقل الفيروسات الكروية من فصيلة *Tombusviridae* التي ينقلها نوعان من جنس *Olpidium*. وفي هذه الطريقة تلتصق جسيمات الفيروس الموجودة في ماء التربة بالسطح الخارجي للأبواغ المتحركة، ويظن أن هذه الجسيمات تدخل إلى السيتوبلازم عندما يتم سحب السوط إلى الداخل عند دخول هذه الأبواغ إلى خلايا جذور النبات العائل. ولا يعرف بعد كيف ينتقل الفيروس من تلك الأبواغ إلى سيتوبلازم خلايا النبات العائل، ولكن يبدو أن ذلك يحدث في مرحلة مبكرة من عدوى النبات بواسطة الفطر. وتدل بعض البحوث على أن لتكوين الغطاء البروتيني للفيروس دخل كبير في التخصص بين نوع الفطر الناقل والفيروس المنقول.

أما الطريقة الثانية (*in vivo*) فتشمل نقل فطر *O. brassicae* وغيره للفيروسات العصوية من أجناس *Bymovirus*، *Furovirus* و *Varicosavirus*. وفي هذه الطريقة تكون جسيمات الفيروس المنقول موجودة داخل سيتوبلازم الأبواغ المتحركة منذ البداية عند إطلاقها من الأبواغ الكامنة أو من الاسبورانجيا الخضرية (vegetative sporangia)، وتدخل تلك الجسيمات مع

الأبواغ المتحركة إلى خلايا العائل عند إصابته بالفطر، ثم تنتقل من تلك الأبواغ إلى سيتوبلازم العائل، علما بأن الطريقة التي تنتقل بها جسيمات الفيروس من الأبواغ إلى سيتوبلازم خلايا العائل أو من الأخيرة إلى الأبواغ أثناء تكوينها لم تعرف بعد. ولكن يبدو أن لتكوين الغطاء البروتيني للفيروس دخل في عملية التخصص بين الفطر الناقل والفيروس المنقول كما هو الحال في الطريقة الأولى (Rochon *et al.*, 2004 ؛Campbell, 1996).

13.2. أهمية دراسة طرائق إنتقال فيروسات النبات والأنواع الناقلة لها في دراسة وبائية وإنتشار تلك الفيروسات

تعتبر دراسة طرائق إنتقال الفيروسات من نبات لآخر وكذلك معرفة النوع الناقل والمجموعة التقسيمية التي ينتمي إليها ذلك النوع ذات أهمية كبيرة من الناحيتين العملية والاقتصادية لعدة أسباب نلخصها فيما يلي:

1) تلعب الأنواع الناقلة سواء من مفصليات الأرجل أو النيماتودا أو الفطريات دوراً كبيراً في إنتشار تلك الفيروسات وحدوث الأوبئة، خاصة وأنه في كثير من الأحيان يكون النقل عن طريق تلك الكائنات هو الوسيلة الوحيدة لإنتقال الفيروس من نبات لآخر في الطبيعة بالإضافة إلى النقل بالتطعيم أو التكاثر الخضري.

2) هناك الكثير من التخصص بين الأنواع الناقلة أو المجموعات التقسيمية المختلفة والفيروسات التي تنقلها، بل إن هناك تخصصاً كبيراً أيضاً بين فيروسات النبات والمجموعات التي تنقلها (الجدولين 1 و 2)، حيث أنه في كثير من الأحيان تنحصر الأنواع الحشرية الناقلة لبعض أجناس الفيروسات في مجموعة تقسيمية معينه كالمنّ أو نطاطات الأوراق أو نطاطات النبات أو الذباب الأبيض. وبالتالي فإنه عند اكتشاف نوع جديد من فيروسات النبات في منطقة ما يمكن البحث عن الأنواع الناقلة له بين المجموعات التقسيمية المعروفة للجنس أو الفصيلة التي يتبعها ذلك الفيروس، علماً بأن الأنواع الناقلة لفيروس ما قد تختلف من منطقة جغرافية لأخرى ولكنها عادة تتبع نفس المجموعة التقسيمية كالجنس أو الفصيلة. وهناك بعض الاستثناءات لتلك القاعدة، فعلى سبيل المثال فإن فيروسات فصيلة *Potyviridae* قد ينقلها المنّ أو الأكاروس أو الفطريات، كما أن فيروسات فصيلة *Rhabdoviridae* قد ينقلها المنّ أو نطاطات الأوراق أو نطاطات النبات. أما إذا وجد أن أحد الفيروسات ينتقل عن طريق التربة، فإن البحث عن الأنواع الناقلة له يجب أن يبدأ بالتركيز على بعض أنواع النيماتودا أو الفطريات الموجودة في التربة بنفس المنطقة.

3) تفيد كثيراً دراسة العلاقة بين فيروسات النبات وبين الأنواع الناقلة لها – أي طريقة النقل – وكذلك طريقة تغذية وإنتشار النوع الناقل في دراسة وبائية وإنتشار تلك الفيروسات في

الطبيعة. فإن لطريقة تغذية حشرات رتبة نصفية الأجنحة كالمنّ ونطاطات الأوراق والذباب الأبيض، وكذلك مدى بقاء الفيروس قابلاً للنقل في الحشرة الناقلة، أو وجود فترة كمون للفيروس داخل تلك الحشرة قبيل أن تبدأ في إعداء النباتات، تأثير كبير في مدى وسرعة إنتشار الفيروس من نبات أو حقل لآخر أو من منطقة لأخرى. وكمثال لذلك فإن الإنتشار الأولي والثانوي السريع لفيروسات فصيلة *Potyviridae* التي ينقلها المنّ تعود للسرعة التي يمكن لحشرات المنّ نقل هذه الفيروسات بعد فترة تغذية قصيرة جداً على النباتات المصابة، ولعدم وجود فترة كمون للفيروس داخل الحشرة الناقلة، مما يجعلها قادرة على نقل الفيروس فور الإنتقال لنبات سليم مجاور للنبات المصاب، أو بعيداً عنه عندما يطير المنّ أو يحمل عن طريق الرياح. أما فيروسات فصيلة *Reoviridae* التي تنقلها نطاطات الأوراق أو نطاطات النبات من لحاء النبات، وبالتالي تأخذ هذه الحشرات وقتاً طويلاً نسبياً حتى تكتسبها بالتغذية على نبات مصاب، ثم يمر الفيروس بفترة حضانة طويلة حتى يتكاثر داخل الحشرة الناقلة ويصل إلى غددها اللعابية، فقد يكون إنتشارها أكثر بطئاً من نبات لآخر داخل نفس الحقل، ولو أن إنتقال تلك الفيروسات عن طريق بيض حشراتها الناقلة وسرعة الحركة التي تتميز بها نطاطات الأوراق ونطاطات النبات قد يزيد من فرص نقل الفيروس خلال الأجيال المتعاقبة من الحشرة وخلال مسافات بعيدة نسبياً.

4) وبالإضافة إلى ذلك فإن معظم الفيروسات المتكاثرة ذات مدى – أو تخصص – ضيق نسبياً من حيث أنواع الحشرات الناقلة لها وذلك بالمقارنة بالفيروسات غيرالباقية/غيرالمثابرة التي ينقلها المنّ. وجدير بالذكر أن طريقة نقل الفيروسات (سواء غير باقية/غير مثابرة، شبه باقية/شبه مثابرة، دوارة، أو متكاثرة) تعتبر ثابتة عادة لنفس الفيروسات التي تنقل بمجموعة واحدة أو مجموعات تقسيمية مختلفة من الحشرات (جدول 1).

14.2. علاقة الحشرات ببعض أمراض النبات التي تتشابه أعراضها مع أعراض الأمراض الفيروسية

هناك بعض أمراض النبات التي تتشابه أعراضها كثيراً مع أعراض الأمراض الفيروسية ولكن تسببها الحشرات الثاقبة الماصة نفسها أثناء التغذية على النبات، أو تسببها بعض الكائنات الأخرى كبعض أنواع البكتيريا التي تنقلها الحشرات بطريقة قد تتشابه مع الأمراض الفيروسية. وتسبب هذه الكائنات عادة أعراض الإصفرار أو الاحمرار أو التقزم أو التشوه للنباتات التي تصيبها، ونظراً لتشابه كل من الأعراض والعلاقة بين المرض والحشرة بين تلك الأمراض والأمراض الفيروسية فقد يختلط الأمر بينهما في بعض الأحيان، ولذلك نورد فيما يلي موجزاً سريعاً لتلك الأمراض وعلاقتها الوثيقة بالحشرات وخاصة من رتبة نصفية الأجنحة.

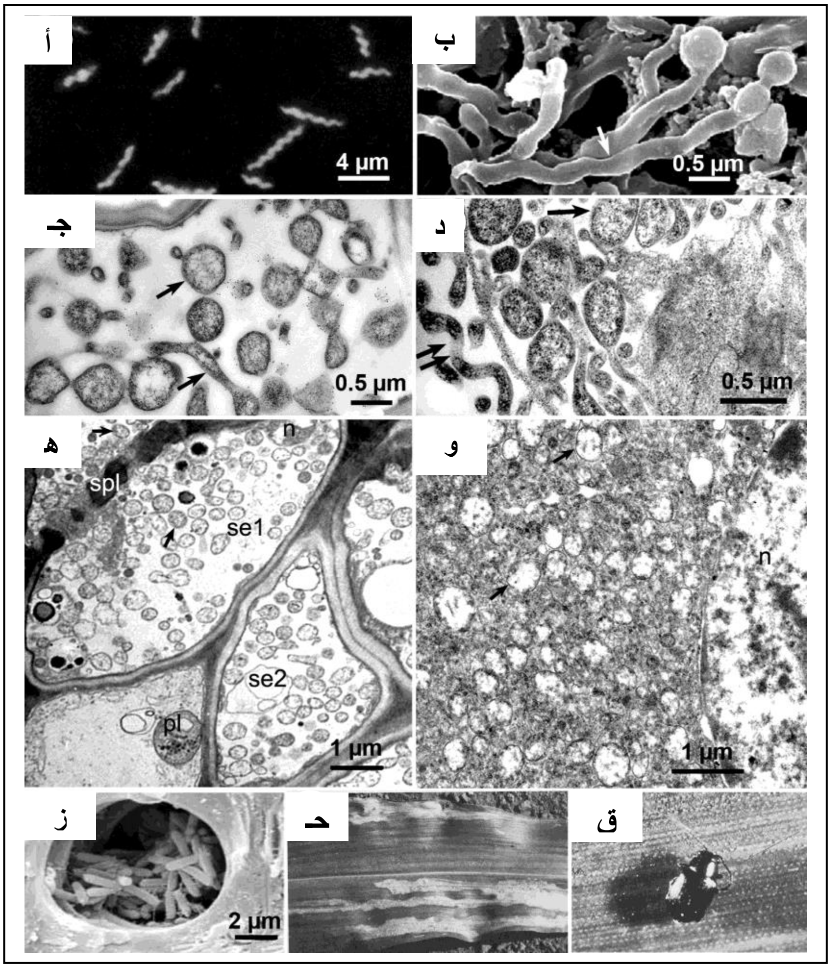
1.14.2. الأمراض المسببة عن السبيروبلازما والفيتوبلازما

يشتمل جنسي سبيروبلازما (*Spiroplasma*) وفيتوبلازما (*Phytoplasma*) على كائنات بكتيرية دقيقة تتبع رتبة Mollicutes، التي تتميز عن أنواع البكتيريا الحقيقية (Eubacteria) بأنها أصغر حجماً كما أنها لا تملك جداراً يحيط بالخلية ولكن مجرد غشاء مفرد يحيط بالخلية التي تحتوي على ريبوسومات ونواة غير محاطة بغطاء.

وتتميز السبيروبلازما بشكلها الحلزوني وحركتها المميزة في السوائل، والتي يمكن رؤيتها بالمجهر ذو المجال المظلم (شكل 4 -أ) وإمكانية زراعتها أو تنميتها على بيئات صناعية، وتتراوح في الطول بين 3– 15 ميكرومتر وفي القطر بين 0.2–0.5 ميكرومتر (شكل 4 - أ و 4 - د). ومن أهم الأنواع التي تسبب أمراضاً للنبات سبيروبلازما تقزم الذرة (*Spiroplasma kunkelii*) وينقلها بعض أنواع نطاطات الأوراق من جنس *Dalbulus* وخاصة *D. maidis*، وتلك التي تسبب مرض العناد في الموالح/الحمضيات (citrus stubborn) وتسببها *Spiroplasma citri* وتنقلها نطاطات الأوراق من جنس *Circulifer*. وتسبب بعض أنواع جنس *Mycoplasma* القريب منها أمراضاً للإنسان والحيوان.

أما أنواع الفيتوبلازما فهي ليست حلزونية الشكل بل شبه كروية أو عديدة الشكل (شكل 4 - هـ و 4 - و)، ولم يتمكن من زراعتها أو تنميتها على بيئات صناعية حتى الآن، ومن أهم الأنواع التي تسبب أمراضاً للنبات تلك التي تسبب مرض التقزم العشبي في الذرة (maize bushy stunt phytoplasma, MBSP)، واصفرار الآستر (Aster yellows phytoplasma) وتنقلهما نطاطات الأوراق من جنسي *Dalbulus* و *Macrosteles*، على التوالي.

وتشبه العلاقة بين أنواع نطاطات الأوراق الناقلة وكل من السبيروبلازما والفيتوبلازما كثيراً علاقة تلك الحشرات بالفيروسات الباقية/المثابرة المتكاثرة (Ammar & Hogenhout, 2006؛ Purcell & Nault, 1991) وتتميز بفترة اكتساب والقاح طويلتين نسبياً نظراً لوجود كل من السبيروبلازما والفيتوبلازما داخل أنسجة اللحاء في النباتات المصابة، وبفترة حضانة طويلة نسبياً داخل الحشرة، كما أنها تتكاثر داخل أنسجة الحشرة الناقلة (شكل 4 - د و 4 - و) التي قد تبقى معدية بها طوال حياتها. وتعتبر الحشرات ناقلات ضرورية – أو إجبارية – لتلك الكائنات في الطبيعة حيث أنها لا تنتقل من نبات لآخر بالطرائق الميكانيكية. هذا مع العلم بأن هناك بعض أنواع السبيروبلازما التي تصيب الحشرات فقط مثل *S. mellifera* التي تسبب الشلل لحشرات نحل العسل، كما أن بعضها يوجد في رحيق الأزهار مثل *S. floricola* (Ammar *et al.*, 2004).



شكل 4. بعض الكائنات الممرضة غير الفيروسية التي تنقلها الحشرات للنباتات: سبيروبلازما تقزُم الذُرة كما تُرى بالمِجهر الضوئي ذو المجال المظلم (أ) وبالمِجهر الإلكتروني المسّاح (ب) وبالمِجهر الإلكتروني النفّاذ لقطاعات رقيقة في النبات المصاب (جـ) أو في الحشرة الناقلة (د)؛ فيتوبلازما اصفرار الأستر في الأنابيب الغربالية (se1, se2) للحاء النبات المصاب (هـ) أو في خلايا الغدد اللعابية للحشرة الناقلة (و)؛ بكتيريا مرض بيرس (*Xylella fastidusa*) في الأوعية الخشبية لنبات العنب (ز)؛ أعراض الذبول البكتيري على أوراق الذُرة (حـ) وخنفساء الذرة البرغوثية (ق) الناقلة للمرض. (n، نواة الخلية؛ spl، الصفيحة الغربالية للحَاء). المصادر: ب) Ammar *et al*., 2004؛ جـ إلى و) Ammar & Hogenhout, 2006؛ ز) Alves *et al*., 2004؛ حـ، و، ق) Shurtleff, 1973.

2.14.2. أنواع البكتيريا الحقيقية القاطنة لنسيج اللحاء في النبات

تقطن بعض أنواع البكتيريا الحقيقية (Eubacteria)، أي التي تحاط خلاياها بجدار سميك، نسيج اللحاء في النباتات المصابة بها، وتنقلها بعض الحشرات نصفية الأجنحة بطريقة مشابهة تقريباً لتلك التي ذكرت في السبيروبلازما والفيتوبلازما (الموجودتين في نسيج اللحاء أيضاً). ومن أمثلة هذه الكائنات البكتيريا المسببة للإخضرار في الموالح/الحمضيات (citrus greening)، وتنقله حشرات فصيلة Psyllidae، ومرض الورقة الصولجانية في البرسيم (Clover club leaf) الذي تنقله بعض أنواع نطاطات الأوراق، وقد سميت هذه الكائنات مبدئياً بالريكيتسيا (Rickettsia) نظراً لأنه لم يمكن زراعتها على بيئات صناعية بعد (Purcell & Nault, 1991).

3.14.2. أنواع البكتيريا الحقيقية القاطنة لنسيج الخشب في النبات

هناك بعض أنواع البكتيريا الحقيقية الأخرى التي تقطن عادة نسيج الخشب في النباتات المصابة بها (شكل 4 - ز)، ومن أمثلتها النوع *Xylella fastidusa* الذي يسبب مرض بيرس Pierce's disease في العنب وتقزم البرسيم الذي ينتشر على زراعات البرسيم الحجازي/الفصة/الجت الموجودة بالظهر الصحراوي لبعض محافظات مصر (فجلة وآخرون، معلومات غير منشورة) وغيرها وتنقله بعض أنواع نطاطات الأوراق من عدة أجناس، والنوع *Erwinia tracheiphila* المسبب لمرض ذبول القرعيات وتنقله الخنافس البرغوثية من فصيلة Chrysomelidae، وكذلك النوع *Pantoea stewartii* المسبب لمرض الذبول البكتيري (Stewart's disease) في الذُرة الذي تنقله بعض أنواع الخنافس البرغوثية أيضاً (الأشكال 4 - حـ و 4 - ق). وبخصوص بكتيريا *Xylella* فتدل الأبحاث على أن نطاطات الأوراق تنقلها بطريقة تشبه إلى حد ما طريقة نقل الفيروسات شبه الباقية، ولكن هناك دلائل على أن هذه البكتيريا تتكاثر داخل تجويف القناة الهضمية الأمامية للحشرات الناقلة لها، على عكس الفيروسات شبه الباقية التي لاتتكاثر داخل تلك القناة (Purcell & Nault, 1991؛ Redak *et al.*, 2004).

4.14.2. بعض أمراض النبات الناتجة عن تغذية نطاطات الأوراق ونطاطات النبات

تفرز الحشرات الثاقبة الماصة عادة أثناء تغذيتها على النبات نوعين من الإفرازات اللعابية:

1) اللعاب المائي أو السائل، الذي يحتوي على عدد من الإنزيمات الهاضمة للبروتين والسليلوز والنشويات وغيرها، وينتشر في خلايا النبات حول جرح التغذية.
2) لعاب الغمد (sheath saliva)، الذي يحتوي على بروتينات دهنية ودهنيات فوسفورية وكربوهيدرات تتجلط معاً فور إفرازها لتكون غمداً يحيط بالفكوك الرمحية لأجزاء الفم أثناء

التغذيـة، ويظـن أن هـذا الغمـد قـد يحمـي أجـزاء الفـم ويسـاعد فـي عـدم التئـام الجـرح أثنـاء تغذيةالحشرة.

وهنـاك بعـض الأمـراض غيـر المعديـة التـي تصـيب النباتـات كنتيجـة مباشـرة لتغذيـة بعـض الحشرات الثاقبة الماصة عليها، ومن أمثلتها مرض "احتراق الأوراق الذي تسببه نطاطات الأوراق" (hopper-burn)، ويصيب كثيراً من النباتات منها البطاطس/البطاطا والبرسيم الحجازي/الفصة/الجت والبرسيم والفاصولياء وفول الصويا وغيرها. وتتراوح أعراض هذه الأمراض بين اصفرار الأوراق والتقزم وذبول قمة النباتات الصغيرة في العمر. وقد يبدأ اصفرار الأوراق عند حوافها ثم يمتد ليشمل الورقة كلها التي قد تتحول إلى اللون البني أو القرمزي ولكن دون تقرح عادة. ويتسبب هذا المرض عن تغذية بعض أنواع نطاطات الأوراق من جنس *Empoasca* sp. منها *E. fabae* و *E. kraemeri*. وقد يؤثر هذا المرض كثيراً على المحصول خصوصاً عند ازدياد أعداد نطاطات الأوراق المسببة له في الحقل. وقد كان يظن أن هذا المرض ينتج فقط نتيجة لإفراز بعض المواد السامة لخلايا النبات ضمن اللعاب السائل أثناء تغذية نطاطات الأوراق على النبات العائل، ولكن تشير بعض الدراسات الحديثة إلى أن السبب قد يتضمن أيضاً رد الفعل الفسيولوجي للنبات العائل نتيجة لجرح الخلايا وتمزقها بواسطة الفكوك الرمحية لنطاطات الأوراق أثناء عملية التغذية (Backus *et al.*, 2005). وتسبب بعض نطاطات النبات أيضاً، مثل *Sogatella furcifera* و *S. lugens*، مرض احتراق أوراق نبات الأرز. وتقدر الخسائر الناجمة عن أمراض احتراق الأوراق بملايين الدولارات في محاصيل الأرز بمناطق كثيرة في آسيا، والفاصوليا في أمريكا اللاتينية، والبطاطس/البطاطا والبرسيم الحجازي/الفصة/الجت في أمريكا الشمالية. ومن الأمثلة القليلة المعروفة في العالم العربي مرض "ورم عروق الأوراق" في نبات الذرة الذي وصف بمصر، ومن أعراضه وجود بعض الأورام الصغيرة على العروق الثانوية لأوراق نبات الذرة مما يجعل تلك العروق ذات ملمس خشن (يرجى الاطلاع على الفصل الثالث عشر من هذا الكتاب)، وتدل البحوث على أن هذا المرض يتسبب عن تغذية بعض أنواع نطاطات الأوراق من جنس *Cicadulina* (Ammar *et al.*, 1984).

3. الطرائق الأخرى لإنتقال الفيروسات من نبات لآخر

1.3. الإنتقال الميكانيكي

يستخدم التلقيح الميكانيكي للفيروسات في المختبر لعديد من الأغراض في مجال الفيروسات النباتية، مثل دراسة المدى العوائلي، وتقييم "قدرة العدوى" لمستحضر فيروسي، وتشخيص

الفيروس. وقد وجد أن نتائج عملية الالقاح بالفيروس تعتمد -بشكل كبير- على ظروف النباتات الملقحة وعلى عوامل كثيرة أخرى (Hull, 2002).

وهناك بعض الفيروسات التي تنتقل ميكانيكياً في الحقل. وتتواجد هذه الفيروسات (مثل TMV و PVX) عادة بتركيز عال في النباتات المصابة بها، ويمكن أن تنتقل إلى النباتات المتاخمة من خلال شعيرات الجذور الممزقة. وعموماً لا يشكل النقل الميكانيكي للفيروسات في الحقل أهمية كبيرة خاصة إذا ما قورن بالإنتقال بواسطة النواقل اللافقارية. وبالرغم من ذلك ففي بعض الفيروسات يكون النقل الميكانيكي ذو درجة عالية من الأهمية، فمثلاً فيروس TMV يمكن أن يلوث الأيدي والملابس والآلات الزراعية وبالتالي يسهل إنتقاله بواسطة العمال، بل أنه يمكن أن ينتقل بواسطة الطيور. ويكون لهذا النمط من النقل أهمية خاصة خلال فترة النمو المبكرة للمحاصيل، فمثلاً في الفترة الأولى لإعداد المحصول تكون النباتات المصابة إصابة مبكرة بمثابة مصدر للعدوى خلال العمليات الزراعية التالية. بل إن فيروس TMV قد ينتشر ميكانيكياً بواسطة مدخني التبغ حيث أن الفيروس يكون متواجداً في أوراق التبغ المصنعة، وقد وجد أن جميع الأصناف التجارية من السجائر في غرب ألمانيا كانت تحتوي على هذا الفيروس. ومن الأمثلة الأخرى للفيروسات التي تنتقل ميكانيكياً في الحقل فيروس PVX الذي يمكن أن ينتقل عن طريق الآلات الملوثة أو بواسطة العمال أو حتى الحيوانات التي تحتك بالنباتات المصابة، حيث قد يبقى الفيروس نشطاً على المواد الملوثة لمدد تصل إلى بضع أسابيع. كما وجد أن هذا الفيروس يمكنه أن ينتقل من خلال الاحتكاك المباشر بين أوراق النباتات المتجاورة، وقد يستطيع الإنتقال أيضاً بين النباتات المتجاورة حتى دون تلامس أوراقها. وقد فُسرت هذه الظاهرة إما بحدوث النقل عن طريق الاتصال بين الجذور، أو بوجود نواقل قاطنة في التربة.

2.3. النقل غير الحيوي في التربة

قد ينتقل عديد من الفيروسات إلى جذور النباتات من خلال التربة الملوثة بها دون تدخل حيوي من نواقل فطرية أو نيماتودية. ومن أمثلة هذه الفيروسات: TMV، فيروس التقزم الشجيري للطماطم/البندورة (TBSV)، SBMV. وقد وجد أن فيروس TMV يمكن أن ينتقل في زراعات البيوت البلاستيكية/الصوبات الزراعية من خلال التربة الملوثة به إذا احتكت بأوراق النباتات السليمة. ولذلك فمن المتوقع أن الفيروسات الأخرى التي تتميز بالثبات يمكن أن تنتقل بهذه الطريقة.

3.3. الإنتقال خلال البذور

ينتقل حوالي 14% من فيروسات النبات المعروفة من خلال البذور في واحد -على الأقل- من عوائلها النباتية (Stace-Smith & Hamilton, 1988). ويعتبر النقل بالبذور عاملاً بالغ الأهمية لنشر بعض الأمراض الفيروسية في المراحل المبكرة للمحاصيل، حيث يتسبب في إحداث بؤر عشوائية من الإصابة الابتدائية في الحقل، وعندما تتواجد طرائق أخرى لنشر الفيروس تنتشر الإصابة في باقي الحقل. ومن هنا يتضح الأهمية الاقتصادية للنقل بالبذور. هذا بالإضافة إلى أن الفيروسات يمكن أن تبقى حية في البذور لفترات طويلة مما يفسر سبب إنتشار الفيروسات المنقولة بالبذور لمسافات بعيدة.

ويمكن تمييز نمطين من الإنتقال بالبذور، ويمثل النمط الأول حالة إنتقال فيروس TMV في الطماطم/البندورة حيث يعزى النقل فيه إلى تلوث البادرات من البذرة بطرائق ميكانيكية. وقد يكون هذا النوع من النقل هو السائد في باقي الفيروسات من جنس *Tobamovirus*. وتتميز مثل هذه الفيروسات المحمولة خارجياً على البذور بسهولة مكافحتها بالمعاملة ببعض المواد المثبطة لها. وجدير بالذكر أن فيروس TMV لا يوجد في أجنة بذور الطماطم/البندورة. أما النمط الثاني (وهو الأكثر شيوعاً) ففيه يتواجد الفيروس داخل أنسجة أجنة البذور، وهنا تحدث الإصابة بأحد احتمالين: (1) قبل الإخصاب من خلال إصابة الجاميطات (ويعرف ذلك "بالنقل بالجاميطات")، أو (2) بالإصابة المباشرة بعد الإخصاب للجنين نفسه. ويلاحظ أن بعض الإصابات بالبذور قد تؤدي لظهور أعراض مرضية على البذرة، ولكن لا توجد بالضرورة علاقة بين البذور الحاملة للأعراض والبذور الناقلة للفيروس (Johansen *et al.*, 1994 ؛Maule & Wang, 1996).

وفيما يلي أهم العوامل المؤثرة في نسبة إصابة البذور بالفيروسات:

1) نوع وسلالة الفيروس: قد تصل هذه النسبة إلى 100% في بعض الفيروسات، كما هو الحال في فيروس التبقع الحلقي للتبغ (TRSV) عند إصابته لفول الصويا، وعلى النقيض، فقد تصل إلى 1% فقط في حالة فيروس بطاطا/بطاطس الأندين الكامن (APLV). وقد تتباين السلالات المختلفة لنفس الفيروس في معدلات الإنتقال بالبذرة.
2) العائل النباتي: تنتقل بعض الفيروسات بالبذور في مدى واسع من العوائل النباتية مثل فيروس TBRV الذي ينتقل بالبذور في 9 أنواع تابعة لست عائلات نباتية. وقد تنقل بعض الفيروسات بمعدلات مختلفة تبعاً لعوائلها المختلفة، كما أن فيروسات أخرى قد تنقل بالبذور في أحد عوائلها ولا تنقل في الآخر.
3) توقيت إصابة النبات: بشكل عام فإنه كلما كانت إصابة النبات مبكرة كلما ارتفعت نسبة البذور الحاملة للفيروس. ولا يشذ عن هذا التعميم سوى استثناء واحد حتى الآن هو فيروس الموزاييك الشريطي للشعير (BSMV) على نبات الشعير حيث حدث العكس.

4) عمر البذور: قد تختفي بعض الفيروسات بسرعة من البذور المخزنة، بينما يبقى البعض الأخر لسنوات عديدة.
5) درجات الحرارة العالية: تكون البذور التامة الجفاف أكثر مقاومة لدرجات الحرارة العالية من أغلب الأجزاء النباتية الأخرى. ويبدو أن بعض الفيروسات المنقولة بالبذور تظهر تحملاً لدرجات الحرارة العالية التي تتعرض لها البذور المصابة بها. ففيروس التبقع الحلقي للتبغ استطاع البقاء لمدة 5 سنوات في بذور فول الصويا في مدى حراري 16–32 °س بنفس حيوية بقائه في المدى 1–2 °س، بالرغم من أن نسبة إنبات البذور قد انخفضت بشكل كبير عند درجة الحرارة الأعلى. والحقيقة أن سبب تحمل هذه الفيروسات لدرجات الحرارة العالية غير معروف تماماً.
6) مقاومة العائل: لا توجد هناك أمثلة قليلة على مقاومة العوائل للفيروسات المنقولة بالبذور، مثل وجود جين واحد متنحي (recessive) في نبات الشعير يعمل على تهيئة المقاومة لفيروس الموزاييك الشريطي للشعير.

4.3. الإنتقال خلال حبوب اللقاح

يمكن لبعض الفيروسات الإنتقال من نبات لآخر عن طريق حبوب اللقاح، فمثلاً فيروس AMV تكون إمكانية نقله من خلال حبوب اللقاح أكبر من النقل من خلال المبايض. ويفترض أن يؤدي التلقيح الذاتي في النباتات المصابة إلى رفع نسبة البذور المصابة عن ما إذا كانت الإصابة آتية من جاميطة واحدة مصابة (Mink, 1993).

5.3. الإنتقال خلال الإكثار الخضري

يعد الإكثار الخضري عملية زراعية هامة جداً في بعض المزروعات، ولكنه أيضاً يعتبر أسلوباً فعالاً في نشر وبقاء الفيروسات النباتية. فمعظم الفيروسات الهامة اقتصادياً تنتشر جهازياً خلال معظم الأجزاء الخضرية للنبات. وغالباً ما أن يصاب النبات جهازياً بالفيروس فإنه يبقى مصاباً طوال حياته، وبالتالي فإن أي أجزاء خضرية تؤخذ بهدف الإكثار (مثل الدرنات أو البصيلات أو الكورمات أوالسوق الجارية أو العقل) فإنها تكون بالطبع مصابة، وتزيد أهمية هذه الطريقة في فيروسات المحاصيل التي يجرى إكثارها خضرياً عادة مثل البطاطس/البطاطا وقصب السكر وأبصال الزينة وغيرها.

6.3. الإنتقال بالتطعيم

يعتبر التطعيم شكلاً من أشكال الإكثار الخضري، حيث ينمى جزء من أجزاء أحد النباتات على جزء من نبات آخر. وما أن يحدث الالتحام، فإن كلا من الطعم (scion) والأصل (root-stock) يصبحان نباتاً واحداً، وبالتالي فعندما يكون الطعم مصاباً بشكل جهازي بفيروس ما فإن النبات بأكمله بعد التطعيم يصبح مصاباً، وتزيد أهمية هذه الطريقة في الفيروسات التي تصيب بعض أشجار الفاكهة كالموالح/الحمضيات وغيرها التي يستخدم التطعيم فيها لأسباب متعددةً.

7.3. الإنتقال بواسطة النباتات المتطفلة

نبات الحامول (*Cuscuta* spp.) هو نبات متسلق يتطفل على النباتات الراقية. ويتبع هذا الجنس العديد من الأنواع التي يتميز كل منها بمدى عوائلي معين، ويكون بعضها ذا مدى عوائلي واسع جداً. وقد تبين أن الحامول يمكن أن ينقل الفيروسات من نبات مصاب لآخر سليم، نظراً لاتصاله بالأوعية النباتية لعائله. كما أنه من المحتمل أن تنتقل الفيروسات من خلال القُنيْوات البلازمية (plasmodesmata) التي تصل خلايا أنسجة الطفيل بسيتوبلازم خلية العائل. ويلاحظ أن هناك بعض التشابه بين النقل بالحامول والنقل بالتطعيم في بعض الخصائص، وينحصر الاختلاف الأساسي بينهما في أن النقل بالتطعيم يحدث في النباتات المتوافقة تطعيمياً (والتي غالباً ما تتبع جنساً واحداً)، أما الحامول فإنه يمكن أن ينقل الفيروسات بين النباتات المتباعدة تقسيمياً (Desjardins *et al.*, 1969). ومن خلال الدراسات التي أجريت حتى الآن فقد وجد أن معظم الفيروسات لا تتكاثر داخل الحامول الناقل لها والذي يبدو أن دوره كأنبوب ناقل للفيروس بين نبات وآخر.

ومن الاستخدامات التجريبية الرئيسية للنقل بالحامول، نقل الفيروسات من العوائل التي يصعب دراستها إلى نباتات تجريبية أخرى يسهل دراستها. وبشكل عام فمن المحتمل ألا يكون الحامول عاملاً هاماً في نقل الفيروسات الهامة اقتصادياً في الحقل.

4. وبائية وإنتشار الأمراض الفيروسية والعوامل المؤثرة فيهما

من أجل البقاء، فإن الفيروسات النباتية يجب أن يتوافر لديها المقومات التالية:

1) أن يكون لديها عائل نباتي واحد أو أكثر لتتكاثر بها.
2) أن يكون لديها وسيلة أو وسائل فعالة للإنتشار بفاعلية لإصابة عوائل نباتية أخرى.
3) أن يتوافر لها العائل النباتي الملائم في الوقت المناسب للإنتشار.

وحقيقة الأمر أن وجود فيروس ما في مكان محلي ما أو بمنطقة أوسع يرجع إلى تفاعل كثير من العوامل الفيزيائية والحيوية معاً.

وفي هذا القسم سوف يتم مناقشة أهم هذه العوامل مع شرح الطرائق التي تتفاعل بها هذه العوامل معاً لتؤثر في بقاء وإنتشار الفيروسات النباتية، حيث أن دراسة كلٍ من علم البيئة وعلم الوبائية الخاص بالفيروس النباتي الذي يصيب محصولاً معيناً أو الذي يوجد في منطقة معينة، يعتبر هو المفتاح لمعرفة كيفية تطوير الطرائق المناسبة لمكافحة الأمراض التي تسببها هذه الفيروسات. وكما هو الحال في أغلب المتطفلات الإجبارية (obligate parasites) فإن العوامل البيئية السائدة التي تؤخذ في الإعتبار هي عادة الوسيلة التي تنتشر بها الفيروسات من نبات لآخر، وكذلك طرائق تأثير العوامل الأخرى على هذا الإنتشار. وقد تناولت المراجع الآتية تلك الموضوعات بتفصيل أكبر: Burgess *et al.*, 1999؛ Dewar & Smith, 1999؛ Harrison, 1981؛ Hull, 2002؛ Jones, 2004؛ Irwin & Thresh, 1990؛ Lecoq, 1999؛ Maramorosch & Harris, 1981؛ Robert, 1999؛ Wisler *et al.*, 1998.

1.4. العوامل الحيوية

1.1.4. الثبات الفيزيائي للفيروسات والتركيزات التي يمكن الوصول لها

بالنسبة للفيروسات التي تنتقل ميكانيكياً فإنه يزيد من احتمال بقائها وإنتشارها إذا كانت أكثر ثباتاً سواء داخل أو خارج النبات، وكذلك تلك الفيروسات التي تصل إلى تركيزات عالية داخل الأنسجة النباتية المصابة. فعلى سبيل المثال يبقى فيروس TMV لفترات طويلة في المخلفات النباتية الميتة الموجودة في التربة، وبالتالي يعتبر مصدراً لعدوى المحاصيل التالية. وقد أمكن إعادة العدوى بهذا الفيروس من 42 نوع من السجائر في ألمانيا وكان محصول الفيروس المتحصل عليه 0.1–0.3 مغ لكل غرام من التبغ. وقد وجد أن قدرة العدوى للفيروس المعزول من السجائر نصف مثيلتها المعزولة من النباتات الحية. وقد تكون التركيزات العالية من الفيروس في موسم معين ذات أهمية لإنتقاله وبقائه، فمثلاً تعتبر عشبة *Stellaria media* عائلاً شتوياً لفيروس CMV، وقد وصل هذا الفيروس لأعلى تركيزاته في هذا العائل على درجات الحرارة المنخفضة. ولذلك فإن هذا النبات يعتبر مصدراً ممتازاً لاكتساب الفيروس بواسطة المنّ في الربيع.

2.1.4. معدل التحرك والتوزع في النباتات العائلة

من المعروف أن الفيروسات أو السلالات الفيروسية التي تتحرك ببطء خلال العائل النباتي ابتداء من نقطة الإصابة تكون أقل احتمالا في البقاء والإنتشار بفاعلية مقارنة بالسلالات التي تتحرك بسرعة. وتتضح أهمية سرعة التحرك هذه عندما يؤخذ في الاعتبار فترة حياة النبات العائل المفرد. فالفيروسات التي تصيب شجيرات أو أشجار ذات عمر طويل يكون لها فرصة التحرك البطئ عن تلك التي تصيب النباتات الحولية. وكذلك فالفيروسات التي يمكنها دخول البذور والبقاء فيها يكون لها ميزة هامة للبقاء والإنتشار. وعلى سبيل المثال فإن فيروس موت التبغ (TNV) الذي يقتصر وجوده في الجذور فقط في أغلب عوائله يعتمد في نقله في الطبيعة على التربة ليصيب العوائل الجديدة بمساعدة النواقل الفطرية.

3.1.4. الشدة المرضية

إن الفيروس الذي يقتل عائله النباتي بسرعة من خلال تكوينه أعراضاً جهازية يكون إحتمال بقائه أقل بكثير من ذلك الذي يسبب أعراضاً مرضية ضعيفة أو متوسطة والتي تسمح للنبات العائل أن يبقى ويتكاثر بفاعلية. ومن المحتمل وجود نوع من الانتخاب الطبيعي ضد السلالات التي تسبب الموت السريع للعائل النباتي، وأن يكون نشوء وتطور الفيروسات (viruses co-evolution) مرتبط بنشوء وتطورعوائلها الطبيعية. وكثير من أمراض المحاصيل تكون ذات شدة مرضية عالية (severe) لأنها لم تمتلك الوقت الكافي لإنشاء علاقة تطورية مع هذه المحاصيل. فمثلاً يلاحظ أن بعض السلالات الشديدة من فيروس BCTV تتسبب في موت النباتات الصحراوية قبل أن تسمح لجيل من نطاطات الأوراق أن ينقلها، وهكذا فإن السلالات الشديدة لهذا الفيروس في الصحراء تميل إلى الإزالة الذاتية. وعلى أية حال فإن تأثير شدة المرض يختلف تماماً في حالة نباتات البنجر، حيث يعتبر هذا المحصول من العوائل الجيدة لنطاطات الأوراق إذا كانت النباتات صغيرة الحجم ومعرضة بالكامل لأشعة الشمس، بينما تعتبر عوائل غير جيدة إذا كانت النباتات كبيرة الحجم ويتخللها قدر كبير من الظل. ولهذا السبب فإن السلالات الشديدة المرضية من هذا الفيروس تعمل على تسهيل إنتشارها في نباتات الشوندر السكري/البنجر بأن تعمل على إنتاج نباتات صغيرة متقزمة والتي تقوم بدورها بتسهيل إكثار الحشرة الناقلة. ومما يزيد من إنتشار السلالات الشديدة هو حقيقة أن السلالات المتوسطة الشدة المرضية لا تحمي ضد العدوى. وتقوم نطاطات الأوراق بقضاء الشتاء بالقرب من حقول البنجر حاملة لسلالات أكثر في شدتها من تلك التي تحملها النطاطات الموجودة في الصحراء.

4.1.4. الطفور وانتخاب السلالات

إن قدرة الفيروس على الطفور لينتج سلالات قادرة على المواجهة الفعالة لتغيرات البيئة قد يكون له دور كبير في بقاء وإنتشار الفيروس. ويلاحظ أنه من الصعب عقد مقارنات لمعدلات الطفور بين أنواع الفيروسات المختلفة، ولكن المحتمل أن تكون هناك فروق كبيرة بينها في معدل الطفور. فعلى سبيل المثال يبدو أن فيروس التفاف أوراق البطاطس/البطاطا (PLRV) يتميز بالثبات الوراثي نسبياً بينما أنواع أخرى مثل فيروسي CMV و TSWV يتواجدا في الطبيعة كسلالات عديدة. وهناك دليل جيد على أن السلالات المختلفة من نفس الفيروس تكون مختلفة في معدل إنتاج طفرة معينة. فالسلالات المتوسطة الشدة من فيروس PVX المعزولة من البطاطس/البطاطا تنتج باستمرار طفرات تعطي مظهر البقع الحلقية في نباتات التبغ، ولكن سلالات فيروس TBRV التي عُزلت أصلاً من الطماطم/البندورة لم يلاحظ أبداً عليها حدوث ذلك، أما النمط الشائع من فيروس TMV فإنه يعطي مدى واسع من أنواع الطفرات. ومن المعروف أنه في العديد من الحالات فإن عوائل نباتية معينة تشجع تضاعف سلالات معينة من الفيروس عندما تتواجد مختلطة معاً في نفس النبات، وبالمثل فقد وجد أن النواقل اللافقارية تنقل أحياناً بعض السلالات من الفيروس بفاعلية أكثر من سلالات أخرى.

ويلاحظ أنه يمكن لسلالة معينة من الفيروس أن تبقى سائدة لمواسم عديدة على محصول معين في منطقة معينة إذا كان هناك عائل طبيعي يعمل كمستودع إنتقال (reservoir) لهذه السلالة في تلك المنطقة. أما المناطق التي يحدث فيها تباينات عالية في درجات الحرارة على مدار العام، فإن السلالات الفيروسية قد تتأقلم مع هذه الدرجات من الحرارة. وعلى أية حال فإنه إذا كانت درجات الحرارة في فصل الصيف عالية جداً فإن الفيروسات قد تُثَبط داخل عوائلها. وعلى سبيل المثال فإن فيروس تجعد عباد الشمس (SuCV) قد تم وقف نشاطه على نباتات الفراولة النامية في كاليفورنيا لهذا السبب.

وقد تؤثر المعاملات الزراعية بطرائق عديدة فعلى سبيل المثال في اسكتلاندا تمت تربية صنف البطاطا/البطاطس Arran، وأدت العمليات الزراعية المتبعة –بشكل غير مقصود– إلى موت التقاوي الجيدة لإصابتها بفيروس PVX في مرحلة مبكرة نتيجة تعرضها للعدوى من الأصناف التقليدية المجاورة التي كانت مصابة بشدة بهذا الفيروس. كما إن استخدام السلالات الضعيفة من فيروس TMV (المستخرجة من السلالة 1) لإحداث حماية متبادلة (Cross protection) ضد فيروس موزاييك البندورة/الطماطم (ToMV) في زراعات الطماطم/البندورة التجارية أدت إلى زيادة ملحوظة في مظهر الإصابات بالسلالة 1 في الأصناف الحساسة.

وعندما يوجد الفيروس في الأعشاب/الحشائش المستديمة والعوائل البرية بالقرب من محاصيل الزراعات الحولية، فإن تلك المحاصيل قد تصاب بسلالات فيروسية لم يتح لها فرصة التكيف مع المحصول الزراعي. وعموماً فإن العوامل الهامة لبقاء السلالات الفيروسية هي: (1) الإنتقال الفعال بواسطة الحشرات أو غيرها من وسائل النقل، (2) سرعة التكاثر والحركة داخل النباتات المصابة مقارنة بالسلالات المنافسة، (3) أن تسبب أمراضاً ضعيفة أو متوسطة الشدة فقط.

5.1.4. المدى العوائلي للفيروسات النباتية

للفيروسات تنوع كبير جداً في أنواع العوائل التي يمكنها إصابتها، فبعض الفيروسات التي تؤثر على الفراولة مثلا يبدو أنها مقصورة على إصابة عوائل من جنس *Fragaria*. بينما هناك فيروسات أخرى تكون قادرة على إصابة مدى واسع من العوائل النباتية. وعلى سبيل المثال فالمدى العوائلي لفيروس CMV يتضمن أكثر من 1000 نوع تتبع أكثر من 85 عائلة نباتية. بينما هناك فيروسات أخرى ذات مدى عوائلي ضيق نسبياً، ويفسر إمكانية بقائها في الطبيعة إلى واحد أو أكثر من ثلاثة أسباب: (أ) أن عائلها يكون نباتاً معمراً، (ب) أن عوائلها تتكاثر خضرياً، (جـ) أنه يتم إنتقالها بفاعلية خلال البذور.

وعموماً فإن تنوع العوائل لفيروس ما يعطيه فرصا أكبر للبقاء وللإنتشار بشكل أفضل. فالفيروسات التي لها عوائل من نباتات الزينة المعمرة –بالإضافة إلى عوائلها من المحاصيل الحقلية والبستانية– قد أصبحت واسعة الإنتشار على مستوى العالم. ومن الأمثلة الهامة على ذلك (أ) فيروسي BYMV وCMV على نباتات الجلاديولس، (ب) فيروس TSWV على نباتات الداليا وأنواع أخرى. حيث عادة ما تصيب هذه النباتات التي تعمل كمستودعات هامة لهذه الفيروسات في كثير من البلدان. ويلاحظ أن نباتات الداليا قد تحمل أيضاً فيروس موزاييك الخيار ولكن – في الغالب– بدون ظهور أي أعراض عليها.

كذلك فإن الأعشاب/الحشائش والنباتات البرية والأسيجة وأشجار وشجيرات الزينة قد تعمل أيضاً كمستودعات للفيروسات، ويتوقف مدى التأثير الفعلي لوجود هذه الأنواع المختلفة من العوائل بجوار المحاصيل الإقتصادية على الظروف المحيطة وخاصة تواجد النواقل اللافقارية النشطة. فعلى سبيل المثال ثبت أن وجود فيروس موزاييك البامياء (OkMV) في ثلاثة أنواع من الأعشاب/الحشائش من الفصيلة الخبازية في نيجيريا كان أهم مصدر للفيروس على المحاصيل الزراعية لأن الخنافس الناقلة تكون نشطة جداً. وقد تختلف السلالات التابعة لنفس الفيروس في تفضيلها لإصابة أنواع معينة من الأعشاب/الحشائش، فمثلاً في الجنوب الشرقي من فرنسا، وجد أن السلالات الحساسة لدرجات الحرارة من فيروس CMV تفضل إصابة

عشبة *Rubia peregrina*، بينما كانت السلالات المقاومة للحرارة سائدة في عشبة *Portulaca oleracea*.

ولكثير من أنواع النيماتودا والفيروسات المنقولة بها مدى عوائلي واسع يتضمن النباتات الخشبية المعمرة. وتتميز هذه الفيروسات ونواقلها بأنها غالباً ما يمكنها البقاء في هذه النباتات الخشبية في الأسيجة والغابات في حالة غياب المحاصيل الزراعية المناسبة. ويختلف عن هذه القاعدة فيروس الورقة المروحية للعنب/الكرمة (GFLV) وناقله النيماتودي *Xiphnema index* حيث يكونا مقصورين على نباتات العنب في الحقل. ويفسر ذلك بأن نبات العنب يتميز بفترة حياة طويلة، ولذلك فليس من الضروري –في هذه الحالة– وجود بدائل أخرى من العوائل من أجل البقاء. وعلاوة على ذلك فإن كلا من الفيروس والناقل النيماتودي يستطيعان البقاء لعدة سنوات في الجذور الحية التي قد تبقى في التربة بعد إزالة كرمة العنب.

6.1.4. إنتشار الفيروسات

تنتشر الفيروسات بواسطة النواقل الهوائية أو التي تعيش في التربة أو عن طريق البذور أوحبوب اللقاح، كما تنتشر لمسافات بعيدة بواسطة أنشطة الإنسان. وتلعب طرائق الإنتشار دوراً رئيسياً في وبائية الفيروسات. ففي كثير من حالات العدوى للمحاصيل الحولية وبعض حالات العدوى للنباتات المعمرة يوجد مرحلتان مميزتان لوبائيات وإنتشار الفيروس. المرحلة الأولى هي العدوى الابتدائية التي تحدث إما بواسطة النواقل الحشرية المجنحة، أو بواسطة تواجد عدة نباتات مصابة (مثلاً عن طريق إنتقال الفيروس من خلال البذور)، ويلي ذلك المرحلة الثانية وهي العدوى أو الإنتشار الثانوي التي تحدث إما عن طريق النواقل الحشرية المجنحة أو النواقل التي تمشي من نبات لآخر عند تلامس أوراق النباتات المختلفة. وعادة ما يكون الإنتقال الثانوي للفيروسات ذات العلاقات غير الباقية أو شبه الباقية عن طريق النواقل الحشرية المجنحة أثناء رحلات طيرانها للبحث عن عوائلها، بينما عادة ما يكون إنتشار الفيروسات ذات العلاقات الباقية عن طريق الحشرات غير الطائرة التي تستعمر الأنواع النباتية العائلة أي تتربى عليها، مثل الأشكال غير المجنحة لحشرات المنّ أو قصيرة الأجنحة في نطاطات الأوراق ونطاطات النبات. وبذلك فإن العدوى الابتدائية يتبعها الإنتشار الثانوي الذي غالباً ما يؤدي إلى حدوث مراكز منتشرة من النباتات المصابة خلال المحصول وذلك بتدرجات من الإصابة تنتشر حول بؤر الإصابات الإبتدائية.

1.6.1.4. النواقل المحمولة بالهواء

بشكل عام فإن الحشرات الطائرة والماصة للعصارة (وخاصة المنّ والذباب الأبيض ونطاطات الأوراق) هي أهم وسائل نقل وبقاء الفيروسات النباتية على الإطلاق. ويتوقف نمط الإنتشار ومعدله وامتداده على عدة عوامل من أهمها: أ) مصدر اللقاح الفيروسي: قد يختلف مصدر اللقاح الفيروسي كأن يكون من خارج المحصول أو من النباتات المصابة داخل المحصول والتي قد تكون أصيبت عن طريق النقل بالبذور أو من خلال التكاثر الخضري أو من خلال البقايا النباتية من المحصول السابق؛ ب) كمية اللقاح المتوفرة والقادرة على الإصابة؛ جـ) طبيعة وعادات الناقل؛ د) طبيعة علاقة الفيروس بالناقل، سواء كان غير باقي/غير مثابر أو شبه باقي/شبه مثابر أو باقي/مثابر؛ هـ) الوقت الذي ينشط فيه الناقل خلال فترة بقاء المحصول في الحقل؛ و) الظروف الجوية والمناخية.

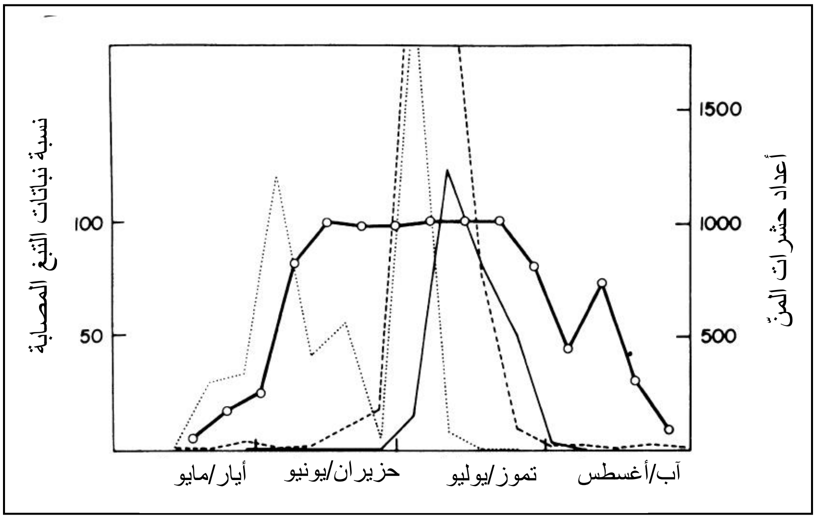
ويلاحظ أنه في الفيروسات المختلفة (حتى في تلك التي تنتقل بواسطة نواقل من نفس المجموعة) تكون أنماط ومعدلات الإنتشار في محصول ما متباينة جداً، فالفيروس الذي ينقل بواسطة النواقل الحشرية إلى المحصول لا ينتقل بالضرورة من أول النباتات المصابة إلى غيره من النباتات.

هذا وقد قام van der Plank (1946) بابتكار طريقة ليختبر بها ما إذا كان المرض الفيروسي ينتشر خلال النباتات المصابة في المحصول النباتي. وقد اعتمدت هذه الطريقة على فرضية أن الفيروس الذي يأتي من خارج المحصول سوف يصيب النباتات بشكل عشوائي. وبناء على هذه القاعدة سوف يكون هناك توقعات لمعدل تكرار تواجد النباتات المصابة جنباً إلى جنب على شكل أزواج. ويمكن تحقيق ذلك من المعادلة الآتية:

$$P = X\,[(Xx-1)/n]$$

حيث أن: P= هو العدد المتوقع لأزواج النباتات المصابة، n= هو عدد النباتات المتعاقبة التي تم اختبارها، x= هو عدد النباتات المصابة التي يتم مشاهدتها.

ويلاحظ أن نمط الإصابة الموجود في الحقل من خلال نوع من النواقل قد يكون محيراً إذا كان هناك مظهران نشطان من هذا الناقل في ذات الوقت، مثل الأفراد غير المجنحة والمجنحة في المنّ، فالمظهر الأول قد يسبب إنتشار الفيروس للنباتات المجاورة بينما يعمل الثاني على إنتقاله إلى النباتات الموجودة على مسافات بعيدة (Hull, 2002). وعموماً فقد تم ابتكار العديد من أنواع المصائد لتقدير أعداد المنّ الطائر ومنها مصائد الأواني الصفراء، والمصائد اللاصقة الرأسية، والشباك المخروطية، والمصائد الشفاطة، وكذلك مصائد الأواني الأفقية الموزايكية الخضراء التي أثبتت فاعليتها في هذا المجال (شكل 5).



شكل 5. رسم بياني يوضح مستويات إصابة نباتات التبغ بفيروس البطاطا/البطاطس Y (PVY)، وقد وضع عددٌ من هذه النباتات في أصص لمدّة أسبوع واحد في حقل بطاطس/بطاطا طوال الموسم، ويبين المحور الرأسي الأيسر نسبة إصابة تلك النباتات بالفيروس (الدوائر المفتوحة المتصلة)، كما يبين المحور الرأسي الأيمن أعداد حشرات المنّ (3 أنواع) التي جمعت بمصائد اللصق أسبوعياً من نفس الحقل. ويمثل النوع *M. persicae* بالخط المتصل والنوع *R. padi* بالخط المتقطع والنوع *C. aegepodii* بالخط المنقط (van Hoof, 1977).

2.6.1.4. الفيروسات المنقولة عن طريق التربة

يتضمن النقل عن طريق التربة عادة إما النقل بالفطريات أو النيماتودا. ولكن فيروس TMV من الفيروسات القليلة التي تنتقل من خلال التربة بدرجة عالية دون معرفة وجود ناقل معين يساعد على نقله. ويلاحظ أن درجة الثبات العالية لهذا الفيروس تسمح له بالبقاء من موسم لآخر في البقايا النباتية المتخلفة من المحاصيل السابقة، مما يتيح فرصة مناسبة لزيادة كفاءة نقله. فإذا تم زراعة محاصيل حساسة للإصابة في تربة ملوثة بالفيروس، فإنها سوف تصاب بهذا الفيروس، ويفترض أن هذا النقل يحدث من خلال الجروح الصغيرة التي تحدث في الجذور بسبب الشتل أو العمليات الزراعية الأخرى أو نمو الجذور.

وتتوقف الإعتبارات البيئية للنقل بواسطة الفطريات على الطريقة التي يحمل بها الفطر الفيروس. فمثلاً فيروسي موزاييك القمح المحمول بالتربة (SBWMV) وممسحة قمة البطاطا/البطاطس (PMTV) تكون محمولة في الجراثيم/الأبواغ الكامنة لنواقلها الفطرية، حيث يمكنها البقاء في تلك الأبواغ إذا كانت في تربة مجففة هوائياً أو في التربة المخزنة لمدة تصل إلى

عدة سنوات. وفي مثل هذه الفيروسات قد يستغرق تثبيت وترسيخ الإصابة في منطقة ما عدة مواسم، ولكن ما أن تحدث الإصابة في الحقل فإن الفيروسات يمكن أن تبقى لعدة سنوات حتى مع غياب العائل المناسب. أما الإنتشار المحلي لهذه الفيروسات فإنه يكون عن طريق الجراثيم/الأبواغ المتحركة والساكنة، ويعتبر ماء التربة عاملاً رئيسياً في التأثير على الإنتشار المحلي لهذه الفيروسات. ويلاحظ أن الفيروسات التي تنقل بهذه الطريقة تميل لأن يكون لها مدى عوائلي ضيق. أما الفيروسات التي تنقل بواسطة الفطر *Olpidium brassicae*، مثل TNV، فيروس الملازم لفيروس موت التبغ (STNV) وفيروس موت الخيار (CuNV) فإنها تكون محمولة على أسطح الأبواغ المتحركة لذلك الفطر، حيث يمكنها البقاء لبضع ساعات فقط على هذه الأبواغ. أما جسيمات الفيروس الموجودة حرة في التربة فإنها يمكن أن تلتقط وتنقل بواسطة أبواغ أخرى. ويلاحظ أن الفيروسات التي تنقل بهذا الفطر لا يمكنها البقاء طويلا في التربة المجففة هوائياً. وبشكل عام فإن هذه الفيروسات تتميز بمدى عوائلي واسع، ويمكنها أن تبقى في التربة عن طريق النقل المتكرر لعوائل متتالية. وقد يكون لمياه الصرف وتحركات التربة وبقايا الجذور دور في نجاح وإنتشار هذه الفيروسات من موقع لآخر.

وتختلف الخصائص البيئية والوبائية للفيروسات المنقولة بنواقل نيماتودية (مثل جنسي *Tobravirus* و *Nepovirus*) اختلافاً بيناً عن تلك الفيروسات المنقولة بنواقل هوائية. فالنيماتودا تتميز بفترة حياتها الطويلة وسعة مداها العوائلي، كما تستطيع البقاء تحت مدى واسع من الظروف المعاكسة، بل وحتى أثناء غياب عائلها النباتي ولمدد طويلة نسبياً. فالنيماتودا ليس لديها أطوار ساكنة ومقاومة للظروف الخارجية، ولكنها تستطيع مقاومة الظروف المعاكسة من خلال تحركها من نمط تربة غير ملائم إلى آخر ملائم. فمثلاً عندما تجف التربة في الصيف أو تصبح باردة في الشتاء فإن النيماتودا تنتقل إلى طبقة ما تحت التربة، ولا تعود لطبقة التربة مرة أخرى إلا عندما تصبح ظروفها ملائمة. ويلاحظ أن بعض الفيروسات (مثل فيروس موزاييك الآرابيس، ArMV) قد يبقى خلال الشتاء داخل الناقل النيماتودي. وعموماً فالفيروسات المنقولة بالنيماتودا عادة ما يكون لها صفتان هامتان تميزها عن غيرها من الفيروسات الأخرى، وهما: أ) مداها العوائلي الواسع وخاصة من الأعشاب الحولية، و ب) إنتقالها عن طريق البذور في كثير من عوائلها. لذلك فإن النيماتودا التي قد تفقد قدرتها على العدوى خلال الشتاء يمكنها أن تسترجع هذه القدرة في الربيع التالي من خلال الأعشاب المصابة.

3.6.1.4. الإنتقال بالبذور أو حبوب اللقاح

قد تكون هاتان الطريقتان من النقل ذات أهمية بالغة لبيئية ووبائية مجموعات معينة من الفيروسات. فالبقاء في بذور العوائل يمكن أن يكون ذا أهمية خاصة لتلك الفيروسات التي لها

عوائل نباتية حولية فقط أو لتلك الفيروسات التي تنتقل بواسطة نواقل لافقارية بطيئة التحرك (مثل النيماتودا). فمثلاً فيروس CMV يبقى في بذور عائله *Stellaria media* المدفونة في التربة لمدة لا تقل عن 12 شهر، فإذا كان الهكتار الواحد يحتوي على 10^7 بذرة بها 1% مصاب بهذا الفيروس, فإن 10% من البادرات النابتة سوف تنتج نباتاً مصاباً واحداً في كل متر مربع من هذا الهكتار. والمحتمل في مثل هذه الظروف هو حدوث إنتشار سريع للإصابة بفيروس CMV. ويعتبر فيروس موزاييك الخس (LMV) الذي يصيب الخس من الأمثلة بالغة الأهمية لدور الإنتقال بالبذرة في إنتشار المحاصيل الاقتصادية. كما تعتبر كل من الأنشطة الإنسانية والإنتشار الطبيعي للبذور بواسطة الرياح والمياه من العوامل ذات الأهمية في إنتقال الفيروسات بالبذرة.

أما الإنتقال بواسطة حبوب اللقاح فإنه قد تكون طريقة النقل الرئيسية، وربما الطريقة الوحيدة، للإنتشار الطبيعي في الحقل لمجموعات معينة من الفيروسات كما هو الحال في فيروس البقع الحلقية الميتة للخوخ/البرقوق (PNRSV). ومن ناحية أخرى فإن إنتقال الفيروس بواسطة حبوب اللقاح يكون ذو درجة قليلة الأهمية بيئياً، أو عديم الأهمية على الاطلاق، إذا كان العائل من النباتات التي تلقح أساساً تلقيحاً ذاتياً، كما هو الحال مثلاً في نبات الشعير. وعلى أية حال حتى في نبات الشعير فإن بعض أصنافه تنتج كماً وفيراً من حبوب اللقاح، وفي هذه الحالة فإنه إذا كانت هذه الحبوب مصابة بفيروس BSMV فقد تؤدي إلى الإنتقال الميكانيكي لهذا الفيروس عند احتكاك النباتات ببعضها.

4.6.1.4. إنتشار الفيروسات النباتية عبر مسافات طويلة

أ. الإنتشار بواسطة الإنسان

من الملاحظ أنه حتى في الدول ذات التقنيات الزراعية المتقدمة فإنه من الصعب جداً بل يكاد يكون من المستحيل توثيق وصول وإنتشار فيروسات معينة من دولة لأخرى. وعموماً فإنه من المعروف أن الأنشطة الإنسانية هي السبب الرئيسي في نقل وإنتشار معظم الفيروسات لمسافات بعيدة خلال القرون القليلة الماضية بعد أن كانت هذه الفيروسات محصورة في بقعة جغرافية واحدة أو بقع جغرافية محدودة. وقد تم نقل هذه الفيروسات أساساً داخل النباتات المصابة أو أجزاء منها أو حتى داخل نواقل لافقارية. فمثلاً يعتقد أن العديد من فيروسات البطاطا/البطاطس وبعض نواقلها قد انتقلت لأوربا من خلال درنات البطاطا/البطاطس المصابة المنقولة من القارة الأمريكية ثم انتقلت من أوروبا إلى مناطق أخرى. وحيث أن فيروس LMV ينقل عن طريق البذور و TMV يعيش طويلاً في لفافات التبغ فإن هذين الفيروسين ينتشران حيثما زرعت عوائلهما في العالم.

بينما يعتبر إنتقال بعض الفيروسات الأخرى لمسافات بعيدة عملية أكثر تعقيداً، حيث تستلزم وجود ناقل لافقاري أو فطري ملائم، بالإضافة إلى العوائل النباتية الملائمة بالطبع. فمثلاً يعتقد أن الإنسان هو المسؤول الأول عن إنتشار فيروس GFLV وناقله النيماتودي في كروم العنب على مستوى العالم. وتعتبر نيوزيلاندا من الأمثلة الشيقة في هذا الصدد، وذلك نظراً لموقعها الجغرافي المعزول، بالإضافة إلى تنوع وتقدم نظمها الزراعية والبستانية. فقد قام المهاجرون لنيوزيلاندا بإحضار بعض المحاصيل النباتية الغذائية مثل القلقاس والبطاطا الحلوة. وفي خلال 170 سنة أو تزيد قام المهاجرون الأوربيون بإحضار مدى واسع من المحاصيل الزراعية والبستانية بالإضافة لمجموعة كبيرة من الأنواع المختلفة من الأعشاب. وفي عام 1990 سُجل 139 فيروس في نيوزيلاندا، كلها في الأنواع النباتية التي تم إحضارها إلى البلاد. كما وجد أن هذه الفيروسات تتواجد في أماكن أخرى من العالم، في أوروبا وأمريكا الشمالية بشكل أساسي وبعضها في أستراليا. وعلى ذلك فإنه من السهل استنتاج كيف وصلت هذه الفيروسات إلى هذه الأماكن من خلال الدرنات أو الكورمات أو السوق الجارية أو عقل الجذور أو البذور وغيرها.

ب. الإنتشار بالنواقل الهوائية

لحشرات المنّ أهمية كبيرة في نقل الفيروسات عبر المسافات البعيدة أو في النقل المحلي لهذه الفيروسات، سواء كان ذلك في حالة النقل غير الباقي أو النقل الباقي. فعلى سبيل المثال في دراسات مفصلة تمت سنة 1986 على تحركات المنّ في المملكة المتحدة، اتضح أن كثيراً من أنواع المنّ الهامة تعيد استعمار نفس المكان كل سنة طالما كان العائل النباتي متاحاً، حيث تغطي هذه التحركات مسافات تزيد عن 1000 كيلومتر، مع ملاحظة أنه ليس بالضرورة أن تكون هذه المسافة من خلال رحلة طيران واحدة. ومن ناحية أخرى فإن مثل هذه الرحلات الطويلة تحت الظروف المناخية الملائمة لا يكون أمراً شائعاً. وعلى صعيد آخر، فالتيارات الهوائية (geostrophic) قد تؤدي لتحركات هوائية صاعدة يصل ارتفاعها إلى 1000 متر أو أكثر متحركة على طول خطوط متساوية في ضغطها الجوي (isobars) مما يؤدي إلى الإنتشار إلى مسافات بعيدة. وقد أدت مثل هذه التيارات الهوائية إلى تحرك ضخم للمنّ المجنح من أستراليا إلى نيوزيلاندا عبر مسافة فوق البحر تقدر بحوالي 200 كم.

وقد تسافر نطاطات الأوراق أيضاً لمسافات بعيدة، فمثلاً تنتقل أعداد كبيرة من نطاط الأوراق *Macrosteles fascifrons* بالرياح كل ربيع من منطقة التشتية، التي تقع حوالي 300 كم شمال خليج المكسيك، لتمر عبر الوسط الغربي للولايات المتحدة حتى تصل لمقاطعات البراري في كندا.

جـ. الإنتشار بحبوب اللقاح والبذور

عادة ما يكون النقل بهذه الطريقة لمسافات قريبة نسبياً. وقد تنتقل الفيروسات المحمولة في البذور لمسافات بعيدة بمساعدة الطيور إلا أنه لا توجد أمثلة موثقة لذلك. وقد اتضح أن البذور قد تبقى حية في بلعوم طيور البحر المهاجرة لمدة تصل إلى 340 ساعة، وهي مدة كافية للإنتقال لعدة آلاف من الكيلومترات.

د. الإنتشار بالماء

عبر العديد من السنوات تم ابتكار عدة طرق لكشف تلوث المياه بالفيروسات التي تصيب الإنسان والحيوان. وقد تم تطبيق هذه الطرائق على الفيروسات النباتية المنقولة بالماء وخاصة في أوروبا، فكانت النتائج مثيرة للدهشة! ففي معظم العينات المأخوذة من الأنهار والترع وجد عدد من الفيروسات المعدية مثل TMV وفيروس التبرقش الأخضر للكاسافا (CGMV) وغيرها من جنس *Tobamovirus*، أو جنس *Potexvirus*، TNV، STNV، TBSV و فيروس التبقع الحلقي الإيطالي للقرنفل (CIRV) وغيرها من جنس *Tombusvirus*، وكذلك فيروسي تبرقش القرنفل (CarMV) و CMV. وتتميز هذه الفيروسات باشتراكها في مجموعة من الخصائص، فمعظمها تكون ثابتة جداً أي ليس من السهل تثبيطها، وليس لها نواقل هوائية يمكنها نشرها لمسافات بعيدة. وتوجد هذه الفيروسات بتركيزات عالية في النباتات المصابة، كما يمكن أن تنتقل من الجذور المصابة إلى جذور أخرى دون حاجة إلى نواقل، وللكثير منها مدى عوائلي واسع. وتنتقل معظم الجسيمات المعدية لهذه الفيروسات في المياه من خلال إدمصاصها على الجزيئات الغروية العضوية وغير العضوية، وفي هذه الحالة تكون هذه الجسيمات أطول بقاءً مقارنة بالجسيمات الفيروسية الحرة.

7.1.4 العمليات الزراعية

لكل محصول طريقة زراعة وحرث وأساليب زراعية أخرى معينة مما قد يؤثر كثيراً على تواجد الأمراض الفيروسية على هذا المحصول. وبالتالي فإن اتباع عمليات زراعية معينة قد يتيح أيضاً فرصة لمنع الإصابة، وسوف يتضح ذلك من خلال مناقشة العوامل التالية.

1) موعد الزراعة: من الأمثلة القاطعة على تأثير موعد الزراعة على مدى تواجد الفيروس هو محصول الفول في جنوب مصر، ففي المواسم العادية فإن نسبة الإصابة بفيروس الاصفرار الميت للفول (FBNYV) تعتمد أساساً على الموعد الذي تبذر فيه الحبوب، فعند التبكير في البذر عن أواخر تشرين الأول/أكتوبر، تكون الإصابات شديدة، حيث يكون المنّ الناقل القادم من عوائل أخرى محملاً بالمرض الفيروسي (Makkouk *et al.*, 1998). ولقد أثبتت

التجارب بأن تأخير موعد الزراعة تؤدي للحد من إنتشار الفيروس في المحصول. ومن الأمثلة التي درست أيضاً في العالم العربي فيروس MSpV الذي يكون أكثر إنتشاراً في عروات الذرة المتأخرة (النيلية) في مصر نتيجة لزيادة أعداد نطاط الأوراق الناقل له (*Cicadulina chinai*) في أواخر الصيف وبداية الخريف (Ammar, 1985).

2) الدورة الزراعية: يؤثر نمط الدورة الزراعية المتبع على الإصابة بتلك الفيروسات التي يمكن أن تبقى في الشتاء على الأعشاب/الحشائش، ويتضح ذلك في العديد من الأمثلة منها فيروسات البطاطس/البطاطا.

3) حرث التربة: قد تؤثر عمليات حرث التربة على إنتشار وبقاء الفيروسات في التربة أو في البقايا النباتية، كما تؤثر العمليات الزراعية في التربة على تحركات النواقل الفطرية والنيماتودية الموجودة بها. ومن المعتقد أن فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر (BNYVV) ينتشر بشكل فعال عن طريق الري، وعلى أية حال فإن المقارنة بين إنتشار هذا الفيروس بواسطة الري وإنتشاره بواسطة التحركات الفيزيائية للتربة وعمليات الحصاد أظهرت أن تلك الأخيرة هي السبب الرئيسي في إنتشار الفيروس من نقطة بداية الإصابة.

4) مساحة الحقل: يعتمد تأثير مساحة الحقل على إنتشار الفيروس بشكل أساسي على الإصابة الأولية للفيروس وموقع حدوثها، فمثلاً إذا كانت الإصابة الفيروسية آتية من خارج المحصول فإن زراعة المحصول في حقول كبيرة المساحة محكمة الشكل سوف يقلل من إصابة هذا المحصول من الخارج إلى أقل حدٍ ممكن.

5) كثافة التعداد وحجم النباتات: تتسبب النواقل الهوائية التي تجلب فيروساً معيناً للمحصول من خارجه في إصابة عدد أكبر من النباتات (في مساحة معينة) إذا كانت تلك النباتات متباعدة عن بعضها عما لو كانت متقاربة. كما قد تؤثر مسافات الزراعة على معدلات هبوط المنّ الطائر، فقد وجد أن نباتات الفول السوداني المنزرعة على مسافات ضيقة لم يتم زيارتها بواسطة المنّ المجنح *Aphis craccivora* مقارنة بتلك النباتات المنزرعة على مسافات أوسع.

6) تأثير بيوت الزراعات المحمية/الصوب الزراعية: بشكل عام فإن البيوت الزجاجية وأنفاق البوليثين عادة ما تستخدم في البلاد ذات الشتاء البارد، وبالتالي فإن استخدام هذه الأساليب من الزراعة تزيد من احتمال الإصابة بالفيروسات المتأقلمة على المُناخات الاستوائية والتحت استوائية، مثل فيروس TSWV. كما أن إنتاج البندورة/الطماطم في المنطقة العربية في البيوت البلاستيكية كان من أهم العوامل التي أدت إلى انتشار فيروس TYLCV.

7) عمليات التلقيح: إن زراعة خليط من أصناف المحاصيل لتوفير الملقحات في البساتين قد يزيد من إنتشار الفيروسات المنقولة بحبوب اللقاح.

8) المشاتل وحقول الإنتاج كمصدر من مصادر العدوى: قد تصبح المشاتل (وخاصة تلك التي امتد استخدامها إلى عدة سنوات) في حد ذاتها سبباً في نشر الفيروسات النباتية، وقد اتضح ذلك بالولايات المتحدة في إصابة فيروس حشيشة الدينار الأمريكي الكامن (AHLV) لنبات حشيشة الدينار في المشاتل. ويلاحظ أن الإنسان قد تسبب بنقله للعوائل النباتية من منطقة لأخرى في خسائر فادحة وصلت إلى حد الكوارث. فبعض المحاصيل كانت تقريباً خالية تماماً من الأمراض الفيروسية حتى نقلها الإنسان إلى مواطن أخرى، ومن أشهر الأمثلة على ذلك فيروس تورم الأفرع للكاكاو (CSSV)، فقد كان الموطن الأصلي لأشجار الكاكاو هو أدغال حوض نهر الأمازون في أمريكا الجنوبية ثم تم نقلها إلى غرب أفريقيا في نهاية القرن التاسع عشر، حيث سُجل عليها هذا المرض لأول مرة سنة 1936، لذا يعتقد أن هذا المرض الفيروسي قد انتقل لأشجار الكاكاو من أنواع أخرى من الأشجار المحلية وبواسطة نواقل متوطنة من البق الدقيقي.

9) زراعة المحصول الواحد: إن زراعة محصول واحد في مساحة واسعة من الأرض بشكل مستمر لسنوات عديدة قد يؤدي لإحداث وباء فيروسي كبير، وخاصة إذا توفر أحد النواقل المحمول بالهواء. وكذلك فقد يكون للنواقل القاطنة للتربة دور في مثل هذه الأوبئة. ومن أمثلة ذلك فيروس GFLV الذي يظهر بشكل وبائي إذا زُرعت شجيرات العنب في نفس المكان لفترات زمنية طويلة. ولا شك أن لتراكم مخلفات المحصول في نفس المكان لفترات طويلة، وعلاقة ذلك بالأعشاب المرتبطة بمحصول بعينه، دور في تطور وتكوين الوباء. ومن الأمثلة على هذه الظاهرة ما أشار إليه Diener (1987) حيث شرح سبب ظهور كثير من الأمراض الفيرويدية في العقود القليلة الماضية. فقد اقترح أن هذه الفيرويدات قد تواجدت منذ أزمنة طويلة في عوائل برية مسببة لها أمراضاً قليلة الأعراض، وكانت تنتقل من هذا العوائل من آن لآخر إلى محاصيل اقتصادية والتي كانت تزرع في مساحات صغيرة وبنباتات ذات تباين جيني عال. ولم يكن من الممكن لهذه المسببات المرضية أن تحدث ضرراً حقيقياً تحت هذه الظروف. أما في العصر الحديث والزراعة المتقدمة، حيث تزرع المساحات الشاسعة بمحصول واحد متشابه وراثياً، فقد أصبحت الفرصة سانحة لهذه الممرضات لتظهر بشكل وبائي.

2.4. العوامل الفيزيائية

1.2.4. الأمطار

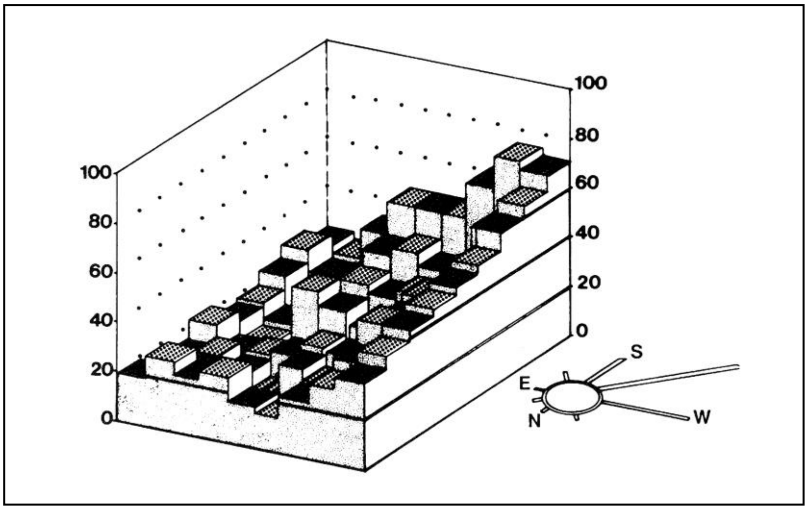
قد تؤثر الأمطار على الناقلات سواء المحمولة بالهواء أو القاطنة للتربة، وقد تختلف أو تتبدل نوعية هذا التأثير على النواقل باختلاف كمية الأمطار وتوقيتها. فمثلاً بالرغم من أن الأمطار (أو الرطوبة العالية) تكون من الأهمية بمكان لزيادة تعداد الذبابة البيضاء، إلا أن زيادة هذه الأمطار عن حد معين سوف يقتل نسبة عالية منها. ومثال آخر هو فيروس PMTV حيث تواجد بأعلى معدل في اسكتلندا في المناطق الأغزر أمطاراً، ويعزى ذلك إلى زيادة تواجد ناقله الفطري *Spongospora subterranean* في ظروف التربة الرطبة.

2.2.4. الرياح

تلعب الرياح دوراً هاماً في نشر بعض الفيروسات النباتية، ليس فقط بنشر نواقلها المحمولة بالهواء، ولكن أيضاً بتحديد اتجاه هذا الإنتشار (شكل 6). كما تتأثر الأنواع المختلفة بشكل متباين بالرياح، فالأفراد المجنحة من المّن قد لا تطير على الإطلاق إذا زادت سرعة الرياح عن حد معين، أما عند سرعات الرياح المنخفضة فإن بعض الأنواع قد تطير في اتجاه الريح بينما يطير البعض الآخر ضد اتجاه الريح. ويلاحظ أن ظروف الرياح غير المعتادة قد تؤدي إلى حدوث أوبئة غير متوقعة، ومثال ذلك الوباء غير المتوقع بفيروس موزاييك وتقزم الذرة (MDMV) الذي حدث في شمال ولاية مينيسوتا في الولايات المتحدة في عام 1977، حيث تم إنتقال حشرات المنّ الحاملة للفيروس إلى هذه المنطقة بواسطة الرياح ذات السرعة الفائقة وهي محتفظة بقدرتها على النقل.

3.2.4. درجة حرارة الهواء

قد يكون لدرجة حرارة الهواء تأثير ملحوظ على تكاثر وتحركات النواقل المحمولة بالهواء، فمثلاً لا يميل المّن المجنح للطيران إلا إذا كانت درجة الحرارة دافئة، ولكن درجات الحرارة العالية قد يكون لها تأثير في تخفيض تعداد بعض أنواع المنّ.



شكل 6. رسم بياني يوضح تأثير اتجاه الرياح على النسبة المئوية للإصابة بفيروس موزاييك الكاسافا الأفريقي (ACMV)، الذى ينقله الذباب الأبيض، في حقل كاسافا محاط بحقول قصب السكر في ساحل العاج، وتبين الدائرة الموجودة أسفل اليمين قوة الرياح في اتجاهات الشرق (E) والغرب (W) والشمال (N) والجنوب (S) (Fargette *et al.*, 1985).

4.2.4. التربة

يمكن لظروف التربة أن تؤثر بطرائق مختلفة في تواجد الأمراض الفيروسية، ويتضح ذلك من الأمثلة الآتية:

1) التربة عالية الخصوبة غالبا ما يزيد فيها تواجد الأمراض الفيروسية، فمثلا تواجد روث الحيوانات أو الأسمدة غير العضوية في التربة قد أدى لزيادة فيروس PLRV، بل أن بعض أنواع المنّ الناقل قد يتكاثر بشكل أسرع على هذه النباتات.
2) قد تؤثر تغذية النباتات أيضاً على معدل الإصابة الفيروسية وذلك بتنشيط أو تثبيط عملية التعبير (expression) عن الأعراض المرضية.
3) قد يكون لدرجة حرارة التربة تأثير ملحوظ على معدل نقل الأمراض الفيروسية بواسطة النيماتودا، مع ملاحظة أن كلا من درجة الحرارة المثلى للنقل والمدى الحراري الذي يحدث به النقل قد يختلفان باختلاف كل من الفيروس والعائل والناقل النيماتودي.
4) قد تؤثر الحالة الفيزيائية للتربة على مدى توزيع الناقلات النيماتودية، وبالتالي معدل حدوث وإنتشار الأمراض الفيروسية المنقولة بهذه الناقلات، فمثلاً تزيد الإصابة بالفيروسات التابعة لجنس *Nepovirus* في أنواع الفصيلة الصليبية في التربة الخفيفة.

5.2.4. التغيرات الموسمية في الطقس وتطور الأوبئة

تتعلق التغيرات في تواجد وإنتشار مرض فيروسي معين في محصول حولي على مدى العام حسب عدة عوامل أهمها التغيرات في ظروف الطقس وتأثيرها على العائل وعلى الناقل لهذا الفيروس، وكذلك تأثير هذه الظروف على حجم وتوقيت الهجرات المبكرة للناقل من وإلى هذا المحصول وبالتالي تأثيرها على زيادة أعداد هذه الناقلات المهاجرة ثم حركتها خلال المحصول. وعموماً فإن سلسلة من الظروف المناخية غير المعتادة يمكن أن تؤدي إلى حدوث زيادة مفاجئة وسريعة (outbreak) في نسبة إصابة مرض ما كان موجوداً بمستوى منخفض في المنطقة التي هي موقع هذه التغييرات.

3.4. البقاء خلال الدورات الموسمية

يمكن للفيروسات النباتية البقاء والاستمرار بعد فترة شتاء بارد أو موسم صيف جاف من خلال طرائق وميكانيكيات عديدة منها ما يلي:

1) يمكن لكثير من الفيروسات البقاء بسهولة من موسم لآخر وذلك بتواجدها في نفس العائل النباتي أو الأجزاء النباتية المأخوذة من هذا العائل (بهدف الإكثار)، ويشمل ذلك الفيروسات الموجودة في المحاصيل المعمرة التي تُكثَر بالدرنات أو المدادات وغيرها، وكذلك الفيروسات المنقولة بالبذور.
2) الفيروسات ذات المدى العوائلي الواسع يكون تأقلمها للبقاء أفضل، وخاصة إذا كان بعض هذه العوائل حولي والآخر معمر، وأن يكون هناك تداخل أوتبادل في مواسم نمو هذه العوائل.
3) هناك بعض العوائل الهامة لتمضية الشتاء أو تمضية الصيف للعديد من الفيروسات النباتية، ومن هذه العوائل النباتات البرية المعمرة أو ذات الحولين، وأشجار وشجيرات الزينة، أو بعض الحشائش مثل *Plantago* spp..
4) الفيروسات المنقولة بواسطة نطاطات الأوراق والتي تنتقل من خلال البيض (نقلاً رأسياً) يمكن أن تمضي فترة التشتية في البيض أو في الحوريات حديثة العمر.
5) بعض الفيروسات (مثل TMV) يمكنها البقاء خلال فترة الشتاء تحت ظروف ملائمة مثل المخلفات النباتية أو حتى حرة في التربة.
6) الفيروسات المحمولة على الجراثيم/الأبواغ الكامنة لنواقلها الفطرية يمكن أن تبقى لفترات طويلة على هذه الأبواغ في التربة.
7) قد تساعد المعاملات الزراعية أيضاً على بقاء الفيروس كما سبق ذكره، ومن أمثلة ذلك زراعة نفس المحصول في نفس المكان لعدد متكرر من المواسم.

4.4. التنبؤ بحدوث ووبائية الأمراض الفيروسية

كثيراً ما يؤدي الفهم المفصل للعوامل البيئية والوبائية لبعض الأمراض الفيروسية للمحاصيل إلى إيجاد تقنيات معينة للتنبؤ المسبق بحدوث وشدة هذه الأمراض، و يفيد ذلك كثيراً في مكافحة هذه الأمراض. وبشكل عام يوجد اتجاهان أساسيان للتنبؤ بالأمراض الفيروسية (Hull, 2002):

1.4.4. مراقبة تطورالأمراض الفيروسية

يمكن إجراء مراقبة لتعداد ناقلات الأمراض الفيروسية ومكافحة هذه الناقلات في الوقت المناسب قبل حدوث الأوبئة. كما أن كبار المزارعين الذين يمتلكون مساحات شاسعة من الأرض عادة ما يقوموا بمراقبة هذه الأمراض بشكل روتيني على فترات زمنية محددة ليقوموا بأعمال المكافحة الملائمة للأمراض المكتشفة أو نواقلها في الأوقات المناسبة. ويجب الأخذ في الإعتبار أن الأمراض الفيروسية عادة ما تظهر أعراضها بعد أيام أو أسابيع عقب حدوث الإصابة، لذلك فإن إجراء عمليات المكافحة بناء على ظهور الأعراض يكون غالباً بعد فوات الأوان، لذلك فلإجراء مراقبة ملائمة للأمراض الفيروسية، فلابد أن تتم هذه العملية بناء على طرائق التشخيص الصحيحة والمعرفة المسبقة لكيفية إنتشار هذه الأمراض.

2.4.4. النماذج الرياضية

ظهر في الآونة الأخيرة عدد متزايد من النماذج الرياضية التي تهدف إلى التنبؤ المسبق بحدوث إنتشار أمراض نباتية بعينها في مناطق محددة. وعموماً فإنه يوجد نوعان أساسيان من النماذج الرياضية:

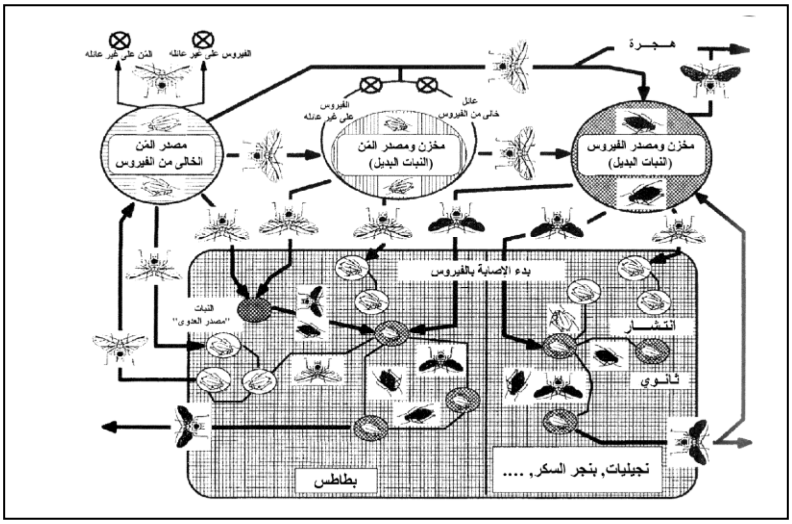
1) نماذج التنبؤ (Prediction models)، وتفيد في التنبؤ بالأوبئة المحتملة.
2) نماذج المحاكاة (Simulation models) وتفيد في معرفة العوامل التي تدفع إلى زيادة وباء ما أو العوامل التي تساهم في الحد من هذا الوباء.

ويجب ملاحظة أن النموذج الرياضي ما هو إلا وسيلة يتم ابتكارها لتجيب على أسئلة بعينها تحت ظروف محددة، ولا يوجد نموذج رياضي عام يمكنه التنبؤ بخصائص ونتائج الأوبئة الفيروسية في جميع الأحوال. وعند ابتكار نموذج جديد، فإنه يجب الأخذ في الإعتبار أكبر عدد ممكن من العوامل المتداخلة في الموقف المراد قياسه، وتشمل هذه العوامل المعلومات المتوفرة عن كل من الفيروس والناقل، والعلاقات المتداخلة بينهما، والنمط المحصولي، ونظام الزراعة، والعوامل البيئية المختلفة التي قد تؤثر على هذا النظام البيولوجي ككل (شكل 7). وفي النهاية نحصل على نموذج رياضي يُمَكِن الدارس – إذا كان نموذجاً جيداً– من اتخاذ قرارات استراتيجية

عن ما إذا كانت مشكلة معينة ستتحول إلى مشكلة هامة معنويا، وحينئذ تؤخذ قرارات عن كيف ومتى سيتم التعامل مع هذه المشكلة. هذا وقد تم ابتكار عدد من النماذج الرياضية يناسب كل منها موقفاً مرضياً محدداً (Madden *et al.*, 2000)، ومن أمثلة هذه النماذج الرياضية مايلي:

1) التنبؤ بتأثير استخدام عقل سليمة وأخرى مصابة على إنتشار فيروس ACMV، فإذا تم استخدام عقل مصابة بالفيروس فإن وجود معدلات عالية من النقل بواسطة حشرات الذباب الأبيض أو وجود أعداد كبيرة من هذا الناقل سوف يؤدي إلى حدوث دورات مستمرة من المرض. أما إذا كانت بعض العقل مصابة فإن هذا النموذج الرياضي سوف يتنبأ بحدوث إحدى ثلاثة حالات: (أ) الحد من حدوث المرض، (ب) بقاء كل من النباتات المصابة والسليمة، أو (جـ) حدوث عدوى لجميع النباتات. ويتوقف حدوث أي من هذه الحالات الثلاث على حسب مقاييس معينة (Holt *et al.*, 1997).

2) هناك نموذج رياضي آخر مبني على تفضيل النقل لكل من النباتات السليمة وتلك المصابة بفيروس اصفرار وتقزم الشعير (BYDV) وقد أظهر أن تأثير هذا التفضيل على النباتات المصابة قد يتوقف على معدل تواجد النباتات المصابة في التعداد الكلي للنباتات، كما أن هذا التأثير كان متوقفاً على مدى بقاء الفيروس في الحشرات الناقلة. وقد تعارضت نتائج التحاليل مع فرضية أن التفضيل للنباتات المصابة يؤدي مباشرة إلى زيادة إنتشار المرض (McElhany *et al.*, 1995).



شكل 7. شكل توضيحي للعلاقات المتعددة والمتشابكة التي يتوقف عليها حدوث الأوبئة وإنتشار فيروسات جنس *Luteovirus* المنقولة بالمنّ في محاصيل البطاطس/البطاطس والشوندر السكري/البنجر (Robert, 1999).

5.4. استخدام المعلومات المتاحة عن طرائق إنتشار ووبائية الأمراض الفيروسية في تصميم برامج فعالة لمكافحتها

تسبب الأمراض الفيروسية للنباتات خسائر فادحة في محاصيل الحقل والخضر والفاكهة في المنطقة العربية ومناطق كثيرة أخرى من العالم. ويمكن التقليل من هذه الخسائر إلى حد كبير إذا ما تم تصميم برامج فعالة لمكافحة تلك الأمراض في الوقت المناسب. وبالطبع فإن معرفة الحد الاقتصادي للمرض تحت ظروف كل من الفيروس والمحصول والمنطقة الجغرافية المحددة يعتبر ضرورياً لمعرفة إن كانت تكلفة تلك البرامج سوف تكون أقل من الضرر الاقتصادي المحتمل تحت تلك الظروف. هذا مع العلم بأن مكافحة المرض لابد وأن تكون باستخدام طرائق متعددة ومتكاملة تأخذ في الاعتبار الحفاظ على التوازن البيئي على المدى الطويل، ولا تقتصر على طريقة واحدة وإن بدت سهلة أو رخيصة أو فعالة على المدى القصير مثل المكافحة الكيميائية للحشرة الناقلة، بل تتعداها إلى استخدام الأصناف المقاومة والمكافحة البيولوجية والطرائق الزراعية وغيرها.

ويتوقف اختيار استراتيجية المكافحة المتكاملة لكل نظام مرضي معين تحت ظروف إنتاج معينة على معرفة مفصلة لطرائق إنتشار المرض والعوامل البيولوجية والفيزيائية التي تؤدي إلى حدوث الوباء أو تؤثر في شدته. وقد ذكر Jones (2004) عدة أمثلة لكيفية استخدام تلك المعلومات لتصميم استراتيجيات فعالة للمكافحة المتكاملة لبعض الفيروسات التي تنقل بطريقة "غيرباقية" بواسطة المنّ (فيروس BYMV)، أو تنقل بطريقة " باقية " بواسطة التربس (فيروس TSWV)، أو تنقل بواسطة الفطر (الفيروس المرافق للعرق الكبير للخس، LBVaV)، أو بواسطة البذور (3 فيروسات لا تنقل بواسطة المنّ)، وغيرها من الفيروسات (Jones, 2004).

5. المراجع

Alves, E., C.R. Marucci, J.R.S. Lopes and B. Leites. 2004. Leaf Symptoms on plum, coffee and citrus and the relationship with the extent of Xylem vessels colonized by *Xylella fastidiosa*. Journal of Phytopathology, 152: 291–297.

Ammar, E.-D. 1975a. Effect of European wheat striate mosaic, acquired by feeding on diseased plants, on the biology of its planthopper vector *Javesella pellucida*. Annals of Applied Biology, 79: 195-202.

Ammar, E.-D. 1975b. Effect of European wheat striate mosaic, acquired transovarially, on the biology of its planthopper vector *Javesella pellucida*. Annals of Applied Biology, 79: 203-213.

Ammar, E.-D. 1985. Internal morphology and ultrastructure of leafhoppers and planthoppers. Pages 127-162. In: The Leafhoppers and Planthoppers. L.R. Nault and J.G. Rodriguez (eds.). John Wiley, N.Y.

Ammar, E.-D. 1994. Propagative transmission of plant and animal viruses by insects: factors affecting vector specificity and competence. Advances in Disease Vector Research, 10: 289-332.

Ammar, E.-D. and S.A. Hogenhout. 2006. Mollicutes associated with arthropods and plants. Pages 97-118. In: Insect Symbiosis Vol. II. B. Kostas and T. Miller [eds.]. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL.

Ammar, E.-D. and S.A. Hogenhout. 2008. A neurotropic route for *Maize mosaic virus* (*Rhabdoviridae*) in its planthopper vector *Peregrinus maidis*. Virus Research (in press).

Ammar, E.-D. and L.R. Nault. 1985. Assembly and accumulation sites of maize mosaic virus in its planthopper vector. Intervirology, 24: 33-41.

Ammar, E.-D. and L.R. Nault. 1991. Maize chlorotic dwarf viruslike particles associated with the foregut in vector and nonvector leafhopper species. Phytopathology, 81: 444-448.

Ammar, E.-D. and L.R. Nault. 2002. Virus transmission by leafhoppers, planthoppers and Treehoppers (Auchenorrhyncha, Homoptera). Pages 141-167. In: Interactions between Plant Viruses and Their Vectors, R. T. Plumb (ed.). Advances in Botanical Research, Vol. 36 (incorporating Advances in Plant Pathology), Academic Press.

Ammar, E.-D., S. Elnagar, A. Tolba and A.E. Aboul-Ata. 1984. Three maize diseases in Egypt associated with leafhoppers (Cicadellidae, Homoptera). Pages 32-34. In: 6th Congress of Mediterr. Phytopathol. Union, October 1-6, 1984, Cairo, Egypt.

Ammar, E.-D., S. Elnagar, A.E. Aboul-Ata and G.H. Sewify. 1989. Vector and host plant relationships of the leafhopper-borne maize yellow stripe virus. Journal of Phytopathology, 126: 246-252.

Ammar, E.-D., U. Jarlfors and T.P. Pirone. 1994. Association of potyvirus helper component protein with virions and the cuticle lining the maxillary food canal and foregut of an aphid vector. Phytopthology, 84: 1054-1060.

Ammar E.-D., D. Fulton, X. Bai, T. Meulia and S.A. Hogenhout. 2004. An attachment tip and pili-like structures in insect- and plant-pathogenic spiroplasmas of the class Mollicutes. Archives of Microbiology 181: 97-105.

Ammar, E.-D., R.G. Gomez-Luengo, D.T. Gordon and S.A. Hogenhout. 2005. Characterization of *Maize Iranian mosaic virus* and comparison with Hawaiian and other isolates of *Maize mosaic virus* (Rhabdoviridae). Journal of Phytopathology, 153: 129-136.

Backus, E.A., M.S. Serrano and C.M. Ranger. 2005. Mechanisms of hopperburn: an overview of insect taxonomy, behavior, and physiology. Annual Review of Entomology, 50: 125–51

Blanc, S., E. Hebrard, M. Drucker and R. Froissart. 2001. Molecular basis of vector transmission: Caulimovirus. Pages 143-166. In: Virus-Inscet-Plant Interactions. K. Harris, J.E. Duffus and O.P. Smith (eds). Academic Press, San Diego

Bosque-Pe´rez, N.A. 2000. Eight decades of maize streak virus research. Virus Research, 71: 107–121

Briddon, R.W., M.S. Pinner, J. Stanley and P.G. Markham. 1990. Geminivirus coat protein gene replacement alters insect specificity. Virology, 177: 85-94

Brown, D.J.F., W.M. Robertson and D.L. Trudgill. 1995. Transmission of viruses by plant nematodes. Annual Review of Phytopathology, 33: 223-249.

Brown, D.J.F., D.L. Trudgill and W.M. Robertson. 1996. Nepovirus transmission by nematodes. Pages 187-209. In: The Plant Viruses, Vol. 5: Polyhedral Virions and Bipartite RNA Genomes, B. D. Harrison and A. F. Murant (eds). Plenum Press N.Y.

Burgess, A. J., R. Harrington and R.T. Plumb. 1999. Barley and cereal yellow dwarf virus epidemiology and control strategies. Pages 248-279. In: The Luteoviridae, H.G. Smith and H. Barker (eds.). CAB International, Wallingford, UK.

Campbell, R.N. 1996. Fungal transmission of plant viruses. Annual Review of Phytopathology, 34: 87-108.

Chen, B. and R.B. Francki. 1990. Cucomovirus transmission by the aphid *Myzus persicae* is determined solely by the viral coat protein. Journal of General Virology, 71: 939-944.

Desjardins, P.R., R.J. Drake and J.V. French. 1969. Transmission of ringspot virus to citrus and non-citrus hosts by dodder (*Campestris subinclusa*). Plant Disease Reporter, 53: 947-948.

Dewar, A.M. and H.G. Smith. 1999. Forty years of forecasting virus yellow incidence in sugar beet. Pages 231-243. In: The Luteoviridae, H.G. Smith and H. Barker (eds.). CAB International, Wallingford, UK.

Diener, T.O. (ed.) 1987. The Viroids. Plenum Press, New York, N.Y. 339 pp.

Elnagar, S. and A.F. Murant. 1976. The role of the helper virus, anthriscus yellows, in the transmission of parsnip yellow fleck virus by the aphid *Cavariella aegopodii.* Annals of Applied Biolology, 84: 169-181.

Fargette, D., C. Fauquet and J.-C. Thouvenel. 1985. Field studies on the spread of African cassava mosaic. Annals of Applied Biology, 106: 285-294.

Gergerich, R.C. and H.A. Scott. 1991. Determinants in the specificity of virus transmission by leaf-feeding beetles. Advances in Disease Vector Research, 8: 1-13.

Gibb, K.S. and J.W. Randles. 1988. Studies on the transmission of velvet tobacco mottle virus by the mirid *Cyrtopeltis nicotianae.* Annals of Applied Biology, 112: 427-437.

Gildow, F.E. 1991. Barley yellow dwarf virus transport through aphids. Pages 165-177. In: Proceedings, Aphid-Plant Interactions: Populations to Molecules. D.C. Peters, J.A. Webster and C.S. Chlouber (eds). Oklahoma State Univ., Stillwater.

Gildow, F.E. 1993. Evidence for receptor-mediated endocytosis regulating luteovirus acquisition by aphids. Phytopathology, 83:270-277.

Gray, S.M. and F.E. Gildow. 2003. Luteovirus-aphid interactions. Annual Review of Phytopathology, 41: 539–66.

Gray, S.M. and D.A. Rochon. 1999. Vector transmission of plant viruses. Pages 1899-1910. In: Encyclopedia of Virology, 2nd edn., A. Granoff and R.G. Webster (eds). Acad. Press, San Diego.

Harrison, B.D. 1981. Plant virus ecology: ingredients, interactions and environmental influences. Annals of Applied Biology, 99:195-209.

Holt, J., M.J. Jeger, J.M. Thresh and G.W. Otim-Nape. 1997. An epidemiological model incorporating vector population dynamics applied to African cassava mosaic virus disease. Journal of Applied Biology, 34: 793-806.

Hull, R. 2002. Matthews' Plant Virology, 4th ed. Acad. Press, N.Y. 1001pp.

Irwin, M.E. and J.M. Thresh. 1990. Epidemiology of barley yellow dwarf: a study in ecological complexity. Annual Review of Phytopathology, 28:393-424.

Jackson, A.O., R.I.B. Francki and D. Zuidema. 1987. Biology, structure and replication of plant rhabdoviruses. Pages 427-507. In: The Rhabdoviruses. R.R. Wagner (ed.). Plenum, N.Y.

Johansen, E., M.C. Edwards and R.O. Hampton. 1994. Seed transmission of viruses: current prospects. Annual Review of Phytopathology, 32:363-386.

Jones, R.A.C. 2004.Using epidemiological information to develop effective integrated virus disease management strategies. Virus Research, 100: 5-30.

Lecoq, H. 1999. Epidemiology of cucurbit aphid-borne yellows virus. Pages 243-248. In: The Luteoviridae. H.G. Smith and H. Barker (eds.). CAB International, Wallingford, UK.

Madden, L.V., M.J. Jeger and F. van den Bosch. 2000. A theoretical assessment of the effects of vector-virus transmission mechanism on plant virus disease epidemics. Phytopathology, 90: 576-594.

Makkouk, K.M., H.J. Vetten, L. Katul, A. Franz and M.A. Madkour. 1998. Epidemiology and control of faba bean necrotic yellows virus (Chapter 40). Pages 534-540. In: Plant Virus Disease Control. A. Hadidi, R. K. Khetarpal and H. Koganezawa (Editors). APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Maramorosch, K. and K.F. Harris (eds). 1981. Plant Diseases and their Vectors: Ecology and Epidemiology. Academic Press, New York, 360 pp.

Maule, A.J. and D. Wang. 1996. Seed transmission of plant viruses: A lesson in biological complexity. Trends in Microbiology, 4: 153-158.

McElhany, P., L.A. Real and A.G. Power. 1995. Vector preference and disease dynamics-a study of barley yellow dwarf virus. Ecology, 76: 444-457.

Mehta, P., J.A. Wyman, M.K. Nakle and D.P. Maxwell. 1994. Transmission of tomato yellow leaf curl geminivirus by *Bemisia tabaci* (Homoptera, Aleyroldidae). Journal of Economic Entomology, 87: 1291-1297.

Mink, G.I. 1993. Pollen and seed transmitted viruses and viroids. Annual Review of Phytopathology, 31: 375-402.

Moritz, G., S. Kumm and L. Mound. 2004. Tospovirus transmission depends on thrips ontogeny. Virus Research, 100: 143-149

Murant, A.F., I.M. Roberts and S. Elnagar. 1976. Association of virus-like particles with the foregut of the aphid *Cavariella aegopodii,* transmitting the semi-persistent viruses anthriscus yellows and parsnip yellow flick. Journal of General Virology, 31: 47-57.

Murant, A.F., D.J. Robinson and M.J. Gibbs. 1995. Umbravirus. Pages 388-391. In: Virus Taxonomy, 6th Report of ICTV. F.A. Murphy, C.M. Fauquet, D.H.L. Bishop, S.M. Ghabrial, A.W. Jarvis, G.P. Martelli, M.A. Mayo and M.D. summers (eds.). Springer, N.Y.

Nasu, S. 1965. Electron microscopic studies on transovarial passage of rice dwarf virus. Japan Journal of Applied Entomological Zoology, 9: 225-237.

Nault, L.R. 1997. Arthropod transmission of plant viruses: A new synthesis. Annals of the Entomological Society of America, 90: 521-541.

Nault, L.R. and D.T. Gordon. 1988. Multiplication of maize stripe virus in *Peregrinus maidis*. Phytopathology, 78: 991-995.

Nagata, T. 1999. Competence and specificity of thrips in the transmission of Tomato spotted wilt virus. Ph.D. Thesis, University of Wageningen. 96 pp.

Nuss, D.L. 1984. Molecular biology of wound tumor virus. Advances in Virus Research, 29: 57-90.

Okuyama, S., K. Yora and H. Asuyama. 1968. Multiplication of the rice stripe virus in its vector *Laeodelphax striatellus* Fallen. Annals of the Phytopathological Society of Japan, 34: 255-264.

Pirone, T.P. 1964. Aphid transmission of a purified stylet-borne virus acquired through a membrane. Virology, 23: 107-108.

Pirone, T.P. 1981. Efficiency and selectivity of the helper-component mediated transmission of purified potyviruses. Phytopathology, 15: 55-73.

Pirone, T.P. 1991. Viral genes and gene products that determine insect transmissibility. Seminars in Virology, 2: 81-87.

Purcell, H.P. and L.R. Nault. 1991. Interactions among plant-pathogenic prokaryotes, plants, and insect vectors. Pages 383-405. In: Microbial Mediation of Plant-Herbivore Interactions. P. Barbosa, V.A. Krischik and C.G. Jones (eds.). John Wiley & Sons, New York.

Raccah, B., S. Blanc and H. Huet. 2001. Molecular basis of vector transmission: Potyvirus. In: Virus-Inscet-Plant Interactions. K. Harris, J.E. Duffus and O.P. Smith (eds.), Acad. Press, San Diego

Redak, R.A., A. H. Purcell, J.R.S. Lopes, M.J. Blua, R.F. Mizell and P.C. Andersen. 2004. The biology of xylem fluid-feeding insect vectors of *Xylella fastidiosa* and their relation to disease epidemiology. Annual Review of Entomology, 49: 243-270.

Robert, Y. 1999. Epidemiology of potato leafroll disease. Pages 221-231. In: The Luteoviridae. H.G. Smith and H. Barker (eds.). CAB International, Wallingford, U.K.

Rochon, D'A., K. Kakani, M. Robbins and R. Reade. 2004. Molecular aspects of plant virus transmission by Olpidium and Plasmodiophorid vectors. Annual Review of Phytopathology, 42: 211-241

Shinkai, A. 1962. Studies on insect transmission of rice diseases in Japan. National Agricultural Science (Japan) Series C, 14: 1-112.

Shurtleff, M.C. 1973. Compendium of corn diseases; 2nd ed. APS Press, 105 pp.

Sinha, R.C. and L.N. Chiykowski. 1969. Synthesis, distribution and some multiplication sites of wheat striate mosaic virus in a leafhopper vector. Virology, 38: 679-684.

Stace-Smith, R. and R.I. Hamilton. 1988. Inoculum thresholds of seed borne pathogens: viruses. Phytopathology, 78: 875-880.

van den Heuvel, J.F.J.M., S.A. Hogenhout and F. van der Wilk. 1999. Recognition and receptors in virus transmission by arthropods. Trends in Microbiology, 7: 71-76.

van der Plank, J.E. 1946. A method for estimating the number of random groups of adjacent diseased plants in a homogeneous field. Transactions of the Royal Society of South Africa, 31: 269-278.

van Hoof, H.A. 1977. Determination of the infection pressure of potato virus Y. Nether. Journal of Plant Pathology, 83: 123-127.

Ullman, D.E., J.J. Cho, R.F.L. Mao, D.M. Westcot and D.M. Custor. 1992. A midgut barrier to tomato spotted wilt virus acquisition by adult western flower thrips. Phytopathology, 82: 1333-1342.

Wang, R.Y., R.C. Gergerich and K.S. Kim. 1992. Noncirculative transmission of plant viruses by leaf feeding beetles. Phytopathology, 82: 946-950

Wang, R.Y., E.-D. Ammar, D.W. Thornbury, J.J. Lopez-Moya and T.P. Pirone. 1996. Loss of potyvirus transmissibility and helper component activity correlates with non-retention of virions in aphid stylets. Journal of General Virology, 77: 861-867.

Watson, M.A. and R.C. Sinha. 1959. Studies on the transmission of European wheat striate mosaic virus by *Delphacodes pellucida* Fabricius. Virology, 8: 139-163.

Whitfield, A.E., D.E. Ullman and T.L. German. 2005. Tospovirus-thrips interactions. Annual Review of Phytopathology, 43:17.1-17.31.

Wisler, G.C., J.E. Duffus, H.-Y. Liu and R.H. Li. 1998. Ecology and epidemiology of whitefly-transmitted closteroviruses. Plant Disease, 82: 270-280.

Zeigler, R.S. and F.J. Morales. 1990. Genetic determination of replication of rice hoja blanca virus within its planthopper vector, *Sogatodes oryzicola*. Phytopathology, 80: 559-566.

الفصل الخامس

المبادئ العامة في مكافحة الفيروسات النباتية والقابلة للتطبيق في البلدان العربية

مصطفي حلمي الحمادي[1]، جابر إبراهيم فجلة[2]، محمد عبد المجيد شقرون[3] وجبر خليل[3]
(1) كلية الزراعة، جامعة عين شمس، القاهرة، مصر؛ (2) كلية الزراعة، جامعة الاسكندرية، مصر؛ (3) كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا

المحتويات

1. المقدمة
2. طرائق مكافحة الفيروسات والأمراض الفيروسية
1.2. الحجر الزراعي
2.2. استبعاد مصادر العدوى داخل وبجوار المحصول
3.2. استخدام بذور خالية من الفيروس
4.2. استخدام تقاوي (مواد إكثار) خضرية خالية من الفيروس
1.4.2. بعض المعاملات لتقليل إصابة التقاوي (مواد الإكثار) الخضرية
2.4.2. الحصول على نباتات خالية من الفيروس
3.4.2. المحافظة على النباتات الخالية من الفيروس
5.2. الممارسات الزراعية
1.5.2. تغيير مواعيد الزراعة والحصاد
2.5.2. مسافات الزراعة
3.5.2. الدورة الزراعية والنباتات المجاورة
4.5.2. عوامل أخرى
6.2. المكافحة المتكاملة للناقلات
1.6.2. مكافحة النواقل الهوائية
2.6.2. مكافحة النواقل الأرضية
3.6.2. خفض أو منع الإنتشار بواسطة الإنسان
7.2. استخدام أصناف نباتية مقاومة للفيروس
8.2. استخدام نباتات مقاومة للناقلات
9.2. الوقاية باستخدام السلالات الفيروسية الضعيفة
1.9.2. كيفية الحصول على السلالة الضعيفة
2.9.2. مخاطر استخدام الحماية المتبادلة
10.2. الوقاية عن طريق إنتاج نباتات محورة وراثياً بجينات فيروسية المنشأ
1.10.2. تطبيقات تقنية النباتات المحورة وراثياً لمقاومة الأمراض الفيروسية
2.10.2. أخطار استخدام تقنية النباتات المحورة وراثياً في إنتاج أصناف مقاومة للفيروسات
3.10.2. نقل تقنية النباتات المقاومة للفيروسات بالتحوير الوراثي إلى البلدان العربية
11.2. استخدام الكيماويات
3. المراجع

1. المقدمة

تمثل مكافحة الفيروسات وأمراضها هدفاً رئيسياً للعاملين في مجال أمراض النبات الفيروسية. ترتبط هذه المكافحة بالمعلومات المتاحة عن الفيروس والمرض وكلما زادت لدينا هذه المعلومات كلما كانت الطرائق والوسائل المختارة للمكافحة أكثر فاعلية وأكثر آماناً وأقل تكلفة.

بالنظر لطبيعة الفيروسات وارتباطها ارتباطاً كاملاً بخلايا النبات المصاب، وتواجدها داخل هذه الخلايا دون وجود فواصل بينها وبين مكونات الخلايا فإنه لا توجد طريقة مباشرة لمكافحتها. وبالتالي فإنه من المتوقع عند مكافحة أي مرض فيروسي أن تكون هناك مجموعة متكاملة من الطرائق والوسائل التي تشكل برنامجاً للمكافحة المتكاملة تعتمد أساساً على وسائل لمنع الإصابة والوقاية منها، وكذلك على وسائل تعمل على تقليل مصادر العدوى والحد من فعالية وسائل إنتشار المرض وتقليل تأثير الإصابة على المحصول. بوجه عام فإن غالبية الطرائق المستخدمة تهدف أساساً إلى الوقاية من هذه المجموعة من الأمراض وليس معالجتها بعد حدوث الإصابة.

مما لا شك فيه فإن التعرف الدقيق على الفيروس المسبب للمرض وعلى صفاته وعلى دورته المرضية تمثل حجر الزاوية في تحديد وسائل المكافحة (Hadidi *et al.*, 1998)، وعلى سبيل المثال فإن معرفة طرائق وكيفية انتقال الفيروس الممرض من نبات إلى آخر لها درجة كبيرة في تحديد تلك الوسائل، فإذا كان ينتقل عن طريق البذور فتصبح زراعة بذور سليمة على درجة كبيرة من الأهمية وإذا كان ينتقل بواسطة الحشرات أو غيرها من النواقل فتكون مكافحتها أو تجنبها ذات أولوية مطلقة، وهكذا بالنسبة لباقي وسائل الإنتقال.

يمثل المدى العوائلي للفيروس أهمية كبيرة في تحديد وسائل المكافحة فإذا كان يصيب أشجار الفاكهة فلابد من أعطاء أهمية لاستخدام طعوم خالية من الإصابة وإذا كان يصيب نباتات حولية فلابد من معرفة مدى إصابته للنباتات المجاورة للمحصول والأعشاب والنباتات الغريبة داخل المحصول حتى يمكن تقدير مدى أهمية التخلص من مصادر العدوى هذه.

وبالطبع فإن الطرائق الحديثة المتضمنة استخدام زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية قد فتحت مجالاً كبيراً للحصول على نباتات خالية من الإصابة وعلى نباتات مقاومة لفيروس أو لفيروسات معينة.

بوجه عام فإنه نظراً لتعدد وسائل انتقال وإنتشار الفيروسات وكيفية بقائها خلال الفترات بين المواسم، لذلك تتعدد أيضاً طرائق المكافحة الملائمة. إن استخدام بعض طرائق المكافحة التي قد لاتعطى استبعاداً كاملاً للمرض لا يعني أن هذه الطرائق غير ناجحة، ولايجب الاستهانة بأية وسيلة مباشرة، فقد تؤدي بعض الوسائل البسيطة (مثل إزالة النباتات المصابة في أوائل الموسم أو استخدام بعض الوسائل الزراعية الصحيحة) إلى تقليل الخسائر (Albrechtsen, 1997).

وعليه، فإن خفض تأثير الإصابة الفيروسية إلى أدنى حد ممكن ورفع إنتاجية المحصول إلى أعلى حد ممكن يظل هدفاً رئيسياً أمام العاملين في مجال أمراض النبات وأمام المزارعين ولن يتحقق ذلك إلا باتباع منظومة متكاملة للمكافحة.

هذا ولتسهيل إستخدام الأسماء المختصرة للفيروسات التي استخدمت كأمثلة في هذا الفصل فقد تم جمعها في جدول واحد يشمل الأسم العربي، الأسم الانكليزي، الأسم المختصر، اسم الجنس واسم الفصيلة لهذه الفيروسات (جدول 1).

جدول 1. الأسماء العربية والإنجليزية والمختصرة والوضع التقسيمي للفيروسات التي ذكرت في هذا الفصل (مرتبة أبجدياً حسب الأسم الإنجليزي المختصر للفيروس).

الفصيلة/العائلة	**الجنس**	**الأسم المختصر**	**الأسم العلمي**	**الأسم العربي**
Bromoviridae	*Alfamovirus*	AMV	*Alfalfa mosaic virus*	فيروس موزاييك الفصة/ الجت/البرسيم الحجازي
Potyviridae	*Bymovirus*	BaYMV	*Barley yellow mosaic virus*	فيروس الموزاييك الأصفر للشعير
Comoviridae	*Comovirus*	BBSV	*Broad bean stain virus*	فيروس تلون بذور الفول
Nanoviridae	*Babvirus*	BBTV	*Banana bunchy top virus*	فيروس تبوق قمة الموز
Potyviridae	*Potyvirus*	BCMV	*Bean common mosaic virus*	فيروس الموزاييك الشائع للفاصولياء
Geminiviridae	*Curtovirus*	BCTV	*Beet curly top virus*	فيروس تجعد قمة الشوندر السكري/البنجر
Luteoviridae	*Luteovirus*	BLRV	*Bean leafroll virus*	فيروس التفاف أوراق الفول
غير محددة	*Hordeivirus*	BSMV	*Barley stripe mosaic virus*	فيروس الموزاييك الشريطي للشعير (= فيروس الموزاييك المخطط للشعير)
Potyviridae	*Potyvirus*	BtMV	*Beet mosaic virus*	فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر
Potyviridae	*Potyvirus*	BYMV	*Bean yellow mosaic virus*	فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء
Closteroviridae	*Closterovirus*	BYV	*Beet yellows virus*	فيروس إصفرار الشوندر السكري/البنجر
Bromoviridae	*Cucumovirus*	CMV	*Cucumber mosaic virus*	فيروس موزاييك الخيار
Closteroviridae	*Closterovirus*	CTV	*Citrus tristeza virus*	فيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح
Potyviridae	*Potyvirus*	DsMV	*Dasheen mosaic virus*	فيروس موزاييك القلقاس
Nanoviridae	*Nanovirus*	FBNYV	*Faba bean necrotic yellows virus*	فيروس الإصفرار الميت للفول
Potyviridae	*Potyvirus*	LMV	*Lettuce mosaic virus*	فيروس موزاييك الخس
Potyviridae	*Potyvirus*	MDMV	*Maize dwarf mosaic virus*	فيروس موزاييك وتقزم الذرة

تابع جدول 1.

الأسم العربي	الأسم العلمي	الأسم المختصر	الجنس	الفصيلة/العائلة
فيروس تبرقش الفلفل	*Pepper mottle virus*	PepMoV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس التبقع الحلقي للفلفل	*Pepper ringspot virus*	PepRSV	*Tobravirus*	غير محددة
فيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس	*Potato leaf roll virus*	PLRV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس جدري الخوخ/البرقوق	*Plum pox virus*	PPV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس التبقع الحلقي للبابايا/البابا ظ	*Papaya ringspot virus*	PRSV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس موزاييك البازلاء المنقول بالبذور	*Pea seed-borne mosaic virus*	PSbMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس X	*Potato virus X*	PVX	*Potexvirus*	*Flexiviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس Y	*Potato virus Y*	PVY	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس تقزم فول الصويا	*Soybean dwarf virus*	SbDV	*Luteovirus*	*Luteoviridae*
فيروس موزاييك فول الصويا	*Soybean mosaic virus*	SMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس موزاييك الكوسا	*Squash mosaic virus*	SqMV	*Comovirus*	*Comoviridae*
فيروس تحفر التبغ	*Tobacco etch virus*	TEV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس الموزاييك الذهبي للبندورة/للطماطم	*Tomato golden mosaic virus*	TGMV	*Begomovirus*	*Geminiviridae*
فيروس موزاييك التبغ	*Tobacco mosaic virus*	TMV	*Tobamovirus*	غير محددة
فيروس موزاييك البندورة/الطماطم	*Tomato mosaic virus*	ToMV	*Tobamovirus*	غير محددة
فيروس التبقع الحلقي للتبغ	*Tobacco ring spot virus*	TRSV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس الذبول المتبقع للبندورة/للطماطم	*Tomato spotted wilt virus*	TSWV	*Tospovirus*	*Bunyaviridae*
فيروس موزاييك اللفت	*Turnip mosaic virus*	TuMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم	*Tomato yellow leaf curl virus*	TYLCV	*Begomovirus*	*Geminiviridae*
فيروس موزاييك البطيخ	*Watermelon mosaic virus*	WMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء	*Zucchini yellow mosaic virus*	ZYMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*

2. طرائق مكافحة الفيروسات والأمراض الفيروسية

1.2. الحجر الزراعي

يوجد نوعان من الحجر الزراعي، أحدهما دولي والأخر داخلي وتحكم الحجر الزراعي مجموعة من التشريعات والقوانين واللوائح المنظمة. وكلما تقدمت الدولة كلما حرصت على تطبيق قوانين الحجر الزراعي بكل دقة. ونظراً لأنه تم تناول موضوع الحجر الزراعي في فصل مستقل من هذا الكتاب (الفصل السادس) فإنه يمكن الرجوع إليه لمعرفة التفاصيل.

2.2. استبعاد مصادر العدوى داخل وبجوار المحصول

تتعدد مصادر العدوى بالفيروسات المختلفة، فقد يكون المصدر عبارة عن نباتات مصابة داخل حقل ما لمحصول اقتصادي ناتجة من زراعة بذور مصابة أو أجزاء خضرية مصابة أو نامية من مخلفات المحصول السابق أو أصيبت مبكراً من حقول مجاورة أو من زراعات سابقة أو من نباتات ذات حولين (حيث تنمو مبكراً في عامها الثاني معطية نباتات مصابة تمثل مصدراً لعدوى النباتات الجديدة المنزرعة في عامها الأول) وقد يكون المصدر عبارة عن نباتات معمرة أو نباتات زينة أو أعشاب.

ونظراً لإنتشار الأعشاب في الطبيعة إنتشاراً كبيراً وتواجدها تحت مختلف الظروف البيئية فإنها تكون معرضة للإصابة بالعديد من الفيروسات وتصبح مصدراً هاماً لها، حيث تقضي الفيروسات فترة التنشتية في بعض هذه الأعشاب/الحشائش، وبالتالي تمثل الأعشاب في مجملها مخزناً طبيعياً للعديد من الفيروسات. تزداد أهمية وخطورة الأعشاب عندما تكون عائلاً أيضاً لبعض الحشرات التي تعتبر الناقل الرئيسي للإصابات الفيروسية تحت ظروف الحقل. تضع بعض الحشرات بيضها خلال فترة الخريف على بعض الأعشاب، حيث تقضي فترة الشتاء عليها ثم تفقس في الربيع وتهاجر إلى المحاصيل الإقتصادية حاملة معها الفيروسات الموجودة بتلك الأعشاب، وفي مثل هذه الحالات تعتبر الأعشاب مستودعاً أو مخزناً طبيعياً للفيروسات ولنواقلها الحشرية.

كما تلعب الأعشاب دوراً هاماً في علاقتها بالنيماتودا الناقلة للفيروسات (شوكت، 1982) فالنيماتودا تتطفل على العديد من النباتات غير المتقاربة تقسيمياً وتتطفل على العديد من الأعشاب. وتنتقل العديد من الفيروسات التي تنقلها النيماتودا أيضاً بواسطة بذور العديد من الأعشاب والتي قد تصاب بهذه الفيروسات ولا تظهر عليها أعراض الإصابة.

عند إنبات بذور هذه الأعشاب في الربيع فإن البادرات الجديدة تكون مصابة وتمثل مصدراً جديداً للفيروسات أي أن الأعشاب قد قامت بحماية الفيروس وعملت على بقائه في الطبيعة وعملت كمخزن طبيعي للفيروسات وللنيماتودا الناقلة لها أيضاً.

ولقد وجد في مصر أن فيروس موزاييك الخيار يوجد في الأعشاب النامية في حقول الكوسا وما حولها وحول أقنية الري والطرق مثل الرجلة (*Portulaca oleracea* L.)، السلق البري (*Beta vulgaris* subsp. var *cicla* (L.) W.D.J. Koch)، الخبيزة (*Malva parviflora* L.)، والشيكوريا (*Cichorium pumilum* Jacq.) وعنب الديب (*Solanum nigrum* L.) كما وجد أيضاً أن فيروس موزاييك البطيخ يتواجد على الخبيزة والخلة (*Ammi majus* L.) وتعتبر هذه الأعشاب أهم مصدر لقضاء فترة التشتية للفيروسين، حيث ينتقلان إلى نباتات الكوسا بواسطة حشرات المنّ في الربيع. وقد أدى التخلص من هذه الأعشاب إلى خفض كبير في نسبة إصابة

الكوسا بأمراض الموزاييك، حيث انخفضت من 80% في الحقل المحاط بكثافة عالية من الأعشاب المصابة إلى 9% في الحقل المحاط بأعداد قليلة من الأعشاب المصابة وذلك بعد أربعة أسابيع من الزراعة (Fegla, 1974).

عادة ما تكون الأعشاب النامية في حقول النباتات الإقتصادية المختلفة قابلة للإصابة بالفيروسات التي تصيب هذه النباتات. وبدراسة العلاقة بين الأعشاب الموجودة في حقول الفول وبين إصابتها بخمسة فيروسات عن طريق بذور الفول في مصر (El-Hammady *et al.*, 2004) وجد أن هناك 13 نوعاً من الأعشاب تنمو في حقول الفول، ثمانية منها تتواجد مبكراً في موسم النمو، وتنتهي دورة حياة ستة منها قبل تمام نضج الفول، وتظهر خمسة أنواع جديدة متأخرة في موسم النمو ويستمر نوعان فقط طوال الموسم. من بين هذه الأنواع وجد نوعان قابلان للإصابة بفيروس واحد ونوعان قابلان للإصابة بثلاثة فيروسات ونوع واحد *Beta vulgaris* L. subsp. *maritime* (L.) Thell. قابل للإصابة بأربعة فيروسات. ويمثل التخلص من هذه الأعشاب أهمية كبيرة في تقليل إنتشار هذه الفيروسات.

وجد في العراق أن عشب كرز الأرض (*Physalis wrightii* Gray) الواسع الإنتشار في حقول البطاطا/البطاطس والمناطق المجاورة لها يعتبر عائلاً ثانوياً هاماً لبعض الفيروسات إذ يصاب بفيروس البطاطا/البطاطس Y (PVY) بنسبة تراوحت بين 8.6–13.2% وبفيروس البطاطا/البطاطس X (PVX) بنسبة تراوحت بين 2.3–3.0%، وأن الفيروس الأخير ينتقل عن طريق بذور هذا العشب بنسبة 0.7% (المعاضيدي وعبد الله، 2006)، كما سجل الراوي وآخرون (2001) إنتشاراً كبيراً لأمراض الفايتوبلازما على عديد من الأعشاب بالإضافة إلى بعض النباتات الإقتصادية.

من ناحية أخرى فإن محاولة التخلص من الأعشاب والعوائل الثانوية للفيروس لا تكون مجدية في حالة الفيروسات ذات المدى العوائلي الواسع، إلا أنها تتبع بنجاح في حالة ما إذا كان للفيروس مدى عوائلي ضيق. وعلى سبيل المثال فإنه قد أمكن في مصر (Mazyad *et al.*, 1986) مكافحة فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم (TYLCV) (ذو مدى عوائلي محدود) بإزالة النباتات المصابة ونباتات الطماطم/البندورة المشتية مبكراً في أوائل موسم الربيع وقبل ظهور حشرات الذباب الأبيض البالغة. في مثل هذه الحقول المعاملة فإن إنتشار الفيروس إليها يكون عن طريق مصادر من خارج الحقل. ولكي تكون هذه الطريقة فعالة فإنه يجب تطبيقها على نطاق واسع في مساحات كبيرة. كما يفضل عدم وجود بيوت زراعات الطماطم/البندورة المحمية بالجوار حيث أن هذه البيوت غالباً ما تكون مصدراً للذباب الأبيض الناقل وللفيروس على مدار العام، وعندما استخدمت هذه الطريقة في قبرص لمدة 3 أعوام متتالية فإنه أمكن منع الإنتشار الأولى للفيروس على الزراعات الحقلية من حوالى 45% إلى أقل من 5% (Ioannou, 1987). كذلك فإن إزالة نباتات الطماطم/البندورة والأعشاب النامية اختيارياً خلال فصل الصيف قد أدى

إلى تقليل معنوى واضح في أعداد حشرات الذباب الأبيض الحاملة لفيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم في وادي الأردن وبالتالي انخفضت نسبة الإصابة في الخريف التالي (Al Musa, 1986).

وفي العراق، أمكن السيطرة على فيروس تجعد أوراق التبغ بإقتلاع النباتات المصابة أو تغطية النباتات بقماش الشاش أو باستخدام مبيد الفيورادان لمكافحة حشرة الذبابة البيضاء الناقلة (العاني وآخرون، 1987).

تلعب نباتات الزينة المعمرة والحولية التي تربى في مشاتل الزينة والمنتشرة في أطراف المدن والمساحات المجاورة للطرق الموصلة إليها وتلك التي تزرع في الحدائق المنزلية والحدائق العامة دوراً هاماً كمصدر للعديد من الفيروسات التي تسبب أمراضاً للمحاصيل الإقتصادية. وقد عزل فجلة (معلومات غير منشورة) فيروس موزاييك الخيار من نباتات الونكة (Vinca). كما وجد El-Hammady وآخرون (1991) أن نباتات الونكة تصاب بنوعين من الفيتوبلازما ويؤثران عليها تأثيراً واضحاً. ومن الصعب منع إنتشار الفيروس من عوائل الزينة المعمرة أو من الأشجار النامية بالقرب من المحاصيل المزروعة حيث كثيراً ما يكون من المستحيل التخلص منها كأن تكون مزروعة في حدائق عامة أو حدائق منزلية.

وعندما يكون المحصول المزروع معمراً فإن التخلص من النباتات المصابة قد يكون ذو فائدة كبيرة خاصة إذا ما اكتشفت الإصابة مبكراً، حيث يمكن استبدال النباتات المصابة باخرى سليمة كما في حالة إصابة الموز بفيروس تبوق قمة الموز (BBTV) وإصابة أشجار الحمضيات/الموالح بفيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح (CTV).

ويمكن القول عموماً بأن استخدام بذور أو مواد إكثار خضرية سليمة والتخلص بقدر الإمكان من الأعشاب والعوائل الثانوية والنباتات المصابة داخل نفس المحصول وعدم زراعة نباتات جديدة أو مشاتل بجوار أخرى قديمة سوف تؤدي إلى وقاية مبكرة وإلى خفض نسبة الإصابة بدرجة كبيرة وخصوصاً إذا ما كان للفيروس مدى عوائلي ضيق.

كما يفضل عدم زراعة محاصيل الخضر داخل أو بالقرب من بساتين الفاكهة، حيث أن زراعة بعض أنواع الخضر داخل زراعات الموز (كما هو متبع في بعض الأحيان في مصر) يسهل من انتقال فيروس موزاييك الخيار إلى الموز.

3.2. استخدام بذور خالية من الفيروس

من أهم وأخطر طرائق انتقال الفيروسات وإنتشارها هو تواجدها في البذور المصابة، والتي عند زراعتها تعطى نباتات تمثل بؤراً للإصابة المبكرة وتشتد خطورتها في حالة وجود ناقلات نشطة تعمل على نقل الإصابة من تلك النباتات المصابة إلى باقي نباتات الحقل في أوائل الموسم

الزراعي (Matthews, 1970). أحياناً تكون البذور هي الوسيلة الوحيدة (وقد تشترك معها وسائل أخرى) التي يتمكن الفيروس من البقاء فيها من موسم إلى آخر وأحياناً تمثل الخطر الأساسي في إدخال فيروسات جديدة إلى بعض المناطق (Albrechtsen, 1997). مما هو جدير بالملاحظة أن حوالي ثلث عدد الفيروسات التي تنتقل عن طريق البذور يتركز في الفصيلة البقولية. وتختلف نسبة الإنتقال عن طريق البذور بإختلاف الفيروس والعائل والصنف النباتي والظروف البيئية السائدة وغيرها من العوامل (الحمادي وآخرون، El-Hammady *et al.*, 1980) 1976). وفي حال أن البذور المصابة هي المصدر الرئيسي للفيروس وكان من الممكن الزراعة في أماكن يمكن عزلها إلى حد ما عن مصادر العدوى الخارجية، فإن استخدام بذور سليمة أو ذات نسبة إصابة ضئيلة تكون وسيلة فعالة في الحد من إنتشار هذه الفيروسات و الخسائر التي تسببها.

من أهم الأمثلة على دور البذور في إنتشار الفيروسات هو فيروس موزاييك الخس (LMV) الذي ينتشر في مناطق زراعة الخس في البلدان المختلفة وينتقل هذا الفيروس في مصر والعراق عن طريق البذور بنسبة تتراوح بين 1.8–7.6% طبقاً للصنف وموعد الإصابة (Fegla *et al.*, 1983, 1990a). فشلت معظم الطرق التي استخدمت في مكافحة هذا الفيروس والحد من إنتشاره في العديد من بلدان العالم، وأخيراً أمكن التوصل إلى أن الطريقة الفعالة هي باستخدام بذور خالية من الإصابة أو ألاّ تتعدى نسبة الإصابة المسموح بها 0.003% (أي بذرة واحد مصابة في كل 30,000 بذرة). إلاّ أن نسبة الإصابة في البذور المسوح بها يمكن أن تتغير من منطقة إلى أخرى حسب الظروف البيئية السائدة التي تساعد في زيادة وتكاثر ونشاط الحشرات الناقلة وبالتالي إنتشار الفيروس.

يعتبر فيروس موزاييك الفصة/الجت/البرسيم الحجازي (AMV) من أخطر الفيروسات التي تنتقل عن طريق البذور وبنسبة تتراوح بين 17–21% (Fegla *et al.*, 2000). تنتشر الإصابة بهذا الفيروس على البرسيم الحجازي/الجت المزروع بمزارع الإنتاج الحيواني المنتشرة في الظهير الصحراوي لمحافظات الاسكندرية والبحيرة والمنوفية بمصر. ونظراً لأن هذا المحصول هو محصول علف معمر فإن الإصابة بهذا الفيروس تزداد سنة بعد أخرى ويصبح البرسيم الحجازي مصدراً لإصابة المحاصيل الأخرى القابلة للإصابة به عن طريق حشرات المنّ. وقد اقترح خفض حد الاحتمال (الحد الأعلى للنسبة المئوية للبذور المصابة المسموح به في التقاوي) إلى 0% حتى يمكن الحد من إنتشار هذا الفيروس في مصر. وينتشر هذا الفيروس في معظم البلدان العربية. في جميع الأحوال يجب استخدام البذور المتحصل عليها من مصادر موثوق بها، إلاّ أن المزارع عادة ما يلجأ إلى البذور الخاصة به والمتحصل عليها من المحصول السابق دون النظر لمدى خطورة ذلك.

ومن الممكن تقليل أو تثبيط الفيروسات المنقولة بالبذور ببعض المعاملات والتي يمكن تلخيصها بالتالي:

1) **الحرارة** – تؤثر المعاملة بالحرارة أساساً على الفيروسات المحمولة على السطح الخارجي للبذرة، إلا أنه قد أمكن استبعاد بعض الفيروسات المحمولة داخلياً من البذور المصابة. فقد أظهرت معاملة بذور الخس المصابة بفيروس موزاييك الخس (LMV) بالحرارة الجافة على درجات تراوحت بين 40–85°س لمدة تراوحت بين يوم واحد وأربعة أيام، وأن المعاملة عند درجة حرارة عند 80°س لمدة 3 أو 4 أيام كانت فعالة في تثبيط الفيروس بدون تأثير معنوي على إنبات البذور (Fegla *et al.*, 1990b). قد تكون المعاملة الحرارية أحياناً ذات اثر محدود وقليلة الأهمية إذ قد يلزم المعاملة عند درجات حرارة عالية أو لفترات طويلة نسبياً مما يؤثر أيضاً على إنبات البذور وعلى سبيل المثال فإن مكوك وعطار (2001) وجدا أن تعريض حبوب الشعير المصابة بفيروس الموزاييك الشريطي للشعير (= فيروس الموزاييك المخطط للشعير) (BSMV) للحرارة الجافة عند درجة حرارة 85 °س لمدة 10 أيام قد أدى إلى خفض نسبة الإصابة من 59% إلى 25% ولكن رافق ذلك أيضاً إنخفاض في نسبة إنبات الحبوب من 94% إلى 53% وعند معاملة الحبوب بالحرارة الرطبة عند درجة حرارة 65 °س لمدة ساعة (Zein, 2002) فإن نسبة إنتقال الفيروس عن طريق الحبوب المعاملة قد انعدمت كما انخفضت في نفس الوقت نسبة الإنبات من 80% إلى 45%. وعند معاملة بذور العدس المصابة بفيروس تلون بذور الفول (BBSV) عند درجات حرارة 60 و 70 °س ولفترة زمنية 6–34 يوماً، عملت درجة الحرارة 60 °س على خفض نسبة وجود الفيروس من 14.96% (في البذور غير المعاملة) إلى 2.14% (في البذور التي عوملت لمدة 24 يوماً) مع المحافظة على نسبة إنبات هذه البذور (99%). أما درجة الحرارة 70 °س فقد خفضت نسبة وجود الفيروس إلى 1.78% في البذور التي عوملت لمدة 16 يوماً وكانت نسبة الإنبات 90% وبعد هذه الفترة بدأت تنخفض نسبة وجود الفيروس حتى وصلت إلى صفر (في البذور التي عوملت لمدة 28 يوماً وما بعد) ورافق ذلك انخفاض في نسبة إنبات البذور حيث وصلت إلى 57% (قمري، 1994؛ Kumari & Makkouk, 1996).

2) **معاملات كيميائية** – قد تستخدم بعض المعاملات الكيميائية لإستبعاد الفيروسات وخاصة تلك المحمولة سطحياً، مثل معاملة بذور الطماطم/البندورة الحاملة لفيروس موزاييك البندورة/الطماطم (ToMV) وفيروس موزاييك التبغ (TMV) بواسطة محلول فوسفات ثلاثي الصوديوم بتركيز 10% لمدة 10 دقائق أو باستخدام بعض الأحماض المخففة مثل حامض الايدروكلوريك (1%) أو برمنجينات البوتاسيوم لمدة 30 دقيقة. أحياناً يكون من المفيد استخدام المعاملات الكيميائية مع الحرارة في تنشيط بعض الفيروسات المحمولة داخلياً، فقد

وجد أن نقع (تشريب) بذور الخس المصابة بفيروس LMV في مادة بولي أيثلين جليكول والحفظ على درجات حرارة مختلفة ولفترات متباينة، أدى إلى تثبيط الفيروس عند المعاملة عند درجة حرارة 40°س لمدة 10 أيام (Fegla *et al.*, 1990b).

3) **التخمير** – إن استخراج البذور بطريقة التخمير اعطى نتائج إيجابية مع فيروس ToMV في بذور الطماطم/البندورة.

4) **التخزين** – يؤدي تخزين البذور في بعض الحالات إلى استبعاد بعض الفيروسات مثل تخزين بذور الطماطم/البندورة لإستبعاد فيروس موزاييك الطماطم/البندورة، كما أن تخزين بذور القاوون لمدة ثلاث سنوات أدى إلى انخفاض نسبة إنتقال فيروس موزاييك القاوون (MuMV) [= فيروس موزاييك الكوسا (SqMV)] من 95% في البذور الطازجة إلى 5% في البذور المخزنة، بينما أوضح مكوك وعطار (2001) أن فيروس BSMV لم يتأثر في حبوب الشعير المصابة به عند تخزينها لمدة خمس سنوات عند درجة حرارة 4°س.

4.2. استخدام تقاوي (مواد إكثار) خضرية خالية من الفيروس

عندما يصاب نبات ما بفيروس معين فإن الفيروس يظل متواجداً بصورة مزمنة داخل هذا النبات طالما ظل حياً، وتنتقل الإصابة إلى الأجيال التالية إذا ما تم إكثار هذا النبات خضرياً أو إذا ما أخذت منه طعوماً لنباتات أخرى كما في حالة أشجار الفاكهة بوجه عام.

تمثل النباتات التي تتكاثر خضرياً نسبة عالية في العديد من محاصيل الخضر والزينة والفاكهة، وتمثل إصابة تلك النباتات وخاصة المعمرة منها بالفيروسات المختلفة خسائر اقتصادية كبيرة. كما تنتقل الفيروسات بوجه عام عن طريق التطعيم، خصوصاً في حالة نجاح لالتحام بين الأصل والطعم القابلين للإصابة.

وبالطبع فإن زراعة أجزاء خضرية مصابة ينتج عنها ظهور نباتات مصابة مبكراً في أوائل الموسم مما يمثل بؤراً ومصادر إصابة تؤثر على باقي النباتات خاصة في حالة وجود وسائل انتقال نشطة.

ومن المشاكل الكبيرة التي تعمل على إنتشار الأمراض الفيروسية عن طريق الإكثار الخضري هي قيام المزراعين بالحصول على التقاوي اللازمة لهم من محصولهم السابق، وبالاستمرار في تلك العملية يتم تركيز الإصابة بشكل مستمر في التقاوي مما يسبب تدهوراً كبيراً في المحصول، كما هو الحادث بالنسبة للبطاطس/البطاطا في معظم الدول النامية.

وقد تسببت هذه الممارسة في القضاء على عديد من الأصناف المتميزة من الفراولة والموز وغيرها في مصر وحدثت نفس المشكلة مع محصول القلقاس في مناطق زراعته بمحافظتي المنوفية والقليوبية، والقلقاس من المحاصيل التي لها موسم نمو طويل (حوالي 10 أشهر). في

نهاية الموسم يترك المزارع قطعة من أرضه مزروعة دون حصاد يقوم في الشتاء بتطويشها ثم يقتلع كورماتها في بداية الربيع ويجزؤها إلى قطع تقاوي بها عيون ويزرعها دون مراعاة ما إذا كانت هذه الكورمات مأخوذة من نباتات مصابة أم لا، وقد أدى ذلك بمرور الوقت إلى الإنتشار الوبائي لبعض الأمراض الفيروسية التي تصيب هذا النبات، حيث وصلت نسبة الإصابة في بعض المناطق إلى 100% وكانت أكثر الإصابات ناتجة عن الإصابة بفيروس موزاييك القلقاس (DsMV) الذي ينتشر أيضاً بواسطة حشرات المنّ (فجلة، معلومات غير منشورة؛ Abo El-Nil & Zettler, 1976).

كما أدت الزراعة المستمرة للبطاطا الحلوه بقطع ساقية (العرش) يختارها المزارع بدون مراعاة لخلوها من الإصابة إلى كارثة للمحصول في مساحة تزيد عن 850 هكتاراً ببعض المناطق في محافظة كفر الشيخ عام 1986، حيث انتشرت نسبة الإصابة بالأمراض الفيروسية إنتشاراً كبيراً وصل إلى 100% تقريباً وكان الفقد في المحصول شبه كلي، ولقد احتاج تصحيح هذا الوضع أكثر من خمسة أعوام حتى استطاعت المنطقة أن تتعافي نسبياً من هذه الأمراض باتباع الأساليب المناسبة في الزراعة واختيار القطع الساقية السليمة (فجلة، معلومات غير منشورة) .

تتركز مكافحة هذه الفيروسات في الحصول على أجزاء خضرية خالية من الإصابة الفيروسية (ومن الأصناف التجارية المرغوبة) واعتبارها كنواة والعمل على إكثارها تحت ظروف لا تسمح بإصابتها واستخدامها على نطاق واسع إن لزم الأمر، ويتطلب هذا جهوداً مستمرة.

1.4.2. بعض المعاملات لتقليل إصابة التقاوي (مواد الإكثار) الخضرية

- تطهير سكاكين تقطيع البطاطس (ويفضل استخدام درنات صغيرة كاملة) وسكاكين تقطيع العقل وآلات كسر أو قطع محصول قصب السكر وسكاكين التطعيم وذلك باستخدام اللهب أو بواسطة محلول فوسفات ثلاثي الصوديوم (تركيز 10%).
- التأكد من سلامة الطعوم المستخدمة وخلوها من أى فيروسات (تؤخذ من أشجار أمهات سليمة مختبرة) كما يجب أن يكون الأصل خالياً من الإصابة أو مقاوماً لها.
- قد يكون من المجدي في بعض الحالات التخلص من النبات المصاب أو الشجرة المصابة وإعدامها.
- معاملة الأجزاء التكاثرية الخضرية بالماء الساخن (حوالي 50°س) لأوقات محدودة قد تؤدي إلى نتائج جيدة في بعض الحالات.
- تجنب تحميل بعض نباتات الخضر على بعض النباتات المعمرة كالموز، لمنع انتقال بعض الإصابات الفيروسية من الخضر إلى الموز.

2.4.2. الحصول على نباتات خالية من الفيروس

يمكن الحصول على نباتات خالية من الفيروس بأحدى الوسيلتين التاليتين:

1.2.4.2. نباتات أو أجزاء نباتية سليمة طبيعياً

لا يمكن الاعتماد على الأعراض الظاهرية عند إختيار النباتات التي تستعمل كنواة للإكثار، كما قد تصاب بعض النباتات دون ظهور أعراض عليها أو تكون الأعراض موسمية أو غير واضحة. بالطبع هناك عديد من الطرائق للتأكد من خلو الأجزاء النباتية المختلفة من الإصابة، وتتوقف نوع الطريقة المستخدمة على نوع العائل وعلى الفيروس (مثل العدوى الإصطناعية للنباتات المشخصة، الطرائق السيرولوجية المختلفة، الفحص بالمجهر الالكتروني، تقنيات البيولوجيا الجزيئية....الخ). غالباً ما يكون توزيع الفيروسات غير منتظم داخل النباتات وخاصة الأشجار وعلى وجه الخصوص في الأطوار الأولى من الإصابة ويجب مراعاة ذلك عند الفحص. وبناء عليه ينصح بأخذ العينات من مختلف أجزاء الشجرة وعلى فترات دورية، كما يجب إعادة الفحص الدقيق في المواسم التالية حتى يمكن التاكد من خلو الشجرة من الفيروس. قد تؤدي عمليات الكشف عن الفيروس إلى تحديد وجود نباتات سليمة وسط النباتات المصابة وفي هذه الحالة يمكن استخدام هذه النباتات في عمليات الإكثار (بعد التأكد من خلوها من الإصابة). كما قد يمكن الحصول على براعم سليمة من الأجزاء الخالية من الفيروس المتواجد في الأشجار المصابة (نتيجة للتوزيع غير المنتظم للفيروس داخل الشجرة). من المعروف أن الغالبية العظمى من الفيروسات لا تنتقل عن طريق بذور النباتات التي تتكاثر خضرياً. وإن زراعة هذه البذور تعطى شتلات خالية عادة من الإصابة (أصول) وعند التأكد من خلوها فإن تطعيمها بطعوم سليمة (إن أمكن) يعطي نباتات سليمة يجب المحافظة عليها من الإصابة.

2.2.4.2. تخليص النباتات المصابة من الفيروس

إذا ما كانت جميع النباتات المتاحة مصابة فإنه يمكن استخدام الطرق التالية لتخليص النباتات المصابة أو أجزاء منها من الفيروس، ويمكن تخليصها بالتالي:

1) العلاج بالحرارة

استخدمت المعاملات الحرارية لفترات طويلة كطريقة أساسية تعامل بها النباتات المعمرة للحصول على أجزاء إكثار خضري خالية من الفيروسات والفيرويدات والفيتوبلازما (Mink *et al.*, 1998). تتم المعاملة الحرارية إما للنباتات النامية أو الساكنة (مثل الدرنات والعُقل وغيرها).

خلال الفترة من 1935 إلى 1952 قام Kunkel بنشر عدة بحوث عن المعاملات الحرارية لعلاج عدة أمراض تتميز بالإصفرار والتي كان من المعتقد وقتها أنها راجعة إلى بعض الفيروسات وعرف فيما بعد أنها ناشئة عن الإصابة بالفيتوبلازما. شملت هذه الأمراض مكنسة الساحرة في البرسيم الحجازي/الفصلة/الجت (Alfalfa witche's broom)، الإزهار المزيف في التوت البري (Cranberry false blossom)، إصفرار الأستر (Aster yellows)، الخوخ الصغير (Little peach)، تورد الخوخ (Peach rosette)، إصفرار الخوخ (Peach yellows) وغيرها. نجح Kassanis (1949، 1954) في استبعاد بعض الفيروسات عن طريق المعاملات الحرارية، ونشر في عام 1957 قائمة تضمنت أكثر من 15 فيروساً أمكن تثبيطها داخل النباتات المعاملة. في عام 1969 سجل Nyland و Goheen قائمة شملت 76 فيروساً ومرضاً فيروسياً ومرضين ناشئين عن الإصابة بالفيرويد، و 33 مرضاً ناشئاً عن الإصابة بالفيتوبلازما أمكن تثبيطها بالمعاملة الحرارية.

عادة ما يستخدم الماء الساخن عند درجة حرارة 35-54 °س في معاملة التقاوي الخضرية ولمدة محدودة تتراوح بين عدة دقائق وعدة ساعات ويستخدم الهواء الساخن عند درجة حرارة 35-40°س لعدة أسابيع في معاملة النباتات النامية. تختلف درجة الحرارة المستخدمة ومدة التعرض لها بإختلاف الفيروسات وبإختلاف العائل وبإختلاف العلاقة بين الفيروس والعائل المصاب، إلاّ أن هذه الطريقة تسهل إيجاد قمم نامية خالية من الفيروس.

2) مزارع القمم الميريستيمية

تمثل مزارع الأنسجة الميرستيمية الطرفية وسيلة جيدة للحصول على نباتات خالية من بعض الفيروسات (Walkey, 1968؛ Hollings, 1965؛ Hartman, 1974) وتعتمد الفكرة الأساسية في استخدام القمة النامية على أنها تكون في عديد من الحالات خالية من الإصابة الفيروسية وهي تشمل عادة الجزء الطرفي من النبات الذي يحتوي على الميرسيتم الطرفي (apical meristem) مع الزوج الأول من بادئات الأوراق (leaf primordial) وعادة ما يكون طول هذه المنطقة بضعة ميكرونات ويتوقف طولها بوجه عام على العلاقة بين النبات والفيروس، ومقدرة الفيروس على غزو خلايا هذه المنطقة. وكما ذكرنا أعلاه فإن معاملات النباتات المصابة بالحرارة يؤدي إلى زيادة طول القمة النامية الخالية من الفيروس مما يسهل قطعها ومن ثم تنميتها على بيئات غذائية.

يتم تنمية القمم النامية الخالية من الفيروس على بيئات غذائية خاصة تحت ظروف معقمة حتى تنمو إلى نباتات كاملة ومع اتخاذ الاحتياطات اللازمة فإنه يتم وعلى مراحل نقل هذه النباتات الصغيرة الرهيفة إلى الجو العادى وزراعتها تحت الظروف الطبيعية واستخدامها كنواة خالية من الإصابة الفيروسية. هناك ثلاثة أنواع من الأنسجة يمكن استخدامها وتنميتها على البيئات الغذائية الخاصة (Mink *et al.*, 1998) وهي:

- القمة الخضرية (shoot tip) والتي تختلف في الطول من 5–15 مم (ويتوقف الطول على النوع النباتي المستخدم).
- ميريستيم يتراوح طوله بين 0.25 إلى 0.50 مم والذي قد يشمل 1–2 من بادئات الأوراق (leaf primordia) يؤخذ من القمة الخضرية أو من البراعم الجانبية.
- نسيج من الساق الجانبية المحتوية على براعم جانبية.

أثبتت المعاملة الحرارية فعالية مساعدة في كثير من الحالات وعلى سبيل المثال فإنه قد أمكن تخليص نباتات الثوم من ثلاثة فيروسات بنسبة ارتفعت من حوالي 40% إلى 85% عندما عوملت النباتات بالحرارة على درجة 38°س واخذت منها مباشرة القمة النامية لتنميتها في المزرعة الغذائية (Walkey *et al.*,1987). كذلك فإن معاملة التفرعات الدرنية للبطاطس/البطاطا (Sproutings) بالحرارة قبل أخذ القمة الطرفية وتنميتها على البيئة الغذائية أعطت نسبة عالية من النباتات الخالية من فيروس PVX (Faccioli & Rubies-Autonell, 1982). في بعض الحالات يفضل أن يضاف إلى البيئة المغذية بعض المواد المثبطة لبعض الفيروسات مثل 2,4 Dioxohexahydro-1,3,5 – triazine التي تم استخدامها في مزارع الأنسجة الميريستيمية للبطاطس/البطاطا للتخلص من الفيروسات التي تصيبها (Borissensko *et al.*, 1985)، كما استخدم البعض 2-thiouracil والكينيتين وغيرها. لذلك من المفيد استخدام جميع الأساليب السابقة مجتمعة، وذلك بأخذ ميريستيمات قمية من النباتات المعاملة حرارياً وتنميتها على البيئات الغذائية المضاف لها بعض المواد المثبطة لتضاعف الفيروس. يتم حالياً استخدام مزارع الأنسجة وعلى نطاق تجارى في العديد من البلدان العربية فبجانب المجهودات الحكومية فإنه توجد في مصر عديد من المؤسسات الخاصة تقوم بإنتاج شتلات من الموز والفراولة والبطاطس/البطاطا والخرشوف والثوم وبعض نباتات الزينة الخالية من الإصابات الفيروسية ويتم بيعها للمزارعين. وفي مختلف البلدان العربية يتم استخدام هذه الطريقة لإنتاج نباتات خالية من الإصابة.

هناك طريقة بديلة للتنمية المباشرة على البيئات الغذائية حيث تؤخذ القمة الطرفية بطول قد يصل إلى ملليمتر واحد ويتم تطعيمها تحت ظروف معقمة على بادرات سليمة، وقد أمكن التخلص من بعض الفيروسات التي تصيب أشجار الحمضيات أو أشجار الفواكه ذات النواة الحجرية (الحلويات/اللوزيات) بهذه الطريقة (Navarro *et al.*, 1983). مما يعطي شجرة من النوع المرغوب خالية من الفيروس.

3) مزارع الأنسجة

إن استخدام مجموعة من الخلايا من بعض النباتات المصابة وزراعتها على بيئة غذائية قد يؤدى أحياناً إلى الحصول على نباتات خالية من الفيروس. بالطبع مثل هذه الخلايا قد تكون خالية أصلاً من الإصابة نتيجة للتوزيع غير المنتظم للفيروس داخل النبات. من المعروف أن الأوراق النباتية المصابة والتي عليها مظهر الموزاييك يكون توزيع الفيروس فيها مختلفاً وخاصة بالمقارنة بين الأجزاء الخضراء والشاحبة والصفراء، وبالتالي قد تتواجد خلايا (خاصة الخضراء) داخل نفس الورقة خالية من الإصابة.

من الأمثلة على نجاح تلك الطريقة في بعض الحالات ما قام به Preil وآخرون (1982) من تخليص نباتات اليوفوربيا (*Euphorbia pulcherrima* Wild) من فيروسين عن طريق عمل مزرعة لمعلق من الخلايا ثم تنمية النباتات المتحصل عليها. كذلك تم تخليص بعض النباتات من فيروس موزاييك التبغ (TMV) بإتباع هذه الطريقة (Toyoda *et al.*, 1985؛ White, 1982).

تستخدم أحياناً مع مختلف أنواع الزراعة في البيئات الغذائية بعض المعاملات التي سبق ذكرها مثل الحرارة وبعض المواد المثبطة للفيروسات، وفي العراق قام المعاضيدي وآخرون (2001) باستخدام العلاج الحراري وزراعة أطراف البراعم، لتثبيط أربعة فيروسات تصيب البطاطس/البطاطا، كما قام العاني وآخرون (2003) باستخدام مزارع الأنسجة في إنتاج نبيتات من أجزاء ورقة وساق البطاطس/البطاطا المصابة بفيروس PVY ووجد أن إضافة بنزيل أدنين وحامض جبرليك تزيد من كفاءة تكوين أفرع سليمة مباشرة من أجزاء الأوراق والسوق المصابة، وأن إضافة مستخلص الحناء (*Lawsonia inermis* L.). للوسط الصلب أو السائل أدى إلى استئصال فيروس PVY أو تثبيطه بنسبة عالية.

3.4.2. المحافظة على النباتات الخالية من الفيروس

عند الحصول على نباتات خالية من الإصابة الفيروسية والتي تعتبر نويات (أمهات) للنباتات الجديدة فإنه يجب العمل على إكثارها تحت ظروف لا تسمح بإصابتها مرة أخرى مع التأكد من قيمتها الزراعية ومطابقتها للصنف الأصلي.

يتم إكثار تلك النباتات للاستعمال التجاري تحت اشراف أفراد مدربين يمكنهم تطبيق اجراءات الوقاية اللازمة لمنع الإصابة، وفي حالة حدوث إصابات لبعض النباتات فيمكنهم تحديدها واستبعادها، ولتحقيق ذلك لا بد أن يكون عندهم الخبرة الكافية لملاحظة أى إصابة ولديهم الإمكانيات الكافية للكشف والتعرف على الفيروسات المختلفة.

من أوضح الأمثلة ما يتبع مع محصول البطاطس/البطاطا، حيث يتم إكثار الدرنات الخالية من الإصابة في مناطق معزولة بقدر الإمكان عن هجوم الحشرات وخاصة المنّ، ويتوافر ذلك

عادة في المناطق المرتفعة والباردة وغيرها ويتم في نفس الوقت اتخاذ جميع الاحتياطات اللازمة لمنع الإصابة بما في ذلك مكافحة الحشرات الناقلة والتخلص من أية نباتات قد تصاب. الدرنات الناتجة تحت هذه الظروف تكون عالية القيمة ونسبة الإصابة فيها تكاد أن تكون منعدمة، وتوزع للزراعة من خلال برامج الإكثار الموثقة (Certification programs).

وفي مصر تقوم شركات إنتاج تقاوي البطاطس/البطاطا بالإكثار في مناطق صحراوية شبة معزولة عن أرض الوادى، كما يتم أيضاً حالياً إكثار البطاطا الحلوه الناتجة من زراعة الأنسجة والتي ثبت خلوها من الأمراض الفيروسية في بيوت الزراعات المحمية في بعض المناطق الصحراوية مع اختبارها على فترات للتأكد من خلوها من الإصابة قبل توزيعها على المزارعين لزراعتها.

وبناءً عليه، فإن مكافحة الفيروسات التي تنتقل عن طريق التكاثر الخضري للنباتات المختلفة تنحصر في الحصول على أجزاء خضرية خالية من الإصابة والعمل على إكثارها تحت ظروف لا تسمح بإصاباتها واستخدامها على نطاق واسع. ويجدر الإشارة أن الفيروسات لا تنتقل بوجه عام عن طريق بذور النباتات التي تتكاثر خضرياً وبالتالي فإنه يمكن الحصول على أصول للعديد من الأشجار بهذه الطريقة ثم تطعيمها بطعوم سليمة والمحافظة على الشتلة المطعمة من الإصابة. وقد نجحت بعض المحاولات في استخدام البذور الحقيقية للبطاطس/للبطاطا وزراعتها في الحقل تحت صناديق مغطاة بغطاء شاش للحصول على تقاوي خالية من الإصابة (الحمادي وآخرون، 1995) وذات محصول أكبر مما تعطيه الأصناف التجارية المستوردة.

5.2. الممارسات الزراعية

1.5.2. تغيير مواعيد الزراعة والحصاد

تؤثر الإصابة تأثيراً كبيراً على المحصول، خاصة إذا ما أصيبت النباتات وهى صغيرة. عموماً فكلما تقدم النبات في العمر كلما زادت درجة تحمله ومقاومته للإصابة بالفيروسات. يرتبط إنتشار الأمراض الفيروسية بوجه عام بإنتشار الحشرات الناقلة لها وعلى هذا فإن إختيار ميعاد الزراعة قد يؤثر على حدوث ونسبة الإصابة.

إن أنسب ميعاد للزراعة يعتمد على ميعاد هجرة النوقل الحشرية الحاملة للإصابة، فإذا كانت تهاجر مبكراً فإن تأخير الزراعة يقلل من الإصابة. أما إذا كانت الحشرات الناقلة تهاجر متأخرة فإن الزراعة المبكرة سوف تسمح للنبات بأن ينمو ويكبر قبل أن تتم إصابته. على سبيل المثال وجد أن البطاطس/البطاطا المزروعة في أسكتلندا في الأسبوع الثالث من أيار/مايو تصاب بنسبة عالية بفيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس (PLRV) بالمقارنة بتلك التي تزرع خلال

الأسبوع الأول من نيسان/أبريل، وذلك لأن الميعاد الأخير يسمح للنباتات بان تصل إلى درجة عالية من النضج قبل أن تنشط، أو في الوقت الذي تنشط فيه حشرة المنّ الناقلة للفيروس. كما وجد أن أنسب موعد لزراعة الفول في شمال مصر هو أواخر شهر تشرين الأول/أكتوبر وليس شهر تشرين الثاني/نوفمبر، حيث تكون كمية المحصول أكبر ونسبة الإصابة بالأمراض الفيروسية أقل (Kawana, 2007).

وقد وجد في مصر وقبرص وغيرهما من الدول أن تأخير شتل الطماطم/البندورة في بيوت الزراعات المحمية (Younes, 1995) وتحت الأنفاق المنخفضة إلى أشهر الشتاء قد قلل أو منع الإصابة بفيروس TYLCV. كما أمكن الحصول على نفس النتائج تحت ظروف الحقل إذا ما تم شتل الطماطم/البندورة مبكراً بقدر الإمكان في أوائل الربيع. بالطبع فإن الهدف من تغيير ميعاد الشتل هو تجنيب النباتات الصغيرة من التعرض للهجوم الكثيف لحشرات الذباب الأبيض الحامل للفيروس (Kasrawi, 1991؛ Makkouk & Laterrot 1983؛ Mazyad *et al.*, 1986).

وفي هولندا يحدد ميعاد تقليع محصول البطاطس/البطاطا المعدة لإنتاج التقاوي بموعد ظهور المنّ الناقل لفيروسات البطاطس/البطاطا مع حساب الوقت الذي يلزم للفيروس لكي يمر من الأوراق إلى الدرنات الحديثة في النبات المصاب، وبالتالي يتم تقليع البطاطس/البطاطا بعد ظهور المنّ بمدة لا تزيد عن 2-3 أسابيع. قد تكون الدرنات غير تامة النضج ولكنها تصلح لاستخدامها كتقاوي لخلوها من الأمراض الفيروسية.

إن تغيير ميعاد الزراعة أو الحصاد بالنسبة لأي محصول لا يجب أن يقاس فقط بنسبة تقليل الإصابة الفيروسية وإنما يجب أن يقاس أيضاً بكمية المحصول الناتج، فقد تقل الإصابة نتيجة لتغيير ميعاد الزراعة أو الحصاد ولكن المحصول الناتج قد يكون منخفضاً وفي هذا خسارة للمزارع، وبالتالي فيجب أن يكون التغيير في مواعيد الزراعة أو الحصاد في الحدود التي تسمح بها إحتياجات المحصول من الحرارة والضوء والتي تضمن الحصول على محصول جيد (الحمادي وآخرون، 1976).

2.5.2. مسافات الزراعة

تختلف مسافات الزراعة بإختلاف النباتات، وفي حالة الفيروسات التي تنقل بالحشرات فإن عدد النباتات المزروعة في وحدة المساحة يؤثر على نسبة الإصابة. فإذا فرض أن هناك محصولاً ما يزرع بواقع 20,000 نبات في الهكتار وأن الحشرات تنقل الإصابة الفيروسية إلى عشرة آلاف أي بنسبة 50% نبات فإن تقليل مسافات الزراعة وزيادة عدد النباتات المزروعة إلى 30,000 نبات مثلاً يعمل على أن تكون نسبة الإصابة حوالي 30-35% بفرض ثبات جميع العوامل

الآخرى. وبالطبع فإن زيادة عدد النباتات سيؤثر نسبياً على المحصول ولكن سيقلل من النقل الحشري.

وقد وجد أن نسبة نباتات الكوسا المصابة بأمراض الموزاييك قد انخفضت بشكل ملحوظ بزيادة عدد النباتات في وحدة المساحة (مع عدم وجود كثافة عالية من المنّ على النباتات) إذ كانت نسبة الإصابة 71.4% عند الزراعة على مسافة 50 سم، 53.6% على مسافة 40 سم، 45.7% على مسافة 30 سم و 28.2% على مسافة 20 سم، وقد نتج عن تقليل المسافة من 50 إلى 20 سم زيادة في عدد الثمار والمحصول الناتج (Fegla & Badr, 1979). ولابد من الأخذ بعين الإعتبار أن زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة يمكن أن يكون لها تأثير على زيادة الإصابة بالفيروسات التي تنتقل ميكانيكياً بالاحتكاك بين النباتات بسهولة وبالتالي فإن تكثيف الزراعة يتوقف على المسبب المرضي وطرائق إنتشاره.

3.5.2. الدورة الزراعية والنباتات المجاورة

إن تتابع زراعة المحاصيل القابلة للإصابة بفيروسات معينة في نفس المساحة أو تداخل العروات لنفس المحصول تزيد من الإصابة بتلك الفيروسات. وعلى سبيل المثال فإن زراعة نباتات القلقاس والبطاطا الحلوة في نفس المكان في بعض محافظات مصر أدى إلى زيادة إصابتها بالأمراض الفيروسية بشكل كبير (فجلة، معلومات غير منشورة).

وبالطبع فعند تصميم دورة زراعية معينة فإنه يجب أن يوضع في الإعتبار أيضاً نوعية النباتات المجاورة للمحصول المزروع حتى لا تكون مصدراً لإصابته. من الأمثلة الواضحة على ذلك ما يحدث من تداخل في زراعات العديد من المحاصيل في أرض الوادي بمصر وما ينتج عن هذا التداخل من الإنتشار الوبائي لبعض الأمراض الفيروسية وعلى سبيل المثال فإنه بالنسبة للقرعيات ووجود مزارع قديمة وأخرى حديثة في الجوار فإن القديمة تصبح مصدراً للعدوى لما فيها من أمراض وحشرات، حيث تتحرك حشرات المنّ المجنحة من النباتات كبيرة العمر إلى النباتات الصغيرة حاملة معها الفيروسات مسببة إنتشاراً وبائياً كبيراً لفيروسات القرعيات (فجلة، معلومات غير منشورة).

للدورة الزراعية أهمية خاصة في حالة الفيروسات التي تنتقل عن طريق النيماتودا والفطريات المتوطنة في التربة، إذ يكون هناك أهمية كبيرة لتداخل زراعة محاصيل غير قابلة للإصابة بالفيروسات التي تنقلها هذه النواقل.

4.5.2. عوامل أخرى

1) **مساحة الحقل** – عندما تهاجم حشرة ما حقلاً مزروعاً فإنها عادة ما تهاجم النباتات المزروعة على الحواف، وتنجو نسبة كبيرة من النباتات المزروعة في الداخل وبالتالي فكلما زادت مساحة الحقل كلما زادت نسبة النباتات الداخلية التي تنجو من الإصابة والعكس صحيح في حالة المساحات الصغيرة. وقد أوضح Makkouk وآخرون (1998)، زيادة إنتشار فيروس الإصفرار الميت للفول (FBNYV) في نباتات الفول المزروعة على حواف الحقول في مصر وسورية.

2) **التحميل المحصولي** – عند زراعة خطوط بأصناف نباتية تتغذى عليها الحشرة وتكون في نفس الوقت غير قابلة للإصابة بفيروس معين، وخطوط أخرى بالمحصول المرغوب زراعته فإنه من المحتمل انجذاب الحشرة إلى العائل الآخر وبالتالي تقل إصابة المحصول. أمكن في الأردن اتباع ذلك مع محصول الطماطم/البندورة حيث حملت نباتات الطماطم/البندورة على نباتات خيار زرعت قبل شتل الطماطم/البندورة بحوالي شهر مما قلل من نسبة الإصابة بفيروس TYLCV خلال الشهرين الأولين بشكل واضح (Al-Musa, 1981, 1982).

وهناك بعض الممارسات الآخرى الخاصة بالتركيب المحصولي والموانع الطبيعية التي يمكن استخدامها والتي يجب مراعاتها لتقليل النقل الحشري للفيروسات، كما سيذكر فيما بعد.

6.2. المكافحة المتكاملة للناقلات

من الأهمية بمكان أن نتعرف أولاً على الناقل بدقة، والذي قد يكون تواجده بصورة مؤقتة أو مزمنة، وقد يكون هو الناقل الوحيد، وقد تشترك معه ناقلات أخرى وقد تتفاوت النواقل في كفاءتها على نقل الفيروس. وعلى سبيل المثال فإن منّ الحمضيات/الموالح البني (*Toxoptera citricida* Kirk.) يكون أكثر كفاءة في نقل فيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح (CTV) عن منّ القطن (*Aphis gossypii* Glover). كما أن بيئة الناقل قد تكون هوائية أو أرضية، مما يستوجب طرق مختلفة في مكافحتها. علاوة على أن الإنسان، في بعض الحالات، قد يكون هو الناقل الرئيسي.

1.6.2. مكافحة النواقل الهوائية

1) المبيدات الحشرية

يوجد بالفعل وفي متناول أي مزارع عدد كبير جداً من المبيدات الحشرية التي يمكنها مكافحة مختلف الآفات الحشرية التي تتغذى على أي محصول مسببة له أضراراً مباشرة، ومثل هذه الحشرات (غير الناقلة للفيروسات) تكون مكافحتها أسهل بكثير حيث يكفي أن تنحصر المكافحة في تقليل أعدادها إلى الحد الذي لا يسبب خسارة اقتصادية للمحصول.

إلاّ أن مكافحة الحشرات الناقلة ومنعها من نقل الإصابة الفيروسية تعتبر مشكلة أصعب، إذ أن عدداً قليلاً من الحشرات الناقلة المجنحة قد يسبب إنتشاراً كبيراً ً للإصابة الفيروسية.

إن الحشرات هي الناقل الرئيسي للعديد من الفيروسات تحت ظروف الحقل والبيوت البلاستيكية. وبالتالي فإن غالبية المزارعيين يعتمدون على مكافحة الحشرات الناقلة باستخدام المبيدات الكيميائية. الاّ أن هناك عدة مخاطر لهذه الوسيلة إذ قد يؤدي ذلك إلى تحفيز وتطوير ظهور سلالات من الناقل مقاومة لفعل هذه المبيدات، وكذلك تؤدي إلى قتل الأعداء الطبيعية للحشرات الناقلة من طفيليات ومفترسات.

عموماً فإنه يجب الوضع في الاعتبار أن هناك فرقاً كبيراً في مكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات غير الباقية/غير المثابرة والفيروسات الباقية/المثابرة وأن الفيروسات التي تأتي من خارج المحصول تكون عادة عن طريق المنّ المجنح (Matthews 1991)، وهذا المنّ قد ينقل الإصابة بالفيروسات غير الباقية بمجرد أن يتغذى على النبات فترات قصيرة جداً (ثوان)، والتخلص من هذه الحشرات قبل إحداثها للإصابة يكون صعباً. وقد أكدت ذلك تجارب سابقة (Wasfy & Fegla, 1979) حيث فشل الرش بالمبيدات الحشرية في إحداث أى تقليل في نسبة إصابة الكوسا بفيروس موزاييك الخيار (CMV) وفيروس موزاييك البطيخ (WMV) حيث وصلت نسبة الإصابة 100% بعد 9 أسابيع من الزراعة في القطع المرشوشة وغير المرشوشة. ومن ناحية آخرى إذا كانت حشرات المنّ حاملة لفيروسات باقية/مثابرة فإن مكافحتها بمجرد وصولها إلى الحقل له أثر جيد في تقليل الإصابة.

وقد ذكر Makkouk وآخرون (1998) إمكانية استخدام بعض المبيدات الحشرية في معاملة البذور قبل الزراعة في مكافحة فيروس FBNYV، وتأكيداً لذلك فقد تم إجراء تجربة في سورية (Makkouk & Kumari, 2001) أثبتت أن معاملة بذور الفول قبل زراعتها بالمبيد الحشري جاوشو (imidacloprid) قد أدى إلى خفض الإصابة بفيروسي FBNYV و BLRV من 28% و 92% (في القطع غير المعاملة) إلى 1% و 23% (في القطع التي عوملت بذورها بالمبيد بتركيز 1.4 غ مادة فعالة/كغ بذور)، على التوالي عند إلقاح النباتات بواسطة حشرات المنّ الحاملة للفيروسات.

2) الرش بالزيوت

اتجهت الأنظار إلى استخدام الزيوت لمكافحة الحشرات الناقلة للفيروسات عندما أوضح Bradley (1956)، Bradley وآخرون (1962) أن المنّ الحامل لفيروس PVY قد انخفضت مقدرته على نقل الفيروس بشكل كبير عندما كانت النباتات مرشوشة ببعض الزيوت. ونظراً لعدم سمية الزيوت على الإنسان والحيوان فقد اعتقد أن رش هذه الزيوت سيحل مشكلة انتقال الفيروسات بالحشرات، وقد وجد Hein (1971) في بعض التجارب الحقلية أن الرش أعطى نتائج جيدة ضد عدد كبير من الفيروسات غير الباقية/المثابرة، [وكذلك ضد فيروس إصفرار الشوندر السكري/البنجر (BYV) وهو فيروس شبه باق/مثابر] وقد تحصل Kerlan وآخرون (1987) على نتائج مشابهة، حيث وجدوا أن الرش بالزيت قد قلل بشكل واضح من إنتشار فيروس PVY على البطاطس/البطاطا. ولابد من الإشارة إلى أن بعض الباحثين (-Szatmari Goodman & Nault, 1983؛ Walkey & Dance, 1979) وجدوا أن الرش بالزيوت لم يؤثر على بعض الفيروسات غير الباقية/المثابرة.

ومن المعروف أن الزيوت المستخدمة لم يكن لها تأثير يذكر في منع إنتشار الفيروسات الباقية/المثابرة، إلاّ أن Yassin (1983) قد تحصل في السودان على نتاج مبشرة لرش الزيوت على نباتات الطماطم/البندورة للحد من إنتشار الذباب الأبيض الناقل لفيروس TYLCV.

بالرغم من أن بعض الزيوت يكون لها تأثيرات سامة إلى حد ما على بعض النباتات، فإنه يلزم تكرار المعاملة على فترات من 3–7 أيام حتى يمكن المحافظة على تواجد غطاء مستمر على النباتات. يمكن زيادة فاعلية الزيوت وتقليل مرات استخدامها عن طريق خلط الزيت المعدني مع مركبات البيريثرويد (Pyrethroids). وقد وجد Gibson & Rice (1986) أن هذه المعاملة المزدوجة أعطت نتائج أفضل من استخدام كل منها على حدة في مكافحة فيروس PVY وفيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر (BtMV).

ونظراً لزيادة تكاليف الرش بالزيوت خاصة مع ضرورة تكرارها على فترات قصيرة فإن هذه الطريقة لا تتبع عادة إلا في حالة المحاصيل عالية القيمة الإقتصادية، حيث حصل Asjes (1978، 1980) في هولندا على نتائج جيدة في مكافحة فيروسات بعض نباتات الزينة.

أجريت عدة دراسات وتجارب في المنطقة العربية عن استخدام الزيوت فقد وجد Shawkat وآخرون (1982) أن الرش بالزيت المعدني قد قلل نقل فيروس BtMV بواسطة منّ الخوخ الأخضر (*Myzus persicae* Sulz.) ومنّ الفول (*Aphis fabae* Scopoli) بنسبة كبيرة وصلت إلى 100% في التركيزات العالية ولكن كان ذلك مصحوباً بظهور بقع بنية على الأوراق المرشوشة، ولم تظهر أي سمية على الأوراق التي ظهرت بعد ذلك.

وفي دراسة على فيروس الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء (ZYMV) في لبنان، وجد بأن استعمال الزيت المعدني سونوكو 7 أي/ف (Sunoco 7E/V) بتركيز 1.5% على محصول

الخيار أدى إلى تقليل إنتشار الفيروس من 80% في القطع غير المرشوشة إلى 14% في القطع المرشوشة (مكوك ومنسى، 1985)

كما وجد Abu Foul (1989) أن الرش بزيت الفيرول Virol oil قد قلل من كفاءة نقل PVY بواسطة حشرات المنّ إلى نباتات الفلفل، وكان التأثير مرتبطاً بالتركيز المستخدم وعدد حشرات المنّ الناقلة. كما أدى استخدم الزيوت المعدنية بمفردها أو بالإشتراك مع المبيدات الحشرية أو باستخدام رقائق الألومنيوم إلى خفض نسبة إصابة الكوسا بأمراض الموزاييك (Mansour, 1997).

ويجب التذكير بأن هناك بعض العوامل التي تحد من إنتشار استخدام الزيوت تجارياً، فهي لا تمنع إنتشار الفيروسات الباقية/المثابرة، كما قد تحدث سمية لبعض النباتات، كما أن الطبقة الزيتية المتكونة على الأوراق تزال بسرعة نسبية بفعل الوقت والأمطار ومياه الري مما يستدعى زيادة عدد مرات الرش بالزيت وهذا يؤدي إلى وزيادة التكاليف.

3) معاملات وعوامل أخرى

هناك العديد من العوامل التي تقلل من إنتشار النواقل والتي يمكن تلخيصها بما يلي (Bos, 1999):

- التخلص من أو تجنب العوائل التي تقضى عليها الحشرات الناقلة فترة الشتاء سواء في الحقول المزروعة أو في المناطق المجاورة لها.
- الزراعة في مناطق لا يلائم مناخها النواقل (فالمنّ على سبيل المثال لا يلائمه وجود الرياح) أو يغيب فيها العوائل الشتوية.
- الزراعة في أراضي خالية من الإصابات الفيروسية ومن نواقلها.
- زيادة الكثافة النباتية في الحقل مما يعمل على تقليل المساحات المتاحة للحشرات خلال فترات النمو المبكرة للمحصول وعلى تقليل حركة الحشرات داخل المحصول.
- زراعة المحصول في حقول ذات مساحات كبيرة، حيث أن الهجوم المكثف للحشرات يكون على النباتات المزروعة على حواف الحقول، وبالطبع فإن الحواف الخارجية تمثل نسبة كبيرة من الحقول الصغيرة بالمقارنة بالحقول ذات المساحات الكبيرة.
- الزراعة المبكرة أو المتأخرة والحصاد المبكر قبل تمام النضج (كما في حالة البطاطس/البطاطا) تؤدي إلى تفادي تعرض المحصول خلال فترة نموه النشط للأوقات التي يصل فيها تعداد الحشرات إلى أقصاه.
- استخدام المواد الطاردة للحشرات مثل شرائط الألومنيوم العاكسة وشرائط البولي إثيلين (السوداء أو الرمادية أو الشفافة) أو أى مهاد ملونة بين الخطوط يعمل على تقليل إنجذاب الحشرات عندما يكون العرش النباتى مازال مفتوحاً، كما أن تغطية المهاد بالقش يجذب الذباب الأبيض إليه (بسبب لونه) وتقتله الحرارة المنعكسة ليمثل وسيلة فعالة ضده. عموماً

فإن فاعلية تغطية المهاد تعتبر مؤقتة حيث أنه مع نمو وتشابك النباتات فإنها تغطي سطح التربة، كما أنها تكون أقل فاعلية في حالة استمرار وجود السحب.

- استخدام المصائد اللاصقة (Sticky traps)، حيث تعلق شرائط البولي اثيلين الصفراء (المغطاة بمادة لاصقة) رأسياً على الجوانب المواجهة للرياح فتقوم بإصطياد حشرات المنّ وغيرها، وهذه أكثر كفاءة في بيوت الزراعات المحمية.
- زراعة نباتات طويلة غير قابلة للإصابة بالفيروسات التي تصيب المحصول الأساسي في شكل أشرطة أو حواجز ضيقة (barrier strips) قد يكون مفيداً في بعض الحالات، فمثلاً يمكن زراعة أي محصول نجيلي مثل الذرة الصفراء والسورجام/الذرة الرفيعة أو عباد الشمس (أو زراعة خليط من هذه النباتات مع المحصول الأصلي)، حيث تقوم هذه النباتات بإعتراض واستقبال حشرات المنّ الهابطة وتخليصها من الفيروسات غير الباقية/غير المثابرة قبل وصولها إلى نباتات المحصول الأصلي.
- استخدام البلاستيك الماص للأشعة فوق البنفسجية في حالة نباتات الخيار والطماطم/البندورة المزروعة في أنفاق تقلل من الإصابة بالذباب الأبيض (*Bemisia tabaci* Gennadius) ومن إصابة الطماطم/البندورة بفيروس TYLCV بالمقارنة بتلك المستخدم فيها بلاستيك عادي.
- يمكن منع وصول الحشرات الناقلة للفيروسات إلى النباتات بزراعتها تحت أقفاص مغطاه بالشاش، أو في البيوت الزجاجية أو البيوت المغطاة بسلك مانع للحشرات أو في حجرات النمو وغيرها، على أن تكون فتحات الشاش أو السلك ما بين 0.3–0.5 مم (36–50 مش). مثل هذه الزراعات تكون ضرورية في حالة إكثار النويات أو النباتات الصغيرة المتحصل عليها من مزراع الأنسجة لإستخدامها على نطاق تجاري والمحافظة عليها من التعرض لأي إصابة جديدة.
- ينصح بزراعة الأصناف النباتية ذات المقاومة الوراثية للفيروس أو الناقل أو الإثنين معاً مع الملاحظة أن النواقل المهاجرة تكون أقل استقراراً على النباتات غير المستساغة، وبالتالي قد تنتشر بعض الفيروسات غير الباقية على تلك النباتات.

2.6.2. مكافحة النواقل الأرضية

تركزت مكافحة النواقل الأرضية من نيماتودا وفطريات على تعقيم التربة بواسطة بعض الكيماويات. من الأهمية بمكان أن يتم التعرف على أنواع النواقل ويوجد حالياً عدد من الطرائق الدقيقة التي تحقق هذا الهدف خاصة مع تطوير طرائق التشخيص الجزيئي. فهناك العديد من الوسائل التي يمكن استخدامها في مكافحة النيماتودا (Barker & Koenning, 1998؛ Satapathy, 1998) مثل استبعاد وتجنب النيماتودا عن طريق الحجر الزراعي، وزراعة نباتات

خالية من تلك النواقل واتباع الدورة الزراعية مع زراعة محاصيل ليست عوائل لهذه النواقل واستخدام بعض المبيدات الكيميائية، ومكافحة الأعشاب العائلة وزراعة الأنواع النباتية المضادة للنيماتودا المستهدفة واستخدام بعض العوامل الحيوية المضادة للنيماتودا واستخدام محسنات التربة العضوية والأنواع النباتية المقاومة للنيماتودا. ويمكن استخدام المبيدات النيماتودية، إن كانت من مجموعة المدخنات أو غيرها (مثل مجموعة الالديكارب) لمكافحة النواقل النيماتودية.

أما بالنسبة للفطريات الناقة للفيروسات فإن الوسيلة الرئيسية في مكافحتها هي استخدام المبيدات الكيميائية. وعموماً فإنه بالنسبة للنيماتودا أو الفطريات الناقلة فإنه يجب الاهتمام أيضاً بالممارسات الزراعية السليمة بقدر الإمكان مثل عدم نقل تربة أو سماد عضوي ملوث إلى الأرض المرغوب الزراعة فيها وعدم نقل أجزاء ملوثة من التربة الموبوءة إلى مناطق أخرى أثناء الحرث، واستخدام شتلات خالية من كلا الناقلين، واستخدام الدورة الزراعية التي يدخل فيها نباتات غير قابلة للإصابة بأى منهما، ومكافحة الأعشاب العائلة واستخدام المبيدات الكيميائية عند الضرورة.

3.6.2. خفض أو منع الإنتشار بواسطة الإنسان

يساهم الإنسان في نشر بعض الأمراض الفيروسية من بلد إلى أخر ومن منطقة إلى أخرى وفي نقل الفيروسات ميكانيكياً من نبات إلى آخر. بالطبع فإن تطور وسائل المواصلات والاتصالات والنقل ساهمت إلى حد كبير في زيادة دور الإنسان في نقل العديد من الأمراض عبر مسافات طويلة من خلال البذور والتقاوي والمنتجات الصناعية النباتية وغيرها.

يمكن تقليل دور الإنسان في نقل الفيروسات بعدة وسائل منها:

- مراعاة سهولة إنتقال بعض من الفيروسات ميكانيكيا مثل فيروسات جنس *Tobamovirus* (التي يتبعه فيروس TMV) في الطماطم/البندورة والتبغ والفلفل وغيرها، وكذلك فيروس البطاطا/البطاطس X (PVX)، لذلك يجب مراعاة تقليل تداول هذه النباتات بقدر الإمكان ومراعاة العمليات الزراعية السليمة، وعدم التدخين أثناء شتل وزراعة الطماطم/البندورة، حيث ينتقل فيروس موزاييك التبغ من السجائر وغيرها إلى الشتلات الجديدة.
- تجنب تلوث الأيدي ومعدات الزراعة وسكاكين تقطيع درنات البطاطس/البطاطا وغيرها بأية فيروسات، ويجب تطهير الأيدي والأدوات باستخدام محلول فوسفات ثلاثي الصوديوم بتركيز 3–10% (مع مراعاة أنه كاو للأيدي) ثم الغسيل بالماء والصابون. يمكن استخدام مخلوط من الأثنين معاً وذلك بخلط لتر من الماء مع 400 غ من فوسوفات ثلاثى الصوديوم مع 200 غ من الصابون الرخو ثم يخفف المحلول بأربعة لترات من الماء. بالنسبة لبعض الأدوات

والمعدات فيمكن تطهيرها في الفرن عند درجة حرارة 180°س لمدة ساعة أو وضعها في ماء يغلى لمدة لا تقل عن 15 دقيقة.

- غمس الأيدي في اللبن الكامل الدسم أو الخالي من الدسم أو رش النباتات بأيهما أثناء عمليات شتل بعض النباتات، حيث يقلل ذلك من إنتشار فيروس TMV وباقي الفيروسات التابعة لجنس *Tobamovirus* وفيروس PVX.
- عدم دخول الدفيئات/البيوت الزجاجية أو البلاستيكية الموجود بها نباتات مصابة ثم دخول تلك المحتوية على نباتات سليمة قابلة للإصابة.
- يجب مراعاة الحيطة في عدم نقل أجزاء من التربة المحتوية على نيماتودا ناقلة للفيروسات أو أبواغ ساكنة للفطريات الناقلة للفيروسات حتى لا يتم نقل الإصابة من حقل إلى آخر أو من منطقة موبوءة في الحقل إلى باقي مناطق الحقل خلال عملية الحرث، أو بنقل الشتلات من المنطقة الموبوءة إلى حقل آخر أو إلى الدفيئات/البيوت.
- يجب الحصول على البذور ومواد الإكثار/التقاوي الخضرية من مصادر موثوق بها ويجب إتباع ارشادات الحجر الزراعي عند استيرادها، وارشادات الحجر الداخلي بمنع نقل بعض المنتجات النباتية من منطقة إلى أخرى وغيرها من التعليمات.

7.2. استخدام أصناف نباتية مقاومة للفيروس

إن أعلى درجات المقاومة هو أن يكون الصنف ذا مواصفات تجارية مرغوبة وغير قابل للإصابة (منيع)، يليه استخدام نبات صنف أو أصناف تصاب بصعوبة ودون تأثير يذكر (مقاوم)، أو صنف يصاب ولكن تأثير الإصابة عليه يكون قليلاً (متحمل). يجب الوضع في الإعتبار أن للمقاومة أو القابلية للإصابة درجات مختلفة (عالية – متوسطة – قليلة). وترجع مقاومة النبات للفيروس إلى عدة عوامل (Jones, 1998) مثل عدم مقدرة الفيروس على إحداث الإصابة، ومنع أو تأخير تضاعف الفيروس وتثبيط انتقال وتحرك الفيروسات داخل النبات ومقاومة النبات للناقل ولانتقال الفيروس منه. هناك نوع من المقاومة يطلق عليها الحساسية الزائدة (hypersensitivity)، حيث يتميز النبات المعدي بمقدرته على حصر الإصابة الفيروسية في بقع محلية دون حدوث إصابة جهازية.

بالنسبة للمناعة فهناك بعض أنواع من اللفت (*Brassica napus* L.) التي أظهرت مناعة ضد فيروس موزاييك اللفت (TuMV) (Tomlinson & Ward, 1982) وكذلك بعض أصناف الشعير ضد الإصابة بفيروس الموزاييك الأصفر للشعير (BaYMV). وهناك بعض الأمثلة الأخرى.

بالنسبة للأصناف المقاومة، فإن إمكانية إدخال الجينات الملائمة إلى الأصناف التجارية المرغوبة يقدم أحد أفضل الحلول في مكافحة الأمراض الفيروسية كما سيذكر فيما بعد. لابد من الإشارة أن صفة المقاومة العالية لأي فيروس هي صفة مؤقتة حيث أنه من المحتمل دائماً ظهور طفرات جديدة من الفيروس لديها المقدرة على كسر هذه المقاومة. في هذا المجال فإن Fraser (1992) نشر قائمة بالعلاقة بين 87 عائلاً وفيروساً وجد فيها جينات مقاومة، إلاّ أنه في 75% منها استطاعت بعض السلالات الفيروسية المستجدة كسر هذه المقاومة.

عموماً هناك عديد من النباتات المقاومة لبعض الفيروسات أمكن الحصول عليها عن طريق برامج التربية مثل بعض أنواع الفاصولياء المقاومة لفيروس الموزاييك الشائع للفاصولياء (BCMV) والذي لم تكسر فيه المقاومة لمدة 45 سنة في الولايات المتحدة الأمريكية (Zaumeyer & Meiners, 1975) وهناك عديد من النباتات المقاومة الأخرى والتي لم تكسر فيها المقاومة مثل الشوندر السكري/البنجر المقاوم لفيروس تجعد قمة الشوندر السكري/البنجر (BCTV) (Duffus, 1987) والخس المقاوم لفيروس TuMV (Duffus, 1987؛ Robbins *et al.*, 1994).

هناك نوع آخر من المقاومة، إذ أنه في حالة الفيروسات التي تصيب المحاصيل الحولية وتنتقل خلال بذورها فإن الحصول على بذور مقاومة لانتقال الفيروس عن طريقها يمثل طريقة مثلى في تحديد وتحجيم الإصابة في الحقل.

وجد جين مقاوم للإنتقال عن طريق البذور في صنف شعير أثيوبي يسمى Madja أمكن إدخاله إلى صنف جديد (Mobet) يتميز بصفات زراعية جيدة ويمتلك مقاومة كبيرة لنقل إحدى سلالات فيروس BSMV (Carroll *et al*., 1983). كذلك فإن هناك بذور خس مقاومة لإنتقال فيروس LMV عن طريقها (Hull, 2002). كما وجد بأن هناك أصناف من العدس لاينتقل فيروس موزاييك البازلاء المنقول بالبذور (PSbMV) بواسطة بذورها (قمري، 1994؛ Kumari & Makkouk, 1995).

وفي حالة عدم توفر المصدر الوراثي فيجب البحث عن أصناف أو سلالات نباتية متحملة، مع العلم أن الأصناف المتحملة قد تمثل مصدراً لإصابة عوائل أخرى، وبالتالي لا يجب زراعتها بجوار نباتات حساسة للإصابة بنفس الفيروس. بالطبع فإن الأصناف المتحملة قد تعطي محصولاً أفضل كثيراً من المحاصيل الأصلية في حالة ما إذا كانت الإصابة الفيروسية تسبب خسائر كبيرة للمحصول الأصلى وكذلك في حالة وجود عدد كبير من النباتات والأعشاب المصاحبة للمحصول والقابلة للإصابة بنفس الفيروس والتي لا يمكن التخلص منها أو إزالتها. في مثل هذه الحالات فإن الأصناف المتحملة تستخدم بدرجة كبيرة (Posnette, 1969).

وقد أجريت دراسات عديدة في مختلف البلدان العربية للحصول على مصادر نباتية مقاومة للفيروسات المختلفة. فقد وجد أن هناك 15 مدخلاً وراثياً من العدس تمتلك مقاومة لفيروس

FBNYV، ومدخلين مقاومين لفيروس التفاف أوراق الفول (BLRV)، وأربعة مدخلات مقاومة لفيروسي FBNYV و BLRV معاً، ومدخلين مقاومين لنفس الفيروسين السابقين بالإضافة إلى فيروس تقزم فول الصويا (SbDV) (قمري؛ 2002؛ Makkouk *et al.*, 2001). كما تم الحصول على 9 أصناف من الفول مقاومة لفيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء (BYMV) (Makkouk & Kumari, 1995)، و 15 صنفاً من الفول مقاومة لفيروس BLRV (Makkouk *et al.*, 2002). وبالنسبة للقرعيات فقد قام الصالح والشهوان (1996) بغربلة أصناف مختلفة من القرعيات في المملكة العربية السعودية ووجدا أن صنف الخيار دنيا وصنف القرع الرقيبى برولوفيك الطويل مقاومان للإصابة بعزلة من فيروس ZYMV. كما وجد Fegla & El-Mazaty (1981) عدة أصناف من الكوسا والبطيخ والخيار والشمام مقاومة لفيروس WMV. وتمكن Metwally وآخرون (1994) من نقل صفة المقاومة لفيروس WMV من الصنف البري *Cucurbita* sp. إلى الكوسا عن طريق التهجين وتنمية الجنين الهجين على بيئات اصطناعية. كما وجد Shawkat وآخرون (1986) أن صنف الذرة T.C.75 كان مقاوماً لفيروس موزاييك وتقزم الذرة (MDMV) في العراق، وأن بعض الأصناف الأخرى كانت متوسطة المقاومة. وقد أظهرت غربلة عدد من أصناف الفلفل وجود تفاوت في درجات مقاومتها لفيروسي PVY و TMV (El-Hammady *et al.*, 1983). تم اختبار عديد من الهجن والأصناف والأنواع البرية من الطماطم/البندورة المقاومة للإصابة الإصطناعية بفيروس TYLCV، وكان هناك تبايناً في نسب الإصابة. حيث وجد صنفان أصيبا بنسبة قليلة في حين أن النوع البري *Lycopersicon peruvianum* (L.) Mill. أظهر مقاومة كاملة تحت مختلف الظروف (El-Hammady *et al.*, 1976) وأن أصناف Hizra، Turquesa، Gc 793 كانت قليلة القابلية للإصابة (Younes, 1995). كما وجد Mazyad وآخرون (1992) أن المشمش صنف بلدي كان مقاوماً بدرجة كبيرة لفيروس جدري الخوخ/البرقوق (PPV).

8.2. استخدام نباتات مقاومة للناقلات

هناك اهتمام متزايد تجاه تربية المحاصيل التي تقاوم الحشرات كبديل عن استخدام المبيدات الكيميائية. يرجع ذلك إلى عدة عوامل منها ظهور حشرات مقاومة للمبيدات، وارتفاع تكاليف التوصل إلى مبيدات جديدة والتأثير غير المحمود للمبيدات على البيئة وعلى الأعداء الطبيعية للحشرات وعلى صحة الإنسان.

بعض النواقل لا تكون بطبيعتها آفة لنبات ما، بعكس البعض الآخر الذي قد يكون آفة ضارة مثل نطاطات الأوراق (Leaf hoppers) ونطاطات النبات (Plant hoppers) وبالتالي فإن الحصول على نباتات مقاومة لمثل هذه الآفات يمثل فائدة مزدوجة ضد الآفة والفيروس

(Jones, 1987, 1998 ؛Barker & Waterhouse, 1999). بالفعل توجد عدة أمثلة على وجود أصناف مناسبة مقاومة للمجاميع المختلفة من الحشرات (Hull, 2002). وترجع مقاومة النباتات إلى الحشرات إلى عديد من العوامل مثل عدم التفضيل non-preference والذي يرجع إلى التأثيرات المعاكسة على سلوك ونمو وتكاثر وبقاء الناقل.

وعموماً توجد بعض الآليات المتخصصة لمقاومة النبات للنواقل يمكن تلخيصها بما يلي:

- إفراز مادة لاصقة بواسطة الشعيرات الغدية في البندورة (Berlinger & Dahan, 1987)
- وجود زغب كثيف على أوراق فول الصويا (Gunasinghe *et al*., 1988) أو الحمص.
- عدم مقدرة الناقل في بعض الأحيان من التعرف على اللحاء (Shukle *et al*., 1987).
- التأثيرات على مقدرة الناقل في التعرف على موقع النبات العائل، فعلى سبيل المثال تقل زيارة حشرات المنّ للقرعيات ذات الأوراق الفضية بسبب خصائص الضوء المنعكس وبالتالي يتأخر تطور الإصابة بفيروس موزاييك الخيار لعدة أسابيع (Davis & Shifriss, 1983).

9.2. الوقاية باستخدام السلالات الفيروسية الضعيفة

لوحظ منذ فترة طويلة أن النباتات المصابة جهازياً بإحدى سلالات فيروس ما لا تظهر عليها أعراض إضافية عند إلقاحها بسلالة أخرى من نفس الفيروس (Mckinney, 1929؛ Salaman, 1933). وفي بدايات القرن الماضي ولعدة عقود استخدمت هذه الاختبارات كدليل للتعرف على السلالات التابعة لفيروس ما ومعرفة مدى القرابة فيما بينها.

تشكل هذه الظاهرة الأساس لاختبارات الوقاية باستخدام السلالات الفيروسية الضعيفة (الخفيفة) والتي تسمى بالحماية أو الوقاية المتبادلة (Cross protection). تكون ظاهرة الوقاية هذه واضحة في حالة فيروسات جنس *Nepovirus* والتي تنتج أعراض البقع الحلقية في التبغ (Walkey, 1991). لوحظ وجود حالات استثنائية لهذه الظاهرة، حيث لم تتم الوقاية عند استخدام سلالات فيروسية بينها صلة قرابة أو تكون الوقاية غير تامة (Fulton 1986؛ Matthews, 1992 ؛Gibbs & Harrison, 1976) ولذلك فإن هذه الظاهرة لم تعد تستخدم كثيراً في التعرف على الفيروسات.

استغلت ظاهرة الحماية المتبادلة في تطبيقات مكافحة السلالات الخطيرة (الشديدة) للفيروس وذلك بإلقاح النباتات أولا بسلالة ضعيفة لحمايتها من خطورة السلالة القوية لنفس الفيروس. تحدث السلالة الضعيفة بعض الأضرار ولكنها تجنب المحصول الخسائر الشديدة في الإنتاج إذا ما أصيبت فيما بعد بسلالة شديدة (Walkey, 1991 ؛Matthews, 1992).

أول استخدام لهذه التقنية على مستوى تجاري كان في محصول الطماطم/البندورة في الدفيئات/الصوبات بواسطة العالم Rast (1972، 1975) بهولندا وذلك بإنتاج سلالات خفيفة كطفرات من فيروس TMV (بواسطة العامل المطفر حمض النيتروز). وقد تم استخدام هذه السلالات على نطاق واسع في هولندا وبريطانيا من قبل المزارعين في بداية وأواسط السبعينيات من القرن العشرين (Fletcher, 1978). ولوحظ نتيجة لذلك أن إنتاج الطماطم/البندورة في الدفيئات قد ازداد بنسبة 15% في هولندا، و 7% في بريطانيا (Upstone, 1974). وحديثاً تم استبدال هذه التقنية بزراعة أصناف طماطم/بندورة مقاومة لفيروس TMV.

وفي التطبيقات العملية تحت ظروف الحقل فهناك بعض الأمثلة الناجحة مثل استخدام سلالات خفيفة (ضعيفة) لفيروس CTV موجودة في الطبيعة (لا تنتج أي أعراض على محصول الحمضيات) لحماية الحمضيات في ولاية فلوريدا بأمريكا من السلالات الخطيرة لهذا الفيروس (Cohen, 1976)، كما تم الحصول على حماية مشابهة لذلك في البرازيل عندما قام مولر وكوستا (Muller & Costa, 1977) بإعداء نباتات الجريب فروت والبرتقال واللايم بالسلالات الخفيفة لفيروس CTV (Fulton, 1986؛ Walkey, 1991).

ومن الأمثلة الأخرى الناجحة في هذا المجال هو فيروس ZYMV الذي يصيب العديد من النباتات القرعية، وقد أمكن حماية العديد من تلك النباتات ضد السلالة القوية بإعدائها بالسلالة الضعيفة التي كانت فعالة في توفير درجة عالية من الحماية في مناطق البحر الأبيض المتوسط وغيرها. هناك بعض الطرائق التي تستخدم في القاح النباتات بالسلالات الضعيفة ومن المفضل أن يتم ذلك عن طريق الرش تحت ضغط، ويستخدم في ذلك بندقية الرش (Spray gun).

توجد عدة تفسيرات لأليات الوقاية باستخدام السلالات الضعيفة للحماية من السلالات الخطيرة لنفس الفيروس (Bos, 1999؛ Hull, 2002) ومنها:

1) التنافس على مواقع الاستنساخ (التكاثر) – عندما تحتل المواقع المتوفرة لتكاثر الفيروس بواسطة السلالة الضعيفة أولاً فإن السلالة الخطيرة قد لا تكون قادرة على توطيد نفسها في هذه المواقع. ففي هذه الحالة تستحوذ السلالة الضعيفة على كل أو معظم مكونات العائل النباتي التي تدخل في تصنيع إنزيمات تكاثر خاصة بها ولا تترك شيئاً أوتترك شيئاً ضئيلاً للسلالة الخطيرة. وبذلك قد يتم منع تكاثر السلالة الخطيرة أو تتكاثر بكمية قليلة لا تؤثر كثيراً على نمو وإنتاج النبات.
2) حدوث نقص في مواد أستقلابية (أيضية) ضرورية – حيث تقوم السلالة الضعيفة بإستعمال المواد الاستقلابية الضرورية التي تحتاجها السلالة الخطيرة. يعتقد بأن هذه الآلية لا تحصل في الغالب لأن كل الفيروسات تصنع من نفس مجموعة الأحماض الأمينية والنكليوتيدات، ولذلك فإن حجز المواد الأيضية لا يعتبر سبباً مقنعاً لهذه الظاهرة ولأنه في النباتات جيدة

النمو فإن كمية الفيروس المتكون ربما لا تكون محددة بتوفير الأحماض الأمينية أو النيكليوتيدات داخل الخلايا.

3) منع فصل الغطاء البروتيني عن الحمض النووي للسلالة الخطيرة – هذه الفكرة هي الأكثر قبولاً الآن. وهي أن الغطاء البروتيني للسلالة الضعيفة (الواقية) الموجودة أصلاً داخل الخلايا يمنع فصل الغطاء البروتيني عن الحمض النووي للسلالة الخطيرة (المتحدية) أو يعمل على تغليف حمضها النووي مباشرة عندما يتم فصل الغطاء البروتيني عنه.

4) احتباس سلاسل RNA للسلالة الخطيرة – تعتمد هذه الفرضية على أن سلاسل الحمض النووي الريبي الموجب (+RNA) للسلالة الضعيفة الموجودة من قبل داخل الخلايا ترتبط بسلاسل الحمض النووي الريبي السالبة (RNA الشقيق) المنتجة في البداية للسلالة الخطيرة فتعمل على حبسها ومنع تكاثرها اللاحق. ومن المعروف في المجال التطبيقي بأن السلالة الضعيفة (والتي يطلق عليها أيضاً اسم السلالة الواقية (Protecting strain) يجب أن يتوافر فيها مجموعة من الصفات المميزة حتى يمكن استخدامها للحماية تحت ظروف الحقل و أهم هذه الصفات هي:

- تسبب أعراضاً أقل من العزلات الشائعة والموجودة في الحقل وأن تكون أعراضها ضعيفة على جميع عوائلها، وعديمة التأثير أو ذات تأثير ضعيف جداً على المحصول.
- تصيب جهازياً أنسجة النباتات المختلفة حتى تحمى جميع تلك الأنسجة من السلالة الشديدة.
- أن تكون ثابتة وراثياً ولا تتحول إلى سلالة شديدة مع مرور الوقت.
- أن تكون عديمة أو ضعيفة الإنتشار بالكائنات الناقلة حتى لا تنتشر إلى محاصيل أخرى بالحقول المجاورة.
- توفر الحماية ضد أكبر عدد ممكن من العزلات الشديدة.
- أن تتميز بسهولة الحصول عليها، ولايلزم لإجراء العدوى بها تحت ظروف الحقل أجهزة مرتفعة الثمن بحيث تتم العدوى ببساطة وبدون تكاليف مرتفعة.

1.9.2. كيفية الحصول على السلالة الضعيفة

يمكن الحصول على السلالة الضعيفة بعدة طرق أهمها:

1) الاختلافات الموجودة طبيعياً – قد تتواجد نباتات أو أشجار مصابة وعليها أعراض خفيفة وسط أخرى عليها أعراض شديدة. كما أن الفحص السيرولوجي قد يظهر تواجد فيروسات في بعض النباتات دون وجود أعراض عليها. مثل هذه السلالات يتم اختيارها واجراء الاختبارات اللازمة عليها.

2) عند إجراء الالقاح الإصطناعي ببعض السلالات فقد تعطى أحداهما بقعاً موضعية خفيفة، وفي مثل هذه الحالات يمكن اختيار بقعة واحدة وعزل السلالة منها واخضاعها للاختبارات اللازمة.
3) اختيار بقعة موضعية واحدة من بين البقع الناتجة عن العدوى بسلالة ما ومعاملتها بالحرارة أو البرودة أو ببعض المواد المطفرة (مثل حمض النيتروز) ثم إعادة الإلقاح واختيار بقعة واحدة وعزل السلالة منها.

بعد اختيار العزلة فإنه يجب تقييمها تحت ظروف متحكم فيها لدراسة الأعراض التي تعطيها على العائل الأساسى والعوائل الأخرى وتأثيرها على المحصول، ومدى مقدرتها على توفير الحماية (ضد أكبر عدد ممكن من العزلات القوية السائدة) تحت الظروف البيئية المختلفة وبوسائل وطرائق نقل مختلفة مثل التطعيم والحشرات وغيرها.

قبل توزيع مثل هذه السلالات المختارة على المزراعين فإنه يجب اختبار نقاوة السلالة وطرق حفظها ودراسة كل ما يتعلق بها. يتم إنتاج وإكثار السلالة المرغوبة تحت ظروف متحكم فيها. ويتم اختبارها سيرولوجيا للتأكد من عدم تلوثها بأية سلالة أخرى أو فيروس آخر.

تجري العدوى بغمس الشتلات في معلق يحتوي على السلالة الضعيفة بتركيز مناسب أو بالرش تحت ضغط عال. إذا كانت هذه الشتلات ستسلم للمزارعين فيجب الإنتظار حتى تغزو السلالة جميع انسجة الشتلة (تحت ظروف متحكم فيها ومعزولة لا تسمح بإصابة الشتلة بأية إصابات آخرى) وذلك لضمان الحماية الكاملة للشتلة من السلالات القوية.

2.9.2. مخاطر استخدام الحماية المتبادلة

هناك بعض المخاطر لاستخدام الحماية المتبادلة في مكافحة الفيروسات والتي نلخصها بالتالي:

- قد لايمكن توفير الحماية الكاملة أو انهيارها.
- تسبب السلالة الضعيفة خسائر مؤكدة (ولكنها تكون منخفضة) بنسبة 5-10%.
- النباتات المصابة بالسلالة الضعيفة قد تعمل كمصدر لعدوى عوائل آخرى أكثر حساسية محدثة خسائر كبيرة.
- قد تتحول السلالة الضعيفة إلى سلالة أكثر شدة داخل بعض العوائل وتحت ظروف الحقل غير المتحكم فيها.
- قد تحدث خسائر كبيرة في حالة الإصابة المختلطة مع بعض الفيروسات الأخرى نتيجة للتأثير المشترك (Synergestic effect) لها مع تلك الفيروسات.

- قد يتحد مجين السلالة الضعيفة مع فيروس آخر (إعادة التوليف الوراثي) مما قد يؤدي إلى ظهور فيروس جديد شديد الخطورة.
- في حالة المحاصيل الحولية فإن إدخال السلالة الضعيفة يحتاج إلى عناية خاصة.
- قد تكون التقاوي أو البذور المستخدمة مصابة أصلاً ببعض السلالات الشديدة.

10.2. الوقاية عن طريق إنتاج نباتات محورة وراثياً بجينات فيروسية المنشأ

شهد علم الفيروسات الجزيئي تقدماً في الثلاثة عقود الماضية، وصاحب ذلك تقدّم هائل في مجالات الهندسة الوراثية وما وفرته هذه التقنية من مقدرة على تخليق جينات جديدة ونقل جينات أو جزء منها من كائن إلى آخر وجعل هذه الجينات المدمجة في جينوم/مجين الكائن المحور تعبر وراثياً وكأنها جزء من التركيب الوراثى للكائن المحور. استغلت هذه المعرفة الهائلة والمتنامية في استحداث عدد من التطبيقات في المجال الزراعي من أبرزها إنتاج أصناف من بعض المحاصيل الزراعية تعرف بالنباتات المحورة أو المعدلة وراثياً وذلك بغرض اكساب هذه النباتات بعض الخصائص المرغوب فيها كتحمل كميات أكبر من مبيدات الأعشاب أو مقاومة بعض الحشرات أو الفيروسات ومن أهم المحاصيل الزراعية التي شملتها هذه التقنية عند بداية تطبيقها هي القطن وفول الصويا والذرة والطماطم/البندورة وبعض النباتات الزيتية، وتوسعت هذه الزراعة في السنوات الأخيرة حيث بلغت المساحات المزروعة بمحاصيل محورة وراثياً في العالم خلال 2007 أكثر من 120 مليون هكتار، وخاصة في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا والصين والهند والأرجنتين والبرازيل والمكسيك وجنوب أفريقيا. وصاحب ظهور وإنتشار هذه التقنية كثير من الجدل والمواقف المتباينة في الأوساط العلمية والحكومية وبين المزارعين والمستهلكين ومنظمات حماية البيئة بالإضافة إلى الشركات المنتجة لهذه النباتات حول الفوائد والأضرار الناجمة وإجراءات الأمان الحيوي والتشريعات الواجب إتباعها. للإطلاع على مزيد من المعلومات حول هذا الموضوع الذي يمكن أن يكون له أثر كبير على الزراعة في العالم وعلى التجارة الدولية يمكن الرجوع إلى التقرير الذي أعده فريق مشترك من البُحاث في أكاديميات العلوم لست دول بالتعاون مع الجمعية الملكية للعلوم في لندن (Anonymous, 2000a) والذي تناول إيجابيات وسلبيات زراعة المحاصيل المعدلة جينياً ودورها في توفير الغذاء في العالم.

وفيما يتعلق باستعمال هذه التقنية في إنتاج نباتات مقاومة للفيروسات فلقد أوضحت الدراسات منذ أوائل الثمانينات أن إدماج جين أو عدد من الجينات أو جزء من الحامض النووي من الفيروسات في جينوم النبات يؤدي إلى تثبيط أو إبطاء تكاثر أو حركة هذه الفيروسات دون التأثير على الوظائف الرئيسية للنبات المحور (Beachy, 1993؛ Hull, 2002). ويعرف هذا النوع من المقاومة للفيروسات التي يكتسبها النبات بالمقاومة المستمدة من الكائن الممرض

(Sanford & Johnston, 1985 ؛Hull, 2002)، ومنذ أن تمكن Powell وآخرون (1986) من إنتاج نباتات تبغ مقاومة لفيروس TMV عن طريق دمج جين بروتين غطاء الفيروس في هذه النباتات فإنه توالت وتطورت هذه الدراسات وأدت إلى إنتاج أصناف من محاصيل زراعية عديدة مقاومة لفيروسات تابعة لأجناس مختلفة من بينها: *Alfamovirus*، *Cucumovirus*، *Potyvirus*، *Potexvirus*، *Tobamovirus*، *Tobravirus*، *Tymovirus*. وفيما يلي عرض موجز لبعض استراتيجات التحوير الوراثي التي استغلت في إنتاج نباتات مقاومة للفيروسات:

1) مقاومة متأتية بدمج جين بروتين غطاء الفيروس – طبقت هذه الاستراتيجية للحصول عل نباتات مقاومة للفيروسات في محاصيل زراعية مختلفة وهى من أكثر الإستراتيجيات استعمالاً لإنتاج نباتات مقاومة إذ جرى دمج جينات بروتين الغطاء لأكثر من 35 فيروساً مختلفاً (Hull, 2002).

وهذه المقاومة المتحصل عليها بهذه الطريقة هي في واقع الأمر محاكاة لظاهرة الحماية المتبادلة غير أنه في هذه الحالة تم تحقيقها بواسطة تقنية الهندسة الوراثية. وكثيراً ما يلاحظ في هذا النوع من المقاومة نقص واضح في عدد وحجم البقع الشاحبة والبقع الميتة وتأخر في ظهور أعراض الإصابة كما هو الحال في النباتات المقاومة لفيروس CMV نتيجة دمج تحت المجين 4 (sub genomic RNA4) (Cuozzo *et al.*, 1988) والنباتات المقاومة لفيروس AMV نتيجة دمج RNA4 (Loesch-Fries *et al.*, 1987)، وفي حالات أخرى تكون النباتات المحورة على درجة أعلى من المقاومة كما هو الحال في فيروس CTV في الجريب فروت (Anonymous, 2002b؛ Yang *et al.*, 2000). وفي أشجار البابايا المقاومة لفيروس التبقع الحلقي للبابايا/الباباظ (PRSV) (Gonsalres *et al.*, 2004).

وبصورة عامة تكون المقاومة المتأتية من هذه الطريقة فعالة ضد الفيروسات أو السلالات القريبة من السلالة التي أخذ منها جين بروتين الغطاء، وأقل فعالية ضد الفيروسات الأقل قرابة، كما في حالة الفيروسات التابعة لفصيلة *Potyviridae* مثلاً وهي من العائلات المهمة من حيث أعداد الفيروسات التي تسبب أمراضاً اقتصادية في محاصيل زراعية مختلفة. فلقد وجد أن النباتات المحورة بمورث بروتين الغطاء لأي من فيروسات هذه الفصيلة تكتسب مقاومة ضد فيروسات أخرى من نفس الفصيلة (Beachy, 1993) فالغطاء البروتيني لفيروس موزاييك فول الصويا (SMV) في نباتات التبغ يجعل هذه النباتات مقاومة أيضاً للفيروسات التالية من نفس الفصيلة: فيروس تحفر التبغ (TEV)، فيروس تبرقش الفلفل (PepMoV)، وفيروس PVY.

ومن الأراء التي كثيراً ما تقدم لتفسير الألية التي على أساسها تصبح النباتات المحورة بجين بروتين الغطاء مقاومة للفيروسات هو أن هذا البرويتن المشفر في النباتات المحورة يثبط مرحلة مبكرة في دورة تضاعف الفيروسات قد تكون نزع الغلاف البروتيني من جسيمات الفيروس

المهاجم، بدليل أنه عندما يتم إلقاح النباتات المحورة بالحمض النووي الريبي للفيروس بدلاً من الفيروس الكامل تفقد هذه النباتات وكذلك خلايا البروتوبلاست (Protoplast) المأخوذة منها صفة المقاومة (Beachy, 1993)، غير أنه وفي حالات أخرى وجد أن إحداث الإصابة بالحمض النووي الريبي لم يؤدي إلى أي إصابة للنبات، كما تشير الدراسات في حالات أخرى إلى أن بروتين الغطاء ليس هو الذي يعمل مباشرة في جعل النبات مقاوماً للفيروس وإنما الحمض النووي الريبي المنسخ من الجين المدمج (Hull, 2002).

كل هذا يدل على أن سبب المقاومة قد يختلف بإختلاف نوعية النبات والفيروس وأن هناك عوامل متغيرة تختلف بإختلاف كل حالة، فنباتات البطاطس/البطاطا مثلاً المحورة ببرويتن الغطاء لفيروس PVX تحتفظ بمقاومتها حتى عند إلقاحها بالحمض النووي الريبي العاري للفيروس (Gadani *et al.*, 1990 ؛Hemenway *et al.*, 1988).

2) مقاومة متأتية عن دمج جينات بروتينات فيروسية أخرى غير بروتين الغلاف – بالإضافة إلى جين بروتين الغلاف هناك حالات اكتسبت فيها النباتات المحورة وراثياً صفة المقاومة نتيجة دمج الجين الخاص بإنزيم النسخ Polymerase والتي تعرف بالمقاومة الناتجة عن إنزيم النسخ (replicase- mediated resistance).

وفي حالات أخرى أمكن الحصول على نباتات مقاومة للفيروسات نتيجة دمج طفرة لبرويتن الحركة مما يؤدى إلى عرقلة إنتشار الفيروس في النبات بدل التأثير على عملية التكاثر ومثال ذلك إنتاج بطاطس/بطاطا مقاومة لفيروس التفاف أوراق البطاطس/البطاطا (PLRV) عن طريق دمج طفرة لجين بروتين الحركة للفيروس (McGlouglin & Burk, 2000).

3) مقاومة ناتجة عن دمج حمض نووي ريبي تابع (Satellite RNA) – استعملت هذه الطريقة للحد من تكاثر الفيروس المستهدف أو إضعاف شدة المرض الذي يسببه، وذلك حسب حالة كل فيروس مساعد والحمض النووي الريبي التابع له (Gadani *et al.*, 1990). طبقت هذه الاستراتيجية في إنتاج نباتات مقاومة لفيروس CMV وفيروس التبقع الحلقي للتبغ (TRSV). بالطبع فإن هذه الطريقة لإنتاج نباتات مقاومة للفيروسات تنحصر في الفيروسات التي لها أحماض نووية ريبية تابعة يمكن أن تؤثر على تكاثر الفيروس المساعد أو تضعف من شدة المرض الذي يسببه.

4) مقاومة ناتجة عن دمج الحمض النووي الريبي السالب – يعمل الحمض النووي الريبي السالب عند نسخه في النبات المحور على تثبيط تكاثر الفيروس ويكون ذلك في الغالب إما بإرتباطه بالحمض النووي الريبي للفيروس المهاجم مباشرة وحدوث ما يعرف "بالتهجين"

(hybridization) أو ارتباطه بالحمض النووي الريبي الرسول (mRNA) معرقلاً دوره في عملية إنتاج البروتينات داخل الخلية المصابة.

واستعملت هذه الطريقة في إنتاج نباتات مثل التبغ والطماطم/البندورة المقاومة لبعض الفيروسات من بينها TMV، CMV، وفيروس الموزاييك الذهبي للبندورة/الطماطم (TGMV) (Gadani *et al.*,1990). وقد تتطور هذه التقنية مستقبلاً لتستعمل في علاج النباتات المصابة بالفيروسات أو مايعرف بالعلاج الجيني (gene therapy).

1.10.2. تطبيقات تقنية النباتات المحورة وراثياً لمقاومة الأمراض الفيروسية

استفاد كثير من المزارعين في مناطق مختلفة من العالم من هذه التقنية في مقاومة بعض الأمراض الفيروسية والتي تسبب عادة خسائر كبيرة لزراعاتهم ويصعب في كثير من الأحوال مكافحتها بالطرق التقليدية المعتادة.

ومن بين المحاصيل الزراعية التي شملتها هذه التقنية وسمح بتوزيعها في عام 1994 على نطاق تجاري بالولايات المتحدة الأمريكية هو صنف من القرع الأصفر (Yellow crook neck squash) أنتجته شركة Asgrow للبذور وعرضته في الأسواق تحت اسم Freedom 11 على أساس أنه مقاوم لفيروسي ZYMV و WMV نتيجة دمج جين بروتين الغطاء في هذا الصنف المحور. ويوجد حالياً في الأسواق أصناف من القرع والبطيخ تحمل جينات بروتين الغطاء ومقاومة للفيروسات التالية: CMV، SqMV، WMV، ZYMV وفيروس التبقع الحلقي للفلفل (PepRSV).

ومن الأمثلة التي كثيراً ما تساق للإستدلال على نجاح تطبيق هذه التقنية هو مقاومة فيروس PRSV بجزر هاواي بالولايات المتحدة الأمريكية. كانت زراعة أشجار فاكهة البابايا منتشرة في جزيرة أواهو (Oahu) ثم توقفت في الخمسينات من القرن الماضى نتيجة للأضرار المدمرة التي سببها الفيروس، فانتقلت زراعة هذه الأشجار في الستينات إلى جزيرة هاواي، ثم ما لبث أن انتشر الفيروس في هذه الجزيرة أيضاً وأوشك بحلول عام 1994 أن يقضي على زراعة البابايا فيها كلية لو لم تفلح جهود مجموعة من الباحثين من عدة مؤسسات في إنتاج صنف من البابايا مقاوم للفيروس، وذلك بدمج جين بروتين الغطاء للفيروس وأطلق على هذا الصنف اسم Rainbow وسمح بتوزيعه تجارياً عام 1998 (Gonsalres *et al.*, 2004) ولوحظ أن هذا الصنف احتفظ بمقاومته للفيروس حتى عند زراعته في بساتين بابايا قديمة ومصابة بالفيروس. نتيجة للنجاح الذي حققته هذه التقينة في مقاومة فيروس PRSV في هاواي أقبلت عدة دول أخرى في المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية والتي تهتم بزراعة هذه الأشجار على نقل هذه التنقية إلى بلادها كالبرازيل وتايلاند وجمايكا. ولهذا يرى البعض أن البحوث والتجارب التي تعاونت عدة

مؤسسات علمية على القيام بها وأفلحت في تطوير أصناف من أشجار البابايا مقاومة لفيروس PRSV وبدون أى استثمارات من الشركات الكبيرة تشكل نموذجاً مناسباً يحتذى به لتطبيق هذه التقنية في البلاد الأقل نمواً.

ويمثل محصول البطاطس/البطاطا نموذجاً آخراً من المحاصيل الزراعية التي تصاب بعدد كبير من الفيروسات المختلفة ولأن طرق التربية لإنتاج أصناف مقاومة للفيروسات بطيئة، لهذا اتجه الإهتمام إلى استغلال تقنية التحوير الوراثي في تطوير نباتات بطاطس/بطاطا مقاومة لبعض الفيروسات وقد تمكن باحثون في معهد Max Plank من إنتاج نباتات بطاطس/بطاطا محورة وراثياً بطفرة لجين بروتين الحركة لفيروس PLRV ووجدوا أن نباتات البطاطس/البطاطا المحورة بهذه الطريقة لم تكن مقاومة لهذا الفيروس فحسب بل مقاومة أيضاً لفيروسي PVY و PVX (McGlouglin & Burk, 2000) وهذه المقاومة لفيروسات مختلفة في نفس النبات تعزى إلى منع أو إبطاء حركة إنتشار الفيروس في النبات المحور بجين بروتين الحركة "الطافر".

وفي الفترة من 1996–1997 طورت شركة Monsanto صنف البطاطس/البطاطا Russet Burbank ليكون مقاوماً لفيروس PLRV، وذلك بدمج العامل الوراثي المزدوج الذي يرمز له ORF1/ORF2. ولوحظ أن نباتات البطاطس/البطاطا المحورة بهذه الطريقة لا تصاب بالفيروس حتى عند أعدائها في طور مبكر من نموها. وقد قامت شركة Monsanto عام 1998 بالإنتاج التجارى لصنف من هذه البطاطس/البطاطا المحورة وراثياً اطلقت عليه اسم New leaf Plus مقاوم لكل من فيروس PLRV ولحشرة خنفساء البطاطس/البطاطا (نتيجة دمج جين آخر في هذا الصنف هو Bt gene من البكتيريا) وأدت زراعة هذا الصنف من البطاطس/البطاطا بشمال غرب الولايات المتحدة الأمريكية إلى الإستغناء كلياً عن استعمال المبيدات الكيميائية سواء لمقاومة حشرة خنفساء البطاطس/البطاطا أو حشرات المنّ الناقلة لفيروس PLRV. غير أن هذه الشركة أوقفت في عام 2001 توزيع هذا الصنف نتيجة امتناع مصانع مستحضرات البطاطس/البطاطا على قبول البطاطس/البطاطا المعدلة وراثياً ويرجع ذلك في الغالب إلى عدم إقبال المستهلكين على شرائها.

2.10.2. أخطار استخدام تقنية النباتات المحورة وراثياً في إنتاج أصناف مقاومة للفيروسات

من الواضح أن هذه التقنية أعطت المزارعين في بعض البلدان إمكانات إضافية هامة للحد من الخسائر التي تسببها الأمراض الفيروسية. غير أن هناك كثيراً من الجدل والآراء المتضاربة فيما يتعلق بالأخطار المحتملة جراء زراعة هذه المحاصيل المعدلة وراثياً. ويلاحظ في كثير من الأحيان أن الآراء التي تثار تتباين حسب مصالح أو انتماءات الجهة صاحبة الرأي، وقد يكون

التقرير الذي سبق الإشارة إليه والمعد من قبل عدد من المتخصصين في أكاديميات العلوم في العالم (Anonymous, 2000a) أقرب ما يكون إلى الواقعية والطرح العلمي المحايد.

كما يلاحظ أنه بالمقارنة بأعداد البحوث الكثيرة التي أجريت وحجم المعرفة التي تجمعت على مدى ثلاثة عقود من الزمن فيما يتعلق بتكوين النباتات المحولة وراثياً ومدى فعاليتها في مقاومة الفيروسات بإتباع استراتيجيات مختلفة، فإن هناك نقصاً واضحاً في الدراسات التي يمكن أن تلقى شيئاً من الضوء على الأخطار المحتملة أو تقييم الأضرار التي قد تنجم نتيجة تطبيق هذه التقنية خصوصاً على المدى الطويل من الاستعمال المتواصل للمحاصيل الزراعية المحورة وراثياً. ومن الأخطار التي لا يمكن تجاهلها أو التقليل من أهميتها حتى من قبل الشركات المنتجة للنباتات المعدلة وراثياً هو احتمال ظهور سلالة او سلالات لفيروس أشد خطورة من السلالة المتواجدة في الطبيعة نتيجة استعمال النباتات المحورة بجين الغطاء البروتيني، فإذا ما أصيبت هذه النباتات بفيروس آخر من نفس الجنس أو الفصيلة يمكن أن يتم تغليف هذا الفيروس المهاجم ببروتين الغطاء المشفر في النبات المحور، ويطلق على هذه الظاهرة التغليف ببروتين مخالف (Hetero-encapsidation) و "الهجين" المتكون بهذه الطريقة قد يكون أشد خطورة من السلالة الأصلية المتوطنة في المنطقة ؛ كأن يكتسب القدرة على الإنتشار داخل العائل بكفاءة أعلى أو القدرة على إصابة عدد أكبر من العوائل أو الإنتقال بالحشرات. ومثال على ذلك الحالة التي اكتشفت في فيروس ZYMV (Ranelonandro, 2000) إذ اكتسبت سلالة منه لا تنتقل أصلاً بحشرات المن القدرة على الانتقال بهذا النوع من الحشرات نتيجة إصابة هذا الفيروس لنباتات محورة بجين بروتين الغطاء لفيروس PPV.

هناك دراسات تهدف إلى محاولة منع أو تقليل حدوث ظاهرة التغليف ببروتين مخالف وذلك بإجراء بعض التعديلات الجينية على الجين الخاص بالغطاء البروتيني قبل دمجه في النبات المحور (Ranelonandro, 2000). ومن الأخطار التي كثيراً ما تثار حتى في وسائل الإعلام العامة هو انتقال أو تسرب الجين المدمج من النبات المحور إلى نباتات عادية سواء كانت محاصيل زراعية أو نباتات برية.

وهناك أيضاً ظاهرة التآزر/التعاون (Synergism) والتي تحدث طبيعياً عند إصابة النبات بأكثر من فيروس (إصابة مختلطة)، إذ قد يحدث شيئ من هذا القبيل بين الجين أو الجينات الفيروسية المدمجة في النبات المحور وفيروس آخر يصيب نفس النبات. ومن الأخطار ما يذكر في بعض الأحيان من احتمال سمية بعض المنتجات النباتية المحورة أو إحداثها لشيء من الحساسية عند بعض الناس، وقد يتم التغلب على ذلك مستقبلاً بإنتاج نباتات محورة ينسخ فيها الجين المدمج في المجموع الخضري للنبات وليس في الثمار التي تستهلك من قبل الإنسان أو الحيوان.

3.10.2. نقل تقنية النباتات المقاومة للفيروسات بالتحوير الوراثي إلى البلدان العربية

لكي تتمكن البلدان العربية من الإستفادة من هذه التقنية يتوجب عليها وبصورة عامة دعم أجهزتها العلمية وكوادرها الفنية وتدريب علمائها وفنييها في مجالات التقاني البيولوجية ومتابعة التقدم والتطور الذي يحصل في هذا المجال، كما يتوجب عليها أن تعمل على وضع التشريعات واللوائح التي تنظم شؤون نقل واستعمال هذه التقنية وأن يكون لديها الأجهزة الفنية الفعالة التي تستطيع أن تتابع وتراقب زراعة النباتات المحورة جينياً في بلادها وما قد ينجم عن زراعتها من أضرار بالبيئة أو الصحة العامة. ومن الضروري الإشارة هنا بأن النباتات المحورة وراثياً ومقاومة لفيروس ما في منطقة من العالم ليس من الضروري أن يكون لها نفس الفاعلية إذا ما أدخلت إلى منطقة أخرى، ولهذا فإن نقل هذه التقنية يستدعى أن تتم باستعمال جينات مأخوذة من الفيروسات المتواجدة في البلد أو المنطقة ودمجها في مجين الأصناف المحلية من المحاصيل الزراعية المراد حمايتها من هذه الفيروسات، وهنا تكمن ضرورة توفر حد أدنى من القدرات العلمية والفنية على المستوى المحلي.

ويكون من المفيد جداً لتحقيق الأهداف المنشودة في هذا المجال إيجاد نوع من التعاون والتنسيق بين بعض المؤسسات العلمية في البلدان العربية، وكذلك بينها وبين مؤسسات مماثلة أو مراكز بحوث في بعض البلدان الأجنبية التي لها خبرة في هذا المجال.

ومن الأمثلة الناجحة في المنطقة العربية، معهد الهندسة الوراثية (AGERI) بمركز البحوث الزراعية بمصر الذي قطع شوطاً كبيراً في هذا المجال، إذ بدأ منذ أوائل التسعينات في القرن الماضي وبالتعاون مع العديد من الهيئات المحلية والأجنبية في العمل على إنتاج عديد من النباتات المحورة وراثياً والمقاومة لبعض الفيروسات وبعض الممرضات والآفات الأخرى وللإجهاد البيئي. ومن النباتات التي إنتجها لمقاومة بعض الفيروسات، نباتات كوسا (صنف اسكندراني) معدلة وراثياً لمقاومة فيروس ZYMV، وطماطم/بندورة مقاومة لفيروس TYLCV ونباتات موز لمقاومة فيروس BBTV و CMV.

11.2. استخدام الكيماويات

في الوقت الذي سجلت فيه المواد الكيميائية نجاحاً كبيراً في مكافحة العديد من الأمراض الفطرية والبكتيرية فإنه لم يحدث تقدم يذكر في مكافحة الأمراض الفيروسية بتلك الطريقة. يرجع ذلك أساساً إلى طبيعة تطفل تلك المسببات حيث تحتاج الفطريات والبكتيريا إلى مواد غذائية تحصل عليها من العائل وبالتالي فإنها تتأثر بوجود أي مادة مثبطة (بتركيز لا يضر العائل). أما بالنسبة للفيروسات فنظراً لأنها لا تحتاج إلى مواد غذائية، وأن تطفلها ينحصر في احتياجاتها للمواد

اللازمة لتضاعفها مع اعتمادها على ميكانيكية العائل في تمثيل مكوناتها من أحماض نووية وبروتينات لذلك فإن أى مادة تستخدم للتأثير على تمثيلها لمكوناتها سوف تؤثر أيضاً على تمثيل البروتين والأحماض النووية الخاصة بالعائل أيضاً، وهذا يمثل مشكلة تتطلب وقتاً طويلاً لايجاد حل لها. إلاّ أن هناك تقدماً في هذا المضمار، ويتركز حالياً في مكافحة الفيروسات التي تصيب الإنسان.

اتجهت الأبحاث منذ فترة طويلة (El-Hammady, 1969؛ Kiraly *et al.*, 1967) إلى استخدام سيتوكينيات ومعاملات تساعد العائل على زيادة تمثيله لاحتياجاته من البروتين والأحماض النووية، وبالتالي يقل تواجد المواد الأولية اللازمة لتضاعف الفيروس (أحماض أمينية حرة وقواعد نيتروجينية حرة) مما يعمل على تقليل الإصابة. نجح الكينيتين والبنزيل ادنين وغيرها من السيتوكينينات في تقليل الإصابة في بعض الحالات، ولم تنجح في البعض الآخر حيث كان تأثيرها متوقفاً على العائل والفيروس والعلاقة بينهما والتركيز المستخدم. استمراراً لهذا الاتجاه فإن بعض مشتقات القواعد البيورينية والبريميدينية قد استخدمت على نطاق واسع نسبياً (Dawson & Boyd, 1987)، وقد اثبتت بعض المشتقات البيورينية مثل ازاإيميدازول (azaimidazole) تثبيطًا ملحوظاً لبعض الفيروسات ولكن بدرجة أقل من 8- أزاجوانين (8-azaguanine). كما أن معاملة نباتات التبغ/الدخان بمركب فيرازول (ribavirin) virazole قللت أو منعت الإصابة الجهازية بفيروس الذبول المتبقع للبندورة/للطماطم (TSWV) (de Fazio *et al.*, 1980) كما قللت تركيز فيروسي CMV و AMV في مزارع الأنسجة. يضاف إلى ذلك أن معاملة بعض النباتات ببعض الكائنات الدقيقة المحفزة لمنظمات النمو قد أدى إلى حد ما إلى التغلب على الإصابة الفيروسية، فمثلاً عندما استخدمت ريزوباكتيريا (rhizobacteria)، التي تساعد على زيادة النمو الخضري، فإنها قللت من شدة إصابة نباتات الطماطم/البندورة بفيروس موزاييك البندورة/الطماطم (ToMV) (Murphy *et al.*, 2000) وبالتالي فإنه ينصح باستخدامها في برامج المكافحة المتكاملة لهذا الفيروس في الطماطم/البندورة.

كذلك فإن معاملة المجموع الخضري لبعض النباتات ببعض منظمات النمو قد أعطى نتائج مشجعة وقد ساعد حمض الجيبريليك (gibberellic acid) على تنشيط نمو النباتات وقلل من تاثير الإصابة وعمل على زيادة المحصول. ويجدر الإشارة إلى أن زيادة التسميد النيتروجيني يمكن النباتات في بعض الحالات من إخفاء أعراض الإصابة الفيروسية دون تقليل تركيز الفيروس داخل النبات.

هناك بعض المواد الكيميائية الطبيعية التي تتواجد في النباتات أو الحيوانات وتؤثر بطريقة وبأخرى على الفيروسات (El-Hammady & El-Afifi, 1980). يوجد في أوراق العديد من النباتات وفي عصارة بعض أنواع الفاكهة بعض المواد المثبطه للفيروس. هذه المواد قد تكون ذات أثر على فيروس ما في عائل معين ولكنها تكون عديمة الأثر ضد نفس الفيروس في عائل

آخر. كذلك ففي بعض الحالات يكون العصير المستخلص من نبات معين له أثر على تثبيط تضاعف الفيروس في نبات من نوع آخر في حين لا يؤثر على تضاعف نفس الفيروس في عائله الأصلة الذي استخلص منه. عموماً فإن هذه المواد المستخلصة من النباتات المختلفة تظهر بعض التأثير على تقليل فاعلية بعض الفيروسات إذا ما عوملت بها الأوراق قبل العدوى أو بعدها مباشرة. عند خلط العصارة النباتية مع الفيروس فإنها تعمل على تثبيطه. وقد أثبت الجلوكان المتحصل عليه من فطر *Phytophthora megasperma* Drechs. f.sp. *glycinea* T. Kuan & D.C. Erwin المقدرة على تثبيط الإصابة ببعض الفيروسات (Kopp *et al*., 1989).

3. المراجع

الحمادي، مصطفي حلمي، جابر إبراهيم فجلة وحامد محمود مزيد. 1976. الفيروس وأمراض النبات الفيروسية. دار المطبوعات الجديدة، الاسكندرية. 391 صفحة.

الحمادي، مصطفى، رمزي البديوي، فوزي أبو العباس، السيد عبد الرازق صادق وعبد العزيز عزام يوسف. 1995. طريقة مبسطة لإنتاج تقاوي بطاطس خالية من الأمراض الفيروسية تحت ظروف الحقل باستخدام البذور الحقيقية. مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الزراعية. جامعة عين شمس، القاهرة، 1: 127-138.

الراوي، فرقد عبد الرحيم، فضل عبد المحسن الفضل، ورقيب عاكف العاني. 2001. استخدام طرق تشريحية للكشف عن الفايتوبلازما وتحديد إنتشارها في بعض المحاصيل ونباتات الأدغال/الأعشاب في المنطقة الوسطى من العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 3-11.

شوكت، عبد اللطيف بهجت. 1982. فايروسات النبات. جامعة الموصل، الجمهورية العراقية. الصفحات: 165-182.

الصالح، محمد علي وإبراهيم محمد الشهوان. 1996 استجابة أصناف مختلفة من أنواع القرعيات لعزلة من فيروس التبرقش الأصفر للكوسا (ZYMV). مجلة وقاية النبات العربية، 14: 10-14.

العاني، رقيب عارف، محمد سعيد السامعي ومبشر صالح عمر. 2003. تحديد وسط الزرع وتأثير مستخلص الحناء *Lawsonia inermis* L. في وسط الزراعة النسيجية على إنتاج نبيتات خالية من فيروس البطاطس/البطاطا Y. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 90-95.

العاني، رقيب عاكف، صالح حسن سمير وميسر مجيد جرجيس. 1987. تشخيص ومكافحة تجعد أوراق التبغ. مجلة وقاية النبات العربية، 5: 70-73.

قمري، صفاء محمد غسان. 1994. دراسة لبعض الفيروسات التي تنتقل ببذور العدس في سورية: إنتشارها، تقدير ضررها، طرق إنتقالها، الكشف عنها، نسبة نقلها بالبذور والمعالجة الحرارية للبذار كطريقة للمكافحة. اطروحة ماجستير، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، سورية. 105 صفحات.

قمري، صفاء محمد غسان. 2002. دراسة الفيروسات المسببة للإصفرار Luteoviruses التي تصيب البقوليات الغذائية الشتوية. أطروحة دكتوراه، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة جامعة حلب، سورية. 230 صفحة.

المعاضيدي، مثنى عكيدي وحبيب شوكت عبد الله. 2006. وجود فيروسي البطاطا/ البطاطس في دغل/عشب كرز الأرض (*Physalis wrighii* Gray) في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 24: 84-88.

المعاضيدي، مثنى عكيدي، ميسر مجيد جرجس وزبير نورى سلمان. 2001. التخلص من بعض فيروسات البطاطا باتسخدام تقنيات العلاج الحرارى وزراعة أطراف البراعم. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 35-39.

مكوك، خالد وريما منسي. 1985. الحد من إنتشار فيروس موزاييك واصفرار الكوسى بواسطة المنّ إلى الخيار باستعمال زيت معدني. مجلة وقاية النبات العربية، 3: 18-23.

مكوك، خالد محي الدين ونوران عطار. 2001. تأثير التخزين والمعاملة الحرارية في حيوية فيروس الموزاييك المخطط للشعير. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 52-54

Abo El-Nil, M.M. and F.W. Zettler. 1976. Natural occurrence of dasheen mosaic virus in Egyptian taro, *Colocasia antiquorun*. Plant Disease Reporter, 60: 281-285.

Abu Foul, K.A.I. 1989. Studies on some viruses affecting pepper plants in northern Egypt. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture, Alexandria University. 184 pp.

Albrechtesn. S.E. 1997. Seed-borne viruses. (lecture notes) Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries. 34 pp.

Al-Musa, A. 1981. Incidence, economic importance and prevention of tomato yellow leaf curl virus in Jordan. Page 47. In: Abstracts of the International Workshop on Pathogens Transmitted by Whiteflies. Oxford, England.

Al-Musa, A. 1982. Incidence, economic importance and control of tomato yellow leaf in Jordan. Plant Disease, 66: 561-563.

Al-Musa, A. 1986. Tomato yellow leaf curl virus in Jordan: Epidemiology and control. Dirasat, 13: 199-208.

Anonymous, 2000a. Transgenic plants and world agiculture. Royal society of London and five national academies of science, National Academy Press. Washington District, U.S.A.

Anonymous, 2000b. Transgenic grapefruit trees developed in Texas to resist deadly citrus Tristeza virus, Western Farm Press.

Asjes, C.J. 1978. Minerale olien op lelies om virusverspreiding tegen to gaan. Bloembollencultuur, 88: 1046-1047.

Asjes, C.J. 1980. Toepassing van minerale olie om verspreiding tegen to gaan. Bloemboliencultuur, 90: 1396-1397.

Barker, H. and P.M. Waterhouse. 1999. The development of resistance to luteviruses mediated by host genes and pathogen derived transgenes. Pages 169-210. In: The Luteoviridae. H.G. Smith and H. Barker (eds.). CAB International, Wallingford, UK.

Barker, K.R. and S.R. Koenning. 1998. Developing sustainable systems for nematode management. Annual Review of Phytopathology, 36: 165-205.

Beachy, R.N. 1993. Virus resistance through expression of coat protein genes: Trends in Biotechnology. In: Plant Disease Control. Ilan Chet (ed.). John Wiley and Sons Inc. Publication.

Berlinger, M.J. and R. Dahan. 1987. Breeding for resistance to virus transmission by whiteflies in tomatoes. Insect Science and Its Application, 8: 783-784.

Borissensko, S., C. Schuster and W. Schmygla. 1985. Obtaining a high percentage of explants with negative serological reactions against viruses by combining Potato meristem culture with *phytoviral chemotherapy.* Phytopathologische Zeitschrift, 114: 185-188.

Bos, L. 1999. Plant Viruses: unique and intriguing pathogens, a textbook of plant virology. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 358 pp.

Bradley, R.H.E. 1956. Effects of depth of stylet penetration aphid on transmission of potato virus Y. Canadian Journal of Microbiology, 2: 539-547.

Bradley, R.H.E., C.V. Wade and F.A. Wood. 1962. Aphid transmission of potato virus Y inhibited by oils. Virology, 18: 327-329.

Carroll, T.W., E.A. Hockett and S.K. Zaske. 1983. Registration of mobet barley germplasm. Crop Science, 23: 599-600

Cohen, M. 1976. A comparison of some tristeza isolates and a cross-protection trial in Florida. Pages 50-54. In: Proceedings of 7th Confence International Organization of Citrus Virologists. Gainesville, Florida, USA.

Cuozzo, M., K.M. O'Connell, W. Kaniewski, R.X. Fang, N.H. Chua and N.E. Turner. 1988. Viral protection in transgnic tobacco plants expressing the cucumber mosaic virus coat protein or its antisense RNA. Biotechnology, 6: 549-556.

Davis, R.F. and O. Shifriss. 1983. Natural virus infection in silvery and non-silvery lines of *Cucurbita pepo*. Plant Disease, 67: 379-380.
Dawson. W.O. and C. Boyd. 1987. Modifications of nucleic acid precursors that inhibit plant virus multiplication. Phytopathology, 77: 477-480
de Fazio, G., M. Kudamatsu and M. Vicente. 1980. Virazole pretreatments for the prevention of tomato spotted wilt virus (TSWV) systemic infection in tobacco plants *Nicotiana tabacuom*, L.'White Burley', Fitopatol. Bras. 5: 343-394.
Duffus, J.E. 1987. Durability of resistance. Ciba-Giga Foundation Symposium, 133: 196-199.
El-Hammady, M. 1969. Promotion of protein synthesis by cytokinins, benzimidazole and decapitation in relation to the increased resistance to TMV infections. Pages 32-39. In: Plant Virology. C. Blatny (ed). Proceedings of the 6th Conference Czechoslovak Plant Virologists. Olomoce, (1967).
El-Hammady, M. and S.I. El-Afifi. 1980. Studies on the effect of some natural compounds on tobacco mosaic virus infection. Pages 263-279. Proceedings of 5th International Congress for Statistics, Computer Science, Social and Demographic Research, Cairo, Egypt.
El-Hammady, M., F. Abo El-Abbas, S. El-Deeb and T.A Moustafa. 1991. Mycoplasmal diseases of strawberry in Egypt. III: Histological and ultrastructural effects on both host and indicator host. Journal of Agriucltural Sciences, Monsoura University, 16: 2050-2064.
El-Hammady, M., H.M. Mazyad, A.S. Gamal Eldin and F.T. Morsy. 1980. Tansmission of some viruses through cowpea seeds. Proceedings of 4th Conference of Mircrobiology, Cairo, 395-404.
El-Hammady, M., M.M. El-Zayat, S.H. Hassanien, A.A. Kishtah and L.M. Ibrahim. 1983. Studies on potato virus Y and tabacco mosaic virus on pepper plants with special regard to varietal susceptibility. Pages 659-682. In: Proceedings of 8th International Congress for Satistics, Computer Science, Social and Demographic Reseasrch, Cairo, Egypt.
El-Hammady, M., M.S. Said and S.S. Mustafa. 1976. Studies on tomato yellow leaf curl disease. I. Susceptibility of different tomato species, varieties and hybrids to artificial infection under some different conditions. Journal of Agriucltural Sciences, Mansoura University, 1: 385-404.
El-Hammady, M., S.E. Albrechtsen, A.M.M. Abdelmonem, F.M. Abo El-Abbas and W. Ghazalla. 2004. Interaction and frequencies of seed-transmitted faba bean (*Vicia faba L*.) viruses under natural condition. Arab Universities, Journal of Agricultral Sciences, Ain Shams University, Cairo, 12: 851-899.
Faccioli, G. and C. Rubies-Autonell. 1982. PVX and PVY distribution in potato meristem tips and their eradication by the use of thermotherapy and meristem-tip culture. Phytopathologische Zeitschrift, 103: 66-75
Fegla, G.I. 1974. Studies on naturally infected weeds with cucumber and water melon mosaic viruses and their role on the incidence of mosaic diseases of vegetable marrow in Egypt. Egyptian Journal of Phytopathology, 6: 81-85.
Fegla, G.I. and H.M. Badr. 1979. Effect of plant population on the incidence of mosaic diseases and productivity of vegetable marrow (*Cueurbita pepo L*.). Alexandria Journal of Agricultural Research, 27: 259-265.
Fegla, G.I. and M.A. El-Mazaty. 1981. Distribution of certain viruses affecting cucurbits in Egypt and susceptibility ig of cucurbit cultivars to the most prevalent one. Alexandria Journal of Agricultural Research, 29: 247-258.
Fegla, G.I., A.L.B. Shawkat and N.A. Ramadan. 1983. Effect of infection date of lettuce mosaic virus on seed transmission, vegetative growth, and certain contents of lettuce plants. Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 1: 91-101.
Fegla, G.I., Y.M. El-Fahaam, E.E. Wagih and H.A. El-Karyoni. 1990a. Occurrence of lettuce mosaic Virus in Alexandria and effect of infection on seed yield and transmissibility. Journal of King Saud University, Agricultural Sciences, 1: 93-103.

Fegla, G.I., E.E. Wagih, Y.M. El-Fahaam and H.A. El-Karyoni. 1990b. Thermotherapy of lettuce mosaic virus infected seeds. Journal of King Saud University, Agricultural Sciences, 2: 261-269.

Fegla, G.I., Y.M. El-Fahaam, H.A.Younes and M.M. Fath-Allah. 2000. Detection of alfalfa mosaic alfamovirus in seeds, seed parts and seedlings of two alfalfa cultivars. Journal of Agriucltural Sciences, Monsoura University, 25: 7599-7609.

Fletcher, J.T. 1978. The use of avirulent strains to protect plants against the effect of virulent strains. Annals of Applied Biology, 89: 110-114.

Fraser, R.S.S. 1992. The genetics of plant-virus interactions: implications for plant breeding. Euphytica, 63: 175-185.

Fulton, R.W. 1986. Practices and Precautions in the use of cross protection for plant virus disease control. Annual Review Phytopatholgy, 24: 67-81.

Gadani, F., L.M. Mansky, R. Medici, W.A. Miller and J.H. Hill. 1990. Genetic engineering of plants for virus resistance. Archices of Virology, 115: 1-21.

Gibbs, A.J. and B.D. Harrison. 1976. Plant Virology: The Principles. Edward Arnold Limitod, London. 292 pp.

Gibson, R.W. and A.D. Rice. 1986. The combined use of mineral oils and pyrethroids to control plant viruses transmitted non-and semi-persistently by *Mysus persicae.* Annals of Applied Biology, 109: 465-472.

Gonsalves, D., C. Gonsalves, S. Ferreira, K. Pitz, M. Fitch, R. Manshardt and J. Slihtom. 2004. Transgenic virus resistant papaya: from hope to reality for controlling papaya ringspot virus in Hawaii. APSnet Featurs, American Phytopathological Society (www.aspet.org/online/feature/ringspot)

Gunasinghe, U.B., M.E. Irwin and G.E. Kampmeier. 1988. Soybean leaf pubescence affects aphid vector transmission and field spread of soybean mosaic virus. Annals of Applied Biology, 112: 259-272.

Hadidi, A., R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds.). 1998. Plant Virus Diseases Control. APS Press St. Paul. MN. 684 pp.

Hartman, R.D. 1974. Dasheen mosaic virus and other phytopathogens eliminated from caladium, taro and cocoyam by culture of shoot tips. Phytopathology, 64: 237-240

Hein, A. 1971. Zur Wirkung von öl auf die Virusubertragung durch Blattaiuse. Phytopathologische Zeitschrift, 71: 42-48.

Hemenway, C., R.X. Fang, W.K. Kaniewski, N.H. Chua and N.E. Tumer. 1988. Analysis of the mechanism of protection in transgenic plants expressing the potato virus X coat protein or its antisense RNA. The EMBO Journal, 7: 1273-1280.

Hollings, M. 1965. Disease control through virus-free stock. Annual Review Phytopathology, 3: 367-396.

Hull, R. E.F. 2002. Matthews' plant virology. Academic Press. New York and London. Pages 675-741.

Ioannou, N. 1987. Cultural management of tomato yellow leaf curl disease in Cyprus. Plant Pathology, 36: 367-373.

Jones, A.T. 1998. Control of virus infection in crops though breeding plants for vector resistance. Pages 65-78. In: Plant Virus Disease Control. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds.). APS Press, St. Paul , MN., USA.

Jones, T.A. 1987. Control of virus infection in crop plants through vector resistance: a review of achievements, prospects and problems. Annals of Applied Biology, 111: 745-772.

Kasrawi, M.A. 1991. Tomato production and tomato yellow leaf curl viruses in Jordan. Pages 14-16. In: Resistance of tomato to TYLCV. Proceedings of the seminar of EEC contract DGII.-TS2- A-055 F (CD) partners. H. Laterrot and C.Trousse (eds). INRA-Station d'Amelioration des Plants Maraicheres, Mont favet-Avignon, France.

Kassanis, B. 1954. Heat therapy of virus-infected plants. Annals of Applied Biology, 41: 470-474.

Kassanis, B. 1949. Potato tubers freed from leafroll virus by heat. Nature, 164: 881.

Kawana, M.A.I. 2007. Viral diseases of faba bean in northern Egypt. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, University of Alexandria, Egypt. 157 pp.

Kerlan, C., Y. Robert, P. Perennec and E. Guillery. 1987. Survey of the level of infection by PVY-O and control methods developed in France for Potato seed production. Potato Research, 30: 651-667.

Kiraly, Z., M. El-Hammady and B.I. Pozsar. 1967. Increased cytokinin activity of rust-infected bean and brad bean leaves. Phytopathology, 57: 93-94.

Kopp, M., J. Rouster, B. Fritig, A. Darvill and P. Albersheim. 1989. Host-pathogen interactions: 32. A fungal glucan preparation protects Nicotianae against infection by viruses. Plant Physiology, 90: 208-216.

Kumari, S.G. and K.M. Makkouk. 1995. Variability among twenty lentil genotypes in seed transmission rates and yield loss induced by pea seed-borne mosaic potyvirus infection. Phytopathologia Mediterranea, 34: 129-132.

Kumari, S.G. and K.M. Makkouk. 1996. Inactivation of broad bean stain comovirus in lentil seeds by dry heat treatment. Phytopathologia Mediterranea, 35: 124-126.

Kunkel, L.O. 1935. Heat treatment for the cure of yellows and rosetted of peach. Phytopathology, 25: 24.

Kunkel, L.O. 1936a. Peach mosic not cured by heat treatments. American Journal of Botany, 23: 683-686.

Kunkel, L.O. 1936b. Heat treatment for the cure of yellows and other virus diseases of peach. Phytopathology, 26: 809-830.

Kunkel, L.O. 1941. Heat cure of aster yellows in periwinkles. American Journal of Botany, 28: 761-769.

Kunkel, L.O. 1943. Potato witches' broom transmission by dodder and cure by heat. Proc. Am. Phil. Soc. 86:470-475.

Kunkel, L.O. 1949. Studies on cranberry false blossom. Phytopathology, 35: 805-821.

Kunkel, L.O. 1952. Transmission of alfalfa witch's broom to nonleguminous plants by dodder, and cure in periwinkle by heat. Phytopathology, 42: 27-31.

Loesch–Fries, L.S., D. Merlo and T. Zinner. 1987. Expression of alfalfa mosaic virus RNA 4 in transgenic plants confers virus resistance. The EMBO Journal, 6: 1845-1581.

Makkouk, K.M. and H. Laterrot. 1983. Epidemiology and control of tomato yellow leaf curl virus. Pages 315-321. In: Plant Virus Epidemiology. R.T. Plumb and J.M.Thresh (eds.). Blackwell Scientific Publications, Oxford. UK.

Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 1995. Screening and selection of faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm for resistance to bean yellow mosaic potyvirus. Journal of Plant Disease and Protection, 102: 461-466.

Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 2001. Reduction of spread of three persistently aphid-transmitted viruses affecting legume crops by seed treatment with Imidacloprid (Gaucho). Crop Protection, 20: 433-437.

Makkouk, K.M., H.J. Vetten, L. Katul, A. Franz and M.A. Madkour. 1998. Epidemiology and control of faba bean necrotic yellows virus. Pages 534-540 (Chapter 40). In: Plant Virus Disease Control. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds.). APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Makkouk, K.M., S. Kumari, A. Sarker and W. Erskine. 2001. Registration of six lentil germplasm lines with combined resistance to viruses. Crop Sciences, 41: 931-932.

Makkouk, K.M., S.G. Kumari and J.A.G. van Leur. 2002. Screening and selection of faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm resistant to *Bean leafroll virus*. Australian Journal of Agricultural Research, 53: 1077-1082.

Mansour, A.N. 1997. Prevention of a mosaic disease of squash with oil sprays alone or combined with insecticide or aluminum foil mulch. Dirasat, Agricultural Sciences, 24: 1146-1151.

Matthews, R.E.F. 1970. Plant Virology. 1st ed. Academic Press, New York. 778 pp.

Matthews, R.E.F. 1991. Plant Virology. 3rd ed. Academic Press, London. 835 pp.

Matthews, R.E.F. 1992. Fundamentals of plant virology. Academic press, Inc., SanDeigo, Calif., USA. Pages 278-284.

Mazyad, H.M., M.K. Nakhla, A. Abo-Elela and M. El-Hammady. 1992. Occurrence of plum Pox (Sharka) virus on stone fruit trees in Egypt. Acta Horticulture, 309: 119-124.

Mazyad, H.M., M.K. Nakhla, A.A. Amrety and S.A. Dos. 1986. Further studies on the epidemiology of tomato yellow leaf curt virus in Egypt. Acta Horticulturae, 190: 121-130.

McGlouglin, M.N. and J.I. Burk (eds.). 2000. Biotechnology, present position and future development. Publisher: Teagasc. Agriculture and Food Development Authority, Dublin, Ireland.

McKinney, H.H. 1929. Mosaic dieases in the Canary Islands, West Africa and Gibraltar. Journal of Agricultural Research, 39: 557-578.

Metwally, E., S.A. Sidarons and A.A. Deif. 1994. Inheritance of resistance to watermelon mosaic viruse-2 (WMV-2) in *Cucurbita pepo*. Pages 49-56. In: Proceeding of the 7th Congress of Phytopathology, April, 19-21, Giza, Egypt.

Mink, G.I., R. Wample and W.E. Howell. 1998. Heat treatment of perennial plants to eliminate phytoplasmas, viruses and viroids while maintaining plant survival. Breeding for resistance to plant viruses. Pages 332-345. In: Plant Virus Disease Control. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds.). APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Muller, G.W. and A.S. Costa. 1977. Tristeza control in Brazil by preimmunization with mild strains. Proceedings of the International Society of Citriculture, 3: 368-372.

Murphy, J.F., G.W. Zehnder, D.J. Schuster, E.J. Sikora, J.E. Polston and J.W. Kloepper. 2000. Plant growth-promoting rhizobacterial mediated protection of tomato against tomato mottle virus. Plant Disease, 84: 779-748.

Navarro, L., G. Llacer, M. Cambra, J.M. Arregui and J. Juarez. 1983. Shoot-tip grafting *in vitro* for elimination of viruses in peach plants (*prunus persica Batsch*). Acta Horticulture, 130: 185-192.

Nyland, G. and A.C. Goheen. 1969. Heat therapy of virus diseases of perennial plants. Annual Review of Phytopathology, 7: 331-354.

Posnette, A.F. 1969. Tolerance of virus infection in crop plants. Review of Applied Mycology, 48: 113-118.

Powell, A.P., R.S. Nelson and B. De. 1986. Delay of disease development in transgenic plants that express the tobacco virus coat protein. Science, 232: 738-743.

Preil, W., R. Koenig, M. Engelhardt and A. Meier-Dinkel. 1982. Elimination of poinsettia mosaic virus (PoiMV) and poinsettia cryptic virus (PoiCV) from *Euphorbia pulcherrima* Wild by cell suspension culture. Phytopathologische Zeitschrift, 105: 193-197.

Ranelonandro, M. 2000. The use of transgenic fruit trees as a resistant strategy for virus epidemics: the plum pox (sharka) model. Virus Research, 71: 63-64

Rast, A.T.B. 1972. M11-16 an artificial symptomless mutant of tobacco mosaic virus for seedling inoculation of tomato crops. Netherland Journal of Plant Pathology, 78: 110-112.

Rast, A.T.B. 1975. Variability of tobacco mosaic virus in relation to control of tomato mosaic in glasshouse tomato crops by resistance breeding and cross protection. Agricultural Research Review (Netherland), 834: 1-76

Robbins, M.A., H. Witsenboer, R.W. Michelmore, J.F. Laliberte and M.G. Fortin. 1994. Genetic mapping of turnip mosaic virus resistance in *Lactuca sativa*. Theoretical and Applied Genetics, 89: 583-589.

Salaman, R.N. 1933. Protective inoculation against a plant virus. Nature, 131: 468.

Sanford, J.C. and S.A. Johnston. 1985. The concept of parasite derived resistance- deriving resistance genes from parasites own genome. Journal of Theoretical Biology, 113: 395-405.

Satapathy, M.K. 1998. Chemical control of insect and nematode vectors of plant viruses. Pages 188-195. In: Plant Virus Disease Control. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds.). APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Shawkat, A.L.B., G.I. Fegla and S.Y. Mahmoud. 1986. Maize dwarf mosaic in Iraq and evaluation of some cultivars for resistance. Mesopotamia Journal of Agriculture, 18: 41-50

Shawkat, A.L.B., G.I. Fegla and N.A. Kasem. 1982. Effect of beat mosaic virus infection on sugar beat and Swiss chard, and inhibition of virus aphid transmission by mineral oil. Alexandria Science Exchange, 3: 89-100.

Shukle, R.H., D.J. Lampe, R.M. Lister and J.E. Foster. 1987. Aphid feeding behaviour: relationship to barley yellow dwarf virus resistance in *Agropyrorn* species. Phytopathology, 77: 725-729.

Szatmari-Goodman, G. and L.R. Nault. 1983. Tests of oil sprays for suppression of aphid-borne maize dwarf mosaic virus in Ohio sweet corn. Journal of Economic Entomology, 76: 144-149.

Tomlinson, J.A. and C.M. Ward. 1982. Selection for immunity in swede (*Brassica napus*) to infection by turnip mosaic virus. Annals of Applied Biology, 101: 43-50.

Toyoda, H., Y. Oishi, Y. Matsuda, K. Chatani and T. Hirai. 1985. Resistance mechanism of cultured plant cells to tobacco mosaic virus. IV. Changes in tobacco mosaic virus concentrations in somaclonal tobacco callus tissues and production of virus-free plantlets. Phytopathologische Zeitschrift, 114: 126-133.

Upstone. M.E. 1974. Effects of inoculation with the Dutch mutant strain of tobacco mosaic virus on the cropping of commercial tomatoes. RADAS, 1972, Pages 162-165.

Walkey, D.G.A. 1968. The production of virus-free rhubarb by apical tip-culture. Journal of Horticultural Science, 43: 283-287.

Walkey, D.G.A. 1991. Applied plant virology. Chapman and Hall, London, 337 pp.

Walkey, D.G.A., M.J.W. Webb, C.J. Bolland and A. Miller. 1987. production of virus-free garlic (*Allium sativum L.*) and shallot (*Allium ascalonicum* L.) by meristem tip culture. Journal of Horticultural Science, 62: 211-220

Walkey, D.G.A. and M.C. Dance. 1979. The effect of oil sprays on aphid transmission of turnip mosaic, beet yellows, bean common mosaic and bean yellow mosaic viruses. Plant Disease Reporter, 63: 877-881.

Wasfy, E.H. and G.I. Fegla. 1979. Control of powdery mildew and mosaic viruses of squash in Egypt. Egyptian Jouranl of Phytopathology, 7: 89-91.

White, J.L. 1982. Regeneration of virus-free plants from yellow green areas and TMV-induced enations of *Nicotiana tomentosa.* Phytopathology, 72: 866-867.

Yang, Z.N., I.L. Ingelbrecht, E. Louzada, M. Skaria and T.E. Mirkov. 2000. *Agrobacteriam*-mediated transformation of commercially important grapefruit culture 'Rio Red' (*Citrus paradisi* Macf.). Plant Cell Reports, 19: 1203-1211.

Yassin, A.M. 1983. A review of factors influencing control strategies against tomato leaf curl virus disease in The Sudan. Tropical Pest Management, 29: 253-256.

Younes, H.A. 1995. Studies on certain virus diseases affecting some vegetable crops under green house conditions. Ph.D thesis. Faculty of Agriculture. Alexandria University. 210 pp.

Zaumeyer, W.J. and J.P. Meiners. 1975. Disease resistance in beans. Annual Review of Phytopathology, 13: 313-334.

Zein, S.A. 2002. Frther studies on yellow stripe virus of barley. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt. 142 pp.

الفصل السادس

الحجر الزراعي وأهميته في الحدّ من انتشار الأمراض الفيروسية

يوسف أبو جودة[1] وصفوت حداد[2]
(1) كلية العلوم الزراعية و الغذائية، الجامعة الأمريكية في بيروت، لبنان؛
(2) وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، القاهرة، مصر.

المحتويات

1. المقدمة
2. الإتفاقية الدولية لوقاية النبات
3. المعايير الدولية لتدابير صحة النبات
4. المنظمات الإقليمية لوقاية النبات
5. أمثلة عن بعض إجراءات الحجر الخاصة بصحة النبات
6. إتفاقية الصحة و صحة النبات لمنظمة التجارة العالمية
7. تحليل مخاطر الآفات
8. الحجر الزراعي والآفات الفيروسية
9. التوثيق الصحي الزراعي وأهميته في التجارة الدولية
10. الإتفاقيات الدولية الأخرى المتعلقة بالآفات أو المنتجات النباتية
11. المراجع

1. المقدمة

رافق التطور في وسائل النقل وتبادل السلع التجارية النباتية، انتشار لآفات خطيرة تصيب الإنسان، الحيوان والنبات أحدثت خسائر بشرية ومادية كبيرة. فبدون وسائل النقل السريعة، لما استطاعت هذه الآفات المحدودة الإنتشار في موطنها الأصلي من الإنتقال بسهولة وسرعة إلى مناطق جديدة متخطية العوائق الطبيعية من جبال وصحارى وبحار ومحيطات. إذا وجدت آفة نباتية بعد دخولها إلى منطقة جديدة المناخ الملائم لتطورها فإنها تنتشر بسرعة كبيرة وقد تحدث أضراراً اقتصادية أكبر مما كانت تسبّبه في موطنها الأصلي نظراً إما لعدم وجود أصناف نباتية مقاومة أو أعداء طبيعية تحدّ من انتشارها. لذلك كان لا بدّ من استصدار تشريعات، وإتباع إجراءات تحدّ من انتشار هذه الآفات.

وبالنسبة للنباتات، تعدّ "الإتفاقية الدولية لوقاية النباتات" واتفاقية منظمة التجارة العالمية وبخاصة "إتفاقية الصحة وصحة النبات" من الإتفاقات الرئيسة التي أسهمت في وضع تشريعات موحّدة تلتزم بها البدان الأعضاء الموقعة على الاتفاقيتين.

إن إتخاذ الإجراءات الضرورية لمنع وصول الآفات بما فيها الفيروسات إلى مناطق زراعية جديدة، من خلال تفعيل عمل الحجر الزراعي، سواء الداخلي أو الخارجي، واستخدام مواد إكثار نباتية خالية من المسببات المرضية وذات نوعية عالية، هي الطريقة الأمثل للسيطرة على تلك الأمراض. والحجر الزراعي هو مجمل التشريعات، اللوائح والتدابير الرسمية المتّخذة، والتي تهدف إلى منع دخول الآفات الحجرية من خارج حدود منطقة جغرافية معينة وانتشارها أو إلى استئصال آفة محدودة الإنتشار ضمن هذه المنطقة الجغرافية أو منع انتشارها. وقد أسهمت منظمة الأغذية والزراعة بوضع معايير مفصلة لتحديد أي من الآفات يمكن اعتبارها آفة حجرية أو آفة غير حجرية خاضعة للوائح.

وترجع فكرة الحجر الصحي إلى التدابير التي اتخذتها سلطات مدينة البندقية (Venice) عام 1377 لحماية السكان من مرض الطاعون (المرض الأسود). كان المسافرون، بموجب هذه التدابير، يحجرون ويمنعون من دخول المدينة قبل انقضاء فترة مراقبة تتراوح بين 30 يوماً للقادمين بحراً و40 يوماً للقادمين براً للتأكّد من كونهم غير مصابين بالمرض. وتطورت هذه الإجراءات مع تقدم الزمن لتشمل أمور صحة النبات والحيوان (Ebbels, 2003؛ Gensini *et al.*, 2004). ومن أهم الإتفاقيات الدولية المتعلقة بالآفات النباتية نذكر منها: إتفاقية الفيللوكسيرا (*Phylloxera vasatrix*) – برن، 1881 وتعديلاتها عام 1889؛ إتفاقية روما الدولية للأمراض النباتية عام 1914؛ الإتفاقية الدولية لوقاية النباتات، روما 1929؛ الإتفاقية الدولية لوقاية النبات، روما 1951 وتعديلاتها لعامي 1979 و1997؛ تطبيق موانع/حواجز فنية لاتفاقية التجارة في ظل اتفاقية الـ "جات" 1979؛ دخول النص الجديد المنقح للاتفاقية الدولية لوقاية النباتات حيز التنفيذ، تشرين الأول/أكتوبر 2005؛ أول اجتماع لهيئة تدابير صحة النبات نيسان/أبريل 2006.

وهناك العديد من التعاريف والمصطلحات التي تتعلق بتشريعات الحجر الزراعي من المفيد للقارئ التعرف عليها وقد تم جمعها في الجدولين 1 و 2.

جدول 1. المصطلحات المعتمدة في الحجر الزراعي والمتعلقة بالتجارة (دليل مصطلحات صحة النبات-المعيار الدولي رقم 5 لعام 2007، منظمة الأغذية والزراعة، روما).

المصطلح	تفسير المصطلح فيما يخص الحجر الزراعي
السيادة	يحق للدول استعمال التدابير الخاصة بصحة النبات لحماية زراعتها.
الاضطرار (الضرورة)	لا تضع الدول تدابير "صارمة" أو مقيّدة ما لم يكن ذلك ضرورياً لحماية النبات من الآفات الحجرية.
أدنى تأثير	تتخذ التدابير الخاصة بصحة النبات التي تتناسب مع خطر الآفة ويتم اختيار الاجراءات التي تسبب أدنى عوائق للتبادل التجاري.
التعديلات	تعدّل التدابير الخاصة بصحة النبات حال توافر معطيات جديدة، فقد يتم وضع إجراءات جديدة أو إلغاء بعض الإجراءات القائمة حيثما كان ذلك ضرورياً.
الشفافية	المبدأ القاضي بتوافر تدابير صحة النبات على الصعيد الدولي والأسباب الداعية لوضعها. ويستوجب ذلك نشر قوانين تدابير صحة النبات وتبريرها عند الطلب.
التوحيد والتنسيق	يراعى اتباع المعايير الدولية الصادرة عن الإتفاقية الدولية لوقاية النبات ما أمكن.
المعادلة	تعتبر الإجراءات غير المتشابهة ولكنها تفي بالغرض ذاته على أنها معادلة لبعضها.
حل التنازعات	يفضل أن يحل أي خلاف يحصل بين طرفين على المستوى الفني بينهما. وإذا لم يتم التفاهم يتم عرض التنازع على لجنة فنية تضم اخصائيين من عدة بلدان للبت فيه.
التعاون	يجب أن تتعاون البلدان فيما بينها لمنع إدخال الآفات الحجرية أو انتشارها وأن تتخذ التدابير الرسمية للوقاية منها.
الجهة المسؤولة فنياً	على كل بلد أن يعين منظمة قطرية لوقاية النبات.
تحليل المخاطر	لتحديد أي من الآفات يمكن اعتبارها آفة حجرية، يجب إتباع طريقة علمية واتباع المعايير الدولية كلما أمكن ذلك.
إدارة المخاطر	عند وجود خطر لدخول آفات جديدة، يتعين على البلدان التوافق فيما بينها على الإجراءات الكفيلة للوقاية منها.
منطقة خالية من المرض	يمكن تحديد مناطق خالية من آفة معينة؛ و يجب إثبات ذلك باتباع المعايير الدولية ذات الصلة.
الإجراءات الطارئة	يحق للبلدان اتخاذ إجراءات طارئة عند اكتشاف آفة قد تكون خطرة، على أن تبقى هذه الإجراءات مؤقتة حتى يتم إجراء تحليل كامل للمخاطر بأسرع وقت ممكن
الإعلام بعدم الامتثال	يعلم البلد المستورد بلد المنشأ بأي مخالفات تتعلق بعدم امتثال الأخير لأي من لوائح البلد المستورد.
عدم التمييز	عدم التمييز في المعاملة بين البلدان التي لديها وضع صحي نباتي متماثل – إذ يتعين اتخاذ الإجراءات نفسها للمنتجات المحلية أو المستوردة.

جدول 2. تعاريف مستخدمة في لوائح الحجر الزراعي (دليل مصطلحات صحة النبات-المعيار الدولي رقم 5 لعام 2007، منظمة الأغذية والزراعة، روما).

التعريف	ما يعنيه التعريف
آفة خاضعة للحجر الزراعي	آفة لها أهميتها الإقتصادية المحتملة للمنطقة المهددة، ولكنها لا توجد بعد في هذه المنطقة، أو توجد فيها ولكنها ليست موزعة على نطاق واسع وتخضع للمكافحة الرسمية.
آفة غير حجرية تخضع للوائح	آفة لا تخضع للحجر الزراعي، ولكن وجودها يؤثر في النباتات المخصصة للغرس عند زراعتها مسبباً خسائر إقتصادية غير مقبولة، وبالتالي تخضع للوائح داخل أراضي الطرف المتعاقد المستورد.
آفة خاضعة للوائح	آفة حجرية أو آفة غير حجرية ولكنها تخضع للوائح الحجر الزراعي.
إجراءات صحة النبات	أي منهج مقرر رسمياً لتنفيذ لوائح خاضة بصحة النبات بما في ذلك العمليات الرسمية مثل التفتيش أو الإختبار أو المراقبة أو المعالجة فيما يتصل بالآفات الخاضعة للوائح، التي تنفذ تطبيقاً للوائح أو تدابير صحة النبات.
لوائح صحة النبات	قواعد رسمية لمنع دخول و/ أو انتشار الآفات الحجرية عن طريق تنظيم إنتاج السلع او النود الأخرى أو انتقالها أو وجودها، أو تنظيم النشاط العادي للأفراد عن طريق وضع مخططات لإصدار شهادات صحة النبات، أو للحد من الآثار الإقتصادية للآفات غير الحجرية الخاضعة للوائح.
المعالجة	اجراء مرخص به رسمياً لقتل الآفات اوتخميلها أو ازالتها او تعقيمها أو إماتتها.
شهادة صحة النبات	شهادة مصممة على غرار الشهادات النموذجية التي تنص عليها الاتفاقية الدولية لوقاية النباتات.
منطقة خالية من الآفات	منطقة لا تظهر فيها آفة محدّدة كما يستدلّ من الأدلة العلمية مع المحافظة رسمياً على خلوها على النحو المناسب.
إذن الاستيراد	وثيقة رسمية ترخص الاستيراد (مثلاً استيراد عامل للمكافحة الحيوية أو مواد نباتية معينة) وفقاً لاشتراطات صحة النبات المنصوص عليها.
اختبار	الفحص الرسمي، بخلاف الفحص البصري، الذي ينفذ لتبيان وجود الآفات أو للوقوف على آفات معيّنة.
المسح	اجراء رسمي يجري خلال فترة زمنية محدّدة لمعرفة خصائص تجمّع الآفات، أو لتحديد الأنواع التي تظهر في منطقة ما.

2. الإتفاقية الدولية لوقاية النبات

تهدف هذه الإتفاقية إلى التوعية على مخاطر الآفات وزيادة الخبرات من أجل اتخاذ التدابير الفعالة لمنع انتشار الآفات الخطيرة (الحجرية) حفاظاً على الإنتاج الزراعي للدول. كما تهدف إلى الحؤول دون استعمال التدابير الخاصة بصحة النبات (التدابير الحجرية) كعوائق غير مشروعة (أو مبررة علمياً) للتجارة الدولية أو بتعبيرآخر لحماية منتجات الدولة المستوردة من المنافسة التجارية الدولية. يمكن الحصول على النص الكامل للإتفاقية على الموقع الالكتروني التالي: www.IPPC.int

وفيما يلي ملخص لأهم بنود هذه الاتفاقية:

- يتوجب على جميع الأعضاء إنشاء منظمة قطرية لوقاية النبات، يؤمل أن تقوم بالمهام التالية: إجراء مسح للآفات الموجودة ونشر قوائم بهذه الآفات ومدى انتشارها، إصدار لوائح الحجر الزراعي ووضع قوائم بالآفات الخاضعة للوائح الحجرية، تدريب الكوادر الفنية وإجراء أبحاث تتعلق بوقاية النباتات، تطبيق اللوائح الحجرية من حيث الكشف لمراقبة الآفات على السلع المستوردة واتخاذ كافة التدابير الوقائية والعلاجية المناسبة، إصدار الشهادات الصحية النباتية، إصدار قوائم بالآفات الخاضعة للوائح، تحليل مخاطر الآفات.
- أن تتعاون البلدان الأعضاء فيما بينها لتأسيس منظمات إقليمية لوقاية النبات.
- يمكن للأعضاء اتخاذ تدابير صحة النبات المتعلقة بالآفات الحجرية أو بالآفات غير الحجرية الخاضعة للوائح على أن تكون هذه الإجراءات معادلة للإجراءات المتخذة في القطر أو البلد المستورد.
- تعطي الحق للأعضاء بإصدار لوائح حجرية ليتمكنوا بموجبها من الكشف عن الإرساليات النباتية والحاويات ورفض الإرساليات أو إتلافها، أو إجراء المعالجات المناسبة، على أن تكون هذه الإجراءات منشورة ومبررة فنياً وعلمياً.
- التعاون الدولي لتبادل المعلومات العلمية الفنية لتحقيق أهداف الإتفاقية.
- التعاون من أجل وضع معايير دولية والتقيد بها.
- تنظيم آلية لحل التنازعات التي قد تنشأ بين الأعضاء. في حال نشوب خلاف على موضوع معين بين طرفين ولم يتوافقا على حله، فإن منظمة الأغذية والزراعة تعين لجنة فنية متخصصة لحل الخلاف، وعلى الأعضاء التقيد بتقرير اللجنة الفنية.

كما أنشأت منظمة الأغذية والزراعة أمانة الاتفاقية في عام 1992 اعترافاً منها بالدور المتنامي للاتفاقية الدولية في وضع المعايير الدولية. ويقع على عاتق أمانة الاتفاقية مسؤولية تنسيق برنامج عمل الاتفاقية الدولية المتضمن ثلاثة أنشطة رئيسية: 1) تطوير المعايير الدولية لتدابير صحة النبات (وضع المعايير)، 2) تأمين المعلومات التي تطلبها الاتفاقية وتسهيل تبادل المعلومات ما بين الأطراف المتعاقدة (تبادل المعلومات)، 3) تأمين مساعدة فنية، وبخاصة لبناء القدرات، ولتسهيل تطبيق الاتفاقية الدولية لوقاية النباتات (المساعدة الفنية).

ولتسهيل الاتصال، فإن عنوان أمانة الاتفاقية الدولية لوقاية النباتات (IPPC) هو التالي:

AGPP - FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy
Tel:+39-06-5705-4812; Fax:+39-06-5705-4819; E-mail: IPPC@fao.org

3. المعايير الدولية لتدابير صحة النبات

إن وجود معايير دولية لتدابير صحة النبات متفق عليها بين جميع الهيئات التي تتعاطى أمور الحجر الزراعي تسهل كثيراً التعاون بين الدول والمؤسسات التي تعمل في هذا المجال كما أنها تسهل كثيراً تبادل المواد النباتية لغرض البحث العلمي أو الاستفادة من استخدام أصناف نباتية ذات صفات مميزة أو إدخال أنواع مختلفة من الكائنات الحية (حشرية أو غيرها) بهدف استخدامها في برامج المكافحة الحيوية.

يتم تطوير المعايير الدولية لتدابير صحة النبات (ISPMs) من خلال برنامج عمل هيئة تدابير صحة النبات (CPM) . كما توفر الاتفاقية الدولية لوقاية النباتات، واتفاقية منظمة التجارة حول تطبيق تدابير الصحة وصحة النبات (تفاهم SPS) الإطار القانوني الذي يتم من خلاله تطوير هذه المعايير (https://www.ippc.int/IPP/Ar/default_ar.jsp).

وفيما يلي مجموعة من المعايير التي صدرت عن لجنة المعايير حتى تاريخه:

- المعيار الدولي رقم 1 (2006) أسس صحة النبات لوقاية النباتات وتطبيق تدابير صحة النبات في التجارة الدولية.
- المعيار الدولي رقم 2 (2006) إطار عمل تحليل مخاطر الآفات.
- المعيار الدولي 3 (2003) الخطوط التوجيهية لتصدير وشحن واستيراد وإطلاق عوامل المكافحة الحيوية وغيرها من الكائنات الحية المفيدة.
- المعيار الدولي 4 (1995) متطلبات إنشاء المناطق الخالية من الآفات.
- المعيار الدولي 5 (2007) دليل مصطلحات صحة النبات.
- المعيار الدولي 6 (1995) الخطوط التوجيهية بشأن مراقبة الآفات.
- المعيار الدولي 7 (1997) نظام إصدار شهادات صحة النبات للصادرات.
- المعيار الدولي 8 (1998) تحديد حالة الآفات في منطقة ما.
- المعيار الدولي 9 (1998) خطوط توجيهية بشأن برامج استئصال الآفات.
- المعيار الدولي 10 (1999) متطلبات إنشاء أماكن للإنتاج خالية من الآفات ومواقع للإنتاج خالية من الآفات.
- المعيار الدولي 11 (2004) تحليل مخاطر الآفات الحجرية، بما في ذلك المخاطر على البيئة وعلى الكائنات الحية المحورة وراثياً.
- المعيار الدولي 12 (2001) خطوط توجيهية لإصدار شهادات صحة النبات.
- المعيار الدولي 13 (2001) خطوط توجيهية للإبلاغ عن حالات عدم التقيد باشتراطات صحة النبات والإجراءات الطارئة.

- المعيار الدولي 14 (2002) استخدام التدابير المتكاملة في إطار منهج النظم لإدارة مخاطر الآفات.
- المعيار الدولي 15 (2002) الخطوط التوجيهية لوضع اللوائح الخاصة بمواد التعبئة الخشبية في التجارة الدولية مع تعديل للملحق I (2006).
- المعيار الدولي 16 (2002) الآفات غير الحجرية الخاضعة للوائح: المفهوم والتطبيق.
- المعيار الدولي 17 (2002) الإبلاغ عن الآفات.
- المعيار الدولي 18 (2003) خطوط توجيهية لاستخدام الإشعاع بالنسبة صحة النبات.
- المعيار الدولي 19 (2003) خطوط توجيهية عن قوائم الآفات الخاضعة للوائح.
- المعيار الدولي 20 (2004) خطوط توجيهية لنظام تطبيق لوائح صحة النبات على الواردات.
- المعيار الدولي 21 (2004) تحليل مخاطر الآفات بالنسبة للآفات غير الحجرية الخاضعة للوائح.
- المعيار الدولي 22 (2005) شروط إنشاء مناطق ينخفض فيها انتشار الآفات.
- المعيار الدولي 23 (2005) الخطوط التوجيهية للتفتيش.
- المعيار الدولي 24 (2005) الخطوط التوجيهية لتحديد تعادل تدابير صحة النبات والاعتراف بذلك.
- المعيار الدولي 25 (2005) الشحنات العابرة.
- المعيار الدولي 26 (2006) إنشاء مناطق خالية من الآفات لذباب ثمار الفاكهة من فصيلة Tephritidae.
- المعيار الدولي 27 (2006) بروتوكولات التشخيص للآفات الخاضعة للوائح.
- المعيار الدولي 28 (2007) معاملات صحة النبات للآفات الخاضعة للوائح.
- المعيار الدولي 29 (2007) الاعتراف بالمناطق الخالية من الآفات والمناطق التي ينخفض فيها انتشار الآفات.

ويتوقع أن تصدر معايير دولية أخرى في نهاية عام 2007

4. المنظمات الإقليمية لوقاية النبات

من الناحية العملية، يمكن للمنظمات الإقليمية لوقاية النباتات أن تلم بأوضاع المنطقة الجغرافية التي تقع في حدود عملها بعمق، فتدرس بتفصيل أدق المشكلات المتعلقة بالآفات الخاصة بالإقليم، وتوحّد التشريعات وتدابير صحة النبات ضمن الإقليم وبلدانه الأعضاء. ويساعد هذا التعاون الإقليمي على تحقيق أهداف الإتفاقية الدولية لوقاية النباتات بفعالية أكبر، وعلى التنسيق وتبادل المعلومات والخبرات بشكل أفضل. وفيما يلي أسماء بعض هذه المنظمات: هيئة وقاية النباتات في

آسيا والمحيط الهادي، هيئة وقاية النباتات في منطقة البحر الكاريبي، اللجنة الإقليمية لصحة النبات في المخروط الجنوبي، مجموعة الأنديز، منظمة وقاية النباتات للشرق الأدنى، منظمة وقاية النباتات في أوروبا ومنطقة البحر المتوسط، المجلس الإفريقي لصحة النبات، منظمة وقاية النباتات في أمريكا الشمالية، المنظمة الدولية الإقليمية للصحة الزراعية، منظمة وقاية النباتات في منطقة المحيط الهادئ.

5. أمثلة عن بعض إجراءات الحجر الخاصة بصحة النبات

يتم تنفيذ إجراءات صحة النبات الحجرية من خلال السلطات المحلية أو الإقليمية والتى تبذل أقصى جهد ممكن للتأكّد من عدم إدخال آفة أو آفات يمكن أن يكون لها تأثير سلبى في الإنتاج الزراعي المحلي. ويمكن تلخيص مثل هذه الإجراءات بما يلي:

- منع دخول صنف نباتي معين من أي بلد آخر (complete embargo) نظراً لأهميته الإقتصادية في البلد المستورد ولصعوبة الكشف على مجمل الآفات التي تخضع للإجراءات الحجرية. مثال على ذلك حظر دخول شتول النخيل إلى العراق.
- منع أو حظر دخول نباتات أومنتجات نباتية من مناطق جغرافية محددة حيث توجد آفة أو آفات تشكل خطراً على الزراعة في البلد المستورد.
- وضع قوائم بالآفات الحجرية للدولة أو للأقليم (الجدولين 3 و 4).
- الكشف على الإرساليات أو الشحنات ورفضها أوإتلافها أو إرجاعها إلى بلد المنشأ على نفقة الموزّد. ملاحظة: عند استيراد نباتات معدلة وراثياً، يجب إجراء الكشف المخبري بالطريقة الملائمة.
- طلب إجراء معالجات فيزيائية أو كيميائية في بلد المنشأ وفقاً لمعايير ومواصفات محددة تؤمن مكافحة فعالة لإستئصال الآفات المدرجة على لوائح صحة النبات.
- تحديد الفترة الزمنية التي يمكن استيراد منتجات نباتية معينة من مناطق محددة تقليلاً لخطر دخول بعض الآفات منها.
- طلب إجراء المسح الدوري لآفات معينة وإجراء فحوصات مخبرية بمواصفات محددة،، والتأكّد من عدم وجود هذه ألآفات قبل الموافقة على استيراد السلعة.
- وضع مواصفات خاصة للحاويات والعبوات وأدوات التغليف وما شابه، وذلك للتحقق من عدم نقل الآفات بصورة عرضية غير مباشرة.
- أن تكون المنتجات النباتية خالية من التربة والمخلفات العضوية.
- إجراء الكشف من قبل إخصائيين من البلد المستورد في بلد المنشأ على السلع النباتية في الحقل قبل قطافها أو حصادها وتصديرها.
- تنظيم تدابير حجرية بعد الإستيراد.

6. إتفاقية الصحة وصحة النبات لمنظمة التجارة العالمية

أنشئت منظمة التجارة العالمية في 1 كانون الثاني/يناير عام 1994 وهو الوقت الذي دخل فيه الاتفاق حول تطبيق تدابير الصحة وصحة النبات حيّز التنفيذ. وتعترف اتفاقية تدابير الصحة وصحة النبات لمنظمة التجارة العالمية بالاتفاقية الدولية لوقاية النباتات على أنها منظمة ذات صلة بوضع المعايير لتطبيق معايير دولية تساعد على ضمان عدم استعمال تدابير صحة النبات كحواجز للتجارة ليس لها ما يبررها.

وحقيقة الأمر أن اتفاقية منظمة التجارة العالمية لتدابير الصحة وصحة النبات تعترف بالاتفاقية الدولية على أنها منظمة لوضع معايير دولية لتدابير صحة النبات، وتتيح اتفاقية فنية ضمن اتفاقية للتجارة. وعلى نحو مماثل فإن النص الجديد المنقح للاتفاقية لعام 1997 يسمح بالمفاهيم المستعملة في اتفاق تدابير الصحة وصحة النبات كونها ترتبط بالنباتات والمنتجات النباتية ولتنسيق هاتين الاتفاقيتين منافع لأعضاء كلتا المنظمتين.

وهناك حاجة ماسة إلى درجة كبيرة من التنسيق والتعاون ما بين أمانتي كلتا المنظمتين وأعضائهما. وهي تحدث على نحو منتظم وبخاصة في مجال بنية القدرات وتسوية النزاعات.

تهدف هذه الإتفاقية إلى منع وضع معوقات غير مبررة للتجارة الدولية، حيث أن تدابير صحة النبات تعتبر عائقا أمامها. تكتسب هذه الآتفاقية أهميتها من أن الإتفاقية الدولية لوقاية النبات تعتبر اتفاقية طوعية غير إلزامية، ولكن اتفاقية الصحة وصحة النبات هي اتفاقية إلزامية لجميع أعضاء المنظمة العالمية للتجارة ودخلت حيز التنفيذ عام 1995. كما صدر نسخة معدلة لهذه الاتفاقية عام 2004 (The SPS agreement, 2004).

وفيما يلي ملخص لأهم بنود هذه الاتفاقية:

- تعترف اتفاقية الصحة وصحة النبات بالإتفاقية الدولية لوقاية النبات على أنها الإطار الدولي الشرعي لوضع المعايير والمواصفات العالمية الموحدة الهادفة إلى حفظ حقوق الدول بحماية زراعتها من الآفات، وكذلك لمنع استعمال هذه التدابير كوسيلة غير مباشرة لحماية منتجاتها من المنافسة الدولية. لذلك يجب أن يتم هذا الأمر ضمن الشروط، والمعايير، والمواصفات الدولية المبنية على أسس علمية وتقنية تبرر الإجرءات المتبعة، وتقلّل إلى حد أدنى من معوقات التجارة الدولية.
- مراعاة معطيات الظروف البيئية المحلية والإقليمية مثال على ذلك تحديد مناطق خالية من الآفات.
- بالإضافة إلى ما سبق، تعترف هذه الإتفاقية بحق الدول بوضع ضوابط لتحديد نسبة الأثر المتبقي "للمبيدات" في السلع المستوردة وفقاً للمعايير الدولية.
- تشمل أيضاً تدابير صحة الحيوان.

- تنص هذه الإتفاقية على أنه يتوجب على الدول المتقدمة تقديم المساعدات الفنية، والعلمية والمادية للدول النامية لتمكينها من زيادة كفاءاتها وخبراتها اللازمة للتقيّد بأحكام هذه الإتفاقية وتنفيذها.
- وجوب المعاملة بالمثل، وبذلك لا يحق للبلد المستورد وضع إجراءات صارمة على السلع المستوردة أشدّ من تلك التي يتخذها على المنتجات المحلية.
- تمنح الدول النامية استثناءات خاصة موقتتة للتعامل بالمثل.
- تحليل مخاطر الآفات Pest risk analysis عند إدراج أي آفة في لوائح الحجر الزراعي، يجب أن يتم ذلك بناءً على قواعد موحدة مبنيّة على معلومات علمية وحقلية عن مدى انتشار الآفة (غير موجودة، محدودة الإنتشار..)، وإمكانية تكيّفها والضرر الإقتصادي الذي يمكن أن ينجم عنها. وتتخذ بعدها التدابير الملائمة بناءً على قواعد موحدة بحيث أنه إذا ثبت أن طريقة معالجة جديدة تسمح "باستئصال" الآفة قبل شحنها، فإنه يجب أن تفضّل على الحظر العام.

7. تحليل مخاطر الآفات

بما أن تحليل مخاطر الآفات يعد جزءاً أساسياً من الإتفاقيتين الدوليتين، فقد أسهمت منظمة الأغذية والزراعة بوضع معايير مفصّلة لتحديد أي من الآفات يمكن اعتبارها آفة حجرية أو آفة غير حجرية خاضعة للوائح "الحجرية" ووضعت خطوطاً توجيهية لإجراء تحليل مخاطر الآفات وطرائق إدارتها. وكذلك فإن منظمة وقاية النباتات في أوروبا ومنطقة البحر المتوسط www.eppo.org وضعت خطوطاً توجيهية لتحليل مخاطر الآفات (للرجوع إلى النص الكامل يمكن زيارة الموقع http://archives.eppo.org/EPPOStandards/PM5_PRA/pm5-04-e.doc) وهي مقسمة إلى ثلاثة مراحل: 1) الشروع، وهي تهدف إلى تعريف الآفة ووسائل انتقالها المهمة من الناحية الحجرية؛ 2) تحديد مخاطر الآفات، وهى تهدف إلى تقدير مدى خطورة الآفة المعرفة أعلاه على منطقة جغرافية محددة من حيث إمكانية دخولها والأضرار الإقتصادية التي قد تنجم عنها؛ 3) إدارة مخاطر الآفات، وهي تهدف إلى تقرير ما إذا كان خطر الآفة يستوجب اتخاذ إجراءات لخفض الخطر إلى مستوى مقبول، وإلى تحديد أفضل الإجراءات التي يجب اتباعها لدرء خطر دخول الآفة مع مراعاة نتائج الأبحاث العلمية والمعطيات المحلية والإقليمية والتكلفة الإقتصادية.

جدول 3. القائمة A-1 للفيروسات الحجرية التي أصدرتها منظمة وقاية النبات في أوربا وبلدان المتوسط والتي تشمل الفيروسات غير الموجودة في أوروبا ومنطقة البحر المتوسط.

الأسم العربي للفيروس	الأسم العلمي للفيروس
فيروس الموزاييك الذهبي للفاصولياء	*Bean golden mosaic virus*
فيروس ورقة المبرد للكرز	*Cherry rasp leaf virus*
فيروس تنكرز ساق الأقحوان	Chrysanthemum stem necrosis virus*
مرض لفحة الحمضيات/الموالح	Citrus blight disease*
فيروس تثلم ساق التفاح = فيروس تمزق ورق الحمضيات/الموالح	*Apple stem grooving virus* = Citurs tatter leaf virus
فيروس جذام الحمضيات/الموالح	Citrus leprosis virus
فيروس موزاييك الحمضيات/الموالح	*Citrus mosaic virus*
فيرويد كادانج-كادانج جوز الهند	*Coconut cadang-cadang viroid*
فيروس الاصفرار المعدي للخس	*Lettuce infectious yellows virus*
فيروس الموزاييك الأمريكي للدراق/الخوخ	Peach American mosaic virus*
فيروس موزاييك وتورّد الدراق/الخوخ	*Peach rosette mosaic virus*
فيروس نمط الخط الأمريكي للخوخ/البرقوق	*American plum line pattern virus*
فيروس بطاطا/بطاطس الأندين الكامن	*Andean potato latent virus*
فيروس بطاطس/بطاطا الأندين المبرقش	*Andean potato mottle virus*
فيروس التبقع الحلقي الأسود للبطاطا/البطاطس	*Potato black ringspot virus*
فيروس البطاطا/البطاطس T	*Potato virus T*
فيروس التقزم الأصفر للبطاطا/للبطاطس	*Potato yellow dwarf virus*
فيروس العرق الأصفر للبطاطا/البطاطس	Potato yellow vein virus
فيروس اصفرار البطاطا/البطاطس	Potato yellowing virus*
فيروس التبقع الحلقي لتوت الأرض/العليق = فيروس تجعّد أوراق توت الأرض/العليق	*Raspberry ringspot virus* = Raspberry leaf curl virus
فيروس الفراولة/الفريز الساكن	Strawberry latent C virus*
فيروس تبرقش الطماطم/البندورة	*Tomato mottle virus*
فيروس التبرقش الفضي للبطيخ	*Watermelon silver mottle virus*

* أسماء لفيروسات قديمة وغير مذكورة في التقرير الثامن للجنة الدولية لتقسيم الفيروسات (Fauquet *et al.*, 2005).

8. الحجر الزراعي والآفات الفيروسية

في الإتفاقية الدولية لوقاية النبات، تخضع الآفات الفيروسية لأحكام الآفات الأخرى نفسها علماً أن للآفات الفيروسية وشبه الفيروسية خصائص تميزها عن غيرها من الآفات أهمها:

- لا يمكن مكافحتها بالطرائق الكيميائية أو الفيزيائية التقليدية – فإذا دخلت آفة حشرية أو فطرية موجودة إلى البلد المستورد فان المزارع يمكنه مكافحتها بالمبيدات التي يستعملها عادة؛ وكل ما قد ينتج عن ذلك هو زيادة تكلفة الإنتاج. ولكن ذلك لا ينطبق على الفيروسات، ذلك أن الشتول أو البذور المصابة تبقى مريضة بعد زراعتها في الحقل فتؤدي إلى خسائر اقتصادية كبيرة أحياناً كونها تصبح مصدراً للعدوى.

- يصعب استئصالها – أظهرت الأبحاث أنه يمكن مكافحة أو استئصال الحشرات والأمراض بالمعالجات الكيميائية (تبخير، تغطيس)، أو الفيزيائية (حرارة مرتفعة أو منخفضة، تشعيع،...) وقد اعتمدت للمعالجات الحجرية. وعلى نقيض ذلك فإن بعض هذه المعالجات الفيزيائية أو الكيميائية يمكن أن تمنع أو تقلل من تكاثر الفيروسات خاصةً إذا ترافقت مع زراعة الأنسجة. ولكن يجب دائماً بعد إجراء هذه المعالجات فحص النباتات المنتجة للتأكد من خلّوها من الفيروسات قبل استعمالها للتكاثر الخضري أو للزراعة.
- لا يمكن الإعتماد على الأعراض لتشخيصها – لوجود فيروسيات متعددة العوائل، وقد تصاب بعض هذه العوائل دون أن تظهر عليها أية أعراض بينما تظهر الأعراض على عوائل أخرى فقط عند توافر ظروف مناخية وبيئية ملائمة، أما بقية العوائل فتصاب بأعراض مختلفة تختلف شدتها حسب سلالة الفيروس والصنف النباتي. وعليه، فقد تتراوح الأضرار بين طفيفة وشديدة وقد ينتج عنها خسارة قليلة أو تأثر معظم الإنتاج أو حتى موت النبات كلياً. كما تختلف فترة الحضانة، حيث قد تمتد لأكثر من سنة على بعض الأشجار قبل ظهور الأعراض. وعلى ذلك فإن تجارة نباتات الزينة أو الحراجية وما قد تحويه من فيروسات لا ينتج عنها أعراض واضحة قد تسهم في دخول فيروسات خطيرة تصيب أحد أو بعض الزراعات الرئيسية في البلد المستورد.
- صعوبة الكشف عنها – لا يمكن الكشف عنها بالعين المجردة أو بالمجهر أو بعزلها على مستنبتات غذائية في المختبر، وذلك نظراً لصغر حجمها وتكاثرها فقط داخل خلايا العائل. ومن هنا صعوبة الكشف عنها وتعريفها حيث يتطلب ذلك تقنيات خاصة يمكن للقارئ مراجعتها بالتفصيل في الفصل الثالث من هذا الكتاب.
- طرائق انتقالها – على خلاف بعض الآفات كالحشرات وبعض الفطور، فإن الفيروسات لا تنتقل بمفردها في الهواء بل يتوجب نقلها بوساطة أجزاء نباتية، أو بالبذور، أو بحبوب اللقاح أو بوساطة ناقل حشري أو حيواني أو عن طريق المياه، والتربة أو الأدوات الملوثة. لذلك تعتبر الأجزاء النباتية المستعملة للتكاثر الخضري (درنات، أبصال، عيون تطعيم، أصول، شتول،..) والبذور (أكثرمن 100 فيروس ينقل بالبذور) من أهم وسائل نقل الفيروسات إلى مناطق جديدة. تليها في الأهمية النواقل الحشرية، وخاصةً الأمراض المنقولة بالطريقة المستمرة/المثابرة – حيث وجد أن بعض هذه الحشرات يمكنه الإنتقال مع الرياح لمسافات طويلة تتعدى مئات الكيلومترات. وهكذا فإن أخطر الفيروسات الحجرية هي التي تنتقل أيضاً بالحشرات، على سبيل المثال مرض جدري الخوخ/البرقوق (PPV) في زراعات الفاكهة ذات النواة الحجرية ومرض

التريستيزا او التدهورالسريع في الحمضيات/الموالح اللذين ينتقلان بواسطة حشرات المنّ بالطريقة غير الباقية/غير المثابر أو شبه الباقية/شبه المثابرة، على التوالي.

بناءً على ما تقدم، فإن تدابير صحة النبات المتعلقة بالآفات الفيروسية تختصر على التالي:

- حظر الإستيراد من الدول أو المناطق الجغرافية التي يوجد فيها المرض.
- الكشف الحقلي والمخبري على المرض في بلد المنشأ وإعادة الكشف عنه عند الإستيراد.
- كما يمكن تطبيق التدابير الحجرية بعد الإستيراد.

- إستبعاد أو مكافحة الناقل الحشري – قد يوجد الناقل الحشري في بلد المنشأ (مثلاً الذبابة البيضاء) ولا يوجد المرض الفيروسي [مثل فيروس الاصفرار المعدي للخس *Lettuce infectious yellows virus* (LIYV) أو فيروس عارض اصفرار وتقزم القرعيات *Cucurbit yellow stunting disorder virus* (CYSDV)] عندها يحظر دخول الناقل الحشري ليس كآفة بحد ذاته بل خوفاً من نقله لمرض حجري.
- استيراد البذور والشتول ومواد الإكثار الموثوقة فقط عند توافرها – مع العلم أنه يجب دائماً اتخاذ جانب الحذر لمنع الغش التجاري أو لتفادي أخطاء عرضية قد تحدث أثناء الإنتاج الموثوق تؤدي إلى إنتاج شتول موثوقة ولكنها مصابة، لذلك يتوجب على الدول المستوردة إجراء الفحوصات المخبرية الملائمة على عينات من الإرساليات المستوردة.
- الإجراءات الحجرية لما بعد الإستيراد – بالإضافة إلى الإجراءات الحجرية الروتينية، فإن بعض الإرساليات الزراعية المعدة للإكثارالخضري (البذور غير خاضعة) تخضع لإجراءات خاصة تهدف إلى عزل النبات المستورد والنباتات المحلية في مرافق خاصة لمدة كافية من الزمن، يتم خلالها التأكّد من خلوها من الأمراض المدرجة على لوائح الحجر. وحيث أن هذه المدة قد تستغرق من ستة أشهر إلى سنتين أو أكثر فإنها تزرع في مناطق معزولة متخصصة او في بيوت محمية خاصة وتتخذ كافة الإجراءات والتدابير لمنع انتقال المرض بأي طريقة ممكنة. كما تستخدم أحدث طرائق تشخيص الأمراض. ففي بعض البلدان المتطورة لا يسمح باستيراد أعداد كبيرة من أصناف فاكهة جديدة بل يفضل استيراد عينات قليلة توضع في الحجر لمدة الكافية للتأكد من خلوها من الأمراض، وإذا وجدت شتول صنف حديث ذات قيمة اقتصادية واعدة ولكنها مصابة بأحد الأمراض الخطرة فيمكن استئصال المرض عن طريق العلاج الحراري وزراعة الأنسجة وإعادة الكشف المخبري للتأكد من خلو الأمهات المستحدثة من المرض.
- الإرشاد والتوعية – مهما تشددت السلطات المعنية في تطبيق القوانين والتشريعات فإن حجم التبادل التجاري وكثرة المسافرين يمكنها الحدّ من فعالية الإجراءات الحجرية. فإذا

استثنينا محاولات الغش التجاري، فإن بعض المواطنين قد يعمدون إلى تهريب بعض مواد الإكثار كالعقل أو البذور للإستعمال الشخصي دون إدراكهم للمخاطر التي قد تنجم عن هذا العمل. لذلك فإن دور الإعلام والإرشاد هام جداً في توعية جميع المواطنين على حدٍ سواء (تجاراً أو غير تجار).

9. التوثيق الصحي الزراعي وأهميته في التجارة الدولية

تهدف برامج التوثيق الصحي الزراعي إلى إنتاج بذور، شتول، أو مواد إكثار سليمة وذات نوعية جيدة وتوفيرها للمزارع. ويختلف تعريف برامج التوثيق باختلاف نوع النبات الموثق والجهة الموثقة. فبينما لا يعني بعضها خلوّها من الآفات الفيروسية يعني بعضها الآخر خلوها من الآفات الحجرية فقط أو من كل الفيروسات الهامة والمعروفة التي تصيب هذا النوع من النبات وقد تم التأكّد من ذلك بإجراء فحوص مخبرية موحدة. وفي بعض الأحيان توضع نسبة قصوى لحد الإصابة ببعض الفيروسات غير الحجرية كما هو الحال في البطاطا/البطاطس.

جدول 4. القائمة A-2 الفيروسات الحجرية الصادرة عن منظمة وقاية النبات في أوربا وبلدان المتوسط والموجودة في أوروبا ومنطقة البحر المتوسط

الأسم العربي للفيروس	الأسم العلمي للفيروس
فيروس تجعد أوراق الشوندر السكري/البنجر	Beet leaf curl virus
فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر	*Beet necrotic yellow vein virus*
فيروس الورقة المرقشة لعنب الدب	*Blueberry leaf mottle virus*
فيروس تقزّم الأقحوان	*Chrysanthemum stunt viroid*
فيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح	*Citrus tristeza virus*
فيروس اصفرار عروق الخيار	*Cucumber vein yellowing virus*
فيروس عارض اصفرار وتقزم القرعيات	*Cucurbit yellow stunting disorder virus*
فيروس البقع الميتة للمجزاعة	*Impatiens necrotic spot virus*
فيروس جدري الخوخ/البرقوق	*Plum pox virus*
فيرويد الدرنة المغزلية للبطاطا/البطاطس	*Potato spindle tuber viroid*
فيروس التبقع الحلقي لتوت الأرض/العليق	*Raspberry ringspot virus*
فيروس تقزّم ساستوما	*Satsuma dwarf virus*
فيروس تجعد أوراق الكوسا	*Squash leaf curl virus*
فيروس العرق الشريطي للفراولة/الفريز	*Strawberry vein banding virus*
فيروس التبقع الحلقي للتبغ	*Tobacco ringspot virus*
فيروس شحوب البندورة/الطماطم	*Tomato chlorosis virus*
فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم	*Tomato ringspot virus*
فيروس الذبول المتبقّع للبندورة/الطماطم	*Tomato spotted wilt virus*
فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم	*Tomato yellow leaf curl virus*

وتخضع عمليات الإنتاج والتوثيق لمعايير محددة، وتختلف التدابير الوقائية باختلاف الحالة. فطريقة انتقال المرض (ناقل حشري، حبوب، لقاح.....) ومدة بقائه في النبات أو التربة، والعوائل الثانوية وغيرها من الخصائص تحدّد كيفية عزل المزروعات (مسافة عازلة، شباك مانعة لدخول الحشرات) والدورة الزراعية، وطريقة الإنتاج. كما يلزم عادةً استعمال أكثر من طريقة للتعريف أو للكشف عن الأمراض الفيروسية وشبه الفيروسية. وقد وضعت منظمة وقاية النبات في أوروبا ومنطقة البحر المتوسط (EPPO) عدة معايير إقليمية وتطبيقية تتعلق بالزراعات الهامة.

كما أن هناك دول أخرى لها معايير خاصة للتوثيق الصحي النباتي مثل حبوب القمح والشعير وبذور الفصة والخس والفاصولياء والبازلاء والشوندر السكري/البنجر وشتول الحمضيات/الموالح وعديد من أشجار الفاكهة ودرنات البطاطا/البطاطس المعدة للزراعة الخ... (Agrios, 2004؛ Barba,1998؛ Martelli & Walter, 1998؛ Roistacher, 1998؛ Savino *et al.*, 1998).

لا يزال إنتاج الشتول والبذور ومواد الإكثار، في معظم الدول، ضمن نظام التوثيق الصحي يتبع بطريقة طوعية. ولكن نظراً لأهمية الأمراض الفيروسية والشبه فيروسية، فإنه اذا لم يتم تعديل نصوص الاتفاقيات الدولية بشانها فان معظم الدول قد تلجأ إلى جعل التوثيق إلزامياً وذلك للأسباب التالية:

- تسبب الأمراض الفيروسية وشبه الفيروسية خسائر اقتصادية كبيرة وتصعب مكافحتها بالطرائق التقليدية، ومع ذلك فإن وجودها في بلد ما يُمنع من إدراجها على لوائح الآفات الحجرية. فمثلاً إذا دخلت آفة حشرية أو فطرية موجودة في البلد المستورد فان المزارع يمكنه مكافحتها بالمبيدات، وكل ما قد يستتبع ذلك هي زيادة في كلفة الإنتاج. ولكن ذلك لا ينطبق على الفيروسات.
- إن الإتفاقية الدولية واتفاقية الصحة وصحة النبات يسمحان فقط باتخاذ تدابير صحية متعلقة بالمنتجات النباتية المستوردة موازية في شدتها لتلك المتخذة محلياً.
- فإذا أصبح التوثيق الصحي النباتي إلزامياً ضمن البلد أو الإقليم، فيمكن فرضه أيضاً على السلع المستوردة. وذلك يحدّ من أضرار الآفات الفيروسية وشبه الفيروسية، ويمكن إدراجها في قوائم الآفات الحجرية الخاضعة للوائح.

ولا يفضل اتخاذ إجراءات حجرية للآفات التي يمكن أن تنتقل بالطرائق الطبيعية (الرياح، الطيور، أو الحيوانات المهاجرة....) لأنه ثبت فشلها.

10. الإتفاقيات الدولية الأخرى المتعلقة بالآفات أو المنتجات النباتية

هناك العديد من الإتفاقات الدولية، الإقليمية أو الثنائية التي تنظم الإتجار بالمنتجات النباتية نذكر منها اتفاقية التيسير العربية، الشراكة الأوروبية... الخ. أما الإتفاقيات الدولية فنذكر اثنتان منها:

- إتفاقية الأسلحة الحيوية (1972): التي تنص على عدم إنتاج أو خزن أوشراء أو بيع أو استعمال كائنات ممرضة أو سمومها لأهداف عدائية غير سلمية. وفي الولايات المتحدة الأميركية يعتبر مرض الشاركا الفيروسي (فيروس جدري الخوخ/ البرقوق) أحد الأسلحة الحيوية التي يخشى منها (Foster, 2000؛ Madden 2001؛ Madden & Wheelis, 2003).
- بروتوكول قرطاجنة المنبثق عن اتفاقية التنوع الحيوي (1992): والذي ينظم عملية الإتجار بالنباتات المعدلة وراثياً خاصة أن معظمها مقاوم للآفات ومنها الفيروسية والتي تستوجب طرائق كشف خاصة.

تنطوي تقاني الأحياء الحديثة على إمكانيات كبيرة لرفاهية البشر إلا أنه يجب تطويرها واستخدامها وفقاً لتدابير أمان ملائمة، وعليه، فإن الهدف من هذا البروتوكول هو الإسهام في ضمان مستوى ملائم من الحماية في مجال أمان النقل، واستخدام الكائنات الحية المحوّرة الناشئة عن تقاني الأحياء الحديثة التي يمكن أن ترتب آثاراً ضارة على حفظ واستدامة استخدام التنوع الحيوي، مع مراعاة المخاطر على صحة الإنسان أيضاً، والتركيز بصفة خاصة على النقل عبر الحدود. ولذلك يوضع أيضاً إجراءات مناسبة للإتفاق المسبق عن علم.

إن وضع العديد من القوانين والتشريعات العالمية، الإقليمية والمحلية يهدف إلى حماية الإنسان وثروته الزراعية من الآفات الخطيرة التي قد تقضي على قوته وأرزاق العاملين في الحقل الزراعي بصورة مباشرة أو غير مباشرة. لذلك فالتقيّد بها واجب إنساني وأخلاقي ويحتم على كل دولة إنشاء إدارة لوقاية النباتات تكون مؤهلة للإضطلاع بهذه المسؤولية. فالعديد من الأمراض الفيروسية، مثل فيروس التريستيزا للحمضيات/الموالح، وفيروس جدري الخوخ/البرقوق على أشجار الفاكهة ذات النواة الحجرية... الخ، قد دخل إلى بعض البلدان العربية بواسطة مواد الإكثار النباتية التي تم استيرادها من خارج المنطقة. لذلك فإن تطبيق قوانين الحجر الزراعي بشكل سليم وبواسطة كادر بشري مدرب يسهم بدور محوري في تقليل فرص دخول مثل هذه الأمراض إلى البلدان والمناطق التي تخلو منها في الوقت الحاضر.

11. المراجع

Agrios, G.N. 2004. Plant Pathology. 5th ed. Elsevier Academic Press. 922 pp.

Barba, M. 1998. Virus certification of fruit tree propagative material in Western Europe. Pages 288-293. In: Plant virus disease control. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds). The American Phytopathological Society.

Ebbels, D.L. 2003. Principles of Plant Health and Quarantine. Wallingford: CABI Publishing. 302 pp.

Fauquet, C.M., M.A. Mayo, J. Maniloff, U. Desselberger and L.A. Ball. 2005. Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press. 1259 pp.

Foster, J.A. 2000.Free Trade and the American Fruit Industry. USDA-APHIS-PPQ. http://fpms.ucdavis.edu/FreeTradeArticleJAFoster.pdf

Gensini, G.F., M.H. Yacoub and A.A. Conti. 2004. The concept of quarantine in history: from plague to SARS. Journal of Infection, 49(4): 257-261.

Madden L.V. 2001. What are the Non-indigenous Plant Pathogens that Threaten U.S. Crops and Forests? The American Phytopathological Society. http://www.apsnet.org/online/feature/exotic/

Madden, L.V. and M. Wheelis. 2003. The threat of plant pathogens as weapons against U.S. crops. Annual Review of Phytopathology, 41: 155-176.

Martelli, G.P. and B. Walter. 1998. Virus certification of grapevines. Pages 261-276. In: Plant virus disease control. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds). The American Phytopathological Society.

Roistacher C. N. 1998. Indexing for viruses in citrus. Pages 301-319. In: Plant virus disease control. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds). The American Phytopathological Society.

Savino, V., B.D. Terlizzi, A.M.T. D'Onghia, A.M. D'Onghia, M. Digiaro, O. Murolo, L. Catalano and G.P. Martelli. 1998. Production of sanitarily improved material and implementation of certification programmes in Apulia (Southern Italy). World Conference on Horticultural Research, June 1998 in Rome, Italy. www.agrsci.unibo.it/wchr/wc5/savino.html

The SPS agreement – WTO. World Trade Organization, Geneva. Septembre 2004.

الفصل السابع

الفيروسات التي تصيب محاصيل القرعيات

جابر ابراهيم فجلة[1]، عقل منصور[2]، يوسف أبو جودة[3] وأمين عامر حاج قاسم[4]
(1) كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية، الإسكندرية، مصر؛ (2) كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن؛ (3) كلية العلوم الزراعية والغذائية، الجامعة الأمريكية في بيروت، لبنان؛
(4) كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية.

المحتويات

1. المقدمة
1.1. القرعيات وأهميتها
2.1. الفيروسات التي تصيب القرعيات في المنطقة العربية
3.1. انتشار فيروسات القرعيات في بعض البلدان العربية
2. الفيروسات التي تصيب القرعيات في المنطقة العربية
1.2. الفيروسات المهمة اقتصادياً
1.1.2. فيروس موزاييك الخيار
2.1.2. فيروس الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء
3.1.2. فيروس موزاييك البطيخ
4.1.2. فيروس التبقع الحلقي للبابايا/ الباباظ
5.1.2. فيروس موزاييك الكوسا
6.1.2. فيروس اصفرار عروق الخيار
2.2. فيروسات أخرى
1.2.2. فيروس الموزاييك والتبرقش الأخضر للخيار
2.2.2. فيروس تجعد أوراق الكوسا
3.2.2. فيروس التقزم الشاحب للبطيخ
4.2.2. فيروس عارض اصفرار وتقزم القرعيات
3. استنتاجات عامة
4. المراجع

1. المقدمة

1.1. القرعيات وأهميتها

تعد القرعيات من محاصيل الخضر الهامة لما تحتويه من سكريات وبعض الفيتامينات مثل أ و ج وتضم الخيار (*Cucumis sativus* L.)، القثاء (*C. melo* var. *flexuous* Naud)، الشمام (*C. melo* L.)، العجور (*C. melo* var. *chito* Naud)، البطيخ (*Citrullus lanatus* L.)، قرع الكوسا (*Cucurbita pepo* L.)، القرع العسلي (*C. maxima* Duch.)، *C. moschata* Duch.

والقرع العادي/الرقيبي (اليقطين) (*Lagenaria siceraria* L.). تؤكل ثمار القرعيات إما طازجة أو مطبوخة أو مخللة أو كفاكهة كما أن بعضها قد يدخل في صناعة المربيات والحلويات وغذاء الأطفال، كما تستخدم بذور بعض القرعيات كتسالي. وتزرع القرعيات في الحقول المكشوفة وبعضها يزرع في البيوت البلاستيكية. يبين جدول 1 المساحات المزروعة من القرعيات وإنتاجيتها في الدول العربية حسب إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) لعام 2005.

جدول 1. المساحات المزروعة من القرعيات وإنتاجيتها في البلدان العربية حسب إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) لعام 2005.

البلد	المساحة المزروعة (1000 هكتار)				الكمية المنتجة (1000 طن)			
	الخيار	**البطيخ**	**القرع والكوسا**	**الشمام**	**الخيار**	**البطيخ**	**القرع والكوسا**	**الشمام**
البحرين	0.01	0.01	0.01	0.02	0.06	0.03	0.18	0.09
مصر	28.00	62.00	39.20	24.00	600.00	1500.00	690.00	565.00
العراق	55.80	20.00	20.00	24.75	526.00	200.00	200.00	243.00
الأردن	1.60	1.39	3.05	0.85	166.20	85.00	72.32	32.30
الكويت	0.50	0.02	0.19	0.04	34.00	0.30	5.00	0.80
لبنان	3.80	2.50	2.50	0.50	160.00	86.00	86.00	10.00
المغرب	1.00	17.00	8.89	24.81	40.00	500.00	183.91	665.00
فلسطين	2.70	0.40	2.90	0.26	139.00	12.50	49.00	5.70
قطر	0.05	0.03	0.48	0.42	0.70	0.30	8.50	4.30
المملكة العربية السعودية	2.97	18.15	8.04	14.923	211.60	364.44	134.90	245.56
سورية	12.90	23.50	23.50	10.90	152.20	588.30	588.30	105.90
تونس	1.70	28.00	4.50	8.50	37.00	350.00	37.00	100.00
الإمارات العربية المتحدة	0.25	0.10	0.66	0.25	15.00	3.00	20.00	7.00
اليمن	0.47	11.29	1.30	2.85	7.80	141.34	12.49	28.59

2.1. الفيروسات التي تصيب القرعيات في المنطقة العربية

تتعرض القرعيات تحت الظروف الطبيعية في الحقل للإصابة بأكثر من 45 فيروساً في أنحاء متفرقة من العالم (الصالح، 1994؛ Brunt *et al.*, 1990, 1996؛ Lovisolo, 1980) سجل منها 24 فيروساً في المنطقة العربية، حسب المعلومات المتاحة (حاج قاسم وآخرون، 2005؛ الصالح والشهوان، 1997؛ فجلة وآخرون، معلومات غير منشورة؛ Abu El-Nasr & Othman, 1995؛ Allam & Abo El-Ghar, 1970؛ Al-Musa *et al.*, 1985؛ Al-Shahwan & Abdalla, 1992؛ Al-Shahwan *et al.*, 2002؛ Fegla & El-Mazaty, 1981؛ Hassan & Duffus, 1991؛ Koeing *et al.*, 1983؛ Lecoq *et al.*, 1994؛ Makkouk & Abbasher, 1984؛

Mansour, 1997a؛ Mahgoub *et al.*, 1997b؛ Makkouk & Lesemann, 1980؛ Walkey, 1992؛ Zouba *et al.*, 1997, 1998) (جدول 2).

3.1. انتشار فيروسات القرعيات في بعض البلدان العربية

أظهر المسح الحقلي الذي أجري في مصر في بعض محافظات شمال مصر ووسط الدلتا أن فيروس موزاييك البطيخ (WMV) كان أكثر الفيروسات انتشاراً يليه في ذلك فيروس موزاييك الخيار (CMV) ثم فيروس موزاييك الكوسا (SqMV) (Fegla & El-Mazaty, 1981)، وفي دراسة أجريت حديثاً اتضح أن فيروس WMV مازال الأكثر تواجداً يليه فيروس الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء (ZYMV) ثم فيروس CMV وفيروس التبقع الحلقي للبابايا/الباباظ (PRSV). أما أقل الفيروسات تواجداً فكانت فيروس الموزاييك والتبرقش الأخضر للخيار (CGMMV) يليه فيروس التبقع الحلقي للتبغ (TRSV) ثم فيروس SqMV (فجلة وآخرون، معلومات غير منشورة).

وفي سلطنة عمان وجد أن القرعيات تصاب بفيروسات WMV، ZYMV، PRSV، CMV، SqMV، TRSV، فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم (ToRV)، وفيروس الذبول المتبقع للطماطم/ البندورة (TSWV). وكان أكثر الفيروسات تواجداً فيروسي WMV و ZYMV حيث تم ملاحظتهما في كل عينات القرعيات المختبرة (Zouba *et al.*, 1997).

وفي لبنان أظهر المسح الحقلي أن فيروسي ZYMV واصفرار القرعيات المنقول بالمنّ (CABYV) كانا من أوسع الفيروسات انتشاراً (Abou-Jawdah *et al.*, 1997)، يليهما في الأهمية فيروسات WMV، PRSV و CMV، أما في البيوت البلاستيكية فقد وجد أن فيروس عارض اصفرار وتقزّم القرعيات (CYSDV) هو الأكثر انتشاراً (Abou-Jawdah *et al.*, 2000b). كما سجل فيروس الخيار المحمول بالتربة (CuSBV) على محصول الخيار (Koenig *et al.*, 1983).

أما في السودان فقد وجد أن الفيروسات الأكثر انتشاراً على القرعيات هي: فيروسات CABYV، ZYMV، SqMV وفيروس التقزم الشاحب للبطيخ (WmCSV) (Kheyr-Pour *et al.*, 2000؛ Lecoq *et al.*, 1994). كما تم الكشف عن وجود فيروس موزاييك البطيخ المغربي (MWMV) (Lecoq *et al.*, 2001).

جدول 2. الفيروسات المسجلة على محاصيل القرعيات طبيعياً في المنطقة العربية.

العائلة/الفصيلة	الجنس	الأسم المختصر	الأسم العلمي	الأسم العربي
				1. الفيروسات المهمة اقتصادياً
Bromoviridae	*Cucumovirus*	CMV	*Cucumber mosaic virus*	فيروس موزاييك الخيار
Potyviridae	*Potyvirus*	ZYMV	*Zucchini yellow mosaic virus*	فيروس الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء
Potyviridae	*Potyvirus*	WMV	*Watermelon mosaic virus*	فيروس موزاييك البطيخ
Potyviridae	*Potyvirus*	PRSV	*Papaya ring spot virus*	فيروس التبقع الحلقي للبابايا/الباباظ
Potyviridae	*Potyvirus*	MWMV	*Moraccan watermelon mosaic virus*	فيروس موزاييك البطيخ المغربي
Comoviridae	*Comovirus*	SqMV	*Squash mosaic virus*	فيروس موزاييك الكوسا
Potyviridae	*Ipomovirus*	CVYV	*Cucumber vein yellowing virus*	فيروس اصفرار عروق الخيار
				2. فيروسات أخرى
غير محددة	*Tobamovirus*	CGMMV	*Cucumber green mottle mosaic virus*	فيروس الموزاييك والتبرقش الأخضر للخيار
Geminiviridae	*Begomovirus*	SLCV	*Squash leaf curl virus*	فيروس تجعد أوراق الكوسا
Geminiviridae	*Begomovirus*	WmCSV	*Watermelon chlorotic stunt virus*	فيروس التقزم الشاحب للبطيخ
Closteroviridae	*Crinivirus*	CYSDV	*Cucurbit yellow stunting disorder virus*	فيروس عارض اصفرار وتقزم القرعيات
				3. فيروسات قليلة الأهمية
Luteoviridae	*Polerovirus*	BWYV	*Beet western yellows virus*	فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر
Tombusviridae	*Aureusvirus*	CLSV	*Cucumber leaf spot virus*	فيروس تبقع أوراق الخيار
Tombusviridae	*Carmovirus*	CuSBV	*Cucumber soil-borne virus*	فيروس الخيار المحمول بالتربة
Luteoviridae	*Polerovirus*	CABYV	*Cucurbit aphid–borne yellows virus*	فيروس اصفرار القرعيات المنقول بالمنّ
Tymoviridae	*Tymovirus*	MRMV	*Melon rugose mosaic virus*	فيروس موزاييك وتجعد الشمام
Tombusviridae	*Carmovirus*	MNSV	*Melon necrotic spot virus*	فيروس البقعة الميتة للشمام
Bromoviridae	*Ilarvirus*	PDV	*Prune dwarf virus*	فيروس تقزم الخوخ/البرقوق
Potyviridae	*potyvirus*	ZYFV	*Zucchini yellow fleck virus*	فيروس الترقط الأصفر للكوسا الخضراء
Comoviridae	*Nepovirus*	TRSV	*Tobacco ringspot virus*	فيروس التبقع الحلقي للتبغ
Comoviridae	*Nepovirus*	ToRV	*Tomato ringspot virus*	فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم
Bunyaviridae	*Tospovirus*	TSWV	*Tomato spotted wilt virus*	فيروس الذبول المتبقع للبندورة/الطماطم

وفي اليمن أظهرت عمليات الحصر تواجد فيروسات ZYMV، WCSV، WMV و PRSV وكان أقلها تواجداً فيروس SqMV وفيروس موزاييك وتجعد الشمام (MRMV). وقد سبب فيروس WCSV خسائر اقتصادية كبيرة لزراعات البطيخ في المناطق الذي انتشر بها (Walkey *et al*., 1990 ؛Walkey, 1992).

وفي المملكة العربية السعودية أظهر المسح الذي أجري في مناطق الرياض والقصيم وحائل (الصالح والشهوان، 1997) أن فيروس ZYMV كان أكثر الفيروسات تواجداً يليه في الأهمية فيروسات CMV، WMV، SqMV ثم فيروس PRSV بينما أقل الفيروسات تواجداً كان فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر (BWYV) يليه في ذلك فيروسات CGMMV وفيروس تبقع أوراق الخيار (CLSV) وفيروس تقزم الخوخ/البرقوق (PDV).

وفى سورية كان أكثر الفيروسات انتشاراً على القرعيات فيروس ZYMV يليه فيروس CMV ثم فيروس WMV وفيروس الترقط الأصفر للكوسا الخضراء (ZYFV) ثم أحد فيروسات الاصفرار التابعة لفصيلة *Luteoviridae* وفيروس SqMV وفيروس CGMMV وأخيراً فيروس البقعة الميتة للشمام (MNSV). وقد أظهر المسح تواجد بعض أنواع المنّ والتي يعرف عنها قدرتها على نقل فيروسات ZYMV، WMV و CMV وخنفساء القثاء *Epilachna chrysomelina* (F.) والتي يعرف عنها قدرتها على نقل فيروس SqMV (حاج قاسم وآخرون، 2005). وقد أظهرت نتائج مسح آخر للفيروسات التي تصيب البطيخ والشمام في أربعة محافظات سورية (درعا، حمص، حماة وإدلب) تواجد فيروسي ZYMV و WMV بنسبة 18.33% و15.1%، على التوالي. وكان فيروس WMV أكثر انتشاراً على البطيخ، بينما كان فيروس ZYMV الأكثر تواجداً على الشمام (الشعبي وآخرون، 2006).

وفي الأردن أظهرت المسوحات التي تمت على القرعيات المزروعة بالحقل المفتوح مع بداية الثمانينات من القرن الماضي أن فيروس WMV كان الأكثر انتشاراً (Al-Musa & Mansour, 1982) وفي دراسة لاحقة مع نهاية التسعينات تبين أن فيروس ZYMV كان يحتل المرتبة الأولى يليه فيروس WMV بينما لم يكن لفيروسي CMV وSqMV أهمية اقتصادية (Mansour, 1997a). أما بالنسبة للقرعيات المزروعة في البيوت البلاستيكية وبخاصة الخيار فإن فيروس اصفرار عروق الخيار (CVYV) كان سائداً في منطقة وادي الأردن كما تم عزل فيروسات CMV،ZYMV و WMV (Mansour, 1994).

وفي مسح لفيروسات القرعيات في تونس جرى خلال عامي 2003 و 2004 تبين وجود فيروس اصفرار القرعيات المنقول بالمنّ (CABYV) على القرعيات في البيوت المحمية وفي الحقل المفتوح (Mnari Hattab *et al*., 2005).

ويعزى ارتفاع نسبة الإصابة بفيروسات القرعيات المنقولة بالمنّ إلى انتشار زراعة القرعيات في البيوت البلاستيكية وانتقال الفيروسات من زراعات الحقول المكشوفة إلى زراعات

البيوت البلاستيكية وبالعكس بواسطة حشرات المنّ (حاج قاسم وآخرون، 2005)، إلاّ أنه يجب عدم إغفال دور الأعشاب في ذلك فهي تلعب دوراً كبيراً في الانتشار الوبائي لبعض الفيروسات حيث تعمل على بقاء الفيروس بين المواسم في غياب المحصول الأساسي. وقد تم تتبع الأعشاب المصابة بفيروسي CMV و WMV في حقول الكوسا وما حولها أثناء الخريف (وجود المحصول) والشتاء (غياب المحصول) وفي بدايات الربيع قبل وأثناء وبعد زراعة الكوسا ودراسة علاقة كثافة الأعشاب المصابة بانتشار الإصابة على الكوسا واتضح أن الانتشار الوبائي السريع له علاقة بأعداد الأعشاب الحاملة للفيروس حيث وجد بعد أربعة أسابيع من الزراعة أن نسبة الإصابة وصلت إلى 80% في الحقل المحاط بكثافة عالية من الأعشاب المصابة بينما بلغت 9% في الحقل المحاط بأعداد قليلة من الأعشاب المصابة (Fegla, 1974).

2. الفيروسات التي تصيب القرعيات في المنطقة العربية

1.2. الفيروسات المهمة اقتصادياً

1.1.2. فيروس موزاييك الخيار

(*Bromoviridae* فصيلة ،*Cucumovirus* جنس ،CMV) *Cucumber mosaic virus*

الصفات العامة – وجد الفيروس لأول مرة عام 1916 على نباتات خيار مصابة في الولايات المتحدة الأمريكية (Brunt *et al.*, 1990). لهذا الفيروس مرادفات متعددة منها: فيروس الشحوب المعدي للموز (BICV)، فيروس الموزاييك الشريطي للوبياء (CBMV)، فيروس التبقع الحلقي للوبياء (CRSV)، فيروس الخيار–1، فيروس الموزاييك الأصفر للفول السوداني (PYMV)، فيروس تنكرز قمة البازلاء (PTNV)، فيروس التبقع الحلقي للزنبق (LRSV)، فيروس تقزم فول الصويا (SSV)، فيروس موزاييك الكرفس الجنوبي (SCMV)، فيروس لفحة السبانخ (SBV)، فيروس الورقة السرخسية للبندورة/الطماطم (TFLV) وفيروس التبقع الحلقي الغربي للبازلاء (PWRSV).

جسيمات الفيروس متساوية الأبعاد، غير مغلفة، قطرها 29 نانومتراً، بدون ترتيب واضح للكابسوميرات (Fegla, 1971). تحتوى الجسيمة الفيروسية على 18% حمض نووي و 82% بروتين ولا توجد دهون. يتكون المجين من ثلاثة قطع من الحمض النووي الريبي الخيطي، أحادي السلسلة، والذي يصل العدد الكلي للنيوكليوتيدات الداخلة في تركيبه 8621 نيوكليوتيدة. أكبر القطع (RNA-1) ذات وزن جزيئي 1.3×10^6 دالتون وتحتوي على 3389 نيوكليوتيدة والقطعة الثانية (RNA-2) ذات وزن جزيئي 1.1×10^6 دالتون وتحتوي على 3035 نيوكليوتيدة، أما القطعة الثالثة (RNA-3) وهى أصغرهم ذات وزن جزيئي 0.8×10^6 دالتون وتحتوي على

2197 نيوكليوتيدة. توجد كل قطعة من القطع الثلاث في جسيمة منفصلة. كما يوجد الحمض النووي الريبي تحت مجيني (RNA-4) في الجسيمات الفيروسية وهو عبارة عن حمض نووي ريبي رسول، تحت جينومي وزنه الجزيئي 0.35×10^6 دالتون خاص ببروتين الغطاء ويوجد مع القطعة الثالثة من الجينوم في جسيمة واحدة. كما قد يوجد RNA تابع في بعض العزلات (RNA-5) ويعتمد كلية على الفيروس في تناسخه ويؤدي إلى ظهور أعراض خاصة على النباتات المصابة (Brunt *et al*., 1990, 1996). يتكون الغطاء البروتيني من نوع واحد من البروتين، وزنه الجزيئي 24,247 دالتون ويدخل في تركيب الغطاء البروتيني لكل جسيمه 180 وحدة بروتينيه.

لهذا الفيروس أكثر من 70 سلالة تم توصيفها ووضعها في مجموعات على أساس الأعراض والحساسية للحرارة *in vitro* والتفاعلات المصلية/السيرولوجية والحركة في المجال الكهربائي. وقد أخذت معظم هذه السلالات أسمائها إما من العائل المصدر أو الأعراض المميزة التي يعطيها على النباتات المصابة. كما استخدمت أيضاً الصفات الفيزيائية والكيماوية لتوصيف بعض السلالات الأخرى مثل Y، Q و S (Francki *et al*., 1979). ومن أهم سلالات الفيروس: WA11، WA1، Z، P، N، L، E و A، هذا وقد وضعت السلالات في مجموعتين على أساس الخواص الأنتيجينية: ToRS و DTL.

إن تنوع سلالات الفيروس وانتقاله ببذور بعض الأنواع وكثرة عوائله البديلة والتي تمثل مصادر طبيعية للإصابة به تضمن له التواجد المستمر وتعمل حشرات المن الناقلة إذا ما توافرت الظروف البيئية الملائمة إلى انتشاره وبائياً مؤدياً إلى خسائر كبيرة.

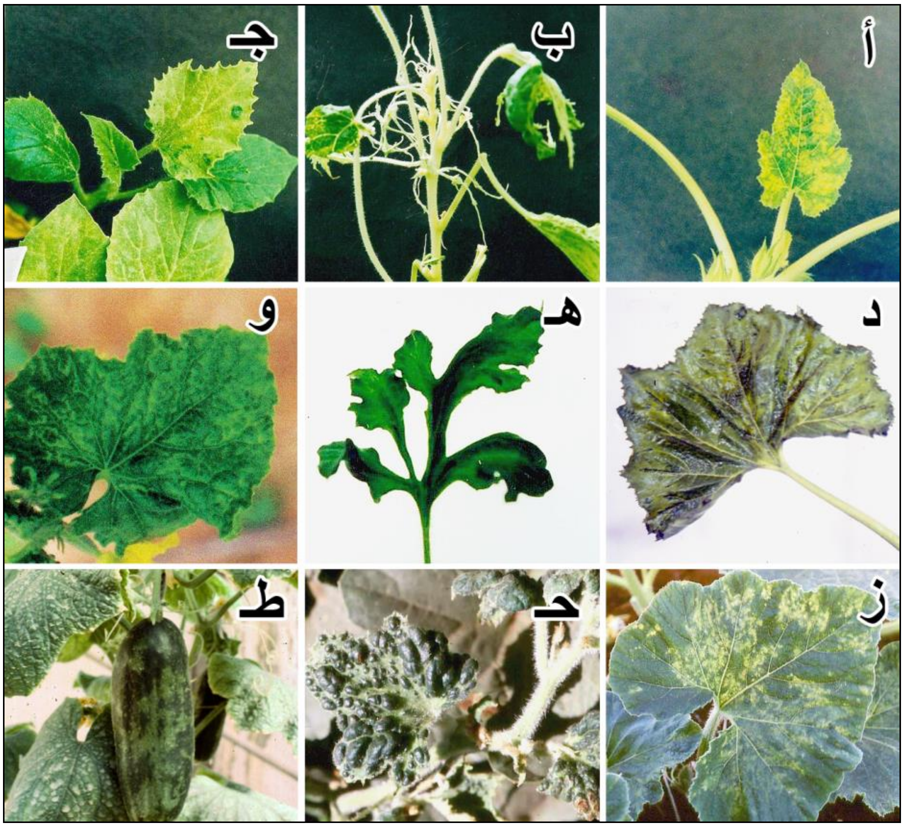
يمكن تنقية الفيروس بطرائق مختلفة منها استخدام منظم السترات في الاستخلاص والكلوروفورم في الترويق متبوعاً بالطرد المركزي المفرق (Fegla, 1971؛ Scott, 1963؛ Younes,1995) أو باستخدام محلول منظم السترات في الاستخلاص والكلوروفورم في الترويق ثم ترسيب الفيروس بواسطة البولي ايثيلين جليكول مع التنقية المتقدمة بدورتين طرد مركزي مفرق ثم دورة طرد مركزي في محلول سكروز متدرج الكثافة (Albert *et al*., 1985).

الأعراض والمدى العوائلي - تتباين الأعراض، تبعاً لنوع العائل وسلالة الفيروس، ما بين أعراض بقع موضعية وموزاييك وتبرقش أصفر مع تشوه للأوراق متباين الشدة. تظهر الأعراض عامة على الأوراق الحديثة لمعظم القرعيات بشكل بقع صغيرة صفراء مخضرة شبه شفافة يتحدد شكلها بالعروق الصغيرة للورقة ثم يتكون موزاييك أو تبرقش أصفر (شكل 1). تتشوه أنصال الأوراق وتتقزم النباتات المصابة وتقصر سلامياتها ويكون نموها ذات مظهر متورد وتأخذ أوراقها تقريباً نصف حجمها الطبيعي وتعطي أزهاراً قليلة ينتج عنها عدد قليل من الثمار.

تظهر الأعراض على الثمار وخاصة ثمار الخيار بشكل موزاييك أصفر مخضر يبدأ عند قاعدة الثمرة ثم ينتشر تدريجياً تجاه القمة. مع تقدم المرض تصبح الثمرة ذات لون أخضر باهت مصفر ويتخللها بروزات مرتفعة ذات لون أخضر داكن وغالباً ما تسبب تشوها للثمار.

لهذا الفيروس مدى عوائلي واسع حيث يصيب حوالي 775 نوعاً نباتياً تنتمي إلى 67 فصيلة (Kaper & Waterworth, 1981) ومن بينها الخيار (*Cucumis sativus* L.)، البطيخ (*Citrullus lanatus* L.)، الشمام (*Cucumis melo* L.)، الكوسا (*Cucurbita pepo* L.)، القثاء (*Cucumis melo* var. *flexuoses* Naud)، القرع العسلي (*Cucurbita maxima* Duch)، اليقطين/القرع الرقيبي (*Lagenaria siceraria* L.)، الكرفس (*Apium graveolens* L.)، الجزر (*Daucus carota* L.)، الفلفل (*Capsicum annum* L.)، التبغ (*Nicotiana tabacum* L.)، البندورة/الطماطم (*Lycopersicon esculentum* Mill)، الباذنجان (*Solanum melongena* L.)، الخس (*Lactuca sativa* L.)، البازلاء (*Pisum sativum* L.)، اللوبياء (*Vigna sinensis* Endl.)، الفول (*Vicia faba* L.)، الفاصولياء (*Phaseolus vulgaris* L.)، الفول السوداني (*Arachis hypogaea* L.)، الموز (*Musa paradisiaca* L.)، الترمس (*Lupinus termis* Forsk)، الأستر (*Callistephus chinensis* (L.) Nees)، البنفسج (*Viola odorata* Thunb.)، العايق (*Delphinum ajacis* L.)، البيتونيا (*Petunia hybrida* Vilm)، أبو خنجر (*Tropaeolum majus*)، الجلاديولس (*Gladiolus grandiflorus* Hort.)، الأقحوان (*Calendula officinales* L.) وغيرها.

وقد سجل الفيروس في بعض البلدان العربية على عدد من العوائل البديلة المصابة طبيعياً، ففي مصر تم عزله من الجلاديولس (Sabik, 1973)، الفاصولياء (Mazyad *et al*., 1974)، اللوبياء (Morsy, 1979)، الموز (El-Afifi, 1984)، الفلفل (Abu Foul, 1989)، الشوندر السكري/البنجر (El-Kady *et al.*, 1985؛ Omar *et al.*, 1994) والطماطم/البندورة (فجلة وآخرون، 2003؛ Younes, 1995). وفي العراق تم عزله من الفلفل (يونس وقاسم، 2003)، الباذنجان (Shawkat & Fegla, 1979)، الفاصولياء (Fegla *et al.*, 1980)، واللوبياء (Fegla *et al.*, 1981)، وفي الأردن تم عزله من الطماطم/البندورة (Al-Musa & Mansour, 1983)، كما عزل أيضاً في مصر من بعض النباتات البرية مثل *Nicotiana glauca* L. (Eid *et al.*, 1984)، وبعض الأعشاب مثل السلق البري (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.)، الرجلة (*Portulaca oleracea* L.)، الخبيزة (*Malva parviflora* L.)، الشيكوريا (*Cichorium pumilum*) وعنب الديب (*Solanum nigrum* L.) (Fegla, 1974).



شكل 1. تبرقش أصفر على الكوسا ناتج عن الإصابة بفيروس موزاييك الخيار (CMV) (أ)؛ موزاييك شديد وبثرات خضراء داكنة مصحوبة باختزال شديد للنصل على الكوسا (ب) وموزاييك وبثرات خضراء داكنة على الشمام (جـ) ناتجة عن الإصابة بفيروس الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء (ZYMV)؛ أعراض الإصابة بفيروس موزاييك البطيخ (WMV) على الكوسا (د) والبطيخ (هـ) وبفيروس التبقع الحلقي للبابايا/الباباظ (PRSV) على الكوسا (و)؛ بقع مصفرة على أوراق القرع الشتوي المصابة بفيروسي CMV وفيروس الموزاييك والتبرقش الأخضر للخيار (CGMMV) (ز)؛ بثرات خضراء داكنة وتشوه شديد لأوراق الشمام المصابة بفيروسي ZYMV وWMV (حـ)؛ أعراض الموزاييك على ثمار الخيار المصابة بفيروس CGMMV (ط).

طرائق الإنتقال - ينتقل الفيروس بالتلقيح الميكانيكي، كما ينتشر في الطبيعة بحشرات المنّ بطريقة غير مثابرة/غير باقية. ينتقل الفيروس بواسطة أكثر من 60 نوعاً من المنّ ومن أكثرها كفاءة في منّ الخوخ الأخضر (*Myzus persicae* Sulz.) ومنّ القطن (*Aphis gossypii* Glover) (Kaper & Waterworth, 1981؛ Abu Foul, 1989). وقد تم نقل الفيروس بحشرات المنّ التالية: منّ اللوبياء (*Aphis crassivora* Koch.)، منّ القطن، منّ الدفلة (*A. nerii* Boyer)، منّ

الصليبيات (*Brevicoryne brassicae* Linne) ومنّ الجعضيض (*Dactynotus sonchi* L.)، وكان منّ الدفلة أكثر هذه الأنواع كفاءة في النقل ولكن الفيروس لم ينقل بواسطة *Hyalopterus pruni* Geoffroy (فجلة وآخرون، 2003؛ Younes, 1995).

ينتقل الفيروس بواسطة بذور 19 نوعاً من النباتات منها اللوبياء (Fegla *et al.*, 1981) والعدس (مكوك وآخرون، 2003). كما ينتقل الفيروس بعشرة أنواع من الحامول (Gibbs & Harrison, 1970).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – هذا الفيروس من أوسع فيروسات القرعيات انتشاراً في العالم، خاصة في المناطق المعتدلة، يوجد حيث تزرع القرعيات والعوائل البديلة القابلة للإصابة به. وقد سجل تواجده على القرعيات في عدد من الدول العربية منها مصر (Allam & Abo El-Ghar, 1970)، الأردن (Mansour & Al-Musa, 1982)، لبنان وسورية (Katul & Makkouk 1987)، المملكة العربية السعودية (Salama *et al.*, 1987) وسلطنة عمان (Zouba *et al.*, 1997).

يسبب هذا الفيروس أضراراً اقتصادية للمحاصيل القرعية ويزداد الضرر إذا حدثت الإصابة في الأطوار المبكرة لنمو النباتات، حيث تتقزم النباتات بشدة وقد لا تعطي ثماراً وإذا أعطت فإن عددها يكون قليل وبعضها أو معظمها مشوه مما يخفض من قيمتها التسويقية.

وفي تجارب لتقدير الفقد في المحصول نتيجة للإصابة أظهرت نتائجها أن الفيروس يسبب خفضاً في محصول الخيار يصل إلى 100% إذا تمت الإصابة في طور الفلقات و 66.7% إذا تمت الإصابة في طور ثلاثة أوراق بينما يصل الخفض إلى 22.2% إذا تمت الإصابة في طور ستة أوراق (Fegla, 1977). أما على الكوسا فقد سبب الفيروس خفضاً في المحصول وصل أيضاً إلى 100% إذا تمت الإصابة في طور الورقة الأولى و 87.7% إذا تمت الإصابة في طور أربعة أوراق و 46.2% إذا تمت الإصابة في طور سبعة أوراق (Fegla & Badr, 1981).

طرائق الكشف - يعطي الفيروس أعراض موزاييك جهازي على الخيار والكوسا، موزاييك وتبقع حلقي على .*Nicotiana tabacum* L، *N. glutinosa* L. وموزاييك مع اختزال شديد لأنصال الأوراق على البندورة/الطماطم وبقع موضعية شاحبة أو ميتة على الأوراق الملقحة بدون انتشار جهازي على *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn و. *C. quinoa* Willd وبقع موضعية ميتة على بعض أصناف اللوبياء.

أمكن إنتاج أمصال مضادة عديدة لهذا الفيروس. ويمكن الكشف عنه بالطرائق المصلية/ السيرولوجية المختلفة منها طرائق الترسيب والانتشار الثنائي في الآجار (Abu Foul, 1989؛ Eid *et al.*,1984؛ Gamal El-Din *et al.*,1980؛ Omar *et al.*, 1980) ، والاليزا والارتباط

المناعي النقطي (Sadik *et al.*, 2001 ؛Khalil & Mikhail, 1987 ؛Fegla *et al.*, 2001)، وبصمة النسيج النباتي المناعي (Fegla *et al.*, 2001) والمجهر الإلكتروني المناعي. كما يكشف عن الفيروس أيضاً بالتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) وتهجين الحامض النووي (Shalaby, 2002 ؛ Sadik *et al.*, 2001).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره - ينصح باستخدام الأصناف المقاومة أو المتحملة من الخيار والشمام والكوسا. كما أن إزالة النباتات المصابة المزروعة في البيوت البلاستيكية فور ملاحظتها ومكافحة الحشرات الناقلة تؤدي إلى خفض نسبة الإصابة داخل هذه البيوت أما في الحقل المفتوح فقد لا تنخفض نسبة الإصابة كثيراً (Wasfy & Fegla, 1975). ويفيد الرش بالزيوت المعدنية في خفض نسبة الإصابة.

ويستحسن إحاطة نباتات القرعيات بعدة صفوف من محصول نجيلي مثل الذرة في المزارع الصغيرة. أما في المزارع الكبيرة فيفضل أن تكون محاطة بمصدات الرياح. ويجب تجنب زراعة محصول جديد بالقرب من زراعات قرعيات قديمة وإزالة الأعشاب الضارة من داخل وحول زراعات القرعيات (Fegla, 1974). هذا وقد لوحظ أن اصطياد المنّ على ألواح لزجة من البولي إيثيلين أو تغطية التربة بألواح بلاستيكية فضية ذات تأثير طارد للحشرات تؤدي إلى خفض نسبة الإصابة. كما وجد أن زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة بدرجة لا تؤدي إلى التنافس بينها تؤدي إلى خفض نسبة الإصابة (Fegla & Badr, 1979).

2.1.2. فيروس الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء

***Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV، جنس *Potyvirus*، فصيلة *Potyviridae*)**

الصفات العامة – وجد الفيروس لأول مرة على الكوسا في ايطاليا (Lisa *et al.*, 1981). ومن مرادفات هذا الفيروس فيروس تقزم واصفرار الشمام (MYSV).

جسيمات الفيروس عبارة عن خيوط مرنة غير مغلفة طولها 750 نانومتراً وعرضها 11 نانومتراً، تترسب كمكون واحد في التحضيرات النقية وتحتوي على 4.5–7% حمض نووي و 93–95.5% بروتين. المجين قطعة واحدة من الحمض النووي الريبي أحادي السلسلة ذات وزن جزيئي $2.93x10^6$ دالتون ويدخل في تركيب الغطاء البروتيني نوع واحد من البروتين وحدته ذات وزن جزيئي 36,000 دالتون (Abdel-Ghaffar *et al.*, 1998).

تختلف عزلات الفيروس في الأعراض التي تعطيها والنقل بالمنّ ولقد تم وضع 22 عزلة من الفيروس في 3 طرز مرضية تبعاً لرد فعل المدخل الوراثي للشمام PI 414723 (Brunt *et al.*, 1990).

يمكن تنقية الفيروس بطرق مختلفة منها الاستخلاص بمنظم فوسفاتي والترويق بالفريون وفصل الفيروس بالتعرض لدورة طرد مركزي مفرق متبوعاً بالطرد المركزي في محلول سكروز متدرج الكثافة (Lisa *et al.*, 1981) أو الترويق بالكلوروفورم ورابع كلوريد الكربون ثم الترسيب بالبولي إيثلين جليكول والتعريض لدورة طرد مركزي مفرق متبوع بالطرد المركزي في محلول سكروز متدرج الكثافة (Alhudaib *et al.*, 1999) أو الترويق بالكلورفورم ورابع كلوريد الكربون ثم ترسيب الفيروس مرتين بواسطة البولي إيثيلين جليكول قبل إجراء التنقية المتقدمة بواسطة الطرد المركزي لمحلول سلفات أو كلوريد السيزيوم متدرج الكثافة (Huang *et al.*, 1986).

الأعراض والمدى العوائلي – تظهر أعراض الإصابة بفيروس ZYMV على نباتات الكوسا والشمام والخيار والبطيخ على هيئة اصفرار وموزاييك و مناطق خضراء مرتفعة على الأوراق مع اختزال شديد لأنصال الأوراق (شكل 1). تتقزم النباتات المصابة وتعطي ثمار وبذور مشوهة.

والفيروس ذو مدى عوائلي متوسط. يصيب القرعيات ومنها البطيخ، الشمام، الخيار، القرع العسلي، اللوف، ويصيب نباتات من فصائل أخري مثل الفصيلة البقولية (Fabaceae)، الرمرامية (Chenopodiaceae) والأمرنتية (Amaranthaceae) (Al-Musa, 1989؛ El-Banna *et al.*,2000a؛ El-Mazaty & Alhudaib, 2000؛ Lesemann *et al.*, 1983؛ Lisa *et al.*, 1981؛ Younes, 2003).

طرائق الانتقال – ينتقل الفيروس بالتلقيح الميكانيكي، كما ينتشر في الحقل عن طريق حشرات المنّ بطريقة غير مثابرة/غير باقية (Brunt *et al.*, 1990) ومنها منّ الخوخ الأخضر ومنّ القطن (Abdel-Ghaffar *et al.*, 1998؛ Abdulsalam *et al.*, 1988؛ Al-Musa, 1989؛ Awad *et al.*, 1994؛ Lisa *et al.*, 1981؛ Mahgoub *et al.*, 1997a). وبمقارنة ثلاثة أنواع من المنّ في نقل الفيروس اتضح أن منّ القطن أكثر كفاءة في النقل يليه في ذلك منّ الدفلة ثم منّ الجعضيض (Younes, 2003). لا ينتقل الفيروس بالبذور (الشعبي وآخرون، 2006).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – هذا الفيروس واسع الانتشار على القرعيات، حيث يوجد في العديد من البلدان ومنها لبنان وسورية (Katul & Makkouk, 1987؛ Lesemann *et al.*,1983)، مصر (Khalil *et al.*, 1985)، الأردن (Al-Musa, 1989)، المملكة العربية السعودية (Al-Shahwan, 1990؛ Salama *et al.*, 1987)، اليمن (Walkey, 1992)، السودان (Mahgoub *et al.*, 1997a؛ Lecoq *et al.*, 1994) وسلطنة عمان (Zouba *et al.*,1997).

علاوة على انتشاره الواسع على القرعيات فإن الإصابة به تؤدي إلى تقزم شديد للنباتات مع تشوه واختزال شديد للأنصال وصغر حجم الثمار وتشوهها مما يؤدي إلى خسائر اقتصادية كبيرة. وفي تجربة لدراسة مدى قابلية بعض أصناف الخيار المزروعة في البيوت البلاستيكية للإصابة بفيروس ZYMV اتضح أن جميع الأصناف المختبرة باستثناء صنف دينا كانت قابلة للإصابة وتراوح الخفض في وزن الثمار لكل نبات من 64% إلى 85.3% تبعاً للصنف عندما تمت الإصابة في طور 3–4 أوراق (Al-Shahwan *et al.*, 1995).

طرائق الكشف – يعطي الفيروس بقع موضعية شاحبة بدون انتشار جهازي على *Gomphrena globosa* L. و *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn، موزاييك واصفرار مع تشوه الأوراق وتقزم للنباتات متبوعاً أحياناً أو غالباً بالتنكرز على الشمام والكوسا. وموزاييك جهازي أو إصابة كامنة على اللوف. لا يصيب الفيروس *Lavatera trimestris* L. ولكن فيروس WMV يعطي عليها بقع موضعية ميتة. وحيث أن بعض عزلات الفيروس تعطي أعراضاً مشابهة لبعض فيروسات القرعيات الأخرى مثل فيروس PRSV، WMV وSqMV فإن التشخيص المبني على الأعراض فقط لا يمكن الاعتماد عليه لذا بالإضافة إلى الأعراض يجب الكشف عن الفيروس وتعريفه عن طريق الاختبارات السيرولوجية والجزيئية.

وقد أمكن تحضير أمصال عديدة لهذا الفيروس تستخدم للكشف عنه بنجاح بطرائق مصلية/سيرولوجية مختلفة مثل الترسيب والانتشار الثنائي في الآجار (بعد إضافة SDS) والاليزا (Al-Musa, 1989؛ El-Banna *et al.*, 2000a؛ El-Mazaty & Alhudaib, 2000؛ Ibrahim, 1986؛ Makkouk & Abbasher, 1984؛ Younes, 2003) والميكرسكوب الإلكتروني المناعي (Alhudaib *et al.*, 1999؛ Lesemann *et al.*, 1983) والارتباط المناعي النقطي وبصمة النسيج النباتي المناعي (Alhudaib *et al.*, 1999) وكذلك باستخدام RT–PCR (El-Banna *et al.*, 2000b).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يجب استخدام الأصناف المقاومة إن وجدت، وقد اتضح أن صنف الخيار دينا وصنف القرع الرقيبي برولوفيك الطويل مقاومة للإصابة (الصالح والشهوان، 1996). كما وجد أن إزالة النباتات المصابة بمجرد اكتشافها ومكافحة حشرات المنّ الناقلة في البيوت البلاستيكية يؤدى لخفض نسبة الإصابة. يجب تجنب زراعة قرعيات جديدة بالقرب من زراعات قرعيات قديمة. ويفيد الرش بالزيوت المعدنية في خفض نسبة الإصابة (Mansour, 1997b).

يستحسن في المساحات الصغيرة إحاطة مزارع القرعيات بعدة صفوف من الذرة وفي المزارع الكبيرة يفضل حمايتها بمصدات الرياح (Akkawi *et al.*, 1984). كما يفيد

استعمال رقائق الألمنيوم على شكل لوحات عاكسة 40 x 60 سم داخل وعلى جوانب الحقل (Mansour *et al.*, 2000). وكذلك تغطية النباتات الصغيرة بالموسلين أو الأغريل لمدة 30 يوم بعد الإنبات لحمايتها من الحشرات الناقلة (Abou-Jawdah *et al.*, 2000b؛ Suwwan *et al.*, 1990). كذلك وجد أن تغطية التربة بالبلاستيك الفضي أو العدوى بعزلة مستضعفة من هذا الفيروس تؤديان إلى خفض نسبة الإصابة وزيادة الإنتاج (Abou-Jawdah *et al.*, 2000b).

3.1.2. فيروس موزاييك البطيخ

(*Potyviridae* فصيلة ،*Potyvirus* جنس ،WMV) *Watermelon mosaic virus*

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية من قبل Webb و Scott (1965) عندما تم وضع عزلات WMV في مجموعتين : المجموعة الأولي عرفت باسم فيروس موزاييك البطيخ –1 والمجموعة الثانية باسم فيروس موزاييك البطيخ –2. واعتمد حديثاً اسم WMV لفيروس موزاييك البطيخ –2 واسم PRSV لفيروس البطيخ –1.

جسيمات الفيروس ذات خيوط مرنة غير مغلفة طولها 730–765 نانومتراً. تترسب الجسيمات كمكون واحد وتحتوي على 5% حامض نووي و 95% بروتين. يتكون المجين من قطعة واحدة من الحمض النووي الريبي أحادي السلسلة. يتكون الغطاء البروتيني من نوع واحد من البروتين وحدته ذات وزن جزئ 34,000 دالتون. تختلف عزلات الفيروس في نوعية وشدة الأعراض على القرعيات وكذلك قدرتها على إصابة الفاصولياء و *Chenopodium album* L. و *C. hybrida* (Fegla & El-Mazaty, 1985 ؛El-Kewey *et al.*, 1995).

أمكن تنقية الفيروس عن طريق الاستخلاص بمنظم فوسفاتي والترويق بالبيوتانول ثم عزل الفيروس باستخدام الطرد المركزي المفرق والانتشار في مجال كهربائي (Milne & Grogan, 1969) أو الترويق بالكلوروفورم وعزل الفيروس عن طريق خفض درجة الحموضة إلى 4.9 مع طرد مركزي منخفض السرعة متبوعاً بدورة طرد مركزي مفرق (Fegla, 1971) أو الترويق بالكلوروفورم ورابع كلوريد الكربون وترسيب الفيروس بواسطة البولي إثيلين جليكول 6000 وفصله بواسطة الطرد المركزي في محلول كلوريد السيزيوم متدرج الكثافة ودورة طرد مركزي مفرق (Purcifull & Hiebert, 1979).

الأعراض والمدى العوائلي – يسبب الإصابة بفيروس WMV على القرعيات شفافية عروق، تحزم عروق وموزاييك مع تشوه للأوراق يتفاوت في شدته باختلاف عزلة الفيروس وصنف النبات المصاب (شكل 1)، وقد تختزل أنصال الأوراق اختزالاً كبيراً

(Abd El-Salam *et al*., 1991؛ Ahmed *et al*., 1990؛ El-Kewey *et al*.,1995؛ Fegla & El-Mazaty, 1985). وتزداد شدة الأعراض وتشوه الأوراق في حالة الإصابة بفيروسي ZYMV و WMV (شكل 1).

لهذا الفيروس مدى عوائلي واسع فهو يصيب نباتات الفصيلة القرعية كما يصيب نباتات تتبع فصائل أخري مثل الفصيلة البقولية (Fabaceae) والخبازية (Malvaceae) والخيمية (Umbelliferae) والسمسمية (Pedaliaceae) (Fegla & El-Mazaty, 1985). وقد تم عزل الفيروس من أعشاب مصابة طبيعياً به، فقد عزل من الخبيزة (*Malva parviflora* L.) والخلة (*Ammi magus* L.) في مصر (Fegla, 1974؛ Fegla & El-Mazaty 1981)، ومن الخبيزة في المغرب (Fischer & Lockhart, 1974).

طرائق الانتقال – ينتقل الفيروس بالتلقيح الميكانيكي وينتشر بحشرات منّ الخوخ الأخضر ومنّ القطن بطريقة غير مثابرة (Abd El-Salam *et al*.,1991؛ Al-Musa & Mansour, 1982؛ El-Kewey *et al*.,1995)؛ وقد كان منّ الخوخ الأخضر أكثر كفاءة في نقل بعض عزلات الفيروس بينما كان منّ القطن أكثر كفاءة في نقل البعض الآخر (Fegla & El-Mazaty, 1985) وعامة ينتقل الفيروس بأكثر من 27 نوع من المنّ (Brunt *et al*., 1990). لا ينتقل الفيروس بالبذور.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – الفيروس ذات انتشار عالمي يوجد على القرعيات في الكثير من دول العالم، بما فيها المغرب (Fischer & Lockhart, 1974)، مصر (Fegla & Badr, 1979)، العراق (Shawkat & Fegla, 1979)، اليمن (Walkey, 1992)، الأردن (Al-Musa & Mansour, 1982)، لبنان وسورية (Katul & Makkouk, 1987)، سلطنة عمان (Zouba *et al*., 1997) والسعودية (الصالح والشهوان، 1997). يسبب الفيروس تقزم للنباتات وخفض للمحصول ولنوعية الثمار المنتجة (Fischer & Lockhart, 1974).

طرائق الكشف – يعطي الفيروس بقع موضعية بدون انتشار جهازي على *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn، موزاييك جهازي مصحوب أحياناً بتشوه للأوراق على الكوسا، بقع موضعية ميتة مع تبرقش وتماوت للأوراق المصابة جهازياً على البازلاء صنف Alaska وموزاييك جهازي على *Nicotiana benthamiana*.

لهذا الفيروس أمصال مضادة عديدة أمكن إنتاجها وتستخدم للكشف عن الفيروس بالطرائق المصلية/ السيرولوجية المختلفة مثل الترسيب والانتشار الثنائي في الآجار والاليزا

(Purcifull & Hiebert, 1979 ؛El-Kewey *et al.*,1995). كما تستخدم الطرائق الجزيئية مثل RT-PCR.

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – أظهرت التجارب أن معظم أصناف الكوسا والبطيخ والشمام والخيار قابلة للإصابة بفيروس WMV بينما صنف الكوسا بلاك بيوتي (Black Beauty) وأصناف البطيخ سموكيلي (Smokylee)، جوبيلي (Jubilee)، بيكوك المخطط (Peacock Striped) وجاريسونتان (Garrisontan) وصنف الخيار موديل (Model) وصنف الشمام ديليشيوس (Delecious) كانت مقاومة لهذا الفيروس (Fegla & El-Mazaty, 1981). ويستحسن تجنب زراعة قرعيات جديدة بالقرب من زراعات قرعيات قديمة و حماية القرعيات المنزرعة في مساحات صغيرة بزراعة عدة صفوف من الذرة، أما في المزارع الكبيرة فيفضل أن تكون محاطة بمصدات الرياح.

يجب إزالة الأعشاب الضارة النامية في مزارع القرعيات وحولها (Fegla, 1974). كما يفيد الرش بالزيوت المعدنية. تكافح الحشرات الناقلة على القرعيات في البيوت البلاستيكية. وقد وجد أن زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة ولكن بدرجة لا تؤدي إلى تنافس النباتات يساهم في خفض نسبة الإصابة (Fegla & Badr, 1979). كما وجد أن تغطية النباتات الصغيرة بالموسلين لمدة 30 يوم بعد الإنبات يعمل على حمايتها من الحشرات الناقلة الحاملة للفيروس (Suwwan *et al.*, 1990).

4.1.2. فيروس التبقع الحلقي للبابايا/الباباظ

***Papaya ring spot virus* (PRSV، جنس *Potyvirus*، فصيلة *Potyviridae*)**

الصفات العامة – اكتشف المرض لأول مرة على البابايا/البابا ظ في هاواي عام 1945 وعرف أن مسببه فيروسي في عام 1949 (Brunt *et al.*, 1990). ولهذا الفيروس مرادفات منها فيروس التبقع الحلقي المشوه للبابايا/البابا ظ (PDRSV) وفيروس موزاييك البابايا/البابا ظ (PMV) وفيروس موزاييك البطيخ -1 والذي يعرف بالسلالة W (PRSV-W). وقد سجل فيروس موزاييك البطيخ -1 لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1965 (Webb & Scott, 1965).

جسيمات الفيروس عصويات مرنة غير مغلفة طولها 760–800 نانومتراً وعرضها 12 نانومتراً. تحتوي الجسيمات على 5.5% حمض نووي و 94.5% بروتين. المجين عبارة عن قطعة واحدة من الحمض النووي الريبي أحادي السلسلة ذات وزن جزئي 10^6x3.8 دالتون. يتكون بروتين الغطاء من نوع واحد من البروتينات وحدته ذات وزن جزيء 36,000 إلى 36,500

دالتون. يوجد لفيروس PRSV سلالتين، السلالة W تصيب القرعيات ولا تصيب البابايا أما السلالة P فهي تصيب البابايا والقرعيات.

يمكن تنقية الفيروس عن طريق الاستخلاص بمنظم فوسفاتي والترويق بواسطة الكلوروفورم ورابع كلوريد الكربون وترسيب الفيروس بواسطة البولي إثيلين جليكول والفصل بالطرد المركزي في أنبوب كلوريد السيزيوم متدرج الكثافة متبوعاً بدورة طرد مركزي مفرق (Purcifull & Hiebert, 1979).

الأعراض والمدى العوائلي – إن أعراض الموزاييك الناتجة عن الإصابة بفيروس PRSV قد يكون مصحوباً ببثرات خضراء داكنة مع تشوه للأوراق والثمار خاصة على الكوسا (شكل 1) بينما يعطي على البطيخ والشمام أعراض موزاييك وتبرقش مع تشوه للأوراق.

للفيروس مدى عوائلي ضيق، فهو يصيب البابايا/البابا ظ والقرعيات مثل الكوسا والشمام والخيار والقرع العسلي (Purcifull & Hiebert, 1979؛ Webb & Scott, 1965) وتعطي بعض عزلاته بقع موضعية على *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn. وقد يصيب القرعيات دون البابايا تبعاً للسلالة.

طرائق الانتقال – ينتقل الفيروس بالتلقيح الميكانيكي وينتشر في الطبيعة بواسطة منّ الدراق الأخضر (*Myzus persicae* Sulz.)، منّ اللوبياء (*Aphis craccivora* Koch.)، *A. solani* و *Macrosiphum euphorbiae* Thos. بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية. لا ينتقل الفيروس بالبذور.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – تصيب السلالة W لفيروس التبقع الحلقي للبابايا/البابا ظ القرعيات في العديد من دول العالم ومنها الدول العربية مثل المغرب (Hafidi, 1983)، سورية (Katul & Makkouk, 1987)، اليمن (Walkey, 1992)، لبنان (Makkouk & Lesemann, 1980)، سلطنة عمان (Zouba *et al.*,1997)، المملكة العربية السعودية (الصالح والشهوان، 1997) ومصر (فجلة وآخرون، معلومات غير منشورة).

طرائق الكشف – تعطي السلالة W لهذا الفيروس أعراض موزاييك وبثرات مرتفعة داكنة مع تشوه للأوراق والثمار على الكوسا وتبرقش أو موزاييك جهازي على *Cucumis metuliferus* E. Mey. A.2459 وتبرقش شاحب جهازي أو تبقع على اللوف *Luffa acutangula* (L.) Roxb. وبقع موضعية على *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn (ليس مع كل العزلات)

ولا تصيب البابايا *Carica papaya* L. أو الفاصولياء صنف Bountiful أو *Nicotiana benthamiana* أو *C. metuliferus* E. Mey. PI 292190.

للفيروس أمصال مضادة تستخدم عادة للكشف عنه بالطرائق المصلية/السيرولوجية المختلفة مثل الاليزا والمجهر الالكتروني المناعي (Makkouk & Lesemann, 1980) والانتشار المناعي في الآجار بعد إضافة مادة مفككة (مثل SDS) لجسيمات الفيروس (Purcifull & Hiebert, 1979) والاليزا (الصالح والشهوان، 1997؛ Gonsalves & Ishii, 1980).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – ينصح بتجنب زراعة قرعيات جديدة بالقرب من زراعات قرعيات قديمة. كما يفيد إحاطة مزارع القرعيات الصغيرة بعدة صفوف من الذرة أما المزارع الكبيرة فيفضل أن تكون محمية بمصدات الرياح.

5.1.2. فيروس موزاييك الكوسا

***Squash mosaic virus* (SqMV)، جنس *Comovirus*، فصيلة *Comoviridae*)**

الصفات العامة – وجد الفيروس لأول مرة على الكوسا في كاليفورنيا بالولايات المتحدة (Freitag, 1956). لهذا الفيروس عدة مرادفات منها فيروس موزاييك الشمام (MMV)، فيروس موزاييك القرع (PMV)، فيروس الموزاييك الحلقي للقرعيات (CRMV) وفيروس تقزم البطيخ (WSV).

جسيمات الفيروس متساوية الأبعاد غير مغلفة قطرها 28 نانومتراً. يوجد للفيروس ثلاث مكونات عند ترسيبها في محلول السكروز متدرج الكثافة: مكون القمة لا يحتوي حامض نووي، مكون الوسط يحتوي على 27% حامض نووي ومكون القاع ويحتوي على 35% حامض نووي، وبالتالي يمثل البروتين في المكونات الثلاث 100%، 73% و 65%، على التوالي. يتكون المجين من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة في قطعتين. الوزن الجزيء الكلي للمجين 10^6x4 دالتون. الوزن الجزيء للقطع 10^6x2.4 دالتون و 10^6x1.6 دالتون لمكوني القاع والوسط، على التوالي. يرتبط بالطرف ´5 للحمض النووي بروتين (VPg). كما توجد منطقة عديد الأدنين عند الطرف ´3 من الحمض النووي. يوجد في الجسيمات حامض نووي مجيني فقط. يوجد ثلاث أنواع من البروتين نوعان ذات وزن جزيء 42,000 و 22,000 وكلاهما يدخلان في تركيب الغطاء البروتيني ويتكون كل منهما من 60 وحدة لكل جسيمة. النوع الثالث من البروتين ذات وزن جزيء 5,000 دالتون أو أقل وربما يكون هو البروتين المرتبط بالجينوم (VPg) ويوجد بمعدل وحدة لكل جسيمة.

ومن أهم سلالاته سلالة فيروس تقزم البطيخ. وعموماً توضع عزلات الفيروس في مجموعتين سيرولوجيتين أحدهما تصيب البطيخ والأخرى لا تصيبه. يوجد الفيروس في المناطق التي تستخدم بذور محلية أو مستوردة حاملة للفيروس.

يمكن تنقية الفيروس عن طريق الاستخلاص بمنظم فوسفاتي والترويق بالطرد المركزي بسرعة 8,000 دورة في الدقيقة لمدة 10 دقائق متبوعاً بثلاث دورات طرد مركزي مفرق (Knuhtsen & Nelson, 1968) أو الترسيب بواسطة البولي إثيلين جليكول والتنقية بواسطة التجميد وخفض درجة الحموضة إلى 4.9 ودورة طرد مركزي مفرق متبوعا بالطرد المركزي في محلول سكروز متدرج الكثافة (Alvarez & Campbell, 1978).

الأعراض والمدى العوائلي – قد تصبح النباتات المصابة حاملة بدون أعراض أو تظهر أعراض مختلفة مثل الموزاييك والتبرقش مع بثرات داكنة مرتفعة وتبقع حلقي وزوائد نمو وتشوه للأوراق. وفي حالات الإصابة المبكرة تنتج النباتات ثماراً مشوهه.

يصيب الفيروس القرعيات ما عدا البطيخ بالسلالة العادية ولكنه يصاب بسلالة أريزونا المعروفة بفيروس تقزم البطيخ (Nelson *et al.*, 1965) كما يصيب الفيروس تجريبياً نباتات تتبع الفصائل البقولية (Fabaceae)، الخيمية (Umbelliferae)، الرمرامية (Chenopodiaceae) و Hydrophyllaceae (Freitag, 1956؛ Lockhart *et al.*, 1982).

طرائق الانتقال – ينتقل الفيروس بالتلقيح الميكانيكي، وينتشر في الطبيعة بنواقل حشرية تنتمي إلى غمدية الأجنحة وهي: *Acalymma trivittata*، *A. thiemei thiemei*، *Diabrotica undecimpunctata undecimpunctata*، *D. bivittula*، F. *Epilachna chrysomelina* و *E. paenulata*. كما ينتقل بالبذور بنسبة تصل إلى 10% في الشمام و 35% في الكوسا (Brunt *et al.*, 1996) و 20% في .*Chenopodium quinoa* Willd و 23% في *C. murale* (Lockhart *et al.*, 1985).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – يوجد على القرعيات في العديد من بلدان العالم، كما يوجد في بعض البلدان العربية ومنها مصر (Fegla & El-Mazaty, 1981)، لبنان (Natafji, 1981)، المغرب (Lockhart *et al.*, 1982)، المملكة العربية السعودية (Salama *et al.*,1987)، اليمن (Walkey, 1992)، الأردن (Al-Musa *et al.*,1994)، السودان (Lecoq *et al.*, 1994)، سلطنة عمان (Zouba *et al.*, 1997) وسورية (حاج قاسم وآخرون، 2005).

يسبب هذا الفيروس خسائر اقتصادية ناتجة عن الإصابات الشديدة والتي تؤدي إلى خفض في الإثمار وتشوه للثمار.

طرائق الكشف – يعطي الفيروس موزاييك جهازي غالباً مع بقع حلقية وتشوه للأوراق على الكوسا والشمام وبقع موضعية شاحبة على *Cucumis metuliferus* E. Mey. لا يصيب الفيروس *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn، الداتورا *Datura stramonium* L.، *Nicotiona glutinosa* L. و *N. tabacum* cv. Turkish. البطيخ مقاوم للإصابة بعزلات هذا الفيروس ماعدا سلالة البطيخ (Nelson *et al.*, 1965). كما تستخدم الطرائق المصلية في الكشف عن الفيروس مثل اختبارات الانتشار في الآجار والاليزا (الصالح والشهوان، 1997؛ Knuhtsen & Nelson, 1968).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – استخدام بذور معتمدة ومكافحة الحشرات الناقلة. كما يجب عدم السماح بدخول بذور قرعيات مستوردة حاملة للفيروس إلى مناطق خالية منه.

6.1.2. فيروس اصفرار عروق الخيار
Cucumber vein yellowing virus (CVYV، جنس *Ipomovirus*، فصيلة *Potyviridae*)

الصفات العامة – سجل الفيروس لأول مرة في منطقة الشرق الأوسط عام 1960 من قبل Cohen و Nitzany على الخيار المزروع في البيوت البلاستيكية.

جسيمات الفيروس عبارة عن خيوط مرنة بطول حوالي 800–950 نانومتراً. ويتكون المجين من حمض نووي ريبي وحيد السلسلة حجمه بحدود 10,800 قاعدة (Lecoq *et al.*, 2000).

الأعراض والمدى العوائلي – يبدي هذا الفيروس على الخيار البرثينوكاربي شفافية في عروق الأوراق الحديثة النمو بينما الأوراق القديمة السفلية تبدو صفراء مع تقزم عام في النبات أما القرعيات الأخرى والخيار من الصنف "بيت الفا" فإن الأعراض تتراوح ما بين غائبة إلى أعراض خفيفة. المدى العوائلي محدود فهو يصيب الفصيلة القرعية فقط.

طرائق الانتقال – ينتقل هذا الفيروس بالذبابة البيضاء بالطريقة شبه المثابرة/شبه الباقية، حيث فترة الحضانة حوالي 75 دقيقة (Mansour & Al-Musa, 1992)، كما ينتقل ميكانيكياً ولكن بكفاءة منخفضة. لاينتقل الفيروس بالبذور.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – ينتشر هذا المرض في منطقة الشرق الأوسط (Al-Musa *et al*., 1985؛ Yilmaz *et al*., 1989) على الخيار البارثينوكارب المزروع في البيوت البلاستيكية. يعتبر من أهم الأمراض الفيروسية التي تصيب الخيار في البيوت البلاستيكية في الأردن حيث يؤدي إلى اصفرار الأوراق وتقزم النباتات وبالتالي تقليل الإنتاج.

طرائق الكشف – يعطي الفيروس شفافية في عروق أوراق الخيار البارثينوكاربي الحديثة أما على القرعيات الأخرى فيعطي أعراض جهازية خفيفة. كما يمكن الكشف عن الفيروس باستخدام الاليزا (Mansour & Hadidi, 1999) وبواسطة اختبار RT-PCR (Lecoq *et al*., 2000).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – وضع أبواب شاش على مداخل البيوت المحمية لمنع دخول الذبابة البيضاء الناقل لهذا الفيروس ومكافحة الحشرة الناقلة داخل هذه البيوت بالرش الكيماوي إذا دعت الحاجة.

2.2. فيروسات أخرى

1.2.2. فيروس الموزاييك والتبرقش الأخضر للخيار

***Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV، جنس *Tobamovirus*)**

الصفات العامة– سجل الفيروس لأول مرة عام 1935 في بريطانيا على نباتات خيار مصابة (Brunt *et al*., 1990). ومن مرادفاته سلالة البطيخ (W) لفيروس CGMMV (CGMMV-W) وفيروس الخيار 3 (CV3) وفيروس الخيار 4 (CV4).

جسيمات الفيروس عصويات مستقيمة غير مغلفة، 300 نانومتراً في الطول و15 نانومتراً في العرض ذات قناة محورية واضحة. يتكون الفيروس من 5% حامض نووي و 95% بروتين. المجين عبارة عن حمض نووي ريبي أحادي السلسلة، مكون من قطعة واحدة ذات وزن جزيئي $2x10^6$ دالتون.لا توجد منطقة عديد الأدنين. للمجين نشاط يشبه الحمض النووي الريبي الناقل (tRNA). والحمض النووي الريبي غير المجيني الموجود في جسيمات الفيروس عبارة عن حمض نووي ريبي رسول تحت مجيني (m-RNA). يدخل في تركيب الغطاء البروتيني نوع واحد من البروتين وحدته ذات وزن جزيئي 17,261 دالتون.

للفيروس عدة سلالات يمكن تمييزها سيرولوجياً وكذلك بقدرتها على إصابة *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn والداتورا (*Datura stramonium* L.) منها السلالة العادية، سلالة اوكيوبا CMV، سلالة البطيخ، سلالة الخيار اليابانية والسلالات الهندية. ونظراً لسهولة انتشار الفيروس ميكانيكياً وكثافة التعامل داخل البيوت المحمية فان الفيروس ينتشر في قرعيات البيوت المحمية بسرعة أكبر من انتشاره في الحقول المفتوحة.

يمكن تنقية الفيروس عن طريق تجميد الأوراق والترويق باستخدام البيوتانول متبوعاً بترسيب الفيروس باستخدام البولي ايثلين جليكول والايثانول (Hollings *et al.*, 1975).

الأعراض والمدى العوائلي – تسبب السلالة العادية على أوراق الخيار تبرقش مصحوب بقبوات خضراء (Blisters) على سطح الورقة وتشوه مع تقزم للنمو. لا تظهر أعراض حادة على الثمار ولكن بعض السلالات تسبب ظهور تبرقش شديد وتشوه للثمار. وتعطي العزلة المعزولة من السعودية أعراض تبرقش لامع يظهر كبقع نجمية الشكل على الأوراق الصغيرة ويصبح أقل تحديداً على الأوراق الكاملة التكشف. أما على باقي القرعيات فتكون الأعراض بشكل موزاييك عادي (Al-Shahwan & Abdalla, 1992). وقد تظهر الأعراض بشكل بقع مصفرة على أوراق القرع الشتوي عند اصابتها بفيروسي موزاييك الخيار والموزاييك والتبرقش الأخضر للخيار (شكل 1).

يصيب الفيروس الخيار، البطيخ، الشمام واليقطين ولكنه لا يصيب الكوسا، التبغ، الباذنجان والبندورة/الطماطم (Al-Shahwan & Abdalla, 1992). بعض سلالات الفيروس تعطي بقع موضعية على *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn والداتورا والبعض الآخر يعطى بقع موضعية على تبغ سامسون وتبغ Xanthi-nc وتبرقش جهازي على *C. murale* (Hollings *et al.*, 1975).

طرائق الانتقال – ينتقل الفيروس عن طريق التلقيح الميكانيكي، و تلامس واحتكاك النبات المصاب بالسليم وعن طريق الجذور في التربة الملوثة ببقايا النباتات المصابة وتداول ولمس النباتات أثناء الزراعة والعمليات الزراعية. كما ينتقل بحشرة *Raphidopalpa fevicolis* وبالبذور المجموعة من نباتات الخيار واليقطين والبطيخ المصاب. النقل بالبذور ناتج غالباً عن تلوث البذور خارجياً بالفيروس. كما ينتقل الفيروس ببعض أنواع الحامول.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – واسع الانتشار في بعض دول آسيا وأوروبا ويوجد في المملكة العربية السعودية (Al-Shahwan & Abdalla, 1992)، سورية (حاج قاسم وآخرون، 2005) ومصر (فجلة وآخرون، معلومات غير منشورة).

يسبب الفيروس خسائر لزراعات الخيار في البيوت المحمية قد تصل إلى 15% وربما تزيد عن ذلك وتصل إلى 30% في الإنتاج الشتوي (Sutic *et al.*, 1999).

طرائق الكشف – تسبب الإصابة بالفيروس شفافية عروق وتبرقش مع قبوات خضراء مرتفعة وتشوه في الأوراق مصحوب بتقزم في نمو الخيار، ويعطي بقع موضعية على *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn أو الداتورا (*D. stramonium* L.) (تبعاً للسلالة). وليس من المستحسن الاعتماد فقط على الأعراض وإنما يلزم إجراء الاختبارات المصلية/السيرولوجية مثل الانتشار في الآجار (Al-Shahwan & Abdalla, 1992) والمجهر الإلكتروني المناعي والاليزا أو تفاعل RT-PCR.

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – ينصح باستخدام بذور معتمدة خالية من الفيروس. وفي حالة البذور مجهولة المصدر فانه ينصح بمعاملتها بالحرارة لمدة 3 أيام على 70 °س أو بالغمس في 15% فوسفات ثلاثي الصوديوم لمدة 20 دقيقة. كما يجب تعقيم الأدوات المستخدمة للعناية بالمحصول بالمعاملة الحرارية أو الكيماويات (الفورمالين أو المنظفات القوية) وتعقيم أيادي العمال بالغسيل على فترات منتظمة بالصابون أو المنظفات. وفي داخل البيوت المحمية ينصح باتباع المعاملات الزراعية التي تقلل من التلامس خلال النمو وإزالة النباتات المصابة فوراً بمجرد اكتشافها. يجب استخدام الكومبوست والتربة الخالية من بقايا النباتات المصابة.

2.2.2. فيروس تجعد أوراق الكوسا

(*Squash leaf curl virus* (SLCV)، جنس *Begomovirus*، فصيلة *Geminiviridae*)

الصفات العامة – وجد الفيروس لأول مرة على القرع العسلي والكوسا والفاصولياء في الولايات المتحدة(Cohen *et al.*, 1983) . يمكن تنقية الفيروس بواسطة الاستخلاص بمنظم فوسفاتي يحتوي على Triton X100 والترويق باستخدام الكلوروفورم ثم ترسيب الفيروس بالبولي ايثلين جليكول متبوعاً بدورتين من الطرد المركزي المفرق (Cohen *et al.*, 1983). جسيمات الفيروس توأمية قطرها 22 نانومتراً.

الأعراض والمدى العوائلي – تسبب الإصابة بالفيروس تقزم شديد وتجعد لأوراق أصناف الكوسا والقرع الشتوي والقرع الصيفي. تتبرقش الأنسجة ما بين العروق مكونة تحزم أخضر للعروق وتتكون زوائد على الأوراق. يفشل أحياناً تكوين الأزهار أو عقد الثمار أو تكون الثمار صغيرة ومشوهة، كما يظهر على الفاصولياء أعراض موزاييك مصحوب بتشوه والتواء للأوراق.

المدى العوائلي ضيق فهو يصيب الكوسا (*Cucurbita pepo* L.) والقرع الشتوي (*C. maxima*) والقرع الصيفي (*C. moschata* Duch.) ولكنه لا يصيب الشمام والخيار والبطيخ. لا يصيب الفيروس أيضاً عدداً كبيراً من المحاصيل الأخرى الشائعة مثل الشوندر السكري/البنجر، البامياء، البطاطا/البطاطس، البندورة/الطماطم، البازلاء والسبانخ وكذلك عدداً كبيراً من نباتات الزينة والأعشاب (Cohen *et al.*, 1983).

طرائق الانتقال – ينتشر هذا الفيروس في الطبيعة فقط بواسطة الذبابة البيضاء (*Bemisia tabaci* Genn.) بالطريقة الباقية/المثابرة. لا ينتقل بالتلقيح الميكانيكي.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا المرض في المملكة العربية السعودية حيث ينتشر انتشاراً وبائياً بنسبة تصل إلى 100% في بعض الحقول بالمناطق الوسطى والجنوبية منها (Al-Shahwan *et al.*, 2002)، وقد شوهدت أعراضه على الكوسا في بعض مناطق مصر (فجلة، معلومات غير منشورة). تؤدي الإصابة إلى تقزم النباتات وقلة العقد مما يسبب خفضاً شديداً في المحصول مع صغر وتشوه الثمار الناتجة.

طرائق الكشف – يتسبب مرض تجعد أوراق القرعيات عن الإصابة بفيروس SLCV وتجعد أوراق الشمام (MLCV) (Duffus *et al.*, 1985) وكلا الفيروسين ينتقلان بواسطة الذبابة البيضاء وينتميان إلى الفيروسات التوأمية.

يصيب فيروس SLCV الكوسا والقرع والفاصولياء ولكنه لا يصيب الخيار والشمام والبطيخ بينما فيروس تجعد أوراق الشمام يصيب كل الأنواع السابقة الذكر. وقد تم اكتشاف فيروس آخر حديثاً في سلطنة عمان تم تسميته باسم فيروس تجعد واصفرار أوراق الكوسا (Zouba *et al.*, 1998) يصيب القرع والكوسا واللوف فقط، ينتقل ميكانيكياً وينتشر في الحقل بالذبابة البيضاء (*B. tabaci* Genn.) وذات جسيمات عصوية مرنة 700-750 نانومتراً في الطول.

يمكن الكشف عن الفيروس بالطرائق المصلية/السيرولودجية مثل الاليزا ELISA والمجهر الإلكتروني المناعي (Cohen *et al.*, 1983, 1989 ؛Al-Shahwan *et al.*, 2002).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – ينصح بتجنب زراعة قرعيات حديثة بالقرب من زراعات قرعيات قديمة ظهرت بها أعراض الإصابة ويجب استخدام الأصناف المقاومة أو المحتملة إن وجدت. وإزالة النباتات المصابة خلال المراحل المبكرة لنمو النباتات. وقد وجد أن تغطية النباتات الصغيرة بأغشية بلاستيكية قد يمنع أو يعيق انتشار الإصابة.

3.2.2. فيروس التقزم الشاحب للبطيخ

(*Watermelon chlorotic stunt virus* WCSV، جنس *Begomovirus*، فصيلة *Geminiviridae*)

الصفات العامة – سجل الفيروس لأول مرة عام 1987 على البطيخ في اليمن (Brunt *et al.*, 1990). جسيمات الفيروس توأمية، غير مغلفة. الجسيمة الفردية المكونة للجسيمات التوأمية تكون كروية قطرها 19 نانومتراً. كما أن ترتيب الكابسوميرات في جسيمات الفيروس غير واضح.

الأعراض والمدى العوائلي – تسبب الإصابة بفيروس WCSV تجعد وتبرقش شاحب شديد للأوراق الحديثة مصحوب بتقزم شديد. تنتج النباتات المصابة ثمار مبرقشة صغيرة الحجم. قد تؤدي الإصابة المبكرة إلى فقد كامل للمحصول. المدى العوائلي ضيق، حيث أن المعلومات المتوفرة حالياً تشير إلى أنه يصيب البطيخ فقط.

طرائق الانتقال – لا ينتقل الفيروس بالتلقيح الميكانيكي. ينتشر في الطبيعة عن طريق حشرات تتبع الفصيلة *Aleyrodidae* ومن المحتمل أن تكون الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci* Genn. هي الناقل. كما ينتقل الفيروس بالتطعيم.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – لوحظ وجود هذا الفيروس في اليمن (Walkey, 1992) والسودان (Lecoq *et al.*, 1994). ويعتبر أكثر أمراض القرعيات أهمية في اليمن حيث بالإضافة إلى انتشاره الواسع فان النباتات المصابة به لا تنتج ثمار.

طرائق الكشف – تؤدي الإصابة بهذا الفيروس إلى أعراض مميزة على البطيخ حيث يتسبب في ظهور تبرقش وتجعد مع تشوه الأوراق الحديثة والقمة النامية للنباتات. كما يمكن استخدام الطرائق السيرولوجية مثل الاليزا والمجهر الالكتروني المناعي للكشف عن الفيروس.

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – ينصح بتجنب وجود زراعات بطيخ حديثة بالقرب من زراعات بطيخ قديمة بها نباتات مصابة (تلافي التداخل في زراعات البطيخ) ويفضل عزل زراعات البطيخ عن المزارع المجاورة كلما أمكن ذلك. كما أن توفير الحماية للنباتات الصغيرة بتغطيتها بغشاء Agryl قد يمنع أو يعوق انتشار العدوى ويجب التخلص من النباتات المصابة

بمجرد اكتشافها خلال المراحل المبكرة للنمو، وكذلك نباتات القرعيات البرية المصابة التي تنمو اختيارياً بالقرب من المحصول.

4.2.2. فيروس عارض اصفرار وتقزم القرعيات

***Cucurbit yellow stunting disorder virus* (CYSDV، جنس *Crinivirus*، فصيلة *Closteroviridae*)**

الصفات العامة – ظهر أول تقرير عن هذا الفيروس في الإمارات العربية المتحدة عام 1991 (Hassan & Duffus, 1991). يظهر المجهر الإلكتروني مجموعتان من الخيوط المرنة غير المغلفة احداها بطول 825–850 نانومتراً والأخرى بطول 875–900 نانومتراً (Celix *et al*., 1996؛ Liu *et al*., 2000).

الأعراض والمدى العوائلي – تبدأ الإصابة على الأوراق القديمة على شكل اصفرار بين العروق ثم يمتد الاصفرار ليعم تدريجياً كامل الورقة. تبقى الأوراق المصفرة نضرة (لا تذبل) ويمتد الاصفرار من الأوراق القديمة إلى الأوراق المجاورة، ولكن المرض لا يصيب الأوراق الحديثة النمو في قمة النبات (4–5 أوراق في قمة النبات) (Abou-Jawdah *et al*., 2000a). المدى العوائلي للفيروس محدود ويصيب القرعيات فقط.

طرائق الإنتقال – ينتقل هذا الفيروس بواسطة الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci* Genn. وتعتبر الطرز الحيوية B و Q لهذه الحشرة أكثر كفاءة من الطراز الحيوي A، كما أمكن نقل هذا المرض بالتطعيم (Wisler *et al*., 1998).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – رصد هذا المرض في البلدان التالية: الإمارات العربية المتحدة، تركيا، مصر، سورية، المملكة العربية السعودية، اسبانيا، لبنان، المغرب، البرتغال والولايات المتحدة الأميركية (Abou-Jawdah *et al*., 2000a؛ Celix *et al*., 1996؛ Desbiez *et al*., 2000؛ Duffus, 1995؛ Kao *et al*., 2000؛ Louro *et al*., 2000).

في لبنان وإسبانيا يعتبر من أكثر أمراض القرعيات خطورةً في البيوت البلاستيكية، حيث قد تصل نسبة الإصابة إلى ما يقارب 100% في حال لم تتخذ أي إجراءات للمكافحة. كذلك قدرت نسبة خسارة المحصول بحوالي 40–50% في النباتات المصابة (Abou-Jawdah *et al*., 2000a؛ López-Sése & Gomez-Guillamon, 2000).

طرائق الكشف – يتم الكشف عن الفيروس عن طريق الاختبارات السيرولوجية مثل الاليزا وبصمة النسيج النباتي المناعي والارتباط المناعي النقطي (Hourani & Abou-Jawdah, 2003) وتهجين الحمض النووي (Marco *et al*., 2003) و RT-PCR (Livieratos *et al*., 1999).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – ينصح بمكافحة الناقل الحشري والزراعة في أوقات لا يتواجد فيها الناقل. كما أن وضع شباك مانعة لدخول الحشرات على الأبواب وكافة فتحات البيوت البلاستيكية له تأثير فاعل في الحد من انتشار الفيروس. وفي الحقل يمكن استعمال الـ Agryl على الشتلات ويزال عند الإزهار أو يمكن استعمال الملش الفضي (Abou-Jawdah *et al*., 2000b). هناك أصناف شمام وخيار مقاومة لهذا المرض قيد التجارب قد تتوفر قريباً في الأسواق (Eid *et al*., 2006؛ Marco *et al*., 2003).

3. استنتاجات عامة

بالرغم من أن القرعيات تصاب بأكثر من 45 فيروساً سجل منها في المنطقة العربية حوالي 24 فيروس إلا أن تسجيل فيروسات جديدة على مستوى العالم والمنطقة العربية أمر لا يقبل الجدل فلا تخلو مجلات أمراض النبات من تسجيل مرض فيروسي جديد على القرعيات في منطقة ما من العالم.

من المعروف أن الحشرات وخاصة المنّ تلعب دوراً كبيراً في انتشار الأمراض الفيروسية. إن فيروسات الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء وموزاييك البطيخ وموزاييك الخيار والتبقع الحلقي للبابايا/الباباظ والتي تعتبر من أكثر الفيروسات المسجلة في المنطقة العربية انتشاراً على القرعيات تنتقل بواسطة حشرات المنّ بطريقة غير مثابرة/غير باقية.

وبالرغم من انتشار الأمراض الفيروسية التي تصيب القرعيات في العالم العربي إلا أن الدراسات عن الخسائر المتسببة عن هذه الأمراض قليلة واقتصرت على تأثير الإصابة الاصطناعية للنباتات وتقدير الفقد الناتج عنها مقارنة بنباتات سليمة (Fegla, 1977؛ Fegla & Badr, 1981) ولا توجد بحوث متاحة عن الخسائر الناجمة عن الإصابة الطبيعية في الحقول لذا يحتاج الأمر إلى إجراء المزيد من الدراسات لمعرفة الخسائر الحقيقية التي تتسبب عن الإصابة الطبيعية بهذه الأمراض. ومع ذلك فان هناك دلائل كافية تستدعي العمل باستمرار على خفض الفقد بالمحصول والوصول به إلى مستوى مقبول. من الطرق الممكنة لخفض الفقد هو التخلص من، أو تجنب بقدر الإمكان، مصادر الإصابة ومكافحة النواقل أو تجنبها إن أمكن مع العمل باستمرار على حماية النبات من الإصابة الجهازية.

وعامة فإن أفضل طريقة للمكافحة هو استنباط أصناف مقاومة ولكن التجارب أظهرت أن الفيروسات تتطفر باستمرار سواء من حيث قدرتها الإمراضية و/أو قدرتها على إصابة عوائل أخرى (المدى العوائلي)، على ذلك فان التربية للمقاومة وإنتاج نباتات معدلة وراثياً لن تعطي حلاً دائماً بالنسبة لفيروس ما ومحصول ما. وبالتالي فإن برامج المكافحة المتكاملة ضرورية لخفض الفقد في المحصول إلى مستويات مقبولة.

إن العوامل المؤثرة على الانتشار الوبائي لهذه الأمراض في المنطقة العربية مثل الظروف البيئية والنواقل وكفائتها في نشر المرض الفيروسي وكذلك العوائل البديلة التي تستخدمها الفيروسات كمصادر لإصابة القرعيات لم تدرس دراسة وافية حيث اقتصر العديد من الدراسات على عمل مسوحات للأمراض الفيروسية. قلة من البحوث تطرقت إلى العوائل البديلة ودورها في الانتشار الوبائي لأمراض القرعيات الفيروسية (Fegla, 1974؛ Fischer & Lockhart, 1974؛ Fegla & El-Mazaty, 1981). ان معرفة العوامل المؤثرة على الانتشار الوبائي لهذه الأمراض في المنطقة العربية ودراسة دورة الفيروسات ذات الأهمية الاقتصادية في الطبيعة سوف تساعد كثيراً في وضع برامج متكاملة فعالة للمكافحة.

4. المراجع

الشعبي، صلاح، محمد جمال مندو، فايز اسماعيل ووليد غزالة. 2006. فيروسات محصولي البطيخ الأحمر/الحبحب والبطيخ الأصفر/الشمام في سورية: انتشارها، وتأثير التطعيم على أصول مختلفة في الإصابة الفيروسية، وامكانية انتقال فيروس الموزاييك الأصفر للكوسا في البذور. مجلة وقاية النباتات العربية، 24: 75-83.

الصالح، محمد على محمد. 1994. التعرف على الفيروسات الممرضة للقرعيات في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية وتقويم مدى قابلية الأصناف النباتية من كل نوع نباتي لأهمها. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية. 129 صفحة.

الصالح، محمد على وإبراهيم محمد الشهوان. 1996. استجابة أصناف مختلفة من أنواع القرعيات لعزلة من فيروس التبرقش الأصفر للكوسا (ZYMV). مجلة وقاية النباتات العربية، 14: 10-14.

الصالح، محمد على وإبراهيم محمد الشهوان.1997. الفيروسات الممرضة للقرعيات في مناطق الرياض والقصيم وحائل من المملكة العربية السعودية. مجلة الخليج العربي للبحوث العلمية، 15: 223-254.

حاج قاسم، أمين عامر، خليل عبد الحليم وأم التقى غفران الرفاعي. 2005. الفيروسات التي تصيب القرعيات في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 23: 1-6.

فجلة، جابر إبراهيم، إبراهيم عبد السلام السمرة وحسني علي يونس. 2003. المدى العوائلي، النقل الحشري, التنقية والاختبارات السيرولوجية لعزلة من فيروس موزاييك الخيار معزولة من دفيئات بندورة/طماطم في شمال مصر. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 145.

مكوك، خالد محي الدين، نوران عطار وصفاء قمري. 2003. انتقال فيروس موزاييك الخيار في بذور العدس في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 145.

يونس، نضال زنون ونبيل عزيز قاسم. 2003. دراسات عن بعض الفيروسات المسببة لأعراض الموزاييك على محصول الفلفل في محافظة نينوى. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 145.

Abd El-Salam, A.M., M.M. EL-Khadem and A.A. Sallam. 1991. Characterization and comparative studies between five isolates of watermelon mosaic virus (WMV-2). Pages 557-575. In: Proceeding of the 4th National Conference of Pests and Diseases of Vegetables and Fruits in Egypt.

Abdel-Ghaffar, M.H., K.A. El-Dougdoug and A.S. Sadik. 1998. Serology and partial characterization of the Egyptian isolate of zucchini yellow mosaic potyvirus. Arab Universities Journal of Agricultural Sciences, 6: 313- 327.

Abdulsalam, K.S., M.F.A. Ghadir and E.A. Salama. 1988. Ability of certain aphid species to transmit zucchini yellow mosaic virus (ZYMV). Assiut Journal of Agricultural Sciences, 19:271-279.

Abou-Jawdah, Y., H. Sobh and A. Fayyad. 1997. First Report of Cucurbit Aphid-borne Yellows Luteovirus in Lebanon. Plant Disease, 81: 1331.

Abou-Jawdah, Y., H. Sobh, A.Fayad, H. Lecoq, B. Delecolle and J. Trad-Ferre. 2000a. *Cucurbit yellow stunting disorder virus*- a new threat to cucurbits in Lebanon. Journal of Plant Pathology, 82: 55-60.

Abou-Jawdah, Y., H. Sobh, S. El-Zammar, A. Fayad and H. Lecoq. 2000b. Incidence and management of virus diseases of cucurbits in Lebanon. Crop Protection, 19: 217-224.

Abu El-Nasr and B.A. Othman. 1995. A cucumber seed-borne potyvirus affecting tomato in protected cultivation. 6th Conference of Pests and Diseases of Vegetables and Fruits in Egypt, Ismailia, 2: 290-307.

Abu Foul, K.S.I. 1989. Studies on some viruses affecting pepper plants in northern Egypt. Ph.D.Thesis, Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt. 184 pp.

Ahmed, K.G.M., E.B. Abo-Elyazid and A.M.M. Madhy. 1990. Identification of a strain of watermelon mosaic virus-2 (WMV-2) isolated from naturally infected squash (*Cucurbita pepo* L.) plants grown in Kalubia Governorate, A.R.E. Annals of Agricultural Sciences, Moshtohor, 28: 2219-2230.

Akkawi, M., A. Al-Musa, N. Sharaf, and A. Mansour. 1984. Control of mosaic diseases affecting squash in Jordan. Dirasat, 13: 157-163.

Albert, E., J. Hannay and J.W. Randles. 1985. An epidemic of cucumber mosaic virus in south Australian lupins. Australian Journal of Agricultural Research, 36:367-373.

Alhudaib, K.A., M.A. El-Mazaty and K.M. Makkouk. 1999. Purification and serology of zucchini yellow mosaic potyvirus. Mansoura University Journal of Agricultural Sciences, 24:7371-7378.

Allam, E.K. and A.I. Abo El-Ghar. 1970. Viruses affecting cucurbits in Egypt. UAR Journal of Microbiology, 5:11-27.

Al-Musa, A.M. 1989. Severe mosaic caused by zucchini yellow mosaic virus in cucurbits from Jordan. Plant Pathology, 38:541-546.

Al-Musa, A.M. and A. Mansour. 1982. Some properties of a watermelon mosaic virus in Jordan. Plant Disease, 66:330-331.

Al-Musa, A.M. and A. Mansour. 1983. Plant viruses affecting tomatoes in Jordan, identification and prevalence. Phytopathologische Zeitschrift, 106:186-190.

Al-Musa, A.M., N. Hadidi and A. Mansour. 1994. Squash mosaic virus in Jordan. Dirasat Series B, Pure and Applied Sciences, 21:109-113.

Al-Musa, A.M., S.J. Qusus and A.N. Mansour. 1985. Cucumber vein yellowing virus on cucumber in Jordan. Plant Disease, 69:361.

Al-Shahwan, I.M. 1990. First report of zucchini yellow mosaic virus on cucurbits in central region of Saudi Arabia. Journal of King Saudi University, Agricultural Sciences, 2: 251-260.

Al-Shahwan, I.M. and O. Abdalla and M.A. Al-saleh. 1995. Response of green house- grown cucumber cultivars to an isolate of zucchini yellow mosaic virus (ZYMV). Plant Disease, 79:898- 901.

Al-Shahwan, I.M. and O. Abdalla. 1992. A strain of cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV) from bottle gourd in Saudi Arabia. Journal of Phytopathology, 134:152-156.

Al-Shahwan, I.M., O.A. Abdalla, and M.A. Al-Saleh. 2002. Squash leaf curl virus (SqLCV) and other begomoviruses in Saudi Arabia. Dirasat, Agricultural Sciences, 29:28-36.

Alvarez, M and R.N. Campbell. 1978. Transmission and distribution of squash mosaic virus in seeds of cantaloupe. Phytopathology, 68:257-263.

Awad, M.E., L.I. Masoad, A.A. Shalaby and A.S. Gamal El-Din. 1994. Characterization of zucchini yellow mosaic virus in Egypt. Egyptian Journal of Applied Sciences, 93:1-9.

Brunt, A., K. Crabtree and A. Gibbs. 1990. Viruses of tropical plants. C.A.B. International Walling ford Oxon. Oxon 0X10 DE UK. 706 pp.

Brunt, A., K. crabtree, M. Dallwitz, A. Gibbs and L. Watson. 1996. Viruses of plants. CAB International, Walling ford, Oxon 0X10 8 DE, UK. 1484 pp.

Celix, A., A.I. Lopez-Sese, N. Almarza, M.L. Gomez-Guillamon and E. Rodriguez-Cerezo. 1996. Characterization of Cucurbit yellow stunting disorder virus, a *Bemisia tabaci*-transmitted closterovirus. Phytopathology, 86: 1370-1376

Cohen, S. and F.E Nitzany. 1960. A whitefly transmitted virus of cucurbits in Israel. Phytopathologia Mediterranea, 1: 44-46.

Cohen, S., J.E. Duffus and H.Y. Lice. 1989. Acquisition interference and retention of cucurbit leaf curl viruses in whiteflies. Phytopathology, 79:109-113.

Cohen, S., J.E. Duffus, R.C. Larsen, H.Y. Lie and R.A. Flock. 1983. Purification, serology and vector relationships of squash leaf curl virus a white fly-transmitted geminivirus. Phytopathology, 73:1669-1673.

Desbiez, C., H. Lecoq, S. Aboulama and M. Peterschmitt. 2000. First report of *Cucurbit yellow stunting disorder virus* in Morocco. Plant Disease, 84: 596.

Duffus, J.E. 1995. Whitefly-transmitted yellowing viruses of the Cucurbitaceae. Pages 12-16. In: Cucurbitaceae 94: Evaluation and enhancement of cucurbit germplasm. G.E. Lester and J.R. Dunlap (ed.). Gateway Printing, South Padre Island, Texas

Duffus, J.E., H.Y. Liu and M.R. Johns. 1985. Melon leaf curl virus. A new geminivirus with host and serological variations from squash leaf curl virus. Phytopathology, 75:1312.

Eid, S., Y. Abou-Jawdah, S. El-Mohtar, H. Sobh, and M. Havey. 2006. Tolerance in Cucumber to *Cucurbit yellow stunting disorder virus.* Plant Disease, 90: 645-649

Eid, S.A., A.A. Kishtah and A.A. Abu-Zeid. 1984. *Nicotiana gluaca* L., a natural host for cucumber mosaic virus. Agricultural Research Review, 62:367-378.

El-Afifi, S.I. 1984. Identification of viruses infecting banana in Egypt. Pages 461-482. In: Proceeding of the 9th International Congress for Statistics Computer Science, Social and Demographic Research.

El-Banna, O.M., A.M. Sabek, I.A. Ibrahim and Azza G. Farag. 2000b. Detection of zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) by RT-PCR and nucleic acid hybridization. Egyptian Journal of Applied Sciences, 15:20-35.

El-Banna, O.M., I.A. Ibrahim, A.M. Sabek and Azza G. Farag. 2000a. Studies on zucchini yellow mosaic virus in Egypt. Egyptian Journal of Applied Sciences, 15:36-48.

El-Kady, M.A.S., A.S. Gamal El-Din, M.K. Nakhla and A.M. Abd EL-Salam. 1985. A strain of cucumber mosaic virus isolated from sugar beet in Egypt. Pages 617-626. In: Proceeding of the 1st. National Conference of Pests and Diseases of Vegetables and Field Crops in Egypt, Ismailia.

El-Kewey, S.A., S.A. Sidaros and A.A. Deif. 1995. Studies on watermelon mosaic virus-2 (WMV-2) affecting cucurbitaceous crops in Egypt. Pages 325-338. In: Proceeding of 6th National Conference of Pests and Diseases of Vegetables and Fruits in Egypt.

El-Mazaty, M.A. and K.A. Alhudaib. 2000. Studies on zucchini yellow mosaic potyvirus: Isolation, identification and incidence. Mansoura University Journal of Agricultural Sciences, 25: 5651-5660.

FAO. 2005. Food Agriculture Organization of the United Nations, "Statistical Databases". <http://apps.fao.org//>.

Fegla, G.I. 1971. Some virus diseases affecting cucurbits in Ukrain. Ph.D. Thesis, Institute of Microbiology and Virology, Ukrainian Academy of Science, Keiv, USSR (in Russian).

Fegla, G.I. 1974. Studies on naturally infected weeds with cucumber and watermelon mosaic viruses and their role on the incidence of mosaic diseases of vegetable marrow in Egypt. Egyption Journal of Phytopathology, 6:81-85.

Fegla, G.I. 1977. Effect of cucumber mosaic virus on cucumber plants in different stages of development. Egyption Journal of Phytopathology, 9:9-13.

Fegla, G.I. and H.M. Badr. 1979. Effect of plant population on the incidence of mosaic diseases and productivity of vegetable marrow (*Cucurbita pepo* L.). Alexandria Journal of Agricultural Research, 27:259-265.

Fegla, G.I. and H.M. Badr. 1981. Losses in vegetable marrow (*Cucurbita pepo* L.) caused by cucumber mosaic virus. Alexandria Journal of Agricultural Research, 29:197-202.

Fegla, G.I. and M.A. El-Mazaty. 1981. Distribution of certain viruses affecting cucurbits in Egypt and susceptibility of cucurbit cultivars to the most prevalent one. Alexandria Journal of Agricultural Research, 29-247-258.

Fegla, G.I. and M.A. El-Mazaty. 1985. Studies on host range, properties and transmission of certain isolates of watermelon mosaic virus-2 in Egypt. Alexandria Journal of Agricultural Research, 30:945-955.

Fegla, G.I., A.L.B. Shawkat and S.Y. Mohammed. 1981. Certain viruses affecting cowpea and their effect on growth and root nodulation of cowpea plants. Mesopotamia Journal of Agriculture, 16:137-152.

Fegla, G.I., A.L.B. Shawkat and Soad Y. Mohammad. 1980. Isolation of a strain of cucumber mosaic virus from the bean in Iraq. Mesopotamia Journal of Agriculture, 15:167-178

Fegla, G.I., I.A. El-Samra, H.A. Younes and M.H. Abd El-Aziz. 2001. Comparative studies for detection of tomato mosaic tobamovirus (ToMV), cucumber mosaic cucumovirus (CMV) and potato Y potyvirus (PVY). Journal of the Advances in Agricultural Research, 6:239-254.

Fischer, H.U. and B.E.L. Lockhart. 1974. Serious losses in cucurbits caused by watermelon mosaic virus in Morocco. Plant Disease Reporter, 58:143-146.

Francki, R.I.B., D.W. Mossop and T. Hatte. 1979. Cucumber mosaic virus. C.M.1. /A.A.B. Descriptions of Plant Viruses No. 213.

Freitag, J.H. 1956. Beetle transmission, host range and properties of squash mosaic virus. Phytopathology, 46: 73-81.

Gamal El-Din, A.S., M.A. Tolba, A.A. El-Amrety and T.M. Nasr El-Din. 1980. Purification and serology of cucumber mosaic virus in Egypt. Agricultural Research Review, 58:241-251.

Gibbs, A.J. and B.D. Harrison. 1970. Cucumber mosaic virus. C.M.I. / A.A.B. Descriptions of Plant Viruses No. 1.

Gonsalves, D. and M. Ishii. 1980. Purification and serology of papaya ring spot virus. Phytopathology, 70: 1028-1032.

Hafidi, B. 1983. Occurrence of watermelon mosaic virus-1 in Morocco. Parasitica, 39: 29-34.

Hassan, A.A. and J.E. Duffus. 1991. A review of a yellowing and stunting disorder of cucurbits in the United Arab Emirates. Emirates Journal of Agricultural Sciences, 2: 1-16

Hollings, M., Y. Komuro and H. Tochihara. 1975. Cucumber green mottle mosaic virus. C.M.I / A.A.B. Descriptions of Plant Viruses No. 154.

Hourani, H. and Y. Abou-Jawdah, 2003. Immunodiagnosis of *Cucurbit yellow stunting disorder virus* using polyclonal antibodies developed against recombinant coat protein. Journal of Plant Pathology, 85: 197-204.

Huang, C.H., S.H. Hseu and Y.J. Chao. 1986. Purification and serology of an isolate of zucchini yellow mosaic virus. Journal of Agricultural Research China, 35: 495-503.

Ibrahim, I.A. 1986. Studies on some viruses affecting cucurbits in ARE. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt. 119 pp.

Kao, J., L. Jia, T.Tian, L. Rubio and B.W. Falk. 2000. First report of *Cucurbit yellow stunting disorder virus* (genus crinivirus) in North America. Plant Disease, 84: 101.

Kaper, J.M. and H.E. Waterworth. 1981. Cucumoviruses. Pages 257-332. In: Handbook of Plant Virus Infection and Comparative Diagnosis. E. Kurstak (ed.). Elsevier North Holland Biochemical Press, Amsterdam.

Katul, L. and K.M. Makkouk. 1987. Occurrence and serological relatedness of five cucurbit potyviruses in Lebanon and Syria. Phytopathologia Mediterranea, 26: 36-42.

Khalil, E.M. and M.S. Mikhail. 1987. The use of enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) as a rapid and quantitative detection method for cucumber mosaic virus (CMV) in peppers. Egyptian Journal of Phytopathology, 19:109-117.

Khalil, E.M., H. El-Said, M.F. Attia and I.A. Ibrahim. 1985. Occurrence of zucchini yellow mosaic virus in Egypt. Pages 672-675. In: Procceding of the 1st Conference of Pests and Diseases of Vegetables and Field Crops in Egypt.

Kheyr-Pour, A., K. Bananej, G.A. Dafalla, P. Caciagli, E. Noris, A. Ahoonmanesh, H. Lecoq and B. Gronenborn. 2000. *Watermelon chlorotic stunt virus* from the Sudan and Iran: Sequence Comparisons and Identification of a Whitefly-Transmission Determinant. Phytopathology, 90: 629-635.

Knuhtsen, H.K. and M.R. Nelson. 1968. Identification of two serotypes in squash mosaic virus strains. Phytopathology, 58: 345-347

Koeing, R., D.E. Lesseman, W. Huth and K.M. Makkouk. 1983. Comparison of a new soil-borne virus from cucumber with tombus., Diantho. and other similar viruses. Phytopathology, 73: 515-520.

Lecoq, H., C. Desbiez, B. Delecolle, S. Cohen and A. Mansour. 2000. Cytological and Molecular evidence that the whitefly-transmitted cucumber vein yellowing virus is a tentative member of family Potyviridae. Journal of General Virology, 81: 2289-2293.

Lecoq, H., G. Dafalla, C. Desbiez, C. Wipf-Scheibel, B. Delécolle, T. Lanina, Z. Ullah and Rebecca Grumet. 2001. Biological and Molecular Characterization of *Moroccan watermelon mosaic virus* and a Potyvirus Isolate from Eastern Sudan. Plant Disease, 85: 547-552.

Lecoq, H., G.A. Dafalla, Y. F. Mohamed, H.M. Ali, C. Wipf-Scheibel, C. Desbiez, A.R. ElJack, S.K. Omara and M. Pitrat. 1994. Survey of virus diseases infecting cucurbit crops in eastern, central and western Sudan. University of Khartoum, Journal of Agricultural Sciences, 2: 67-82.

Lesemann, D.E., K.M. Makkouk, R. Koeing and E. Natafji Samman. 1983. Natural infection of cucumbers by zucchini yellow mosaic virus in Lebanon. Phytopathologische Zeitschrift, 108:304-313.

Lisa, V., G. Boccardo, G.D. Agostino, G. Dellavalle and M.D. Aquilio. 1981. Characterization of a potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. Phytopathology, 71: 667-672.

Liu, H.Y., G.C. Wisler and J.E. Duffus. 2000. Particle lengths of whitefly- transmitted criniviruses. Plant Disease, 84: 803-805.

Livieratos, I.C., A.D. Avgelis and R.H.A. Coutts. 1999. Molecular characterization of *Cucurbit yellow stunting disorder virus* coat protein gene. Phytopathology, 89: 1030–1035

Lockhart, B.E.L, F. Jebbour and A.M., Lennon. 1985. Seed transmission of squash mosaic virus in *Chenopodium* spp. Plant Disease, 69: 946-947.

Lockhart, B.E.L., Z. Ferji and B. Hafidi. 1982. Squash mosaic virus in Morocco. Plant Disease, 66: 1191-1193.

López-Sése, A.I. and M.L. Gomez-Guillamon. 2000. Resistance to *Cucurbit yellow stunting disorder virus* (CYSDV) in *Cucumis melo* L. Horticultural Science, 35: 110-113.

Louro, D., M. Vicente, A.M. Veira, G.P. Accoto and G. Nolasco. 2000. *Cucurbit yellow stunting disorder virus* (genus Crinivirus) associated with the yellowing disease of cucurbit crops in Portugal. Plant Disease, 84: 1156.

Lovisolo, O. 1980. Virus and viroid diseases of cucurbits. Acta Horticulturae, 88: 33-82.

Mahgoub, H.A., C. Desbiez, C. Wipf-Scheibel, G. Dafalla and H. Lecoq. 1997a. Characterization and occurrence of zucchini yellow mosaic virus in Sudan. Plant Pathology, 46: 800-805.

Mahgoub, H.A., C. Wipf-Scheibel, B. Delecolle, M. Pitrat, G. Dafalla and H. Lecoq. 1997b. Melon rugose mosaic virus: characterization of an isolate from Sudan and seed transmission in melon. Plant Disease, 81: 656-660

Makkouk, K.M. and A. Abbasher. 1984. Cucumber yellows and zucchini yellow mosaic viruses seriously affecting cucumber production in Lebanon. Pages 14-15. In: Proceedings of the 6th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Cairo, Egypt.

Makkouk, K.M. and D.E. Lesemann. 1980. A severe mosaic of cucumbers in Lebanon caused by watermelon mosaic virus-1. Plant Disease, 64: 799-800.

Mansour, A. 1994. Incidence of cucurbit viruses affected cucumber in plastic houses in Jordan. Dirasat Series, B. Pure and Applied Sciences, 21: 175-179.

Mansour, A. and A. Al-Musa. 1992. Cucumber vein yellowing virus; host range and virus-vector relationships. Journal of Phytopathology, 137: 73-78.

Mansour, A. and A. Al-Musa. 1982. Incidence, economic importance and prevention of watermelon mosaic virus-2 in squash (*Cucurbita pepo*) fields in Jordan. Phytopathologische Zeitschrift, 103: 35-40.

Mansour, A., M. Akkawi and A. Al-Musa. 2000. A modification of aluminum foil technique for controlling aphid borne mosaic diseases of squash. Dirasat, Agricultural Sciences, 27(1): 1-9.

Mansour, A.N. 1997a. Cucurbit viruses of squash in Jordan. Dirasat, Agricultural Sciences, 24(3): 346-350.

Mansour, A.N. 1997b. Prevention of mosaic diseases of squash with oil sprays alone or combined with insecticide or aluminum foil mulch. Dirasat, Agricultural Sciences, 24: 1146-1151.

Mansour, A.N. and N. Hadidi. 1999. Cucumber vein yellowing virus; purification and serological studies. Dirasat, Agricultural Sciences, 26: 8-14.

Marco, C.F., J.M. Aguilar, J. Abad, M.L. Gomez-Guillamon and M.A. Aranda. 2003. Melon resistance to *Cucurbit yellow stunting disorder virus* is characterized by reduced virus accumulation. Phytopathology, 93: 844-852.

Mazyad, H., M. El-Hammady and A. Sabik. 1974. Occurrence of cucumber mosaic virus on bean plants in Egypt. (Abstract 6). In: The 1st. Congress of Phytopathology, Giza, Egypt,

Milne, K.S. and R.G. Grogan. 1969. Characterization of watermelon mosaic virus strains by serology and other properties. Phytopathology, 59: 809-818.

Mnari Hattab, M., J. Kummert, S. Roussel, K. Ezzaier, A. Zouba, and M. H. Jijakli. 2005. First Report of *Cucurbit aphid-borne yellows virus* in Tunisia Causing Yellows on Five Cucurbitacious Species. Plant Disease, 89: 776.

Morsy, F.I. 1979. Studies on some virus diseases of some leguminous plants. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams Uinversity, Egypt. 186 pp.

Natafji, E. 1981. Identification, purification and serology of three viruses affecting cucumber and squash in Lebanon. MSc Thesis, Faculty of Agricultural and food Sciences, American University of Beirut. 90 pp.

Nelson, M.R., J.C. Matejka and H.H. McDonald. 1965. Systemic infection of watermelon by a strain of squash mosaic virus. Phytopathology, 55: 1362-1364.

Omar, R.A., M. El-Khadem and S.A. Sedarous. 1980. Purification of cucumber mosaic virus and preparation of a diagnostic serum. Egyptian Journal of. Phytopathology, 12: 1-12.

Omar, R.A., S.A. El-Kewey, S.A. Sidaros and S.Y. Mahmoud. 1994. Unusual strain of CMV affecting sugar beet in Egypt. Pages 1-14. In: Proceeding of the 7th Congress of Phytopathology, Giza, Egypt.

Purcifull, D.E. and E. Hiebert. 1979. Serological distinction of watermelon mosaic virus isolates. Phytopathology, 69: 112-116.

Sabik, A.M. 1973. Studies on some viruses affecting gladiolus in A.R.E. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt. 117 pp.

Sadik, A.S., M.I. Salama, I.A. Abd El-Hamid and M.A. Madkour. 2001. Serological and molecular characterization of an Egyptian isolate of banana-cucumber mosaic cucumovirus. Arab Journal of Biotechnology, 4: 49-62.

Salama, E.A., K. Abdul salam and M. Khan. 1987. Occurrence of cucurbit viruses in the eastern province of Saudi Arabia. Proceedings of Saudi Biological Society, 10: 257-271.

Scott, H.A. 1963. Purification of cucumber mosaic virus. Virology, 20: 103-106.

Shalaby, A.A. 2002. Molecular detection of an Egyptian isolate of cucumber mosaic virus (CMV) from infected banana plants using RT-PCR and nucleic acid probe and partial sequence identification. Egyptian Journal of Genetics and Cytology, 31: 183-190

Shawkat, A.L.B. and G.I. Fegla. 1979. Identification of two viruses from eggplant and *Cucurbita pepo* in Iraq. Plant Disease Reporter, 63: 235-238.

Sutic, D.D., R.E. Ford and M.T. Tosic. 1999. Handbook of Plant Virus Diseases. CRC Press LLC. 552 pp.

Suwwan, M., A. Al-Musa, M. Akkawi and A. Mansour. 1990. Yield and quality of squash cv. Victoria as affected by mulches in presence of watermelon mosaic virus-2. Emirates Journal for Agricultural Sciences, 2: 17-36.

Walkey, D.G.A, A.A., Alhubaishi and M.J.W., Webb. 1990. Plant virus diseases in the Yemen Arab Republic. Tropical Pest Management, 36: 195-206.

Walkey, D.G.A. 1992. Plant Virus Diseases of Yemen and Associated Areas. Overseas Development Adminstration, London. 115 pp.

Wasfy, E.H. and G.I. Fegla. 1975. Control of powdery mildew and mosaic viruses of squash in Egypt. Egyptian Journal of Phytopathology, 7: 89-91.

Webb, R.E and H.A. Scott. 1965. Isolation and identification of watermelon mosaic viruses 1and 2. Phytopathology, 55: 895-900.

Wisler, G.C., J.E. Duffus, H.Y. Liu and R.H. Li. 1998. Ecology and epidemiology of whitefly-transmitted closteroviruses. Plant Disease, 82: 270-280.

Yilmaz, M.A., M. Ozaslan and D. Ozaslan. 1989. Cucumber vein yellowing virus in *Curcurbitaceae* in Turkey. Plant Disease, 73: 610.

Younes, H.A. 1995. Studies on certain virus diseases affecting some vegetable crops under green house conditions. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, (Saba-Basha), Alexandria University, Egypt. 210 pp.

Younes, H.A. 2003. Natural infection of luffa (*Luffa aegyptiaca* Mill.) with zucchini yellow mosaic virus in Egypt. Journal of the Advances in Agricultural Research, 8: 227-240

Zouba, A.A., A.J. Khan and Y.M. Al-Maqbaly. 1997. Survey of virus diseases of cucurbits in the Batinash Region of the Sultanate of Oman. Arab Journal of Plant Protection, 15: 43-46.

Zouba, A.A., M.V. Lopez and H. Anger. 1998. Squash yellow leaf curl virus: A new whitefly-transmitted poty-like virus. Plant Disease, 82: 457-478.

الفصل الثامن

الفيروسات التي تصيب محصول البندورة/الطماطم

عقل منصور[1]، جابر ابراهيم فجلة[2]، أمين عامر حاج قاسم[3]، عايدة نسور[1]، طلال الزدجالي[4] وحسني يونس[5]

(1) كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن؛ (2) كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية، مصر؛
(3) كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية؛ (4) مركز البحوث الزراعية، مسقط، سلطنة عمان؛
(5) كلية زراعة، سابا باشا، جامعة الإسكندرية، مصر.

المحتويات

1. المقدمة
2. الفيروسات والفيرويدات التي تصيب البندورة/الطماطم في المنطقة العربية
   1.2. الفيروسات المهمة إقتصادياً
      1.1.2. فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم
      2.1.2. فيروس موزاييك البندورة/الطماطم
      3.1.2. فيروس الذبول المتبقع للبندورة/الطماطم
      4.1.2. فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم
   2.2. فيروسات أخرى
      1.2.2. فيروس موزاييك الخيار
      2.2.2. فيروس البطاطا/البطاطس Y
      3.2.2. فيروس البطاطا/البطاطس X
      4.2.2. فيروس موزاييك الفصة/الجت/البرسيم الحجازي
      5.2.2. فيروس التقزم الشجيري للبندورة/الطماطم
      6.2.2. فيروس اسبيرمي البندورة/الطماطم
   3.2. فيروسات وفيرويدات أقل أهمية
3. استنتاجات عامة
4. المراجع

1. المقدمة

تنتمي البندورة/الطماطم (*Lycopersicon esculentum* Mill.) إلى الفصيلة الباذنجانية (Solanaceae)، وتعتبر من المحاصيل الإقتصادية الهامة في الدول العربية كونها تدخل في غذاء الإنسان العربي اليومي من خلال اضافتها إلى أنواع الطبخ المختلفة أو تناول ثمارها طازجة مع السلطات. كما أن جزءاً كبيراً من الإنتاج يذهب إلى مصانع التعليب لتصنيع معجون البندورة/الطماطم والعصائر المختلفة وغيرها. بلغت المساحة المزروعة بالبندورة/الطماطم في البلدان العربية لعام 2006 حوالي 376 ألف هكتار أنتجت ما مجموعه حوالي 760,13 ألف طن (جدول 1).

جدول 1. مساحة وإنتاجية محصول البندورة/الطماطم في بعض البلدان العربية حسب الإحصائيات المتوفرة لدى منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) لعام 2006.

البلد	المساحة المزروعة (1000 هكتار)	الكمية المنتجة (1000 طن)
الجزائر	31.01	796.16
مصر	195.00	7600.00
الأردن	11.27	545.57
الكويت	0.66	55.75
لبنان	3.70	277.00
ليبيا	10.12	212.81
المغرب	20.80	1245.00
سلطنة عمان	0.89	40.44
المملكة العربية السعودية	17.30	495.57
السودان	34.45	484.00
سورية	14.60	945.50
تونس	21.20	850.00
اليمن	15.61	211.73
مجموع الدول العربية	376.62	13759.54
العالم	4597.22	125543.48
نسبة ما تزرعه الدول العربية مقارنة بالعالم	8.19	10.96

2. الفيروسات والفيرويدات التي تصيب البندورة/الطماطم في المنطقة العربية

تتعرض البندورة/الطماطم للإصابة بالعديد من الأمراض الفيروسية سجل منها في المنطقة العربية، حسب المعلومات المتاحة 18 فيروس بالإضافة إلى فيرويد التقزم القمي للبندورة/الطماطم (جدول 2).

1.2. الفيروسات المهمة إقتصادياً

1.1.2. فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم

(***Tomato yellow leaf curl virus*** **TYLCV**)، **جنس** ***Begomovirus***، **فصيلة** ***Geminiviridae***)

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس لأول مرة على البندورة/الطماطم عام 1964 في فلسطين المحتلة (Cohen & Harpaz, 1964). جسيمات الفيروس تظهر بشكل توأمي (21 × 28 نانومتراً) (زايد وآخرون، 2006). يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي منقوص

الأكسجين أحادي السلسلة (ssDNA)، دائري الشكل، يبلغ حجمه الكلي 5.5 ألف قاعدة أزوتية ومكون من قطعتين، الأولى يبلغ حجمها 2.78 ألف قاعدة أزوتية والقطعة الثانية 2.7 ألف قاعدة أزوتية.

أمكن تنقية الفيروس باستخدام وسطين للاستخلاص للمقارنة هما سترات الصوديوم وفوسفات الصوديوم والترويق بالكلوروفورم متبوعا بترسيب الفيروس بالبولي ايثيلين جليكول (وزن جزيئي 6000) ودورتين من الطرد المركزي المفرق. وقد أعطت الطريقة التي استخدم فيها سترات الصوديوم كوسط للإستخلاص حاصلاً عالياً نسبياً من الفيروس مقارنة بالطريقة التي استخدم فيها فوسفات الصوديوم (Fegla *et al.*, 1997). كما أمكن تنقية الفيروس أيضاً باستخدام الكلوروفورم للترويق والبولي ايثلين جليكول للترسيب متبوعاً بالتنقية النهائية في محلول السكروز متدرج الكثافة (Sawalha *et al.*, 1999).

الأعراض والمدى العوائلي – تكون أعراض هذا الفيروس شديدة عادة على نباتات البندورة/الطماطم، حيث تتقزم النباتات المصابة وتتجعد الأوراق ويشوبها اصفرار واضح (شكل 1)، مع إجهاض للأزهار، ونقص شديد في الإنتاج وصغر حجم الثمار وقد يحدث تبكير فى نضج ثمار النباتات المصابة (Fegla *et al.*, 1997) (شكل 1). وتظهر أعراض شديدة أيضاً على نباتات الداتورة (*Datura stramonium* L.)، بينما تكاد تظهر على نبات التبغ (Mansour & Al-Musa, 1992)، أما على نباتات الفاصولياء فتظهر الإصابة على شكل تبقعات مع إلتفاف للأوراق.

يتسم الفيروس بمدى عوائلي ضيق، حيث يصيب نباتات من 3–9 فصائل (Harrison, 1985). وقد وجد أن العزلة الأردنية من الفيروس تصيب عدد محدود من العوائل محصور في الفصيلة الباذنجانية، حيث تظهر الأعراض شديدة على نباتات الطماطم/ البندورة والداتورة، ولكن الإصابة تكون بدون أعراض على نباتات التبغ (Mansour & Al-Musa, 1992). ويصيب فيروس TYLCV تجريبياً نباتات من الفصيلة الخبازية (Malvaceae) مثل الخبيزة (*Malva parviflora* L.)، والبامياء (*Abelmoschus esculenus* (L.) Moench) وكذلك نباتات من الفصيلة البقولية (Fabaceae) مثل الفاصولياء، وأنواع من الفصيلة المركبة (Compositae) (Cohen & Nitzany, 1966؛ Ioannou *et al.*, 1987؛ Moghal *et al.*, 1993a) وكذلك الرمرامية (Chenopodiaceae) والصليبية (Brassicaceae) (Fegla *et al.*, 1997). وقد عزل الفيروس من نباتات الداتورة والفلفل/الفليفلة المصابة طبيعياً في مصر (Shalaby *et al.*, 1997؛ Zaher *et al.*, 1997) ومن نباتات الفلفل/الفليفلة في السودان (Elshafie *et al.*, 2005).

جدول 2. الفيروسات والفيرويدات المسجلة على البندورة/الطماطم في البلدان العربية.

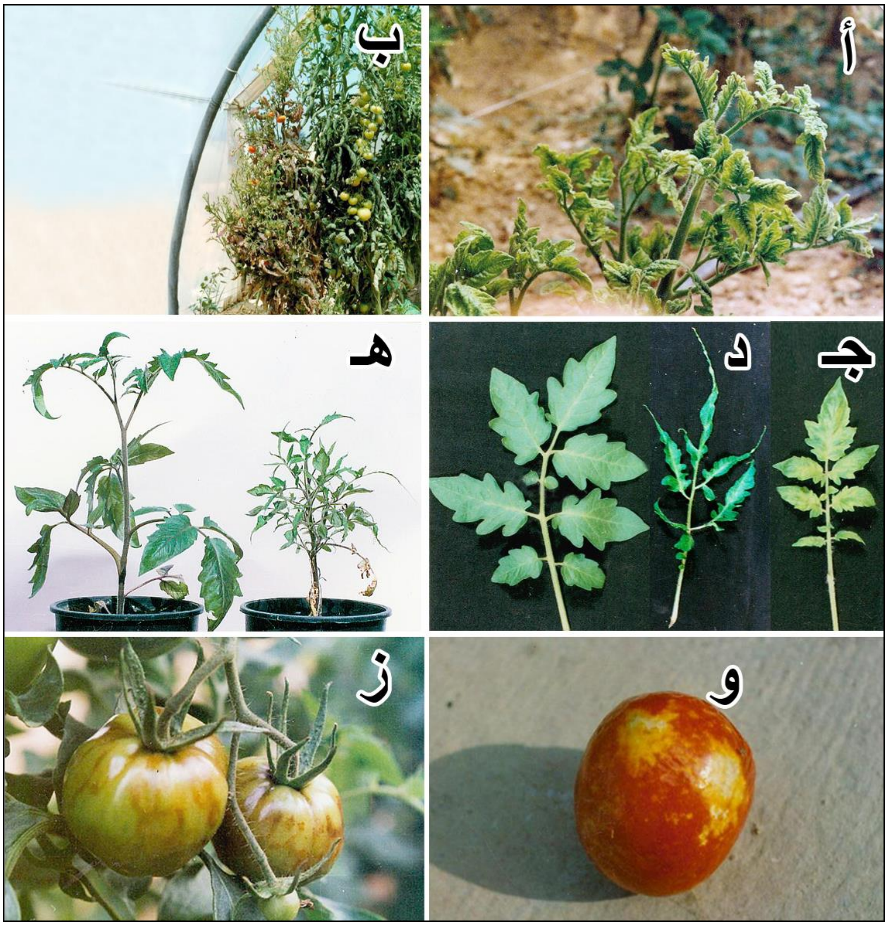
الأسم العربي	الأسم العلمي	الأسم المختصر	الجنس	الفصيلة/العائلة
فيروسات مهمة إقتصادياً				
فيروس موزاييك الفصة/الجت/ البرسيم الحجازي	*Alfalfa mosaic virus*	AMV	*Alfamovirus*	*Bromoviridae*
فيروس موزاييك الخيار	*Cucumber mosaic virus*	CMV	*Cucumovirus*	*Bromoviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس X	*Potato virus X*	PVX	*Potexvirus*	*Flexiviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس Y	*Potato virus Y*	PVY	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس اسبرمي البندورة/الطماطم	*Tomato aspermy virus*	TAV	*Cucumovirus*	*Bromoviridae*
فيروس التقزم الشجيري للبندورة/الطماطم	*Tomato bushy stunt virus*	TBSV	*Tombusvirus*	*Tombusviridae*
فيروس موزاييك البندورة/الطماطم	*Tomato mosaic virus*	ToMV	*Tobamovirus*	غير محددة
فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم	*Tomato ringspot virus*	ToRV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس الذبول المتبقع للبندورة/الطماطم	*Tomato spotted wilt virus*	TSWV	*Tospovirus*	*Bunyaviridae*
فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم	*Tomato yellow leaf curl virus*	TYLCV	*Begomovirus*	*Geminiviridae*
فيروسات وفيرويدات أقل أهمية				
فيروس الحلقة السوداء للبندورة/الطماطم	*Tomato black ring virus*	TBRV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس تحفر التبغ	*Tobacco etch virus*	TEV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس خشخشة التبغ	*Tobacco rattle virus*	TRV	*Tobravirus*	*Togaviridae*
فيروس شحوب البندورة/الطماطم	*Tomato chlorosis virus*	ToCV	*Crinivirus*	*Closteroviridae*
فيروس الشحوب المعدي للبندورة/الطماطم	*Tomato infectious chlorosis virus*	TICV	*Crinivirus*	*Closteroviridae*
فيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس	*Potato leaf roll virus*	PLRV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس تبرقش عرق الفلفل	*Pepper veinal mottle virus*	PVMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس موزاييك التبغ	*Tobacco mosaic virus*	TMV	*Tobamovirus*	غير محددة
فيرويد التقزم القمي للبندورة/الطماطم	*Tomato apical stunt viroid*	TASVd	*Pospiviroid*	*Pospiviroidae*

طرائق الإنتقال – لا ينتقل الفيروس ميكانيكياً (زايد وآخرون، 2007؛ Fegla *et al.*, 1997) ينتقل هـذا الفيـروس فـي الطبيعـة بواسـطة الذبابـة البيضـاء (*Bemisia tabaci* Genn.) بالطريقـة المثابرة/الباقيـة، وتحـتفظ الحشـرة بقـدرتها علـى نقـل الفيـروس حتـى بعـد عمليـة الإنسـلاخ، لكـن الفيـروس لا يتكـاثر داخـل الحشـرة ولا ينتقل إلـى الأجيـال التاليـة مـن خـلال البيض ولا يحتـاج إلـى فيروس مساعد في الإنتقال (Nitzany, 1975؛ Pico *et al.*, 1996). وقد وجد أن حشرة ذبابة

بيضاء واحدة قادرة على نقل الفيروس بنسبة 16% وتزداد هذه النسبة بزيادة أعداد الحشرات المستخدمة لتصل إلى 80% عند إستخدام 15 حشرة ذبابة بيضاء لكل نبات. وكانت أقل فترة تغذية لإكتساب الفيروس من النبات المصاب وكذلك نقله إلى النبات السليم هي 10 دقائق، وتزداد كفاءة الإكتساب وكذلك النقل تدريجياً بزيادة فترات التغذية لتصل 70–73% في حالة التغذية للإكتساب أو النقل لفترة 24 ساعة. كما وجد أن للفيروس فترة حضانة في الناقل تصل إلى 20 ساعة (Fegla *et al.*, 1997). وأظهرت دراسة أخرى أن أقل فترة تغذية لإكتساب الفيروس من النبات المصاب هي حوالي 60 دقيقة وأقل فترة تغذية لنقل الفيروس لنباتات سليمة هي حوالي 30 دقيقة. وتستطيع الذبابة البيضاء أن تحتفظ بالقدرة على نقل الفيروس لفترة 20–24 يوماً (Mansour & Al-Musa, 1992)، كما ينتقل هذا الفيروس أيضاً بالتطعيم ولا ينتقل عن طريق بذور نباتات البندورة/الطماطم المصابة (Fegla *et al.*, 1997؛ Nakhla *et al.*, 1978).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس في كل من لبنان (Makkouk *et al.*, 1979)، مصر (Mazyad *et al.*, 1979؛ Nour-Eldin *et al.*, 1969)، الأردن (Mink, 1976؛ Al-Musa, 1982؛ Makkouk, 1978)، العراق (Khattat *et al.*, 1997)، تونس (Pico *et al.*, 1996؛ Fekih-Hassan *et al.*, 2003)؛ السودان (مختار وآخرون، 2007؛ Elshafie *et al.*, 2005؛ Yassin & Nour, 1965)، ليبيا (زايد وآخرون، 2006، 2007)، سلطنة عمان (Al-Zidjali, 1997؛ Moghal *et al.*, 1993a, 1993b, 1993c)، الإمارات العربية المتحدة (Al-Azbi & Al-Dehli, 2005؛ Al-Bagham & Salim, 1997)، اليمن (ناشر وآخرون، 2007؛ Ba-Angood & Mogahed, 1997)،المملكة العربية السعودية (Al-Abdulmohsin, 1997)، والمغرب (Monci *et al.*, 2000؛ Peterschmitt *et al.*, 1999).

يعتبر فيروس TYLCV من أهم الأمراض التي تصيب البندورة/الطماطم في الأردن (Al-Musa & Mansour, 1983) وفي باقي بلدان المنطقة العربية نظراً لإنتشاره الوبائي ولم يقتصر الأمر على زراعات الحقل المفتوح والتى وصلت نسبة الإصابة بها في مصر إلى 75% عام 1973 (Zaher, 1973) وارتفعت حتى أدت إلى فقد شبه كلي لمحصول البندورة/الطماطم في محافظة الفيوم عام 1989 (جابر فجلة، معلومات غير منشورة) وفي لبنان إلى 85–90% (Makkouk *et al.*, 1979) وفي المملكة العربية السعودية إلى 100% (Mazyad *et al.*, 1979) وفي الأردن إلى 93–100% فى العروة الخريفية (Al-Musa, 1982)، بل تعداها إلى زراعات البيوت المحمية حيث تراوحت نسبة إصابة البندورة/الطماطم فيها في مصر خلال مرحلة التزهير وعقد الثمار من 79 إلى 100% حسب الموسم والمنطقة والصنف المزروع. وقد توقفت بعض الشركات عن الإنتاج بسبب الخسائر الكبيرة التي تحملتها خلال موسم 1992/1993 (Younes, 1995).



شكل 1. تجعد واصفرار أوراق نبات طماطم/بندورة ناتج عن الإصابة بفيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم (TYLCV) (أ)؛ تقزم شديد وصغر حجم ثمار البندورة/الطماطم تحت ظروف البيت البلاستيكي وتبكيرها في النضج مقارنة بثمار النباتات الأخرى نتيجة الإصابة بفيروس TYLCV (ب)؛ أعراض موزاييك شديدة (جـ) وعرض ورقة السرخس/الخنشار (د) ناتج عن الإصابة بفيروس موزاييك البندورة/الطماطم (ToMV) (الشاهد على اليسار)؛ نبات طماطم/بندورة متقزم عليه أعراض ورقة السرخس/الخنشار (الشاهد على اليسار) (هـ)، أعراض بقع صفراء (و) وبقع ميتة بنية غير منتظمة (ز) على ثمار البندورة/الطماطم ناتجة عن الإصابة بفيروس ToMV.

تسبب الإصابة بالفيروس خفضاً في عدد الأزهار والثمار وكذلك الوزن الرطب للثمار اذا ما قورنت بالنباتات السليمة ويزداد الخفض كلما كانت الإصابة مبكرة. فقد كانت نسبة الخفض في الوزن الرطب للثمار 93.1، 82.8 و32.7% في النباتات التي أعديت بعد 5، 21 و 60 يوم من الشتل، على التوالي (Younes, 1995). كما وجد في الأردن أن هذا الفيروس سبب خسارة في

الإنتاج وصلت إلى 63% عند إعداء النباتات بعد 10 أسابيع من الزراعة (Al-Musa, 1982). وقد سجلت خسارة كبيرة في الإنتاج بلغت 96% في النباتات غير المغطاة وغير المعاملة كيميائياً عند مقارنتها بالنباتات المغطاة (Moghal *et al.*, 1993b, 1993c). وفي ليبيا سبب الفيروس خفضاً كبيراً في انتاج البندورة/الطماطم بلغ 57% (زايد وآخرون، 2006، 2007).

طرائق الكشف – يعطي هذا الفيروس أعراض تشوهات وأصفرار جهازي على نباتات البندورة/الطماطم، وأصفرار ما بين العروق على نباتات الداتورة، أعراض التفاف الأوراق وأصفرار عروق نباتات التبغ وكذلك اصفرار أوراق الفاصولياء.

ممكن الكشف عن الفيروس باستخدام اختبار الاليزا واختبار الارتباط المناعي النقطي والمجهر الالكتروني المناعي (زايد وآخرون، 2007؛ Fegla *et al.*,1997) وبصمة النسيج النباتي المناعي وكذلك باختبار التفاعل المتسلسل للبوليميراز (Monci *et al.*, 2000؛ Nakhla *et al.*, 1992, 1993؛ Peterschmitt *et al.*, 1999؛ Sawalha *et al.*, 1999؛ Youssef, 1998). وقد وجد أن الاختبار الأخير ليس قادراً فقط على كشف الفيروس في جميع أجزاء النبات المصاب، بل تعدى ذلك للكشف عن الفيروس في عصارة النبات المخففة حتى 10^{-6}، بالإضافة إلى لكشف عن وجود الفيروس في حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيروس (Sawalha *et al.*, 1999).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – ينصح للحد من انتشار هذا الفيروس استخدام الأصناف المتحملة (Mansour & Kasrawi, 1997). في سلطنة عمان وجد أن صنف Sunglobe كان أكثر الأصناف تحملاً للإصابة بالفيروس (Moghal *et al.*, 1993b, 1993c)، وقد وجدت بعض الأصناف المقاومة للفيروس في كل من مصر (Hassan *et al.*, 1982) والسودان (Geneif, 1984). كما ينصح بإستخدام شتول خالية من الفيروس والتي تقلل من الإصابة خاصة في المراحل المبكرة من نمو النبات (Al-Musa *et al.*, 1982؛ El-Aidy & Sidaros, 1997). وقد أدى ذلك إلى زيادة في المحصول الناتج بنسبة تتراوح من 58–92% تبعاً لصنف البندورة/الطماطم (El-Aidy & Sidaros, 1997).

وقد أظهرت دراسات أجريت في مصر والأردن وجود بعض الأصناف البرية من البندورة/الطماطم المقاومة للفيروس يمكن استخدامها في برامج التربية كمصدر للمقاومة (El-Hammady *et al.*, 1976؛ Kasrawi *et al.*, 1988). يفضل تغطية الشتول/الشتلات الخالية من الفيروس في الحقل بالأغطية الواقية من الحشرة الناقلة للفيروس لمدة 8–9 أسابيع لأن ذلك يعطي نباتات خالية من الإصابة وذات إنتاج مرتفع (Moghal *et al.*, 1993b, 1993c) واستخدام المصائد اللاصقة الصفراء في البيوت البلاستيكية لأنها تساعد في التقليل من أعداد حشرة الذبابة

البيضاء وبالتالي الحد من انتشار الفيروس. كما أن استخدام الملش العاكس يساعد في التقليل من أعداد الحشرة الناقلة للفيروس. ويمكن العمل على تأخير الإصابة بواسطة العمليات الزراعية المختلفة مثل الزراعة المتداخلة (البندورة/الطماطم مع الخيار)، الري بالتنقيط وتغيير موعد الزراعة (Al-Musa, 1986؛ Younes, 1995). وتعتبر المكافحة بالطرائق الكيميائية عن طريق مكافحة الحشرة الناقلة غير فعالة في الحد من انتشار الفيروس (Makkouk & Laterrot, 1983؛ Sharaf & Allawy, 1981). ولا شك بأن استخدام المكافحة المتكاملة هي الطريقة المثلى للحد من أضرار الإصابة بهذا الفيروس (Ahmed *et al.*, 2001؛ Al-Musa *et al.*, 1987؛ Makkouk & Laterrot, 1983؛ Mazyad *et al.*, 1994). كما وجد البعض أن رش نباتات البندورة/الطماطم بمستخلص الخلة (*Ammi visnaga*) ومحلول الخميرة (*Saccharomyces cervisae*) أدى إلى خفض ملحوظ في نسبة الإصابة بالفيروس وتحسين معدل نمو النباتات والمحصول الناتج عنها مقارنة بنباتات المقارنة (El-Dougdoug *et al.*, 2001).

2.1.2. فيروس موزاييك البندورة/الطماطم
(*Tobamovirus* جنس، ToMV) *Tomato mosaic virus*

الصفات العامة : سجل هذا الفيروس لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1909 على نباتات البندورة/الطماطم. جسيمات الفيروس عصوية صلبة يبلغ طولها حوالي 300 نانومتراً وقطرها حوالي 18 نانومتراً (El-Afifi *et al.*, 2004؛ Sadik *et al.*, 2000؛ Younes, 1995). يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي وحيد السلسلة حجمه 6,384 قاعدة أزوتية ويمثل حوالي 5% من وزن الفيروس (Hollings & Huttinga, 1976)، ويتكون الغطاء البروتيني من نوع واحد من البروتين والوزن الجزيئي لوحدته 17 كيلو دالتون (El-Afifi *et al.*, 2004). هناك العديد من السلالات لهذا الفيروس والتي تتشابه مع بعضها في مكونات الغطاء من الأحماض الأمينية والخواص المصلية. والطريقة التي صنفت بها هذه السلالات هي قدرتها على إحداث أعراض في أنواع معينة من النباتات التابعة لجنس *Lycopersicon* ومن بعض هذه السلالات: سلالات تسبب أعراض تبرقش أصفر (Tomato aucuba mosaic strain)، سلالات تسبب تشوه الأوراق ونموات زائدة على السطح السفلي للأوراق، سلالات تسبب موزاييك أصفر مثل سلالة Dahlemense التي تسبب نفس أعراض فيروس موزاييك التبغ على نباتات التبغ، سلالات أعراض البقع الحلقية الصفراء (Yellow ringspot strain)، سلالات تورد البندورة/الطماطم والتي تسبب تشوه وتقزم النباتات مشابه لما تسببه هرمونات مبيدات الأعشاب.

يمكن تنقية الفيروس بطريقة الإستخلاص في محلول منظم فوسفاتي درجة حموضته 7.4، ومن ثم الترويق بإستخدام البيوتانول ثم الترسيب بالطرد المركزي المفرق أو الترسيب

بالبولي اثيلين جليكول والتعرض لدورة واحدة أو اثنين من الطرد المركزي المفرق (Sadik *et al.*, 2000 ؛Fegla *et al.*, 2000) أو بنفس الخطوات السابقة متبوعاً بالطرد المركزي في محلول سكروز متدرج الكثافة (Sadik *et al.*, 2000 ؛Gooding & Hebert, 1967).

الأعراض والمدى العوائلي – تتأثر أعراض المرض بعوامل عديدة منها: الظروف الجوية، سلالة الفيروس، عمر النبات أثناء العدوى، وحساسية الأصناف (Sutic *et al.*, 1999). وبناءاً على ذلك يمكن تلخيص الأعراض على الشكل التالي: (1) موزاييك شديد مع تشوه ضعيف للأوراق، وتعتبر من الأعراض الشائعة في البندورة/الطماطم المزروعة داخل البيوت الزجاجية في الصيف، أما في الشتاء عندما تكون شدة الإضاءة قليلة والنهار قصيراً ودرجة الحرارة لا تتجاوز 20 °س تكون النباتات متقزمة بشدة والأوراق متشوهة تشبه أوراق السرخس/الخنشار (Fern-leaf) (شكل 1) إلا أن التبرقش يكون خفيفاً، وتكون النباتات أقل حيوية ويقل إنتاجها؛ (2) موزاييك أو بقع صفراء واضحة وكذلك بقع بنية ميتة غير منتظمة قد تظهر أيضاً على الثمار (شكل 1)؛ (3) تقرحات على سوق النباتات، وحوامل الأوراق، والأوراق والثمار وتعتبر من أكثر الأعراض خطورة. ويكون التقرح أكثر خطورة خاصة إذا كان النبات مصابا بأكثر من فيروس في آن واحد حيث يؤدي ذلك في النهاية إلى موت النبات. وتوجد عزلات من فيروس موزاييك البندورة/الطماطم تسبب نفس الأعراض على الفلفل وأنواع مختلفة من التبغ.

يصيب هذا الفيروس عدداً كبيراً من النباتات التابعة لفصائل عديدة أهمها الفصيلة الباذنجانية، ومن أهم المحاصيل الإقتصادية في هذه الفصيلة البندورة/الطماطم والفلفل/الفليفلة. إضافة إلى نباتات الفصائل التالية: الغاسولية/البركانية (Aizoaceae)، القطيفية (Amaranthaceae)، الرمرامية/السرمقية (Chenopodiaceae) والخنزيرية (Scrophulariaceae) (Hollings & Huttinga, 1976).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس في عدد من الدول العربية مثل مصر (Mazyad *et al.*, 1969)، سلطنة عمان (Moghal *et al.*, 1993a)، الجزائر (Nechadi *et al.*, 2002)، الأردن (Al-Musa & Mansour, 1983)، السودان (Elshafie *et al.*, 2005)، لبنان (Makkouk, 1976)، تونس (Ben Moussa *et al.*, 2000)، اليمن (Walkey, 1992 ؛Brunt *et al.*, 1990 ؛Abdul Sattar & Haithami, 1986)، وسورية (حاج قاسم وآخرون، 2004 معلومات غير منشورة).

لهذا الفيروس تأثير شديد على عقد الثمار حيث إنه يسبب سقوط الأزهار أو فشل العقد وبالتالي قلة الإنتاج. ويعتبر هذا الفيروس أكثر فيروسات البندورة/الطماطم انتشاراً على البندورة/الطماطم والفلفل/الفليفلة في السودان (Elshafie *et al.*, 2005).

طرائق الإنتقال – يعتبر هذا الفيروس من أكثر الفيروسات انتشاراً بين النباتات وبسبب ثباته فإنه يقدر على البقاء لعدد من السنوات في حالة فعالة، فهو ينتقل بالتلقيح الميكانيكي بسهولة إلى مجموعة كبيرة من النباتات العشبية، كما ينتقل على سطح البذور أو داخل الغلاف وليس في داخل الجنين (Nakhla *et al.*, 1978). وتختلف نسبة البذور الملوثة باختلاف النبات وقد تصل إلى 94% في البندورة/الطماطم (Sutic *et al.*, 1999). لا ينتقل هذا الفيروس في الطبيعة بواسطة الحشرات بل ينتقل عن طريق زراعة شتلات مصابة أو عن طريق تربة ملوثة بالفيروس من محصول سابق مصاب (Broadbent, 1965).

طرائق الكشف – يعطي الفيروس أعراض بقع موضعية شاحبة على *Chenopodium amaranticolor* Reyn & Coste وبقع موضعية ميتة على كل من الداتورة (*Datura stramonium* L.)، *Nicotiana glutinosa* L. والتبغ (*Nicotiana tabacum* L.) صنف White Burley بدون إنتشار جهازي وأعراض موزاييك على البندورة/الطماطم، قد يصاحبه عرض الورقة الخيطية أو ورقة السرخس/الخنشار وموزاييك على التبغ صنف Turkish (Younes,1995). ويمكن الكشف عن هذا الفيروس بالاختبارات المصلية/السيرولوجية المختلفة باستخدام أمصال مضادة متعددة الكلون مثل اختبار الترسيب والانتشار الثنائي في هلام الآجار (Kleczkowski, 1961)، الاليزا، اختبار الارتباط المناعي النقطي وبصمة النسيج النباتي المناعي (يونس وآخرون، 2003؛ Fegla *et al.*, 2001؛ Younes, 1995). وقد أمكن تعظيم حساسية اختبار الارتباط المناعي النقطي للكشف عن هذا الفيروس 10 مرات عن طريق الاختيار المناسب لمنظم الاستخلاص ومحلول الطمس المستخدم (Fegla *et al.*, 2000). كما يمكن الكشف عنه أيضاً بالتقانات الحيوية الجزيئية كالتفاعل المتسلسل للبوليميراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Castello *et al.*, 1995؛ Sadik *et al.*, 2000؛ Shoman & Othman, 2004).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – ينصح بشكل عام في الحد من انتشار هذا الفيروس في الحقول المكشوفة، باستخدام بذور طماطم/بندورة خالية من الفيروس، وكذلك بعزل حقول البندورة/الطماطم عن مصادر الإصابة بالفيروس والتأكد من ان أرض الحقل لم تزرع في السنة السابقة بمحاصيل التبغ أو البندورة/الطماطم أو أي من المحاصيل الحساسة لفيروس موزاييك البندورة/الطماطم. أما في البيوت الزجاجية والبلاستيكية فيجب على العمال إرتداء صدريات نظيفة ومعقمة تستبدل يومياً، وتوعيتهم بأن هذا الفيروس قد ينتشر عن طريق أحذيتهم وملابسهم وأيديهم وبالتالي أهمية تعقيمها وتنظيفها بصورة مستمرة، وبضرورة الامتناع عن التدخين أثناء العمل ويجب غسل أيديهم قبل ملامسة النباتات حيث تكون السجائر مصدراً للفيروس. ومن وسائل

الوقاية من هذا الفيروس تعقيم البذور الملوثة وبمعاملتها بمحلول فوسفاتي ثلاثي الصوديوم أو محلول هيدروكسيد الصوديوم لمدة 20 دقيقة أو بمعاملة البذور لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة 82–85 °س. بالإضافة إلى تعقيم تربة البيوت الزجاجية ببخار الماء الساخن أو بالتعقيم الشمسي. ويمكن القاح نباتات البندورة/الطماطم بسلالات ضعيفة من الفيروس (Rast, 1972, 1975) للوقاية من الإصابة بالسلالات الشديدة. ويعد إنتاج أصناف مقاومة أو متحملة من البندورة/الطماطم من أفضل طرائق الوقاية بشكل عام وللفيروسات بشكل خاص. وقد أثبتت الدراسات أن إنتاج أصناف طماطم/بندورة مقاومة لفيروس ToMV ممكن وأن المقاومة المكتسبة وراثياً تبقى فاعلة لفترة طويلة من الزمن (Pelham, 1972).

3.1.2. فيروس الذبول المتبقع للبندورة/الطماطم

***Tomato spotted wilt virus* (TSWV، جنس *Tospovirus*، فصيلة *Bunyaviridae*)**

الصفات العامة – سجل الفيروس لأول مرة عام 1930 في استراليا على نباتات طماطم/بندورة عليها أعراض تبقع وذبول (Samuel *et al.*, 1930). ومن مرادفاته: فيروس الورقة البرونزية للبندورة/الطماطم (Smith, 1972)، فيروس ورقة داليا البلوطي، فيروس التبقع الحلقي الأصفر للداليا (Brunt, 1959)، فيروس التبقع الحلقي للفول السوداني (Klesser, 1966)، فيروس التبقع الأصفر للأناناس (Smith, 1972).

جسيمات الفيروس كروية متساوية الأبعاد، قطرها حوالي 85 نانومتراً (Black *et al.*, 1963 ؛Abdelkader *et al.*, 2004)، ومحاطة بغشاء. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي احادي السلسلة (Best, 1968)، يحتوي على 20% مركبات دهنية، 7% كربوهيدرات بالإضافة إلى البروتين والحمض النووي (Best & Palk, 1964).

لوحظ العديد من السلالات التي تختلف في شدة الأعراض التي تسببها إلا أن أكثرها ثباتاً هي سلالات TB (tip blight)، N (necrotic)، VM (very mild)، M (mild)، R (ringspot) (Ie, 1970) والسلالات A، B، C1، C2، D، E (Best, 1968).

يمكن تنقية الفيروس بطحن أجزاء النبات المصاب بمحلول منظم فوسفات البوتاسيوم متعادل الحموضة، وفصل الفيروس بتعريض محلول الإستخلاص للطرد المركزي الخفيف ثم طرد مركزي عالي السرعة والتي يتبعها تعليق الراسب بمحلول منظم يحوي على كبريتيت الصوديوم، يلي ذلك دورة واحدة من الطرد المركزي المفرق متبوع بالطرد المركزي في محلول سكروز متدرج الكثافة (Black *et al.*, 1963).

الأعراض والمدى العوائلي – يسبب فيروس TSWV مجموعة من الأعراض على النباتات التي يصيبها، وتشمل التبقع الأصفر، البقع الميتة، تقزم مختلف أجزاء النبات المصاب، ظهور نموات وزوائد على السطح السفلي للأوراق. ومن أشهر أعراض الإصابة على البندورة/الطماطم هو الذبول البرونزي وقد يغطي الورقة بأكملها (Abdelkader *et al.*, 2004). كما ويسبب تشوه أزهار الداليا والزينيا. يعتقد بأن التباين الكبير في الأعراض ينشأ غالباً عن الإصابة المختلطة بعدة سلالات للفيروس.

يتسم الفيروس بمدى عوائلي واسع حيث يصيب مجموعة كبيرة من النباتات تصل إلى 500 نوعاً تنتمي إلى 27 فصيلة من ذوات الفلقتين و 7 فصائل من ذوات الفلقة الواحدة (Ie, 1970). ويسبب أضرار مختلفة، حسب نوع النبات المصاب وعمره، والظروف البيئية (Best, 1968). يعتبر هذا الفيروس مهم على البندورة/الطماطم والتبغ في العديد من المناطق (Samuel *et al.*, 1930). بالإضافة إلى البندورة/الطماطم والتبغ، يسبب هذا الفيروس أمراض خطيرة على البطاطا/البطاطس، الباذنجان، والفلفل (حاج قاسم وآخرون، 2004 معلومات غير منشورة؛ Kurstak, 1981). كما يصيب بعض النباتات المعمرة مثل البابايا/الباباظ، والنباتات الحولية (Francki & Hatta, 1981). وتعتبر البندورة/الطماطم، الفلفل، البطاطس/البطاطا، والباذنجان من العوائل الرئيسية لهذا الفيروس، والعوائل الأخرى الحساسة هي الخس، الفاصولياء، البازيلاء، الفول، اللوبياء، والتبغ (Abdelkader *et al.*, 2004). ويسبب الفيروس خسائر كبيرة في الإنتاج. وقد أمكن عزل الفيروس من بعض الأزهار مثل البيجونيا، الداليا، البيتونيا، الزينيا بالإضافة إلى الأعشاب مثل الداتورة.

طرائق الإنتقال – ينتقل الفيروس بالالقاح الميكانيكي ولكن هذه الطريقة تحتاج لعناية كون الفيروس غير ثابت في الطبيعة، لذلك يستخدم عند نقله محلول منظم متعادل الحموضة يحتوي على مادة مختزلة مثل كبريتيت الصوديوم، ومادة خادشة مثل السيلايت. كما وجد بأن تعريض النبات إلى فترة ظلام قبل الالقاح تزيد من حساسية النبات للعدوى (Best, 1968).

ينتقل هذا الفيروس في الطبيعة بواسطة حشرات التربس، ومن أهم أنواعها *Thrips tabaci* L. (Abdelkader *et al.*, 2004)، *T. setosus* Moulton، *T. parmi* Karny، *Frankliniella schultzei* (Trybom)، *Scirtothrips dorsalis* Hood (Kurstak, 1981). ليس بمقدرة الحشرات البالغة اكتساب الفيروس من النباتات المصابة، بل اليرقات هي التي تكتسب الفيروس، وتنقل العدوى إلى النباتات السليمة. تبلغ الفترة اللازمة لإكتساب الفيروس 15 دقيقة، بالنسبة للنوع *T. tabaci*، وفترة الحضانة من 14–18 يوم، وفترة بقاء الحشرة قابلة للإعداء بالفيروس من 22–30 يوم بعد اكتساب الفيروس وقد تمتد هذه الفترة لكامل عمر الحشرة. لا ينتقل الفيروس بواسطة البذور أو حبوب اللقاح (Linford, 1932؛ Smith, 1932).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – لقد تم تسجيل هذا الفيروس على البندورة/الطماطم في تونس (Ben Moussa *et al*., 2000)، مصر (Abdelkader *et al*., 2004)، المغرب (Jebbour & Abaha, 2002)، لبنان (Abou-Jawdah *et al*., 2006a) والأردن (Anfoka *et al*., 2006).

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن الفيروس عن طريق الأعراض التي تظهر على نباتات الزينيا، والبيتونيا، حيث تظهر على الأوراق الملقحة بقع موضعية دائرية ذات حواف بنية محمرة وبدون انتشار جهازي للفيروس. تم انتاج أمصال مضادة للفيروس (Feldman & Boninsegna, 1968) على الرغم من الصعوبات التي تواجه عملية التنقية لهذا الفيروس. كما تم الكشف عن الفيروس بواسطة الاليزا والارتباط المناعي النقطي (Abdelkader *et al*., 2004) والتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Abdelkader *et al*., 2004؛ Abdelsalam *et al*., 2005؛ Anfoka *et al*., 2006).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – إن المدى العوائلي الواسع للفيروس يجعل عملية المكافحة مهمة صعبة إذا انتشر المرض في منطقة كبيرة، ومع ذلك فيمكن الحد من انتشاره عن طريق مكافحة حشرة التربس الناقلة للفيروس بالمبيدات الحشرية، والتخلص من النباتات المصابة في الحقل وحرقها، وكذلك من الأعشاب المصابة أو التي يمكن أن تصاب بهذا الفيروس.

4.1.2. فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم

***Tomato ringspot virus* (ToRV، جنس *Nepovirus*، فصيلة *Comoviridae*)**

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس لأول مرة عام 1936 على نباتات التبغ في الولايات المتحدة الأمريكية (Price, 1936). من أهم مرادفاته: فيروس اصفرار براعم وموزاييك الدراق/الخوخ (Cadman & Lister, 1961)، فيروس اصفرار عروق العنب/الكرمة (Gooding *et al*., 1967)، فيروس الخط البني للوزيات/الحلويات (Mircetich & Hoy, 1981) وفيروس تنقر ساق اللوزيات/الحلويات (Barrat *et al*., 1968). جسيمات الفيروس متساوية الأبعاد، قطرها 28 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي احادي السلسلة ومكون من قطعتين، القطعة الأولى ذات وزن جزيئي 2.8×10^{6} والقطعة الثانية ذات وزن جزيئي $1.2-2.4\times10^{6}$ (Murant, 1981؛ Rott, 1991). هناك العديد من السلالات لهذا الفيروس مثل سلالة التبغ، سلالة اصفرار براعم وتبرقش الخوخ/الدراق، سلالة اصفرار عروق العنب/الكرمة.

ممكن تنقية الفيروس بالإستخلاص في محلول منظم البورات. ثم التخلص من الشوائب عن طريق الترشيح بقطعة من الموسلين ثم إضافة 2% من Triton X-100 وتحريكه لمدة ساعتين عند درجة حرارة 4 °س ومن ثم الترسيب والفصل بالطرد المركزي المفرق، متبوعاً بالطرد المركزي في أنابيب السكروز المتدرج التركيز (Al-Nsour *et al.*, 2002).

الأعراض والمدى العوائلي – الأعراض العامة لهذا الفيروس تتمثل في ظهور تقزم للنبات مع انخفاض تدريجي في قوة النباتات وظهور تبقعات دائرية في الأوراق وصغر حجم الثمار وتشوهها. وتختلف الأعراض حسب العائل فمثلاً في البندورة/الطماطم يعطي الفيروس أعراض تبرقش على النباتات وعلى التبغ بقعاً موضعية ميتة أما على نبات البيتونيا فيظهر بقعا موضعية ميتة وموتاً للقمة النامية.

يتسم هذا الفيروس بمدى عوائلي واسع لكونه ينتقل بالنيماتودا، حيث يصيب العديد من المحاصيل والأشجار المعمرة وبعض الأعشاب. وتعتبر البندورة/الطماطم والتبغ والبيتونيا من الفصيلة الباذنجانية من أهم العوائل، بالإضافة إلى الباذنجان والفلفل/الفليفلة. وأهم الأشجارالمعمرة التي يصيبها هذا الفيروس هي الدراق/الخوخ (*Prunus persica* L.) (Barrat *et al.*, 1968)، المشمش (*Armeniaca vulgaris* L.)، البرقوق/الخوخ (*Prunus domestica* L.)، اللوز (*Prunus dulcis* (Mill) D.A. Webb) (Powell *et al.*, 1990)، الكرز (*Prunus avium* L.) (Rosenberger *et al.*, 1983)، التوت الأرضي والفراولة (*Fragaria x ananassa* Duch.) (Uyemoto, 1970)، العنب (*Vitis vinifera* L.) (Pourrahim *et al.*, 2004؛ Forer *et al.*, 1984)، التفاح (*Malus domestica* L.) (Georgi, 1988) والورد الجوري (Moury *et al.*, 2000). أما أهم الأعشاب التي تصاب بهذا الفيروس فهي *Stellaria media* (L.) Vill.، *Trifolium pretense* L. ، *Oxalis corniculata* L. (Al-Nsour *et al.*, 2002؛ Gonsalves, 1979؛ Scott & Barnitt, 1991) وتعتبر هذه الأعشاب مستودعاً للفيروس.

طرائق الإنتقال – ينتقل هذا الفيروس بالإلقاح الميكانيكي، كما وينتشر في الطبيعة بواسطة الديدان الثعبانية التابعة لجنس *Xiphinema americanum* Cobb.، حيث تكتسب النيماتودا الفيروس من النباتات المصابة وتنقله للنباتات السليمة خلال ساعة واحدة (Al-Nsour *et al.*, 2002؛ Teliz *et al.*, 1966)، كما ينتقل هذا الفيروس في بذور الأعشاب (Goff & Corbett, 1977؛ Smith, 1970) حيث يصل نسبة انتقاله في بذور الفراولة حوالي 55% وفي بذور القطن حوالي 78% كما ينتقل بواسطة بذور أعشاب Dandelion *Taraxacum officinale*

(Mountain *et al*., 1983) وكذلك ينتقل بواسطة بذور التوت (*Rubus idaeus* L.) وبذور التبغ (Smith, 1970).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس في كل من تونس (Ben Moussa *et al*., 2000)، الأردن (Al-Nsour *et al*., 2002؛ Salem *et al*., 2006) ومصر (Ouf *et al*. 1991).

طرائق الكشف – يعطي الفيروس أعراض بقع موضعية صفراء وتقرح القمة النامية على *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn و *C. quinoa* Willd. كما يعطي بقع موضعية ميتة وصفراء وتبرقش على نباتات الخيار، بقع موضعية صفراء على نباتات الفاصولياء، بقع موضعية ميتة بنية اللون مع موت للقمة على نباتات اللوبياء، وتبرقش لنباتات البندورة وكذلك بقع موضعية ميتة على التبغ، وبقع موضعية ميتة وموت للقمة النامية على نبات البيتونيا.

أمكن إنتاج أمصال مضادة لهذا الفيروس، وتم الكشف عنه بإستخدام اختبار اليزا وكذلك بإستخدام طرائق الترسيب والإنتشار الثنائي في هلام الآجار (Al-Nsour *et al*., 2002؛ Hoy & Mircetich, 1984؛ Powell , 1987)، كما تم الكشف عنه بإستخدام بصمة النسيج النباتي المناعي والميكروسكوب الإلكتروني المناعي (Roberts & Brown, 1980)، والتفاعل المتسلسل للبوليمراز (Al-Nsour *et al*., 2002).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – ينصح في الوقاية والحد من انتشار هذا الفيروس بمكافحة النيماتودا الناقلة وذلك بتعقيم التربة، وبالتخلص من الأعشاب داخل البساتين المزروعة، واستخدام نباتات سليمة خالية من الفيروس، وقلع النباتات المصابة وحرقها.

2.2. فيروسات أخرى

1.2.2. فيروس موزاييك الخيار

***Cucumber mosaic virus* (CMV)، جنس *Cucumovirus*، فصيلة *Bromoviridae*)**

هذا الفيروس واسع الانتشار على بعض نباتات الفصيلة الباذنجانية مثل البندورة/الطماطم والفلفل/الفليفلة فقد سجل على البندورة/الطماطم والفلفل في مصر (فجلة وآخرون، 2003؛ Abou Foul, 1989؛ Younes, 1995) والسودان (Elshafie *et al*., 2005) وعلى البندورة/الطماطم في الأردن (Al-Musa & Mansour, 1983)، اليمن (Walkey *et al*., 1990)،

سلطنة عمان (Moghal *et al*., 1993a)، تونس (Ben Moussa *et al*., 2000)، الجزائر (Nechadi *et al*., 2002) وسورية (حاج قاسم وآخرون، 2004 معلومات غير منشورة).

يسبب هذا الفيروس على البندورة/الطماطم مرضاً يعرف باسم ورقة السرخس/الخنشار (fern leaf) حيث تتميز باختزال واضح في النصل غالباً ما يكون شديداً بدرجة لا يتبقى معها إلا العرق الوسطى فقط، وبالتالي تظهر الورقة بشكل خيط أو مجموعة من الخيوط. بالإضافة إلى الأوراق الخيطية النامية من البرعم الطرفي، وقد تتكون أوراق أخرى خيطية على النموات الناتجة من آباط الأوراق. وعامة فإن مثل هذه الأعراض لا تكون مقتصرة على الإصابة بهذا الفيروس بمفرده ولكنها تتسبب عن الإصابة أيضاً ببعض سلالات فيروس موزاييك التبغ. ولهذا الفيروس مدى عوائلي واسع.

تسبب الإصابة بهذا الفيروس خسائر فادحة في المحصول خاصة إذا كانت الظروف مواتية لظهور أعراض الورقة السرخسية. وقد أمكن تنقية عزلة البندورة/الطماطم لفيروس CMV، وأظهرت دراسات المجهر الإلكتروني أن جسيمات الفيروس متساوية الأبعاد، قطرها 30 نانومتراً.

وأمكن أيضاً تحضير مصل مضاد لهذه العزلة والكشف عنها ببعض الاختبارات السيرولوجية مثل الاليزا واختبار الارتباط المناعي النقطي، وكان اختبار الاليزا أكثر حساسية حيث أمكن الكشف عن الفيروس في عصير النباتات المصابة حتى تخفيف 1: 1.5×10^{3}، بينما طريقة الارتباط المناعي النقطي أمكنها الكشف عنه في عصير النباتات المصابة حتى تخفيف 1:500 (فجلة وآخرون، 2003؛ Younes, 1995). هذا وتستخدم التقانات الحيوية الجزيئية أيضاً في الكشف عن CMV.

ويمكن الحد من انتشاره عن طريق استخدام شتلات سليمة في الزراعة وكذلك الأصناف المقاومة وعدم زراعة البندورة/الطماطم بجوار حقول القرعيات. وللاطلاع على تفاصيل أكثر حول هذا الفيروس يمكن للقارئ مراجعة الفصل السابع من هذا الكتاب.

2.2.2. فيروس البطاطا/ البطاطس Y

Potato virus Y (PVY)، جنس *Potyvirus*، فصيلة *Potyviridae*

سجل هذا الفيروس على البندورة/الطماطم في عدد من الدول مثل مصر (Nakhla *et al*., 1978)، الجزائر (Nechadi *et al*., 2002)، سلطنة عمان (Moghal *et al*., 1993a)، تونس (Ben Moussa *et al*., 2000)، السودان (Elshafie *et al*., 2005) واليمن (Walkey *et al*., 1990).

قد يتواجد هذا الفيروس بكثرة على البندورة/الطماطم وتؤدي الإصابة به إلى ظهور شحوب بطول عروق الورقة وبقع ميتة تتباين في أحجامها على النصل بين العروق.

تسبب السلالات الضعيفة من الفيروس شحوب للعروق وموزاييك ضعيف على الأوراق، ولا يظهر على الأوراق التالية التي تتكون في أواخر الموسم وبالتالي تكون أعراض المرض أقل وضوحاً. أما السلالات الشديدة فتسبب تماوت في الأوراق القمية وبالتالي لا تعطي النباتات ثماراً بإنتظام وتحتوي هذه الثمار على بقع ميتة منخفضة وبنية اللون (Sutic *et al.*, 1999).

ينتقل فيروس PVY المعزول من البندورة/الطماطم بسهولة بالإلقاح الميكانيكي وكذلك بالتطعيم، كما ينتقل بمنّ الدراق/الخوخ الأخضر ولا ينتقل عن طريق بذور نباتات البندورة/الطماطم المصابة (Nakhla *et al.*, 1978).

ويمكن الحد من انتشاره عن طريق استخدام شتلات سليمة ويفضل عدم زراعة البندورة/الطماطم، إن أمكن، بجوار حقول البطاطا/البطاطس.

3.2.2. فيروس البطاطا/البطاطس X

Potato virus X **(PVX، جنس *Potexvirus*، فصيلة *Flexiviridae*)**

سجل وجوده على البندورة/الطماطم في تونس (Ben Moussa *et al.*, 2000)، اليمن (Walkey, 1992)، العراق (شاكر وآخرون، 2007) والجزائر (Nechadi *et al.*, 2002). قد يتواجد بكثرة على البندورة/الطماطم وتؤدي الإصابة به إلى ظهور أعراض موزاييك ضعيف وخفض بسيط في نمو نباتات البندورة/الطماطم ويكون PVX أكثر ضرراً للبندورة/الطماطم عند تواجده مع ToMV حيث تؤدي الإصابة المزدوجة بهما إلى تقزم وتورد للنباتات وضعف في الأزهار وهذا يخفض كثيراً من الإنتاج .

ينتقل الفيروس ميكانيكياً بعصارة النبات المصاب والتلامس لذا يجب إتخاذ الإجراءات المناسبة لمنع إنتشاره في حقول البندورة/الطماطم والفلفل، كما يجب عدم زراعة البندورة/الطماطم بجوار الفلفل في نفس الحقل.

4.2.2. فيروس موزاييك الفصة/الجت/البرسيم الحجازي

Alfalfa mosaic virus **(AMV، جنس *Alfamovirus*، فصيلة *Bromoviridae*)**

سجل هذا الفيروس على البندورة/الطماطم في كل من تونس (Ben Moussa *et al.*, 2000)، اليمن (Walkey *et al.*, 1990)، سلطنة عمان (Moghal *et al.*, 1993a)، الجزائر (Nechadi *et al.*, 2002) والعراق (شاكر وآخرون، 2007). إن الإصابة بهذا الفيروس تكون أقل

إنتشاراً على البندورة/الطماطم منها على الفلفل. تتباين الأعراض على البندورة/الطماطم من موزاييك ضعيف وتبرقش الأوراق إلى تماوت شديد.

ينتقل الفيروس عن طريق المن بطريقة غير باقية/غير مثابرة (Fath-Allah, 1999) وله مدى عوائلي واسع.

وللحد من انتشاره يجب استخدام الشتلات السليمة وعدم زراعة البندورة/الطماطم، إن أمكن، بجوار حقول البرسيم الحجازي/الجت أو المحاصيل الأخرى القابلة للإصابة به.

5.2.2. فيروس التقزم الشجيري للطماطم/للبندورة

(*Tomato bushy stunt virus* (TBSV)، جنس *Tombusvirus*، فصيلة *Tombusviridae*)

سجل هذا الفيروس لأول مرة عام 1935 على نباتات طماطم/بندورة مصابة في انجلترا (Smith, 1935). كما تم عزل الفيروس من كل من تونس والمغرب (Cherif & Spire, 1983؛ Fischer & Luckhart, 1977). جسيمات الفيروس كروية متساوية الأبعاد ويبلغ قطرها حوالي 30 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة وزنه الجزيئي حوالي 1.5 مليون دالتون ويشكل 16–17% من وزن جسيم الفيروس. يدخل في تركيب الغطاء البروتيني أربعة أنواع من البروتين، حيث يبلغ الوزن الجزيئي لأكبرها حوالي 40 ألف دالتون ولأصغرها 28 ألف دالتون (Martelli, 1981). ومن أهم سلالاته المعروفة: السلالات العادية، وسلالة البيتونيا وسلالة القرنفل وسلالة الخرشوف/الأرضي شوكي وسلالة الكرز. وهذه السلالات تختلف عزلاتها في الأعراض المرضية التي تسببها على بعض النباتات.

يمكن تنقية الفيروس بطرائق مختلفة منها الإستخلاص بمنظم فوسفاتي درجة حموضته 7.4 والمحتوي على 1% من ثيوجلايكوليت الصوديوم والترويق بالبيوتانول ومن ثم تركيز وتنقية الفيروس بإستخدام الطرد المركزي المفرق والانتشار في مجال كهربائي (Hollings, 1962).

تظهر أعراض الإصابة بالفيروس بشكل تقزم ونمو شجيري وتبرقش لنباتات البندورة/الطماطم، وتكون الأوراق صغيرة الحجم وملتفة للأسفل. والأوراق الحديثة تكون خيطية ويوجد في نهاية الأوراق تبقعات ميتة. الأوراق السفلية للنباتات المصابة تكون مصفرة مع تلون بنفسجي (Sutic *et al.*, 1999).

يتسم هذا الفيروس بمدى عوائلي واسع، يشمل الأعشاب والنباتات المعمرة، حيث أمكن نقل الفيروس تجريبياً إلى 126 نوعاً من النباتات والتي تنتمي إلى أجناس وفصائل عديدة (Schmelzer, 1977)، إلا أن غالبيتها لاتصاب جهازياً. أما في الطبيعة فيصيب عدداً محدداً من نباتات ذات الفلقتين كالبندورة/الطماطم، البطاطا، الباذنجان، والزينيا. معظم هذه النباتات تتحمل الإصابة بالفيروس ولكن لا تظهر عليها أعراض.

ينتقل فيروس TBSV بسهولة بالالقاح الميكانيكي ولا يوجد هنالك حشرات أو عناكب تنقله. أشارت دراسات سابقة (Lovisolo *et al*., 1965) إلى احتمالية انتقال الفيروس بالتربة وإحتمال أن يكون لأحد فطريات التربة قدرة على نقله. ومن جانب آخر أكد Campbell (1968) على عدم نقل الفيروس بواسطة فطر (Woronin) *Olpidium brassicae*. وجد الفيروس في حبوب اللقاح لنباتات البندورة/الطماطم ولكنه لا ينتقل بواسطة البذور (Smith, 1972).

يمكن الكشف عن الفيروس بالوسائل الحيوية حيث يعطي بقع موضعية وموزاييك جهازي على *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn، *Gomphrena globosa* L.، *Nicotiana glutinosa* L. (Smith, 1935). وكذلك بالاختبارات المصلية المختلفة، منها طرق الترسيب والإنتشار الثنائي في الآجار والإليزا والمجهر الإلكتروني المناعي وبإستخدام اختبار التفاعل المتسلسل للبوليمراز (Kurstak, 1981).

يمكن الحد من انتشار هذا الفيروس عن طريق التخلص من النباتات المصابة وتعقيم التربة واتباع الدورات الزراعية لمدة 4 سنوات واستخدام الأصناف المقاومة من البندورة/الطماطم، وزراعة نباتات وأشجار سليمة خالية من الإصابة.

6.2.2. فيروس اسبيرمي البندورة/الطماطم

Tomato aspermy virus (TAV، جنس *Cucumovirus*، عائلة *Bromoviridae*)

سجل هذا الفيروس لأول مرة في انجلترا عام 1949 على نباتات الكريزانثمم/الأراولا (Blencowe & Caldwell, 1949). كما سجل في كل من تونس (Ben Moussa *et al*., 2000) والأردن (Batarseh, 1985).

جسيمات الفيروس كروية متساوية الأبعاد قطرها 30 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من الحمض النووي الريبي أحادي السلسلة (Hollings & Stone, 1971). يبلغ حجم المجين الكلي حوالي 8,698 ألف قاعدة، ويتكون المجين من ثلاثة قطع من الحمض النووي الريبي: الأولى (RNA-1) يبلغ حجمها 3.41 ألف قاعدة، القطعة الثانية (RNA-2) يبلغ حجمها 3.074 ألف قاعدة، والقطعة الثالثة (RNA-3) يبلغ حجمها 2.214 ألف قاعدة. أمكن عزل ثلاثة سلالات من الفيروس بالاعتماد على شكل التبقعات التي تظهر على *Nicotiana glutinosa* (Smith, 1972).

يمكن تنقية الفيروس عن طريق الترويق بإستخدام خليط من البيوتانول والكلوروفورم ثم ترسيب الفيروس وفصله بالطرد المركزي المفرق.

يسبب هذا الفيروس موت القمم النامية لنباتات البندورة مما يؤدي إلى ظهور تفرعات ثانوية على الساق وبالتالي يؤدي إلى ما يسمى بظاهرة النمو الشجيري. تكون الأوراق وحوامل

الأوراق خيطية وملتفة للأسفل مع ظهور زوائد على السطح السفلي للأوراق. أما بالنسبة للثمار فغالباً تكون صغيرة وخالية من البذور (Sutic *et al*., 1999 ؛Blencowe & Caldwell, 1949).

يعتبر الكريزانثمم والبندورة/الطماطم من أهم العوائل الطبيعية للفيروس، بالإضافة لذلك فهو يصيب الفلفل/الفليفلة والزينيا (Sutic *et al*., 1999). يصيب الفيروس حوالي 100 عائل يتبع 24 فصيلة من ذوات الفلقة وذوات الفلقتين (Hollings & Stone, 1971).

ينتقل هذا الفيروس بواسطة عدة أنواع من المنّ بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة منها منّ الدراق الأخضر (*Myzus persicae* Sulzer)، ومنّ الفول (*Aphis fabae* Scopoli) (Schmelzer, 1977). كذلك ينتقل بالالقاح الميكانيكي والتطعيم. ولا ينتقل بواسطة بذور البندورة/الطماطم ولكنه ينتقل بواسطة بذور *Stellaria media* L..

يمكن الكشف عن الفيروس بالوسائل الحيوية حيث تعطي الإصابة به بالإلقاح الميكانيكي بقع موضعية شاحبة ودائرية، تبرقش وتشوه للأوراق على نباتات *Nicotiana glutinosa* L.، وكذلك يعطي تبرقش شديد، تقزم، وتشوه على *N. clevelandii* A.Gray و *N. tabacum* L.، أما على الخيار فيعطي بقع موضعية صغيرة ميتة على الأوراق، وعلى البندورة/الطماطم يسبب تبرقش للأوراق وتقزم أما على نباتات *C. amaranticolor* و *C. quinoa* فيعطي عدد كبير من البقع الموضعية الميته.

أمكن إنتاج أمصال مضادة عديدة لهذا الفيروس تستخدم للكشف عنه بالإختبارات المصلية/السيرولوجية المختلفة مثل الترسيب والإنتشار الثنائي في هلام الآجار والإليزا، وكذلك الطرائق الجزيئية مثل التفاعل المتسلسل للبوليمراز.

للوقاية من الفيروس والحد من انتشاره يجب مكافحة حشرات المن بالمبيدات الحشرية، واستخدام نباتات خالية من الإصابة، وكذلك التخلص من الفيروس في الأنسجة المصابة بإستخدام المعاملة الحرارية 36 °س لمدة 21–32 يوم.

3.2. فيروسات وفيرويدات أقل أهمية

تم تسجيل عدد من الفيروسات الآخرى التي تصيب محصول البندورة/الطماطم في بعض الدول العربية. ففي تونس تم تسجيل TRV، PVMV، TEV (Ben Moussa *et al*., 2000) وفيرويد التقزم القمي للبندورة/الطماطم (TASVd) (Verhoeven *et al*., 2006)، وفي اليمن تم تسجيل فيروسي PVMV و PRLV (Walkey, 1992)، وفيروس TICV في الأردن (Anfoka & Abhary, 2007)، وفي لبنان تم تسجيل فيروس شحوب البندورة/الطماطم (ToCV) (Abou-Jawdah *et al*., 2006b)، كما سجل فيروس TMV في العراق (شاكر وآخرون، 2007)

والسودان (Elshafie *et al.*, 2005)، وفيروس TEV في سورية (حاج قاسم وآخرون، 2004، معلومات غير منشورة).

3. استنتاجات عامة

لقد حازت البندورة/الطماطم على اهتمام الباحثين العرب نظراً لما يشكله هذا المحصول من أهمية اقتصادية كبيرة. وقد تم تعريف حوالي 15 فيروساً في البلدان العربية معظمها ذات قيمة اقتصادية عالية سواء على البندورة/الطماطم أو على المحاصيل الأخرى كالبطاطا والمحاصيل العلفية وأشجار الفاكهة أو أفراد أخرى من نفس العائلة كالفلفل والباذنجان. ويمكن القول أن فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم والذي ينتقل بالذبابة البيضاء هو من أهم هذه الفيروسات على الإطلاق بل من أهم العوامل المحددة لإنتاج البندورة/الطماطم في البلدان العربية. كما أن هناك فيروسات أخرى ذات نواقل حشرية كالذبول المتبقع للبندورة/الطماطم والذي ينتقل بواسطة حشرة التربس وفيروس اسبيرمي البندورة/الطماطم والذي تنقله حشرة المنّ. وتوجد مجموعة أخرى من فيروسات البندورة/الطماطم تنتقل بالنيماتودا مثل فيروس الحلقة السوداء للبندورة/الطماطم وفيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم. كما توجد مجموعة ثالثة ناقلها غير محدد أو معروف لكنها تنتقل ميكانيكياً وبسهولة مثل فيروس موزيك البندورة/الطماطم والتقزم الشجيري للبندورة/الطماطم. كما أنها تصاب بعدد آخر كبير من الفيروسات الأخرى التي تعتبر البندورة/الطماطم بالنسبة لها كعوائل بديلة وقد يكون بعض هذه الفيروسات مثل فيروس PVY أو فيروس موزاييك الخيار أكثر انتشاراً على البندورة/الطماطم في مناطق معينة من بعض فيروسات البندورة/الطماطم نفسها.

وكما هو في جميع البحوث المتعلقة بالأمراض الفيروسية فان معظم الدراسات التي تم إنجازها فى معظم البلدان العربية هي دراسات مسحية اهتمت بتعريف وتحديد الفيروسات التي تصيب البندورة/الطماطم. وقد اهتمت بعض البحوث مؤخراً على استخدام الطرائق الحديثة مثل التقانات الحيوية الجزيئية للكشف عن الفيروس وكذلك دراسة التتابع النيوكليوتيدي لأجزاء أو كل مجين الفيروس. أما الدراسات الأخرى كتقدير الخسائر الناجمة عن الإصابة الفيروسية أو وبائية هذه الأمراض فقد كانت محدودة جداً، علاوة على أن إدارة الأمراض الفيروسية لم تأخذ حيزاً كافياً في مجال البحوث على الرغم مما تم انجازه بالنسبة لمرض التجعد الأصفر لأوراق البندورة/الطماطم. وعلى العموم لا بد من تشجيع الباحثين العرب للعمل بهذه المجالات البحثية مع ملاحظة الإهتمام بالتشريعات المتعلقة بالمشاتل والحصول على شتلات سليمة خالية من الإصابة الفيروسية لما تشكله الشتلات المصابة من خطر كبير كمصدر عدوى مبكر للشتلات الاخرى السليمة في الحقل.

4. المراجع

زايد، محمد علي، جبر عبد الله خليل ومحمد عبد المجيد شقرون. 2006. التسجيل الأول لفيروس اصفرار وتجعد أوراق البندورة/الطماطم على محصول البندورة/الطماطم في ليبيا. مجلة وقاية النبات العربية، 24: 134-135.

زايد، محمد علي، جبر عبد الله خليل ومحمد عبد المجيد شقرون. 2007. حصر وتعريف فيروس اصفرار وتجعد أوراق البندورة/الطماطم في المنطقة العربية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 65.

شاكر، رنا جلال، مثنى عكيدي المعاضيدي ورقيب عاكف العاني. 2007. الكشف عن بعض الفيروسات المسببة لأمراض تنخر ثمار البندورة/الطماطم وتقدير نسبة انتشارها في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 65.

فجلة، جابر ابراهيم، ابراهيم عبد السلام السمره وحسني على يونس. 2003. المدى العوائلي، النقل الحشري، التنقية والاختبارات السيرولوجية لعزلة من فيروس موزاييك الخيار معزولة من دفيئات بندورة/طماطم في شمال مصر. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 145.

مختار، سناء، أحمد هاشم وميشيل بيترشميت. 2007. دراسة فيروس تجعد أوراق البندورة/الطماطم في السودان. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 66.

ناشر، عبد الله، علي أدريس وجوديث ل. براون. 2007. مرض تجعد أوراق البندورة/الطماطم مصحوباً بفيروس توأمي شبيه بفيروس تجعد أوراق البندورة/الطماطم من منطقة الجزيرة في السودان، وفيروسات توأمية لم تسجل من قبل على اللوبياء والفلفل من اليمن. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 66.

يونس، حسني علي، جابر ابراهيم فجلة وابراهيم عبد السلام السمره. 2003. دراسات على بعض عزلات فيروس موزاييك البندورة/الطماطم. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 145.

Abdelkader, H.S., G.M. Allam, T.A. Moustafa and M.H. El-Hammady. 2004. Characterization and molecular detection of tomato spotted wilt virus (Tospovirus) infecting tomato in Egypt. Egyptian Journal of Virology, 1: 103-120.

Abdelsalam, E.T., H.M. Habib, H.S. Abdelkader and M.M. Al-Khazindar. 2005. Molecular Cloning and Expression of Nucleoprotein gene (NPs) of tomato spotted wilt virus in *E.coli*. International Journal of Virology, 1: 5.

Abdul Sattar, M.H. and M.N. Haithami. 1986. Diseases of major crops in Democratic Yemen and their economic importance. FAO Plant Protection Bulletin, 34: 73-76.

Abou Foul, K.S.I. 1989. Studies on some viruses affecting pepper plants in northern Egypt. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt. 184 pp.

Abou-Jawdah, Y., C. El Mohtar, H. Sobh and M. K. Nakhla. 2006a. First report of *Tomato spotted wilt virus* on tomatoes in Lebanon. Plant Disease, 90: 376.

Abou-Jawdah, Y., C. El Mohtar, H. Atamian and H. Sobh. 2006b. First report of *Tomato chlorosis virus* in Lebanon. Plant Disease, 90: 378.

Ahmed, N.E, H. O. Kanan, Y. Sugimoto, Y. Q. Ma and S. Inanaga. 2001. Effect of Imidacloprid on Incidence of *Tomato yellow leaf curl virus*. Plant Disease, 85: 84-87.

Al-Abdulmohsin, A.M. 1997. Saudi Arabia. Pages 55-56. In: Management of the whitefly-virus complex. N. Ioannou (ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 143, Rome, Italy.

Al-Azbi, F. and N. Al-Dehli. 2005. Integrated pest management in United Arab Emirates. In: Proceedings of the First Symposium on Integrated Pest Management in the UAE (Al-Ein).

Al-Bagham, S.H. and A. Salim. 1997. United Arab Emirates. Pages 81-83. In: Management of the whitefly-virus complex. N. Ioannou (ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 143, Rome, Italy.

Al-Musa, A. 1982. Incidence, economic importance and control of tomato yellow leaf curl virus in Jordan. Plant Disease, 66: 561-563.

Al-Musa, A. 1986. Tomato yellow leaf curl virus in Jordan: epidemiology and control. Dirasat, XIII: 199-208.

Al-Musa, A. and A. Mansour. 1983. Plant viruses affecting tomato in Jordan, identification and prevalence. Phytopathologische Zeitschrift, 106: 186-190.

Al-Musa, A., N. Sharad and S. Qasem. 1982. Low cost and effective methods for production of tomata transplants free from tomato yellow leaf curl virus. Dirasat, 9 : 27-32.

Al-Musa, A., I.K. Nazer and N. Sharaf. 1987. Effect of combined agricultural treatments on whitefly population and incidence of yellow leaf curl virus. Dirasat, 14 : 127-134.

Al-Nsour, A., A. Mansour and L. Al-Banna. 2002. Tomato ringspot nepovirus of stone fruits in Jordan. Ph.D. Thesis, University of Jordan. 118 pp.

Al-Zidjali, T.S. 1997. Sultanate of Oman. Pages 45-54. In: Management of the whitefly-virus complex. N. Ioannou (ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 143, Rome, Italy.

Anfoka, G. H.and M.K. Abhary. 2007. Occurrence of *Tomato infectious chlorosis virus* (TICV) in Jordan. EPPO/OEPP Bulletin, 37: 186-190.

Anfoka, G.H., M. Abhary and M.R. Stevens. 2006. Occurrence of *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) in Jordan. EPPO/OEPP Bulletin, 36: 517-522.

Ba-Angood, S.A. and A.A. Mogahed. 1997. Republic of Yemen. Pages 85-91. In: Management of the whitefly-virus complex. N. Ioannou (ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 143, Rome, Italy.

Barrat, J.G., S.M. Mircetich and H.W. Fogle. 1968. Stem pitting of peach. Plant Disease Reporter, 52: 91-94.

Batarseh, S.F. 1985. Plant viruses affecting pepper in Jordan. M.Sc. thesis, University of Jordan Amman, Jordan.

Ben Moussa, A, M. Makni and M. Marrakchi. 2000. Identification of the Principal viruses infecting tomato crop in Tunisia. Bulletin OEPP, 30: 293-296

Best, R.J. 1968. Tomato spotted wilt virus. In: Advances in Virus Research. K.M. Smith and M.A. Lauffer (eds). Academic Press New York, 13: 65-145

Best, R.J. and B.A. Palk. 1964. Electron microscopy of a strain E of tomato spotted wilt virus and comments on its probable biosynthesis. Virology, 23: 445-460.

Black, L.M., M.K. Brakke and A.E. Vatter. 1963. Purification and electron microscopy of tomato spotted wilt virus. Virology, 20: 120-130.

Blencowe, J.W. and J. Caldwell. 1949. Aspermy, a new virus disease of the tomato. Annals of Applied Biology, 36: 320-322.

Broadbent, I. 1965. The epideiology of tomato mosaic. XI. Seed-transmission of TMV. Annals of Applied Biology, 56: 177-205.

Brunt, A. A. 1959. Leaf enations in *Dahlia variabilis* Desf. induced by tomato spotted wilt virus. Nature, 183: 627-628.

Brunt, A., K. Crabtree and A. Gibbs. 1990. Viruses of Tropical Plants. CAB International. 707 pp.

Cadman, C.H. and R.M. Lister. 1961. Relationship between tomato ringspot and peach yellow bud viruses. Phytopathology, 51: 29-31.

Campell, R.N. 1968. Transmission of tomato bushy stunt unsuccessful with *Olpidium*. Plant Disease Reporter, 52: 379-380.

Castello, J.D., P.M. Wargo, V. Jacobi, G.D. Bachand, D. Tobi and M.A.M. Rogers. 1995. Tomato mosaic virus infection of red spruce on Whiteface Mt., New York: prevalence and potential impact. Canadian Journal of Forest Research, 25: 1340-1345.

Cherif, C. and D. Spire. 1983. Identification of Tomato bushy stunt virus on tomato, pepper and eggplant in Tunisia: some characteristics of the Tunisian strain. Agronomie, 3: 701-706.

Cohen, S. and F.E. Nitzany. 1966. Transmission and host range of the tomato yellow leaf curl virus. Phytopathology, 56: 1127-1131.

Cohen, S. and I. Harpaz. 1964. Periodic, rather than continual acquisition of a new tomato virus by its vector, the tobacco whitefly (*Bemisia tabaci* Gennadius). Entomologica Experimentalis Applicata, 7: 155-166.

El-Afifi, S.I., A.S. Sadik, M.H. Abdel-Ghaffar and A.M. El-Borollosy. 2004. Molecular characterization of an Egyptian isolate of tomato mosaic Tobamovirus. Annals of Agricultural Science, 49: 467-483.

El-Aidy, F. and S.A. Sidaros. 1997. Effect of insect protected tomato seedlings on TYLCV spread, growth and yield of late summer tomato in Egypt. Pages 69-78. In: Proceeding of the 8th Congress of Phytopathology, Giza, Cairo, Egypt.

El-Dougdoug, K.A., R.M. Taha and M.A. Khedr. 2001. Application of some natural substances to control yellow leaf curl disease in tomato plants. Egyption Journal of Biotechnology, 9: 80-93.

El-Hammady, M., M.S. Said and S.S. Mustafa. 1976. Studies on tomato yellow leaf curl disease.1. Susceptibility of different tomato species, varieties and hybrids to artificial infection under some different conditions. Mansoura University. Journal of Agriculture Scienses, 1: 385-404.

Elshafie, E., G. Daffalla, K. Gebre and G. Marchoux. 2005. Mosaic-inducing viruses and virus like- agents infecting tomato and pepper in Sudan. International Journal of Virology, 1: 28.

Fath-Allah, M.M.M. 1999. Plant virus and virus-like diseases: mosaic and dwarf diseases of alfalfa. PhD. Thesis, Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt. 202 pp.

Fegla, G.I., I.A. El-Samra, K.A. Noaman, H.A.Younes and M.H. Abd El-Aziz. 2001. Comparative studies for detection of tomato mosaic Tobamovirus (ToMV), cucumber mosaic Cucumovirus (CMV) and potato Y Potyvirus (PVY). Journal of the Advances in Agricultural Research, 6: 239-254.

Fegla, G.I., I.A. El-Samra, K.A. Noaman and H.A.Younes.1997. Host range, transmission and serology of an isolate of tomato yellow leaf curl virus from tomato of plastic houses in northern Egypt. Proceeding of the 1st Scientific Conference of Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture, Assiut University, Assiut, 1: 549-568

Fegla, G.I., I.A. El-Samra, K.A. Noaman, H.A.Younes and M.H. Abd El-Aziz. 2000. Optimization of dot immunobinding assay (DIA) for detection of tomato mosaic virus (ToMV). Advances of Agricultural Research, 5: 1495-1506.

Fekih-Hassan, I., F. Gorsane, F. Djilani, H. Fakhfakh, M. Nakhla, D. Maxwell and M. Marrakchi. 2003. Detection of *Tomato yellow leaf curl Sardinia virus* in Tunisia. EPPO/OEPP Bulletin, 33: 347-350

Feldman, J.M. and J.A. Boninsegna. 1968. Antiserum for tomato spotted wilt virus. Nature, 219: 183-184.

Fischer, H.U and B.E.L. Luckhart, 1977. Identification and comparison of two isolates of tomato bushy stunt virus from pepper and tomato in Morocco. Phytopathology, 67: 1352-1355.

Forer, L., C.A. Powell and R.F. Stouffer. 1984. Transmission of tomato ringspot virus to apple rootstock cuttings and to cherry and peach seedlings by *Xiphinema rivesi*. Plant Disease, 68: 1052-1054.

Francki, R.I.B. and T. Hatta. 1981. Tomato spotted wilt virus. Pages 492-512. In: Handbook of Plant Virus Infetions and Comparative Diagnosis. Elsevier/North-Holland and Biomedical Press.

Geneif, A.A. 1984. Breeding for resistance to tomato leaf curl virus in tomatoes in the Sudan. Acta Horticulturae 143: 469–484.

Georrgi, L.L. 1988. Transmission of tomato ringspot virus by *Xiphinema americanum* and *X. rivesi* from New York apple orchards. Journal of Nematology, 20: 304-308.

Goff, L.M. and M.K. Corbett. 1977. Association of tomato ringspot virus with a chlorotic leaf streak of Cymbidium orchids. Phytopathology, 67: 1096-1100.

Gonsalves, D. 1979. Detection of tomato ringspot virus in grapevines: A comparison of Chenopodium quinoa and enzyme linked immunosorbent assay (ELISA). Plant Disease Reporter, 63: 962-965.

Gooding, G.V., W.B. Hewitt and L. Cory. 1967. Etiology of the grapevine yellow-vein disease. Phytopathology, 57: 236.

Gooding, G.V.Jr. and T.T. Herbert. 1967. A simple technique for purification of tobacco mosaic virus in large quantities. Phytopathology, 57: 1285.

Harrison, B.D. 1985. Advances in geminivirus research. Annual Review of Phytopathology, 23: 55-82.

Hassan, A.A., H.M. Mazyad, S.E. Moustafa and M.K. Nathla. 1982. Assessment of tomato yellow leaf virus resistance in the genus *Lycopersicon*. Egyptian Journal of Horticulture, 9: 103–116.

Hollings, M. 1962. Studies of *Pelargonium* leaf curl virus. I. Host range, transmission and properties *in vitro*. Annals of Applied Biology, 50: 189-202.

Hollings, M. and H. Huttinga. 1976. Tomato mosaic virus. CMI/AAB Description of Plant Viruses, No. 156.

Hollings, M. and O.M. Stone. 1971. Tomato aspermy virus. CMI/AAB Description of Plant Viruses. No. 79.

Hoy, J.W. and S.M. Mircetich. 1984. Prune brownline disease: susceptibility of prune rootstocks and tomato ringspot virus detection. Phytopathology, 74: 272-276.

Ie, T.S. 1970. Tomato spotted wilt virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 39.

Ioannou, N., A. Kyriaknou and A. Hadjinicolis. 1987. Host range and natural reservoirs of tomato yellow leaf curl virus. Agriculture Research Institute, Ministry of Agriculture and Natural Resources, 1-6.

Jebbour, F. and L. Abaha. 2002. Situation de la maladie des feuilles jaunes en cuillère de la tomate (TYLCV) au Maroc. EPPO/OEPP Bulletin, 32: 17-19.

Kasrawi, M.A., M.A. Suwwan and A. Mansour. 1988. Sources of resistance to tomato-yellow-leaf-curl-virus (TYLCV) in *Lycopersicon* species. Euphytica, 37: 61-64.

Khattat, A.R., Q.K. Zwain, A.K. Kasim and A.A. Khefaji. 1997. Iraq. Pages 27-32. In: Management of the whitefly-virus complex. N. Ioannou (ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 143, Rome, Italy.

Kleczkowski, A. 1961. Serological behaviour of tobacco mosaic virus and its protein fragments. Immunology, 4: 130-141.

Klesser, P.J. 1966. Groundnut ringspot virus- a new sap transmissible virus of *Arachis hypogoea* and *A. monticola*; tomato spotted wilt virus on *Archis hypogaea*. South African Journal of Agricultural Science, 9: 711-717.

Kurstak, E. 1981. Handbook of Plant Virus Infections Comparative Diagnosis. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, New York-Oxford. 943 pp.

Linford, M.B. 1932. Transmission of tomato spotted wilt virus by thrips. Phytopathology, 22: 301.

Lovisolo, O., O. Bode and J. Volk. 1965. Preliminary studies on the soil transmission of *Petunia* asteroid mosaic virus (*Petunia* strain of tomato bushy stunt virus). Phytopathologische Zeitschrift, 53: 323-342.

Makkouk, K. M., S. Shehab and S. Majdalani. 1979. Tomato yellow leaf curl: Incidence, yield losses and transmission in Lebanon. Phytopathologische Zeitschrift, 96: 263-266.

Makkouk, K.M. 1976. Reaction of tomato cultivars to tobacco mosaic and tomato yellow leaf curl viruses in Lebanon. Polyoprivredna Znanstvena Smotra (Zagreb), 39: 121-126.

Makkouk, K.M. 1978. A study on tomato viruses in the Jordan Valley with special emphasis on tomato yellow leaf curl virus. Plant Disease, 62: 259-268.

Makkouk, K.M. and H. Laterrot. 1983. Epidemiology and control of tomato yellow leaf curl virus. Pages 315-321. In: Plant virus epidemiology: the spread and control of insect-borne viruses. R.T. Plumb and J.M. Thresh (eds.). Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Mansour, A and A. Al-Musa. 1992. Tomato yellow leaf curl virus: host range and virus-vector relationships. Plant Pathology, 41: 122-125.

Mansour, A.N. and M.A. Kasrawi. 1997. Evaluation of tolerant and susceptible tomato cultivars to TYLCV infection. Dirasat, 24: 125-159.

Martelli, G.P. 1981. Tombusviruses. Pages 61-90. In: Handbook of Plant Virus Infectiuons and Comparative Diagnosis. E. Kurstak (ed.). Elsevier/North-Holland Biomedical Press.

Mazyad, H.M., F. Omar, K. Al-Taher and M. Salha. 1979 Observations on the epidemiology of tomato yellow leaf curl disease on tomato plants. Plant Disease Reporter, 63: 695-698.

Mazyad, H.M., K.R. Stino, A.A. Radwan and F. Nour El-Din. 1969. Identification of two strains of tobacco (tomato) mosaic virus in U.A.R. Agricultural Research Review, 47: 55-65.

Mazyad, H.M., D. Peters and D. Maxwell. 1994. Tomato yellow leaf curl virus in Egypt : epidemiological and management aspects. 1st International Symposim on Geminiviruses. Almeria, Spain.

Mink, G.I. 1976. Plant virus diseases in Jordan. Research Report, Faculty of Agriculture, University of Jordan, Amman. Jordan. 35 pp.

Mircetich, S.M. and J.W. Hoy. 1981. Brownline of prune trees, a disease associated tomato ringspot virus infection of Myrobalan and peach rootstocks. Phytopathology, 71: 30-35.

Moghal, S., P. Shivanathan, A. Mani, A.D. Al-Zadjali, T.S. Al-Zadjali and Y.M. Al-Raeesy. 1993a. Status of Pests and Diseases in Oman: Series 1: Plant Diseases in the Batinah. Mazoon Printing Press, Directorate General of Agricultural Research, Rumais, Sultanate of Oman. Document No. 6/93/22. 150 pp.

Moghal, S., T.S. Al-Zadjali and A.D. Al-Zadjali. 1993b. Effect of insect proof net and transplanting dates on leaf curl virus in tomato varieties. Pages 248-251. Annual Report of Directorate General of Agricultural Research, Rumais, Sultanate of Oman. Document No. OMAN/AGRI/RES/RPT/93.

Moghal, S., T.S. Al-Zadjali and A.D. Al-Zadjali. 1993c. Influence of coverage periods on yellow leaf curl virus, growth and yield of tomato. Pages 252-254. Annual Report of Directorate General of Agricultural Research, Rumais, Sultanate of Oman. Document No. OMAN/AGRI/RES/RPT/93.

Monci, F., J. Navas-Castillo, J.L. Cenis, A. Lacasa, A. Benazoun, E. Moriones. 2000. Spread of *Tomato yellow leaf curl virus* Sar from the Mediterranean Basin: presence in the Canary Islands and Morocco. Plant Disease, 84: 490.

Mountain, M.L., C.A. Powell, L.B. Forer and R.F. Stouffer. 1983. Transmission of tomato ringspot virus from dandelion via seed and dagger nematodes. Plant Disease, 67: 867-868.

Moury, B., L. Cardin, J.P. Onesto, T. Candresse and A. Poupet. 2000. Enzyme-linked immunosorbent assay testing of shoots grown *in Vitro* and the use of immunocapture-reverse transcription-polymerase chain reaction improve the detection of *Prunus necrotic ringspot virus* in rose. Phytopathology, 90: 522-528.

Murant, A.F. 1981. Nepoviruses. In: Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis. E. Kurstak (ed.). Elsevier/North Holland Biomedical Press.

Nakhla, M.K., H.M. Mazyad and D.P. Maxwell. 1993. Molecular characterization of four tomato yellow leaf curl virus isolates from Egypt and development of diagnostic methods. Phytopathologia Mediterranea, 32: 163-173.

Nakhla, M.K., M. El-Hammady and H.M. Mazyad. 1978. Isolation and identification of some viruses naturally infecting tomato plants in Egypt. Pages 1042-1051. In: Procceding of the 4th Conference of Pest Control, NRC, Cairo, Egypt.

Nakhla, M.K., M. Rojas, W. McLaughlin, J. Wyman, D.P. Maxwell and H.M. Mazyad. 1992. Molecular characterization of tomato yellow leaf curl virus from Egypt. Plant Disease, 76: 538.

Nechadi, S., F. Benddine, A. Moumen and M. Kheddam. 2002. Etat des maladies virales de la tomate et stratégie de lutte en Algérie. EPPO/OEPP Bulletin, 32: 21-24.

Nitzany, F.E. 1975. Tomato yellow leaf curl virus. Phytopathologia Mediterranea, 14: 127–129.

Nour-Eldin, F., H.M. Mazyad and M.S. Hassan. 1969. Tomato yellow leaf curl virus disease. Agricultural. Research Review (Cairo), 47: 49-54.

Ouf, M.F., H.N. Soliman and H.M. Hassan. 1991. A preliminary study on the spread and local lesion hosts of tomato ringspot virus in Minia Governorate (Egypt). Assiut Journal of Agricultural Sciences, 22: 37-51.

Pelham, J. 1972. Strain-genotype interaction of tobacco mosaic virus in tomato. Annals of Applied Biology, 72: 219-228.

Peterschmitt, M., M. Granier and S. Aboulama. 1999. First report of Tomato yellow leaf curl Geminivirus in Morocco. Plant Disease, 83: 1074.

Pico, B., M. Diez and F. Muez. 1996. Viral diseases causing the greatest economic losses to the tomato crop. II. The tomato yellow leaf curl virus- a review. Science of Horticulture, 67: 151-196.

Pourrahim, R., F. Rakhshandehro, S. Farzadfar and A.R. Golnaraghi. 2004. Natural occurrence of Tomato ringspot virus on grapevines in Iran. Plant Pathology, 53: 237.

Powell, C.A. 1987. Detection of three plant viruses by dot-immunobinding assay. Phytopathology, 77: 306-309.

Powell, C.A., J.L. Longenecker and L.B. Forer. 1990. Incidence of tomato ringspot virus and tobacco ringspot virus in grapevines in Pennsylvania. Plant Disease, 74: 702-704.

Price, W.C. 1936. Virus concentration in relation to acquired immunity from tobacco ringspot. Phytopathology, 26: 503-529.

Rast, A.T.B. 1972. M II-16, an artificial symptomless mutant of tobacco mosaic virus for seedling inoculation of tomato crops. Netherland Journal of Plant Pathology, 78: 110-112.

Rast, A.T.B. 1975. Variability of tobacco mosaic virus in relation to control of tomato mosaic in glasshouse tomato crops by resistance breeding and cross protection. Agriculture Research Report (Netherland.), 834: 1-76.

Roberts, I.M. and D.J. F.Brown. 1980. Detection of six nepoviruses in their nematode vectors by immunosorbent electron microscopy. Annals of Applied Biology, 96: 187-192.

Rosenberger, D.A., M.B. Harrison and D. Gonsalves. 1983. Incidence of apple union necrosis and decline, tomato ringspot virus and *Xiphimema* vector species in Hudson Valley orchards. Plant Disease, 67: 356-360.

Rott, M.E. 1991. Comparison of the 5̀ and 3̀ termini of tomato ringspot virus RNA1 and RNA2: evidence for RNA recombination. Virology, 185: 468-472.

Sadik, A.S., H.E. Soweha, A.A. El-Morsie and M.R. Enan. 2000. Biological, Serological and molecular studies on an Egyptian isolate of tomato mosaic Tobamoviru. Pages 53-75. In: Proceeding of the 9^{th} Congress of Phytopathology, Giza, Egypt.

Salem, N., A. Mansour, A. Al-Musa and A. Al-Nsour. 2006. Occurrence of Tomato ringspot virus on grapevines in Jordan. Phytopathologia Mediterranea, 45: 161-162.

Samuel, G., J.G. Bald and H.A. Pittman. 1930. Investigations on 'spotted wilt' of tomatoes in Australia. Commonwealth of Australia, Council of Scientific and Industrial Research Bulletin, 44: 8–11.

Sawalha, H.D., A. Mansour and M. El-Khateeb. 1999. Purification, antiserum production, biological and molecular studies of tomato yellow leaf curl virus. Ph.D. Thesis, University of Jordan. 155 pp.

Schmelzer, K. 1977. Gemusepflanzen. Pages 1-138. In: Pflanzliche Virologie. M. Klinkowski (ed.). Vol. 3: 3^{rd} edition, Akademic-Verlag, Berlin.

Scott, S.W. and O.W. Barnitt. 1991. An isolate of tomato ringspot virus from *Trifolium ambiguum*. Plant Disease, 75: 73-77.

Shalaby, A.A., M.K. Nakhla, M.S. Shafie, H.M. Mazyad and D.P. Maxwell. 1997. Molecular characterization of tomato yellow leaf curl Geminivirus (TYLCV) isolated from pepper collected in Egypt. Annals of Agricultural Sciences, Moshtohor, 35: 819-831.

Sharaf, N.S. and T.F. Allawy. 1981. Control of *Bemisia tabaci* Genn. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 87: 123–131.

Shoman, S.A. and B.A. Othman. 2004. Reverse transcription- polymerase chain reaction mediated detection and identification of tobacco mosaic virus – Egyption strain. Egyptian Journal of Virology, 1: 139-147.

Smith, K.M. 1932. Further experiments with ringspot virus; its identification with spotted wilt of tomato. Annals of Applied Biology, 19: 305-330.

Smith, K.M. 1935. A new virus disease of the tomato. Annals of Applied Biology, 22: 731-741.

Smith, K.M. 1972. A Textbook of Plant Virus Disease, (third edition). Longman Press, London.

Smith, R.S. 1970. Tomato ringspot virus. Description of Plant Viruses, Commonwealth Agricultural Bureaux and association of Applied Biologists. No. 18.

Sutic, D.D., R.E. Ford and M.T. Tosic. 1999. Handbook of Plant Virus Diseases. Boca Raton, Florida: CRC Press, 553 pp.

Teliz, D., R. G. Grogan and B. F. Lownsbery. 1966. Transmission of tomato ringspot, peach yellow bud mosaic, and grape yellow vein viruses by *Xiphinema americanum*. Phytopathology, 56: 658-663.

Uyemoto, J.K. 1970. Symptomatically distinct strains of tomato ringspot virus isolated from grape and elderberry. Phytopathology, 60: 1838-1841.

Verhoeven, J.Th.J., C.C.C. Jansen and J.W. Roenhorst. 2006. First Report of *Tomato apical stunt viroid* in Tomato in Tunisia. Plant Diseases, 90: 528.

Walkey, D.G.A, A.A. Alhubaishi and M.J.W. Webb. 1990. Plant virus diseases in the Yemen Arab Republic. Tropical Pest Management, 36: 195-206

Walkey, D.G.A. 1992. Plant virus of Yemen and associated areas. London, UK: Overseas Deve Abdelsalam lopment Administration. 168 pp.

Yassin, A.M. and M.A. Nour. 1965. Tomato leaf curl disease in Sudan and their relation to tobacco leaf curl. Annals of Applied Biology, 56: 207–217.

Younes, H.A. 1995. Studies on certain virus diseases affecting some vegetable crops under green house conditions. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt. 210 pp.

Youssef, S.A. 1998. Pathological studies on tomato yellow leaf curl disease. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt, 166 pp.

Zaher, N.A. 1973. Studies on leaf curl virus disease of tomato. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt, 115 pp.

Zaher, N.A., M.S.A. Shafie, A.A. Shalaby and M.K. Nakhla. 1997. Natural occurrence of tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) on datura (*Datura stramonium* L.) plants in Egypt. Egyptian Journal of Applied Sciences, 12: 31-42.

الفصل التاسع

الفيروسات التي تصيب محصول البطاطا/البطاطس

عقل منصور[1]، أمين عامر حاج قاسم[2]، نداء سالم[1]، ايليا الشويري[3]، يوسف أبو جودة[4]، جبر خليل[5] ونبيل عزيز[6]

(1) كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن؛ (2) كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية؛ (3) فرع وقاية النبات، مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية، تل العمارة، ص.ب. 287 زحلة، لبنان؛ (4) كلية العلوم الزراعية و الغذائية، الجامعة الأمريكية في بيروت، لبنان؛ (5) كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا، (6) كلية الزراعة، جامعة الموصل، العراق.

المحتويات

1. المقدمة
2. أهم الفيروسات والفيرويدات التي تصيب البطاطا/البطاطس
1.2.الفيروسات الأكثر أهمية
1.1.2. فيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس
2.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس Y
2.1.3. فيروس البطاطا/البطاطس X
2.1.4. فيروس البطاطا/البطاطس A
2.1.5. فيروس البطاطا/البطاطس S
2.1.6. فيروس البطاطا/البطاطس M
2.2. فيروسات أخرى
1.2.2. فيروس موزاييك الفصة/الجت/البرسيم الحجازي
3.2. فيروسات أقل أهمية
4.2. الفيرويدات
1.4.2. فيرويد الدرنة المغزلية للبطاطا/البطاطس
3. استنتاجات عامة
4. المراجع

1. المقدمة

تتبع البطاطا/البطاطس (*Solanum tuberosum* L.) للفصيلة الباذنجانية (*Solanaceae*) والتي تضم بالإضافة لهذا المحصول مجموعة هامة من المحاصيل الأخرى كالبندورة/الطماطم والباذنجان والفلفل/الفليفلة والتبغ.

تعتبر البطاطا/البطاطس من المحاصيل الغذائية المهمة حيث تحتل المركز الرابع عالمياً من بين المحاصيل الغذائية، وتأتي أهمية هذا المحصول من كونه الغذاء الأساسي لعديد من السكان في العالم، لما يحتويه من كميات عالية من مصادر إنتاج الطاقة بالإضافة إلى تدني الأسعار، حتى أن

بعض الدول العربية تعتبره ضمن المحاصيل الاستراتيجية. ولقد ازداد الإهتمام بالبطاطا/البطاطس في الدول العربية خلال العقدين السابقين لتتوافق ومتطلبات الأمن الغذائي خاصة مع الزيادة المضطردة في عدد السكان في المنطقة. وعليه فقد توسعت الدول العربية في زراعة هذا المحصول حيث بلغت المساحة المزروعة بالبطاطا/البطاطس في العالم العربي حوالي 404 ألف هكتار أنتجت ما مقداره 9,053 ألف طن وذلك خلال عام 2006 (جدول 1).

تصاب البطاطا/البطاطس في المنطقة العربية بمجموعة من الفيروسات والفيرويدات (جدول 2) والتي يمكن اعتبارها من أهم العوامل المحددة لإنتاج البطاطا/البطاطس. تسهم درنات البطاطا/البطاطس بدور رئيسي في انتشار هذه الفيروسات، مما استوجب اتخاذ الإجراءات الضرورية والمتعلقة بإنتاج تقاوي خالية من الفيروس في العديد من الدول العربية. وسنتناول في هذا الفصل الفيروسات والفيرويدات الهامة والتي تم تعريفها في المنطقة العربية والمبينة في جدول 2.

جدول 1. مساحة وإنتاجية محصول البطاطا/البطاطس في بعض البلدان العربية حسب الإحصائيات المتوفرة لدى منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) لعام 2006.

الدولة	المساحة المزروعة (1000 هكتار)	الكمية المنتجة (1000 طن)
الجزائر	98.83	2180.96
مصر	100.00	2500.00
الأردن	5.28	160.03
الكويت	0.76	20.74
لبنان	19.70	511.40
ليبيا	10.00	200.00
المغرب	59.60	1569.10
سلطنة عمان	0.19	5.39
المملكة العربية السعودية	18.11	440.97
السودان	19.60	259.92
سورية	29.50	608.40
تونس	24.90	370.00
اليمن	17.83	226.37
مجموع الدول العربية	404.29	9053.28
العالم	18830.24	315100.32
نسبة ما تزرعه الدول العربية مقارنة بالعالم	2.15	2.87

جدول 2. الفيروسات والفيروئيدات التي تصيب محصول البطاطا/البطاطس في البلدان العربية.

الأسم العربي	الأسم العلمي	الأسم المختصر	الجنس	الفصيلة/العائلة
الفيروسات المهمة				
فيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس	*Potato leaf roll virus*	PLRV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس Y	*Potato virus Y*	PVY	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس X	*Potato virus X*	PVX	*Potexvirus*	*Flexiviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس S	*Potato virus S*	PVS	*Carlavirus*	*Flexiviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس M	*Potato virus M*	PVM	*Carlavirus*	*Flexiviridae*
فيروس البطاطا/البطاطس A	*Potato virus A*	PVA	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروسات أخرى				
فيروس موزاييك الفصة/ الجت/البرسيم الحجازى	*Alfalfa mosaic virus*	AMV	*Alfamovirus*	*Bromoviridae*
فيروسات أقل أهمية				
فيروس موزاييك أوكوبا البطاطا/البطاطس	*Potato aucuba mosaic virus*	PAMV	*Potexvirus*	*Flexiviridae*
فيروس التقزم الأصفر للبطاطا/البطاطس	*Potato yellow dwarf virus*	PYDV	*Nucleorhabdovirus*	*Rhabdoviridae*
فيروس موزاييك الخيار	*Cucumber mosaic virus*	CMV	*Cucumovirus*	*Bromoviridae*
فيروس خشخشة التبغ	*Tobacco rattle virus*	TRV	*Tobravirus*	*Togaviridae*
فيروس موزاييك التبغ	*Tobacco mosaic virus*	TMV	*Tobamovirus*	
فيروس التبقع الحلقي للتبغ	*Tobacco ring spot virus*	TRSV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس الحلقة السوداء للبندورة/للطماطم	*Tomato black ring virus*	TBRV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس الذبول المتبقع للبندورة/للطماطم	*Tomato spotted wilt virus*	TSWV	*Tospovirus*	*Bunyaviridae*
الفيرويدات				
فيرويد الدرنة المغزلية للبطاطا/للبطاطس	*Potato spindle tuber Pospiviroid*	PSTVd	*Pospiviroid*	*Pospiviroidae*

2. أهم الفيروسات والفيرويدات التي تصيب البطاطا/البطاطس

1.2. الفيروسات الأكثر أهمية

1.1.2. فيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس

***Potato leaf roll virus* (PLRV، جنس *Polerovirus*، فصيلة *Luteoviridae*)**

الصفات العامة – سجل الفيروس لأول مرة على البطاطا/البطاطس في هولندا عام 1916 بواسطة Quanjer (Brunt *et al.*, 1996). ومن مرادفات هذا الفيروس فيروس موت لحاء البطاطا/البطاطس. لهذا الفيروس عدة سلالات هي اصفرار قمة التبغ، اصفرار قمة الطماطم/البندورة واصفرار الفلفل/الفليفلة. جسيمات الفيروس متساوية الأبعاد وغير مغلفة قطرها

حوالي 24 نانومتراً. حجم مجين الفيروس 5.88-5.99 ألف قاعدة أزوتية. يشكل الحمض النووي 30% والبروتين 70% مِن وزن جسيمات الفيروس. وجد أن الفيروس يحتفظ بالقدرة على العدوى حتى بعد إزالة الغطاء البروتيني باستخدام الأنزيمات الحالة للبروتين أو استعمال الفينول. درجة الحرارة المثبطة للفيروس 70-80 °س.

قد تختلف عزلات الفيروس فيما بينها بالأعراض التي تحدثها على البطاطا/البطاطس وعلى النباتات العائلة الأخرى (Tamada *et al.*, 1984) بدون ملاحظة اختلافات مصلية فيما بينها. كانت تعزى ظاهرة التفاف أوراق البطاطا/البطاطس إلى الإصابة بفيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر (BWYV) (Duffus, 1981) لكن الدراسات لم تؤكد وجوده في الأوراق الملتفة (Barker, 1986)، كما لم تلاحظ أية علاقة مصلية بين هذين الفيروسين باستخدام الأجسام المضادة وحيدة الكلون (Ellis, 1989) أو متعددة الكلون (Marco, 1985). سجل فيروس اصفرار قمة البندورة/الطماطم والذي يسبب ظهور أعراض أشد على نباتات البندورة/الطماطم من تلك التي يسببها فيروس PLRV (Hassan *et al.*, 1985) ونظراً لوجود قرابة مصلية فيما بينهما (Thomas, 1984)، لذلك أعتبر أحد سلالات فيروس PLRV (Brunt, 1989)، كما يعتبر فيروس موزاييك الباذنجان (Eggplant mosaic virus) أحد السلالات المسببة لأعراض فيروس PLRV (Mayo *et al.*, 1989)، لكن التصنيف الدقيق لكلا الفيروسين ما زال بحاجة إلى دراسات إضافية.

أمكن تنقية الفيروس بالاستخلاص في محلول منظم متعادل (درجة حموضته 7) متبوعاً بالترويق باستخدام الفلوروكربون (Fluorocarbon). ثم الترسيب بالبولي ايثيلين جلايكول (Polyethylene glycol) والطرد المركزي في محلول سكروز متدرج الكثافة (Awad, 1989).

الأعراض والمدى العوائلي – تتوقف أعراض الإصابة بهذا الفيروس على مصدر الإصابة. عندما تنقل حشرة المنّ العدوى تظهر الأعراض الأولية بشكل شحوب واصفرار للأوراق القمية مع التفاف خفيف، كما تتلون قمم النبات باللون البنفسجي، وقد تغيب الأعراض عند تأخر العدوى، بينما تلاحظ الأعراض الثانوية للإصابة عندما تكون الدرنات مصابة حيث تظهر على النباتات النامية أعراض التقزم مع التفاف شديد للأوراق السفلية، يتطور بعدها ليصل إلى الأوراق العلوية. تكون الأوراق الملتفة خشنة الملمس وسهلة الكسر وتتلون باللون البنفسجي ويعزى ذلك لوجود كمية كبيرة من المواد الكربوهيدراتية بداخلها، ويمكن أن يلاحظ اصفرار شديد على الأوراق القمية في بعض الأصناف، أو بقع ميتة شبكية على الدرنات نتيجة للإصابة الأولية أو الثانوية بالفيروس وخاصة في الأصناف الأميركية (Choueiri *et al.*, 2004؛ Douglas & Pavek, 1972) (شكل 1).

يتسم هذا الفيروس بمدى عوائلي ضيق في الظروف الطبيعية، لكنه ينتشر في بلدان العالم المختلفة، إذ تعتبر نباتات الفصيلة الباذنجانية من العوائل الطبيعية (Souza-Dias *et al.*,1993)

وبشكل خاص نباتات البطاطا/البطاطس والباذنجان والفلفل/الفليفلة والبندورة/الطماطم، ومن العوائل النباتية البرية كيس الراعي (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik)، نباتات الداتورة (*Datura* sp.)، *Gomphrena globosa* L.، *Montia perfoliata* (Donn ex Willd.) و *Celosia argentea* L. (Ellis, 1992؛ Fox *et al*., 1993؛ Thomas, 1993) وربما كانت المخزن الطبيعي للفيروس. كما يصيب هذا الفيروس في الظروف التجريبية حوالي 20 نوعاً نباتياً أكثرها من الفصيلة الباذنجانية، وغيرها من العوائل النباتية. وجد الفيروس على العوائل العشبية التابعة لجنس الداتورة في شمال سورية (حاج قاسم وعبد اللطيف، 2000). وقد يصيب بعض النباتات من خارج هذه الفصيلة مثل فصيلة عُرف الديك (Amaranthaceae)، الفصيلة الصليبية (Brassicaceae/ Cruciferae) والفصيلة الرجلية (Portulacaceae).

طرائق الانتقال – ينتقل الفيروس في الظروف الحقلية بواسطة حشرات المنّ بالطريقة المثابرة/الباقية وخاصةً منّ الدراق الأخضر (*Myzus persicae* Sulz) وهو الأكثر كفاءة في النقل بالإضافة إلى منّ البطاطا/البطاطس (*Macrosiphum euphorbiae* Thomas) (Beemster & De Bokx, 1987؛ Djilani Khoudja *et al*., 2004). تكتسب حشرات المنّ الفيروس من الأعشاب العائلة المصابة (Fox *et al*., 1993). وتعد درنات البطاطا/البطاطس المصابة مصدراً هاماً للإصابة المبكرة حيث ينتقل الفيروس من النباتات النامية من هذه الدرنات المصابة إلى النباتات السليمة بواسطة حشرات المنّ المجنحة وغير المجنحة (Robert & Maury, 1970). ينتقل الفيروس بالتطعيم ونبات الحامول (*Cuscuta* sp.)، ولكن لا ينتقل بالبذور أو حبوب اللقاح.

ينتشر الفيروس في ظروف الجفاف والأجواء المشمسة (Bagnall, 1988)، وأمكن نقله تجريبياً إلى العوائل التشخيصية التابعة لفصيلة عرف الديك بواسطة منّ الدراق الأخضر وبالعدوى الميكانيكية إلى نبات *Nicotiana benthamiana* L..

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – ينتشر فيروس PLRV في معظم بلدان العالم التي تزرع البطاطا/البطاطس كمحصول حقلي. سجل الفيروس على البطاطا/البطاطس في العديد من الدول العربية ومنها مصر (Allam *et al*., 1974a)، الأردن (Mansour, 1999)، مناطق تبوك وحائل في المملكة العربية السعودية (Al-Shahwan *et al*., 1997)، شمال سورية (حاج قاسم وآخرون، 1997؛ حاج قاسم وعبد اللطيف، 1997، 2000)، لبنان (Abou-Jawdah *et al*., 2001؛ Choueiri *et al*., 2004)، العراق (ديوان، 2003)، السودان (El Amin *et al*.,1994؛ Omer & El Hassan, 1992)، المغرب (Hanafi *et al*., 1995)، الجزائر (لعماري وعكال، 2002)، سلطنة عمان (Moghal *et al*., 1993)، وتونس

(Mnari Hattab *et al.*, 1994). وتؤدي الإصابة بالفيروس إلى خفضاً في الإنتاج يتراوح بين 30 و 50% (Beemster & De Bokx, 1987 ؛Allam *et al.*, 1974b).

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن الفيروس بمراقبة الأعراض الظاهرية على العوائل المشخصة بالتطعيم مثل *Datura stramonium* L.، *D. tatula* (L.) Torr و *Physalis floridana* Rybd، أو باستخدام حشرات منّ الدراق الأخضر في العدوى الإصطناعية. كما يمكن استخدام اختبار إليزا بالاحتواء الثنائي للأجسام المضادة (DAS-ELISA) على درنات البطاطا/البطاطس أو أوراق النباتات المصابة (شلبي وآخرون، 2007؛ مزيد وأبو العطا، 2007). ويعتبر اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) على أغشية النيتروسيليلوز طريقة فعالة للكشف عن الإصابة بالفيروس (شويري وآخرون، 2007). ويمكن تطبيق الاختبارات الجزيئية مثل اختبار التهجين الجزيئي (Loebenstein *et al.*, 1997) أو التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (شلبي وآخرون، 2007؛ مزيد وأبو العطا، 2007؛ Djilani Khouadja *et al.*, 2003؛ Sabek *et al.*, 2000) في الكشف عن الفيروس.

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يمكن اتباع عدة طرق للحد من انتقال وانتشار هذا الفيروس أهمها: زراعة درنات بطاطا/بطاطس خالية من الفيروس. وتختلف مستويات الإصابة بفيروس PLRV في تقاوي البطاطا/البطاطس الموثقة بحسب الدول، وتشير معظم البرامج بعدم تجاوزها لأكثر من 0.5% وقد ترتفع إلى 3-5%. وقد وجد أن معاملة الدرنات بالحرارة بدرجة 35.5°س لمدة 25 يوماً في جو رطب يخلصها من الفيروس؛ ومكافحة الناقل وبالإعتماد على نظام الإنذار المبكر المتعلق بزيادة أعداد حشرات المنّ وكثافتها (Saied *et al.*, 2005)، علماً بأن هذا النظام غير متوفر في العديد من الدول العربية؛ والحد من الإصابة الفيروسية عن طريق مكافحة حشرات المنّ الناقلة للفيروس (علي وجرجيس، 2000؛ Barker *et al.*, 1994؛ Franco-Lara & Barker, 1999؛ Harrewijn, 1986)؛ وإتباع مجموعة من الطرق الزراعية مثل التخلص من النباتات المصابة ومكافحة الأعشاب، والمقاومة الوراثية والطبيعية للفيروس (Derrick & Barker, 1997؛ Jayasingh & Salazar, 1998)، أو انتاج نباتات خالية من الفيروس (Aburkhes *et al.*, 1991). أدى رش النباتات المصابة بمستخلصات بعض النباتات بعد 72 ساعة من العدوى الحشرية إلى تثبيط الفيروس (ديوان، 2003).

2.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس Y

***Potato virus Y* (PVY، جنس *Potyvirus*، فصيلة *Potyviridae*)**

الصفات العامة – تم تسجيل الفيروس للمرة الأولى على البطاطا/البطاطس في المملكة المتحدة عام 1931 (Smith, 1931). للفيروس عدة أسماء مرادفة لـه مثل فيروس موزاييك البرنجال (Varma, 1988) وفيروس الداتورة 437 وفيروس التقرح القمي للبطاطا/للبطاطس (PAV) وفيروس الموزاييك الحاد للبطاطا/للبطاطس وفيروس تحزم عروق التبغ (De Bokx, 1981).

جسيمات الفيروس خيطية مرنة غير مغلفة، تبلغ أبعادها 730×11 نانومتراً عند استخلاص الفيروس من النسيج النباتي. يحتوي الجسيم الفيروسي على البروتين بنسبة 93.6–94.6% والحمض النووي بنسبة 5.4–6.4% من وزنه (Leiser & Richter, 1978). يتكون المجين من الحمض النووي الريبي وحيد السلسلة، وزنه الجزيئي 3.1×10^6 (Makkouk & Gumpf, 1974). درجة الحرارة المثبطة للفيروس 50–62 °س.

هناك سلالات عديدة لهذا الفيروس تم تصنيفها إلى ثلاث مجاميع اعتماداً على الأعراض التي تسببها على صنفي التبغ "White Burly" و"Samsun NN" ونبات *Physalis floridana* وصنف البطاطا/البطاطس "Duke of York" وهي مجموعة السلالات الشائعة (PVY^o) ومجموعة سلالات الخط المنقط (PVY^C) ومجموعة سلالات تتكرز عروق التبغ (PVY^N) وتتضمن سلالة تماوت الدرنات NTN وما زالت دراسة هذه السلالة معقدة وتحتاج إلى الكثير من التفسيرات (Glais *et al*., 1996).

يمكن تنقية الفيروس بطريقة الاستخلاص في محلول منظم (درجة حموضته 7) ثم الترويق بالكلوروفورم وكحول البيوتايل ثم الترسيب والطرد المركزي في محلول سكر متدرج التركيز (Abdelsalam *et al*., 1989؛ Stace-Smith & Tremaine, 1970).

الأعراض والمدى العوائلي – يسبب هذا الفيروس أعراضاً مختلفة تعتمد كثيراً على سلالة الفيروس وحساسية الأصناف. السلالة الشائعة (Y^o) نادراً ما تسبب تبرقشاً أو اصفراراً في الوريقات لكنها غالباً ما تسبب أعراضاً حادة تشمل تجعد، تقرح، موزاييك، تساقط الأوراق وموت مبكر للنباتات المصابة (شكل 1). يبدأ التقرح غالباً كبقع أو دوائر على الوريقات يتبعهُ ضعف شديد وتساقط للأوراق. الأعراض الثانوية تشمل تقزم في النباتات، تجعد وهشاشة في الأوراق ونادراً ما تسبب تقرحات. تسبب هذه السلالة تقرحاً جهازياً لنبات *Physalis floridana* وموزاييك على التبغ. السلالة Y^c تسبب تفاعلاً حساساً أو فوق حساس في البطاطا/البطاطس اعتماداً على حساسية الصنف (Cockerham, 1970). أكثر الأعراض انتشاراً على الأصناف فوق الحساسة هي تقرح وتبقع وتخطط الأوراق والبتلات والسوق وتماوت في قمة الأوراق. ويمكن أن يظهر

التقرح أيضاً على الدرنات. التجعد والموزاييك هما العرضان المميزان لهذا الفيروس على الأصناف الحساسة. تسبب السلالة Y^c أعراضاً مشابه للأعراض التي تسببها السلالة Y^o على نبات *Physalis floridana* والتبغ. السلالة Y^N تسمى سلالة التقرح نتيجة للأعراض التي تسببها على التبغ. وهي تسبب أعراضاً أقل حدة على البطاطا/البطاطس. من ناحية أخرى تؤدي سلالة PVY^{NTN} إلى ظهور بقع حلقية نكروزية سطحية على درنات بعض الأصناف مثل أصناف Odessa، Xantia، Burren أو غيرها خاصة خلال عملية التخزين (شكل 1) (Le Romancer & Kerlan, 1992 ؛Choueiri *et al.*, 2004 ؛Beczner *et al.*, 1984).

يتسم الفيروس بمدى عوائلي واسع في الظروف الطبيعية، إذ يصيب حوالي 41 نوعاً نباتياً تتبع لأربع فصائل نباتية، وتعد البطاطا/البطاطس والفلفل/الفليفلة والتبغ والبندورة/الطماطم والعديد من الأنواع الباذنجانية من العوائل النباتية الرئيسية. أمكن نقل الفيروس تجريبياً بالإلقاح الميكانيكي إلى أكثر من 400 نوعاً نباتياً ومنها 300 نوعاً نباتياً من الفصيلة الباذنجانية (Edwardson & Christie, 1997) بما فيها النباتات البرية مثل *Solanum nigrum* L.. سجل الفيروس على العوائل العشبية (*Chenopodium* sp.) في حقول محافظة إدلب شمال سورية (حاج قاسم وعبد اللطيف، 2000)، كذلك وجد على نباتات البطاطا/البطاطس والبندورة/الطماطم والفلفل/الفليفلة والتبغ في مناطق زراعتها في سورية (حاج قاسم وآخرون، معلومات غير منشورة) وفي ليبيا على الفلفل/الفليفلة (السنوسي وآخرون، 1991). وفي تونس سجل الفيروس على النبات العشبي *Solanum elaeagnifolium* في معظم الأماكن التي تم مسحها (Boukhris-Bouhachem *et al.*, 2007).

طرائق الإنتقال – ينتقل الفيروس بواسطة أكثر من 50 نوعاً من حشرات المنّ بالطريقة غير المثابرة (Kennedy *et al.*, 1962؛ Ragsdale *et al.*, 2001؛ Robert & Bourdin, 2001؛ Salazar, 1996؛ Sigvald, 1984)، ومن أهمها منّ الدراق الأخضر، منّ البطاطا/البطاطس، ومنّ الفول (*Aphis fabae* Scopol.)، *Myzus certus* Wlk. و *Rhopalosiphon insertum* Wlk. (Kennedy *et al.*, 1962). وتختلف كفاءة أنواع حشرات المنّ في نقلها للفيروس، حيث بينت العديد من الدراسات أن منّ الدراق الأخضر أكثرها كفاءة في نقله (Gabriel, 1969). وتتأثر كفاءة النقل بهذه الحشرة تبعاً لسلالة الفيروس فقد وصلت كفاءة نقلها للسلالة PVY^o إلى 90% وللسلالة PVY^N إلى 70% بينما فشلت في نقل السلالة PVY^c (El-Menshawy, 2002)، كما ينتقل بواسطة احتكاك أوراق النباتات مع بعضها البعض (Banttari *et al.*, 1993)، وعن طريق درنات البطاطا/البطاطس لكنه لا ينتقل بواسطة بذور البطاطا/البطاطس.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل فيروس PVY على البطاطا/البطاطس في مصر (Omar *et al.*, 1967) وتم عزل وتعريف سلالاته PVY^N، PVY^o، PVY^c و PVY^{NTN} (El-Menshawy, 2002 ؛Amer *et al.*, 2003) وقد وجد أنها تختلف فى درجة إنتشارها حيث أظهرت النتائج أن أكثر السلالات إنتشاراً هي PVY^o (63.5%)، PVY^N (67.0%)، PVY^o و PVY^N (36.7%) في العروات/المواسم النيلية والشتوية والصيفية، على التوالي (El-Menshawy, 2007). كما سجل الفيروس أيضاً في لبنان (شويري وآخرون، 2007؛ Abou-Jawdah *et al.*, 2001؛ Choueiri *et al.*, 2002, 2004)، الأردن (Mansour, 1999)، سلطنة عمان (Moghal *et al.*, 1993)، الجزائر (لعماري وعكال، 2002)، العراق (قاسم ومحمد، 2002)، مناطق تبوك وحائل في المملكة العربية السعودية (Al-Shahwan *et al.*, 1997)، وفي حقول محافظتي حلب وإدلب الواقعتين في شمال سورية (حاج قاسم وآخرون، 1997، 2007؛ حاج قاسم وعبد اللطيف، 1997، 2000). كما سجل في ليبيا على الفلفل (السنوسي وآخرون، 1991). سبب هذا الفيروس في العراق خفضاً في الوزن الطري والجاف للدرنات بنسبة وصلت إلى 94% في الإصابات الشديدة. كما أدى التبكير في الزراعة الربيعية في محافظة الموصل (أي الأسبوع الأول من شباط/فبراير) إلى تخفيف نسبة الإصابة إلى 2.6%، مقارنة بالموعد المعتاد للزراعة وهو الأسبوع الأخير من شباط/فبراير حيث وصلت نسبة الإصابة فيه إلى 6%، ويعود سبب ذلك إلى الهروب من الحشرات الناقلة في فترة حرجة من عمر النبات. وسببت عملية تقطيع الدرنات قبل الزراعة زيادة في نسبة الإصابة بهذا الفيروس وصلت إلى 8.6% مقارنة بزراعة الدرنات كاملة التي لم تتجاوز نسبة الإصابة فيها 1.3% بسبب تلوث سكاكين التقطيع بالفيروس (قاسم ومحمد، 2002).

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن الفيروس بالعدوى الميكانيكية للعصارة النباتية المعدية على *Solanum demissum* L. الكلون A6 لكونها تسبب ظهور بقعٍ موضعية، مع العلم أن العزلة PVY–81 الجنوب أفريقية لاتسبب نكرزة في نبات الصنف A6 (Boonham *et al.*, 1998؛ Brown & Corsini, 2001). ويلاحظ على العائل *S. demissum* PI 230579 بقع موضعية أوضح من الصنف A6 (Thompson *et al.*, 1987)، كما يمكن الكشف عن كل السلالات بواسطة نبات *N. benthamiana* L. (أعراض جهازية، شفافية العروق مع تبرقش وتجعد) و *N. occidentalis* Wheeler (أعراض موضعية، بقع مصفرة خفيفة وشفافية العروق وشحوب وتقزم). ويستخدم صنف التبغ *N. tabacum* L. cv. Burley في تمييز العزلات المختلفة للسلالة N (تحزم العروق وموت شديد للعروق) عن السلالات الأخرى (تخرم العروق وتبرقش).

كما تستخدم الاختبارات المصلية كاختبار تجمع/تراص اللاتكس Latex agglutination أو اختبارات إليزا أو بصمة النسيج النباتي المناعي أو الادمصاص المناعي بالمجهر الإلكتروني ISEM (جرجيس، 2000؛ شويري وآخرون، 2007؛ Banttari & Goodwin, 1985؛ Lizarrage

(Vetten *et al.*, 1983 ؛& Fernandez-Narthocote, 1989) في الكشف عن الفيروس باستخدام أجسام مضادة متعددة أو وحيدة الكلون للكشف عن سلالات محددة (Ellis *et al.*, 1996؛ Fernandez-Northcote & Gugerli, 1988). ويمكن استخدام مجسات/واسمات الحمض النووي للتمييز بين السلالات المختلفة للفيروس (Baulcombe & Fernandez-Northcote, 1988) أو التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (شلبي وآخرون، 2007؛ شويري وآخرون، 2007؛ Ahmad *et al.*, 2004؛ Amer *et al.*, 2003, 2004)، الذي يمكنه الكشف عن الفيروس في الدرنات الساكنة (Barker *et al.*, 1993).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – تتلخص طرق الوقاية من هذا الفيروس باستخدام درنات معتمدة خالية من الإصابة الفيروسية، وإزالة النباتات المصابة مبكراً قبل انتشار المنّ، وإنتاج تقاوي سليمة في المناطق الجبلية المعزولة حيث الظروف الجوية غير ملائمة لتكاثر المنّ. ويمكن التخلص من الفيروس المتواجد داخل الدرنات بواسطة المعالجة الحرارية أو زراعة الأنسجة المرستيمية (Aburkhes *et al.*, 1991؛ Chalak *et al.*, 2004؛ Ghanem *et al.*, 1997). ويمكن الحد من انتشار الفيروس عن طريق زراعة الأصناف الأقل حساسية للإصابة، أو استخدام المبيدات الحشرية في مكافحة حشرات المنّ الناقلة له (De Bokx & Huttinga, 1981؛ Salazar, 1996). كما يمكن التقليل من انتشار الفيروس باستخدام المصائد الصفراء اللزجة التي تجذب حشرات المنّ (Loebenstein & Raccah, 1980)، أو اعتماد أصناف مقاومة للفيروس من خلال تحديد المورثات المسؤولة عن المقاومة وإدخالها عن طريق التربية (Provvidenti & Hampton, 1992).

3.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس X

***Potato virus X* (PVX، جنس *Potexvirus*، فصيلة *Flexiviridae*)**

الصفات العامة – وصف الفيروس لأول مرة في المملكة المتحدة من قبل Smith (1931). من الأسماء المرادفة لهذا الفيروس، فيروس الموزاييك المعتدل للبطاطا/البطاطس، فيروس البطاطا/البطاطس الكامن، فيروس البطاطا/البطاطس D (Potato virus D). جسيمات الفيروس عصوية مرنة ويبلغ طولها 515 نانومتر وقطرها حوالي 13 نانومتراً والوزن الجزيئي للجسيم حوالي $35x10^6$ دالتون. مجين الفيروس يتكون من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة. يحتوي جسيم الفيروس على 6% حامض نووي (Bercks, 1970) و94% بروتين. يبلغ حجم المجين

الكلي 6435 قاعدة أزوتية. مجين الفيروس أحادي (غير مُقسم) يتكون من 22% جوانين، 32% أدنين، 24% سايتوسين، 22% يوراسيل. درجة الحرارة المثبطة للفيروس هي 68-76 °س.

تم تمييز العديد من سلالات الفيروس بواسطة تفاعلاتها المصلية باستخدام أمصال مضادة متعددة الكلون (Matthews, 1949) أو باستخدام أجسام مضادة وحيدة الكلون (Torrance *et al*., 1986)، كما تم تمييز طرازين مصليين للفيروس: الطراز الشائع (PVX/Common) ويرمز له PVX^{O} والطراز الإنديزي (PVX/Andean) ويرمز له PVX^{A} ويحتوي على سلالتي PVXcp و PVX_{HP} (Fernandez-Northcote, 1990).

هناك سلالات عديدة لهذا الفيروس تختلف بالمدى العوائلي، الأعراض، التفاعل السيرولوجي، محتويات الغطاء البروتيني من التربتوفان والتيروسين، والثبات عند درجات مختلفة من الحموضة.

يمكن تنقية الفيروس باستخلاص العصير النباتي بواسطة محلول البورات المنظم الذي يحتوي على 1% كبريتيت الصوديوم (Na_2SO_3) وبدرجة حموضة 8.2 ثم الترويق باستخدام الكلوروفورم يليه الفصل بعملية الطرد المركزي المفرق ثم الترسيب بالبولي ايثيلين جلايكول (Bercks, 1970). أو باستخدام محلول الفوسفات المنظم كوسط للإستخلاص ثم الترويق بالكلوروفورم متبوعاً بترسيب الفيروس عند نقطة تعادله الكهربائية (Allam *et al*., 1973).

الأعراض والمدى العوائلي – تسبب العديد من سلالات الفيروس ظهور أعراض على بعض أصناف البطاطا/البطاطس بشكل اصفرار للأوراق وتلونات بين العروق وقد لا تظهر على أصناف أخرى، كما تسبب سلالات أخرى الموزاييك وتجعد أو اصفرار حاد للأوراق يتبعه موت النبات في صنفي البطاطا/البطاطس التالية: Arran Crest، Edward King. يعتمد تطور الأعراض على التفاعل المتبادل ما بين سلالات الفيروس والأصناف المزروعة والظروف البيئية، إذ تكون الأعراض واضحة عند درجات الحرارة ما بين 16-22 °س، ثم تختفي الأعراض عند درجات الحرارة المرتفعة أو المنخفضة، لكن بعض السلالات تسبب موزاييك شديد ثم موتا موضعيا للدرنات. يسبب الفيروس لنباتات البندورة/الطماطم موزاييك ثم تظهر حلقات ميتة، بينما تلاحظ على نباتات التبغ بقع تتحول إلى بقع حلقية ميتة. تبدو الأعراض على نباتات البطاطا/البطاطس والبندورة/الطماطم أكثر وضوحاً في الاصابات المختلطة عندما يتواجد الفيروس مع فيروسات البطاطا/البطاطس الأخرى، إذ يظهر على نباتات البطاطا/البطاطس تجعد للأوراق وتخشن مع موزاييك عندما يتواجد فيروس PVX مع فيروس PVA أو مع فيروس PVY (Murphy & McKay, 1932؛ Smith, 1931).

يتسم فيروس PVX بمدى عوائلي ضيق في الظروف الطبيعية، وبشكل خاص على نبات *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn. (Sangar *et al*., 1980) لكونه يصيب نباتات العائلة

الباذنجانية، كالبطاطا/البطاطس، التبغ، البندورة/الطماطم والفليفلة، ويسبب مع فيروس موزاييك التبغ تخططاً مزدوجاً على البندورة/الطماطم. ويصيب هذا الفيروس في الظروف التجريبية حوالي 32 نوعاً نباتياً تتبع 27 عائلة نباتية (Edwardson & Christie, 1997)، بالإضافة للبرسيم الأحمر والعنب وأنواع نباتية أخرى. عزل الفيروس من العوائل العشبية مثل *Chenopodium* sp. و *Datura* sp. في حقول محافظة إدلب شمال سورية (حاج قاسم وعبد اللطيف، 2000)، وكذلك من نباتات البطاطا/البطاطس والبندورة/الطماطم والفليفلة والتبغ في مناطق زراعتها في سورية (حاج قاسم وآخرون، معلومات غير منشورة). يسبب الفيروس بقعا مصفرة جهازيه ثم تبرقش على نبات الداتورة (*Datura stramonium* L.) وكذلك بقعاً حلقية جهازية أو تبرقشا على التبغ *Nicotiana tabacum* L..

طرائق الانتقال- ينتقل فيروس PVX بسهولة بواسطة احتكاك أوراق النباتات المصابة مع أوراق النباتات السليمة، لكونه يتسم بثباتية عالية في الأوساط الحيوية (Smith, 1933) وعن طريق الدرنات المصابة إلى السليمة عندما توضع مع بعضها بنفس العبوة (Bawden *et al.*, 1948)، وينتقل في الظروف الحقلية بواسطة الأدوات الملوثة (Winther-Nielson, 1972) وبواسطة الحيوانات كالأرانب والكلاب (Todd, 1958) وبواسطة الحشرات كالنطاطات *Tettigonia viridissima* L.، وعن طريق تلوث أجزاء فم النطاطات/الجنادب (Walters, 1952) والقوارض (Munro, 1981) وبواسطة أبواغ الفطر *Synchytrium endobioticum* Schilberszky (Lange, 1978؛ Nienhaus & Stille, 1965) وكذلك عن طريق التربة الملوثة (Roberts, 1946).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية - سجل الفيروس على البطاطا/البطاطس في بعض الدول العربية ومنها مصر (Allam *et al.*, 1967؛ Omar, 1967؛ Ahmad *et al.*, 2005)، الأردن (Mansour, 1999)، سلطنة عمان (Moghal *et al.*, 1993)، لبنان (Abou-Jawdah *et al.*, 2001؛ Choueiri *et al.*, 2004)، الجزائر (لعماري وعكال، 2002)، العراق (خماس، 1983)، وفي مناطق تبوك وحائل في المملكة العربية السعودية (Al-Shahwan *et al.*, 1997) وفي حقول محافظتي حلب وإدلب الواقعتين في شمال سورية (حاج قاسم وآخرون، 1997).

يسبب هذا الفيروس نقصاً في الإنتاج يتراوح ما بين 15-20%، وتزداد الخسائر عندما يتواجد مع فيروسي PVY و PVM (حاج قاسم وعبد اللطيف، 1997، 2000). كما يسبب هذا الفيروس في حالات نادرة نقص في الإنتاج قد يصل إلى 50% في الأصناف الحساسة للإصابة.

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن الفيروس بالإعداء الميكانيكي للعصارة المعدية على أنواع عديدة من التبغ مثل *N. benthamiana* L.، *N. tabacum* (L.) cv. Samsum.، *N. glutinosa* L. والتبغ الأمريكي الأبيض (صنف بيرلي) (بقع ميتة موضعية وبقع حلقية على الأوراق المعداة وبقع نيكروزية جهازيه وموزاييك أو شفافية العروق)، فيما تظهر الأعراض على *N. occidentalis* H.-M.Wheeler – P1 بشكل بقع موضعية وجهازية، وتسبب بعض العزلات أعراض موزاييك خفيف على نبات *Gomphrena globosa* L. ويعتبر نبات *N. glutinosa* عائلاً مناسباً للكشف عن الفيروس كونه يعطي بقع موضعية واضحة عند إلقاحه ميكانيكياً.

ويمكن الكشف عن الطرز المصلية للفيروس بواسطة اختبارات إليزا باستخدام أجسام مضادة وحيدة الكلون (Torrance *et al.*, 1986؛ Lizarrage & Fernandez-Narthocote, 1989)، لأن بعض عزلات الفيروس لا يمكن الكشف عنها بواسطة الأجسام المضادة متعددة الكلون وخاصةً عندما يكون تركيز الفيروس منخفضاً (Fernandes–Northcote & Lizarraga, 1991). وكذلك تم الكشف عن الفيروس بواسطة اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (شويري وآخرون، 2007). يتبع حديثاً التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR)، أو RT-PCR-ELISA وكذلك تهجين الحمض النووي (شلبي وآخرون، 2007؛ Soliman *et al.*, 2000) للكشف عن هذا الفيروس.

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – هناك عدة طرق للوقاية من الفيروس أهمها استخدام درنات معتمدة خالية من الإصابة الفيروسية، واتباع دورة زراعية طويلة وتعقيم التربة بالمعقمات مثل Formaldehyde و Pyrolidine للتخلص من الفطريات التي يُعتقد أنها قادرة على نقل الفيروس، واستخدام الأصناف المقاومة أو المتحملة، والقيام بتفتيش حقلي للتخلص باكراً من النباتات المصابة. يفضل الحصول على أصناف تحتوي على مورثات مقاومة، مثل الصنف Prestile الذي يعتبر منيعاً للإصابة بفيروس PVX (Reeves *et al.*, 1994)، كما توجد بعض المورثات الخاصة بسلالات فيروسية محددة تحتوي على المورثات NX و N6 المسؤولة عن فرط الحساسية (Cockerham, 1955)، كما يعد المورثان Rxadg و Rxacl مسؤولان عن مقاومة أربع مجموعات من العزلات الفيروسية (Cockerham, 1970). وقد بدأ في منتصف العقد الماضي الحصول على نباتات مقاومة عن طريق تقانات الهندسة الوراثية لكنها لم تستعمل تجارياً بعد، كما يتم الحصول على أصناف مقاومة لفيروس PVX بواسطة طرائق تربية النبات المعتمدة وباستخدام مصادر وراثية مقاومة. يمكن استخدام المعاملة الحرارية وزراعة الأنسجة المرستيمية (Meristem culture) للتخلص من الفيروسات (Stace-Smith & Mellor, 1968).

4.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس A

***Potato virus A* (PVA، جنس *Potyvirus*، فصيلة *Potyviridae*)**

الصفات العامة – سجل فيروس PVA لأول مرة في انجلترا عام 1932 من قبل Murphy و McKay. من الأسماء المرادفة لهذا الفيروس، فيروس الموزاييك الخفيف للبطاطا/للبطاطس وفيروس البطاطا/البطاطس P (Potato virus P) و Solanum virus 3.

جسيمات الفيروس خيطية مرنة ويبلغ طولها حوالي 730 نانومتراً وقطرها حوالي 11 نانومتراً (Bartels, 1971)، يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي وحيد السلسلة.

اعتماداً على الأعراض التي تظهر على البطاطا/البطاطس أو على نباتات *Nicandra physalodes* L. (Gaertn.)، أو على النبات الدال *Nicotiana glutinosa* يمكن تقسيم سلالات PVA إلى خفيفة جداً، خفيفة، متوسط الشدة، شديدة (Bartels, 1971). درجة الحرارة المثبطة للفيروس 44–52 °س.

أمكن تنقية هذا الفيروس باستخدام رابع كلوريد الكربون (Carbon tetrachloride) والطرد المركزي في محلول السكروز المتدرج التركيز (Fribourg & de Zoeten, 1970).

الأعراض والمدى العوائلي – يسبب هذا الفيروس أعراض موزاييك خفيفة، ويصبح سطح الورقة خشناً والأطراف متموجة، كما أن بعض السلالات لا تسبب أعراضاً. الأوراق المصابة غالباً ما تبدو لامعة. الدرنات عادة لا تتأثر باستثناء نقص قليل في الحجم. في الإصابات المختلطة فإن البطاطا/البطاطس التي تصاب بفيروس PVA مع فيروسي PVX و PVY تبدي أعراض تجعد.

ينحصر المدى العوائلي لهذا الفيروس في العائلة الباذنجانية حيث تم عزل الفيروس في الأردن من نبات *Solanum nigrum* (L.) (Nimer, 1993).

طرائق الانتقال – ينتقل هذا الفيروس عن طريق بعض أنواع من المنّ بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية تشمل منّ الدراق الأخضر، منّ البطاطا/البطاطس، *Aphis frangulae* Kaltenbach، *A. nasturtii* Kaltenbach و *A. rhamni* Fonsc. (Harrison, 1971).

يعتبر منّ الدراق الأخضر هو الناقل الرئيسي للفيروس. تحتاج حشرة المنّ إلى 20 ثانية فقط لنقل الفيروس للنبات السليم، وتبقى قادرة على نقل الفيروس لمدة 20 دقيقة. كذلك ينتقل الفيروس ميكانيكياً بواسطة عصارة النبات المصاب وهذا يؤدي إلى سهولة انتشار الفيروس بالملامسة بين النباتات المصابة وبواسطة أدوات الحصاد. لا ينتقل الفيروس بالبذور.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – ينتشر فيروس PVA في معظم مناطق زراعة البطاطا/البطاطس. تم تسجيله في مصر (Omar *et al.*, 1967)، الأردن (Nimer, 1993)، المملكة العربية السعودية (تبوك والحائل) (Al-Shahwan *et al.*, 1997)، لبنان (Abou-Jawdah *et al.*, 2001؛ Choueiri *et al.*, 2004) والجزائر (لعماري وعكال، 2002).

طرائق الكشف – يسبب هذا الفيروس شفافية في العروق وأعراضاً جهازيه في صنفي التبغ *Nicotiana tabacum* L. cvs Samsun, White Burley، وكذلك شفافية خفيفة في العروق مع بعض التبرقش والتقزم في *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn. يمكن الكشف عن هذا الفيروس باختبار اليزا (Khalil *et al.*, 1984؛ Vetten *et al.*, 1983) أو اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (شويري وآخرون، 2007؛ Samson *et al.*, 1993) كما يمكن الكشف عنه داخل الدرنات الساكنة بواسطة التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (Singh & Singh, 1998).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يوصى باستخدام نفس الطرق الموصى بها لمكافحة فيروس PVY لأن كلا الفيروسين ينتقلان بالمنّ بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية من خلال استخدام درنات سليمة التي يمكن إنتاجها بالمعاملة الحرارية (Thomson, 1956)، أو زراعة الأنسجة المرستيمية.

5.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس S
(*Potato virus S* (PVS)، جنس *Carlavirus*، فصيلة *Flexiviridae*)

الصفات العامة – جسيمات الفيروس خيطية مرنة أبعادها 650×12 نانومتراً، وتحتوي على 5% من الحمض النووي الريبي وحيد السلسلة و95% بروتين. درجة الحرارة المثبطة للفيروس 55-60 °س. يمكن أن تتجمع جسيمات الفيروس وتشاهد داخل الخلايا بشكل حزم أو أجسام محتواة أبرية أو أجسام محتواة غير منتظمة (تتكون من جسيمات الفيروس والرايبوزومات وشبكة إندوبلازمية متبرعمة) في الخلايا النباتية المصابة (Edwardson & Christie, 1997). من أهم الأسماء المرادفة المستخدمة Pepino latent virus (Dolby & Jones, 1988). يعرف للفيروس سلالة شائعة (PVS^o) واسعة الإنتشار وسلالة أخرى تنتشر في منطقة الإنديز في أمريكا الجنوبية (PVS^A) والتي لاتسبب أعراض واضحة وتنتج أعراضاً جهازية على نبات *Chenopodium* sp. (Hinostroza-Orihuela, 1973)، وكذلك في ألمانيا (Dolby & Jones, 1987)، هولندا (Fletcher, 1984؛ Rose, 1983) وأمريكا (Slack, 1983).

يمكن تنقية الفيروس باستخلاصه من الأوراق المصابة بواسطة محلول منظم يحتوي على حمض الاسكوربيك (2%) وكبريتيت الصوديوم (2%) وترويقه بالايثانول ورابع كلوريد الكربون (Carbon tetra Chloride) ثم تركيز وتنقية الفيروس باستخدام الطرد المركزي المفرق (Wetter, 1971).

الأعراض والمدى العوائلي – لا تبدي العديد من عزلات الفيروس أعراضاً واضحة على الكثير من أصناف البطاطا/البطاطس المزروعة و *Solanum muricatum* Aiton والعوائل العشبية، لكن بعض العزلات تسبب لأصناف محددة من البطاطا/البطاطس أعراضاً خفيفة على الأوراق مع تموج حوافها وخشونة سطحها، كما تتلون الأوراق باللون البرونزي عند الأصناف الحساسة المصابة بالعزلات شديدة الضراوة (Beemster & De Bokx, 1987). لا تبدي العزلات الانديزية أعراضاً في الظروف الأوروبية عند الإصابة الأولية غير أن أعراضاً معينة (خشونة في الأوراق، اصفرار بين العروق، وتساقط مبكر للأوراق) قد تظهر عند الإصابة الثانوية.

يتسم الفيروس بمدى عوائلي ضيق في الظروف الطبيعية، إذ يقتصر على نبات البطاطا/البطاطس (Verhoeven & Roenhorst, 1995 ؛Dolby & Jones, 1988)، وبعض الأنواع العشبية، وقد أمكن نقله تجريبياً بالطريقة الميكانيكية إلى 56 نوعاً من نباتات العائلة الباذنجانية و 33 نوعاً نباتياً آخر تتبع لـ 12 عائلة نباتية وخاصةً الأنواع النباتية التابعة لفصيلتي Chenopodiaceae و Solanaceae (Delhey, 1981؛ Edwardson & Christie, 1997؛ Kaczmarek, 1985؛ Sangar *et al.*, 1985؛ Valkonen *et al.*, 1992). عزل الفيروس من العوائل العشبية مثل *Chenopodium* sp. في حقول محافظة إدلب شمال سورية (حاج قاسم وعبد اللطيف، 2000).

طرائق الانتقال – تنتقل بعض عزلات الفيروس بواسطة حشرات المنّ بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية وأهمها منّ الفول، منّ الدراق الأخضر، *Rhopalosiphon padi* L. و *Aphis nasturtii* Kaltenbach. وقد وجد أن السلالة الإنديزية تنقلها حشرات المنّ بكفاءة أعلى من السلالة الشائعة (Slack, 1983). وتوجد بعض العزلات لا تنتقل بواسطة حشرات المنّ (Bode & Weidemann, 1971؛ Mackinnon, 1974؛ Wetter & Volk, 1960)، ولكنها تنتقل بالاحتكاك بين النباتات المصابة مع السليمة أو بالعدوى الميكانيكية (Franc & Banttari, 1984؛ Khalil & Shalla, 1982؛ Salazar, 1996). لا ينتقل الفيروس بواسطة البذور (Edwardson & Christie, 1997؛ Wetter, 1971).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل الفيروس على البطاطا/البطاطس في مصر (Khalil & Shalla, 1982)، لبنان (شويري وآخرون، 2007؛ Abou-Jawdah *et al.*, 2001)، سورية (حاج قاسم وآخرون، 1997؛ حاج قاسم وعبد اللطيف، 1997، 2000) وفي السودان (El Amin *et al.*, 1994).

طرائق الكشف – يمكن نقل الفيروس بالإلقاح الميكانيكي إلى العديد من الأنواع النباتية العشبية والتي تستخدم كنباتات دالة (Bagnall *et al.*, 1959؛ De Bokx, 1970؛ Hiruki, 1975؛ Khalil *et al.*, 1988؛ Kowalska & Was, 1976) ومن أكثر الأنواع النباتية المستخدمة *Chennopodium album* (L.)، *C. amaranticolor* Coste and Reyn و *C. quinoa* Willd، حيث تظهر عليها بقع موضعية مصفرة على الأوراق القديمة وتحاط هذه البقع غالباً بهالة خضراء، ويمكن باستخدام النبات الدال *C. murale* L. الكشف عن عزلات أوسع (De Bokx, 1970). كما تظهر الأعراض على نباتات *Nicotiana occidentalis* Wheeler– P1 بشكل اصفرار معتدل أو بقع موضعية ميتة مع إصابة جهازية معتدلة وتجعد حواف الأوراق. وتسبب الإصابة أحياناً بقع ميتة صغيرة واصفرار معتدل على أوراق هذا النبات، ولا تلاحظ أعراض جهازيه عند الإصابة بالعزلات العادية بينما تلاحظ بقع مصفرة جهازية عند الإصابة بالسلالة الإنديزية. كما يظهر على نبات *Nicotiana clevelandii* Gray اصفرار وشحوب الأوراق المصابة، ويعد هذا النبات مناسباً لإكثار الفيروس.

ومن أجل فصل فيروس PVM عن PVS في الإصابة المختلطة، يمكن استخدام الأنواع التالية: نبات البندورة/الطماطم حيث تسبب إصابة جهازيه مع فيروس PVM (Horvath, 1972)، كما تعتبر أنواع البندورة/الطماطم *L. pimpinellifolium* (Jusl.) Mill و *L. pyriforme* (Dun.) C.H.Mull (Horvath, 1971, 1972) وصنف البطاطا/البطاطس *Solanum tuberosum* L. cv. Saco عوائل قابلة للإصابة بفيروس PVM وغير قابلة للإصابة بفيروس PVS. ويمكن أن يصيب فيروس PVS بعض أصناف البندورة/الطماطم مثل Nevski و Linda بينما يعتبر صنف Red cherry منيعاً لفيروس PVS (Horvath, 1972).

تستخدم اختبارات الترسيب والانتشار الثنائي في الآجار في الكشف عن الفيروس PVS (Khalil *et al.*, 1988؛ Shepard, 1970)، وهناك اختبارات أكثر حساسية مثل اختبار Latex agglutination (Hahm *et al.*, 1981؛ Khan & Slack, 1978) وإختبار إليزا الذي يمكنه الكشف عن الفيروس في الدرنات (Banttari & Frane, 1982؛ De Bokx *et al.*, 1980) وفي الأوراق (Banttari & Frane, 1982؛ Cerovska & Filigarova, 1995؛ Deng *et al.*, 1992؛ Goth & Webb, 1985؛ Khalil & Shalla, 1982)، واختبار بصمة النسيج المناعي على أغشية النيتروسيليلوز (Banttari & Goodwin, 1985). ويعتبر اختبار بصمة النسيج النباتي أكثر

حساسية وأسرع من اختبارات إليزا (Samson *et al*., 1993) وذلك باستخدام أمصال مضادة وحيدة الكلون في الكشف عن فيروسي PVS و PVA، وكذلك يمكن استخدام الادمصاص المناعي بالمجهر الإلكتروني (De Bokx *et al*., 1980)، واختبار تهجين الحمض النووي الذي يتسم بحساسية عالية في الكشف عن الفيروس باستخدام مجسات لونية أو مشعة (Weidemann & Koenig, 1990 ؛Foster & Mills, 1990) ومجسات غير مشعة (Eweida *et al*., 1989 ؛Audy *et al*., 1991) وكذلك استخدام التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (Badge *et al*., 1996).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – ينصح باستخدام درنات بطاطا/بطاطس معتمدة خالية من الفيروس والتي يمكن الحصول عليها بزراعة المرستيم القمي (Cassells & Long, 1982؛ Faccioli & Colombarini, 1996؛ Sampson & Stephens, 1981) وخاصة إذا ما سبق تعريضها للمعالجة الحرارية (Aruta & Fuentealba, 1977؛ Brown *et al*., 1988؛ Sampson & Stephens, 1981؛ Sip, 1972؛ Stace-Smith & Mellor, 1968) أو مع استخدام مثبطات للفيروس في أوساط الزراعة مثل الفيرازول Virazol والريبافيرين Ribavirin (Cassells & Long, 1982؛ Klein & Livingston, 1983). وكذلك يمكن استخدام الأصناف المقاومة (Goth & Webb, 1985؛ Salazar, 1996).

6.1.2. فيروس البطاطا/البطاطس M

***Potato virus M* (PVM)، جنس *Carlavirus*، فصيلة *Flexiviridae*)**

الصفات العامة – وصف الفيروس لأول مرة من قبل Schultz و Folsom (1923). جسيمات الفيروس خيطية مرنة، أبعادها 650×12 نانومتراً، ويتكون الفيروس من 6% حمض نووي ريبي وحيد السلسلة و 94% بروتين. تم حديثاً تسجيل سلالة PVM-ID وهي تختلف سيرولوجياً عن باقي السلالات (Cavileer *et al*., 1998). درجة الحرارة المثبطة للفيروس هي 65–71 °س.

يمكن تنقية الفيروس باستخلاصه من الأوراق المصابة بواسطة محلول منظم يحتوي على حمض الاسكوربيك (2%) وكبريتيت الصوديوم (2%) وترويقه بالايثانول ورابع كلوريد الكربون (Carbon tetra Chloride) ثم تركيزه وتنقيته باستخدام الطرد المركزي المفرق (Wetter, 1972).

الأعراض والمدى العوائلي – لا تلاحظ أعراض واضحة عند الإصابة بمعظم سلالات الفيروس على معظم أصناف البطاطا/البطاطس المزروعة مثل Green Mountain، Irish Cobber،

Sebago، Up-to-Date، بينما يلاحظ إصفرار خفيف جداً مع تشوه للأوراق عند الإصابة ببعض السلالات على بعض أصناف البطاطا/البطاطس مثل Hatahdin، Climax، Fortuna، King Edward، White Ros، أوقد تسبب تبقعاً شديداً للأوراق مع إصفرارها وتجعدها وتقزم النباتات على أصناف أخرى مثل Arran Victory . وتتوقف شدة الأعراض على ضراوة السلالة الممرضة وقابلية الصنف المزروع للإصابة والظروف البيئية (Beemster & Rozendaal, 1972). وقد يسبب فيروس PVM التفافاً في الأوراق، لكنه يختلف عن الالتفاف الذي يسببه فيروس PLRV بأنه التفاف طري يظهر على النباتات خلال فترة النمو الكاملة. تعتبر البطاطا/البطاطس العائل الطبيعي الرئيسي لهذا الفيروس، كما توجد بعض الملاحظات غير المؤكدة حول إصابته لنباتات الفليفلة في الظروف الطبيعية وخاصة النوعان *Capsicum frutescens* L. و *Capsicum annuum* L. في الهند (Misra *et al*., 1979).

يتسم الفيروس بمدى عوائلي ضيق في الظروف الطبيعية، إذ يصيب نباتات الفصيلة الباذنجانية، وبشكل خاص نبات البطاطا/البطاطس، وقد لوحظ على أربعة أنواع نباتية عشبية (Kaczmarek, 1985؛ Valkonen *et al*., 1992)، كما أمكن نقله تجريبياً إلى 122 نوعاً نباتياً منها 9 أجناس تابعة للفصيلة الباذنجانية، و47 نوعاً نباتياً تابعاً للفصائل القرنفلية والسرمقية والمركبة والقرعية والبقولية وعرف الديك وRubiaceae (Bagnall *et al*., 1956, 1959؛ Edwardson & Christie, 1997؛ Hiruki, 1970؛ Kowalska & Was, 1976؛ Slack, 1983).

طرائق الانتقال – ينتقل هذا الفيروس بواسطة حشرات منّ الدراق الأخضر بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية وبكفاءة عالية، وينقله بكفاءة أقل منّ القطن (*Aphis gossypii* Glover)، منّ البطاطا/البطاطس و *Aphis nasturtii* Kaltenbach (Bode & Weidemann, 1971؛ Kassanis, 1961؛ Mackinnon, 1974؛ Wetter & Volk, 1960). ويمكن انتقال الفيروس بالطريقة الميكانيكية بواسطة مستخلص العصارة النباتية المعدي إلى نباتات البطاطا/البطاطس وبالتالي يمكنه الإنتقال مابين النباتات المصابة وتلك السليمة (Bawden *et al*., 1950)، ونظراً لكونه يصيب نبات البطاطا/البطاطس جهازياً فإن أغلب أو كل الدرنات الناتجة من نبات مصاب تكون مصابة بالفيروس، ولا ينتقل الفيروس عن طريق البذور.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل الفيروس على البطاطا/البطاطس في بعض الدول العربية ومنها سورية (حاج قاسم وآخرون، 1997؛ حاج قاسم وعبد اللطيف، 1997، 2000)، وفي بعض حقول البطاطا/البطاطس في لبنان (شويري وآخرون، 2007؛ Abou-Jawdah *et al*., 2001)، وكذلك في الجزائر (لعماري وعكال، 2002). كما سجل PVM أيضاً على النبات العشبي *Datura metel* L. في مصر (Habib, 1980).

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن الفيروس بمراقبة الأعراض الظاهرية على نباتات الاختبار بعد إعدائها بالطريقة الميكانيكية باستخدام مستخلص العصارة النباتية المعدي، مثل نبات *Datura metel* L. الذي تلاحظ عليه بقع موضعية شاحبة أو ميتة مع إصابة جهازيه للأوراق. وتظهر على نبات *Nicotiana debneyi* Domin بقع موضعية بشكل حلقات ميتة وعلى نبات *Phaseolus vulgaris* L. cv. Red Kidney بقع موضعية. يمكن مشاهدة الأجسام البللورية للفيروس تحت المجهر العادي بشكل حزم منتظمة أو غير منتظمة.

ويمكن الكشف عن الفيروس بالإختبارات المصلية/السيرولوجية مثل الترسيب الدقيق وتجمع اللاتكس والاليزا والإرتباط المناعي النقطي على أغشية النيتروسيلليلوز (Dot-ELISA) وكذلك بواسطة اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) والذي يعتبر أكثر حساسية وأسرع وأقل كلفة من اختبارات الاليزا باستخدام أجسام مضادة وحيدة الكلون (Dedic, 1995). كما يكشف عن الفيروس حديثاً بالتقانات الحيوية الجزيئية كتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) باستخدام بادئات مناسبة (Badge *et al.*, 1996).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يمكن الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره بالاهتمام في إنتاج مواد الإكثار النباتية المعتمدة الخالية من الفيروس ثم المحافظة عليها وإكثارها وتوزيعها، والتي يمكن الحصول عليها بواسطة زراعة المرستيم القمي (Kassanis, 1957)، ونظراً لإمكانية وجود الفيروس في المرستيم القمي (Rubies-Autonell *et al.*, 1989) ينصح بالمعالجة الحرارية للمرستيم القمي قبل زراعته (Cassells & Long, 1982؛ Faccioli & Colombarini, 1996).

2.2. فيروسات أخرى

1.2.2. فيروس موزاييك الفصة/الجت/البرسيم الحجازي

***Alfalfa mosaic virus* (AMV، جنس *Alfamovirus*، فصيلة *Bromoviridae*)**

جسيمات فيروس AMV غير مغلفة متباينة الأحجام تضم جسيمات كروية وأخرى شبيهة بالعصوية تتراوح أطوالها بين 30 و 56 نانومتراً وعرضها 18 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة متعدد القطع.

يمكن تنقية الفيروس عن طريق الاستخلاص في منظم فوسفاتي والترويق بمخلوط من الكلوروفورم والبيوتانول ثم فصل الفيروس بدورتين من الطرد المركزي المفرق (Fath-Allah 1999؛ Fegla *et al.*, 2000).

لهذا الفيروس مدى عوائلي واسع، تصيب بعض سلالاته البطاطا/البطاطس طبيعياً مسببة لها مرضاً يعرف باسم مرض كاليكو potato calico disease، وقد وصف لأول مرة في كاليفورنيا ثم بعد ذلك في ايطاليا ومناطق من وسط أوروبا. تظهر أعراض المرض بشكل تلطخات أو بقع كبيرة الحجم غير منتظمة ذات لون أصفر شديد الوضوح (Gamal El-Din *et al.*, 1994) وقد تأخذ الوريقة بالكامل اللون الأصفر ويكون هذا العرض مصحوباً بالتماوت وتشوه الأوراق والذي قد يكون شديداً مع بعض سلالات الفيروس وبعض أصناف البطاطا/البطاطس. لا يسبب الفيروس دائماً أعراض التماوت وفي هذه الحالة تكون الأعراض عبارة عن بقع أو تلطخات ذات لون أصفر براق على الأوراق.

ينتقل الفيروس بالإلقاح الميكانيكي ويفضل وضع النباتات في الظلام لمدة 24 ساعه قبل القاحها (Fath-Allah, 1999). كما ينتقل بالتطعيم وبحشرات المنّ ومنها منّ الدراق/الخوخ الأخضر (Gamal El-Din *et al.*, 1994) وأربعة أنواع أخرى من حشرات المنّ بالطريقة غير الباقية/غير المستمرة، وكان أكثرها كفاءة في النقل منّ اللوبياء (*Aphis craccivora* Koch.) (فجله وآخرون 2007؛ Fath-Allah, 1999).

وقد سجل الفيروس على البطاطا/البطاطس في مصر (Gamal El-Din *et al.*, 1994)، سلطنة عمان (Moghal *et al.*, 1993) ولوحظ في سورية (حاج قاسم وآخرون، 2004 معلومات غير منشورة).

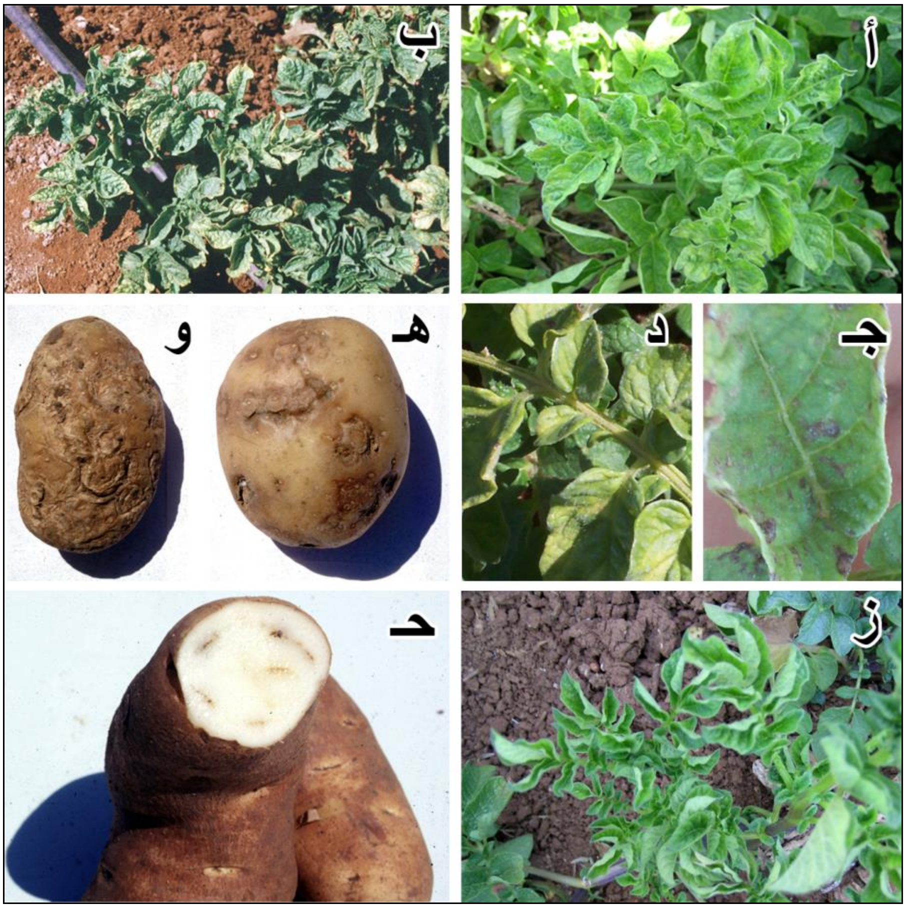
يمكن الكشف عن الفيروس بالإختبارات المصلية/السيرولوجية مثل الاليزا وبصمة النسيج النباتي المناعي واختبار الارتباط المناعي النقطي (فجله وآخرون، 2007؛ فتح الله وآخرون، 2007؛ Fath-Allah, 1999؛ Gamal El-Din *et al.*, 1994) وكذلك التقانات الجزيئية مثل التفاعل المتسلسل للبوليميراز مع النسخ العكسي (RT-PCR).

ويمكن الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره عن طريق إستخدام تقاوي سليمة خالية من الإصابة الفيروسية والتخلص من النباتات المصابة في الحقل وعدم زراعة البطاطا/البطاطس بجوار حقول مزروعة بالبرسيم الحجازي/الجت. ولمعرفة تفاصيل أكثر حول هذا الفيروس يمكن للقارئ مراجعة الفصل العاشر من هذا الكتاب.

3.2. فيروسات أقل أهمية

هناك مجموعة أخرى من الفيروسات لوحظت على البطاطا/البطاطس في المنطقة العربية وذات قيمة اقتصادية قليلة منها فيروس التبقع الحلقي للتبغ (TRSV) في مصر (Abdelsalam *et al.*, 2003)، فيروس التقزم الأصفر للبطاطا/البطاطس (PYDV)، فيروس موزاييك الخيار (CMV)، فيروس موزاييك أوكوبا البطاطا/البطاطس (PAMV)،

فيروس موزاييك التبغ (TMV)، فيروس خشخشة التبغ (TRV)، فيروس الحلقة السوداء للبندورة/للطماطم (TBRV) وفيروس الذبول المتبقع للبندورة/للطماطم (TSWV) في سورية (حاج قاسم وآخرون، 2004 و 2005، معلومات غير منشورة).



شكل 1. أعراض ناتجة عن إصابات فيروسية مختلفة على محصول البطاطا/البطاطس. أعراض موزاييك وتجعد أوراق نبات البطاطا/البطاطس المصابة بفيروس البطاطا/البطاطس Y (PVY) (أ، ب)؛ بقع ميتة على ورقة صنف أفاميا الناتجة عن الإصابة بفيروس PVY (جـ)؛ موزاييك خفيف مع اصفرار أوراق صنف البطاطا/البطاطس أفاميا الناتجة عن الإصابة بفيروس PVY (د)؛ بقع حلقية ميتة على درنات من صنف البطاطا/البطاطس Xantia (هـ) والصنف Burren (و) الناتجة عن الإصابة بفيروس PVY سلالة (PVY^{NTN})؛ التفاف أوراق البطاطا/البطاطس (ز) وبقع ميتة داخل درنة من صنف Ranger Russet (حـ) الناتجة عن الإصابة بفيروس التفاف أوراق البطاطاس/البطاطس (PLRV).

4.2. الفيرويدات

1.4.2. فيرويد الدرنة المغزلية للبطاطا/ البطاطس

***Potato spindle tuber viroid* (PSTVd، جنس *Pospiviroid*، فصيلة *Pospiviroidae*)**

الصفات العامة – عرف هذا المرض تحت اسم الدرنة المغزلية للبطاطا/ البطاطس منذ بداية القرن العشرين في الولايات المتحدة الأميركية غير أن المسبب المرضي لم يحدد بأنه فيرويد إلا في العام 1971 (Diener & Raymer, 1971). جزيء الفيرويد عبارة عن خيط مفرد مستقيم أو دائري أو عصوي قصير من الحمض النووي الريبي وحيد السلسلة وزنه الجزيئي 1×10^{5} دالتون. يتكون عادة من 359 نيكلوتيدة (Gross *et al.,* 1978) ونادراً من 358 و 360 نيكلوتيدة (Herold *et al.,* 1992؛ Lakshman & Tavantzis, 1993) في البطاطا/البطاطس ومن 356 نيكلوتيدة في البندورة/الطماطم (Puchta *et al.,* 1990). وهناك ازدواج في سلسلة القواعد في مناطق عديدة من المجين. ويظهر تحت المجهر الإلكتروني في الصورة النقية على شكل خيط قصير طوله 50 نانومتراً وتختلف درجة ثباته بحسب السلالة في العصير الخام أو في التحضير النقي. له القدرة على إحداث العدوى عند تخفيف 10^{-3} إلى 10^{-8}، ويمكنه تحمل درجة حرارة 75–95 °س وقد تصل إلى 100 °س لمدة 10 دقائق. يبقى نشطاً في العصير الخام لمدة قصيرة ويمكن إطالة قدرته على حدوث العدوى عن طريق معاملة العصير الخام بالفينول حيث يثبط نشاط RNAase.

تم عزل الأشكال الدائرية والمستقيمة لجزيء الفيرويد من نسيج نبات طماطم/ بندورة مصاب بالفيرويد PSTVd ويتم تمييزها بالفصل الكهربائي في هلام البولي أكريلاميد، وكذلك عن طريق تهجين الأحماض النووية والشكلان لهما نفس الحيوية والكفاءة في حدوث الإصابة. والجزيئات المستقيمة لها درجة ثبات أقل من الجزيئات الدائرية. تكون الجزيئات المستقيمة داخل النبات مرتبطة بالجزيئات الدائرية وعملية الربط تكون فعالة للفيرويد ومستوى الجزيئات المستقيمة في النسيج المصاب تزداد بزيادة فترة التحضين ولكن لا تكون أعلى من مستوى الجزيئات الدائرية. وقد ثبت أن معظم تجمعات الجزيئات المستقيمة ليست طبيعية المنشأ ولكن نتيجة حدوث إنشطار ذاتي في الخيط المفرد multimeric في مواقع متعددة من المجين وتتجمع ثم تلتحم وتكون الشكل الدائري.

تم عزل سلالتين للفيرويد PSTVd من نباتات البطاطس/البطاطا مصابة طبيعياً، سلالة شديدة وسلالة ضعيفة باستخدام تقنية R-PAGE، حيث أن هجرة حزمة الفيرويد للسلالة الشديدة تكون أبطء في الإتجاه العكسي مقارنة مع السلالة الخفيفة. ويرجع ذلك الى أن السلالة الشديدة

تختلف عن الضعيفة في عدد قليل (3–5) من النيوكليوتيدات. وتوجد السلالة الخفيفة عادة بتركيز عشرة أضعاف السلالة الشديدة في النبات المصاب.

الأعراض والمدى العوائلي – تكون الساق في النبات المصاب قائمة مع قصر السلاميات وخروج الأفرع على الساق بزاوية حادة، وكذلك خروج الأوراق على الأفرع بزاوية حادة وقواعد الأوراق تكون منحنية كالمنجل إضافة إلى ضيق الأوراق والوريقات. يظهر المجموع الخضري باللون الأخضر الداكن كما تظهر بقع ميتة على العروق من السطح السفلي للأوراق وتتموج حواف الأوراق وتلتوي وتلتف.

تأخذ الدرنات الشكل المغزلي أو شكل المضرب أو تكون نهايات الدرنة وتدية ومنتصف الدرنة اسطوانى. يظهر بالدرنة تشققات تختلف عن التشققات الناتجة عن العطش وتكون قشرة الدرنة أكثر نعومة وضعيفة. يبدو النسيج الداخلي طري بالنسبة إلى الدرنة السليمة ويزداد عدد العيون عند قاعدة الدرنة وتكون غائرة قليلاً. يصغر حجم الدرنات ويقل عددها بالنسبة للنبات الواحد ويصغر حجم المجموع الجذري ويزداد محتوى الرطوبة به. وعامة تتباين شدة الأعراض تبعاً لسلالة الفيرويد (El-Dougdoug, , 1996).

يتسم فيرويد PSTVd بمدى عوائلي واسع. معظم الأنواع النباتية التي تظهر عليها إصابة جهازية تتبع الفصيلة الباذنجانية وهناك نباتات أخرى مشخصة تظهر عليها إصابة موضعية مثل *Scopolia sinensis* Hemsl بينما هنالك نباتات تظهر عليها إصابة متخفية. تختلف أصناف البطاطا/البطاطس المزروعة والبرية في حساسيتها للإصابة بالفيرويد وهنالك حوالي 38 نوعاً من البطاطا/البطاطس تصاب بالفيرويد ولكن بدون ظهور أعراض. وتعتبر أصناف البندورة/الطماطم بشكل عام من النباتات المستخدمة في إكثار الفيرويد.

طرائق الانتقال – ينتقل فيرويد PSTVd بالعصير باستخدام مادة خادشة أو عن طريق الحقن (El-Dougdoug *et al.*, 2004)، كما ينتقل ميكانيكياً عن طريق سكاكين القطع خلال تقطيع الدرنات للزراعة، أو أثناء العمليات الزراعية من حرث وطرق الجمع أو عن طريق التطعيم. أوضحت الدراسات أن فيرويد PSTVd ينتقل بالبذور الحقيقية ويعتمد النقل بالبذور على الصنف (0–100%) وعلى درجة إصابة النباتات بالفيرويد. كما ينتقل هذا الفيرويد بحبوب اللقاح (Kryczynski & Paduch-Cichal, 1987) بين النباتات المصابة والنباتات السليمة. أشار كل من Bokx و Piron (1981) إلى وجود نوع من حشرات منّ البطاطا/البطاطس الناقل لفيرويد PSTVd بالطريقة غير المثابرة/الباقية. كما أظهرت التجارب إمكانية اكتساب ونقل الفيرويد PSTVd بحشرة منّ الدراق الأخضر من نبات مصاب بهذا الفيرويد وبنفس الوقت بفيروس PLRV (Querci *et al.*, 1997؛ Syller & Marczewski, 1996).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – تم عزل فيرويد PSTVd من حقول البطاطا/البطاطس في مصر (El-Dougdoug, 1996؛ Allam *et al.*, 2005) وفي ليبيا سجل على الأقحوان والبندورة/الطماطم (أبو حلقة وآخرون، 2007).

طرائق الكشف – ممكن الكشف عن وجود الفيرويد بالوسائل الحيوية مثل النقل بالتطعيم أو النقل الميكانيكي إلى نباتات البندورة/الطماطم صنف Rutgers أو Cheyenne أو Castle Rock وكذلك نباتات *Scapolia sinensis* وهي نباتات معروف عنها اعطائها لأعراض مميزة لفيرويد الدرنة المغزلية (El-Dougdoug *et al.*, 2004؛ Kryczynski *et al.*, 1980). وكذلك بالتقانات الجزيئية مثل الفصل بالرحلان الكهربائي العكسي R-PAGE، التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي واختبار بقعة ساوثرن المهجنة (Southern blot hybridization) وتهجين الحمض النووي (El-Dougdoug *et al.*, 2004؛ Candresse *et al.*, 1990؛ Allam *et al.*, 2005؛ Welnicki & Hiruki, 1992).

الوقاية من الفيرويد والحد من انتشاره – ينصح باستخدام تقاوي بطاطا/بطاطس معتمدة خالية من هذا الفيرويد كما يجب تعقيم سكاكين تقطيع البطاطا/البطاطس بين كل مره وأخرى ويفضل استخدام درنات كاملة في الزراعة حيث أنها تمثل الوسيلة الأساسية لحماية محصول البطاطا/البطاطس من الاصابة بهذا الفيرويد. هذا ويجب زراعة الأصناف المقاومة إن وجدت.

3. استنتاجات عامة

نظراً لكون البطاطا/البطاطس محصولاً اقتصادياً هاماً فقد نال اهتمام الباحثين في مجال الفيروسات حيث تم تسجيل حوالي 35 فيروس وفيتوبلازما وفيرويد على هذا المحصول، تم تعريف حوالي 15 منها في المنطقة العربية آخذين بالأعتبار أن معظم ما تم تسجيله في المنطقة العربية ذو أهمية اقتصادية عالية.

وبإلقاء نظرة عامة على الفيروسات الهامة التي تم تسجيلها في المنطقة العربية نلاحظ أن هناك مجموعة منها تنتقل ميكانيكيا بالإضافة إلى النقل الحشري بالمن مثل فيروسي PVA و PVS، كما أن هناك عدد من الفيروسات تنتقل بنفس الطريقة ولكن بوجود فيروس مساعد مثل فيروس البطاطا/البطاطس Y وفيروسي PVA و PAMV وهناك فيروسات تنتقل بحشرة المنّ فقط مثل فيروس PLRV، وهناك مجموعة لا يوجد لها ناقل حشري محدد مثل فيروس PVX.

ولكون فيروسات البطاطا/البطاطس تنتقل عن طريق الدرنات لذا فان الخطوة الأولى لمكافحة فيروسات البطاطا/البطاطس تنحصر باستخدام الدرنات السليمة المعتمدة والموثقة والخالية

من الإصابة الفيروسية أو المصابة ولكن في الحدود المسموح بها عالمياً، وعليه لا بد أن تتواجد تشريعات تمنع استخدام التقاوي المحلية المتحصل عليها من المحصول السابق والتي تتجاوز نسبة الإصابة بها الحدود المسموحة حيث ستصبح مصدراً مبكراً للعدوى للحقول ذات التقاوي السليمة.

كما أنه من المهم، البدء بالتعاون بين بعض الدول العربية التي تتوفر فيها الظروف المناخية الملائمة من مواقع جغرافية مناسبة ومعزولة من أجل العمل على إنتاج تقاوي البطاطا/البطاطس الموثقة إضافة إلى تفعيل المختبرات العربية المختصة وتزويدها بالتقنيات الحديثة للكشف عن الأمراض الفيروسية والفيرودية وكيفية التخلص منها مخبرياً وبالتالي إنتاج تقاوي موثقة صحياً وايجاد وتدريب الكوادر الفنية التي تسهل حدوث ذلك مع السعي الحثيث على تبادل الخبرات بين الباحثين العرب.

بالإضافة لما ذكر فان المتابع للدراسات الفيروسية على البطاطا/البطاطس في المنطقة العربية سيجد أن بعضها شديد التعمق يتناول التوصيف الجزيئي وأحدث طرق الكشف المصلية والجزيئية لبعض فيروسات البطاطا/البطاطس ولكن ما زال أغلبها دراسات مسحية لتحديد الفيروسات المتواجدة على البطاطا/البطاطس ولا توجد دراسات حقيقية لتقدير الخسائر الناجمة عن الإصابة الفيروسية؛ كما لا توجد دراسات على وبائية هذه الأمراض لمعرفة الظروف البيئية للناقل والتي تساعد في تحديد الممارسات الزراعية التي تسمح بالهروب من الفترات التي يكون فيها الناقل الحامل للفيروسات موجود بأعداد كبيرة. ولا بد أن نشير بأن هناك اهتماماً متزايداً من المؤسسات الإنتاجية والبحثية وكذلك من الباحثين العرب بالأمراض الفيروسية التي تصيب البطاطا/البطاطس في الوطن العربي.

4. المراجع

أبو حلقة، الطاهر أحمد، سليم كريزينسكى وانان استافينشكا. 2007. انتقال وزتوزيع فايرويد الدرنة المغزلية للبطاطا/البطاطس خلال النباتات المصابة. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 68.

جرجيس، ميسر مجيد. 2000. استخدام اختبار إليزا للكشف السريع عن فيروس البطاطا واي (Potato virus Y) في حقول البطاطا في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 46-50.

حاج قاسم، أمين عامر ومحمد عبد اللطيف. 2000. تقويم الحالة الصحية للبطاطا ومدى انتشار الأمراض الفيروسية عليها في شمال سورية. قبل النشر في مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، رقم 37.

حاج قاسم، أمين عامر، خليل عبد الحليم، أم التقى غفران الرفاعي ومحمد قاسم. 2007. فيروسات جديدة تصيب محصول البطاطا/البطاطس لأول مرة في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 67.

حاج قاسم، أمين عامر، سعيد الحسن ورهف شيخ أمين. 1997. حصر أهم الفيروسات التي تصيب البطاطا في شمال سورية. مجلة الباسل لعلوم الهندسة الزراعية، 3: 91-96.

حاج قاسم، أمين ومحمد عبد اللطيف.1997. مسح حقلي للإصابات الفيروسية على البطاطا في شمال سورية خلال مراحل إكثارها المختلفة. مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، 28: 95–110.

خماس، نهاد عزيز. 1983. عزل وتشخيص بعض الفيروسات التي تصيب البطاطا في محافظة نينوى. رسالة ماجستير. كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.

ديوان، صابر حافظ. 2003. دراسة تشخيصية لفيروس التفاف أوراق البطاطا PLRV ومقاومته. رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة بغداد.

السنوسي، عمر، محمد شقرون وجبر خليل.1991. عزل وتعريف فيروس البطاطا Y من نبات الفلفل في ليبيا. مجلة وقاية النبات العربية 9: 51-49.

شلبي، عبد الباسط أحمد، أمين عامر حاج قاسم، سحر عبد العزيز يوسف وناجي أبو زيد. 2007. تشخيص الإصابة بأهم فيروسات البطاطس/البطاطا باستخدام اختبارات اليزا والنسخ العكسي لتفاعل البلمرة المتسلسل وتهيجن الحمض النووي في كل من مصر وسورية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 68-67.

شويري، ايليا، سهير الزمار، فؤاد جريجيري، رلى العميل، أديب سعد، لوسيا حنا، سعيد ابراهيم وكريستينا فرفيري. 2007. نسبة الإصابة وانتشار الأمراض الفيروسية على البطاطا/البطاطس في لبنان ومشاهدات حول الأمراض الرئيسة الأخرى. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 68.

علي، عبد الستار عارف وميسر مجيد جرجيس. 2000. كفاءة بعض المبيدات الحشرية ومخاليطها مع الزيت المعدني المنتج محلياً لمكافحة حشرة منّ الدراق الأخضر (*Myzus persicae* Sulz.) والأمراض الفيروسية التي تنقلها على البطاطس/البطاطس. مجلة وقاية النبات العربية، 18: 63-57.

فتح الله ، مرفت، جابر فجله ويحيى الفحام. 2007. دراسة مقارنة بين الإختبارات المصلية/السيرولوجية المختلفة للكشف عن فيروس موزاييك البرسيم الحجازي/الجت. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 71.

فجله، جابر، يحيى الفحام ومرفت فتح الله. 2007. فيروس موزاييك البرسيم الحجازى/الجت: مداه العائلي، تنقيته، طرق انتقاله وتفاعلاته السيرولوجية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 71.

قاسم، نبيل عزيز وعماد قاسم محمد. 2002. دراسة مسحية وتشخيصية لفايروس البطاطا Y في محافظة نينوى. المجلة العراقية للعلوم الزراعية، 3: 110-115.

لعماري، مالك ويسمينة عكال. 2002. أعداد حشرات المنّ ونسبة الإصابة بالفيروسات على زراعة البطاطا/البطاطس الموسمية وغير الموسمية بمنطقة سطيف (الشرق الجزائري). مجلة وقاية النبات العربية، 20: 111-117.

مزيد، حامد محمود وأبو العطا النادي أبو العطا. 2007. إنتاج تقاوي البطاطس/البطاطا المعتمدة محلياً في مصر: إنتاج التقاوي الخالية من الفيروسات وغير ها من المسببات المرضية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 68.

Abdelsalam, A.M., M.A. Kararah, H.M. Mazyad and L.M. Ibrahim. 1989. Purification and serologic studies on an Egyptian isolate of potato virus Y (PVY) isolated from pepper plants, Egyptian Journal of Phytopathology, 21: 69-84.

Abdelsalam, A.M., G.A. Ghanem, A.M.E. Aly, L.M. Ibrahim and A.A. Abou-Zeid. 2003 Biological, biochemical, serological and tissue cultural studies on an Egyption isolate of tobacco ring spot virus infecting potato plants. Arab Journal of Biotechnology, 6: 153-164.

Abou-Jawdah, Y., H. Sobh and A.T. Saad. 2001. Incidence of potato virus diseases and their significance for a seed certification program in Lebanon. Phytopathologia Mediterranea, 40: 113-118.

Ahmad, A.Y., T.A. Mostafa, M.A. Amer, F.M. Abo El-Abbas and M. El-Hammady. 2004. Biological and molecular characters of different isolates of potato virus Y (N group). Egyptian Journal of Virology, 1: 81-92.

Ahmad, H.H., A.F. Mostafa, K.A. El-Dougdougm A.A. Abou Zeid and S.Y.M. Mahmoud. 2005. Physiological and Histopathological changes in potato plants infected with potato virus X and Y. International Journal of Virology, 1: 35.

Allam, E.K., A.A. Cook and M. Abdel Rahman. 1967. A ring spot strain of potato virus X. Journal of Microbiology, UAR, 2:147.

Allam, E.K., R.A. Omar and A.A El-Amrety. 1973. Comparative studies on three strains of PVX isolated from naturally infected potato in Egypt. II. Serological Studies. Egyptian Journal of Phytopathology, 5: 31-36.

Allam, E.K., R.A. Omar and A.S. Gamal El-Din. 1974a. Studies on potato leaf roll virus (PLRV). I. Comparative study of methods of diagnosis. Egyptian Journal of Phytopathology, 6: 1-10.
Allam, E.K., R.A. Omar and A.S. Gamal El-Din. 1974b. Studies on potato leaf roll virus (PLRV). IV. The effect of PLRV on the yield and chemical composition of potato plants and tubers. Egyptian Journal of Phytopathology, 6: 11-16.
Allam, E.K., K.A. El-Douddoug, A.A. Abou-Zaid, M.A. Amer and S.M. Amin. 2005. Molecular characterization of potato spindle tuber viroid Egyptian isolates. International Journal of Virology, 1: 11.
Al-Shahwan, I.M., O. A. Abdalla and M.A. Al-Saleh. 1997. Viruses in the northern potato-producing regions of Saudi Arabia. Plant Pathology, 46: 91-94.
Amer, M.A., M. El-Hammady, F.M. Abo El-Abbas, A.A. Shalaby and H.M. Mazyad. 2003. Detection and typing of the Egyptian subisolates O, N and NTN of PVY using RT-PCR, RFLP, nested and hemi-nested RT-PCR methods. Pages: 393-402. In: Proceeding of the 10^{th} Congress of Phytopathology, Giza, Egypt.
Amer, M.A., M.H. El-Hammady, H.M. Mazyad, A.A. Shalaby and F.M. Abo El-Abbas. 2004. Cloning, expression and nucleotide sequence of coat protein gene of an Egyptian isoate of potato virus Y strain NTN infecting potato virus. Egyptian Journal of Virology, 1: 39-50.
Aruta, M.C. and A.J. Fuentealba. 1977. Virus-free potato (*Solanum tuberosum* L.) plants obtained by heat treatment and meristem culture. Phyton, 3: 53-59.
Audy, P., J.G. Parent and A. Asselin. 1991. A note on four nonradioactive labeling systems for dot hybridization detection of potato viruses. Phytoprotection, 72: 81-86.
Aburkhes, M., N. Fahmi, A. Benhmeda, M. Naffati and A. Ziglam. 1991. Virus free potatoes by tissue culture in Libya. Acta Horticulturae (ISHS) 289: 77-80.
Awad, M.A. 1989. Serological studies on potato leaf roll virus using the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Minufiya Journal of Agricultural Research, 14: 1-16.
Badge, J., A. Brunt, R. Carson, E. Dagless, M. Karamagioli, S. Phillips, S. Seal, R. Turner and G.D. Foster. 1996. A carlavirus-specific PCR primer and partial nucleotide sequence provides further evidence for the recognition of cowpea mild mottle virus as a whitefly-transmitted carlavirus. European Journal of Plant Pathology, 102: 305-310.
Bagnall, R.H. 1988. Epidemics of potato leafroll in North America and Europe lin. Canadian Journal of Plant Pathology, 17: 163-171.
Bagnall, R.H., C. Wetter and R.H. Larson. 1959. Differential host and serological relationships of potato virus M, potato virus S and carnation latent virus. Phytopathology, 49: 435-442.
Bagnall, R.H., R.H. Larson and J.C. Walker. 1956. Potato viruses M, S and X in relation to interveinal mosaic of the Irish Cobbler variety. Bulletin of the Wisconsin Agricultural Research Station, No. 198.
Banttari, E.E. and G.D. Frane. 1982. Enzyme-linked immunosorbent assay with single or combined antisera for virus S and X in potato tubers and plants. American Potato Journal, 59: 375-387.
Banttari, E.E. and P.H. Goodwin. 1985. Detection of potato viruses S, X, and Y by enzyme-linked immunosorbent assay on nitrocellulose membranes (Dot-ELISA). Plant Disease, 69: 202-205.
Banttari, E.E., P.J. Ellis and S.M. Paul Khurana 1993. Management of diseases caused by viruses and viruslike pathogens. Pages 127-133. In: Potato Health Management. R.C. Rowe (ed.). APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.
Barker, H. 1986. Inability of beet western yellows luteovirus (BWYV) isolates. NewYork, USA, Halsted Prees. 170 pp.
Barker, H., K.D. Webster and B. Reavy. 1993. Detection of potato virus Y in potato tubers: a comparison of polymerase chain reaction and enzyme-linked immunosorbent assay. Potato Research, 36: 13-20.

Barker, H., R.M. Solomon-Blackburn, J.W. McNicol and J.E. Bradshaw. 1994. Resistance to potato leaf roll virus multiplication in potato is under major gene control. Theoretical and Applied Genetics, 88: 754-758.

Bartels, R. 1971. Potato Virus A. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 54. Ferry Lane, Kew, Surrey, England

Baulcombe, D.C. and E.N. Fernandez-Northcote. 1988. Detection of strains of potato virus X and of a broad spectrum of potato virus Y isolates by nucleic acid spot hybridization (NASH). Plant Disease, 72: 307-309.

Bawden, F.C., B. Kassanis and F.M. Roberts. 1948. Studies on the importance and control of potato virus X. Annals of Applied Biology, 35: 250-265.

Bawden, F.C., B. Kassanis and H.L. Nixon. 1950. The mechanical transmission and some properties of potato paracrinkle virus. Journal of General Microbiology, 4: 210-219.

Beczner, L., H. Horvath, I. Romhanyi and H. Forster. 1984. Studies on the etiology of tuber necrotic ringspot disease in potato. Potato Research, 27: 339-352.

Beemster, A.B.R. and A. Rozandaal. 1972. Potato viruses; properties and symptoms. Pages 115-143. In: Viruses of Potatoes and Seed-Potato Production. J.A. De Bokx (ed.). Pudoc, Wageningen, The Netherlands: PUDOC.

Beemster, A.B.R. and J.A. De Bokx. 1987. Survey ofproperties and symptoms. Pages 84-113. In: Viruses of Potatoes and Seed-Potato Production. J.A. De Bokx and J.P.H. van der Want (eds.). Wageningen, Netherlands: PUDOC.

Bercks, R. 1970. Potato Virus X. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No 4.

Bode, O. and H.L. Weidemann. 1971. Investigations on aphid transmission of potato viruses M and S. Potato Research, 14: 119-129.

Bokx, J.A. and P.G.M. Piron. 1981. Transmission of potato spindle tuber viroid by aphids. Netherlands Journal of Plant Pathology, 87: 31-34.

Boonham, N., K. Walsh and I. Barker. 1998. Towards the detection of PVY-NTN. Pages 26-27. In: Abstract of the 10th EAPR Virology Section Meeting, 5-10 July 1998, Baden, Australia.

Boukhris-Bouhachem, S., M. Hullé, J. Rouzé-Jouan, L. Glais and C. Kerlan. 2007. *Solanum elaeagnifolium*, a potential source of *Potato virus Y* (PVY) propagation. EPPO/OEPP Bulletin, 37: 125-128.

Brown, C.R. and D. Corsini. 2001. Resistance. Genetics and breeding of virus resistance; traditional methods. Pages 323-340. In: Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes. G. Loebenstein, P.H. Berger, A.A. Brunt and R.H. Lawson (eds.). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Brown, C.R., S. Kwiatkowski, M.W. Martin and P.E. Thomas. 1988. Eradication of PVS from potato clones through excision of meristems from in vitro, heat-treated shoot tips. American Potato Journal, 65: 633-638.

Brunt, A.A. 1989. Solanum yellows luteovirus. Pages 11-41. In: Viruses of plants. A.A. Brunt, K. Crabtree. M.J. Dallwitz, A.J. Gibbs and L. Waston (eds.). CAB International, University Press, Cambridge.

Brunt, A., K. Crabtree, M. Dallwitz, A. Gibbs and L. Watson. 1996. Viruses of plants. Descriptions and lists from the VIDE database. CAB International, Wallingford, Oxon Ox10 8DE, UK. 1483 pp.

Candresse T., G. Macquaire, V. Brault, M. Monsion and J. Dunez. 1990. -^{32P}- and Biotin-labeled *in vitro* transcribed cRNA probes for the detection of potato spindle tuber viroid and chrysanthemum stunt viroid. Research Virology, 141: 97-107.

Cassells, A.C. and R.D. Long. 1982. The elimination of potato viruses X, Y, S and M in meristem and explant cultures of potato in the presence of Virazole. Potato Research, 25: 165-173.

Cavileer, T.D., R.C. Clrak, D.L. Corsini and P.H. Berger. 1998. A new strain of potato carlavirus M. Plant Disease, 82: 98-102.

Cerovska, N. and M. Filigarova. 1995. Specific detection of the Andean strain of potato virus S by monoclonal antibodies. Annals of Applied Biology, 127: 87-93.

Chalak, L. A. Elbitar, W. Massad and E. Choueiri. 2004. Assainissement de la pomme de terre infectée par le virus PVY^{NTN} par culture de méristèmes. Lebanese Scientific Journal, 5: 37-43.

Choueiri, E., S. El-Zammar, F. Jreijiri, A.T. Saad, M.A. Afram and C. Varveri. 2002. Records of potato viruses in Lebanon. Journal of Plant Pathology, 84: 139.

Choueiri, E., S. El-Zammar, F. Jreijiri, D. Mnayer, R. Massad, A.T. Saad, L. Hanna and C. Varveri. 2004. Phytosanitary status of potato in Bekaa valley in Lebanon. EPPO Bulletin, 34: 117-121.

Cockerham, G. 1955. Strains of potato virus X. Pages 82-92, In: Proceedings of the Second Conference on Potato Virus Diseases, June 25-29, 1954. Wageningen-Lisse, The Netherlands.

Cockerham, G. 1970. Genetical studies on resistance to potato virus X and Y. Heredity, 25: 309-348.

De Bokx, J. A. 1981. Potato Virus Y. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 242. Ferry Lane, Kew, Surrey, England

De Bokx, J.A. 1970. Reactions of various test plants to inoculation with potato virus S. Netherlands Journal of Plant Pathology, 76: 70-78.

De Bokx, J.A. and H. Huttinga. 1981. Potato virus Y. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No 242. Wellesbourne, UK: Association of Applied Biologists, 6 pp.

De Bokx, J.A., P.G.M. Prion and E. Cother. 1980. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of potato viruses S and M in potato tubers. Netherlands Journal of Plant Pathology, 86: 285-290.

Dedic, P. 1995. The reliability of potato virus M detection in the progeny of primarily infected potato plants. Ochr. Rostl., 31: 277-285.

Delhey, R. 1981. Incidence of viruses S and M on potato crops in Argentina. Fitopatologia, 16: 1-5.

Deng, T.C., S.J. Tsao, S.W. Tsai, C.H. Huang and M.M. Tseng. 1992. Occurrence of potato viruses in Taiwan and resistance to virus Y of some promising clones as determined by ELISA. Journal of Agricultural Research of China, 41: 361-370.

Derrick, P.M. and H. Barker. 1997. Short and long distance spread of potato leafroll luteovirus: effects of host genes and transgenes conferring resistance to virus accumulation in potato. Journal of General Virology, 78: 243-251.

Diener, T.O. and W.B. Raymer. 1971. Potato spindle tuber "virus". CMI/AAB. Description of Plant viruses, No. 66. Ferry Lane, Kew, Surrey, England

Djilani Khouadja, F., S. Guyader, F. Gorsane, N. Khamassy, J. Rouzé, M. Marrakchi and H. Fakhfakh. 2003. Diagnosis and molecular analysis of *Potato leafroll virus* isolates in Tunisia. OEPP/EPPO Bulletin, 33: 361–368.

Djilani Khouadja, F., J. Rouzé-Jouan, J.P. Gauthier, S. Bouhachem, M. Marrakchi, and H. Fakhfakh. 2004. Transmission efficiency of Tunisian Potato leaf-roll virus isolates by Tunisian clones of the *Myzus persicae* complex (Hemiptera: Aphididae). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 30: 47-55.

Dolby, C.A. and R.A.C. Jones. 1987. Occurrence of the Andean strain of potato virus S in imported potato material and its effects on potato cultivars. Plant Pathology, 36: 381-388.

Dolby, C.A. and R.A.C. Jones. 1988. The relationship between the Andean strain of potato virus S and pepino latent virus. Annals of Applied Biology, 112: 231-234.

Douglas, D.R. and J.J. Pavek. 1972. Net necrosis of potato tubers associated with primary, secondary and tertiary infection of leafroll. American Potato Journal, 49: 330-333.

Duffus, J.E. 1981. Beet western yellows virus - a major component of some potato leaf roll-affected plants. Phytopathology, 71: 193-196.

Edwardson, J.R. and R.G. Christie. 1997. Viruses infecting peppers and other solanaceous crops. Monograph of the Agricultural Experiment Station, University of Florida, 18: 106-123.

El Amin, S., M. Valkonen, J.PT. Bremen and K.E. Pehu. 1994. Elimination of viruses and hypersensitivity to potato virus Y (PVYO) in an important Sudanese potato stock (Zalinge). American Potato Journal, 71: 267-272.

El-Dougdoug, K.A. 1996. Detection of virus and viroid diseases in the sap of infected potato leaves using gel electrophoresis. Annals of Agricultural Sciences, Ain Shams University, 41: 120- 132.

El-Dougdoug, K.A., M.H. Abdel-Ghaffar, R.M. Taha and M.M. Hazaa. 2004. Detection and cytopathic effect of potato spindle tuber viroid infecting potato plants. Egyptian Journal of Biotechnology, 17: 193-205.

El-Menshawy, R..Z. 2002. Molecular biology studies on some viruses affecting potato plants in Egypt. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Suez Canal University, Egypt. 135 pp.

El-Menshawy, R.Z. 2007. Biological and molecular studies on potato virus Y strains in Egypt and Tunisia. Ph.D. Thesis. Institute of African Research and Studies, Cairo University, 250 pp.

Ellis, P.J. 1989. Failure to detect beet western yellows virus in potato leafroll disease samples from Canada and the United States. Phytopathology, 79: 908.

Ellis, P.J. 1992. Weed hosts of beet western yellows virus and potato leafroll virus in British Columbia. Plant Disease, 76: 1137-1139.

Ellis, P., R. Stace-Smith, G. Bowler and D.J. Mackenzie. 1996. Production of monoclonal antibodies for detection and identification of strains of Potato virus Y. Canadian Journal of Plant Pathology, 18: 64-70.

Eweida, M., T.L. Sit and M.G. Abouhaidar. 1989. Molecular cloning of the genome of the carlavirus potato virus S: biotinylated RNA transcripts for virus detection in crude potato extracts. Annals of Applied Biology, 115: 253-261.

Faccioli, G. and A. Colombarini. 1996. Correlation of potato virus S and virus M contents of potato meristem tips with the percentage of virus-free plantlets produced in vitro. Potato Research, 39: 129-140.

Fath-Allah, M.M.M. 1999. Plant virus and virus-like diseases: mosaic and dwarf diseases of alfalfa. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt. 202 pp.

Fegla, G.I., Y.M. El-Faham, H.A. Younes and M.M. Fath-Allah. 2000. Detection of alfalfa mosaic Alfamovirus in seeds, seed parts and seedlings of two alfalfa cultivars, Mansoura University Journal of Agricultural Sciences, 25: 7599-7609.

Fernandez-Northcote, E.N. 1990. Variability of PVX and PVY and its relationship to genetic resistanc. Pages 131-139. In: International Potato Center (CIP). Control of Virus and Virus-like Diseases of Potato and Seet Potato. Report of the 3rd Planning Conference, 20-22 November 1989, Lima, Peru.

Fernandez-Northcote, E.N. and C. Lizarraga. 1991. Geographical distribution of potato virus X serotypes. Fitopatolgia, 26: 13-18.

Fernandez-Northcote, E.N. and P. Gugerli. 1988. Reaction of a broad spectrum of potato virus Y isolates to monoclonal antibodies in ELISA. Fitopatologia, 22: 33-36.

Fletcher, J.D. 1984. Levels of virus incidence in pathogen tested and group 1 seed potatoes in New Zealand. Australasian Plant Pathology, 13: 33-35.

Foster, G.D.S. and P.R. Mills. 1990. Detection of strains of potato virus S by nucleic acid spot hybridisation (NASH). Potato Research, 33: 487-495.

Fox, L., K.D. Biever, H.H. Toba, J.E. Duffus and P.E. Thomas. 1993. Over wintering and monitoring of potato leafroll virus in some wild crucifers. American Potato Journal, 70: 505-515.

Franc, G.D. and E.E. Banttari. 1984. The transmission of potato virus S by the cutting knife and retention time of infectious PVS on common surfaces. American Potato Journal, 61: 253-260.

Franco-Lara, L. and H. Barker. 1999. Characterization of resistance to potato leafroll virus accumulation in *Solanum phureja*. Euphytica, 108: 137-144.

Fribourg, C. E. and A. de Zoeten. 1970. Antiserum preparation and partial purification of potato virus A. Phytopathology, 60: 1415-1421.

Gabriel, W. 1969. L'influence de la distribution des hôtes primaires des pucerons vecteurs du virus Y et de l'enroulement sur la propagation de ces virus dans les cultures de pomme de terre dans une région subcarpathique. Ziemniak, 5-17.

Gamal El-Din, A.S., M.A. Abdel-Sattar, M. Awad and A.A. Shalaby. 1994. Isolation and identification of alfalfa mosaic virus (AMV) from potato plants in Egypt. Pages 57- 68. In: Proceeding of the 7th Congress of Phytopathology, Giza, Egypt.

Ghanem, G.A., A.M. Abdel Salam, A.A. Abou-Zeid, L.M. Ibrahim and S.A. Mokbel. 1997. Incidence of antiviral chemicals and growth substances on potato virus Y (PVY) elimination in potato (*Solanum tuberosum* L.) shoot culture. Pages 138-152. In: Proceeding of the 7th National Conference of Pests and Diseases of Vegetables and Fruits in Egypt, Ismailia, Egypt.

Glais, L., C. Kerlan, M. Tribodet, S. Astier-Manifacier and C. Robaglia. 1996. Molecular characterization of potato virus Y isolates by PCR-RFLP. European Journal of Plant Pathology, 106: 655-662.

Goth, R.W. and R.E. Webb. 1985. Detection and distribution of latent viruses in the potato cultivar Atlantic. Plant Disease, 69: 851-853.

Gross, H.J., H. Domdey, C. Lossow, P. Jank, M. Raba, H. Alberty and H.L. Sanger. 1978. Nucleotide sequence and secondary structure of potato spindle tuber viroid. Nature (lond), 273: 203-208.

Habib, H.M. 1980. Natural infection of *Datura metel* Lond by potato virus M in Egypt. Egyptian Journal of Botany, 23: 163-172.

Hahm, Y., S.A. Slack and R.J. Slattery. 1981. Reinfection of potato seed stocks with potato virus S and potato virus X in Wisconsin. American Potato Journal, 58: 117-125.

Hanafi, A., E.B. Radcliffe and D.W. Ragsdale. 1995. Spread and control of potato leafroll virus in the Souss Valley of Morocco. Crop Protection, 14: 145-153.

Harrewijn, P. 1986. Vector resistance of potato to aphids with respect to potato leafroll virus. Potato research of tomorrow. Pages 85-95. In: Proceedings of an International Seminar. A.G.B. Beekman, K.M. Louwes, J.M.W. Dellaert and A.E.F. Neele (eds.). Wageningen, Netherlands, 30-31 October 1985.

Harrison, B.D. 1971. Potato viruses in Britain. In: Diseases of crop plants, JM Western ED., Wiley, New York, 123-159.

Hassan, S., P.E. Thomas and G.I. Mink. 1985. Tomato yellow top virus: host range, symptomatology, transmission, and variability. Phytopathology, 75: 287-291.

Herold, T., B. Haas, R.P. Singh, A. Boucher and H.L. Sanger. 1992. Sequence analysis of five new field isolates demonstrates that the chain lengh of potato spindle viroid (PSTVd) is not strictly conserved but is variable as in other viroids. Plant of Molecular Biology, 19: 329-333.

Hinostroza-Orihuela, A.M. 1973. Some properties of potato virus S isolated from Peruvian potato varieties. Potato Research, 16: 244-250.

Hiruki, C. 1970. Red kidney bean, a useful bioassay host for qualitative and quantitative work with potato virus M. Phytopathology, 60: 739-740.

Hiruki, C. 1975. Factors affecting bioassay of potato virus S in *Chenopodium quinoa*. Phytopathology, 65: 1288-1292.

Horvath, J. 1971. *Lycopersicon*-Arten als neue wirtspflanzen fur das kartoffel-M-virus (potato M virus). Potato Research, 14: 297-300.

Horvath, J. 1972. Symptomless *Lycopersicon* host plants for potato virus S. American Potato Journal, 49: 339-342.

Jayasinghe, U. and L.F. Salazar. 1998. Present status of Controlling Potato leafroll virus. American Potato Journal, 66(3):137-144.

Kaczmarek, U. 1985. Weeds as a source of potato viruses. Ziemniak Bonin, Poland: Instytut Ziemniaka, 69-91.

Kassanis, B. 1957. The use of tissue cultures to produce virus-free clones from infected potato varieties. Annals of Applied Biology, 45: 422-427.

Kassanis, B. 1961. Potato paracrinkle virus. European Potato Journal, 4:13-24.

Kennedy, J.S. M.F. Day and V.F. Eastop. 1962. A Conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses. Wallingford, UK: CAB International.

Khalil, E.M. and T.A. Shalla. 1982. Detection and spread of potato virus S. Plant Disease, 66: 368-371.

Khalil, E.M., E.A. Salama, M.F. Attia, A.A. Kishtah and Om-Hashem M. El-Banna. 1984. Detection of potato virus A in potato and test plants by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Egyptian Journal of Phytopathology, 16:71-78.

Khalil, E.M., I.A. Ibrahim and Om-Hashem M. El-Banna. 1988. Comparison between the test plant, microprecipitin test and enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of potato virus S. Egyptian Journal of Phytopathology, 20: 63-71.

Khan, M.A. and S.A. Slack. 1978. Studies on the sensitivity of a latex agglutination test for the serological detection of potato virus S and potato virus X in Wisconsin. American Potato Journal, 55: 627-637.

Klein, R.E. and C.H. Livingston. 1983. Eradication of potato viruses X and S from potato shoot-tip cultures with ribavirin. Phytopathology, 73: 1049-1050.

Kowalska, A. and M. Was. 1976. Detection of potato virus M and potato virus S on test plants. Potato Research, 19: 131-139.

Kryczynski, S. and E. Paduch-Cichal. 1987. A comparative study of four viroids of plants. Journal os Phytopathology, 120: 121-129.

Kryczynski, S., A. Stawiszynska, A. Kowalska, S. Skrzeczkowska, K. Szkutnicka and D. Bielecka-Pluta. 1980. Methods of detecting infection of plants with severe and mild isolates of potato spindle tuber viroid. Ziemniak, 33-36.

Lakshman, D.K. and S.M. Tavantzis. 1993. Primary and secondary structure of a 360-nucleotide isolate of potato spindle tuber viroid. Archives of Virology, 128: 319-331.

Lange, L. 1978. *Synchytrium endobioticum* and potato virus X. Phytopathologische Zeitschrift, 92: 132-142.

Le Romancer, M. and C. Kerlan. 1992. Potato tuber necrotic ringspot disease: genetical approach of the phenomenon and studies about hypersensitive or extreme susceptible behaviour of several cultivars. Pages 91-95. In: Proceedings of the EAPR Virology Section Meeting, Vitoria-Gasteiz, Spain, June 29 July, 1992.

Leiser, R-M. and J. Richter. 1978. Purification and some characteristics of potato virus Y. Archiv fur Phytopathologie und Pflanzenschutz, 14: 337-350.

Lizarrage, C. and E.N. Fernandez-Narthocote. 1989. Detection of potato virus X and Y in sap extracts by a modified indirect enzyme-linked immunosorbent assay on nitrocellulose membrane (NCM-ELISA). Plant Disease, 73: 11-14.

Loebenstein, G. and B. Raccah. 1980. Control of non-persistently transmitted aphid-borne viruses. Phytoparasitica, 8: 221-235.

Loebenstein, G., F. Akad, V. Filatov, G. Sadvakasova, A. Manadilova, H. Bakelman, E. Teverovsky, O. Lachman and A. David. 1997. Improved detection of potato leafroll luteovirus in leaves and tubers with a digoxigenin-labeled cRNA probe. Plant Disease, 81: 489-491.

MacKinnon, J.P. 1974. Detection, spread and aphid transmission of potato virus S. Canadian Journal of Botany, 52: 461-465.

Makkouk, K.M and D.J. Gumpf. 1974. Isolation and properties of potato virus Y ribonucleic acid. Phytopathology, 64: 115-118.

Mansour, A.N. 1999. Incidence of potato viruses in Jordan. Dirasat, Agricultural Sciences, 210: 313-319.

Marco, S. 1985. Serological reaction of beet western yellows and potato leafroll viruses in ELISA. Phytoparasitica, 13: 201-207.

Matthews, R.E.F. 1949. Studies on potato virus X. II. Criteria of relationships between strains. Annuals of Applied Biology, 36: 460-474.

Mayo, M.A., D. J. Robinson, C.A. Jolly and L. Hyman. 1989. Nucleotide sequence of potato leafroll luteovirus RNA. Journal of General Virology, 70: 1037-1051.

Misra, A., D.P. Choudhary, P.K. Mishra and A. Jha. 1979. Electron microscopical and serological investigations on 'Indian chilli mosaic virus'. Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 86: 39-42.

Mnari Hattab, M., C. Cherif and H. Hattab. 1994. Etude de lad multiplication de semences de pomme de terre en Tunisie: cas des maladies à virus. Annals de l' INRAT, 67: 1-2.

Moghal, S., P. Shivanathan, A. Mani, A.D. Al-Zadjali, T.S. Al-Zadjali and Y.M. Al-Raeesy. 1993. Status of Pests and Diseases in Oman: Series 1: Plant Diseases in the Batinah. Mazoon Printing Press, Directorate General of Agricultural Research, Rumais, Sultanate of Oman. Document No. 6/93/22. 150 pp.

Munro, J. 1981. Potato virus X. Pages 72-74. In: Compendium of Potato Diseases. W.J. Hooker (ed.). APS Press, St Paul, USA.

Murphy, P.A. and R. McKay. 1932. The compound nature of crinkle and its production by means of a mixture of viruses. Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society, 5: 227-247.

Nienhaus, F. and B. Stille. 1965. Ubertragung des Kartoffel-X-Virus durch Zoosporen von Synchytrium endobioticum. Phytopathologische Zeitschrift, 54: 335-337.

Nimer, F.T. 1993. Study of potato virus Y (PVY) and potato virus A (PVA) in Jordan Valley: inoculum sources and incidence. MSc. Thesis University of Jordan. Amman-Jordan. 71 pp.

Omar, R.A. 1967. Serological studies on potato virus X. Agricultural Research Review, 45: 68-76.

Omar, R.A., A.A. Kishtah and M.T. El-Banna. 1967. Investigation on some potato virus diseases in U.A.R. Agricultural Research Review, 47: 25-36.

Omer A.D. and S.M. El-Hassan 1992. Incidence of potato viruses and their effect on potato production in the Sudan. Crop Protection, 11: 477-479.

Provvidenti, R. and R.O. Hampton. 1992. Sources of resistance to viruses in the Potyviridae. Archives of Virology, Supplementum, 5: 189-211.

Puchta, H., T. Herold, K. Verhoven, A. Rohenhorst, K. Ramm, W. Schmidt-Puchta and H.L. Sanger. 1990. A new strain of potato spindle tuber viroid (PSTVd-N) exhibits major sequence differences as compared to all other strains sequenced so far. Plant Molecular Biology, 15: 509-511.

Querci, M., R.A. Owens, I. Bartolini, V. Lazarte and L.F. Salazar. 1997. Evidence for heterologous encapsidation of potato spindle tuber viroid in particles of potato leafroll virus. Journal of General Virology, 78: 1207-1211.

Ragsdale, D.W., E.B. Radcliffe and C.D. DiFonzo. 2001. Epidemiology and field control of PVY and PLRV. Pages 237-270. In: Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes. G. Loebenstein, P.H. Berger, A.A. Brunt and R.H. Lawson (eds.). Dordrecht, The Netherlands; Kluwer Academic Publishers.

Reeves, A.F., G.A. Porter, C.E. Cunningham, R.J. Nickeson, F.E. Manzer, T.M. Work, A.A. Davis and E.S. Plissey. 1994. Prestile: a new round white potato variety. American Potato Journal, 71: 89-97.

Robert, Y. and D. Bourdin. 2001. Aphid transmission of potato viruses. Pages 195-225. In: Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes. G. Loebenstein, P.H. Berger, A.A. Brunt and R.H. Lawson (eds.). Dordrecht, The Netherlands; Kluwer Academic Publishers.

Robert, Y. and Y. Maury. 1970. Capacités vectrices compares de plusieurs souches de *Mysus persicae* Sulz., *Aulacorthum solani* Kltb et *Macrosiphum euphorbiae* Thomas dans l'étude de la transmission de l'enroulement de la pomme de terre. Potato Research, 14: 154-157.

Roberts, F.M. 1946. Underground spread of potato virus X. Nature (London), 158: 663.

Robinson, D.J. and J. Romero. 1991. Sensitivity and specificity of nucleic acid probes for potato leafroll luteovirus detection. Journal of Virological Methods, 34: 209-219.

Rose, D.G. 1983. Some properties of an unusual isolate of potato virus S. Potato Research, 26: 49-62.

Rubies-Autonell, C., G. Faccioli and A. Colombarini. 1989. Detection of potato virus M in potato meristem tips and preliminary results on its eradication. Potato Research, 33: 42.

Sabek, A.M., H. Mazyad, M.M. Rifaat, J.K. Eskarous, H.S. Abdelkader and H.A. Amin. 2000. Detection of potato leaf roll virus by RT-PCR and a digoxigenin-labeled DNA probe. Pages 143-155. In: Proceeding of the 9th Congress of Phytopathology, Giza, Egypt.

Saied, S.M., M.A.Medany, F. Abo El-Abbas and M. El-Hammady. 2005. Forecasting incidence potato leaf roll virus disease in Egypt. Egyptian Journal of Virology, 2: 201-213.

Salazar, L.F. 1996. Potato Viruses and their Control. Lima, Peru: International Potato Center, 214 pp.

Sampson, P.J. and J.G. Stephens. 1981. The commercial acceptability of three old potato cultivars following latent virus eradication. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 21: 443-447.

Samson, R.G., T.C. Allen and J.L. Whitworth. 1993. Evaluation of direct tissue blotting to detect potato viruses. American Potato Journal, 70: 257-265.

Sangar, R.B.S., S.B. Lal and R.A. Singh. 1980. Occurrence of potato virus X on winter cherry. Journal of the Indian Potato Association, 7: 95-97.

Sangar, R.B.S., B.B. Nagaich and H.O. Agrawal. 1985. Potato virus S on wild potato (*Solanum chacoense* Bitt.). Current Science, India, 54: 436.

Schultz, E.S. and D. Folsom. 1923. Transmission, variation and control of certain degeneration diseases of Irish potatoes. Journal of Agricultural Research, 25: 43-117.

Shepard, J.F. 1970. A radial-diffusion test for simultaneous diagnosis of potato viruses S and X. Phytopathology, 60: 1669-1671.

Sigvald, R. 1984. The relative efficiency of some aphid species as vectors of potato virus Y (PVY). Potato Research, 27: 285-290.

Singh, R.P. and M. Singh. 1998. Specific detection of potato virus A in dormant tubers by reverse transcription polymerase chain reaction. Plant Disease, 82: 230-234.

Sip, V. 1972. Eradication of potato viruses A and S by thermotherapy and shoot culture. Potato Research, 15: 270-273.

Slack, S.A. 1983. Identification of an isolate of the Andean strain of potato virus S in North America. Plant Disease, 67: 786-789.

Smith, K.M. 1931. On the composite nature of certain potato virus diseases of the mosaic group as revealed by the use of plant indicators. Proceedings of the Royal Society, London, 189: 251-267.

Smith, K.M. 1933. The present status of plant virus research. Biological Reviews, 8: 136-179.

Soliman, A.M., A.A. Shalaby, B.N. Barsoum, G.G.Mohamed, M.K. Nakhla, H.M. Mazyad and D.P. Maxwell. 2000. Molecular charecterization and RT-PCR-ELISA detection of a potato virus X (PVX) isolate from Egypt. Pages 1791-1803. In: Proceeding of the 8th Conference of Agricultural development Research. Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, Egypt.

Souza-Dias J.A.C. A.S. Costa and A.M. Nardin. 1993. Potato leafroll virus in solanaceous weeds in Brazil explains severe outbreaks of the disease in absence of known potato donor sources. Summa Phytopathology, 19: 80-85.

Stace-Smith, R. and F.C. Mellor. 1968. Eradication of viruses X and S by thermotherapy and axillary bud culture. Phytopathology, 58: 199-203.

Stace-Smith, R. and J.H. Tremaine. 1970. Purification and composition of potato virus Y. Phytopathology, 60: 1785-1789.

Syller, J. and W. Marczewski. 1996. Transmission of potato spindle tuber viroid (PSTVd) by aphids. Pages 306-307. In: Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstrations, 13th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, 14-19 July 1996, Veldhoven, The Netherlands.

Tamada, T., B.D. Harrison and I.M. Roberts. 1984. Variation among British isolates of potato leafroll virus. Annals of Applied Biology, 104: 107-116.

Thomas, J.E. 1984. Characterization of an Australian isolate of tomato yellow top virus. Annals of Applied Biology, 104: 79-86.

Thomas J.E., 1993. Alternative hosts and the epidemiology of potato leafroll virus in Queensland. Australian Journal of Agricultural Reseach. 44: 1905-1916.

Thompson, G.J., D.C.A. Hoffman and P.J. Prins. 1987. A deviant strain of potato virus Y infecting potatoes in South Africa. Potato Research, 30: 219-228.

Thomson, A. 1956. Heat treatments and tissue culture as a means of freeing potatoes from virus. Nature, 177: 709.

Todd, J.M. 1958. The spread of potato mild mosaic over a distance. Scottish Agriculture, 38: 65-67.

Torrance, L., A.P. Larkins and G.W. Butcher. 1986. Characterization of monoclonal antibodies against potato virus X and comparison of serotypes with resistance groups. Journal of General Virology, 67: 57-67.

Valkonen, J.P.T, A. Contreras, E. Pehu and L.F. Salazar. 1992. Naturally occurring viral infections in *Solanum brevidens* and *S. fernandezianum*. Potato Research, 35: 411-417.

Varma, A. 1988. The Filamentous Plant Viruses In: The Plant Viruses. Vol. 4., P. 371. R. G. Milne (ed.). Plenum Press, New York.

Verhoeven, J.Th.J. and J.W. Roenhorst. 1995. Virological risks accompanying the increased interest in pepino (*Solanum muricatum*). Pages 109-122. In: Advances in Vegetable Virus Research. Proceeding of the 8th Conference on Virus Diseases of Vegetables, 9-15 July 1995, Prague, Czech Republic.

Vetten, H.J., U. Ehlers and H.L. Paul. 1983. Detection of potato viruses Y and A in tubers by enzyme-linked immunosorbent assay after natural and artificial break of dormancy. Phytopathologische Zeitschrift., 108: 41-53.

Walters, H.J. 1952. Some relationships of three plant viruses to the differential grasshopper, *Melanopus differentialis* (Thos.). Phytopathology, 42: 355-362.

Weidemann, H.L. and R. Koenig. 1990. Differentiation of isolates of potato virus S which infect *Chenopodium quinoa* systemically by means of quantitative cDNA hybridization tests. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 97: 323-327.

Welnicki, M. and C. Hiruki. 1992. Highly sensitive digoxigenin-labelled DNA probe for the detection of potato spindle tuber viroid. Journal of Virological Methods, 39: 91-99.

Wetter, C. 1971. Potato virus S. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 60. Ferry Lane, Kew , Surrey, England,.

Wetter, C. 1972. Potato virus M. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 87. Ferry Lane, Kew, Surrey, England

Wetter, C. and J. Volk. 1960. Versuche zur ubertragung der Kartoffel-viren M- und S-Viren durch *Myzus persicae* Sulz. European Potato Journal, 3: 158-163.

Winther-Nielson, P. 1972. Tractors spreading potato virus X. Tidsskrift for Planteavl, 76: 297-307.

الفصل العاشر

الفيروسات التي تصيب محاصيل البقوليات الغذائية الشتوية والعلفية البقولية

صفاء غسان قمري[1]، خالد محي الدين مكوك[1]، جبر خليل[2]، نوران عطار[1]، أسماء نجار[3] ومثنى المعاضيدي[4]
(1) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا)، حلب، سورية؛
(2) كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا؛ (3) المعهد الوطني للبحوث الزراعية أريانة، تونس؛
(4) وزارة الزراعة، بغداد، العراق.

المحتويات

1. المقدمة
2. الفيروسات التي تصيب المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية في المنطقة العربية
3. أهم الفيروسات التي تصيب المحاصيل البقولية الغذائية في المنطقة العربية
  1.3. فيروس الإصفرار الميت للفول
  2.3. فيروس التفاف أوراق الفول
  3.3. فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر
  4.3. فيروس تقزم فول الصويا
  5.3. فيروس التقزم الشاحب للحمص
  6.3. فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء
  7.3. فيروس موزاييك البازلاء المنقول بالبذور
  8.3. فيروس تلون بذور الفول
  9.3. فيروس تبرقش الفول
  10.3. فيروس ذبول الفول
  11.3. فيروس موزاييك وزوائد البازلاء-1
  12.3. فيروس الموزاييك الحقيقي للفول
  13.3. فيروس التلون البني المبكر للبازلاء
  14.3. فيروس موزاييك الفصة/الجت/البرسيم الحجازي
  15.3. فيروس موزاييك الخيار
4. الفيروسات التي تصيب المحاصيل البقولية العلفية في المنطقة العربية
5. استنتاجات عامة
6. المراجع

---

1. المقدمة

تعد المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية والعلفية من المحاصيل المهمة في المنطقة العربية، حيث تتسم المحاصيل البقولية بمقدرتها على تثبيت الآزوت الجوي، ويمكنها تحليل المركبات المعدنية الصعبة الإنحلال وتحويلها إلى مركبات سهلة التمثيل. كما تسهم هذه المحاصيل بدور مهم في زيادة خصوبة التربة وتزيد نسبة الآزوت فيها وبالتالي تؤدي إلى زيادة إنتاج المحاصيل التي تليها

في الدورة الزراعية. تتبع هذه المحاصيل الفصيلة البقولية Leguminosae، رتبة Fabales. تتعرض هذه المحاصيل للإصابة بالعديد من الفيروسات التي تسبب معظمها خسائر في إنتاج المحاصيل المصابة بها، وترتبط كمية الخسائر بمدى انتشار الفيروس، وحساسية الأصناف أو الأنواع المنزرعة. وتتراوح هذه الخسارة من لا شيء إلى تدهور تام للمحصول، كما حدث لمحصول الفول في المنطقة الوسطى بمصر خلال الموسم الزراعي 1992/1991، نتيجة الإصابة بفيروس الإصفرار الميت للفول (FBNYV) (Makkouk *et al.*, 1994).

نشر العديد من البحوث المرجعية عن الفيروسات التي تصيب المحاصيل البقولية الغذائية في العالم (Bos *et al.*, 1988؛ Cockbain, 1983)، أما في المنطقة العربية فقد تم نشر عدد قليل منها (Makkouk, 1994؛ Mamluk *et al.*, 1992؛ Makkouk *et al.*, 2002a, 2003c)، وجميعها لم يتعرض للمنطقة العربية ككل، مع العلم بأن هناك مسوحات عديدة أجريت على مستوى المنطقة العربية في مجال الفيروسات التي تصيب المحاصيل البقولية. في هذا الفصل سوف نقوم بجمع هذه البحوث مع بعضها البعض لتكوين فكرة شاملة عن وضع المحاصيل البقولية في المنطقة العربية، كما سنتعرض للفيروسات التي تصيب المحاصيل البقولية الشتوية (الفول، الحمص، العدس والبازلاء) والعلفية المسجلة في المنطقة العربية من حيث انتشارها، أضرارها، طرائق نقلها، الكشف عنها ومكافحتها.

تعد المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية [الفول (*Vicia faba* L.)، العدس (*Lens culinaris* Med.)، الحمص (*Cicer arietinum* L.)، البازلاء (*Pisum sativum* L.)] من أهم مصادر الطاقة والبروتين النباتي وأرخصها لنسبة عالية من السكان في المنطقة العربية، بالإضافة لأهميتها كعلف للحيوانات في بعض الدول. إن دور البقوليات في غذاء الإنسان أعظم بكثير مما توحي به كميات استهلاكها الصغيرة، وذلك بسبب محتواها العالي من البروتين والطاقة واستخداماتها في غذاء أشد الناس فقراً كبدائل للمنتجات الحيوانية. فالفول والعدس والحمص ترفع من قيمة الوجبات الغذائية التي تغلب فيها الحبوب، إذ أنها توفر مزيداً من الأحماض الأمينية الأساسية والمعادن. ولا عجب أن تسمى "لحم الفقراء". وعليه، تعتبر المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية من المحاصيل المهمة بيئياً وزراعياً واجتماعياً (Allen & Allen, 1981؛ Bos, 1996؛ Snobar & Haddad, 1993). بلغت المساحة الكلية للمحاصيل البقولية خلال عام 2006 في البلدان العربية حوالي 950 ألف هكتار (جدول 1).

2. الفيروسات التي تصيب المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية في المنطقة العربية

تتأثر إنتاجية المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية سلباً نتيجة إصابتها بالعديد من الأمراض والآفات مثل الفطور، النيماتودا، البكتيريا والفيروسات (Bos *et al.*, 1988؛ Mamluk *et al.*, 1989, 1992؛

Makkouk, 1994؛ Makkouk & Hanounik, 1993). تصاب المحاصيل البقولية الغذائية بعدد كبير من الفيروسات، وقد أشارت الدراسات السابقة إلى أن هذه المحاصيل تصاب طبيعياً بأكثر من 47 فيروساً، حيث وجد أن محصول الفول يصاب طبيعياً بحوالي 35 فيروساً، ومحصول الحمص بحوالي 14 فيروساً، ومحصول العدس بحوالي 12 فيروساً، ومحصول البازلاء بحوالي 30 فيروساً (حسن وآخرون، 1999؛ زيدان وآخرون، 2002؛ Bos *et al*., 1988؛ Cockbain, 1983؛ El-Muadhidi *et al*., 2001؛ Horn *et al*., 1993؛ Katul *et al*., 1993؛ Makkouk *et al*., 1992b, 1995, 1997). سجل منها 15 فيروساً في المنطقة العربية (حسن وآخرون، 1999؛ قمري وآخرون، 1993؛ Allam *et al*., 1979؛ Al-Musa & Mansour, 1984؛ Fortass & Bos, 1991؛ Katul *et al*., 1993؛ Makkouk & Kumari, 1998؛ Makkouk *et al*., 1988b, 1992b, 1994, 1995, 1997؛ Najar *et al*., 2000a؛ Russo *et al*., 1981). هذه الفيروسات بالاعتماد على التصنيف الحديث مبينة في الجدول رقم 2. هذا ومازالت الإصابة الفيروسية وتسجيل فيروسات جديدة في تزايد مستمر في العالم، حيث تكاد لا تخلو مجلة علمية متخصصة بأمراض النبات من نشر بحث أو أكثر في كل عدد لها يتضمن تسجيل فيروس جديد في منطقة ما أو على محصول ما في العالم.

جدول 1. إنتاج غالبية الدول العربية والعالم من المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية، إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة الدولية لعام 2006.

البلد	المساحة المزروعة (1000 هكتار)				الكمية المنتجة (1000 طن)			
	الفول الجاف	**الحمص**	**العدس**	**البازلاء الجافة**	**الفول الجاف**	**الحمص**	**العدس**	**البازلاء الجافة**
الجزائر	33.5	21.3	1.2	9.2	24.3	12.7	0.7	5.4
مصر	95.0	5.8	1.0	0.1	315.0	11.7	1.8	0.1
الأردن	-*	1.2	0.5	-*	-*	1.7	0.3	-*
لبنان	0.3	1.9	0.8	0.9	0.4	1.3	0.8	2.4
ليبيا	10.1	0.4	-*	3.7	14.0	0.3	-*	5.9
المغرب	169.0	75.0	50.0	36.0	180.5	66.3	34.2	24.3
السودان	60.0	6.7	-*	-*	138.0	12.0	-*	-*
سورية	16.4	86.3	145.0	3.5	33.9	65.2	165.0	5.5
تونس	49.9	21.7	2.9	7.5	47.0	25.1	1.3	6.9
اليمن	3.6	21.4	10.7	1.5	5.9	53.7	8.1	2.4
مجموع البلدان العربية	437.8	241.7	212.1	62.4	759.0	250.0	212.2	52.9
العالم	2609.1	10671.5	3847.8	6729.5	4576.6	8240.8	3455.1	10563.4
نسبة ما تزرعه البلدان العربية مقارنة بالعالم	16.8	2.3	5.5	0.9	16.6	3.0	6.1	0.5

*-: لا تتوفر معلومات.

جدول 2. الفيروسات المسجلة على المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية (حمص، عدس، فول وبازلاء) والعلفية البقولية طبيعياً في المنطقة العربية.

الأسم العربي	الأسم العلمي	الأسم المختصر	الجنس	الفصيلة/العائلة
فيروس موزاييك الفصة/ الجت/البرسيم الحجازي*	*Alfalfa mosaic virus*	AMV	*Alfamovirus*	*Bromoviridae*
فيروس التفاف أوراق الفول*	*Bean leafroll virus*	BLRV	*Luteovirus*	*Luteoviridae*
فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء*	*Bean yellow mosaic virus*	BYMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس تبرقش الفول*	*Broad bean mottle virus*	BBMV	*Bromovirus*	*Bromoviridae*
فيروس تلون بذور الفول*	*Broad bean stain virus*	BBSV	*Comovirus*	*Comoviridae*
فيروس الموزاييك الحقيقي للفول	*Broad bean true mosaic virus*	BBTMV	*Comovirus*	*Comoviridae*
فيروس ذبول الفول	*Broad bean wilt virus*	BBWV	*Fabavirus*	*Comoviridae*
فيروس الإصفرار الميت للفول*	*Faba bean necrotic yellows virus*	FBNYV	*Nanovirus*	*Nanoviridae*
فيروس موزاييك الخيار*	*Cucumber mosaic virus*	CMV	*Cucumovirus*	*Bromoviridae*
فيروس تقزم فول الصويا*	*Soybean dwarf virus*	SbDV	*Luteovirus*	*Luteoviridae*
فيروس التقزم الشاحب للحمص*	Chickpea chlorotic dwarf virus	CpCDV	*Mastrevirus*	*Geminiviridae*
فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر*	*Beet western yellows virus*	BWYV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس موزاييك وزوائد البازلاء-1*	*Pea enation mosaic virus*-1	PEMV-1	*Enamovirus*	*Luteoviridae*
فيروس موزاييك البازلاء المنقول بالبذور*	*Pea seed-borne mosaic virus*	PSbMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس التلون البني المبكر للبازلاء	*Pea early browning virus*	PEBV	*Tobravirus*	غير محددة

* سجلت هذه الفيروسات على المحاصيل البقولية العلفية أيضاً في المنطقة العربية.

تعتبر الحشرات وبخاصة حشرات المنّ، من أهم النواقل الحيوية التي تسهم في انتشار هذه الفيروسات، حيث وجد أن 10 فيروسات من أصل 15 فيروساً مسجلة على المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية في المنطقة العربية تنتقل بحشرات المنّ، خمسة منها تنتقل بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة (Non-persistent manner)، وخمسة تنتقل بالطريقة الباقية/المثابرة (Persistent manner). ومن أهم الفيروسات في المنطقة، والتي تنتقل بحشرات المنّ بالطريقة الباقية/المثابرة، فيروس الإصفرار الميت للفول (FBNYV) والفيروسات التابعة لعائلة الفيروسات المسببة للاصفرار (*Luteoviridae*).

عند التعرف على فيروس ما، لابد من إجراء اختبارات عديدة ودقيقة للتعرف على ماهيته (مثل الاختبارات السيرولوجية، دراسة الصفات الفيزيائية والكيميائية للفيروس، الشكل المظهري ....الخ). لأن تحديد ماهية الفيروس بالاعتماد على الأعراض الظاهرية لاتكفي، فعلى على سبيل المثال خلال الفترة ما بين 1960–1985 كان يعتقد بأن جميع الفيروسات التي تسبب الاصفرار

للمحاصيل البقولية عائدة إلى فيروس التفاف أوراق الفول (BLRV)، ولكن تبين من الدراسات المنفذة حديثاً أن الفيروسات التي تسبب الاصفرار للمحاصيل البقولية الغذائية الشتوية ليست عائدة لفيروس واحد وإنما لمجموعة من الفيروسات التي تختلف فيما بينها من الناحية الفيزيائية والكيميائية ولكنها تتشابه في الأعراض التي تسببها على النباتات المصابة. تتكاثر هذه الفيروسات بشكل عام في اللحاء وتؤدي في معظم الأحيان إلى موت النباتات المصابة. ومن أهم الفيروسات التي تسبب الاصفرار: فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر (BWYV)، فيروس التفاف أوراق الفول (BLRV)، فيروس تقزم فول الصويا (SbDV)، فيروس موزاييك وزوائد البازلاء-1 (PEMV-1)، فيروس الإصفرار الميت للفول (FBNYV)، وفيروس التقزم الشاحب للحمص (CpCDV). وجميع الفيروسات السابقة تنتقل بحشرات المنّ بالطريقة الباقية/المثابرة عدا الفيروس الأخير الذي ينتقل بنطاطات الأوراق (leafhoppers).

3. أهم الفيروسات التي تصيب المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية في المنطقة العربية

1.3. فيروس الإصفرار الميت للفول

***Faba bean necrotic yellows virus* (FBNYV، جنس *Nanovirus*، عائلة *Nanoviridae*)**

الصفات العامة – لوحظ فيروس FBNYV لأول مرة في سورية عام 1987 على محصول الفول، حيث سبب هذا الفيروس اصفرار وتقزم نبات الفول ترافق مع موت تدريجي للنبات (مكوك وآخرون، 1992a)، وقد تم وصف هذا الفيروس لاحقاً بشكل مفصل باستخدام عزلات فيروسية من سورية ومصر (Katul *et al*., 1993, 1995a, 1997, 1998, 1999). تتسم جسيمات هذا الفيروس بكونها متساوية الأبعاد (Isometric)، قطرها 18 نانومتراً، والحمض النووي من نوع DNA دائري وحيد السلسلة، ويتكون المكنون الوراثي لهذا الفيروس على الأقل من سبعة أحماض نووية وحيدة السلسلة من نوع DNA بحجم 1000 قاعدة آزوتية/أساس قاعدي، وجميع هذه الأحماض النووية مغلفة بغلاف بروتيني من نوع واحد وزنه الجزيئي حوالي 22 كيلو دالتون (Katul *et al*., 1993, 1995a, 1997, 1998, 1999). وقد وجد أن لهذا الفيروس علاقة سيرولوجية مع فيروس تقزم البيقة الحليبية (MDV) المعزول في اليابان (Franz *et al*., 1996)، ولهذا يعتقد بأن لفيروس FBNYV انتشاراً جغرافياً واسعاً يمتد من المغرب إلى اليابان.

الأعراض والمدى العوائلي – تتسم أعراض هذا الفيروس على نباتات الفول بالتقزم، وتصبح الأوراق المصابة ثخينة وسهلة الكسر وكأسية الشكل بالإضافة إلى ظهور اصفرار فيما بين العروق (شكل 1). ومع تقدم عمر النباتات المصابة تموت الأوراق المسنة، كما تؤدي الإصابة

إلى عدم ظهور جذور أو أوراق أو أزهار جديدة، وإلى موت النبات في مرحلة لاحقة (Katul *et al.*, 1993). كما سبب هذا الفيروس اصفراراً وتقزماً على نباتات الحمص والعدس (شكل 1) والبازلاء وبعض الأنواع البقولية العلفية والبرية في سورية (مهنا، 1994). وظهرت أعراض احمرار على بعض المدخلات الوراثية للعدس المزروع مثل المدخل الوراثي "ILL 1868" وبعض مدخلات العدس البري (*Lens odemensis* Ladizinsky) مثل المدخل رقم "ILWL 36"، وبعض الأنواع البقولية العلفية مثل .*Vicia bithynica* (L.) L، وإلى تحول الأوراق إلى شكل إبري كما في النوع .*Vicia grandiflora* Scop أو تشوه في شكل الأوراق مثل الحمص البري من النوع .*Cicer bijugum* Rech.f، عند إعدائها بعزلة سورية (مهنا، 1994)، وبالإضافة لذلك فقد اختلفت أعراض الفيروس بإختلاف صنف العدس المستخدم (احمرار، أو اصفرار، أو اصفرار مع تقزم) عند اعدائها بعزلة سورية تحت الظروف الحقلية (قمري، 2002؛ Makkouk & Kumari, 1999). كما أدت الإصابة المبكرة لمحصولي الفاصولياء واللوبياء إلى موت النباتات أو تساقط الأزهار أو تكوين قرون صغيرة ضامرة وغالباً تكون خالية من البذور (Franz *et al.*, 1995).

لهذا الفيروس مدى عوائلي واسع، حيث سجل طبيعياً في سورية على الفول والحمص والعدس والبازلاء (Makkouk *et al.*, 1992b ؛Katul *et al.*, 1993 ؛Horn *et al.*, 1995)، وعلى بعض المحاصيل البقولية الغذائية الصيفية مثل الفاصولياء واللوبياء (Franz *et al.*, 1995). كما سجل في المغرب على الفول، ووجد أن بعض الأعشاب الضارة تعتبر عائل له مثل *Trifolium* .sp، .*Astragulus boeticus* L و .*Vicia sativa* L (El-Amri, 1999a, 1999b). وتحت ظروف الإعداء الاصطناعي سجل على كل من الترمس (.*Lupinus varius* L) (Jbara, 2000) وفول الصويا (.*Glycine max* L) (Franz *et al.*, 1997). كما وجد أن العديد من الأنواع البقولية العلفية أو البرية حساسة للإصابة به تحت ظروف الإعداء الاصطناعي وتتبع الأجناس التالية: *Astragalus*، *Coronilla*، *Hippocrepis*، Lablab purpureus (L.) Sweet، *Lathyrus*، *Medicago*، *Melilotus*، *Onobrychis*، *Scorpiurus*، *Tetragonolobus*، *Trifolium*، *Trigonella*، *Vicia* (مهنا وآخرون، 1994؛ Franz *et al.*, 1997؛ Jbara, 2000؛ Katul *et al.*, 1993). وفي دراسة أجريت في الأردن، وجدت بعض الأنواع النباتية التي لا تتبع العائلة البقولية قابلة للإصابة بهذا الفيروس مثل: الخبيزة البرية (.*Malva parviflora* L) والباميا (.*Hibiscus esculentus* L) (Al-Nsour, 1997 ؛Al-Nsour *et al.*, 1998).

طرائق الإنتقال – ينتقل هذا الفيروس بحشرات المنّ بالطريقة الباقية/المثابرة، وتسهم حشرات المنّ التالية بنقله: منّ اللوبياء (.*Aphis craccivora* Koch)، منّ البازلاء الأخضر (*Acyrthosiphon pisum* Harris)، ومنّ الفول (*Aphis fabae* Scopoli) (Katul *et al.*, 1993).

وفي دراسة لمعرفة كفاءة أنواع المنّ الثلاثة السابقة في نقل فيروس FBNYV، وجد بأن منّ البازلاء الأخضر ومنّ اللوبياء كانا ذَوَيْ كفاءة عالية في نقل الفيروس (Franz *et al.*, 1998)، وكان منّ الفول ضعيف الكفاءة (Katul *et al.*, 1993). أما في الأردن، فوجد أن منّ اللوبياء أكثر الأنواع كفاءة (71.8%)، تلاه منّ الفول (30%)، في حين كان منّ البازلاء الأخضر أقل الأنواع كفاءة (10.2%) (Salem, 1997) وفي المغرب، وجد أن منّ اللوبياء أكثر الأنواع كفاءة (78%)، تلاه منّ الفول (60%) ومنّ البازلاء (48%) عندما استخدم 5 حشرات/نبات (El-Amri, 1999b). لا ينتقل هذا الفيروس بوساطة البذور أو بالإعداء الميكانيكي شأنه في ذلك شأن معظم الفيروسات الأخرى التي تنتقل بحشرات المنّ بالطريقة الباقية/المثابرة وتوجد في اللحاء (Katul *et al.*, 1993, 1995b ؛Bos & Makkouk, 1994 ؛Al-Nsour, 1997).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – أشارت عمليات الحصر التي أجريت على المحاصيل البقولية الغذائية إلى أن فيروس FBNYV منتشر في أغلب الدول العربية ويؤدي إلى خسائر كبيرة، حيث سجل لأول مرة على محصول الفول في كل من مصر، الأردن، لبنان، سورية؛ وعلى محصول العدس في كل من الجزائر، مصر، لبنان، سورية؛ وعلى محصول الحمص في كل من الجزائر، مصر، لبنان، سورية؛ وعلى بعض المحاصيل العلفية (*Medicago*، *Melilotus*، *Trifolium*، *Vicia*) في كل من مصر وسورية (Katul *et al.*, 1993). ثم تتابع تسجيل هذا الفيروس في الدول العربية مع زيادة خطورته، حيث سجل على محصول الفول في كل من الأردن (Al-Nsour *et al.*, 1998 ؛Al-Nsour, 1997) ومصر (Makkouk *et al.*, 1994) وتونس (Najar *et al.*, 2000a, 2000b) واليمن (مكوك وآخرون، 1998) وليبيا (فضل، 2001؛ فضل وآخرون، 2003، 2005). كما سجل على محصولي الفول والحمص في السودان (Makkouk *et al.*, 2003a) والمغرب (وبربوين وفرطاس، 1997؛ El-Amri, 1999a) والجزائر (ليندة، 2000؛ Ait Yahia *et al.*, 1997a)، وعلى محصولي الفول والعدس في العراق (Makkouk *et al.*, 2001a ؛El-Muadhidi *et al.*, 2001)، وعلى محصول الحمص في لبنان (Horn *et al.*, 1993)، وعلى محصول البازلاء في ليبيا (زيدان، 1996؛ زيدان وآخرون، 2002)، وعلى معظم المحاصيل البقولية الغذائية والعلفية في سورية (حسن، 1999؛ قمري، 2002؛ مهنا، 1994؛ Makkouk *et al.*, 1992b ؛Katul *et al.*, 1993 ؛Franz *et al.*, 1995). كما وجد بأنه يصيب بعض البقوليات البرية وبعض الأعشاب الضارة في الجزائر (ليندة، 2000).

خلال التقصي عن هذا الفيروس في المغرب خلال موسمي 1996/97 و 1997/98، وجد بأن هذا الفيروس موجود في كل المناطق التي تم زيارتها، ولكن منطقة الأطلس المتوسط كانت الأكثر إصابة وتمثل مصدراً مهماً لانتشار هذا الفيروس في المغرب، وكانت نسبة وجود هذا الفيروس في العينات المفحوصة 64% من مجموع 420 عينة مفحوصة (El-Amri, 1999a).

وبلغت نسبة وجود الفيروس في عينات الفول التي جمعت من المنطقة الوسطى في مصر خلال شباط/فبراير 1993، آذار/مارس 1993 وشباط/فبراير 1994، في حدود 64.8%، 73.5% و 74.4% للفترات الثلاث السابقة، على التوالي (Makkouk *et al.*, 1994). كما بلغت نسبة عينات الفول المصابة بفيروس FBNYV المجموعة من غور الأردن خلال كانون الثاني/يناير 1996 حوالي 68.3% (قمري، 2002)، وبلغت نسبة الفيروس في عينات الفول والحمص والعدس المجموعة من سورية خلال الفترة ما بين 1998–2001، حوالي 49%، 22% و 50%، للمحاصيل الثلاثة السابقة، على التوالي (قمري، 2002).

يعتبر هذا الفيروس من أهم الفيروسات التي تصيب محصول الفول في الأردن ومصر ولبنان وسورية، ويحدث خسارة كبيرة في المحصول وبخاصة عندما تحصل الإصابة في عمر مبكر للنباتات كما حدث في مصر خلال الموسم الزراعي 1992/1991 (Makkouk *et al.*, 1994). حيث تسهم الظروف الطبيعة بدور كبير في انتشار وتوزع هذا الفيروس، فقد وجدت أعلى نسبة إصابة به في المنطقة الوسطى في مصر (محافظتي بني سويف والمنيا)، ووادي الأردن والمنطقة الساحلية من سورية وتركيا، وفي جميع هذه المناطق يكون الشتاء دافئاً ودرجة الحرارة لا تنخفض عن 5 °س. وتتيح درجات الحرارة المناسبة لحشرات المنّ، الناقل الأساسي لهذا الفيروس، بالتكاثر والنشاط وبالتالي انتشار الفيروس (Makkouk *et al.*, 1998).

طرائق الكشف – بالإضافة للأعراض الظاهرية التي يسببها فيروس FBNYV، والمدى العوائلي وطريقة الانتقال بحشرات المنّ والتي يمكن أن تدل على وجود الفيروس بشكل مبدئي، فإن هناك طرائق أخرى أكثر دقة للكشف عنه. فقد نجح اختبار اليزا بالاحتواء الثنائي للفيروس بالأجسام المضادة (DAS-ELISA)، واختبار اليزا بالاحتواء الثلاثي للفيروس بالأجسام المضادة (TAS-ELISA) واختبار بصمة النسيج النباتي (TBIA) في كشفه (مكوك وقمري، 1996؛ Franz *et al.*, 1996؛ Katul *et al.*, 1993). كما أعطى اختبار الوصمة الغربية (Western blot) نتائج جيدة في الكشف عن هذا الفيروس عن طريق تقدير الوزن الجزيئي للغلاف البروتيني للفيروس (قمري، 2002؛ Franz *et al.*, 1996؛ Katul *et al.*, 1993)، كما مكن اختبار التفاعل المتسلسل لإنزيم البوليميراز (PCR) من الكشف عن الفيروس (Shamloul *et al.*, 1999).

تم انتاج أمصال مضادة متعددة الكلون لعزلة سورية من هذا الفيروس سواء عن طريق حقن الأرنب بالفيروس النقي المعزول من النبات مباشرة (Katul *et al.*, 1993) أو عن طريق حقن الأرنب بالغلاف البروتيني للفيروس المصنع بالبكتيريا *Esherichia coli* (Kumari *et al.*, 2001). كما تم انتاج عدد من الأمصال المضادة وحيدة الكلون لعزلتين الأولى

سورية والثانية مصرية، وجميع هذه الأمصال ذات كفاءة عالية للكشف عن هذا الفيروس (Franz *et al.*, 1996).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – أجريت دراسات متعددة لتقليل الإصابة بهذا الفيروس أو الحد من انتشاره مثل مكافحة حشرات المنّ الناقلة له، والتأخير في موعد الزراعة، واستئصال النباتات المصابة في بداية الموسم، وقد أدت كل هذه الإجراءات الوقائية إلى التقليل من الإصابة بالفيروس (Kumari *et al.*, 2004a؛ Makkouk *et al.*, 1998). ويعتبر استعمال الأصناف المقاومة طريقة فعالة في الوقاية من الإصابة والإقلال من الخسائر التي يسببها الفيروس (Makkouk *et al.*, 1998؛ Mouhanna *et al.*, 1994). تم الحصول على 15 مدخلاً وراثياً من العدس تملك مقاومة لهذا الفيروس ولأكثر من موسم زراعي، وأربع مدخلات وراثية مقاومة للفيروسين FBNYV و BLRV معاً، ومدخلين وراثيين مقاومين لثلاثة فيروسات معاً (FBNYV، BLRV و SbDV) (قمري، 2002؛ Makkouk *et al.*, 2001b).

كما وجد أن حركة الفيروس وتكاثره تختلف من مدخل وراثي إلى آخر، حيث تم الكشف عن الفيروس بعد 4 أيام من العدوى في المدخلات الوراثية الحساسة من العدس (ILL 7127 و ILL 7010)، في حين تم الكشف عنه بعد 10 أيام من العدوى في المدخلات الوراثية المقاومة (ILL 213 و ILL 292) (Jbara, 2000).

وفي تجربة اجريت في سورية، لدراسة تأثير المبيد الحشري جاوشو (Imidacloprid) على نسبة الإصابة بفيروس FBNYV، وجد بأن نسبة الإصابة بالفيروس انخفضت من 28.0% في القطع غير المعاملة بالمبيد إلى 1.0% في القطع التي عوملت بذورها قبل الزراعة بالمبيد بتركيز 2.8 غ مادة فعالة/كغ بذور وذلك عند اعداء القطع بحشرات المنّ الحاملة للفيروس بعد شهرين من الزراعة (Makkouk & Kumari, 2001).

2.3. فيروس التفاف أوراق الفول

(*Bean leafroll virus* (BLRV)، جنس *Luteovirus*، عائلة *Luteoviridae*)

الصفات العامة – وصف فيروس BLRV لأول مرة في ألمانيا (Quantz & Volk, 1954)، وحددت صفاته من قبل Ashby و Huttinga (1979). ويعتبر هذا الفيروس من الفيروسات المهمة في أوروبا، وقد تم تسجيله في معظم بلدان العالم (Bos *et al.*, 1988)، وهو يصيب البقوليات بصفة رئيسية. تتسم الجسيمات الفيروسية بكونها متساوية الأبعاد، قطرها 27 نانومتراً، والحمض النووي ريبي خطي أحادي السلسلة، وزنه الجزيئي 2.4×10^6 دالتون، والوزن الجزيئي للغلاف البروتيني حوالي 32,500 دالتون (Ashby & Huttinga, 1979). والوزن الجزيئي

للجسيمة يساوي 6 مليون دالتون (van Regenmortel *et al.*, 2000). أُعْطِيَ هذا الفيروس عدة أسماء مشتقة من المحصول المصاب، والأعراض التي يسببها مثل: فيروس اصفرار البقوليات، فيروس التفاف أوراق البازلاء، فيروس اصفرار القمة في البازلاء، فيروس اصفرار العدس، فيروس تقزم الحمص، وكان يسمى أيضاً فيروس فصة ميتشيجان.

الأعراض والمدى العوائلي – يسبب هذا الفيروس اصفراراً والتفافاً لأوراق الفول التي تصبح جلدية الملمس، كما يوقف تشكل الأزهار وتكوين القرون (شكل 1). تؤدي الإصابة المبكرة للنبات إلى تقزمه وصغر حجم الأوراق حديثة التكوين بالإضافة إلى النضج المبكر للنبات (Kaiser, 1973؛ Tinsley, 1959). كما يسبب الفيروس اصفراراً وتقزماً لكل من العدس، الحمص، الفاصولياء واللوبياء، واحمرار أوراق نباتات الفصة. كما تختلف أعراض الفيروس على النوع النباتي الواحد بإختلاف أصنافه، حيث وجد بأن هذا الفيروس يسبب أعراضاً مختلفة بإختلاف صنف العدس المستخدم (احمرار، أو اصفرار، أو اصفرار مع تقزم) عند إعدائها بعزلة سورية تحت الظروف الحقلية (قمري، 2002؛ Makkouk & Kumari, 1999).

يصيب فيروس BLRV بالدرجة الأولى العائلة البقولية، وقد وجد أن أكثر من 24 نوعاً تتبع العائلة البقولية قابلة للإصابة به، ومن أهم هذه المحاصيل: الفول، الحمص، العدس، البازلاء، فول الصويا، اللوبياء، الفاصولياء، الجلبان، البرسيم، الفصة (Cockbain & Gibbs, 1973؛ Johnstone *et al.*, 1984b). أشير إلى إصابة ثلاثة أنواع غير بقولية فقط بهذا الفيروس وهي: النوعان *Erodium cicutarium* L. و *E. moschatum* L'Her اللذان يتبعان فصيلة Geraniaceae، والنوع *Montia perfliata* Howell الذي يتبع فصيلة Portulacaceae (Johnstone *et al.*, 1984b).

طرائق الانتقال – لا ينتقل هذا الفيروس بوساطة البذور أو بالعصارة النباتية أو بالحامول، لكنه كبقية أفراد فيروسات عائلة *Luteoviridae*، ينتقل بوساطة حشرات المنّ فقط بالطريقة الباقية/المثابرة. ويتميز هذا الفيروس بالتخصص العالي بالنسبة لنواقله الحشرية، ويعزى ذلك إلى الاختلافات الوراثية بين أنواع حشرات المنّ وسلالاتها. ويعتبر منّ البازلاء الأخضر الأكثر كفاءة في نقل هذا الفيروس. وهناك أنواع أخرى من حشرات المنّ تساهم في نقله مثل: منّ الفول، منّ اللوبياء، منّ البازلاء الأخضر، منّ البطاطا/البطاطس (*Macrosiphum euphorbiae* Thos.)، منّ الدراق الأخضر (*Myzus persicae* Sulzer) ومنّ القطن (*Aphis gossypii* Glover) (Ashby, 1984؛ Johnstone *et al.*, 1984b). إلا أن هذه الأنواع تختلف في كفاءة نقلها للفيروس وذلك حسب العزلة الفيروسية، كما تعتبر الحوريات أكثر كفاءة في نقل الفيروس من الحشرات الكاملة (Cockbain & Costa, 1973). وتتأثر كفاءة النقل أيضاً بالنوع وبعزلة

حشرات المنّ المستعملة (Stubbs, 1955). وقد أشارت الدراسات السابقة إلى عجز منّ الفول عن نقل السلالات الأوروبية لهذا الفيروس (Thottapilly, 1969؛ Cockbain & Costa, 1973). وجد في الجزائر بأن ثلاثة أنواع من حشرات المنّ (منّ البازلاء الأخضر، منّ الفول ومنّ اللوبياء) قادرة على

نقل عزلة من فيروس BLRV عزلت من نبات حمص (Ait Yahia *et al.*, 1999)، وكان منّ البازلاء الأخضر ذو كفاءة عالية جداً في نقل عزلة سورية من هذا الفيروس (قمري، 2002). وبلغت كفاءة نقل ثلاثة أنواع من حشرات المنّ لعزلة سورية من هذا الفيروس 97.5%، 90.6% و 90.0% لمنّ البازلاء الأخضر، منّ اللوبياء ومنّ الفول، على التوالي (Skaf & Makkouk, 1988).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – تم ملاحظة فيروس BLRV بنسبة عالية على محصول الفول بناء للأعراض الظاهرية خلال المسح الحقلي الذي اجري في 6 دول عربية (مصر، لبنان، المغرب، السودان، سورية وتونس) (Makkouk *et al.*, 1988b)، كما تم تسجيل هذا الفيروس في العراق على محصولي العدس والحمص بناء للأعراض الظاهرية (Kassim, 1997). ومن ثم سجل هذا الفيروس في معظم الدول العربية بناءً على الاختبارات السيرولوجية (سواء باستخدام أمصال مضادة وحيدة الكلون أو متعددة الكلون)، حيث سجل على محصول الفول في المغرب (Fortass & Bos, 1991)، مصر (Makkouk *et al.*, 1994)، اليمن (مكوك وآخرون، 1988)، الأردن (قمري، 2002)، وعلى محصولي الفول والعدس في تونس (Najar *et al.*, 2000a) والعراق (El-Muadhidi *et al.*, 2001)، وعلى محصول الحمص في الجزائر (Ait Yahia *et al.*, 1997a, 1999) والعراق (قاسم وأحمد، 2003)، وعلى معظم المحاصيل البقولية الغذائية والعلفية في سورية (حسن وآخرون، 1999؛ قمري، 2002؛ مهنا وآخرون، 1994).

طرائق الكشف – نجحت دراسات متعددة في عزل فيروس BLRV ومن ثم إنتاج أمصال مضادة عديدة الكلون تكشف عنه في أنسجة النباتات المصابة باختبار DAS-ELISA (Ashby & Huttinga, 1979؛ D'Arcy *et al.*, 1989). كما تم إنتاج أجسام مضادة وحيدة الكلون ومتخصصة لهذا الفيروس (مثل 6G4 و 4B10) (Katul, 1992)، استطاعت الكشف عنه بسهولة وبحساسية عالية باستخدام اختباري TAS-ELISA واختبار بصمة النسيج النباتي (قمري، 2000؛ مكوك وقمري، 1996؛ Katul, 1992).

تم انتاج مصل مضاد متعدد الكلون لعزلة جزائرية من فيروس BLRV معزولة من نبات حمص ذات نوعية جيدة، كما تم الكشف عن هذه العزلة بنجاح بعدة اختبارات

(Ait Yahia *et al.*, 1999). كما تم انتاج مصل مضاد متعدد الكلون لهذا الفيروس ضد عزلة سورية بكفاءة عالية (مكوك وقمري، بحوث غير منشورة).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – توجد دراسات قليلة عن الوقاية أو الحد من انتشار هذا الفيروس. تم في سورية الحصول على 15 صنفاً من الفول مقاومة لفيروس BLRV وذلك عن طريق الانتخاب لمدة 4 سنوات تحت ظروف الإعداء الاصطناعي الكثيف بحشرات المنّ وتحت الظروف الحقلية. حفظت هذه الأصناف في بنك الاصول الوراثية التابع للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا) تحت الأرقام المتسلسلة من الرقم BPL 5271 حتى الرقم BPL 5285، ويرجع أصل بعض هذه الأصناف إلى بعض الدول العربية مثل BPL 5276 (تونس)، BPL 5277 (السودان)، BPL 5281 (اليمن) (قمري، 2002؛ Makkouk *et al.*, 2002b). كما تم الحصول على 6 أصناف عدس مقاومة لهذا الفيروس ولمدة ثلاث سنوات متتالية تحت ظروف الإعداء الاصطناعي الكثيف بحشرات المنّ الحاملة للفيروس، وهذه الأصناف هي: ILL74، ILL75، ILL82، ILL213، ILL214، ILL6816، ILL5480 و ILL7213، كما أظهر الصنفان ILL74 و ILL75 مقاومة لفيروسي FBNYV و SbDV، وقد أبدت الأصناف ILL82، ILL213، ILL214 و ILL6816 مقاومة لفيروس FBNYV بالإضافة لمقاومتها لفيروس التفاف أوراق الفول (قمري، 2002؛ Makkouk *et al.*, 2001b).

وفي تجربة اجريت في سورية لدراسة تأثير المبيد الحشري جاوشو (Imidacloprid) على نسبة الإصابة بفيروس BLRV، وجد أن نسبة الإصابة انخفضت من 92.0% في القطع غير المعاملة بالمبيد إلى 13.0% في القطع التي عوملت بذورها قبل الزراعة بالمبيد بتركيز 2.8 غ مادة فعالة/كغ بذور وذلك عند إعداء النباتات بحشرات المنّ الحاملة للفيروس بعد شهرين من الزراعة (Makkouk & Kumari, 2001). واستطاع هذا المبيد حماية نباتات الفول من الإصابة بفيروس BLRV عندما اعديت بالفيروس بعد شهرين من الزراعة، ولكن لم يلاحظ تأثير للمبيد عن إعداء النباتات بعد ثلاثة أشهر من الزراعة ولنفس المعاملات. بالإضافة إلى ذلك، فإن المبيد جاوشو أعطى فعالية جيدة في حالة الأصناف الحساسة ومتوسطة الحساسية، في حين لم يعطِ أي تأثير على الأصناف المقاومة للعدس (Makkouk & Kumari, 2001).

أظهرت تجربة أخرى أجريت في سورية، أن حركة الفيروس وتكاثره تختلف من مدخل وراثي إلى آخر، حيث تم الكشف عن الفيروس بعد 3 أيام من العدوى في المدخلات الوراثية الحساسة من العدس وبعد اسبوع في مدخلات الفول الحساسة، في حين لم يتم الكشف عنه مطلقاً في المدخل الوراثي المقاوم من العدس (ILL74) والمدخلات الوراثية المقاومة من الفول (BPL5278 و BPL5279) حتى بعد 18 يوماً من العدوى في العدس و 5 أسابيع في الفول (Kumari & Makkouk, 2003).

3.3. فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر

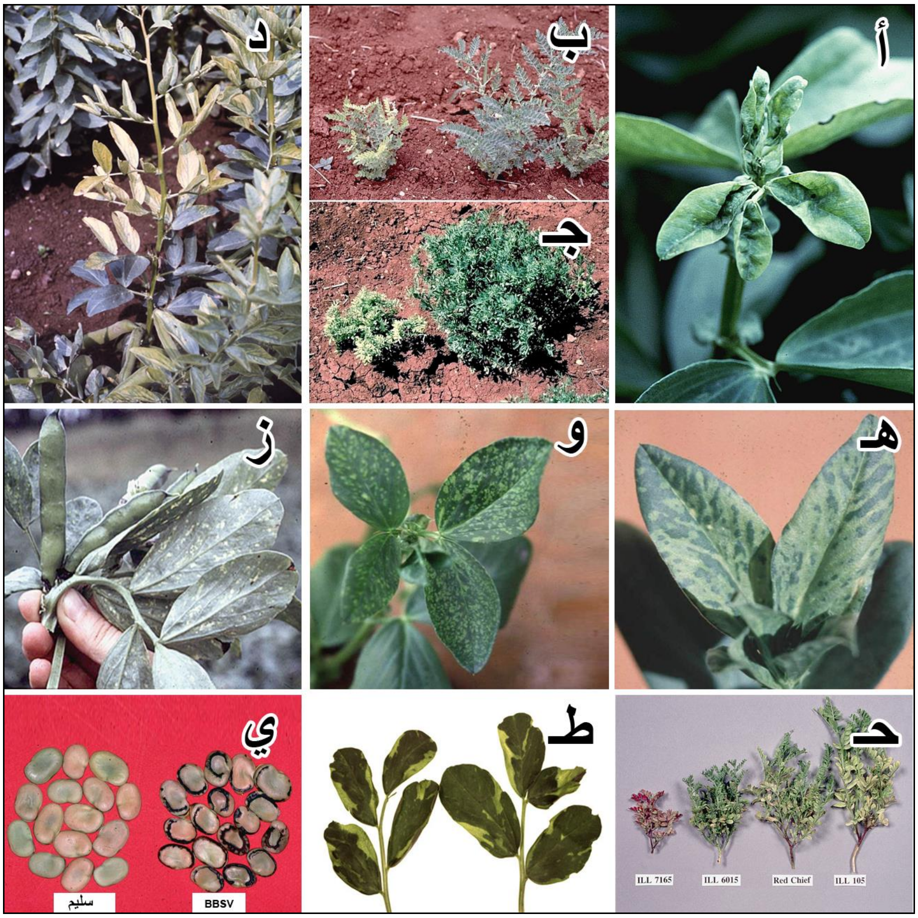
(*Beet western yellows virus* BWYV، جنس *Polerovirus*، عائلة *Luteoviridae*)

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس لأول مرة في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية (Duffus, 1969). تتسم جسيمات هذا الفيروس بكونها متساوية الأبعاد قطرها 26 نانومتراً وتحتوي 180 وحدة بروتين (van Regenmortel *et al.*, 2000). يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي احادي السلسلة (Veidt *et al.*, 1988). يملك الفيروس نوعين من البروتينات الأول وزنه الجزيئي 56 كيلو دالتون والثاني 24 كيلو دالتون (Falk & Duffus, 1984). ومن الأسماء السابقة لهذا الفيروس: فيروس اصفرار الخبيزة، وفيروس الاصفرار الخفيف للفت.

الأعراض والمدى العوائلي – تتسم أعراض هذا الفيروس بظهور احمرار على أوراق *Gomphrena globosa* L.، *Trifolium incarnatum* L.، البرسيم الأرضي (*Trifolium subterraneum* L.)؛ واصفرار أو شحوب على كل من عشبة كيس الراعي (*Capsella bursa-pastoris* L.)، *Tetragonia expansa* Thunb.، الفول، البازلاء، فول الصويا؛ كما يسبب هذا الفيروس تقزماً واصفراراً للحمص (Boswell & Gibbs, 1983).

لهذا الفيروس مدى عوائلي واسع، حيث وجد أنه يصيب أكثر من 150 نوعاً، تتبع 24 فصيلة نباتية. كما يصيب عدداً من الأعشاب الشائعة التي تسهم بدور مهم كمصدر دائم للعدوى، فهو بذلك يختلف عن الفيروسات الأخرى المسببة للاصفرار في كونها تصيب أنواعاً نباتية أغلبها يقع ضمن عائلة واحدة. ومن أهم المحاصيل النباتية التي يصيبها: الحمص، البازلاء، الفول، العدس، فول الصويا، البرسيم، الجلبان، الفصة، الشوندر السكري/البنجر، السبانخ، عباد الشمس، الخس، الملفوف، الفجل، الخيار، البطيخ، الخبازة (Brunt *et al.*, 1996). وقد وجد هذا الفيروس بشكل وبائي على محصول الحمص في كاليفورنيا حيث وصلت نسبة الإصابة به إلى 100% الأمر الذي يؤدي إلى خسارة كبيرة في الإنتاج (Bosque-Perez & Buddenhagen, 1990).

طرائق الانتقال – ينتقل هذا الفيروس بواسطة حشرات المنّ بالطريقة الباقية/المثابرة فقط، ومن أهم أنواع حشرات المنّ التي تنقل هذا الفيروس منّ اللوبياء، منّ القطن، منّ البطاطا/البطاطس، منّ الدراق الأخضر و *Aulacorthum solani* (Kaltenbach)، ويعتبر منّ الدراق الأخضر أكفأ أنواع المنّ في نقل الفيروس (Boswell & Gibbs, 1983).



شكل 1. أعراض اصفرار وتشكل الأوراق الكاسية للنبات الفول (أ) اصفرار وتقزم نباتات الحمص (ب) والعدس (جـ) (النباتات المصابة على اليسار والسليمة على اليمن) الناتجة عن الإصابة بفيروس الإصفرار الميت للفول (FBNYV)؛ اصفرار والتفاف أوراق الفول مع عدم ظهور الأزهار أو القرون الناتجة عن الإصابة بفيروس التفاف أوراق الفول (BLRV) (د)؛ أعراض الموزاييك على أوراق الفول الناتجة عن الإصابة بفيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء (BYMV) (هـ)؛ تبرقش أوراق الفول الناتجة عن الإصابة بفيروس تبرقش الفول (BBMV) (و)؛ أعراض الزوائد على أوراق وقرون الفول الناتجة عن الإصابة بفيروس موزاييك وزوائد البازلاء-1 (PEMV-1) (ز)؛ أعراض تقزم شديد لنباتات العدس مع اصفرار أو احمرار الأوراق تبعاً للمدخل الوراثي الناتجة عن الإصابة بفيروس تقزم فول الصويا (SbDV) (حـ)؛ أعراض الموزاييك على أوراق الفول (ط) وتلون حواف بذور الفول باللون البني (اليمن، مقارنة بالبذور السليمة على اليسار) (ي) الناتجة عن الإصابة بفيروس تلون بذور الفول (BBSV).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل فيروس BWYV على الحمص في كل من المغرب (Fortass *et al.*, 1997) وسورية ولبنان (Horn *et al.*, 1995) والجزائر (Ait Yahia *et al.*, 1997a)، وعلى محصولي الفول والحمص في العراق (Makkouk *et al.*, 2001a ؛El-Muadhidi *et al.*, 2001) وتونس (Najar *et al.*, 2001)، وعلى محاصيل الفول والحمص والعدس في سورية (حسن وآخرون، 1999، قمري، 2002).

طرائق الكشف – نجحت أكثر من دراسة في عزل هذا الفيروس (D'Arcy *et al.*, 1983, 1989)، كما تم إنتاج أجسام مضادة عديدة الكلون له نجحت في الكشف عن الفيروس في أنسجة النباتات المصابة باختبار اليزا بالاحتواء المزدوج للفيروس بالأجسام المضادة (DAS-ELISA) (Marco, 1985 ؛Casper *et al.*, 1983). بالإضافة إلى ذلك، تم إنتاج أجسام مضادة وحيدة الكلون ومتخصصة لهذا الفيروس استطاعت الكشف عنه بسهولة وبحساسية عالية باستخدام اختبار اليزا بالاحتواء الثلاثي للفيروس بالأجسام المضادة (TAS-ELISA) (Ellis & Wieczorek, 1992).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – تعتبر الدراسات حول الوقاية من هذا الفيروس والحد من انتشاره قليلة جداً، وقد ذكر Thomas *et al.* (1990) أن بعض الأنواع التابعة لجنس الكرنب *Brassica* sp. مقاومة لهذا الفيروس. وفي دراسة أولية أجريت في سورية لانتخاب أصناف من الحمص مقاومة لهذا الفيروس وجدت بعض المدخلات الوراثية البرية متحملة للإصابة ولم يتجاوز نسبة الفقد في غلتها 10% مثل المدخلات ILWC-188، ILWC-134، ILWC 125، ILWC 116 و ILWC 112 (قواص، 1992).

4.3. فيروس تقزم فول الصويا

***Soybean dwarf virus* (SbDV، جنس *Luteovirus*، عائلة *Luteoviridae*)**

الصفات العامة – وصف هذا الفيروس لأول مرة في اليابان في مناطق هوكايدو وشمال الهنشو (Tamada *et al.*, 1969 ؛Tamada, 1970). صنفت عزلات SbDV اليابانية بالاعتماد على العائل النباتي والأعراض الظاهرية إلى سلالتين: السلالة المحدثة للتقزم (SbDV-D) والسلالة المحدثة للاصفرار (SbDV-Y) (Tamada, 1973)، وينحصر مجالهما العائلي في العائلة البقولية (Tamada, 1970, 1975). تتسم الجسيمات الفيروسية لهذا الفيروس بأنها متساوية الأبعاد، قطرها 25 نانومتراً، والحمض النووي ريبي (RNA) أحادي السلسلة (Tamada, 1973, 1975). بلغ قطر الجسيمات الفيروسية للعزلة السورية المعزولة من العدس (SL1-94) حوالي 28 نانومتراً

(Makkouk *et al.*, 1997). أما الوزن الجزيئي للغلاف البروتيني للفيروس فيبلغ حوالي 22 كيلو دالتون (Johnstone *et al.*, 1982)، بينما وجد أن الوزن الجزيئي للغلاف البروتيني للعزلة السورية (SL1-94) حوالي 23 كيلو دالتون (Makkouk *et al.*, 1997)، ولسلالة الاصفرار اليابانية 22.2 كيلو دالتون (Smith *et al.*, 1993). والأسماء المرادفة لهذا الفيروس: الفيروس المتلازم لاصفرار الحواف الخفيف للفراولة، وفيروس احمرار أوراق البرسيم الأرضي (van Regenmortel *et al.*, 2000).

الأعراض والمدى العوائلي – تختلف أعراض الإصابة على أصناف فول الصويا المصابة بفيروس تقزم فول الصويا، فقد تكون خفيفة بشكل تقزم ضعيف مع تشوه واختفاء اللون، أو معتدلة بشكل تقزم مع تجعد الأوراق واصفرارها، أو حادة بشكل تقزم شديد مع تجعد الأوراق وتموج حافاتها وإلتفافها بشكل كأسي في سلالة التقزم، كما يظهر اصفرار بين العروق في سلالة الاصفرار (Damsteegt *et al.*, 1990). تظهر أعراض هذا الفيروس على بعض أنواع البرسيم (*Trifolium* sp.) على هيئة تقزم وشحوب واصفرار بين العروق أو احمرار حواف الأوراق القديمة، ويشاهد على نباتات الفول شحوب بين عروق الأوراق المتوسطة أو السفلية مع تقزم للنبات، واصفرار وتقزم شديد لنباتات الحمص، واصفرار واضح على نباتات الفاصولياء، واصفرار خفيف على نباتات البازلاء أو قد تختفي الأعراض. كما يصيب هذا الفيروس نباتات البرسيم الأحمر (*Trifolium pratense* L.) والأبيض (*T. repens* L.) دون أن تظهر عليها أية أعراض (Tamada, 1973, 1975). سببت العزلة السورية (SL1-94) المعزولة من العدس تقزماً شديداً لنباتات العدس مع اصفرار أو احمرار الأوراق تبعاً للمدخل الوراثي المستخدم (Makkouk & Kumari, 1997) (شكل 1).

لهذا الفيروس مدى عوائلي واسع وهو متخصص بالعائلة البقولية باستثناء بعض الأنواع النباتية التابعة لفصيلتي Polemoniaceae و Chenopodiaceae (Tamada, 1970). أشار Edwardson & Christie (1991c) إلى أن هذا الفيروس يصيب 29 نوعاً نباتياً تقع في 6 فصائل، 22 منها تتبع Fabaceae. كما وجد في نيوزيلاندا أنه خلال الفترة ما بين 1987–1990 كان هذا الفيروس من أهم الفيروسات على البازلاء، والعدس، والفاصولياء والفول، وكانت الإصابة أعلى ما يمكن على محصول العدس (Fletcher, 1993). كما سجل هذا الفيروس على البرسيم الأرضي الأبيض في الولايات المتحدة الأمريكية (Damsteegt *et al.*, 1995). وعند دراسة المدى العوائلي للعزلة السورية (SL1-94) المعزولة من العدس، وجد بأنها تصيب كلاً من الحمص، الفول، العدس، البازلاء، الجلبان (*Lathyrus ochrus* L.)، البرسيم تحت الأرضي (*Trifolium subterraneum*)، *T. scutatum* Boiss. و *Trigonella foenum-graecum* L. (Makkouk *et al.*, 1997).

طرائق الانتقال – ينتقل هذا الفيروس بحشرات المنّ بالطريقة الباقية/المثابرة، وقد وجد أن سلالتي التقزم (SbDV-D) والاصفرار (SbDV-Y) تنتقلان بوساطة حشرات المنّ من نوع *Aulacorthumm solani* (Kaltenbach) (Tamada, 1970)، ولكنهما لا تنتقلان بأنواع المنّ الستة التالية: *Aphis glycines* Matsumura، *Acyrthosiphon kondoi* Shinji، منّ البازلاء الأخضر، منّ اللوبياء، منّ الدراق الأخضر، ومنّ البطاطا/البطاطس (Tamada, 1975؛ Tamada *et al*., 1969). وأخذت أهمية منّ البازلاء الأخضر تظهر منذ عام 1986، فقد وجد أنه ينقل معظم عزلات فيروس احمرار أوراق البرسيم الأرضي الذي يعتبر سلالة من فيروس SbDV (Johnstone *et al*., 1984a ؛Johnstone & Guy, 1986). وقد وجد أن منّ البازلاء الأخضر ينقل العزلة السورية (SL1-94) بنسبة عالية جداً حيث وصلت إلى 100% عند إعداء نباتات العدس وإلى 70% عند إعداء نباتات الفول (نعسان، 1998).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – تم تسجيل هذا الفيروس على محصول العدس في سورية عام 1997 (Makkouk *et al*., 1997)، وعلى محصول الفول في تونس (Najar *et al*., 2003)، وعلى محصولي الفول والحمص في العراق (El-Muadhidi *et al*., 2001).

طرائق الكشف – تم إنتاج مصل مضاد متعدد الكلون لعزلة سورية من الفيروس ذات كفاءة عالية جداً، حيث استطاع هذا المصل الكشف عن الفيروس باختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) عند استخدامه بتخفيف 1:200,000 (Makkouk *et al*., 1997). كما نجح العديد من الإختبارات السيرولوجية بالكشف عن هذا الفيروس، مثل اختبار اليزا بالاحتواء المزدوج للفيروس بالأجسام المضادة (DAS-ELISA)، اختبار اليزا بالاحتواء الثلاثي للفيروس بالأجسام المضادة (TAS-ELISA)، اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي، واختبار وصمة النقطة (Dot-blot). في حين لم ينجح اختبار اليزا مع تغطية الأطباق مباشرة بالفيروس (DAC-ELISA) في الكشف عن هذا الفيروس (نعسان وآخرون، 1997؛Makkouk *et al*., 1997).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – تعتبر الأصناف المقاومة من أهم الطرائق فعالية في الوقاية والإقلال من الخسائر التي يسببها فيروس SbDV، وقد وجد مدخلان وراثيان من العدس مقاومان لعزلة سورية من هذا الفيروس (ILL74 و ILL75) من خلال إختبارات لمدة ثلاثة سنوات متتالية تحت ظروف الإعداء الاصطناعي الشديد بحشرات المنّ الحاملة

للفيروس، وأبدى هذان الصنفان مقاومة لفيروسي FBNYV و BLRV أيضاً (قمري، 2002؛ Makkouk *et al.*, 2001b).

وفي تجربة أجريت في سورية لدراسة تأثير المبيد الحشري جاوشو (Imidacloprid) على نسبة الإصابة بفيروس SbDV، وجد أن المبيد لم يؤثر كثيراً في نسبة الإصابة بالفيروس حيث انخفضت نسبة الإصابة من 98.0% في القطع غير المعاملة بالمبيد إلى 85.0% في القطع التي عوملت بذورها بالمبيد بتركيز 2.8 غ مادة فعالة/كغ بذور وذلك عند اعداء القطع بحشرات المنّ الحاملة للفيروس بعد شهرين من الزراعة (Makkouk & Kumari, 2001).

5.3. فيروس التقزم الشاحب للحمص

Chickpea chlorotic dwarf virus (CpCDV)، جنس *Mastrevirus*، عائلة *Geminiviridae*)

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس لأول مرة على الحمص في الهند (Horn *et al.*, 1993)، ثم سجل على المحصول ذاته في الباكستان عام 1996 (Horn *et al.*, 1996). قطر الجسيمات الفيروسية المنفردة 15 نانومتراً وتوجد بشكل توأمي، قطرها 18–30 نانومتراً. الحمض النووي من نوع DNA دائري أحادي السلسلة، حجمه 2900 قاعدة آزوتية/ أساس قاعدي. الوزن الجزيئي للغلاف البروتيني حوالي 32 كيلو دالتون (Horn *et al.*, 1993).

الأعراض والمدى العوائلي – يحدث هذا الفيروس على محصول الحمص أعراض الاصفرار، الاحمرار، التقزم، صغر حجم الأوراق، وتلون اللحاء باللون البني. أما على محصول العدس فيسبب تقزماً مترافقاً بشحوب في اللون، وشحوباً في اللون فقط على كل من البازلاء والشوندر السكري/البنجر. أما على المحاصيل غير البقولية فيسبب التفاف الأوراق، اصفراراً وتقزماً على التبغ *Nicotiana tabacum* L. (صنفي White Burley و Samsun NN) والداتورة (*Datura stramonium* L.) (Horn, 1994).

سجل هذا الفيروس بشكل طبيعي على كل من الحمص والفول والعدس (Horn *et al.*, 1996؛ Makkouk *et al.*, 1995)، في حين سجل على عدد من المحاصيل البقولية وغير البقولية تتبع ثلاثة فصائل (الرمرامية Chenopodiaceae، البقولية Leguminosae، الباذنجانية Solanaceae) عند إعدائها اصطناعياً مثل: الفول، الحمص، العدس، البازلاء، الفاصولياء، البندورة، الشوندر، وبعض أنواع التبغ (Horn, 1994). وجد الفيروس على الشوندر السكري/البنجر والفاصولياء في إيران (Farzadfar *et al.*, 2002)، وعلى الفاصولياء وبعض الأنواع البقولية البرية في السودان (علي وآخرون، 2004).

طرائق الانتقال – ينتقل فيروس CpCDV بواسطة نطاطات الأوراق بالطريقة الباقية/المثابرة. وقد وجد أن النوع *Orosius orientalis* Matsumura هو المسؤول عن نقل هذا الفيروس، ويحتاج إلى التغذية على المصدر المصاب لمدة 8 ساعات لاكتساب الفيروس، والفترة اللازمة للإعداء حوالي ساعتين، في حين تبلغ فترة الحضانة في جسم الحشرة حتى تصبح قادرة على نقله حوالي 27 ساعة (Horn, 1994). وفي سورية، استطاع النوع *Orosius albicinctus* Distant نقل الفيروس، ويعتبر هذا النوع مشابه للنوع *O. orientalis* الذي وجد سابقاً بأنه ينقل هذا الفيروس (Kumari *et al*., 2004b).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – تم تسجيل هذا الفيروس على محصولي الحمص والفول في السودان (Makkouk *et al*., 1995)، وعلى محصول الفول في كل من مصر (Makkouk *et al*., 2003b)، اليمن (مكوك وآخرون، 1988)، العراق (El-Muadhidi *et al*., 2001؛ Makkouk *et al*., 2001a)، وعلى محصول الحمص في سورية (Kumari *et al*., 2004b)، كما سجل على محصول الفاصولياء وبعض الأنواع البقولية البرية في السودان (علي وآخرون، 2004).

يسبب هذا الفيروس خسارة في إنتاجية الحمص تصل إلى 100% عند إعداء النباتات في طور ما قبل الإزهار، وتتراوح ما بين 75–100% عند إعداء النباتات في طور الإزهار (Horn, 1994).

طرائق الكشف – تم إنتاج مصل مضاد للكشف عن هذا الفيروس من قبل Horn (1994)، وقد نجحت عدة اختبارات في الكشف عنه مثل اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) (Makkouk *et al*., 1995)، واختبار اليزا بالاحتواء المزدوج للفيروس بالأجسام المضادة (DAS-ELISA) واختبار اليزا مع تغطية الأطباق مباشرة بالفيروس (DAC-ELISA) والمجهر الالكتروني (Horn, 1994؛ Kumari *et al*., 2004b). موخراً، تم انتاج مصل مضاد ضد عزلة سورية (معزولة من نبات حمص) ذو كفاءة عالية، حيث استطاع أن يكشف عن الفيروس بعدة اختبارات سيرولوجية وبحساسية عالية (Kumari *et al*., 2006).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يمكن الحد من الإصابة بهذا الفيروس عن طريق استخدام أصناف مقاومة له. قام Horn (1994) بدراسة أولية لانتخاب أصناف مقاومة لهذا الفيروس، عن طريق دراسة قابلية 13 صنفاً من الحمص المزروع و 4 أنواع من الحمص البري

للإصابة، ووجد أن معظمها أعطى أعراض الاصفرار والتقزم، ولكن عندما فحصت باختبار اليزا وجدت بعض الفروق في تركيز الفيروس في هذه الأنواع.

في تجربة اجريت في محطة الحديبة، شمال السودان خلال الموسمين الزراعيين 2000/1999 و 2001/2000 لدراسة تأثير الصنف، وقت الزراعة وطول الفترة ما بين الريات على الإصابة بفيروس CpCDV تحت ظروف العدوى الطبيعية، بينت النتائج أن نسبة إصابة الصنف شندي "Shendi" كانت أقل من الصنف "ICCV-2" بغض النظر عن وقت الزراعة، وأن التأخير في الزراعة بحدود 3–4 أسابيع قللّ من نسبة الإصابة بالفيروس، كما أن نسبة الإصابة انخفضت عندما قصرت الفترة ما بين الريات (Hamed & Makkouk, 2002).

6.3. فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء

***Bean yellow mosaic virus* (BYMV، جنس *Potyvirus*، عائلة *Potyviridae*)**

الصفات العامة – وصف هذا الفيروس لأول مرة من قبل Pierce عام 1934، ويعتبر من الفيروسات المهمة على المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية في العالم، وقد سجل في معظم دول العالم (Bos, 1970؛ Bos *et al.*, 1988). أما على المحاصيل العلفية فقد وصلت نسبة الإصابة به أعلى من 90% على محصول البرسيم الأرضي (*Trifolium subterraneum* **L.**) في غربي استراليا (Mckirdy *et al.*, 1994). طول الجسيمة الفيروسية 750 نانومتراً وعرضه 15 نانومتراً، تبلغ نسبة الحمض الريبي النووي (RNA) احادي السلسلة 5% من وزن الجسيمة، وحجمه حوالي 9.7 ألف قاعدة نيتروجينة (الوزن الجزيئي 3–3.5 مليون دالتون).

الأعراض والمدى العوائلي – تبدي النباتات المصابة بهذا الفيروس أعراض الاصفرار والتبرقش والموزاييك والتقزم والموت (Bos, 1981؛ Boswell & Gibbs, 1983) (شكل 1).

أصابت عزلة ليبية من هذا الفيروس كل من الفول، البازلاء، 6 أنواع من الفاصولياء، والترمس (Shagrun, 1973a). يصيب هذا الفيروس حوالي 140 نوعاً بقولياً، منها الفاصولياء والبازلاء والعدس وفول الصويا والحمص والفول والفصة والبرسيم والبيقية وغيرها من البقوليات (Edwardson & Christie, 1991b).

طرائق الانتقال – ينتقل الفيروس بواسطة أكثر من 20 نوعاً من حشرات المنّ بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة ومن أكثرها كفاءةً منّ الدراق الأخضر، منّ الفول، منّ اللوبياء ومنّ البازلاء الأخضر، وتتراوح فترة اكتساب الفيروس ما بين 10 و 60 ثانية (Kennedy *et al.*, 1962). بلغت كفاءة نقل ثلاثة أنواع من حشرات المنّ لعزلة سورية من هذا الفيروس إلى

47.5%، 21.1% و 5.0% لكل من منّ اللوبياء، منّ الفول ومنّ البازلاء الأخضر، على التوالي (Skaf & Makkouk, 1988). كما ينتقل هذا الفيروس بالطريقة الميكانيكية بسهولة وبواسطة بذور العدس والفول والبازلاء. في سورية، وجد بأن هذا الفيروس ينتقل ببذور الفول (Makkouk *et al.*, 1988a) والعدس (Kumari *et al.*, 1994).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس على محصول الفول في مصر (Allam & El-Kady, 1966؛ Allam et *al.*, 1979؛ El-Attar *et al.*, 1971b؛ El-Kady, 1977؛ Nour-Eldin *et al.*, 1966)، السودان (Abu Salih *et al.*, 1973؛ Hussein, 1979؛ Hussein & Freigoun, 1978؛ Nour & Nour, 1962b)، اليمن (مكوك وآخرون، 1988)، لبنان (Makkouk *et al.*, 1982؛ Nienhaus & Saad, 1967)، المغرب (Fischer, 1979؛Fisher & Lockhart, 1976؛ Fortass & Bos, 1991)، ليبيا (Shagrum, 1973a, 1973b؛ Younis *et al.*, 1992) والأردن (Al-Musa *et al.*, 1987). كما سجل على محصول البازلاء في مصر (Nour Eldin *et al.*, 1966)، وعلى محصول الحمص في الجزائر (Ait Yahia *et al.*, 1997b) والمغرب (وبربوين وفرطاس، 1997)، وعلى محصول العدس في الأردن (المبروك ومنصور، 2000)، وعلى الفول والعدس والحمص في العراق (قاسم وأحمد، 2003؛ El-Muadhidi *et al.*, 2001؛ Ismail, 1983). بلغت نسبة وجود هذا الفيروس 6.6، 11.3، 31.2، 33.4، 50.4 و 67.1% في عينات الفول المفحوصة من المغرب، لبنان، تونس، سورية، السودان ومصر، على التوالي (Makkouk *et al.*, 1988b)، وكانت نسبة وجوده في عينات الفول المفحوصة من الساحل السوري 17.6% (مهنا وآخرون، 1994). وبلغت نسبة وجود فيروس BYMV في عينات الفول المفحوصة من منطقة الفيوم في مصر 73.5%، 68.1% و56.7%، خلال شباط/فبراير 1993، آذار/مارس 1993 وشباط/فبراير 1994، على التوالي (Makkouk *et al.*, 1994). وبلغت نسبة وجوده في عينات الفول المجموعة بشكل عشوائي من العراق حوالي 63% (El-Muadhidi *et al.*, 2001).

سببت الإصابة بهذا الفيروس نقصاً في إنتاجية محصول الفول في سورية بلغت 81، 56 و 39%، عند إعدائه في مرحلة ما قبل الإزهار (بعد 11 أسبوعاً من الزراعة) والإزهار (15 أسبوعاً) وبعد الإزهار (20 أسبوعاً)، على التوالي (Makkouk *et al.*, 1988b). كما سبب نقصاً في إنتاجية محصول العدس بلغت 96 و 34% عندما أعديت النباتات في مرحلتي ما قبل الإزهار وما بعده، على التوالي (Kumari *et al.*, 1994). وفي تجربة اجريت في مصر على محصول الفول، سبب هذا الفيروس خسارة بالإنتاج قدرت بـ 78، 27 و 4%، في الموسم الزراعي 1979/1978 و 42، 21 و 11% في موسم 1980/1979، وذلك عند إعداء النباتات في طور البادرة، عند الازهار ومرحلة عقد القرون، على التوالي (Gamal-Eldin *et al.*, 1982).

في ايران، أدت الإصابة بهذا الفيروس إلى انخفاض القيمة التسويقية للقرون الخضراء للبقوليات الغذائية وبذورها التي ظهرت عليها أعراض واضحة كالتلون والتشوه، كما ازدادت حساسيتها تجاه الفطور الممرضة التي تصيب الأوراق (Kaiser, 1973).

طرائق الكشف – نجحت دراسات متعددة في عزل فيروس BYMV وانتاج أجسام مضادة له (Makkouk *et al.*, 1988c). ونجحت اختبارات عديدة بالكشف عنه في أنسجة النباتات المصابة مثل اختبار اليزا (Makkouk *et al.*, 1988b, 1994) واختبار بصمة النسيج النباتي (مكوك وقمري، 1996؛ Makkouk *et al.*, 1993a). كما استطاع اختبار الوصمة النقطية (Dot-blot) أن يكشف عن الفيروس حتى تركيز 100 نانوغرام/مل عند استخدام المادة الكاشفة (NBT/BCIP) التي تعتمد على الصبغ (Chromogenic) و 10 نانوغرام/مل عند استخدام المادة الكاشفة (AMPPD) التي تنتج ضوء (Chemiluminescent) (Makkouk *et al.*, 1993a).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – تم في سورية الحصول على 9 أصناف من الفول مقاومة لفيروس BYMV وذلك عن طريق الانتخاب تحت ظروف الإعداء الاصطناعي وتحت الظروف الحقلية، حفظت هذه الأصناف في بنك الأصول الوراثية التابع للمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا) تحت الأرقام المتسلسلة من الرقم BPL 5247 حتى الرقم BPL 5254 (Makkouk & Kumari, 1995b). كما وجد بأن لحركة الفيروس في العائل وتركيزه دوراً كبيراً في المقاومة، حيث تم الكشف عن الفيروس بعد أربعة أيام من الإعداء في مدخلات الفول الوراثية الحساسة، في حين كشف عنه بعد 18 يوماً من الإعداء في المدخل الوراثي المقاوم (BPL 1311) (Makkouk & Kumari 1993). كما يمكن مكافحة الفيروس عن طريق مكافحة الناقل الحشري له (المعاضيدي وآخرون، 1993).

7.3. فيروس موزاييك البازلاء المنقول بالبذور

***Pea seed-borne mosaic virus* (PSbMV، جنس *Potyvirus*، عائلة *Potyviridae*)**

الصفات العامة – وصف هذا الفيروس لأول مرة في تشيكوسلوفاكيا سابقاً من قبل Musil (1966)، وسجل بعدها على عدد من المحاصيل البقولية (Bos *et al.*, 1988) . يتسم هذا الفيروس بجسيمات خيطية مرنة طولها 770 نانومتراً، عرضها 12 نانومتراً، ويتكون مجينه من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة، تبلغ نسبة الحمض النووي 5.3±1% من وزن الجسيمة الفيروسية، ونسبة البروتين 94% (Hampton & Mink, 1975).

عرف هذا الفيروس بعدة أسماء وذلك تبعاً للأعراض التي يحدثها على النباتات المصابة مثل: فيروس التفاف أوراق البازلاء، فيروس موزاييك البازلاء المنقول بالبذور، فيروس اخفاق القمة للبازلاء، وفيروس موزاييك والتفاف أوراق البازلاء.

ولكن عند دراسة العزلات المختلفة للفيروس عام 1974 في كل من أمريكا واليابان، وجد أن جميعها كانت متشابهة فيما بينها، كما تشترك جميع الأسماء السابقة للفيروس بصفة النقل البذري بواسطة بذور البازلاء، لذا اقترح تسميته بالاسم نفسه الذي اقترحه Inouye عام 1967 وهو فيروس موزاييك البازلاء المنقول بالبذور (Mink *et al*., 1974) وحظيت هذه التسمية بالموافقة الرسمية والدولية عام 1975 (Hampton & Mink, 1975).

الأعراض والمدى العوائلي – تظهر على نباتات العدس المصابة بهذا الفيروس أعراض التبرقش، مع اصفرار مصحوب أحياناً بتقزم واضح في بعض الأصناف وموت قمة النبات، بينما تلاحظ على نباتات الفول أعراض التبرقش والتقزم (Latham & Jones, 2001a).

يصيب فيروس PSbMV في الظروف الطبيعية كلاً من الحمص والبازلاء والفول والعدس والكرسنة والفصة والجلبان والبرسيم والبيقية الزغبية (*Vicia villosa* L.) (حاج قاسم وآخرون، 2001؛ Bos *et al*., 1988؛ Edwardson & Christie, 1991a؛ Fletcher, 1993؛ Makkouk *et al*., 1993b). كما وجد في استراليا على أنواع من الجلبان (*Lathyrus* spp.) والبيقية (*Vicia* spp.) والبرسيم (*Trifolium* spp.) (Latham & Jones, 2001b).

طرائق الانتقال – تشير المراجع إلى انتقال هذا الفيروس عن طريق أكثر من 21 نوعاً من حشرات المنّ بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة (Edwardson & Christie, 1991b). وتختلف كفاءة أنواع حشرات المنّ في نقلها للفيروس، ففي تجربة أجريت في سورية لدراسة كفاءة حشرات المنّ التالية: منّ الدراق الأخضر، منّ الفول، منّ اللوبياء، منّ البازلاء الأخضر ومنّ القمح (*Rhopalosiphum padi* L.) في نقل فيروس PSbMV إلى نباتات الفول، فوجد أن الأنواع الأربعة الأولى كانت ذات كفاءة عالية في نقل الفيروس بينما كان منّ القمح ذات كفاءة منخفضة مقارنة بالأنواع السابقة (Makkouk *et al*., 1993b). كما وجد في أمريكا أن منّ البطاطا/البطاطس أكفأ في نقل الفيروس من منّ الدراق الأخضر، وهذا الأخير أكفأ من منّ البازلاء الأخضر، كما وجدت اختلافات بين مستعمرات كل نوع، وتحت ظروف التجربة كانت الأطوار المجنحة من حشرات المنّ أكثر كفاءة من الأطوار غير المجنحة (Gonzalez & Hagedorn, 1971).

إن الفترة الزمنية اللازمة لاكتساب الحشرة للفيروس من المصدر المصاب (فترة الإكتساب) هي 10–90 ثانية، ولا يوجد للفيروس فترة حضانة ضمن حشرة المنّ الناقلة (Gonzalez & Hagedorn, 1970). وقد وجد أن حشرة منّ الدراق الأخضر تصبح قادرة على نقل الفيروس بعد تغذيها على العائل المصاب لفترات زمنية مختلفة (1–2 دقيقة، 10 دقائق، 3 ساعات ويومين) وكانت أكثرها كفاءة تلك التي تغذت لفترة 10 دقائق و 3 ساعات (Chiko & Zimmer, 1978). كما يجب أن يتم تلقيح النبات السليم بسرعة نظراً لأن كفاءة المنّ في نقل فيروسات الجنس *Potyvirus* عموماً تنخفض بسرعة بعد الاكتساب. وتحتفظ حشرة المنّ بقدرتها على العدوى حوالي ساعة واحدة بعد اكتسابها للفيروس إذا استمرت بالتغذية على النبات السليم، وتزداد هذه القدرة إذا جوعت حشرات المنّ نحو ساعة قبل تغذيها على النبات المصاب، كما تفقد قدرتها بعد اكتساب الفيروس عند انسلاخ الحشرة (Harris, 1977 ؛Bos, 1983).

سجل انتقال هذا الفيروس لأول مرة في تشيكوسلوفاكيا سابقاً في بذور البازلاء، وفي بذور الفول والبيقية (*Vicia sativa*) (Musil, 1966, 1980)، كما ثبت انتقاله في بذور البازلاء والحمص والعدس والفول في غرب استراليا (Latham & Jones, 2001b). ووصلت نسبة انتقاله في بذور البازلاء إلى حوالي 95% (Cockbain, 1988). وتراوحت في بذور العدس مابين 32–44% (Hampton & Muehlbouer, 1977) ولم تتجاوز النسبة 1% في بذور بعض أنواع البيقية (*Vicia*) والجلبان (*Lathyrus*) (Makkouk *et al.*, 1992a ؛Hampton & Mink, 1975). واختلفت نسبة الانتقال بالبذور باختلاف المدخلات الوراثية المستخدمة، ففي تجربة أجريت في سورية على 20 مدخلاً وراثياً من العدس، وجد أن نسبة الانتقال كانت في حدود 0–1.5% (Kumari & Makkouk, 1995). وفي تجربة اخرى على 165 صنفاً من البازلاء انتقل الفيروس في بذور 148 صنفاً، وقد اختلفت نسبة الانتقال من صنف لآخر حيث كانت 1–5% في 74 صنفاً، 5–10% في 39 صنفاً، و 20–30% في 7 أصناف، وأكثر من 30% في 4 أصناف (Musil *et al.*, 1981a). وكذلك يؤثر وقت الإعداء بشكل كبير في نسبة انتقال الفيروس بالبذور، حيث كانت أعلى في بذور النباتات المعداة قبل الإزهار من تلك الناتجة من نباتات أعديت بعد الإزهار (Musil *et al.*, 1981b ؛Blaszczak *et al.*, 1985). عند فحص أصناف العدس التجارية في الأردن، وجد بأن الفيروس ينتقل بواسطة البذور بنسبة 8% (المبروك ومنصور، 2000).

وكذلك تتعلق نسبة انتقال الفيروس بالنوع النباتي، فعند إجراء العدوى الميكانيكية بعزلة سورية لبعض النباتات وجد أن نسبة انتقاله بواسطة بذور الحمص 0.0%، في بذور الفول 0.7%، في بذور العدس 0.6%، في بذور البازلاء 10.8%، في بذور *Vicia narbonensis* L. 1.1%، في بذور *V .sativa* L. 0.3%، في بذور *Lathyrus ochrus* L. 0.2%، وفي بذور *L. sativus* L. 0.4%. كما تم الكشف عن الفيروس في أغلفة بذور الأنواع السابقة

باستثناء الحمص، وقد وجد الفيروس في جميع أجزاء بادرات العدس والبازلاء (Makkouk *et al.*, 1993b).

كما تم الكشف عن الفيروس في كافة أجزاء المجموع الزهري لنباتات بازلاء مصابة بما فيها الأخبية (carples) وحوامل المآبر (filaments) والبتلات (petals) وحبوب اللقاح (pollen) والسبلات (sepals) (Stevanson & Hagedorn, 1973). ووجد في دراسة أخرى على أزهار نباتات البازلاء أن الفيروس موجود فقط في السبلات والبتلات والمآبر (Anthers) والأخبية، ولم يكشف عنه في البويضة (Ovule) وحبوب اللقاح (Wang & Maule, 1992). كما تبين أن أعضاء التأنيث وحبوب اللقاح لأزهار نباتات البازلاء تسهم بدور كبير في نسبة الانتقال بالبذور، فعندما كانت نسبة الانتقال بالبذور 6%، فإن نسبة الانتقال في حبوب اللقاح لم تتجاوز 1% (Stevanson & Hagedorn, 1973).

ويظهر على الغلاف البذري في بعض أنواع بذور البازلاء المصابة بفيروس PSbMV أعراض التلون (necrotic line pattern) مماثلة للأعراض الملاحظة على بذور الفول المصابة بفيروس تلون بذور الفول (BBS) (Devergne & Cousin, 1966). كما وجدت تشققات على بعض الأغلفة البذرية في بذور البازلاء الناتجة من نباتات مصابة بالفيروس، وعند فحص هذه البذور تم الكشف عن الفيروس في 33% من البذور المتشققة، وفي 4% فقط في البذور غير المتشققة (Stevenson & Hagedorn, 1970).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل فيروس PSbMV على محصول الفول في سورية ولبنان ومصر والسودان وتونس (Makkouk *et al.*, 1988b)، اليمن (مكوك وآخرون، 1998)، ليبيا (فضل، 2001؛ فضل وآخرون، 2003، 2005؛ Makkouk *et al.*, 1993b) والمغرب (Fortass & Bos, 1991)، وعلى محصول العدس في سورية (Makkouk *et al.*, 1992b)، الجزائر (Makkouk *et al.*, 1993b)، العراق (Kassim, 1997؛ قاسم وأحمد، 2003) والأردن (المبروك ومنصور، 2000)، وعلى محصولي العدس والفول في المغرب وتونس ومصر وسورية (Makkouk *et al.*, 1993b)، وعلى محصول الحمص في المغرب (وبربوين وفرطاس، 1997).

تتعلق نسبة الخسارة الناتجة عن الإصابة بهذا الفيروس بالأنواع النباتية، حيث وجد في تجربة اجريت في سورية أن الإعداء الميكانيكي بهذا الفيروس أدى إلى خسارة في الإنتاج مقدارها 66.0% في الحمص، 40.5% في الفول، 44.6% في العدس، 49.2% في البازلاء، و31.7% في *Vicia narbonensis*، و 7.5% في *V. sativa*، و 35.7% في *Lathyrus ochrus*، و 12.0% في *L. sativus* (Makkouk *et al.*, 1993b). كما اختلفت الخسارة باختلاف الأصناف والمدخلات، فقد أدت إصابة 20 صنفاً ومدخلاً من العدس بعزلة سورية من

الفيروس في طور الإزهار إلى انخفاض إنتاج جميع الأصناف والمدخلات بنسب تراوحت ما بين 2.7 و 61% (Kumari & Makkouk, 1995). وتختلف الخسارة باختلاف العزلات الفيروسية، فقد أدت إصابة نباتات العدس بعزلتين من هذا الفيروس من سورية، في طور الإزهار إلى خسارة في الإنتاج، حيث سببت العزلة SL1-92 المعزولة من عدس إلى خسارة في الإنتاج بلغت 88 و 73%، بينما سببت العزلة SP9-88 المعزولة من البازلاء إلى خسارة أقل فبلغت 29 و 5% في المدخل "ILL 4400" والصنف "Red Chief"، على التوالي (قمري وآخرون، 1996). وتتعلق الخسارة أيضاً بوقت حدوث الإصابة حيث أدت إصابة نباتات العدس بالفيروس في طور ما قبل الإزهار، وطور الإزهار، وطور ما بعد الإزهار، إلى انخفاض الغلة بنسبة 28، 27، 23%، على التوالي (قمري وآخرون، 1996).

طرائق الكشف – يمكن استخدام اختبار اليزا بالكشف عن هذا الفيروس بكفاءة عالية (قمري ومكوك، 1993)، وباختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (مكوك وقمري، 1996). كما يمكن الكشف عنه باختبار الإرتباط المناعي النقطي (DIB) (Lange *et al.*, 1989)، وبالتفاعل المتسلسل للبوليميراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Kohnen *et al.*, 1992). تم انتاج مصل مضاد ذات نوعية جيدة لهذا الفيروس واستطاع الكشف عنه بحساسية عالية (قمري ومكوك، 1993؛ Makkouk *et al.*, 1993b).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – إن أفضل السبل لمكافحة هذا الفيروس هو استخدام بذور خالية من الإصابة، واستخدام أصناف مقاومة في حال وجودها. هذا وقد تم الحصول في سورية على أصناف عدس مقاومة للفيروس ونسبة نقل الفيروس في بذوره قليلة (مثل الأصناف Red chief، Crimson، Palouse و ILL 6198) (Kumari & Makkouk, 1995).

8.3. فيروس تلون بذور الفول

***Broad bean stain virus* (BBSV، جنس *Comovirus*، عائلة *Comoviridae*)**

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس لأول مرة على الفول في بريطانيا (Lloyd *et al.*, 1965)، وسمي بهذا الاسم لأنه يسبب تلون الغلاف البذري باللون البني (شكل 1)، عند إصابة بعض أصناف الفول مثل Aquadulce، Proimo، Longpod، Serille. جسيمات الفيروس متساوية الأبعاد قطرها 28 نانومتراً، والحمض الريبي النووي (RNA) احادي السلسلة. تنفصل جسيمات الفيروس إلى ثلاثة أنماط عند تثقيلها وهي: العليا (T)، الوسطى (M) والسفلى (B)، كما وجد بأن الجسيمات M و B ضرورية لإحداث العدوى والإصابة الفيروسية للنبات. بينما لا يحتوي النوع

الثالث T على الحمض النووي، ويحتمل أن يكون له دور في إحداث الإصابة للنبات. يمتلك هذا الفيروس جزيئين من الحمض النووي موجودين في الجسيمات الفيروسية الوسطى والسفلى، الوزن الجزيئي للأول 2.1×10^{6} دالتون وللثاني 1.4×10^{6} دالتون (Lloyed *et al.*, 1965). درجة الحرارة المثبطة للفيروس 60–65 °س، ودرجة التخفيف النهائية 10^{-3} إلى 10^{-4} (Gibbs *et al.*, 1968). ويمكن للفيروس أن يحتفظ بمقدرته على إحداث العدوى في العصير الخام لمدة عام عند درجة حرارة −15 °س (Gibbs & Smith, 1970).

الأعراض والمدى العوائلي – تكون الأعراض على نباتات الفول عبارة عن تبرقش أو موزاييك (شكل 1)، أما الأعراض على نباتات العدس فتكون خفيفة وغير واضحة، ولكن بعض أصناف العدس تبدي أعراض التقزم.

يصيب هذا الفيروس طبيعياً كلاً من الفول والعدس والبازلاء والبيقية والكرسنة والفصة والجلبان والبرسيم (حاج قاسم وآخرون، 2001؛ Bos *et al.*, 1988؛ Makkouk *et al.*, 1987a؛ Musil *et al.*, 1983). وينتقل بالإعداء الميكانيكي إلى نباتات الحمص وبعض أنواع الفاصولياء وعدد من البقوليات البرية والعلفية، لكنه لا يصيب الأنواع غير البقولية عند إعدائها بعزلة سورية (Makkouk *et al.*, 1987a).

طرائق الانتقال – ينتقل فيروس BBSV بواسطة حشرات الخنافس (سوسة الأوراق) (Beetles) التابعة لجنسي *Sitona* و *Apion*، ولرتبة غمدية الأجنحة Coleoptera (Cockbain, 1971؛ Cockbain *et al.*, 1975). وفي سورية، وجد أن أربعة أنواع من حشرات الخنافس التي تصيب محصول العدس قادرة على نقل الفيروس هي: *Sitona lineatus* L.، *S. crinita* Herbst، *S. limosa* Rossi، و *Apion arrogaus* Wencher (Makkouk & Kumari, 1995a). كما وجد بأن هذا الفيروس ينتقل بواسطة بذور الفول (Makkouk *et al.*, 1987a) وبذور البيقية الفلسطينية (*Vicia palaestina*) (Makkouk *et al.*, 1986)، وبذور العدس (المبروك ومنصور، 2000؛ Makkouk & Azzam, 1986). واختلفت نسبة انتقال الفيروس بالبذور باختلاف مدخلات العدس الوراثية في دراسة اجريت في سورية، وذلك عند اختبار 19 مدخلاً من العدس، حيث وجد أن أعلى نسبة انتقال بلغت 32.4% في بذور المدخل "ILL 6198" وأقلها 0.2% في بذور الصنف "Red chief" (Makkouk & Kumari, 1990). كما وجد بأن الأصناف أو المدخلات الوراثية والعزلة الفيروسية المستخدمة تؤثر في نسبة انتقال الفيروس في بذور العدس (قمري وآخرون، 1996). كما يؤثر عمر النبات عند الإعداء في الحقل على نسبة انتقال الفيروس بالبذور، حيث كانت نسبة الانتقال في بذور نباتات العدس المعداة في طور ما قبل الإزهار أعلى مقارنة مع النباتات المعداة في طور ما بعد الإزهار في تجربة إجريت في سورية (قمري وآخرون، 1993).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس على الفول والعدس في سورية ولبنان ومصر والسودان وتونس والمغرب (قمري وآخرون، 1993؛ Allam *et al.*, 1979؛ Fischer & Lockhart, 1976؛ Fortass & Bos, 1991؛ Makkouk *et al.*, 1987a, 1988b, 1992b؛ Najar *et al.*, 2000a؛ Tolba, 1980)، وعلى محصول الحمص في المغرب (وبربوين وفرطاس، 1997). كما عزل من نباتات العدس وبذورها في الأردن (المبروك ومنصور، 2000).

عند إجراء مسح في سورية لمعرفة الفيروسات التي تنتقل ببذور العدس والفول في سورية، وجد بأن نسبة العينات المصابة بالفيروسات التي تنتقل بالبذور ومن ضمنها فيروس BBSV حوالي 0.4% و 0.11% في المحصولين السابقين، على التوالي (مكوك وآخرون، 1992b).

تتوقف شدة إصابة النبات بهذا الفروس على عمره عند حدوث العدوى، ففي تجربة حقلية أجريت على نباتات الفول البلدي في حلب، سورية، بلغت نسبة الخسارة في الإنتاج 84، 18 و 17%، عند إعدائها ميكانيكياً بالفيروس في طور ما قبل الإزهار، طور الإزهار، وطور تشكيل القرون، على التوالي (Makkouk *et al.*, 1988b)، وأدى إعداء نباتات العدس بالفيروس في مراحل النمو تلك إلى نقص الانتاج بنسبة 46، 31، 25%، على التوالي (قمري وآخرون، 1993). كما تتعلق نسبة الخسارة في الإنتاج بالمدخلات الوراثية، وقد أدى الإعداء الميكانيكي لـ 19 مدخلاً وراثياً من العدس بالفيروس في طور الإزهار، إلى خسارة في الإنتاج تراوحت ما بين 14 و 61% تبعاً للمدخل الوراثي المدروس (Makkouk & Kumari, 1990).

طرائق الكشف – تم إنتاج مصل مضاد متعدد الكلون ضد عزلات سورية لهذا الفيروس (معزولة من فول وعدس) ذات كفاءة عالية، وتم استخدامها في الكشف عن الفيروس باستخدام اختبارات سيرولوجية متعددة (Makkouk *et al.*, 1987a؛ قمري ومكوك، 1993). حيث أمكن لاختبار اليزا المعدل بواسطة التضخيم الإنزيمي (EA-ELISA) أن يكشف عن الفيروس في تخفيف العصارة 1: 2,621,440، تلاه الإختباران اليزا المستند على إنزيم البنسيليناز (PNC-ELISA) و اختبار اليزا غير المباشر (I-ELISA)، ثم اختبار اليزا DAS-ELISA، وكان اختبار الوصمة النقطية (Dot-blot) أقل الاختبارات حساسية حيث استطاع كشف الفيروس في التخفيف 1: 20,480 (قمري ومكوك، 1993).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – لمكافحة هذا الفيروس يجب استخدام بذور خالية من الفيروس. في سورية، عند اختبار 100 مدخل وراثي من العدس بغية تقويم استجابتها للإصابة بفيروس BBSV وتحديد نسبة انتقاله في بذورها ودراسة العلاقة ما بين نسبة الانتقال بالبذور

وحجمها، أظهرت النتائج أن 7 مدخلات وراثية فقط كانت مقاومة، ولم ينتقل الفيروس في بذور 10 مدخلات، في حين تراوحت نسبة النقل بالبذور في باقي الأصناف ما بين 0.1-22.4%، وكانت علاقة الارتباط ضعيفة بين نسبة الانتقال بالبذور ووزنها (الخلف وآخرون، 2002).

في تجربة أجريت في سورية، تم تثبيط فيروس BBSV في بذور العدس عند تعريض البذور المصابة بالفيروس لدرجات حرارة 70 ^{o}س لأكثر من 28 يوماً، ولكن انخفضت نسبة إنبات البذور إلى دون 50% (Kumari & Makkouk, 1996).

9.3. فيروس تبرقش الفول

***Broad bean mottle virus* (BBMV، جنس *Bromovirus*، عائلة *Bromoviridae*)**

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس على محصول الفول لأول مرة في انكلترا عام 1951 (Bawden *et al.*, 1951)، يمتلك هذا الفيروس جسيمات متقايسة (متساوية الأبعاد)، قطرها 27 نانومتراً، ويتكون المجين من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة.

الأعراض والمدى العوائلي – تتمثل أعراض الإصابة بهذا الفيروس بالتبرقش والموزاييك (شكل 1)، وتترافق ببعض الأحيان بتشوه الأوراق وتقزم النبات، كما وجد بأنه يسبب موت الأنسجة في بعض الطرز الوراثية للفول (Makkouk *et al.*, 1988a).

طرائق الانتقال – ينتقل فيروس BBMV بواسطة العدوى الميكانيكية، وحشرات الخنافس مثل Mannerheim *Acalyma trivittata*، Mannerheim *Diabrotica undecipunctata*، Say *Colospis flavida* و L. *Sitona lineatus*. وجد في سورية بأن هذا الفيروس ينتقل بواسطة Wencher *Apion arrogans* (Makkouk & Kumari, 1989)، وبأنواع Rossi *Sitona limosa* و *S. lineatus* (Makkouk & Kumari, 1995a). وفي المغرب، وجد بأنه ينتقل بأنواع Kirby *Apion radiolus*، Herbst *Hypera variabilis*، Gyll *Pachytychius strumarius*، *S. lineatus* و Gyll *Smicronyx cyaneus* (Fortass & Diallo, 1993). كما ينتقل هذا الفيروس بيرقات الدودو الخبيثة (*Spodoptera exigua* Hubner) (Ahmed & Eisa, 1999).

ينتقل هذا الفيروس أيضاً بواسطة بذور الفول عندما تكون النباتات مصابة بفيروس BYMV (Makkouk *et al.*, 1988a؛ Murant *et al.*, 1974). وفي المغرب، وجد بأن هذا الفيروس ينتقل بواسطة بذور الفول، الحمص والبازلاء بنسبة 1.2، 0.9 و 0.1%، على التوالي (Fortass & Bos, 1992).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس على محصول الفول في كل من مصر، المغرب، السودان، سورية وتونس (Assou, 1978؛ Bos *et al.*, 1992؛ Bourbah & Fezzaz, 1979؛ Fischer, 1979؛ Fortass & Bos, 1991؛ Hussein, 1979؛ Makkouk *et al.*, 1988a, 1988b, 1994؛ Murant *et al.*, 1974؛ Najar *et al.*, 2000a, 2001)، وفي الجزائر (Ouffroukh, 1985؛ Zagh & Ferault, 1980) والعراق (Al-Ani & Al-Azzawi, 1987). كما سجل هذا الفيروس على محصول الحمص، العدس، البازلاء، الجلبان والبيقية في سورية (حسن وآخرون، 1999)، والحمص والبازلاء في المغرب (وبربوين وفرطاس، 1997؛ Fortass & Bos, 1992). وبشكل عام فإن هذا الفيروس يعتبر من أهم الفيروسات في دول شمال أفريقيا وخاصة تونس، حيث يتواجد الناقل الحيوي لهذا الفيروس (*Sitona* sp.) بشكل كبير (Najar *et al.*, 2000a).

طرائق الكشف – كان هذا الفيروس لفترة طويلة محل اهتمام الكثير من الباحثين حيث أجروا عليه دراسات عديدة، وذلك لأن تركيزه عال في النباتات المصابة ويمكن عزله بسهولة. فقد تم عزل هذا الفيروس وإنتاج مصل مضاد ذات فعالية عالية عن طريق حقن الأرنب بالفيروس النقي المعزول من النباتات المصابة في سورية (Makkouk *et al.*, 1988a) وفي المغرب (Fortass & Bos, 1992). كما تم انتاج مصل مضاد عن طريق حقن الأرنب بمستخلص الفيروس المفصول بواسطة الرحلان الكهربائي (Makkouk *et al.*, 1987b). تم الكشف عنه بسهولة باختبار اليزا (Makkouk *et al.*, 1988a) واختبار بصمة النسيج النباتي (مكوك وقمري، 1996).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – من أهم الطرق للحد من انتشار هذا الفيروس هو إستخدام بذور سليمة خالية من الفيروس. كما أنه في المناطق التي ينتشر فيها هذا الفيروس بنسبة عالية، فإن إتباع المعاملات الزراعية التي تقلل من أعداد حشرات الخنافس يمكن أن تقلل من نسبة إنتشار الفيروس.

10.3. فيروس ذبول الفول

***Broad bean wilt virus* (BBWV)، جنس *Fabavirus*، عائلة *Comoviridae*)**

الصفات العامة – لهذا الفيروس طرازين سيرولوجين مختلفين BBWV-I و BBWV-II. أدت الإصابة بعزلة من الأردن لفيروس BBWV-I ظهور نوعين من الأجسام المحتواة داخل الخلايا يمكن مشاهدتما بالمجهرين الضوئي والالكتروني: أجسام بلورية مستطيلة أو مكعبة وأجسام غير

منتظمة الشكل. وتتكون البلورات من أجسام كروية مضغوطة. أما الأجسام غير منتظمة الشكل فإنها تحتوي على جسيمات فيروسية مبعثرة، أو مرتبة في صفين، وبعض الفراغات (Al-Musa *et al.*, 1986).

الأعراض والمدى العوائلي – لهذا الفيروس مدى عائلي واسع بين نباتات ذات الفلقة الواحدة وذات الفلقتين، وتتفاوت الأعراض من بقع حلقية، تبرقش، موزاييك، تشوه وموت القمة في النبات (van Regenmortel *et al.*, 2000). استطاعت عزلة سورية أن تصيب عدد من العوائل النباتية (Makkouk *et al.*, 1990).

طرائق الانتقال – ينتقل هذا الفيروس بواسطة حشرات المنّ بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة. انتقلت عزلة سورية معزولة من نبات فول بعدد من الأنواع المنّ الموجودة في سورية (منّ الدراق الأخضر، منّ العدس، منّ الفول ومنّ البازلاء الأخضر)، وكان منّ الدراق الأخضر أكثر الأنواع كفاءة في نقل الفيروس (Makkouk *et al.*, 1990). كما انتقلت نفس العزلة بواسطة بذور الفول بنسبة 0.4–0.6% (Makkouk *et al.*, 1990).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل فيروس BBWV على محصول الفول في مصر (Eid & Tolba, 1979؛ Makkouk *et al.*, 1988b, 1994)، المغرب (Fischer, 1979؛ Makkouk *et al.*, 1990)، الأردن (Al-Musa & Mansour, 1984)، تونس (Makkouk *et al.*, 1988b)، السودان وسورية (Makkouk *et al.*, 1990)، والعراق (El-Muadhidi *et al.*, 2001)، وعلى محصول البازلاء في مصر (Ibrahim, 1982؛ Kishta *et al.*, 1978).

في تجربة أجريت في مصر على محصول الفول، سبب هذا الفيروس خسارة بالإنتاج قدرت بـ 62.4، 63.2 و 19.0%، في الموسم الزراعي 1978/1979 و 78.9، 66.8 و 16.9% في موسم 1979/1980، وذلك عند إعداء النباتات في طور البادرة، عند الازهار ومرحلة عقد القرون، على التوالي (Gamal-Eldin *et al.*, 1982).

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن هذا الفيروس سيرولوجياً باختبار اليزا، هذا وقد تم إنتاج أمصال مضادة للطرازين BBWV-I و BBWV-II وتم التفريق بينهما سيرولوجياً. كما يمكن استخدام بعض العوائل النباتية للتميز مابين السلالات الفيروسية مثل الداتورة، *Chenopodium quinoa* Willd. و *Nicotiana tabacum* L.. كما يمكن استخدام الأجسام المحتواة للتفريق بين السلالات الفيروسية لهذا الفيروس.

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يستخدم لمكافحة إنتشار هذا الفيروس الطرائق المستخدمة للحد من انتشار الفيروسات التي تنتقل بواسطة حشرات المنّ بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة.

11.3. فيروس موزاييك وزوائد البازلاء–1
(*Pea enation mosaic virus-1* (PEMV-1)، جنس *Enamovirus*، عائلة *Luteoviridae*)

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس لأول مرة على محصول البازلاء في الولايات المتحدة الأمريكية (Osborn, 1935). ومن ثم تم تسجيله في عدد من بلدان العالم على المحاصيل البقولية المختلفة (Bos *et al.*, 1988). يمتلك هذا الفيروس نوعين من الجسيمات الفيروسية متساوية الأبعاد، الجسيمات السفلية (B) قطرها حوالي 28 نانومتراً، الجسيمات العلوية (T) قطرها حوالي 25 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من جزيئين من الحمض النووي الريبي (RNA) أحادي السلسلة، يرمز لهما بـ RNA-1 و RNA-2. يوجد الحمض النووي الأول RNA-1 في الجسيمات الفيروسية السفلى (B) ويتروواح وزنه الجزيئي ما بين $1.4–2.3×10^6$ دالتون، ويوجد الحمض النووي الثاني RNA-2 في الجسيمات الفيروسية العلوية (T) ويتراوح وزنه الجزيئي ما بين $1.1–1.68×10^6$ دالتون (Hull, 1981). وعليه فإن PEMV خليط من فيروسين يوجدان مع بعض بشكل متلازم، وقد صنف هذان الفيروسان إلى جنسين مختلفين بناء على الحمض النووي؛ حيث أطلق على الفيروس الذي يمتلك الحمض النووي RNA-1 اسم فيروس PEMV-1، وعلى الفيروس الآخر الذي يمتلك الحمض النووي RNA-2 اسم فيروس PEMV-2 (van Regenmortel *et al.*, 2000). لهذا الفيروس عزلات عديدة، تختلف فيما بينها بشكل أساسي في طريقة نقلها، حيث وجد أن هناك عزلات تنتقل بالإعداء الميكانيكي فقط، وعزلات تنتقل بحشرات المنّ فقط، وعزلات أخرى تنتقل بالطريقتين معاً. تمتلك جميع عزلات هذا الفيروس غلافاً بروتينياً أساسياً وزنه الجزيئي حوالي 22 كيلو دالتون؛ وفي بعض العزلات وجد بروتين آخر وزنه الجزيئي حوالي 44 كيلو دالتون (Hull & Lane, 1973). بالإضافة إلى ذلك، وجد أن العزلات التي تنتقل بحشرات المنّ تمتلك بروتيناً آخر وزنه الجزيئي حوالي 28 كيلو دالتون (Hull, 1977) أو 56 كيلو دالتون (Adam *et al.*, 1979)، ويمكن أن يؤدي هذا البروتين دور الوسيط في نقل الفيروس بواسطة حشرات المنّ. وبلغ الوزن الجزيئي للغلاف البروتيني لثلاث عزلات سورية (معزولة من نباتات عدس، حمص وجلبان) 22 كيلو دالتون، وأن قطر جسيماتها 30 نانومتراً (قمري وآخرون، 2001).

الأعراض والمدى العوائلي – تبدي معظم المحاصيل البقولية الحساسة للإصابة بفيروس PEMV – إن لم تكن كلها– أعراض الموزاييك بالإضافة إلى الزوائد التي تظهر على السطح السفلي للأوراق (شكل 1)، والتي اشتق اسم الفيروس منها. كما تظهر أعراض تقزم تكون شديدة في بعض الأحيان، وإصفرار ما بين العروق، وتشوه على أوراق النباتات المصابة. وتظهر التشوهات على بعض النباتات على كامل أجزاء النبات، وتكون الأعراض أشد على النباتات الصغيرة مقارنة بالنباتات المتقدمة في العمر. تؤدي العدوى بهذا الفيروس إلى ظهور بقع موضعية على الأنواع التالية: *Chenopodium album* L.، *C. amaranticolor* Coste & Reyn. و *C. quinoa*؛ كما تظهر أعراض الموزاييك والتشوه على *Nicotiana clevelandii* Gray (Gibbs *et al*., 1966؛ Hagedorn *et al*., 1964). تختلف شدة الأعراض باختلاف العزلة الفيروسية وأصناف البازلاء المستعملة، كما وجدت بعض الأصناف عديمة الأعراض (Schroeder & Barton, 1958). أما في سورية، فقد اختلفت أعراض الفيروس من محصول لآخر وتراوحت ما بين تبرقش مع تقزم (العدس)، تبرقش مع ظهور زوائد (البازلاء والفول)، صغر حجم الأوراق وتقزمها (البيقية النربونية) (قمري وآخرون، 2001). وتحت ظروف الاعداء الاصطناعي، وجدت الأنواع البقولية العلفية التالية حساسة للإصابة بعزلة سورية من هذا الفيروس: الفصة/الجت، البرسيم الأرضي (*Trifolium subterraneum*)، البرسيم الأبيض (*T. repens*)، البيقية (*Vicia sativa*)، البيقية النربونية (*V. narboneses*)، بازلاء الزهور/الجلبان العطري (*Lathyrus odoratus*، *L. sativus*) و *Medicago arabica* (قمري وآخرون، 2001).

سجل هذا الفيروس طبيعياً على كل المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية (الفول، الحمص، العدس، البازلاء) في العالم (Hagedorn, 1996). ويعتبر محصول الفصة من أهم المحاصيل التي تصاب بهذا الفيروس ومن أهم مصادر العدوى الطبيعية (Farro & Vanderveken, 1969). ولم يسجل فيروس PEMV بشكل طبيعي على أي من المحاصيل غير البقولية. أما في تجارب دراسة المدى العوائلي تحت ظروف الاعداء الإصطناعي فوجدت كثير من الأنواع البقولية بالإضافة إلى أنواع غير بقولية قابلة للإصابة بهذا الفيروس. فقد وجد Hagedorn *et al*. (1964) أن 20 نوعاً تتبع 10 أجناس وثلاثة فصائل كانت حساسة للإصابة بفيروس PEMV، منها أنواع غير بقولية.

طرائق الانتقال – ينتقل فيروس PEMV بالطريقة الميكانيكية والبذور وبوساطة أنواع مختلفة من حشرات المنّ بالطريقة الباقية/المثابرة. وقد وجد بأن الأنواع التالية من حشرات المنّ تستطيع نقل هذا الفيروس: منّ البازلاء الأخضر، منّ الدراق الأخضر، منّ القطن، منّ البطاطا/البطاطس، المنّ المزخرف (*Myzus ornatus* Laing.)، (Bath & Chapman, 1966؛ Kennedy *et al*., 1962). واختلفت آراء الباحثين في تحديد أنواع المنّ الأكثر كفاءة في نقل هذا الفيروس، ولكن يعتبر منّ البازلاء الأخضر أكفأ أنواع المنّ في نقل هذا الفيروس (Hagedorn, 1996). وتعتبر

حوريات هذا النوع أكفأ من الحشرات الكاملة في نقلها للفيروس، حيث تحتاج الحوريات إلى 15 دقيقة لاكتساب الفيروس، في حين تحتاج الحشرات الكاملة من 1–2 ساعة. تحتاج حشرات المنّ بعد أن تتغذى على النباتات المصابة إلى فترة حضانة تتراوح ما بين 4–70 ساعة، وبعدها يمكن أن تنقل الفيروس إلى النباتات السليمة (Bath & Chapman, 1966). وعند دراسة كفاءة ثلاثة أنواع من حشرات المنّ في نقل عزلة سورية من هذا الفيروس، وجد بأن أكثر أنواع المنّ كفاءة في نقل الفيروس هو منّ البازلاء الأخضر (80%)، تلاه منّ الدراق الأخضر (43%)، في حين لم يتسطيع منّ الفول نقل هذا الفيروس (قمري وآخرون، 2001). كما وجد بأن هذا الفيروس ينتقل بوساطة بذور البازلاء بنسبة لا تتجاوز 1.5% (Peters, 1982)، في حين لم تنتقل العزلة السورية سواء ببذور البازلاء أو ببذور العدس (قمري وآخرون، 2001).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس على محصول الفول في كل من مصر، السودان، تونس وسورية (Makkouk *et al.*, 1988b)، والمغرب (Fortass & Bos, 1991)، وبشكل وبائي على العدس في سورية (Makkouk *et al.*, 1999)، وعلى محصولي الحمص والجلبان في سورية (Makkouk *et al.*, 2001c). كما سجل على كل من الأنواع العلفية التالية في سورية: *Medicago* sp.، *Trifolium* sp.، *Lathyrus* sp.، *Pisum* sp.، *Vicia sativa* و *Vicia ervilia* (قمري، 2002؛ قمري وآخرون، 2001).

طرائق الكشف – تم إنتاج العديد من الأمصال المضادة لهذا الفيروس في العديد من دول العالم ولعدد من العزلات الفيروسية المختلفة (Gibbs *et al.*, 1966؛ Izadpanah & Shepherd, 1966). وقد نجحت دراسات عديدة في الكشف عن الفيروس في أنسجة النباتات المصابة. حيث استطاع Fargette *et al.* (1982) أن يكشف عن الفيروس في النباتات المصابة وحشرات المنّ الحاملة للفيروس عند التركيز 5 نانوغرام/مل وذلك باستخدام اختبار اليزا (DAS-ELISA). كما تم الكشف عن الفيروس باستخدام اختبار الانتشار المضاعف في الآجار (Izadpanah & Shepherd, 1966) . كما نجح اختبار الوصمة الغربية (Western blot) في الكشف عن هذا الفيروس (Adam *et al.*, 1979؛ Hull, 1977؛ Hull & Lane, 1973). وفي سورية، تم انتاج مصل مضاد ذات نوعية جيدة واستطاع الكشف عن الفيروس بحساسية عالية (قمري وآخرون، 2001).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – من أفضل السبل للوقاية من هذا الفيروس هو استخدام أصناف مقاومة. أجريت دراسات متعددة لانتخاب أصناف مقاومة لهذا الفيروس، وقد نجح جزء منها في تعريف أصناف مقاومة له. فقد قام باحثون في روسيا بدراسة مدى مقاومة 500 صنف

بازلاء لهذا الفيروس، ووجدوا أن هناك ثلاثة أصناف شديدة المقاومة، 9 أصناف مقاومة و 17 صنفاً متوسطي المقاومة (Muntyanu *et al.*, 1985). كما قام فريق آخر في الولايات المتحدة الأمريكية بدراسة مدى مقاومة 29 صنفاً من العدس لهذا الفيروس فوجد أن هناك صنفين متحملان فقط لهذا الفيروس (الأول مصدره الهند والثاني من إيران) (Aydin *et al.*, 1987). عند دراسة حساسية 6 أصناف من العدس وصنفين من البازلاء تجاه عزلة سورية من الفيروس، وجد بأن نسبة النقص بالانتاج في أصناف العدس تراوحت ما بين 16% (ILL7706) و 50% (ILL6031)، في حين بلغت 36% في الصنف المحلي السوري للبازلاء و 25% في صنف البازلاء Kleine Rheinlanderin (قمري وآخرون، 2001).

12.3. فيروس الموزاييك الحقيقي للفول

***Broad bean true mosaic virus* (BBTMV، جنس *Comovirus*، عائلة *Comoviridae*)**

الصفات العامة – جسيمات الفيروس متقايسة قطرها حوالي 25 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة (Gibbs & Paul, 1970).

الأعراض والمدى العوائلي وطرائق الانتقال والكشف عنه – يصيب هذا الفيروس النباتات البقولية ويسبب ظهور الموزاييك على الأوراق. وينتقل بواسطة الالقاح الميكانيكي وحشرات الخنافس وكذلك بواسطة البذور. يمكن الكشف عن هذا الفيروس بواسطة اختبار اليزا (Makkouk *et al.*, 1988b).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس على محصول الفول في كل من السودان وسورية وتونس (Makkouk *et al.*, 1988b) ولبنان (Nienhaus & Saad, 1967) ومصر (Mazyad *et al.*, 1975؛ Allam *et al.*, 1979) والمغرب (Fortass & Bos, 1991).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يمكن مكافحة هذا الفيروس عن طريق استخدام بذور سليمة خالية من الفيروس، أو تطبيق معاملات زراعية لمكافحة الخنافس التي تنقل الفيروس.

13.3. فيروس التلون البني المبكر للبازلاء

(*Tobravirus* جنس ،PEBV) *Pea early browning virus*

الصفات العامة – لهذا الفيروس نوعين من الجسيمات بطول 105 و 215 نانومتراً وبعرض 21 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي احادي السلسلة في قطعتين الأولى 2.5×10^6 دالتون والثانية 1.3×10^6 دالتون (Harrison, 1973).

الأعراض والمدى العوائلي وطرائق الانتقال والكشف عنه – تسبب الإصابة بهذا الفيروس شحوب وبقع متية على أوراق الفول، وفي بعض الحالات يتكون أشرطة من النسيج الميت على الساق.

ينتقل هذا الفيروس بواسطة الالقاح الميكانيكي وبواسطة البذور، كما ينتقل بواسطة عدة أنواع من النيماتودا التابعة لجنس *Trichodorus* (Harrison, 1973).

تم انتاج مصل مضاد متعدد الكلون لعزلتين فيروستين من PEBV من الجزائر (AlgR10) وليبيا (LyV66-91)، وكانت الأمصال ذات كفاءة عالية (Makkouk & Kumari, 1998). وأثبتت الاختبارات السيرولوجية أن هاتين العزلتين مختلفتان عن بعضهما البعض، حيث كانت العزلة الليبية متشابهة مع العزلة الهولندية، في حين كانت العزلة الجزائرية مختلفة عنهما سيرولوجياً (Makkouk & Kumari, 1998).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل فيروس PEBV على محصول الفول في المغرب (Lockhart & Fischer, 1976؛ Fortass & Bos 1991) والجزائر (Mahir *et al.*, 1992) وليبيا (Bos *et al.*, 1993).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – أفضل السبل للحد من إنتشار فيروس PEBV هو استعمال بذور خالية من الفيروس ومكافحة الناقل النيماتودي في حال وجوده.

14.3. فيروس موزاييك الفصة/الجت/البرسيم الحجازي

(*Bromoviridae* عائلة ،*Alfamovirus* جنس ،AMV) *Alfalfa mosaic virus*

بالنسبة لتفاصيل أكثر حول الصفات العامة، طرائق الانتقال، الأعراض والمدى العائلي، وطرائق الكشف لهذا الفيروس، يمكن مراجعة الفصل التاسع من هذا الكتاب.

طرائق الانتقال – انتقل فيروس AMV في بذور 14 مدخلاً وراثياً من العدس عند اعدائها بمرحلة الازهار، وتراوحت نسبة النقل بالبذور ما بين 0.1–1.4% تبعاً للمدخل الوراثي (مكوك وعطار، 2003).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس على محصول الفول في كل من العراق (Salama & El-Behadli, 1979 ؛El-Muadhidi *et al*., 2001)، لبنان والأردن (Nienhanus & Saad, 1967)، السودان (Nour & Nour, 1962a)، مصر (Makkouk *et al*., 1994 ؛El-Attar *et al*., 1971a)، المغرب (Fisher & Lockhart, 1976؛ Alhubaishi *et al*., 1987 ؛1988، اليمن (مكوك وآخرون، Fortass & Bos, 1991؛ Walkey *et al*., 1990) وفي بذور فول محلية في ليبيا (Ismail & Hassan, 1995). كما سجل على محصول الحمص في سورية (قواص وآخرون، 1996) وفي 89% من حقول الحمص الممسوحة في المغرب (وبربوين وفرطاس، 1997)، وعلى محصول العدس في الأردن (المبروك ومنصور، 2000).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – للحد من انتشار هذا الفيروس في البقوليات المختلفة ينصح باستخدام بذور سليمة خالية من الفيروس، ومكافحة الحشرات الناقلة للفيروس المتبعة بالفيروسات المنقولة بحشرات المنّ بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة.

15.3. فيروس موزاييك الخيار

Cucumber mosaic virus (CMV، جنس *Cucumovirus*، عائلة *Bromoviridae*)

للإطلاع على تفاصيل أكثر حول الصفات العامة، طرائق الإنتقال، وطرائق الكشف لهذا الفيروس، يمكن مراجعة الفصل السابع من هذا الكتاب.

الأعراض والمدى العوائلي – لفيروس CMV مدى عائلي واسع، حيث وجد بأنه يصيب حوالي 800 جنس تتبع إلى 85 فصلية لوحيدة وثنائية الفلقة. وجد بأنه يصيب كل من الفول، العدس، البازلاء والحمص (Bos *et al*., 1988). سجل على محصول اللوبياء في العراق (Fegla *et al*., 1981)، وعلى محصول البطاطا/البطاطس في المملكة العربية السعودية (Al-Shahwan *et al*., 1998)، وعلى محصول البطيخ في تونس (M'nari *et al*., 1993)، وعلى محصول البندورة/الطماطم في الأردن (Al-Musa & Mansour, 1983)، وعلى القرعيات

في سورية والأردن (Katul & Makkouk, 1987). كما سجل في مصر (Nasser, 1994)، السودان (Magid, 1991) واليمن (Alhubaishi *et al.*, 1987).

طرائق الانتقال – انتقل فيروس CMV في بذور 10 مدخلات وراثية من العدس عند اعدائها في مرحلة الازهار، وتراوحت نسبة النقل بالبذور ما بين 0.1–9.5% تبعاً للمدخل الوراثي (مكوك وعطار، 2003).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل فيروس CMV على محصول الفول في مصر، السودان، سورية وتونس (Mazyad *et al.*, 1974؛ Makkouk *et al.*, 1988b؛ Milles & Ahmed, 1984؛ Najar *et al.*, 2001) والعراق (El-Muadhidi *et al.*, 2001)، وفي بذور محلية في ليبيا (Ismail & Hassan, 1995). وجد أيضاً على محصول الحمص في المغرب (El-Maataoui & El-Hassani, 1984) حيث كشف عنه في 42% من مجمل حقول الحمص الممسوحة في المغرب (وبربوين وفرطاس، 1997).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – للحد من انتشار هذا الفيروس في البقوليات المختلفة ينصح باستخدام بذور سليمة خالية من الفيروس، ومكافحة الحشرات الناقلة للفيروس المتبعة بالفيروسات المنقولة بحشرات المنّ بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة.

4. الفيروسات التي تصيب المحاصيل البقولية العلفية في المنطقة العربية

تم الكشف عن فيروس AMV في ثلاث مناطق بالمملكة العربية السعودية (عسير، القصيم ونجران)، حيث لوحظ انتشاره الواسع في 16 موقعاً متباعداً وتابعاً لمنطقة الرياض التي تعتبر أهم منطقة لإنتاج الفصة في المملكة العربية السعودية (الشهوان، 2003)؛ حيث شملت الأعراض على الموزييك، التبرقش، التقزم، التشوه والابيضاض وبعض الأعراض الأخرى.

في سورية وخلال المسح الحقلي الذي اجري خلال الموسميين الزراعيين 1997/98 و 1998/99 للفيروسات التي تصيب أهم المحاصيل العلفية في سورية (البيقية، الكرسنة Bitter vetch، الفصة، الجلبان، البرسيم، البازلاء)، تم الكشف عن 5 فيروسات على جميع المحاصيل المدروسة وهي: FBNYV، BYMV، CMV، PSbMV و BBSV. في حين وجد فيروس BWYV على محاصيل البيقية والفصة والبازلاء، فيروس SbDV على محاصيل البيقية والفصة والبرسيم، فيروس BLRV على محاصيل البيقية والكرسنة والفصة، فيروس BBMV على محاصيل البيقية والفصة والبرسيم، فيروس AMV وجد على كل المحاصيل عدا محصول

البازلاء، فيروس PEMV وجد على كل المحاصيل عدا محصول الجلبان. هذا، وقد انتشر فيروس PEMV بشكل واسع في معظم الحقول الممسوحة خلال الموسم 99/1998 (قاسم وآخرون، 2001).

في دراسة أخرى على المحاصيل العلفية في جنوب سورية، وجد بأن أهم الأمراض الفيروسية على الفصة هي AMV، فيروسات من مجموعة الاصفرار Luteoviruses (مثل SbDV، BWYV، BLRV)، CMV، BYMV و PSbMV (قواص وآخرون، 2000؛ مندو وآخرون، 2004)، كما سجل اصابة محصول البيقية بالفيروسات AMV، PSbMV، SbDV، BLRV و BWYV؛ واصابة الجلبان بفيروس AMV؛ واصابة الكرسنة بفيروسي AMV و FBNYV؛ واصابة البرسيم بفيروسات CMV، BLRV، SbDV و BWYV (مندو وآخرون، 2004). كما وجد بأن فيروس AMV ينتقل ببذور الفصة في عينات بذور محلية سورية بنسبة 0.2 و 0.6% (مندو وآخرون، 2004).

في منطقتي وادي الأردن والحلابات وجد أن نسبة الإصابة بفيروس AMV مرتبطة بعمر النبات؛ ففي حقول الفصة بعمر أقل من سنة واحدة كانت نسبة الإصابة بالفيروس في حدود 11-43%، بينما كانت 50-70% و 80-100% في الحقول بعمر 1-2 سنة و 2-3 سنة، على التوالي. كما وجد بأن الفيروس ينتقل بنسبة 4% في بذور الفصة (صوالحة ومنصور، 1997).

وفي اليمن وجد أن أكثر الفيروسات انتشاراً هو فيروس AMV، تلاها FBNYV، BYMV، BLRV ثم BWYV، وإصابة الحلبة بفيروسي BLRV و BWYV (قمري وآخرون، 2005)،

5. استنتاجات عامة

إن 50% من الفيروسات التي تصيب البقوليات الغذائية والعلفية تنتقل بواسطة البذور. لذلك فإن وجود برامج موثقة لانتاج وتوزيع بذور سليمة خالية من الإصابة الفيروسية يعتبر من أهم الطرائق للتقليل من الخسائر التي تسببها هذه الفيروسات.

خلال العقدين الماضيين كان هناك نشاط بحثي في عدد من الدول العربية لانتاج أصناف من البقوليات الغذائية مقاومة لبعض الفيروسات المهمة التي تصيبها. الاّ أن هذا النشاط البحثي لايزال في أوله، ومن المتوقع أن تزداد الجهود في هذا الإتجاه في السنين القادمة.

6. المراجع

حاج قاسم، أمين، خالد مكوك ونوران عطار. 2001. أهم الفيروسات المنشرة على البقوليات العلفية المزروعة في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 73-79.

حسن، هناء توفيق. 1999. الفيروسات المنتشرة على البقوليات المزروعة في سهل الغاب-سورية. رسالة ماجستير، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية. 136 صفحة.

حسن، هناء توفيق، خالد محي الدين مكوك وأمين عامر حاج قاسم. 1999. أهم الفيروسات المنتشرة على البقوليات المزروعة في سهل الغاب في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 17: 17-21.

الخلف، محمد، خالد مكوك وأمين حاج قاسم. 2002. انتقال فيروس تلون بذور الفول (BBSV) في بذور مدخلات وراثية مختلفة من العدس وعلاقته بحجم البذرة. مجلة وقاية النبات العربية، 20: 106-110.

زيدان، فاتح. 1996. حصر وتعريف الفيروسات التي تصيب البازلاء (*Pisum sativum* L.) بالمنطقة الغربية من ليبيا. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا. 49 صفحة.

زيدان، فاتح، جبر خليل ومحمد شقرون. 2002. تحديد أولي لبعض فيروسات البازلاء في ليبيا. مجلة وقاية النبات العربية. 20: 154-156.

الشهوان، إبراهيم محمد. 2003. فيروس موزاييك البرسيم/الفصة (*Alfalfa mosaic virus*) على البرسيم الحجازي/الفصة (*Medicago sativa* L.) في المملكة العربية السعودية. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 144.

صوالحة، حازم وعقل منصور. 1997. نسبة انتشار فيروس موزاييك الفصة في حقول الفصة في الأردن. مجلة وقاية النبات العربية، 15: 100.

علي، مي عبد الله، صفاء قمري، خالد مكوك ومحمود محمد حسن. 2004. إصابة محصول الفاصولياء وبعض الأنواع البرية البقولية طبيعياً بفيروس التقزم الشاحب للحمصفي اقليم الجزيرة في السودان. مجلة وقاية النبات العربية، 22: 96.

فضل، سليمان. 2001. حصر وتعريف الفيروسات التي تصيب الفول (*Vicia faba* L.) بالمنطقة الغربية من ليبيا. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا. 90 صفحة.

فضل، سليمان، جبر خليل ومحمد شقرون. 2003. التعرف على بعض الفيروسات التي تصيب الفول بالمنطقة الغربية من ليبيا. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 144-145.

فضل، سليمان، جبر خليل ومحمد شقرون. 2005. التسجيل الأول لفيروس اصفرار وموت الفول ولأحد فيروسات جنس الإصفرار على محصول الفول في ليبيا. مجلة وقاية النبات العربية، 23: 132.

قاسم، نبيل عزيز وجاسم محمد أحمد. 2003. دراسات على فيروسات الحمص والعدس في محافظة نينوى. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 145.

قمري، صفاء غسان وخالد مكوك .1993. مقارنة كفاءة طرائق مختلفة من اختبار اليزا (ELISA) في الكشف عن فيروسي موزاييك البازلاء المنقول بواسطة البذور وتلون بذور الفول في عصارة نباتات العدس. مجلة وقاية النبات العربية، 11: 86-91.

قمري، صفاء غسان، خالد مكوك وبسام بياعة. 2001. فيروس موزاييك وزوائد البازلاء-1: مداه العائلي، تنقيته، تفاعلاته السيرولوجية، طرق انتقاله وانتشاره على المحاصيل البقولية في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 65-72.

قمري، صفاء غسان، خالد مكوك وعماد داؤد اسماعيل. 1996. تباين العزلات الفيروسية لفيروسين يصيبان العدس: تأثيرهما في الغلة والانتقال بالبذور. مجلة وقاية النبات العربية، 14: 81-85.

قمري، صفاء محمد غسان. 2002. دراسة الفيروسات المسببة للاصفرار Luteoviruses التي تصيب البقوليات الغذائية الشتوية. اطروحة دكتوراه، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية. 230 صفحة.

قمري، صفاء محمد غسان، خالد محي الدين مكوك وعماد داؤد اسماعيل. 1993. حصر الفيروسات المنقولة ببذور العدس في مناطق زراعته الرئيسية في سورية ودراسة مدى تأثيرها في الإنتاج. مجلة وقاية النبات العربية. 11: 28-32.

قمري، صفاء، اسماعيل محرم، رشاد الباشا، وجيه المتوكل وعادل العنسي. 2005. أول تسجيل لفيروسات الفصة/البرسيم الحجازي والحلبة طبيعياً، ولفيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر يصيب البقوليات في اليمن. مجلة وقاية النبات العربية، 23: 57.

قواص، هدى زاهي. 1992. الأمراض الفيروسية على محصول الحمص في سورية: تشخيصها وتوصيفها وانتقالها بالحشرات وتفاعلها مع الأصناف والطرز الوراثية. رسالة دكتوراه، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، سورية. 131 صفحة.

قواص، هدى زاهي، خالد محي الدين مكوك وسليمة نور الدين إبراهيم. 2000. حصر الأمراض الفيروسية على نبات الفصة في دمشق وريفها. صفحة 326. كتاب الملخصات للمؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات، عمان، الأردن، 22-26 تشرين الأول/أكتوبر، 2000. إعداد أحمد كاتبة بدر وحازم شريف حسن. الجمعية العربية لوقاية النبات، بيروت، لبنان.

قواص، هدى، خالد مكوك وفواز العظمة. 1996. فيروس موزاييك الفصة على الحمص في سورية: التنقية وانتاج المصل المضاد والمدى العائلي. مجلة باسل الأسد لعلوم الهندسة الزراعية، 1: 55-62.

ليندة، علالة. 2000. الكشف والتشخيص البيولوجي والسيرولوجي لفيروس اصفرار وموت الفول (FBNYV) عند أهم البقوليات في الجزائر. صفحة 337. كتاب الملخصات للمؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات، عمان، الأردن، 22-26 تشرين الأول/أكتوبر، 2000. إعداد أحمد كاتبة بدر وحازم شريف حسن. الجمعية العربية لوقاية النبات، بيروت، لبنان.

المبروك، أسامة وعقل منصور. 2000. الفيروسات التي تصيب العدس في الأردن. مجلة وقاية النبات العربية، 18: 103-104.

المعاضيدي، مثنى عكيدي عبد، عواد عيسى عباس، رقيب عاكف العاني، مالك قهرمان حسن، بشرى كريم كاظم وفاتن متي طعمه. 1993. استخدام مبيدات البايرثرويد لحماية محصول الباقلاء *Vicia faba* من فيروس موزاييك الفاصولياء الأصفر المحمول بالمنّ Aphid-borne virus. مجلة إباء للأبحاث الزراعية، 3: 34-41.

مكوك، خالد محي الدين وصفاء قمري. 1996. الكشف عن عشرة فيروسات تصيب المحاصيل البقولية بالاختبار المصلي لبصمة النسيج النباتي. مجلة وقاية النبات العربية، 14: 3-9.

مكوك، خالد محي الدين ونوران عطار. 2003. انتقال فيروسي موزاييك الخيار وموزاييك الفصة في بذور العدس. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 49-52.

مكوك، خالد محي الدين، حاج سالم باحميش، صفاء غسان قمري وأحمد لطف. 1998. أهم الأمراض الفيروسية التي تصيب محصول الفول (*Vicia faba* L.) في اليمن. مجلة وقاية النبات العربية، 16: 98-101.

مكوك، خالد محي الدين، وليد رضوان وأمين حاج قاسم. 1992b. حصر للفيروسات الموجودة في بذور العدس والفول والشعير في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 10: 3-8.

مكوك، خالد، صفاء قمري، لينا كاتول ورودولف كاسبر. 1992a. اصفرار وموت الفول: مرض جديد، قد يكون فيروسي المنشأ، يصيب الفول والعدس في منطقة غرب آسيا وشمال أفريقيا. مجلة وقاية النبات العربية، 10: 114.

مندو، جمال سعيد، هدى زاهي قواص، خالد محي الدين مكوك وصفاء غسان قمري. 2004. الفيروسات التي تصيب البقوليات العلفية في سورية: التوزع، الانتشار والانتقال بالبذور. مجلة وقاية النبات العربية، 22: 122-127.

مهنا، أحمد محمد. 1994. الأمراض الفيروسية على البقوليات البرية والمزروعة في الساحل السوري: حصرها، توصيفها، انتشارها، انتقالها، تقدير ضررها، وإنتاج مصل مناعي لفيروس اصفرار وتماوت الفول ودراسة تفاعله مع طرز وراثية من العدس. رسالة ماجستير، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. 133 صفحة.

مهنا، أحمد محمد، خالد محي الدين مكوك وعماد داوود اسماعيل. 1994. حصر الأمراض الفيروسية المنتشرة على البقوليات المزروعة والبرية في الساحل السوري. مجلة وقاية النبات العربية، 12: 12-19.

نعسان، هدى محمد عدنان. 1998. أهم الأمراض الفيروسية المنتقلة بالطريقة المستمرة التي تصيب العدس في سورية: المجال العائلي، انتقالها، الكشف عنها، تفاعلها مع طرز وراثية من العدس وتأثيرها في إنتاجيتها. أطروحة ماجستير، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية. 98 صفحة.

نعسان، هدى محمد عدنان، خالد محي الدين مكوك وأمين عامر حاج قاسم. 1997. الكشف عن فيروس تقزم فول الصويا في بعض المحاصيل البقولية الغذائية بواسطة اختبارات اليزا المختلفة. مجلة وقاية النبات العربية،15: 74-79.

وبزبوبن، أحمد ومحمد فرطاس. 1997. الأمراض الفيروسية التي تصيب الحمص (*Cicer arietinum* L.) بالمغرب. صفحة 190. كتاب الملخصات للمؤتمر العربي السادس لعلوم وقاية النبات، بيروت، لبنان، 27-31 تشرين الأول/أكتوبر، 1997. إعداد وفاء خوري وبسام بياعة. الجمعية العربية لوقاية النبات، بيروت، لبنان. 504 صفحة.

Abu Salih, H.S., H.M. Ishaq and S.A. Siddig. 1973. Effects of sowing date on incidence of Sudanese broad bean mosaic in, and yield of, *Vicia faba*. Annals of Applied Biology, 74: 371-378.

Adam, G., E. Sander and R.J. Shepherd. 1979. Structural differences between pea enation mosaic virus strains affecting transmissibility by *Acyrthosiphon pisum* (Harris). Virology, 29: 1-14.

Ahmed, A.H. and E.B. Eisa. 1999. Transmission of broad bean mottle virus by the larvae of *Spodoptera exigua.* FABIS Newsletter (ICARDA), 28: 30-31.

Ait Yahia, A., M. Aitouada, H. Illoul and M.I. Taur. 1997b. First occurrence of bean yellow mosaic potyvirus on chickpea in Algeria. OEPP/EPPO Bulletin, 27: 261-263.

Ait Yahia, A., M. Aitouada, K. Hadi Arab, R. Belfendes and K. Sarni. 1997a. Identification of chickpea stunt viruses in Algeria. OEPP/EPPO Bulletin, 27: 265-268.

Ait Yahia, A., M. Aitouada, K. Hadj Arab, R. Belfendes, K. Sarni and K. Ouadi. 1999. Identification and characterization of bean leaf roll luteoviruses (BLRV), a major component of chickpea stunt disease in Algeria. Pages 289-293. In: Proceedings of the 2nd Regional Symposium for Cereal and Legume Diseases, Nabeul, Tunisia, 10-12 November, 1999. 561 pp.

Al-Ani, R.A. and Q.K. El-Azzawi. 1987. Effect of infection with broad bean mottle and bean yellow mosaic viruses on nitrogen fixation in faba bean. Journal of Agricultural Sciences (Iraq), 18: 199-212.

Alhubaishi, A.A., D.G.A. Walkey, M.J.W. Webb, C.J. Bolland and A.A. Cook. 1987. A survey of horticultural plant virus diseases in the Yemen Arab Republic. FAO Plant Protection Bulletin, 35: 135-143.

Allam, E.K. and E.A. El-Kady. 1966. A virus causing a mosaic disease of broad bean and its vector *Aphis craccivora* in Egypt. Entomologie Experimental Applied, 9: 413-418.

Allam, E.K., A.S. Gamal-Eldin and L.R. Riskallah. 1979. Some viruses affecting broad bean in Egypt. Egyptian Journal of Phytopathology, 11: 67-77.

Allen, O.N. and E.K. Allen. 1981. The leguminosae. A source book of characteristics, uses and nodulation. Wisconsin Press, MacMillan, London.

Al-Musa, A. and A. Mansour. 1983. Plant viruses affecting tomatoes in Jordan. Identification and prevalence. Phytopathologische Zeitschrift, 106: 186-190.

Al-Musa, A. and A. Mansour. 1984. Broad bean wilt virus in broad bean in Jordan. Plant Disease, 68: 537.

Al-Musa, A., H. Al-Haj, A. Mansour and S. Janakat. 1987. Properties of bean yellow mosaic virus occurring on broad bean in the Jordan valley. Dirasat, 14: 135-140.

Al-Musa, A.M., H.A. Al-Haj and L.O. Monayer. 1986. Light and electron microscopy of the Jordanian isolate of broad bean wilt virus. Dirasat, XIII (8):57-62.

Al-Nsour, A.H. 1997. Occurrence and distribution of faba bean necrotic yellows virus disease on faba bean in Jordan. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Jordan, Amman, Jordan.

Al-Nsour, A.H., A. Mansour, A. Al-Musa and N. Salem. 1998. Distribution and incidence of faba bean necrotic yellows virus in Jordan. Plant Pathology, 47: 510-515.

Al-Shahwan, I.M., O.A. Abdalla and M.A. Al-Saleh. 1998. Potato viruses in central Saudi Arabia. Journal of King Saud University, Agricultural Sciences, 10: 45-53.

Ashby, J.W. 1984. Bean leaf roll virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses. Commonwealth Agricultural Bureaux/ Association of Applied Biologists, Ferry Lane, Kew, Surrey, England. No. 286.

Ashby, J.W. and H. Huttinga. 1979. Purification and some properties of pea leaf roll virus. Netherlands Journal of Plant Pathology, 85:113-123.

Assou, N.M. 1978. Contribution à l'etude des viroses de la fève. Mémoire de fin d'etude, École Nationale d' Agriculture de Meknés (Maroc): 34 pp.

Aydin, H., F.J. Muehlbauer and W.J. Kaiser. 1987. Pea eantion mosaic virus resistance in lentil (*Lens culinaris*). Plant Disease, 71: 635-638.

Bath, J.E. and R.K. Chapman. 1968. Influence of aphid stage on the acquisition and inoculation phases of pea enation mosaic virus transmission. Journal of Economic Entomology, 61: 906-909.

Bawden, F.C., R.P. Chaudhuri and B. Kassanis. 1951. Some properties of braod-bean mottle virus. Annals of Applied Biology, 38: 774-784.

Blaszczak, W., E. Wydra and M. Andrzeiewoska. 1985. Roczmiki Nauk Rolniczych, Seria. E,T., 15, Z. 1-2: 9-22.

Bos, L. 1970. Bean yellow mosaic virus. Descriptions of plant viruses. No. 40. Association of Applied Biology, Kew, Surrey, England. 4 pages.

Bos, L. 1981. Wild plants in the ecology of virus disease. Pages 1-33. In: Plant diseases and vectors: ecology and epidemiology. K. Maramorosch and K. F. Harris (eds.). Academic Press, New York & London.

Bos, L. 1983. Introduction to Plant Virology. Pudoc. Wageningen. The Netherlands. pp.160.

Bos, L. and K. M. Makkouk. 1994. Insects in relation to virus epidemiology in cool season legumes. Pages 305-332. In: Expanding the production and use of cool season legumes. F. Muhelbauer and W. Kaiser (eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Bos, L., 1996. Research on viruses of legume crops and the international working group on legume viruses: historical facts and personal reminiscences. Printed in Lebanon, Published and distributed by the International Working Group on Legume Viruses (IWGLV), 151 pp.

Bos, L., M.A.M. Mahir and K. Makkouk. 1993. Some propertiesof an isolate of pea early-browning tobravirus from faba bean (*Vicia faba*L.) in Libya. Phytopathologia Mediterranea, 32: 7-13.

Bos, L., M.A.M. Mahir, M. Fortass and K.M. Makkouk. 1992. A mild strain of broad bean mottle virus from faba bean (*Vicia faba* L.) in the Sudan. Netherlands Journal of Plant Pathology, 98: 253-256.

Bos, L., R.O. Hampton and K.M. Makkouk. 1988. Viruses and virus diseases of pea, lentil, faba bean and chickpea. Pages 591-615. In: Word Crops: Cool Season Food Legumes. R.J. Summerfield (Editor.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 1179 pp.

Bosque-Perez, N.A. and I.W. Buddenhagen. 1990. Studies on epidemiology of virus diseases of chickpea in California. Plant Disease, 74: 372-378.

Boswell, K.F. and A.J. Gibbs. 1983. Viruses of legumes 1983. Description and keys from VIDE. Australian National University, Canberra, Australia.

Bourbah, M. and M. Fezzaz. 1979. Contribution à l'etude des viruses de la fève dans la région de Meknès. Memoire de fin d'etude. École Nationale d'Agriculture de Meknés (Maroc). 48 pp.

Brunt, A.A., K. Crabtree, M.J. Dallwitz, A.J. Gibbs, L. Watson and E.J. Zurcher (eds.). 1996. Plant Viruses Online: Descriptions and Lists from the VIDE Database. Version: 20th August 1996. http://biology.anu.edu.au/Groups/MES/vide/

Casper, R., S. Meyer, D.-E. Lesemann, D.V.D. Reddy, R. Rajeshwari, S.M. Misari and S.S. Subbarayudu. 1983. Detection of a Luteovirus in groundnut rosette diseased groundnuts (*Arachis bypogaea*) by Enzyme-linked Immunosorbent assay and Immunoelectron Microscope. Phytopathologische Zeitschrift, 108: 12-17.

Chiko, A.W. and R.C. Zimmer. 1978. Effect of pea seed-borne mosaic virus on two cultivars of field-grown pea in Manitoba. Canadian Journal of Plant Science, 58: 1073-1080.
Cockbain, A. J. 1988. Pea seed-borne mosaic virus (PSbMV). Rothamsted Annual Report for 1987: 70-71.
Cockbain, A.J. 1971. Epidemiology and control of weevil-transmitted viruses in field beans. In Proceedings of the 6th British Insecticide and Fungicide Conference, 1: 302-306.
Cockbain, A.J. 1983. Viruses and virus-like disease of*Vicia faba* L. Pages 421-462. In: The faba bean (*Vicia faba* L.) a basis for improvement. P.D. Hebbethwaite (ed.). Butter Worths, London, UK.
Cockbain, A.J. and A.J. Gibbs. 1973. Host range and overwintering sources of bean leaf roll and pea enation mosaic viruses in England. Annals of Applied Biology, 73: 177-187.
Cockbain, A.J. and C.L. Costa. 1973. Comparative transmission of bean leaf roll and pea enation mosaic viruses by aphids. Annals of Applied Biology, 73: 167-176.
Cockbain, A.J., S.M. Cook and R. Bowen. 1975. Transmission of broad bean stain virus and Echtes Ackerbohnenmosaik-virus in to field beans (*Vicia faba*. L) by weevils. Annals of Applied Biology, 18: 331-339.
D'Arcy, C.J., A.D. Hewings, P.A. Burnett and H. Jedlinski. 1983. Comparative purification of two luteoviruses. Phytopathology, 73: 755-759.
D'Arcy, C.J., R.R. martin and S. Spiegel. 1989. A comparative study of luteovirus purification methods. Canadian Journal of Plant Pathology, 11: 251-255.
Damsteegt, D.V., A.D. Hewings and A.B. Sindermann. 1990. Soybean dwarf virus: experimental host range, soybean germplasm reaction, and assessment of potential threat to US. soybean production. Plant Disease, 74: 992-995.
Damsteegt, V.D., A.L. Stone and A.D. Hewings. 1995. Soybean dwarf, bean leaf roll and beet western yellows luteoviruses in southeastern U.S. white clover. Plant Disease, 79: 48-50.
Devergne, J.C. and R. Cousin. 1966. Le virus de la mosasique de la feve (MF) et les sympotomes d'ornementation sur grains. Annls Epiphyties, 17: 147-161.
Duffus, J.E. 1969. Membrane feeding used in determining the properties of beet western yellows virus. Phytopathology, 59: 1668-1669.
Edwardson, J.R. and R.G. Christie (eds.). 1991a. CRC Handbook of viruses infecting legumes. CRC Press, Boca Raton, University of Florida, USA.
Edwardson, J.R. and R.G. Christie. 1991b. The potyvirus group. Volume III. Agricultural Experiment Station, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, J.M. Davidson, Dean for Research. 4 volumes.
Edwardson, J.R. and R.G. Christie. 1991c. Luteoviruses. In*:* CRC Handbook of Viruses Infecting Legumes. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
Eid, S.A. and M.A. Tolba. 1979. Studies of some viruses isolated from broad beans (*Vicia faba*) in Egypt. FABIS Newsletter, 1: 26.
El-Amri, A. 1996b. Identification of vectors and natural hosts of faba bean necrotic yellows virus in Morocco. Al-Awamia, 99: 27-31.
El-Amri, A. 1999a. Identification and repartition of faba bean necrotic yellows virus (FBNYV) in Morocco. Al-Awamia, 99: 19-26.
El-Attar, S., F. Nour-Eldin and S.A. Ghabrial. 1971b. A strain of bean yellow mosaic vius naturally occurring on broad bean in the Arab Republic of Egypt. Agricultural Research Review, (Egypt), 49: 285-290.
El-Attar, S., S.A. Ghabrial and F. Nour Eldin. 1971a. A strain of Alfalfa mosaic virus on broad bean in the Arab Republic of Egypt. Agricultural Research Review (Egypt), 49: 277-284.
El-Kady, M.A.S. 1977. Studies on some viruses affecting beans in Egypt. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt.
Ellis, P.J. and A. Wieczorek. 1992. Production of monoclonal antibodies to beet western yellows virus and potato leafroll virus and their use in luteovirus detection. Plant Disease, 76: 75-78.

El-Maataoui, M. and A.A. El-Hassani. 1984. Cucumber mosaic virus of chickpea in Morocco. International Chickpea Newsletter, 10: 14-15.

El-Muadhidi, M.A., K.M. Makkouk, S.G. Kumari, M. Jerjess, S.S. Murad, R.R. Mustafa and F. Tarik. 2001. Survey for legume and cereal viruses in Iraq. Phytopathologia Mediterranea, 40: 224-233.

Falk, B.W. and J.E. Duffus. 1984. Identification of small single-and double-stranded RNAs associated with severe symptoms in beet western yellows virus-infected *Capsella bursa-pastoris*. Phytopathology, 74: 1224.

Fargette, D., M.J. Jenniskens and D. Peters. 1982. Acquisition and transmission of pea enation mosaic virus by individual pea aphid. Phytopathology, 72: 1386-1390.

Farro, A. and J. Vanderveken. 1969. Propriétés d'une souche du virus de la mosaique énation du pois isolée en Belgique. Parasitica, 25:55-62.

Farzadfar, S., R. Pourrahim, A.R. Golnaraghi, N. Shahraeen and K.M. Makkouk. 2002. First report of sugar beet and bean as natural hosts of *Chickpea chlorotic dwarf virus* in Iran. Plant Pathology, 51: 795.

Fegla, G.T., A.L.B. Shawkat and S.Y. Mohammed. 1981. Certain viruses affecting cowpea and their effect on growth and root nodulation of cowpea plants. Mesopotamia Journal of Agriculture, 16: 137-152.

Fischer, H.U. 1979. Agents viraux isolés des cultures de fève, leur détermintion et differntiation [The identification and differentiation of virus infections of broad bean]. Al-Awamia, 57: 41-72.

Fischer, H.U. and B.E. Lockhart. 1976. Identification of broad bean stain virus as the cause of a widespread disease of broad beans in Morocco. Zeitschrift fűr Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 83: 332-337.

Fletcher, J.D. 1993. Surveys of virus diseases in pea, lentil, dwarf and broad bean crops in South Island, New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 21: 45-53.

Fortass, M. and L. Bos. 1991. Survey of faba bean (*Vicia faba* L.) for viruses in Morocco. Netherlands Journal of Plant Pathology, 97: 369-380.

Fortass, M. and L. Bos. 1992. Broad bean mottle virus in Morocco; variability, infection with food legume species, and seed transmission in faba bean, and chickpea. Netherlands Journal of Plant Pathology, 98: 329-342.

Fortass, M. and S. Diallo. 1993. Broad bean mottle bromovirus in Morocco; curculionid vectors, and natural occurrence in food legumes other than faba bean (*Vicia faba* L.). Netherlands Journal of Plant Pathology, 99: 219-226.

Fortass, M., F. van der Wilk, J.F.J.M. van den Heuvel and R.W. Goldbach. 1997. Molecular evidence for the occurrence of beet western yellows virus on chickpea in Morocco. European Journal of Plant Pathology, 103: 481-484.

Franz, A., K.M. Makkouk and H.J. Vetten. 1995. Faba bean necrotic yellows virus naturally infects *Phaseolus* bean and cowpea in the Coastal Area of Syria. Journal of Phytopathology, 143: 319-320.

Franz, A., K.M. Makkouk and H.J. Vetten. 1997. Host range of faba bean necrotic yellows virus and potential yield loss in infected faba bean. Phytopathologia Mediterranea, 36: 94-103.

Franz, A., K.M. Makkouk and H.J. Vetten. 1998. Acquisition, retention and transmission of faba bean necrotic yellows virus by two of its aphid vectors, *Aphis craccivora* (Koch.) and *Acyrthosiphon pisum* (Harris). Journal of Phytopathology, 146: 347-355.

Franz, A., K.M. Makkouk, L. Katul and H.J. Vetten. 1996. Monoclonal antibodies for the detection and differentiation of faba bean necrotic yellows virus isolates. Annals of Applied Biology, 128: 255-268.

Gamal-Eldin, A.S., A.A. El-Amrety, H.M. Mazyad and L.R. Rizkallah. 1982. Effect of bean yellow mosaic and broad bean wilt viruses on broad bean yield. Agriculture Research Review (Egypt), 60: 195-204.

Gibbs, A.J. and H.G. Smith. 1970. Broad bean stain virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, Commonwealth Agricultural Bureaux, and the Association of Applied Biologists, No. 29

Gibbs, A.J. and H.L. Paul. 1970. Echtes Ackerbohnenmosaik-virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, Commonwealth Agricultural Bureaux, and the Association of Applied Biologists, No. 20

Gibbs, A.J., B.D. Harrison and R.D. Woods. 1966. Purification of pea enation mosaic virus. Virology, 29: 348-351.

Gibbs, A.J., G. Giussani-Belli and H.G. Smith. 1968. Broad-bean stain and true broad-bean mosaic viruses. Annals of Applied Biology, 61: 9-107.

Gonzalez, L.C. and D.J. Hagedorn. 1970. Aphid transmission of pea seed-borne mosaic virus. Phytopathology, 60: 1293.

Gonzalez, L.C. and D.J. Hagedorn. 1971. The transmission of pea seed-borne mosaic virus by three aphid species. Phytopathology, 61: 825-828.

Hagedorn, D.J. 1996. Pea enation mosaic enamovirus: Ecology and Control. Pages 345-356. In: The Plant Viruses, volume 5: Polyhedral Virions and Bipartite RNA Genomes. B.D. Harrison and A.F. Murant (eds.). Plenum Press, New York, USA.

Hagedorn, D.J., R.E. C. Layne and E.G. Ruppel. 1964. Host range of pea enation mosaic virus and use of *Chenopodium album* as a local lesion host. Phytopathology, 54: 483-848.

Hamed, A. Abdelmagid and K.M. Makkouk. 2002. Occurrence and management of chickpea chlorotic dwarf virus in chickpea fields in northern Sudan. Phytopathologia Mediterranea, 41: 193-198.

Hampton, R.O. and F.J. Muehlbauer. 1977. Seed transmission of seed-borne virus in lentils. Plant Disease Reporter, 61: 235-238.

Hampton, R.O. and G.I. Mink. 1975. Pea seed borne mosaic virus. CMI/AAB Descriptions ofPlant Viruses, Commonwealth Agricultural Bureaux, and the Association of Applied Biologists, No. 146.

Harris, K.F. 1977. An ingestion-egestion hypothesis of noncirculative virus transmission. Pages 166-208. In: *Aphis* as virus vectors. Academic Press, New York, USA.

Harrison, B.D. 1973. Pea early-browning virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 120, Kew, UK: Commonwealth Mycological Institute.

Horn, N.M, S.V. Reddy, J.F.J.M. van den Heuvel and D.V.R. Reddy. 1996. Survey of chickpea (*Cicer arietinum* L.) for chickpea stunt disease and associated viruses in India and Pakistan. Plant Disease, 80: 286-290.

Horn, N.M. 1994. Viruses involved in chickpea stunt. Ph.D. thesis, Wageningen, The Netherlands. 137 pp.

Horn, N.M., K.M. Makkouk, S.G. Kumari, H.F. Van den Heuvel and D.V. Reddy. 1995. Survey of chickpea (*Cicer arientinum* L.) for chickpea stunt disease and associated viruses in Syria, Turkey and Lebanon. Phytopathologia Mediterranea, 34: 192-198.

Horn, N.M., S.V. Reddy, I.M. Roberts and D.V.R. Reddy. 1993. Chickpea chlorotic dwarf virus, a new leafhopper-transmitted geminivirus of chickpea in India. Annals of Applied Biology, 122: 467-479.

Hull, R. 1977. Particle differences related to aphid-transmissibility of a plant virus. Journal of General Virology, 34:183-187.

Hull, R. 1981. Pea enation mosaic virus. Pages 239-256. In: Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis. E. Kurstak (ed.). Amsterdam, Elsevier, North-Holland.

Hull, R. and L.C. Lane. 1973. The unusual nature of the components of a strain of pea enation mosaic virus. Virology, 55:1-13.

Hussein, M.M. 1979. Recent research on certain broad bean (*Vicia faba*) diseases in the Sudan. FABIS Newsletter, 1: 25.

Hussein, M.M. and S.O. Freigoun. 1978. Diseases of broad beans (*Vicia faba*) in the Sudan. Pages 109-111. In: Food legume improvement and Development. G.G. Hawtin & G.J. Chancellor (eds.). ICARDA/IDRC.

Ibrahim, I.A.M. 1982. Studies on some viruses affecting certain legumes in Egypt. M. Sc. Thesis Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt. 145 pp.

Inouye, T. 1967. A seed-borne mosaic virus of pea. Annals of the Phytopathological society ofJapan 33: 38-42.

Ismail, I.D. and M.H.M. Hassan. 1995. Survey of seed-borne viruses of faba bean in Sebha region south of Libya. Journal University of Sebha, 2: 95-109.

Ismail, J.H.S. 1983. Studies on faba bean mosaic caused by Bean yellow mosaic virus. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Baghdad, Iraq, 79 pp.

Izadpanah, K. and J. Shepherd. 1966. Purification and properties of pea enation mosaic virus. Virology, 28: 463-476.

Jbara, G.T. 2000. Ecology and screening for resistance of faba bean necrotic yellows virus in some leguminous crops. M.Sc. Thesis, Faculty of Graduate Studies, University of Jordan, 112 pp.

Johnstone, G.R. and P.L. Guy. 1986. Epidemiology of viruses persistently transmitted by aphids. In: Proceedings of the Workshop on Epidemiology of Plant Virus Diseases. 1X/1-1X/7. International Society of Plant Pathology, Orlando, FL., August 6-8, 1986.

Johnstone, G.R., G.E. Duffus, D. Munro and J.W. Ashby. 1982. Purification of a Tasmanian isolate of subterranean clover red leaf virus, and its serological interaction with a New Zealand isolate and other luteoviruses. Australian Journal of Agricultural Research, 33: 697-703.

Johnstone, G.R., H.Y. Liu and J.E. Duffus. 1984a. First report of a subterranean clover red leaf-like virus in the western hemisphere. Phytopathology, 74: 795.

Johnstone, G.R., J.W. Ashby, A.J. Gibbs, J.E. Duffus, G. Thottappilly and J.D. Fletcher. 1984b. The host ranges, classification and identification of eight persistent aphid-transmitted viruses causing disease in legumes. Netherlands Journal of Plant pathology, 90: 225-245.

Kaiser, W.J. 1973. Biology of bean yellow mosaic and pea leaf roll viruses effecting *Vicia faba* in Iran. Phytopathologische Zeitschrift, 78: 253-263.

Kassim, N.A. 1997. Studies on Certain viruses on chickpea and lentil in Ninevah Governorate. Ph.D. Thesis. University of Mousul, Iraq, 167 pp.

Katul, L. 1992. Characterization by serology and molecular biology of bean leaf roll virus and faba bean necrotic yellows virus. Ph.D. thesis, University of Gottingen, Germany, 115 pp.

Katul, L. and K.M. Makkouk. 1987. Occurrence and serological relatedness of five cucurbit potyviruses in Lebanon and Syria. Phytopathologia Mediterranea, 26: 36-42.

Katul, L., E. Maiss and H.J. Vetten. 1995a. Sequence analysis of faba bean necrotic yellows virus DNA components containing a putative replicase gene. Journal of General Virology, 76: 475-479.

Katul, L., E. Maiss, S.Y. Morozov and H.J. Vetten. 1997. Analysis of six components of the faba bean necrotic yellows virus genome and their structural affinity to related plant virus genome. Virology, 223: 247-259.

Katul, L., H.J. Vetten, D.E. Lesemann, E. Maiss and K.M. Makkouk. 1995b. Diagnostic methods for the detection of faba bean necrotic yellows virus, a circular ssDNA virus. EPPO Bulletin, 25: 329-336.

Katul, L., H.J. Vetten, E. Maiss, K.M. Makkouk, D.E. Lesemann and R. Casper. 1993. Characterization and serology of virus-like particles associated with faba bean necrotic yellows. Annals of Applied Biology, 123: 629-647.

Katul, L., T. Timchenko, B. Gronenborn and H.J. Vetten. 1998. Ten distinct circular ssDNA components, four of which encode putative replication-associated proteins, are associated with faba bean necrotic yellows virus genome. Journal of General Virology, 79: 3101-3109.

Katul, L., T. Timchenko, B. Gronenborn and H.J. Vetten. 1999. Towards a better understanding of the organization and variability of the faba bean necrotic yellows virus genome. Page 31. In: Proceedings of the 15th Meeting of the International Working

Group on Legume Viruses. R. Jones (ed.). Fremantle, Western Australia, 15-17 August, 1999.

Kennedy, J.S., M.F. Day and V.F. Eastop. 1962. A conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses. Commonwealth Institute of Entomology, London, UK.

Kishtah, A.A., M. Russo, M.A. Tolba and G.P. Martelli. 1978. A strain of broad bean wilt virus isolated from pea in Egypt. Phytopathologia Mediterranea, 17: 157-164.

Kohnen, P.D., W.G. Dougherty and R.O. Hampton. 1992. Detection of pea seedborne mosaic potyvirus by sequence specific enzymatic amplification. Journal of Virological Methods, 37: 253-258.

Kumari, S.G. and K.M. Makkouk. 1995. Variability among twenty lentil genotypes in seed transmission rates and yield loss induced by pea seed-borne mosaic potyvirus infection. Phytopathologia Mediterranea, 34: 129-132.

Kumari, S.G. and K.M. Makkouk. 1996. Inactivation of broad bean stain comovirus in lentil seeds by dry heat treatment. Phytopathologia Mediterranea, 35: 124-126.

Kumari, S.G. and K.M. Makkouk. 2003. Differentiation among Bean leafroll virus susceptible and resistant lentil and faba bean genotypes on the basis of virus movement and multiplication. Journal of Phytopathology, 151: 19-25.

Kumari, S.G., K.M. Makkouk and I. D. Ismail. 1994. Seed transmission and yield loss induced in lentil (*Lens culinaris* Med.) by bean yellow mosaic potyvirus. LENS Newsletter, 21: 42-44.

Kumari, S.G., K.M. Makkouk, L. Katul and H.J. Vetten. 2001. Polyclonal antibodies to the bacterially expressed coat protein of *Faba bean necrotic yellows virus.* Journal of Phytopathology, 149: 543-550.

Kumari, S.G., B. Bayaa, K. Makkouk, M. Pala, A. Yahyaoui, W. Erskine, A. Sarker, A. Haddad and N. El-Hussein. 2004a. *Faba bean necrotic yellows virus* and *Orobanche* Management at ICARDA and in West Asia and North Africa. Pages 36-45. In: Integrated management of *Orobanche* and viral diseases of faba bean. Proceedings of the Workshop held at El-Fayoum Governorate, Egypt, September 20-21, 2003. O. Al-Menoufi, S. Kumari and A.Yahyaoui (eds.). ICARDA, Aleppo, Syria. 71 pp.

Kumari, S.G., K.M. Makkouk, N. Attar, W. Ghulam and D.-E. Lesemann. 2004b. First report of *Chickpea chlorotic dwarf virus* infecting spring chickpea in Syria. Plant Disease, 88: 424.

Kumari, S.G., K.M. Makkouk and N. Attar. 2006. An improved antiserum for sensitive serologic detection of Chickpea chlorotic dwarf virus. Journal of Phytopathology 154: 129-133.

Lange, L., A. Jomantor and M. Heide. 1989. Testing seeds for viruses by dot immuno binding (DIB) directly on plain paper. Tidsskrift for Planteavl, 93: 93-96.

Latham, L.J. and R.A.C. Jones. 2001a. Alfalfa mosaic and pea seed -bornemosaic viruses in cool season crop, annual pasture, and forage legumes: susceptibility, sensitivity, and seed transmission. Australian Journal of Agricultural Research, 52: 771-790.

Latham, L.J. and R.A.C. Jones. 2001b. Incidence of virus infection in experimental plots, commercial crops and stocks of cool season crop legumes. Australian Journal of Agricultural Research, 52: 397-413.

Lloyd, A.T.E., H.G. Smith and L.H. Jones. 1965. Evesham Stain-a virus disease of broad beans (*Vicia faba* L.). Horticultural Research, 5: 13-18.

Lockhart, B.E.L. and H.U. Fisher. 1976. Some properties of an isolate of pea early-browning virus occurring in Morocco. Phytopathology, 66: 1391-1394.

Magid, A.G.M.A. 1991. Host range and transmission of an isolate of cucumber mosaic virus from the Sudan. East African Agricultural and Forestry Journal, 56: 63-67.

Mahir, M.A.M., M. Fortass and L. Bos, 1992. Identification and properties of a deviant isolate of the broad bean yellow band serotype of pea early-browning virus from faba bean (*Vicia faba*) in Algeria. Netherlands Journal of Plant Pathology, 98: 237-257.

Makkouk, K.M. 1994. Viruses and virus disease cool season food legumes in West Asia and North Africa. IPA Journal for Agricultural Research, 4: 98-115.

Makkouk, K.M. and O.I. Azzam. 1986. Detection of broad bean stain virus in lentil seed groups. LENS Newsletter, 13: 37-38.
Makkouk, K.M. and S.B. Hanounik. 1993. Major faba bean diseases with special emphasis on viral diseases. Pages 123-137. In: Faba bean Production and Research in China. M.C. Saxena, S. Weigand and L. Li-Juan (eds.). International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.
Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 1989. *Apion arrogans*, a weevil vector of broad bean mottle virus. FABIS Newsletter, 25: 26-27.
Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 1990. Variability among 19 lentil genotypes in seed transmission rates and yield loss induced by broad bean stain virus infection. LENS Newsletter, 17: 31-33.
Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 1993. Movement of bean yellow mosaic virus in susceptible and resistant faba bean genotypes. FABIS Newsletter, 32: 35-38.
Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 1995a. Transmission of broad bean stain comovirus and broad bean mottle bromovirus by weevils in Syria. Journal of Plant Disease and Protection, 102: 136-139.
Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 1995b. Screening and selection of faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm for resistance to bean yellow mosaic potyvirus. Journal of Plant Diseases and Protection, 102: 461-466.
Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 1997. Etiology and control of soybean dwarf luteovirus affecting lentils (*Lens culinaris*) in Syria. Pages 731-734. In: Proceedings of 10th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union. June 1-5, 1997, Montpellier-Lec Corum, France.
Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 1998. Further serological characterization of two tobravirus isolates from Algeria and Libya. Pakistan Journal of Biological Sciences, 1: 303-306.
Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 1999. Resistance in lentil (*Lens culinaris* Medik.) to three persistently transmitted viruses. Pages: 395-401. In: Proceedings of the 2nd Regional Symposium for Cereal and Legume Diseases, Nabeul, Tunisia, 10-12 November, 1999. 561 pp.
Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 2001. Reduction of spread of three persistently aphid-transmitted viruses affecting legume crops by seed-treatment with Imidacloprid (Gaucho®). Crop Protection, 20: 433-437.
Makkouk, K.M., D.E. Lesemann and N.A. Haddad. 1982. Bean yellow mosaic virus from broad bean in Lebanon: incidence, host range, purification, and serological properties.Journal of Plant Diseases and Protection, 89: 59-66.
Makkouk, K.M., O.I. Azzam, L. Katul, A. Rizkallah and S. Kumari. 1986. Seed transmission of broad bean stain virus in the wild legume *Vicia palaestina* Boiss. FABIS Newsletter, 16: 40-41.
Makkouk, K.M., L. Bos, O.I. Azzam, L. Katul and A. Rizkallah. 1987a. Broad bean stain virus: identification, detectability in faba bean leaves and seeds, occurrence in West Asia and North Africa and possible wild hosts. Netherlands Journal of Plant Pathology, 93: 97-106.
Makkouk, K.M., L. Katul and A. Rizkallah. 1987b. Electrophoretic separation: an alternative simple procedure for the purification of broad bean mottle and alfalfa mosaic viruses. FABIS Newsletter, 19: 12-14.
Makkouk, K.M., L. Bos, A. Rizkallah, O.I. Azzam and L. Katul. 1988a. Broad bean mottle virus: identification, serology, host range and occurrence on faba bean (*Vicia faba*) in West Asia and North Africa. Netherlands Journal of Plant Pathology, 94: 195-212.
Makkouk, K.M., L. Bos, O.I. Azzam, S.G. Kumari and A. Rizkallah. 1988b. Survey of viruses affecting faba bean in six Arab countries. Arab Journal of Plant Protection, 6: 53-61.
Makkouk, K.M., L. Katul and A. Rizkallah. 1988c. A simple procedure for the purification and antiserum production of bean yellow mosaic virus. Journal of Phytopathology, 122: 89-93.

Makkouk, K.M., S.G. Kumari and L. Bos. 1990. Broad bean wilt virus: host range, purification, serology, transmission characteristics, and occurrence in faba bean in West Asia and North Africa. Netherlands Journal of Plant Pathology, 96: 291-300.

Makkouk, K.M., S.G. Kumari and A. Shehade. 1992a. Seed transmission of pea seed-borne mosaic virus in *Lathyrus*and *Vicia* forage legume species. Journal of Plant Diseases and Protection, 99: 561-563.

Makkouk, K.M., S.G. Kumari and R. Al-Daoud. 1992b. Survey for viruses affecting lentil (*Lens culinaris* Med.) in Syria. Phytopathologia Mediterranean, 31: 188-190.

Makkouk, K.M., H.T. Hsu and S.G. Kumari. 1993a. Detection of three plant viruses by dot-blot and tissue-blot immunoassays using chemiluminescent and chromogenic substrates. Journal of Phytopathology, 139: 97-102

Makkouk, K.M., S.G. Kumari and L. Bos. 1993b. Pea seed-borne mosaic virus: occurrence in faba bean (*Vicia faba* L.) and lentil (*Lens culinaris* Med.) in West Asia and North Africa, and further information on host range, purification, serology, and transmission characteristics. Netherlands Journal Plant Pathology, 99: 115-124.

Makkouk, K.M., L. Rizkallah, M. Madkour, M. El-Sherbeeny, S.G. Kumari, A.W. Amriti and M. B. Solh. 1994. Survey of faba bean (*Vicia faba* L.) for viruses in Egypt. Phytopathologia Mediterranea, 33: 207-211.

Makkouk, K.M., G. Dafalla, M. Hussein and S.G. Kumari. 1995. The natural occurrence of chickpea chlorotic dwarf geminivirus in chickpea and faba bean in the Sudan. Journal of Phytopathology, 143: 465-466.

Makkouk, K.M., V. Damsteegt, G.R. Johnstone, L. Katul, D.-E. Lesemann and S.G. Kumari. 1997. Identification and some properties of soybean dwarf luteovirus affecting lentil in Syria. Phytopathologia Mediterranea, 36: 135-144.

Makkouk, K.M., H.J. Vetten, L. Katul, A. Franz and M.A. Madkour. 1998. Epidemiology and control of faba bean necrotic yellows virus (Chapter 40). Pages 534-540. In: Plant Virus Disease Control. A. Hadidi, R. K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds.). APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Makkouk, K.M., S.G. Kumari and B. Bayaa. 1999. First report of pea enation mosaic virus affecting lentil (*Lens culinaris* Medik.) in Syria. Plant Disease, 83: 303.

Makkouk, K.M., M.A. El-Muadhidi and S.G. Kumari. 2001a. First record of beet western yellows, chickpea chlorotic dwarf and faba bean necrotic yellows viruses affecting faba bean (*Vicia faba* L.) crops in Iraq. Plant Pathology, 50: 793.

Makkouk, K.M., S. Kumari, A. Sarker and W. Erskine. 2001b. Registration of six lentil germplasm lines with combined resistance to viruses. Crop Science, 41: 931-932.

Makkouk, K.M., S.G. Kumari and D.-E. Lesemann. 2001c. First record of *Pea enation mosaic virus* naturally infecting chickpea and grasspea crops in Syria. Plant Disease, 85: 1032.

Makkouk, K.M., A. Najar and S.G. Kumari. 2002a. Virus diseases and sources of resistance in cool season food legumes in the Mediterranean Region: a review. Pages 75-81. In: Symposium Proceeding of LEGUMED: Grain Legumes in the Mediterranean Agriculture (faba bean and other grain legumes in today Mediterranean agriculture: biotic constraints and integrated regional strategy). 25-27 October, 2001, IAV Hassan II, Rabat, Morocco. 180 pp.

Makkouk, K.M., S.G. Kumari and J.A.G. van Leur. 2002b. Screening and selection of faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm resistant to *Bean leafroll virus*. Australian Journal of Agricultural Research, 53: 1077-1082.

Makkouk, K.M., A.A. Hamed, M. Hussein and S.G. Kumari. 2003a. First report of *Faba bean necrotic yellows virus* (FBNYV) infecting chickpea (*Cicer arietinum*) and faba bean (*Vicia faba*) crops in Sudan. Plant Pathology, 52: 412.

Makkouk, K.M., L. Rizkallah, S.G. Kumari, M. Zaki and R. Abul Enein. 2003b. First record of *Chickpea chlorotic dwarf virus* (CpCDV) affecting faba bean (*Vicia faba*) crops in Egypt. Plant Pathology, 52: 413.

Makkouk, K.M., S.G. Kumari, J.d' A. Hughes, V. Muniyappa and N.K. Kulkarni. 2003c. Other legumes: Faba bean, chickpea, lentil, pigeonpea, mungbean, blackgram, lima

bean, horegram, bambara groundnut and winged bean. Pages 447-476. In: Virus and Virus-like Diseases of Major Crops in Developing Countries. G. Loebenstein and G. Thottappilly (eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 800 pages.

Mamluk, O.F., M.P. Haware, K.M. Makkouk and S.B. Hanounik. 1989. Occurrence, losses and control of important cereal and food legume diseases in West Asia and North Africa. Tropical Agriculture Research Series, 22: 131-140.

Mamluk, O.F., O. Tahhan, R.H. Miller, B. Bayaa, K.M. Makkouk and S.B. Hanounik. 1992. A checklist of cereal, food legume and pasture and forage crop disease and insects in Syria. Arab Journal of Plant Protection, 10: 225-166.

Marco, S. 1985. Serological reaction of beet western yellows and potato leafroll viruses in ELISA. Phytoparasitica, 13: 201-207.

Mazyad, H., M. El-Hammady and M. Sabak. 1974. Occurrence of cucumber mosaic virus in bean plants in Egypt. First Congress of Egypt Phytopathological Society, Cairo, Egypt.

Mazyad, H., M. El-Hammady and M.A. Tolba. 1975. The broad bean true mosaic disease in Egypt. Ann. Agric. Sci. Moshtohor, 4:87-94.

McKirdy, S.J., B.A. Coutts and R.A.C. Jones. 1994. Occurrence of bean yellow mosaic virus in subterranean clover pastures and perennial native legumes. Australian Journal of Agricultural Research, 45: 183-194.

Milles, P.R. and A.H. Ahmed. 1984. Host range and properties of cucumber mosaic virus (CMV-Su) infecting *Vicia faba* in Sudan. FABIS Newsletter, 9: 31-33.

Mink, G.I., T. Inouye, R.O. Hampton and J.E. Hensek. 1974. Relationship among isolates of pea seed-borne mosaic virus from the United States and Japan. Phytopathology, 64: 569-570.

M'nari, M., H. Jebari and C. Cherif. 1993. Study of strains of cucumber mosaic virus (CMV) on Tunisian melon and identification of resistant genotypes. Cahiers Agricultures, 2: 60-62.

Mouhanna, A.M., K.M. Makkouk and I.D. Ismail. 1994. Preliminary screening of lentil genotypes for resistance to faba bean necrotic yellows (FBNYV). LENS Newsletter, 21: 41-43.

Muntyanu, S.K., T.D. Verderevskaya, V.V. Rozhkovan, E.G. Vetrova and A.I. Vereshchaka. 1985. Evaluation of pea varieties for susceptibility to pea enation mosaic virus. Nauchnoteknicheski Byulletin Vsesoyuznogo Selektsionno-geneticheskogo Instituta, 4:57-60.

Murant, A.F., H.S. Abu Salih and R.A. Goold. 1974. Viruses from broad bean in the Sudan. In: Report Scottish Horticultural Research Institute for 1973. 67 pp.

Musil, M. 1966. Uber das Vorkommen des virus des Blattrollens der Erbse in der slowakei (Vorlaufige Mitteilung). Biologia (Bratislava) 21: 133-138.

Musil, M. 1980. Seed transmission of pea leaf rolling mosaic virus (Pea seed-borne mosaic virus). Tagungsberichte Akademie der Landwirtschafsstswissensc*aften* (DDR) Berlin, 184: 345-352.

Musil, M., O. Levkova and J. Rapi. 1981a. Differences in the transmission of pea leaf rolling mosaic by seeds of different pea varieties. Orchrana. Rostlin, 19: 183-186.

Musil, M., O. Levkova and J. Rapi. 1981b. The influence of some factors on transmission of pea leaf rolling mosaic virus by pea seeds. Biologia (Bratislava), 36: 889-896.

Musil, M., V. Valenta, Cz. Kowalska, I. Wiatroszak and L. Beczner. 1983. Serological properties of some comoviruses. Biologia (Bratislava), 38: 231-236.

Najar, A., K M. Makkouk and S.G. Kumari. 2001. Identification and seasonal variation of virus diseases of cereal and legume crops in Tunisia. Pages 314-317. In: Proceeding of 11th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union and 3rd Congress of the Sociedade Portuguese de Fitopatologia, September 17-20, 2001, University of Évora, Évora, Portugal.

Najar, A., K.M. Makkouk and S.G. Kumari. 2000b. First record of *Faba bean necrotic yellows virus* and *Beet western yellows virus* infecting faba bean in Tunisia. Plant Disease, 84: 1046.

Najar, A., K.M. Makkouk, H. Boudhir, S.G. Kumari, R. Zarouk, R. Bessai and F. Ben Othman. 2000a. Viral diseases of cultivated legume and cereal crops in Tunisia. Phytopathologia Mediterranea, 39: 423-432.

Najar, A., S.G. Kumari, K.M. Makkouk and A. Daaloul. 2003. A survey of viruses affecting faba bean (*Vicia faba*) in Tunisia includes first record of *Soybean dwarf virus*. Plant Disease, 87: 1151.

Nasser, M.A.K. 1994. Incidence of cucumber mosaic virus in relation to aphid vectors activity and infection sources. Assiut Journal of Agricultural Sciences, 25: 223-232.

Nienhaus, F. and A.T. Saad. 1967. First report on plant virus diseases in Lebanon, Jordan and Syria. Zeitschrift fűr Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 74: 459-471.

Nour, M.A. and J.J. Nour. 1962a. A mosaic disease of *Dolichos lablab* and diseases of other crops caused by alfalfa mosaic virus in the Sudan. Phytopathology, 52: 427-432.

Nour, M.A. and J.J. Nour. 1962b. Broad bean mosaic caused by pea mosaic virus in the Sudan. Phytopathology, 52: 398-403.

Nour-Eldin, F., M.T. El-Banna, S. El-Attar and S.A. Eid. 1966. Pea and broad bean mosaic virus in U. A. R. J. Microbiol. UAR, 1: 237-242.

Osborn, H.T. 1935. Incubation period of pea mosaic in the aphid, *Macrosiphum pisi*. Phytopathology, 25: 160-177.

Ouffroukhh, A. 1985. Contribution à la connaissance des viruses des plantes en Algérie: inventaire des virus présents chez des légumineuses à longue cosse. Étude approfondie de deux maladies isolées de fève et haricot. Thèse de Docteur de 3e cycle, université Pierre et Marie curie, Paris VI: 101 pp.

Peters, D. 1982. Pea enation mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, Commonweath Agricultural Bureaux/Association of Applied Biologists, No. 257

Pierce, W.H. 1934. Viruses of the beans. Phytopathology, 24: 87-115.

Quantz, L. and J. Volk. 1954. Die Blattrolkrankheit der Ackerbohne und Erbse, eine neue Viruskrankheit bei Leguminosen. NachrBl. Dt. PftSchutzdienst, 6: 177-182.

Russo, M., A.A. Kishtaha and M.A. Tolba. 1981. A disease of lentil caused by bean yellow mosaic virus in Egypt. Plant Disease, 65: 611-612.

Salama, E.S. and A.H. El-Behadli. 1979. Strain of alfalfa mosaic virus on broad bean in Iraq. Bulletin of the Natural History Research Centre, 7:101-112.

Salem, N.M. 1997. Faba bean necrotic yellows virus: Effect on plant growth and virus vector relationship. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Jordan, Amman, Jordan.

Schroeder, W.T. and D.W. Barton. 1958. The nature and inheritance of resistance to the pea enation mosaic virus in garden pea, *Pisum staivum* L. Phytopathology, 48: 628-632.

Shagrun, M. 1973a. Bean yellow mosaic virus on broad bean plants in Libya. I. Identification of the causal agent. Libyan Journal of Agriculture, 2: 33-38.

Shagrun, M. 1973b. Bean yellow mosaic virus on broad bean plants in Libya. II. Purification and electron microscopy. Libyan Journal of Agriculture, 2: 39-42.

Shamloul, A.M., A. Hadidi, M.A. Madkour and K.M. Makkouk. 1999. Sensitive detection of banana bunchy top and faba bean necrotic yellows viruses from infected leaves, in vitro tissue cultures, and viruliferous aphids using polymerase chain reaction. Canadian Journal of Plant Pathology, 21: 326-337.

Skaf, J.S. and K.M. Makkouk. 1988. Aphid transmission of bean yellow mosaic and bean leaf roll viruses in Syria. Phytopathologia Mediterranea, 27: 133-137.

Smith, O.P., V.D. Damsteegt, K.F. Harris and R. von der Haar. 1993. Nucleotide sequence and *E. coli* expression of the coat protein gene of the yellowing strain of soybean dwarf luteovirus. Archives of Virology, 133: 223-231.

Snobar, B. and N. Haddad. 1993. Achievements of Food Legume Improvement Project (1980-1992): Project Activities and Achievements, University of Jordan Publications, 41 pp.

Stevenson, W.R. and D.J. Hagedorn. 1973. Further studies on seed transmission of pea seed-borne mosaic virus in *Pisumsativum*. Plant Disease Reporter, 57: 248-252.

Stevenson, W.R. and D.J. Hagedorn. 1970. Effect of seed size and condition on transmission ofpea seed-borne mosaic virus. Phytopathology, 60: 1148-1149.

Stubbs, L.L. 1955. Strain of *Myzus persicae* (Sulz.) active and inactive with respect to virus transmission. Australian Journal of Biological Sciences, 8: 68-74.

Tamada, T. 1970. Aphid transmission and host range of soybean dwarf virus. Annals of the Phytopathological Society of Japan, 36: 266-274.

Tamada, T. 1973. Strains of soybean dwarf virus. Annals of the Phytopathological Society of Japan, 39: 27-34.

Tamada, T. 1975. Studies on the soybean dwarf diseases. Report of Hokkaido Prefectural Agricultural Experimental Stations, 25: 144.

Tamada, T., T. Goto, I. Chiba and T. Suwa. 1969. Soybean dwarf, a new virus diseases. Annals of the Phytopathological Society of Japan, 35: 282-285.

Thomas, P.E., D.W. Evans, L. Fox and K.D. Biever. 1990. Resistance to beet western yellows virus among forage brassicas. Plant Disease, 74: 327-330.

Thottapilly, Y.G. 1969. Untersuchungen uber das Blattrollvirus der Erbse und seine Vektoren I. Ubertragungsversuche mit verschiedenen Blattlausarten. Die sich an viruskranken Pisum sativum- Pflanzen entwickelt hatten. Phytopathologische Zeitschrift, 64: 327-337.

Tinsley, T.W. 1959. Pea leaf roll, a new virus disease of legumes in England. Plant Pathology, 8:17-18.

Tolba, M.A. 1980. A note on bean yellow mosaic and other viruses in Egypt. FABIS Newsletter, 2: 42.

van Regenmortel, M.H.V., C.M. Fauquet, D.H.L. Bishop, E.B. Carstens, M.K. Esters, S.M. Lemon, J. Maniloff, M.A. Mayo, D.J. McGeoch, C.R. Pringle, R.B. Wickner (eds.). 2000. Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses. Seventh Report of the International Committee on Taxonomy of viruses. Academic Press, A Harcourt Science and Technology Company, California, USA.1162 pp.

Veidt, I., H. Lot, M. Leiser, D. Scheidecker, H. Guilley, K. Richards and G. Jonard. 1988. Nucleotide sequence of beet western yellows virus RNA. Nucleic Acids Research, 16: 9917-9932.

Walkey, D.G.A., A.A. Alhubaishi and M.J.W. 1990. Plant virus diseases in the Yemen Arab Republic. Tropical Pest Management, 36: 195-206.

Wang, D. and A.J. Maule. 1992. Model for early embryo invasion as determinant in pea of the seed transmission of pea seed-borne mosaic virus. Journal of General Virology, 73: 1615-1620.

Younis, H.A., M. Shagrun and J. Khalil. 1992. Isolation of bean yellow mosaic virus from broad bean plants in Libya. Libyan Journal of Agriculture, 13: 165-170.

Zagh, S. and A.C. Ferault. 1980. A broad bean virus diseases occurring in Algeria. Annals of Phytopathology, 12: 153-159.

الفصل الحادي عشر

الفيروسات التي تصيب محصول الفاصولياء

صفاء غسان قمري[1]، فوزي أبو العباس[2]، عاطف شكري صادق[2] ونديم أحمد رمضان[3]
(1) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا)، حلب، سورية؛ (2) كلية الزراعة، جامعة عين شمس، القاهرة، مصر؛ (3) قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق

المحتويات

1. المقدمة
2. أهم الفيروسات التي تصيب الفاصولياء في المنطقة العربية
1.2. مرض الموزاييك الشائع للفاصولياء
2.2. فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء
3.2. فيروس موزاييك الفاصولياء الجنوبي
4.2. فيروسات أخرى
3. استنتاجات عامة
4. المراجع

1. المقدمة

تعتبر الفاصولياء (*Phaseolus vulgaris* L.) من محاصيل العالم الجديد، ويعتقد أن موطنها الأصلي هو وسط المكسيك أو جواتيمالا. نقلت إلى أوربا عن طريق الاسبان والبرتغال، الذين نقلوها بدورهم إلى أفريقيا والعالم القديم. وحالياً تزرع الفاصولياء على نطاق واسع فى المناطق المدارية وشبه الاستوائية والمعتدلة. تزرع الفاصولياء كغذاء للإنسان سواء لإنتاج القرون الخضراء أو للحبوب الجافة والتي تسوق إما طازجة أو مجمدة أو معلبة. وبعد حصاد القرون/البذور الجافة يحصد القش ويستخدم كعلف للحيوانات. تحتوي بذور الفاصولياء على نسبة عالية من البروتين والكربوهيدرات، وتعتبر من أرخص مصادر البروتينات لمعظم سكان العالم، حيث تصل نسبة البروتين في البذور الجافة إلى حوالي 23%.

يوجد أكثر من 14,000 صنف مسجل للفاصولياء عالمياً، ومن أكثر الأماكن حفظاً وتوزيعاً لأصناف الفاصولياء هو المركز الدولي للزراعة الإستوائية في كولومبيا. تنجح زراعة الفاصولياء تحت الظروف البيئية الاستوائية والمعتدلة، ولكن لاتنجح في المناطق المدارية الرطبة، حيث أن الأمطار تسبب الأمراض وتساقط الأزهار وتؤثر على الحبوب الجافة وقت الحصاد، كما أن الصقيع يقتل النباتات.

تعد الفاصولياء من المحاصيل سريعة النمو، حيث يمكن الحصول على القرون الخضراء بعد 4–6 أسابيع من الزراعة، ويأتي محصول الفاصولياء من حيث الأهمية سادس محصول بقولي في العالم بعد فول الصويا، الحمص، البازلاء، العدس والفول. تختلف انتاجية الفاصولياء حسب الصنف والمنطقة، وتنتج المنطقة العربية حوالي 7% من الإنتاج العالمي. يبين الجدول 1، انتاج غالبية الدول العربية والعالم من الفاصولياء الجافة والخضراء خلال عام 2006.

جدول 1. إنتاج غالبية الدول العربية والعالم من الفاصولياء الجافة والخضراء، إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة الدولية لعام 2006.

	المساحة المزروعة (1000 هكتار)		الكمية المنتجة (1000 طن)	
البلد	**الجافة**	**الخضراء**	**الجافة**	**الخضراء**
الجزائر	1.50	7.77	0.92	35.51
مصر	19.50	21.30	53.00	215.00
الأردن	-*	0.80	-*	13.74
الكويت	-*	0.03	-*	0.30
لبنان	0.20	1.30	0.20	12.60
ليبيا	0.32	-*	1.00	-*
المغرب	17.00	6.63	12.00	141.61
السودان	10.00	-*	23.00	-*
سورية	1.20	5.20	2.30	44.10
تونس	0.20	0.42	0.10	2.00
اليمن	1.20	0.55	2.94	3.44
مجموع الدول العربية	51.12	44.00	95.46	468.30
العالم	26540.00	996.83	19559.32	6424.19
نسبة ما تزرعه الدول العربية مقارنة بالعالم	0.19	4.41	0.49	7.29

-*: لايوجد بيانات

2. أهم الفيروسات التي تصيب الفاصولياء في المنطقة العربية

تصاب الفاصولياء بالعديد من الأمراض (الفطرية، البكترية والفيروسية) والآفات الحشرية. تم تسجيل حوالي 50 فيروساً يصيب محصول الفاصولياء طبيعياً في العالم، كما وجد بأن هذا المحصول حساس للإصابة بحوالي 200 فيروساً. ولكن عدد قليل من هذه الفيروسات تسبب خسائر اقتصادية لمحصول الفاصولياء على المستوى العالمي من أهمها فيروس الموزاييك الشائع للفاصولياء (BCMV)، فيروس الموزاييك المميت الشائع للفاصولياء (BCMNV)، فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء (BYMV)، وفيروس موزاييك الفاصولياء الجنوبي (SBMV). أما

في المنطقة العربية فقد أجريت بعض المسوحات لتحديد الفيروسات التي تصيب الفاصولياء، وسجل من خلالها بعض الفيروسات التي تسبب خسائر كبيرة في الإنتاجية (عزام ومكوك، 1985؛ Lockhart & Fischer, 1974؛ Segundo *et al*., 2004).

يلخص جدول 2 الفيروسات التي تم تسجيلها على محصول الفاصولياء في المنطقة العربية، والتي سيركز هذا الفصل عليها.

جدول 2. تصنيف الفيروسات التي تصيب محصول الفاصولياء في المنطقة العربية.

الأسم العربي	الأسم العلمي	الأسم المختصر	الجنس	الفصيلة/العائلة
فيروس موزاييك الفاصولياء الجنوبي	*Southern bean mosaic virus*	SBMV	*Sobemovirus*	غير محددة
فيروس الموزاييك الشائع للفاصولياء	*Bean common mosaic virus* =Blackeye cowpea mosaic virus = Azuki bean mosaic virus	BCMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس الموزاييك المميت الشائع للفاصولياء	*Bean common mosaic necrosis virus*	BCMNV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء	*Bean yellow mosaic virus*	BYMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس موزاييك الخيار	*Cucumber mosaic virus*	CMV	*Cucumovirus*	*Bromoviridae*
فيروس تقزم الفول السوداني	*Peanut stunt virus*	PSV	*Cucumovirus*	*Bromoviridae*

1.2. مرض الموزاييك الشائع للفاصولياء (Bean common mosaic disease)

المتسبب عن فيروس الموزاييك الشائع للفاصولياء (BCMV) وفيروس الموزاييك المميت الشائع للفاصولياء (BCMNV) (جنس *Potyvirus*، عائلة *Potyviridae*)

الصفات العامة – سجل هذا المرض لأول مرة في نيويورك في الولايات المتحدة الأمريكية من قبل Stewart و Reddick (1917)، وسبب نقص بالإنتاج في ولاية أوريغون تراوح مابين 53–68% (بناء لشدة الأعراض) (Hampton, 1975). يمكن مشاهدة مرض الموزاييك الشائع للفاصولياء في كل أنحاء العالم، وأينما توجد زراعة الفاصولياء، ويعد من الفيروسات المهمة في كل من أفريقيا، أوربا، أمريكا الشمالية وأمريكا اللاتينية. حيث تصل نسبة الإصابة إلى 100% ونسبة النقص في الإنتاج تتراوح مابين 35–98% (Galvez, 1980). الجسيمات الفيروسية لكلا

الفيروسين (BCMV و BCMNV) خيطية مرنة قياسها 750×15 نانومتراً، وتحتوي على حمض نووي ريبي احادي السلسلة حجمه حوالي 10000 قاعدة، وحجم الغطاء البروتيني حوالي 31 ألف دالتون.

موخراً، تم اعتبار فيروسات Azuki bean mosaic virus، Blackeys cowpea mosaic virus و Peanut stripe virus على أنها سلالات من فيروس BCMV وذلك بناء للتشابه في مجينات الفيروسات (Berger *et al.*, 1997). ومن ناحية أخرى، فإن هذه السلالات الجديدة لا تظهر أعراض الموزاييك الشائع على الفاصولياء.

الأعراض والمدى العوائلي – تظهر أعراض فيروس BCMV على الفاصولياء على صورة موزاييك أخضر غامق وفاتح، أوراق ملفوفة، تشوه في شكل النبات ونقط صفراء والتي من الممكن أن تعيق نمو النبات (شكل 1). قد يموت النبات إذ أصيبت أوعية الخشب واللحاء نتيجة للإصابة بالفيروس خاصة إذا كان النبات في مراحل النمو الأولى. عندما تتم إصابة النبات في مرحلة متأخرة من مراحل النمو قد تموت بعض أجزاء النبات وقد تظهر الكثير من القرون الموجودة – حتى على الأجزاء التي تظهر سليمة– تلون جدر القرون بلون بني أو تلون بني في مكان التحام القرون نتيجة للإصابة بموت أوعية النبات، وبالتالي لا يمكن أن يتم تسويق هذه القرون حتى النسبة الضيئلة من القرون المصابة غير مقبولة للجمع بالطرق الميكانيكية فلا بد أن يتم إزالتها يدوياً.

عند إعداء 33 نوعاً تابعة إلى 10 فصائل، اصيبت 6 أنواع تابعة إلى 3 فصائل هي: اللوبياء، الفاصولياء، *Nicotiana benthamiana* Domin.، *Astragalus sinicus* L.، *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn و *Trigonella foenum-graecum* L. (Makkouk *et al.*, 1986).

طرائق الانتقال – ينتقل كلا الفيروسين BCMV و BCMNV بواسطة حشرات المنّ بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة. وقد وجد بأن أكفأ أنواع حشرات المنّ التي تنتقل هذا الفيروس هي التي لا تكون مستعمرات على نباتات الفاصولياء، وذلك عن طريق الحشرات الطائرة، مثل منّ الفول (*Aphis fabae* Scopoli) ومنّ البازلاء الأخضر (*Acyrthosiphon pisum* Harris) ومنّ الدراق الأخضر (*Myzus persicae* Sulzer) (Kennedy *et al.*, 1962؛ Zetter & Wilkinson, 1966).

ينتقل فيروس BCMV بواسطة بذور عدد كبير من المحاصيل البقولية بما فيها الفاصولياء. وجد Klein وآخرون (1988) أن فيروس BCMV ينتقل ببذور عدد من الأنواع التابعة لجنس *Phaseolus*، بالإضافة إلى الفاصولياء (*Phaseolus vulgair*)، كما ينتقل ببذور اللوبياء (Patil & Gupta, 1992)، وبأنواع مختلفة من البازلاء وصلت إلى

أعلى من 35% (Lockhart & Fischer, 1974؛ Provvidenti & Braverman, 1976؛ Provvidenti & Cobb, 1975؛ Raizada *et al.*, 1990).

في مصر، وجد أن الإصابة المبكرة تنتج 57% من البذور الحاملة للفيروس (Omar *et al.*, 1978b)، هذا ولم يؤثر الفيروس على نسبة إنبات البذور ولكن أثر على وزن ونوعية البذور (Omar *et al.*, 1978c)، ووجد Hagita وآخرون (1975) أن نسبة نقل الفيروس بالبذور تصل إلى 89% عند إعداء الأوراق الفلقية (الأوراق البدائية/الأولى) مقارنة بـ 40%، 5% و 1% عند إعداء الورقة الأولى، الثانية، والثالثة، على التوالي.

وجد في وقت مبكر بأن فيروس BCMV ينتقل بواسطة حبوب اللقاح/الطلع (Reddick, 1931)، وعند فحص غبار الطلع الناتج من نباتات مصابة في مصر بواسطة المجهر الالكتروني، تم ملاحظة جسيمات بطول 750 ميكروميتر لم تلاحظ في النباتات السليمة (Omar *et al.*, 1978a). وفي تقرير آخر (Omar *et al.*, 1978b) تم الكشف عن الفيروس في أجزاء الزهرة الأنثوية.

إن أول تقرير لنقل فيروس BCMV بواسطة البذور كان عام 1919 من قبل Reddick و Stewart، وبعدها وجد بأن أهم مصدر لهذا الفيروس وانتشاره هي البذور المصابة، كما وجد بأن البذور المصابة هي من أهم طرائق نقل الفيروس في الطبيعة (Morales & Bos, 1988)، وبالمتوسط تبلغ نسبة نقل فيروسي BCMV و BCMNV بواسطة بذور أصناف الفاصولياء الحساسة ما بين 30–50% (Morales & Castano, 1987).

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل فيروس BCMV في كل من العراق (Al-Fadhil & Al-Ani, 1987)، المغرب (Spence & Walkey, 1995)، اليمن (Walkey, 1992)، السودان (Vetten & Allen, 1991)، لبنان (عزام ومكوك، 1985؛ Nienhaus & Saad, 1967)، مصر (Aref, 1984؛ Awad, 1988؛ Deif, 1977؛ El-Attar, 1963). كما سجل على محصول الفول في المملكة العربية السعودية (Al-Shahwan & Abdalla, 1991). تم ملاحظة هذا الفيروس بشكل وبائي في المغرب خلال عامي 1972 و 1974، حيث تم مشاهدة 50% إصابة في حقول الفاصولياء ناتجة من البذور المصابة ومن ثم انتشار الفيروس بواسطة حشرات المنّ (Lockhart & Fischer, 1974)، قدرت نسبة النقص بالإنتاج بحوالي 34–50%.

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن الفيروس بواسطة المجهر الالكتروني والاختبارات المصلية/ السيرلوجية (Makkouk *et al.*, 1986). تم عزل الفيروس وانتج له أجسام مضادة من عزلات لبنانية (Azzam & Makkouk, 1986).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يمكن الحد من إنتشار المرض عن طريق استخدام بذور خالية من الإصابة الفيروسية وبمكافحة الحشرات الناقلة، ولكن تبقى الوقاية عن طريق استخدام أصناف مقاومة هي الأفضل (Morales, 1998).

2.2. فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء

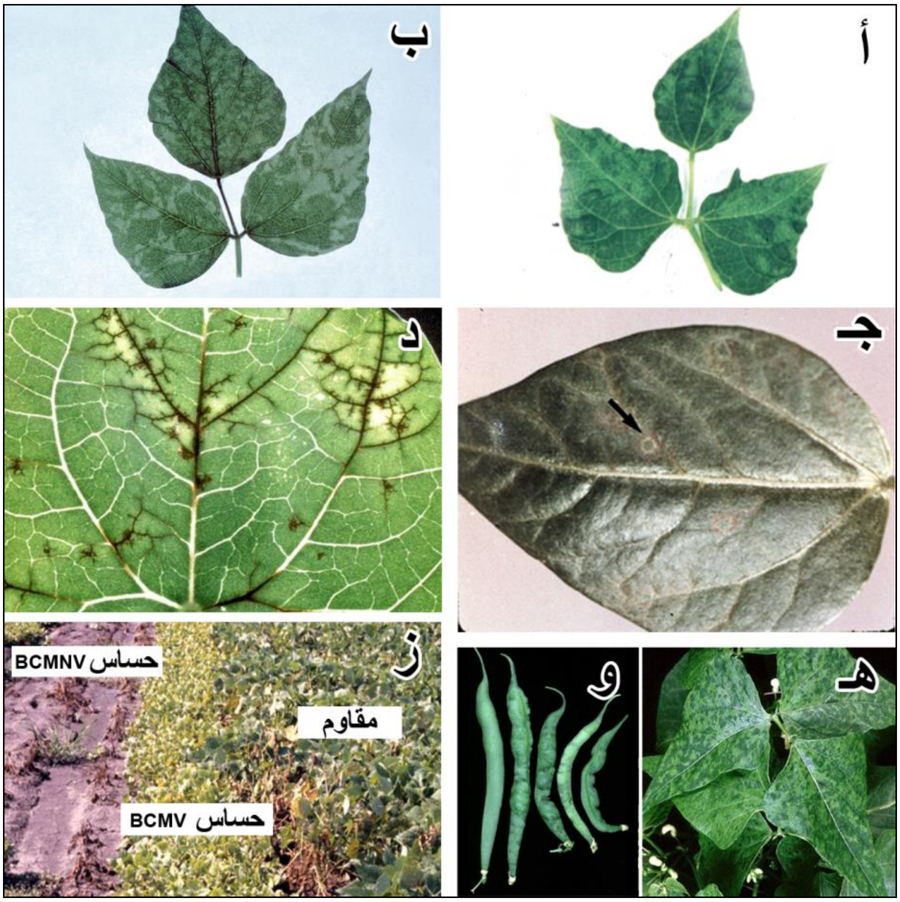
Bean yellow mosaic virus **(BYMV، جنس *Potyvirus*، عائلة *Potyviridae*)**

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية من قبل Pierce عام 1934، ويعتبر من الفيروسات المهمة على المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية في العالم، وقد سجل في معظم دول العالم (Bos, 1970؛ Bos *et al*., 1988). شكل الجسيمات الفيروسية خيطية مرنة، طولها 750 نانومتراً وعرضها 15 نانومتراً، مجين الفيروس من نوع الحمض الريبي (RNA) احادي السلسلة، وتبلغ نسبته 5% من وزن الجسيمة الفيروسية، وحجمه حوالي 9.7 ألف قاعدة نيتروجينة.

الأعراض والمدى العوائلي – تبدي النباتات المصابة بفيروس BYMV أعراض الاصفرار والتبرقش والموزاييك والتقزم والموت (Bos, 1981؛ Boswell & Gibbs, 1983) (شكل 1).

يصيب هذا الفيروس حوالي 140 نوعاً بقولياً، منها الفاصولياء والبازلاء والعدس وفول الصويا والحمص والفول والفصة والبرسيم والبيقية وغيرها من البقوليات (Edwardson & Christie, 1991؛ Makkouk *et al*., 1986). كما يصيب بعض الأنواع غير البقولية مثل *Alpinia*، *Amaranthus*، *Babiana*، *Chenopodium*، *Freesia*، *Gladiolus*، *Sparaxis* و *Tritonia* (Bos, 1970).

طرائق الانتقال – ينتقل الفيروس بواسطة أكثر من 20 نوعاً من حشرات المنّ بالطريقة غير الباقية/غير المستمرة ومن أكثرها كفاءةً منّ الدراق الأخضر ومنّ الفول ومنّ البازلاء الأخضر ومنّ اللوبياء (*Aphis craccivora* Koch)، كما ينتقل بالطريقة الميكانيكية بسهولة وبواسطة بذور العدس والفول والبازلاء (Kumari *et al*., 1994؛ Makkouk *et al*., 1988a)، وبذور *Lupinus albus*، *L. luteus* و *Trifolium pretense* (Bos, 1970)، ولكنه لاينتقل ببذور الفاصولياء.



شكل 1. أعراض موزاييك على أوراق الفاصولياء صنف Sutter Pink (أ) وصنف Bountiful (ب) ناتجة عن الإصابة بفيروس الموزاييك الشائع للفاصولياء (BCMV)؛ بقع موضعية على أوراق اللوبياء نتيجة القاح ميكانيكي لأحد سلالات فيروس BCMV (جـ)؛ أعراض بقع وعروق ميتة على أوراق الفاصولياء نتيجة الإصابة بفيروس الموزاييك المبيت الشائع للفاصولياء (BCMNV) (د)؛ أعراض موزاييك على أوراق الفاصولياء (هـ) وتجعد وتشوه قرون الفاصولياء (و) الناتجة عن الإصابة بفيروس موزاييك الفاصولياء الأصفر (BYMV)؛ رد فعل أصناف مختلفة من الفاصولياء ناتجة عن الإصابة بفيروس BCMV (مقاوم- يمين، حساس- وسط)، وصنف حساس للإصابة بفيروس BCMNV-يسار (ز).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس على الفاصولياء واللوبياء في لبنان (عزام ومكوك، 1985؛ Haddad, 1983) وعلى الفاصولياء في مصر (El-Kady, 1977, 1983)، وعلى المحاصيل البقولية الغذائية الشتوية في معظم الدول العربية (للمزيد من المعلومات حول هذا الفيروس يمكن مراجعة الفصل العاشر من هذا الكتاب).

يسبب هذا الفيروس خسارة بالإنتاج كبيرة في الأصناف الحساسة من الفاصولياء، وتختلف هذه الخسارة بناء لسلالة الفيروس، صنف الفاصولياء، عمر النبات، والظروف الجوية.

طرائق الكشف – نجحت دراسات متعددة في عزل فيروس BYMV وانتاج أجسام مضادة له (Makkouk *et al.*, 1988b). ونجحت اختبارات عديدة بالكشف عنه في أنسجة النباتات المصابة مثل اختبار اليزا (DAS-ELISA) (Makkouk *et al.*, 1988a) واختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (Makkouk *et al.*, 1993؛ مكوك وقمري، 1996). كما استطاع اختبار الوصمة النقطية (Dot-blot) أن يكشف عن الفيروس حتى تركيز 100 نانوغرام/مل عند استخدام المادة الكاشفة (NBT/BCIP) التي تعتمد على التفاعل اللوني (Chromogenic) و 10 نانوغرام/مل عند استخدام المادة الكاشفة (AMPPD) التي تنتج إشعاعاً ضوئياً (Chemiluminescent) (Makkouk *et al.*, 1993).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – إن مكافحة فيروس BYMV تعتبر عملية ليست سهلة، حيث أن استخدام المبيدات لاتصلح لمكافحة الفيروسات التي تنتقل بواسطة الطريقة غير الباقية/ غير المثابرة. ويعتبر استخدام الأصناف المقاومة هي أفضل طريقة لمكافحة الفيروس، ولكن بعض عزلات فيروس BYMV لها مدى عوائلي واسع ضمن أنواع الفاصولياء. إن التهجين مابين *Phaseolus coccineus* و *Phaseolus vulgaris* نتج عنه جين/مورث احادي سائد (By-2) أعطى صفة المقاومة لمعظم عزلات فيروس BYMV، كما تم الكشف عن جين/مورث آخر احادي سائد (*By*) أعطى صفة المقاومة لسلالة البازلاء من هذا الفيروس فقط. كما تم ملاحظة صفة المقاومة في الصنف Great Northern 31، والتي كانت مرتبطة بثلاثة مورثات كاملة متنحية (Dickson & Natti, 1968).

3.2. فيروس موزاييك الفاصولياء الجنوبي

(*Sobemovirus* جنس، SBMV) *Southern bean mosaic virus*

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس لأول مرة على الفاصولياء في لوزيانا وكاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1943 من قبل Zaumeyer و Harter. لهذا الفيروس 4 سلالات:

سلالة C (سلالة اللوبياء)، سلالة G (سلالة غانا)، سلالة M (السلالة المكسيكية أو سلالة الموزاييك الشديد للفاصولياء) وسلالة B (سلالة الفاصولياء). جسيمات الفيروس متقايسة/متساوية الأبعاد قطرها 30 نانومتراً. تتكون الجسيمة الفيروسية من 21% من الحمض النووي و 79% من الغطاء البروتين، لا يوجد كربوهيدرات أو دهنيات في جسيمات الفيروس. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة حجمه حوالي 4194 قاعدة (سلالة اللوبياء) (Wu *et al.*, 1987) أو 4109 قاعدة (سلالة الفاصولياء) (Othman & Hull, 1994). أما حجم الغطاء البروتيني فهو حوالي 29–30 ألف دالتون (van Regenmortel *et al.*, 2000؛ Segundo *et al.*, 2004). وبناء للاختلافات التي ظهرت في حجم الحمض النووي لسلالتي اللوبياء والفاصولياء، فقد اقترح على وضعهما تحت اسمين فيروسين مختلفين، *Southern bean mosaic virus* (السلالة التي تصيب الفاصولياء) و *Southern cowpea mosaic virus* (SCPMV) (السلالة التي تصيب اللوبياء)، وكلا الفيروسين يتبعان الجنس *Sobemovirus* (Fauquet *et al.*, 2005).

الأعراض والمدى العوائلي – ينحصر المدى العوائلي لفيروس SBMV ضمن العائلة البقولية، حيث يصيب بشكل رئيسي كل من الفاصولياء، اللوبياء، وفول الصويا. ولكن تحت الظروف العدوى الاصطناعية وجد نوعين فقط من خارج العائلة البقولية يمكن اصابتهم بهذا الفيروس هما: *Cucumis sativus* و *Gomphrena globosa* (Edwardson & Christie, 1986).

تصيب سلالة B من فيروس SBMV جميع أصناف الفاصولياء جهازياً وتسبب أعراض الاصفرار مع موزاييك على الأوراق تختلف شدتها حسب الصنف (وبشكل بقع موضعية على الصنف Pinto فقط) والنوع *Phaseolus lunatus* ولكن لاتصيب اللوبياء. أما سلالة اللوبياء (C) (أو فيروس SCPMV حالياً) فإنها تصيب معظم أصناف اللوبياء جهازياً مسببة شحوب العروق مع موزاييك وتشوه الأوراق، ولكن لاتصيب أصناف الفاصولياء (عدا الصنف Pinto الذي يصاب ولكن لا تظهر عليه أعراض). سلالة غانا (G) تصيب معظم أصناف اللوبياء مع أعراض موزاييك، أما على الفاصولياء فتسبب أعراض موضعية أو لا تظهر أعراض على معظم الأصناف، ولكن تظهر بقع ميتة صغيرة على النوع *Vigna radiate*. أما السلالة المكسيكية أو شديدة الموزاييك (M) فتسبب أعراض موزاييك شديدة على الفاصولياء مع تماوت في بعض الأحيان، وتكون أعراضها أشد من الأعراض التي تسببها سلالة الفاصولياء (B)، كما تصيب اللوبياء أيضاً (Tremaine & Hamilton, 1983).

أظهرت العزلة المغربية من فيروس SBMV أعراضاً موضعية على الصنف Pinto عند إعدائه ميكانيكياً وأعراض جهازية على الصنف Donna (Segundo *et al.*, 2004).

طرائق الانتقال – ينتقل فيروس SBMV بواسطة الخنافس من فصيلة Chrysomelidae رتبة Coleoptera بالطريقة شبه الباقية/شبه المثابرة. وجد بأن أهم أنواع الخنافس التي تنقل هذا الفيروس النوعين *Ceratoma trifurcate* و *Epilachna varivestis* في شمال أمريكا (Walters, 1969 ؛Fulton *et al.*, 1975)، والنوع *Ootheca mutabilis* في غرب آسيا (Allen *et al.*, 1981)، والنوع *Madurasia obscurella* في الهند (Reddy & Varma, 1986)، كما واستطاع النوع *Cyrtopeltis nicotianae* من نقل الفيروس تحت الظروف المخبرية (Gibb & Randles, 1988). كما ينتقل بواسطة الإعداء الميكانيكي والتطعيم وبواسطة البذور. بلغت نسبة انتقال سلالة الفاصولياء (B) في بذور الفاصولياء حوالي 1–5% (Zaumeyer & Harter, 1943)، وسلالة اللوبياء حوالي 5–40% في بذور اللوبياء (Shepherd & Fulton, 1962 ؛Lamptey & Hamilton, 1974 ؛Givord, 1981). كما تم الكشف عن الفيروس في بذور فول الصويا بنسبة 2% (Xu *et al.*, 1986 ؛Iizuka, 1974).

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – يتواجد هذا الفيروس في المناطق المدارية وشبه المدارية، ولكن تم تسجيله في أفريقيا، أسيا، أوروبا، جنوب وشمال أمريكا. وبما أن الفيروس ينتقل بواسطة البذور، فإنه من المحتمل أن يكون موجود في بلدان أكثر مما تم تسجيله حتى الآن. أما في المنطقة العربية، فقد تم تسجيل هذا الفيروس في مصر (Abdel-Salam *et al.*, 1982) والمغرب (Segundo *et al.*, 2004). حيث تم ملاحظات أعراض موزاييك على قرون الفاصولياء وتشوه بالأوراق مع موزاييك خفيف إلى شديد على الأوراق الفاصولياء في عدد من البيوت البلاستيكية في منطقتي سوس–ماسا وأغادير في المغرب مسببة خسائر في كمية الإنتاج (Segundo *et al.*, 2004).

سبب فيروس SBMV نقص في عدد ووزن البذور الناتجة من نباتات مصابة بنسبة 47.5 و 53.6%، على التوالي، وبنسبة حوالي 17.4% من القرون الناتجة من نباتات مصابة لم تعطي بذور (Morales & Castano, 1985).

طرائق الكشف – يمكن التفريق مابين سلالات هذا الفيروس بسهولة بواسطة الإختبارات الحيوية باستخدام أصناف معينة من الفاصولياء واللوبياء (كما ذكر سابقاً)، حيث أن فيروس/سلالة الفاصولياء تعطي أعراض موضعية على صنف الفاصولياء Pinto ولا تصيب اللوبياء، في حين فيروس/سلالة اللوبياء يعطي أعراض موضعية على أصناف اللوبياء Clay أو Georgia 21 ولا تصيب الفاصولياء.

يمكن الكشف عن الفيروس بواسطة اختبار اليزا واختبار الوصمة الغربية (Western blot) (Segundo *et al.*, 2004) والتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Verhoeven *et al.*, 2003 ؛Segundo *et al.*, 2004). يتواجد الفيروس بتركيز عالي في النباتات المصابة، ولذلك فإنه من السهولة الكشف عن جميع سلالات هذا الفيروس بواسطة اختبار اليزا والمجهر الالكتروني المناعي ولكنه لم يتم التمكن من الفريق ما بين السلالات بواسطة هذه الاختبارات (Tremaine & Hamilton, 1983). تم انتاج أجسام مضادة وحيدة الكلون متخصصة بالكشف عن سلالتي الفيروس التي تصيب الفاصولياء واللوبياء (فيروسي SBMV و SCPMV) (Tremaine *et al.*, 1985).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – من أهم الطرائق لمكافحة الفيروس هي الأصناف المقاومة، ولكن لم يتم التحصل على مثل هذه الأصناف حتى الآن، ولهذا يمكن الوقاية من هذا الفيروس عن طريق استخدام بذور سليمة ومكافحة الخنافس الناقلة لهذا الفيروس. وبما أن تركيز الفيروس في النبات كبير ويستطيع الفيروس أن ينتقل عن طريق الإعداء الميكانيكي، لذلك يجب الانتباه من الأدوات التي تستخدم في الحقل لتجنب العدوى الميكانيكية.

4.2. فيروسات أخرى

هناك فيروسات أخرى أقل أهمية تم تسجيلها على محصول الفاصولياء في بعض الدول العربية، حيث تم تسجيل فيروس موزاييك الخيار (CMV) على الفاصولياء في كل من لبنان (عزام ومكوك، 1985) ومصر (Mazyad *et al.*, 1974)، وسجل فيروس تبرقش الفول (BBMV) في المغرب (Fortass & Diallo, 1993).

وفي السودان سجل فيروس تقزم الفول السوداني (PSV) (أحمد وعبد الباقي، 1986). سبب هذا الفيروس نقص في عدد العقد البكتيرية للفاصولياء بنسبة 78.4% والوزن الجاف للمجموع الخضري بنسبة 70.6% والوزن الجاف للجذور بنسبة 78.6% وأدى إلى اثباط كامل للأزهار، وذلك عند اعداء النباتات ميكانيكياً بعد اسبوع من الزراعة وتحت ظروف البيت الزجاجي، والتي كانت مشابه للعدوى تحت الظروف الحقلية (أحمد وعبد الباقي، 1986).

3. استنتاجات عامة

لدى مراجعة البحوث التي تمت حول الفيروسات التي تصيب الفاصولياء في المنطقة العربية تبين أن الدراسات التي تمت في هذا المجال قليلة ولاتتناسب مع أهمية هذا المحصول. لذلك ليس من المستغرب أن نجد في السنين القليلة القادمة مايشير إلى وجود فيروسات تصيب الفاصولياء في

المنطقة العربية أكثر مما ذكر في هذا الفصل. كما أنه من المتوقع أن تركز الدراسات القادمة على معرفة العوامل المختلفة التي تؤثر على انتشار فيروسات الفاصولياء بشكل وبائي وايجاد أفضل السبل للحد من الخسائر التي تنتج عنها.

4. المراجع

أحمد، أحمد هاشم وأزهري عمر عبد الباقي. 1986. تأثير الإصابة بفيروس الفول السوداني على نمو وتكوين العقد البكتيرية للفاصولياء واللوبية مسلات والفصة تحت ظروف البيت الزجاجي في السودان. مجلة وقاية النبات العربية، 4: 103-108.

عزام، عصمت وخالد مكوك. 1985. مسح لبعض الفيروسات التي تصيب الفاصولياء واللوبية مسلات في لبنان. مجلة وقاية النبات العربية، 3: 76-80.

مكوك، خالد محي الدين وصفاء قمري. 1996. الكشف عن عشرة فيروسات تصيب المحاصيل البقولية بالاختبار المصلي لبصمة النسيج النباتي. مجلة وقاية النبات العربية، 14: 3-9.

Abdel-Salam, A.M., J.A. White and O.P. Sehgal. 1982. Interaction of southern bean mosaic virus with lipids. Phytopathologische Zeitschrift, 105: 336-344.

Al-Fadhil, F.H. and R.A. Al-Ani. 1987. Identification of common bean mosaic virus and evaluated of some bean cultivars for resistance in middle of Iraq. Journal of Agriculture and Water Resources Research, Plant Production, 6: 99-114.

Allen, D.J., F.O. Anno-Nyako, R.S. Ochieng and M. Ratinam. 1981. Beetle transmission of cowpea mottle and southern bean mosaic viruses in West Africa. Tropical Agriculture, 58: 171-175.

Al-Shahwan, I.M. and O.A. Abdalla. 1991. Natural infection of broad bean by common mosaic virus (BCMV) in Saudi Arabia. Journal of Plant Diseases and Protection, 98: 478-483.

Aref, M.A.N. 1984. Diagnosis of bean common mosaic virus and its effect on *Phaseolus vulgaris*. Ph.D. thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, Egypt.

Awad, M.A.E.M. 1988. Studies on some seed transmitted viruses in leguminous plants. Ph.D. thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University, Cairo, Egypt.

Azzam, O.I. and K.M. Makkouk. 1986. Purification of two potyvirus isolates infecting *Phaseolus vulgaris* L. in Lebanon. Phytopathologia Mediterranea, 25: 125-130.

Berger, P.H., S.D. Wyatt, P.J. Shiel, M.J. Silbemagek, K. Druffel and G.I. Mink. 1997. Phylogenetic analysis of the Potyviridae with emphasis on legume-infecting potyviruses. Archives of Virology, 142: 1979-1999.

Bos, L. 1970. Bean yellow mosaic virus. Descriptions of plant viruses. No. 40. Association of Applied Biology, Kew, Surrey, England. 4 pp.

Bos, L. 1981. Wild plants in the ecology of virus disease. Pages 1-33. In: Plant diseases and vectors: ecology and epidemiology. K. Maramorosch and K. F. Harris. (Editors). Academic Press, New York & London.

Bos, L., R.O. Hampton and K.M. Makkouk. 1988. Viruses and virus diseases of pea, lentil, faba bean and chickpea. Pages 591-615. In: Word Crops: Cool Season Food Legumes. R.J. Summerfield (ed.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 1179 pp.

Boswell, K.F. and A.J. Gibbs. 1983. Viruses of legumes 1983. Description and keys from VIDE. Australian National University, Canberra, Australia.

Deif, A.A. 1977. Studies on a seed borne bean common mosaic virus. M.Sc. thesis, Faulty of Agriculture, Tanta University, Kafr El-Sheikh, Egypt.

Dickson, M.H. and J.J. Natti. 1968. Inheritance of resistance of *Phaseolus vulgaris* to bean yellow mosaic virus. Phytopathology, 58: 1450.

Edwardson, J.R. and R.G. Christie (eds). 1986. Viruses infecting forage legumes. Vol. III. Florida Agricultural Experiment Stations Monograph Series, No. 14: 503-742.

Edwardson, J.R. and R.G. Christie. 1991. The potyvirus group. Volume III. Agricultural Experiment Station, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, J.M. Davidson, Dean for Research. 4 volumes.

El-Attar, M.H.S. 1963. Studies in common bean mosaic disease and its caused virus. MSc Thesis. Faculty of Agriculture, Cairo, University, Cairo, Egypt.

El-Kady, M.A.S. 1977. Studies on some affecting beans in Egypt. M.Sc. thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, Egypt.

El-Kady, M.A.S. 1983. Biological and chemical differentiation between some viruses affecting bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Ph.D. thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, Egypt.

Fauquet, C.M., M.A. Mayo, J. Maniloff, U. Desselberger and L.A. Ball. 2005. Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press. 1259 pp.

Fortass, M. and S. Diallo. 1993. Broad bean mottle bromovirus in Morocco; curculionid vectors, and natural occurrence in food legumes other than faba bean (*Vicia faba* L.). Netherlands Journal of Plant Pathology, 99: 219-226.

Fulton, H.P., H.A. Scott and R. Gamez. 1975. Beetle transmission of legume viruses. In: Tropical Diseases of Legumes. J. Bird and K. Maramorosch (eds.). New York, USA: Academic Press.

Galvez, G.E. 1980. Aphid-transmitted viruses. Pages 211-233. In: Bean common mosaic virus in bean production problems. H.F. Schwartz and G.E. Galvez (eds.). CIAT, Cali, Colombia.

Gibb, K.S. and J.W. Randles. 1988. Studies on the transmission of velvet tobacco mottle virus by the mirid, Cyrtopeltis nicotianae. Annals of Applied Biology, 112: 427-437.

Givord, L. 1981. Southern bean mosaic virus isolated from cowpea (*Vigna unguiculata*) in the Ivory Coast. Plant Disease, 65: 755-756.

Haddad, N.A. 1983. Detection and identification of three viruses affecting french bean, faba bean, and cowpea in Lebanon. M.Sc. thesis, Faculty of Agriucltural and Food Sciences, American University of Beirut, Lebanon. 73 pp.

Hagita, T., T. Senboku, M. Kojima, E. Shikata and D. Murayama. 1975. Studies on legume virus diseases in Hokkaido. II. Seed transmission of bean common mosaic virus. Memoirs of the Faculty of Agriculture, Hokkaido University, 9: 160-164.

Hampton, R.O. 1975. The nature of bean yield reduction by bean yellow and bean common mosaic virus. Phytopathology, 65: 1342-1346.

Iizuka, N. 1974. Southern bean mosaic virus occurred in soybean. Shokubutsu-bocki, 28: 471-474.

Kennedy, J.S., M.F. Day and V.F. Eastop. 1962. A conspectus of aphids as vectors of plant viruses. CAB International, Wallingford, UK.

Klein, R.E., S.D. Wyatt and W.J. Kaiser. 1988. Incidence of bean common mosaic virus in USDA *Phaseolus* germplasm collection. Plant Disease, 72: 301-302.

Kumari, S.G., K.M. Makkouk and I.D. Ismail. 1994. Seed transmission and yield loss induced in lentil (*Lens culinaris* Med.) by bean yellow mosaic potyvirus. LENS Newsletter, 21: 42-44.

Lamptey. P.N.L. and R.I. Hamilton. 1974. A new cowpea strain of southern bean mosaic virus from Ghana. Phytopathology, 64: 1100-1104.

Lockhart, B.E.L. and H.U. Fischer. 1974. Chronic infection by seed-borne bean common mosaic virus in Morocco. Plant Disease Reporter, 58: 307-308.

Makkouk, K.M., D.E. Lesemann, H.J. Vetten and O.I. Azzam. 1986. Host range and serological properties of two potyvirus isolates from *Phaseolus vulgaris* in Lebanon. Tropical Agriculture Research (Japan), 19: 187-194.

Makkouk, K.M., L. Bos, O.I. Azzam, S. Kumari and A. Rizkallah. 1988a. Survey of viruses affecting faba bean in six Arab countries. Arab Journal of Plant Protection, 6: 53-61.

Makkouk, K.M., L. Katul and A. Rizkallah. 1988b. A simple procedure for the purification and antiserum production of bean yellow mosaic virus. Journal of Phytopathology, 122: 89-93.

Makkouk, K. M., H.T. Hsu and S.G. Kumari. 1993. Detection of three plant viruses by dot-blot and tissue-blot immunoassays using chemiluminescent and chromogenic substrates. Journal of Phytopathology, 139: 97-102.

Mazyad, H.M., M. El-Hammady and A. Sabak. 1974. Occurrence of cucumber mosaic virus in bean plants in Egypt. First Congress of Egypt Phytopathological Society, Cairo, Egypt.

Morales, F.J. 1998. Present status of controlling bean common mosaic virus (Chapter 39). Pages 524-533. In: Plant Virus Disease Control. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds). APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Morales, F.J. and L. Bos, 1988. Bean common mosaic virus. AAB Descriptions of Plant Viruses No. 337, 6 pp. Wellesbourne, UK: Association of Applied Biology.

Morales, F.J. and M. Castano. 1985. Effect of a Colombian isolate of bean southern mosaic virus on selected yield components of Phaseolus vulgaris. Plant Disease, 69: 803-804.

Morales, F.J. and M. Castano. 1987. Seed transmission characteristics of selected bean common mosaic virus strains in differential bean cultivars. Plant Disease, 71: 51-53.

Nienhaus, F. and A.T. Saad. 1976. First report in plant virus diseases in Lebanon, Jordan and Syria. Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 74: 459-471.

Omar, R.A., M. El Khadem and A.A. Dief. 1978a. Studies on a seed-borne bean common mosaic virus I. Identification of the virus. Egyptian Journal of Phytopathology, 10: 37-48.

Omar, R.A., M. El Khadem and A.A. Dief. 1978b. Studies on a seed-borne bean common mosaic virus II. Prevalence and factors affecting seed transmission. Egyptian Journal of Phytopathology, 10: 49-62.

Omar, R.A., M. El Khadem and A.A. Dief. 1978c. Studies on a seed-borne bean common mosaic virus III. Effect of the virus on yield, biological and chemical characters of bean seeds. Egyptian Journal of Phytopathology, 10: 63-70.

Othman, Y. and R. Hull. 1994. Nucleotide sequence of the bean strain of southern bean mosaic virus. Virology, 206: 287-297.

Patil, M.D. and B.M. Gupta. 1992. Identification of a seedborne mosaic virus on cowpea. Indian Journal of Virology, 8: 97-100.

Pierce, W. H. 1934. Viruses of the beans. Phytopathology, 24: 87-115.

Provvidenti, R. and E.D. Cobb. 1975. Seed transmission of bean common mosaic virus in Tepary bean. Plant Disease Reporter, 59: 966-969.

Provvidenti, R. and S.W. Braverman. 1976. Seed transmission of bean common mosaic virus in phasemy bean. Phytopathology, 66: 1274-1275.

Raizada, R.K., S.E. Albrechtsen and L. Lange. 1990. Detection of bean common mosaic virus in dissected portions of individual bean seeds using immunosorbent electron microscopy. Seed Science and Technology, 18: 559-565.

Reddick, D. 1931. La transmission du virus de la mosaique du haricot par le pollen. Rapport du Deuxieme Congres Internacional de Pathologie Comparee Paris, 1: 363-366.

Reddick, D. and V.B. Stewart. 1919. Transmission of the virus of bean mosaic in seed and observations on thermal death point of seed and virus. Phytopathology, 9: 445-450.

Reddy, D.V.R. and A. Varma. 1986. Madurasia obscurella Jacoby - a new vector of southern bean mosaic virus. Current Science, India, 55: 109-110.

Segundo, E., F.M. Gil-Salas, D. Janssen, G. Martin and I. M. Cuadrado. 2004. First report of *Southern bean mosaic virus* infecting French bean in Morocco. Plant Disease, 88: 1162.

Shepherd, R.J. and R.W. Fulton. 1962. Identity of a seed-borne virus of cowpea. Phytopathology, 52: 489-493.

Spence, N.J. and D.G.A. Walkey. 1995. Variation for pathogenicity among isolates of bean common mosaic virus in Africa and a reinterpretation of the genetic relationship between cultivars of *Phaseolus vulgaris* and pathotypes of BCMV. Plant Pathology, 44: 527-546.

Stewart, V.B. and D. Reddick. 1917. Bean mosaic. Phytopathology, 7: 61

Tremaine, J.H. and R.I. Hamilton. 1983. Southern bean mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 274. Wellesbourne, UK: Association of Applied Biology. 6 pp.

Tremaine, J.H., D.J. MacKenzie and W.P. Ronald. 1985. Monoclonal antibodies as structural probes of southern bean mosaic virus. Virology, 144: 80-87.

van Regenmortel, M.H.V., C.M. Fauquet, D.H.L. Bishop, E.B. Carstens, M.K. Estes, S.M. Lemon, J. Maniloff, M.A. Mayo, D.J. McGeoch, C.R. Pringle and R.B. Wickner. 2000. Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses. Seventh Report of the International Committee on Taxonomy of viruses. Academic Press, New York, 1162 pp.

Verhoeven, J.T.J., J.W. Roenhorst, D.E. Lesemann, E. Segundo, L. Velasco, L. Ruiz, D. Janssen and I.M. Cuadrado. 2003. *Southern bean mosaic virus* the causal agent of a new disease of *Phaseolus vulgaris* beans in Spain. European Journal of Plant Pathology, 109: 935-941

Vetten, H.J. and S.J. Allen. 1991. Recent progress in the identification of viruses of *Phaseolus vulgaris* in Africa. Annual Report of the Bean Improvement Co-operative, 34: 3-4.

Walkey, D.G.A. 1992. Mild strain control of zucchini yellow mosaic virus. Recent advances in vegetable virus research. Pages 90-91. In: 7th Conference ISHS Vegetable Virus Working Group, Athens, Greece, July 12-16, 1992.

Walters, H.J. 1969. Beetle transmission of plant viruses. Advances in Virus Research, 15: 339-363.

Wu, S., C.A. Rinehart and P. Kaesberg. 1987. Sequence and genome organization of southern bean mosaic virus genomic RNA. Virology, 161: 73-80.

Xu, Z., J.E. Polso and R.M. Goodman. 1986. Identification of soybean mosaic, southern bean mosaic and tobacco ringspot viruses from soyabean in the People's Republic of China. Annals of Applied Biology, 108: 51-57.

Zaumeyer, W.J. and L.L. Harter. 1943. Two new virus diseases of beans. Journal of Agricultural Research, 67: 305-328.

Zettler, F.W. and R.E. Wilkinson. 1966. Effect of probing behaviour and starvation of Myzus persicae on transmission of bean common mosaic virus. Phytopathology, 56: 1079-1082.

الفصل الثاني عشر

الفيروسات التي تصيب محاصيل الحبوب (قمح، شعير، شوفان)

خالد محي الدين مكوك[1]، صفاء غسان قمري[1]، نبيل عزيز[2]، وداد غلام[1] ونوران عطار[1]
(1) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا)، حلب، سورية؛
(2) كلية الزراعة، جامعة الموصل، العراق.

المحتويات

1. المقدمة
2. أهم الفيروسات التي تصيب محاصيل الحبوب في المنطقة العربية
  1.2. فيروسات اصفرار وتقزم الشعير
  2.2. فيروس إصفرار وموزاييك الشعير المخطط
  3.2. فيروس الموزاييك الشريطي للشعير
  4.2. فيروس الموزاييك المخطط للقمح
3. استنتاجات عامة
4. المراجع

---

1. المقدمة

تعد محاصيل الحبوب النجيلية [الشعير (*Hordeum vulgare* L.)، القمح الطري (*Triticum aestivum* L.)، القمح القاسي (*Triticum turgidum* L. var durum) والشوفان (*Avena sativa* L.)] من أهم وأرخص مصادر الحريرات والبروتين النباتي لنسبة عالية من السكان في جميع أنحاء العالم بما فيه البلدان العربية، هذا بالإضافة إلى أهميتها كعلف للحيوانات. يلخص الجدول 1 المساحة والانتاجية لمحاصيل القمح والشعير والشوفان لأغلب البلدان العربية والعالم خلال عام 2006.

من المعروف أن انتاجية هذه المحاصيل تتأثر سلباً بالإصابة بالآفات المختلفة ومنها الفيروسات. أجريت دراسات كثيرة لتحديد الفيروسات التي تصيب محاصيل الحبوب في المنطقة العربية، وأضرارها ونسب انتشارها. ويلخص الجدول 2 أهم الفيروسات المسجلة على محاصيل الحبوب في المنطقة العربية.

جدول 1. المساحات المزروعة والإنتاجية الكلية ومعدل إنتاجية الهكتار الواحد من القمح والشعير والشوفان لأغلب الدول العربية خلال عام 2006 بناء لإحصائيات منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو).

البلد	المساحة المحصودة (1000 هكتار)			الإنتاجية الكلية (1000 طن)		
	القمح	**الشعير**	**الشوفان**	**القمح**	**الشعير**	**الشوفان**
الجزائر	1783.83	812.28	75.04	2687.93	1235.88	89.00
مصر	1287.00	92.00	-*	8308.00	167.00	-*
العراق	-*	1000.00	-*	-*	600.00	-*
الأردن	26.92	36.03	-*	22.93	18.44	-*
الكويت	0.29	1.26	-*	0.51	2.52	-*
لبنان	49.50	14.50	0.29	143.70	29.00	0.31
ليبيا	132.00	204.08	-*	100.00	100.00	-*
المغرب	3107.00	2189.00	26.30	6300.00	2500.00	30.00
سلطنة عمان	0.28	1.13	-*	0.78	3.22	-*
المملكة العربية السعودية	462.00	20.00	-*	2400.00	138.00	-*
السودان	250.00	-*	-*	642.00	-*	-*
سورية	1903.83	1200.00	0.06	4668.75	700.00	0.09
تونس	837.00	431.00	6.15	1251.00	354.00	0.67
اليمن	110.71	36.99	-*	149.17	27.75	-*
مجموع الدول العربية	**9950.35**	**6038.27**	**107.84**	**26674.77**	**5875.81**	**120.08**
العالم	**216100.02**	**55517.00**	**11284.05**	**605945.83**	**138642.56**	**23101.13**
نسبة ما تزرعه الدول العربية مقارنة بالعالم	**4.60**	**10.88**	**0.96**	**4.40**	**4.24**	**0.52**

-*: لايوجد بيانات

جدول 2. الفيروسات المسجلة على محاصيل الحبوب (القمح، الشعير والشوفان) طبيعياً في البلدان العربية.

الأسم العربي	**الأسم العلمي**	**الأسم المختصر**	**الجنس**	**الفصيلة/العائلة**
فيروس اصفرار وتقزم الشعير-PAV	*Barley yellow dwarf virus-PAV*	BYDV-PAV	*Luetovirus*	*Luteoviridae*
فيروس اصفرار وتقزم الشعير-MAV	*Barley yellow dwarf virus-MAV*	BYDV-MAV	*Luetovirus*	*Luteoviridae*
فيروس اصفرار وتقزم الشعير-RMV	*Barley yellow dwarf virus-RMV*	BYDV-RMV	غير محدد	*Luteoviridae*
فيروس اصفرار وتقزم الشعير- SGV	*Barley yellow dwarf virus-SGV*	BYDV-SGV	غير محدد	*Luteoviridae*
فيروس اصفرار وتقزم الحبوب - RPV	*Cereal yellow dwarf virus-RPV*	CYDV-RPV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس إصفرار وموزاييك الشعير المخطط	*Barley yellow striate mosaic virus*	BYSMV	*Cytorhabdovirus*	*Rhabdoviridae*
فيروس الموزاييك الشريطي للشعير	*Barley stripe mosaic virus*	BSMV	*Hordeivirus*	غير محددة
فيروس الموزاييك المخطط للقمح	*Wheat streak mosaic virus*	WSMV	*Tritimovirus*	*Potyviridae*

2. أهم الفيروسات التي تصيب محاصيل الحبوب في المنطقة العربية

1.2. فيروسات اصفرار وتقزم الشعير
Barley yellow dwarf viruses (BYDVs، عائلة *Luteoviridae*)

الصفات العامة – وصف فيروس اصفرار وتقزم الشعير (BYDV) لأول مرة من قبل Oswald و Houston في عام 1951، إلا أن هذا الإسم هو في الوقت الحاضر تسمية لثمانية فيروسات متباينة في صفاتها المصلية/السيرولوجية والحيوية، والمتقاربة في صفات مرضية هامة كارتباطها بمكان تواجدها بنسيج اللحاء في العائل النباتي وانتقالها بحشرات المنّ واحداثها لأعراض متشابهة على النبات العائل (Plumb, 1974؛ Rochow, 1963).

وبناء للتصنيف الذي اعتمدته لجنة التصنيف الدولية للفيروسات (ICTV) في تقريرها الثامن (Fauquet *et al.*, 2005)، فقد تم وضع جميع فيروسات اصفرار وتقزم الشعير في عائلة *Luteoviridae*، ثلاثة من هذه الفيروسات وضعت في جنس *Luteovirus* وهي: BYDV-MAV، BYDV-PAS و BYDV-PAV؛ وفيروسان وضعا في جنس *Polerovirus* تحت اسم فيروس اصفرار وتقزم الحبوب (*Cereal yellow dwarf virus*, CYDV) وهما CYDV-RPS و CYDV-RPV، في حين لم يحدد الجنس بعد إلى ثلاثة فيروسات أخرى وهي: BYDV-GPV، BYDV-RMV، BYDV-SGV. تتسم جسيمات هذه الفيروسات بكونها متساوية الأبعاد قطرها 24–28 نانومتراً. الوزن الجزيئي للغلاف البروتيني 23.5–24.4×10^3 دالتون، والحمض النووي الريبي احادي السلسلة وزنه الجزيئي 1.85–2.0×10^6 (Waterhouse *et al.*, 1988).

عند دراسة تتالي القواعد الأزوتية لمورث الغلاف البروتيني لسلالة مصرية من فيروس BYDV-PAV، وجد بأنها متشابهة بنسبة 99% مع سلالة مغربية لهذا الفيروس (Waziri *et al.*, 2002).

الأعراض والمدى العوائلي – تؤدي الإصابة بهذه الفيروسات إلى تقزم النباتات المصابة وتلون أوراقها بألوان مختلفة حسب المحصول، حيث تصبح صفراء براقة في الشعير، وحمراء أو بنفسجية في الشوفان (شكل 1) وبعض أصناف القمح القاسي، وفي معظم الحالات تبدأ التغيرات اللونية من قمة الورقة إلى قاعدتها ومن حواف الورقة بإتجاه العرق الوسطي. كما تؤدي الإصابة بهذا الفيروس إلى قلة عدد الإشطاءات، وضعف المجموع الجذري (شكل 1).

من دراسات سابقة في المغرب ومصر وسورية، تبين أن الأنواع البرية التالية يمكن أن تلعب دور العائل لفيروسات الإصفرار وتقزم الشعير: *Avena sterilis* L.، *A. sativa* L.، *A. fatua* L.، *Arundo donax* L.، *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.، *Bromus madritensis* L.، *B. inermis* Leyss.، *B. mollis* L.، *Cynodon dactylon* (L.)

Eleusine indica ،*Diplachne malabarica* (L.) Merr. ،*Dactylis glomerata* L. ،Pers. ،*L. perenne* L. ،*Lolium italicum* A.Br. ،*Festuca arundinacea* Schreb. ،(L.) Gaertn ،*Polypogon monspeliensis* L. Desf ،*Poa pratensis* L. ،*Phleum pretense* L. ،*Hordeum murinum* L. ،*Panicum crus-galli* (L.) Beauv. ،*Paspalum distichum* L. ،*Ae. Ovata* L. ،*Aegilops triuncialis* L. ،*Zea mays* L. ،*Setaria viridis* (L.)P.Beauv. ،*Ae. triaristata* Willd. ،*Ae. speltoides* Tausch ،*Ae. Squarrosa* L. ،*Ae. Biuncialis* Vis. ،*Ae. caudate* L. ،*Ae. caudate* L. ،*Ae. columnaris* Zhuk. ،*Ae. umbellulata* Zhuk. *Ae. mutica* ،*Ae. sharonensis* Eig. ،*Ae. cylindrical* Host. ،*Ae. ventricosa* Tausch. ،*Ae. comosa* Sibth. & Smith ،*Ae. longissima* Schweinf. & Muschl ،Boiss. *Hordeum spontaneum* K. Koch و *Agropyron elongatum* (Host). Beauv. (Aboul-Ata & Thouvenel, 1991؛ Aboul-Ata *et al.*, 1992؛ El-Yamani, 1992؛ El-Yamani & Hill, 1990a؛ El-Yamani *et al.*, 1992؛ Makkouk & Ghulam, 1989؛ Shafik *et al.*, 1989).

طرائق الانتقال – تنتقل فيروسات اصفرار وتقزم الشعير (BYDVs و CYDVs) بواسطة حشرات المنّ وبالطريقة المثابرة/الباقية، وقد حدد A'Brook (1968) أكثر من عشرين نوعاً من حشرات المنّ قادرة على نقل هذه الفيروسات ومن أهمها: *Ropalosiphum maidis* (Fitch)، *Ropalosiphum Padi* L.، *Schizaphis graminum* (Rondani)، *Sitobion (Macrosiphum) avenae* (Fabricius). لا تنتقل هذه الفيروسات بواسطة البذور أو بالاعداء الميكانيكي شأنه في ذلك شأن معظم الفيروسات التي تنتقل بحشرات المنّ بالطريقة المثابرة/الباقية.

تعتبر الأطوار المجنحة من حشرات المنّ أكثر خطورة في نشر الفيروس من تلك غير المجنحة (Eastop, 1983؛ Plumb, 1983؛ Rochow, 1963)، كما أن حيوية حشرات المنّ وتحولها إلى الطور المجنح عند تغذيها على نباتات مصابة بهذه الفيروسات يساهم في زيادة انتشارها (Markkula & Laurema, 1964).

تتميز العلاقة بين هذه الفيروسات ونواقلها من حشرات المنّ بتخصص عال، وتبعاً لهذا التخصص، يمكن التمييز بينها (Rochow, 1970)، واشتق الاسم الرمزي (المختصر) لكل منها من الاسم العلمي لنوع المنّ الذي ينقله تخصصياً كما يلي:

- الفيروس BYDV-PAV ينتقل لا تخصصياً بأنواع حشرات منّ مختلفة وبخاصة النوعين *Rhopalosiphum padi* و *Sitobion (Macrosiphum) avenae*
- الفيروسBYDV-MAV ينتقل تخصصياً بنوع المنّ *S. (Macrosiphum) avenae*
- الفيروس CYDV-RPV ينتقل تخصصياً بنوع المنّ *R. padi*

- الفيروس BYDV-RMV ينتقل تخصصياً بنوع المنّ *R. maidis*
- الفيروس BYDV-SGV ينتقل تخصصياً بنوع المنّ *Schizaphis graminum*

في سورية، تم نقل ثلاث عزلات من فيروس BYDV-PAV بأربع أنواع من حشرات المنٌ، حيث بلغت نسبة كفاءة النقل 72.4، 52.9، 44.7، و31.3% للأنواع *R. padi*، *S. avenae*، *S. graminum* و *R. maidis*، على التوالي (سكاف وآخرون، 1988). كما أنه عند دراسة كفاءة النقل الحشري لنفس الفيروس جمعت من منطقة سوس ماسة في المغرب، تبين أن أربعة أنواع من حشرات المنٌ كانت قادرة على نقله بكفاءة عالية (El-Yamani *et al.*, 1992)، وفي دراسة أخرى لعزلة للفيروس نفسه من منطقة غربي وسط المغرب تبين امكانية نقله بكفاءة عالية بواسطة سبعة أنواع من حشرات المنّ (El-Yamani & Hill, 1991). وفي دراسة ثالثة من المغرب، بلغت كفاءة النقل 42–88% للنوع *R. padi* و 29–62% للنوع *S. avenae* (Bencharki *et al.*, 1997). إن الإنتشار الوبائي لهذا الفيروس يعتمد على وجود مصدر للعدوى وكذلك على أعداد وحركة حشرات المنّ الناقلة وأنواعها (Talhouk & Makkouk, 2000).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – تنتشر فيروسات اصفرار وتقزم الشعير في جميع أنحاء العالم (Lister & Ranieri, 1995)، حيث تصيب عدداً كبيراً من محاصيل الحبوب في معظم الأماكن التي تزرعها، وتتسبب في خسائر إقتصادية فادحة.

سجل وجود فيروس BYDV لأول مرة في سورية بناءً على الأعراض الظاهرية للمرض عام 1982، واعتبر آنذاك مرضاً ثانوي الأهمية، حيث سجل في 7.6% من الحقول الممسوحة، وبنسبة اصابة 0.1-5.5% في الحقل الواحد (Mamluk & van Leur, 1984)، وخلال الفترة 1985–1986 تراوحت نسبة الإصابة مابين 5–22% (Makkouk, 1987) حسب المنطقة. في عام 1987 كشف عن الفيروس في سورية بناءً للاختبارات السيرولوجية، في جميع الحقول الممسوحة من القمح والشعير (Makkouk & Skaf, 1989). وتراوحت نسبة الإصابة بالفيروس في العينات المجموعة خلال عامي 1985 و 1986 من حقول القمح، الشعير والشوفان في مصر، الجزائر، الأردن، لبنان وليبيا مابين 0–5%، وسجل الفيروس لاحقاً في المغرب وتونس (Makkouk *et al.*, 1990). وفي الجزائر، بلغت نسبة إصابة محصول الشعير بهذا الفيروس حوالي 35% بناءً على الأعراض الظاهرية (Benbelkacem, 1991). وفي مسح شامل اجري في تونس على حقول الشعير والقمح القاسي والطري، كانت نسبة الإصابة بالفيروس في 84% من الحقول المفحوصة أقل من 1%، أما باقي الحقول فكانت نسبة الإصابة فيها مابين 5–15% (Najar *et al.*, 2000)، وبلغت نسبة وجود فيروس BYDV-PAV في حقول القمح حوالي 1% في العينات المجموعة عشوائياً (El-Muadhidi *et al.*, 2001). كما سجل الفيروس في اليمن على محصولي الذرة والشعير (Kamal & Agbari, 1980, 1985؛ Walkey, 1992). وبلغت

نسبة الإصابة بالفيروس في حقول القمح في مصر الوسطى (الفيوم، الجيزة، بني سويف، المنيا وأسيوط) ومصر السفلى (القليوبية، المنوفية، الغربية، البحرية، كفر الشيخ، الإسماعيلية والشرقية) خلال الأعوام 1996، 1997، 1998 و 2001 بحدود 5.4، 13.6، 11.6 و 11.6%، على التوالي، وكان قليل جداً في العام 2002 وبنسبة 0.4% (Aboul-Ata, 2002).

أما بالنسبة لفيروسات BYDV المختلفة، أشارت التقارير بأنه في أغلب دول المنطقة كان الفيروس BYDV-PAV أكثرها انتشاراً تلاه الفيروس BYDV-MAV ثم CYDV-RPV، وفي سورية بلغت نسبة الفيروسات الثلاثة السابقة 38.1، 11.9 و27.4%، على التوالي في العينات المفحوصة والتي كانت تبدي أعراض الإصابة بالفيروس (Makkouk & Skaf, 1989). أما في الجزائر والمغرب وتونس والأردن وسورية خلال المسح الحقلي لحقول القمح، الشعير والشوفان الذي أجري خلال عامي 1986 و 1987، كان الفيروس BYDV-PAV الأكثر إنتشاراً، تلاه الفيروسين BYDV-RPV و BYDV-MAV (Makkouk *et al.*, 1989a). وفي دراسة أخرى في الأردن، تم الكشف عن أربع فيروسات (BYDV-MAV، BYDV-PAV،CYDV-RPV و BYDV-RMV) سواء منفردة أو مختلطة، وبنسبة إصابة 22، 35، 59 و 65% في كل من القمح، الشعير، الذرة البيضاء والذرة الصفراء، على التوالي (El-Zoubi *et al.*, 1992). وفي غرب وسط المغرب، بلغت نسبة إصابة محصول القمح بالفيروسات BYDV-PAV، BYDV-MAV وCYDV-RPV حوالي 56، 35 و 9%، على التوالي (El-Yamani, 1992). وعند دراسة انتشار الفيروسين BYDV-MAV و BYDV-PAV في ثلاثة مناطق مختلفة في شمال غرب تونس (بيجا)، القيروان (الوسط) ومورناك (شمال–شرق)، تراوحت نسبة الإصابة ما بين 0–35% في حقول الشعير، ووجد أن الفيروس BYDV-PAV أكثر تواجداً من الفيروس BYDV-MAV في منطقتي القيروان ومورناك، في حين كانت الصورة معاكسة في منطقة بيجا (Zouba *et al.*, 1989). وفي مسح حقلي شمل سبعة مناطق رئيسية (بيجا، بيزرت، كابون، جندوبا، الكاف، سليانا، وزغوان) لزراعة الشعير والقمح القاسي والطري، ولعينات تحمل أعراض الإصابة بالفيروس، كان الفيروس BYDV-PAV هو الأكثر انتشاراً وبنسبة 22.8%، تلاه الفيروس BYDV-SGV وبنسبة 17.2% أما الفيروسات BYDV-RMV، BYDV-MAV و CYDV-RPV فكانت نسبة وجودها 5.5، 1.1 و 0.7%، على التوالي، وكان وجود هذه الفيروسات أعلى في الشعير منه في القمح (Makkouk *et al.*, 2001a). وفي مسح حقلي أجري في اليمن شمل كافة المناطق، وجد أن الفيروس BYDV-PAV هو أيضاً الأكثر إنتشاراً حيث بلغت نسبتة 7% في الشعير و 4.3% في القمح (Kumari *et al.*, 2006). كذلك في مصر، كان الفيروس BYDV-PAV هو الأكثر انتشاراً على محاصيل الشعير، القمح الطري والقاسي، الشوفان والذرة البيضاء، تلاه BYDV-MAV على محاصيل القمح الطري والشعير وبنسبة 6%، أما CYDV-RPV فوجد على الذرة الصفراء فقط،

بينما الفيروس BYDV-SGV كان نادراً ونسبة وجوده في العينات المفحوصة كانت أقل من 1% (Lister *et al.*, 1994).

تروواحت نسبة النقص بإنتاج القمح حوالي 11–12% نتيجة الإصابة الطبيعية بفيروسات BYDVs تحت الظروف الطبيعية في المغرب (El-Yamani & Hill, 1990a). في حين بلغت الخسارة في إنتاجية صنف القمح الطري "Nesma 149" في المغرب 44 و 30% عند إعداء النباتات بمرحلة مبكرة (الطور 1–2) ومرحلة متأخرة (الطور 5–6) من عمر النبات، على التوالي (El-Yamani, 1990).

وفي دراسة إجريت في سورية تحت ظروف الإعداء الإصطناعي بحشرات المنّ الحاملة لفيروس BYDV-PAV تراوحت معدلات الخسارة في الغلة للشعير من 0–90% للموسمين الزراعيين 2000/2001 و 2001/2002 حسب حساسية الصنف المزروع للإصابة (Makkouk & Ghulam, 2002)، كما أن الإصابة بالفيروس تؤثر على حجم وشكل البذور (شكل 1).

طرائق الكشف – بالإضافة للأعراض الظاهرية التي تسببها فيروسات BYDVs، والمدى العوائلي وطريقة الانتقال بحشرات المنّ والتي يمكن أن تدل على وجود الفيروس بشكل مبدئي، فان هناك طرائق أخرى أكثر دقة للكشف عنه. فقد نجح اختبار اليزا بالاحتواء الثنائي للفيروس بالأجسام المضادة (DAS-ELISA) (Makkouk & Kumari, 1993)، واختبار اليزا بالاحتواء الثلاثي للفيروس بالأجسام المضادة (TAS-ELISA) (Makkouk *et al.*, 1989b) واختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) في الكشف عنه (Makkouk & Comeau, 1994). واستخدم اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي لتقويم حساسية الطرز الوراثية للقمح والشعير لفيروس اصفرار وتقزم الشعير (Makkouk *et al.*, 1994a).

تم عزل فيروس BYDV-PAV وانتاج مصل مضاد متعدد الكلون ذو فعالية عالية في سورية (Makkouk & Kumari, 1993)، كما أجري نفس الشيء لعزلة سورية أخرى لفيروس CYDV-RPV (قمري وآخرون، معلومات غير منشورة). وكذلك تم انتاج مصل مضاد متعدد الكلون لعزلة تونسية من الفيروس BYDV-PAV (نجار وقمري، معلومات غير منشورة). وفي المغرب تم استخلاص وتنقية فيروس BYDV-PAV من نبات الشوفان صنف "Clintland 64" وانتج مصل مضاد له متعدد الكلون (El-Yamani & Hill, 1990b).

هناك علاقة سيرولوجية بين فيروسات BYDV عند استخدام الأجسام المضادة عديدة الكلون، ولهذا لابد من استخدام الأجسام المضادة وحيدة الكلون المتخصصة لتحديد هذه الفيروسات بشكل افرادي. تم انتاج العديد من الأجسام وحيدة الكلون على المستوى العالمي تكشف

عن هذه الفيروسات (D’Arcy *et al.*, 1990؛ Hsu *et al.*, 1984؛ Pead & Torrance, 1988؛ Torrance *et al.*, 1986).

وباستعمال بادئات خاصة للفيروس BYDV-PAV أمكن التفريق بين مجموعتين من العزلات المغربية باستخدام التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Bencharki *et al.*, 1999, 2002).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – تعتبر التربية وغربلة المدخلات الوراثية لايجاد أصناف مقاومة لفيروسات BYDV هي إحدى أهم الطرق المبشرة والعملية لمكافحة هذه الفيروسات (Skaf & Makkouk, 1988). وتستند عملية الغربلة إلى دليل أعراض المرض بعد إعداء النباتات بالفيروس، وعلى مؤشرات أخرى مثل المحتوى الفيروسي والوزن الحبي، والكتلة الحيوية، ودليل الحصاد (Lister *et al.*, 1984). وفي المغرب وجد أن الصنف C76227 هو الأكثر مقاومة (Amri, 1992؛ El-Yamani *et al.*, 1994). وفي السنوات الأخيرة تم تقييم وايجاد مدخلات وراثية جيدة من الشعير، متحملة أو مقاومة لفيروس BYDV-PAV ليعتمدها مربو النبات في عمليات التهجين.

هناك علاقة قوية بين وجود مورثة المقاومة (*Yd2*) لفيروس BYDV-PAV في الشعير وحركة الفيروس داخل النبات وتكاثره، حيث وجد أن حركة الفيروس تكون أسرع داخل النبات الحساس الذي لا يحتوي مورثة المقاومة (Makkouk & Ghulam, 1992). ويمكن الكشف عن وجود هذه المورثة في أصناف الشعير بواسطة التفاعل المتسلسل للبوليمراز وباستخدام بادئات متخصصة (Makkouk *et al.*, 2002). إن العديد من النباتات البرية والتي لها قرابة مع نبات القمح وأظهرت مقاومة لفيروسات BYDV يمكن استخدامها في عمليات التربية. عند تقييم 310 مدخلاً وراثياً تابعة للجنس *Aegilops* و39 مدخلاً وراثياً تابعة للجنس *Triticum* لدراسة مدى حساسيتها للإصابة بفيروس BYDV-PAV في سورية، أبدت 26 و 8 مدخلاً على التوالي مقاومة للفيروس (Makkouk & Ghulam, 1989, 1991)، وفي دراسة أخرى في سورية أيضاً، وجد أن 39 مدخلاً من أصل 1097 مدخلاً من *Aegilops* كانت مقاومة للفيروس، 7 من هذه المدخلات أظهرت مقاومة لعزلة كندية من نفس الفيروس (Makkouk *et al.*, 1994b). وتم انتاج هجن بين نوعين من *Agrotricum* مع القمح الطري تعتبر مصدر مقاوم للفيروس (Comeau *et al.*, 1994).

في مصر وجدت 5 أصناف من الشعير مقاومة لفيروس BYDV-PAV وهذه الأصناف هي: Giza 24، Borg El-Arabk، Marsa Matrouh، Bahtim 52 و Baladi 16 (Abdel-Hak & Ghobrial, 1984؛ Ghobrial *et al.*, 1984a, 1984b, 1992).

عند اعداء 981 مدخلاً من القمح تحت الظروف المصرية والعدوى الطبيعية، وجد أن 130 مدخلاً لم تبد أعراض الإصابة و149 مدخلاً ظهرت عليها أعراض خفيفة، كما لم تتأثر إنتاجية الصنف Sakha 69 بالإصابة (El-Daoudi *et al.*, 1991).

2.2. فيروس إصفرار وموزاييك الشعير المخطط

Barley yellow striate mosaic virus (BYSMV، جنس *Cytorhabdovirus*، فصيلة *Rhabdoviridae*)

الصفات العامة – وصف هذا الفيروس من قبل Conti (1969)، جسيمات هذا الفيروس شكلها عصوي مغلفة أبعادها 330×55 نانومتراً، والحمض النووي ريبي حجمه حوالي 13 ألف قاعدة أزوتية (Bassi *et al.*, 1980). درجة الحرارة المثبطة 50–60 °س، ودرجة التخفيف النهائية 10^{2}–10^{3} ويمكن المحافظة على حيوية الفيروس لمدة 2–4 أيام عند درجة حرارة 5 °س أو 1–2 يوماً عند درجة حرارة 22 °س (Conti, 1980).

الأعراض والمدى العوائلي – تتراوح أعراض الإصابة بالفيروس من إصفرار وتخطط أوراق إلى تبرقش أو موزاييك وقد يؤدي الى تقزم النبات على المحاصيل النجيلية المزروعة (القمح والشعير). كما يصيب هذا الفيروس 26 نوع من النجيليات يؤدي الى تقزمها مع تبرقش للأوراق، شحوب وتخطط، إصفرار وضيق في نصل الورقة (شكل 1).

يصيب فيروس BYSMV المحاصيل النجيلية والأعشاب النجيلية المعمرة بصورة متفاوتة، ودلت الإختبارات أن القمح الطري هو أكثر أنواع القمح حساسية للإصابة بهذا الفيروس، ولا يعد له أهمية إقتصادية حيث كانت نسبة الإصابة في القمح الشتوي 5–8% (Milne & Conti, 1986)، وفي المغرب وجد على الذرة الصفراء على شكل تخطط واصفرار (Lockhart & El-Yamani, 1983)، ولم يلحظ حتى الآن على محصول الشعير في المنطقة العربية.

ومن العوائل الدالة على وجود الفيروس نبات الشوفان صنف "Alba" حيث يظهر عليه تخطط وإصفرار متبرقش مع تقزم وإحمرار في الأوراق القاعدية، وكذلك الشعير الصنف "Delisa" حيث يظهر عليه تخطط شاحب وموزاييك، واصفرار في الأوراق القاعدية، والنبات *Phalaris canariensis* L. حيث يظهر عليه تقزم واصفرار في الأوراق القمية (Conti, 1980).

طرائق الانتقال – لا ينتقل الفيروس بالطريقة الميكانيكية، بل ينتقل الى النبات بواسطة النطاطات وبالطريقة المثابرة (Conti, 1972). من أهم النطاطات التي تنقل هذا الفيروس بكفاءة عالية النوع

(Fallen) *Laodelpha striatella* (Hemiptera: Delphacidae)، وبكفاءة عالية. هناك فترة كمون للفيروس داخل الحشرة مدتها 6–17 يوماً.

التوزع الجغرافي والاهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجلت إصابة القمح بفيروس BYSMV في المغرب (Lockhart, 1986؛ Lockhart *et al.*, 1986)، تونس (Najar *et al.*, 2000a, 2000b)، لبنان (Makkouk *et al.*, 2001b) وسورية (Makkouk *et al.*, 2004).

طرائق الكشف – بالاضافة للاعراض الظاهرية التي يسببها فيروس BYSMV، والمدى العوائلي وطريقة الانتقال بحشرات نطاطات الاوراق والتي يمكن أن تدل على وجود الفيروس بشكل مبدئي، فان هناك طرائق أخرى أكثر دقة للكشف عنه. يمكن استخدام اختبار اليزا واختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) في الكشف عن الفيروس. وقد تم تنقية عزلة محلية من الفيروس وانتج مصل مضاد له في كل من المغرب (Greber, 1982؛ Lockhart *et al.*, 1986) وسورية (Makkouk *et al.*, 2001b).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – تعتبر المقاومة الوراثية، بصورة عامة، إحدى أكثر الطرق المؤدية إلى التقليل من الخسائر التي يحدثها الفيروس.

3.2. فيروس الموزاييك الشريطي للشعير

***Barley stripe mosaic virus* (BSMV، جنس *Hordeivirus*)**

الصفات العامة – وصف فيروس BSMV لأول مرة من قِبل McKinney (1951). شكل الجسيمات الفيروسية أنبوبية عصوية قطرها 20 نانومتراً وطولها 100–150 نانومتراً، والوزن الجزيئي للجسيمة الطويلة حوالي 26 مليون دالتون، ويتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي وحيد السلسلة (Atabekov & Novikov, 1989). الوزن الجزيئي للغلاف البروتيني 21 كيلو دالتون. درجة الحرارة المثبطة له حوالي 70 ^{o}س، ويمكن تخزينه بالأوراق الجافة لأكثر من 12 عاماً. ودرجة التخفيف لهذا الفيروس في العصارة النباتية 2–5$\times10^{-4}$.

الأعراض والمدى العوائلي – يصيب هذا الفيروس طبيعياً عدد من الأنواع النجيلية وبعض أجناس الفصيلة الباذنجانية (Solanaceae) والفصيلة السرمقية/الرمرامية (Chenopodiaceae) من خلال العدوى الإصطناعية. يبدي هذا الفيروس أعراضاً على شكل خطوط موزاييك جهازية على محصول

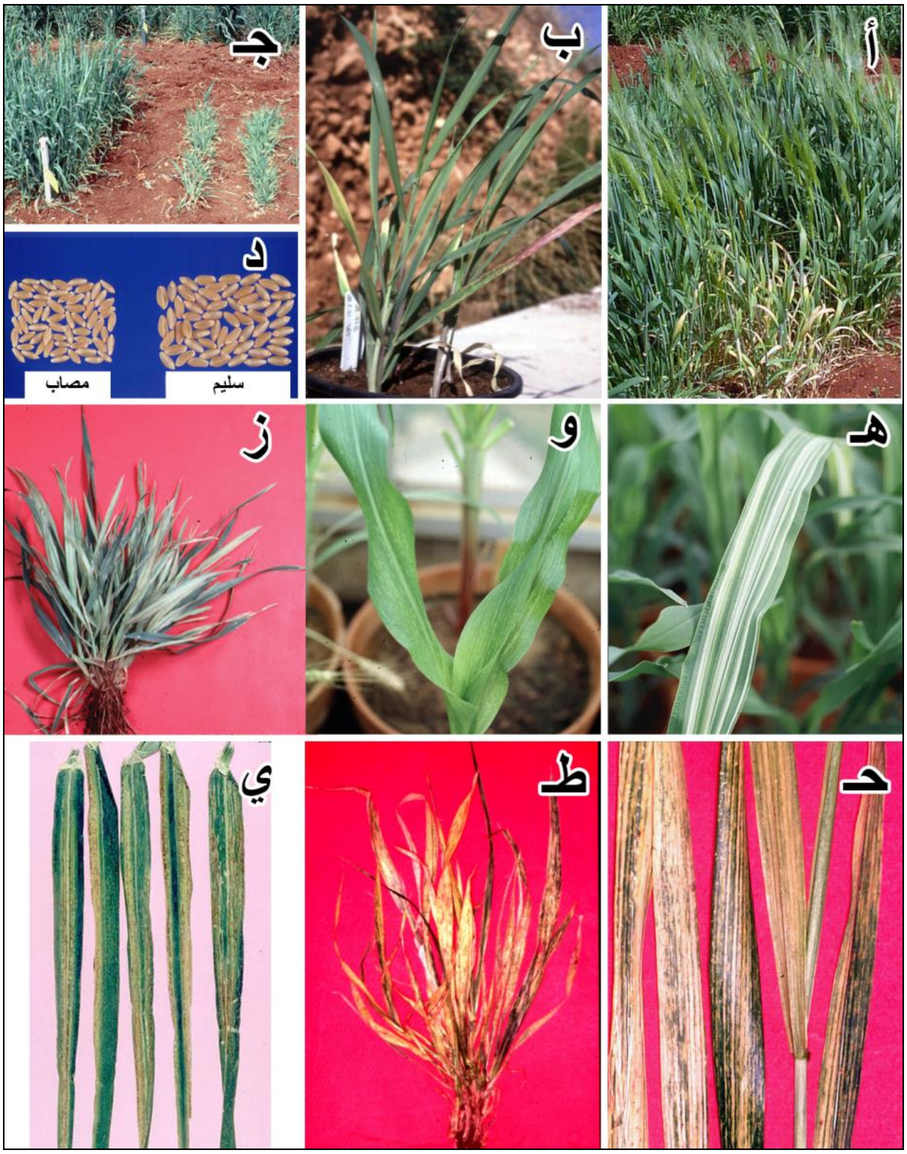
القمح والشعير والشيلم (شكل 1)، في حين يظهر على شكل بقع نيكروزية صفراء كبيرة على بعض أنواع *Chenopodium album* L.، *C. amaranticolor* Coste & Reyn و *C. quinoa* Wild. من الفصيلة الرمرامية، وقد يبدو على شكل بقع صفراء موضعية وليست جهازية على الشوندر السكري/البنجر، في حين تعطي بعض السلالات اصابات جهازية على الذرة أو موزاييك على السبانخ وبقع خضراء موضعية على نبات التبغ (Milne & Conti, 1986).

طرائق الانتقال – ينتقل هذا الفيروس بواسطة البذور وبنسب عالية قد تصل إلى 90% (McKinney, 1953) أو حتى 100% (Gold *et al*., 1954) كما أنه ينتقل عبر حبوب الطلع (Gold *et al*., 1954؛ Gardner, 1967)، وبالطريقة الميكانيكية عن طريق مستخلص العصارة المعدية. والجدير بالذكر أن هذا الفيروس لا ينتقل بأي نوع من الحشرات.

التوزع الجغرافي والاهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – يعتبر هذا الفيروس من الفيروسات المهمة التي تصيب محاصيل الحبوب بما فيها الشعير، فقد سجل وجوده في عدد من دول العالم كالولايات المتحدة الأمريكية وكندا وبعض دول آسيا كاليابان والصين. أما في المنطقة العربية فقد سُجل في تونس بنسبة 2% (Najar *et al*., 2000a, 2000b) وفي اليمن بنسبة أقل من 1% (Kumari *et al*., 2006)، وفي سورية (مكوك وآخرون، 1992)، وفي لبنان والأردن (Nienhaus & Saad, 1967؛ Makkouk & Jarikji, 1983). سبب هذا الفيروس خسارة في غلة الشعير في سورية قدرت بحوالي 8.66% (مكوك وآخرون، 1992).

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن فيروس BSMV بطرق متعددة، منها تجمع اللاتكس (Lundsgaard, 1976)، الانتشار المزدوج في الآجار (Carroll *et al*., 1979a)، واختبار اليزا (Lister *et al*., 1985؛ Makkouk & Kumari, 1993).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – إن أفضل السبل للتقليل من انتشار الفيروس هو استخدام بذار خالية من الفيروس، سواء عن طريق انتاجها من نويات إكثار سليمة أو باتباع أساليب أخرى مثل المعالجة الحرارية، فقد أشار مكوك وعطار (2001) أن المعالجة الحرارية للحبوب المصابة بالفيروس عند درجة حرارة 80 °س ولفترات مختلفة أدت إلى خفض نسبة وجود الفيروس، ولكن دون التخلص منه كلياً. وقد أمكن في العديد من الدول التخلص كلياً من هذا الفيروس عن طريق توزيع تقاوي/بذار سليمة خالية من الإصابة به (Carroll, 1980). وهناك مورثة في الشعير تمنع انتشاره في البذور (Carroll *et al*., 1979b).



شكل 1. أعراض اصفرار وتقزم على نباتات الشعير (أ) واحمرار على الشوفان (ب) الناتجة عن الإصابة بفيروس اصفرار وتقزم الشعير (BYDV)؛ صنف شعير حساس للإصابة بفيروس BYDV (اليمن) مقارنة بصنف مقاوم للإصابة (اليسار) (جـ)؛ حبوب قمح صغيرة الحجم ناتجة من نباتات مصابة بفيروس BYDV (اليسار) مقارنة بحبوب مليئة ناتجة من نباتات سليمة (اليمين) (د)؛ أعراض تخطط على أوراق الذرة (هـ، و) وتقزم واصفرار القمح (ز) الناتجة عن الإصابة بفيروس الموزاييك المخطط للقمح (WSMV)؛ أعراض اصفرار وتخطط أوراق الشعير (حـ) وتقزم نبات الشعير (ط) الناتجة عن الإصابة بفيروس إصفرار وموزاييك الشعير المخطط (BYSMV)؛ أعراض موزاييك وتخطط على أوراق الشعير الناتجة عن الأصابة بفيروس الموزاييك الشريطي للشعير (BSMV) (ي).

4.2. فيروس الموزاييك المخطط للقمح

(*Potyviridae* فصيلة ،*Tritimovirus* جنس ،WSMV) *Wheat streak mosaic virus*

الصفات العامة – وصف فيروس WSMV لأول مرة من قبل McKinney (1937). شكل جسيمات الفيروس خيطية مرنة، أبعادها 700×15 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة طوله حوالي 9384 نيوكليوتيدة (Gotez & Maiss, 1995). أمكن الحصول على مادة نقية من الفيروس (Uyemoto & Ferguson, 1980).

الأعراض والمدى العوائلي – بشكل عام يسبب هذا الفيروس موزاييك مخطط على عوائله من النجيليات، إلا أن الأعراض تتباين من موزاييك مخطط ضعيف إلى تبقع أصفر وتبرقش الأوراق إلى درجات مختلفة قد تصل إلى موت الأنسجة وتقزم النبات (Brakke, 1971) (الأشكال 1–هـ، 1–و، 1–ز).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – يصيب هذا الفيروس محصول القمح في الولايات المتحدة، كندا، شرق أوروبا، وروسيا. في المنطقة العربية، سجلت إصابة القمح بهذا الفيروس في كل من لبنان (Nienhaus & Saad, 1967)، الأردن (Slykhuis, 1962)، سورية (Makkouk & Kumari, 1997) والجزائر (Boubetra *et al*., 1999).

طرائق الكشف – بالإضافة للأعراض الظاهرية التي يسببها فيروس WSMV، وطريقة انتشاره بواسطة الحلم بالطريقة المثابرة/الباقية، يمكن الكشف عنه بواسطة اختبار اليزا (Makkouk & Kumari, 1997).

طرائق الانتقال – ينتقل هذا الفيروس ميكانيكياً وبواسطة الحلم *Aceria tosichella* (French & Stenger, 2002). جميع الأعمار اليرقية للحلم وكذلك البالغات يمكنها نقل الفيروس، إلا أن اليرقات فقط يمكنها اكتساب الفيروس من النبات المصاب. ينتقل الفيروس أيضاً بواسطة البذور في القمح ولكن بنسبة منخفضة (Jones *et al*., 2005). في المنطقة العربية تبين بأن WSMV يمكن أن ينتقل في بذور القمح في سورية (قمري وعطار، أبحاث غير منشورة). ليس هناك ناقل حشري لهذا الفيروس.

الوقاية من هذا الفيروس والحد من انتشاره – إن نسبة الإصابة المتدنية بفيروس WSMV في المناطق العربية التي وجد فيها حتى الآن توحي بأنه لا داعي لاستخدام وسائل محددة للحد من

انتشاره. إلا أن احتمال انتقاله بواسطة البذور يستدعي الانتباه واستخدام بذور خالية من الإصابة هو الطريق الأمثل للحد من الخسارة التي يمكن أن يسببها في المناطق التي يوجد بها الحلم الناقل بأعداد كبيرة.

3. استنتاجات عامة

بينت الأبحاث المنشورة بأن هناك عدد من الفيروسات التي تصيب محاصيل الحبوب في المنطقة العربية، إلا أن نسبة انتشار أغلبها في الحقول متدني مما لا يستوجب من المزارعين مجهوداً خاصاً لمكافحتها. يستثنى من ذلك فيروسات التقزم الأصفر للشعير والتي يمكن أن تنتشر بشكل وبائي في بعض السنين في كل من تونس والجزائر والمغرب، مما يتطلب استخدام أصناف من الحبوب مقاومة لهذه الفيروسات.

كما أنه لابد من الإشارة إلى أن هناك فيروسين من فيروسات الحبوب (BSMV، WSMV) ينتقلان بواسطة بذور القمح والشعير، واستخدام بذور خالية من هذه الفيروسات في الزراعة هي الطريقة المثلى للحد من الخسائر التي يمكن أن تنتج عن الإصابة بهما.

4. المراجع

سكاف، جهاد، خالد مكوك، فواز العظمة، ووجيه قسيس. 1988. فيروس تقزم واصفرار الشعير، انتقاله بحشرات المن وانتشاره على محاصيل الحبوب النجيلية في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 6: 97-105.

مكوك، خالد محي الدين ونوران عطار. 2001. تأثير التخزين والمعاملة الحرارية في حيوية فيروس الموزاييك المخطط للشعير. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 52-54.

مكوك، خالد محي الدين، وليد رضوان وأمين حاج قاسم. 1992. حصر للفيروسات الموجودة في بذور الشعير والعدس والفول في سورية. مجلة وقاية النبات العربية. 10: 3-8.

A'Brook, J. 1968. The effect of plant spacing on the numbers of aphids trapped over the groundnut crop. Annals of Applied biology, 61: 289-294.

Abdel-Hak, T.M. and E. Ghobrial. 1984. Present status of virus disease of wheat and barley in Egypt and the Near East region. Page 193. In: Barley Yellow Dwarf: Proceedings of the Workshop. December 6-11, 1983, CIMMYT, Mexico.

Aboul-Ata, A.E. 2002. Barley yellow dwarf virus in Egypt: Current situation and prospects. Pages 115-116. In: Barley yellow dwarf disease: Recent advances and future strategies. Proceedings of an International Symposium, El Batan, Texcoco, Mexico, September 1-5, 2002. M. Henry and A. McNab (eds.). Mexico, D.F.: CIMMYT. 136 pp.

Aboul-Ata, A.E. and J.C. Thouvenel. 1991. Recent situation of cereal virus diseases in Egypt. 2nd report of NARP Coordination meeting, September 19-22, 1991, Cairo, Egypt.

Aboul-Ata, A.E., J.-C. Thouvenel, K.M. Makkouk and M.M. Satour. 1992. Barley yellow dwarf virus in Egypt: natural incidence, transmission, and wild hosts. Arab Journal of Plant Protection, 10: 226-231.

Amri, A. 1992. Estimated barley yield losses attributable to barley yellow dwarf virus in Morocco. Pages 81-86. In: Barley Yellow Dwarf in West Asia and North Africa, Proceedings of a workshop, Rabat, Morocco, 19-21 November 1989. A. Comeau and K.M. Makkouk (eds.). Aleppo, Syria, ICARDA. 239 pp.

Atabekov, J.G. and V.K. Novikov. 1989. Barley stripe mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses No. 344, 6 pp. Wellesbourne, UK: Association of Applied Biologists.

Bassi, M., N. Barbieri, A. Appiano, M. Conti, G. D'Agostino and P. Caciagli. 1980. Cytochemical and autoradiographic studies on the genome and site(s) of replication of Barley yellow striate mosaic virus in barley plants. Journal of Submicroscopic Cytology, 12: 201-208.

Benbelkacem, A. 1991. The BYDV situation in Algeria. Barley Yellow Dwarf Newsletter, CIMMYT, Mexico, 4: 1-2.

Bencharki, B., J. Mutterer, M. El-Yamani, V. Zieegler-Graff, D. Zaoui and G. Jonard. 1999. Severity of infection of Moroccan barley yellow dwarf virus PAV isolates correlates with variability in their coat protein sequences. Annals of Applied Biology, 134: 89-99.

Bencharki, B., M. El-Yamani and D. Zaoui. 1997. Transmission of barley yellow dwarf virus-PAV isolates by two aphid species collected in Morocco. Barley Yellow Dwarf Newsletter, CIMMYT, Mexico, 6: 22.

Bencharki, B., M. El-Yamani, J. Mutterer, V. Ziegler- Graff and G. Jonard 2002. Assessment of biological and Molecular variability of Moroccan BYDV-PAV isolates. Pages 9-12. In: Barley yellow dwarf disease: Recent advances and future strategies. Proceedings of an International Symposium, at El Batan, Texcoco, Mexico, September 1-5, 2002. M. Henry and A. McNab (eds.). Mexico, D.F.: CIMMYT. 136 pp.

Boubetra, S., F. Mohammedi, A. Ait Yahia, M. Aitouada and M. Louanchi. 1999. Identification sérologique et biologique de quelques virus de cereales dans la region centre de l'Algerie. Pages 205-211. In: Proceedings of the 2nd Regional Symposium for Cereal and Legume Diseases, November 10–12, 1999, Nabeul, Tunisia.

Brakke, M.K. 1971. Wheat streak mosaic virus. CMT/AAB, Description of Plant VirusesCAB, Kew, UK, No. 48.

Carroll, T.W. 1980. Barley stripe mosaic virus: its economic importance and control in Montana. Plant Disease, 64: 136-140.

Carroll, T.W., P.L. Gossel and D.L. Batchelor. 1979a. Use of sodium dodecyl sulfate in serodiagnosis of barley stripe mosaic virus in embryos and leaves. Phytopathology, 69: 12-14.

Carroll, T.W., P.L. Gossel and E.A. Hockett. 1979b. Inheritance of resistance to seed transmission of barley stripe mosaic virus in barley. Phytopathology, 69: 431-433.

Comeau, A., K.M. Makkouk, F. Ahmad and C.A. Saint- Pierre. 1994. Bread wheat x *Agrotricum* crosses as a source of immunity and resistance to the PAV strain of barley yellow dwarf luteovirus. Agronomie. Elsevir/INRA. 2: 152- 160.

Conti, M.1969. Investigations on a bullet-shaped virus of cereals isolated in Italy from planthoppers. Phytopathologishe Zeitschrift, 66: 275-279.

Conti, M. 1972. Barley yellow striate mosaic virus isolated from plants in the field. Phytopathologishe Zeitschrift, 95: 39-45.

Conti, M. 1980. Vector relationships and other characteristics of barley yellow striate mosaic virus (BYSMV). Annals of Applied Biology, 95: 83-92.

D'Arcy, C.J., J.F. Murphy and S.D. Miklasz. 1990. Murine monoclonal antibodies produced against two Illinois strains of barley yellow dwarf virus: production and use for virus detection. Phytopathology, 80: 377-381.

Eastop, V.F. 1983. The biology of the principal aphids virus vectors. Pages 115-133. In: Plant Virus Epidemiology. The Spread and Control of Insect-born Viruses. Blackwell Scientific Publications.

El-Daoudi, Y.H., A.M. Abde, S. Ali, and S.R.S. Sabry. 1991. Screening of wheat and triticale germplasm for BYDV effects on grain yield in Egypt. Barley Yellow Dwarf Newsletter, CIMMYT, Mexico, 4: 3-5.

El-Muadhidi, M.A., K.M. Makkouk, S.G. Kumari, M. Jerjess, S.S. Murad, R.R. Mustafa and F. Tarik. 2001. Survey for legume and cereal viruses in Iraq. Phytopathologia Mediterranea, 40: 224-233.

El-Yamani, M. 1990. Barley yellow dwarf in Morocco: Occurrence and crop loss assessment. Pages 387-390. In: World Perspectives on barley yellow dwarf. Proceedings of the

international workshop. July 6-11, 1987. Udine, Italy. P.A. Burnett (ed.). Mexico, D.F., CIMMYT. 511 pp.

El-Yamani, M. 1992. Epidemiology, host range and strain identification of barley yellow dwarf virus in West-Central Morocco. Pages 71-79. In: Barley Yellow Dwarf in West Asia and North Africa, Proceedings of a workshop, Rabat, Morocco, 19-21 November 1989. A. Comeau and K.M. Makkouk (eds.). Aleppo, Syria, ICARDA. 239 pp.

El-Yamani, M. A. Amri, A. Comeau, C.A. St-Pierre and B. Bencharki. 1994. Resistance of Barley yellow dwarf virus in Morocco. Pages 442-448. In: Conference Aridoculture: Acquis et Perpectives. M. El-Gharrous, M. Karrou and M. El-Mourid (eds.). Rabat, Morocco.

El-Yamani, M. and J.H. Hill. 1990a. Identification and importance of barley yellow dwarf virus in Morocco. Plant Disease, 74: 291-294.

El-Yamani, M. and J.H. Hill. 1990b. Purification and serology of a Moroccan isolate of barley yellow dwarf virus. Arab Journal of Plant Protection, 8: 41-44.

El-Yamani, M. and J.H. Hill, 1991. Aphid vectors of barley yellow dwarf virus in West-central Morocco. Journal of Phytopathology, 133: 105-111.

El-Yamani, M., K. Makkouk, B. Hafidi and K. El-Kassemi, 1992. Contribution to the study of barley yellow dwarf virus in the Souss-Massa region of Morocco. Phytopathologia Mediterranea, 31: 41-45.

El-Zoubi, M., A. Al-Musa and M. Skaria.1992. Studies on barley yellow dwarf virus in cereal crops in Jordan. Pages 91-101. In: Barley Yellow Dwarf in West Asia and North Africa, Proceedings of a workshop, Rabat, Morocco, 19-21 November 1989. A. Comeau and K.M. Makkouk (eds.). ICARDA, Aleppo, Syria. 239pp.

Fauquet, C.M., M.A. Mayo, J. Maniloff, U. Desselberger and L.A. Ball. 2005. Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press. 1259 pp.

French, R. and D.C. Stenger. 2002. *Wheat streak mosaic virus*. AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 293.

Gardner, W.S. 1967. Electron microscopy of barley stripe mosaic virus: comparative cytology of tissues infected during different stages of maturity. Phytopathology, 57: 1315-1326.

Ghobrial, E., R.A. Rizk, E.E. Mostafa and N.Z. Azim. 1984a. Survey studies on barley viral diseases in Egypt. Barley Newsletter, 27: 122-125.

Ghobrial, E., R.G. Timian, R.A. Rizk. and E.E. Mostafa. 1984b. Barley viral diseases in Egypt and the world collection of barley. Barley Newsletter, 27: 126-129.

Ghobrial, E. Y. H. El-Daoudi and I. Shafik. 1992. The incidence of barley yellow dwarf virus in barley in Egypt. Pages 103-107. In: Barley Yellow Dwarf in West Asia and North Africa, Proceedings of a workshop, Rabat, Morocco, 19-21 November 1989. A. Comeau and K.M. Makkouk (eds.). ICARDA, Aleppo, Syria. 239pp.

Gold, A.H., C.A. Suneson, B.R. Houston and J.W. Oswald. 1954. Electron microscopy and seed and pollen transmission of rod-shaped particles associated with the false stripe 12 virus disease of barley. Phytopathology, 44: 115-117.

Gotz, R. and E. Maiss. 1995. The complete nucleotide sequence and genome organization of the mite-transmitted brome streak mosaic rymovirus in comparison with those of potyviruses. Journal of General Virology, 76: 2035-2042.

Greber, R.S. 1982. Maize sterile stunt –a delphcid transmitted rabdovirus disease affecting some maize genotypes in Astralia. Australian Journal of Agricultural Research, 33: 13-23.

Hsu, H.T., J. Aebig and W.F. Rochow. 1984. Differences among monoclonal antibodies to barley yellow dwarf viruses. Phytopathology, 74: 600-605.

Jones, R.A.C., B.A. Coutts and A.E. Mackie. 2005. Seed transmission of *Wheat streak mosaic virus* shown unequivocally in wheat. Plant Disease, 89: 1048-1050.

Kamal, M. and A.A. Agbari. 1980. Revised host list of plant diseases recorded in Yemen Arab Republic. Tropical Pest Management, 26: 188-193.

Kamal, M. and A.A. Agbari. 1985. Manual of plant diseases in the Yemen Arab Republic. Agricultural Research Authority, London, YAR Precision Press.

Kumari, S.G., I. Muharram, K.M. Makkouk, A. Al-Ansi, R. El-Pasha, W.A. Al-Motwkel, A. Haj Kassem. 2006. Identification of viral diseases affecting barley and bread wheat crops in Yemen. Australasian Plant Pathology, 35: 563-568.

Lister, R.M. and R. Ranieri. 1995. Distribution and economic importance of barley yellow dwarf. Pages 29-53. In: Barley Yellow Dwarf - 40 Years of Progress. C.J. D'Arcy and P.A. Burnett (eds.). St. Paul, USA: APS Press.

Lister, R.M., A.E. Aboul-Ata, Y.El- Dawoudi, D. Marshall, K. Makkouk, M.M. Satour and E. Ghanim. 1994. Serotyping of barley yellow dwarf virus isolates in Egypt. Phytopathologia Mediterranea, 33: 152-157.

Lister, R.M., D. Clement and M. Skaria. 1984. Biological difference between barley yellow dwarf viruses in relation to their epidemiology and host reaction. Pages 16-25. In: Barley Yellow Dwarf: Proceedings of the Workshop. P. A. Burnett (ed.). December 6-11, 1983, CIMMYT, Mexico., D.F. Mexico. 209 pp.

Lister, R.M., D. Clement, M. Skaria and J.A. McFatridge. 1985. Stability of ELISA activity of barley yellow dwarf virus in leaf samples and extracts. Plant Disease, 69: 854-857.

Lockhart, B.E.L. 1986. Occurrence of cereal chlorotic mottle virus in Northern Africa. Plant Disease, 70: 912-915.

Lockhart, B.E.L. and M. El-Yamani. 1983. Virus and virus-like diseases of maize in Morocco. Pages 127-129. In: Proceedings of the International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop, August 2-6, 1982, Ohio Agricultural Research and Development Center. D.T. Gordon, J.K. Knoke, L.R. Nault and R.M. Ritter (eds). Ohio State University, USA. 261 pp.

Lockhart, B.F.L., M. El Maataoui, T.W. Lennon and S.K. Zaske. 1986. Identification of barley yellow striate mosaic virus in Morocco and its field detection by enzyme immunoassay. Plant Disease, 70: 1113-1117.

Lundsgaard, T. 1976. Routine seed health testing for barley stripe mosaic virus in barley seeds using the latex-test. Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 83: 278-283.

Makkouk, K.M. 1987. Testing for barley yellow dwarf virus (BYDV) at ICARDA. RACHIS Newsletter, 6: 43.

Makkouk, K.M and J. Skaf. 1989. A typical BYDV variant affecting cereals in Syria. Barley Yellow Dwarf Newsletter, CIMMYT, Mexico, 2: 17.

Makkouk, K.M. and A. Comeau 1994. Evaluation of various methods for the detection of barley yellow dwarf virus by the tissue-blot immunoassay and its use for virus detection in cereals inoculated at different growth stages. European Journal of Pathology, 100: 71-80.

Makkouk, K.M. and O.A. Jarikji. 1983. Detection of sap-transmissible viruses infecting cereals in Jordan, Lebanon and Syria. Journal of Plant Disease and Protection, 90: 12-17.

Makkouk, K.M. and S.G. Kumari 1993. Production of antisera for sensitive detection of two cereal viruses by different ELISA variants. RACHIS Newsletter, 12: 24-27.

Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 1997. Natural occurrence of wheat streak mosaic virus on wheat in Syria. RACHIS Newsletter, 16: 74-76.

Makkouk, K.M. and W. Ghulam. 1989. Wheat wild relatives as possible sources of resistance to barley yellow dwarf virus. RACHIS Newsletter, 8: 36-37.

Makkouk, K.M. and W. Ghulam. 1991. Sources of BYDV resistance in wheat wild relatives. Barley Yellow Dwarf Newsletter, CIMMYT, Mexico, 4: 6.

Makkouk, K.M. and W. Ghulam. 1992. Resistance of barley genotypes with the yd2 gene to the movement of barley yellow dwarf virus. RACHIS Newsletter, 11: 81-83.

Makkouk, K.M. and W. Ghulam. 2002. Estimating yield losses in cereals infected with barley yellow dwarf virus. Pages 55-57. In: Barley yellow dwarf disease: Recent advances and future strategies. Proceedings of an International Symposium, at El Batan, Texcoco, Mexico, September 1-5, 2002. M. Henry and A. McNab (eds.). Mexico, D.F.: CIMMYT. 136 pp.

Makkouk K.M., O.F. Mamluk and W. Ghulam. 1989a. Barley yellow dwarf research at the international center for agricultural reaearch in the dry areas (ICARDA). Pages 61-67. In: Barley Yellow Dwarf in West Asia and North Africa, Proceedings of a workshop, Rabat, Morocco, 19-21 November 1989. A. Comeau and K.M. Makkouk (eds.). ICARDA, Aleppo, Syria. 239 pp.

Makkouk, K.M., I. Barker and J. Skaf. 1989b. Stereotyping of barley yellow dwarf virus isolates on cereal crops in west Asia and North Africa. Phytopathologia Mediterranea, 28: 164-168.

Makkouk, K.M., O.I. Azzam, J.S. Skaf, M. El-Yamani, C. Cherif and A. Zouba. 1990. Situation review of barley yellow dwarf virus in West Asia and North Africa. pages 61-65. In: World Perspectives on barley yellow dwarf. Proceedings of the International workshop, July 6-11, 1987, Udine, Italy. P.A. Burnett, (ed.). Mexico, D.F., CIMMYT. 511 pp.

Makkouk, K.M., A. Comeau and C.A.St. Pierre. 1994a. Screening for barley yellow dwarf luteovirus resistance in barley on the basis of virus movement. Journal of Phytopathology, 141: 165-172.

Makkouk, K.M., A. Comeau and W. Ghulam. 1994b. Resistance to barley yellow dwarf luteovirus in *Aegilops* species. Canadian Journal of Plant Science, 74:631-634.

Makkouk, K.M., A. Najar and S.G. Kumari. 2001a. First record of barley yellow dwarf virus and cereal yellow dwarf virus in Tunisia. Plant Pathology, 50: 806.

Makkouk, K.M., W. Ghulam and S.G. Kumari 2001b. First record of *barley yellow striate mosaic* virus infecting barley and wheat in Lebanon. Plant Disease, 85: 446.

Makkouk, K.M., W. Ghulam, M. Baum, S. Ceccarelli and S. Grando. 2002. Use of PCR Markers to select barley yellow dwarf virus resistant plants. pages 123-126. In: Barley yellow dwarf disease: Recent advances and future strategies. Proceedings of an International Symposium, at El Batan, Texcoco, Mexico, September 1-5, 2002. M. Henry and A. McNab (eds.). Mexico, D.F.: CIMMYT. 136 pp

Makkouk, K.M., S.G. Kumari, W. Ghulam and N. Attar. 2004. First record of *barley yellow striate mosaic virus* (BYSMV) affecting wheat summer nurseries and its vector *Laodelphax striatella* (Fallen) in Syria. Plant Disease, 88: 83.

Mamluk, O.F., and J.Van Leur. 1984. Situation report ICARDA region. Pages 194-195. In: Barley Yellow Dwarf - A Proceedings of the Workshop. December 6-11, 1983 CIMMYT, Mexico, D.F. Mexico. P. A. Burnett (ed.). 209 pp.

Markkula, M. and S. Laurema. 1964. Changes in the concentration of free amino acids in plants induced by virus diseases and the reproduction of aphids. Ann. Agriculture Fenn, 3: 265-271.

McKinney, H.H. 1937. Mosaic diseases of wheat and related cereals. U.S. Department of Agriculture, Circular 442, 23 pp.

McKinney, H.H. 1951. A seed-borne virus causing false-stripe in barley. Phytopathology, 41: 563-564

Mckinney, H.H. 1953. New evidence on virus diseases in barley, Plant Disease Reporter, 37: 292-295.

Milne, R.G. and M. Conti. 1986. Barley yellow striate mosaic virus. AAB Descriptions of plant viruses No. 312. Commonwealth Mycological Institute and Association of Applied Biologists, Wellesbourne, UK. 5pp.

Najar, A., K.M. Makkouk and S.G. Kumari 2000a. First record of *barley yellow striate mosaic virus*, *barley stripe mosaic virus* and *wheat dwarf virus* infecting cereal crops in Tunisia. Plant Disease, 84: 1045.

Najar, A., K.M. Makkouk, H. Boudhir, S. Kumari, R. Zarouk, R. Bessai and F. Othman. 2000b. Viral diseases of cultivated legume and cereal crops in Tunisia. Phytopathologia Mediterrianea, 39: 423-432.

Nienhaus, F. and A.T. Saad. 1967. First report on plant virus disease in Lebanon, Jordan and Syria. Zeitschrift für pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 74: 459-471.

Oswald, J.W. and B.R. Houston. 1951. A new virus disease of cereals, transmissible by aphids. Plant Disease Reporter, 11:471-475.

Pead, M.T. and L. Torrance, 1988. Some characteristics of monoclonal antibodies to a British MAV-like isolate of barley yellow dwarf virus. Annals of Applied Biology, 113: 639-644.

Plumb, R.T. 1974. Properties and isolates of barley yellow dwarf virus. Annals of Applied Biology, 77: 87-91.

Plumb, R.T. 1983. Barley yellow dwarf virus a global problem. Pages 183-199. In: Plant Virus Epidemiology. The Spread and Control of Insect-born Viruses. Blackwell Scientific Publications.

Rochow, W.F. 1963. The Barley yellow dwarf virus disease of small grains. Advances in Agronomy, 13: 217-248.

Rochow, W.F. 1970. Barley yellow dwarf virus. Commonwealth Mycological Institute and Association of Applied Biologists. Description of plant viruses. No. 32. 4 Pages. Kew. Surrey. England.

Shafik, I., E. Ghobrial, E.E. Mostafa, M.A. El Ghamry and M.M. Ragab. 1989. Survey studies and sources of resistance to barley yellow dwarf virus. Assiut Journal of Agricultural Science, 247-260.

Skaf, J. and K.M. Makkouk. 1988. Resistance indicators to barley yellow dwarf virus in barley, durum wheat, and bread wheat. RACHIS Newsletter, 7: 53-54.

Slykhuis, J.T. 1962. An international survey for virus disease of grasses. FAO Plant Protection Bulletin, 10: 1-16.

Talhouk, A.S. and K.M. Makkouk. 2000. Aphids as pests and vectors of virus diseases affecting agricultural crops in Lebanon and Syria. Lebanese Science Journal, 2: 123-137.

Torrance, L., M.T. Pead, A.P. Larkins and G.W. Butcher. 1986. Characterization of monoclonal antibodies to a UK isolate of barley yellow dwarf virus. Journal of General Virology, 67: 549-556.

Uyemoto, J.K. and M.W. Ferguson. 1980. Wheat streak mosaic virus: increased yields of purified virus from corn. Plant Disease, 64: 460-462.

Walkey, D.G.A. 1992. Plant virus disease of Yemen and associated areas. Published by Overseas Development Administration, London, UK. 115pp.

Waterhouse, P.M., F.E. Gildow and G.R. Johnstone. 1988. AAB Descriptions of Plant Viruses: Luteovirus Group, No. 339. Wellesbourne, UK: Association of Applied Biology, 9 pp.

Waziri, H.M., M. Abd El Gaffar, E. K. Allam and A.S. Gamal El Din 2002. Coat protein sequence of an Egyptian BYDV-PAV isolate. Pages 97-99. In: Barley yellow dwarf disease: Recent advances and future strategies. Proceedings of an International Symposium, at El Batan, Texcoco, Mexico, September 1-5, 2002. M. Henry and A. McNab (eds.). Mexico, D.F.: CIMMYT. 136 pp.

Zouba, A., R. Sghari and C. Cherif. 1989. The spread of barley yellow dwarf in Tunisia. Barley Yellow Dwarf Newsletter, CIMMYT, Mexico, 2: 14-16.

الفصل الثالث عشر

الفيروسات التي تصيب محاصيل الذرة والدخن والذرة الرفيعة

الدسوقي أبو اليزيد عمار[1]، أبوالعطا النادي أبوالعطا[2] وآمال محمود[3]
(1) قسم الحشرات الاقتصادية والمبيدات، كلية الزراعة جامعة القاهرة، الجيزة، مصر وأستاذ زائر بجامعة ولاية أوهايو بالولايات المتحدة؛ (2) قسم الأمراض الفيروسية والفيتوبلازما، معهد بحوث أمراض النبات، مركز البحوث الزراعية، الجيزة، مصر؛ (3) معهد بحوث الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية، جامعة المنوفية، مدينة السادات، مصر.

المحتويات

1. المقدمة
2. أهم الفيروسات التي تصيب الذرة والدخن والذرة الرفيعة طبيعياً في المنطقة العربية
   1.2. فيروس تخطط الذرة
   2.2. فيروس الاشرطة الصفراء للذرة
   3.2. فيروس موزاييك وتقزم الذرة
   4.2. فيروس موزاييك قصب السكر
   2.5. فيروسات اصفرار وتقزم الشعير
   2.6. فيروس التخطط الشاحب لحشيشة برمودا
3. فيروسات أخرى
   3.1. فيروس موزاييك الذرة
   3.2. فيروس موزاييك زيا
   3.3. فيروس التقزم الخشن للذرة
   3.4. فيروس التبرقش الشاحب للنجيليات
   3.5. فيروس الخط المحفور (الغائر) لحشيشة برمودا
4. استنتاجات عامة
5. المراجع

1. المقدمة

تتسم محاصيل الذرة (*Zea mays* L.) والدخن (*Pennisetum americanum* L.) والذرة الرفيعة (*Sorghum bicolor* (L.)) بالأهمية القصوى في الدول العربية، حيث أنها من المحاصيل الاستراتيجية التي تقوم عليها صناعة رغيف الخبز الذي يعتبر الغذاء الأساسي في العديد من المجتمعات العربية، كما أنها أيضاً تستخدم لإنتاج زيوت الغذاء التي تستورِد منها الدول العربية كميات كبيرة، الأمر الذي يُثقِل كثيراً على الميزانية العامة لهذه الدول. ويبين الجدولين 1 و 2 المساحات المزروعة والكميات المنتجة والمستوردة من الذرة والدخن أو الذرة الرفيعة في الدول

العربية، مما يوضح أن كثيراً من هذه الدول تستورِد كميات كبيرة من تلك المحاصيل كل عام لتغطى احتياجاتها، حسب إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة لعام 2005.

وتتعرض محاصيل الذرة والدخن والذرة الرفيعة للإصابة بالعديد من الفيروسات التي يسبب معظمها خسائر في إنتاج المحاصيل المصابة بها، وترتبط كمية الخسائر بمدى انتشار الفيروس وشدة الإصابة وحساسية الأصناف المنزرعة. وتتراوح هذه الخسارة من المستوى القليل إلى أكثر من 90% من المحصول (Aboul-Ata & Ammar, 1989a, 1989b؛ Aboul-Ata *et al.*, 1996)، أو إلى تدهور كامل كما حدث لمحصول الذرة في منطقة مصر الوسطى (الفيوم، الجيزة، بني سويف، المنيا) خلال الموسم الزراعي الصيفي لعام 1991 نتيجة الإصابة بفيروس الأشرطة الصفراء للذرة (MYSV) (التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول الذرة لعام 1992). وكذلك تدهور هذا المحصول في بعض المحافظات مثل محافظتي سوهاج وقنا في الموسم الزراعي 2000 نتيجة الإصابة بنفس الفيروس (MYSV) والذي تم الكشف عنه مخبرياً في عينات من الذرة والحشائش/الأعشاب (مثل ذيل القط وغيرها) وحشرات نطاطات الأوراق جمعت من مناطق الإصابة (التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول الذرة، 2001).

وقد نشر العديد من البحوث المرجعية عن فيروسات الذرة والدخن في العالم (Thottappilly *et al.*, 1993؛ Lapierre & Signoret, 2004). أما في المنطقة العربية فقد تم نشر عدد قليل من البحوث المرجعية عن هذه المجموعة من الأمراض على الذرة (Brunt *et al.*, 1990؛ Ammar, 1983). وسوف نتناول في هذا الفصل وضع الأمراض الفيروسية التي وجدت طبيعياً على محاصيل الذرة والدخن والذرة الرفيعة في المنطقة العربية (جدول 3) من حيث صفاتها العامة وانتشارها، وأضرارها، وطرق انتقالها والكشف عنها، ووسائل مكافحتها. ولن نتناول هنا بعض الفيروسات التي تصيب أساساً القمح أو الشعير في الطبيعة ولكنها قد تصيب تجريبياً نباتات الذرة، مثل فيروس الموزاييك الشريطي للشعير (BSMV) وفيروس اصفرار وموزاييك الشعير المخطط (BYSMV) (Lapierre & Signoret, 2004) حيث أنها سوف تناقش بالتفصيل في فصول أخرى من هذا الكتاب.

جدول 1. الإنتاجية الكلية والمساحة المزروعة ومتوسط الإنتاجية وكمية الواردات من محصول الذرة لأغلب البلدان العربية طبقاً لبيانات منظمة الأغذية والزراعة لعام 2005.

البلد	الإنتاجية الكلية (1000 طن)	المساحة المزروعة (1000 هكتار)	متوسط الإنتاجية (كغ) للهكتار	كمية الواردات (1000 طن)
الجزائر	1.15	0.34	3,386.40	2,294.86
مصر	7,698.00	948.00	8,120.30	5,880.24
فلسطين	49.26	5.00	9,852.00	1,382.18
الأردن	30.80	1.32	23,333.30	504.24
لبنان	3.40	0.95	3,578.90	286.09
ليبيا	3.60	1.50	2,400.00	586.54
المغرب	50.12	246.27	203.50	1,612.62
المملكة العربية السعودية	90.63	24.39	3,715.80	1,348.48
السودان	60.00	79.60	753.80	89.31
سورية	187.20	50.90	3,677.70	1,625.75
تونس	لا توجد بيانات	لا توجد بيانات	لا توجد بيانات	888.03
الإمارات العربية المتحدة	لا توجد بيانات	لا توجد بيانات	لا توجد بيانات	377.78
اليمن	31.11	38.50	807.90	248.47

جدول 2. الإنتاجية الكلية والمساحة المزروعة ومتوسط الإنتاجية وكمية الواردات من السورجم (الدخن أو الذرة الرفيعة) لأغلب البلدان العربية طبقاً لبيانات منظمة الأغذية والزراعة لعام 2005.

البلدان	الإنتاجية الكلية (1000 طن)	المساحة المزروعة (1000 هكتار)	متوسط الإنتاجية (كغ) للهكتار	كمية الواردات (1000 طن)
الجزائر	1.24	0.37	3,348.60	0.12
مصر	853.00	152.00	5,611.80	-
فلسطين	34.69	5.50	6,307.30	40.45
الأردن	5.39	0.37	14,417.10	-
لبنان	1.00	0.60	1,666.70	-
ليبيا	لا توجد بيانات	لا توجد بيانات	لا توجد بيانات	1,185.58
المغرب	11.12	20.40	545.10	0.27
المملكة العربية السعودية	205.35	103.50	1,984.00	0.01
السودان	4,275.00	6,444.99	663.30	171.08
سورية	3.00	4.00	750.00	0.02
تونس	1.00	3.00	333.40	2.20
الإمارات العربية المتحدة	لا توجد بيانات	لا توجد بيانات	لا توجد بيانات	8.24
اليمن	263.69	433.20	608.70	-

جدول **3**. أهم الأمراض الفيروسية التي تصيب نباتات الذرة والدخن والذرة الرفيعة في المنطقة العربية.

الأسم العربي	الأسم العلمي	الأسم المختصر	الجنس	الفصيلة/العائلة
1. الفيروسات المهمة اقتصادياً				
فيروس تخطط الذرة	*Maize streak virus*	MSV	*Mastrevirus*	*Geminiviridae*
فيروس الأشرطة الصفراء للذرة*	Maize yellow stripe virus*	MYSV	*Tenuivirus*	
فيروس موزاييك وتقزم الذرة	*Maize dwarf mosaic virus*	MDMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس موزاييك قصب السكر	*Sugarcane mosaic virus*	SCMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس اصفرار وتقزم الشعير-RMV	*Barley yellow dwarf virus-RMV*	BYDV-RMV	غير محدد	*Luteoviridae*
فيروس اصفرار وتقزم الشعير-PAV	*Barley yellow dwarf virus-PAV*	BYDV-PAV	*Luteovirus*	*Luteoviridae*
فيروس التخطط الشاحب لحشيشة برمودا*	Cynodon chlorotic streak virus*	CCSV	*Nucleorhabdovirus*	*Rhabdoviridae*
2. فيروسات أخرى				
فيروس موزاييك الذرة	*Maize mosaic virus*	MMV	*Nucleorhabdovirus*	*Rhabdoviridae*
فيروس موزاييك زيا	*Zea mosaic virus*	ZeMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس التقزم الخشن للذرة	*Maize rough dwarf virus*	MRDV	*Fijivirus*	*Reoviridae*
فيروس التبرقش الشاحب للنجيليات	Cereal chlorotic mottle virus	CCMoV	غير محدد	*Rhabdoviridae*
فيروس الخط المحفور (الغائر) لحشيشة برمودا	*Bermuda grass etched-line virus*	BELV	*Marafivirus*	*Tymoviridae*

* تسمية وتقسيم الفيروس المستخدم في هذا الجدول هو مقترح، إلا أنه لم يعتمد حتى الآن من قبل اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات.

2. أهم الفيروسات التي تصيب الذرة والدخن والذرة الرفيعة طبيعياً في المنطقة العربية

1.2. فيروس تخطط الذرة

***Maize streak virus* (MSV، جنس *Mastrevirus*، فصيلة *Geminiviridae*)**

الصفات العامة – يعتبر هذا الفيروس من أهم وأكثر الفيروسات التي تصيب نباتات الذرة انتشاراً في القارة الإفريقية خاصة جنوب الصحراء، وقد اكتشفه Storey (1924، 1925) الذي وصف بالتفصيل انتقال الفيروس في الطبيعة بواسطة عدة أنواع من نطاطات الأوراق التابعة لجنس *Cicadulina*. لهذا الفيروس عدة مرادفات منها فيروس تخطط باجرا (BSV)، فيروس التخطط الافريقي للنجيليات (CASV) وفيروس تخطط الذرة أ. وجسيمات هذا الفيروس شبه كروية صغيرة (قطرها حوالي 22×30 نانومتراً) وتوجد عادة في أزواج متشابهة سواء داخل النباتات أو في المستخلصات النقية (شكل 1) (Bock, 1974؛ Ammar, 1994). ويتكون مجين الفيروس من الحمض النووي الريبي المنزوع الاوكسجين (DNA) وحيد السلسلة حجمه حوالي 2.7 ألف قاعدة

آزوتية، يوجد غالباً على هيئة جزيئات دائرية مغلقة وزنها الجزيئي 7.1×10^{5} دالتون. وقد درس التتابع النيوكليوتيدي لهذا الفيروس واستنتج منه عدد من الوظائف لأجزاء المجين المختلفة، منها بعض الجينات المسئولة عن تكاثر الفيروس داخل النبات العائل (C1, C2)، والجين V1 المسئول عن تكوين البروتين الذى يساعد في تحرك الفيروس عبر الخلايا داخل النبات المصاب، والجين V2 المسئول عن تكوين الغطاء البروتيني للفيروس الذى قد يساعد في اكتساب ونقل الفيروس بواسطة أنواع معينة من نطاطات الأوراق. ويحتوى الغطاء البروتيني للفيروس على نوع واحد من البروتينات وحدته ذات وزن جزيئي حوالي 28 كيلو دالتون.

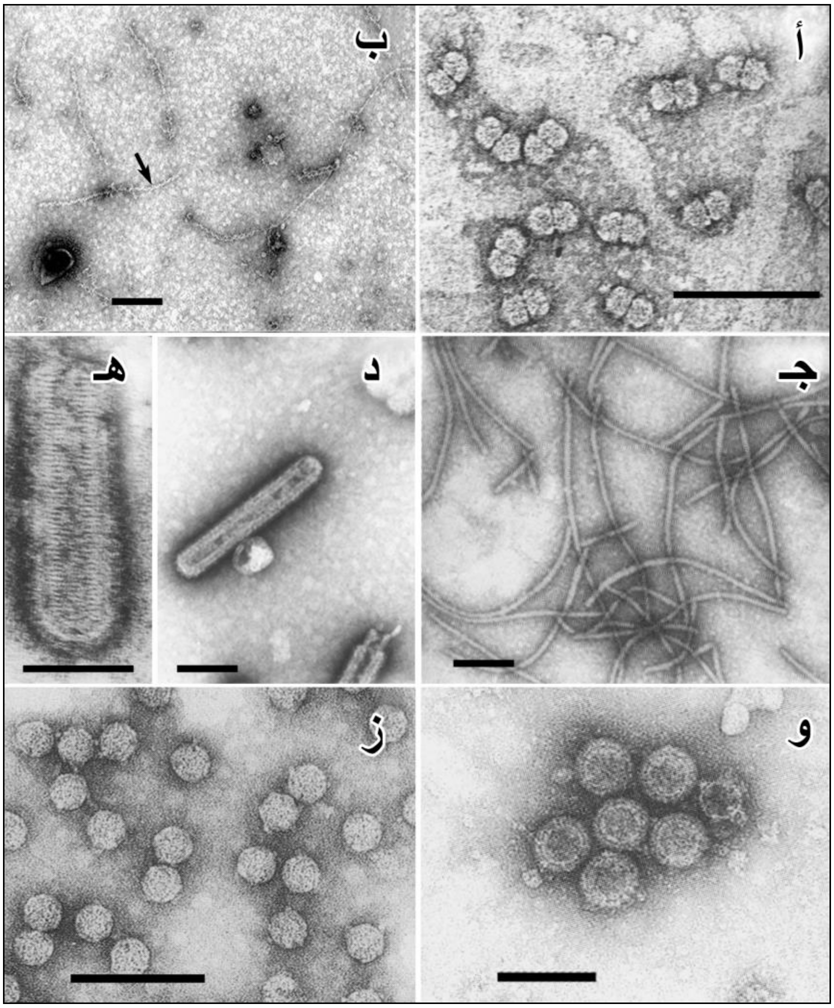
وفي هذا الفصل اعتمد على البحث المرجعي الحديث (Bosque-Pe´rez, 2000) نسبياً عن هذا الفيروس والذي يحتوي على مراجع كثيرة أخرى يمكن للقارئ الرجوع إليها عند الحاجة لذلك.

الأعراض والمدى العوائلي – تبدأ أعراض الإصابة بفيروس MSV على نبات الذرة كبقع صغيرة صفراء على الأوراق حديثة النمو، ثم تمتد هذه البقع طولياً عند نمو الورقة تدريجياً حتى تتحول إلى خطوط صفراء متقطعة أو مستمرة موازية للعروق قد تشمل الورقة كلها (شكل 2). وتظهر هذه الأعراض عادة على الأوراق التي أعديت بالفيروس بواسطة الحشرة الناقلة أو الأوراق التي تنمو بعدها (أعلاها) وليس على الأوراق التي ظهرت قبلها (أسفلها).

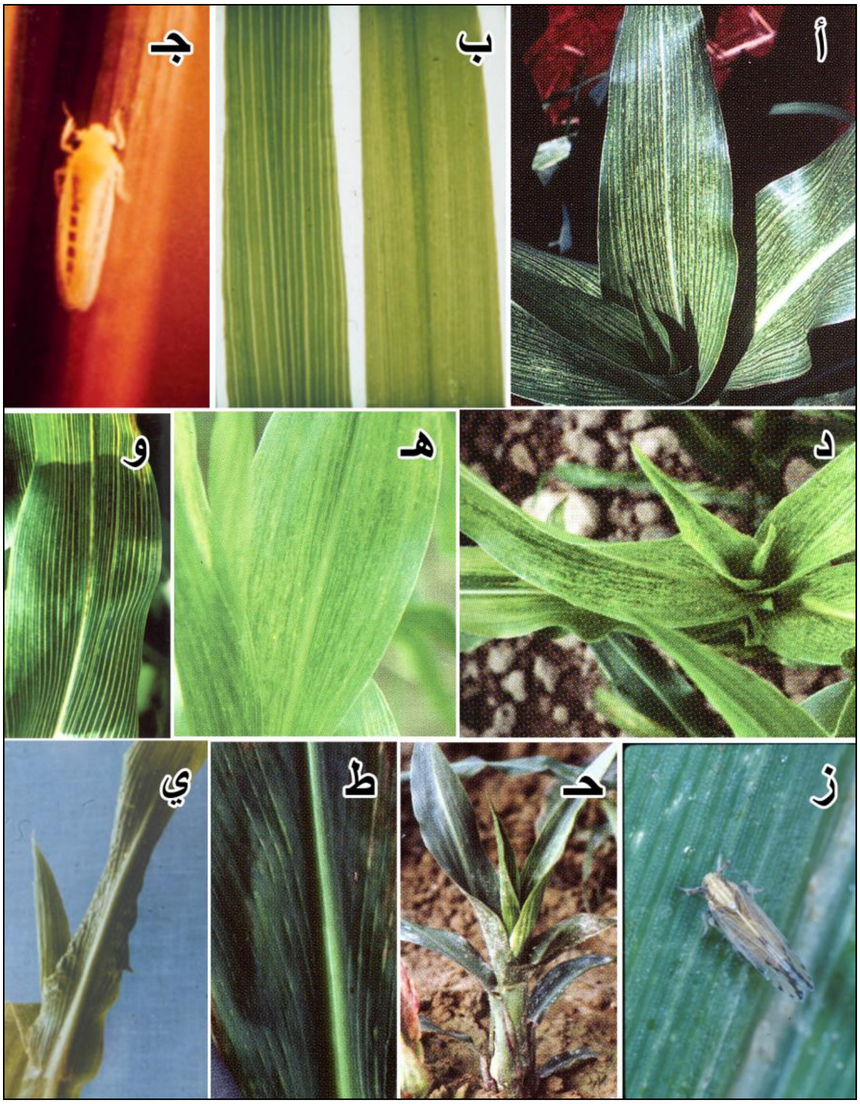
وللفيروس مدى عوائلي واسع بين الفصيلة النجيلية (Gramineae)، فقد يصيب بعض المحاصيل والحشائش/الأعشاب النجيلية من أصل أفريقي مثل نباتات الذرة الرفيعة (*Sorghum bicolor* L.)، والدخن (*Pennisetum americanum* L.) ولكن بصورة نادرة في الطبيعة. أما المحاصيل التي أدخلت إلى وسط وجنوب إفريقيا في القرون الأربعة الأخيرة، كالذرة (*Zea mays* L.)، الأرز (*Oryza sativa* L.)، الشوفان (*Avena sativa* L.)، القمح (*Triticum aestivum* L.) وقصب السكر (*Saccharum officinarum* L.) فتصاب طبيعياً وبشدة بهذا الفيروس. وقد وجد أن عزلات فيروس MSV الموجودة طبيعياً على نباتات الذرة أو على عدد من الحشائش/الأعشاب النجيلية [*Brachiaria lata* (Schumach) Hubbard، *Axonopus compressus* (Sw.) Beauv.، *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Beauv.، *Digitaria horizontalis* Willd. و *Setaria barbata* (Lam.) Kunth] تعتبر من أشد العزلات إصابة لنباتات الذرة (Bosque-Pe´rez, 2000).

طرائق الإنتقال – لا يمكن انتقال فيروس MSV من نبات إلى آخر بالوسائل الميكانيكية المعتادة، وإن كان يمكن نقله ميكانيكياً باستخدام طريقة ثقب الأنسجة الوعائية (Vascular puncture) التي يحقن فيها مستخلص نقي أو غير نقي من الفيروس في الجنين النامي داخل حبوب الذرة بواسطة

آلة حقن دقيقة (Louie, 1995). وتستخدم هذه الطريقة الآن في تجارب اختبار حساسية أو مقاومة أصناف الذرة المختلفة للإصابة بهذا الفيروس وغيره من فيروسات الذرة التي لا تنتقل ميكانيكياً بسهولة.



شكل 1. صور بالميكوسكوب الإلكتروني لتحضيرات منقاة (purified preparations) مصبوغة بطريقة الصبغ السالب (negative staining) لفيريونات بعض أمراض الذرة الفيروسية في المنطقة العربية: (أ) فيروس تخطط الذرة (MSV)، (ب) فيروس الأشرطة الصفراء للذرة (MYSV)، (جـ) فيروس موزاييك وتقزم الذرة (MDMV)، (د) فيروس موزاييك الذرة (MMV)، (هـ) فيروس موزاييك الذرة الإيراني (MIMV)، (f) فيروس التقزم الخشن للذرة (MRDV)، (ز) فيروس اصفرار وتقزم الشعير (BYDV).
مقياس الرسم = 100 نانومتراً. (ب) عن Mahmoud *et al.*, 2007، والباقي محور عن (Lapierre & Signoret, 2004).



شكل 2. أعراض المرض والنواقل الحشرية لبعض أمراض الذرة الفيروسية وغيرها في المنطقة العربية: (أ) فيروس تخطط الذرة (MSV)، (ب) أشرطة دقيقة (أيسر) وأشرطة عريضة (أيمن) ناتجة عن فيروس الأشرطة الصفراء للذرة (MYSV)، (جـ) حشرة نطاط الأوراق *Cicadulina chinai* الناقلة لفيروس MYSV، (د) فيروس موزاييك وتقزم الذرة (MDMV)، (هـ) فيروس موزاييك قصب السكر (ScMV) على الذرة، (و) فيروس موزاييك الذرة (MMV)، (ز) حشرة نطاط النبات *Peregrinus maidis* الناقلة لفيروس MMV، (حـ) و (ط) فيروس التقزم الخشن للذرة (MRDV)، (ي) مرض تورم عروق أوراق الذرة المتسبب عن تغذية نطاطات الأوراق من جنس *Cicadulina*. (أ، ب، هـ، و، حـ، ط محورة عن Lapierre & Signoret, 2004).

أما في الطبيعة فينتقل فيروس MSV أساساً بواسطة حشرات نطاطات الأوراق (جنس *Cicadulina*) بالطريقة المثابرة/الباقية غير التكاثرية، ومن بين 22 نوعاً معروفاً من هذا الجنس يوجد 18 منها في افريقيا (Bosque-Pe´rez, 2000؛ Webb, 1987)، سُجِل منها 9 أنواع كناقلات لهذا الفيروس وهي: *Cicadulina arachidis* China، *C. bipunctata* (= *bipunctella*) (Melichar)، *C. ghaurii* Dabrowski، *C. latens* Fennah، *C. mbila* Naude، *C. niger* China، *C. parazeae* Ghauri، *C. similis* China و *C. storeyi* (= *triangula*) China. وقد وجد أن النوع *C. bipunctata* (= *bipunctella zeae*) هو الناقل الرئيسي لفيروس MSV على كل من الذرة وقصب السكر في مصر (Ammar *et al.*, 1987).

ويمكن لحشرات نطاطات الأوراق الناقلة اكتساب الفيروس من النبات خلال فترات تغذية قصيرة جداً (15–30 ثانية) حيث يوجد الفيروس داخل معظم أنسجة الورقة المصابة بما فيها النسيج الوسطى (mesophyll) (Ammar, 1994)، كما يمكن لتلك الحشرات القاحه في فترات تغذية طولها 5 دقائق إلى ساعتين، ويبدو أن الفيروس لابد وأن يحقن في نسيج اللحاء. ويمر الفيروس بفترة حضانة تبلغ 6–24 ساعة (حسب النوع الناقل) بعد تغذية الاكتساب حتى تصبح الحشرة التي اكتسبته بالتغذية قادرة على نقل الفيروس، وقد تبقى الحشرة بعد ذلك قادرة على نقل الفيروس طوال حياتها.

وتختلف أنواع نطاطات الأوراق الناقلة في كفاءتها في نقل فيروس MSV، فقد وجد أن ثلاثة أنواع (*C. mbila*، *C. storeyi* و *C. ghaurii*) تنقل هذا الفيروس بكفاءة عالية (40–45%) مقارنة بالنوع *C. arachidis* الذى ينقله بكفاءة منخفضة (حوالي 10%). وتزيد كفاءة نقل الفيروس عادة في معظم الأنواع التي دُرِسَت مع زيادة فترة كل من تغذيتي الاكتساب والإلقاح بواسطة الحشرة.

ويعتبر النوع *C. mbila* من أهم الأنواع الناقلة لفيروس MSV في شرق إفريقيا عموماً وفي كل من إثيوبيا ونيجيريا. وتؤثر الظروف الجوية كثيراً في تعداد حشرات نطاطات الأوراق وخاصة الأمطار ودرجات الحرارة، وكذلك توفر نباتات مناسبة لتلك الحشرات. ففي كل من نيجيريا وزيمبابوي تقل أعداد نطاطات الأوراق من جنس *Cicadulina* في بداية موسم الأمطار، ثم تزيد بالتدريج خلال هذا الموسم مع توفر العوائل النباتية، وتقل الأعداد مرة أخرى بشدة أثناء موسم الجفاف ربما نتيجة لعدم توفر عوائل نباتية ملائمة (Bosque-Pe´rez, 2000). أما في مصر فقد لوحظ أن أعداد نطاطات الأوراق من جنس *Cicadulina* تكون منخفضة في الشتاء وبداية الربيع، ثم تبدأ في الزيادة تدريجياً خلال فترة الصيف حتى تصل إلى أعلى مستوياتها في أوائل الخريف (أيلول/سبتمبر وتشرين الأول/أكتوبر)، ويبدو أن حشرات نطاطات الأوراق الناقلة،

وربما الفيروس أيضاً، يقضيان فترة الشتاء في المحاصيل الشتوية كالقمح والشعير أو في قصب السكر والحشائش/الأعشاب النجيلية المتوافرة طوال العام (Ammar *et al.*, 1989).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – ينتشر فيروس MSV في معظم بلاد القارة الإفريقية من السودان إلى جنوب إفريقيا ومن زيمبابوي إلى السنغال، وكذلك في الجزر المحيطة بها مثل مدغشقر وموريشس وريونيون وغيرها، كما سُجِل باليمن (Walkey *et al.*, 1990) وفي مصر على نباتات الذرة والقصب. في مصر، وُجِد أن نسبة الإصابة بالفيروس في حقول الذرة المتأخرة والمجاورة لحقول القصب في جنوب مصر وصلت إلى 77–78% في شهر أيلول/سبتمبر حين تزداد أعداد نطاطات الأوراق الناقلة له، بينما وصلت هذه النسبة في الوجه البحري بعيداً عن حقول القصب إلى 6–12% فقط في حقول الذرة المتأخرة (Ammar, 1983؛ Aboul-Ata & Ammar, 1989a, 1989b).

وتحدث الأوبئة بهذا الفيروس من آن لآخر في كثير من مناطق زراعة الذرة جنوب الصحراء، وقد تؤدى تلك الأوبئة لأضرار اقتصادية كبيرة. ويبدو أن تلك الأوبئة قد زادت مع إدخال أصناف الذرة عالية الإنتاج حديثاً في كثير من الدول الإفريقية، بما ترتب على ذلك من زيادة المساحة المزروعة بالذرة كمحصول منفرد ومكثف بدلاً من زراعته في مساحات صغيرة مختلطاً مع نباتات أخرى كالذرة الرفيعة والدخن، كما كان يتبع تقليدياً من قبل. كما قد تكون بعض تلك الأصناف الجديدة أكثر قابلية للإصابة بالفيروس أو بنطاطات الأوراق الناقلة له من الأصناف التقليدية. وبالإضافة لذلك فإن الاتجاه نحو زراعة عدة محاصيل أو عروات على مدار السنة في تلك المناطق يزيد من فرص الفيروس أو نطاطات الأوراق الناقلة له في قضاء فترة الشتاء على محاصيل أخرى قابلة للإصابة بهما.

ويتراوح النقص في محصول نباتات الذرة نتيجة الإصابة بفيروس MSV من 71% في بعض الأصناف القابلة للإصابة بهذا الفيروس (مثل TZB-Guaso) إلى 10% في بعض الأصناف عالية المقاومة له، ويزداد النقص في المحصول كلما أصيبت نباتات الذرة في عمر مبكر بالفيروس.

طرائق الكشف – بالإضافة إلى الأعراض المميزة لفيروس MSV وانتقاله بواسطة بعض أنواع نطاطات الأوراق التي ذكرت من قبل من جنس *Cicadulina* بالطريقة المثابرة/الباقية غير التكاثرية، فإنه يمكن الكشف عن وجود هذا الفيروس سواء في النباتات المصابة أو الحشرات الناقلة له عن طريق الاختبارات السيرولوجية. وقد استخدم عدد من الأمصال متعددة الكلُون أو وحيدة الكلُون للكشف عن عزلات هذا الفيروس من مصر ومالاوي وأوغندا وجنوب أفريقيا ونيجيريا. وقد بين Peterschmitt وآخرون (1991) أن عزلات هذا الفيروس التي حصل عليها

من إحدى عشر دولة إفريقية كانت كلها متقاربة سيرولوجيا. وفى الماضي عزل Bock وآخرون (1974) ما كان يعتقد أنه ثلاث سلالات مختلفة سيرولوجيا تابعة لفيروس MSV، عزل إحداها من نباتات الذرة والأخرى من قصب السكر والثالثة من عشب/حشيشة بانيكوم (*Panicum maximum* L.) وتدل أبحاث أكثر حداثة على أن كلا من السلالتين الأخيرتين تختلفان عن السلالة الأولى من حيث التتابع النيوكليوتيدي بدرجة تكفي لاعتبارهما نوعين مختلفين عن فيروس MSV، ولذلك سميتا فيروس تخطط قصب السكر (*Sugarcane streak virus*, SSV) وفيروس تخطط عشب بانيكوم (*Panicum streak virus*, PSV)، علماً بأن لهذين النوعين علاقة سيرولوجية موجبة ولكنها ضعيفة أو غير متماثلة مع فيروسMSV. وقد تم حديثاً استخدام التفاعل المتسلسل للبوليمراز (PCR) بالإضافة إلى طريقة Restriction fragment length polymorphism (RFLP) في تحليل العلاقات القائمة بين 39 عزلة من فيروس MSV وعزلة واحدة من فيروس SSV وعزلتين من فيروس PSV، وقد تمكنت هذه الطريقة من التفرقة بين الأنواع المختلفة لهذه الفيروسات الثلاث (التي تختلف عن بعضها في حوالي 40% من التتابع النيوكليوتيدي) وكذلك في التفرقة بين العزلات المختلفة لفيروس MSV (التي تتشابه في التتابع النيوكليوتيدي بنسبة 99%). وقد قسمت هذه العزلات إلى أربع مجموعات تصيب إحداها أساساً نباتات الذرة، وتصيب الثلاث مجموعات الأخرى أساساً نباتات القمح وبعض الحشائش النجيلية. كما استخدم التفاعل المتسلسل للبوليمراز أيضاً في الكشف عن فيروس SSV في مصر بمنطقة نجع حمادي، واتضح أن هذا الفيروس يعتبر نوعاً مختلفاً عن فيروس SSV المعزول من جنوب إفريقيا (حيث أنهما يشتركان فقط في 66 % من التتابع النيوكلتيدي) ولذلك أعطى اسماً جديداً هو *Sugarcane streak Egyptian virus* (SSEV) (Bigarre *et al*., 1999؛ Shamloul *et al*., 2001).

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – حيث أن المصدر الرئيسي للعدوى بهذا الفيروس هو حقول الذرة والقصب المصابة به، فإن هناك بعض الوسائل الزراعية التي يمكن اتباعها للحد من انتشار فيروس MSV في حقول الذرة، وتشمل هذه الوسائل ما يلي (Bosque-Pe´rez, 2000؛ Petershmitt, 2004): (1) إتباع دورة زراعية لا تسمح باستمرار تربية نطاطات الأوراق طوال السنة على محاصيل نجيلية مختلفة (صيفاً وشتاءً)؛ (2) زراعة الذرة في موعد مبكر (في الربيع بمصر على سبيل المثال) قبل زيادة أعداد نطاطات الأوراق الناقلة في أواخر الموسم؛ (3) عدم زراعة نباتات الذرة في اتجاه الريح القادمة من مزروعات نجيلية أخرى أكبر عمراً؛ (4) ترك مساحة بور (غير مزروعة) عرضها حوالي عشرة أمتار حول حقول الذرة القابلة للإصابة، وعدم زراعة الذرة بجوار زراعات قصب السكر؛ (5) مكافحة نطاطات الأوراق على نباتات الذرة عند زيادة أعدادها، مما يحد من انتشار الفيروس من نبات أو

حقل لآخر، وقد ثبت أن استخدام مبيدات الكرباميت، مثل كاربوفيوران (Carbofuran)، في الوقت المناسب قد يمنع انتشار الفيروس من الحقول المجاورة بواسطة نطاطات الأوراق (Thottapilly *et al.*, 1993)؛ (6) زراعة الذرة مختلطاً في نفس الحقل مع محاصيل أخرى غير مفضلة لتغذية أو تكاثر نطاطات الأوراق الناقلة لهذا الفيروس، ففي إحدى التجارب أدت زراعة الذرة مع الفاصولياء والدخن إلى انخفاض نسبة الإصابة بالفيروس من 30 إلى 50%.

وبالرغم من ذلك فمن المعتقد أن انجح وسيلة عملية للحد من انتشار فيروس MSV أو من تأثيره على محصول الذرة هو تربية أو انتخاب أصناف مقاومة لهذا الفيروس أو لنطاطات الأوراق الناقلة له. وقد وُجد أن بعض السلالات/الخطوط الوراثية المتزاوجة ذاتياً وأحد أصناف الهجين التجريبية من الذرة في جنوب إفريقيا تتميز بالمناعة لفيروس MSV. كما اكتشف في المعهد الدولي للزراعة الاستوائية بنيجيريا (IITA) عدة أصناف من الذرة الهجين مقاومة لهذا الفيروس تتميز بنسبه منخفضة للإصابة بالإضافة إلى أعراض أقل عند الإصابة بالفيروس. وقد تم في هذا المعهد وفي المركز الدولي لبحوث القمح والذرة بالمكسيك (CIMMYT) إنتاج أصناف أخرى من الذرة تتمتع بصفة المقاومة لفيروس MSV بالإضافة إلى الصفات المرغوبة الأخرى من حيث إنتاج المحصول كماً ونوعاً. وما زالت مثل هذه الجهود مستمرة حتى الآن في عدد من الدول الإفريقية. وجدير بالذكر أن بعض أصناف الذرة المقاومة لفيروس MSV تزرع على نطاق واسع في نيجيريا منذ سنوات عديدة دون أن تتأثر كثيراً بهذا المرض، ودون أن تظهر سلالات أخرى من الفيروس أشد ضراوة تستطيع كسر مقاومة هذه الأصناف حتى الآن.

وتدل بعض الأبحاث على أن سلوك تغذية نطاطات الأوراق الناقلة على أصناف الذرة المقاومة لفيروس MSV يختلف كثيراً عنه في حالة التغذية على الأصناف القابلة للإصابة به، ففي حالة النباتات المقاومة قلت فترات التغذية المتعمقة وزادت فترات الراحة أو عدم التغذية، مما يدل على أن هذه النطاطات لا تفضل التغذية على تلك الأصناف المقاومة للفيروس. وقد يكون هذا الاختلاف في سلوك التغذية أحد أسباب مقاومة تلك الأصناف للإصابة بالفيروس وذلك بالإضافة إلى مقاومتها للإصابة بالفيروس ذاته (Bosque-Pe´rez, 2000).

2.2. فيروس الأشرطة الصفراء للذرة

Maize yellow stripe virus (MYSV، جنس *Tenuivirus*)

الصفات العامة – اكتشفت أعراض هذا الفيروس (شكل 2) على نباتات الذرة والذرة الرفيعة بمصر في أوائل الثمانينيات (Ammar *et al.*, 1984)، ثم درست صفاته بشكل أوسع في الأعوام اللاحقة. من مرادفات هذا الفيروس فيروس الأشرطة الدقيقة للذرة (MFSV) وفيروس تقزم وشحوب الذرة (MCSV). وقد وجد أن المستخلصات شبه النقية من النباتات المصابة تحتوي على

جسيمات خيطية دقيقة يبلغ قطرها من 4–8 نانومتراً (شكل 1) تشبه تلك المصاحبة لفيروسات جنس *Tenuivirus*، ومن أمثلتها فيروس الذرة الشريطي (*Maize stripe virus*, MSpV) الموجود في بعض بلاد إفريقيا والأمريكيتين (Falk & Tsai, 1998)، كما وجد أن القطاعات الرقيقة من النباتات المصابة تحتوي على جسيمات خيطية دقيقة بشكل حلزوني (Ammar *et al*., 1990). ويتشابه فيروس MYSV مع فيروسات ذلك الجنس في احتوائه على الحمض النووي الريبي (RNA) الذي يتكون من 5 قطع يتراوح حجمها بين 1.6–9.5 ألف قاعدة آزوتية. ويحتوي غطاء الفيروس على بروتين من نوع واحد وزن وحدته الجزيئي حوالي 34 كيلو دالتون، كما تحتوى النباتات المصابة بهذا الفيروس، مثل فيروسات جنس *Tenuivirus*، على بروتين غير تركيبي وزنه الجزيئي حوالي 14 كيلو دالتون. إلا أن التتابع النيوكليوتيدي في فيروس MYSV يختلف عن جميع فيروسات جنس *Tenuivirus* الأخرى المعروفة حتى الآن (Mahmoud *et al*., 2007).

ونظراً لهذا الاختلاف في التتابع النيوكليوتيدي، وكذلك لأن هذا الفيروس ينقل بواسطة حشرة نطاط الأوراق *Cicadulina chinai* Ghauri من فصيلة *Cicadellidae* (شكل 2)، على خلاف فيروسات جنس *Tenuivirus* الأخرى المعروفة التي تنقل جميعها بواسطة أنواع من نطاطات النبات (من فصيلة Delphacidae)، فقد اقتُرِح حديثاً إنشاء فصيلة تسمى *Tenuiviridae* تحتوى على فيروسات جنس *Tenuivirus* التي تنقلها نطاطات النبات، بالإضافة إلى جنس جديد مقترح هو *Cicatenuivirus* يحتوي على فيروس MYSV وأي فيروسات مُشابِهة أخرى تنقلها نطاطات الأوراق من فصيلة *Cicadellidae* (Ammar *et al*., 2007؛ Ammar & Peterschmitt, 2004).

الأعراض والمدى العوائلي – لوحظ ثلاث طرز من الأعراض على نباتات الذرة والذرة الرفيعة المصابة بهذا الفيروس سواء طبيعياً أو تجريبياً (شكل 2) وهي: أ) الأشرطة الدقيقة، ب) الأشرطة العريضة، جـ) التقزم المصحوب بالشحوب. ويظهر عرض الأشرطة الدقيقة عادة على الأوراق الصغيرة حديثة النمو، بينما تظهر الأشرطة العريضة على الأوراق الأكبر عمراً، أما التقزم المصحوب بالشحوب فيظهر على النبات بأكمله إذا تمت العدوى مبكرة في طور البادرة (-Aboul Ata & Ammar, 1989a, 1989b؛ Ammar *et al*., 1990)، وقد لا تتكون الحبوب أو الكيزان على النباتات المصابة بشدة أو تنتج حبوب صغيرة غير كاملة (المسماة بضرس العجوز) (التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول الذرة، 2000، 2001).

وقد كشف عن وجود هذا الفيروس طبيعياً بمصر على نباتات الذرة والذرة الرفيعة والقمح وبعض الأعشاب النجيلية مثل *Digitaria sanguinalis* L. و*Setaria viridis* L.. وتشمل العوائل التجريبية لهذا الفيروس نباتات الشعير (*Hordium vulgare* L.) والشوفان وبعض الحشائش النجيلية (Mahmoud *et al*., 1996؛ Sewify, 1994). كما أمكن الكشف عن الفيروس

في حشيشة ذيل القط التي لا تظهر عليها أعراض الإصابة والمنتشرة على جسور الترع والمصارف وقد جمعت من محافظتي سوهاج وقنا. وقد تعمل هذه الحشائش/الأعشاب كمصادر للإصابة وانتشار الفيروس (التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول الذرة، 2001).

طرائق الإنتقال – لا ينتقل فيروس MYSV بالوسائل الميكانيكية العادية، وينتقل في الطبيعة بواسطة حشرة نطاط الأوراق *Cicadulina chinai* (Hemiptera : Cicadellidae) (شكل 2)، وفشل نقله بواسطة نوع آخر قريب من نطاطات الأوراق هو: (= *C. bipunctata bipunctella zeae*) الذى ينقل فيروس MSV، وكذلك فشل نقله بنوع نطاطات النبات *Peregrinus maidis* (Ashmead) الذى ينقل مرض تخطط الذرة. وتنقل نطاطات الأوراق من نوع *C. chinai* فيروس MYSV بالطريقة المثابرة/الباقية التكاثرية، وتقدر كل من فترتي اكتساب والقاح الفيروس بواسطة الحشرة الناقلة بحوالي 30 دقيقة، ويمر الفيروس بفترة حضانة داخل تلك الحشرة تتراوح بين 4–8 أيام، وتبقى الحشرة الناقلة معدية بالفيروس لفترة طويلة بلغت 27 يوماً. وتشير بعض البحوث إلى أن فيروس MYSV قد لا ينتقل عن طريق بيض الحشرات الناقلة له (Ammar & Peterschmitt 2004؛ Ammar *et al.*, 1989, 2007).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – وجدت أعراض فيروس MYSV بمناطق كثيرة بمصر في الوجهين البحري والقبلي (التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول الذرة، 2000، 2001). كما أمكن الكشف سيرولوجياً عن هذا الفيروس في عينات جمعت من السودان حيث ظهرت أعراض التخطط على نباتات الذرة الرفيعة (التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول الذرة، 2000). كما وجدت أعراض مشابهة له (سمى المسبب لها Maize fine stripe virus) في بيرو بأمريكا الجنوبية، نقلت بواسطة نوع آخر من نطاطات الأوراق هو *Dalbulus maidis* (DeLong & Wollcott) (Injante-Silva *et al.*, 1997؛ Urbina & Mihm, 1997).

وقد بلغت نسبة الإصابة بأعراض فيروس MYSV بين نباتات الذرة في محافظات مصر الوسطى (الجيزة وبنى سويف والفيوم والمنيا) حوالي 50–70% في أعوام 1984، 1985 و 2000، وخاصة في أشهر أيلول/سبتمبر وتشرين الأول/أكتوبر، ويبدو أن ذلك يعود إلى كثرة أعداد حشرات نطاطات الأوراق الناقلة لهذا المرض خلال تلك الفترة في نهاية الصيف وأوائل الخريف (التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول الذرة، 2001؛ Ammar *et al.*, 1987, 1989). ولذلك فإن التأثير الأكبر لهذا الفيروس يكون على نباتات الذرة التي تزرع متأخرة (في الصيف أي في الموعد النيلي) نظراً لإصابة تلك النباتات بالفيروس وهي صغيرة في طور البادرة. ومن المحتمل أن يقضي هذا الفيروس فترة الشتاء إما في الحشرات

الناقلة له، أو في المحاصيل الشتوية كالقمح والشعير والشوفان بالإضافة إلى بعض الأعشاب النجيلية القابلة للإصابة به (Ammar *et al.*, 1989). ويُعتبر فيروس MYSV هو المسبب الأول للأوبئة التي حدثت في موسم 1991 على نباتات الذرة و الذرة الرفيعة في مصر الوسطى (الجيزة، الفيوم، بني سويف والمنيا) وأيضاً لموسمين الزراعيين 1999 و 2000 في منطقة أبو طشت بمنطقة قنا ومنطقة دار السلام بسوهاج، حيث لم يتم تكوين الكيزان أو الحبوب على النباتات المصابة بشدة (التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول الذرة، 2000، 2001).

طرائق الكشف – بالإضافة إلى الأعراض الظاهرية والمدى العوائلي لهذا الفيروس، فإن الإنتقال بواسطة حشرات نطاطات الأوراق من النوع *Cicadulina chinai* تعتبر من أهم وسائل الكشف عن هذا الفيروس. وقد أمكن أيضاً الكشف عنه سواء في النباتات المصابة أوالحشرات الناقلة له باستخدام الأجسام المضادة سواء بطريقة اليزا بتغطية الطبق بمولد الضد مباشرة (DAC-ELISA) أو اختبار الارتباط المناعي النقطي (Dot blot). هذا مع العلم بأن المصل المضاد لفيروس MYSV قد يعطى تفاعلاً موجباً مع فيروس تخطط الذرة (MSpV) (جنس *Tenuivirus*) الموجود في أفريقيا والأمريكتين، ولكن العكس غير صحيح (Ammar *et al.*, 2007؛ Mahmoud *et al.*, 1996). وكذلك يمكن الكشف عن الحمض النووي باستخدام التقانات الحيوية الجزيئية منها التفاعل المتسلسل للبوليمراز (PCR)، وتهجين الحمض النووي (Dot blot hybridization) (Mahmoud *et al.*, 2007).

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – للوقاية من فيروس MYSV، ينصح بزراعة الذرة مبكراً (في الربيع بمصر) حيث أن نباتات الذرة المتأخرة تصاب بنسبة أعلى ودرجة أشد بهذا الفيروس نظراً لانتشار وكثرة أعداد نطاطات الأوراق الناقلة لهذا الفيروس في أواخر الصيف وأوائل الخريف. وقد تؤدى مكافحة حشرات نطاطات الأوراق كيماوياً أو بطرق أخرى عند زيادة أعدادها على نباتات الذرة إلى الحد من انتشار المرض في العُروات المتأخرة. وقد صدرت التوصيات التالية لمكافحة هذا المرض في مصر في التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول الذرة لعام 2000: (1) الزراعة المبكرة، فقد وجد أن الحقول المتأخرة كانت تعانى من نسبة عالية من المرض؛ (2) يرتبط المرض بأعداد الحشرات الحاملة للفيروس من نطاطات الأوراق وليس العدد الكلي لهذه الحشرات ولذلك يمكن التنبؤ بالمرض عند تتبعه في الحشرات الحاملة بالحقل بالإختبارات السيرولوجية أو التقانات الحيوية الجزيئية؛ (3) مكافحة الحشرات الناقلة خاصة في مناطق الإصابة العالية بالفيروس عند بداية الإصابة؛ (4) التخلص من النباتات المصابة خاصة في مناطق الإصابة العالية بالفيروس عند بداية الإصابة؛ (5) التخلص من الأعشاب خاصة النجيلية في حقول الذرة التي تعمل كمصادر للإصابة الفيروسية والتي ثبت من

الأبحاث أنها تحمل الفيروس. وقد وجد أن الحلفا كحشيشة نجيلية على الطرق والجسور تحتوى على كمية كبيرة من فيروس MSV ولذلك يجب التخلص منها خاصة في مناطق الإصابة العالية بالفيروس؛ (6) تشجيع برامج إنتاج أصناف مقاومة للفيروس من الذرة الشامية مثل البرنامج المنفذ حالياً في محطة بحوث النوبارية بمصر حتى يمكن البحث عن مصادر للمقاومة عن طريق الانتخاب تحت ظروف الحقل. وقد تم اختبار 35 من الأصول الوراثية للذرة الصفراء والبيضاء التي تم توريدها من المركز الدولي لبحوث القمح والذرة بالمكسيك (CIMMYT) وكان هناك اثنين من تلك الأصول مقاومة نسبياً لفيروس MYSV تحت الظروف الطبيعية للإصابة بمحطة بحوث سدس ببني سويف ومحطة البحوث الزراعية بالمنيا (التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول الذرة، 2001، 2002).

3.2. فيروس موزاييك وتقزم الذرة

(*Potyviridae* فصيلة ،*Potyvirus* جنس ،MDMV) *Maize dwarf mosaic virus*

الصفات العامة – يصيب هذا الفيروس نباتات الذرة في المناطق المعتدلة من العالم ومنها بعض مناطق من القارة الإفريقية وآسيا، وقد اكتشفه Williams و Alexander (1965) في ولاية أوهايو الأمريكية. وتم اكتشاف الفيروس وتسجيله في مصر على الذرة (تحت اسم Sugarcane mosaic virus, SCMV) بواسطة Abou-Zeid (1975). وجسيمات هذا الفيروس خيطية مرنة طولها حوالي 755–770 نانومتراً وقطرها حوالي 12 نانومتراً (شكل 1). ويحتوى المكنون الوراثي لفيروس MDMV على الحمض النووي الريبي وحيد السلسلة وزنه الجزيئي حوالي 2906–2932 كيلو دالتون. وتحتوى خلايا النباتات المصابة على عدد من المحتويات السيتوبلازمية (cytoplasmic inclusions) التي تشبه المراوح الورقية (pinwheels) والتي يتميز بها جنس *Potyvirus*، بالإضافة إلى جسيمات الفيروس المرنة خيطية الشكل.

وكان هذا الفيروس يعتبر إحدى سلالات مجموعة الفيروسات المعقدة من جنس *Potyvirus* التي تصيب الحشائش/الأعشاب النجيلية وهي فيروس موزاييك وتقزم الذرة وفيروس موزاييك قصب السكر (*Sugarcane mosaic virus*, SCMV) وفيروس موزاييك عشبة جونسون (*Johnson grass mosaic virus*, JgMV) وموزاييك الدخن أو الذرة الرفيعة (*Sorgum mosaic virus*, SrMV) والتي تمت التفرقة بينها الآن بواسطة الاختبارات المناعية/السيرولوجية وتتابع الأحماض الأمينية للغطاء البروتيني (Shukla *et al.*, 1989). ولهذا الفيروس العديد من السلالات مثل A، B، C، D، E، F، M، M-C و M-D. كما أن هناك علاقات سيرولوجية بين هذه السلالات. وقد تفاعلت نباتات الذرة المصابة بهذا المرض في مصر سيرولوجيا مع السلالة MDMV-B (Ammar, 1983).

الأعراض والمدى العوائلي – تختلف أعراض الإصابة بفيروس MDMV على نباتات الذرة حسب الصنف المزروع والسلالة الفيروسية وعمر النبات عند الإصابة. وتظهر الأعراض عادة كبقع صغيرة صفراء على الأوراق حديثة النمو، ثم تزداد هذه البقع عند نمو الورقة تدريجيا حتى تتحول إلى مظهر الموزاييك الذى قد يشمل الورقة كلها (شكل 2) مع التقزم الشديد لهذه النباتات، وقد تؤدي الإصابة إلى تأخر أو عدم نضج الكيزان وقلة أو صغر حجم الحبوب مع احمرار الأوراق والسوق في بعض أصناف الذرة والنجيليات الأخرى.

ولفيروس MDMV مدى عوائلي واسع بين الفصيلة النجيلية، وبالإضافة للذرة فهو يصيب بعض المحاصيل والحشائش/الأعشاب النجيلية منها نباتات الذرة الرفيعة، والدخن وكثيراً من الحشائش النجيلية الأخرى (Gordon, 2004).

طرائق الإنتقال– لا ينتقل فيروس MDMV من نبات إلى آخر بالتلامس في الطبيعة ولكن ينتقل بالوسائل الميكانيكية المعتادة وقد ينتقل بنسبة حوالي 0.5% عن طريق حبوب الذرة (Ford *et al.*, 1989) كما قد ينتقل بواسطة أبواغ الفطر *Puccinia sorghi* Schwein الناتجة على نباتات مصابة بكل من الفطر والفيروس. وينتقل الفيروس في الطبيعة بواسطة حشرات المنّ بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية (non-persistent)، وهناك 25 نوع من المنّ تنقل هذا الفيروس، منها منّ الذرة (*Rhopalosiphum maidis* Fitch.) ومنّ الدراق الأخضر (*Myzus persicae* Sulzer) وكذلك الأنواع *R. padi* L.، *Shizaphis graminum* Rondani و *Sitobion avenae* F. (Knoke *et al.*, 1983 ،Gordon, 2004).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – ينتشر فيروس MDMV في معظم بلاد العالم من الصين إلى الولايات المتحدة وفى القارة الإفريقية وآسيا، وقد سجل في مصر (Abou-Zeid, 1975؛ Ammar, 1983) والعراق (Shawkat *et al.*, 1983) والمغرب (Lockhart & El-Yamani, 1983) بالإضافة إلى اليمن (Walkey *et al.*, 1990). ولم تتسبب أوبئة عن هذا الفيروس حديثاً تحت الظروف المصرية. ولكن وصلت الخسائر التجريبية الناجمة عن فيروسMDMV في محصول أصناف الذرة الهجين القابلة للإصابة الشديدة به عند إصابة النباتات مبكراً من 40–54%. أما في المغرب فقد ذكر Lockhart و El-Yamani (1983) أن نسبة إصابة الذرة قد تصل إلى 80% خاصة في الحقول الملاصقة لعشب/حشيشة جونسون (Johnsongrass) التي يبدو أنها العائل البديل الأساسي لهذا الفيروس هناك، كما ذكروا أن أصناف الذرة المحلية سواء ذات الحبوب البيضاء أو الحمراء قابلة للإصابة به، ولكن كان تأثير الفيروس على نمو النبات أو المحصول محدوداً تحت الظروف العادية. وعموماً يبدو أن هذا

الفيروس في حد ذاته لا يسبب خسارة كبيرة في محصول الذرة إلا عند الإصابة المبكرة أوالمزدوجة به مع بعض فيروسات الذرة الأخرى (Gordon, 2004).

طرائق الكشف – بالإضافة إلى الأعراض المميزة لفيروس MDMV وانتقاله بواسطة العديد من أنواع حشرات المنّ بالطريقة غير الباقية، فإنه يمكن الكشف عن وجود هذا الفيروس في النباتات المصابة عن طريق الاختبارات السيرولوجية مثل اختبار اليزا والإنتشار المزدوج في الآجار، وكذلك بوجود الأجسام المحتواة المميزة وجسيمات الفيروس الخيطية في القطاعات الرقيقة بالميكروسكوب الإلكتروني (Lockhart & El-Yamani, 1983؛ Moini & Izadpanah, 2001).

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – للوقاية من فيروس MDMV ينصح بما يلي: (1) الزراعة المبكرة، فقد وجد أن الحقول المتأخرة تعاني من نسبة عالية من المرض؛ (2) يرتبط المرض بأعداد الحشرات الحاملة للفيروس من حشرات المنّ وليس العدد الكلى لهذه الحشرات. ولذلك يمكن التنبؤ بالمرض عند تتبعه في الحشرات الحاملة بالحقل؛ (3) التخلص من النباتات المصابة خاصة في مناطق الإصابة العالية بالفيروس عند بداية الإصابة؛ (4) التخلص من الأعشاب خاصة النجيلية التي تعمل كمصادر لتربية المنَ أو القابلة للإصابة بالفيروس؛ (5) استخدام أصناف مقاومة للفيروس من الذرة الشامية، وقد ذكر Shawkat وآخرون (1983) في العراق أن الصنف T.C. 75 يعتبر مقاوماً للسلالة A من هذا الفيروس، وهناك حالياً برامج لانتخاب أصناف مقاومة في أمريكا والمكسيك ونيجيريا وفي محطة البحوث الزراعية بالنوبارية بمصر؛ (6) مكافحة حشرات المنّ على نباتات الذرة عند زيادة أعدادها، وذلك لتفادى الخسائر الناتجة عن الإصابة الحشرية نفسها وكذلك الخسائر الناتجة عن الإصابة الفيروسية وللحد من انتشار الفيروس من نبات أو حقل لآخر.

4.2. فيروس موزاييك قصب السكر

***Sugarcane mosaic virus* (SCMV، جنس *Potyvirus*، فصيلة *Potyviridae*)**

الصفات العامة – يصيب هذا الفيروس نباتات القصب والذرة في المناطق المعتدلة من العالم، ويشبه في كثير من صفاته فيروسي MDMV و ZeMV، وقد كان الفيروس الأول (MDMV) يعتبر إحدى سلالات فيروس SCMV حتى تمت التفرقة بينهما في السيتينيات وما بعدها (Gordon, 2004). وينقل فيروس SCMV بالطرق الميكانيكية المعتادة كما ينقل بواسطة حشرات المنّ بالطريقة غير المثابرة/ غير الباقية.

وقد سُجِل فيروس SCMV في مصر على نباتات القصب والذرة منذ الستينيات (Ammar, 1983 ؛Abou-Zeid, 1975) وحديثاً أمكن عزل وتعريف سبعة سلالات من هذا الفيروس في مصر على بعض أصناف الدخن أو الذرة الرفيعة بواسطة العلاقة بين الفيروس والعائل النباتي طبقاً للأعراض الخارجية التي تراوحت بين الموزاييك الشديد والموزاييك الخفيف واحمرار الأوراق والتقزم الشديد وموت القمة النامية للنبات وتبقع الأوراق والاصفرار وكانت هذه السلالات هي A، B، D، E، H، I و M. كما أمكن التفرقة بينها أيضاً على أساس التتابع النيكليوتيدي لجين الغطاء البروتيني لكل سلالة والعلاقات الجينية بينها فضلاً عن استعمال الإختبارات السيرولوجية (Abdel-Fattah *et al.*, 2005).

الأعراض والمدى العوائلي – تختلف أعراض الإصابة بفيروس SCMV على نبات الذرة طبقاً للسلالة الفيروسية (Abdel-Fattah *et al.*, 2005)، وتتمثل هذه الأعراض في ظهور بقع صغيرة صفراء على الأوراق حديثة النمو ثم تتحول إلى الموزاييك (شكل 2)، كما تظهر الأوراق بلون أحمر وكذلك السوق في بعض الأحيان مع موت القمة النامية أو التقزم بهذه النباتات. ويمكن استخدام الأعراض المختلفة في التمييز بين بعض السلالات (Abdel-Fattah *et al.*, 2005).

ولفيروس SCMV مدى عوائلي يقتصر عموماً على الفصيلة النجيلية، فهو يصيب القصب والذرة والذرة الرفيعة والشعير وبعض الأعشاب النجيلية مثل *Panicum* spp.، *Setaria* spp.، *Bromus* spp. وغيرها (Fuchs, 2004).

طرائق الإنتقال – لا ينتقل فيروس SCMV من نبات إلى آخر بالتلامس في الطبيعة ولكن ينتقل بالوسائل الميكانيكية المعتادة وقد ينتقل عن طريق حبوب الذرة (Ford *et al.*, 1989) ولا ينتقل عن طريق حبوب اللقاح. أما في الطبيعة فينتشر فيروس SCMV أساساً عن طريقة الإنتقال بحشرات المنّ بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية ومنها *Myzus persicae*، *Rhopalosiphum maidis* و *Shizaphis graminum*.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – ينتشر فيروس SCMV في معظم بلاد العالم حيثما تزرع الذرة أو القصب من استراليا إلى الولايات المتحدة وآسيا وإفريقيا وأوروبا، وقد سجل في مصر (Abou-Zeid, 1975) وفي اليمن (Walkey *et al.*, 1990). وتتوقف الخسائر وشدة الأعراض عادة على صنف وعمر نباتات الذرة عند إصابتها بالفيروس، وقد تؤدي إلى اختزال طول النبات بحوالي 25% ونقص وزن الكيزان بحوالي 28%.

طرائق الكشف – لا يوجد في الوقت الحالي طريقة سهلة ومؤكدة للتفرقة بين فيروسي SCMV و MDMV، حيث تتشابه أو تتداخل كل من الأعراض والمدى العوائلي لهما، ولكن يمكن استخدام الإختبارات السيرولوجية و PCR للتفرقة بينهما (Fuchs, 2004)، كما أمكن التفرقة بين السلالات لهذا الفيروس في مصر عن طريق استخدام التتابع النكليوتيدي (Abdel-Fattah *et al.*, 2005).

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – هناك بعض الوسائل الزراعية التي يمكن اتباعها للحد من انتشار الفيروس، وتشمل هذه الوسائل ما يلي: (1) الزراعة المبكرة، فقد وجد أن الحقول المتأخرة تعاني من نسبة عالية من المرض؛ (2) عدم زراعة الذرة بجوار حقول قصب السكر؛ (3) التخلص من النباتات المصابة خاصة في مناطق الإصابة العالية بالفيروس عند بداية الإصابة؛ (4) التخلص من الحشائش/الأعشاب النجيلية التي تعمل كمصادر للإصابة الفيروسية؛ (5) التوسع في برامج التربية ضد الأمراض الفيروسية مع الأخذ في الاعتبار السلالات الفيروسبة التي يلزم التربية لها (Fuchs, 2004).

2.5. فيروسات اصفرار وتقزم الشعير *Barley yellow dwarf viruses* (BYDVs) BYDV-RMV و BYDV-PAV (فصيلة *Luteoviridae*)

الصفات العامة – تشمل هذه المجموعة عدداً من الفيروسات التابعة لعائلة *Luteoviridae* وهي تصيب نباتات الشعير والقمح والذرة وغيرها من النجيليات في المناطق المعتدلة من العالم، ولا تنتقل هذه الفيروسات بالطرق الميكانيكية ولكن تنقلها في الطبيعة عدة أنواع من حشرات المنّ بالطريقة الباقية/المثابرة غير التكاثرية، ويختلف النوع الناقل حسب النوع الفيروسي. وجسيمات هذه الفيروسات كروية بقطر حوالي 25 نانومتراً (شكل 1) وهي غير مغلفة وتحتوى على 28% حمض نووي و72% بروتين، ويتكون مجين فيروسات اصفرار وتقزم الشعير من الحمض النووي الريبي وحيد السلسلة. وسوف نركز هنا على الفيروسين BYDV-RMV و BYDV-PAV فهما يصيبان الذرة طبيعياً، حيث أن باقي السلالات التي لا تصيب الذرة في الطبيعة تم مناقشتها بالتفصيل في فصول أخرى.

وقد سُجل فيروس BYDV على الذرة في المغرب (Lockhart & El-Yamani, 1983) وسجل الفيروس BYDV-RMV على الذرة في مصر (Lister *et al.*, 1994) كما تم عزل الفيروس BYDV-PAV في مصر أيضاً (Aboul-Ata *et al.*,1992, 1996).

الأعراض والمدى العوائلي – تختلف أعراض الإصابة بفيروسات التقزم الأصفر في الشعير حسب الأصناف أو الأصول الوراثية للذرة، وتتراوح بين تلون الأوراق واحمرارها، أو اصفرار

ما بين العروق، أو ظهور خطوط متقطعة صفراء على الأوراق الحديثة، وقد لا تظهر أية أعراض خارجية تذكر على بعض الأصناف، بينما تؤدي الإصابة في أصناف أخرى إلى التقزم وعقم النبات وتشوه الكيزان أوعدم تكون الحبوب (Lockhart & El-Yamani, 1983؛ Loi *et al.*, 2004).

ولفيروسات اصفرار وتقزم الشعير مدى عوائلي واسع بين الفصيلة النجيلية، فهي قد تصيب بعض المحاصيل والحشائش النجيلية مثل القمح والشعير والذرة والشوفان والذرة الرفيعة وحشائش ذيل القط وغيرها.

طرائق الإنتقال – لا تنتقل فيروسات اصفرار وتقزم الشعير من نبات إلى آخر بالتلامس ولا بالوسائل الميكانيكية المعتادة ولا عن طريق حبوب الذرة أو حبوب اللقاح. أما في الطبيعة فينتقل فيروس BYDV-RMV أساساً بواسطة أنواع المنّ *Rhopalosiphum maidis*، *R. padi*، *Sitobion fragariae*، *S. avenae* و *S. graminum*، بينما ينتقل فيروس BYDV-PAV أساساً بواسطة نوعي المنّ *Rhopalosiphum padi* و *Sitobion avenae*. وتنقل هذه الأنواع من المنّ فيروسات BYDV بالطريقة المثابرة/الباقية غير التكاثرية (Lapierre, 2004؛ Loi *et al.*, 2004).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – تنتشر فيروسات اصفرار وتقزم الشعير في معظم المناطق المعتدلة من العالم، وقد سُجلت بعض السلالات على الذرة في مصر والمغرب ولكن يبدو أنها لم تسجل على الذرة في البلاد العربية الأخرى رغم تسجيلها على القمح والشعير في بعضها (راجع فصل فيروسات محاصيل الحبوب)، وقد قدرت الخسائر في محصول الذرة عموماً من هذه الفيروسات بحوالي 10–20% في بعض الأصناف (Lapierre, 2004؛ Loi *et al.*, 2004)، وقد ذكر Lockhart و El-Yamani (1983) في المغرب أن معظم الإصابة تكون في الزراعات المبكرة من الذرة، ويبدو أن حشرات المنّ تنقل تلك الفيروسات إلى نباتات الذرة من حقول القمح والشعير المجاورة أو من الأعشاب النجيلية المصابة بها.

طرائق الكشف – بالإضافة إلى الأعراض المميزة لفيروسات اصفرار وتقزم الشعير وانتقالها بواسطة بعض أنواع حشرات المنّ، فإنه يمكن الكشف عن وجود هذه الفيروسات سواء في النباتات المصابة أو الحشرات الناقلة لها عن طريق الاختبارات السيرولوجية (اليزا وبصمة النسيج النباتي المناعي) (Makkouk & Comeau, 1994) أو باستخدام النسخ العكسي والتفاعل المتسلسل للبوليمراز (RT-PCR).

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – يرتبط المرض عادة بأعداد حشرات المنّ الحاملة للفيروس وليس العدد الكلى لهذه الحشرات ولذلك يمكن التنبؤ بالمرض عند تتبعه في الحشرات الحاملة بالحقل. يجب مكافحة الأعشاب التي تأوي الفيروس في فصل الشتاء بالقرب من المحاصيل النجيلية الشتوية، كما يجب التوسع في برامج التربية ضد هذه الأمراض الفيروسية.

ويمكن مكافحة حشرات المنّ على نباتات الذرة عند زيادة أعدادها، مما يحد من انتشار الفيروس من نبات أو حقل لآخر، وذلك لتفادي الخسائر الناتجة عن الإصابة الحشرية نفسها وكذلك الخسائر الناتجة عن الإصابة بهذه الفيروسات.

2.6. فيروس التخطط الشاحب لحشيشة برمودا

(Cynodon chlorotic streak virus ‏CCSV، جنس *Nucleorhabdovirus*، فصيلة *Rhabdoviridae*)

الصفات العامة – اكتشف هذا الفيروس في المغرب لأول مرة على نباتات حشيشة برمودا *Cynodon dactylon* (L) (Lockhart *et al.,* 1985a)، وقد سجل على الذرة في بعض بلدان منطقة البحر المتوسط الأخرى. وهو ينتقل في الطبيعة بواسطة نطاطات النبات التابعة لفصيلة *Delphacidae*. وجسيمات هذا الفيروس ذات غشاء خارجي وتشبه طلقة الرصاص أو البكتيريا العصوية (قطرها حوالي 240–280 × 72–80 نانومتراً). ولم تكتشف أي علاقة سيرولوجية بين هذا الفيروس والفيروسات الأخرى التي تصيب الذرة من هذه العائلة (Lockhart & Signoret, 2004).

ويتكون مجين الفيروس CCSV من الحمض النووي الريبي وحيد السلسلة ويوجد الفيروس في كل من الأوراق والجذور للنباتات المصابة.

الأعراض والمدى العوائلي – تبدأ أعراض الإصابة بفيروس CCSV على الأوراق حديثة النمو لنبات الذرة كخطوط متقطعة مصفرة تلتحم معا لتكون خطوطاً متصلة صفراء، ثم تتحول الورقة كلها بعد ذلك إلى اللون الأصفر مع بعض المناطق المحمرة. كما تتقزم النباتات التي تصاب مبكراً بهذا الفيروس وقد تموت مبكراً دون إنتاج أي كيزان أو حبوب.

وتعتبر الذرة وحشيشة برمودا هما العائلان الوحيدان المعروفان لهذا الفيروس في الوقت الحالي (Lockhart *et al.*, 1985a).

طرائق الإنتقال – لا يمكن نقل فيروس CCSV من نبات إلى آخر بالوسائل الميكانيكية. أما في الطبيعة فينتشر هذا الفيروس عن طريق الإنتقال ببعض أنواع نطاطات النبات

Leodelphax striatellus (Fallen) و *Toya propinqua* (Fieber) من فصيلة *Delphacidae* بالطريقة المثابرة/الباقية التكاثرية.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل فيروس CCSV في المنطقة العربية في كل من المغرب والأردن وتونس (Lockhart & Signoret, 2004)، كما تم تسجيله في كل من أسبانيا وفرنسا وإيطاليا (Lockhart & Signoret, 2004). ويبدو أن حشيشة برمودا هي العائل الرئيسي لهذا الفيروس وللحشرات الناقلة له في الطبيعة وإن كان يصيب الذرة أيضاً في معظم هذه البلاد نتيجة هجرة نطاطات الأوراق الناقلة له والتي تتربى على حشيشة برمودا ثم تنتقل في موسم زراعة الذرة لتتغذى على نباتات الذرة دون أن تتربى عليها. لذلك يعتقد أن مستوى إصابة نباتات الذرة بهذا الفيروس يرتبط عادة بوجود حشيشة برمودا أو غيرها من الحشائش النجيلية المعمرة التي تعمل كمستودع للفيروس أو للحشرات الناقلة أو لكليهما معاً. وتدل بعض الدراسات الوبائية في جنوب فرنسا على أن نسبة الإصابة بفيروس CCSV في الذرة قد تصل إلى 70–84% وقد يصل الفقد في المحصول إلى 63% في نباتات الذرة المزروعة في شهر أيار/مايو (Lockhart & Signoret, 2004).

طرائق الكشف – بالإضافة إلى الأعراض المميزة لفيروس CCSV على نباتات الذرة وانتقاله بواسطة بعض أنواع نطاطات النبات من فصيلة *Delphacidae* بالطريقة المثابرة/الباقية، فإنه يمكن الكشف عن وجود هذا الفيروس سواء في النباتات المصابة أو الحشرات الناقلة له عن طريق الاختبارات السيرولوجية مثل اليزا علماً بأنه لم تكتشف أي فروق سيرولوجية بين عينات الفيروس التي عزلت من المغرب وتونس والأردن وفرنسا وأسبانيا وإيطاليا (Lockhart & Signoret, 2004؛ Lockhart *et al*., 1985a).

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – بالإضافة إلى الطرائق التي سبق ذكرها للحد من انتشار الفيروسات التي تنقل بواسطة نطاطات الأوراق ونطاطات النبات، فإنه ينصح بالتخلص من حِشيشة برمودا وغيرها من الحشائش النجيلية حول حقول الذرة، كما يمكن مكافحة حشرات نطاطات النبات الناقلة للمرض معالجة بذور الذرة عند الزراعة بمبيد جاوشو (imidaclopride) أو نثر مبيدات التيميك (aldecarbe) أو كاربوفوران بين الخطوط بعد الزراعة (Lockhart & Signoret, 2004). علماً بأن بعض هذه المبيدات لها تأثير متبقي ضار ويجب الحرص الشديد عند التعامل مع هذه النوعية من المبيدات وعدم ملامستها للجلد حتى لا يتسبب التعامل غير السليم في حدوث أمراض خطيرة للمتعامل معها. كما يجب انتخاب أصناف مقاومة للإصابة بالفيروس مع تتبع انتشار الفيروس إلى المناطق المختلفة.

3. فيروسات أخرى

3.1. فيروس موزاييك الذرة

(*Rhabdoviridae* فصيلة ،*Nucleorhabdovirus* جنس ،MMV) *Maize mosaic virus*

يصيب فيروس MMV نباتات الذرة في بعض بلاد القارة الإفريقية بالإضافة إلى آسيا والأمريكتين. وجسيمات فيروس MMV تشبه طلقة الرصاص أو البكتيريا العصوية قطرها حوالي 48-75 نانومتراً وطولها 234-325 نانومتراً في المستخلصات النقية (شكل 1). و يتكون مجين الفيروس MMV من الحمض النووي الريبي وحيد السلسلة وبه حوالي 12540 قاعدة آزوتية، يوجد غالباً على هيئة أجزاء قصيرة، ويدخل في تركيب الفيروس خمسة أنواع من البروتينات ذات وزن جزيئي من حوالي 33 إلى 75 كيلو دالتون (Falk & Tsai, 1983؛ Tsai & Falk, 2004). ولهذا الفيروس بعض السلالات منها سلالات هاواي وكوستاريكا وفلوريدا وفنزويلا، كما يوجد فيروس قريب (من نفس الفصيلة والجنس ولكنه يختلف سيرولوجياً) في إيران (*Maize Iranian mosaic virus*, MMV) (شكل 1). ينقل هذا الفيروس بواسطة نوعين آخرين من نطاطات النبات هما: *Laodelphax striatellus* (Fallen) و *Unkanodes tanasijevici* Diabola (= *Ribautodelphax notabilis* Long.) (Izadpanah, 1989؛ Ammar *et al*., 2005). ويتضاعف فيروس MMV في نواة الخلية وتظهر جسيمات الفيروس في القطاعات متناهية الدقة تحت للمجهر الإلكتروني متبرعمة من الغشاء الداخلي للنواة أو الشبكة الإندوبلازمية في معظم أنسجة الورقة في النبات المصاب وفي معظم أنسجة الحشرة الناقلة (Ammar & Nault, 1985؛ Ammar *et al*., 2005).

تختلف أعراض الإصابة بفيروس MMV تبعاً للسلالة الفيروسية على نبات الذرة والتي تظهر كبقع صغيرة صفراء على الأوراق حديثة النمو، ثم تمتد هذه البقع طولياً عند نمو الورقة تدريجياً حتى تتحول إلى خطوط صفراء مستمرة موازية للعروق قد تشمل الورقة كلها (شكل 2)، كما تظهر الأعراض على الأوراق السفلى كتخطط واضح مواز للعروق مع بقع بنية ميتة وصغر حجم الأوراق. كذلك قد تظهر قمة النباتات المصابة منحنية إلى أسفل مع التقزم الشديد لهذه النباتات.

ولفيروس MMV مدى عوائلي يقتصر على الفصيلة النجيلية، فقد يصيب بعض المحاصيل والأعشاب النجيلية مثل نباتات الدخن أو الذرة الرفيعة وكذلك *Rottboellia exaltata* L. و *Setaria vulpiseta* (Lam.) (Tsai & Falk, 2004).

لا ينتقل الفيروس ميكانيكياً وكذلك لا ينتقل عن طريق الحبوب أو حبوب اللقاح أو تلامس النباتات. أما في الطبيعة فينتشر الفيروس أساساً عن طريق الإنتقال بحشرات نطاطات النبات

Peregrinus maidis من فصيلة Delphacidae (شكل 2) التي تنقله بالطريقة المثابرة/الباقية التكاثرية (Tsai & Falk, 2004).

ويمكن لحشرات نطاطات النباتات الناقلة اكتساب الفيروس من النبات خلال فترات تغذية قصيرة (أقل من 15 دقيقة) حيث يوجد الفيروس داخل معظم أنسجة الورقة المصابة بما فيها النسيج الوسطى (mesophyll)، كما يمكن لهذه الحشرات القاح الفيروس في فترات تغذية طولها 15 دقيقة. ويمر الفيروس بفترة حضانة تبلغ 9–12 يوم بعد تغذية الاكتساب حتى تصير الحشرة التي اكتسبته بالتغذية معدية، وقد تبقى الحشرة الناقلة بعد ذلك مُعدية طوال حياتها ولا ينتقل الفيروس إلي أجيال الحشرة من خلال البيض. وتتراوح نسبة الأفراد الناقلة بين 5–42% وذلك حسب كل من سلالة الفيروس والحشرة الناقلة وطول فترة تغذية الحشرة على النبات المصاب (Tsai & Falk, 2004).

ينتشر فيروس MMV في كوستاريكا وفي جزر الكاريبي وموريشوس وكولومبيا وأستراليا والهند والمكسيك وكوستاريكا وفيجى وبيرو وأسبانيا والولايات المتحدة وتنزانيا. وقد سجل هذا المرض باليمن (Walkey *et al.*, 1990) ولم يسجل في غيرها من البلدان العربية حتى الآن، وكما سبق ذكره فيوجد فيروس قريب له بإيران يسمى فيروس موزاييك الذرة الإيراني (MIMV) (Ammar *et al.*, 2005) وانتشار هذين الفيروسين في البلاد العربية المجاورة أمر وارد.

يمكن الكشف عن وجود هذا الفيروس سواء في النباتات المصابة أو الحشرات الناقلة له عن طريق الاختبارات السيرولوجية (اليزا والإنتشار المزدوج في الآجار) (Tsai & Falk, 2004).

وللحد من إنتشار الفيروس في حقول الذرة يجب إتباع دورة زراعية لا تسمح باستمرار تربية نطاطات النبات طوال السنة على محاصيل نجيلية مختلفة (صيفاً وشتاءً) ومكافحة نطاطات النبات على نباتات الذرة عند زيادة أعدادها، مما يحد من انتشار الفيروس من نبات أو حقل لآخر. ينصح بالتخلص من الأعشاب الضارة النجيلية التي تساهم في تربية نطاطات النبات الناقلة وخاصة الأعشاب التي تصاب بهذا الفيروس وقد تكون مصدراً للعدوى به مثل *Rottboellia exaltata* و *Setaria vulpiseta*. كما يجب انتخاب وزراعة أصناف الذرة المقاومة للإصابة بهذا الفيروس (Tsai & Falk, 2004) وتتبع الإصابة بهذا الفيروس لتفادي انتشاره إلى المناطق الأخرى.

3.2. فيروس موزاييك زيا

(*Potyviridae* فصيلة ،*Potyvirus* جنس ،ZeMV) *Zea mosaic virus*

يعتبر هذا الفيروس من الفيروسات المعزولة من نباتات الذرة في اسرائيل عام 1990 وهو يتبع جنس *Potyvirus*، وقد وصفه Seifers وآخرون (2000) وتم دراسة التفرقة بين هذا الفيروس

ومجموعة فيروسات *Potyvirus*، مثل SCMV، JgMV وMDMV و SrMV، بطرائق عديدة منها الاختبارات السيرولوجية واختبارات الفصل الكهربائي والتتابع النيكلويتيدي هذا بالإضافة إلى الأعراض الخارجية. وقد ثبت من هذه الاختبارات أن هذا الفيروس يختلف عن الفيروسات السابقة، وعليه فإن هذا الفيروس يعتبر نوعاً جديداً من جنس *Potyvirus*، وجسيمات الفيروس خيطية مرنة طولها حوالي 750–800 نانومتراً وقطرها حوالي 10 نانومتراً والوزن الجزيئي لوحدة بروتين غطاء الفيروس يتراوح بين 34.2 إلى 36.8 كيلو دالتون. وقد تم إنتاج أجسام مضادة لهذا الفيروس والتي لم تتفاعل مع الفيروسات السابقة (Salomon & Seifers 2004).

تظهر أعراض الإصابة بالفيروس على نباتات الذرة كبقع صغيرة صفراء على الأوراق حديثة النمو، ثم تتحول إلى مظهر الموزاييك مع تقزم النباتات. وللفيروس مدى عوائلي ضيق في الفصيلة النجيلية، فهو لا يصيب نباتات الشعير والشوفان والشيلم ولكنه يصيب الذرة والدخن والذرة الرفيعة (Seifers *et al.*, 2000).

يمكن نقل فيروس ZeMV بالوسائل الميكانيكية المعتادة وكذلك بأنواع عديدة من حشرات المنّ من أهمها *Myzus persicae* و *Rhopalosiphum padi* بالطريقة غير المثابرة/ غير الباقية، ولم يثبت نقله عن طريق البذور.

يوجد هذا الفيروس في اسرائيل و يحتمل وجوده في باقي أراضي فلسطين والبلاد المجاورة لها لذلك يلزم تتبع وجود الفيروس بالاختبارات المخبرية باستعمال الأجسام المناعية وغيرها (Seifers *et al.*, 2000).

يمكن الكشف عن وجود هذا الفيروس في النباتات المصابة عن طريق الاختبارات السيرولوجية (اليزا) (Salomon & Seifers, 2004؛ Seifers *et al.*, 2000).

ينصح باستخدام أصناف الذرة التي تدل التجارب على مقاومتها لهذا الفيروس (Bar-zur & Salomon, 1995)؛ كما يجب تتبع الإصابة بهذا الفيروس لتفادي انتشاره إلى المناطق التي لم يتم تسجيله بها.

3.3. فيروس التقزم الخشن للذرة

(*Maize rough dwarf virus* (MRDV)، جنس *Fijivirus*، فصيلة *Reoviridae*)

جسيمات هذا الفيروس كروية قطرها حوالي 55–75 نانومتراً في المستخلصات المنقاة من النباتات المصابة (شكل 1) وينقى الفيروس عادة من الجذور التي تحتوي على تركيزات عالية منه (Signoret *et al.*, 2004). ويتكون مجين فيروس MRDV من الحمض النووي الريبي ثنائي السلسلة وهو مقسم إلى عشر قطع وفي جسيمة الفيروس ستة أنواع من البروتينات.

تتقزم النباتات المصابة بشدة وتظهر بلون أخضر داكن مصحوب بتشوهات ونتوءات على العروق وأغماد الأوراق مما يعطيها ملمساً خشناً (شكل 2)، وخاصة إذا اصيبت نباتات الذرة وهي صغيرة، كما تظهر خطوط متقطعة مصفرة على الأوراق الناضجة، وقد تتحول تلك الأوراق بعد ذلك إلى اللون المحمر. وقد لا يُنتِج النبات أي كيزان أو حبوب، أما إذا أصيبت نباتات الذرة الكبيرة نسبياً فقد تقتصر الأعراض على التشوهات والخطوط المصفرة على الأوراق. ولفيروس MRDV مدى عوائلى واسع بين الفصيلة النجيلية.

ينتقل الفيروس بصعوبة ببعض الوسائل الميكانيكية مثل حقن المستخلصات في الساق أو الحبوب النامية. ولكنه لا ينتقل عن طريق البذور وحبوب اللقاح أو تلامس النباتات أو التطعيم. أما في الطبيعة فينتشر الفيروس أساساً عن طريق الإنتقال بحشرات نطاطات النبات من عائلة Delphacidae وخاصة (Fallen) *Laodelphax striatellus* التي تنقله بالطريقة المثابرة/ الباقية التكاثرية، كما أمكن نقله تجريبياً عن طريق حقن نطاطات النبات التالية: *Delphacodes propinqua* (Fieber)، *Javasella pellucida* (Fab.) و *Sogatella vibix* (Haupt.). وقد تبقى الحشرة الناقلة معدية طوال حياتها كما قد ينتقل الفيروس بنسبة ضئيلة (4%) إلى الأجيال التالية للحشرة من خلال البيض، ولكن ذلك لم يتأكد بعد.

سجل هذا الفيروس على الذرة في فلسطين (Signoret *et al.*, 2004). وقد يكون موجوداً في البلاد المجاورة وإن لم يسجل حتى الآن في أي من البلدان العربية الأخرى. كما سجل بمصر مرض تشبه أعراضه كثيراً أعراض فيروس MRDV، وهو مرض "تورم عروق الأوراق" (Leaf vein galls) في نبات الذرة (شكل 2)، ومن أعراضه وجود بعض الأورام الصغيرة على العروق الثانوية لأوراق نبات الذرة مما يجعل تلك العروق ذات ملمس خشن، وقد ظهرت أعراض "تورم عروق الأوراق" على بعض نباتات الذرة التي كانت تعاني من أعداد كثيفة من نطاطات الأوراق في عام 2000 بمحطة بحوث سدس في محافظة بنى سويف في مصر. وتدل المشاهدات على أن هذا المرض لا يتسبب عن فيروس ولكن يتسبب غالباً عن إفرازات اللعاب الناتجة عن تغذية بعض أنواع نطاطات الأوراق من جنس *Cicadulina* (Ammar *et al.*, 1984).

يمكن الكشف عن وجود هذا الفيروس سواء في النباتات المصابة أو الحشرات الناقلة له عن طريق الاختبارات السيرولوجية (اليزا وغيرها). ولهذا الفيروس علاقة سيرولوجية مع بعض الفيروسات الأخرى من جنس *Fijivirus* منها التخطط الأسود في الأرز (*Rice black streaked virus*).

ويمكن الحد من انتشار المرض عن طريق مكافحة نطاطات النبات كيميائياً عند زيادة أعدادها إما برش الأعشاب النجيلية المحيطة بحقول الذرة، أو بمعاملة حبوب الذرة بمبيد imidachloprid أو معاملة الخطوط أثناء الزراعة بمبيدي aldicarb أو carbofuran (Signoret *et al.*, 2004).

3.4. فيروس التبرقش الشاحب للنجيليات

(*Rhabdoviridae* فصيلة ،CCMoV) Cereal chlorotic mottle virus

اكتشف فيروس CCMoV على نباتات الذرة في أستراليا، وقد اكتشفت سلالة منه على الذرة أيضاً في المغرب (Lockhart & Signoret. 2004). ولفيروس التبرقش الشاحب للنجيليات جسيمات تشبه طلقة الرصاص أو البكتيريا العصوية قطرها حوالي 65–75 نانومتراً وطولها 240–250 نانومتراً. ويتكون مجين الفيروس من الحمض النووي الريبي وحيد السلسلة وهو مغلف ويحتوى الفيروس على خمسة أنواع من البروتينيات يتراوح وزنها الجزيئي مابين 28.7–82.0 كيلو دالتون (Lockhart,1986؛ Persley & Greber, 2004). ويتواجد الفيروس في خلايا معظم أنسجة النباتات المصابة به كما يتواجد في الغدد اللعابية وكثير من أنسجة نطاطات الأوراق الناقلة له.

تظهر الإصابة بهذا الفيروس على نباتات الذرة على هيئة خطوط قصيرة ضيقة ومصفرة تمتد بمحاذاة العروق على الأوراق والأغماد. ويصيب الفيروس نباتات الذرة والقمح والشعير والشوفان وحشائش نجيلية أخرى.

لا يمكن نقل فيروس CCMoV من نبات إلى آخر بالوسائل الميكانيكية المعتادة وكذلك لا ينتقل عن طريق الحبوب (Lockhart, 1986). أما في الطبيعة فينتشر الفيروس أساساً عن طريق الإنتقال بحشرات نطاطات الأوراق من فصيلة *Cicadellidae* منها *Cicadulina bimaculata* (Evans)، *Cicadulina bipunctata bipunctella* (Evans) و *Nesoclutha pallida* (Evans) التي تنقله بالطريقة المثابرة/الباقية التكاثرية وقد تبقى الحشرة الناقلة معدية طوال حياتها ويبدو أن الفيروس لا ينتقل إلى أجيال الحشرة من خلال البيض.

يوجد فيروس CCMoV في أستراليا وحتى الآن لم يتم تسجيله في المنطقة العربية إلا في المغرب (Lockhart & Signoret, 2004). ويلزم تتبع هذا الفيروس للحد من انتشاره من المغرب إلى الدول العربية المجاورة.

يمكن الكشف عن وجود هذا الفيروس سواء في النباتات المصابة أو الحشرات الناقلة له عن طريق الاختبارات السيرولوجية (اليزا و الإنتشار المزدوج في الآجار) علماً بأن هناك علاقة سيرولوجية بين السلالتين الأسترالية والمغربية (Lockhart, 1986).

يمكن الحد من انتشار الإصابة عن طريق مكافحة الأعشاب الضارة النجيلية ونطاطات الأوراق عند زيادة أعدادها في أو حول حقول الذرة، مما يحد من انتشار الفيروس من نبات أو حقل لآخر، وانتخاب أصناف مقاومة للإصابة بالفيروس مع تتبع انتشار الفيروس في المناطق المختلفة.

3.5. فيروس الخط المحفور (الغائر) لحشيشة برمودا

(*Tymoviridae* فصيلة ، *Marafivirus* جنس ،BELV) *Bermuda grass etched-line virus*

اكتشف هذا الفيروس على نباتات حشيشة برمودا في المغرب ووجد أنه يصيب أيضاً عشبتي جونسون و Link (.L) *Echnochloa colonum* في كل من المغرب وإيران. لفيروس BELV جسيمات شبه كروية (قطرها حوالي 28 نانومتراً) وينتقل في الطبيعة بواسطة بعض أنواع نطاطات الأوراق التابعة لعائلة *Cicadellidae* (Izadpanah *et al.*, 2004؛ Lockhart *et al.*, 1985b).

ويتكون مجين فيروس BELV من الحمض النووي الريبي وحيد السلسلة وبه حوالي 7,500 قاعدة ويحتوى الغطاء البروتيني للفيروس على نوع واحد من البروتينات وحدته ذات وزن جزيئي حوالي 26.5 كيلو دالتون (Lockhart *et al.*, 1985b). ويتواجد الفيروس في خلايا الطبقة السطحية والوسطى للأوراق والخلايا البارانشيمية للأوعية كما يتواجد في السيتوبلازم والتجاويف الخلوية وله علاقة سيرولوجية مع كل من *Maize rayado fino virus* و *Oat blue dwarf virus* وكلاهما من جنس *Marafivirus*.

تظهر أعراض الإصابة بفيروس BELV على عشبة/حشيشة برمودا وعشبة جونسون في صورة تقزم وتبقع مصفر أو باهت مع خطوط غائرة شبه محفورة (etching). ويحدث هذا الفيروس خطوطاً صفراء دقيقة أو متقطعة على نباتات الذرة والقمح والأرز عند إصابتها. ولهذا الفيروس مدى عوائلى يقتصر على العائلة النجيلية.

لا ينتقل الفيروس بالالقاح الميكانيكى وكذلك لا ينتقل عن طريق البذور وحبوب اللقاح أو تلامس النباتات (Lockhart *et al.*, 1985b). أما في الطبيعة فينتشر الفيروس أساساً عن طريق الإنتقال ببعض أنواع حشرات نطاطات الأوراق مثل (.Leth) *Aconurella prolixa* و (DeLong & Mohr) *Graminella nigrifrons* من عائلة Cicadellidae، التي تنقله بالطريقة المثابرة/الباقية التكاثرية حيث تبقى الحشرات الناقلة قادرة على نقل الفيروس طوال حياتها ولا ينتقل الفيروس إلى أجيال الحشرة من خلال البيض.

ولم يسجل فيروس BELV إلا في المغرب وإيران فقط. يمكن الكشف عن وجود هذا الفيروس عن طريق الاختبارات السيرولوجية (اليزا والإنتشار المزدوج في الآجار) (Izadpanah *et al.*, 2004؛ Lockhart *et al.*, 1985b). ولم تسجل أية اوبئة لهذا الفيروس على الذرة حتى الآن.

4. استنتاجات عامة

كما هو واضح من الجدولين 1 و 2 فإن إنتاج محاصيل الذرة والدخن والذرة الرفيعة في كثير من الدول العربية لا يكفي استهلاك شعوبها، وأن هناك فجوة كبيرة بين الإنتاج والاستهلاك يقدر ثمنها بالمليارات من الدولارات، الأمر الذى يؤدي إلى زيادة الضغط على الميزانية العامة للبلدان العربية. ويزداد هذا الوضع خطورة عندما يتعرض هذا المحصول للأمراض الفيروسية وغيرها، خاصة تلك التي تقع تحت مجموعة الفيروسات المثابرة/الباقية التي تنتقل بالعديد من أنواع حشرات المن ونطاطات الأوراق أو نطاطات النبات. وقد تناولنا هنا إحدى عشرة من الأمراض الفيروسية التي تم تسجيلها على محصولي الذرة أو الذرة الرفيعة في مختلف البلاد العربية (جدول 3) والتي يقع معظمها ضمن مجموعة الفيروسات المثابرة/الباقية. ولا شك أن هناك الكثير من الأمراض الفيروسية التي لم تسجل بعد في العالم العربي، حيث أن نقص المتخصصين أو الإمكانات المطلوبة لتعريف تلك الأمراض كان ومازال قائما في بعض الحالات.

ولذلك فإن تعريف تلك الأمراض ومواجهتها والحد من انتشارها يتطلب ما يلي:

أ- تشجيع البرامج العلمية المحلية بالبلدان العربية التي تهدف لإيجاد صفة المقاومة ضد الأمراض الفيروسية وسلالاتها في الذرة والدخن والذرة الرفيعة وغيرها من المحاصيل النجيلية باستخدام الطرق الوراثية التقليدية أو طرق الهندسة الوراثية.

ب- تعاون الدول العربية فيما بينها علميا لتبادل المعلومات عن الأمراض الفيروسية التي تصيب محصول الذرة وباقي المحاصيل النجيلية، وكذلك لإنتاج وتبادل المواد المشخصة للفيروسات (الأجسام المضادة، البادئات، الواسمات) التي يمكن استعمالها في الكشف عن وتشخيص المسببات الفيروسية وتتبعها ودراسة وبائيتها، وإنشاء مختبرات إقليمية بين الدول العربية لدراسة وتتبع الأمراض الفيروسية ودراسة العوامل المختلفة التي تساهم في انتشارها الوبائي.

ج – فتح قنوات علمية و توسيع و تعميق القنوات الموجودة بين المعاهد العلمية العربية والمعاهد الدولية المتخصصة في دراسة الذرة، وذلك لتوثيق التعاون من خلال البرامج العلمية الدولية، هذا فضلاً عن امكانية الحصول على واستخدام الأصول الوراثية من هذه المعاهد في التربية لمقاومة تلك الأمراض.

5. المراجع

التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول الذرة. 1992. مركز البحوث الزراعية، الجيزة، مصر. 200 صفحة.

التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول للذرة. 2000. مركز البحوث الزراعية، الجيزة، مصر. 220 صفحة.

التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول للذرة. 2001. مركز البحوث الزراعية، الجيزة، مصر. 190 صفحة.

التقرير السنوي للحملة القومية للنهوض بمحصول للذرة. 2002. مركز البحوث الزراعية، الجيزة، مصر. 170 صفحة.

Abdel-Fattah, A., A.S. Sadik, M.M. El-Kholi, I.A. Abdel-Hamied and M.A. Madkour. 2005. Identification of *sugarcane mosaic potyvirus* strains in Egypt. Egyptian Journal of Virology, 1: 195–214.

Aboul-Ata, A.E. and E.-D. Ammar. 1989a. Incidence of virus and virus-like diseases on maize sown on different dates in Giza, Egypt. Egyptian Journal of Phytopathology, 21: 101-105.

Aboul-Ata, A.E. and E.-D. Ammar. 1989b. Maize virus and virus-like diseases in Egypt. Assiut Journal of Agricultural Sciences, 20: 175-187.

Aboul-Ata, A.E., J.-C. Thouvenel, K.M. Makkouk and M.M. Satour. 1992. Barley yellow dwarf virus in Egypt: Natural incidence, transmission, and wild hosts. Arab Journal of Plant Protection, 10: 226-231.

Aboul-Ata, A.E., M.A. El-Sayed and M. Hariry. 1996. Cereal viruses survey and screening for resistance in Egypt. Xth ICV, Jurosalem, Israel/Palestine, 11-16 August 1996. Poster No. 547.

Abou-Zeid, A.A. 1975. Studies on maize viruses in A.R.E., M.Sc Thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt. 71 pp.

Ammar, E.-D. 1983. Virus diseases of sugarcane and maize in Egypt. Pages 122–126. In: D.T. Gordon, J.K. Knoke, L.R. Nault and R.M. Ritter (eds.). Proceedings of the International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop. Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, OH.

Ammar E.-D. 1994. Cytopathology and ultrastructure of some African isolates of maize streak and sugarcane streak viruses. Journal of Phytopatholgy, 141: 153-158.

Ammar, E.-D. and L. R.Nault. 1985. Assembly and accumulation sites of maize mosaic virus in its planthopper vector. Intervirology, 24: 33-41.

Ammar, E.-D. and M. Peterschmitt. 2004. Maize yellow stripe. Pages 682-685. In: Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae). H. Lapierre and P.A. Signoret (eds). INRA editions, Versailles, France.

Ammar, E.-D., S. Elnagar, A. Tolba and A.E. Aboul-Ata. 1984. Three maize diseases in Egypt associated with leafhoppers (Cicadellidae, Homoptera). Pages 32-34. In: 6th. Congress Mediterranean Phytopatholical Union, October 1-6, 1984, Cairo, Egypt.

Ammar E.-D., A.E. Abul-Ata, M.A. El-Sheikh and G.H. Sewify. 1987. Incidence of virus and virus-like disease syndromes on maize and sugarcane in Middle and Lower Egypt. Egyptian Journal of Phytopathology, 19: 97-107.

Ammar, E.-D., S. Elnagar, A.E. Aboul-Ata and G.H. Sewify. 1989. Vector and host plant relationships of the leafhopper-borne maize yellow stripe virus. Journal of Phytopathology, 126: 3: 246-252.

Ammar, E.-D., R.E. Gingery, D.T. Gordon and A.E. Aboul-Ata. 1990. Tubular helical structures and fine filaments associated with the leafhopper-borne maize yellow stripe virus. Phytopathology, 80: 303-309.

Ammar, E.-D., R.G. Gomez-Luengo, D.T. Gordon and S.A. Hogenhout. 2005. Characterization of maize Iranian mosaic virus and comparison with Hawaiian and

other isolates of maize mosaic virus *(Rhabdoviridae)* Journal of Phytopathology, 153: 129-136.

Ammar E.-D., E.A. Khalifa, A. Mahmoud S. Abol-Ela and M. Peterschmitt. 2007. Evidence for multiplication of the leafhopper borne maize yellow stripe tenui-like virus in its vector using ELISA and dot-blot hybridization anlaysis. Archives of Virology, 152:489-494.

Bar-Zur, A. and R. Salomon. 1995. Partial resistance of sugary enhancer sweet corn genotypes to two isolates the sugar cane mosaic subgroup of potyviruses. Plant Disease, 79: 243-246.

Bigarre, L., M. Salah, M. Granier, R. Frutos, J.-C. Thouvenel and M. Peterschmitt. 1999. Nucleotide sequence evidence for three distinct sugarcane streak mastreviruses. Archives of Virology, 144: 2331-2344.

Bock, K.R. 1974. Maize streak virus. Descriptions of plant viruses. No. 133. Commonwealth Mycological Institute: Association of Applied Biologists, Kew, UK, 4 pp.

Bock, K.R., E.J. Guthrie and R.D. Woods, 1974. Purification of maize streak virus and its relationship to viruses associated with streak diseases of sugarcane and *Panicum maximum*. Annals of Applied Biology, 77: 289–296.

Bosque-Pe´rez, N.A. 2000. Eight decades of maize streak virus research. Virus Research, 71: 107–121.

Brunt, A., K. Carbtree and A. Gibbs (eds). 1990. Viruses of Tropical Plants: Descriptions and Lists from the VIDE Database. C.A.B. International, U.K. 707 p.

Falk, B.W. and J.H. Tsai. 1983. Physicochemical characterization of maize mosaic virus. Phytopathology, 73: 1536-1539.

Falk, B.W. and J.H. Tsai. 1998. Biology and molecular biology of viruses in the genus tenuivirus. Annual Review of Phytopathology, 36: 139-163.

Ford, R.E., M. Tosic and D.D. Shukla. 1989. Maize dwarf mosaic virus. C.A.B. Descriptions of Plant Viruses No. 341, 4 pp.

Fuchs, E. 2004. Sugarcane mosaic. Pages 690-692. In: Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae). H. Lapierre and P.A. Signoret (eds). INRA editions, Versailles, France.

Gordon, D.T. 2004. Mize dwarf mosaic. Pages 644-649 In: Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae). H. Lapierre and P.A. Signoret (eds). INRA editions, Versailles, France.

Injante-Silva, P.H., J.L. Munoz and J.A. Mihm. 1997. Selection methodology for resistance to *Dalbulus maidis* and fine stripe virus disease in maize in Peru. Pages 287-289. In: Insect resistant Maize: Recent Advances and Utilization. Proceedings of an International Symposium held at the International Maize and Wheat Improvement Center, 1994.

Izadpanah, K. 1989. Purification and serology of the Iranian maize mosaic Rhabdovirus. Journal of Phytopathology, 126 43-50.

Izadpanah, K., M. Masumi and A. Rowhani. 2004. Bermudagrass etched-line. Pages 733-734. In: Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae). H. Lapierre and P.A. Signoret (eds). INRA editions, Versailles, France.

Knoke, J.K., R.J. Anderson, R. Louie, L.V. Madden and W.R. Findley. 1983. Insect vectors of maize dwarf mosaic virus and maize chlorotic dwarf virus. Pages 130-138. In: Proceedings International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop. D.T. Gordon, J.K. Knoke, L.R. Nault and R.M. Ritter (eds). 2-6 august 1982, Wooster, Ohio, USA: Ohio Agricultural Research and Development Center, Ohio State University.

Lapierre, H. 2004. Disease caused by RMV *Luteoviridae.* Pages 627-630. In: Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae). H. Lapierre and P.A. Signoret (eds). INRA editions, Versailles, France.

Lapierre, H. and P.-A. Signoret (eds). 2004. Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae). INRA editions, Versailles, France. 890 pp.

Lister, R.M., A.E. Aboul-Ata, Y. El-Dawoudi, D. Marshall, K.M. Makkouk, M.M. Satour, E. Ghanim and P. Burnett. 1994. Serotyping of barley yellow dwarf virus isolates from Egypt. Phytopathologia Mediterrenea, 33: 152-157.

Lockhart, B.E.L. 1986. Occurrence of cereal chlorotic mottle virus in the Northern Africa. Plant Disease, 70: 10: 912-915.

Lockhart, B.E.L. and M. El-Yamani. 1983. Virus and virus like diseases of maize in Morocco. Pages 127-129. In: Proceedings of the International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop. D.T. Gordon, J.K. Knoke, L.R. Nault and R.M. Ritter (eds). 2-6 August 1982, Wooster, Ohio, USA: Ohio Agricultural Research and Development Center, Ohio State University.

Lockhart, B.E.L. and P. Signoret. 2004. Cynodon chlorotic streak. Pages 625-627. In: Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae). H. Lapierre and P.A. Signoret (eds). INRA editions, Versailles, France.

Lockhart, B.E.L., N. Khaless, M. El-Maatauoi and R. Lastra. 1985a. Cynodon Chlorotic streak virus, a previously undescribed plant rhabdovirus infecting Bermuda grass Cynodon-dactylon and maize Zea-mays in the Mediterranean area. Phytopathology, 75: 1094-1098.

Lockhart, B.E.L., N. Khaless, A.M. Lennon and M. El-Maatauoi. 1985b. Properties of Bermuda grass etched-line virus a new leafhopper-transmitted virus related to maize rayado-fino and oat blue dwarf viruses. Phytopathology, 75: 1258-1262

Loi, N., R. Osler and H. Lapierre. 2004. Barley yellow dwarf associated to BYDV-PAV virus. Pages 618-620. In: Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae). H. Lapierre and P.A. Signoret (eds). INRA editions, Versailles, France.

Louie, R. 1995. Vascular puncture of maize kernels for the mechanical transmission of maize white line mosaic virus and other viruses of maize. Phytopathology, 85: 139-143.

Mahmoud, A., J.-C. Thouvenel, S.E. Abol-Ela, G.H. Sewify and E. D. Ammar. 1996. Detection of maize yellow stripe tenui-like virus by ELISA and dot-blot tests in host plants and leafhopper vector in Egypt. Phytopathologia Mediterranea, 35: 19-23.

Mahmoud, A., M. Royer, M., Granier, E.-D. Ammar, J.-C. Thouvenel and M. Peterschmitt. 2007. Evidence for a segmented genome and partial nucleotide sequences of maize yellow stripe virus, a proposed new tenuivirus. Archives of Virology, 152: 1757-1762.

Makkouk, K. and A. Comeau. 1994. Evaluation of various methods for the detection of barley yellow dwarf virus by the tissue-blot immunoassay and its use for virus detection in cereal inoculated at different growth stages. European Journal of Plant Pathology, 100: 71-80.

Moini, A.A. and K. Izadpanah. 2001. Identification and purification of a MDMV-like potyvirus of maize in Mazandaran. Iranian Journal of Plant Pathology, 37: 43-45

Persley, D.M. and R.S. Greber. 2004. Cereal chlorotic mottle. Pages 620-622. In: Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae). H. Lapierre and P.A. Signoret (eds). INRA editions, Versailles, France.

Peterschmitt, M. 2004. Maize streak disease. Pages 671-675. In: Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae). H. Lapierre and P.A. Signoret (eds). INRA editions, Versailles, France.

Peterschmitt, M., B. Reynaud, G. Sommermeyer and P. Baudin. 1991. Characterization of maize streak virus isolates using monoclonal and polyclonal antibodies and by transmission to a few hosts. Plant Disease, 75: 27–32.

Salomon, R. and D. L. Seifers, 2004. Sugarcane mosaic. Pages 690-693. In: Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae). H. Lapierre and P.A. Signoret (eds). INRA editions, Versailles, France.

Seifers, D.L., R. Salomon, V. Maire-Jeanne, B. Alliot, P. Signoret, S. Haber, A. Loboda, W. Ens, Y.-M. She and K.G. Standing. 2000. Characterization for a novel potyvirus isolated from maize in Israel. Phytopathology, 90: 5: 505-513

Sewify, G.H. 1994. Graminaceous weeds as reservoirs for the leafhopper borne maize yellow stripe virus (MYSV) and its vector *Cicadulina chinai* Ghauri. Egyptian Bulletin of Faculty of Agriculture (University of Cairo, Egypt), 45: 515-524.

Shamloul, A. M., N. A. Abdallah, M.A. Madkour and A. Hadidi. 2001. Sensitive detection of the Egyptian species of sugarcane streak virus by PCR-probe capture hybridization

(PCR-ELISA) and its complete nucleotide sequence. Journal of Virological Methods, 92: 45-54.

Shawkat, A.L.B., G.I. Fegla and S. Yuhya. 1983. Maize dwarf mosaic in Iraq and evaluation of some corn cultivars for resistance. Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 1:71-79.

Shukla, D.D., M. Tosic, J. Jilka, R.E. Ford, R.W. Toler and M.A.C. Langham. 1989. Taxonomy of potyviruses infecting maize, sorghum and sugarcane in Australia and the United States as determined by reactivities of polyclonal antibodies directed towards virus-specific N-terminal coat protein. Phytopathology, 79: 223-229.

Signoret, P.A., P. Caciagli and M. Conti. 2004. Maize rough dwarf. Pages 667-670. In: Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae). H. Lapierre and P.A. Signoret (eds). INRA editions, Versailles, France.

Storey, H. H. 1924. The transmission of a new plant virus disease by insects. Nature, 114: 245.

Storey, H.H. 1925. The transmission of streak disease of maize by the leafhopper *Balclutha mbila* Naude. Annals of Applied Biology, 12: 422–439.

Thottappilly, G., N.A. Bosque-Perez and H.W. Rossel. 1993. Viruses and virus diseases of maize in tropical Africa. Plant Pathology, 42:494-509.

Tsai, J.H. and B.W. Falk. 2004. Maize mosaic. Pages 656-659. In: Viruses and virus diseases of Poaceae (Gramineae). H. Lapierre and P.A. Signoret (eds). INRA editions, Versailles, France.

Urbina, A.R., and J.A., Mihm. 1997. Improving two tropical maize populations for resistance to stunt complex. Pages 139-142. In: Insect resistant maize: recent advances and utilization. Proceedings of International Symposium held at the International Maize and wheat Improvement Center, 1994

Walkey, D.G.A., A.A. Alhubaishi and M.J.W. Webb. 1990. Plant virus diseases in the Yemen Arab Republic. Tropical Pest Management, 36: 195-206.

Webb, M.D. 1987. Species recognition in *Cicadulina* leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae), vectors of pathogens of Gramineae. Bulletin of Entomological Research, 77: 683-712.

Williams, L.E. and L.J. Alexander. 1965. Maize dwarf mosaic, a new corn disease. Phytopathology, 55: 802-804.

الفصل الرابع عشر

الفيروسات التي تصيب محصولي الشوندر السكري/البنجر وقصب السكر

أحمد محمد مهنا[1]، أمين عامر حاج قاسم[1]، ايليا الشويري[2]، أيمن العش[3] وسحر يوسف[3]
(1) كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية؛ (2) فرع وقاية النبات، مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية، تل عمارة، لبنان؛ (3) كلية الزراعة، جامعة القاهرة، مصر

المحتويات

1. المقدمة
2. انتشار فيروسات المحاصيل السكرية في المنطقة العربية
3. أهم الفيروسات التي تصيب الشوندر السكري/البنجر في المنطقة العربية
  1.3. فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر
  2.3. فيروس الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة
  3.3. فيروس خشخشة التبغ
  4.3. فيروس اصفرار الشوندر السكري/البنجر
  5.3. فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر
  6.3. فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر
  7.3. فيروس موزاييك الخيار
  8.3. فيروسات أخرى
4. أهم الفيروسات التي تصيب قصب السكر في المنطقة العربية
  1.4. فيروس موزاييك قصب السكر
  2.4. فيروس تخطط قصب السكر
5. استنتاجات عامة
6. المراجع

1. المقدمة

يعد السكر من المواد الغذائية الأساسية التي لا يمكن الاستغناء عنها في التغذية المتوازنة. إذ أنه أحد أهم وارخص مصادر الطاقة اللازمة للإنسان وخاصة في الدول النامية حيث يستهلك الفرد وسطياً 120 غ سكر يومياً. كل نبات يبني السكر عبر عملية التمثيل الضوئي لاستخدامه في نموه وتختلف النباتات فيما بينها في قدرتها على تخزين السكر في أجزائها، وهناك بعض النباتات، مثل المحاصيل السكرية تملك القدرة على تخزين السكر كطاقة مدخرة.

تعتبر المحاصيل السكرية المصدر الرئيس للحصول على مادة السكر في العالم وأكثرها اقتصادية لاستخراج السكر محصولي قصب السكر والشوندر السكري/البنجر، إذ بلغ إنتاج العالم من مادة السكر حوالي 140 مليون طن كان معظمها (حوالي 60%) قد استخرج من قصب

السكر، والباقي من الشوندر السكري/البنجر (FAO, 2000). أما البلدان العربية فقد بلغ إنتاجها من السكر الخام لعام 2004 حوالي 2957.72 ألف طن (الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية، 2005).

نبات قصب السكر هو نبات نجيلي عشبي معمر، قادر على تكوين خلف كثيرة تتراوح ما بين 5–50 تخرج كلها من قاعدة النبات الموجودة تحت سطح الأرض. الساق مصمت، قائم، ويصل ارتفاعه إلى حوالي أربعة أمتار، الأزهار عديدة في نورات عنقودية طرفية مفتوحة، يصل طولها إلى متر واحد. يتبع قصب السكر *Saccharum officinarum* L. لتحت صف Commelinidae، الرتبة Poales، الفصيلة Poaceae، تحت فصيلة Panicoideae والجنس *Saccharum*.

قصب السكر من نباتات المناطق الحارة (الاستوائية وتحت الاستوائية)، تتطلب زراعته أرضاً خصبة وماء كثير ويظل في الأرض لأكثر من عام. لا تقتصر الأهمية الإقتصادية لقصب السكر في إنتاج السكر أو شرب العصير، بل أن هناك العديد من الصناعات الثانوية التي تقوم على المنتجات الثانوية لقصب السكر حيث يمكن تصنيع الخل والكحول من المولاس (العسل الأسود) كما تستخدم المصاصة في صناعة الورق، الخشب والحرير الصناعي (الرايون). كذلك يمكن استخراج الشمع من الطبقة الخارجية لسيقان النباتات والإستفادة منه اقتصادياً. من العادات الشعبية في بعض البلدان التي تزرع قصب السكر كمصر والسودان عادة مص قصب السكر والذي له فوائد غذائية وصحية للحلق في معالجة الإلتهابات، فكثيراً ما يشاهد الفلاحين وهم بطريقهم يسعون يمصون عيدان قصب السكر، أما في مدن مصر فإن محال عصر القصب منتشرة بصورة ملفتة للنظر.

تنتشر زراعة قصب السكر في كثير من دول العالم الاستوائية وشبه الاستوائية بمساحة تصل 19,779,584 هكتار وإنتاجية 653.849 طن/هكتار وتعد البرازيل من أكثر دول العالم إنتاجاً يليها الهند، الصين، تايلاند، المكسيك، الباكستان، استراليا وكوبا (FAO, 2004). بالنسبة للدول العربية يزرع محصول قصب السكر في عدد قليل منها، وتعد مصر أكثر الدول العربية إنتاجاً لقصب السكر تليها السودان، المغرب والصومال في حين يزرع في مساحات محدودة في كل من سورية، العراق ولبنان ليس لاستخراج السكر وإنما لإستخدامه كعصير. وفي مصر تتزايد مصانع إنتاج قصب السكر نظراً لخطط التوسع في زراعة قصب السكر والدخول به إلى الأراضي حديثة الاستزراع جنوب أسوان باستخدام تقنيات الري الحديثة. يوضح جدول 1 توزيع المساحة والإنتاج في الوطن العربي لمحصولي الشوندر السكري/البنجر وقصب السكر.

نبات الشوندر السكري/البنجر هو ثنائي الحول لا تتكون فيه البذور إلا في العام الثاني من حياته وخلال السنة الأولى من نموه يتكون الجذر بأقصى حجم وتختزن به السكريات. يتبع الشوندر السكري/البنجر *Beta vulgaris* L. var. *altissima* Döll للرتبة Caryophyllales،

الفصيلة السرمقية (Chenopodiaceae) والجنس *Beta* sp. وإلى نفس النوع يتبع الشوندر العلفي *V. crassa* والورقي *V. cicla* L. والأحمر *V. conditiva*.

يعتبر الشوندر السكري/البنجر حديث النشأة مقارنة بقصب السكر وهو من نباتات المناطق المعتدلة فبينما تنحصر زراعة قصب السكر ضمن نطاق خط عرض 35 °م شمال وجنوب خط الاستواء نجد أن زراعة الشوندر السكري/البنجر خارج هذا النطاق. انتشرت زراعة الشوندر السكري/البنجر في الكثير من دول العالم وازدادت المساحة المزروعة به في السنوات الأخيرة حتى بلغت 5,497,836 هكتار في عام 2004 وإنتاجية قدرها حوالي 44 طن/هكتار (FAO, 2004). نتيجة عمليات التحسين والتربية الحديثة تم الوصول إلى أصناف ممتازة ازدادت من خلالها الإنتاجية في وحدة المساحة وكذلك نسبة السكر التي وصلت 20%.

في المنطقة العربية تتصدر مصر ثم المغرب زراعة الشوندر السكري/البنجر من حيث المساحة. في مصر وحتى عام 1981 كان انتاج السكر قاصراً على محصول قصب السكر. بدأ ادخال زراعه الشوندر السكري/البنجر في 1982 على مساحه بلغت 7098 هكتار وذلك لسد الفجوة بين الإنتاج والاستهلاك والتي قدرت بـ 500 ألف طن (التقرير السنوي للمحاصيل السكريه في مصر 2002). تزايدت المساحات المزروعة بالشوندر السكري/البنجر سنوياً حتى بلغت في موسم 2005–2006 حوالي 78,286.32 هكتار. يعد الشوندر السكري/البنجر من الزراعات الحديثة نسبياً في سورية ولبنان والسودان مقارنة مع بقية المحاصيل (جدول 1).

جدول 1. المساحات المزروعة من محصولي الشوندر السكري/البنجر وقصب السكر وإنتاجيتهما في البلدان العربية حسب إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) لعام 2006.

البلد	**الشوندر السكري/البنجر**		**قصب السكر**	
	المساحة المزروعة (1000 هكتار)	**الكمية المنتجة (1000 طن)**	**المساحة المزروعة (1000 هكتار)**	**الكمية المنتجة (1000 طن)**
مصر	70.31	3429.54	134.98	16317.32
لبنان	1.65	76.94	-*	-*
المغرب	50.34	2252.00	14.34	997.00
سلطنة عمان	-*	-*	0.02	0.52
السودان	-*	-*	69.75	7186.00
سورية	26.00	1096.29	-*	-*
مجموع الدول العربية	148.29	6854.77	219.09	2400.84
العالم	5447.34	256406.93	20398.73	1392365.32
نسبة ما تزرعه الدول العربية مقارنة بالعالم	2.72	2.67	1.07	0.17

-*: لايوجد بيانات

لا تقتصر أهمية الشوندر السكري/البنجر على استخراج السكر والكحول بل تستخدم الأوراق كمادة علفية ممتازة للحيوانات إذ أن كل 5 كغ من الأوراق تعادل وحدة علفية. ونسبة الكسبة الناتجة من مصنع السكر تصل إلى 80% من وزن الجذور المصنعة في المصنع وتحوي على 15% مواد جافة، ويخلط المولاس الناتج عن تصنيعه مع الأعلاف المركزة أو الماء لتشربه حيوانات المزرعة (رقية، 1982؛ طرابيشي وآخرون، 2005).

إن نمو وإنتاجية هذين المحصولين لم تكن خلال السنين الماضية بمنأى عن التأثيرات الخارجية خاصة الحيوية كالأمراض الفطرية والبكتيرية والفيروسية التي كان لظهورها وانتشارها أثار سلبية كبيره أودت بمعظم الإنتاج إن لم يكن كامله في أحيان كثيرة. وللأمراض الفيروسية النصيب الأكبر في تأثيرها على هذين المحصولين نظراً لعدم وجود مبيدات فعالة لمكافحتها ولسهولة انتقالها بالنواقل الحيوية وهذا ما يساعد في انتشارها بشكل وبائي محدثة الخسائر الإقتصادية المتمثلة بانخفاض الإنتاج وأحيانا تدميره بالكامل كما حدث في ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة عام 1920 إذ توقفت معامل استخراج السكر من الشوندر السكري/البنجر بسبب هلاك هذا المحصول نتيجة انتشار فيروس تجعد قمة الشوندر السكري/البنجر (BCTV) واعتبر هذا الفيروس عاملاً محدداً في إنتاج الشوندر السكري/البنجر حتى عام 1940.

وليس هذا وحسب فان فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر (BNYVV) ما يسمى بالإيطالية بالريزومانيا Rizomania (تعني النمو الزائد للشعيرات الجذرية الجانبية للشوندر) انتشر بشكل واسع حتى لم تعد منطقة في العالم تهتم بزراعة الشوندر السكري/البنجر إلا ومصابة بهذا المرض أو بناقله الفطر *Polymyxa betae* Keskin (Payne & Asher, 1990). وكان هذا المرض أكثر الأمراض الفيروسية خطورة على محصول الشوندر السكري/البنجر حتى تاريخه إذ وصلت الخسائر في إنتاجية الشوندر السكري/البنجر إلى 88% في بعض المناطق في سورية (Mouhanna, 2001).

2. إنتشار فيروسات المحاصيل السكرية في المنطقة العربية

تصاب المحاصيل السكرية طبيعياً بالعديد من الفيروسات، سجل منها في المنطقة العربية 16 فيروساً (حاج قاسم، 2002؛ الشعبي وآخرون، 2000؛ Abdel-Salam, 1990؛ Abdel-Salam & El-Shazly, 2002؛ Abdel-Salam *et al.*, 2006؛ Badr, 1986؛ Choueiri *et al.*, 2001؛ Kassim *et al.*, 1993؛ Mouhanna, 2001؛ Mouhanna *et al.*, 2002؛ Soliman, 2003). تختلف هذه الفيروسات في تأثيرها على النبات وتسبب أعراضاً مختلفة على الأوراق والمجموع الجذري. إلا أن معظم الدراسات الموجودة اقتصرت في أغلبها على إجراء مسوحات حقلية تضمنت جمع عينات وفحصها سيرولوجياً بهدف الكشف عن

الفيروسات المنتشرة. إلاّ أن الحاجة تتزايد إلى إجراء مسوحات جديدة لمراقبة انتشار هذه الفيروسات وغيرها والتعمق في معرفتها من حيث شكلها، تركيبها، أوجه التشابه مع السلالات العالمية، تحديد عوائلها، طرائق انتشارها، توزعها الجغرافي، تحديد أهميتها الإقتصادية ودراسة العوامل المؤثرة على زيادة نسبة الإصابة والأهم من ذلك معرفة أهم السبل لمكافحتها والحد من أضرارها. ويبين جدول 2 الفيروسات التي تصيب محصولي الشوندر السكري/البنجر وقصب السكر في المنطقة العربية.

3. أهم الفيروسات التي تصيب الشوندر السكري/البنجر في المنطقة العربية

1.3. فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر
Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV، جنس *Benyvirus*)

الصفات العامة – لوحظ هذا المرض لأول مرة من قبل Canova (1959) على الشوندر السكري/البنجر في شمال ايطاليا وأطلق عليه استناداً لما يسببه من أعراض ظاهرية على الجذور بمرض جنون الجذور أي ما يدعى بالإيطالية بالريزومانيا Rizomania وذلك نظراً للنمو الغزير في الجذور الجانبية وتقزم في الجذر الرئيسي.

أثبت Tamada وآخرون (1971) أن هذا المرض يسببه فيروس أطلق عليه استناداً على الأعراض الظاهرية التي يسببها على أوراق الشوندر السكري/البنجر المصابة به فيروس اصفرار وموت عروق أوراق الشوندر السكري/البنجر. وعرف فيما بعد أن الفطر *Polymyxa betae* Keskin هو الناقل الوحيد لهذا الفيروس (Fujisawa & Sugimoto, 1976).

يعد مرض الريزومانيا من أخطر الأمراض الفيروسية على الشوندر السكري/البنجر وأصعبها مكافحة. تزايدت أهميته في شرق ووسط وشمال أوروبا كبلغاريا وهنغاريا ورومانيا والدانمرك والسويد وفرنسا وهولندا وانكلترا وغيرها (Hill, 1989)، ويوجد حالياً في جميع مناطق زراعة الشوندر السكري/البنجر في أوروبا، كما سجل في الولايات المتحدة الاميريكية (Al Musa & Mink, 1981) كما وينتشر في معظم المناطق التي تزرع الشوندر السكري/البنجر بالعالم (Putz *et al.*, 1990 ؛Mouhanna, 2001). يسبب هذا الفيروس أضراراً شديدةً عند حدوث الإصابة به تؤدي إلى خسارة كبيرة في الإنتاج تصل إلى أكثر من 70% (Prillwitz, 1993) كما وينخفض المحتوى من السكر إلى أقل من 7%، مع تدني مواصفات السكر مما يجعل من استخراجه عملية صعبة وذلك لارتفاع نسبة الصوديوم والكالسيوم (Heijbroek, 1989).

بعد اكتشاف فيروس BNYVV الحق بالجنس *Furovirus* والذي يضم الفيروسات المنقولة بواسطة الفطور ذات الشكل العصوي إلا أن فيروس BNYVV له بعض الصفات التي تميزه عن

الفيروسات التي تتبع الجنس *Furovirus* (Richards & Tamada, 1992) مما يتوجب إلحاقه بالجنس *Benyvirus* مع فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة (BSBMV) (Heidel *et al.*, 1997؛ van Regenmortel *et al.*, 2000). جسيمات الفيروس عصوية الشكل لايتجاوز قطرها 20 نانومتراً ومكونة من أربعة أو خمسة أجزاء، كما في السلالة الفرنسية واليابانية (Tamada *et al.*, 1989) تختلف في أطوالها (من 70 إلى 390 نانومتراً)، الوزن الجزيئي للحمض النووي الريبي يتراوح من 1.4–7.1 ألف قاعدة والوزن الجزيئي للبروتين يتراوح من 21–23 ألف دالتون وذلك حسب وظيفتها. درجة الحرارة المثبطة 65–70 °س ولمدة 10 دقائق في عصير الشوندر السكري/البنجر، ومدة التعمير في المختبر 5 أيام على درجة حرارة 20 °س و8 أيام على درجة حرارة 4 °س.

أمكن تنقية الفيروس لأول مرة من قبل Tamada و Baba (1973)، وأجرى على طريقة التنقية بعض التعديلات عام 1989 (Tamada *et al.*, 1989). واقترح Koenig وآخرون (1984) طريقة أخرى باستخدام أوراق *Tetragonia expansa* Murray أو *Chenopodium quinoa* Willd. المعداة ميكانيكياً بالفيروس. فبعد طحن الأوراق بمحلول البورات المنظم الذي يحتوي على Na_2-EDTA يخضع لطرد مركزي ليؤخذ الرائق ويضاف له Triton X-100 ثم يرسب الفيروس بإضافة بولي اتيلين جليكول (PEG)، ثم يمرر الراسب على سكروز متدرج الكثافة ويخضع لطرد مركزي فائق السرعة بعدها تجمع جسيمات الفيروس وتحل بمحلول البورات. كما أنه من الممكن تنقية الفيروس باستخدام كلوريد السيزيوم (Cesium chloride) المتدرج الكثافة.

الأعراض والمدى العوائلي – نادراً ما تظهر أعراض الإصابة بالفيروس على الأوراق وإن ظهرت فتكون بنسبة ضئيلة جداً لا تتجاوز 10,000/1 نبته وتكون بشكل اصفرار شاحب مع بقع نكروزية (شكل 1)، كما تستطيل وتنتصب النباتات مع اصفرار العروق وتموت مع تقدم الإصابة (شكل 1). أما على المجموع الجذري فيلاحظ نمو كثيف للشعيرات الجذرية على الجذر الرئيسي لتشكل ما يسمى باللحية أو باللغة الإيطالية ريزومانيا Rizomania (شكل 1)، أما الجذر الرئيسي فيبقى قزماً مشوهاً. عند أجراء مقطع عرضي في الجذر الوتدي نلاحظ تلون الأوعية الناقلة باللون البني الناجم عن الأكسدة مؤدياً إلى انسداد الأوعية الناقلة. تظهر الأعراض حقلياً بشكل بؤر محدودة أو متسعة شاحبة اللون صفراء قد تشمل الحقل بكامله، مع ذبول عام للنباتات وخاصة عند الظهيرة (شكل 1).

ينحصر المدى العوائلي لفيروس BNYVV في بعض نباتات الفصائل النباتية السرمقية (Chenopodiaceae)، الباذنجانية (Solanaceae)، القرنفلية (Caryophyllaceae)، عرف الديك (Amaranthaceae)، الرجلية (Portulacaceae) والنجمية (Asteraceae) وتعتبر معظم أنواع هذه

الفصائل من النباتات العائلة للفطر *Polymyxa betae* Keskin. إلا أن بعض نباتات الفصيلة السرمقية هي عائل طبيعي للفطر فقط وليس للفيروس مثل *Chenopodium album* L. (Mouhanna, 2001).

طرائق الإنتقال – لا ينتقل الفيروس عن طريق التلامس بين النباتات، أو بواسطة حشرات المنّ أو غيرها من الحشرات كما لا ينتقل بواسطة البذور أو حبوب اللقاح ولا عن طريق نيماتودا الشوندر السكري/البنجر الحويصلية أو غيرها.

جدول 2 . أهم الفيروسات التي تصيب محصول الشوندرالسكري/البنجر والقصب السكري في المنطقة العربية.

الأسم العربي	الأسم العلمي	الأسم المختصر	الجنس	الفصيلة/العائلة
أ. الشوندر السكري/البنجر				
فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر	*Beet necrotic yellow vein virus*	BNYVV	*Benyvirus*	غير محددة
فيروس الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة	*Beet soil-borne virus*	BSBV	*Pomovirus*	غير محددة
فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة	*Beet soil-borne mosaic virus*	BSBMV	*Benyvirus*	غير محددة
فيروس خشخشة التبغ	*Tobacco rattle virus*	TRV	*Tobravirus*	غير محددة
فيروس الحلقة السوداء للبندورة/الطماطم	*Tomato black ring virus*	TBRV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس اصفرار الشوندر السكري/البنجر	*Beet yellows virus*	BYV	*Closterovirus*	*Closteroviridae*
فيروس الاصفرار الخفيف للشوندر السكري/البنجر	*Beet mild yellowing virus*	BMYV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر	*Beet western yellows virus*	BWYV	*Polerovirus*	*Luteoviridae*
فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر	*Beet mosaic virus*	BtMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس موزاييك الفصة/الجت/ البرسيم الحجازي	*Alfalfa mosaic virus*	AMV	*Alfamovirus*	*Bromoviridae*
فيروس موزاييك الخيار	*Cucumber mosaic virus*	CMV	*Cucumovirus*	*Bromoviridae*
فيروس تجعد قمة الشوندر السكري/البنجر	*Beet curl top virus*	BCTV	*Curtovirus*	*Geminiviridae*
فيروس البقع الحلقيه الميتة للخوخ/البرقوق	*Prunus necrotic ring spot virus*	PNRSV	*Ilravirus*	*Bromoviridae*
ب. القصب السكري				
فيروس موزاييك قصب السكر	*Sugarcane mosaic Virus*	SCMV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس تخطط قصب السكر	*Sugarcane streak Virus*	SSV	*Mastervirus*	*Geminiviridea*

ينتقل هذا الفيروس حيوياً فقط بواسطة الفطر *Polymyxa betae* (Abe & Tamada, 1986؛ Asher, 1993)، كما ينتقل بالالقاح الميكانيكي بصعوبة إلى بعض نباتات الفصيلة السرمقية ويمكن نقل الفيروس ميكانيكياً من الجذور المصابة إلى أوراق النباتات الدالة *Chenopodium quinoa* و *Tetragonia expansa* بشرط تواجد قطع الحمض النووي الأولى والثانية (RNA1 و RNA2) فقط (Koenig *et al.*, 1986)، بينما تلعب بقية قطع الحمض النووي الصغيرة دوراً مهماً في عملية الإصابة الطبيعية عبر الجذور وتسبب ما يسمى بمرض الريزومانيا.

أما الفطر الناقل للفيروس فقد ينتقل محمولا على جذور الشوندر السكري/البنجر أو درنات البطاطا/البطاطس أو عن طريق استخدام أدوات ومعدات الزراعة الملوثة بتربة الحقول المصابة إلى الحقول السليمة، كما تعتبر مخلفات الحيوانات المغذاة على جذور الشوندر السكري/البنجر المصابة مصدراً كبيراً للعدوى، وذلك لعدم تأثر الأبواغ الساكنة للفطر الناقل أثناء مرورها عبر القناة الهضمية للمجترات (Hillman, 1984). كما تساهم مياه الري والعمليات الزراعية في زيادة المساحة المصابة في الحقل الواحد، ونقل الفطر من حقل لآخر (Harveson *et al.*, 1996)، وتعتبر مخلفات معامل السكر ومياه الغسيل الناتجة عنها من أهم مصادر العدوى الأساسية، وينجم عن ذلك عادة انتشار المرض على طول مجاري الأنهار وقنوات الري والصرف.

يستطيع الفطر *P. betea* أن يعيش فترة 15 عاماً على الأقل في التربة ويكون حاملاً الفيروس ويتعلق ذلك بظروف الحرارة والرطوبة في التربة (Tosic *et al.*, 1985 ؛Abe, 1987). إن الحرارة المثلى في التربة لإحداث العدوى هي 25 ^{o}س (Blunt *et al.*, 1991).

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس على الشوندر السكري/البنجر في سورية عام 1998 محدثاً أضراراً اقتصادية فادحة في الإنتاج تراوحت ما بين 50 و 80% وأحياناً 100% وعلى وجه الخصوص في محافظة حمص وشمال حلب وبعض المواقع في أدلب والغاب والرقة (الشعبي وآخرون، 2000؛ Mouhanna *et al.*, 2002؛ Mouhanna, 2001)، وفي لبنان (Choueiri *et al.*, 1999, 2001). كما كشف عن فيروس BNYVV وفيروسات أخرى تتنقل بواسطة *P.betae* وتصيب الشوندر السكري/البنجر في مصر (Mahmoud & Hashem, 2005 ؛Abdel-Salam & El-Shazly, 2002). ثم ازداد انتشاره ليشمل العديد من المناطق المزروعة بالشوندر السكري/البنجر في مصر وقد كانت أعلى نسبه إصابة في العينات المجموعة من محافظة كفر الشيخ والتي بلغت نسبتها 70%. كما أن متوسط الخسائر في محصول الشوندر السكري/البنجر في مصر نتيجة الإصابة بالرايزومانيا وصلت إلى 57.6% (Mahmoud & Hashem, 2005).

طرائق الكشف – من السهولة الكشف وتشخيص مرض الريزومانيا بالإعتماد على الأعراض الظاهرية التي يسببها على المجموع الجذري وكذلك يمكن الكشف بسهولة على الفطر الناقل للفيروس ضمن الجذور وذلك تحت المجهر الضوئي.

ويمكن الكشف عن الفيروس باستخدام مستخلص العصارة النباتية في العدوى الميكانيكية للنباتات الدالة، مثل *C. quinoa* و *T. expansa* (Koenig *et al.*, 1984)، لكن هذه الطريقة تعتبر منخفضة الحساسية لانخفاض تركيز جسيمات الفيروس. أما سيرولوجياً فيمكن الكشف عن الفيروس بسهولة بواسطة الاختبارات المصلية مثل اختبار إليزا (الشعبي وآخرون، 2000؛ Mouhanna, 2001؛ Mouhanna *et al.*, 2002؛ Wisler *et al.*, 1999) أو بواسطة الإدمصاص المناعي بالمجهر الإلكتروني ISEM (Putz *et al.*, 1988). ويمكن الكشف عن الفيروس داخل الفطر الناقل *P. betae* بواسطة تقنية Immunogold labeling (Rysanek *et al.*, 1992). وتتبع حديثاً اختبارات تهجين الحمض النووي في الكشف عن الفيروس أو الفطر الناقل (Mutasa *et al.*, 1993؛ Saito *et al.*, 1997) واختبارات أخرى مثل PCR و Nested PCR (Mutasa *et al.*, 1995, 1996). كما أمكن الكشف عن الفيروس والفطر الناقل بواسطة اختبار بصمة نورثرن (Northern blot) (Mouhanna, 2001).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – تعتبر مكافحة هذا الفيروس صعبة للغاية وهذا ناجم عن صعوبة مكافحة الفطر الناقل إذ للفيروس القدرة على البقاء داخل جراثيم الفطر محافظا على حيويته وقدرته على إحداث المرض لمدة تزيد عن 15 عاماً وقد فشلت جميع الوسائل التقليدية والحديثة التي تركزت على إبادة الفطر الناقل. إن استبعاد العوائل النباتية من الدورة الزراعية ولفترات طويلة وتخفيف السقاية وغيرها لم تعط نتيجة. إن المكافحة الكيميائية باستخدام بروميد الميثيل أو تعفير البذور وغيره أدت إلى تخفيف الإصابة ولم تمكن من القضاء على الفطر إضافة إلى مساوئ استخدامها على النبات من ظهور أعراض التسمم والكلفة المرتفعة جداً (Friedt *et al.*, 1990). كما أن الطرق الحديثة في وقاية النبات كتطبيق المقاومة الجهازية المحثة لم تعط نتائج إيجابية، بل على العكس فقد زادت أحياناً من تضاعف الفطر ضمن خلايا العائل (Mouhanna & Schlösser, 1998).

إن استخدام الطرق الحديثة في التربية أدى إلى إنتاج أصناف متحملة أو مقاومة والتي أعطت إنتاجاً كبيراً ونسبة سكر عالية رغم إصابتها بالفيروس والفطر الناقل والتي تزرع حالياً في المناطق الموبوءة بالريزومانيا في أوروبا أو البلدان الأخرى (Asher, 1993).

شكل 1. الأعراض الظاهرية للاصابة ببعض الفيروسات التي تصيب محصول الشوندر السكري/البنجر. حقل مصاب بفيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر (BNYVV) المسبب لمرض الرايزومانيا يظهر على النباتات ذبول شديد مع جفاف الأوراق القديمة (أ)؛ نباتات مصابة بفيروس BNYVV يظهر عليها النمو العامودي واصفرار الأوراق (ب)؛ ورقة نبات شوندر/بنجر مصاب بفيروس BNYVV يظهر عليها اصفرار العروق (جـ)؛ ظاهرة اللحية، وهي تكاثف الشعيرات وتجمع التربة على جذور نباتات الشوندر السكري/البنجر المصاب بفيروس BNYVV (د)؛ أعراض موزاييك وتبرقش (هـ) أو موزاييك وبقع حلقية (و) على أوراق الشوندر السكري/البنجر المصابة بفيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر (BtMV)؛ حقل شوندر سكري/بنجر مصاب بفيروس اصفرار الشوندر السكري/البنجر (BYV) (ز)؛ نبات شوندر/بنجر عليه أعراض الإصابة بفيروس BYV (حـ).

2.3. فيروس الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة

(*Pomovirus* جنس ،BSBV) *Beet soil-borne virus*

الصفات العامة – تمكن Ivanovic و Macfarlane (1982) من عزل فيروس ثاني من الفطر *P. betae*. وفي عام 1986 أطلق Henry وآخرون (1986) على هذا الفيروس اسم فيروس الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة (BSBV). جسيمات الفيروس عصوية وهي تتشابه إلى حد ما مع الجسيمات العصوية للفيروس BNYVV فهي أربعة جسيمات تتراوح أطوالها ما بين 150–320 نانومتراً وعرضها 19 نانومتراً. أما أحجام الحمض النووي فهي 5.8 ألف قاعدة (RNA1)، 3.6 ألف قاعدة (RNA2)، 3.2 ألف قاعدة (RNA3)، 3.0 ألف قاعدة (RNA4). درجة الحرارة المثبطة 65 ^{o}س، ومدة التعمير في العصارة يومان. بالرغم من التشابه المورفولوجي مع الفيروس BNYVV وانتقاله بواسطة نفس الفطر *P. betae* إلا أنه لا يوجد أية علاقة سيرولوجية بينهما (Henry & Hutchinson, 1989) ويختلفان بتركيب الحمض النووي (Putz *et al*., 1983). يوجد لهذا الفيروس أمصال مختلفة (Lesemann *et al*., 1989). ينتشر هذا الفيروس بشكل واسع في أوروبا حيث تم الكشف عنه في العديد من الدول الأوروبية مثل السويد (Lindsten, 1989)، ألمانيا (Lesemann & Koenig, 1988)، بلجيكا (Verhoyen *et al*., 1987)، فنلندا (Bremer *et al*., 1990) وفي أمريكا (Duffus, 1988).

نظراً لتشابه فيروس BSBV مع فيروس BNYVV لذلك استخدم في تنقية الطرق التي أتبعت في تنقية فيروس BNYVV (Li *et al*., 1990).

الأعراض والمدى العوائلي – عند استخدام أتربة ملوثة بفيروس BSBV فقط جمعت من تركيا والسويد وألمانيا وزرعت بها نباتات لأصناف حساسة من الشوندر السكري/البنجر أظهرت أعراضاً شبيهة بالأعراض التي يسببها الفيروس BNYVV على المجموع الجذري لكن لم تكن بنفس الشدة، أما على المجموع الخضري فلم يلاحظ ظهور أية أعراض إصابة ظاهرية مميزة وذلك ضمن ظروف البيت الزجاجي (Mouhanna, 2001). يتواجد هذا الفيروس في أغلب الأحيان مع الفيروس BNYVV، كما وجد بشكل مفرد في بعض الحقول التي لم تلاحظ على نباتاتها أية أعراض واضحة (Mouhanna *et al*., 2002).

يتسم هذا الفيروس بمدى عوائلي محدود، ففي دراسة شملت 35 نوعاً نباتياً، أظهرت أن الفيروس BSBV يصيب فقط نباتات التابعة للفصيلة السرمقية (Chenopodiaceae) ويمكن مضاعفته على بعض العوائل النباتية خاصة *C. quinoa* (Henry *et al*., 1986). في دراسة أخرى وبعد اكتشاف هذا الفيروس في المناطق ذات درجات الحرارة المرتفعة صيفاً (Mouhanna *et al*., 2002) سجل ولأول مرة عدد من نباتات أحادية الفلقة تصاب بالفيروس

BSBV هي: *Alopecurus myosuroides* Huds.، *Lolium multiflorum* (Lam.) Husnot، *Sorghum halepense* (L.) Pers. و *Sorghum vulgare* Pers. ومن ثنائية الفلقة: *Calystegia sepium* (L.) R.Br.، *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.، *Centaurea cyanus* L.، *Convolvulus arvensis* L.، *Galinsoga parviflora* Cav.، *Matricaria inodora* L., nom. Illeg. و *Stellaria media* (L.) Vill. وتفاوتت هذ النباتات في قدرتها في نقل الفيروس إلى الشوندر السكري/البنجر ما بين 20–100% في حين أن *C. album* كان عائلاً للفطر *P. betae* وليس للفيروس BSBV (مهنا وآخرون، 2007).

طرائق الانتقال – ينتقل هذا الفيروس بواسطة الفطر *P. betae* الموجود في التربة وهو الناقل الحيوي الوحيد لهذا الفيروس، إضافة إلى انتقاله بالعدوى الميكانيكية إلى بعض النباتات العشبية مثل *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn أو *C. quinoa* إلا أن هذا النقل ليس له أي أهمية اقتصادية (Henry *et al*., 1986). لا ينتقل هذا الفيروس، كما في حال فيروس BNYVV بالبذور أو النيماتودا أو بالحشرات.

التوزع الجغرافي والأضرار الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس لأول مرة على الشوندر السكري/البنجر في سورية عام 1998 وفي المناطق ذات الحرارة العالية صيفاً (40 °س) في الرقة ودير الزور (Mouhanna, 2001؛ Mouhanna *et al*., 2002). في مصر سجل الفيروس عام 2002 (Abdel-Salam & El-Shazly, 2002). أما عن أثره الإقتصادي على محصول الشوندر السكري/البنجر فلا توجد دراسات واضحة في المنطقة العربية عن هذا الفيروس وانحصرت في تحديد أثر فيروس BNYVV والذي يتواجد في أغلب الأحيان مع BSBV.

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن هذا الفيروس بسهولة بواسطة اختبار إليزا وخاصةً بعد إنتاج الأمصال المضادة المتعددة أو وحيدة الكلون المتخصصة (Barbarossa *et al*., 1992) وكذلك بواسطة الاختبارات الحيوية من خلال النقل الميكانيكي للفيروس إلى النباتات الدالة مثل: *C. amaranticolor* و *Spinacia oleracea* L. حيث يمكن ملاحظة أعراض البقع الموضعية الصفراء أو الميتة.

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – من الصعب مكافحة هذا الفيروس بالطرق التقليدية ولابد من السعي لإنتاج أصناف مقاومة (راجع فقرة الوقاية من الفيروس BNYVV) وينصح للوقاية والحد من انتشار هذا الفيروس من خلال عدم زراعة الشوندر السكري/البنجر في الحقول

الملوثة، وعدم ري الحقول بمياه ملوثة ويفضل استخدام طرق الري الحديثة والإبتعاد عن الري بالراحة للحد من انتقال الفيروس بواسطة الفطر *P. betae*.

3.3. فيروس خشخشة التبغ

(*Tobacco rattle virus* TRV، جنس *Tobravirus*)

الصفات العامة – جسيمات الفيروس أسطوانية عصوية مستقيمة الشكل ويتكون الحمض النووي الريبي من جزيئين، أحداهما طويل حوالي 185–196 نانومتراً ومعروف بـ RNA-1 والآخر قصير من 50–115 نانومتراً (RNA-2). يقوم الحمض النووي RNA-2 بتصنيع الغطاء البروتيني لكلا الجسيمين، كما يحدد المدى العوائلي وأعراض الإصابة وقابلية الإنتقال بواسطة النيماتودا (Ploeg *et al.*, 1993)، بينما يعد RNA-1 مسؤولاً عن نسخ الحمض النووي الفيروسي، بالإضافة لتحكمه بظهور أعراض الإصابة (Ziegler Graff *et al*., 1991). للفيروس مدى عوائلي كبير يتضمن العديد من النباتات المزروعة وتم الكشف عن هذا الفيروس في العديد من دول العالم. لهذا الفيروس العديد من السلالات، بعض منها يمكن التمييز فيما بينها بواسطة الأعراض الظاهرية على النباتات الدالة.

استخدمت في تنقية هذا الفيروس أوراق التبغ المصابة جهازياً. خزنت عصارة أوراق التبغ المصابة عند درجة حرارة –20 ^{o}س واستخدم PEG مع كلوريد الصوديوم لترسيب الفيروس. بعد إجراء الطرد المركزي عالي السرعة تم إذابة الراسب الفيروسي بمحلول فوسفاتي درجة حموضته 7 (Robinson, 1983).

الأعراض والمدى العوائلي – تظهر أعراض الإصابة على الشوندر السكري/البنجر على شكل بقع صفراء، وعلى السبانخ بشكل اصفرار وتبرقش (Bailiss & Okonkwo, 1979). تسبب السلالة المعتدلة بقعاً صغيرة مضيئة موجودة داخل بقع كبيرة على الأوراق وقد تبدو الأوراق أحياناً متجعدة ومبرقشة ونادراً ما يتقزم النبات أو تموت ساقه. يصيب الفيروس العديد من المحاصيل في الكثير من البلدان وقد تم حصره على أكثر من 100 نوع من النباتات أحادية وثنائية الفلقة (Horvath, 1978)، ويصيب في الظروف الطبيعية العديد من نباتات الأبصال المزهرة (Thomsen, 1986) وتعتبر النباتات البرية أحد مصادر اللقاح الأولي للفيروس (Horvath, 1996).

يعتبر من أكثر أمراض النبات الفيروسية التي تتمتع بمدى عوائلي واسع جداً. إذ أن هناك أكثر من 400 نوع نباتي تتبع إلى 50 فصيلة من أحادية وثنائية الفلقة من الممكن أن تصاب به. في معظم الحالات تكون الإصابة غير جهازية (Schmelzer, 1957).

طرائق الإنتقال – هناك أكثر من سبعة أنواع من النيماتودا تتبع الجنسين *Trichodorus* و *Paratrichodorus* تنقل هذا الفيروس طبيعياً في أوروبا وشمال أمريكا واليابان (Brown *et al.*, 1989)، ومن أهم أنواع النيماتودا الناقلة له: *P. pachydermus* Seinhorst، *T. primitivus* deMan و *T. similis* Seinhorst, 1963 (Ploeg & Decraemer, 1997). هناك علاقة تخصصية ما بين السلالة الفيروسية والناقل. تستطيع النيماتودا اكتساب الفيروس من الجذور المصابة جهازياً بعد ساعة من التغذية إذ يلتصق الفيروس على جدار القناة الهضمية (Taylor & Robertson, 1970) وخلال تغذيتها يمكن أن تنقله إلى خلايا الجذر. بينما تحتاج بعض سلالات النيماتودا لفترة أطول لاكتساب الفيروس ونقله لكنها تفقده خلال الإنسلاخات. لا يوجد أي دليل على تضاعف الفيروس في جسم الناقل كما أنه لا ينتقل في بيوض النيماتودا (Ayala & Allen, 1968). من الممكن أن ينتقل الفيروس في النباتات المتطفلة مثل الحامول (Schmelzer, 1956).

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس على الشوندر السكري/البنجر في سورية (حاج قاسم، 2002) وفي مصر (Soliman, 2003)، ولا توجد دراسات حول اضراره الإقتصادية في المنطقة العربية وقد يكون انتشاره حالياً في المنطقة العربية محدود جداً.

طرائق الكشف – أمكن الكشف عن الفيروس بواسطة المجهر الإلكتروني (Zhang *et al.*, 1992) وبالاختبارات المصلية مثل اختبار الإدمصاص المناعي بالمجهر الإلكتروني (ISEM) (Gupta *et al.*, 1994) واختبار الإنتشار المزدوج في الآجار واختبار إليزا (Gugerli, 1977). كما يمكن الكشف عنه باستخدام النباتات الدالة، فمثلاً تظهر على نبات *C. amaranticolor* بقع ميتة موضعية وعلى نبات *C. quinoa* بقع ميتة تنتشر بشكل متجانس.

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يعد فيروس خشخشة التبغ من الفيروسات الأساسية التي تصيب الأعشاب والنباتات البرية (Harrison, 1973) وانتشاره في التربة يعود إلى الناقل الذي يفضل الضوء والتربة الرملية أو الترب الخفيفة لذلك يمكن التقليل من الإصابة الفيروسية بزراعة المحاصيل التي لا تعتبر نباتات عائلة للنيماتودا الناقلة، أي تفادي زراعة محاصيل قابلة للإصابة بالنيماتودا في الحقول الموبوءة بالنيماتودا الحاملة للفيروس. ويمكن إتباع طرائق كيميائية لتخفيض كثافة النيماتودا الناقلة حيث تقتل المبيدات النيماتودا أو تثبط كفاءتها في التغذية (Koot & Molendijk, 1997) كما أن وضع طعوم جاذبة للنيماتودا قد تقلل من تغذية النيماتودا على النباتات الحاملة للفيروس (Ploeg *et al.*, 1996).

4.3. فيروس اصفرار الشوندر السكري/البنجر

(*Closteroviridae* عائلة ،*Closterovirus* جنس ،BYV) *Beet yellows virus*

الصفات العامة – وصف الفيروس لأول مرة من قبل Hull (1950) على الشوندر السكري/البنجر في إنكلترا، كما سجل في معظم الدول الأوربية وفي الولايات المتحدة الأمريكية مسبباً خسائر فادحة. جسيمات الفيروس خيطية مرنة، طولها 1350 نانومتراً وقطرها 12 نانومتراً (Rogov *et al.*, 1993)، الحمض النووي الريبي احادي السلسلة (ssRNA) وبنسبة 5% وحجمه يقدر بحوالي 14.5 ألف قاعدة. كما يدخل في تركيب غطاء الفيروس البروتيني نوعان من الوحدات البروتينية: رئيسية حجمها حوالي 22.3 كيلو دالتون وثانوية حجمها 24 كيلو دالتون (Agranovsky *et al.*, 1991). درجة الحرارة المثبطة 55 °س، ومدة التعمير في العصارة يوماً واحداً عند درجة حرارة 20 °س إلا أنه يبقى في العصارة المجمدة لمدة طويلة (Russell, 1970).

ينتشر هذا الفيروس بشكل واسع في معظم مناطق زراعة الشوندر السكري/البنجر بما في ذلك أوروبا وشمال وجنوب أمريكا وآسيا وأستراليا (Duffus, 1973).

أمكن تنقية الفيروس باستخلاصه من العصير النباتي بمحلول اسيتات الامونيوم المنظم الذي يحتوي على EDTA و Triton X100. يرسب الفيروس بالطرد المركزي ويؤخذ الراسب الفيروسي ويمرر على وسادة من السكروز تحتوي على 30% سكروز، بولي ايتلين جليكول، ملح الطعام وبورات الصوديوم. يؤخذ بعدها الراسب الفيروسي، ويحل بمحلول بورات الصوديوم. تتراوح كمية الفيروس المنقاة 15–30 مغ/100 غ أوراق نبات مصابة (Rogov *et al.*, 1993).

الأعراض والمدى العوائلي – للفيروس العديد من السلالات التي تختلف في الأعراض التي تسببها والتي تتراوح مابين الإصفرار المعتدل إلى الإصفر النحاسي إلى تشكل البقع الميتة، كما وتختلف بشراستها على محصول الشوندر السكري/البنجر، وقد وجدت بعض الإختلافات المصلية بين بعض السلالات بينما لا يمكن تمييز بعض السلالات الأخرى مصلياً (Moseley & Hull, 1991).

تظهر الأعراض على الشوندر السكري/البنجر بعد 3–4 أسابيع من الإصابة بالفيروس وتكون على الأوراق الفتية بشكل شفافية عروق أو اصفرار نحاسي لتصبح الأوراق بعدها سميكة شديدة الإصفرار مع بقع ميتة (شكل 1).

يتسم الفيروس بمدى عوائلي ضيق نسبياً، إذ يصيب في الظروف التجريبية حوالي 121 نوعاً نباتياً تتبع 15 فصيلة. معظم الأنواع النباتية تنتمي للفصائل التالية: Aizoaceae، عرف الديك (Amaranthaceae)، القرنفلية (Caryophyllaceae) والسرمقية (Chenopodiaceae) (Duffus, 1973؛ Russell, 1965) ومن أفضل العوائل للمحافظة على الفيروس وإكثاره: الشوندر

السكري/البنجر، *Tetragonia expansa* Murr. و *Claytonia perfoliata* Donn.ex Willd وينصح من أجل تنقية الفيروس بإلقاح نبات *T. expansa* (Kassanis *et al.*, 1977؛ Rogov *et al.*, 1993)، كما ينصح باستخدام حشرات المن الأخضر في تجارب نقل الفيروس إلى النباتات التالية: *Atriplex patula* L.، *Chenopodium album* L. و *Portulaca oleracea* L. (Stevens *et al.*, 1994).

طرائق الإنتقال - ينتقل الفيروس بواسطة 22 نوعاً من حشرات المن بالطريقة شبه المثابرة/شبه الباقية ويعتبر من حيث المبدأ منّ الدراق الأخضر (*Myzus persicae* Suzler) ومنّ الفول (*Aphis fabae* Scopoli) هما الناقلان الطبيعيان الأكثر كفاءة في نقل هذا الفيروس (Kennedy *et al.*, 1962). ويحتفظ من الدراق الأخضر بالفيروس ما بين 24–72 ساعة وتتراوح فترة اكتساب الفيروس ما بين 5–10 دقائق، ولا ينتقل الفيروس إلى نسل الحشرات الناقلة ولا يبقى في حشرة المن بعد الإنسلاخ، ويمكن نقل الفيروس ميكانيكياً لكن بصعوبة، كما أنه لا ينتقل بواسطة البذور أو حبوب اللقاح. ويلعب الشوندر السكري/البنجر أو العلفي المزروع والأعشاب المعمرة مصدراً للإصابة ودوراً مهماً كمصدر للإصابة مما يسهم في انتشار الفيروس لأنه يشتي في نبات *Beta maritime* L. (Duffus, 1973).

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس على الشوندر السكري/البنجر في سورية لأول مرة عام 1998 (حاج قاسم، 2002؛ Mouhanna *et al.*, 2002) وكان واسع الإنتشار في المنطقة الوسطى من سورية وقد وصلت نسبة الإصابة إلى 30–50% في الحقول المختبرة. كما سجل مبكراً في لبنان ووصلت نسبة الإصابة إلى 29.5% (Choueiri *et al.*, 2001؛ Schlösser, 1971) كما سجل أيضاً في مصر (Abdel-Salam *et al.*, 1991؛ Badr, 1986).

لا توجد دراسات في المنطقة العربية حول ما يسببه هذا الفيروس من أضرار على محصول الشوندر السكري/البنجر واقتصرت فقط على الكشف عن الفيروس. ولكن هناك دراسات تظهر أن الخسائر قد تصل إلى 20% (Heathcote, 1978) وتزداد الخسائر في حال الإصابات المختلطة مع فيروسات أخرى (Russel, 1965؛ Smith & Hallsowrth, 1990).

طرائق الكشف – يصعب الكشف عن الفيروس لارتباطه مع فيروس الاصفرار الخفيف للشوندر السكري/البنجر (BMYV) أو مع فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البندر (BWYV) نظراً لأن هذه الفيروسات الثلاث تسبب ظهور أعراض الاصفرار، ويمكن الكشف عن فيروس BYV بواسطة اختبار إليزا باستخدام مصل مضاد (Rogov *et al.*, 1993) ويمكن فحص جذور

أو أوراق الشوندر السكري/البنجر مصلياً، كما أمكن استخدام اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) بنجاح في الكشف عن الإصابة الفيروسية (Choueiri *et al.*, 2001).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – تتضمن الوقاية عملية عزل الحقول المتخصصة بإنتاج جذور الشوندر السكري/البنجر عن محاصيل التقاوي (البذور) بمسافة لا تقل عن 2–3 كم (Whitney & Duffus, 1995)، وإزالة العوائل البديلة للفيروس التي يصيبها، ومكافحة حشرات المن الناقلة، وقد أعطت معاملة البذور بمبيد الحشرات Imidacloprid نتائج أفضل في مكافحة حشرات المن الناقلة وأهمها من الدراق الأخضر وذلك بمعاملة البذور بالمبيد الحشري أو رشه على حشرات المنّ (Dewar *et al.*, 1996). أخيراً يفضل أن يترافق رش المبيدات الحشرية مع الاكتشاف المبكر للمرض، إضافة إلى تقدير نسبة وجود الحشرات داخل المحصول وتكون عملية الرش ضرورية في الحقول التي لم تعامل فيها البذور سابقاً.

5.3. فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر

(*Beet western yellows virus* (BWYV)، جنس *Polerovirus*، عائلة *Luteoviridae*)

الصفات العامة – وصف هذا الفيروس لأول مرة من قبل Duffus (1960، 1961) على الشوندر السكري/البنجر وعلى السبانخ (*Spinacia oleracae* L.)، والفجل (*Raphanus sativus* L.) في كاليفورنيا. ثم وصف المرض في ألمانيا من قبل Burckhardt (1960). تتسم جسيمات الفيروس بكونها كروية متساوية الأبعاد (Isometric) سداسية الأوجه (Hexagonal) قطرها 26 نانومتراً وغير مغلفة، تحتوي على 30% حمض نووي و70% بروتين. درجة الحرارة المثبطة 56 °س لمدة 10 دقائق ومدة التعمير في المختبر 16 يوماً. عرف الفيروس بعدة أسماء منها: اسم فيروس الاصفرار الخفيف للفت (*Turnip mild yellows virus*) في إنكلترا (Watson, 1963) . اعتمدت تسميته بفيروس الاصفرار الغربي على الشوندر السكري/البنجر لأنه يسبب اصفراراً لنباتات الشوندر السكري/البنجر والفجل ولتمييزه عن فيروس الإصفرار الذي ذكر في الفقرة السابقة (فقرة 4.3) (Duffus, 1961). عرف للفيروس سلالات متعددة تختلف فيما بينها من حيث شراستها وإصابتها عوائل نباتية مختلفة. يعتبر فيروس BWYV من الفيروسات الواسعة الإنتشار عالمياً (Lecoq, 1977 ؛Duffus, 1960)، وقد سجلت مؤخراً إصابات مرتفعة على اللفت الزيتي الشتوي في كل من جمهورية تشيكيا وفرنسا وألمانيا وإنكلترا والولايات المتحدة ولم تسجل اختلافات حقيقية في إنتاج البذور بين نباتات اللفت الزيتي المصابة والنباتات السليمة سواء المزروعة في الظروف الحقلية أو المحمية (Walsh *et al.*, 1989)، بينما عند الزراعة في المناطق المحمية تحت أغطية من الشاش وجد أن صنفاً واحداً أبدى انخفاضاً في

الإنتاج بسبب إصابته بالفيروس من بين ثلاثة أصناف من اللفت الزيتي تم اختبارها (Smith & Hinckes, 1985). كما وجد Schröder (1994) في ألمانيا أن إنتاج نبات واحد من أحد خطوط التربية ومن نفس الصنف انخفض 40–53% مقارنة مع النبات السليم. كما وجد في إنكلترا أن النباتات التي تصاب به مبكراً قد تصل الخسارة في إنتاج السكر لأكثر من 50% (Smith *et al.*, 1996).

أمكن تنقية العديد من سلالات هذا الفيروس باستخدام مزيج الكلوروفورم : بيوتانول واتباع الطرد المركزي المفرق ومن ثم محلول السكروز المتدرج الكثافة (Gold & Duffus, 1967).

الأعراض والمدى العوائلي – تظهر أعراض هذا الفيروس بشكل تقزم واصفرار أو بقع صفراء على الأوراق البالغة وخاصةً على حوافها وقممها، مع زيادة سماكتها وهشاشيتها. وتصبح بعض النباتات المصابة بهذا الفيروس أكثر عرضة للإصابة بفطر *Alternaria*، كما تتباين الأعراض الظاهرية التي يسببها بحسب العائل النباتي، فتلاحظ على نباتات اللفت الزيتي احمرار حواف وقمم الأوراق في أواخر الخريف، بينما تتلون الأوراق بوضوح قبل استطالة الساق، ولا تتلون الأوراق الحديثة في أواخر الشتاء وبداية الربيع. يلاحظ اصفرار أو احمرار الأوراق الخارجية لنباتات الفجل وينخفض معدل نموها.

يتسم الفيروس بمدى عوائلي واسع وخاصة ضمن المحاصيل الهامة تجارياً. إذ تبين أنه يصيب أكثر من 146 صنفاً نباتياً حساساً للإصابة والتي تنتمي لحوالي 23 فصيلة من محاصيل وأعشاب متعددة وبشكل خاص نباتات الفصائل ثنائية الفلقة كالفصيلة الصليبية (Brassicaceae) والمركبة (Compositae) والبقولية (Fabaceae)، ومنها نباتات القرنبيط والملفوف والفجل والحمص والفول والخس (Duffus, 1960, 1972)، وكذلك العوائل العشبية البرية كيس الراعي (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) وبقلة الملك (*Fumaria officinalis* L.)، كما سجلت إصابته الطبيعية لعدد من البقوليات البرية في سوريه (Mouhanna *et al.*, 1994) وفي المغرب مؤخراً على الحمص (Fortass *et al.*, 1997). غالباً ما يقضي فترة الشتاء على النباتات العشبية والتي تعتبر عوائل لحشرات المن الناقلة للفيروس وتظهر على أوراقها القديمة أعراض الاصفرار أو الاحمرار مع تقزم النبات وانخفاض معدل نموها. وقد وجدت بعض العوائل الحساسة فقط لفيروس BWYV (Stevens *et al.*, 1994).

طرائق الإنتقال – تنتقل فيروسات الإصفرار بواسطة أنواع محددة من حشرات المنّ بالطريقة الباقية/المثابرة والدوارة غير المتكاثرة (Sylvester, 1980) وتكفي مدة تغذية أقل من ساعة لاكتساب الفيروس (Kyriakou *et al.*, 1983). ومن أهم أنواع حشرات المن الناقلة منّ الدراق الأخضر ومنّ الملفوف (*Brevicoryne brassicae* L.)، ولا تنتقل كل فيروسات الاصفرار بما

فيها فيروس الاصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر ميكانيكياً بمستخلص العصارة المعدية أو بالإحتكاك بين النباتات المصابة والسليمة أو بواسطة البذور وحبوب اللقاح أو بواسطة النباتات الطفيلية كالحامول.

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس في عدد من المناطق العربية وعلى محاصيل مختلفة كالبقولية (Mouhanna *et al.*, 1994) في عدة مناطق من سورية في حين كشف عن هذا الفيروس على الشوندر السكري/البنجر لأول مرة في سورية عام 1998 وفي المناطق ذات الحرارة المرتفعة صيفا. أغلب العينات التي وجد بها هذا الفيروس كانت مصابة بفيروس آخر من فيروسات الاصفرار (حاج قاسم، 2002؛ Mouhanna *et al.*, 2002)، وفي لبنان تراوحت نسبة انتشاره ما بين 4–15.7% في منطقتي البقاع الأوسط والغربي لكن تأثيره على إنتاجية ونوعية المحصول لم تدرس (Choueiri *et al.*, 2001).

طرائق الكشف – أمكن الكشف عن الفيروس بالطرائق المصلية/السيرولوجية ومنها اختبارات إليزا (Lemaire *et al.*, 1995)، اختبار بصمة النسيج النباتي (Choueiri *et al.*, 2001)، كما أمكن رؤية الجسيمات الفيروسية في الأوعية اللحائية، وأمكن الكشف عن هذا الفيروس بتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Fortass *et al.*, 1997؛ Jones *et al.*, 1991).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – توجد صعوبة في الوقاية والحد من انتشار هذا الفيروس نظراً لتعدد مصادر العدوى، وتواجده في العديد من الأعشاب البرية التي تتبع فصائل نباتية مختلفة، وانتقاله بحشرات المنّ. كما لم يؤدي استخدام المبيدات الحشرية في مكافحة الحشرات الناقلة إلى نتائج فعالة في إنكلترا (Hill *et al.*, 1989)، لكن تبين أن الرش المتكرر بالمبيدات الحشرية ضروري للحد من انتشار النواقل الحشرية وأعدادها (Read & Hewson,1988)، لكنها تبقى غير مقبولة من قبل المزارعين للحد من الإصابة الفيروسية، وقد استخدمت المبيدات الحشرية في معاملة البذور لمنع الإصابة المبكرة بالفيروس التي تتم بواسطة حشرات المنّ، وينصح بزراعة الشوندر السكري/البنجر بعيداً عن المحاصيل التي تشكل مصدراً للعدوى، وكذلك الزراعة بمواعيد مختلفة للهروب من الإصابة.

كما تم تحديد صفة المقاومة للفيروس في نباتات الفصيلة الصليبية مثل *Brassica napus* L. sub. sp. *napus* وتحت الظروف الحقلية من قبل Thomas وآخرون (1990). أمكن الحصول على بعض الأصناف المقاومة للفيروس في الولايات المتحدة الأمريكية مثل: US H9، US H 10 و US H 11 والتي تزرع في مناطق انتشاره (Whitney & Duffus, 1995).

6.3. فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر

(*Potyviridae* عائلة ،*Potyvirus* جنس ،BtMV) *Beet Mosaic virus*

الصفات العامة – وصف هذا الفيروس لأول مرة من قبل Robbins (1921). جسيمات الفيروس خيطية الشكل مرنة، طولها 659–770 نانومتراً وقطرها 13 نانومتراً (Hollings & Brunt, 1981) وتتركب من غلاف بروتيني يدخل في تركيبه نوع واحد من الوحدات البروتينية ووزنه الجزيئي 43 كيلو دالتون وحمض نووي ريبي أحادي السلسلة. درجة الحرارة المثبطة 55–60 ^{o}س، ومدة التعمير في العصارة 1–2 يوماً عند درجة حرارة 20 ^{o}س ولمدة عام عند درجة حرارة –20 ^{o}س. عزلت خمس سلالات للفيروس اختلفت في شراستها على محصول الشوندر السكري/البنجر في كاليفورنيا (Shepherd & Till, 1965)، كما تبين عدم وجود أية اختلافات مصلية عند مقارنة خمس سلالات ألمانية (Grüntzig & Fuchs, 1979). ينتشر الفيروس في جميع مناطق زراعة الشوندر السكري/البنجر في العالم (Russell, 1971) وبشكل خاص في المناطق المعتدلة الحرارة.

استندت معظم طرق تنقية الفيروس على الطريقة الموصوفة من قبل Chod و Polak (1969) ومنها المعدلة من قبل Glasa وآخرون (2000) وفيها تطحن أوراق الشوندر السكري/البنجر المصابة في محلول منظم من أسيتات الأمونيوم، ايتلين دي أمين تترا اسيتك اسيد (EDTA)، كبريتيت الصوديوم واليوريا، ويضاف للرائق Triton X-100. يرسب الفيروس ببولي ايتلين جلايكول. يذاب الراسب الفيروسي ببورات الصوديوم ويمرر على وسادة من محلول السكروز المتدرج الكثافة. تصل كمية الفيروس المنقاة بهذه الطريقة من 25–30 ملغ /كغ نسيج نباتي مصاب.

الأعراض والمدى العوائلي – في البداية تشاهد علامات الإصابة على الشوندر السكري/البنجر على بعض الأوراق الداخلية الفتية بشكل بقع صغيرة شاحبة مع تغضن نصل الورقة (شكل 1)، ثم يعقبها حدوث تبرقش مع تغير في اللون إلى الأخضر الباهت وذلك مقابل اللون الأخضر الداكن لنصل الورقة السليمة. تبدو الأعراض على الأوراق المسنة للشوندر بشكل ترقط يتبعه تبرقش ثم موزاييك بالإضافة إلى تشوه الأوراق بعد 7–12 يوماً من الإصابة (Smith, 1937). قد تظهر الأعراض في بداية الإصابة بشكل حلقات مصفرة دائرية على الأوراق الفتية وقد يحدث خلط في التشخيص مع الإصابة بفيروس TBRV، كما تختلف شدة الأعراض بحسب سلالات الفيروس فيسبب لنباتات *Beta maritima* L. و *Melilotus indica* L. اصفرار للعروق أو شكلاً شبكياً مع تشوه الأوراق. ويسبب هذا الفيروس ظهور أعراض الموزاييك على جميع أصناف الشوندر

السكري/البنجر المزروعة سواءً الشوندر الأحمر أو الشوندر السكري/البنجر (Russell, 1971) (شكل 1)، بالإضافة للعوائل العشبية *Chenpodium album* و*Sonchus arvensis* L.

يتسم الفيروس بمدى عوائلي متوسط، إذ يصيب جميع أصناف الشوندر، بالإضافة إلى أنواع عشبية متعددة تنتمي إلى الفصائل التالية: السرمقية (Chenopodiaceae)، الباذنجانية (Solanaceae) والبقولية (Leguminosae)، حيث يصيب في الظروف التجريبية حوالي 30 نوعاً نباتياً، ومن أهم الأعشاب التي يصيبها *C. album*، عرف الديك (*Amaranthus retroflexus* L.)، كيس الراعي (Capsella bursa-pastoris (L.) Medik. بالإضافة إلى السبانخ (Bennett, 1949؛ Russel, 1971).

طرائق الإنتقال – ينتقل الفيروس في الظروف الحقلية بواسطة أكثر من 28 نوعاً من حشرات المنّ بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية (Watson, 1946) ومن أهمها: منّ الدراق الأخضر ومنّ الفول ويعتبران من النواقل الرئيسية للفيروس. إن بقاء الفيروس في الناقل يتحدد بنوع حشرة المنّ فيمكن لمنّ الدراق الأخضر الإحتفاظ بالفيروس كحد أقصى لمدة تقل عن الساعة (Sylvester, 1952)، مما يؤدي إلى تمركز الإصابة الفيروسية على النباتات الموجودة حول مصدر الإصابة الأولية. تعتبر حشرات المنّ المجنحةِ أكثر كفاءة في نقل الفيروس من حشرات المنّ غير المجنحة (Shepherd & Hills, 1970). ينتقل الفيروس بالعدوى الميكانيكية تحت الظروف التجريبية (Murphy *et al.*, 1995) وبواسطة التطعيم، لكنه لا ينتقل عن طريق احتكاك النباتات المصابة بالسليمة أو بواسطة البذور أو حبوب اللقاح.

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس في العراق على الشوندر السكري/البنجر (قاسم، 1981) وأثبتت تجاربه أن الإصابة المبكرة بالفيروس قد سببت انخفاضاً في كمية السكر الكلية والأوزان الرطبة والجافة للمجموع الخضري والجذري مقارنة بالنباتات السليمة (الشاهد) ولم يكن هناك أي تأثير يذكر عند الإصابة المتأخرة بالفيروس (Kassim *et al.*, 1993). كما سجل في مصر على الشوندر السكري/البنجر (Omar *et al.*, 2005؛ Badr, 1986؛ Abdel-Salam *et al.*, 1991)، وفي لبنان كان من أكثر الأمراض الفيروسية انتشاراً على الشوندر السكري/البنجر إذ بلغت نسبته 56.5% من مجموع العينات المصابة والمختبرة (Choueiri *et al.*, 2001) وبالرغم من انتشاره الواسع في لبنان أثبتت التجارب عدم تأثر الإنتاج وحتى في الحقول التي بلغت فيها نسبة الإصابة 90% (شويري، معلومات غير منشورة). كما سجل هذا الفيروس على الشوندر السكري/البنجر في سورية (حاج قاسم، 2002) وعلى نباتات الشوندر السكري/البنجر في فلسطين (Tanne & Antignus, 1983).

طرائق الكشف – تعتبر الطرائق المصلية ومنها اختبارات إليزا وبصمة النسيج النباتي المناعي من أكثر الطرائق المستخدمة في الكشف عن هذا الفيروس وخاصةً بعد إنتاج الأمصال المضادة المتخصصة (Rogov *et al.*,1989, 1991 ؛Porth *et al.*, 1987)، كما يستخدم المجهر الإلكتروني في الكشف عن الأجسام المحتواة المتواجدة في خلايا النباتات المصابة بهذا الفيروس الذي يتبع لجنس *Potyvirus* (Edwardson, 1974). يمكن الكشف عن الحمض النووي الريبي للفيروس بواسطة تقنية RT-PCR (Abdel-Ghaffar *et al.*, 2003).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – يمكن بسهولة الحد من انتشار هذا الفيروس وذلك بعزل حقول إنتاج البذور عن حقول إنتاج جذور الشوندر السكري/البنجر وترك 8–16 كم مسافة عازلة (Shepherd & Hills, 1970)، مع إزالة الأعشاب العائلة للفيروس، وتعد هذه الإستراتيجية في المكافحة أفضل الطرائق التي لاقت نجاحاً كبيراً في غربي أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية للحد من انتشار الفيروس.

7.3. فيروس موزاييك الخيار

***Cucumber mosaic virus* (CMV، جنس *Cucumovirus*، عائلة *Bromoviridae*)**

سجل هذا الفيروس في مصر على الشوندر السكري/البنجر في ثلاثة محافظات (بني سويف والدقهليه والفيوم) وقد سببت الإصابة به زيادة في محتوى الجذور من السكريات المختزله (التي تثبط عملية تبلور السكر اثناء التصنيع) وانخفاض تركيز الكلوروفيل في الأوراق (Soliman, 2003). كما سجل مؤخراً في مناطق زراعة الشوندر السكري/البنجر في سورية وأحتل المرتبة الأولى بين الفيروسات المختبرة (حاج قاسم، 2002). وقد سجل هذا الفيروس على الشوندر السكري/البنجر في الأراضي الفلسطينية (Nitzany, 1975). تتمثل أعراض الفيروس على الشوندر السكري/البنجر بموزاييك وتكرمش واصفرار النباتات المصابة.

بالنسبة للصفات العامة لفيروس CMV، الأعراض والمدى العوائلي وطرائق الانتقال والكشف والوقاية من الفيروس، يمكن للقارئ مراجعة الفصل السابع.

8.3. فيروسات أخرى

هناك بعض الفيروسات القليلة الأهمية في الوقت الحاضر وأشير إلى وجودها في بلد عربي واحد وبدون دراسات مفصلة. في مصر تم تسجيل فيروس تجعد قمة الشوندر السكري/البنجر (BCTV) (Abdel-Salam, 1990)، فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة

وفيروس البقع الحلقية الميتة للخوخ/للبرقوق (Abdel-Salam & El-Shazly, 2002) (BSBMV) (PNRSV) (Abdel-Salam *et al.*, 2006). أما في سورية، فقد تم تسجيل فيروس الاصفرار الخفيف للشوندر السكري/البنجر (BMYV) (Mouhanna *et al.*, 2002) وفيروس الحلقة السوداء في البندورة/الطماطم (TBRV) (حاج قاسم، 2002).

4. أهم الفيروسات التي تصيب قصب السكر في المنطقة العربية

1.4. فيروس موزاييك قصب السكر

***Sugarcane mosaic virus* (SCMV، جنس *Potyvirus*، عائلة *Potyviridae*)**

الصفات العامة – وصف لأول مرة من قبل Brands (1919، 1920) في أمريكا وقد استطاع نقل المرض للنباتات السليمة باستخدام حشرة منّ الذرة *Rhopalosiphum maidis* وميكانيكا بواسطة العصارة من النبات المصاب. يعتبر من أكثر أمراض قصب السكر انتشاراً في مناطق انتاج قصب السكر على مستوى العالم. جسيمات الفيروس خيطية الشكل مرنة يبلغ طولها 750 نانومتراً ويصل قطرها إلى 13 نانومتراً وتتكون من 5–6% حمض نووي ريبي أحادي السلسلة وزنه الجزيئي 2.7–$3.1x10^6$ دالتون ويشكل الادينين 33.5%، اليوراسيل 30%، الجوانين 20.3% والسيتوزين 16.2%. ويتراوح الوزن الجزيئي لوحدة الغطاء البروتيني مابين 28,500–36,500 دالتون. يوجد لهذا الفيروس العديد من السلالات التي تربطها علاقة سيرولوجية وقد تم حصر 17 سلالة للفيروس والتي تنتمي لأربع مجموعات منفصلة (Rao *et al.*, 2003 ؛Abbott, 1961).

تتراوح درجة الحرارة المثبطة للفيروس مابين 50–58 ^{o}س وتتراوح درجة التخفيف القصوى ما بين 10^2 و 10^5 في حين كانت فترة ثبات الفيروس في درجة حرارة الغرفة 1–2 يوم.

أمكن تنقية الفيروس حسب الطريقة الموصوفة من قبل Thomas وآخرون (1997) فبعد معاملة الأوراق بالآزوت السائل تطحن بمحلول الأستخلاص والمكون من بورات وميركابتوايثانول وبعدها يروق الراشح ويضاف له Triton X-100. يرسب الفيروس ثم يمرر على سكروز متدرج الكثافة باستخدام الطرد المركزي عالي السرعة. يعاد تمرير المحلول الفيروسي على كلوريد السيزيوم المتدرج الكثافة ويجمع بعدها الفيروس النقي.

الأعراض والمدى العوائلي – تتباين درجة وضوح الأعراض تبعاً للصنف والظروف البيئية وسلالة الفيروس. وتكون الأعراض على شكل جزر خضراء محاطة بمناطق خضراء باهته أو

صفراء على نصل الورقة. يبدأ ظهور أعراض الموزاييك على الأوراق الفتية والتي بتقدمها في العمر تختفي وتبدو وكأنها طبيعية (شكل 2) في بعض الأصناف يحدث موت داخلي للساق فيتوقف نموها من حيث الثخانة فتصبح رفيعة وهشة. تتكون اجسام محتواة داخلية في خلايا النبات المصاب في المناطق الشاحبة حيث تتكون أجسام أبرية. وبشكل عام غالباً ما تستخدم بادرات الذرة الصفراء كنباتات مفرقة يسهل نقل الفيروس اليها ميكانيكياً وتبدو الأعراض في صورة نقط شاحبة مرتبة طولياً في خطوط في وسط الورقة أو قرب القاعدة.

يصيب هذا الفيروس عدداً كبيراً من نباتات الفصيلة النجيلية فبالأضافة لقصب السكر يصيب نباتات الذرة الشامية والذرة العويجة وذرة المكانس والقمح والشعير والأرز والعديد من الأعشاب النجيلية. يعتبر عموماً النوع *Saccharum officinarum* L. من أكثر أنواع الجنس *Saccharum* قابليه للإصابة، أما النوعان *S. barberi* Jesw.t و *S. robustum* Brandes & Jesw. فهما متوسطا القابلية للإصابة في حين أن النوعين *S. spontaneum* L. و*S. sinense* Roxb. ذات مقاومة أو مناعة للإصابة بالفيروس وذلك حسب نوع السلالة المستخدمة.

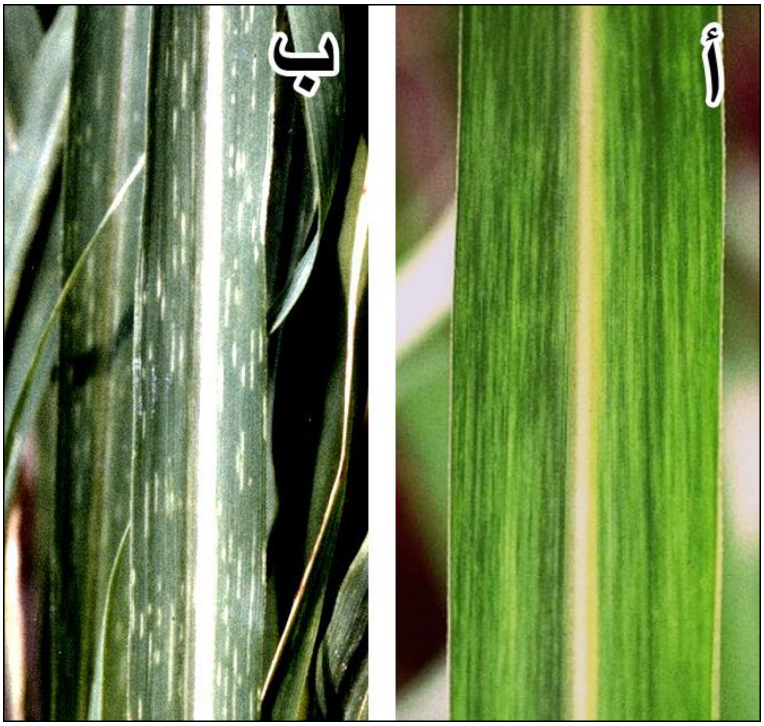
طرائق الإنتقال – يمكن لهذا للفيروس أن ينتقل من النباتات المصابة إلى السليمة بعدة طرق، وجدبأنه ينتقل بواسطة 7 أنواع من حشرات المنّ بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية كمنّ الذرة (*Rhopalosiphum maidis* Fitch)، منّ الخوخ (*Hysteroneura setariae* Thomas)، منّ النجيليات الصغيرة (*Schizaphis graminum* Rondani)، منّ البازلاء الأخضر، منّ الدراق الأخضر، منّ القطن، *Amphorophora sonchi* Oestlund و *Longuinguis sacchari* Zhnt. يعتبر منّ الذرة أكثر هذه الأنواع كفاءة. تحتاج الحشرة بعد تجويعها عموماً إلى فترة تغذية قصيرة 1–2 دقيقة وتظل الحشرة قادرة على نقل الفيروس من 2–6 ساعات ولا توجد فترة حضانة داخل جسم الحشرة.

كما وينتقل عن طريق العقل المصابة وهي إحدى الوسائل الهامة لنقل الفيروس وكذلك ميكانيكياً بواسطة العصارة النباتية المصابة بالفيروس وعن طريق السكاكين التي تتلوث بالفيروس أثناء استخدامها في تقطيع نباتات القصب اثناء الحصاد أو الزراعة. إن نجاح عملية النقل الميكانيكي لفيروس موزاييك قصب السرك تعتمد على عدة عوامل أهمها: فعالية العصارة النباتية المصابة بالفيروس على إحداث الإصابة، قابلية العائل للإصابة، الطريقة المستخدمة في العدوى والظروف البيئية المحيطة بالنباتات بعد عملية العدوى. ولقد وجد أن إضافة بعض المستخلصات النباتية Plant latex (Joshi & Prakash, 1978) أو الحليب (Anzalone, 1962) إلى العصارة النباتية المصابة بالفيروس أدت إلى تثبيط فاعلية الفيروس بشكل كبير. وقد ذكر Anzalone (1962) أن رش النباتات القابله للإصابة بالحليب قبل الإلقاح بمدة 24 ساعة أدت إلى تثبيط حدوث الإصابة.

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – يسبب هذا الفيروس خسارة في محصول قصب السكر تصل إلى 40% (Croft *et al.*, 2000). وقد أدت الإصابة بالفيروس لحدوث خسائر فادحة لمحصول قصب السكر في لويزيانا والارجنتين وبورتريكو في بداية القرن العشرين، وتراوحت الخسائر من 30–40% ووصلت في بعض الاحيان إلى 60–80%. كما سبب هذا الفيروس خسائر في محصول القصب وفي ناتج السكر في مناطق أخرى من العالم (Abbott, 1961؛ Ahmed *et al.*, 1990؛ Farrag 1978؛ Higgy, 1966). وقد ذكر Anwar وآخرون (1992) أن فيروس موزاييك قصب السكر أدى في الباكستان إلى اختزال التفريع بنسبة 16.4% وطول العيدان بنسبة 19.59% وسمك العود بنسبة 7.58% ونقص المحصول الكلي بنسبة 18.71% وخسارة في السكر الناتج بنسبة 13.1%. هناك ما يشير إلى وجود هذا الفيروس في مصر والسودان. ففي مصر تم تسجيل تسعة سلالات من فيروس موزاييك قصب السكر SCMV-A، B-، C-، D-، E-، F-، H-، I-، N- على الذرة الرفيعة *Sorghum bicolor* cv. Co18. (Abd El-Fattah *et al.*, 2004؛ Farrag & Nour, 1983)، وسبعة سلالات على قصب السكر (Abd El-Fattah *et al.*, 2005).

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن هذا الفيروس باستخدام الأمصال المضادة متعددة ووحيدة الكلون بواسطة اختبارات إليزا (Jiang *et al.*, 2003)، والتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Putra *et al.*, 2003).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – إن استخدام الاصناف المقاومة للفيروس هو أفضل طرق الوقاية. كما أن معاملة العقل والبراعم المصابة بالماء الساخن (53– 57.3 °س) ولمدة تراوحت من عدة دقائق إلى نصف ساعة أعطت فعالية في التخلص من الفيروس، وقد وجد أن هناك علاقة عكسية ما بين درجة الحرارة المستخدمة ومدة تعرض العقل للحرارة للتخلص من الفيروس (Benda & Ricaud, 1978). اذ أن تعرض البراعم للحرارة العالية لمدة طويلة لها تأثير سلبي على حيوية البرعم. يمكن إزالة الفيروس من الأجزاء الحاملة له بالمعاملة الحرارية أو بزراعة المرستيم القمي أو باستخدام المعاملة الحرارية وزراعة الانسجة معاً. كما أن اتباع الطرق الزراعية السليمة كإزالة الحشائش النجيلية المصابة والقابلة للإصابة إضافة لمكافحة حشرات المنّ تقلل من الإصابة ومدى انتشار هذا الفيروس.



شكل 2. الأعراض المرضية على أوراق قصب السكر الناتجة من الإصابة بفيروس موزاييك قصب السكر (SCMV) (أ) وفيروس تخطط قصب السكر (SSV) (ب).

2.4. فيروس تخطط قصب السكر

***Sugarcane streak Virus* (SSV، جنس *Mastrevirus*، عائلة *Geminiviridae*)**

الصفات العامة- وصف المرض لاول مرة على قصب السكر في ناتال في جنوب أفريقيا (Storey, 1925)، وكان قد سجل الفيروس على الذرة في ناتال بجنوب أفريقيا قبل ذلك بكثير (Fuller, 1901) وسمي بفيرس تخطط الذرة Maize streak virus (MSV) واعتبر فيروس SSV أحد سلالاته (Bock *et al.*, 1974). إلاّ أن الدراسات الحديثة المبينة على تتابع النيوكليوتيدات في مجين الفيروس تؤكد بأن فيروسSSV هو نوع منفصل عن فيروس MSV. يعتقد أن سبب انتشار هذا المرض على قصب السكر في منطقة ناتال هو الإعتماد على صنف واحد (يوبا) حساس. في عام 1920 كانت جميع حقول منطقة ناتال مصابة بفيروس تخطط قصب السكر إذ تراوحت نسبة الإصابة من 30-75% (Storey, 1924). تم تقدير الخسارة بحوالي 2.5 مليون طن بسبب هذا

الفيروس في الفتره من 1920–1945. ينتشر هذا الفيروس في عدد كبير من دول القارة الأفريقية، الهند وباكستان.

جسيمات الفيروس متساوية الأبعاد تتواجد عادة في أزواج تتراوح أبعادها 30×20 نانومتراً وتحتوي الحمض النووي الريبي المنزوع الأوكسجين أحادي السلسلة، دائري وزنه الجزيئي 0.7×10^6 دالتون يحتوي على 2.76 ألف قاعدة ويشكل الثايمين 28.1%، الغوانين 27.7%، السيتوزين 23.1% والآدنين 23.1%؛ أما الغطاء البروتيني فوزن وحدته الجزيئي 28,000 دالتون (Hayes *et al*., 1988). وقد وجد أن درجة الحرارة المثبطة للفيروس هي 60 ^{o}س ودرجة التخفيف القصوى 1/1000 في حين كانت فترة بقاء الفيروس في درجة حرارة الغرفه 24 ساعة. أظهرت الدراسات السيتولوجية لنباتات قصب السكر المصابة بهذا الفيروس أن أنوية الخلايا المصابة تضخمت وفي بعض الخلايا لوحظ تحطم للغلاف النووي (Ammar, 1994).

سجل على قصب السكر سبعة سلالات لفيروس التخطط على مستوى العالم حتى الآن وهي سلالة نتال SSV-[Nat] وسلالة موريشيوس SSV-[Mauritius] واربعة سلالات في مصر هي سلالة أسوان SSEV-[Asw] وسلالة بني سويف SSEV-[Ben] وسلالة الجيزة SSEV-[Giza] وسلالة المنصورة SSEV-[Man] وسلالة نجع حمادي SSEV-[Naga] وأخيراً سلالة رينيون SSREV (Fauquet & Stanley, 2003).

أمكن تنقية الفيروس باستخلاصه مباشرة من أوراق قصب السكر المصابة، بطحن الأوراق المصابه في محلول منظم فوسفاتي يحتوي على حمض ثيوجليكول، ومن ثم الترويق بإضافة البيوتانول ثم الترسيب بالطرد المركزي فائق السرعة، يليه جمع الراسب وحله في منظم فوسفاتي (Bock & Bailey, 1989).

الأعراض والمدى العوائلي – تظهر أعراض الإصابة بفيروس تخطط قصب السكر على شكل بقع صغيرة مستطيله شبه شفافة أو خطوط موازية لاتجاه عروق الورقة، وغالباً ما يتداخل اثنان أو أكثر من الخطوط جزئياً أو كلياً (شكل 2). تتفاوت أطوال الخطوط من بقع صغيرة أصغر من 1 مم إلى أكبر من 2 سم وتكون الأعراض المميزة للمرض أكثر وضوحاً في الأوراق الحديثة عنه في الأوراق القديمة حيث تكون الخطوط متداخلة وغير واضحة. إن أعراض مرض تخطط القصب سهل التعرف عليها من بين أعراض الأمراض الأخرى التي تصيب القصب إلاّ أن بعض سلالات فيروس موزاييك قصب السكر تنتج عنها أعراض قد تتشابه مع أعراض فيروس تخطط قصب السكر وذلك على بعض من أصناف قصب السكر (Bock & Bailey, 1989).

ينحصر المدى العوائلي لهذا الفيروس في نباتات الفصيلة النجيلية وتعتبر الذرة الصفراء أهم العوائل الحساسة لهذا الفيروس (Pinner *et al*., 1988).

طرائق الإنتقال – لا ينتقل الفيروس ميكانيكياً بواسطة العصارة، ولا بالتطعيم أو باحتكاك النباتات ببعضها البعض، أو بواسطة البذور، أوعن طريق حبوب اللقاح. إن طريقة الإنتقال الوحيدة للفيروس هي بواسطة نطاطات الأوراق *Cicadulina* sp. بالطريقة غير الباقية/ غير المثابرة أو شبه الباقية/شبه المثابرة. ومن أهم الأنواع الناقلة *Cicadulina mbila* Naud، *C. bipunctata* (Melichar) و *C. Bipunctella* (Matsumura) يؤثر انسلاخ الحشرة على نقلها للفيروس، كما أنه لا يتضاعف داخل الحشرة ولاينتقل الفيروس عبرها إلى أجيالها اللاحقة (Ammar *et al.*, 1980؛ Bock & Bailey, 1989).

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – هناك ما يشير إلى وجود هذا الفيروس في مصر والسودان (Plant Viruses online). انتشر هذا الفيروس في مصر بشكل واسع في سنة 1930 على الصنف POJ 105 (Bock & Bailey, 1989). وقد تم تقييم تأثير الإصابة بهذا الفيروس على ثلاثة اصناف من قصب السكر (جيزة 85/37، جيزة 98/47 وجيزة 98/25)، ووجد بأن هناك فقد في نسبة الرطوبه والسكريات المختزلة والغير مختزلة والمحتوى الكلي للكلوروفيل ووزن وطول العيدان ومساحة الورقة ووزن العصير ونسبة السكر في نباتات الأصناف المصابة مقارنة بنباتات نفس الأصناف السليمة وكان هذا الفقد معنوياً (Esh & El-Kholi, 2005). وكذلك أظهرت النباتات المصابة بفيروس SSV زيادة معنوية في نسبة المادة الجافة والنيتروجين والبروتين والفينولات الكلية وكذلك نشاط انزيمي البيروكسيديز والبولي فينول اكسيديز مقارنة بالأصناف السليمة. وكانت أعلى نسبة فقد في نسبة السكر هي في الصنف جيزة 85/37 (48.88%) يليها الصنف جيزة 98/25 (42.8%) ثم الصنف جيزة 98/47 (40.44%) وذلك عند الحصاد مقارنة بالأصناف غير مصابة.

طرائق الكشف – من الممكن الكشف عن الفيروس بنقله بواسطة نطاطات الأوراق *Cicadulina* sp. إلى بادرات الذرة أو أصناف قصب السكر الحساسة، على أن لا تقل فترة تغذية الحشرة على أوراق النبات المصابه لاكتساب الفيروس عن 48 ساعة. يمكن الكشف عن الفيروس بواسطة اختبارات إليزا (Pinner *et al.*, 1988). كما يمكن الكشف عن الفيروس باستخدام طرائق تهجين الحمض النووي وتفاعل PCR وكذلك باستخدام طريقة PCR-ELISA (Shamloul *et al.*, 2001).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – إن استخدام الأصناف المقاومة للفيروس وكذلك تقاوي قصب السكر الخالية من الفيروس هي أفضل الوسائل للحد من انتشار مرض تخطط قصب السكر (Storey, 1924)، فقد كان لاستخدام الأصناف المقاومة (POJ2725، Co281، Co290

و Co310) في ناتال في فترة مابعد 1934 دوراً كبيراً في حل المشاكل التي سببها فيروس تخطط قصب السكر هناك.

5. استنتاجات عامة

تعتبر المحاصيل السكرية من المحاصيل الإستراتيجية في البلدان العربية إلا أنها تعاني من العديد من الأمراض الفيروسية التي اختلفت فيما بينها بنسبة انتشارها والأضرار التي تسببها. فكان فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر (BNYVV) (ريزومانيا) أكثر هذه الأمراض انتشاراً على الشوندر السكري/البنجر. إذ تواجد بكثافة في كل من سورية، لبنان، مصر والمغرب وعلى الأغلب في العراق وكان له تأثيراً سلبياً على إنتاجية الشوندر السكري/البنجر ويعد من أكثر هذه الأمراض الفيروسية صعوبة في التخلص منه ومكافحته إذ فشلت كل المعاملات الزراعية والكيميائية في التأثير على الفيروس والفطر الناقل.

صحيح أن التقدم العلمي في مجال الهندسة الوراثية نجح في انتاج اصناف متحملة وأخرى شبه مقاومة للفيروس إلا أن الخطر ما زال موجودا. والسبب أن للفطر الناقل *P. betae* القدرة على البقاء في التربة بغياب العائل المناسب لمدة تزيد عن 15 عاماً محافظا على حيويته وقدرته على نقل الفيروس، كما له المقدرة على نقل العديد من الأمراض الفيروسية إلى الشوندر السكري/البنجر وغيره من المحاصيل الإستراتيجية مثل فيروسات BSBV، BSBMV و BYV. أضف لذلك الفيروسات الأخرى التي لها مدى عوائلي واسع في المحاصيل الإقتصادية (كالبقوليات والخضروات) الهامة كفيروسات BWYV، CMV و AMV. أما الخطر الكامن فهو احتمال انتشار فيروس BCTV في المستقبل، وهو فيروس ذو مدى عوائلي كبير ينتقل بواسطة حشرة النطاط الموجودة في أغلب البلدان العربية، وهناك العديد من المناطق في العالم تخلت عن زراعة الشوندر السكري/البنجر لعدة سنوات بسبب انتشار هذا الفيروس.

بالرغم ما تمثله هذه الأمراض من خطر يهدد إنتاج محاصيلنا الزراعية فإن برامج المكافحة أو الوقاية من هذه الأمراض أو الحد من أثرها في المنطقة العربية تبدو ضئيلة مقارنة مع حجم الخطر. إذ اقتصرت في أغلبها على تجريب أصناف مدخلة لمعرفة مدى مقاومتها أو تحملها لفيروس ما معتمدين وبشكل كامل على ما توصلت إليه الدول المتقدمة زراعياً من نتائج.

اقتصرت أغلب الدراسات في البلدان العربية على الكشف، عن وجود الفيروسات، إلا أنه لم يتوفر دراسات محلية متعمقة في توصيف هذه الفيروسات المنتشرة في المنطقة العربية إلا في حالات قليلة. لذلك اعتمدنا إلى حد كبير في هذا الفصل على الدراسات المرجعية التي أنجزت خارج البلدان العربية. لذا لابد للأخصائيين في هذا المجال من العمل المشترك لتعميق الأبحاث ولتبادل الخبرات كي يتم في الفترات القادمة سد أغلب هذه الثغرات.

6. المراجع

التقرير السنوي للمحاصيل السكرية في مصر 2002. مجلس المحاصيل السكرية، وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

حاج قاسم أمين عامر.2002. أهم الأمراض الفيروسية المنتشرة على الشوندر السكري في سورية. قبل للنشر في مجلة بحوث حلب. العدد 40.

رقية، نزيه. 1982. إنتاج المحاصيل الحقلية، الجزء الثاني المحاصيل الصناعية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة تشرين، 314 ص.

الشعبي، صلاح، فايز اسماعيل، عبد الرحمن درويش، محمد جمال مندو، سناء نعمان، لينا مطرود وصبحية العربي. 2000. تقصي مسبب مرض الريزومانيا (BNYVV) على الشوندر السكري وأداء أصناف وحيدة الجنين تجاه هذا المرض في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 18: 1-8.

طرابيشي، زكوان؛ غريبو غريبو؛ سائد عرب، ومحمد العساني. 2005. إنتاج المحاصيل الحقلية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب.

قاسم، نبيل عزيز. 1981. دراسات على مرض موزاييك البنجر السكري والسلق والشوندر في محافظة نينوى، رسالة ماجستير، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق.

الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية.2005. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الإنتاج النباتي، مجلد 25، جدول 41.

مهنا، أحمد محمد، كريكور لانكن وإيكارت شلوسير. 2007. بعض الأعشاب كعائل مناوب لفيروس الشوندر المنقول بالتربة (BNYVV) وفيروس نكرزة واصفرار عروق الشوندر (BSBV) وللناقل *Polymyxa betae*. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 66-67.

Abbott, E.V. 1961. Mosaic. Pages 407-430. In: Sugarcane diseases of the world. J.P. Martin, E.V. Abbott and C.G. Hughes (eds.). Vol. 1 Elsevier, Amsterdam.

Abd El-Fattah, A.I., A.S. Sadik, M.M. El-Kholi and M.A. Madkour. 2005. Identification of Sugarcane Mosaic Potyvirus Strains in Egypt. International Journal of Virology, 1: 21.

Abd El-Fattah, A.I., A.S. Sadik, M.M. El-Kholi, I.A. Abdel-Hamid and M.A. Madkour. 2004. Identification of Sugarcane Mosaic Potyvirus Strains in Egypt. Egyptain Journal of Virology, 1: 195-214

Abdel-Ghaffar, M.H., M.L. Salama and S.Y.M. Mahmoud. 2003. Electron microscopy, serological and molecular studies on an Egyptian isolate of beet mosaic Potyvirus. Annals Agriculture Sciences, Ain Shams University, Cairo, 48(2).

Abdel-Salam, A.M. 1990. Mechanical transmission of two Egyptian isolates of beet curly top and tomato leaf curl viruses. Bulletin Faculty of Agriculture, University of Cairo, 41: 825-842.

Abdel-Salam, A.M. and M.A. El-Shazly. 2002. Occurence of rhizomania of sugar beet in Egypt associated with beet necrotic yellow vein benyvirus infection. Arab Journal of Biotechnology, 5: 135-150.

Abdel-Salam, A.M., M.A. El-Shazly, A. Manal, A.M. Abdelkader and S. Hyam. 2006. Beet necrotic ringspot virus, a new ilarvirus infecting sugarbeet in Egypt. Biological, biochemical, serological, and genomic studies. Arab Journal of Biotechnology, 9: 395-414.

Abdel-Salam, A.M., S. El-Nagar and A.H. Amin. 1991. Characterization of three aphids transmitted viruses infecting sugarbeet plants in Egypt. In: Abstract book of the 4th Conference Pests and Vegetable, Fruit Disease in Egypt, October 1991, Ismailia, Egypt.

Abe, H. 1987. Studies on the ecology and control of *Polymyxa betae* Keskin, as fungal vector of the causal virus BNYVV of rhizomania disease of sugar beet. Report of the Hokkaido. Prefectural Agricultural Experiment station No 60.

Abe, H., and T. Tamada. 1986. Association of beet necrotic yellow vein virus with isolates of *Polymyxa betae* Keskin. Annals of the Phytopathoogical Society of Japan, 52: 253-247.

Agranovsky, A., A. Boyko and N. Lumina. 1991. Nucleotide sequence of beet yellows closterovirus RNA genome. Journal of General Virology, 72: 15-23.

Ahmed, M., M.B. Liyas and M.A.R. Bahatti. 1990. Effect of sugarcane mosaic virus on yield and quality of planted and ratoon crop of sugarcane. Pakistan Journal of Phytopathology, 2: 63-67.

Al Musa, A.M. and G.I. Mink. 1981. Beet necrotic yellow vein virus in North America. Phytopathology, 71: 773-776.

Ammar, E.D. 1994. Cytopathology and Ultrastructure of some African Isolates of Maize Streak and Sugarcane Streak Viruses. Journal of Phytopathology, 141: 153-158.

Ammar, E.D., M.T. Kira and A.E. Abul-Ata. 1980. Natural Occurrence of Steak and Mosaic Diseases on Sugarcane Cultivars at Upper Egypt and Transmission of Sugarcane Streak by *Cicadulina. bipunctella-zeae* China. Egypt Journal of Phytopathology, 12: 21-26.

Anwar, M.S., M.S. Mirza, M. Ahmed and F. Muhammad. 1992. Effect of sugarcane mosaic virus on cane and yield. Journal of Agricultural Research Lahore, 30: 513-516.

Anzalone, L. 1962. Inhibition of sugarcane mosaic virus by milk. Plant Disease Reporter, 46: 213-215.

Asher, M.J.C. 1993. Rhizomania. Pages 311-346. In: The Sugar Beet Crop: Science into Practice. D.A. Cooke and R.K. Scott (eds.). London, UK: Chapmann and Hall.

Ayala, A. and M.W. Allen. 1968. Transmission of the California tobacco rattle virus, CTRV by three species of the nematode genus Trichodorus. Journal of Agriculture, University of Puerto Rico, 52: 101-125.

Badr, A.E. 1986. Studies on some sugar beet virus diseases. PhD. Thesis in Plant Pathology Department, Cairo University. 137 pp.

Bailiss K.W. and V.N Okonkwo. 1979. Isolation of sap-transmissible viruses from spinach (*Spinacia oleracea* L.). Phytopathologische Zeitschrift, 96: 146-155,

Barbarossa, L., H.J. Vetten, A. Kaufmann, D.-E. Lesemann and R. Koenig. 1992. Monoclonal antibodies to beet soil-borne virus. Annals of Applied Biology, 121: 143-150.

Benda, G.T.A. and C. Ricaud. 1978. The use of heat treatment for sugarcane disease control Proceeding of International Society Sugarcane Technologists, 16: 483-496.

Bennett, C.W. 1949. Some unreported host plants of sugar beet mosaic virus. Phytopathology, 39: 669-672.

Blunt, S.J., M.J.C. Asher and C.A. Gilligan. 1991. Infection of sugar beet by *Polymyxa betae* in relation to soil temperature. Plant Pathology, 40: 257-267.

Bock K.R., E.J. Guthrie and R.D. Woods 1974. Purification of Maize Streak Virus and its Relationship to Viruses Associated with Streak Diseases of Sugarcane and Panicum Maximum. Annals Applied Biology, 77: 289-296

Bock, K.R. and R.A. Bailey 1989. Streak in diseases of sugarcane. Pages 323–332. In: Major diseases C. Ricaud, B.T. Egan, A.G. Gillaspie Jr., and C.G. Hughes (eds.). Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam, The Netherlands.

Brands, E.W. 1919. The mosaic disease if sugarcane and other grasses. U.S. Department Bulletin, 829-855.

Brands, E.W. 1920. Artificial and insect transmission of sugarcane mosaic. Journal Agriculture Research, 19: 131-138.

Bremer, K., L. Hiltunen and J. Valkonen. 1990. Survey of soil-borne virus diseases of sugar beet in finland and Estonia. Pages 17-20. Schriftenreihe der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft (Germany, F.R.), Stuttgart (Germany, F.R.), Ulmer, 1990.

Brown, D.F., A.T. Ploeg and D.J. Robinson. 1989. The associaton between serotypes of tobraviruses and Trichodorus and Paratrichodorus species. OEPP/EPPO Bulletein, 19: 611-617.

Burckhardt, F. 1960. Untersuchungen über eine viröse Vergilbung der Stoppelrübe. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt Berlin-Dahlem, 99: 84-96.

Canova, A. 1959. Appunti di patologie della barbabietola. Informatore Fitopatologico, 9: 390-396.

Chod, J. and Z. Polak. 1969. Investigation of the inhibitory ability of the sap of various tulip varieties to Tulipa virus. Biologia Plantarum, 11: 324327

Choueiri, E., H. Younis, A. Saad, S. Issa, L. Hanna, S. Hajj Hassan and T. El Tackach. 2001. Occurrence and distribution of sugar beet viruses in Lebanon. Phytopathologia Mediterranea, 40: 260-264.

Choueiri, E., S. Haj Hassan, S. Issa and T. El Tackach. 1999. Inventaire des maladies virales de la betterave sucrière au Liban, resultants preliminaries. Syrian Lebanese Scientific Meeting, Damascus, Syria, 1999.

Croft, B., R. Magarey and B. Whittle. 2000. Disease Management. Pages 263-289. In: Mannual of cane growing, Hogarth and. Allsopp. Brisbane.

Dewar, A.L., L. Haylock and P. Ecclestone. 1996. Strategies for controlling virus yellows in sugar beet. British Sugar Beet Review, 64: 44-48.

Duffus, J.E. 1960. Radish yellows, a disease of radish, sugar beet, and other crops. Phytopathology, 50: 389-394.

Duffus, J.E. 1961. Economic significance of beet western yellows (radish yellows) on sugar beet. Phytopathology, 51: 605-607.

Duffus, J.E. 1972. Beet western yellows virus. Descriptions of plant viruses. No. 89. CMI/AAB, Kew, Surrey, England.

Duffus, J.E. 1973. The yellowing virus diseases of beet. Advances in Virus Research, 18: 347-382.

Duffus, J.E. 1988. Soil-borne viruses of the rhizomania complex. Vth International Congress of Phytopathology, Kyoto, Abstract. S. 452

Edwardson, J.R., 1974. Some proprties of potato virus Y-group. Florida Agricultural Experiment Stations Monograph Series, 4: 398.

Esh, A.M.H. and M.M.A. El-Kholi 2005. Influence of Sugarcane Streak Mastrevirus"SSV" on Metabolic Activity, Yield and Sucrose in cane. Egypt Journal Agriculture Research, 83: 1415-1430.

Farrag, S. H. 1978. Studies on mosaic disease of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). Ph.D Thesis, Tamil Nadu Agriculture University, Combator, India, 105 pp.

Farrag, S. H. and A. H. Nour. 1983. Studies on sugarcane mosaic virus. 1. Strains of Sugarcane mosaic virus in Egypt. International Society of Sugar Cane Technologists. 18: 836-843.

Fauquet, C. M. and J. Stanley. 2003. Geminivirus classification and nomenclature: progress and problems. Annals Applied Biology, 142: 165-189.

Fortass, M., F. Van der Wilk, J.F.J.M. van den Heuvel and R.W. Goldbachm. 1997. Molecular evidence for the occurrence of beet western yellows virus on chichpea in Morocco. European Journal of Plant Pathology, 103: 481-484.

Friedt, W., F. Ordon and R. Götz. 1990. Genetics of resistance to the “barley yellow mosaic virus complex” and present status of breeding. Pages 117-120. In: Proceedings of the 1st Symposium of International Working Group Plant Viruses with Fungal Vectors, Braunschweig, Germany, August 21-24.

Fujisawa, I. and T. Sugimoto. 1976. Transmission of beet necrotic yellow vein virus by *Polymyxa betae*. Annals of the Phytopayhological Society of Japan, 43: 583-586.

Fuller, C. 1901. Mealie variegation. In: 1st Report of the Government Entomologist, Natal, 1899-1900.

Glasa, M., Z. Subr, F. Ciampor and O. Kudela. 2000. Some properties of a beet mosaic virus isolate from western Slovakia. Biologia, Bratislava, 55: 85-89.

Gold, A.H. and J.E. Duffus. 1967. Infectivity neutralization – a serological method as applied to persistent viruses of beets. Virology, 31: 308-313.

Grüntzig, M. and E. Fuchs. 1979. Comparison of isolates of beet mosaic virus. Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz, 15: 225-232.

Gugerli, P. 1977. Investigations on a serological test for tobacco rattle virus in potato. Phytopathologische Zeitschrift, 89: 317-329

Gupta, V.P., I.D. Garg and Q.A. Naqvi. 1994. Immunosorbent electron microscopic studies on a tobamovirus causing brinjal necrotic mosaic. Acta Virologica, 38: 43-45.

Harrison, B.D. 1973. Tobacco rattle virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses. No. 12.

Harveson, R.M., C.M. Rush and T.A. Wheeler. 1996. The spread of beet necrotic yellow vein virus from point of source inoculations as influenced by irrigation and tillage. Phytopathology, 86: 1242-1247.

Hayes, R.J., H. MacDonald, R.H.A. Coutts and K.W. Buck. 1988. Priming of complementary DNA synthesis in vitro by small DNA molecules tightly bound to virion DNA of wheat dwarf virus. Journal of General Virology, 69: 1345-1350.

Heathcote, G.D. 1978. Review of losses caused by virus yellows in English sugar beet crops and the cost of partial control with insecticides. Plant Pathology, 27: 12-17.

Heidel, G.B., C.M. Rush, T.L. Kendall, S.A. Lommel and R.C. French. 1997. Characterization of beet soilborne mosaic virus, a furo-like virus infecting sugar beet. Plant Disease, 81: 1070-1076.

Heijbroek, W. 1989. The development of rhizomania in two areas of the Netherlands and its effect on sugar beet growth and quality. Netherlands Journal Plant Pathology, 95: 27-35.

Henry, C.M. and L.M. Hutchinson. 1989. Beet soil-borne virus and other beet viruses. Aspects of Applied Biology, 22: 109-116.

Henry, C.M., R.A.C. Jones and R.H.A. Coutts. 1986. Occurence of a soil-borne virus of sugar beet in England. Plant Pathology, 35: 585-591.

Higgy, A.H. 1966. Studies on streak and mosaic disease of sugarcane. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Assiut University, Egypt. 103 pp.

Hill, S.A. 1989. Sugarbeet rhizomania in England. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 19: 501-508.

Hill, S.A., A. Lane and N.V. Hardwick. 1989. The incidence and importance of beet western yellows virus in oilseed rape. Aspects of Applied Biology, 23: 311-318.

Hillman, U. 1984. Neue Erkenntnise uber die Rizomania an Zuckerruben mit besonderer Berucksichtigung Bayerischer Angaugebiete. Diss. Univ. Giessen; 56-60.

Hollings, M. and A.A. Brunt. 1981. Potyviruses. Pages 731-807. In: Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis. E. Kurstak (ed.). Amsterdam, North Holland: Elsevier.

Horvath, J. 1978. New artificial hosts and non-hosts of plant viruses and their role in the identification and separation of viruses III. Tobravirus group: tobacco rattle virus. Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 13: 51-55.

Horvath, J. 1996. Ornamental Physalis species as perennial virus hosts. Acta Horticulturae, 432: 204-210

Hull, R. 1950. Assessment of losses in sugar beet due viruses yellows in Great Britain Bulletin of the Ministry of Agriculture and Fisheriesng, London 142, 52 pp.

Ivanoviç, M. and I. Macfarlane. 1982. A tubular virus associated with infection of sugar beet by *Polymyxa betae*. Annals report of Rothamsted Experimental Station for 1981, 190-191.

Jiang, J. X., Z.X. Chen and X.P. Zhou. 2003. Production of a Monoclonal Antibody to *Sugarcane mosaic virus* and its Application for Virus Detection in China Journal of Phytopathology, 151: 361–364.

Jones, T.D., K.W. Buck and R.T. Plumb. 1991. The detection of beet western yellows virus and beet mild yellowing virus in crop plants using the polymerase chain reaction. Journal of Virological Methods, 35: 287-296.

Joshi, R.D. and J. Prakash. 1978. Screening latex from some plants for there suitability as sugarcane mosaic virus inhibitor. Sugarcane Pathology. Newsletter l., 9A: 6-8.

Kassanis, N.A., J.M. Carpenter, R.F. White and R.D. Woods. 1977. Purification and some properties of beet yellowsvirus. Virology, 77: 95-100.

Kassim, N.A., M.K. Al-Mallah and N.A. Ramadan. 1993. Susceptility of some varieties of sugar beet to Beet Mosaic Virus, Arab Univ. Journal Agriculture, Ain Shams University, Gairo, 1: 89-95.

Kennedy, J.S., M.F. Day and V.F. Eastop. 1962. A conspectus of aphids as vectors of plant viruses, London, Commonwealth Institute of Entomology, 53 pp.

Koenig, R., D.-E. Lesemann and W. Burgermeister. 1984. Beet necrotic yellow vein virus: Purification, preparation of antisera and detection by means of ELISA, Immunosorbent Electronmicroscopy and Electro–Blot immunoassay. Phytopathology Zeitschrift, 111: 244 – 250.

Koenig, R., W. Burgermeister, H. Weich, W. Sebald and C. Kothe. 1986. Uniform RNA patterns of beet necrotic yellow vein virus in sugar beet roots, but not in leaves from several plant species. Journal of General Virology, 67: 2043-2046.

Koot, P.A.C. and L.P.G. Molendijk. 1997. Granulates in light marine loamy soils are not effective against Trichodorus. Damage is only slightly diminished. PAV Bulletin Vollegrondsgroenteteelt, No. Februari: 20-23.

Kyriakou, A., R.C. Close and J.W. Ashby. 1983. A strain of beet western yellows virus in Canterbury, New Zealand. New Zealand Journal of Agricultural Research, 26: 271-277.

Lecoq, H. 1977. Caractérisation d'une nouvelle maladie de la laitue en France due à un virus du groupe du Beet western yellows virus. Annals of Phytopathology, 9: 98.

Lemaire, O., E. Herrbach, M. Stevens, Y. Bouchery and H.G. Smith. 1995. Detection of sugar beet-infecting beet mild yellowing luteovirus isolates with a specific RNA probe. Phytopathology, 85: 1513-1518.

Lesemann, D.E. and R. Koenig. 1988. Bodenbürtige Viren von Zuckerrüben mit ähnlicher Partikellänge wie das Rizomaniavirus, aber fehlender serologischer Verwandtschaft. Mitt. BBA 245, 469

Lesemann, D-E, R. Koeing, K. Lindesten and C. Henry. 1989. Serotypes of beet soil-borne furovirus from FRG and Sweden. Bulletin EPPO/EPPO Bulletin, 19: 539-540.

Li, Y., A. Kaufmann, R. Koenig, E. Breyel, E. Maiss, P. Lueddecke, U. Commandeur and D.E. Lesemann. 1990. Beet Soil-Borne Virus: Electrophoretic patterns of ssRNAs and ds RNAs and Preparation of cDNA clones. Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, BBA, Germany Proceeding of the First Symposium of the International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors, Germany August 21-24. (156 p)

Lindsten, K. 1989. Investigations concerning soil-borne viruses in sugarbeet in Sweden. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 19: 531-537.

Mahmoud, S.Y.M. and M. Hashem. 2005. Occurrence and spread of sugar beet Rhizomania caused by Beet Necrotic Yellow Vein Benyvirus in some governorates of Egypt. International Journal of Virology, 1: 223-238.

Moseley, J. and R. Hull. 1991. Comparison of eight isolates of beet yellows virus by filter hybridization and enzyme–linked immunosorbent assay. Annals of Applied Biology, 118: 605-613.

Mouhanna, A.M. 2001. Rizomania: Untersuchungen zur Epidemiologie und zur Systemisch Aktivierten Resistenz (SAR) bei der Zuckerrübe. Diss. Fachverlag Koehler, Giessen. (236 S.) ISBN 3-934229-91-3.

Mouhanna, A.M. and E. Schlösser. 1998. Effect of BION® on the viruses and their vector in rizomania of sugar beets. Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, University of Gent 63 (3b), 977-982

Mouhanna, A.M., A. Nasrallah, G. Langen and E. Schlösser. 2002. Surveys for Beet Necrotic Yellow Vein Virus (the cause of Rhizomania), other Viruses, and Soil-borne Fungi Infecting Sugar Beet in Syria. Journal of Phytopathology, 150: 657-662.

Mouhanna, A.M., K.M. Makkouk and I. Ismail. 1994. Survey of virus diseases on wild and cultivated legumes in the coastal region of Syria. Arab Journal Plant Protection, 12: 12-19.

Murphy, F.A., C.A. Fauquet, D.H.L. Bishop, S.A. Ghabrial, A.W. Jarvis, G.P. Martelli, M.A. Mayo and M.D. Summers. 1995. Virus taxonomy: classification and nomenclature of viruses. Sixth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Virus taxonomy: classification and nomenclature of viruses. Sixth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses., viii + 586 pp.; [Archives of Virology, Supplement 10]

Mutasa, S.E., D.M. Chwarszczynska and M.J.C. Asher. 1996. Single-tube, nested PCR for the diagnosis of *Polymyxa betae* infection in sugar beet roots and colorimetric analysis of amplified products. Phytopathology, 86: 493-497.

Mutasa, S.E., D.M. Chwarszczynska, M.J. Adams, E. Ward and M.J.C. Asher. 1995. Development of PCR for the detection of Polymyxa betae in sugar beet and its application in field studies. Physiological and Molecular Plant Pathology, 47: 303-313.

Mutasa, S.E., E. Ward, M.J. Adams, C.R. Collier, D.M. Chwarszczynska and M.J.C. Asher. 1993. A sensitive DNA probe for the detection of Polymyxa betae in sugar beet roots. Physiological and Molecular Plant Pathology 43: 379-390.

Nitzany, F.E. 1975. Cucumber mosaic virus. Phatopathologia Mediterranea, 14: 16-20.

Omar, R.A., S.A. Sidaros, S.A. El-Kewey, Hayam S. Abd El-Kader, A.A. Deif and J.M. Abass. 2005. Biological and Serological Studies on Beet Mosaic Potyvirus (BtMV) in Egypt. International Journal of Virology, 1: 17.

Payne, P.A. and M.J.C. Asher. 1990. The incidence of *Polymyxa betae* and other fungal root parasites of sugar beet in Britain. Plant Pathology, 39: 443-451.

Pinner, M.S., P G. Markham, R.H. Markham and E. L. Dekker. 1988. Characterisation of maize streak virus: description of strains, symptoms. Plant Pathology, 47: 74-87.

Ploeg, A.T. and W. Decraemer. 1997. The occurrence and distribution of trichodorid nematodes and their associated tobraviruses in Europe and the former Soviet Union. Nematologica, 43: 228-251.

Ploeg, A.T., D.J. Robinson and D.J.F. Brown. 1993. RNA-2 of tobacco rattle virus encodes the determinants of transmissibility by trichodorid vector nematodes. Journal of General Virology, 74: 1463-1466.

Ploeg, A.T., F.C. Zoon, J.de. Bree and C.J. Asjes. 1996. Analysis of the occurrence and distribution of tobacco rattle virus in field soil and disease in a subsequent tulip crop. Annals of Applied Biology, 129: 461-469.

Porth, A., D.E. Lesemann and H.J. Vetten. 1987. Characterization of potyvirus isolates from West African yams (*Dioscorea* spp.). Journal of Phytopathology, 120: 166-183.

Prillwitz, H. 1993. Untersuchungen zur Rizomania an Zuckerrüben, mit besonderer Berücksichtigung des beet soil-borne virus (BSBV). Dissertation, Univ. Gießen. 167 pp.

Putra, L.K., H.J. Ogle, A.P. James and P.J.L. Whittle. 2003. Distribution of Sugarcane mosaic virus in sugarcane plants. Australasian Plant Pathology, 32: 305-307.

Putz, C., D. Merdinoglu, O. Lemaire, G. Stocky, P. Valentin and S. Wiedemann. 1990. Beet necrotic yellow vein virus, causal agent of sugar beet rhizomania. Review of Plant Pathology, 69: 247-254.

Putz, C., M. Pinck, C. Fritsch and L. Pinck. 1983. Identification of the 3́ - and 5́ - ends of beet necrotic yellow vein virus RNAs. FEBS Letters, 156: 41-46.

Putz, C., M. Wurtz, D. Merdinoglu, O. Lemaire and P. Valentin. 1988. Physical and biological properties of beet necrotic yellow vein virus isolates. Pages 83-97. In: Viruses with Fungal Vectors. J.I. Cooper and M.J.C. Asher (eds.). Developments in Applied Biology 2, Association of Applied Biologists, Wellesborne.

Rao, G.P., R.K. Gaur and M. Singh. 2003. Distribution and serological diagnosis of sugarcane mosaic potyvirus in India. Sugarcane International, 1: 6-11.

Read, M.A. and R.T. Hewson. 1988. Prevention of beet western yellows virus (BWYV) in winter oilseed rape by control of aphid vectors with deltamethrin. Brighton Crop Protection Conference. Pests and Diseases, 989-997.

Richards, K.S. and T. Tamada. 1992. Mapping functions on the multipartite genome of Beet necrotic yellow vein virus. Annals Review of Phytopathology, 30: 291-313.

Robbins, W.W. 1921. Mosaic disease of sugar beet. Phytopathology, II: 349-365.

Robinson, D.J. 1983. RNA species of tobacco rattle virus strains and their nucleotide sequence relationships. Journal of General Virology, 64: 657-665.

Rogov, V.V., A.F. Bobkova, A.V. Karasev, A.A. Agranovsky and N.I. Gorbunova. 1989. Diagnosis of sugar beet mosaic virus by immunosorbent assay. Doklady Vsesoyuznoi Ordena Lenina i Ordena Trudovogo Krasnogo Znameni Akademii Sel'skokhozyaistvennykh Nauk im. V.I. Lenina, 8: 7-10.

Rogov, V.V., A.V. Karasev and A.A. Agranavsky. 1993. Purification and some properties of an isolate of beet yellows Virus from Ukraine. Phythopathology, 137: 79-88.
Rogov, V.V., A.V. Karasev, A.A. Agranovsky and N.I. Gorbunova. 1991. Characterization of an isolate of beet mosaic virus from South Kazakhstan. Plant Pathology, 40: 515-523.
Russell, G.E. 1965. The host range of English isolates of beet yellowing viruses. Annals of Applied Biology, 55: 245-252.
Russell, G.E. 1970. Serological and host range evidence for the occurrence of beet western yellows virus in Europe CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses
Russell, G.E. 1971. Beet mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses. No. 53.
Rysanek, P., G. Stocky, A. Haeberlé and C. Putz. 1992. Immunogold labeling of beet necrotic yellow vein virus particles inside its fungal vector, *P. betae* K. Agronomie, 12: 651-659.
Saito, M., T. Kiguchi and T. Tamada. 1997. Nonradioactive, digoxigenin-labelled DNA probes for the detection of five RNA species present in beet necrotic yellow vein virus. Bulletin of the Research Institute for Bioresources, Okayama University, 5: 79-96.
Schlösser, E. 1971. The Beet yellow virus in Lebanon. PhytoPathology Mediterranea, 10: 213-214.
Schmelzer, K. 1956. Beitraege zur Kenntnis der Uebertragbarkeit von Viren durch Cuscuta-Arten. Phytopathologische Zeitschrift 28: 1-56.
Schmelzer, K. 1957. Untersuchungen ueber den Wirtspflanzen des Tabakmauche-virus. Phytopathologische Zeitschrift 30: 281-314.
Schröder, M. 1994. Investigations on the susceptibility of oilseed rape (*Brassica napus* L., ssp. napus) to different virus diseases. Journal of Plant Diseses and Protection, 101: 576-589.
Seinhorst, J.W. 1963. A redescription of the male of *Trichodorus primitivus* (De Man), and the description of a new species *T. similis*. Nematologica, 9: 125–130
Shamloul A.M., N.A. Abdallah, M.A. Madkour and A. Hadidi. 2001. Sensitive detection of the Egyptian species of sugarcane streak virus by PCR-probe capture hybridization (PCR-ELISA) and its complete nucleotide sequence. Journal of Virological Methods, 92: 45–54.
Shepherd, R.J. and B.B. Till. 1965. Effect of strains of the beet mosaic virus on the yield of sugarbeets. Plant Disease Reporter, 49: 961-963.
Shepherd, R.J. and F.J. Hills 1970. Dispersal of beet yellows and beet mosaic viruses in the inland valleys of California. Phytopathology, 60: 798-804.
Smith, H.G. and J.A. Hinckes. 1985. Studies on beet western yellows virus in oilseed rape (Brassica napus ssp. oleifera) and sugar beet. Annals of Applied Biology, 107: 473-484.
Smith, H.G. and P.B. Hallsworth. 1990. The effects of yellowing viruses on yield on sugar beet in field trials, 1985-1987. Annals of Applied Biology, 116: 503-511.
Smith, I.M., D.G. McNamara, P.R. Scott and M. Holderness. 1996. Quarantine Pests for Europe. 2nd edition, vii-1425 pp. Wallingford, UK: CAB International in association with EPPO.
Smith, K.M. 1937. A Textbook of Plant Virus Diseases. London, UK: J & A Churchill, Ltd. Pages 37-38.
Soliman, M.S.M. 2003. Effect of interaction between viral infection and fungal root rot diseases on sugar beet plants. M.Sc. thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University 153 pp.
Stevens, M., H.G. Smith and P.B. Hallsworth. 1994. The host range of beet yellowing viruses among common arable weed species. Plant Pathology, 43: 579-588.
Storey, H.H. 1924. The transmission of a new plant virus disease by insects. Nature, 144: 245.
Storey, H.H. 1925. The transmission of streak virus of maize by the leafhopper Balclutha mbila Naude. Annals of Applied Biology 12: 422–439
Sylvester, E.S. 1952. Comparative transmission of beet-mosaic virus by four aphid species. Phytopathology, 42: 252- 254.
Sylvester, E.S. 1980. Circulative and Propagative virus transmission by aphids. Annals Revue of Entomology, 25: 257-286.

Tamada, T. and T. Baba. 1973. Beet necrotic yellow vein virus from rhizomania affected sugar beet in Japan. Annals Phytopathology Society Japan, 39: 325-332.

Tamada, T., H. Abe and T. Baba. 1971. A virus isolated from sugar beet showing rhizomania like symptoms and its transmission in Soil. Bulletin Sugar Beet Research, 13: 179-186.

Tamada, T., Y. Shirako, H. Abe, M. Saito, T. Kiguchi and T. Harada. 1989. Production and pathogenicity of isolates of beet necrotic yellow vein virus with different numbers of RNA components. Journal of General Virology, 70: 3399-3409.

Tanne, E., Y. Antignus. 1983. Beet wetern yellows virus. Phtoparasitica, 11: 235.

Taylor, C.E. and W.M. Robertson. 1970. Location of Tobacco Rattle Virus in the Nematode Vector, *Trichodorus pachydermus* Seinhorst. Journal of General Virology 6: 179-182.

Thomas, J.E., A.D.W. Geering, C.F. Gambley, A.F. Kessling and M. White. 1997. Purification, Properties, and Diagnosis of Banana Bract Mosaic Potyvirus and Its Distinction from Abaca Mosaic Potyvirus. Phytopathology, 87: 698-705.

Thomas, P.E., D.W. Evans, L. Fox and K.D. Biever. 1990. Resistance to beet western yellows virus among forage brassicas. Plant Disease, 74: 327-330.

Thomsen, A. 1986. Soil-borne viruses in flower bulbs. Vaxtskyddsnotiser, 50: 126-129.

Tosic, M., D. Sutic and M. Milovanovic. 1985. Investigations of sugar beet rhizomania in Yugoslavia. Pages 432-445. In: Proceedings of the 48th winter congress of the Internatonial Institute for sugar beet Research, Brussels.

van Regenmortel, M.H.V., C.M. Fauquet, D.H.L. Bishop, E.B. Carstens, M.K. Estes, S.M. Lemon, J. Maniloff, M.A. Mayo, D.J. McGeoch, C.R. Pringle and R.B. Wickner. 2000. Virus Taxonomy: The Classification and Nomenclature of Viruses. The Seventh Report of the ICTV. Academic Press. San Diego, 1167 pp.

Verhoyen, M., M. van den Bossche and L. Van Steyvoort. 1987. Identification de nouveaux virus de la betterave en Belgique. Revue de l'Agriculture, 40: 1463-1468.

Walsh, J.A., R.M. Perrin, A. Miller and D.S. Laycock. 1989. Studies on beet western yellows virus in winter oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) and the effect of insecticidal treatment on its spread. Crop Protection, 8: 137-143.

Watson, M.A. 1946. The transmission of beet mosaic and beet yellows viruses by aphids; a comparative study of a non-persistent and a persistent virus having host plants and vectors in common. Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences, 133(871): 200-219.

Watson, M.A. 1963. Turnip mild yellows virus. Report of Rothamsted Experimental Station for 1962.

Whitney, E.D. and J.E. Duffus. 1995. Compendium of Beet Diseases and Insects. APS, Minnesota, USA. 76 pp.

Wisler, G.C., R.T. Lewellen, J.L. Sears, H.Y. Liu and J.E. Duffus. 1999. Specificity of TAS-ELISA for beet necrotic yellow vein virus and its application for determining rhizomania resistance in field-grown sugar beets. Plant Disease, 83: 864-870.

Zhang, Z.K., Y.G. Li, Q. Fang, W.Q. Mei and Y.H. Li. 1992. Using technique of electron microscopy detecting the pathogens of Yunnan tobacco virus diseases. Journal of South China Agricultural University, SUPPL: 27-29.

Ziegler-Graff, V., P.J. Guilford and D.C. Baulcombe. 1991. Tobacco rattle virus RNA-1 29K gene product potentiates viral movement and also affects symptom induction in tobacco. Virology (New York), 182: 145-155.

الفصل الخامس عشر

الفيروسات والفيرويدات التي تصيب الحمضيات/الموالح

خالد محي الدين مكوك[1]، خالد الدجدج[2]، طلال الزدجالي[3]، جبر خليل[4]،
أسماء نجار[5]، حامد مزيد[6] وفوزي أبو العباس[2]
(1) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا)، حلب، سورية؛ (2) كلية الزراعة، جامعة عين شمس، القاهرة، مصر؛ (3) مركز البحوث الزراعية، مسقط، سلطنة عمان؛ (4) كلية الزراعة، جامعة الفاتح، طرابلس، ليبيا، (5) المعهد الوطني للبحوث الزراعية أريانة، تونس؛
(6) مركز البحوث الزراعية، جيزة، مصر.

المحتويات

1. المقدمة
2. أهم الفيروسات والفيرويدات التي تصيب الحمضيات/الموالح في المنطقة العربية
1.2. فيروس قوباء الحمضيات/الموالح
2.2. فيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح
3.2. فيروس ترقط الحمضيات/الموالح
4.2. فيروس تمزق ورق الحمضيات/الموالح = فيروس تثلم ساق التفاح
5.2. فيروسات أخرى
6.2. فيرويد تشقق قلف الحمضيات/الموالح
7.2. فيرويد تنقر الخشب (كاكسيا) الحمضيات/الموالح = فيرويد تقزم حشيشة الدينار/الجنجل
3. أمراض أخرى على الحمضيات/الموالح في المنطقة العربية من المحتمل أن تكون فيروسية أو فيرويدية المنشأ
4. مكافحة فيروسات وفيرويدات الحمضيات/الموالح
5. استنتاجات عامة
6. المراجع

1. المقدمة

تعتبر الحمضيات/الموالح بأنواعها المختلفة من محاصيل أشجار الفاكهة المهمة في غالبية البلدان العربية لما تتمتع به من صفات وقيمة غذائية مرتفعة مما يجعلها من الفواكه الأكثر شعبية. وتبلغ المساحة الكلية للحمضيات في البلدان العربية حوالي 370 ألف هكتار، تتوزع على البلدان العربية المختلفة كما هو موضح في الجدول 1. ومن بين أهم أصناف الحمضيات والأكثر شعبية في المنطقة العربية هي البرتقال الحلو (أبو سرة) (*Citrus sinensis*) حيث يتم زراعة حوالي 228 ألف هكتار يليه اليوسف أفندي وخاصة نوع كليمنتين (*C. reticulate*) بمساحة تقدر حوالي 88 ألف هكتار، يليه الليمون الحامض الصغير (المكسيكي) (*C. aurantifolia*) ويتم زراعة حوالي 40 ألف هكتار منه، وأخيراً الجريب فروت (*C. paradise*) والذي يزرع منه حوالي 16 ألف

هكتار. وتعتبر مصر والمغرب وسوريا والجزائر ولبنان في طليعة البلدان العربية في إنتاج الحمضيات المختلفة.

وإذا نظرنا إلى مستوى إنتاجية الحمضيات في المنطقة العربية نجدها تتراوح بين 15 و25 طن بالهكتار، بينما في الدول المتقدمة فهي بحدود 40 إلى 50 طن بالهكتار. ومن أهم أسباب هذا التراجع هو غياب برامج تصديق معتمدة لإنتاج شتول حمضيات سليمة في أغلب البلدان العربية مما ساهم في تراكم الإصابة بالأمراض الفيروسية والفيرويدية.

جدول 1. إنتاج غالبية البلدان العربية والعالم من الحمضيات/الموالح، إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة الدولية لعام 2005.

	البرتقال الحلو (*Citrus sinensis*)		**الليمون الحامض** (*Citrus aurantifolia*)		**يوسف أفندي(كليمنين)** (*Citrus reticulata*)		**جريب فروت** (*Citrus paradisi*)	
البلد	**المساحة المزروعة (1000 هكتار)**	**الكمية المنتجة (1000 طن)**	**المساحة المزروعة (1000 هكتار)**	**الكمية المنتجة (1000 طن)**	**المساحة المزروعة (1000 هكتار)**	**الكمية المنتجة (1000 طن)**	**المساحة المزروعة (1000 هكتار)**	**الكمية المنتجة (1000 طن)**
مصر	88.00	1,789.00	38.00	665.00	15.00	338.00	0.19	3.10
المغرب	48.85	810.00	24.00	425.00	1.00	9.38	0.10	0.49
سورية	15.88	503.03	1.80	24.50	4.00	85.00	5.55	281.80
الجزائر	29.70	435.24	11.04	143.31	3.16	47.31	0.09	1.55
لبنان	10.20	235.60	1.80	31.50	4.00	113.20	0.50	11.70
اليمن	17.22	216.31	3.30	31.21	1.34	10.36	-*	-*
تونس	9.00	101.40	4.10	33.20	1.90	27.00	3.57	67.46
السودان	2.64	19.18	0.31	1.31	5.36	65.65	4.77	71.21
الأردن	2.31	44.16	2.10	45.77	1.69	35.75	0.59	10.61
ليبيا	3.43	32.86	1.18	12.17	1.77	18.25	0.00	0.00
الكويت	0.01	0.03	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
مجموع البلدان العربية	227.24	4,186.81	87.64	1,413.00	39.22	749.90	15.36	447.92
العالم	3589.93	61803.85	1937.66	24036.91	793.22	12547.25	258.03	4184.96
نسبة ما تزرعه البلدان العربية مقارنة بالعالم	6.33	6.77	4.52	5.88	4.94	5.98	5.95	10.70

-*: لايوجد بيانات

2. أهم الفيروسات والفيرويدات التي تصيب الحمضيات/الموالح في المنطقة العربية

تنتشر الفيروسات في جميع المناطق الزراعية التي تنتج الحمضيات في العالم ومنها المنطقة العربية (Salibe, 1986 ؛Makkouk & Kumari, 2006). وتسبب هذه الفيروسات عادة خسائر كبيرة في الإنتاج، خاصة أن الأشجار المصابة لا تتجاوب عادة مع الخدمة الزراعية التي يقوم بها

المزارع، أملاً في رفع الإنتاجية. وبما أن الحمضيات تتكاثر خضرياً فإن العديد من الفيروسات تراكمت مع مرور الزمن في المزارع عند استخدام عيون تطعيم مصابة مما أدى إلى انخفاض في إنتاجيتها.

وسيركز هذا الفصل على الأمراض الفيروسية والفيرويدية التي تم تحديد المسبب المرضي لها، إذ أن هناك بعض الأمراض التي تعطي أعراضاً توحي بأنها فيروسية، إلاّ أنه حتى الآن لم يتم عزل المسبب المرضي منها والتأكيد بأنه فيروس أو فيرويد، وبالتالي سوف لن تدرج في هذا الفصل. وتختلف الفيرويدات عن الفيروسات في أنها تتكون من أحماض نووية لها القدرة على التكاثر داخل نوايا خلايا النبات، وليس لها غلاف بروتيني وبالتالي ليس لها شكل محدد وثابت. ويلخص جدول 2 الفيروسات والفيرويدات المؤكدة والتي تصيب الحمضيات في المنطقة العربية.

جدول 2. تصنيف الفيروسات والفيرويدات التي تصيب الحمضيات/الموالح في المنطقة العربية والتي تم دراسة خصائصها.

الأسم العربي	**الأسم العلمي**	**الأسم المختصر**	**الجنس**	**العائلة/الفصلية**
أ. أهم الفيروسات				
فيروس قوباء الحمضيات/الموالح (= فيروس التبقع الحلقي للحمضيات/الموالح)	*Citrus psorosis virus* = Citrus ringspot virus	CPsV	*Ophiovirus*	غير محددة
فيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح	*Citrus tristeza virus*	CTV	*Closterovirus*	*Closteroviridae*
فيروس ترقط الحمضيات/الموالح	*Citrus variegation virus*	CVV	*Ilarvirus*	*Bromoviridae*
فيروس تثلم ساق التفاح (= فيروس تمزق ورق الحمضيات/الموالح)	*Apple stem grooving virus* = Citrus tatter leaf virus	ASGV	*Capillovirus*	*Flexiviridae*
فيروس تقزّم ساتسوما	*Satsuma dwarf virus*	SDV	*Sadwavirus*	غير محددة
فيروس موزاييك الحمضيات/الموالح	*Citrus mosaic virus*	CMBV	*Badnavirus*	*Caulimoviridae*
ب. أهم الفيرويدات				
فيرويد تشقق قلف الحمضيات/الموالح	*Citrus exocortis viroid*	CEVd	*Pospiviroid*	*Pospiviroidae*
فيرويد تقزم حشيشة الدينار/الجنجل = فيرويد تنقر الخشب (كاكسيا) الحمضيات/الموالح	*Hop stunt viroid* = Citrus cachexia viroid	HpSVd HpSVd-cit	*Hostuviroid*	*Pospiviroidae*
فيرويد الحمضيات/الموالح III	*Citrus viroid III*	CVd-III	*Apscaviroid*	*Pospiviroidae*
فيرويد الحمضيات/الموالح IV	*Citrus viroid IV*	CVd-IV	*Cocaviroid*	*Pospiviroidae*
فيرويد الورقة المحنية للحمضيات/الموالح	*Cirtus bent leaf viroid*	CBLVd	*Apscaviroid*	*Pospiviroidae*

1.2. فيروس قوباء الحمضيات/الموالح
(*Ophiovirus* جنس ،CPsV) *Citrus psorosis virus*

يعد فيروس التبقع الحلقي للحمضيات/الموالح (Citrus ringspot virus) اسم مرادف لفيروس CPsV. أول من قام بتوصيفه ودراسة كيفية إنتقاله هو Childs في عام 1950 (Roistacher, 1991).

الصفات العامة – جسيمات الفيروس خيطية غير مغلفة طولها حوالي 1500–2500 نانومتراً وقطرها حوالي 9 نانومتراً وتشكل دوائر ملتفة على بعضها (García *et al.*, 1994). تصل كثافة الجسيمات في محلول سلفات السيزيزم حوالي 1.22 غ/مل. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة حجمه حوالي 11.3–12.5 ألف قاعدة ويتكون من 3–4 أقسام. حجم القسم الأول (RNA-1) حوالي 8.2 ألف قاعدة، القسم الثاني (RNA-2) حوالي 1.6 ألف قاعدة والقسم الثالث (RNA-3) حوالي 1.5 ألف قاعدة. حجم البروتين المكوّن للغلاف حوالي 48.6 ألف دالتون. لا يوجد كربوهيدرات أو دهنيات في جسيمات الفيروس، ويعتبر الغطاء البروتيني لجسيمات الفيروس مولد ضعيف للأجسام المضادة (Sofy, 2007).

الأعراض والمدى العوائلي وطرائق الإنتقال – تؤدي الإصابة في النموات الحديثة إلى ظهور بقع حلقية على الأوراق الناضجة وكذلك بقع شاحبة غير منتظمة بأحجام مختلفة. كما يظهر في بعض الأحيان بقع حلقية على ثمار البرتقال، وكذلك موت طرفي على الفروع، كما أنه في بعض الأصناف يظهر على جذع الأشجار المصابة بثرات قلفية واضحة (scaly bark) والتي تبدأ في الظهور عادة بعد 12– 15 سنة من الإصابة أسفل منطقة التطعيم ولذلك توجد مثل هذه الأعراض في البساتين المتقدمة في العمر (شكل 1). كما يعتبر تجمع الصمغ وتلون الخشب تحت مناطق القلف المتأثرة والتي عليها البثرات من أكثر الأعراض وضوحاً لهذا الفيروس. كما أن الإصابة بهذا الفيروس تؤدي إلى تغيرات تشريحية في الأوراق (Sofy *et al.*, 2007).

يصيب هذا الفيروس أنواع الحمضيات المختلفة وخاصة أصناف البرتقال الحلو. كما أنه ينتقل ميكانيكياً إلى عدد محدود من نباتات الاختبار والنباتات الحولية مثل *Chenopodium* spp.، *Nicotiana* spp. و *Gomphrena globosa* L.. ولم يعرف الناقل الحيوي لهذا الفيروس حتى الآن.

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – تشير المسوحات التي جرت في المنطقة العربية إلى وجود CPsV في جميع البلدان التي تزرع الحمضيات (فضل الله، 1986؛

قريزوني وآخرون، 1997؛ Bové, 1995؛ Ghazali, 1967؛ Jamoussi, 1966؛ Najar *et al.*, 2005؛ Nour-Eldin & Fudl-Allah, 1976). وعادة تكون نسبة الإصابة أعلى في البساتين القديمة عنها في البساتين المنشأة حديثاً، وبالتالي فإن الخسارة الإقتصادية الناتجة عن الإصابة بهذا الفيروس مرتفعة في البساتين القديمة. ولا بد من الإشارة هنا، كون هذا الفيروس لاينتقل طبيعياً بأي ناقل حيوي، إن استخدام شتول وطعوم حمضيات معتمدة خالية من الإصابة الفيروسية يؤدي إلى مكافحة فعالة لإنتشار هذا الفيروس وبالتالي تقليل الخسارة الناتجة عنه.

طرائق الكشف – يمكن الكشف عن وجود هذا الفيروس بالطرائق السيرولوجية (الإليزا) والجزيئيية مثل اختباري RT-PCR والتهجين بالحمض النووي الريبي المنزوع الاوكسجين المكمل (Martin *et al.*, 2004؛ Vaira *et al.*, 2003). كما يمكن الكشف عنه عن طريق الأعراض الناتجة عند القاح أصناف الجريب فروت والبرتقال الحلو. كما يعطى بقعاً موضعية بالتلقيح الميكانيكي على النبات الدال *Chenopodium quinoa* Willd..

2.2. فيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح

***Citrus tristeza virus* (CTV، جنس *Closterovirus*، فصيلة *Closteroviridae*)**

إن المرض الذي يسببه هذا الفيروس له مرادفات عدة مثل التدهور المزمن (chronic decline)، تدهور منطقة التحام الطعم (bud union decline)، مرض تنقر الساق في جنوب أفريقيا للجريب فرويت، الموت الرجعي للايم (lime dieback). بالإضافة إلى تريستيزا الحمضيات وهو الإسم الشائع لهذا المرض ومنه تم اعتماد اسم الفيروس المسبب لهذا المرض.

الصفات العامة جسيمات الفيروس خيطية مرنة طولها حوالي 2000 نانومتراً وقطرها حوالي 11 نانومتراً (Bar-Joseph & Lee, 1989). يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي وحيد السلسلة حجمه حوالي 19.3 ألف قاعدة إيجابي الاستقطاب منظم بشكل يؤدي إلى تكوين 19 جزيئاً بروتينياً (Pappu *et al.*, 1994). أما الغطاء البروتيني للفيروس فهو مكون من نوعين من البروتين، حجم الأول حوالي 25 ألف دالتون والثاني حوالي 27 ألف دالتون. ولقد تبين بأن هناك اختلافات بين العزلات المختلفة بالنسبة للغلاف البروتيني (Amin *et al.*, 2006)، أو في مواقع أخرى من المجين (Lbida *et al.*, 2004, 2005).

الأعراض والمدى العوائلي وطرائق الإنتقال – تعتبر أعراض التقزم، تنقر الساق، شحوب الأوراق وصغر حجم الثمار الأكثر شيوعاً في أصناف الحمضيات المختلفة. كما تظهر أعراض

التدهور ومن ثم موت النبات على الأصناف المطعمة على أصل البرتقال الحامض (المعروف بالنارنج أو الزفير أو أبو صفير) (شكل 1). وقد تبدأ الأعراض على فرع واحد، ثم تتلوه بقية أفرع الشجرة. وسقوط الأوراق يحدث بسرعة، يبدأ من قاعدة الفرع إلى قمته حتى تصبح الأفرع عارية تماماً. ويجدر الإشارة بأن هناك سلالات مختلفة من فيروس CTV تعطي أعراضاً مختلفة على النباتات المصابة، ومنها ما يسبب تدهوراً سريعاً للنباتات المصابة وبالتالي موتها. تميل الأشجار المصابة إلى الإثمار بشدة في بداية المرض ويكون عدد الثمار كبيراً بالنسبة للنمو الخضري الضعيف ويعقب ذلك طور التدهور. يصيب فيروس CTV غالبية أصناف الحمضيات، إلاّ أن هناك بعض الأنواع المقاومة مثل البرتقال الثلاثي الأوراق (Trifoliate orange) أو الهجن الناتجة منه.

ينتقل هذا الفيروس بالتطعيم وكذلك بواسطة حشرات المنّ وخاصة النوع *Toxoptera citricidus* Kirkaldy وهو الأكثر كفاءة (Costa & Grant, 1951) بالإضافة إلى الأنواع *Aphis gossypii* Glover، *A. spiraecola* Patch.، *Myzus persicae* Sulzer و *T. aurantii* Boyer de Fonscolombe، (Carlos *et al*,. 2004). ولحسن الحظ أن النوع *T. citricidus* غير موجود في المنطقة العربية حتى الآن.

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – تم تسجيل فيروس CTV في كل من الأردن (Anfoka *et al*., 2005)، المغرب (Cassin, 1963a؛ Zemzami *et al*., 1999)، الجزائر (Ferzal, 1957)، اليمن (Drepper *et al*., 1996؛ Walkey, 1992)، تونس (Bové, 1995)، لبنان (سعادة وآخرون، 1997؛ D’Onghia *et al*., 1998)، مصر (El-Sharkawy, 2002؛ Hashem & El-Halawany, 1996؛ Nour-Eldin & Bishay, 1958)، سلطنة عمان (حمودة، 1990؛ Bové, 1995)، ليبيا (Nour-Eldin & Fudl-Allah, 1976)، المملكة العربية السعودية (Kawar, 1996)، وفلسطين (Jarrar *et al*., 2000). وحيث أن فيروس CTV ينتقل بواسطة حشرات المنّ فإن هناك إحتمالاً بأنه موجود في بلدان عربية أخرى، إلاّ أنه لم يكشف عن وجوده في مثل هذه البلدان حتى الآن.

يعتبر فيروس CTV من أهم الفيروسات التي تصيب الحمضيات في العالم، وبدأ في الانتشار خلال السنين الأخيرة في بعض البلدان العربية ومن حسن الحظ بأن سلالات فيروس CTV التي تم الكشف عنها في البلدان العربية المختلفة حتى الآن هي من السلالات الخفيفة، وبالتالي فإن الخسائر الإقتصادية نتيجة الإصابة لم تصل إلى مستويات عالية كما حصل في السابق في العديد من البلدان مثل أسبانيا، الولايات المتحدة الأمريكية، البرازيل أو الأرجنتين حيث دمر هذا الفيروس ملايين الأشجار. ولا بد من الإشارة هنا إلى أنه لاّ بد من معالجة جدية لموضوع CTV على الحمضيات في المنطقة العربية، خاصة وأن الأصل المستخدم في غالبية

البساتين هو البرتقال الحامض (النارنج) (sour orange) وهو أصل حساس جداً للإصابة بفيروس CTV. إن التقدم العلمي الكبير الذي حدث في العقد الماضي يسمح بالتعرف بسهولة على السلالات المختلفة وتعقب إنتشارها (Zemzami *et al.*, 2002 ؛Niblet *et al.*, 2000).

الكشف عن الفيروس – يمكن الكشف عن فيروس CTV بالطرق السيرولوجية مثل الإليزا (Makkouk & Faris-Mukhayyish, 1983, 1985) وبصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) أو بالطرق الجزيئية مثل RT-PCR أو التهجين بواسطة الحمض النووي الريبي المنزوع الأوكسجين المكمل (cDNA) (Nolasco *et al.*, 1993). كما يمكن الكشف عن الفيروس عند تطعيم النسيج المصاب على الليمون الحامض الصغير (المكسيكي). كما أنه يمكن الكشف عن العزلات شديدة الضراوة عند تطعيم النسيج المصاب على الجريب فروت، البرتقال الحامض، أو الصنف "مدام فينوس" من البرتقال الحلو. كما تم أخيراً إنتاج مصل مضاد متعدد الكلون ضد الغطاء البروتيني لفيروس CTV المصنع في البكتيريا في مصر وتم إستخدامه للكشف عن عدد كبير من عزلات الفيروس باستخدام إختبار الإليزا بالإحتواء الثنائي للأجسام المضادة (Amin *et al.*, 2005).

3.2. فيروس ترقط الحمضيات/الموالح

Citrus variegation virus (CVV، جنس ***Ilarvirus***، فصيلة ***Bromoviridae***)

الصفات العامة – يعتبر فيروس CVV أول فيروس يصيب الحمضيات أمكن نقله ميكانيكياً (Grant & Corbett, 1961) وتم تنقيته (Corbett & Grant, 1967). جسيمات الفيروس شبه كروية وفي بعض الأحيان عصوية قطرها حوالي 26–35 نانومتراً. ويتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي وحيد السلسة موزع في أكثر من جسيم فيروسي كما أن مجموع حجم المجين يصل في حدود 8 آلاف قاعدة ويتكون من ثلاثة أجزاء، حجم الجزء الأول (RNA-1) حوالي 3.5 ألف قاعدة، والجزء الثاني (RNA-2) حوالي 2.9 ألف قاعدة والجزء الثالث (RNA-3) حوالي 2.2 ألف قاعدة. يصل حجم بروتين غلاف الفيروس في حدود 20–24 ألف دالتون وكثافة الفيروس في محلول كلوريد السيزيوم في حدود 1.35–1.37 غرام/مل. أما معامل الترسيب في الماء لجسيمات الفيروس فيتراوح بين 63S و 99S. ليس هناك أية كربوهيدرات أو دهون تدخل في تركيب الفيروس.

الأعراض والمدى العوائلي وطرائق الإنتقال – إن الإصابة بفيروس CVV تؤدي إلى أعراض واضحة على أوراق وثمار البرتقال الحلو، الجريب فروت، البرتقال الحامض والليمون الحامض. تسبب السلالات الخفيفة من الفيروس تجعداً في الأوراق بدون أي تأثير واضح على حجم

الأوراق، أما السلالات الشديدة فهي تسبب ترقطاً مع تجعد وتشوه للأوراق. كما أن بعض السلالات تسبب بقعاً شاحبة صغيرة جداً وفي الليمون الحامض تسبب صغر في حجم الثمار وخشونة في سطح الثمرة مع بعض التشوه. ينتقل فيروس CVV ميكانيكياً إلى عدد من النباتات الحولية، كما ينتقل بالتطعيم. لم يعرف حتى الآن ناقل حيوي لهذا الفيروس. وتعتبر الأنواع النباتية التالية حساسة للإصابة بفيروس CVV: الفلفل الدغلي (*Capsicum frutescens* L.)، النارنج (*Citrus aurantium* L.)، الليمون الحامض (*C. lemon* (L.) Burm)، الليمون الحامض الصغير (المكسيكي) (*C. aurantiifolia* (Christm.) Swingle)، واللوبياء (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

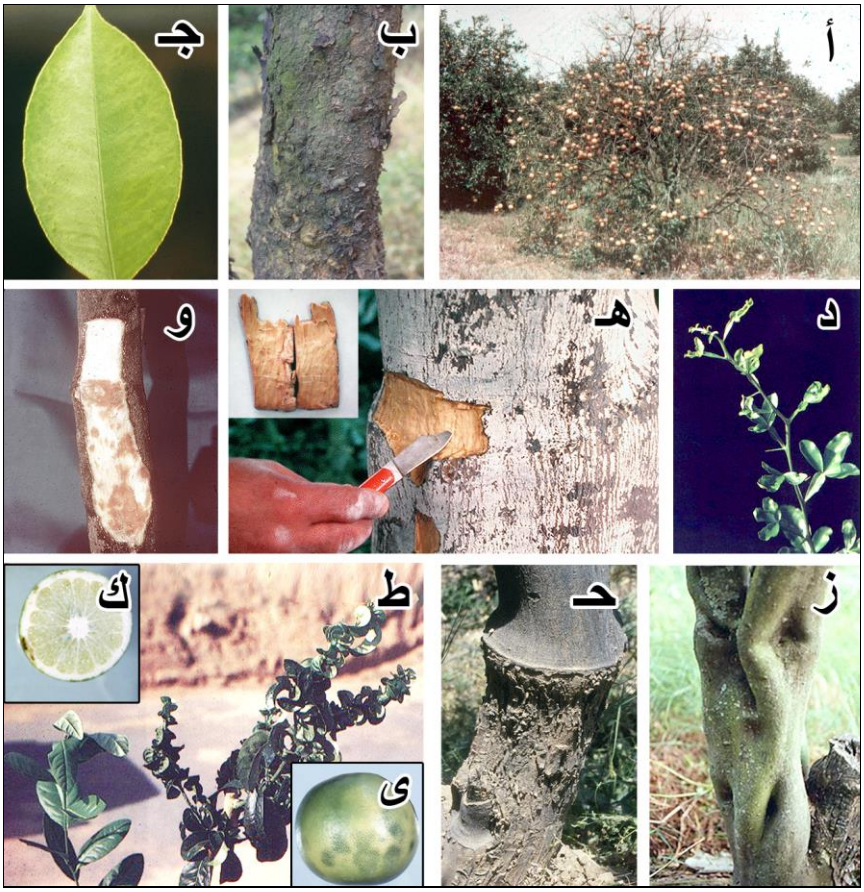
التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – سجل فيروس CVV في كل من الجزائر (Lamour, 1950)، المغرب (Cassin, 1963b) ولبنان (Bové, 1995). إلاّ أنه مقارنة بالفيروسات الأخرى التي تصيب الحمضيات، يعتبر تأثير فيروس CVV على إنتاجية أشجار الحمضيات ضئيلاً.

الكشف عن وجود الفيروس – يمكن الكشف عن وجود فيروس CVV بالطرق السيرولوجية مثل الإليزا وبصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA)، أو بالطرق الجزيئية مثل التفاعل المتسلسل للبوليميراز مع النسخ العكسي (RT-PCR). كما يمكن استخدام الأعراض التي تظهر على النباتات الدالة مثل *C. lemon* الصنف Eureka أو النباتات العشبية الدالة مثل اللوبياء و *Capsicum frutescens* var. grossum في الكشف عنه.

4.2. فيروس تمزق ورق الحمضيات/الموالح = فيروس تثلم ساق التفاح

(Citrus tatter leaf virus = *Apple stem grooving virus*، ASGV، جنس *Capillovirus*، فصيلة *Flexiviridae*)

الصفات العامة – أول من قام بتوصيف هذا الفيروس Wallace & Drake في عام 1962 (Roistacher, 1991). جسيمات الفيروس خيطية مرنة طولها 640–700 نانومتراً وقطرها 12 نانومتراً، ويبلغ معامل ترسيبها في الماء حوالي 112S. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي وحيد السلسلة حجمه حوالي 6.5–7.4 ألف قاعدة، مشكلاً 5% من وزن الفيروس. البروتين المكوّن للغلاف حجمه 24–27 ألف دالتون. لا توجد أية كربوهيدرات أو دهنيات في جسيمات الفيروس.



شكل 1. شجرة برتقال يظهر عليها أعراض التدهور مصابة بفيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح (CTV) (أ)؛ جذع شجرة برتقال يظهر عليها بثرات قلفية واضحة (ب) وورقة يظهر عليها شحوب وبقع غير منتظمة (جـ) نتيجة الإصابة بفيروس قوباء الحمضيات (CPsV)؛ غصن من شجرة حمضيات سترانج مصابة بفيروس تمزق ورق الحمضيات (ASGV) يظهر على الأوراق تشوه وتبقع (د)؛ أعراض الإصابة بفيرويد تنقر الخشب (كاكسيا) الحمضيات/الموالح (HpSVd-cit) على شجرة كليمنتين حيث يظهر نقر في نسيج الخشب يقابلها نتوءات في القلف (الزاوية اليسرى) (هـ)؛ أعراض التصمغ على الأصل أورلاندو تانجلو المصاب بفيرويد HpSVd-cit (و)؛ جذع شجرة برتقال عليه أعراض مرض الجيوب المقعرة (ز)؛ أعراض الإصابة بفيرويد تشقق قلف الحمضيات/الموالح (CEVd) على أصل الحمضيات رانجبور لايم (حـ)؛ ظاهرة الانحناء الشديد للأوراق في نبات السترون المصاب بفيرويد CEVd (ط)؛ تبقع ثمار الكريب فرت (ي) وتضمع في قشرة ثمار الكريب فروت الناتجة عن الإصابة بمرض الامبياتراتورا (ق).

الأعراض والمدى العوائلي – تم وصف أعراض الإصابة بفيروس ASGV على الحمضيات عند ظهور أعراض التبرقش والتمزق (شكل 1) على أوراق النوع *Citrus excelsa* Wester والمستعمل كنبات دال (Wallace & Drake, 1962). غالبية أنواع الحمضيات تصاب بهذا الفيروس ولكن بدون أن تظهر أعراض واضحة. إلاّ أن الإصابة بهذا الفيروس تعطي تحززاً واضحاً عند منطقة التئام الطعم بالأصل. لقد وجد بأن فيروس ASGV ينتقل في بذور *C. quinoa* ولكن لا ينتقل في بذور الحمضيات. كما ينتقل هذا الفيروس ميكانيكياً إلى عدد من النباتات الحولية.

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – تم تسجيل هذا الفيروس في المغرب (Bové, 1995) وليس هناك ما يشير إلى انتشاره في المنطقة العربية. فلذلك لا يعتبر هذا الفيروس ذات أهمية اقتصادية على الحمضيات في الوقت الحالي.

الكشف عن وجود الفيروس – يمكن الكشف عن وجود الفيروس بالطرائق السيرولوجية المختلفة مثل الإليزا وبصمة النسيج النباتية المناعي، وكذلك بواسطة الطرق الجزيئية مثل RT-PCR. كما يمكن الكشف عن الفيروس عن طريق الأعراض بعد إلقاح النباتات الدالة حيث تظهر أعراض الورقة الممزقة على النوع *C. excelsa*، والشحوب ما بين العروق على النوع *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. والبقع الشاحبة الموضعية على *C. quinoa*.

5.2. فيروسات أخرى

هناك بعض الفيروسات التي ثبت وجودها على الحمضيات في بلدان مجاورة للمنطقة العربية أو مسجلة فقط في عدد محدود من الدول العربية مثل فيروس تقزم ساستوما (SDV) والذي تم كشفه في اليابان في بدايات عام 1930، وهو أحد أنواع مجموعة تقزم الساتسوما بالإضافة إلى فيروس موزاييك الحمضيات/الموالح (CMBV)، فيروس التبرقش المعدي لأبي سرة (Navel orange infectious mottling virus) (NIMV)، فيروس تقزم ليمون الأنجستروم (Natsudaidai dwarf virus) (NDV)، وقد صنف مؤخراً الفيروسين NIMV و NDV على أنهما فيروس تقزم ساستوما (SDV) (Fauquet *et al.*, 2005). وقد تم تسجيل فيروس SDV في تركيا (Azeri, 1973). كذلك فيروس تدرن الخشب (Vein enation-woody gall) والذي تم تسجيله في ليبيا (خليل وآخرون، 1994؛ CABI, 2004؛ Nour-Eldin & Fudl-Allah, 1976)، سلطنة عمان (Moghal *et al.*, 1993)، تركيا وإيران (Bové, 1995؛ CABI, 2004) والذي ينتقل بفعالية بواسطة حشرات المنّ التالية: *A. gossypii* و *Myzus persicae*

و *T. citricidus*. يضاف إلى ذلك فيروس إصفرار وتقزم الحمضيات/الموالح (Citrus chlorotic dwarf) الموجود في تركيا (Korkmas *et al.*, 1995) والذي ينتقل بواسطة الذبابة البيضاء (*Parabemesia myricae* Kuwana) علماً بأن هذه الذبابة موجودة في تونس (Chermiti *et al.*, 1992) وبالتالي من الممكن إنتقالها إلى البلدان العربية التي لم تسجل فيها حتى الآن في حال لم تتخذ الاحتياطات الصحية (الحجرية) اللازمة.

6.2. فيرويد تشقق قلف الحمضيات/الموالح

(*Citrus exocortis viroid* (CEVd ، جنس *Pospiviroid*، فصيلة *Pospiviroidae*)

الصفات العامة – يتكون مجين فيرويد CEVd من حمض نووي ريبي وحيد السلسلة دائري حجمه حوالي 369–373 نيوكليوتيدة. وأشارت دراسة حديثة بأن هناك تباين في التركيب الجزيئي لفيرويد CEVd داخل الشجرة الواحدة (Elleuch *et al.*, 2006). يحدث هذا الفيرويد تغيرات تشريحية في خلايا أوراق البرتقال المصابة (El-Dougdoug *et al.*, 1993). كما أن له قابلية تحمل عالية للحرارة المرتفعة، مما يجعل التخلص منه عن طريق المعالجة الحرارية للطعم غير ممكنة.

الأعراض والمدى العوائلي وطرائق الإنتقال – أعراض الإصابة تتمثل في تقزم الأشجار المصابة قليلاً عندما تكون مطعمة على أصول مقاومة مثل النارنج، إلا أن الأعراض تكون أكثر وضوحاً عند استحدام أصول حساسة مثل البرتقال ثلاثي الأوراق. وتشير بعض التقارير في بعض البلدان المنتجة للحمضيات مثل أستراليا وجنوب أفريقيا، بأن فيرويد CEVd يسبب تراكم الصمغ وخاصة في الأشجار المتقدمة في العمر (Roistacher, 1991). كما أنه يسبب تشقق في قلف الساق في بعض الحالات.

يصيب هذا الفيرويد غالبية أنواع الحمضيات/الموالح خاصة الأصول (rootstocks) مثل *Poncirus trifoliate*، Troyer Citrange و Rangpur lime (شكل 1) أما في حالة إصابة نوع التاهيتي (*C. latifolia*) فتظهر الأعراض في الطعم وليس في الأصل (Najar *et al.*, 2002)، وتجدر الإشارة إلى أن غياب أعراض واضحة للإصابة بفيرويد CEVd في غالبية المنطقة العربية يقود لإستخدام أصل التاريخ المقاوم، إلا أن ذلك لا ينفي وجود الإصابات الشديدة في بساتين قديمة مطعمة على أصول حساسة مثل ما هو حاصل في الجنوب التونسي (Najar & Duran-Vila, 2004) كما يصيب هذا الفيرويد مجموعة من النباتات العشبية مثل *Gynura aurantiaca* (Blume) DC.، بتونيا والبندورة/الطماطم حيث يسبب إنحناءات شديدة للأوراق إلى الأسفل. وفي دراسة حديثة توصل بعض الباحثين إلى إمكانية إصابة شجرة التين

بفيرويد CEVd (Yakoubi *et al.*, 2007). ينتقل الفيرويد ميكانيكيا من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة بواسطة سكاكيم التطعيم وكذلك بالتطعيم، ولم يعرف الناقل الحيوي لهذا الفيرويد حتى الآن.

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – هناك تقارير عن وجود فيرويد CEVd في جميع البلدان العربية المنتجة للحمضيات (باحميش، 1988؛ خليل وآخرون، 1994؛ مكوك وآخرون، 1984؛ Alloum & Bencheik El Hocine, 1983؛ Bové, 1995؛ El-Dougdoug *et al.*, 1997؛ Elleuch *et al.*, 2003a, 2006؛ Ghazali, 1967؛ Lamour, 1950؛ Moghal *et al.*, 1993؛ Najar & Duran-Vila, 2004؛ Nienhaus & Saad, 1967). أما الخسائر الناجمة عن الإصابة بهذا الفيرويد على الحمضيات تعتبر طفيفة مقارنة بالفيروسات أو الفيرويدات الأخرى، نظراً لاستخدام النارنج وهو أصل مقاوم. وبما أن التوجيهات الحالية في البلدان العربية تسير نحو إستبدال أصل النارنج لحساسيته إزاء فيروس CTV، فإن فيرويد CEVd قد يمثل مشكلة في المستقبل في غياب برامج تصديق الشتول.

الكشف عن وجود الفيرويد – ليس هناك اختبار سيرولوجي عن فيرويد CEVd، إلاّ أنه يمكن الكشف عن وجوده باستخدام الرحلان الكهربائي في هلام البولي اكريلاميد أو إستخدام التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) أو التهجين بالحمض النووى المكمل (CDNA) (Elleuch *et al.*, 2003b) كما يمكن إستخدام الأعراض التي تظهر على النباتات الدالة عند نقل العدوى إليها بالفيرويد، حيث يظهر إلتواء واضح للأوراق إلى أسفل في نوع *Citrus medica* L. cv. Etrog citrange (شكل 1) مع تقزم واضح خلال فترة شهر إلى ستة أشهر، وأعراض مماثلة على النبات العشبي *Gynura aurantiaca* أو البندورة/الطماطم الصنف Rutgers خلال فترة 10–30 يوماً بعد الإلقاح الميكانيكي.

7.2. فيرويد تنقر الخشب (كاكسيا) الحمضيات/الموالح = فيرويد تقزم حشيشة الدينار/الجنجل Citrus cachexia viroid = *Hop stunt viroid* (HpSVd-cit، جنس *Hostuviroid*، فصيلة *Pospiviroidae*)

الصفات العامة – يعتبر فيرويد تنقر الخشب (كاكسيا) الحمضيات/الموالح (HpSVd) سلالة من فيرويد تقزم حشيشة الدينار ويسمى كذلك (xyloporosis). يتكون مجين فيرويد HpSVd من حمض نووي ريبي وحيد السلسلة دائري حجمه 299 نيوكليوتيدة.

الأعراض والمدى العوائلي – تسبب الإصابة بهذا الفيرويد ترسباً صمغياً وتلوناً في قلف الساق مع ظهور نتوءات في القلف الداخلي يقابلها نقر في نسيج الخشب (شكل 1). أما المدى العوائلي لهذا الفيرويد فإنه يشمل كل أنواع الحمضيات وخاصة أنواع يوسفي أفندي وخاصة كليمنتين (*C. reticulate*)، وهجنها مثل تانجلو وكذلك *C. macrophylla* Wester. ينتقل هذا الفيرويد من الحمضيات المصابة إلى السليمة بواسطة التطعيم والإلقاح الميكانيكي وليس له ناقل حيوي معروف حتى الآن.

التوزع الجغرافي والأهمية الإقتصادية في المنطقة العربية – يوجد فيرويد HpSVd-cit على الحمضيات في جميع البلدان العربية المنتجة لها (باحميش، 1988؛ خليل وآخرون، 1994؛ مكوك وآخرون، 1984؛ Alloum & Bencheik El Hocine, 1983؛ Amizet, 1959؛ Bové, 1995؛ Cassin, 1964؛ Ghazali, 1967؛ Lamour, 1950؛ Moghal *et al.*, 1993؛ Najar & Duran-Vila, 2004؛ Nienhaus & Saad, 1967؛ Reichert & Perlberger, 1934). وتعتبر الإصابة بهذا الفيرويد مهمة اقتصادياً على أنواع يوسفي أفندي المختلفة وخاصة الكليمنتين لانتشاره الواسع في البلدان العربية وهو صنف مهم للتصدير خارج المنطقة العربية.

الكشف عن وجود الفيرويد – يمكن الكشف عن وجود فيرويد HpSVd-cit بواسطة الرحلان الكهربائي في هلام البولي أكريلاميد وكذلك بواسطة RT-PCR أو التهجين بواسطة الحمض النووي الريبي المنزوع الأكسجين المكمل. كما يمكن الكشف عنه بتطعيم عيون من نبات مصاب على يوسفي أفندي نوع بارسون (Parson's special mandarin) والذي يظهر أعراضاً واضحة خلال 6–18 شهراً. ليس هناك إختبار سيرولوجي للكشف عن فيرويد HpSVd-cit.

ويجدر الإشارة بأن هناك إحتمال لوجود فيرويدات أخرى على الحمضيات/الموالح في المنطقة العربية، حيث أثبتت دراسات أنجزت حديثاً (Najar & Duran-Vila, 2004؛ Najar *et al.*, 2002) وجود فيرويد الورقة المحنية للحمضيات/الموالح (CBLVd)، فيرويد الحمضيات/الموالح IV (CVd-IV) وفيرويد الحمضيات/الموالح III (CVd-III) في تونس. ونظراً للأهمية التي تكتسبها هذه الفيرويدات في بعض بلدان العالم التى تستعمل أصولاً غير التاريخ وهو الوضع الذى بدأ في الإنتشار لمكافحة فيروس CTV في البلدان العربية فإنه ينصح بالتقصي عن هذه الفيروسات في المنطقة العربية.

3. أمراض أخرى على الحمضيات/الموالح في المنطقة العربية من المحتمل أن تكون فيروسية أو فيرويدية المنشأ

هناك عدد من الأمراض التي تصيب الحمضيات/الموالح وتعتبر مهمة من الناحية الإقتصادية وهي مسجلة في بعض البلدان العربية مثل تحجر الثمار (Impietratura) (شكل 1)، تنقر الساق (Cristacortis) والجيوب الصمغية المقعرة والعمياء (Concave gum-blind pocket) (شكل 1). بالإضافة إلى بعض الفيرويدات التي تعتبر مهمة أيضاً من الناحية الإقتصادية مثل تصمغ القلف في البرتقال (Gummy bark of sweet orange) والذي تم تسجيله لأول مرة في مصر، ومسجل حالياً في السعودية، السودان، ليبيا، المغرب (Roistacher, 1991) وسلطنة عمان (Bove, 1995)، وهناك أمراض أخرى لم يتم عزلها ودراسة خصائصها مثل مرض الكسالا أو تصمغ القلف (Kassala disease or Bark Gumming) الذي يصيب الجريب فروت الذي تم تسجيله لأول مرة في السودان في عام 1986 ومن ثم بعض الحالات في اليمن (Bové, 1995) إلا أن خصائص هذه الأمراض لم تدرس بشكل منفصل بعد.

4. مكافحة فيروسات وفيرويدات الحمضيات/الموالح

إن أهم وسائل مكافحة الأمراض الفيروسية في الحمضيات هي إستخدام شتول سليمة، التطعيم على أصول مقاومة وتطبيق قوانين الحجر الزراعي. ويعتبر استخدام شتول سليمة العمود الفقري لمكافحة الأمراض الفيروسية والفيرويدية، لذلك سنتناولها بالتفصيل في الفقرات التالية.

لاشك بأن العمل الذي قام به Murashige وآخرون (1972) وكذلك Navarro وآخرون (1975) أدى لإستخدام تقنية التطعيم القمي (shoot-tip grafting) لإنتاج شتول خالية من الفيروسات والفيرويدات، والمسببات الأخرى المشابهة لها، والتي سادت في كل بلدان العالم التي يوجد فيها برامج إعتماد وتوثيق لإنتاج مواد إكثار خالية من المسببات الممرضة في العقود الثلاثة الماضية. وقبل إعتماد هذه الطريقة العملية في إنتاج شتلات حمضيات سليمة كانت هناك ثلاث طرق معتمدة وهي: (أ) إختيار نباتات سليمة عن طريق المشاهدة والتأكد من خلوها من العوامل الممرضة بواسطة التطعيم على نباتات دالة، (ب) إنتاج شتلات من الجنين الخضري (nucellar clones) (جـ) إنتاج شتلات سليمة من نباتات مصابة بعد معالجتها حرارياً. وسنشرح بايجاز هذه الطرق لأهميتها في إنتاج شتلات من الحمضيات خالية من الإصابات المرضية إن كان مسببها فيروسات أو فيرويدات أو فايتوبلازما أو بكتيريا أو ما يشابهها.

أ) **اختيار نباتات سليمة بالمشاهدة والتطعيم على نباتات دالة** - بهذه الطريقة يتم اختيار أشجار مميزة ذات إنتاجية عالية ولا يوجد عليها أية أعراض توحي بإصابة فيروسية ومن ثم تؤخذ براعم منها ويتم تطعيمها على نباتات دالة (تم ذكرها في فقرة الكشف عن الفيروسات أو الفيرويدات المختلفة)، وتشير نتائج التطعيم على وجود نوعين من النباتات، نوع من النباتات تكون حاملة لبعض الفيروسات ولكن بدون إظهار أية أعراض واضحة، ونوع آخر من النباتات خالية من المسببات الممرضة تسمى عادة بالأشجار الأم (mother trees)، وتستخدم كمصدر لعيون التطعيم التي تستخدمها المشاتل الخاصة والعامة عند إكثار أصناف الحمضيات المختلفة.

ب) **إنتاج سلالات من الجنين الخضري** - إن اعتماد هذه الطريقة مبني على أن غالبية الفيروسات التي تصيب الحمضيات لاتنتقل بواسطة البذور. وحيث أن بذور الحمضيات توجد بها أجنة جنسية وعدد من الأجنة غير الجنسية والتي تنتج من خلايا خضرية (nucellar) والتي تكوّن أجنة خضرية. خلايا هذة الأجنه لها 2 ن من الكروموسومات وبالتالي تنتج شتلات مشابهة تماماً للشجرة الأم. إلاّ أن هناك بعض الاختلافات بين الشتلات الناتجة عن هذه الطريقة ويتم اختيار أفضلها والتي تحتوي على الصفات المرغوبة كي تكون السلالات الخضرية التي يتم تداولها تجارياً. وللتأكد من أن النباتات التي يتم اختيارها ناتجة عن أجنة خضرية وليس من أجنة جنسية يتم إلقاح الشجرة الأم بحبوب لقاح من نوع الحمضيات ثلاثي الأوراق *Poncirus trifoliata*. وبما أن صفة ثلاثية الأوراق هي صفة وراثية سائدة (dominant)، فإن الشتلات الناتجة عن أجنة جنسية تكون ثلاثية الأوراق ويتم استبعادها. أما الشتلات الناتجة عن أجنة خضرية فتكون أوراقها عادية (غير ثلاثية) وبالتالي يتم إبقاؤها، إلا أن هذه الطريقة تحتاج ما بين 10-15 سنة لتقييم السلالات الناتجة.

ج) **إنتاج شتلات سليمة من نباتات مصابة بالتطعيم بعد معالجتها حرارياً** - لقد أثبت Murashige وآخرون (1972) بأنه عندما يتم تطعيم أصل من الحمضيات تم تنميته على بيئة صناعية بواسطة مرستيم قمي من نبات مصاب (Shoot tip grafting) يمكن أن يعطي نباتاً خالياً من الإصابة الفيروسية. وتم تحسين هذه الطريقة بواسطة Navarro وآخرون (1975) في أسبانيا، حيث استخدموا نوع ترويرسترانج (Troyer citrange) وهو هجين من الحمضيات ثلاثي الأوراق. وبالتالي فإن النبات الناتج من عملية التطعيم القمي يكون نباتا ذات ورقة عادية (غير ثلاثية) ويمكن معرفته بسهولة. وعندما يكبر النبات قليلاً داخل انبوب الاختبار يتم نقله إلى تربة عادية ويجري تنميته في البيت الزجاجي. إن نباتات الحمضيات الناتجة عن هذه الطريقة لها كامل الخصائص للشجرة الأم، بالإضافة إلى أنها تكون بدون جنوح خضري، مثل تلك التي تنتج عن الجنين

الخضري، وبالتالي يمكن أن تبدأ بإنتاج الثمار بعد سنة إلى سنتين من التطعيم. يتم إستعمال هذه الطريقة حالياً في أغلب البرامج التي تنتج شتلات الحمضيات الخالية من الفيروسات والفيرويدات والمسببات المرضية الأخرى.

ولكي يتم استخدام الشتلات الخالية من الأمراض على نطاق واسع لا بد من إعتماد برامج لإنتاج شتلات موثقة تضمن للمزارعين بأن الشتلات التي يتم شراؤها من المشاتل الخاصة أو الحكومية هي شتلات عالية الجودة من حيث مطابقتها للصنف وخلوها من مسببات الأمراض وخاصة الفيروسية أو الفيرويدية. ولقد تم إنشاء مثل هذه البرامج في عدد من البلدان العربية مثل المغرب (Nadori *et al.*, 1984؛ Nhami & Bourge, 1979)، تونس (Cherif, 1998)، ومصر (Bové, 1995). ولأهمية هذه البرامج فإنه ينصح أن تقوم الدول العربية بتبنيها مما يساهم في رفع إنتاجية الحمضيات في هذه البلدان ويقلل من احتمال انتقال الأمراض الفيروسية والفيرويدية فيما بينها عند تبادل الشتول إن كان من الناحية التجارية أو من أجل أهداف بحثية.

ويعتمد إنتاج الشتلات الموثقة الخالية من الأمراض (Certification) على وجود برنامج لفحص أشجار الأمهات (indexing) المبني على إستخدام كل طرائق الفحص المتوفرة والتي بالنهاية تؤكد وجود (أو عدم وجود) أي مسبب ممرض في النبات المراد فحصه. ومن أهم الطرائق المستخدمة هي الاختبارات الحيوية (biological indexing)، وهي تعتمد على تطعيم عين أو أكثر من النبات المراد فحصه على مجموعة من أنواع النباتات الدالة (غالبيتها من الحمضيات) والتي يظهر عليها أعراض واضحة في حال وجود المسببات الممرضة، بما فيها الفيروسات والفيرويدات. وبالإضافة إلى الإختبارات الحيوية، يمكن استخدام اختبارات أخرى مثل ELISA، RT-PCR، تهجين cDNA و غيرها (راجع الفصل الثالث من هذا الكتاب)، وهي اختبارت متخصصة تعطي نتائج أسرع بكثير من تلك التي تعطيها الاختبارات الحيوية. وبما أن للعديد من المسببات الممرضة التي تصيب الحمضيات لا يوجد لها حتى الآن اختبارات مخبرية سريعة، لا بد في برنامج فحص الأشجار الأم أو الشتلات من الجمع ما بين الإختبارات الحيوية وتلك التي تعتمد على وجود أمصال متخصصة أو إختبارات الحمض النووي المتعددة. ولمعرفة البرنامج المفضل لفحص أشجار الحمضيات ننصح القارئ بالرجوع إلى ما كتبه Roistacher (1998).

5. استنتاجات عامة

أثبتت المسوحات الحقلية التي تمت في العقود الثلاثة الماضية بأن الفيروسات والفيرويدات تشكل أحد مسببات تدهور إنتاج الحمضيات في غالبية البلدان العربية. هناك فيروسات أو فيرويدات موجودة في كل البلدان العربية مثل فيروس قوباء الحمضيات/الموالح، فيرويد تشقق قلف الحمضيات/الموالح، وفيرويد تنقر الخشب (كاكسيا) الحمضيات/الموالح. وهناك بعض الفيروسات التي ثبت وجودها في بعض البلدان العربية وغيابها من البعض الأخر مثل فيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح.

لم يشكل فيروس تريستيزا الحمضيات حتى الآن خطراً كبيراً كما هو الحال في أسبانيا مثلاً وهو بلد متوسطي إلاّ أن المسوحات الحقلية تؤكد بأنه متواصل في الإنتشار مع أن حشرة المنّ من نوع *Toxpotera citricidus* التي تنقله بكفاءة عالية ليست موجودة في المنطقة العربية (Djelouah & D'Onghia, 2000). وبالتالي فإن أنواع المنّ الموجودة مثل *Aphis gossypii* و *Myzus persicae* واللتان تنتشران في المنطقة العربية بالإضافة إلى وجود *T. aurantii* في سوريا ولبنان (CABI, 2006) و *A. spiraecola* في المغرب (CABI, 1969)، ولو أنها أقل كفاءة من *T. citricidus*، إلا أنها تلعب دوراً في توسيع رقعة إنتشاره في البلدان العربية. وإذا أخذنا بعين الإعتبار بأن النوع الأكثر إستخداماً كأصل في المنطة العربية هو البرتقال الحامض (sour orange) وهو حساس جداً للإصابة بفيروس CTV فإن ذلك يشير إلى إحتمال تسارع إنتشاره وخاصة في حال بروز سلالات من الفيروس أكثر تأثيراً من السلالات التي وجدت حتى الآن وهي في غالبيتها سلالات ضعيفة. إن إزالة الأشجار المصابة وحرقها يعتبر تدبيراً جيداً له فوائد كثيرة على الأمد البعيد في البلدان أو المناطق التي يوجد فيها فيروس التريستيزا بشكل محدود حالياً، أما المناطق المهددة بانتشار فيروس CTV، فيجب النظر بجدية إلى إستبدال الأصل الحساس للإصابة بأصول أكثر مقاومة مثل الترويز سيترانج والبرتقال ثلاثي الأوراق.

هناك العديد من البلدان العربية التي لا توجد فيها حتى الآن برامج معتمدة لإنتاج شتول حمضيات خالية من المسببات الممرضة، لذا فإن إعتماد مثل هذه البرامج ودعمها يشكل خطوة إيجابية نحو تحسين إنتاجية الحمضيات ورفع العائد للمزارعين الذين يعتمدون على هذه الزراعة.

إن تقوية هيئات الحجر الزراعي في كل البلدان العربية والتعاون فيما بينها تسمح بعدم إدخال الأمراض الفيروسية أو الفيرويدية إلى البلدان التي هي خالية منها حتى الآن. كما أن وجود العناصر المدربة في مثل هذه الهيئات مع وجود التجهيز الملائم يسمح بإدخال أصناف جديدة مهمة تجارياً وذلك بعد القيام بكامل الإختبارات للتأكد من خلوها من الأمراض (Frison & Taher, 1991).

6. المراجع

باحميش، حاج سالم. 1988. الأمراض الفيروسية والشبيهة بالفيروسية على أشجار الحمضيات باليمن الديمقراطية. مجلة وقاية النبات العربية، 7: 107.

حمودة، عوني محمد. 1990. أمراض الموالح وطرق مقاومتها. وزارة الزراعة والأسماك. سلطنة عمان. 192 صفحة.

خليل، جبر، محمد شقرون، محمد اسماعيل ومحمد يوسف. 1994. ملاحظات حقلية عن أمراض الحمضيات/الموالح الفيروسية والشبيهة بها في الجماهرية الليبية. مجلة وقاية النبات العربية، 12: 99-105.

سعادة، بولين، وفاء خوري، أنا ماريا دو نيفيا وفيتو سافينو. 1997. تقويم الحالة الصحية لأشجار الحمضيات/الموالح في لبنان وظهور فيروس التريستيزا في بعض البيارات المصابة. مجلة وقاية النبات العربية، 15: 100.

فضل الله، عبد الشافي عبد الله. 1986. أهم أمراض وآفات الموالح بالمملكة العربية السعودية. مركز أبحاث البستنة، نجران. نشرة إرشادية، رقم 4. 89 صفحة.

قريزوني، ميشيل، كريستيان قيرونيير وقاسم عبد الله دفع الله. 1997. انتشار وأسباب أمراض تدهور الحمضيات في السودان. مجلة وقاية النبات العربية، 15: 101.

مكوك، خالد، غانم غانم وهشام خطيب. 1984. مسح لأمراض الحمضيات الفيروسية والشبيهة بها ودراسة مدى انتشارها على الساحل اللبناني. مجلة وقاية النبات العربية، 2: 23-27.

Alloum, D. and N. Bencheik El Hocine. 1983. Situation générale de l'agrumiculture algérienne. Communication au Colloque de l'Agrumiculture Méditerranéenne (21-26 février). 12 pp.

Amin, H.A., B. Barakat and A.A. Abou Zeid. 2005 Production of polyclonal antibodies against the recombinant citrus tristeza virus coat protein expressed in bacteria. International Journal of Virology, 1: 7.

Amin, H.A., F. Fonseca, C. Santos and G. Nolasco. 2006. Typing of Egyptian Citrus tristeza virus (CTV) isolates based on the capsid protein gene. Phytopathologia Mediterranea, 45: 10-14.

Amizet, L. 1959. Contribution to the study of xyloporosis in Algeria. Pages 125-128. In: *Citrus virus diseases*. Division Agricultural Sciences, University of California, USA.

Anfoka, G.H., M.K. Abhary, I. Fattash and M.K. Nakhla. 2005. Occurrence and distribution of Citrus tristeza virus (CTV) in the Jordan valley. Phytopathologia Mediterranea, 44: 17-23.

Azeri, T. 1973. First report of satsuma dwarf virus disease on satsuma mandarins in Turkey. Plant Disease Reporter, 57: 149.

Bar-Joseph, M. and F.R. Lee. 1989. Citrus tristeza virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses. No. 353.

Bové, J.M. 1995. Virus and virus-like diseases of citrus in the Near East. FAO, Rome. 518 pp.

CABI. 1969. *Aphis spiraecola* (Patch.). Distribution maps of pests. Series A (Agriculture), Map. No. 256. Commonwealth Institute of Entomology.

CABI. 2004. Citrus vein enation virus. Distribution maps of plant diseases. Series A (Agriculture), Map. No. 909. Commonwealth Institute of Entomology.

CABI. 2006. *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe). Distribution maps of pests. Series A (Agriculture), Map. No. 131. Commonwealth Institute of Entomology.

Carlos M., A. Olmos, M.T. Gorris, E. Bertolini, M.C. Martínez, E.A. Carbonell, A.H. De Mendoza and M. Cambra. 2004. Estimation of the number of aphids carrying Citrus tristeza virus that visit adult citrus trees. Virus Research, 100: 101-108.

Cassin, J. 1963a. Découverte de huit cas de tristeza parmi un lot de plants agés de citrus introduits au Maroc. Al-Awamia, 9: 53-57.

Cassin, J. 1963b. Découverte de l'"infectious variegation crinkly-leaf" des citrus au Maroc. Al-Awamia, 8: 63-75.

Cassin, J. 1964. La xyloporose (cachexiafavea) du Clémentinier au Maroc. Al-Awamia, 10: 33-53.

Cherif, C. 1998. National program of certified citrus plants in Tunisia. Pages 81-84. In: Proceedings of the Mediterranean Network on Certification of Citrus. Options Méditerranéennes Series B No. 21.

Chermiti, B., M. Dali, H. Messelmani and J.C. Onillon. 1992. First observations on population dynamics of *Parabemesia myricae* (Homopt.: Aleyrodidae) on citrus in Tunisia. In: 7th International Citrus Congress, 1992, Acireale, Italy, International Society of Citriculture, 3: 1247-1250.

Corbett, M.K. and T.J. Grant. 1967. Purification of citrus variegation virus. Phytopathology, 57: 137-143.

Costa, A.S. and T.J. Grant. 1951. Studies on transmission of the tristeza virus by the vector, *Aphis citricida*. Phytopathology, 41: 105-113.

D'Onghia, A.M., R. Saade, W. Khoury, M.A. Castellano and V. Savino. 1998. Occurrence and distribution of tristeza virus in Lebanon. Phytopathologia Mediterranean, 37: 75-78.

Djelouah, K. and A.M. D'Onghia. 2000. Occurrence and spread of citrus tristeza in the Mediterranean area. Pages 43-50. In: Production and exchange of virus-free plant propagating material in the Mediterranean region. A. Myrta, B. Di Terlizzi and V. Savino (ed.). Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches No. 35. CIHEAM-IAMB, Bari, Italy.

Drepper, W.J., L.A. Alkhamissi and H.M. Al-Agbari. 1996. The occurrence of Citrus tristeza virus in the republic of Yemen. Arab Journal of Plant Pathology, 14: 54-56.

El-Dougdoug, Kh.A., S.H. El-Deeb and A.A. Abou Zeid. 1993. Anatomical and ultra structural changes in orange leaves infected with Citrus exocortis viroid (CEVd). Annals of Agricultural Sciences, Ain Shams University, Cairo, Egypt, 38: 101-117.

El-Dougdoug, Kh.A., A.A. Maisa, A.A. Shalaby, and A.A. Abo-Zeid. 1997. Viroids infect Mandarin and Navel orange in Egypt. Arab Universities Journal of Agricultural Sciences, 5: 209-225.

Elleuch, A., M. Marrakchi, D. Lévesque, N. Bessais, J.P. Perreault and H. Fakhfakh. 2003a. Molecular variability of citrus exocortis viroid in a single naturally infected citrus tree. Plant Protection Science, 39: 139-145.

Elleuch, A., F.D. Khouaja, I. Hamdi, N, Bsaia, J-P. Perreault, M. Marrakchi and H. Fakhfakh. 2006. Sequence analysis of three citurs viroids infecting a single Tunisian citrus tree. Genetics and Molecular Biology, 29: 705-710.

Elleuch, A., H. Fakhfakh, L. Jendoubi, N. Bessaies and M. Marrakchi. 2003b. Comparative analysis of techniques for detection of agrapevine and citrus viroids in Tunisia. EPPo Bulletin, 33: 369-374.

El-Sharkawy, H.M. 2002. Detection of citrus tristeza virus (CTV) in three commercial citrus orchards and its transmission characteristics by infesting aphids in Sharkia Governorate, Egypt. Annals of Agricultural Science, Moshtohor, 40: 523-534.

Fauquet, C.M., M.A. Mayo, J. Maniloff, U. Desselberger and L.A. Ball. 2005. Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press. 1259 pp.

Frezal, P. 1957. Sur la présence en Algérie de la tristeza et de la xyloporose de citrus. C.R. Acad. Agric. France, 43: 190-193.

Frison, E.A. and M.M. Taher (eds.). 1991. FAO/IBPGR Technical Guidelines for the Safe Movement of Citrus Germplasm. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome / International Board for Plant Genetic Resources, Rome. 50 pp.

García, M.L., E. Dal Bo, O. Grau and R.G. Milne. 1994. The closely related citrus ringspot and citrus psorosis viruses have particles of novel filamentous morphology. Journal of General Virology, 75: 3585-3590.

Ghazali, S.W. 1967. Les Maladies a virus des agrumes. Magon Ser. Tech. No. 9. 29 pp.

Grant, T.J. and M.K. Corbett. 1961. Mechanical transmission of infectious variegation virus in citrus and non-citrus hosts. Pages 197-204. In: Proceedings of the 2nd Conference of IOCV, Gainesville, University of Florida Press, USA.

Hashem, A.G. and M.E. El-Halawany. 1996. Egypt. Pages 25-42. In: Citrus Pest Problems and their Control in the Near East. J.G. Morse, R.F. Luck and D.J. Gumpf (eds.). FAO, Rome.

Jamoussi, B. 1966. Les viroses des citrus en Tunisie et les moyens de lutte. Annales Inst. Nat. Recherche Agric. Tunisie, 39: 1-60.

Jarrar, S., K. Djelouah, A.M. D'Onghia and V. Savino. 2000. First record of citrus tristeza virus in Palestine. Journal of Plant Pathology, 82: 243-244.

Kawar, N.S. 1996. Saudi Arabia. Pages 129-145. In: Citrus Pest Problems and their Control in the Near East. J.G. Morse, R.F. Luck and D.J. Gumpf (eds.). FAO, Rome.

Korkmas, S.A., A. Cinar and U. Kersting. 1995. Citrus Chlorotic Dwarf: A new whitefly-transmitted virus like disease of citrus in Turkey. Plant Disease, 79: 1074

Lamour, R. 1950. Viroses des agrumes en Afrique du Nord. Rev. Fr. Oranger, 20: 381-384.

Lbida, B., F. Fonesca, C. Santos, M. Zemzami, A. Bennani and G. Nolasca. 2004. Genomic variability of *Citurs tristeza virus* (CTV) isolates introduced to Morocco. Phytopathologia Mediterranea, 43: 205-210.

Lbida, B., A. Bennani, M.N. Serrhini and M. Zemzami. 2005. Biological, serological and molecular characterization of three isolates of *Citrus tristeza closterovirus* introduced into Morocco. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 35: 511-517.

Makkouk, K.M and S. Faris-Mukhayyish. 1985. Economizing mass indexing if citrus tristeza virus by the enzyme-lined immunosorbent assay (ELISA). Lebanese Science Bulletin, 1: 7-12.

Makkouk, K.M. and S. Faris-Mukhayyish. 1983. Detection of citrus tristeza virus by different variants of the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Phytopathologia Mediterranea, 22: 177-180.

Makkouk, K.M. and S.G. Kumari. 2006. Identification and control of economically important plant virus disease in the Mediterranean basin: A review. Pages 62-68. In: Proceedings of 12th Mediterranean Phytopathological Congress, 11-15 June 2006, Rhodes Island, Greece. 590 pp.

Martín, S., D. Alioto, R.G. Milne, S.M. Garnsey, M.L. García, O. Grau, J. Guerri and P. Moreno. 2004. Detection of *Citrus psorosis virus* by ELISA, molecular hybridization, RT-PCR and immunosorbent electron microscopy and its association with Citrus psorosis disease. European Journal of Plant Pathology, 110: 747-757.

Moghal, S., P. Shivanathan, A. Mani, A.D. Al-Zadjali, T.S. Al-Zadjali and Y.M. Al-Raeesy. 1993. Status of pests and diseases in Oman. Series 1: Plant diseases in Batinah. Mazoon Printing Press. Directorate General of Agricultural Research Rumais, Sultanate of Oman. Document No. 6/93/22. 150 pp.

Murashige, T, W.P. Bitters, T.S. Rangan, E.M. Nauer, C.N. Roistacher and P.B. Holliday. 1972. A technique of shoot apex grafting and its utilization towards recovering virus-free *Citrus* clones. Hortscience, 7: 118-119.

Nadori, E.B., A. Nhami and M. Tourkmani. 1984. Programme d'amélioration sanitaire et de certification des agrumes au Maroc. First Congress of the International Society of Citrus Nurserymen. Valencia, Spain.

Najar, A. and N. Duran-Vila. 2004. Viroid Prevalence in Tunisian Citrus. Plant Disease, 88:1286.

Najar, A., N. Duran-Vila, A. Khlij and J.M. Bove. 2005. Virus and virus-like diseases of citrus in Tunisia. Pages 484-486. In. Proceedings of 16th IOCV Conference, International Organization of Citrus Virologists, USA.

Najar, A., N. Duran-Vila and M.I. Caruna. 2002. Identification of viroids in citrus orchards in Tunisia. Pages 398-400. In: proceedings of IOCV Conference, International Organization of Citrus Virologists, USA.

Navarro, L., C.N. Roistacher and T. Murashige. 1975. Improvement of shoot-tip grafting *in vitro* for virus-free Citrus. Journal of the American Society of Horticultural Science, 100: 471-479.

Nhami, A. and J.J. Bourge. 1979. Selection Sanitaire en agrumiculture. Al-Awamia, 57: 29-39.

Niblet, C.C., H. Genc, B. Cevik, S. Halbert, L. Brown, G. Nolasco, B. Bonaclaza, K.L. Majunathm V.E. Febres, H.R. Pappu and R.F. Lee. 2000. Progress on strain differentiation of citrus tristeza virus and its application to the epidemiology of citrus tristeza disease. Virus Research, 71: 97-106.

Nienhaus, F. and A.T. Saad. 1967. First report on plant virus diseases in Lebanon, Jordan and Syria. Journal of Plant Diseases and Protection, 74: 459-471.

Nolasco, G., C. de Blas, V. Torres and F. Ponz. 1993. A method combining immunocapture and PCR amplification in a microtiter plate for the detection of plant viruses and subviral pathogens. Journal of Virological Methods, 45: 201–218.

Nour-Eldin, F. and A.E.-S.A. Fudl-Allah. 1976. Citrus virus and virus-like diseases in Libya. Libyan Journal of Agriculture, 5: 101-110.

Nour-Eldin, F. and F. Bishay. 1958. Presence of the tristeza virus disease in Egypt. FAO Plant Protection Bulletin, 6: 153- 154.

Pappu, H.R, A.V. Karasev, E.J. Anderson, S.S. Pappu, M.E. Hilf, V.J. Febres, R.M.G. Eckloff, M. McCaffery, V. Boyko, S. Gowda, V.V. Dolja, E.V. Koonin, D.J. Gumpf, K. Cline, S.M. Garnsey, W.O. Dawson, R.F. Lee, C.L. Niblett. 1994. Nucleotide sequence and organization of eight 3′ open reading frames of citrus tristeza Closterovirus genome. Virology, 199: 35–46

Reichert, I. and J. Perlberger. 1934. Xyloporosis, the new citrus disease. Bulletin of Agriuclture Experiment Station, Rehovot, Palestine, 12: 49.

Roistacher, C.N. 1991. Graft-transmissible diseases of citrus: Handbook for detection and diagnosis. IOCV and FAO, Rome. 286 pp.

Roistacher, C.N. 1998. Indexing for viruses in citurs. Pages 301-319. In: Plant Virus Disease Control. A. Hadidi, R.K. Khetarpal and H. Koganezawa (eds.). APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Salibe, A.A. 1986. Major virus and virus-like diseases of citrus in the Mediterranean. FAO Plant Protection Bulletin, 34: 49-64.

Sofy, A.R. 2007. Biological and molecular studies on *Citrus psorosis virus* in Egypt. M.Sc. thesis, Faculty of Sciences, Al-Azhar University, Egypt. 200 pp.

Sofy, A.R., A.A. Mousa, H. Fahmy, S.A. Ghazal and Kh.A. El-Dougdoug. 2007. Anatomical and ultrastructural changes in citrus leaves infected with *Citrus psorosis virus* (Egyptian isolate). Journal of Applied Scientific Research, 3: 485-494.

Vaira, A.M., G.P. Accotto, A. Costantini and R. G. Milne. 2003. The partial sequence of RNA 1 of the ophiovirus Ranunculus white mottle virus indicates its relationship to rhabdoviruses and provides candidate primers for an ophiovirus-specific RT-PCR test. Archives of Virology, 148: 1037-1050.

Walkey, David G.A. 1992. Plant Virus Diseases of Yemen and Associated Areas. ODA, London. 115 pp.

Wallace, J.M. and R.J. Drake. 1962. Tatter leaf, a previously undescribed virus effect on citrus. Plant Disease Reporter, 46: 211-212.

Yakoubi, S., A. Elleuch, N. Besaies, M. Marrakchi and H. Fakhfakh. 2007. First report of *Hop stunt viroid* and *Citrus exocortis viroid* on fig with symptoms of fig mosaic disease. Journal of Phytopathology, 155: 125-128.

Zemzami, M., S.M. Garnsey, E.B. Nadori and J. Hill. 1999. Biological and serological characterization of *Citrus tristeza virus* (CTV) isolated from Morocco. Phytopathologia Mediterranea, 35: 95-100.

Zemzami, M., C.M. Soares, A.M. Bailey, C.L. Niblett and G. Nolasco. 2002. Molecular characterization and classification of Moroccan isolates of Citrus tristeza Closterovirus. Pages 8-12. In: Proceedings of the 15th Conference of the International Organization of Citrus Virologists, IOCV, Riverside, CA, USA.

الفصل السادس عشر

الفيروسات والفيرويدات التي تصيب أشجار التفاحيات واللوزيات/الحلويات

صلاح الشعبي[1]، إيليا الشويري[2] وجمال غانم[3]
(1) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، ص.ب. 113، دوما، دمشق، سورية؛
(2) فرع وقاية النبات، مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية، تل العمارة، ص.ب. 287 زحلة، لبنان؛
(3) كلية الزراعة، جامعة القاهرة، مصر.

المحتويات

1. المقدمة
2. انتشار الفيروسات عل أشجار اللوزيات/الحلويات والتفاحيات في المنطقة العربية
3. أهم الفيروسات والفيرويدات التي تصيب أشجار التفاحيات واللوزيات/الحلويات في المنطقة العربية
1.3. الأمراض الفيروسية
1.1.3. فيروس التبقع الشاحب لأوراق التفاح
2.1.3. فيروس تثلم ساق التفاح
3.1.3. فيروس تنقر ساق التفاح
4.1.3. فيروس موزاييك التفاح
5.1.3. فيروس البقع الحلقية الميتة للخوخ/البرقوق
6.1.3. فيروس تقزم الخوخ/البرقوق
7.1.3. فيروس نمط الخط الأمريكي للخوخ/البرقوق
8.1.3. فيروس جدري الخوخ/البرقوق
9.1.3. فيروس التبقع الحلقي الكامن للفريز/الفراولة
10.1.3. فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم
11.1.3. فيروس موزاييك وتورد الدراق/الخوخ
12.1.3. فيروس التبرقش الحلقي الأخضر للكرز
2.3. الأمراض الفيرويدية
1.2.3. فيرويد الموزاييك الكامن للدراق/الخوخ
2.2.3. فيرويد تقزم حشيشة الدينار/الجنجل
3.2.3. فيرويد تنقر ثمار التفاح
4. استنتاجات عامة
5. المراجع

1. المقدمة

تزرع أشجار التفاحيات [التفاح (*Malus communis* L.)، السفرجل (*Cydonia oblonga* Mill.)، الأجاص/الكمثرى (*Pyrus communis* L.)]، واللوزيات/الحلويات [الدراق/الخوخ (*Prunus persica* (L.) Batsch.)، المشمش (*P. armeniaca* L.)، الخوخ/البرقوق (*P. domestica* L.)، اللوز (*P. amygdalus* Batsch.)، الكرز الحلو (*P. avium* L.)، الكرز

الحامض (*P. cerasus* L.)، المحلب (*P. mahaleb* L.)] في بعض البلدان العربية على نطاق واسع. يوضح الجدول 1، إنتاج معظم البلدان العربية من ثمار التفاحيات واللوزيات/الحلويات بناء لاحصائيات منظمة الأغذية والزراعة خلال عام 2006.

2. انتشار الفيروسات على أشجار التفاحيات واللوزيات/الحلويات في المنطقة العربية

تصاب أشجار التفاحيات واللوزيات/الحلويات في المنطقة العربية بأمراض فيروسية وفيرويدية متنوعة، التي تختلف في انتشارها وشدتها وفقاً للمناطق والأنواع المزروعة وأصنافها (جدول 2).

تؤثر سلالات الفيروس الشائعة ونوعية الغراس المستخدمة في الزراعة (أسلوب إنتاجها) وانتشار النواقل ولا سيما الحشرية منها والظروف البيئية السائدة وندرة استخدام الأصول أو الأصناف المقاومة أو المتحملة للأمراض الفيروسية والفيرويدية في الحالة الصحية لتلك الأشجار. ويعدّ فيروس التبقع الشاحب لأوراق التفاح (ACLSV)، وفيروس البقع الحلقية الميتة للخوخ/البرقوق (PNRSV)، وفيروس تقزم الخوخ/البرقوق (PDV)، وفيروس موزاييك التفاح (ApMV) من أكثرها تردداً وانتشاراً. فقد سجل فيروس ACLSV على أشجار التفاح، والأجاص/الكمثرى والسفرجل في سورية (إسماعيل وآخرون، 2007؛ الجبر وآخرون، 2007)، كما سجلت فيروسات PNRSV، ApMV وPDV على أشجار اللوزيات/الحلويات في شرق الجزائر (رواق وآخرون، 2007). تبوأ فيروس PNRSV المرتبة الأولى في الأهمية على أشجار اللوزيات/الحلويات في لبنان وسورية، تلاه في الأهمية PDV، ACLSV وApMV (إسماعيل، وآخرون، أ2003؛ Choueiri *et al.*, 2003). وكانت الفيروسات الأخرى، مثل: فيروس جدري الخوخ/البرقوق (PPV)، وفيروس موزاييك وتورد الدراق/الخوخ (PRMV)، وفيروس التبقع الحلقي الكامن للفريز/الفراولة (SLRSV)، وفيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم (ToRV)، وفيروس نمط الخطي الأمريكي للخوخ/للبرقوق (APLPV)، وفيروس التبرقش الحلقي الأخضر للكرز (CGRMV)، وفيروس تثلم ساق التفاح (ASGV)، وفيروس تنقر ساق التفاح (ASGV)، وفيروس المشمش الكامن (ApLV) (Jarrar *et al.*, 2007 ؛Abbadi, 2002) وفيرويد تنقر ثمار التفاح (ADFVd) (Choueiri *et al.*, 2007) قد سجلت انتشاراً محدوداً في بعض الدول العربية، بينما سجل انتشار واسع لفيرويد الموزاييك الكامن للدراق/الخوخ (PLMVd) وفيرويد تقزم حشيشة الدينار/الجنجل (HpSVd) على أشجار اللوزيات/الحلويات (رواق وآخرون، 2007؛ Al Rwahnih *et al.*, 2001؛ Ismaeil *et al.*, 2001 ؛Choueiri *et al.*, 2001, 2002).

جدول 1. إنتاج الدول العربية والعالم من ثمار التفاحيات واللوزيات/الحلويات (ألف طن)، إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة الدولية، 2006.

البلد	التفاح	الأجاص/ الكمثرى	المشمش	اللوز	الدراق/ الخوخ والبرقوق/ الخوخ	الكرز	سفرجل
الجزائر	283.2	189.4	167.0	53.7	117.5	5.0	9.0
مصر	550.0	38.5	73.0	-*	360.0	-*	-*
الأردن	46.4	2.6	6.8	3.1	14.0	1.3	-*
لبنان	114.8	36.8	31.8	28.3	34.1	29.5	-*
ليبيا	23.6	1.3	16.8	24.3	9.4	-*	-*
المغرب	374.0	35.2	129.4	83.0	54.6	5.5	28.0
سورية	312.5	20.0	101.0	119.6	51.6	39.7	5.0
تونس	120.0	60.0	30.0	50.0	92.2	-*	4.5
اليمن	18.7	0.3	1.5	0.1	2.3	-*	1.3
مجموع البلدان العربية	1843.2	384.1	557.3	362.1	735.7	81.0	47.8
العالم	63804.5	19539.5	3251.3	1766.1	17188.8	1872.8	489.8
نسبة ما تزرعه البلدان العربية مقارنة بالعالم	2.9	2.0	17.1	20.5	4.3	4.3	9.8

-*: لايوجد بيانات

يتباين انتشار الأمراض الفيروسية على أشجار اللوزيات/الحلويات والتفاحيات في الوطن العربي، ويعدّ الكرز والدراق/الخوخ من أكثر أشجار اللوزيات/الحلويات إصابة بالأمراض الفيروسية، بينما كانت أشجار المشمش أقلها إصابة.

تتشابه درجات حساسية أنواع اللوزيات/الحلويات المزروعة في البلدان العربية تجاه الفيروسات المختبرة مع مثيلاتها المزروعة في بلدان حوض البحر الأبيض المتوسط الأوروبية باستثناء مستويات الإصابة فكانت أعلى في الدول الأوروبية (Myrta *et al.*, 2002). وقد تراوحت متوسطات الإصابة بفيروس ACLSV على أشجار التفاح، والأجاص/الكمثرى والسفرجل المختبرة في سورية ما بين 34.0–41.6، 2.0–14.2 و 0–5.3%، على التوالي (إسماعيل وآخرون، 2007؛ الجبر وآخرون، 2007). وبلغت نسب الإصابة بفيروسات PNRSV، ApMV وPDV على أشجار اللوزيات/الحلويات في شرق الجزائر 39.1، 31.3 و29.7%، على التوالي (رواق وآخرون، 2007). وبلغت نسبة إنتشار فيروس PNRSV في لبنان 61.0، 57.5 و42.0% على أشجار الدراق/الخوخ، المشمش والكرز، على التوالي (إيليا الشويري، معلومات غير منشورة؛ Choueiri *et al.*, 2003)، وفي سورية خلال عام 2003 بلغ متوسط انتشار الفيروس نفسه في عينات أنواع اللوزيات/الحلويات المختبرة 6.28%، و 18.4، 11.7، 2.8، 0.81 و 0.45% في عينات الدراق/الخوخ، اللوز، الخوخ/البرقوق، الكرز والمشمش، على التوالي (إسماعيل وآخرون، 2003أ). وبلغت نسب انتشار فيروسي ASGV وApMV على

أشجار التفاح المختبرة في سورية 2.0 و0.2%، على التوالي (إسماعيل وآخرون، 2007)، في حين بلغت على التفاحيات في الأردن 4.6 و1.0%، على التوالي (Salem *et al.*, 2005). واحتل فيروس ToRV على التفاحيات المرتبة الأولى في الأهمية في الأردن وفقاً للدراسة السابقة، وبلغ متوسط وجوده في العينات المختبرة 6.8%. كذلك تباينت نسب إصابة أشجار اللوزيات/الحلويات في الوطن العربي بفيرويد الموزاييك الكامن للدراق/الخوخ، وسجل أعلى انتشار له على بعض أصناف الدراق/الخوخ المستوردة إلى لبنان، مثل: صنف ديكسي ريد، سبرينغ تيم، ونكتاروز، وعلى الصنف المحلي شيخاني، وتراوحت نسبة الإصابة الكلية في العينات المختبرة ما بين 17 و34% (Choueiri *et al.*, 2001)، بينما بلغت 39.6% على أشجار الدراق/الخوخ في سورية (إسماعيل وآخرون، 2003أ؛ Ismaeil *et al.*, 2001, 2002, 2003)، و29% على الدراق/الخوخ في الأردن (Al Rwahnih *et al.*, 2001)، و14% على أشجار اللوزيات في شرق الجزائر (رواق وآخرون، 2007). وقد تم رصد الفيرويد المذكور على أشجار اللوز في تونس (Fekih Hassen *et al.*, 2005)، وعلى اللوزيات/الحلويات في المغرب (Smith *et al.*, 1992). كذلك سجل فيرويد تقزم حشيشة الدينار/الجنجل في لبنان على بعض أصناف المشمش المحلية، مثل: السندياني والذهبي، وبلغت نسبة انتشاره 28% (Choueiri *et al.*, 2002)، بينما بلغت نسبة إصابة عينات المشمش المختبرة في سورية 62.5% لا سيما على الأصناف: بلدي، تدمري، ذهبي، وزري، شكربارا، وعجمي (إسماعيل، وآخرون، أ2003؛ Ismaeil *et al.*, 2001, 2002). وبلغت نسبة انتشار الفيرويد ذاته 5.9% على أشجار المشمس في شرق الجزائر (رواق وآخرون، 2007)، 19% في الأردن (Al Rwahnih *et al.*, 2001) و 10% في المغرب (Amari *et al.*, 2000)،. في حين لم يسجل الفيرويد في عينات الدراق/الخوخ المختبرة في سورية (إسماعيل، وآخرون، أ2003).

ويعزى تباين نسب الإصابة الفيروسية على أنواع أشجار التفاحيات واللوزيات/الحلويات وأصنافها ما بين الدول العربية وحتى ضمن القطر الواحد لأسباب متعددة، أهمها: تعدد مصادر الغراس/الشتلات، ووجود النواقل الحيوية، وطرائق الإكثار والمعاملات الزراعية المتبعة، وحساسية الأصناف المزروعة، والاختلافات في الظروف البيئية السائدة.

وتظهر خطورة بعض هذه الفيروسات، مثل ACLSV، PNRSV، PDV و ToRV في قدرتها على إحداث ظاهرة عدم توافق الطعم مع الأصل (Dunez, 1989)، وفي موت منطقة التطعيم ولا سيما عند تطعيم المشمش على المشمش أو المشمش على الخوخ/الدراق أو عندما تطعم كلونات التفاح من مجموعة Delicious على الأصل MM106 (Jones & Sutton, 1996). وقد تراوحت نسبة فشل عملية التطعيم على اللوزيات/الحلويات ما بين 10 و15%، وقد تصل إلى 95% في بعض الحالات (Dunez, 1989). ولا تظهر الأعراض المرضية على الكثير من أصناف أشجار اللوزيات/الحلويات والتفاحيات المصابة بالأمراض الفيروسية تحت الظروف

البيئية المحلية للبلدان العربية، وقد بلغت نسب إصابة عينات الدراق/الخوخ والمشمش التي جمعت من مصر بأحد الفيروسين PDV أو PNRSV أو كليهما معاً (إصابات مختلطة) والتي لم تبد أعراضاً مرضية واضحة عليها 25 و80%، على التوالي (Dunez, 1989)، وتراوحت ما بين 3 و10% في دراسة لاحقة (Ghanem 2000a, 2000b). وتراوح مقدار الضرر الذي أحدثه كلا الفيروسين المذكورين في إنتاج أشجار الكرز ما بين 10 و35%، وبلغ أكثر من 50% بالنسبة للكرز الحامض (Dunez, 1989). وكانت الأعراض التي أحدثها مرض جدري الخوخ المتسبب من الفيروس PPV أقل وضوحاً تحت ظروف المنطقة العربية، وكان ضرره غير ملموس على الرغم من الأضرار الجسيمة التي أحدثها الفيروس بأشجار اللوزيات/الحلويات ولا سيما المشمش في بعض دول شرق وجنوب أوروبا كيوغسلافيا السابقة واليونان وإسبانيا على سبيل المثال والتي بلغت 100% في بعض مناطقها (Desvignes & Bois, 1994؛ Pallas *et al.*, 1998؛ Refatti *et al.*, 1988). وكان ضعف نمو الأشجار وظهور بعض التغيرات اللونية على الأوراق وتشوه بعض الثمار من أهم أعراض الإصابات الفيروسية التي سجلت على أشجار اللوزيات/الحلويات والتفاحيات في المنطقة العربية (Myrta *et al.*, 2003).

بلغ معدل إصابة الغراس/الشتلات البذرية المستخدمة كأصول للوزيات في سورية بفيروسات PDV، PNRSV، وApMV 1.84%، وكان فيروس PDV أكثرها شيوعاً (1.45%)، بينما احتل فيروس PNRSV المرتبة الثانية في الأهمية (0.22%) (درويش والشعبي، 2007). وكانت نسب بذور اللوز الحلو والمشمش المصابة بفيروس PDV قد بلغت مستويات عالية، وتراوحت ما بين 72-75% و36-75%، على التوالي في لبنان، بينما تراوحت نسب إصابة بذور اللوز الحلو والمر بفيروس PNRSV ما بين 0 و 62% (تقي الدين ومكوك، 1986). وأكدت دراسة لاحقة إصابة بذور اللوز المزروع (*P. dulcis* (Mill.) D. A. Webb.) بكلا الفيروسين (كنعان وآخرون، 2001). وبلغت نسبة حدوث الإصابات الفيروسية على الغراس/الشتلات البذرية للدراق/الخوخ 3.2%، و2.64% على غراس المحلب، و1.28% على غراس اللوز، و0.64% على غراس المشمش، ولم تسجل أي إصابة فيروسية على غراس الخوخ/البرقوق (درويش والشعبي، 2007). وبلغت نسب إصابة أشجار التفاح والدراق/الخوخ البذرية (غير المطعمة) بفيروس ACLSV في سورية 38.6 و2.9%، على التوالي، بينما لم تسجل أي إصابة بالفيروس المذكور على الأشجار البذرية للمشمش والخوخ/البرقوق والمحلب والأجاص/الكمثرى والزعرور (الجبر وآخرون، 2007). وكان فيروس ApMV قد اكتشف في أصول اللوز المزروع وفي اللوز البري *Prunus orientalis* (Miller) D. A. Webb. في لبنان (كنعان وآخرون، 2001)، بينما سجل الفيروس المذكور في ثلاث عينات فقط في دراسة أخرى أجريت في سورية (درويش والشعبي، 2007).

جدول 2. الفيروسات والفيرويدات التي تصيب أشجار اللوزيات والتفاحيات في المنطقة العربية

الأسم العربي	الأسم العلمي	الأسم المختصر	الجنس	العائلة/الفصيلة
فيروس التبقع الشاحب لأوراق التفاح	*Apple chlorotic leaf spot virus*	ACLSV	*Trichovirus*	*Flexiviridae*
فيروس تثلم ساق التفاح	*Apple stem grooving virus*	ASGV	*Capillovirus*	*Flexiviridae*
فيروس تنقر ساق التفاح	*Apple stem pitting virus*	ASPV	*Foveavirus*	*Flexiviridae*
فيروس موزاييك التفاح	*Apple mosaic virus*	ApMV	*Ilarvirus*	*Bromoviridae*
فيروس البقع الحلقية الميتة للخوخ/البرقوق	*Prunus necrotic ringspot virus*	PNRSV	*Ilarvirus*	*Bromoviridae*
فيروس تقزم الخوخ/البرقوق	*Prune dwarf virus*	PDV	*Ilarvirus*	*Bromoviridae*
فيروس نمط الخط الأمريكي للخوخ/البرقوق	*American plum line pattern virus*	APLPV	*Ilarvirus*	*Bromoviridae*
فيروس جدري الخوخ/البرقوق	*Plum pox virus*	PPV	*Potyvirus*	*Potyviridae*
فيروس موزاييك وتورد الدراق/الخوخ	*Peach rosette mosaic virus*	PRMV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس التبقع الحلقي الكامن للفريز/الفراولة	*Strawberry latent ringspot virus*	SLRSV	*Sadwavirus*	غير محددة
فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم	*Tomato ringspot virus*	ToRV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس التبرقش الحلقي الأخضر للكرز	*Cherry green ring mottle virus*	CGRMV	غير محدد	*Flexiviridae*
فيروس التفاف أوراق الكرز	*Cherry leaf roll virus*	CLRV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس موزاييك الأرابيس	*Arabis mosaic virus*	ArMV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس المشمش الكامن	*Apricot latent virus*	ApLV	*Foveavirus*	*Flexiviridae*
فيرويد الموزاييك الكامن للدراق/الخوخ	*Peach latent mosaic viroid*	PLMVd	*Pelamonviroid*	*Avsunviroidae*
فيرويد تقزم حشيشة الدينار/الجنجل	*Hop stunt viroid*	HpSVd	*Hostuviroid*	*Pospiviroidae*
فيرويد تنقر ثمار التفاح	*Apple dimple fruit viroid*	ADFVd	*Apscaviroid*	*Pospiviroidae*
فيرويد تقرح قشرة التفاح	*Apple scar skin viroid*	ASSVd	*Apscaviroid*	*Pospiviroidae*

لم تولي الدراسات المحلية اهتماماً كبيراً بالأضرار الاقتصادية التي تحدثها الأمراض الفيروسية والفيرويدية بأشجار التفاحيات واللوزيات/الحلويات في المنطقة العربية. وتتأتى خطورة الأمراض الفيروسية والفيرويدية في قدرتها على الانتشار مع مادة الإكثار النباتية المتداولة (كالغراس/الشتلات المطعمة ومجذرات الأصول والبذور، والأقلام والبراعم المأخوذة من الأشجار المصابة) و بالوسائل الطبيعية عند بعضها (كحبوب اللقاح أو البذور أو بواسطة حشرات المنّ أو النطاطات أو النيماتودا) أو بواسطة الأدوات الملوثة كالفيرويدات. وينتشر الفيروسين ACLSV وApMV على سبيل المثال بواسطة مادة الإكثار النباتية المتداولة، ولم يسجل بعد لهما نواقل طبيعة (Delbos & Dunez, 1988)، بينما ينتشر فيروس جدري الخوخ/البرقوق بواسطة حشرات

المنّ وبواسطة مادة الإكثار النباتية المصابة، وقد سجل أكثر من عشرة أنواع من حشرات المنّ تسهم في إنتقال هذا الفيروس.

وقد أجريت معظم الدراسات التي تناولت انتشار الأمراض الفيروسية والفيرويدات على أشجار اللوزيات/الحلويات في البلدان العربية بالتعاون مع جهات دولية أو إقليمية (إسماعيل وآخرون، 2003أ، 2003ب، 2007؛ جوهر وآخرون، 1997؛ رواق وآخرون، 2007؛ Al Rwahnih *et al.*, 2000, 2001؛ Choueiri *et al.*, 2001؛ Dunez, 1989؛ Edhib, 1996؛ Myrta *et al.*, 1998a؛ Ismaeil, 2001؛ Ismaeil *et al.*, 2001, 2002, 2003؛ Jarrar *et al.*, 2001؛ Jawhar *et al.*, 1996؛ Zeramdini *et al.*, 1996)، كما أجريت بعض البحوث المرتبطة بانتشار الأمراض الفيروسية وشبيهاتها على أشجار اللوزيات/ الحلويات والتفاحيات في بعض الدول العربية بإمكانيات مادية وفنية وطنية (تقي الدين ومكوك، 1986؛ أبو العلاء، 1999؛ الجبر وآخرون، 2007؛ درويش والشعبي، 2007؛ الشعبي وآخرون، 2000؛ المعاضيدي وآخرون، 2007؛ منصور، 1999؛ نجم وآخرون، 2004؛ Al-Chaabi *et al.*, 1997؛ Al-Jebr *et al.*, 2005؛ Ghanem 2000a, 2000b؛ Ghanem & Ashour, 2002).

3. أهم الفيروسيات والفيرويدات التي تصيب أشجار التفاحيات واللوزيات/الحلويات في المنطقة العربية

1.3. الأمراض الفيروسية

1.1.3. فيروس التبقع الشاحب لأوراق التفاح

***Apple chlorotic leaf spot virus* (ACLSV)، جنس *Trichovirus*، فصيلة *Flexiviridae*)**

الصفات العامة – تم تسجيل هذا الفيروس لأول مرة على أشجار التفاح في الولايات المتحدة من قبل Mink و Shay (1959). لهذا الفيروس مرادفات عديدة منها فيروس الموزاييك النموذجي الحلقي للكمثرى/الأجاص، فيروس التفاح الكامن طراز 1، فيروس الجدري الكاذب للخوخ وفيروس تقزم السفرجل.

جسيمات الفيروس عصوية مرنة 720×12 نانومتراً (Ghanem *et al.*, 2002). يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة يعادل في كتلته 5% من وزن الفيروس. استخدمت طرائق عديدة لتنقية الفيروس (Lister & Hadidi, 1971)، الذي يتواجد في كل الأجزاء النباتية المصابة بدرجات متباينة ولا سيما في الأنسجة اللحائية. تتراوح درجة التثبيط الحراري

للفيروس ما بين 52 و55 °س. تختلف عزلات هذا الفيروس في علاقاتها المصلية والأعراض التي تحدثها، وتم العثور على سلالات عديدة من هذا الفيروس تختلف في فوعتها، ومنها سلالة الدراق/الخوخ وسلالة التفاح.

الأعراض والمدى العوائلي – تظهر أعراض الإصابة بهذا الفيروس على الأوراق والثمار وسوق الأشجار، ويعتمد وضوح الأعراض وتباينها على نوع النبات المصاب وصنفه، وسلالة الفيروس والظروف البيئية المحيطة (الشكلين 1 و 2). وتكون الأعراض عادة على هيئة حلقات أو مساحات أو خطوط شاحبة اللون صفراء على أوراق التفاح من النوعين *M. platycarpa* Rehd. و*M. communis* Starkin delicious.، وعلى صورة بقع صفراء شاحبة اللون وتنقر ساق التفاح من الصنف *M. sylvestris* (L.) Mill. cv. R12740-7A، وعلى هيئة تنقر على ساق شجرة التفاح من نوع *M. sylvestris*، وعلى هيئة قشب حلقي على ثمار التفاح من صنف مكنتوش Macintosh، وعلى هيئة خطوط أو بقع أو حلقات صفراء اللون على أوراق شجرة السفرجل *C. oblonga*، وعلى هيئة تقزم وإصفرار على أشجار *Pyronia veitchii* (Trabut) Guill.، وعلى هيئة تبرقش وحلقات شاحبة اللون نموذجية على أوراق أشجار الأجاص/الكمثرى، وعلى هيئة بقع حلقية شاحبة/صفراء اللون على أوراق أشجار الزعرور *Crataegus* spp. L.، وعلى هيئة تبرقش مع تكون حلقات نموذجية على الأوراق وجدري كاذب على ثمار أشجار المشمش (Pena-Iglesias & Ayuso, 1975)، وعلى هيئة حلقات ومساحات صفراء وجدري كاذب على ثمار النكتارين، وعدم التصاق تام بين الأصل والطعم وظهور لون بني عند منطقة التطعيم (Marenaud, 1968)، وعلى هيئة بقع نموذجية حلقية شاحبة على أوراق الخوخ/البرقوق الشائك، وتبرقش أخضر داكن اللون على أوراق الدراق/الخوخ، وجدري كاذب على الثمار مع تشقق قلف سوق أشجار الخوخ/البرقوق (Dunez *et al.*, 1973)، وتضخم الأصل أسفل منطقة التطعيم أو الطعم فوقها مع تماوت منطقة التحام الأصل بالطعم كما في ظاهرة عدم التوافق عند تطعيم المشمش أو التفاح على أصول بذرية أو غيرها. وتحدث بعض سلالات هذا الفيروس تشققاً في قلف أشجار المشمش وتشوهات شديدة وجدري كاذب في ثمار المشمش والدراق/الخوخ والخوخ/البرقوق. كما يحدث هذا الفيروس بقعاً غائرة ميتة على ثمار الكرز الحلو والحامض سواء كانت الإصابة منفردة بهذا الفيروس أو نتيجة للإصابة المختلطة مع فيروس PNRSV. كذلك يحدث هذا الفيروس على أوراق بعض أصناف الدراق/الخوخ بقعاً خضراء داكنة اللون (Choueiri *et al.*, 2001) أو خطوطاً متموجة وحلقات فاتحة اللون مشابهة لتلك الأعراض التي تحدثها الإصابة بفيروس جدري الخوخ/البرقوق. ويتواجد هذا الفيروس بصورة كامنة في بعض الأصناف التجارية. وتظهر أعراض الإصابة بهذا الفيروس في الأصناف المطعمة على الأصول المحلية للتفاح، مثل: *Malus prunifolia* (Willd.) Borkh. var *ringo*،

M. sieboldii (Regel) Rehder.، و*M. sieboldii* var *arborescens*. وتظهر أصول التفاح Spy 227 وVirginia Crab حساسية عالية للمرض، بينما تكون الأصول الأخرى، مثل: Mulling Merton (MM) وMalling (M) متحملة للمرض. وكان الصنف "آنا" أكثر حساسية للفيروس بالمقارنة مع الصنف أحمر صيفي في العراق، وبلغت نسب حدوث الإصابة عليهما 10.8 و3.0%، على التوالي (المعاضيدي وآخرون، 2007).

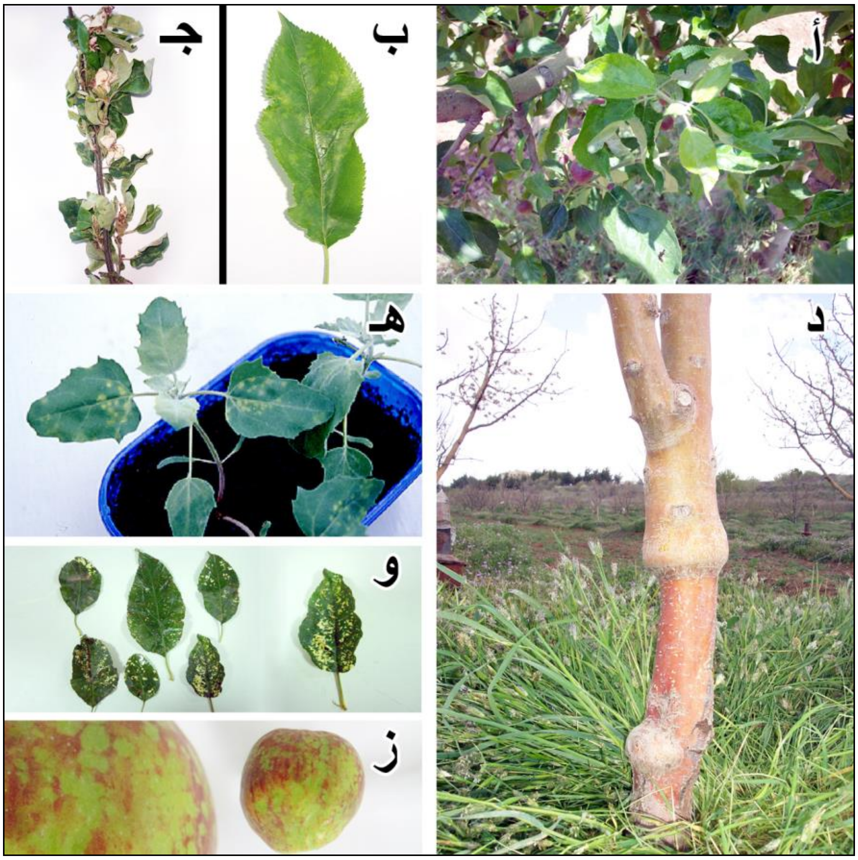
يصيب الفيروس طبيعياً الأنواع النباتية التالية: *Crataegus* spp.، *Cydonia oblonga*، *Malus sylvestris* cv. R12740-7A، *M. platycarpa*، *M. sylvestris* cv. Spy، *M. sylvestris* cv. Verginia Crab.، *Prunus armeniaca*، *P. persica*، *P. domestica*، *P. spinosa* L.، *Pyronia* veitchii، *Pyrus communis*. كما يصيب الفيروس عدد من العوائل النباتية تحت الظروف التجريبية، منها ما يعد عوائل حساسة، وهي نباتات تنتمي إلى فصائل عشبية وأخرى خشبية، من أهمها نباتات الفصيلة الوردية (Rosaceae)، والبقولية/الفراشية (Leguminosae/Fabaceae)، والسرمقية/الرمرامية (Chenopondiaceae)؛ وعوائل نباتية غير حساسة، مثل: *Nicotiara glutinosa* L. الذي ينتمي إلى الفصيلة الباذنجانية (Solanaceae). وقد استخدم نبات *Chenopodium quinoa* Willd لإكثار هذا الفيروس وحفظ عزلاته.

طرائق الإنتقال – ينقل هذا الفيروس بالالقاح الميكانيكي للعصارة النباتية إلى النباتات العشبية الدالة وبواسطة التطعيم إلى النباتات الخشبية (Ghanem *et al.*, 2002)، ولا ينتقل هذا الفيروس بواسطة البذور، كما لم يعرف له نواقل طبيعية بعد. وبلغت نسبة إصابة أشجار التفاح والدراق/الخوخ البذرية بهذا الفيروس وفقاً لدراسة حديثة أجريت في سورية 38.6 و2.9%، على التوالي. وقد تعزى هذه الإصابات في الأشجار البذرية المنشأ غير المطعمة إلى وجود طرائق أخرى لإنتقال هذا الفيروس غير مسجلة بعد (الجبر وآخرون، 2007).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – ينتشر هذا الفيروس في العديد من بلدان العالم (Diekmann & Putter, 1996). وقد رصد على أشجار اللوزيات/الحلويات في الجزائر (Aouane, 2003)، مصر (Farrag *et al.*, 2005؛ Ghanem *et al.*, 2002؛ Myrta *et al.*, 2003)، الأردن (Al Rwahnih *et al.*, 2001)، العراق (نجم وآخرون، 2004)، لبنان (Choueiri *et al.*, 2001, 2003؛ Jawhar *et al.*, 1996)، فلسطين (Jarrar *et al.*, 2001)، سورية (الشعبي وآخرون، 2000؛ Al-Chaabi *et al.*, 1997؛ Dunez, 1989)، وتونس (Boulila, 2002؛ Edhib, 1996؛ Zeramdini *et al.*, 1996). وقد تم تسجيل هذا الفيروس على أشجار التفاح في سورية (إسماعيل وآخرون، 2007؛ الجبر وآخرون، 2007؛ Al-Jebr *et al.*, 2005) والأردن (Salem *et al.*, 2005).

تسبب بعض سلالات هذا الفيروس أمراضاً خطرة لأشجار اللوزيات/الحلويات مثل ظاهرة عدم التوافق بين الأصل والطعم في أشجار المشمش، والجدري الكاذب لثمار المشمش والخوخ/البرقوق ولا سيما على ثمار الصنف توسكانا، وتشقق قلف أشجار الخوخ/البرقوق، وتقزم أشجار السفرجل والتفاح، وتبرقش أوراق أشجار اللوزيات/الحلويات والتفاحيات وتشوهها الأمر الذي يضر بإنتاجية هذه الأشجار ويقصر من مدة عطائها الاقتصادي ويخفض من القيمة التسويقية لثمارها. ويتصدر هذا الفيروس قائمة الفيروسات المهمة المطلوب استبعادها من المادة الوراثية المعدة للإكثار والتداول وفقاً لمنظمة وقاية النبات الأوروبية EPPO (EPPO, 1998). وقد بلغت نسب إصابة فيروس ACLSV لأشجار التفاح، والأجاص/الكمثرى، والسفرجل في سورية 41.6، 14.2، و5.2%، على التوالي (الجبر وآخرون، 2007)، بينما كانت نسب حدوثه في دراسة سابقة 34 و2، 0%، على التوالي (إسماعيل وآخرون، 2007). وقدرت نسبة إصابة أشجار التفاح بهذا الفيروس في الأردن 3.4% (Salem *et al.*, 2005)، وفي العراق 5.7% (المعاضيدي وآخرون، 2007). بينما تراوحت نسب الإصابة به من 18.7 إلى 30.6% على أشجار التفاح و 17.5 إلى 25.8% على أشجار الخوخ/الدراق في مصر (Ghanem *et al.*, 2002).

طرائق الكشف – تعد الاختبارات المصلية (الاحتواء المزدوج للفيروس بالأجسام المضادة (DAS-ELISA) وبصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) والمجهر الالكتروني والتقانات الحيوية الجزيئية طرائق مفضلة ودقيقة لتشخيص هذا الفيروس في الأنسجة النباتية المصابة (Mazyad *et al.*, 1999 ؛Ghanem *et al.*, 2002). كذلك يمكن اعتماد الاختبار الحيوي باستخدام النباتات الدالة العشبية، مثل *Chenopodium quinoa* (شكل 1)، *C. amaranticolor* Coste & Reyn.، و*Phaseolus vulgaris* L. cvs Kinghorn, Pinto & Bountiful في تشخيص إصابات اللوز والتفاح والكرز والدراق والخوخ. كما تستخدم النباتات الدالة الخشبية، مثل *Malus platycarpa* و *M. sylvestris* cv. R12740-7A ضمن البيت الزجاجي لتشخيص كل سلالات الفيروس على أشجار التفاح، و*Prunus persica* Elberta و*P. persica* GF 305 و*P. tomentosa* Thunb. IR 473/1 و*P. tomentosa* IR 474/1 لتشخيص الفيروس على أشجار اللوز والمشمش والكرز والدراق/الخوخ والخوخ/البرقوق و*Pyrus communis* Nouveau Poiteau لتشخيص الفيروس على أشجار الأجاص/الكمثرى. ويمكن استخدام النباتات الدالة الخشبية مثل *Cydonia oblonga* c7/1 في ظروف الحقل لتشخيص الفيروس على أشجار الأجاص/الكمثرى و*M. sylvestris* R12740 7A و*Malus platycarpa* لتشخيص الفيروس على أشجار التفاح، و*Prunus persica* Elberta و*P. persica* GF 305 لتشخيص الفيروس على الدراق/الخوخ، و*Pyrus communis* Beurre Hardy و*P. communis* A20 لتشخيص الفيروس على الأجاص/الكمثرى.



شكل 1. أعراض الإصابة الفيروسية في أشجار التفاحيات. خطوط متموجة وحلقات شاحبة على أوراق التفاح (أ، ب)، وعلى أوراق السفرجل (جـ) الناتجة عن الإصابة بفيروس التبقع الشاحب لأوراق التفاح (ACLSV)؛ شجرة تفاح يظهر عليها ظاهرة عدم التوافق بين الأصل والطعم نتيجة الإصابة بفيروس ACLSV (د)؛ بقع صفراء شاحبة اللون على أوراق *Chenopodium quinoa* نتيجة اصابتها بفيروس ACLSV (هـ)؛ أعراض الموزاييك على أوراق التفاح الناتجة عن الإصابة بفيروس موزاييك التفاح (ApMV) (و)؛ بقع حلقية صفراء وتشوه على ثمار التفاح نتيجة الإصابة بفيرويد تنقر ثمار التفاح (ADFVd) (ز).

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – يعدّ استخدام مادة الإكثار النباتية الموثقة الخالية من الفيروس والمطابقة للصنف والتي خضعت للانتخاب الكلوني الصحي والتحسين الوراثي أو الناتجة عن زراعة القمم الميرستيمية المعاملة بالحرارة عند درجة حرارة 37 ^{o}س ولمدة 2–4 أسابيع أو المركبات الكيميائية (مثبطات الفيروس) مثل الفيرازول وحمض أستيل ساليسيلك وحمض الجاسمونيك (Ghanem *et al.*, 2002). أمراً ضرورياً للحد من انتشار الإصابة بهذا الفيروس. كما يعدّ استخدام الأصول أو الأصناف المقاومة أو المتحملة للإصابة بهذا الفيروس

أمراً مرغوباً استخدامه في المناطق التي ينتشر فيها المرض. وتعتبر إزالة مصادر العدوى أمراً ضرورياً، لا سيما عندما يكون انتشار الفيروس محدوداً.

2.1.3. فيروس تثلم ساق التفاح

(*Flexiviridae* فصيلة ،*Capillovirus* جنس ،ASGV) *Apple stem grooving virus*

الصفات العامة – لهذا الفيروس عدة مرادفات منها فيروس تخدد/تثلم ساق فرجينيا كراب، فيروس مرض الخط البني وفيروس التفاح الكامن طراز 2.

جسيم الفيروس خيطي مرن، يتراوح طوله ما بين 600–700 نانومتراً، وعرضه 12 نانومتراً، والقناة المحورية غير واضحة. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة يبلغ حجمه 6,500 قاعدة أزوتية، وهي غير مجزأة. تستخدم طرائق عديدة في تنقية الفيروس (Lister, 1970؛ Lister *et al.,* 1965). يرتبط هذا الفيروس مصلياً مع فيروس البطاطا/البطاطس T. وتوجد سلالات مختلفة من هذا الفيروس في الطبيعة، منها E-36 وC-431.

الأعراض والمدى العوائلي – تظهر أعراض الإصابة بهذا الفيروس على سوق أشجار التفاح لا سيما في منطقة التحام الطعم مع الأصل أو فوقها أو إلى الأسفل منها مع تخدد/تثلم الخشب تحت القلف فوق منطقة التطعيم غالباً، ويرافقه تخرب الأوعية الناقلة وإنسدادها. وقد تحدث بعض سلالات هذا الفيروس ولا سيما السلالة E–36 تماوتاً في منطقة التحام الطعم مع الأصل وتلوناً للأنسجة التي يسهل كسرها. وتكون إصابة الساق مترافقة عادة بظهور نتوءات منتفخة وأخرى غائرة. ويكون نمو الأشجار المصابة ضعيفاً وأوراقها قليلة متفرقة صغيرة الحجم صفراء اللون تسقط مبكراً في فصل الصيف أو في بداية فصل الخريف. وقد يتسبب المرض في تماوت بعض الفروع أو الشجرة ككل. وتحمل الأشجار المصابة ثماراً قليلة العدد وصغيرة الحجم ذات لون غير مرغوب فيه. تظهر أعراض المرض على أوراق الأصل Virginia Crab على هيئة بقع صفراء شاحبة اللون وتخددات/تثلمات ونقر واضحة على الساق، وموت منطقة التحام الطعم مع الأصل في الأشجار المطعمة، وتضخم الساق فوق منطقة التطعيم.

يصيب الفيروس طبيعياً التفاح *Malus sylvestris* cv. Virginia Crab، كما يصيب تحت الظروف التجريبية عوائل عشبية عديدة حساسة للإصابة وأخرى خشبية أقل أهمية تنتمي إلى فصائل نباتية مختلفة، مثل Aizoaceae، Amaranthaceae، Chenopodiaceae، Cucurbitaceae، Labiatae، Leguminosae-Papilionoideae، Rosaceae، Solanaceae، Scrophulariaceae، وهي تبدي إصفراراً أو بقعاً موضعية ميتة أو تماوتاً أو موزاييكاً جهازياً. وأمكن التأكد من إصابة 20 نوعاً نباتياً بهذا الفيروس إلا أنها لم تبدي أعراضاً مرضية ظاهرة،

وهي تنتمي إلى فصائل نباتية من ذوات الفلقتين. استخدم نبات *Chenopodium quinoa* لإكثار الفيروس تحت ظروف البيت الزجاجي، بينما استخدمت نباتات الفاصولياء (*Phaseolus vulgaris*) والتبغ (*Nicotiana glutinosa*) للاحتفاظ بعزلاته.

طرائق الإنتقال – لا ينتقل هذا الفيروس بواسطة الحشرات والنيماتودا، وينقل بواسطة الالقاح الميكانيكي إلى النباتات العشبية الدالة من أشجار التفاح المصابة ولا سيما في فصل الربيع عند تحضير مستخلص الالقاح من البراعم أو الأوراق أو البتلات الفتية المطحونة في محلول منظم فوسفاتي متعادل. وينقل الفيروس إلى أشجار التفاح الأخرى بواسطة التطعيم، ويمكن لهذا الفيروس أن ينتقل بواسطة بذور نبات *Chenopodium quinoa*.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل هذا الفيروس لأول مرة في الولايات المتحدة على أشجار التفاح *M. sylvestris* cv. Virginia، وهو ينتشر اليوم حيث تزرع شجرة التفاح في العالم. وقد سجل وجود هذا الفيروس على بعض أشجار التفاح في سورية عام 2005 (Al-Jebr *et al.*, 2005)، حيث بلغت نسبة الإصابة به 2% (إسماعيل وآخرون، 2007)، و4.6% على أشجار التفاحيات في الأردن (Salem *et al.*, 2005). ولم يسجل الفيروس نفسه في البلدان العربية الأخرى بعد إما بسبب عدم تقصي الفيروس فيها أو نتيجة لعدم زراعة التفاح.

يسبب هذا الفيروس أمراضاً خطرة بأشجار التفاح كظاهرة تضخم وموت منطقة التحام الطعم مع الأصل، وتثلم ساق التفاح التي يؤدي إلى إضعاف نمو الأشجار المصابة وموتها باكراً.

طرائق الكشف – تعدّ الاختبارات المصلية ولا سيما الاحتواء المزدوج للفيروس بالأجسام المضادة (DAS-ELISA) التقانة الأكثر استخداماً من الناحية العملية في تشخيص وتحديد فيروس ASGV. تستخدم النباتات الدالة العشبية، مثل *Phaseolus vulgaris* و *Chenopodium quinoa* في اختبارات البيت الزجاجي للكشف عن الفيروس، والنباتات الدالة الخشبية، مثل التفاح *Malus sylvestris* cv. Virginia Crab، والتفاح الروسي *M. sylvestris* cv. R 12740-7A في اختبارات البيت الزجاجي أو الاختبارات الحقلية لتمييز الفيروسين ACLSV وASGV. ويعدّ النبات *Chenopodium quinoa* عائلاً مفضلاً لعزل الفيروس بالمقارنة مع الفيروسات الأخرى التي تصيب التفاح. ويكون تطور الأعراض المرضية على النباتات الدالة أكثر شدة ووضوحاً عندما يستخدم كلا الفيروسين في محلول الإلقاح لاحداث العدوى الإصطناعية. وتؤدي إصابة النباتات الدالة بالفيروس ASGV وفقاً لطريقة نقل العدوى إلى ظهور الأعراض المميزة التالية: تثلم في الخشب في *Malus sylvestris* cv. Virginia Crab، كما تسبب سلالة الفيروس E-36 ظاهرة عدم التوافق التي تبدو على هيئة عدم التحام الطعم مع الأصل نتيجة موت الأنسجة

الواصلة ما بينهما واكتسابها لوناً بنياً داكناً، يسهل كسرها. كما تظهر بروزات ومساحات أخرى غائرة على الساق فوق منطقة التطعيم. تظهر إصابات موضعية على أوراق النبات الدال *Chenopodium quinoa* في صورة أنسجة ميتة، كما يظهر على الأوراق تبرقشاً أو حلقات صفراء شاحبة اللون تنتشر جهازياً مع تشوه قمة النبات، ويظهر تبرقش شاحب اللون على *Nicotiana glutinosa* ينتشر جهازياً على الأوراق، مع ظهور تخطط نموذجي، وتظهر بقع بنية ارجوانية على أوراق *Phaseolus vulgaris* أو بقع موضعية صفراء شاحبة اللون وموت الأنسجة مع إنتشار جهازي.

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – تطبق الاجراءات نفسها المعتمدة في الوقاية من الإصابة بفيروس ACLSV.

3.1.3. فيروس تنقر ساق التفاح

***Apple stem pitting virus* (ASPV، جنس *Foveavirus*)**

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس لأول مرة على أشجار التفاح في الولايات المتحدة عام 1954 (Smith, 1954). لهذا الفيروس مرادفات عديدة منها فيروس التنقر الحجري لثمار الكمثرى/الأجاص، فيروس التبقع الميت للكمثرى/الأجاص، فيروس اصفرار عروق الكمثرى/الأجاص وفيروس موزاييك النمط الحلقي للزعرور.

يكون جسيم الفيروس خيطي الشكل مرن، يبلغ طوله حوالي 800 نانومتراً، وعرضه 12-15 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة. تستخدم في تنقية الفيروس طريقة Koganezawa & Yanase (1990)، ويتواجد الفيروس في سيتوبلازم الخلايا في كل أجزاء النبات المصاب. وقد أمكن تمييز سلالات متباينة في فوعتها من هذا الفيروس.

الأعراض والمدى العوائلي – تظهر أعراض الإصابة بالفيروس على سوق الأشجار لا سيما في منطقة التطعيم على هيئة تنقر الخشب يقابله ظهور نتوءات من القلف. يظهر هذا التنقر عادة فوق منطقة التطعيم ويرافقها تخرب الأوعية الناقلة وإنسداد العديد منها. تحدث بعض سلالات هذا الفيروس تماوتاً في الأنسجة الفاصلة ما بين الطعم والأصل الأمر الذي يقود إلى سهولة انكسار تلك الأشجار في مراحل نموها الأولى. يكون نمو الأشجار المصابة ضعيفا متقزماً، وتحمل فروعها أوراقاً قليلة، صغيرة الحجم، ملتفة، صفراء شاحبة اللون، تسقط بصورة مبكرة في نهاية فصل الصيف أو في بداية فصل الخريف. يصيب التدهور والموت بعض الفروع الرئيسة أو الشجرة كاملة، وتحمل الأشجار المصابة عادة ثماراً صغيرة ذات مواصفات غير مقبولة تجارياً.

تتباين أعراض الفيروس وفقاً لنوع النبات المصاب وصنفه وسلالة الفيروس، فتظهر على أشجار التفاح (*Malus sylvestris* cv Spy 227) أوراق ملتفة، صغيرة الحجم، ثم يتباطىء نمو الشجرة المصابة ويصيبها التدهور. يظهر التنقر عادة على سوق أصناف التفاح التجارية المطعمة على أحد الأصلين *Malus sieboldii* أو *M. sylvestris* cv. Virginia Crab. وقد يصاب قلف الأشجار المطعمة على الأصل *M. sieboldii* بالتماوت الداخلي ويتدهور نموها. تظهر بقع ميتة على أوراق أشجار الأجاص/الكمثرى (*Pyrus communis* cv. Nouveau Poiteau) التي يصغر حجمها وتأخذ شكلاً ملتفاً، وقد تظهر عليها بعض التحورات اللونية كالتبرقش وإصفرار العروق. وقد يصيب الفيروس ثمار الأجاص/الكمثرى، فتظهر عليها تشوهات في صورة نقر حجرية غائرة. تكون أعراض إصابة الأصل Virginia Crab بالفيروس مشابهه لتلك الأعراض التي يحدثها الفيروس نفسه على الأصل Spy 227. وقد تسبب الإصابة بالفيروس تفلطح ثمار التفاح عند استخدام الأصل Virginia Crab، والتفاف أوراقه العلوية. ولا تبدي معظم أصناف التفاح التجارية المتداولة أعراضاً مرضية واضحة إزاء إصابتها بالفيروس، وتتخذ فيها الإصابة شكلاً كامناً.

يصيب الفيروس طبيعياً الأنواع النباتية التالية: *Malus sylvestris*، *M. sieboldii*، *M. siboldii* var. *arborescens*، *Pyrus communis*، *Crataegus* spp.، كما يصيب الفيروس المذكور تحت الظروف التجريبية عوائل عديدة، معظمها نباتات عشبية وبعضها ينتمي إلى النباتات الخشبية، منها *Celosia cristata* L.، *Chenopodium murale* L.، *C. quinoa*، *Cucumis sativus* L.، *Gomphrena globosa* L.، *Malus platycarpa*، *M. sieboldii*، *M. sieboldii* var *arborescens*، *M. sylvestris*، *Nicotiana occidentalis* Weeler (cv 37B)، *N. occidentalis* ssp. *obliqua*، *Physalis floridana* L.، *Pyronia veitchii*، *Pyrus communis*، *Sesamum indicum* L.، *Tetragonia tetragonioides* (Pallas) O. Ktze.، *Nicotiana bigelovii* (Torr.) S. Watson، *N. glutinosa*، *N. tabacum* L.، *N. megalosiphon* Heurk et Mull.، *N. rustica* L.، *Phaseolus vulgaris*، وهي تنتمي إلى ثمانية فصائل نباتية (Amaranthaceae، Chenopodiceae، Cucurbitaceae، Legumunosa-Papilionoidae، Pedaliaceae، Rosaceae، Solanaceae، Tetragoniaceae). وقد استخدمت نباتات *Malus* spp. L. و*Nicotiana occidentalis* 37B لإكثار الفيروس وحفظ عزلاته.

طرائق الإنتقال – لا يوجد ناقل طبيعي لهذا الفيروس، كما أنه لا ينتقل بواسطة حبوب اللقاح (غبار الطلع) ولا البذور، ولا ينتقل الفيروس ما بين النباتات بواسطة الاحتكاك أو التلامس. وينقل

الفيروس فقط بواسطة التطعيم إلى النباتات الخشبية وبواسطة الالقاح الميكانيكي إلى النباتات الدالة العشبية.

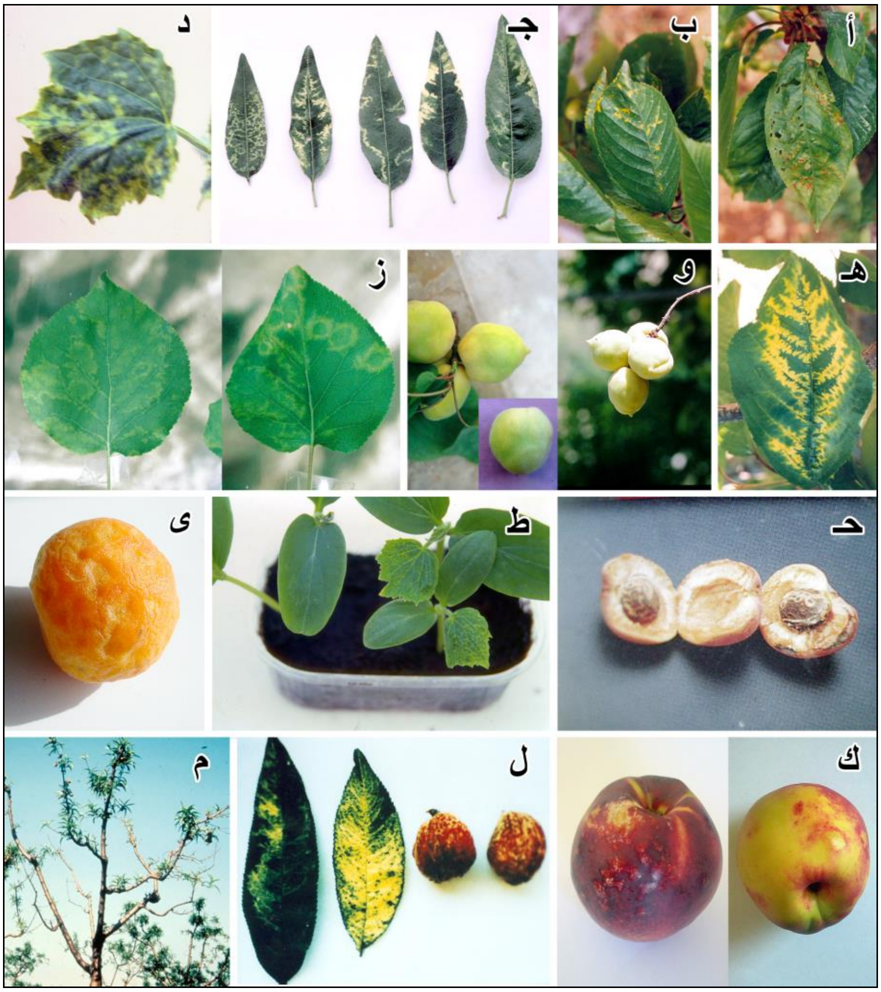
التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – يعتبر هذا الفيروس عالمي الانتشار، إلا أنه لم يكشف عنه في في البلدان العربية بعد باستثناء سورية التي سجل فيها الفيروس عام 2006 (إسماعيل وآخرون، 2007)، ويتوقع العثور عليه في مناطق أخرى تزرع شجرتي التفاح والأجاص. وقد شوهدت أعراضه على ثمار الكمثرى/الأجاص في مصر (جابر فجلة، إتصال شخصي).

تسبب بعض سلالات هذا الفيروس أمراضاً خطرة بأشجار التفاح كظاهرة تماوت منطقة التحام الطعم مع الأصل وتضخمها، وتماوت القلف الداخلي الذي يؤدي إلى تدهور وموت الأشجار بصورة مبكرة. ويحدث تشوهاً في ثمار الكمثرى/الأجاص نتيجة تشكل النقر الحجرية، إضافة إلى ظهور بعض التحورات اللونية والشكلية على الأوراق.

طرائق الكشف – يستخدم في تشخيص هذا الفيروس مجموعة من النباتات الدالة العشبية مثل: *Nicotiana occidentalis* 37B (إصفرار العروق وموت الأوراق) و *N. occidentalis* ssp. *obliqua* (إصابات موضعية ميتة) تحت ظروف البيت الزجاجي. كما تستخدم بعض النباتات الدالة الخشبية للكشف على الفيروس ضمن ظروف البيت الزجاجي، مثل *Malus sylvestris* cv. Spy 227 حيث تصاب الغراس/الأشجار بالتدهور والتفاف الأوراق؛ *M. sylvestris* cv. Virginia Crab حيث يصاب الساق بالتنقر ؛ *M. sylvestris* cvs Radiant or Sparkler 264-1 حيث تصاب الأوراق بالالتفاف؛ *M. sieboldii* MO65 حيث يظهر التدهور على الغراس/الأشجار، وتماوت داخل القلف؛ كما تظهر بقع ميتة على أوراق *Pyrus communis* cv. Nouveau poiteau؛ وبقع صفراء شاحبة اللون على أوراق *Pyronia veitchii*.

ويمكن استخدام أنواع أخرى من التفاح في التشخيص الحيوي للفيروس، ومن أهمها *Malus sylvestris* Kola Crab و*Malus pumila* Mill. Radiant 261-1. كما يمكن استخدام بعض النباتات الدالة الخشبية في التشخيص الحقلي للفيروس، ومنها *Malus sylvestris* Spy 227، *M. sylvestris* cv. Virginia Crab، *Pyronia veitchii*.

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – تطبق اجراءات الوقاية نفسها المستخدمة تجاه فيروس ACLSV.



شكل 2. أعراض الإصابة الفيروسية في أشجار اللوزيات. أعراض تثقب أوراق الكرز (أ)، ظهور لطخ على أوراق الكرز (ب)، خطوط صفراء غير منتظمة على أوراق اللوز (جـ)، وبقع حلقية صفراء شاحبة على أوراق الخيار (د) نتيجة الإصابة بفيروس البقع الحلقية المميتة للخوخ/البرقوق (PNRSV)؛ أعراض الإصابة بفيروس نمط الخطي الأمريكي للخوخ/البرقوق (APLPV) على أوراق الخوخ/البرقوق (هـ)؛ تشوه ثمار المشمش (و)، حلقات وحزم ولطخ صفراء شاحبة على الأوراق (ز)، وحلقات صفراء بنية على النواة الحجرية لثمار المشمش (حـ) الناتجة عن الإصابة بفيروس جدري الخوخ/البرقوق (PPV)؛ أعراض الموزاييك على أوراق الخيار الناتجة عن الإصابة بفيروس موزاييك التفاح (ApMV) (ط)؛ أعراض الجدري الكاذب على ثمار المشمش (ي)، حلقات شاحبة وجدري كاذب على ثمار النكتارين (ق) الناتجة عن الإصابة بفيروس التبقع الشاحب لأوراق التفاح (ACLSV)؛ ثمار دراق صغيرة الحجم ومسننة واصفرار براق مميز على الأوراق (ل) وتدهور في نمو الأشجار (م) الناتج عن الإصابة بفيرويد الموزاييك الكامن للدراق/ الخوخ (PLMVd).

4.1.3. فيروس موزاييك التفاح

(*Bromoviridae* فصيلة ،*Ilarvirus* جنس ،ApMV) *Apple mosaic virus*

الصفات العامة – سجل فيروس ApMV لأول مرة على التفاح في الولايات المتحدة عام 1933 (Bradfort & Joley, 1933). لهذا الفيروس مرادفات عديدة منها فيروس نمط الخط الألماني للخوخ/البرقوق، فيروس نمط الخط الأوروبي للخوخ/البرقوق، فيروس الموزاييك الأصفر لكستناء الحصان وفيروس موزاييك الورد.

تتميز جسيمات الفيروس بتباينها في الشكل من كروية قطرها 25 نانومتراً إلى شبه كروية تتراوح أقطارها ما بين 28×30 إلى 28×32 نانومتراً (Fulton, 1972؛ Ghanem & Ashour, 2002). يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة يتوزع في ثلاثة جزيئات: RNA1، RNA2 و RNA3 ذات أوزان جزيئية 1.23×10^6 دالتون، 1.00×10^6 دالتون و 0.69×10^6 دالتون، على التوالي، إضافة إلى جزيء رابع تحت مجيني (RNA4) ذو وزن جزيئي 0.31×10^6 دالتون (Francki *et al.*, 1985)، وهي بمجموعها تشكل حوالي 16% من كتلة الفيروس، بينما يشكل البروتين 84%؛ كما أن وزن الغطاء البروتيني في حدود 24–25 ألف دالتون (Digiaro *et al.*, 1992؛ Gonsalves & Fulton, 1977). يتكون مستحضر الفيروس النقي من ثلاثة أنماط من الجسيمات مختلفة في معامل ترسيبها. يتميز الفيروس بعدم ثباته في عصارة النبات المصاب لمدة طويلة (2–5 دقائق)، ويستمر ثباته لمدة 2–4 ساعات في محلول الاستخلاص المنظم. تبلغ درجة الحرارة المثبطة للفيروس 54 °س (Fulton, 1981). توجد علاقة مصلية/سيرولوجية ضعيفة ما بين فيروس ApMV وفيروس PNRSV. وقد عرف لهذا الفيروس سلالتان: معتدلة وشديدة الفوعة.

الأعراض والمدى العوائلي – تختلف أعراض الإصابة بفيروس ApMV وفقاً لحساسية الأنواع المزروعة وصنفها، وفوعة سلالة الفيروس الموجودة، ودرجات الحرارة السائدة في المنطقة (Luckwill, 1954؛ Thomsen, 1975). ولا تحدث كل سلالات الفيروس المعزولة من اللوزيات أعراض الموزاييك النموذجي على أشجار التفاح (Diekmann & Putter, 1996). تحدث السلالة الشديدة الفوعة على أوراق الأصناف الحساسة حلقات أو بقعاً صفراء مختلفة الأبعاد، تمتد على طول عروق الأوراق، بينما تكون الأعراض غير واضحة أو غير مرئية في حالة إصابة الأصناف غير الحساسة بسلالة الفيروس المعتدلة الفوعة (شكل 1). تظهر هذه الأعراض عادة خلال فصل الربيع، وتتراجع خلال الصيف لا سيما عند إرتفاع درجات الحرارة (Nemeth, 1986). تتكون مساحات لونها أصفر كريمي على أوراق فرع واحد من شجرة التفاح

أو أكثر ولا سيما على الأشجار الهرمة. وتكون الأعراض مشابهة لتلك التي تحدث نتيجة الاستخدام الخاطىء لمبيدات الأعشاب (Jones & Sutton, 1996).

تختلف الأعراض التي تظهر على اللوزيات نتيجة الإصابة بهذا الفيروس وفقاً لأنواعها، وهي تتطور على أوراق أشجار الخوخ/البرقوق والمشمش والدراق/الخوخ واللوز على هيئة حزم أو حلقات صفراء اللون براقة أو خضراء شاحبة أو تتخذ شكل ورقة البلوط. وقد تكتسب عروق الأوراق لوناً فاتحاً أو أصفراً براقاً. وتكون الأعراض على أشجار الكرز على هيئة بقع حلقية أو متطاولة صفراء اللون لامعة (Barba & Quacquarelli, 1984). تكون الأعراض على أوراق أشجار الدراق/الخوخ في بداية الإصابة على هيئة حلقات مستديرة أو مساحات صفراء اللون متألقة، ثم تصير متطاولة مع تقدم الإصابة، وتتوزع بصورة متناسقة على طول العروق الرئيسة (Giunchedi & Poggi Pollini, 1985). تكون أعراض الإصابة بهذا الفيروس على أوراق المشمش على هيئة بقع حلقية صفراء اللون، وقد تتخذ شكل ورقة البلوط. وتتباين أعراض المرض على اللوز بصورة حادة، فهي إما أن تكون في صورة بقع متطاولة صفراء اللون لامعة أو على هيئة فشل في الإزهار وفي تفتح البراعم الورقية. تكون الأعراض مرئية على الأشجار المصابة خلال فصل الربيع أو في بداية فصل الصيف، وتختفي مع إرتفاع درجات الحرارة.

يصيب فيروس ApMV طبيعياً أنواعاً نباتية مختلفة، منها: التفاح، والفريز، وتوت العليق (*Rubus* spp. L.)، الورد (*Rosa* sp L.p.)، الكستنة (*Aesculus hippocastanum* L.)، البتولا (*Betula* spp. L.)، الجنجل (*Humulus* spp. L.) والبندق (*Corylus maxima* Mill.). تظهر أعراض الإصابة على أشجار التفاح على هيئة موزاييك (Ghanem & Ashour, 2002؛ Sano *et al.*, 1985)، وعلى هيئة بقع حلقية ميتة على أنواع عديدة من نباتات الفصيلة الوردية (Rosaceae) (Fulton, 1972)، وعلى هيئة تبرقش على نباتات جنس الجنجل (*Humulus*) (Baumen *et al.*, 1982)، وعلى هيئة النمط الخطي على نباتات جنس اللوزيات/الحلويات (*Prunus*) التي يمثلها المشمش والكرز والخوخ/البرقوق والدراق/الخوخ (Diekmann & Putter, 1996). كما يصيب الفيروس المذكور تحت الظروف التجريبية أنواعاً مختلفة من النباتات العشبية والخشبية الحساسة للإصابة يصل عددها إلى نحو 65 نوعاً تنتمي إلى 19 فصيلة نباتية (Fulton, 1952, 1957). واستخدمت النباتات التالية: *Catharanthus roseus* (L.) G. Don، *Cucumis sativus*، *Phaseolus vulgaris* (لبعض العزلات)، *Vigna unguiculata* (لبعض العزلات) في حفظ الفيروس وإكثاره.

طرائق الإنتقال – ينقل فيروس ApMV ميكانيكياً بصعوبة من أوراق التفاح والورد إلى عوائل عشبية، ويكون إنتقاله أكثر سهولة بواسطة التطعيم (Fulton, 1972). ويحتمل إنتقال الفيروس في

حبوب اللقاح (غبار الطلع) إلى النباتات الملقحة، ولا ينتقل عموماً بواسطة البذور باستثناء بذور البندق (Cameron & Thompson, 1985). ولم يسجل للفيروس نواقل حشرية أو نيماتودية.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – يتواجد الفيروس في معظم الدول التي تزرع أشجار اللوزيات/الحلويات والتفاحيات، إلا أن تردده أقل بكثير مقارنة مع الفيروسات الأخرى التي تصيب أشجار اللوزيات/الحلويات. وقد تم تسجيل فيروس ApMV في الجزائر (Aouane, 2003)، وعلى أشجار الدراق/الخوخ في كل من سورية (الشعبي وآخرون، 2000؛ Al-Chaabi *et al.*, 1997)، لبنان (Choueiri *et al.*, 2001, 2003)، الأردن (Al Rwahnih *et al.*, 2001)، وعلى أشجار التفاح في مصر حيث تراوحت نسب الإصابة به من 16.5 إلى 17.5% في بعض البساتين (Ghanem & Ashour, 2002) وعلى أشجار اللوز بنسبة بسيطة لا تتجاوز 1.3% في تونس (Zeramdini *et al.*, 1996). وبلغت نسب الإصابة بهذا الفيروس على أشجار التفاح في سورية 0.2% (إسماعيل وآخرون، 2007)، و1.9% في العراق (المعاضيدي وآخرون، 2007)، وعلى أشجار التفاحيات في الأردن 1.0% (Salem *et al.*, 2005). وبلغت نسبة إصابة أشجار اللوزيات/الحلويات بهذا الفيروس في شرق الجزائر 31.3% (رواق وآخرون، 2007).

تعتمد أهمية هذا الفيروس من الناحية الاقتصادية على سلالة الفيروس المنتشرة وحساسية أصناف وأنواع أشجار اللوزيات/الحلويات والتفاحيات المزروعة والظروف الجوية السائدة ولا سيما درجات الحرارة. وتكون أعراض الإصابة بهذا الفيروس في معظم الأحيان غير مرئية، ويكون تأثيره في أشجار اللوزيات/الحلويات والتفاحيات معتدلاً. وتشير بعض الدراسات المرجعية إلى وجود بعض السلالات الشديدة الفوعة التي تسبب تدن في الإنتاج قد يتراوح ما بين 30–40% (Posnette & Croplay, 1956)، وتدن في نوعية الثمار المصابة مقارنة مع ثمار الأشجار السليمة (Helm, 1980). ويكون نمو الأشجار المصابة عادة بطيئاً (Chamberlain *et al.*, 1971). كما يؤثر هذا الفيروس في جودة الثمار عند بعض أصناف التفاح أثناء التخزين، مثل: Jonared (Barba & Isabela, 1986).

طرائق الكشف – يتم الكشف عن فيروس ApMV بالطرائق المصلية/السيرولوجية مثل الإنتشار الثنائي في الآجار، الاليزا، بصمة النسيج النباتي المناعي والمجهر الالكتروني المناعي (Ghanem & Ashour, 2002؛ Clark *et al.*, 1976). وينصح بالكشف عن هذا الفيروس خلال الفترة الممتدة من نصف شهر نيسان/أبريل إلى منتصف شهر حزيران/يونيو عندما يكون تركيز الفيروس عالٍ لا سيما في أوراق الأغصان الفتية. ويمكن الكشف أيضاً عن الفيروس المذكور بالطرائق الجزيئية، مثل التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR)

(Jelkmann, 2004 ؛Ghanem & Ashour, 2002). كما يستخدم للكشف عن الفيروس بعض النباتات العشبية الدالة، مثل الخيار تحت ظروف البيت الزجاجي، أو باستخدام النباتات الخشبية الدالة، مثل *Prunus persica* Elberta، *Prunus persica* GF 305 تحت ظروف البيت الزجاجي، أو باستخدام النباتات الدالة الخشبية، مثل أصناف التفاح Golden Delicious و Lord Lambourn للكشف عن إصابات الفيروس المذكور في التفاح في ظروف الحقل، أو باستخدام صنف الخوخ/البرقوق Ersinger للكشف عن الفيروس نفسه في أشجار الخوخ/البرقوق تحت ظروف الحقل (EPPO, 1998). ونورد فيما يلي بعض النباتات العشبية الدالة التي يمكن استخدامها لتشخيص الفيروس، حيث تظهر بقع موضعية بنية صغيرة على النباتين *Amaranthus tricolor* و.*Teramnus uncinatus* (L.) Sw، وحلقات وخطوط صفراء شاحبة جهازية على النباتين *Catharanthus roseus* و *Vigna unguiculata*، وتبرقش على أوراق النبات *Chenopodium quinoa*، موت عروق الأوراق على النبات *Crotalaria juncea*، وبقع موضعية صفراء اللون واصفرار جهازي وتقزم على نبات الخيار *Cucumis sativus* (شكل 2)، وبقع موضعية ميتة على النبات *Cyamopsis tetragonoloba*، وموزاييك أصفر فاقع على النبات *Torenia fournieri*.

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – لا يوجد علاج كيميائي يمكن اعتماده في البساتين أو في مشاتل إنتاج الغراس/الشتلات لمكافحة هذا الفيروس في حال تواجده، وتكون الاجراءات الوقائية من خلال إنتاج وتوزيع شتلات ومواد إكثار أخرى (براعم وأصول...) موثقة صحياً ووراثياً الأسلوب الأكثر كفاءةً. ويمكن الحصول على مادة إكثار نباتية خالية من فيروس ApMV من خلال الانتخاب الصحي الكلوني، والمعاملة الحرارية، وعبر زراعة القمة الميرستيمية.

5.1.3. فيروس البقع الحلقية الميتة للخوخ/البرقوق

(*Prunus necrotic ringspot virus* (PNRSV)، جنس *Ilarvirus*، فصيلة *Bromoviridae*)

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس لأول مرة على أشجار الدراق/الخوخ في الولايات المتحدة عام 1941 (Cochran & Hutchins, 1941)، لهذا الفيروس مرادفات عديدة منها فيروس نمط الخط الأوروبي للخوخ/البرقوق، فيروس التبقع الحلقي للخوخ/الدراق، فيروس النمط الخطي للخوخ/البرقوق، فيروس التبقع الحلقي الميت للمشمش الأحمر، فيروس التبرقش الشاحب للورد، فيروس النمط الخطي للورد، فيروس تحزم عروق الورد، فيروس الموزاييك الأصفر لعروق الورد وفيروس التبقع الحلقي الميت للكرز الحامض.

جسيم الفيروس شبه كروي، يتراوح قطره ما بين 23 و27 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة، موزعة فى ثلاثة جزيئات تكون في مجموعها 16% من كتله الفيروس، بينما يشكل البروتين 84% من كتلته. يتكون الفيروس من سلالات مختلفة تتباين في مداها العوائلي وفي الأعراض التي تحدثها، ومن هذه السلالات *Cherry rugose mosaic virus*؛ *North American plum line pattern virus* و *Danish plum line pattern virus*. وقد صنفت العزلات السورية لهذا الفيروس في أربع مجموعات بناء على تفاعلاتها مع 10 أمصال متخصصة أحادية الكلون (إسماعيل، وآخرون، ب2003). توجد لهذا الفيروس بعض العلاقات المصلية مع فيروس ApMV، ولم يثبت وجود علاقة مصلية مع فيروسي PDV وموزاييك التفاح تولار (*Tulare apple mosaic virus*، TapMV).

الأعراض والمدى العوائلي – تكون أعراض الإصابة بفيروس PNRSV حادة عادة في السنة الأولى والثانية بعد حدوث الإصابة، وهذا يحدث إنخفاضاً كبيراً في الإنتاج، ويؤخر تفتح البراعم الورقية والزهرية، وقد يتسبب في موت بعضها، وقد يظهر على نهايات الطرود إفرازات صمغية. تكون الأوراق على الأفرع المصابة صغيرة الحجم، وتبدو عليها تحورات لونية تكون على هيئه حلقات أو أقواس أو خطوط صفراء شاحبة اللون تغطي سطح الورقة جزئياً أو كلياً. ويسبب موت وسقوط أنسجة الورقة في مكان حدوث التحورات اللونية ظاهرة تثقب الأوراق وتمزقها لا سيما على أوراق الكرز الحلو والحامض (شكل 2) (Raggozino & Camele, 1985). تكون الأعراض المرضية على الأوراق أكثر وضوحاً في فصل الربيع خلال أسبوعين بعد سقوط بتلات الأزهار، بينما تكون أعراض الإصابة أقل وضوحاً أو مختفية على الأوراق التي تتفتح من براعم متأخرة النمو. وقد تظهر على الثمار الخضراء اللون أعراضاً مماثلة لتلك التي تظهر على الأوراق. تظهر الأعراض بصورة حادة أيضاً على الأفرع الجديدة النامية من أشجار مصابة متقدمة في العمر، وقد يبدو نمو الأشجار المصابة طبيعياً في بعض الأصناف، إلا أنه قد يتأثر نموها في بعض الأصناف الأخرى ويتدهور. تحدث سلالة اللوز "كاليكو" بقعاً صفراء لامعة أو بيضاء أو تلطخاً أو خطوطاً صفراء اللون على الأوراق عند إصابتها بعض أصناف اللوزيات/الحلويات. وقد تتخذ الأعراض في الورقة المصابة نمط ورقة البلوط، وقد لا تتفتح البراعم الورقية والزهرية عند إصابة بعض أصناف اللوز إضافة إلى تساقط أوراق اللوز في أعالي الأغصان (إيليا الشويري، معلومات غير منشورة؛ Boulila & Marrakchi, 2001). وقد يموت القلف على أشجار الدراق/الخوخ في حالة الإصابة الشديدة بهذا الفيروس، وتظهر عليه التقرحات والتشققات. وقد يرافق إصابة الكرز الحامض والحلو ظهور تشوهات وزوائد غير طبيعية على نصول الأوراق. وقد يحدث الفيروس تدهوراً في

نمو أشجار الخوخ/البرقوق عند تطعيم بعض الأصناف الحساسة على أصول حساسة مماثلة. وقد تم تسجيل أعراض واضحة من التبرقش على أوراق المشمش، قد تكون على هيئة خطوط أو بقع حلقية صفراء اللون تتوضع ما بين العروق الثانوية على الأوراق تبعاً للصنف وعزلة الفيروس، إضافة إلى تشقق بعض الثمار وعدم انتظام نضجها، وظهور إفرازات صمغية في بعض الأحيان (إيليا الشويري، معلومات غير منشورة؛ Desvignes, 1999). ويعدّ هذا الفيروس مسؤولاً عن ظاهرة فشل التطعيم وعدم توافق الطعم مع الأصل لبعض اللوزيات/الحلويات.

تحدث الإصابة المختلطة بهذا الفيروس مع فيروسات أخرى مثل فيروس PDV توقفاً في نمو الأشجار المصابة أو إصفراراً حاداً (Ghanem, 2000a). وتؤثر درجة الحرارة السائدة في المنطقة على تطور أعراض الإصابة، ويكون تطور المرض سريعاً والأعراض المرافقة حادة عندما تكون درجة الحرارة ما بين 20 و26 °س، ويزداد موت قمم الطرود والدوابر الثمرية مع ارتفاع درجات الحرارة.

يصيب هذا الفيروس طبيعياً أنواع مختلفة من أشجار اللوزيات/الحلويات التابعة للجنس *Prunus*، مثل: الكرز/الكريز الحامض والحلو والدراق/الخوخ والخوخ/البرقوق واللوز والمشمش بالإضافة إلى بعض النباتات الأخرى التابعة للأجناس: *Rosa*، *Humulus*، و*Cucumis*. ويصيب الفيروس المذكور تحت الظروف التجريبية العديد من النباتات العشبية الحساسة للإصابة (Ghanem, 2000a). واستخدمت النباتات *Catharanthus roseus* و*Cucumis sativus* لإكثار الفيروس وحفظ عزلاته.

طرائق الإنتقال – ينتقل الفيروس بواسطة التطعيم وبالبذور إلى غراس/أشجار اللوزيات/الحلويات الفتية، وبواسطة حبوب اللقاح (غبار الطلع) إلى الأشجار الهرمة (Digiaro & Savino, 1992؛ Kelly & Cameron, 1986). وقد يزيد معدل الانتقال البذري للفيروس عن 80% في حالة الخوخ *Prunus pennsylvanica* Von Robert L Roux.، ويكون معدل انتقاله أقل في حالة استخدام بذور الدراق/الخوخ. ويمكن نقل الفيروس داخل حبوب اللقاح أو/وعلى سطوحها، ويكون من نتيجة النقل السطحي للفيروس بواسطة غبار الطلع انتقال العدوى من نبات لآخر، بينما يؤدي النقل الداخلي للفيروس بواسطة حبوب اللقاح إلى إصابة البذور الناتجة من عملية التلقيح. ويقوم نحل العسل بنقل الفيروس من شجرة إلى أخرى مع حبوب اللقاح عند بعض أنواع اللوزيات/الحلويات كأشجار الدراق/الخوخ على سبيل المثال والتي لا ينتقل فيها حبوب اللقاح بواسطة الريح.

ينتقل الفيروس بصورة مباشرة إلى مناطق جديدة نتيجة لزراعة غراس/شتلات مصابة أخذت من مشاتل تنتج غراساً/شتلات غير موثقة. وغالباً ما يبقى البستان الحديث خالياً من الإصابة حتى بدء تكون الإزهار وحالما تنتقل الإصابة إلى البستان الجديد يستقر المرض فيه ويبدأ الفيروس انتشاره من شجرة لأخرى بواسطة حبوب اللقاح. ويكون معدل انتشار الفيروس

واستقراره في الزراعات الجديدة مرتبطاً بقربها من الأشجار المصابة وتقدم عمر الأشجار، وقد يصل معدل الانتشار السنوي للفيروس ما يقارب 10% في بساتين الدراق/الخوخ والكرز، وتمتد مدة حضانة المرض حتى ظهور أعراضه من عدة أسابيع إلى سنتين. لا يوجد للفيروس ناقل حشري أو نيماتودي معروف، كما لا ينتقل الفيروس بالتلامس بين النباتات المتجاورة، ويمكن نقل الفيروس إلى الأعشاب بواسطة الإلقاح الميكانيكي.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – يوجد على أشجار اللوزيات/الحلويات في غالبية بلدان العالم (Diekmann & Putter, 1996). ويعدّ فيروس PNRSV من أكثر الفيروسات انتشاراً على أشجار اللوز في دول منطقة البحر الأبيض المتوسط (48%)، وبلغ معدل انتشاره على أشجار المشمش والدراق/الخوخ 41.5 و48.4%، على التوالي (Myrta *et al.*, 2003). وقد تم تسجيله لاحقاً في كل من الجزائر (Aouane, 2003)، مصر (Myrta *et al.*, 2003 ؛Ghanem, 2000a)، العراق (نجم وآخرون، 2004)، الأردن (منصور، 1999؛ Al Rwahnih *et al.*, 2001)، لبنان (Choueiri *et al.*, 2001, 2003؛ Jawhar *et al.*, 1996)، المغرب (Myrta *et al.*, 2003)، فلسطين (Jarrar *et al.*, 2001)، تونس (Zeramdini *et al.*, 1996 ؛Boulila & Marrakchi, 2001)، وسورية (إسماعيل وآخرون، 2003أ، 2003ب؛ الشعبي وآخرون، 2000؛ Al-Chaabi *et al.*,1997؛ Ismaeil *et al.*, 2002, 2003)، وبلغت نسبة وجود الفيروس 39.1% على أشجار اللوزيات في شرق الجزائر (رواق وآخرون، 2007). وبلغت نسبة الإصابة 0.2% بهذا الفيروس في عينات من أشجار التفاح جرى اختبارها في العراق بواسطة اختبار بصمة النسيج النباتي المناعي (المعاضيدي وآخرون، 2007).

أما في مصر فقد تباين نسبة إصابة بساتين البرقوق به في محافظة الجيزة، تبعاً للصنف من 21.2 إلى 42.2%، بينما تراوحت نسبة إصابة أصناف الخوخ به المنزرعة في شمال سيناء من 16.9 إلى 32.8% (Ghanem, 2000a) تعتمد أهمية هذا الفيروس من الناحية الإقتصادية على سلالة الفيروس المنتشرة وحساسية أصناف أنواع أشجار اللوزيات/الحلويات المزروعة والظروف الجوية السائدة ولا سيما درجات الحرارة. وتكون أعراض الإصابة بهذا الفيروس في أكثر من صورة، فهي إما حادة أو مزمنة، وقد لا تبدي النباتات المصابة أعراضاً واضحة. يصيب هذا الفيروس الأوراق والأزهار والبراعم والثمار والأفرع وجذور الأشجار، فيضعف نموها بصورة حادة أو تدريجية. وقد يتسبب هذا الفيروس في حدوث ظاهرة عدم التوافق عند تطعيم بعض الأصناف والأنواع كالمشمش على المشمش. ويتراوح كميه الفاقد في إنتاج أشجار الكرز الحامض نتيجة للإصابة بهذا الفيروس ما بين 25 و 50% (Dunez, 1989). وكان لهذا الفيروس تأثيراً سلبياً مباشراً في تدني إنتاج أشجار المشمش وفي خفض نوعيته من خلال تشوه وتشقق

الثمار، وبالتالي تدني قيمتها التسويقية (Desvignes, 1999). كما ظهرت حالات من التقزم والذبول الناتج عن تواجد هذا الفيروس في بعض أشجار المشمش (Aouane, 2003). وأكدت الدراسات المرجعية احتمال تساقط أوراق اللوز وبراعمه، وانخفاض الإنتاج من حيث الكم والكيف، وتباطؤ نمو الأشجار المصابة (إيليا الشويري ، معلومات غير منشورة؛ Boulila & Marrakchi, 2001).

ينتشر هذا الفيروس بالوسائل الطبيعية كحبوب اللقاح والبذور إضافة إلى إمكانية انتقاله مع مادة الإكثار النباتية غير الموثقة على نطاق واسع لا سيما عند وجود سلالة الفيروس الأكثر فوعة وزراعة الأصناف الحساسة من اللوزيات/الحلويات. وتشير نتائج تقصي الفيروس على أشجار اللوزيات /الحلويات في الدول العربية إلى انتشار المرض على نطاق واسع.

طرائق الكشف – تعد الاختبارات المصلية (اليزا واختبار بصمة النسيج النباتي المناعي) طرائق سريعة ودقيقة تستخدم على نطاق واسع لتشخيص فيروس PNRSV في الأنسجة النباتية المصابة لا سيما في فترتي الإزهار والنمو النشط للطرود (Dal Zotto & Nome, 1999؛ Ghanem, 2000a). ويمكن تشخيص الفيروس باللجوء إلى الاختبار الحيوي باستخدام الالقاح الميكانيكي للنباتات العشبية الدالة، مثل الخيار (Salem *et al*., 2004) تحت ظروف البيت الزجاجي. ويمكن تشخيص الفيروس باللجوء إلى تطعيم النباتات الخشبية الدالة، مثل *Prunus persica* Elberta، *P. persica* GF 305، *P. serrulata* Lindl. Shirofugen، *P. tomentosa* Thunb. IR473/1، *P. tomentosa* IR 474/1 أو *P. avium* F 12/1 تحت ظروف البيت الزجاجي. كما يمكن اللجوء إلى تطعيم النباتات الخشبية الدالة، مثل *Prunus persica* Elberta، *P. persica* GF 305، و*P. serrulata* Shirofugen لتشخيص الفيروس في ظروف الحقل. وأمكن تطبيق تقانة التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) للتمييز ما بين العزلات. أو تقنية IC-RT-PCR للكشف عن هذا الفيروس داخل أنسجة النباتات العشبية والخشبية (Salem *et al*., 2004). كما استخدمت حديثاً تقانة Real Time RT-PCR في تشخيص هذا الفيروس (Marbot *et al*., 2003).

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – يعدُ استخدام غراس/شتلات سليمة موثقة خضعت للانتخاب الصحي والوراثي الأسلوب الأمثل للحد من تأثير هذا الفيروس عند إنشاء البساتين الجديدة، كما يمكن اعتماد المعالجة الحرارية والتطعيم الدقيق بالقمة المرستيمية لإنتاج الغراس الخالية من الفيروس. ويعدُ قلع الغراس/الأشجار المصابة واستبدالها بأخرى سليمة في المراحل الأولى من إنشاء بساتين اللوزيات/الحلويات أسلوباً سليماً لتحسين إنتاجها. كما ينصح بعزل البساتين الحديثة عن البساتين القديمة المصابة بمسافة 30–150 متراً، لمنع انتقال الفيروس مع حبوب اللقاح إليها.

6.1.3. فيروس تقزم الخوخ/البرقوق

(*Bromoviridae* فصيلة ،*Ilarvirus* جنس ،PDV) *Prune dwarf virus*

الصفات العامة – اكتشف فيروس PDV لأول مرة في الولايات المتحدة على أشجار الخوخ/البرقوق *P. domestica* عام 1936 (Thomas & Hildebrand, 1936)، ولهذا الفيروس مرادفات منها فيروس التبقع الحلقي الشاحب للكرز، فيروس تقزم الخوخ/الدراق وفيروس اصفرار الكرز الحامض.

جسيم الفيروس شبه كروي، يتراوح قطره ما بين 22–25 نانومتراً (Ghanem, 2000b). يشكل الحمض النووي حوالي 14% من كتلة الفيروس، والبروتين 86%. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة. وتحتوي مستحضرات الفيروس النقية على خمسة طرز من المكونات تختلف في معامل ترسيبها. لا يرتبط هذا الفيروس مصلياً/سيرولوجياً مع فيروسات أخرى عديدة، مثل ApMV و PNRSV. تختلف بعض عزلات (سلالات) هذا الفيروس في مداها العوائلي، وتتراوح درجة الحرارة المثبطة للفيروس ما بين 45 – 54 °س.

الأعراض والمدى العوائلي – تختلف أعراض الإصابة بفيروس PDV وفقاً لأنواع اللوزيات المزروعة وأصنافها، وسلالة الفيروس، ودرجات الحرارة السائدة. وتختلف الأعراض التي يسببها هذا الفيروس وفقاً للعائل النباتي المصاب، فتكون على هيئة تقزم وتوقف في النمو على أشجار الدراق/الخوخ، وعلى هيئة تصمغ وتكون باقات ورقية على فروع أشجار المشمش. تبدأ أعراض المرض بالظهور عادة على أشجار الكرز الحامض بعد 2–3 سنوات من حدوث الصدمة المرافقة للإصابة، ويكون ذلك مصحوباً بتساقط بعض الأوراق ذات اللون الأخضر العادي، ثم تحمل معظم الأوراق المتساقطة لاحقاً درجات متباينة من التبرقش. وتتساقط الأوراق على دفعات تبدأ أولها بعد تساقط البتلات بحوالي 3–4 أسابيع. ويكون تساقط الأوراق شديداً عندما يكون الطقس حاراً، بينما تؤخر درجات الحرارة المنخفضة من تطور الأعراض. تميل أشجار الكرز الحامض المصابة إلى تكوين براعم زهرية زائدة على الفروع الجانبية والطرفية، ويكون إزهارها غزيراً، وينخفض بالمقابل عدد البراعم الخضرية اللازمة لتكوين الدوابر الثمرية لاحقاً. تبدو الأشجار المصابة متهدلة، ويكون قسماً كبيراً من الفروع عارياً من الثمار والدوابر الثمرية، كما تكون البراعم الثمرية على الأشجار المصابة أكثر حساسية لبرد الشتاء بالمقارنة مع براعم الأشجار السليمة. يكون نضج الثمار غير منتظم، ويكون حجم الثمار على الأشجار المصابة بالمرض منذ مدة طويلة أكبر من الثمار الطبيعية، وهي غير مرغوبة للتصنيع بسبب كبر حجمها.

تظهر على أوراق الكرز الحلو بقعاً أو حلقات صفراء اللون شاحبة، أو تبرقشاً أو تماوتاً تختلف شدته من نبات لآخر، ويكون مترافقاً بتثقب للأوراق في كثير من الأحيان وبصورة

مشابهة للأعراض التي يحدثها فيروس PNRSV. تكون أعراض الإصابة بفيروس PDV على أشجار الخوخ/البرقوق على هيئة ضعف في النمو، وتقزم يصيب الفروع، وتهدل يشبه شجرة الصفصاف في تدليها، وتبرقش أو بقع شاحبة على أوراق بعض الأصناف لا سيما الخوخ/البرقوق الإيطالي. وتكون الأعراض غير مرئية عموماً على أشجار أصناف الخوخ/البرقوق *Prunus salicina* Lindley وهجنه، وعلى أشجار الأصل Mazzard والمحلب Mahaleb وعلى أشجار بعض أصناف الكرز الحلو والمشمش واللوز. ويمكن لبعض سلالات الفيروس المذكور أن تحدث تصمغاً شديداً على سوق وأفرع أشجار المشمش.

يصيب هذا الفيروس طبيعياً أنواع مختلفة من أشجار اللوزيات/الحلويات التابعة للجنس *Prunus*، مسبباً على الكرز الحامض إصفرار الأوراق وإنفصالها، وحالة التقزم على الدراق/الخوخ، وتكون أوراق جلدية شبه شريطية على الخوخ/البرقوق. ويصيب الفيروس المذكور أيضاً كل من اللوز والمشمش والكرز الحلو. وقد استخدم النباتين *Cucurbita maxima* cv. Buttercup و *Nicotiana occidentalis* في إكثار الفيروس وحفظه عزلاته.

طرائق الإنتقال – ينتقل هذا الفيروس بواسطة التطعيم من الأجزاء المصابة إلى النباتات الخشبية السليمة، كما أنه ينتقل بواسطة البذور (بمعدل يقارب 10% في بذور الكرز الحامض أو في بذور الكرز الحلو والمحلب واللوز) (Boari *et al.*, 1998a؛ Digiaro & Savino, 1992) أو بواسطة حبوب اللقاح (غبار الطلع) إلى البذور أو إلى النباتات الملقحة. وتعد زراعة الأصول التي لا تبدي أعراضاً مرئية السبب في انتشار هذا الفيروس في أشجار الكرز الحلو والحامض. ويمكن نقل الفيروس إلى النباتات الدالة العشبية بواسطة الإلقاح الميكانيكي. ولا ينتقل الفيروس ما بين النباتات المتجاورة بالملامسة. كما لم يسجل ناقل حيوي حشري أو نيماتودي لهذا الفيروس.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – يسود انتشار هذا الفيروس في العالم ويوجد حيث تزرع أشجار اللوزيات/الحلويات (Diekmann & Putter, 1996). سجل هذا الفيروس على أشجار اللوزيات/الحلويات في كل الدول العربية التي تم تقصيه فيها، كالجزائر (Aouane, 2003)، والمغرب (Myrta *et al.*, 2003)، ومصر (Dunez, 1988؛ Ghanem, 2000b)، ولبنان (Choueiri *et al.*, 2003؛ Jawhar *et al.*, 1996)، وسورية (الشعبي وآخرون، 2000؛ Al-Chaabi *et al.*, 1997)، والأردن (منصور، 1999؛ Al Rwahnih *et al.*, 2001)، والعراق (المعاضيدي وآخرون، 2007؛ نجم وآخرون، 2004)، وتونس (Boulila & Marrakchi, 2001؛ Zeramdini *et al.*, 1996)، وفلسطين (رواق وآخرون، 2007). وبلغت نسبة الإصابة بهذا الفيروس على أشجار اللوزيات في شرق الجزائر 29.7% (رواق وآخرون، 2007) وفي شمال سينا ومحافظة الدقهلية في مصر 17 إلى 32% و 15 إلى

18%، على التوالي (Ghanem, 2000b). وقد سجل فيروس PDV انتشاراً واسعاً على أشجار اللوزيات/الحلويات في البلدان العربية ، واحتل المرتبة الأولى في الأهمية إلى جانب فيروس PNRSV. يسبب فيروس PDV أضراراً اقتصادية مهمة على أشجار اللوزيات/الحلويات في الدول الأوروبية والولايات المتحدة ولا سيما على أشجار الكرز الحامض والحلو. ويحدث الفيروس انخفاضاً حاداً في نمو أشجار اللوزيات/الحلويات المصابة وإنتاجها مع مرور الوقت، وقد يصل الفاقد في الإنتاج إلى حوالي 60% بالنسبة للكرز الحامض. ويندر المحافظة على خلو الأشجار من الإصابة. ويعد هذا الفيروس أحد الفيروسات المهمة المسؤولة عن ظاهرة عدم التوافق في أشجار اللوزيات/الحلويات وانخفاض نسبة نجاح التطعيم في المشاتل (Ragozzino & Camele, 1985).

طرائق الكشف – تستخدم في تشخيص فيروس PDV الأمصال المتعددة أو الأحادية الكلون في الاختبارات المصلية بالاحتواء المزدوج للفيروس بالأجسام المضادة (DAS-ELISA) أو بالاحتواء الثلاثي للفيروس بالاجسام المضادة (TAS-ELISA) (Boari *et al.*, 1998b)، أو باستخدام بصمة النسيج النباتي المناعي (Knapp *et al.*, 1995؛ Ghanem, 2000b). ويستخدم في تشخيص الفيروس أيضاً المجهر الالكتروني والتفاعل المتسلسل للبوليمراز (PCR) وكذلك الاصطياد المناعي للفيروس المتبوع بالتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (Jelkmann, 2004؛ Mazyad *et al.*, 1999)، والاختبارات الحيوية بواسطة النباتات الدالة الخشبية، مثل: *Prunus persica* Elberta، *P. persica* GF 305، *P. serrulata* Shirofugen، *P. tomentosa* IR 473/1، و*P. tomentosa* IR 474/1 تحت ظروف البيت الزجاجي، والنباتات الدالة الخشبية التالية: *Prunus avium* Bing، *P. persica* Elberta، *P. persica* GF 305، *P. serrulata* Shirofugen في ظروف الحقل. وتستخدم أيضاً في تشخيص هذا الفيروس النباتات الدالة العشبية تحت ظروف البيت الزجاجي، وتبدي الأعراض التالية: إصابات موضعية داكنة اللون على نبات *Crotalaria spectabilis* Roth.، إصابات موضعية على الأوراق صفراء اللون صغيرة وموزاييك جهازي على نبات *Cucumis sativus*، إصفرار ما بين العروق على نبات *Cucurbita maxima*، تبرقش جهازي على نبات *Melilotus officinalis* (L.) Pall.، إصابات موضعية صفراء اللون مع تبرقش جهازي على نبات *Momordica balsamina* L.، تبرقش جهازي على نبات *Phlox drummondii*، إصابات موضعية داكنة اللون صغيرة على الأوراق الفلقية لنبات *Sesbania exaltata*، حلقات صفراء اللون جهازية على نبات *Thunbergia alata* Bojer ex Sims.، حلقات وخطوط صفراء اللون على نبات *Tithonia speciosa* (Hook.) Griseb.. ويمكن استخدام بعض النباتات الدالة غير الحساسة للإصابة بالفيروس

المذكور لتشخيصه، ومنها: *Cassia tora*، *Chenopodium amaranticolor*، *C. quinoa*، *Gomphrena globosa*، *Physalis floridana*.

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – يمكن الوقاية من الإصابة بهذا الفيروس باتباع الأساليب التالية:

- استخدام مادة الإكثار النباتية الموثقة الخالية من الفيروس والمطابقة للصنف (نباتات مطعمة، بذور، أصول، عقل وبراعم خضرية،...).
- عزل مراكز الإنتاج والبساتين الجديدة عن البساتين القديمة مسافة تتراوح ما بين 50–165 متراً. ويكون احتمال انتشار الفيروس كبيراً عند وجود أشجار هرمة من اللوزيات/الحلويات مصابة تنمو بالقرب من البساتين الحديثة الانشاء. ويفضل في هذه الحالة انشاء خطوط من أشجار التفاح أو الأجاص/الكمثرى تفصل ما بين بساتين اللوزيات/الحلويات.
- اعتماد الأصناف المقاومة أو المتحملة للمرض التي صار تداولها شائعاً نسبياً.
- استئصال الأشجار المصابة في المناطق التي مازال فيها انتشار المرض محدوداً، ويكون مفضلاً إعادة زراعة مكان الأشجار الغائبة أو المقطوعة خلال السنوات الخمس الأولى من تاريخ الزراعة، وتجنب إعادة الزراعة بعد هذه المدة عندما تكون الأشجار بالغة.
- يمكن استخدام المعاملة الحرارية ثم زراعة القمة الميرستيمية أو إجراء التطعيم القمي لتخليص المادة النباتية الثمينة من الإصابة بالفيروس.

7.1.3. فيروس نمط الخط الأمريكي للخوخ/البرقوق

(*American plum line pattern virus* (APLPV)، جنس *Ilarvirus*، فصيلة *Bromoviridae*)

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس لأول مرة على الخوخ/البرقوق العائد للهجين شيرو Shiro plum (*P. salicina X P. americana*) في الولايات المتحدة عام 1964 (Kirkpatrick *et al.*, 1964). لهذا الفيروس مرادفات منها فيروس النمط الخطي للخوخ/الدراق وفيروس النمط الخطي للمشمش. جسيم الفيروس كروي متساوياً الأبعاد، يتراوح قطره ما بين 26 و33 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة، وهو يشكل حوالي 14% من كتلة الفيروس، ويوزع ضمن أربعة جزيئات (Alayasa *et al.*, 2003؛ Fulton, 1982)، بينما يكون البروتين 84% من كتلة الفيروس الذي يتواجد في كل أجزاء العائل النباتي المصاب. لا يرتبط هذا الفيروس مصلياً مع الكثير من الفيروسات التابعة للجنس نفسه، مثل: PNRSV، PDV و ApMV.

الأعراض والمدى العوائلي – تختلف الأعراض التي يحدثها هذا الفيروس على أشجار اللوزيات/الحلويات من موسم لآخر، وتكون الإصابة على أوراق أشجار اللوزيات/الحلويات على هيئة حزم أو خطوط صفراء اللون شاحبة تشبه إلى حد بعيد الأعراض التي يحدثها فيروس ApMV أو سلالات محددة من فيروس PNRSV، علماً أن المصل الخاص بهذا الفيروس لا يتفاعل مع الفيروسات الأخرى المشار إليها. تحدث الإصابة بهذا الفيروس على الخوخ الياباني سلسلة من الأعراض كإكتساب شكل ورقة السنديان وتلونها بالأصفر المخضر، أو اصفرار العرق وتخرمه (تثقبه) أو الشريط الأصفر للعروق (شكل 2). يكون الإصفرار على الأوراق شاحباً في بداية فصل الصيف ويتحول إلى أبيض كريمي، بينما تبدو الأوراق الفتية التي تظهر بعد شهر حزيران/يونيو سليمة ظاهرياً. تكون الأعراض ثابتة غير متبدلة على الأوراق التي تظهر في الربيع عندما يكون متوسط درجة الحرارة اليومية أقل من 15 °س. وتختفي أعراض المرض مع ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف. وتكون أعراض المرض على أوراق الكرز على هيئة مساحات مختلفة الأشكال أو حلقات أو على هيئة ورقة السنديان أو على هيئة خطوط صفراء اللون تميل إلى الإبيضاض واضحة المعالم (Choueiri *et al.*, 2006).

يصيب هذا الفيروس طبيعياً أصنافاً مختلفة من الخوخ/البرقوق وهجنه (*P. americana* × *P. salicina*)، الكرز الحامض، الدراق/الخوخ، *P. serrulata*، و *P. cerasifera* Ehrh. محدثاً فيها أعراض النمط الخطي وحلقات صفراء اللون شاحبة. كما يصيب تحت الظروف التجريبية مجالاً واسعاً من النباتات الحساسة العشبية والخشبية. واستخدمت أنواعاً نباتية مختلفة، مثل: *Catharanthus roseus*، *Nicotiana megalosiphon*، *N. occidentalis*، *Prunus domestica* و*Vigna unguiculata* ssp *cylindrica* لحفظ عزلات الفيروس وإكثاره.

طرائق الإنتقال – ينتقل هذا الفيروس بواسطة التطعيم إلى أشجار اللوزيات/الحلويات، وبواسطة الالقاح الميكانيكي بالعصارة إلى النباتات العشبية (Kikpatrick *et al.*, 1964؛ Paulsen & Fulton, 1968). ولا ينتقل هذا الفيروس بواسطة البذور أو النواقل الطبيعية الأخرى كالحشرات والنيماتودا.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – يوجد في إيطاليا وألبانيا (Myrta *et al.*, 2002). كذلك سجل فيروس نمط الخط الأمريكي للخوخ/البرقوق في بعض الدول العربية، كفلسطين (Jarrar, *et al.*, 2001؛ Alayasa *et al.*, 2003)، وتونس (Boulila & Marrakchi, 2001؛ Myrta *et al.*, 2002) ولبنان (Choueiri *et al.*, 2006).

طرائق الكشف – يحدث الفيروس APLPV أعراض النمط الخطي على أشجار الخوخ/البرقوق وعلى غيرها من اللوزيات/الحلويات بالإضافة إلى الفيروس ApMV وبعض سلالات الفيروس PNRSV. ويمكن استخدام اختبار إليزا في تشخيص الفيروس في الأجزاء النباتية المصابة بصورة دقيقة وسريعة. ويستخدم الاختبار الحيوي لتشخيص هذا الفيروس بالتطعيم على النباتات الدالة الخشبية (تظهر الإصابة بالفيروس المذكور على كلا سطحي ورقة غراس هجين الدراق GF 305 على هيئه شرائط خضراء مصفرة أو خضراء فاتحه اللون متموجة تكون موازية للعرق الرئيس في الورقة) سواء نفذ الاختبار تحت شروط البيت الزجاجي أو في الحقل، أو بالنقل الميكانيكي بالعصارة إلى النباتات الدالة العشبية (*Crotalaria juncea* L.، *Cucumis sativus*، *Chenopodium quinoa*، *Nicotiana megalosiphon*، *N. occidentalis*، *Physalis floridana*، *Vigna unguiculata* ssp *cylindrical*) تحت ظروف البيت الزجاجي. وقد يستخدم المجهر الالكتروني في تشخيص هذا الفيروس. واستخدمت حديثاً اختبارات تهجين الحمض النووي في الكشف عن الفيروس (Alayasa *et al.*, 2003؛ Sánchez-Navaro *et al.*, 2005؛ Scott & Zimmerman, 2001)، وهي تعدُ أكثر كفاءة وحساسية بالمقارنة مع اختبار إليزا لا سيما عند استخدامها خارج الأوقات المعتمدة للكشف عن الفيروس، وأصبح ممكناً اعتمادها في التشخيص الروتيني (Al Rwahnih *et al.*, 2004). كما أمكن الكشف عن الحمض النووي الخاص بالفيروس باستخدام التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Sánchez-Navaro *et al.*, 2005؛ Scott & Zimmerman, 2001).

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – يخضع فيروس APLPV للوائح المسببات الممرضة الحجرية في بعض الدول العربية، وينبغي التأكد من خلو مواد الإكثار النباتية من اللوزيات/الحلويات المستوردة من هذا الفيروس، علماً أن ليس لهذا الفيروس أهمية حجرية تذكر وفقاً لمنظمة وقاية النبات الأوروبية (EPPO/CABI, 1996). وتؤكد بعض البروتوكولات العاملة على إنتاج وتداول مواد الإكثار النباتية المصدقة أو المعدة للإكثار خلوها من فيروس APLPV. ويعدّ استخدام مادة الإكثار النباتية الموثقة الخالية من الفيروس والمطابقة للصنف والتي خضعت للانتخاب الكلوني الصحي والتحسين الوراثي أو الناتجة عن زراعة القمم الميرستيمية المعاملة بالحرارة عند درجة حرارة 37 °س ولمدة 2–4 أسابيع أمراً ضرورياً للحد من انتشار الإصابة بهذا الفيروس.

8.1.3. فيروس جدري الخوخ/البرقوق

(*Potyviridae* فصيلة ،*Potyvirus* جنس ،PPV) *Plum pox virus*

الصفات العامة – وصف هذا الفيروس لأول مرة في بلغاريا على أشجار الخوخ/البرقوق عام 1932 (Atanasoff, 1932). لهذا الفيروس مرادفات منها فيروس الشاركا وفيروس الخوخ/البرقوق 7 وهو من أكثر أمراض أشجار اللوزيات/الحلويات ضرراً وأشدها خطورة.

جسيم الفيروس خيطي الشكل، يتراوح طوله ما بين 660 و770 نانومتراً، وعرضه ما بين 12.5 و20 نانومتراً. يشكل الحمض النووي للفيروس حوالي 7% من كتلته، وهو حمض ريبي أحادي السلسلة ويشكل الجزء المعدي من الفيروس. لهذا الفيروس قرابة مصلية مع فيروس البطاطا/البطاطس Y، وأمكن تمييز 4 سلالات مختلفة منه تختلف في خواصها الحيوية والوبائية، عزلت من أشجار المشمش في فرنس (PPV-D) ومن أشجار الخزخ/البرقوق في اليونان (PPV-M) (Kerlan & Dunez, 1979)، ومن أشجار المشمش صنف العمار في مصر (PPV-EA) (Wetzel *et al.*, 1991)، وتم مؤخراً اكتشاف سلالة "PPV-C" Cherry من أشجار الكرز الحلو في إيطاليا (Crescenzi *et al.*, 1994)، وعلى أشجار الكرز الحامض في مالدوفيا (Kalashyan *et al.*, 1994). وكانت السلالة "PPV-M " هي الماعرفة على أشجار المشمش في سورية (إسماعيل، وآخرون، ب2003؛ Ismaeil, 2001؛ Ismaeil *et al.*, 2002)، والأردن (Al Rwahnih *et al.*, 2001؛ Al Rwahnih & Ismaeil, 2003)، بينما كانت السلالة "PPV-EL-Amar" هي المعرفة فقط في مصر على أشجار المشمش (Ghanem *et al.*, 2001؛ Wetzel *et al.*, 1991).

الأعراض والمدى العوائلي – تظهر أعراض الإصابة بهذا الفيروس على أوراق وأزهار وثمار اللوزيات/الحلويات، وتختلف شدة الإصابة اعتماداً على نوع النبات وحساسية الصنف وسلالة الفيروس السائدة والموسم والمكان. تظهر أعراض المرض عادة في الربيع وبداية فصل الصيف على هيئة حلقات أو بقع شاحبة اللون أو ميتة في بعض الأحيان على أوراق الدراق/الخوخ والمشمش والخوخ/البرقوق، تكون مترافقة في كثير من الأحيان بتشوهات تصيب الثمار. وقد تظهر على نواة المشمش ونواة بعض أصناف الخوخ بقعاً أو حلقات شاحبة اللون، تكون مترافقة بظهور تشوهات متباينة الشدة على سطح الثمار (الشعبي وآخرون، 1990) (شكل 2). وتكون أعراض الإصابة على أشجار الخوخ/البرقوق من النوع *P. cerasifera* غير مرئية، وقد يظهر عليها تبرقش شاحب خفيف على الأوراق. وتكون أعراض الإصابة بهذا الفيروس على أوراق الخوخ/البرقوق العادي *P. domestica* على هيئة تبرقش شاحب لونه أخضر فاتح، أو في صورة حلقات صفراء اللون، أو بقع أو خطوط بنية–فاتحة اللون، بينما تكون الأعراض على الثمار على هيئة حلقات مضغوطة زرقاء اللون أو غير ملونة، أو على هيئة بقع وحلقات تكون غائرة في

قشرة الثمرة. وقد يكتسب لب الثمرة لوناً بنياً داكناً يكون مشبعاً بمادة صمغية، يتلوها تساقط كثيف للثمار. وقد يتقشر قلف الطرود على الأشجار المصابة، ويتشقق على الفروع ويموت ابتداءً من قمة الشجرة. تظهر بعض التحورات اللونية والبقع الشاحبة على أوراق الدراق/الخوخ، وتكتسب عروقها لوناً فاتحاً. كما يصيب ثمار الدراق/الخوخ بعض التشوهات، وتظهر عليها حلقات أو حزم شاحبة اللون. وقد تفقد أزهار اللوزيات/الحلويات المصابة بهذا الفيروس ولا سيما أزهار الدراق/الخوخ بعضاً من تلونها الطبيعي. وتكون أعراض الإصابة غير مرئية على أنواع أخرى من اللوزيات/الحلويات، ومنها *P. salicina* Lindley، *P. spinosa* L. و*P. insititia* L.. وأشارت التقارير ظهور هالات فاتحة اللون وتشوهات على السطح الخارجي لبعض ثمار المشمش على بعض الأصناف في المجمعات الوراثية في سورية في أوائل التسعينات من القرن الماضي، وتكونت بقع وهالات دائرية شاحبة اللون مميزة على السطح الخارجي لأنوية بعض ثمار المشمش المصابة، ولا سيما على الأصناف كيسي روزا، مايجر كيسي، جوبر فولون، بيرفكشين، موسكات، رويال وبلدي (الشعبي وآخرون، 1990). ولم تلاحظ أعراض المرض على أوراق أشجار اللوز والكرز الحلو لكنها تفاعلت ايجاباً مع المصل الخاص بالفيروس المختبر (الشعبي وآخرون، 2000). وكانت أشجار الكرز قد أعتبرت من قبل منيعة لهذا المرض (Dosba *et al.*, 1987؛ Dunez, 1989).

يصيب فيروس PPV طبيعياً أنواع مختلفة من اللوزيات/الحلويات وأصولها، ومنها: *Prunus armeniaca*، *P. cerasifera*، *P. domestica*، *P. glandulosa* Thunb.، *P. persica*، *P. insititia*، *P. spinesa*، *P. salicina*. ويمكن لأشجار اللوز أن تصاب بالفيروس دون أن تبدي أعراضاً مرضية (الشعبي وآخرون، 2000؛ Nemeth, 1986). وقد سجل الفيروس نفسه على الكرز الحامض (Kalashyan *et al.*, 1994)، وعلى الكرز الحلو (Al-Chaabi *et al.*, 1997؛ Crescenzi *et al.*, 1994, 1995)، وأمكن تحديد 57 نوعاً نباتياً من الأشجار الخشبية والنباتات العشبية حساسة للإصابة بالفيروس. كما يصيب الفيروس تحت الظروف التجريبية عوائل نباتية مختلفة حساسة للإصابة وهي تنتمي إلى أكثر من 9 فصائل نباتية، هي: Amaranthaceae، Cannabidaceae، Caryophyllaceae، Chenopodiaceae، Compositae، Cruciferae، Leguminosae-Papilionoideae، Ranunculaceae، Rosaceae و Solanaceae. تبدو الأعراض على أوراقها على هيئة لطخ موضعية ميتة أو شاحبة أو في صورة تبرقش أخضر اللون شاحب قليلاً أو على هيئة تشوهات على الأوراق. ويفترض أن يكون العائل المستخدم في تشخيص هذا الفيروس حساساً للمرض ويبدي مظاهر واضحة للمرض، فعلى سبيل المثال: تتكون بقع صفراء لها مركز ميت جاف أحياناً أو بقع ميتة، لا يكون انتشارها جهازياً على النبات الدال *Chenopodium foetidum*؛ أو لطخ موضعية ميتة سوداء بنية اللون على النبات

Nicandra physaloides؛ أو على هيئة بقع أو حزم أو حلقات شاحبة اللون صفراء على أصناف الخوخ الإيطالي *P. domestica*؛ أو على هيئة بقع شاحبة منتشرة على نباتات *P. Japonica* Thunb.؛ أو على هيئة موت عروق الأوراق، وبقع شاحبة على نباتات *P. maritima* Marsh.؛ أو على صورة النمط الخطي الباهت والبقع الخضراء على نباتات *P. sibirica* L.؛ أو على هيئة تشوهات والتفاف الأوراق الفتية، وبقع شاحبة أو ميتة على الأوراق الهرمة، أو على هيئة شحوب يصيب الأوراق مع ظهور بقع صفراء اللون على نباتات *Sorbus domestica* L.. ويمكن استخدام الأنواع النباتية التالية: *Nicotiana benthamiana* Domin.، *N. clevelandii*، *N. occidentalis* و*Stellaria media* (L.) Vill. كعوائل لحفظ الفيروس وإكثاره.

طرائق الإنتقال – ينتقل هذا الفيروس بواسطة التطعيم إلى النباتات الخشبية، وبواسطة الالقاح الميكانيكي إلى النباتات الدالة العشبية (Frghly, 2002)، كما أن هنالك تجارب تشير إلى إمكانية إنتقاله بواسطة بذور المشمش (Frghly, 2002؛ Nemeth & Kolber, 1983)، وبواسطة حبوب اللقاح والبذور (Nemeth, 1986)، لكن هذه المعلومات غير أكيدة وتحتاج إلى دراسات أضافية لتؤكد هذه الفرضيات. ينتقل هذا الفيروس أيضاً بواسطة بعض حشرات المنّ بالطريقة غير المثابرة/غير الباقية (Frghly, 2002؛ Labonne *et al.*, 1995؛ Mazyad *et al.*, 1992)، ومنها: *Aphis craccivora* Koch.، *A. spiraecola* Patch، *A.gossypii* Glover، *Brachycaudus helichrysi* (Kaltenbach)، *B. cardui* L.، *Myzus persicae* (Sulzer).، *M. varians* Davidson و *M. humuli* Schrank.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل على أشجار اللوزيات/الحلويات في أوروبا (Lecoq *et al.*, 1988؛ Martelli, 1988)، وفي بعض الدول الإفريقية، وفي تشيلي، وفي بعض الدول الأسيوية، وفي بعض دول حوض البحر الأبيض المتوسط، ومنها بعض الدول العربية، مثل مصر (Dunez, 1989؛ Mazyad *et al.*, 1992؛ Wetzel *et al.*, 1991)، سورية (الشعبي وآخرون، 1990، 2000؛ Al-Chaabi *et al.*, 1997؛ Dunez, 1989؛ Ismaeil, 2001)، والأردن (منصور، 1999؛ Al Rwahnih *et al.*, 2000).

يسبب هذا الفيروس أضراراً اقتصادية مهمة على أشجار اللوزيات/الحلويات في بعض الدول الأوروبية ولا سيما على أشجار الخوخ/البرقوق والدراق/الخوخ والمشمش وأصولها (Desvignes & Bois, 1994؛ Kegler & Schade, 1971؛ Pallas *et al.*, 1998؛ Refatti *et al.*, 1988). ويحدث المرض في البلدان العربية بعض التغيرات اللونية المتمثلة بحلقات أو خطوط صفراء اللون على الأوراق وتشوهات في الثمار ولا سيما على بعض أصناف المشمش. ولم يسجل في المنطقة العربية السلالة الحادة للفيروس الموجودة في دول شرق وجنوب

أوروبا. ويعزى ذلك ربما إلى الظروف الجوية السائدة في المنطقة التي قد لا تلائم انتشار هذه السلالة.

طرائق الكشف – تستخدم في تشخيص فيروس PPV الأمصال المتعددة أو الأحادية الكلون في الاختبارات المصلية/السيرولوجية كاختبار إليزا بالإحتواء المزدوج للفيروس بالأجسام المضادة (DAS-ELISA) أو اختبار إليزا بالإحتواء الثلاثي للفيروس بالأجسام المضادة (TAS-ELISA). وتستخدم الأمصال الأحادية الكلون لتحديد سلالات الفيروس (Boscia *et al.*, 1997, 1998؛ Cambra *et al.*, 1994؛ Frghly, 2002؛ Myrta *et al.*, 1998a, 1998b). كما يستخدم مصل أحادي الكلون غير متخصص يكشف عن عدد كبير من سلالات الفيروس (Mab 5B). وتعدُ إليزا طريقة غير موثوقة في تحديد فيروس PPV في العينات الورقية التي لا تبدي أعراض المرض عند مراقبة الحالة الصحية للمادة النباتية وفقاً لنتائج بعض الدراسات المرجعية (Al Rwahnih & Ismaeil, 2003). ويمكن استخدام بصمة النسيج النباتي المناعية (Knapp *et al.*, 1995)، المجهر الالكتروني، التفاعل المتسلسل للبوليمراز، والاختبارات الحيوية للكشف عن الفيروس. هذا وقد أظهرت بعض الدراسات (Ghanem *et al.*, 2001) أن الاصطياد المناعي للفيروس المتبوع بالتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (IC-RT-PCR) أعلى كفاءة وأكثر حساسية في التشخيص عن التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR). تكون أشجار الخوخ/البرقوق عادة مصابة بأكثر من فيروس، ومنها: PNRSV، PDV وPPV. ويمكن التمييز ما بين إصابات الفيروسات السابقة باستخدام طرائق الاختبار المصلية إضافة إلى العوائل التفريقية التالية: *Chenopodium foetidum*، *C. quinoa*، *Celosia argentea*، *Cucumis sativus*، *Sesbania exaltata* و *Prunus serrulata*.

تظهر على النباتات الدالة الاختبارية أعراضاً قد تكون على هيئة بقع موضعية أو على هيئة إصابة جهازية للنبات. وتستخدم عادة في تشخيص فيروس PPV النباتات العشبية التالية: *Chenopodium foetidum* (إصابات موضعية)، *Nicandra physaloides* (إصابات موضعية)، *Nicotiana acuminata* (Graham) Hook (إصابات جهازية)، *N. benthamiana* (إصابات جهازية)، *N. clevelandii* (إصابات جهازية)، *Ranunculus arvensis* L. (إصابات موضعية). ويمكن التغلب على مشكلة سوء توزيع الفيروس في أجزاء النبات المصاب عند تقصيه بجمع عينات عديدة من الشجرة المصابة تمثل جهاتها الأربع. وتعتمد النباتات الدالة الخشبية في تشخيص الإصابة بهذا الفيروس سواء تحت ظروف البيت الزجاجي باستخدام الأصناف الاختبارية الدالة التالية: *Prunus persica* ELberta، *P. persica* GF 305، *P. tomentosa* IR 473/1 و *P. tomentosa* IR 474/1، أو في الظروف الحقلية باستخدام النبات الدال: *P. persica* GF 305.

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – يمكن الوقاية من الفيروس عن طريق استخدام مادة الإكثار النباتية الموثقة الخالية من الفيروس والمطابقة للصنف، مكافحة النواقل الحشرية ولا سيما المن الذي يسهم في نقل الفيروس، اعتماد الأصناف المقاومة أو المتحملة للمرض من الأنواع والأصناف المختلفة التي صار تداولها شائعاً نسبياً، استئصال الأشجار المصابة في المناطق التي مازال فيها انتشار المرض محدوداً. وقد تم فعلاً استئصال الأشجار التي ثبت إصابتها بالمرض في سورية خلال السنوات الماضية، وبينت نتائج الاختبارات الحديثة كفاءة هذا الإجراء (إسماعيل، وآخرون، 2003أ). كما يمكن استخدام المعالجة الحرارية ثم زراعة القمة الميرستيمية كإجراء لتخليص المادة النباتية الثمينة من الإصابة بالفيروس.

9.1.3. فيروس التبقع الحلقي الكامن للفريز/الفراولة
Strawberry latent ring spot virus (SLRSV، جنس *Sadwavirus*)

الصفات العامة – سجل هذا الفيروس لأول مرة على نباتات الفريز/الفراولة (*Fragaria vesca*) وعلى نباتات توت العليق (*Rubus idaeus*) في اسكوتلاندا عام 1964 (Lister, 1964). ومن مرادفات هذا الفيروس: فيروس روبارب 5 وفيروس النمط الخطي للاسكيولس. جسيم الفيروس متساوي الأبعاد، يبلغ قطره حوالي 30 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة موزع في جسمين يختلفان في معامل ترسيبهما. يشكل الحمض النووي حوالي 38% من كتلة الفيروس، بينما تبلغ نسبة البروتيين 62%. تتراوح درجة الحرارة المثبطة للفيروس ما بين 52–58 °س. تختلف عزلات هذا الفيروس فيما بينها في الأعراض التي تحدثها، ويتشابه الكثير منها مصلياً/سيرولوجياً.

الأعراض والمدى العوائلي – تحدث سلالة الفيروس الشديدة الفوعة على أشجار الدراق/الخوخ أعراضاً حادة تبدو على هيئة تورد للأوراق، تتجمع على نهايات الطرود (الأفرع) التي تمتاز بقصر سلامياتها. تكون الأوراق في الباقات الورقية صغيرة الحجم متطاوله ومتراصة على بعضها البعض ومنتصبة للأعلى، وقد تظهر على بعضها تشوهات وبقع شاحبة صفراء اللون. تسبب الإصابة بهذا الفيروس تأخر تفتح البراعم الورقية والزهرية على بعض الفروع، وقد تمتد الإصابة إلى كامل أفرع الشجرة بصورة تدريجية. تتقزم الأشجار المصابة، وينخفض إنتاجها من الثمار وتسوء نوعيته. تسبب الإصابة المختلطة بهذا الفيروس مع فيروس PDV أو فيروس PNRSV توقفاً في نمو الفروع على أشجار الدراق/الخوخ، مع حدوث مظهر التورد على نهاياتها، الأمر الذي يؤدي إلى توقف نمو الأشجار وذبولها بصورة حادة (Scotto La Massese *et al.*, 1973). كما تسبب الإصابة المختلطة بهذا الفيروس مع

فيروس التبرقش الحلقي الأخضر للكرز (CGRMV) إلى عدم تكون الدوابر الثمرية والطرود القصيرة على أفرع أشجار المشمش التي تتخذ وضعاً عمودياً وتلتف أوراقها على طول العرق الوسطي خلال فصل الصيف. وقد تظهر بعض التحورات الشكلية على الجانب السفلي لأوراق أشجار الكرز نتيجة للإصابة المختلطة بفيروس SLRSV مع فيروس PDV، ويرافق ذلك تدهوراً شديداً في نمو الأشجار (Ragozzino & Alioto, 1992)، علماً أن أشجار الكرز لا تبدي أعراضاً مرئية للإصابة المنفردة بالفيروس SLRSV.

يصيب هذا الفيروس طبيعياً عوائل نباتية كثيرة، مزروعة وبرية، حولية ومعمرة. ولا تبدي النباتات المصابة أعراضاً مرئية في معظم الأحيان. يصيب هذا الفيروس أشجار الدراق/الخوخ والمشمش والكرز الحامض والخوخ/البرقوق، ويحدث على نباتات الفريز/الفراولة تبرقشاً على الأوراق وموتاً للنباتات. ويسبب على نباتات الكرفس (*Apium graveolens* L.) الورقة الشريطية، وعلى نباتات الروبينيا الكاذبة (*Robinia pseudoacacia* L.) تبرقشاً على الأوراق، وعلى نباتات الورد (*Rosa* spp.) تقزماً وتبقعاً حلقياً على الأوراق، وعلى نبات الأوفوتيموس *Euonymus europaeus* (L.) تبرقشاً واصفراراً شاحباً، وعلى نباتات القسطل (*Aesculus carnea* Britotii.) النموذج الخطي، وعلى نباتات توت العليق (*Rubus ideus* L.) تقزماً. ويمكن لهذا الفيروس أن يصيب عوائل طبيعية أخرى مثل: *Asparagus officinalis* L.، *Capsella brusa–pastoris* (L.) Medicus، *Delphinium* spp.، *Lamium amplexicaule* L.، *Narcissus* spp.، *Rheum rhaponticum* L.، *Ribes nigrum* L.، *Ribes rubrum* L.، *Rubus fruticosus* L.، *Sambucus nigra* L.، *Senecio vulgaris* L.، *Stellaria media* (L.) Vill.، *Taraxacum officinale*، *Trifolium repens* L.، *Vitis vinifera* L. و *Urtica dioica* L..

طرائق الإنتقال – ينتقل فيروس SLRSV بواسطة التطعيم إلى النباتات الخشبية، وبواسطة الالقاح الميكانيكي للنباتات العشبية. كما ينتقل هذا الفيروس بواسطة البذور عند بعض الأنواع النباتية المزروعة، وقد بلغت نسبة هذا النقل أكثر من 70% عند بعض الأنواع، مثل: *Apium graveolens*، *Chenopodium quinoa*، *Menlha arvensis* L.، *Petroselinum crispum*، *Postinaca sativa* L.، *Rubus idaeus* L.، *Senecio vulgaris* L.. وينتقل هذا الفيروس أيضاً بواسطة النيماتودا *Xiphinema diversicaudatum* مصاحباً لفيروس موزاييك الأرابيس (ArMV) في معظم الأحيان.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجلت الإصابة بهذا الفيروس في أوروبا وأمريكا الشمالية ونيوزلندا واستراليا وتركيا (Diekmann & Putter, 1996). وقد سجل

هذا الفيروس مؤخراً على أشجار اللوزيات/الحلويات في سورية عام 2001 (Ismaeil, 2001) وعلى الكرز في لبنان في عام 2006 (Elbeaino *et al.*, 2008).

يتسبب هذا الفيروس في حدوث بعض الأضرار الاقتصادية بأشجار الدراق/ الخوخ في بعض البلدان الأوروبية كإيطاليا، وتكون الأضرار أكثر حدة عندما يسهم في الإصابة أكثر من فيروس واحد (إصابة مختلطة).

طرائق الكشف – تعدّ الاختبارات المصلية ولا سيما اختبار إليزا (ELISA) الأسلوب الأكثر سرعة ودقة للكشف عن هذا الفيروس في الأنسجة النباتية المصابة. ويستخدم الاختبار الحيوي لتشخيص الفيروس بواسطة التطعيم على غراس هجين الدراق/الخوخ البذرية (*P. persica* GF 305) وعلى غراس الدراق/الخوخ إلبيرتا (*P. persica* Elberta) تحت ظروف البيت الزجاجي أو في الحقل مباشرة باستخدام هجين الدراق/الخوخ *P. persica* GF 305 والكرز الحلو *P. avium* Bing. وتستخدم في تشخيص هذا الفيروس بعض النباتات الدالة العشبية مثل *Chenopodium quinoa*، *C. amaranticolor*، *C. murale* و*Cucumis sativus* بواسطة الإلقاح الميكانيكي وإبقاء النباتات تحت ظروف البيت الزجاجي. تكون مظاهر الإصابة بهذا الفيروس على نباتات *Chenopodium* على هيئة إصابات موضعية ميتة أو شاحبة أو على هيئة إصابات جهازية تشمل النبات بكامله، فيبدو مصفراً شاحباً، وقد تظهر على أوراق النبات تبرقشاً مع بعض التشوهات وموت الأنسجة. وتكون مظاهر الإصابة على أوراق نباتات الخيار بقع موضعية شاحبة صفراء اللون أو أنها تتخذ طابعاً جهازياً، فتصفر الأوراق وتموت المساحات ما بين العروق. وقد تسببت بعض عزلات هذا الفيروس ظهور الزوائد الورقية.

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – تطبق الاجراءات نفسها المتخذة في الوقاية من الفيروس PRMV.

10.1.3. فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم

***Tomato ringspot virus* (ToRV، جنس *Nepovirus*، فصيلة *Comoviridae*)**

الصفات العامة – سجل فيروس ToRV لأول مرة في الولايات المتحدة على نبات التبغ عام 1936 (Price, 1936). يحدث فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم أمراضاً متباينة على أشجار اللوزيات/الحلويات والتفاحيات، منها تماوت منطقة التطعيم عند التفاح، موزاييك هيمالايا للعنب الأسود، العرق الأصفر على الكرمة/العنب، موزاييك البرعم الأصفر على الدراق/الخوخ،

الخط البني على الخوخ/البرقوق، تنقر ساق اللوزيات/الحلويات، موزاييك المشمش الأحمر، التبقع الحلقي للتبغ، وموزاييك الدراق/الخوخ الشتوي.

جسيم الفيروس متناظر الأبعاد، يتراوح قطره ما بين 25 و28 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة، يتوزع في جزئين. يشكل الحمض النووي حوالي 44% من كتلة الفيروس، بينما تبلغ نسبة البروتين 56%. يمكن فصل جسيمات الفيروس النقية إلى ثلاثة مكونات وفقاً لمعامل الترسيب. تتواجد جسيمات الفيروس في سيتوبلازما خلايا النبات المصاب، كما تتواجد الأجسام المحتواه/الضمنية أيضاً في الخلايا المصابة. تبلغ درجة الحرارة المثبطة للفيروس 58 ^{o}س. تتواجد سلالات عديدة لهذا الفيروس في الطبيعة، منها Tobacco strain، Grape yellow vein strain، Apple union necrosis strain، وEuonymus chlorotic ringspot strain. وليس لهذا الفيروس قرابة مصلية مع فيروس التفاف أوراق الكرز وفيروسات أخرى تنتمي إلى جنس *Nepovirus*.

الأعراض والمدى العوائلي – يعدّ تنقر الساق والتدهور الأعراض الرئيسة التي تشاهد على أشجار الدراق/الخوخ، والكرز، والمشمش، والخوخ/البرقوق (لا سيما أشجار الخوخ/البرقوق من صنف Stanley المطعمة على الأصل Myrobalan) وغيرها من النباتات التي تنتمي إلى جنس *Prunus* التي تصاب بفيروس ToRV (Mircetich & Fogle, 1976). ويعدّ ضعف نمو الفروع وتقزم الأشجار، وإصفرار الأوراق والتفافها للأعلى، وتعري الأشجار من أوراقها خلال موسم النمو نتيجة السقوط المبكر للأوراق، وتحول لون الأوراق إلى الأحمر في فصل الخريف، وتشكل نقر وأخاديد/أثلام على الاسطوانة الخشبية للأصل أو الطعم أو على كليهما، وتضخم الجزء السفلي من جذع الشجرة، وتكون طبقة قلف (لحاء) اسفنجية ثخينة تحيط بقاعدة الساق عند منطقة التطعيم، وتشكل طبقة ملونة من الأنسجة الميتة في منطقة التحام الطعم بالأصل تبدو واضحة للعيان عند إزالة طبقة القلف، من الأعراض المرافقة لإصابة أشجار اللوزيات/الحلويات أو التفاحيات أو الكرمة/العنب بهذا الفيروس. تعطي الأشجار المصابة عادة عدداً كبيراً من الخلفات مصدرها الأصل، وتكون جذورها قليلة العدد وغير متطوره. وقد تنكسر الشجرة في منطقة التحام الطعم بالأصل، أو تموت خلال 3–5 سنوات من حدوث الإصابة. وتكون أصناف التفاح التي تنتمي لمجموعة Delicious أكثر تأثراً بالمرض عند تطعيمها على الأصل MM 10. ويعدّ ظهور لطخ أو بقع صفراء اللون على أوراق الفروع/الطرود المصابة حديثاً، وعدم تفتح البراعم أو التأخر في تفتحها في السنة التالية لحدوث الإصابة، وتكوين أوراق صغيرة صفراء اللون، وظهور أعراض الخط البني على أشجار الخوخ/البرقوق من السمات الخاصة بالإصابة بسلالة موزاييك البرعم الأصفر.

يصيب الفيروس طبيعياً أنوعاً مختلفة من النباتات العشبية والخشبية، وتأتي في طليعتها النباتات العطرية وشبه الخشبية والخشبية، ومن ضمنها أشجار التفاحيات واللوزيات/الحلويات، والنباتات العطرية، والبقولية، والنباتات المنتجة للثمار الصغيرة. وتختفي الأعراض بسرعة بعد إصابة النباتات. ويحدث الفيروس موزاييك وبقعاً حلقية على نباتات *Pelargonium* spp. L'Her. Ex. Ait. و*Rubus* spp. وأنواع نباتية أخرى، والبرعم الأصفر والعروق الصفراء وشكل ورقة توت العليق على نباتات *Prunus* spp.، وبقعاً حلقية وإصفراراً على أوراق نباتات التبغ *Nicotiana tabacum*. واستخدمت النباتات التالية: *Cucumis sativus*، *Nicotiana tabacum*، *Petunia X hybrida*، و*Phaseolus vulgaris* في حفظ عزلات الفيروس وإكثارها.

طرائق الإنتقال – ينتقل فيروس ToRV إلى البساتين المنشأة حديثاً من خلال زراعة مادة إكثار نباتية مصابة إنتقل إليها الفيروس بواسطة التطعيم أو من خلال إنتقال بذور الأعشاب المصابة، فتنقل النيماتودا الخنجرية Dagger nematodes (*Xiphinema americanum sensu stricto*، *X. rivesi* Dalmasso، و *X. californicum*) الفيروس من جذور الأعشاب المصابة إلى جذور الأشجار السليمة (Stace-Smith & Ramsdell, 1987). وتعدّ النيماتودا الأخيرة أكثر كفاءة في نقل سلالة الفيروس المسؤولة عن موزاييك البرعم الأصفر، وتنقر الساق، والخط البني للخوخ/البرقوق (Hoy *et al.*, 1984).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – يتواجد الفيروس حالياً في أمريكا الشمالية وأستراليا وبعض الدول الأوروبية، وتشيلي، وقبرص، واليابان، وكوريا الجنوبية، ونيوزيلاند، والبيرو، وتركيا، وفي دول الاتحاد السوفيتي ويوغوسلافيا السابقة. وقد سجل انتشار هذا الفيروس حديثاً على أشجار اللوزيات/الحلويات في بعض الدول العربية، مثل مصر (Myrta *et al.*, 2003)، وعلى أشجار اللوزيات/الحلويات (منصور، 1999) والتفاحيات (Salem *et al.*, 2005) في الأردن.

يسبب هذا الفيروس أمراضاً خطرة تحدث أضراراً اقتصادية مهمة بأشجار اللوزيات/الحلويات والتفاحيات (تشوه ملحوظ في الأشجار المصابة، موت البراعم، ذبول متصاعد، تدن كبير في الإنتاج) في الولايات المتحدة، ودول أخرى. ويعدّ هذا الفيروس مسؤولاً عن ظاهرة تماوت منطقة التحام الطعم مع الأصل في التفاحيات واللوزيات/الحلويات والعنب/الكرمة. وقدرت نسبة حدوثه على أشجار التفاحيات في الأردن بحوالي 6.8%، واحتل المرتبة الأولى في الأهمية (Salem *et al.*, 2005).

طرائق الكشف – تستخدم الطرائق المصلية (إليزا) وتقانات التهجين الجزيئي في تشخيص فيروس ToRV (Hadidi & Hammond, 1988؛ Hadidi & Powell, 1991)، مع الأخذ في الحسبان التوزع غير المنتظم للفيروس في بعض النباتات المصابة (Bitterlin & Gonsalves, 1986). كما يمكن استخدام الاختبار الحيوي في تشخيص هذا الفيروس بالتطعيم على النباتات الدالة الخشبية، مثل *Prunus tomentosa* و*Prumus persica* GF 305، أو باستخدام النباتات الدالة العشبية، مثل *Chenopodium quinoa* تحت ظروف البيت الزجاجي (EPPO, 1998). ونورد فيما يلي قائمة بالنباتات العشبية التي يمكن استخدامها في تشخيص الفيروس والمظاهر المرضية المصاحبة للإعداء بالفيروس: *Chenopodium amaranticolor* و *C. quinoa* (بقع موضعية صفراء اللون شاحبة، وتماوتات قمية جهازية)، *Cucumis sativus* (بقع موضعية صفراء شاحبة أو ميته، وتبرقش جهازي)، *Phaseolus vulgaris* (بقع موضعية صفراء شاحبة، تماوت القمم وتجعد جهازي)، *Vigna unguiculata* (بقع موضعية صفراء شاحبة أو ميتة، وتماوت جهازي للقمم)، *Lycopersicon esculentum* (تنقط ميت، تبرقش جهازي وتماوت)، *Nicotiana clevelandii* (بقع موضعية ميتة، إصفرار جهازي وتماوت)، *Nicotiana tabacum* (بقع موضعية ميتة أو بقع حلقية، نموذج خطي أو حلقات جهازية) و *Petunia* X *hybride* (بقع موضعية ميتة، وتماوت القمم).

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – يمكن الوقاية من الفيروس عن طريق استخدام مادة إكثار نباتية سليمة ومطابقة للصنف ومنتجة من خلال برنامج صحي موثوق و التخلص من الأشجار المصابة بقلعها وحرقها، كما يجب استخدام الأصناف المقاومة أو المتحملة، مكافحة النيماتودا والأعشاب الناقلة للفيروس قبل عامين من زراعة الأرض الموبوءة ويفضل استخدام النباتات المحورة وراثياً في مكافحة الفيروس باستخدام تقانة نقل جين فيروسي المنشأ إلى نباتات الأنواع والأصناف المنتخبة.

11.1.3. فيروس موزاييك وتورد الدراق/الخوخ

***Peach rosette mosaic virus* (PRMV، جنس *Nepovirus*، فصيلة *Comoviridae*)**

سجل هذا الفيروس لأول مرة على أشجار الدراق/الخوخ والكرمة/العنب في أمريكا الشمالية بواسطة Cation (1933). ويسبب الفيروس مرضي موزاييك وتورد أوراق الدراق/الخوخ وتدهور العنب/الكرمة (Martelli, 1993؛ Martelli & Boudon-Padieu, 2006). جسيم الفيروس متساوي الأبعاد، قطره حوالي 28 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة، موزع في جزئين، وهي تشكل حوالي 41% من كتلة الفيروس. ليس لهذا

الفيروس قرابة مصلية مع الفيروسات الأخرى التابعة للجنس نفسه. وقد سجل لهذا الفيروس سلالتان أحدهما خاصة بالدراق/الخوخ وأخرى خاصة بالعنب/الكرمة.

وتظهر أعراض الإصابة بالفيروس بشكل تجمعات ورقية على نهايات فروع أشجار الدراق/الخوخ المصابة على هيئة باقات ورقية متوردة، ويكون حجم هذه الأوراق أصغر من الأوراق الطبيعية، ويظهر التبرقش عليها في كثير من الأحيان. تكتسب الفروع على الأشجار المصابة لوناً داكناً، ويتقزم نموها. وقد تظهر الأعراض على فرع واحد أو أكثر في حالة إصابة الأشجار الهرمة، بينما تكون الإصابة شاملة في حالة الأشجار الفتية. يسبب هذا الفيروس تدهوراً في نمو العنب/الكرمة، وتشوهاً في نمو الفروع/الطرود وأوراقها. وتعدّ بعض النباتات عوائل طبيعية لهذا الفيروس، إلا أنها لا تبدي أعراضاً مرضية، مثل: *Rumex crispus* L.، *Solanum carolinense* L. و *Taraxacum officinale* Wiggers. استخدمت بعض الأنواع النباتية، مثل *Chenopodium quinoa* و*Chenopodium amaranticolor* لإكثار هذا الفيروس ولحفظ عزلاته.

ينتقل هذا الفيروس بواسطة بعض أنواع النيماتودا، مثل *Xiphinema americanum*، و*Longidorus diadecturus* Eveleigh &Allen وبعض الأنواع الأخرى التابعة لفصيلة Dorylamidae. كما ينقل الفيروس بواسطة الالقاح الميكانيكي إلى النباتات العشبية، وإلى النباتات الخشبية بواسطة التطعيم، وبواسطة البذور. ولا ينتقل الفيروس من النباتات المصابة إلى السليمة بالتلامس.

ينتشر هذا الفيروس في الولايات المتحدة وكندا، وقد سجل هذا الفيروس مؤخراً في مصر على أشجار الدراق/الخوخ (Kheder *et al.*, 2005؛ Myrta *et al.*, 2003).

تستخدم مجموعة من النباتات العشبية الحساسة للكشف عن فيروس PRMV بواسطة الالقاح الميكانيكي وتنميتها في البيت الزجاجي عند درجة حرارة 20 °س ولمدة 20 يوماً. ويبدي نبات *Chenopodium amaranticolor* أعراض التبرقش الجهازي على الأوراق، بينما تظهر على نبات *Chenopodium quinoa* إصابات موضعية صفراء اللون، مع ظهور تماوت في قمم الأوراق والتفافها. ويمكن استخدام الاختبار المصلي إليزا والرحلان الكهربائي في الهلام لتشخيص هذا الفيروس.

يمكن الوقاية من الفيروس عن طريق استخدام مادة إكثار نباتية موثقة سليمة ومطابقة للصنف، ومنع إنتقال التربة ولا سيما الملوثة بالنيماتودا الحاملة للفيروس، ومكافحة الأعشاب الضارة ولا سيما المصابة بالفيروس، واستئصال النباتات المصابة، واستخدام الأصول أو الأصناف المقاومة أو المتحملة للمرض.

12.1.3. فيروس التبرقش الحلقي الأخضر للكرز

(***Flexiviridae* فصيلة، CGRMV) *Cherry green ring mottle virus***

سجل انتشار هذا الفيروس على أشجار اللوزيات/الحلويات في شمال القارة الأمريكية وفي أوروبا وجنوب إفريقيا ونيوزيلندة. وقد سجل هذا الفيروس حديثاً في لبنان على أشجار اللوزيات/الحلويات (Myrta *et al.*, 2003 ؛Jawhar *et al.*, 1996). تكون ثمار الكرز في الأشجار المصابة غير قابلة للتسويق. جسيم الفيروس خيطي مرن يتراوح طوله ما بين 1000 و2000 نانومتراً، وعرضه ما بين 5 و6 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي أحاي السلسلة.

تسبب إصابة الكرز الحامض بفيروس CGRMV إصفراراً للأوراق وظهور تبرقش داكن في محيط العروق الثانوية. وقد تكون الأعراض على هيئة بقع خضراء اللون على الأوراق، وهذا ما يميز إصابة فيروس CGRMV عن إصابة فيروس PDV. تبدأ أعراض المرض بالظهور بعد 4–6 أسابيع من سقوط بتلات الأزهار، وتكون على دفعات يمتد ظهورها من نهاية شهر حزيران/يونيو وحتى منتصف شهر تموز/يوليو، ويمكن أن تمتد حالة تكشف الأعراض إلى مدة أطول من ذلك، الأمر الذي يتسبب في تساقط الأوراق بصورة مماثلة للإصابة بفيروس PDV. وقد تحدث بعض سلالات فيروس CGRMV بقعاً ميتة غير منتظمة الأبعاد على الأوراق الأمر الذي يقود إلى تساقط الأوراق في وقت مبكر من موسم النمو. ولا يعدّ ظهور أعراض التبرقش على الأنسجة المصابة أمراً حتمياً يتكرر حدوثه سنوياً. ويكون الإصفرار المحدود الانتشار في محيط العرق الوسطي أو العروق الجانبية على الأوراق أحد المظاهر المرضية الرئيسة التي يسببها هذا الفيروس. وقد تتكون على الأشجار المصابة مظاهر مرضية متداخلة نتيجة للإصابة الفيروسية المختلطة لا سيما ما بين فيروسي CGRMV و PDV. وقد تحدث بعض سلالات هذا الفيروس تنقراً أو حلقات من الأنسجة الميتة على ثمار الكرز التي تكتسب طعماً مراً وتفقد نكهتها، بينما تحدث سلالات الفيروس نفسه بعض التشوهات في ثمار الخوخ/البرقوق ولا سيما ثمار الصنف Montmorency. ولا تبدي أشجار الكرز الحلو والدراق/الخوخ والمشمش المصابة بهذا الفيروس مظاهر مرضية واضحة.

يصيب الفيروس طبيعياً أنواعاً مختلفة من أشجار اللوزيات/الحلويات، مثل *Prunus armeniaca*، *P. avium*، *P. persica*، *P. cerasus*، *P. serrulata* والهجين *P. cerasus X P. avium*. ولم ينجح نقل الفيروس ميكانيكياً بالعصارة إلى النباتات العشبية حتى الآن.

ينتقل فيروس CGRMV بواسطة التطعيم إلى النباتات الخشبية، ويكون انتشاره الطبيعي في الحقل محدوداً جداً. لاينتشر هذا الفيروس بواسطة البذور.

تستخدم الطرائق المصلية/السيرولوجية في تشخيص فيروس CGRMV. والتطعيم على النباتات الدالة الخشبية مثل *Prunus serrulata* cv. Kwanzan و *P. serrulata* cv. Shirofugen، والتي تبدي المظاهر المرضية التالية: التفاف الأوراق، وتماوت أجزاء من العرق الوسطي، وتقزم السلاميات على الطرود، واكتساب قلف الأشجار المصابة وفروعها ملمساً خشناً ثم تشققه طولياً.

يمكن الوقاية من الفيروس عن طريق استخدام مادة إكثار نباتية سليمة ومطابقة للصنف ومنتجة من خلال برنامج صحي موثوق، التخلص من الأشجار المصابة بقلعها وحرقها، استخدام الأصناف المقاومة أو المتحملة للمرض.

2.3. الأمراض الفيرويدية

1.2.3. فيرويد الموزاييك الكامن للدراق/الخوخ

***Peach latent mosaic viroid* (PLMVd، جنس *Pelamoviroid*، فصيلة *Avsunviroidae*)**

الصفات العامة – يحدث فيرويد الموزاييك الكامن للدراق/الخوخ أمراضاً محددة على أشجار اللوزيات/الحلويات والكرمة/العنب. يتكون جزيء الفيرويد من 336–338 وحدة نيوكليوتيدية، وليس له قرابة مع مسبب مرض موزاييك الدراق/الخوخ وفقاً لتجارب التهجين الجزيئي (Shamloul *et al.*, 1995). يقاوم فيرويد PLMVd الحرارة، وتتزايد أعداده بسرعة في كافة الأعضاء النباتية المصابة.

الأعراض والمدى العوائلي – نادراً ما تلاحظ أعراض الموزاييك على الأوراق. معظم عزلات فيرويد PLMVd قد فشلت في إحداث أعراض مرئية، بينما أحدثت عزلات أخرى بعض الأعراض، من أهمها التأخر في تفتح البراعم وبدء النمو الخضري وبدء الإزهار وبدء نضج الثمار بمعدل 4–6 أيام. وقد تظهر خطوط وردية اللون على بتلات الأزهار، وموزاييك مع إصفرار براق مميز على الأوراق، وتحول قسم من اللون الأخضر عند بعض أوراق الأشجار المصابة إلى اللون الأصفر (شكل 2). وتتشابه الأعراض التي يحدثها هذا الفيرويد مع الأعراض التي تسببها بعض الأمراض الفيروسية، مثل موزاييك الدراق/الخوخ (Stout, 1939)، أو مع أعراض مرض موزاييك إصفرار الدراق/الخوخ في اليابان (Kishi *et al.*,1973) أو مع إبيضاض أوراق الدراق/الخوخ (Blodgett, 1944). وتشترك هذه المسببات جميعاً بإصابتها للدراق/الخوخ، وعدم التمكن من نقلها إلى النباتات العشبية، وعدم التوصل إلى تقنية خاصة بتنقيتها، وتوزعها الجيد داخل النباتات، ومقاومتها العالية للحرارة. تسبب بعض عزلات هذا الفيرويد تشوهاً حاداً في الثمار، فتبدو الأخيرة مسطحة، أو صغيرة الحجم ومسننة (Choueiri *et al.*, 2001). قد يحدث تشقق مميز في الثمرة عند نقطة التحامها مع العنق نتيجة الإصابة بهذا الفيرويد (إيليا الشويري،

معلومات غير منشورة)، وقد تتشوه النواة. وقد تظهر بقع صفراء شاحبة اللون على ثمار الدراق/الخوخ عند إصابة بعض الأصناف. وتؤدي الإصابة بهذا الفيرويد إلى عجز مبكر للأشجار نتيجة لموت عدد كبير من البراعم، وإلى فقدان الشجرة قدرتها على إعادة تجديد الطرود. وتكون الأشجار بالتالي أكثر عرضة لخطر الإصابة بالأمراض ولا سيما البكتيرية منها، وتضعف مقاومتها لتأثير العوامل المناخية غير المناسبة. وقد تلاحظ أعراض متباينة من الموزاييك على الشجرة نفسها أو على أحد فروعها. وقد تتسبب بعض العزلات الشديدة الفوعة في تشوه خشب الفروع فتبدو مضلعة دون حدوث تشقق في القشرة الخارجية. وقد يظهر التنقر في بعض الحالات على سوق الأشجار المصابة (Diekmann & Putter, 1996).

يصيب فيرويد PLMVd الدراق/الخوخ وهجنه (Desvignes, 1986). وأمكن الكشف مؤخراً عن وجود عزلات من الفيرويد نفسه قادرة على إصابة كل من الكرز والخوخ/البرقوق والمشمش (Hadidi *et al.*, 1997؛ Giunchedi *et al.*, 1997؛ Faggioli *et al.*, 1997). ولم يعثر على فيرويد PLMVd في عينات المشمش المختبرة في سورية (إسماعيل وآخرون، 2003أ؛ Ismaeil *et al.*, 2001). وجرت محاولات عدة لنقل هذا الفيرويد إلى التفاح والكمثرى/الأجاص والسفرجل والنباتات العشبية الدالة الأخرى، ولم تكلل تلك المحاولات بالنجاح.

طرائق الإنتقال – ينتقل هذا الفيرويد عبر النباتات المصابة أو المطعمة (Flores *et al.*, 1990). ينتقل هذا الفيرويد أيضا بواسطة معدات التطعيم أو التقليم خلال العمليات الزراعية التي تتم في البساتين (Hadidi *et al.*, 1997). ولم تنجح محاولات نقل الفيرويد بواسطة حبوب اللقاح (غبار الطلع) أو بواسطة البذور أو العناكب (Desvignes, 1986؛ Flores *et al.*, 1990).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل فيرويد الموزاييك الكامن للدراق/الخوخ لأول مرة في فرنسا عام 1970 في حوالي 30% من أشجار الدراق/الخوخ المستورد من الولايات المتحدة، وفي 80% من الأشجار المستوردة من اليابان (Desvignes, 1976, 1980)، كما سجل الفيرويد نفسه في إيطاليا (Albanese *et al.*, 1992؛ Choueiri *et al.*, 1993)، والكثير من بلدان العالم. وتم رصد الفيرويد على أشجار الدراق/الخوخ في دول عربية عديدة، مثل: المغرب والجزائر (رواق وآخرون، 2007؛ Smith *et al.*, 1992)، سورية (إسماعيل، وآخرون، 2003أ؛ Ismaeil *et al.*, 2001, 2002, 2003)، لبنان (Choueiri *et al.*, 2001)، والأردن (Al Rwahnih *et al.*, 2001)، وعلى أشجار اللوز والدراق/الخوخ في تونس (Fekih Hassen *et al.*, 2004, 2005).

يسبب هذا الفيرويد خسائر اقتصادية مهمة عند إصابة أشجار الدراق/الخوخ بالعزلات الأكثر فوعة، فتكتسب الأوراق ألوناً براقة، وتتدنى إنتاجية الأشجار المصابة، وتسوء نوعية

الثمار المنتجة عند بعض الأصناف وتتشوه بصورة حادة (Choueiri *et al.*, 2001). وقد يحدث الفيرويد عجزاً مبكراً في نمو الأشجار المصابة ونقصاً في عمرها الإنتاجي، ويظهر عليها مرضاً يدعى بمعقد الخشب في بعض الحالات.

طرائق الكشف – لا يمكن الكشف عن فيرويد الموزاييك الكامن للدراق/الخوخ بالطرائق المصلية/السيرولوجية. وتستخدم حالياً النباتات الدالة الخشبية في الكشف عن هذا الفيرويد، مثل بادرات *P. persica* GF 305 تحت ظروف البيت الزجاجي عند درجة حرارة 20–24 °س ولمدة 8 أسابيع، ويتم القاح الفيرويد في النبات الدال بواسطة التطعيم بالرقعة أولاً، وبعد شهرين يعاد تلقيح النبات الدال بواسطة التطعيم أيضاً وباستخدام عزلة شديدة الفوعة قادرة على إحداث أعراض الموزاييك. ويمكن استخدام الاختبارات الجزيئية بنجاح للكشف المبكر عن فيرويد PLMVd، سواء باستخدام التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) أو اختبار التهجين الجزيئي (Ambros *et al.*, 1995). وقد طورت حديثاً تقانة اختبار التهجين الجزيئي لبصمة النسيج النباتي لأعناق الأوراق (Torres *et al.*, 2004).

الوقاية من الفيرويد والحد من انتشاره – يعدّ إنتاج وتوزيع غراس/شتلات موثقة صحياً ووراثياً الأسلوب الأمثل في الحد من انتشار هذا الفيرويد. ويفضل حظر إدخال أي مادة إكثار نباتية من الدول التي يتواجد فيها هذا الفيرويد دون التأكد من حالتها الصحية. وينبغي تطهير أدوات التقليم والتطعيم قبل استعمالها.

2.2.3. فيرويد تقزم حشيشة الدينار/الجنجل
(*Hop stunt viroid* (HpSVd)، جنس *Hostuviroid*، فصيلة *Pospiviroidae*)

الصفات العامة – يتكون جزيء الفيرويد المعزول من الدراق/الخوخ أو الخوخ/البرقوق من سلسلة قصيرة ملتفة من الحمض النووي الريبي المعدي، الذي يتكون من حوالي 297–303 وحدة نيوكليوتيدية، تكتسب شكلاً خيطياً ولها قاعدة عريضة مزدوجة. وتشير نتائج التحاليل الوراثية إلى اختلاف عزلات فيرويد HpSVd، وقد جرى تقسيمها إلى ثلاث مجموعات: طراز الخوخ/البرقوق "Plum type"، وطراز حشيشة الدينار/الجنجل "Hop type"، وطراز الحمضيات/الموالح "Citrus type" (Hsu *et al.*, 1994). تنتمي معظم عزلات فيرويد HpSVd التي مصدرها شجرة المشمش إلى طراز الخوخ/البرقوق. وتشير التحاليل الوراثية لعزلات الفيرويد المجموعة من المشمش إلى تشابه العزلات المغربية مع العزلات الإسبانية، بينما تتشابه العزلات اليونانية مع عزلات الفيرويد المأخوذة من الكرمة/العنب الألمانية (Amari *et al.*, 2001).

الأعراض والمدى العوائلي – يصيب فيرويد HpSVd معظم العوائل النباتية بما فيها الكرمة/العنب والحمضيات/الموالح دون حدوث أعراض مرئية باستثناء بعض سلالات الفيرويد التي تصيب الدراق/الخوخ والخوخ/البرقوق الياباني، مثل: صنف تايو "Taiyo"، فكانت الأعراض على ثمار الخوخ/البرقوق على هيئة لطخ حمراء اللون مصفرة أو حمراء اللون، أو على هيئة تغيرات لونية أخرى مستديرة الشكل دعيت بـ"Dapple peach and plum" (Sano *et al.*, 1989)، بينما كانت أعراض الإصابة على ثمار الدراق/الخوخ على هيئة بقع دائرية صفراء اللون شاحبة. وقد تم أيضاً رصد أعراض مماثلة للمرض في إيطاليا على ثمار صنف الخوخ/البرقوق الياباني أنجيلينو (Giunchedi *et al.*, 1997).

أكتشف الفيرويد لأول مرة في اليابان على حشيشة الدينار/الجنجل محدثاً تقزماً واضحاً فيها، ثم رصد على الحمضيات/الموالح، الكرمة/العنب، الدراق/الخوخ، الخوخ/البرقوق، الأجاص/الكمثرى، البندورة/الطماطم، الخيار، المشمش، اللوز، والرمان، وتم تسجيله حديثاً على الكرز من الأنواع *P. serrulata* و *P. avium* (Levy & Hadidi, 1993؛ Astruc *et al.*,1996؛ Semancik *et al.*, 1988؛ Sano *et al.*, 1989). يصيب الفيرويد بعض نباتات الفصيلة القرعية والمركبة، وتكون الأعراض مرئية.

طرائق الإنتقال – ينتقل هذا الفيرويد إلى أشجار اللوزيات/الحلويات بالتطعيم عبر النباتات المصابة. ويمكن نقله ميكانيكياً إلى النباتات التجريبية العشبية التي تنتمي إلى فصيلة القرعيات Cucurbitaceae ونباتات الفصيلة المركبة Compositae (Diekmann & Putter, 1996).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – ينتشر فيرويد HpSVd على أشجار المشمش في دول عديدة في منطقة البحر الأبيض المتوسط، منها إسبانيا (80.9%)، إيطاليا (37.2%)، قبرص (10.4%)، اليونان (5%)، تركيا (2%) (Pallas *et al.*, 2003). وقد تم رصد هذا الفيرويد أيضاً على أشجار المشمش في كل من لبنان (28%) (Choueiri *et al.*, 2002)، وسورية (62.5%) لا سيما على الأصناف بلدي، تدمري، ذهبي، وزري، شكربارا، عجمي (إسماعيل، وآخرون، 2003أ؛ Ismaeil *et al.*, 2001, 2002)، والأردن (19%) (Al Rwahnih *et al.*, 2001)، والمغرب (10%) (Amari *et al.*, 2000). ولم يسجل الفيرويد المذكور في عينات الدراق/الخوخ المختبرة من سورية (إسماعيل، وآخرون، 2003أ). وبلغت نسبة حدوث هذا الفيرويد على أشجار اللوزيات/الحلويات في شرق الجزائر 5.9% (رواق وآخرون، 2007).

تسبب بعض سلالات فيرويد تقزم حشيشة الدينار/الجنجل أمراضاً مهمة لبعض أصناف الخوخ/البرقوق والدراق/الخوخ، وبعض أنواع اللوزيات/الحلويات الأخرى وأصنافها. وتشكل النباتات الأخيرة مصادر احتياطية كامنة للعدوى تسهم في انتشار المرض بصورته الوبائية.

طرائق الكشف – تم التعرف على فيرويد HpSVd من خلال استخلاص الحمض النووي الريبي واستخدام التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR)، واختبار التهجين الجزيئي لبصمة النسيج النباتي المطبقة مباشرة على عنق الأوراق (Torres *et al.*, 2004). وتستخدم بادرات الخيار من صنف Suyo لتشخيص فيرويد تقزم حشيشة الدينار/الجنجل بواسطة الالقاح الميكانيكي تحت ظروف البيت الزجاجي، وتظهر الأعراض على هيئة تخطط على الأوراق ثم التفافها وإصفرار العروق أو جعلها أفتح لوناً.

الوقاية من الفيرويد والحد من انتشاره – يجب الاعتماد على الوقاية من خلال إنتاج وتوزيع غراس ومواد إكثار أخرى موثقة صحياً ووراثياً، وعدم أخذ الطعوم أو الأصول من النباتات غير المختبرة التي تبدو ظاهرياً سليمة، ومنع استيراد الغراس ومواد الإكثار الأخرى من البلدان التي يتواجد فيها المرض ما لم تكن تلك الغراس منتجة بصورة سليمة وفقاً لبرنامج إكثار موثق ومزودة بوثائق صحية تشهد بخلوها من المسببات الممرضة بما فيها فيرويد تقزم حشيشة الدينار/الجنجل. كما يفضل تطهير أدوات التقليم والتطعيم عند إحتمال وجود المرض نظراً لإمكانية إنتقال الفيرويدات النباتية من خلالها.

3.2.3. فيرويد تنقر ثمار التفاح

(*Apple dimple fruit viroid* (ADFVd)، جنس *Apscaviroid*، فصيلة *Pospiviroidae*)

يتكون جزيء الفيرويد المعزول من التفاح من سلسلة قصيرة ملتفة من الحمض النووي الريبي المعدي، الذي يتكون من حوالي 306–307 وحدة نيوكليوتيدية مع تشابه في التتابع النيوكليوتيدي بحوالي 63% مع فيرويد تقرح قشرة التفاح (ASSVd) (Di Serio *et al.*, 1996؛ Flores *et al.*, 2000).

يعتبر التفاح العائل الطبيعي الوحيد الذي يصاب بفيرويد ترقش ثمار التفاح (ADFVd) ويعتبر غير وبائي. من أهم أصناف التفاح التي يتواجد عليها هذا الفيرويد Starking Delicious، Royal Gala، Annurca، و Golden Delicious (Di Serio *et al.*, 1998, 2000). كما يسبب فيرويد ADFVd أعراضاً شبيها بتلك التي يسببها فيرويد ASSVd على بعض أصناف التفاح (Koganezawa, 1989). تظهر أعراض الإصابة بهذا الفيرويد على بعض الأصناف بشكل

حلقات صفراء ذات قطر 3–4 ملم وتعوجات على الثمار فقط، بينما لا تكون هنالك أعراضا ظاهرة على الأوراق وهذا ما لوحظ على صنف "Starking Delicious" في لبنان (شكل 1) (Choueiri *et al.*, 2007).

ينتقل هذا الفيرويد إلى أشجار التفاح بالتطعيم عبر النباتات المصابة أو إلى أشجار أخرى بواسطة معدات التطعيم الحاملة للمرض عند جرح جذع هذه الأشجار (Di Serio *et al.*, 2001). كما تبين عدم نقل فيرويد ADFVd طبيعياً أو بواسطة البذور تحت الظروف الحقلية (Malfitano *et al.*, 2003).

شوهد فيرويد ADFVd أولاً على صنف Starking Delicious في جنوب ايطاليا (Di Serio *et al.*, 1996) كما لوحظ مؤخراً على أصناف التفاح Starking Delicious و Annurca (Di Serio *et al.*, 2000). اما بالنسبة إلى المنطقة العربية، فان فيرويد ترقش ثمار التفاح (ADFVd) قد سجل فقط في لبنان (Choueiri *et al.*, 2007).

يتم الكشف عن الفيرويد ADFVd بطريقة الانتشار الكهربائي في وسط البولي أكريلاميد (مع/أو وصمة نورثرن الهجينية and/or Northern blot hybridization) لمستخلص الحمض النووي الريبي من الأوراق أو من الثمار (Di Serio *et al.*, 1996, 2001). كما من الممكن الكشف عنه من خلال استخدام التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Choueiri *et al.*, 2007؛ Di Serio *et al.*, 2002).

وللوقاية من الفيرويد والحد من انتشاره يجب إنتاج وتوزيع غراس/شتلات ومواد إكثار موثقة صحياً ووراثياً، وعدم أخذ الطعوم أو الأصول من النباتات غير المختبرة، خاصة من أصناف التفاح المعروفة بأنها حساسة لهذا المرض.

4. استنتاجات عامة

إن تقصي انتشار الأمراض الفيروسية والفيرويدية على أشجار التفاحيات واللوزيات/الحلويات بصورة دورية في الأرض الدائمة وفي مشاتل إنتاج الغراس يعتبر إجراءً ضرورياً للوقوف على حالتها الصحية. ويشير استعراض نتائج البحوث التي غطت الحالة الصحية لهذه الأشجار بصورة جزئية في معظم الأحيان إلى أن معظمها قد نفذ بمساعدات خارجية أو في مؤسسات علمية إقليمية من خلال طلاب الدراسات العليا. وكان عدد البحوث المنفذة بإمكانيات وطنية حتى الآن محدود جداً، واقتصرت على نشاطات فردية أعاق تقدمها عدم توفر المستلزمات وفرص التدريب في كثير من الأحيان، وعدم الاهتمام المؤسساتي في أحيان أخرى. ويتوقع زيادة الإصابات الفيروسية والفيرويدية على أشجار التفاحيات واللوزيات/الحلويات في المنطقة العربية مع التوسع الجاري في المساحات المزروعة لا سيما في المناطق الملائمة لنمو هذه الأشجار، واعتماد بلدان عربية كثيرة

على الشتلات/الشتول/الغراس المنتجة محلياً بأسلوب تقليدي دون رقابة صحية أو تحسين وراثي، وافتقار بعضها إلى الكادرات المؤهلة والتجهيزات، والاعتماد على مواد الغرس المستوردة من الخارج وإدخالها دون اختبار أو رقابة صحية نتيجة عدم الإلمام بمخاطر بعض هذه الأمراض على نمو الأشجار المزروعة وإنتاجها أو نتيجة لعدم توفر الامكانيات للكشف عنها أو نتيجة تطبيق قوانين حجرية قديمة أغفلت هذه الأمراض في كثير من الأحيان. وكان الاجراء الأخير سبباً في دخول بعض الأمراض الفيروسية والفيرويدية الخطيرة إلى بعض الدول العربية. ويزيد من خطورة الوضع الصحي لأشجار التفاحيات واللوزيات/الحلويات في المنطقة العربية غياب الرقابة الصحية الدورية المبرمجة لمراكز إنتاج الغراس/الشتلات وللمجمعات الوراثية وللبساتين التجارية، وعدم المتابعة الحثيثة لنتائج البحوث العلمية التي تشير إلى انتشار بعض هذه الأمراض الفيروسية وأماكن تفشيها. وربما أسهمت الظروف المناخية (كارتفاع الحرارة والجفاف) والحيوية غير الملائمة (كعدم وجود بعض نواقل الفيروسات أو الفيرويدات) في الحد من انتشار بعض هذه الأمراض الفيروسية والفيرويدية المدخلة إلى المنطقة العربية. ويعدٌ اعتماد برامج توثيق صحية ووراثية في إنتاج غراس التفاحيات واللوزيات/الحلويات في البلدان العربية ضمانة للحد من انتشار الأمراض الفيروسية والفيرويدية. كما يعدٌ تقييم الحالة الصحية لأشجار المجمعات الوراثية والبساتين التجارية بصورة دورية أمراً ضرورياً لأصحاب القرار لاتخاذ الإجراءات المناسبة للحد منها. وقد أولت بعض البلدان العربية في الأونة الأخيرة أهمية خاصة لتدريب الكادر العلمي المتخصص وإلى تأمين مستلزمات العمل في البحث العلمي، وحدَثت دول عربية أخرى قوانين الحجر الزراعي المعمول بها لتتوافق والتطور العلمي ومستلزمات التجارة العالمية المفتوحة، وطبقت دول عربية محدودة برامج توثيق Certification programs على إنتاج غراس بعض الأشجار المثمرة وتداولها. وما زال مطلوب من الدول العربية أن توحد إجراءاتها الصحية في إنتاج مواد الغرس وتداولها، وزيادة عدد أنواع اشجار الفاكهة التي تشملها هذه البرامج واشراك القطاع الخاص إلى جانب الجهات الرسمية في تمويل هذه البرامج ومتابعتها.

5. المراجع

أبو العلا، أمال. 1999. فيروس جدري الخوخ/البرقوق على أشجار الحلويات/اللوزيات في مصر. مجلة وقاية النبات العربية، 17: 94.

إسماعيل، فايز، خلدون الجبر، أربن ميرتا، محمد جمال مندو، ابتسام السعدون، محمد حسن وصلاح الشعبي. 2007. فيروسات أشجار التفاحيات في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 63.

إسماعيل، فايز، صلاح الشعبي، آربين ميرتا وفيتو سافينو. 2003أ. تقصي انتشارالأمراض الفيروسية وشبيهاتها على أشجار اللوزيات في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 73-78.

إسماعيل، فايز، صلاح الشعبي، آربين ميرتا وفيتو سافينو. 2003ب. توصيف العزلات السورية لفيروسي البقع الحلقية الميتة للخوخ/للبرقوق وجدري الخوخ/البرقوق. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 116-122.

تقي الدين، هلا وخالد مكوك. 1986. تحديد بعض الفيروسات التي تصيب أشجار اللوزيات في لبنان. مجلة وقاية النبات العربية، 4: 36.

الجبر، خلدون، عماد إسماعيل وصلاح الشعبي. 2007. التحري عن فيروس البقع الورقية الشاحبة على التفاح (ACLSV) على أشجار اللوزيات والتفاحيات في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 63.

جوهر، جوسلين، بياجو دي تيرليزي، كميلا تورتورو، وفاء خوري وفيتو سافينو. 1997. الأمراض الفيروسية والشبيهة بها التي تصيب أشجار اللوزيات/الحلويات في لبنان. مجلة وقاية النبات العربية، 15: 103.

درويش، عبد الرحمن وصلاح الشعبي. 2007. تقصي إنتقال فيروسات تقزم الخوخ/البرقوق والبقعة الحلقية المتماوتة للوزيات/الحلويات وموزاييك التفاح في الغراس البذرية لأصول أشجار اللوزيات/الحلويات في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 63.

رواق، نور الدين، عبد الهادي قشي وأربن ميرتا. 2007. مدى حدوث ثلاثة فيروسات (ApMV، PDV، و PNRSV) ونوعين من الفيروئيدات (PLMVd و HSVd) على الأشجار المثمرة ذات النواة في الشرق الجزائري. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 63-64.

الشعبي، صلاح، عبد الرحمن درويش، فايز إسماعيل، جمال مندو، سناء نعمان، لينا مطرود، أيمن الصالح وفراس الأسود. 2000. تقويم الحالة الصحية لأشجار اللوزيات والكرمة في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 18: 17-23.

الشعبي، صلاح، غسان نابلسي وانتصار غماز. 1990. مسح أولي لانتشار مرض الشاركا Sharka على أشجار اللوزيات في سوريا. التقرير العلمي لبحث منجز، قسم بحوث الوقاية، مديرية البحوث العلمية الزراعية، 20 صفحة.

كنعان- عطة الله، ز. ح.، يوسف أبو جودة وأديب سعد. 2001. الأمراض الفيروسية التي تصيب أصول اللوز في لبنان. النشرة الإخبارية لوقاية النبات في البلدان العربية والشرق الأدنى، عدد 32، حزيران/يونيو: 4.

المعاضيدي، مثني عكيدي، زبير نوري سلمان، ومعاذ محيي محمود شريف. 2007. استخدام إختبار بصمة النسيج النباتي (TBIA) في الكشف عن بعض فيروسات التفاح في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 63.

منصور، عقل. 1999. الوضع الراهن للأمراض الفيروسية على أشجار اللوزيات/الحلويات في الأردن. مجلة وقاية النبات العربية، 17: 94.

نجم، حسين عباس، مثنى عكيدي المعاضيدي وكامل محمد عايش. 2004. حصر لفيروسات أشجار المشمش والأجاص والتفاح في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 22: 23-28.

Abbadi, H. 2002. Identification of Apricot latent virus (ApLV) in Palestine and survey for the presence of ApLV and American plum line pattern virus (APLPV) in Southern Italy. M.Sc thesis. Mediterranean Agronomic institute, Bari, Italy.

Al Rwahnih, M. and F. Ismaeil. 2003. PPV strains in the Middle East: Jordan and Syria. In: Options méditerranéennes – Séries B, Studies and research, No: 45. (Virus and virus-like diseases of stone fruits with particular reference to the Mediterranean region), A. Myrta, B. Di Terlizzi and V. Savino (eds.), CIHEAM-IAMB, 45: 95-97.

Al Rwahnih, M., A. Myrta, B. Di Terlizzi and D. Boscia. 2000. First record of *Plum pox virus* in Jordan. Journal of Plant Pathology, 82: 243-244.

Al Rwahnih, M., A. Myrta, M.C. Herranz and V. Pallas. 2004. Monitoring *American plum line pattern virus* in plum by ELISA and Dot-blot hybridization throughout the year. Journal of Plant Pathology, 86: 167-169.

Al Rwahnih, M., A. Myrta, N. Abou Ghanem, B. Di Terlizzi and V. Savino. 2001. Viruses and viroids of stone fruits in Jordan. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 31: 95-98.

Alayasa, N., M. Al Rwahnih, A. Myrta, M.C. Herranz, A. Minafra, D. Boscia, M.A. Castellano and V. Pallas. 2003. Identification and characterization of an *American plum line pattern virus* (APLPV) isolate from Palestine. Journal of Plant Pathology, 85: 3-7.

Albanese, G., L. Giunchedi, R. La Rosa and C. Poggi-Pollini. 1992. *Peach latent mosaic viroid* in Italy. Acta Horticulturae, 309: 331-338.

Al-Chaabi, S., A. R. Darwesh, A. Al-Saleh, J. Mando, L. Matrod and S. Numan. 1997. Evaluation of sanitary status of stone fruit trees in Syria. Page 68. In*:* Abstract of XVII International Symposium on Virus Diseases of Fruit Trees, June 23-27, 1997, Bethesda, MD, USA.

Al-Jebr, A., F. Ismaeil, M.J. Mando, E. Al-Saadoun and S. Al-Chaabi. 2005. First record of pome fruit viruses in Syria. Journal of Plant Pathology, 87: 243.

Amari, K., G. Gomez, A. Myrta, B. Di Terlizzi and V. Pallas. 2001. The molecular characterization of 16 new sequence variants of *Hop stunt viroid* reveals the existence of invariable regions and a conserved hammerhead-like structure on the viroid molecule. Journal of General Virology, 82: 953-962.

Amari, K., M.C. Cañaizares, A. Myrta, S. Sabanadzovic, M. Srhiri, I. Gavriel, K. Caglayan, C. Varveri, M. Gatt, B. Di Terlizzi and V. Pallas. 2000. First report of *Hop stunt viroid* (HSVd) from some Mediterranean countries. Phytopathologia Mediterranea, 39: 271-276.

Ambros, S., J.C. Desvignes, G. Llacer and R. Flores. 1995. *Peach latent mosaic* and *Pear blister canker viroids:* Detection by molecular hybridization and relationships with specific maladies affecting peach and pear trees. Acta Horticulturae, 386: 515-521.

Aouane, B. 2003. Preliminary studies on stone fruit tree viruses in Algeria. Pages 29-32. In: Options Méditerranéennes, Number 45, Virus and virus-like diseases of stone fruits, with particular reference to the Mediterranean region. A. Myrta, B. Di Terlizzi and V. Savino (eds.), CIHEAM, Valenzano (IT).

Astruc, N., J.F. Marcos, G. Macquaire, T. Candresse and V. Pallas. 1996. Studies on the diagnosis of *Hop stunt viroid* in fruit trees: identification of new hosts and application of a nucleic acid extraction procedure based on non-organic solvents. European Journal of Plant Pathology, 102: 837-846.

Atanasoff, D. 1932. Plum pox, a new virus disease. Annals of University of Sofia, Agriculture Faculty. Agronomiques, Selvicoltura, 11: 49-69.

Barba, M. and A. Quacquarelli. 1984. Due *ilarvirus* associati al mosaico del nocciolo. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Patologia Vegetale, 9: 10-13.

Barba, Z. and G. Isabela. 1986. The influence of apple mosaic and apple rubbery wood diseases on storage disorders and fruit quality of Jonarded Mc Intosh and Spartan cultivars. Fruit Science Reports, 4: 185-191.

Baumen, G., R. Casper and R.H. Converse. 1982. The occurrence of *Apple mosaic virus* in red and black raspberry and in blackberry cultivars. Acta Horticulturae, 129: 13-14.

Bitterlin, M.W. and D. Gonsalves. 1986. Serological and sampling techniques for detecting *Tomato ringspot virus* in peach trees. Acta Horticulturae, 193: 291-296.

Blodgett, E.C. 1944. Peach calico. Phytopathology, 34: 650-657.

Boari, A., D. Boscia, B.Di Terlizzi and V. Savino. 1998a. Study on seed transmission of *Prune dwarf virus* (PDV) in *Prunus mahaleb* L. Advances in Horticultural Science, 12: 89-92.

Boari, A., O. Potere, D. Boscia, C. Turturo and V. Savino. 1998b. Uso di anticorpi monoclonali per la diagnosi di *ilarvirus* del ciliegio. Page 577-582. In: Atti del Convegno Nazionale del Ciliegio. Valenzano (BA) 19-21 giugno 1997.

Boscia, D., A. Myrta, O. Potere, A. Crescenzi and M. Nuzzaci. 1998. Produzione di anticorpi monoclonali al ceppo del virus della vaiolatura del susino isolato dal ciliegio dolce (PPV-SwC). Pages 141-145. In: Atti del Convegno Nazionale del Ciliegio. Valenzano (BA) 19-21 giugno 1997.

Boscia, D., H. Zeramdini, M. Cambra, O. Potere, M.T. Gorris, A. Myrta, B. Di Terlizzi and V. Savino. 1997. Production and characterization of a monoclonal antibody specific to the M serotype of *Plum pox potyvirus*. European journal of Plant Pathology, 103: 477-480.

Boulila, M. 2002. Le *Prune dwarf ilarvirus* en Tunisie: détection par plante test, sérologie et par microscopie électronique et caracterisation biologique d'un isolat d'amandier. EPPO/OEPP Bulletin, 32: 515-519.

Boulila, M. and M. Marrakchi. 2001. Detection and characterization of stone fruit virus diseases in Tunisia. Phytopathologia Mediterranea, 40: 125-136.

Bradford, F.C. and L. Joley. 1933. Infectious variegation in the apple. Journal of Agricultural Research, 46: 901-908.

Cambra, M., M. Ascencio, M.T. Gorris, F. Perrez, E. Camarassa, J.A. Garcia, J.J. Moya, D. Lopez-Abella, C. Vela and A. Sanz. 1994. Detection of *Plum pox potyvirus* using monoclonal antibodies to strucural and non-structural proteins. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 24: 569-579.

Cameron, H.R. and M. Thompson. 1985. Seed transmission of *Apple mosaic virus* in hazelnut. Acta Horticulturae, 193: 131.

Cation, D. 1933. An infectious rosette of peach trees. Michigan Agricultural Experiment Station, Quarterly Bulletin, 16: 79-84.

Chamberlain, E.E., T.D. Atkinson, J.A. Hunter and G.A. Wood. 1971. Effect of *Apple mosaic virus* on growth and cropping of Freysberg apple trees. New Zealand Journal of Agricultural Research, 14: 963-965.

Choueiri E., N. Abou Ghanem-Sabanadzovic, K. Khazzaka, S. Sabanadzovic, B.Di Terlizzi, A. Myrta, S. El-Zammar, F. Jreijiri and V. Savino. 2002. First record of *Hop stunt viroid* in apricot in Lebanon. Journal of Plant Pathology, 84: 69.

Choueiri E., N. Abou Ghanem-Sabanadzovic, S. El Zammar and F. Jreijiri. 2003. Viruses of stone fruit trees in Lebanon. Pages 25-27. In: Options Méditerranéennes Number 45, Virus and virus-like diseases of stone fruits, with particular reference to the Mediterranean region. A. Myrta, B. Di Terlizzi and V. Savino (eds.). CIHEAM, Valenzano (IT).

Choueiri, E., A. Myrta, M.C. Herranz, C. Hobeika, M. Digiaro and V. Pallás. 2006. First report of *American Plum Line Pattern Virus* in Lebanon. Journal of Plant Pathology, 88: 227.

Choueiri, E., C. Haddad, N. Abou Ghanem-Sabanadzovic, F. Jreijiri, S. Issa, A.T. Saad, B. Di Terlizzi and V. Savino. 2001. A survey of peach viruses in Lebanon. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 31: 493-497.

Choueiri, E., M. Digiaro, A. Minafra and V. Savino. 1993. A survey of peach viruses in Apulia. Advances in Horticultural Science, 7: 61-64.

Choueiri, E., S. El Zammar, F. Jreijiri, C. Hobeika, A. Myrta and F. Di Serio. 2007. First report of *Apple dimple fruit viroid* in Lebanon. Journal of Plant Pathology, 89; 304.

Clark, M.F., A.N. Adams, J.M. Thresh and R. Casper. 1976. The detection of Plum pox and other viruses in woody plants by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Acta Horticulturae, 67: 51-57.

Cochran, L.C. and L.M. Hutchins. 1941. A severe ring spot virosis on peach. Phytopathology, 31B: 860.

Crescenzi, A., M. Nuzzaci, L. Levy, P. Piazzolla and A. Hadidi. 1994. *Plum pox virus* (PPV) in sweet cherry. Abstracts of XVI International Symposium on Fruit Trees Virus Diseases, Rome-Italy: 52

Crescenzi, A., M. Nuzzaci, L. Levy, P. Piazzolla and A. Hadidi. 1995. *Plum pox virus* (PPV) in sweet cherry. Acta Horticulturae, 386: 219-225.

Dal Zotto, A. and S.F. Nome. 1999. Fluctuations of *Prunus necrotic ringspot virus* (PNRSV) at various phenological stages in Peach cultivars. Plant Disease, 83: 1055-1057.

Delbos, R. and J. Dunez. 1988. Apple Chlorotic leaf spot virus. Pages 5-7. In: European Handbook on Plant Diseases. Eds. Smith, Dunez, Lelliot, Philips and Archer; Blackwell Scientific Publications Ltd, London.

Desvignes, J.C. 1980. Different symptoms of peach latent mosaic. Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 15: 183-190.

Desvignes, J.C. 1986. Peach latent mosaic and its relation to peach mosaic and *Peach yellow mosaic virus* diseases. Acta Horticulturae, 193: 51-57.

Desvignes, J.C. 1999. Maladies à virus des arbres fruitiers. CTIFL. 202 pp.

Desvignes, J.C. and P. Bois. 1994. Traitement d’un foyer de Sharka sur pêcher dans le Gard. Phytoma, 464: 28-32.

Desvignes, J.C. 1976. The virus diseases detected in greenhouse and in field by the peach seedling GF305 indicator. Acta Horticulturae, 67: 315-323.

Di Serio, F., D. Alioto and A. Ragozzino. 2000. Segnalazioni in Campania di un focolaio d'infezione del viroide della maculatura crateriforme della mela sulle cv. *Annurca* e *Starking Delicious*. Informatore fitopatologico, 6: 53-56.

Di Serio, F., D., Alioto, A. Ragozzino, L. Giunchedi and R. Flores. 1998. Identification of apple dimple fruit viroid in different commercial varieties of apple grown in Italy. Acta Horticulturae, 472: 595-601.

Di Serio, F., F. Aparicio, D. Alioto, A. Ragozzino and R. Flores. 1996. Identification and molecular properties of a 306 nucleotide viroid associated with apple dimple fruit disease. Journal of General Virology, 77: 2833-2837.

Di Serio, F., M. Malfitano, D. Alioto, A. Ragozzino and R. Flores. 2002. Apple dimple fruit viroid: sequence variability and its specific detection by multiplex fluorescent RT-PCR in the presence of Apple scar skin viroid. Journal of Plant Virology, 84: 27-34.

Di Serio, F., M. Malfitano, D. Alioto, A. Ragozzino, J.C. Desvignes and R. Flores. 2001. Apple dimple fruit viroid: fulfillment of Koch's Postulates and symptom characteristics. Plant Disease, 85: 179-182.

Diekmann, M. and C.A.J. Putter. 1996. Stone fruits. FAO/IPGRI Technical guidelines for the safe movement of germplasm. No. 16, 109 pp.

Digiaro, M. and V. Savino. 1992. Role of pollen and seeds in the spread of *ilarviruses* in almond. Advances in Horticultural Science, 6: 134-136.

Digiaro, M., V. Savino, B. Di Terlizzi and G.P. Martelli 1992. The relationship of *Ilarvirus* to almond mosaic. Advances in Horticultural Science, 6: 161-166.

Dosba, F., P. Maison, M. Lansac and G. Massonie. 1987. Experimental transmission of *Plum pox virus* (PPV) to *Prunus mahaleb* and *Prunus avium.* Journal of Phytopathology, 120: 199-204.

Dunez, J. 1988. Situation of virus and virus-like diseases of stone fruit in the Mediterranean and Near east region. Pages 226-275. In: Fruit crop sanitation in the Mediterranean and Near East Region: status and requirements. UNDP/FAO Publication.

Dunez, J. 1989. Situation of virus and virus-like diseases of stone fruit trees in the Mediterranean and Near east countries. Arab Journal of Plant Protection, 7: 201-209.

Dunez, J., C. Marenaud and R. Delbos. 1973. Bark split disease of prune trees and its association with strains of apple chlorotic leaf spot. Acta Horticulturae, 44: 81-91.

Edhib, S. 1996. Completement de I etat sanitaire des essences a noyau en Tunisie. Master Thesis No 119. IAM-Bari, Italie. 57 pp.

Elbeaino, T., E. Choueiri, F. Jreijiri and M. Digiaro. 2008. First report of *Strawberry latent ringspot virus* in Lebanese cherry orchards. Journal of Plant Pathology, 89: S74.

EPPO Standards. 1998. Testing methods for viruses of fruit trees present in the EPPO region, Virus-free or virus – tested fruit trees and rootstocks, Certification Schemes PM 4/1-26: 14-22.

EPPO/CABI, 1996. Plum American line pattern. Pages 1248-1286. In: Quarantine pests for Europe. 2nd Edition. I.M. Smith, D.G. McNamara, P.R. Scott and M. Holderness (eds.). CAB International, Willingford, UK.

Faggioli, F., S. Loreti and M. Barba. 1997. Occurence of *Peach latent mosaic viroid* (PLMVd) on plum in Italy. Plant Disease, 81: 423.

Farrag, A.A., I A.M. Ibrahim and H.M. Mazyad. 2005. Detection and characterization of Apple chlorotic leaf spot virus (ACLSV) isolates from peach orchards in Egypt. International Journal of Virology, 1: 27.

Fekih Hassen, I., J. Kummert, S. Marbot, H. Fakhfakh, M. Marrakchi and M. H. Jijakli. 2004. First Report of *Pear blister canker viroid*, *Peach latent mosaic viroid*, and *Hop stunt viroid* Infecting Fruit Trees in Tunisia. Plant Disease, 88: 1164.

Fekih Hassen, I., S. Roussel and J. Kummert. 2005. *Peach latent mosaic viroid* detected for the first time on almond trees in Tunisia. Plant Disease, 89: 1244.

Flores, R., C. Hernandez, J.C. Desvignes and G. Llacer. 1990. Some properties of the viroid inducing peach latent mosaic disease. Research in Virology, 141: 109-118.

Flores, R., J.A. Daròs and C. Hernández. 2000. The *Asunviroidae* family: viroids with hammerhedad ribozomes. Advances of Virus Research, 55: 271-323.

Francki, R.I.B., R.G. Milne and E. Hatta. 1985. Ilarvirus group. Atlas of plant viruses. CRC Press, Boca Raton, Florida, Vol. II: 81-93.

Frghly, Amal A.A., 2002. Further studies on plum pox disease in Egypt. Ph.D Thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt, 170 pp.

Fulton, R.W. 1952. Mechanical transmission and properties of *Rose mosaic virus*, Phytopathology, 42: 413.

Fulton, R.W. 1957. Comparative Host ranges of certain mechanically transmitted viruses of *Prunus*. Phytopathology, 47: 215-220.

Fulton, R.W. 1972. *Apple mosaic virus*. C.M.I./A.A.B. Description of Plant Viruses, 83 pp.

Fulton, R.W. 1981. *Ilaviruses*. Pages 337-413. In: Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis Kurstak, E. (Eds.), Elsevier.

Fulton, R.W. 1982. Ila-like characteristics of *American plum line pattern virus* and its serological detection in *Prunus*. Phytopathology, 58: 635-638.

Ghanem, G.A.M. 2000a. Occurrence of *Prunus necrotic ring spot ilarvirus* (PNRSV) in orchards plum and peach cultivars in Egypt. Egyptian Journal of Phytopathology, 28: 81-94.

Ghanem, G.A.M. 2000b. Incidence of *Prune dwarf ilarvirus* (PDV) in peach and plum orchards in Egypt. Egyptian Journal of Phytopathology, 28: 67-79.

Ghanem, G.A.M. and A. Ashour. 2002. Isolation and partial characterization of *Apple mosaic ilarvirus* (ApMV) in Egypt. Egyptian Journal of Phytopathology, 30: 1-14.

Ghanem, G.A.M., S.A. Youssef, A.E. Salama, H.M. Mazyad and A. Shalaby. 2001. Molecular evidence for *Plum pox virus* (PPV) strains in Egypt. Egyptian Journal of Phytopathology, 29: 1-10.

Ghanem, G.A.M., G.R. Stino and S.A. Asaad. 2002. The use of modern methods for the detection and elimination of *Apple chlorotic leaf spot trichovirus* (ACLSV) from apple trees in Egypt. Egyptian Journal of Phytopathology, 30: 1-23.

Giunchedi, L. and C. Poggi Pollini. 1985. Le virosi del pesco. L'Italie Agricola, 122: 166-182.

Giunchedi, L., A. Hadidi, C. Poggi-Pollini, R. Bissani, G.L. Mordenti and C. Lugaresi. 1997. La maculatura delle susine, nuova alterazione indotta da un viroide. Rivista Frutticoltura, 4: 92-94.

Gonsalves, D. and R.W. Fulton. 1977. Activation of *Prunus necrotic ring spot virus* and *Rose mosaic virus* by RNA-4 components of some *ilarviruses*. Virology, 81: 398-407.

Hadidi, A. and C.A. Powell. 1991. Complementary DNA cloning and analysis of RNAs of a Prunus stem-pitting isolate of *Tomato ringspot virus*. Molecular and Cellular Probes, 5: 337-344.

Hadidi, A. and R.W. Hammond. 1988. Construction of molecular clones for identification and detection of *Tomato ringspot and Arabis mosaic viruses*. Acta Horticulturae, 235: 223-230.

Hadidi, A., A.M. Shamloul, C. Poggi-Pollini and M.A. Amer. 1997. Occurrence of *Peach latent mosaic viroid* in stone fruits and its transmission with contaminated blades. Plant Disease, 81: 154-158.

Helm, H. 1980. Influence of nitrogen nutrition on the fruit quality of virus free and virus infected apple trees. Acta Horticulturae (ISHS), 92: 290.

Hoy, J.W., S.M. Mircetich and B.F. Lownsberry. 1984. Differential transmission of *Prunus tomato ringspot virus* by *Xiphinema californicum*. Phytopathology, 74: 332-335.

Hsu, Y.H., W. Chen and R.A. Owens. 1994. Nucleotide sequence of a *Hop stunt viroid* variant isolated from citrus growing in Taiwan. Virus Genes Journal, 9: 193-195.

Ismaeil, F. 2001. Sanitary status of stone fruits in Syria and characterisation of Syrian *Prunus necrotic ring spot virus* (PNRSV) isolates. Master Thesis No. 243. IAM-Bari, Italie: 37 pp.

Ismaeil, F., N. Abou Ghanem-Sabanadzovic, A. Myrta, B. Di Terlizzi and V. Savino. 2001. First record of *Peach latent mosaic viroid* and *Hop stunt viroid* in Syria. Journal of Plant Pathology, 83: 225-227.

Ismaeil, F., A. Myrta, N. Abou Ghanem-Sabanadzovic, S. Al Chaabi and V. Savino. 2002. Viruses and viroids of stone fruits in Syria. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 32: 485-488.

Ismaeil, F., A. Myrta, N. Abou Ghanem-Sabanadzovic, S. Al Chaabi, A. Chik Darwich. and V. Savino. 2003. Viruses of stone fruit trees in Syria. In: Options méditerranéennes – Séries B, Studies and research, No: 45. (Virus and virus-like diseases of stone fruits with particular reference to the Mediterranean region), A. Myrta, B. Di Terlizzi and V. Savino (eds.), CIHEAM-IAMB, 45: 37-38.

Jarrar, S., A. Myrta, B. Di Terlizzi and V. Savino. 2001. Viruses of Stone Fruits in Palestine. Acta Horticulturae, 550: 245-248.

Jarrar, S., E. Choueiri, J. A. Sánchez-Navarro, A. Myrta, S. El Zammar, V. Savino and V. Pallas. 2007. First report of *Apricot latent virus* in Lebanon. Journal of Plant Pathology, 89: 303.

Jawhar, J., B. Di Terlizzi, W. Khoury and V. Savino. 1996. Preliminary account of the phytosanitary status of stone fruit trees in Lebanon. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 26: 161-166.

Jelkmann, W. 2004. International working group fruit tree viruses. Detection of virus and virus-like diseases of fruit trees. Acta Horticulturae, 657: 575-596.

Jones, A.L. and T.B. Sutton. 1996. Diseases of tree fruits in the East, Bulletin 1, Published by Michigan State University, Extension, 34: 35-95.

Kalashyan, Y.A., N.D. Bilkey, T.D. Verderevskaya and E.V. Rubina. 1994. *Plum pox potyvirus* on sour cherry in Moldova. EPPO Bulletin, 24: 645-649.

Kegler, H. and Ch. Schade. 1971. *Plum pox virus*. C.M.I/A.A.B. Description of Plant Viruses Nº 70, 42 pp.

Kelly, R.D. and H.R. Cameron. 1986. Location of *Prune dwarf* and *Prunus necrotic ringspot viruses* associated with sweet cherry pollen and seeds. Phytopathology, 76: 317-322.

Kerlan, C. and J. Dunez. 1979. Differenciation biologique et sérologique de souches du virus de la sharka. Annales de Phytopathologie, 11: 241-250.

Kheder, A.A., A.M. Ibrahim and H.M. Mazyad. 2005. Isolation and characterization of Peach rosette mosaic virus (PRMV) in Egypt. International Journal of Virology, 1: 26.

Kirkpatrick, H.C., P.W. Cheney and R.C. Linder. 1964. Mechanical transmission of *Plum line pattern virus*. Plant Disease Reporter, 48: 616-618.

Kishi, K., K. Takanashi and K. Abiko. 1973. New virus diseases of peach, yellow mosaic, oil blotch and star mosaic. Bulletin of the Horticultural Research Station A, 12: 197-208.

Knapp, E., A. da Camara Machado, H. Puhringer, Q. Wang, V. Hanzer, H. Weiss, B. Weiss, H. Katinger and M. Laimer da Camara Machado. 1995. Localization of fruit tree viruses by immuno tissue printing in infected shoots of *Malus* and *Prunus* sp. Journal of Virological Methods, 55: 157-173.

Koganezawa, H. 1989. Apple scar skin viroid. AAB Descriptions of Plant Viruses, 349.

Koganezawa, H. and Y. Yanase. 1990. A new type of elongated virus isolated from apple trees containing the stem pitting agent. Plant Disease, 74: 610-614.

Labonne, G., M. Yvon, J. B. Quiot, L. Avinent and G. Llacer. 1995. Aphids as potential vectors of *plum pox virus*: comparison of methods of testing and epidemiological consequences. Acta Horticulturae, 386: 207-218.

Lecoq, H., H. Lot, H. Kleinhehpel and H. Kegler. 1988. The economic impact of filamentous plant viruses: Europe. Pages 349-356. In*:* The plant viruses, vol. 4. The filamentous Plant Viruses R.G. Milne (ed.). Plenum Press, New York.

Levy, L. and A. Hadidi. 1993. Direct nucleotide sequencing of PCR-amplified DNAs of the closely related citrus viroids IIa and IIb (Cachexia). Pages 180-186. In: Proceedings of the 12th Conference of the International Organization of Citrus Virologists, Riverside.

Lister R.M. and A.F. Hadidi. 1971. Some properties of *Apple chlorotic leaf spot virus* and their relation to purification problems. Virology, 45: 240-251.

Lister, R.M. 1964. Strawberry latent ringspot: a new nematode borne virus. Annual Applied Biology, 54: 167.

Lister, R.M. 1970. *Apple stem grooving virus*. CMI/AAB Description of Plant Viruses, No. 31, Wellesbourne, UK.: 4 pp.

Lister, R.M., J.B. Bancroft and M.J. Nadakavukaren. 1965. Some sap-transmissible viruses from apple. Phytopathology, 55: 859-870.

Luckwill, L.C. 1954. Virus diseases of fruit trees. IV. Further observations on ruberry wood, chat fruit and mosaic in apples. Annual Report Long Ashton Research Station, 1953: 40-46.

Malfitano, M., F. Di Serio, F. Covelli, A. Ragozzino, C. Hernández and R. Flores. 2003. *Peach latent mosaic* variants inducing peach calico contain a characteristic insertion that is responsible for this symptomatology. Virology, 313: 492-501.

Marbot, S., M. Salmon, M. Vendrame, A. Huwaert, J. Kummert, O. Dutrecq and P. Lepoivre. 2003. Development of Real-Time RT-PCR assay for detection of *Prunus necrotic ringspot virus* in fruit trees. Plant Disease, 87: 1344-1348.

Marenaud, C. 1968. Mise en evidence sur l'espéce abricotier, d'une icompatibilité intraspécifique due à la présence d'un virus de type chlorotic leaf spot. Annual Epiphyties, 19 n° hors-série, 225-245.

Martelli, G.P. 1988. The economic impact of filamentous plant viruses: The Mediterranean. Pages 357-365. In*:* The plant viruses, vol. 4. The filamentous Plant Viruses (R.G. Milne Ed.). Plenum Press, New York.

Martelli, G.P. 1993. Graft-transmissible diseases of grapevine. Handbook for detection and diagnosis, International Council for the Study of Viruses and Virus-Like Diseases of the Grapevine. FAO, Rome: 263 pp.

Martelli, G.P. and E. Boudon-Padieu. 2006. Directory of Infectious Diseases of Grapevines and Viroses and Virus-like Diseases of the Grapevine: Bibliographic Report 1998-2004. CIHEAM-IAMB. Options Méditerranéennes Number 55, 279 pp.

Mazyad, H.M., M.K. Nakhla, A. Abo El-Ela and M.H. El-Hammady. 1992. Occurrence of plum pox (Sharka) virus on stone fruit trees in Egypt. Acta Horticulturae, 309: 119-123.

Mazyad, H.M., A.A. Shalaby and A.A. Rezk. 1999. Detection of apple chlorotic leaf spot virus and prune dwarf virus from infected apricot and peach trees using RT-PCR and IC-RT-PCR. Pages 235-241. In: Proceeding of 8th National Conference of Pests and Diseases of Vegetables and Fruits in Egypt, volume 2, Ismailia, Egypt.

Mink, G.I. and J.R. Shay. 1959. Preliminary evaluation of some Russian apple varieties indicators for apple viruses. Supplementary Plant Disease Reporter, 254: 13-17.

Mircetich, S.M. and H.W. Fogle. 1976. Peach stem pitting. Pages 77-87. In: Virus Diseases and Non-infectious Disorders of Stone Fruits in North America. R.M. Gilmer, J.D. Moore, G. Nyland, M. F. Welsh and T.S. Pine (eds.). Agriculture handbook No. 437, USDA, Washington, DC, USA.

Myrta, A., O. Potere, D. Boscia, T. Candresse, M. Cambra and V. Savino. 1998a. Production of a monoclonal antibody specific to El Amar strain of *Plum pox virus*. Acta Virologica, 42: 248-250.

Myrta, A., B. Di-Terlizzi, D. Bosia, K. Caglayan, I. Gavriel, G.A.M. Ghanem, C. Vareveri and V. Savino. 1998b. Detection and serotyping of *Plum pox virus* (PPV) isolates by means of monoclonal antibodies. Acta Virology, 42: 251-253.

Myrta, A., B.Di Terlizzi, V. Savino and G.P. Martelli. 2002. Sanitary status of the mediterranean stone fruit industry, Acta Horticulturae (ISHS), 582: 83-94

Myrta, A., B.Di Terlizzi, V. Savino and G.P. Martelli. 2003. Virus diseases affecting the Mediterranean stone fruit industry: A decade of surveys. Pages 15-23. In: Options Méditerranéennes Number 45, Virus and virus-like diseases of stone fruits, with particular reference to the Mediterranean region. A. Myrta, B. Di Terlizzi and V. Savino (eds.). CIHEAM, Valenzano (IT).

Nemeth, M. 1986. Virus, Mycoplasma and Rickettsia Diseases of Fruit Trees. Ed. Akademiai Kiado, Budapest and Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster, 840 pp.

Nemeth, M. and M. Kolber. 1983. Additional evidence on seed transmission of plum pox in apricot, peach and plum, proved by ELISA. Acta Horticulturae, 130: 293-299.

Pallas, V., G. Llàcer and M. Cambra. 1998. Sanitary status of stone fruit trees in Spain. Pages 61-63. In: Options Méditerranéennes Number 19, Stone Fruit Viruses and Certification in the Mediterranean Countries: Problems and Prospects. B. Di Terlizzi, A. Myrta and V. Savino (eds.). CIHEAM, Valenzano (IT).

Pallas, V., K. Amari, G. Gomez, N. Abou-Ghanem-Sabanadzovic and F. Di Serio. 2003. Viroids of stone fruits: Incidence and diseases in the Mediterranean. Pages 129-133. In: Options Méditerranéennes Number 45, Virus and virus-like diseases of stone fruits, with particular reference to the Mediterranean region. A. Myrta, B. Di Terlizzi and V. Savino (eds.). CIHEAM, Valenzano (IT).

Paulsen, A.Q. and R.W. Fulton. 1968. Hosts and properties of a *Plum line pattern virus*. Phytopathology, 58: 766-772.

Pena-Iglesias, A. and P. Ayuso. 1975. Preliminary identification of the viruses producing Spanish apricot pseudo pox (viruela) and apricot mosaic diseases. Acta Horticulturae, 44: 255-265.

Posnette, A.F. and R. Croplay. 1956. *Apple mosaic virus*. Host reaction and strain interferance. Journal of Horticultural Science, 31: 119-133.

Price, W.C. 1936. Virus concentration in relation to acquired immunity from tobacco ring spot. Phytopathology, 26: 503-529.

Ragozzino, A. and D. Alioto. 1992. Cherry rasp leaf etiology in Campania. Acta Horticulturae, 309: 115-118.

Ragozzino, A. and I. Camele. 1985. Virosi dell'albicocco. L'Italia Agricola, 122: 46-52.

Refatti, E., R. Osler, N. Loi, R. Carraro, U. Benetti, A. Tomasi and M.E. Vindman. 1988. An attempt in progress to eradicate plum pox. Acta Horticulturae, 235: 291-297.

Salem, N., A. Mansour, A. Al-Musa, A. Al-Nsour and R. Hammond. 2004. Identification and partial characterization of *Prunus necrotic ringspot virus* on stone fruits in Jordan. Journal of Plant Pathology, 86: 85-90.

Salem, N., A. Mansour and A. Al-Musa. 2005. Viruses of pome fruit trees in Jordan. Journal of Plant Pathology, 87: 123-126.

Sánchez-Navarro, J.A., F. Aparicio, M.C. Herranz, A. Minafra, A. Myrta and V. Pallás. 2005. Simultaneous detection and identification of eight stone fruit trees viruses by one-step RT-PCR. European Journal of Plant Pathology, 111: 77-84.

Sano, T., M. Sasaki and E. Shikita. 1985. *Apple mosaic virus* isolated from hop plants in Japan. Applied Biology, 106: 305-312.

Sano, T., T. Hataya, Y. Terai and E. Shikata. 1989. *Hop stunt viroid* strains from dapple fruit disease of plum and peach in Japan. Journal of General Virology, 70: 1311-1319.

Scott, S.W. and M.T. Zimmerman. 2001. American plum line pattern is a distinct ilarvirus. Acta Horticulturae, 550: 221-228.

Scotto La Massese, C., C. Marenaud and J. Dunez. 1973. Analyse d'un phénomène de dégénérescence du pêcher dans la vallée de l'Eyrieux. Comptes rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France, 59: 327-339.

Semancik, J., C. Roistacher, R. Rivera-Bustamante and N. Duran-Vila. 1988. *Citrus Cachexia viroid*, a new viroid of citrus: relationship to viroids of the exocortis disease complex. Journal of General Virology, 69: 3059-3068.

Shamloul, A.M., A. Minafra, A. Hadidi, L. Giunchedi, H.E. Waterworth and E.K. Allam. 1995. *Peach latent mosaic viroid*: nucleotide sequence of an Italian isolate, sensitive detection using RT-PCR and geographic distribution. Acta Horticulturea, 386: 522-530.

Smith, I.M., D.G. McNamara, P.R. Scott and K.M. Harris (eds.). 1992. Quarantine pests for Europe. Data sheets on quarantine pests for the European Communities and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization. CAB International, Wallingford, UK, and European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, France: 676 pp.

Smith, W.W. 1954. Occurrence of stem pitting and necrosis in some body stocks for apple trees. Proceedings of American Society of Horticultural Science, 63: 101-113.

Stace-Smith, R. and D. Ramsdell. 1987. Nepoviruses of the Americas. Page 131. In: Current Topics in Vector Research, Vol. 3. K.F. Harris (ed.). Springer-Verlag, New York, USA.

Stout , G.L. 1939. Peach mosaic. California Department of Agriculture Bulletin, 28: 177-200.

Thomas, H. E. and E.M. Hildebrand. 1936. A virus disease of prune. Phytopathology, 26: 1145-1148.

Thomsen, A. 1975. Cross protection experiment with *Apple mosaic virus*. Statens Forsogvirksomkedi Plantekulter, 1196: 57.

Torres, H., G. Gomez, V. Pallas, B. Stamo, A. Shalaby, B. Aouane, I. Gavriel, P. Kominek, K. Caglayan, M. Sipahioglu, R. Michelutti, A. Myrta and N. Fiore. 2004. Detection by tissue printing of stone fruit viroids, from Europe, the Mediterranean and north and South Africa. Acta Horticulturae, 657: 379-383.

Wetzel, T., T. Candress, M. Ravelonandro, R.P. Delbos, H. Mazyad, A.E. Abou-Ata and J. Dunez. 1991. Nucleotide sequence of the 3'-terminal region of the RNA of the El-Amar strain of *Plum pox potyvirus*. Journal of General Virology, 72: 1741-1746.

Zeramdini, H., B. Di Terlizzi and V. Savino. 1996. Phytosanitary status of almond and apricot in Tunisia. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 26: 155-160.

الفصل السابع عشر

الفيروسات التي تصيب العنب/الكرمة

إيليا الشويري[1] وصلاح الشعبي[2]
(1) فرع وقاية النبات، مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية، تل العمارة، ص.ب. 287 زحلة، لبنان؛
(2) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، ص.ب. 113، دوما، دمشق، سورية.

المحتويات

1. المقدمة
2. انتشار فيروسات العنب/الكرمة في المنطقة العربية
3. أهم الفيروسات التي تصيب العنب/الكرمة في المنطقة العربية
  1.3. الأمراض الفيروسية
    1.1.3. فيروس الورقة المروحية للعنب/الكرمة
    2.1.3. الفيروسات المرافقة لالتفاف أوراق العنب/الكرمة
    3.1.3. معقد تجعد الخشب الفيروسي
    4.1.3. معقد نمش/ترقط العنب/الكرمة
    5.1.3. ظاهرة عدم التوافق
  2.3. أمراض أخرى من المحتمل أن تكون فيروسية
    1.2.3. موزاييك العروق
    2.2.3. تماوت العروق
    3.2.3. مرض الزوائد
4. استنتاجات عامة
5. المراجع

1. المقدمة

تحتل شجيرة العنب/الكرمة (*Vitis* spp.) المرتبة الأولى أو الثانية في الأهمية بين الأشجار المثمرة من حيث المساحة التي تشغلها في كثير من الدول العربية كالجزائر وسورية على سبيل المثال، وقدرت المساحة المزروعة بالعنب/الكرمة في الوطن العربي عام 2000 بحوالي 380 ألف هكتار، وهي تمثل حوالي 5% من المساحة المزروعة في العالم بالشجيرة نفسها. وقدر إنتاج الدول العربية من ثمار العنب في عام 2000 بحوالي 2.8 مليون طن، وهي تمثل حوالي 4.5% من الإنتاج العالمي (FAO, 2000). احتلت سورية المرتبة الأولى في المساحة المزروعة بالعنب/الكرمة بين الدول العربية، تلتها في الأهمية جمهورية مصر العربية، ثم الجزائر والعراق والمغرب. وبلغت إنتاجية وحدة المساحة من ثمار العنب في الدول العربية حوالي 6.53 طن/هكتار، وهي تقل عن المتوسط العالمي للإنتاجية بحوال 21.1%. واحتلت جمهورية مصر

العربية المرتبة الأولى في الإنتاجية، وبلغت 18.5 طن/هكتار، تلتها في ذلك السعودية، ثم لبنان واليمن وسورية والعراق. واهم البلدان العربية في انتاج النبيذ هي المغرب وتونس والجزائر ولبنان، إلاّ انها مجتمعة لاتشكل أكثر من 0.5% من الإنتاج العالمي. واحتلت سورية المرتبة الأولى في إنتاج الزبيب بين الدول العربية، تلتها في الأهمية لبنان، وقد قدرت مساهمة الدول العربية في الإنتاج العالمي للزبيب بحوالي 1.5% خلال عام 2006 (جدول 1).

جدول 1. المساحة والإنتاج وإنتاجية شجيرة العنب/الكرمة في الدول العربية والعالم وفقاً لاحصائيات الفاو، 2006.

البلد	المساحة/ هكتار	الإنتاج الكلي ثمار/ ألف طن	الإنتاجية (كغ/هكتار)	الإنتاج/ألف طن	
				نبيذ	زبيب
الجزائر	75.19	398.02	5294	77.0	0.3
مصر	60.00	1300.00	21667	4.2	-*
ليبيا	8.08	33.18	4107	-*	-*
المغرب	50.33	356.00	7073	37.6	0.2
تونس	24.00	140.00	5833	30.0	0.4
الأردن	3.65	32.18	8827	-*	-*
لبنان	12.80	110.60	8641	15.0	5.0
السعودية	10.47	132.18	12624	-*	-*
سورية	43.30	310.00	7159	0.3	12.0
اليمن	12.54	117.58	9373	-*	0.8
مجموع البلدان العربية	300.36	2929.74		164.1	18.7
العالم	7399.55	68952.79	9319	27772.1	1189.5
نسبة ما تزرعه وتنتجه البلدان العربية مقارنة بالعالم	4.1	4.2		0.59	1.57

-*: لايوجد بيانات.

2. انتشار فيروسات العنب/الكرمة في المنطقة العربية

تصاب شجيرات العنب/الكرمة على المستوى العالمي بالعديد من الأمراض الفيروسية ولا سيما في المناطق التي تزرع العنب/الكرمة الأوروبية (*Vitis vinifera* L.) كالدول المحيطة بالبحر الأبيض المتوسط (شويري وآخرون، 1997؛ Katis *et al.*, 1990) والولايات المتحدة (Goheen *et al.*, 1988). سجل مؤخراً على العنب/الكرمة أكثر من 70 عاملاً معدياً (58 فيروساً، 5 فيرويدات، 8 فايتوبلازما ونوع واحد من البكتيريا (Martelli & Boudon-Padieu, 2006). يعدُ فيروس العنب/الكرمة A (GVA)، وفيروس العنب/الكرمة B (GVB)، والفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة-3 (GLRaV-3)،

من أكثرها خطورة وانتشاراً في المنطقة العربية إضافة إلى فيروسات أخرى مثل الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة-1 (GLRaV-1)، والفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة-2 (GLRaV-2)، وفيروس نمش/ترقط العنب (GFkV). كما سجل أيضاً الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة-7 (GLRaV-7) ولو بشكل محدود في كل من مصر والأردن وفلسطين (داوود وآخرون، 1991؛ الشعبي وآخرون، 2000؛ شويري وآخرون، 1997؛ مسلمانية وآخرون، 2007؛ Alkowni *et al.*, 1998 ؛Ahmed *et al.*, 2004؛ Mahfoudhi *et al.*, 1998 ؛Hanna *et al.*, 2008 ؛Digiaro *et al.*, 2000 ؛Choueiri *et al.*, 1996؛ Mslmanieh, *et al.*,2006a, 2006b, 2006c ؛Martelli *et al.*, 1994 ؛Martelli, 1988). سجل حديثاً ولأول مرة في المنطقة العربية وتحديداً في سورية الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة-6 (GLRaV-6) (غرز الدين وآخرون، إتصال شخصي) إضافة إلى فيروسات أخرى أقل أهمية وذات إنتشار محدود مثل فيروس التبقع الحلقي للعنب/الكرمة التونسي (GTRSV) (Quertani *et al.*, 1992) (جدول 2).

يعدُ إنتقال هذه الممرضات بواسطة مادة الإكثار النباتية الملوثة الأسلوب الأكثر شيوعاً (EPPO Standards, 1998)، كما تسهم في إنتقال هذه العوامل المعدية نواقل حيوية مختلفة، مثل: النيماتودا، والنطاطات، وحشرات المنّ، والحشرات القشرية التي سجل بعضا منها في بعض الدول العربية (شويري وآخرون، 1997؛ EPPO Standards, 1998 ؛Jawhar *et al.*, 2006؛ Rüdel, 1992 ؛Martelli & Boudon-Padieu, 2006 ؛La Notte *et al.*, 1997a).

تحتل الأمراض الفيروسية أهمية بالغة على شجيرات العنب في بعض الدول العربية، بينما كانت الإصابات طفيفة في بعضها الأخر. ويعزى عدم تسجيل الأمراض المتسببة عن الفيرويدات إلى ندرة الأعمال العلمية المتعلقة بتقييم الحالة الصحية لشجيرات العنب فيها (داوود وآخرون، 1991؛ الشعبي وآخرون، 2000، 2007؛ مسلمانية وآخرون، 2007؛ يوسف وآخرون، 2007؛ Choueiri *et al.*, 2002, 2003 ؛Al-Tamimi *et al.*, 1998 ؛Alkowni *et al.*, 1998؛ Martelli, 1988 ؛Mahfoudhi *et al.*, 1998 ؛Hanna *et al.*, 2008 ؛Haidar *et al.*, 1996؛ Mslmanieh *et al.*, 2006a, 2006b, 2006c ؛Martelli *et al.*, 1994) (جدول 3).

وقد سجلت حالات حادة من الإصابات الفيروسية في بعض الدول العربية ولا سيما في مجمعات الأصناف التي كانت الدول الأوروبية غالباً مصدرها، بينما كانت معظم أصناف العنب/الكرمة المحلية المجذرة/غير المطعمة خالية من الأعراض المرضية (Martelli, 1988).

في سورية، تم تسجيل الفيروسات GLRaV-1، GLRaV-3 وGFkV على العنب (داوود وآخرون، 1991؛ الشعبي وآخرون، 2000؛ Mslmanieh *et al.*, 2006a). هذا وقد بلغت نسبة إصابة بعض الأصناف مستويات عالية، مثل حلواني (91% من العينات المختبرة)، سلطي (85.8%) وبيتموني (80.5%) (Mslmanieh *et al.*, 2006a). سجلت إصابات فيروسية عديدة

أخرى على العنب/الكرمة في سورية، وقد أسهم في معظمها (55.8% من العينات المختبرة) أكثر من فيروس، منها: فيروس العنب/الكرمة أ (GVA) (54.5%)، فيروس GFkV (24.4%) وفيروس GLRaV-2 (6.8%) (مسلمانية وآخرون، 2007؛ Mslmanieh *et al.,* 2006a). كما سجلت فيروسات جديدة بالنسبة لسورية أو للمنطقة العربية، مثل: فيروسي موزاييك الأرابيس (ArMV) والفيروس المرافق لتنقر ساق العنب/الكرمة روبسترس (GRSPaV) (Mslmanieh *et al.,* 2006c)، وفيروس العنب/الكرمة B (الشعبي وآخرون، 2009)، ومرض موزاييك عروق العنب/الكرمة (Grapevine vein mosaic) (Mslmanieh *et al.,* 2006b).

أما في لبنان، فقد بلغ متوسط الإصابة 53% في العينات المختبرة عام 1994، وسجل فيها فيروسات GVA، GVB، GLRaV-3، GLRaV-1 و GFkV، في حين بلغت نسبة الإصابة 55.8% في العينات المفحوصة عام 2006 ورصد فيها جميع الفيروسات السابقة بالإضافة إلى فيروسات GLRaV-2، GLRaV-5 وفيروس تنقر ساق روبسترس المرافق (RSPaV). وبلغت نسبة الإصابة الفيروسية في بعض الأصناف المحلية والأجنبية 70%، مثل الأصناف: تفيفحي، مقدوش وسينسوت. كما أظهرت الدراسة إنتشاراً لـ *Xiphinima index* Thorne & Allen الناقل لفيروس GFLV وكان لهذا الفيروس تاثيراً سلبياً على بعض أصناف النبيذ (Hanna *et al.,* 2008). وكانت نسبة الإصابة في أصناف عنب الطاولة (66.2%) أعلى من نسبة إصابة أصناف النبيذ (40.5%). وقد لوحظ تدن في الإنتاج وفي النوعية إضافة إلى ظهور بعض التشوهات وضعف النمو عند بعض الأصناف الحساسة (شويري، أبحاث غير منشورة).

أظهر تقصي إنتشار الأمراض الفيروسية على العنب/الكرمة في جمهورية مصر العربية في عام 2002 إصابة 78% من العينات المختبرة، واحتل فيروس GVA المرتبة الأولى حيث بلغت نسبة الإصابة به 67.9% وتلاه في ذلك فيروس GLRaV-3 (55.9%). وقد تم تسجيل فيروسات أخرى (GLRaV-1, GLRaV-2, GVB, GFkV) على معرشات العنب/الكرمة، وكانت نسب انتشارها ضئيلة. كما أشارت الدراسة السابقة إلى أن إصابة الأصناف المحلية بالفيروسات كانت عالية فقد وصلت نسبة إصابة الصنفين بناتي أبيض ورومي أحمر، وهما صنفان رئيسيان في مصر إلى 78 و 89%، على التوالي، ووصلت نسبة إصابة صنف الفيومي وهو أكثر الأصناف أهمية في الفيوم إلى 96%. أما على الأصناف المحلية الأخرى الأقل انتشاراً مثل سيوي أبيض، كعافي، رومي أبيض، أسود الوادي، ادكاوي وبز العنزة فكانت العينات المختبرة كلها مصابة (Ahmed *et al.,* 2004). وقد أظهرت دراسة أخرى إجريت في مصر تواجد فيروسي GFLV والتبقع الحلقي للبندورة/الطماطم (ToRV) وكانت نسبة الإصابة الطبيعية بهما على العنب 20.86 و 13.46%، علي التوالي (Darwish, 2005).

في فلسطين، سجل العديد من الفيروسات المعروفة على العنب/الكرمة في منطقة البحر الأبيض المتوسط (GVA، GVB، GFkV، GFLV، GLRaV-1، GLRaV-2، GLRaV-3)،

وتراوحت نسب انتشارها ما بين 1.2 و66.1% (Alkowni *et al.*, 1998). وكان الجديد في المنطقة العربية تسجيل الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 7 (GLRaV-7) في فلسطين وسورية بنسبة ضئيلة، تراوحت ما بين 0.12 و0.2% (الشعبي وآخرون، 2009؛ Alkowni *et al.*, 1998).

في الأردن أظهرت الدراسات وجود الفيروسين GVA و GLRaV-1، وبلغت نسبة العينات المصابة 48%، وتم تسجيل فيروسات أخرى بنسب ضئيلة، ومن أهمها فيروس GLRaV-7 (0.3%) (Al-Tamimi *et al.*, 1998).

وفي تونس أشارت التقارير إلى إنتشار واسع لفيروس GLRaV-3 في الكروم التونسية وفي بعض نواقله كالبق الدقيقي (Acheche *et al.*, 2000؛ Digiaro *et al.*, 2000؛ Mahfoudhi *et al.*, 1998) إضافة إلى وجود باقي الفيروسات الأساسية المعروفة في المنطقة العربية، مثل: GVA، GVB، GFkV، GFLV، GLRaV-1، وGLRaV-2، وتراوحت نسبة الغصابة بها ما بين 14.8 و87.9% (Mahfoudhi *et al.*, 1998). وفي مسح أجري للفيروسات التي تصيب العنب في المغرب والجزائر واليمن تبين أن الفيروسات الأكثر انتشاراً هي: GVA، GLRaV-3، GLRaV-1 وGFkV (Digiaro *et al.*, 2000؛ Martelli *et al.*, 1994).

3. أهم الفيروسات التي تصيب العنب/الكريمة

1.3. الأمراض الفيروسية

1.1.3. فيروس الورقة المروحية للعنب/الكرمة

(*Grapevine fanleaf virus* (GFLV)، جنس *Nepovirus*، فصيلة *Comoviridae*)

الصفات العامة – عرف فيروس الورقة المروحية منذ ما يزيد عن 150 عاماً على الكرمة الأوروبية *V. vinifera* قبل ادخال الأصول الأمريكية وهجنها. وقد أطلق على المرض تسميات مختلفة.

ينتقل فيروس GFLV ميكانيكياً إلى النباتات العشبية الدالة، وجسيمات الفيروس كروية متناظرة الأبعاد يبلغ قطره حوالي 30 نانومتراً. تتراوح درجات الحرارة المثبطة له ما بين 60 و65 °س. يتكون مجين الفيروس من قطعتين من الحمض النووي الريبي أحادي السلسلة، وكلتاهما ضروريتان لإحداث الإصابة، حجم القطعة الأولى (RNA-1) 7342 قاعدة أزروتية والثانية (RNA-2) 3774 قاعدة أزروتية. كما يوجد مكون من الحمض النووي الريبي التابع (Satellite RNA) وحجمه 1114 نيوكليوتيده، وهو مرافق لبعض عزلات فيروس GFLV. وقد

تبين لاحقاً وجود اختلافات مصلية ما بين عزلات هذا الفيروس عند استخدام أمصال أحادية الكلون (Huss *et al.*, 1986). ينتقل فيروس GFLV بالتربة بواسطة أنواع مختلفة من النيماتودا، وبالتطعيم إلى النباتات الخشبية كالعنب/الكرمة، وأيضاً عن طريق العصارة النباتية (النسغ) بواسطة النقل الميكانيكي إلى العوائل العشبية.

الأعراض والمدى العوائلي – يمتاز مرض الورقة المروحية بتنوع الأعراض التي يحدثها بشجيرات العنب/الكرمة وذلك اعتماداً على صنف العنب/الكرمة، وسلالة الفيروس الممرض، والظروف البيئية السائدة، والتي يمكن تلخيصها بالتالي:

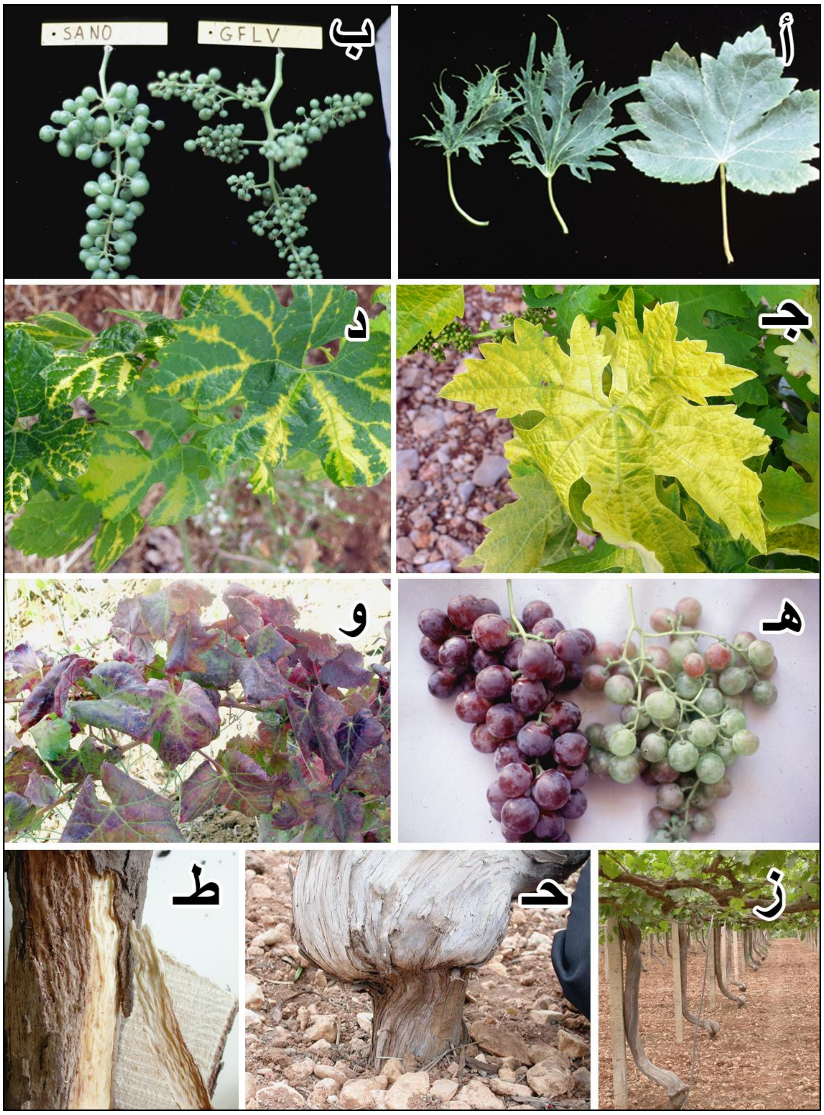
أ. الورقة المروحية – اشتقت تسمية الورقة المروحية من التحورات التي تتسم بها الأوراق المصابة، فتتجمع العروق الرئيسة فيها بصورة غير طبيعية، وتتحور حواف الأوراق بدرجة ملحوظة وتصبح الورقة أشبه بمروحة ورقية نصف مفتوحة. وقد يصيب التشوه الحاد الأوراق فتبدو غير متناظرة (شكل 1) وذات سطح مجعدٍ. وقد يرافق تشوه الأوراق تبرقش أصفر اللون يرى بوضوح من خلال الضوء ولا سيما على أوراق أنواع العنب/الكرمة الأمريكية وهجنها كالنوع *V. rupestris*. يصيب التشوه الطرود أيضاً، فتبدو التفرعات غير طبيعية، والسلاميات قصيرة، ثنائية العيون، وقد تكتسب شكلاً مفلطحاً، ويكون نموها متعرجاً، ويقل حملها من العناقيد، ويصغر حجمها، وتنضج ثمارها بصورة غير متجانسة (شكل 1). كما تحمل العناقيد ثماراً صغيرة الحجم، فقيرة المحتوى. تتأثر حيوية شجيرات العنب/الكرمة المصابة بدرجات متباينة، فقد يصيب بعضها الموت السريع، وقد يموت بعضها بصورة بطيئة. تظهر أعراض الورقة المروحية عادة في فصل الربيع، وتبقى الأعراض واضحة على شجيرات العنب/الكرمة معظم موسم النمو مع إحتمال اختفاء بعضها جزئياً أو كلياً خلال فصل الصيف. وتلاحظ تشوهات الطرود والفروع بصورة أفضل خلال فصل الشتاء أو في الخريف بعد تساقط الأوراق.

ب. الموزاييك الأصفر – تحدث أعراض الموزاييك الأصفر نتيجة للإصابة بسلالات الفيروس المسببة للإصفرار ولا سيما في بداية فصل الربيع، فتبدو الأوراق صفراء اللون ذات بريق معدني لامع (شكل 1). وقد يصيب الإصفرار كل الأجزاء الخضراء على شجيرات العنب/الكرمة بما فيها الأوراق والطرود والمحاليق والأزهار والعناقيد. وقد تتدرج أعراض التحورات اللونية على الأوراق، فتكون على هيئة بقع صغيرة مبعثرة أو على هيئة حلقات أو خطوط صفراء اللون أو على صورة تبرقش منتشر على طول العروق أو في المساحات البينية (شكل 1). وقد يكون الإصفرار شاملاً يغطي مسطح الورقة بالكامل. يتقزم نمو الشجيرات المصابة عادة ويتشوه مجموعها الخضري، وتعطي في حال حدوث العقد عناقيد قليلة جداً، صغيرة الحجم، ذات ثمار صغيرة. تستأنف عادة الشجيرات المصابة نموها

الخضري الطبيعي في الطقس الحار أثناء فصل الصيف، وتحمل أوراقاً خضراء اللون خالية من التشوهات، بينما تكتسب الأجزاء المصفرة المصابة في فصل الربيع لوناً أبيضاً وتميل إلى الذبول. وقد لا تتطور التحورات اللونية الناشئة عن الإصابة بسلالات الفيروس الملونة تحت ظروف البيت الزجاجي.

ج. تحزم العروق – تظهر أعراض تحزم العروق على هيئة نقاط صفراء اللون معدنية تتوضع على طول العروق الرئيسة على الأوراق الناضجة، ويمكن أن تنتشر قليلاً إلى المسافات البينية. يظهر هذا التلون عادة في أواخر فصل الربيع أو في بداية فصل الصيف على عدد محدود من الأوراق، ويستمر تواجده طوال موسم النمو الخضري. يكون عدد الأوراق قليلاً عادة على الشجيرات المصابة، وتختزل نقاط حمل العناقيد بصورة كبيرة. وقد يحدث تساقط شديد للأزهار، وتتكون ثمار صغيرة على العناقيد التي تكتسب مظهراً غير متجانس. وقد لا تحمل شجيرات العنب/الكرمة المصابة بتحزم العروق عناقيد وينعدم الإنتاج في كثير من الأحيان. يستمر تطور أعراض تحزم العروق مع تقدم موسم النمو، وتكون أكثر وضوحاً على الأوراق الناضجة الموجودة عند قواعد الفروع.

التأثيرات المرضية الخلوية: تتمثل الأعراض الخلوية المميزة لشجيرات العنب/الكرمة المصابة بالورقة المروحية بتكون نطاقات (Cordons) أو أحزمة (Trabeculae) وحواجز شعاعية خلال تجاويف خلايا الخشب واللحاء والأنسجة البرانشيمية والبشرة وداخل الحزم الوعائية الخشبية. تتكون هذه الأحزمة عادة من نواة بكتينية محاطة بصفيحة سيللوزية مشبعة بالخشبين/اللجنين (Lignin) والفلين (Subrin) أو الكيوتين (Cutin) وفقاً للنسيج النباتي الذي حدثت فيه. ويسهل اكتشاف ورؤية هذه التكوينات الغريبة في الفروع المتخشبة (الناضجة) أو الخضراء ولا سيما في السلاميات القاعدية، وهي تستخدم للدلالة على الإصابة بالمرض. وتتضمن التحورات الخلوية في شجيرات العنب/الكرمة المصابة تكوين أجسام محتواة/ ضمنية سيتوبلازمية حويصيلية (Vaculate-vesiculate cytoplasmic inclusions) وزوائد لجدر الخلايا، وأنابيب محتوية على الفيروس، وتجمعات بللورية لجسيمات الفيروس (Darwish, 2005). ويعتبر وجود هذه التكوينات في المقاطع الحديثة لقواعد فروع شجيرات العنب/الكرمة دليلاً على الإصابة الفيروسية، في حين أن عدم وجودها ليس دليلاً أو ضماناً على خلو هذه الشجيرات من فيروس الورقة المروحية. يتم إحداث المقاطع المجهرية بواسطة سكين حادة، ثم تغمس المقاطع في محلول مكون من الماء والغليسرول بنسبة 1:1، ثم يفحص المقطع بواسطة المجهر الضوئي.



شكل 1. أعراض الإصابة بفيروسات العنب/الكرمة. أوراق ذات شكل مروحي ومسننة الأطراف (يسار الصورة) مقارنة مع ورقة سليمة (يمين الصورة) (أ)، عنقود ذات حبوب صغيرة الحجم ونضوج للثمار غير منتظم (يمين الصورة) مقارنة مع عنقود سليم (ب)، أوراق صفراء اللون ذات بريق معدني أو عروق صفراء نتيجة الإصابة بسلالة مولدة للاصفرار (جـ، د) الناتجة عن الإصابة بفيروس الورقة المروحية على العنب/الكرمة (GFLV)؛ أعراض التفاف الأوراق وتلونها ما بين العروق ناتج عن الإصابة بالفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 3 (GLRaV-3) (هـ)، عدم تلون حبات العنب في العنقود المصاب (يمين الصورة) مقارنة مع حبات عنقود سليم ناتج عن الإصابة بفيروس GLRaV-2 (و)؛ أعراض الإصابة بظاهرة عدم توافق الطعم مع الأصل المترافقة مع الإصابة بالفيروس GLRaV-2 (ز، ح)؛ ندب وأثلام على الأسطوانة الخشبية واللحاء مترافقة مع ظاهرة عدم توافق الطعم مع الأصل (ط).

جدول 2. أهم الفيروسات والأمراض شبه الفيروسية التي تصيب العنب/الكرمة.

الأسم العربي	**الأسم العلمي**	**الاسم المختصر**	**الجنس**	**العائلة/الفصيلة**
أ. الأمراض الفيروسية				
فيروس العنب/الكرمة A	*Grapevine virus A*	GVA	*Vitivirus*	*Flexiviridae*
فيروس العنب/الكرمة B	*Grapevine virus B*	GVB	*Vitivirus*	*Flexiviridae*
فيروس العنب/الكرمة C	*Grapevine virus C*	GVC	*Vitivirus*	*Flexiviridae*
فيروس العنب/الكرمة D	*Grapevine virus D*	GVD	*Vitivirus*	*Flexiviridae*
الفيروس المرافق لتنقر ساق العنب/الكرمة روبيسترس*	Grapevine rupestris stem pitting-associated virus*	GRSPaV	*Foveavirus*	*Flexiviridae*
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 1	*Grapevine leafroll-associated virus 1*	GLRaV-1	*Ampelovirus*	*Closteroviridae*
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 2	*Grapevine leafroll-associated virus 2*	GLRaV-2	*Closterovirus*	*Closteroviridae*
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 3	*Grapevine leafroll-associated virus 3*	GLRaV-3	*Ampelovirus*	*Closteroviridae*
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 4	Grapevine leafroll-associated virus 4	GLRaV-4	*Ampelovirus*	*Closteroviridae*
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 5	*Grapevine leafroll-associated virus 5*	GLRaV-5	*Ampelovirus*	*Closteroviridae*
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 6	Grapevine leafroll-associated virus 6	GLRaV-6	*Ampelovirus*	*Closteroviridae*
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 7	Grapevine leafroll - associated virus 7	GLRaV-7	غير محدد	*Closteroviridae*
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 8	Grapevine leafroll – associated virus 8	GLRaV-8	*Ampelovirus*	*Closteroviridae*
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 9*	Grapevine leafroll – associated virus 9*	GLRaV-9	*Ampelovirus*	*Closteroviridae*
فيروس الورقة المروحية للعنب/الكرمة	*Grapevine fanleaf virus*	GFLV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس موزاييك الأرابيس	*Arabis mosaic virus*	ArMV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس نمش/ترقط العنب/الكرمة	*Grapevine fleck virus*	GFkV	*Maculavirus*	*Tymoviridae*
فيروس تربيش عروق عنب	Grapevine rupestris vein feathering virus	GRVFV	*Maculavirus*	*Tymoviridae*
فيروس التبقع الحلقي للعنب/الكرمة التونسي	*Grapevine Tnisian ringspot virus*	GTRSV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم	*Tomato ringspot virus*	ToRV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
الفيروس المرافق للموزاييك النجمي للعنب	Grapevine asteroid mosaic-associated virus	GAMaV	*Marafivirus*	*Tymoviridae*
فيروس الفص الأحمر للعنب	Grapevine red globe virus	GRGV	*Maculavirus*	*Tymoviridae*
ب. أمراض أخرى من المحتمل أن تكون فيروسية				
موزاييك العروق	Vein mosaic			
تماوت العروق	Vein necrosis			
مرض الزوائد	Enation disease			

* تسمية وتقسيم الفيروس المستخدم في هذا الجدول هو مقترح، إلا أنه لم يعتمد حتى الآن من قبل اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات.

طرائق الإنتقال – يتم الانتشار الطبيعي لفيروس GFLV بواسطة نوعين من النيماتودا التي تتبع فصيلة *Longidoridae*، وهي: *Xiphinema index* و *X. italiae* (Cohn *et al.*, 1970؛ Darwish, 2005؛ Hewitt *et al.*, 1958). ولم يوثق إنتشار الفيروس بواسطة النيماتودا *X. italiae* بصورة نهائية، وهي لا تلعب دوراً مهماً في هذا المجال. كما توجد شكوك حول إمكانية نقل الفيروس بواسطة النيماتودا *X. vuittenezi*، وما زال الأمر بحاجة إلى براهين إضافية (Rüdel, 1980). لا تتساوى كفاءة أفراد نيماتودا *X. index* في نقل الفيروس، وهي تعتبر الناقل الطبيعي الرئيس له (Catalano *et al.*, 1989). تمتاز نيماتودا *X. index* بمداها العوائلي الطبيعي المحدود جداً، وهي تصيب التين والورد والتوت إضافة إلى العنب/الكرمة، لكن هذه العوائل النباتية منيعة تجاه الفيروس GFLV باستثناء العنب/الكرمة. وصار معروفاً عدم وجود عائل طبيعي آخر للفيروس GFLV باستثناء العنب/الكرمة. وقد بينت دراسات أخرى نفذت في هنغاريا وايران وجود فيروس GFLV في بعض الأعشاب البرية الطبيعية (Izadpanah *et al.*, 2003؛ Horvath *et al.*, 1994). يتواجد فيروس GFLV في نباتات العنب/الكرمة النامية بصورة طبيعية وفي جذور نباتات العنب/الكرمة المقطوعة المتبقية في التربة، وهي تشكل مصدراً مهماً للعدوى. وهناك امكانية لانتقال الفيروس بواسطة بذور العنب (Lazar *et al.*, 1990). يتحقق انتشار فيروس GFLV بصورته الوبائية من خلال تداول مادة الإكثار النباتية المصابة، كالعقل (Budwood)، والعقل المجذرة (Rooted cuttings) (Martelli, 1978).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – ينتشر فيروس GFLV على شجيرات العنب/الكرمة بصورة واسعة في العالم، ولا يستثنى أي بلد من بلدان العالم التي تزرع العنب/الكرمة من وجوده. ويلاحظ انتشار فيروس الورقة المروحية للعنب/الكرمة GFLV في الدول المحيطة بحوض البحر الأبيض المتوسط وغرب أسيا بما فيها بعض الدول العربية كسورية ولبنان ومصر. إنتقل فيروس GFLV من جنوب جبال القوقاز وأسيا الوسطى المنشأ الطبيعي لشجيرة العنب/الكرمة *Vitis vinifera* إلى دول حوض البحر الأبيض المتوسط وأوروبا، ومن ثم إلى البلدان الأخرى عن طريق عقل وغراس العنب/الكرمة. وبدأ المرض يتخذ طابعاً وبائياً مع إنتاج المشاتل للأصول الأمريكية المقاومة لحشرة الفيلوكسترا في نهاية القرن الثامن عشر وتداولها على نطاق واسع.

سجل فيروس GFLV في سورية عام 2000 (الشعبي وآخرون، 2000)، وبلغ معدل حدوثه 4.8%. وتم رصد الفيروس لاحقاً على بعض أصناف العنب/الكرمة في محافظتي درعا والقنيطرة، مثل: حلواني وأبيض بلدي، وعلى أصناف أخرى غير محددة، وبلغ متوسط العينات المصابة 0.8%، بينما بلغ متوسط نسب إصابات الفيروس نفسه لأصول العنب/الكرمة (B41) في محافظة ريف دمشق 1% (Mslmanieh *et al.*, 2006a).

سجل انتشار فيروس GFLV في لبنان بنسبة ضئيلة لم تتجاوز 0.4% (Haidar *et al.*, 1996)، وبينت دراسة حديثة انتشار أكبر للفيروس، وبلغ متوسط إصابته 2.2% لأصناف عنب الطاولة (تفيفحي، بيتموني، سوبريور، وبلاك بيرل) و3% على الأصناف المخصصة لإنتاج النبيذ (Cabernet ،Syrah ،Cinsaut ،Chardonnay ،Grenache) (Hanna *et al.*, 2008). وقد تعدت نسبة الإصابة 10% في بعض الأصناف، مثل: Grenache و Black pearl. من ناحية ثانية أشارت دراسة أولية أجريت في سهل البقاع اللبناني إلى وجود النيماتودا الناقلة *Xiphinema index*، وبلغ متوسط نسب انتشارها 14% في عينات التربة المأخوذة من الكروم اللبنانية (Jawhar *et al.*, 2006). وبينت دراسة أخرى لاحقة إنتشار كبير لهذا الناقل في العديد من كروم العنب/الكرمة الموزعة على كافة الأراضي اللبنانية، وبلغ متوسط نسب الإصابة 25.8% (Hanna *et al.*, 2008).

سجل فيروس GFLV في الأردن بنسبة 4.8%، وبلغت نسبة إصابة بعض الأصناف بهذا الفيروس 38% (Al-Tamimi *et al.*, 1998). وكانت الإصابة بهذا الفيروس محدودة في كل من فلسطين وتونس، (حوالي 1.5%) (Alkowni *et al.*, 1998؛ Fattouch *et al.*, 2005؛ Mahfoudhi *et al.*, 1998).

أما في مصر فقد تضاربت التقارير عن الفيروس فقد أعلن البعض وجوده، بينما لم يتمكن البعض الآخر من إثبات ذلك (Ahmed *et al.*, 2004) وبينت دراسة لاحقة وجود فيروس GFLV في مصر ووصلت نسبة الإصابة به إلى 20.86%، وقد أظهر الصنف Flam Seedless أعلى نسبة إصابة طبيعية مقارنة بالصنفين Superior و Thompson Seedless (Darwish, 2005).

يتباين مقدار الضرر أو الفاقد في الإنتاج المتسبب عن الإصابة بهذا الفيروس تبعاً للسلالة الموجودة، وحساسية النوع أو الصنف المزروع، والظروف البيئية السائدة. ولا تحدث سلالات الفيروس المعتدلة ضرراً ملحوظاً في حيوية الشجيرات المصابة ولا في إنتاجها، بينما يكون تأثير السلالات الشديدة الفوعة محدداً لنمو الشجيرات المصابة في معظم الأحيان. ويسبب مرض الورقة المروحية للعنب/الكرمة عموماً تدهور نمو شجيرات العنب/الكرمة المصابة وتماوتها، انخفاض الإنتاج ونوعيته من 50 إلى أكثر من 80%، تقصير الفترة الإنتاجية لشجيرات العنب/الكرمة، خفض نسبة نجاح التطعيم، خفض مقدرة العقل على التجذير، وخفض مقاومة النباتات للظروف المناخية غير الملائمة.

ولم تقدر الأضرار التي يحدثها المرض في شجيرات العنب/الكرمة في كثير من الدول العربية، علماً أن انتشاره ما زال محدود جداً في بعض الدول العربية كسورية ولبنان.

طرائق الكشف – لا تعتبر الأعراض الظاهرية في الحقل كافية لتحديد شجيرة العنب/الكرمة المصابة بفيروس GFLV نظراً لوجود أصناف متحملة أو لوجود سلالات ضعيفة الفوعة من الفيروس الممرض أو لتشابه الأعراض الظاهرية مع أعراض إصابات فيروسية أخرى.

يتم تشخيص الفيروس المسبب باللجوء إلى تطعيم النباتات الخشبية الدالة حيث تكون استجابة النبات الدال *V. rupestris* St. George نموذجية وسريعة تجاه فيروس GFLV، علماً أنه لا توجد أصناف منيعة من العنب/الكرمة تجاه الفيروس المذكور. إن أعراض الإصابة بهذا الفيروس تظهر مباشرة بعد ثلاثة أو أربعة أسابيع من إجراء التطعيم باستخدام القلم/الشظية Chip-budding أو التطعيم الأخضر grafting Green والتحضين عند درجة حرارة 22–24 °س تحت ظروف البيت الزجاجي (Walter, 1992). تظهر الأعراض على هيئة بقع أو حلقات أو خطوط صفراء اللون، يرافقها في بعض الأحيان ظهور تحورات/تشوهات وتماوتات نسيجية موضعية، وقد تكون منتشرة. كما تستخدم النباتات الدالة العشبية مثل *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn.، *C. quinoa* Willd.، *Gomphrena globosa* L.، *Nicotiana benthamiana* Domin.، *N. clevelandii* Gray.، *N. rustica* L. و *Phaseolus vulgaris* L.) للكشف عن فيروس GFLV (Darwish, 2005؛ Martelli & Hewitt, 1963).

يمكن استخدام اختبار إليزا لتحديد وتشخيص فيروس GFLV (Bovey *et al.*, 1980؛ Kölber *et al.*, 1985؛ Walter *et al.*, 1984). تؤخذ الأوراق خلال فصل الربيع، أو منشور الخشب البالغ خلال فترة سكون العصارة في الخريف أو الشتاء لتنفيذ هذا الاختبار. ويفضل إجراء اختبار إليزا أو المجهر الالكتروني المناعي (ISEM) وبصمة النسيج النباتي المناعي (TBIA) والإختبار النقطي المناعي (DBIA) لتأكيد نتائج اختبار النقل الميكانيكي للفيروس إلى النباتات العشبية (Bovey *et al.*, 1980؛ Darwish, 2005؛ Russo *et al.*, 1980).

ويمكن استخدام الإختبارات الجزيئية مثل واسم DNA المكمل (cDNA probe) للكشف عن فيروس GFLV (Fuchs *et al.*, 1991). ويطبق حديثاً بنجاح التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) للكشف عنه (Allam *et al.*, 2005؛ Nakaune & Nakano, 2003).

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – يمكن الوقاية والحد من انتشار الفيروس عبر طرق عديدة وهي:

أ. طرائق التربية من أجل المقاومة أو تحوير النبات وراثياً: توجد في الوقت الحاضر أمال حقيقية حول امكانية العثور على أصناف أو أصول برية من العنب/الكرمة متحملة Tolerant أو مقاومة للإصابة بفيروس GFLV (طرائق التربية التقليدية أو نباتات محورة

وراثياً) (Gölles *et al.,* 2000 ؛Fuchs *et al.,* 2000)؛ أو أصول مقاومة للنيماتودا *X. index* تساعد في حل المشاكل البستانية الناتجة عن التلوث الشديد للتربة بالنيماتودا.

ب. مكافحة النواقل (النيماتودا) : لا توجد طريقة ناجحة بعد يمكن تطبيقها في بساتين العنب/الكرمة القائمة في مكافحة النيماتودا الناقلة للفيروسات، لكنه يمكن اعتماد بعض الاجراءات الزراعية للوصول إلى الهدف المطلوب في الأراضي المعدة للزراعة، مثل: 1) كسر الدورة الحياتية البيئية لمعقد النيماتودا–فيروس من خلال الفلاحات/الزراعات العميقة ومكافحة الأعشاب، 2) استئصال مجتمعات النيماتودا بواسطة مبيدات التربة الغازية. ولا يؤثر استخدام معدلات عالية من المبيدات في مكافحة النيماتودا المتواجدة في أعماق التربة، 3) انتخاب الأصول الخالية من الفيروس وإنتاجها ويعدُ الانتخاب الصحي المقرون بالمعالجة الحرارية (38–40 س خلال مدة 60–120 يوماً) والذي يعتبر أداة فاعلة في خفض نسبة حدوث الإصابة بفيروس GFLV في كروم العنب أمراً ضرورياً. تعطي الأصول السليمة الخالية من هذا الفيروس شجيرات متجانسة من ناحية الشكل والإنتاج، ويزداد الإنتاج بمعدل 40–70%، كما يزداد محتوى الثمار من السكر وتتحسن نوعية النبيذ المنتج. يمكن الحصول على المادة النباتية الخالية من فيروس GFLV بسهولة من خلال تطبيق أسلوب المعالجة الحرارية أو بواسطة التطعيم الدقيق كزراعة قمة الطرد أو القمة الميرستيمية في الأوساط الاصطناعية (يوسف وآخرون، 2007؛ Bottalico *et al.,* 2003).

2.1.3. الفيروسات المرافقة لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة
Grapevine leafroll-associated viruses **(GLRaVs) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 & 9**
(فصيلة *Closteroviridae*)

الصفات العامة – لا يوجد شك أن مرض التفاف الأوراق كان موجوداً في أوروبا قبل دخول العنب/الكرمة الأمريكية إليها، أي في منتصف القرن التاسع عشر، حيث أطلق عليه تسمية Rougeau (Fabre, 1853) و Brunissure (Pastre, 1891). تم تحديد الطبيعة الفيروسية لهذا المرض لأول مرة في عام 1936 (Scheu, 1936)، وأكدها لاحقاً Goheen وآخرون (1958).

يسهم في إحداث مرض التفاف الأوراق تسعة فيروسات، ينتمي ثمانية منها إلى الجنس *Ampelovirus* (GLRaV-1، GLRaV-3، GLRaV-4، GLRaV-5، GLRaV-6، GLRaV-7، GLRaV-8 و GLRaV-9)، وينتمي فيروس واحد (GLRaV-2) إلى الجنس *Closterovirus*، وهي جميعاً تنتمي إلى عائلة *Closteroviridae*، وتدعى بالفيروسات المرافقة لالتفاف أوراق العنب/الكرمة *Grapevine leafroll-associated viruses* (GLRaVs) (Boscia *et al.,* 1995a؛

(Martelli & Boudon-Padieu, 2006). تختلف هذه الفيروسات عن بعضها البعض مصلياً، غير أن هنالك علاقة مصلية/سيرولوجية بين فيروسي GLRaV-3 و GLRaV-1 وذلك عبر استخدام أجسام مضادة وحيدة الكلون مشتركة (Seddas *et al.*, 2000)؛ كما توجد علاقة بين الفيروسات GLRaV-4، GLRaV-5 وGLRaV-8 من خلال وجود محددات لإنتاج الجسم المضاد مشتركة حيث استعمل لهذا الغرض أجسام مضادة وحيدة الكلون (Monis, 2000).

جسيمات هذه الفيروسات خيطية الشكل، ملتوية، يتراوح طولها ما بين 1400 و 2200 ناتومتراً، ويتكون مجينها من حمض نووي ريبي أحادي السلسلة (Gugerli *et al.*, 1984؛ Hu *et al.*, 1989؛ Zimmermann *et al.*, 1990). ينحصر وجود هذه الفيروسات في اللحاء، وهي لا تنقل ميكانيكياً إلى العوائل العشبية باستثناء فيروس GLRaV-2 الذي تم نقله إلى النباتات العشبية الدالة مثل: *N. benthamiana* و*N. occidentalis*. وقد يكون أحد فيروسات هذه المجموعة مرافقاً في بعض الأحيان لإصابات أخرى ذات طبيعة فيروسية، مثل: تنقر الخشب (Stem pitting) المتسبب عن الفيروس GRSPaV، والقلف الفليني (Corky bark) المتسبب عن الفيروس GVB، والترقط/النمش المتسبب عن الفيروس GFkV أو غيرها من الفيروسات.

الأعراض والمدى العوائلي – عرف مرض التفاف الأوراق منذ مدة طويلة بأعراضه الواضحة على العنب/الكرمة الأوروبية (*V. vinifera* L.) ولا سيما على الأصناف ذات العناقيد الحمراء اللون، بينما كانت أعراضه غير مرئية " كامنة " على أنواع العنب/الكرمة الأمريكية وهجنها التي تستخدم بصورة عامة كأصول (Rootstocks) باستثناء *V. riparia* Gloire de Montpellier الذي أظهر أعراض التفاف الأوراق والاصفرار في الخريف (Boscia *et al.*, 1991a).

يعدُ التفاف الأوراق الهرمة باتجاه الأسفل، وظهور درجات مختلفة من التحورات اللونية الحمراء أو الصفراء اللون على المسطح الورقي من الأعراض الرئيسة للإصابة بأحد هذه الفيروسات. وقد تظهر أعراض الإصابة في أوائل فصل الصيف على هيئة تلون يصيب المساحات ما بين العروق ولا سيما على الأوراق السفلية عند قواعد الفروع/الطرود. وتنتشر الأعراض بوضوح مع تقدم موسم النمو حتى تغطي كل المساحات الورقية باستثناء العروق الرئيسة التي قد تبقى خضراء اللون. تحدث التحورات اللونية في الأوراق عادة منذ منتصف حزيران/يونيو على شجيرات العنب/الكرمة التي يكون لون ثمارها أحمراً اعتماداً على الصنف وموسم النمو وأيضاً على سلالة الفيروس. تكون أعراض الإصابة أكثر وضوحاً في أواخر فصل الخريف، فتبدو الأوراق حمراء اللون أو صفراء اللون تبعاً للون عناقيد ثمار الصنف المزروع، وتلتف حواف الأوراق باتجاه الأسفل (شكل 2) (Belli *et al.*, 1994). وقد تظهر أعراض المرض باكراً في الربيع في بعض الدول كالجزائر وتونس في منتصف شهر أيار/مايو، وتبدأ التحورات اللونية بالظهور على الأوراق ما بين العروق، وتزداد انتشاراً وكثافة مع تقدم موسم

النمو، وقد تترافق بتماوتات نسيجية. تبقى العناقيد على الشجيرة المصابة صغيرة الحجم، وتنضج ثمارها متأخرة وبصورة غير منتظمة، أو تبقى ثمارها كلياً أو جزئياً خضراء اللون (شكل 2) أو بيضاء حتى موعد الجني وفقاً للصنف، ويكون محتواها من المواد السكرية منخفضاً بالمقارنة مع الثمار السليمة. تكون الأعراض أقل وضوحاً على أصناف العنب/الكرمة التي ثمارها بيضاء اللون، وتظهر أعراض المرض على هيئة التفاف يصيب الأوراق، يتلوه الاصفرار في وقت لاحق. يعدُ الفيروس GLRaV-1 على ما يبدو مسؤولاً عن إحداث التفاف حواف الأوراق وتلونها بالأحمر الخفيف، بينما يكون الفيروس GLRaV-3 أكثر تواجداً في الحالات التي يكون فيها التفاف الأوراق أكبر وأشد تلوناً (Zimmermann, 1990). يتأثر نمو شجيرات العنب/الكرمة المصابة بالمرض بالمقارنة مع السليمة، فتبدو فروعها ضعيفة غير ناضجة التخشب، كما يتأخر تفتح عيونها ونضج ثمارها.

التأثيرات الخلوية للمرض – يتراكم النشاء والسكر في أوراق شجيرات العنب/الكرمة المصابة بفيروس التفاف الأوراق، الأمر الذي يشجع على التفافها وتساقطها وتمزقها. ويعدُ تدهور الأنسجة الغربالية/اللحائية وإختزالها في الأوراق وأفرع شجيرة العنب/الكرمة المصابة، وموت الخلايا المرافقة والخلايا البرانشيمية من السمات المميزة لمرض التفاف الورقة. تظهر التغيرات التشريحية لتدهور اللحاء عادة قبل ظهور الاحمرار على الأوراق، وغالباً ما يحدث ذلك في المراحل الأولى للنمو بعد تفتح العيون. وتتلخص التحورات الخلوية الدقيقة في شجيرات العنب/الكرمة المصابة بتراكم الكالوس والأجسام المحتواه/الضمنية الأنبوبية (Tubular inclusions) في اللحاء، وتخرب الميتوكوندريا، وتراكم جسيمات الفيروس في الأوعية الغربالية حصراً.

طرائق الإنتقال – أشير إلى الإنتشار الطبيعي لمرض التفاف الأوراق لأول مرة في يوغوسلافيا على الصنف Gamay (Dimitrijevic, 1973)، ثم في جنوب أفريقيا (Engelbrecht & Kasdorf, 1985)، وفي المكسيك (Teliz *et al.*, 1987). يكون انتشار المرض إلى مسافات قصيرة أو طويلة بصورة رئيسة بواسطة تداول مادة الإكثار النباتية المصابة. أسهمت حشرات البق الدقيقي (Mealybugs) والحشرات القشرية (Scale insects) في نقل بعض الفيروسات المسببة للمرض (Rosciglione *et al.*, 1983؛ Tanne *et al.*, 1989). وأمكن لحشرة *Planococcus ficus* من نقل الفيروس GLRaV-3 وأعراض التفاف الأوراق من نبات عنب/كرمة مصاب إلى آخر سليم (Engelbrecht & Kasdorf, 1990؛ Rosciglione & Gugerli, 1989)، كما أمكن نقل الفيروس بواسطة بعض الحشرات، مثل *Pseudococcus affinis* (Cabaleiro & Segura, 1997؛ Ioannou *et al.*, 1997)، *Pl. citri* (Golino *et al.*, 1995)، *Ps. longispinus*، *Ps. calceolariae* (Petersen & Charles, 1997)،

Ps. maritimus (Golino *et al.*, 2000a)، *Ps. Viburni* (Golino *et al.*, 2000a)، *Ps. Comstocki* (Martelli & Boudon-Padieu, 2006) و *Heliococcus bohemicus* (Zorloni *et al.*, 2006). ونقل الفيروس أيضاً بواسطة بعض الحشرات القشرية مثل: *Pulvinaria vitis* (Belli *et al.*, 1994) و *Neopulvinaria innumerabilis* (Martelli & Boudon-Padieu, 2006). وتم إثبات نقل الفيروس GLRaV-1 بواسطة الحشرتين *Neopulvinaria innumerabilis* و *Parthenolecanium corni* (Fortusini *et al.*, 1997)، وبواسطة نوعين آخرين من البق الدقيقي *Heliococcus bohemicus* و*Phenacouccus aceris*، وبواسطة الحشرة القشرية *Pulvinaria vitis* (Sforza *et al.*, 2000). كما تم أيضاً نقل فيروس GLRaV-5 وفيروس GLRaV-9 بواسطة حشرة *Pseudococcus longispinus* (Sim *et al.*, 2003).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – ينتشر مرض التفاف الأوراق في مناطق واسعة من العالم حيث يزرع العنب/الكرمة ويعزى هذا الانتشار الواسع للمرض إلى استخدام مادة الإكثار النباتية المصابة في الزمن الماضي، وإلى قابلية كافة الأصناف المزروعة للإصابة بالمرض.

سجل مرض التفاف أوراق العنب/الكرمة في معظم الدول العربية التي تزرع العنب/الكرمة كلبنان وسورية ومصر والأردن وفلسطين والجزائر والمغرب وتونس واليمن (داوود وآخرون، 1991؛ الشعبي وآخرون، 2000، 2009؛ شويري وآخرون، 1997؛ مسلمانية وآخرون، 2007؛ Ahmed *et al.*, 2004؛ Alkowni *et al.*, 1998؛ Al-Tamimi *et al.*, 1998؛ Chabbouh & Savino, 1997؛ Chabbouh *et al.*, 2001؛ Digiaro *et al.*, 2000؛ Haidar *et al.*, 1996؛ Hanna *et al.*, 2008؛ Mahfoudhi *et al.*, 1998؛ Martelli *et al.*, 1994؛ Mslmanieh, *et al.*,2006a, 2006b, 2006c). أكدت دراسة أولية أجريت في لبنان في عام 1996 انتشار فيروس GLRaV-3 بنسبة 12.4%، وتم تسجيل فيروس GLRaV-1، ولكن بنسبة انتشار منخفضة لم تتعدى 2% (Haidar *et al.*, 1996). وبينت دراسة أخرى الانتشار الواسع لفيروس GLRaV-3، وكان متوسط نسبة الإصابة به 23.8%؛ وبلغت نسبة الإصابة بهذا الفيروس على بعض أصناف العنب المحلية 71% (صنف مغدوشي)، كما كان متوسط نسبة الإصابة مرتفعاً على بعض الأصناف المستوردة، مثل: Cinsaut وChardonnay (47.3 و42.4%، على التوالي) (Hanna *et al.*, 2008)، إضافة إلى تسجيل هذا الفيروس في معظم الأصناف المختبرة. وقد تم مؤخراً تسجيل فيروسي GLRaV-2 وGLRaV-5 في لبنان (Hanna *et al.*, 2008).

تم تسجيل فيروس GLRaV-3 في سورية عام 1991 على عينات من العنب/الكرمة (داوود وآخرون، 1991)، وفي عام 2000 بلغت نسبة الإصابة 16.0% و 15.1% لفيروسي GLRaV-3 و GLRaV-1، على التوالي (الشعبي وآخرون، 2000). وفي عام 2006 بلغت نسبة الإصابة 49.9%، 23.7% و 6.8% لفيروسات GLRaV-1، GLRaV-3 وGLRaV-2، على التوالي (Mslmanieh *et al.,* 2006a). وأكدت نتائج دراسة حديثة (2005 و2007) في المنطقة الجنوبية من سورية انتشار الفيروسات الثلاثة السابقة، إضافة إلى تسجيل فيروس GLRaV-6 لأول مرة، وهذا يحتاج إلى تأكيد وإجراء اختبارات أخرى (غرز الدين وآخرون، اتصال شخصي).

أشارت بعض الدراسات المرجعية حول تقييم الحالة الصحية للعنب/الكرمة في تونس إلى انتشار فيروسات GLRaV-1، GLRaV-2 وGLRaV-3، وتعدت نسبة انتشار الفيروس الثالث 70% (Mahfoudhi *et al.,* 1998؛ Chabbouh *et al.,* 2001). وفي دراسة حديثة (Mahfoudhi *et al.,* 2007) تبين وجود فيروسات GLRaV-5 و GLRav-9 على العنب/الكرمة في تونس.

أشارت نتائج البحوث الجديدة التي جرت في مصر إلى انتشار كبير لفيروس GLRaV-3 (55.9%)، وقد بلغت نسبة إصابة بعض الأصناف المحلية بهذا الفيروس 62.3% (Ahmed *et al.,* 2004). وكانت محافظات الفيوم، الدقهلية، المنوفيه، الجيزة، الغربية، المنيا والنوباريه من أهم مناطق انتشار الفيروس.

احتل فيروس GLRaV-1 المرتبة الأولى في الانتشار في الأردن وفلسطين بين الفيروسات المرافقة لمرض التفاف أوراق الكرمة. كما سجل فيروس GLRaV-7 لأول مرة في تلك البلاد (Al-Tamimi *et al.,* 1998، Alkowni *et al.,* 1998). كما تم تسجيل بعض فيروسات التفاف أوراق العنب/الكرمة المرافقة في دول عربية أخرى وبنسب مرتفعة ولا سيما فيروس GLRaV-3 (Martelli، اتصال شخصي).

من ناحية الأهمية الإقتصادية، يخفض مرض التفاف الأوراق إنتاج شجيرات العنب/الكرمة بنسب عالية في بعض الأصناف الأوروبية (66% في الصنف Mission و 44% في الصنف Bacco 22A)، كما يخفض المرض من كمية السكر في الثمار، إضافة إلى امكانية نقص عنصر البوتاس فتبدو الثمار شاحبة اللون (Goheen & Cook, 1959؛ Kliewer & Lider, 1976؛ Over de Linden & Chamberlain, 1970). ويؤثر المرض سلباً في قدرة الطعوم والأصول المصابة على التوافق (ظاهرة عدم التوافق) وهذا ما تبين في بعض الحالات عند تواجد فيروس GLRaV-2 (الشعبي وآخرون، 2009؛ Greif *et al.,* 1995). كما تتدنى مقدرة العقل على التجذير، وتزداد حساسيتها تجاه الصقيع، وتتأثر المدة الحياتية المنتجة للشجيرات المصابة.

طرائق الكشف – تكون الأعراض الحقلية واضحة على شجيرات العنب/الكرمة الأوروبية ذات الثمار الحمراء أو السوداء اللون، وعلى الرغم من المعرفة المسبقة لأعراض المرض الخفيفة والتي في بعض الأحيان ليست سهلة التحديد، يعدُ الخريف هو الوقت الأمثل لتحديد الإصابة الحقلية عندما يكون التلون الأحمر القرميدي للأوراق في ذروته. ويعتمد تحديد الإصابة على أصناف العنب/الكرمة ذات الثمار البيضاء اللون على تفاعل الصنف وعلى المعقد الفيروسي المسؤول عن الإصابة. ويكون التشخيص لمثل هذه الأصناف ضعيفاً لا يوصل إلى التحديد الدقيق. ولا يمكن اعتماد التشخيص الحقلي للمرض على الأصول الأمريكية كون الأعراض غير مرئية " كامنة " باستثناء شجيرات النوع *V. riparia* المشار إليه سابقاً. ويعدً التحديد المخبري للإصابة في مثل هذه الحالة إجبارياً.

يتم الكشف عن الفيروسات المرافقة لمرض التفاف أوراق العنب بواسطة نقل الطعوم إلى نباتات دالة وبصورة رئيسة إلى أصناف العنب/الكرمة الأوروبية ذات الثمار السوداء، مثل: Mission، Pinot noir، Cabernet franc، Cabernet sauvignon وBarbera (Krake, 1993؛ Martelli, 1993). يعتمد اختيار النبات الدال بصورة رئيسة على الظروف التي يتم فيها الاختبار. وتكون الأعراض التي يبديها النبات الدال مماثلة لتلك التي تظهر في الحقل، مثل التلون الأحمر للمساحات ما بين العروق والتفاف حواف الأوراق. وتظهر الأعراض في حالة التطعيم الأخضر تحت ظروف البيت الزجاجي عند درجة حرارة 22 °س بعد ستة أسابيع من التطعيم، وتكون الأعراض في أوجها بعد حوالي 3 أشهر (Walter *et al.*, 1990). وتكون الإستجابة في حالة الاستدلال الحقلي (التطعيم بالشظية أو بالشق أو بالسوط) بطيئة ويمكن أن تمتد لعامين. وينصح باستخدام النبات الدال Baco 22A لتشخيص وجود فيروسات التفاف الأوراق بصورة روتينية، ويكون التقزم والاصفرار والتفاف الأوراق من الأعراض المميزة عليه. وأكدت الاختبارات الحيوية لفيروسات GLRaV-1، GLRaV-2 و GLRaV-4 باستخدام النبات الدال *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Franc الطبيعة المعدية لكل العزلات التي أعطت تفاعلاً موجباً والطبيعة غير المعدية للعينات التي تفاعلت سلباً في اختبار اليزا (Rowhani & Golino, 1997). من ناحية ثانية، لم تتفاعل 8 عزلات من فيروس GLRaV-3 مع النبات الدال نفسه المذكور أعلاه من أصل 57 عزلة كانت قد تفاعلت بصورة موجبة في اختبار ELISA (Rowhani & Golino, 1997). كما تم نقل فيروس GLRaV-7 إلى النبات الدال LN 33 بالتطعيم، وأظهرت النباتات أعراض التفاف الأوراق والتلون الأحمر ما بين العروق (Choueiri *et al.*, 1996). من ناحية ثانية لا تنقل الفيروسات التابعة للجنسين *Closterovirus* و *Ampelovirus* المسببة لمرض التفاف الأوراق ميكانيكياً إلى النباتات العشبية، غير أنه أمكن مؤخراً نقل فيروس GLRaV-2 ميكانيكياً إلى الأنواع العشبية التالية: *Nicotiana benthamiana* و *N. occidentalis* (Abou-Ghanem *et al.*, 1998).

يتم استخدام اختبار إليزا على نطاق واسع في تشخيص فيروسات التفاف الأوراق (GLRaVs) وذلك بعد أن تم إنتاج أمصال مضادة متعددة الكلون لها (Boscia *et al.*, 1997b؛ Choueiri *et al.*, 1996؛ Gugerli *et al.*, 1984؛ Walter & Zimmermann, 1991)، إضافة إلى إنتاج أجسام مضادة وحيدة الكلون وأكثر تخصصاً للكشف وللتمييز ما بين تلك الفيروسات (Gugerli, 1991؛ Hu & Gonsalves, 1988؛ Hu *et al.*, 1990, 1991). كما أمكن تطبيق الاختبار المناعي للوصمة الغربية (Western blot immunoassay) في تحديد وتمييز الفيروسات المرافقة لمرض التفاف أوراق العنب/الكرمة (Monis & Bestwick, 1997).

وأمكن استخدام تفاعل RT-PCR للكشف عن فيروس GLRaV-3 داخل الأنسجة المصابة أو في حشرات البق الناقلة (Minafra & Hadidi, 1994). وقد تم إنتاج بادئات (degenerate primers) بناء على الدراسات الوراثية المعمقة التي بينت وجود مناطق محافظة في الجين التابع للجنس *Closteroviruses*، مثل "HSP70" (Movement protein) ساعدت في الكشف عن جميع الفيروسات المصاحبة لالتفاف أوراق العنب/الكرمة (Gugerli, 2003؛ Routh *et al.*, 1998). كما طورت تقانة التفاعل المتسلسل للبوليمراز البقعي (Spot-PCR) (La Notte *et al.*, 1997b) للكشف عن هذه الفيروسات.

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – لا يوجد أي علاج كيميائي يمكن اعتماده في كروم/بساتين العنب/الكرمة أو في المشاتل لمكافحة فيروسات التفاف أوراق العنب/الكرمة، وتعدُ الإجراءات الوقائية من خلال إنتاج وتوزيع المواد النباتية المصدقة أي الموثقة صحياً ووراثياً أمراً ضرورياً لا يمكن اغفاله. ويأتي في طليعة هذه الإجراءات ما يلي:

1. تخليص النباتات المصابة من فيروسات التفاف الأوراق – اعتمدت طرائق مختلفة في تخليص المادة النباتية من هذه الفيروسات، من أهمها: 1) المعالجة الحرارية (60–120 يوماً عند درجة حرارة 38 °س) وتطبق على العقل أو البراعم أو النبات بكامله (Goheen, 1977)؛ 2) المعالجة الحرارية في المختبر (*in vitro*) وفقاً لطريقة Galzy's (Valat & Mur, 1976)، 3) التطعيم الدقيق (Bass & Legin, 1981)، 4) زراعة القمة الميريستيمية (يوسف وآخرون، 2007؛ Barlass *et al.*, 1982؛ Bottalico *et al.*, 1997, 2003).
2. التربية من أجل المقاومة – تبذل محاولات حقيقية في الوقت الحاضر حول امكانية العثور على أصناف من العنب/الكرمة مقاومة للإصابة بفيروسات التفاف الأوراق بالرغم من عدم التعرف على أي مصدر وراثي مقاوم حتى الآن.

3. مكافحة النواقل – تعدُ مكافحة نواقل الفيروسات المسببة لالتفاف الأوراق طريقة ناجحة إلى حد ما في تقليل مستوى انتشار الإصابة من الأشجار المريضة إلى السليمة، وتواجه عمليات المكافحة صعوبات منها قضاء الحشرة فترة سكونها خلال الشتاء تحت القشرة.
4. انتخاب الأصول الخالية من الفيروس وإنتاجها – يعدُ الانتخاب الصحي المقرون بالمعالجة الحرارية أداة فاعلة في خفض نسبة حدوث الإصابة بمرض التفاف الأوراق في بساتين العنب/الكرمة المنشأة حديثاً. تعطي الأصول السليمة الخالية من فيروسات التفاف الأوراق عادة شجيرات متجانسة من ناحية الشكل والإنتاج، ويزداد إنتاجها بمعدل 20–70%، كما يزداد محتوى الثمار من السكر، وتتحسن نوعية النبيذ المنتج. يمكن الحصول على المادة النباتية الخالية من فيروسات التفاف الأوراق بسهولة من خلال تطبيق التقنيات المذكورة سابقاً في الفقرة أ. وهناك جهود حالياً لإنتاج العنب/الكرمة المحورة وراثياً والمقاومة لفيروسي GLRaV-2 و GLRaV-3 (Ling *et al.*, 2000).

3.1.3. معقد تجعد الخشب الفيروسي

Grapevine viruses (A, B, C, D) (جنس *Vitivirus*، فصيلة *Flexiviridae*)

و Grapevine rupestris stem pitting-associated virus (GRSPaV، جنس *Foveavirus*، عائلة *Flexiviridae*)

الصفات العامة – أشارت الدراسات المرجعية إلى وجود أعراض تشوه الخشب على شجيرات العنب/الكرمة في أوروبا وخارجها (Bovey & Martelli, 1986؛ Martelli, 1993؛ Martelli & Prota, 1985)، ويعد معقد تجعد الخشب من الأمراض الخطيرة على العنب/الكرمة نظراً لشدة الخسائر التي يسببها. وقد أطلق على هذه التحورات أسماء مختلفة، منها: تنقر الخشب، تخدد/تثلم الخشب والقلف الفليني (Hewitt, 1954). وكانت بعض الدراسات الإيطالية في عام 1959 أول من أشارت إلى احتمال الطبيعة الفيروسية للمرض (Graniti & Ciccarone, 1961). ويعدُ حالياً معقد تجعد الخشب من الأمراض الوبائية المنتشرة في معظم الكروم الأوروبية وفي دول منطقة البحر الأبيض المتوسط وغيرها (Martelli, 1993؛ Martelli & Prota, 1985).

تسهم الفيروسات المسببة لمعقد تجعد الخشب أعراضاً مختلفة منها تنقر ساق روبسترس، والقلف الفليني، وتخدد/تثلم ساق العنب/الكرمة كوبر، وتخدد/تثلم ساق العنب/الكرمة LN 33 (Savino *et al.*, 1989b). وأمكن تمييز هذه الأمراض الأربعة وتشخيصها بالتطعيم على النباتات الدالة من جنس الكرمة *Vitis*، وهي تحدث جميعاً تحورات في الاسطوانة الخشبية لشجيرات العنب/الكرمة (Martelli, 1993).

حتى فترة قريبة من الزمن ساد اعتقاد أن مسببات معقد تجعد الخشب هي عوامل شبه فيروسية، يمكن تحديدها فقط باستخدام النباتات الدالة الخشبية التابعة لجنس *Vitis* (Graniti & Martelli, 1966 ؛Bovey & Martelli, 1992). إلا أن الدراسات الحديثة أكدت أن المسببات الحقيقية لمعقد تجعد الخشب وجود أربعة فيروسات مرافقة متمايزة مصلياً (Namba *et al.,* 1991)، تنتمي إلى الجنس *Vitivirus*، وهي: GVA، GVB، GVC، GVD، إضافة إلى الفيروس المرافق لتنقر ساق العنب/الكرمة روبيسترس (GRSPaV) الذي ينتمي إلى الجنس *Foveavirus*.

عزل فيروس GVA من شجيرات أبدت أعراض التنقر، وهو خيطي الشكل، تبلغ أبعاده (800×12 نانومتراً، وتراوح وزن غطاءه البروتيني ما بين 21.5 و22.5 كيلو دالتون، وبلغ حجم حمضه النووي الريبيي أحادي السلسلة 7.4 ألف قاعدة (Choueiri, 1995؛ Martelli *et al.,* 1997؛ Minafra *et al.,*1994).

أمكن لاحقاً عزل جسيمات فيروسية خيطية الشكل من شجيرات العنب/الكرمة "صنف Semillon" مصابة بالقلف الفليني، بلغ طولها حوالي 800 نانومتراً، وبلغ وزن غطائها البروتيني 22.5 كيلو دالتون، وحجم حمضها النووي 7.6 ألف قاعدة أزوتية، وأطلق عليها فيروس GVB (Boscia *et al.,* 1993؛ Namba *et al.,* 1991).

تم الكشف عن فيروس آخر سمي بفيروس GVC على شجيرات/معرشات العنب/الكرمة من صنف Semillon، وهي تحمل أعراض القشرة الفلينية (Monette & James, 1991). عزل هذا الفيروس من النباتات العشبية الدالة، مثل: *N. benthamiana* و *N. occidentalis*، وبلغ طول جسيماته حوالي 725 نانومتراً، وبلغ وزن غطاءه البروتيني 25.7 كيلو دالتون (Monette & James, 1991).

تم مؤخراً عزل فيروس آخر أطلق عليه فيروس GVD من نبات مصاب بالقلف الفليني، بلغ طوله 825 نانومتراً، وبلغ وزن غطائه البروتيني 20.5 كيلو دالتون، وحجم حمضه النووي 7.6 ألف قاعدة أزوتية (Abou-Ghanem *et al.,* 1997).

أخيراً، تم التعرف إلى فيروس GRSPaV، واتبع إلى الجنس *Foveavirus*، وهو مرافق لأعراض تنقر ساق روبسترس (Zhang *et al.,* 1998). يبلغ طول جسيم الفيروس الخيطي الشكل 723 ناتومتراً (Petrovic *et al.,* 2003).

أشارت بعض الدراسات المرجعية إلى الدور الذي يلعبه الفيروس GVA المتسبب في تجعد الخشب وتثلم ساق العنب/الكرمة كوبر (Chevalier *et al.,* 1993؛ Choueiri *et al.,* 1997a؛ Digiaro *et al.,* 1994؛ Garau *et al.,* 1994)، وإلى مسؤولية الفيروس GVB في إحداث القلف الفليني (Bonavia *et al.,* 1994، Boscia *et al.,* 1993)، وإلى مسؤولية الفيروس GRSPaV في

إحداث تنقر ساق العنب/الكرمة روبيسترس (Zhang *et al.*, 1998). وترتبط الفيروسات GVA، GVB و GVD فيما بينها بعلاقة مصلية ضعيفة (Choueiri *et al.*, 1997b).

الأعراض والمدى العوائلي – تلخص الأعراض المتعلقة بمعقد تجعد الخشب على الشكل التالي: معظم أصناف العنب/الكرمة الأوروبية *V. vinifera* إن لم يكن كلها وكذلك الأصول الأمريكية حساسة لتجعد الخشب، تكون الأعراض عند بعضها غير مرئية. وتكون شدة حدوث التحورات على الخشب (تنقر الساق وتخدده/تثلمه) متباينة ولها علاقة بنوع الطعم والأصل ونوع الفيروس وسلالته. تقسم المظاهر المرضية لتجعد الخشب إلى عدة مجموعات متمايزة، منها: تنقر ساق روبسترس، والقلف الفليني، وتثلم ساق كوبر، وتثلم ساق LN 33. ولا يمكن تمييز كل من هذه الأمراض بصورة مستقلة بسبب غياب الأعراض التفريقية الخاصة بكل منها. يكون تنقر الساق على هيئة عديسات صغيرة، تتراوح أبعادها ما بين 1 و10 مم، بينما يكون تخدد/تثلم الساق على هيئة أخاديد طويلة توجد على طول الساق لا سيما فوق منطقة التطعيم، ويصل طولها عشرات من السنتيميترات. تتكون على الجهة المقابلة للطبقة المولدة (الكامبيوم) على قلف الساق نتوءات وبروزات متوافقة مع حالة التنقر أو الأخاديد على الاسطوانة الخشبية. تختفي الأعراض الخارجية للإصابة على السطح الخارجي للقلف الميت في حالة الإصابة الخفيفة، بينما تبدو مظاهر التنقر والأخاديد على سطح القلف الخارجي للسوق في حالة الإصابة الشديدة. ويمكن ملاحظة تنقر الخشب وتثلمه كعرضين منفصلين على نباتين مختلفين أو قد يتواجد كلا العرضين معاً على النبات نفسه. يظهر تنقر الساق بصورة أكثر تكراراً من تخدد الساق على شجيرات العنب/الكرمة الهرمة من النوع *V. rupestris*، في حين يصيب تخدد الساق كل أصناف العنب/الكرمة الأوروبية بصورة رئيسة و/أو الأصول الأمريكية وهجنها التي تكون الأعراض عليها بصورة عامة نادرة الوضوح، ويكون الاستدلال عليها أمراً صعباًً. تلاحظ أعراض تنقر الخشب وتخدده/تثلمه على نطاق واسع في النباتات المطعمة وعلى الغراس البذرية أيضاً للكرمة الأوروبية *V. vinifera*، ولكن ليس على مجزرات الأصول الأمريكية غير المطعمة. تكون التحورات النموذجية أكثر شيوعاً على الاسطوانة الخشبية للنباتات المطعمة ولا سيما على الجزء القاعدي من الأصل، ويمكن أن تمتد التحورات إلى خشب الطعم أيضاً، وقد يقتصر ظهور الأعراض على خشب الطعم فقط. وتكون التحورات على النباتات غير المطعمة غير واضحة المعالم في أغلب الأحيان. وقد تصيب التحورات قلف الساق بكامله (الطعم) أو جزء منه كما في حالة العنب/الكرمة الإيطالية أو أنها تتمحور في الجزء المحاذي لمنطقة إلتحام الطعم كما في حالة الصنف Vermentino. تكون الشجيرات المصابة أصغر حجماً من السليمة، وأقل حيوية. ويتأخر تفتح العيون في الربيع على شجيرات العنب/الكرمة المصابة، كما تقل فرص نجاح عملية التطعيم. وقد يحدث تدهور شديد للشجيرات المصابة بتنقر الساق يتلوها الموت خلال عدة سنوات من تاريخ الزراعة. لا توجد

أعراض خاصة مميزة لمعقد تجعد الخشب على المجموع الخضري باستثناء إنخفاض الإنتاج بصورة حادة (قلة عدد العناقيد وصغر حجمها)؛ كما أنه ليس هنالك أعراض خاصة على الأوراق، بالرغم من وجود بعض الأصناف التي تظهر عليها أعراض التفاف الأوراق وإصفرارها أو إحمرارها، وتكون شبيهة بتلك الناتجة عن مرض التفاف الأوراق. يتطور غالباً على شجيرات العنب/الكرمة المطعمة المصابة بتنقر الخشب أو تخدده/تثلمه إنتفاخ فوق نقطة التطعيم، فيختلف قطر الطعم عن الأصل بصورة واضحة، ويكون قلف الطعم فوق منطقة التطعيم سميكاً ومغطى بطبقة فلينية إسفنجية سميكة سطحها الخارجي مجعد. تزداد حساسية شجيرات العنب/الكرمة المصابة بتجعد الخشب تجاه المسببات الممرضة الأخرى ولا سيما إزاء الأمراض الفيروسية كالتفاف الأوراق.

التأثيرات الخلوية للمرض: يعدُ تكوين طبقات فلينية إسفنجية سميكة توجد بصورة رئيسة في منطقة التطعيم أو في الجهة المقابلة لتحورات الخشب السمة المميزة الداخلية لمرض تنقر الساق. تنشأ تحورات الخشب نتيجة لإصابة منطقة الكامبيوم التي يختلف سلوكها الطبيعي، فتفرط في إنتاج الخلايا البرانشيمية غير المتمايزة Parenchymatosis، المتضخمة Hyperplasia، وبأعداد كبيرة Hypertrophy عوضاً عن إنتاج الخشب واللحاء في الحالة الطبيعية، فتتشكل نتيجة لذلك حلقات غير منتظمة وغير كافية من الخشب الأمر الذي يعيق تزود النبات بالماء. ويكون توزع الحزم الخشبية في ساق شجيرات العنب/الكرمة المصابة غير منتظم، ويتوزع غالباً في مجموعتين صغيرتين أو ثلاث. وقد تكون التحورات الداخلية–الخلوية على هيئة خلل وظيفي يصيب الجهاز الهرموني والفسيولوجي في شجيرات العنب/الكرمة المصابة بتنقر الساق الأمر الذي يقود إلى تدهورها ومن ثم موتها خلال السنوات الأولى من زراعتها.

طرائق الإنتقال – إن أهم طرق الانتشار هي بواسطة مادة الإكثار النباتية المصابة. ويكاد لا يوجد كرم/بستان للعنب/للكرمة في أوروبا خال من ظاهرة تنقر الساق أو القلف الفليني. وكان أول دليل على الانتشار الطبيعي لتجعد الخشب قد ثبت في عام 1980 (Teliz *et al.*, 1980). وقد تم استعراض دور البق الدقيقي في نقل المرض من قبل Rosciglione وآخرون (Rosciglione *et al.*, 1983؛ Rosciglione & Castellano, 1985). ينقل فيروس GVA بواسطة أنواع مختلفة من البق الدقيقي، مثل: *Pseudococcus longispinus*، *Ps. affinis*، *Planococcus citri* و *Pl. ficus*. كما ينتقل الفيروس نفسه بواسطة حشرة البق الدقيقي *Heliococcus bohemicus* (Zorloni *et al.*, 2006)، وبواسطة الحشرة القشرية *Neopulvinaria innumerabilis*. وينقل فيروس GVB بواسطة أنواع مختلفة من البق الدقيقي، مثل: *Pseudococcus longispinus*، *Ps. affinis* و *Pl. Ficus* (Boscia *et al.*, 1997a؛ Fortusini *et al.*, 1997؛ Garau *et al.*, 1995؛ La Notte *et al.*, 1997a).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – تنتشر الفيروسات المسببة لتجعد الخشب في مناطق واسعة من العالم حيث يزرع العنب/الكرمة. وقد عثر عليها في الدول الأوروبية المطلة على حوض البحر الأبيض المتوسط. وسجلت مسببات هذا المعقد المرضي على العنب/الكرمة في دول عربية عديدة: كالجزائر والمغرب وتونس ولبنان وسورية والأردن واليمن وفلسطين ومصر (داوود وآخرون، 1991؛ الشعبي وآخرون، 2000، 2009؛ شويري وآخرون، 1997؛ مسلمانية وآخرون، 2007؛ Ahmed *et al.*, 2004؛ Alkowni *et al.*, 1998؛ Al-Tamimi *et al.*, 1998؛ Chabbouh & Savino, 1997؛ Chabbouh *et al.*, 2001؛ Digiaro *et al.*, 2000؛ Haidar *et al.*, 1996؛ Hanna *et al.*, 2008؛ Mahfoudhi *et al.*, 1998؛ Martelli *et al.*, 1994؛ Mslmanieh, *et al.*,2006a, 2006b, 2006c).

تعتمد شدة الضرر الذي تسببه أمراض تجعد الخشب على تركيبة الطعم مع الأصل، وعلى حساسيتهما النسبية تجاه الممرضات، فتعمل التراكيب الحساسة إلى جعل المرض خطراً جداً، ولا سيما في الحالات التي يظهر فيها التنقر على كل من الطعم والأصل (Savino *et al.*, 1989a)، وينتج عنها تدهور حاد في نمو النباتات المطعمة وإنتاجها الأمر الذي قد يخفض الإنتاج بنسبة 50% (Garau *et al.*, 1985)، وقد يتسبب في موتها. أظهر معقد تجعد الخشب في اليونان تدنياً ملحوظاً في الإنتاج وذبولاً قوياً في أصناف Razaki و Sultana (Rumbos & Avgelis, 1985)، وأحدث المرض موتاً في الأصناف الأوروبية المزروعة في بلغاريا، بلغت نسبته 30% (Abracheva, 1981). كما أدى هذا المرض في المكسيك إلى ذبول وتدن قوي في الإنتاج بلغ 70% (Tanne *et al.*, 1990). وأثر تنقر ساق روبسترس بصورة مؤذية لا سيما في نمو العنب/الكرمة الأوروبية (Goheen, 1988). وكان القلف الفليني قد أحدث فقداً حاداً في الإنتاج بلغ 70%، وانخفاضاً في طول الحياة الإنتاجية لشجيرات العنب/الكرمة المصابة (Tanne *et al.*, 1991؛ Teliz *et al.*, 1980).

طرائق الكشف – يتم الكشف عن الفيروسات المرافقة لمعقد تجعد الخشب عن طريق الاستدلال بواسطة التطعيم على أنواع حساسة، والنقل إلى العوائل العشبية، والإختبارات المصلية/ السيرولوجية، وأخيراً الإختبارات الجزيئية.

بالنسبة إلى الاستدلال بواسطة التطعيم يعدُ الاختبار الحيوي إجراءً مهماً في تقدير الحالة الصحية لنباتات العنب/الكرمة وللتأكد من خلوها من الإصابة بتجعد الخشب. وقد أمكن تمييز أربعة اضطربات مختلفة باستخدام أسلوب التطعيم على النباتات الدالة (Savino *et al.*, 1989b). ينفذ اختبار الدلالة باستخدام نباتات العنب الدالة من الأنواع التالية: *V. rupestris* و Kober 5BB، والهجين LN 33 (Martelli, 1993؛ Garau *et al.*, 1997؛ Savino *et al.*, 1989b).

1. تنقر ساق روبسترس: تظهر على النبات الدال *V. rupestris* نقر مميزة محدودة بالحزمة الممتدة أسفل نقطة التطعيم وباتجاه الجذور. تكون الأعراض على النباتين الدالين LN 33 و Kober 5BB غير مرئية. ينصح باعتماد أسلوب التطعيم بالشظية عند الاستدلال على تنقر ساق روبسترس. ويصعب تحديد الاستجابة التي يمكن الحصول عليها نتيجة للتطعيم القمي، وتظهر الأعراض على النبات الدال بعد عامين أو ثلاثة من بدء التطعيم. وقد تم مؤخراً تحديد المسبب (GRSPaV) الذي يؤدي إلى تنقر ساق روبسترس على الأصل Rupestris st Georges. وبينت تجارب حديثة أخرى أن وجود الفيروس GRSPaV مرتبط بمرض موت العروق عند استخدام الأصل 110R (Bouyahia *et al.*, 2005).
2. القلف الفليني: يحدث تخدد/تثلم وتنقر على كل أجزاء ساق النبات الدال *V. rupestris* و LN 33، ولكن ليس على النبات الدال Kober 5BB. ويسبب المرض أيضاً زيادة في أنسجة اللحاء الثانوي للنبات الدال LN 33 متسبباً في نشوء انتفاخات نموذجية في السلاميات ما بين العقد مع ظهور تشققات على سطحها. يتقزم نمو النبات الدال LN 33 بصورة حادة، وتلتف الأوراق باكراً، وتكتسب لوناً محمراً. وقد تظهر في بعض الأحيان بقع صفراء اللون على الأوراق في فترة النمو الربيعي. لا ينضج خشب الطرود/الفروع مطلقاً أو يتخشب بصورة غير منتظمة، ويمكن أن تموت النباتات/الشجيرات المصابة خلال العام نفسه. تتطور الأعراض خلال عدة أشهر بعد التطعيم، لكنها تكون في أوج مظاهرها خلال عامين. تظهر الأعراض على النبات الدال LN 33 بعد 20–40 يوماً من إحداث العدوى.
3. تخدد/تثلم ساق كوبر: تظهر تخددات/تثلمات مميزة على ساق النبات الدال Kober 5BB، لكن أعراض المرض لا تظهر على النباتين الدالين *V. rupestris* وLN 33.
4. تخدد/تثلم ساق LN 33: يمتاز المرض بامتداد التخدد/التثلم على ساق العنب/الكرمة LN 33 بصورة مماثلة لتشكل القلف الفليني. لا يترافق المرض بتشكل انتفاخات على السلاميات ما بين العيون على الفروع، ولا تتلون الأوراق. ولا تظهر على النباتين الدالين *V. rupestris* و Kober 5BB أعراض مرئية. يتراوح عدد المكررات ما بين 3–5 عقل مجذرة من كل نبات دال، ويستخدم التطعيم بالشظية أو بالبرعم المفرد للكشف عن تنقر ساق روبسترس، أو بالبرعم الملتصق. تظهر أعراض المرض على الخشب بعد مضي 1–3 سنوات على تنفيذ التطعيم. يتم التحضين عند درجة حرارة 22 ^{o}س في حالة التطعيم الأخضر.

يمكن نقل الفيروسات التابعة للجنس *Vitivirus* المسببة لتجعد الخشب ميكانيكياً إلى النباتات العشبية. ويتضمن المدى العوائلي لفيروس GVA أنواعاً مختلفةً من نباتات الفصيلة الباذنجانية Solanaceae، ومنها: *Nicotiana benthamiana*، *N. clevelandii*، *N. occidentalis*، *N. cavicola* و*N. megalosiphon* التي يحدث فيها التقزم، وتشوه الأوراق، وتصبح عروقها

شفافة فاتحة اللون (Castrovilli & Gallitelli, 1985؛ Choueiri, 1995؛ Conti *et al.*, 1980؛ Rosciglione *et al.*, 1983). وقد استخدم في الكشف عن عزلات فيروس GVA اليمنية عوائل عشبية أخرى بالإضافة إلى أنواع الجنس *Nicotiana* (Martelli *et al.*, 1994). تبدو على نباتات التبغ *N. benthamiana* المعداة بالفيروس GVC بقع موضعية ميتة، وتماوت عروق جهازية، وذبول الأوراق القمية قبل موتها، بينما تلاحظ أعراض ضعيفة على نباتات التبغ *N. occidentalis* والتي تكون على هيئة تبرقش أصفر اللون ما بين العروق (Monette & James, 1991).

تم استخدام اختبار إليزا في تشخيص مسببات تجعد الخشب ولا سيما الفيروس GVA والفيروس GVB، ولا ينصح باستخدام الأمصال المتعددة الكلونات على نطاق واسع لتشخيص الفيروس GVA المذكور بواسطة اختبار إليزا نظراً لانخفاض حساسيته. من هنا إزدادت حساسية اختبار إليزا مع تغطية الأطباق بالبروتيين A قبل إستعمال المضاد المتعدد الكلون (Boscia *et al.*, 1992). كما يمكن تطبيق إختبار إليزا بالإحتواء الثلاثي للفيروس بالأجسام المضادة (TAS-ELISA) أو اختبار وصمة ويستيرن (Western blot) باستخدام أمصال مضادة وحيدة الكلون (Boscia *et al.*, 1992, 1994, 2001). كما أدى إنتاج تلك الأمصال إلى تطبيق تقنية الادمصاص المناعي بالمجهر الالكتروني (ISEM). تم حديثاً إنتاج مصل مضاد متعدد الكلون عبر تقنية (Recombinant protein) لكل من فيروس العنب A (GVA) وفيروس العنب B (GVB) والمستعمل في اختبار وصمة ويستيرن (Western blot) (Rubinson *et al.*,1997؛ Saldarelli *et al.*, 1997).

ويمكن اعتماد الاختبارات الجزيئية للكشف عن الفيروسات المرافقة لمعقد تجعد الخشب، حيث يستخدم اختبار RT-PCR في تشخيص بعض مسببات تجعد الخشب، مثل فيروسي GVA و GVB داخل الأنسجة المصابة وداخل حشرات البق النباتي الناقلة لتلك الفيروسات (Minafra *et al.*, 1992, 1997) واختبارات التهجين الجزيئي للكشف عن المسببات المرضية داخل عصارة الأنسجة النباتية المصابة أو الحشرات الناقلة للفيروسات (Galitelli *et al.*, 1985؛ Minafra & Hadidi, 1994؛ Saldarelli *et al.*, 1993, 1994). كما تم مؤخراً استخدام إختبار RT-PCR للكشف عن فيروس GRSPaV (Meng *et al.*, 1999).

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – إنتاج وإعتماد المواد النباتية المصدقة أي الموثقة صحياً ووراثياً وبالتالي الخالية من الأمراض الفيروسية (الأصل والطعم) واستخدامها تعتبر أفضل طرق الوقاية من الإصابة بهذه الفيروسات و الحل الأمثل للحد من إنتشارها.

يتم تخليص النباتات المصابة بمعقد تجعد الخشب من الفيروسات المسببة عبر اعتماد طرائق مختلفة، مثل: المعالجة الحرارية، زراعة القمة الميريستيمية أو الإثنتين معاً، أو التطعيم الدقيق.

لا توجد في الوقت الحاضر إمكانيات حقيقية للعثور على أصناف من العنب/الكرمة متحملة للإصابة بفيروسات تجعد الخشب، إلا أن إنتاج النبات العشبي الدال *Nicotiana benthamiana* المحور وراثياً في المختبر (Buzkan *et al.*, 2000) قد يؤخذ في المستقبل كنموذج لإنتاج كرمة محورة وراثياً ومقاومة للفيروسين GVA وGVB.

تعدُ مكافحة النواقل إجراء صعب تحقيقه نظراً لقضاء الحشرة فترة السكون خلال الشتاء تحت القشرة، ولا تتوفر في الوقت الحاضر استراتيجية متطورة للمعالجة الكيميائية لتلك النواقل.

4.1.3. معقد نمش/ترقط العنب/الكرمة

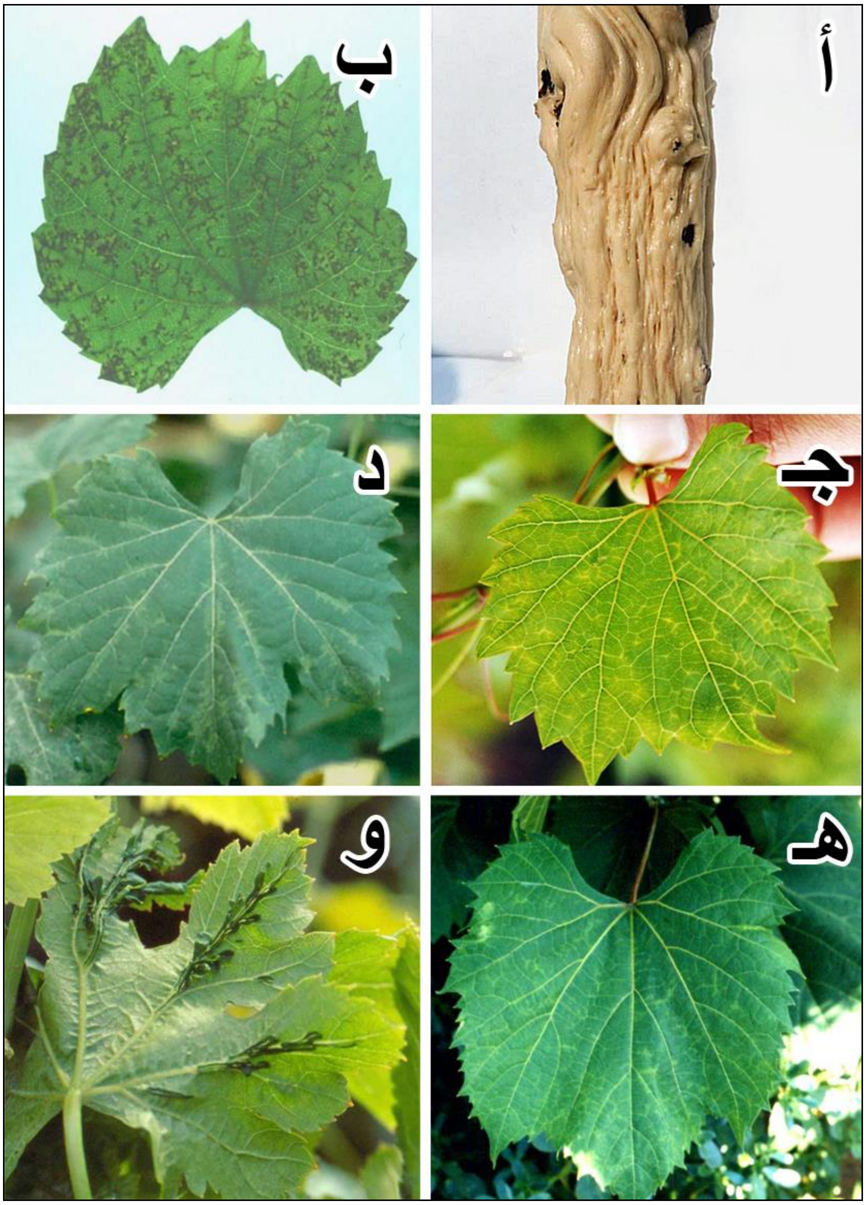
فيروس نمش/ترقط العنب *Grapevine fleck virus* (GFkV) وفيروس ترييش عروق عنب *Grapevine rupestris vein feathering virus* (GRVFV) (جنس *Maculavirus*، فصيلة *Tymoviridae*)

الفيروس المرافق للموزاييك النجمي للعنب *Grapevine asteroid mosaic-associated virus* (GAMaV)، وفيروس الفص الأحمر في العنب Grapevine red globe virus (GRGV، جنس *Maculavirus*، فصيلة *Tymoviridae*)

الصفات العامة – تسبب الفيروسات الأربعة المذكورة أعلاه المرض المعروف باسم معقد نمش/ترقط العنب. ويعتبر فيروس نمش/ترقط العنب الفيروس الأكثر أهمية وانتشاراً في العالم، وهو الفيروس الوحيد المسجل في الدول العربية من مجموع الأمراض التابعة لمعقد نمش العنب/الكرمة حتى الآن. كذلك سيتم تناوله في هذه الفقرة بدون الاشارة إلى الفيروسات الثلاثة الأخرى.

بقي فيروس نمش/ترقط العنب موضع شك لفترة طويلة من الزمن إلى أن تم وصفه (Boulila *et al.*, 1990)، ومن ثم تصنيفه لاحقاً (Boscia *et al.*, 1991b). وكان قد أطلق عليه سابقاً أسم فيروس لحاء العنب المتقايس الأبعاد (*Grapevine phloem limited isometric virus*) "GPLIV" (Castellano *et al.*, 1985).

يسبب فيروس GFkV مرضاً واسع الإنتشار للعنب (Sabanadzovic *et al.*, 2000, 2001)، ولا ينقل هذا الفيروس ميكانيكياً، وينحصر تواجده في الأنسجة اللحائية/الغربالية. يتكون مجينالفيروس من جزيء واحد من الحمض النووي الريبي احادي السلسلة من حوالي 7,500 قاعدة أزوتية (Boulila *et al.*, 1990 ؛Boscia *et al.*,1991b) يعادل في كتلته 35% من وزن الفيروس، ويبلغ وزن الغطاء البروتيني 25 ألف دالتون. جسيم الفيروس متساوي الأبعاد، ويبلغ قطره حوالي 30 ناتومتراً (El-Banna, 1998).



شكل 2. أعراض الإصابة ببعض الأمراض الفيروسية للعنب/الكرمة. أعراض تثلم ساق العنب (أ) وموت العروق على النبات الدال 110R (ب) الناتج عن الإصابة بالفيروس المرافق لتنقر ساق العنب/الكرمة روبستريس (GRSPaV)؛ أعراض ترقط أوراق العنب الناتج عن الإصابة بفيروس نمش/ترقط العنب/الكرمة (GFkV) (جـ)؛ الأعراض الناتجة عن الإصابة بمرض موزاييك العروق (د، هـ) ومرض الزوائد الورقية على السطح السفلي للأوراق (و) والتي من المحتمل أن تكون ناتجة عن إصابة فيروسية.

الأعراض والمدى العوائلي – يؤثر الفيروس بصورة شديدة في تطور جذور الأصول ونجاح التطعيم (Triolo & Materrazzi, 1986). ويكون المرض الناتج عنه غير مرئي "كامن" على أصناف العنب/الكرمة الأوروبية وعلى معظم الأصول الأمريكية. وتظهر أعراض الإصابة على النبات الدال *V. rupestris* على هيئة شحوب شفاف يصيب العروق الثانوية للأوراق، مكوناً بقعاً موضعية، وتشوهات يمكن رؤيتها بوضوح إذا ما وضعت الورقة مقابل الضوء. تأخذ الأوراق المصابة بالفيروس شكلاً مجعداً وملتوياً، وقد تلتف حوافها إلى الأعلى. وقد تحدث السلالات الشديدة الفوعة درجات متباينة من التقزم (Martelli, 1993).

طرائق الإنتقال – لم يسجل ناقل حيوي معروف بعد لهذا الفيروس، ويكون الانتشار الطبيعي له من خلال زراعة المادة النباتية المصابة (El-Banna, 1998). وقد أشارت بعض الدراسات المرجعية إلى وجود إنتقال طبيعي للفيروس في الحقل (Fortusini *et al.*, 1996)، علماً أنه لم يسجل للفيروس ناقل بعد، كما لم يسجل إنتقاله في البذور. ينتقل الفيروس بالتطعيم الأخضر (El-Banna, 1998) ويتم نقل الفيروس بواسطة نبات الحامول (*Cuscuta* spp.)، لكنه لا يأخذ طابعاً وبائياً (Woodham & Krake, 1983). يصيب فيروس GFkV أعداداً كبيرة من أصناف العنب/الكرمة وأنواعها بصورة طبيعية، ولا توجد معلومات محددة حول حساسيتها تجاهه. ولم يسجل للفيروس عائل آخر باستثناء العنب/الكرمة.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل الفيروس لأول مرة في كاليفورنيا عام 1972 (Hewitt *et al.*, 1972)، ثم لاحقاً في أوروبا (Boscia, 1996؛ Rumbos, 1989)، وفي جنوب أفريقيا (Spreet *et al.*, 1989)، واليابان (Tanaka, 1988)، وكذلك في بعض الدول العربية، مثل الجزائر، الأردن، لبنان، المغرب، فلسطين، تونس، سورية ومصر (داوود وآخرون، 1991؛ الشعبي وآخرون، 2000، 2009؛ شويري وآخرون، 1997؛ مسلمانية وآخرون، 2007؛ Alkowni *et al.*, 1998؛ Al-Tamimi *et al.*, 1998؛ Chabbouh & Savino, 1997؛ Chabbouh *et al.*, 2001؛ Digiaro *et al.*, 2000؛ El-Banna, 1998؛ Haidar *et al.*, 1996؛ Hanna *et al.*, 2008؛ Mahfoudhi *et al.*, 1998؛ Martelli *et al.*, 1994؛ Mslmanieh, *et al.*,2006a, 2006b, 2006c).

طرائق الكشف – يكشف عن فيروس GFkV من خلال الاستدلال بواسطة التطعيم على نباتات حساسة. يعتبر الاختبار الحيوي إجراءً مهماً موثوقاً في تقدير الحالة الصحية لنباتات العنب/الكرمة للتأكد من خلوها من الإصابة بهذا الفيروس. استخدم نبات العنب/الكرمة *V. rupestris* St. George في اختبار الدلالة (Martelli, 1993). يتم التطعيم بواسطة الشظية، أو

البرعم المفرد، أو بواسطة تطعيم قمم الفروع/الطرود. يتم التحضين في غرفة إنبات عند درجة حرارة 22 °س. تظهر الأعراض على النبات الدال في الاختبار الحقلي أو في البيت الزجاجي بعد 5-6 أسابيع من إحداث العدوى. وتظهر الأعراض خلال 4 أسابيع عندما تحضن النباتات الدالة في غرفة النمو عند درجة حرارة 22 °س تحت الضوء المستمر (Mink & Parsons, 1977). قد تعطي السلالات الضعيفة من الفيروس تفاعلاً إيجابياً خلال عام واحد بعد التطعيم، وتميل الأعراض إلى الإختفاء خلال فصل الصيف.

كما يكشف عن الفيروس بواسطة الاختبارات المصلية/السيرولوجية حيث يتم استخدام اختبار إليزا وذلك بعد توفر أمصال مضادة متعددة الكلون أو أجسام مضادة وحيدة الكلون (Boscia *et al.*, 1991b, 1995b؛ Ramel *et al.*, 1993)، واختبار ISEM في العمل الروتيني لتشخيص فيروس GFkV (Boscia *et al.*, 1991b). تؤخذ العينات للفحص من جذور أو أوراق أو قلف شجيرات العنب/الكرمة. لا يمكن استخدام الاختبارات المصلية/السيرولوجية في تشخيص باقي الفيروسات التابعة لهذا المعقد نظراً لعدم توفر الأمصال.

كما يمكن تطبيق الاختبارات الجزيئية مثل استخدام تفاعل التهجين الجزيئي المكمل (cDNA)، واختبار RT-PCR في تشخيص فيروس GFkV (Sabanadzovic *et al.*, 1996)، وكذلك باقي الفيروسات (GRVFV، GAMaV، GRGV) عبر استخدام البادئات المتخصصة أو البادئات العامة (ElBeaino *et al.*, 2001؛ Sabanadzovic *et al.*, 2000).

الوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره – يصعب في الحقل تنفيذ الإنتقاء الصحي تجاه الفيروس كون أعراضه كامنة على أصناف العنب/الكرمة الأوروبية وعلى معظم الأصول الأمريكية. يتم تخليص النباتات المصابة من فيروس GFkV عبر اعتماد طرائق مختلفة، منها المعالجة الحرارية، وزراعة القمة الميريستيمية. ويمكن اعتماد التقنيات نفسها بنجاح للتخلص من باقي فيروسات معقد نمش العنب/الكرمة، ولا تتوفر معطيات تجريبية حول أدائها.

5.1.3. ظاهرة عدم التوافق

ظاهرة عدم التوافق يسببها فيروسي المرافق لالتفاف أوراق العنب/الكرمة-2 *Grapevine leafroll associated virus* (GLRaV-2، جنس *Closterovirus*، فصيلة *Closteroviridae*) وفيروس العنب ب *Grapevine virus B* (GVB، جنس *Vitivirus*، فصيلة *Flexiviridae*)

لوحظ مؤخراً ظاهرة عدم التوافق (graft incompatibility) في بعض المشاتل أو في المراحل المبكرة لنمو العنب/الكرمة. أدت تلك الظاهرة إلى تدهور شجيرات العنب/الكرمة

خلال سنة أو سنتين وموتها. تبين فيما بعد أن المسبب هو عزلة من فيروس GLRaV-2 (Bonfiglioli, *et al.,* 2003؛ Gomez Talquenca *et al.,* 2003؛ Greif, *et al.,* 1995؛ Uyemoto *et al.,* 2001). كما تبين وجود فيروس GVB مع فيروس GLRaV-2 في عينات من العنب المصابة في كاليفورنيا (Golino *et al.,* 2000b).

تظهر الأعراض بشكل تضخم منطقة التطعيم وضعف في نمو النباتات وتكون الأوراق صغيرة الحجم، ملتفة، وتكتسب لوناً أحمراً أو أصفراً خلال موسم النمو تبعاً للصنف، مع ظهور بقع ميتة على ساق الأصل، وهي أعراض غير مألوفة لمرض معقد تجعد الخشب (تنقر الخشب أو تخدد/تثلم الساق). كما يظهر خلل عند موضع التطعيم على ساق العنب/الكرمة كوبر Kober 5BB في أوروبا، وعلى صنف Red Globe في كاليفورنيا، وعلى تراكيب مختلفة ما بين الأصناف المتداولة والأصول في نيوزيلند وأستراليا وتشيلي (Greif *et al.,* 1995؛ Uyemoto *et al.,* 2001).

لوحظت مظاهر عدم التوافق ما بين الطعم والأصل على معرشات العنب/الكرمة المطعمة في سورية ولا سيما تلك المطعمة على الأصل B41 من خلال المسح الحقلي الذي نفذ خلال المدة ما بين 2003 و2005، وهي تعدُ احدى مظاهر معقد تجعد الخشب. وقد تراوحت نسب الإصابة الظاهرية لمعرشات العنب/الكرمة في الكروم/البساتين الخاصة التي خضعت للدراسة ما بين 78 و87%، وما بين 85 و91% في المجمعات الوراثية (الشعبي وآخرون، 2009).

ينتشر فيروس GLRaV-2 من مكان لآخر بواسطة تداول مادة الإكثار النباتية المصابة، ولا يعرف ناقل له في الطبيعة.

يستخدم النبات Cabernet sauvignon في اختبار الدلالة لتشخيص ظاهرة عدم التوافق، كما يتم الكشف عن عزلات فيروس GLRaV-2 وفيروس GVB بواسطة الأمصال المتعددة أو وحيدة الكلون (Martelli, 2003). كما يمكن استخدام اختبار RT-PCR في تشخيص فيروس GLRaV-2 (Gomez Talquenca *et al.,* 2003؛ Zhang *et al.,* 1998).

للوقاية من الإصابة من ظاهرة عدم التوافق يجب استخدام النبات الخالي من الإصابة الناتج عن برامج التوثيق الصحي، كما يمكن إزالة هذه الظاهرة من خلال المعالجة الحرارية للأعضاء أو الأنسجة المصابة أو زراعة القمة الميريستيمية أو اعتماد الاثنين معاً.

2.3. أمراض أخرى من المحتمل أن تكون فيروسية

هناك بعض الأمراض التي تصيب العنب/الكرمة والتي استنتج من خلال الأعراض الظاهرية بأن المسبب هو على الأغلب فيروسي، الاّ أنه لم يثبت ذلك بشكل قاطع. وسنورد في هذه الفقرة ثلاثة من هذه الأمراض والموجودة في المنطقة العربية.

1.2.3. موزاييك العروق

الصفات العامة – تتشابه الأعراض الناتجة عن موزاييك العروق مع أعراض الورقة المروحية/الموزاييك الأصفر، وأمكن تمييز موزاييك العروق عن مرض الورقة المروحية/الموزاييك الأصفر عندما أصبح إنتقال فيروس الورقة المروحية للعنب/الكرمة ممكناً إلى النباتات العشبية الدالة. وقد سجل مرض مماثل في أوستراليا يدعى بالتبرقش الصيفي.

لا يعرف مسبب هذا المرض بعد، وقد افترض سابقاً أنه ناتج عن فيتوبلازما غير أن هذه الفرضية لم تؤكد بعد (Martelli & Boudon-Padieu, 2006). ولا يعرف حتى الآن لمسبب هذا المرض عوائل أخرى مضيفة غير العنب/الكرمة.

الأعراض والمدى العوائلي – إن التشخيص الحقلي للمرض غير ممكن بصورة دائمة، كون المرض شبه كامن (Martelli, 1993). فالسمات الرئيسة لأعراض المرض هي فقدان الأنسجة الملاصقة للعروق الرئيسة لونها الأخضر الطبيعي فتصبح باهتة اللون، وتكتسب شكلاً ريشياً. وقد يحدث موت للأنسجة في المناطق الأكثر تأثراً بالمرض، لكنها لا تصل إلى العروق. تظهر أعراض المرض في فصل الصيف ويمكن ملاحظتها على الأوراق حتى فصل الخريف. وقد يتأثر حجم وحيوية شجيرات العنب/الكرمة المصابة بالمرض. تكون الأعراض على نباتات العنب/الكرمة المزروعة تحت ظروف البيت البلاستيكي أكثر وضوحاً بالمقارنة مع النباتات المزروعة في الحقل. تتأثر مظاهر المرض بصورة كبيرة بظروف الطقس المحيطة. يحدِث مرض التبرقش الصيفي للعنب/الكرمة في أوستراليا أعراضاً مشابهةً لموزاييك العروق. وتبدي أصناف متعددة من العنب/الكرمة الأوروبية *Vitis vinifera*، مثل: Syrah، Servant، Viognier، Chardonnay، Alphonse Lavallée، Muscat de Hambourg، وPearl of Csaba أعراضاً متماثلة (Martelli & Boudon-Padieu, 2006). وتكون الأعراض ضعيفة (غير مرئية) أو لا تظهر أبداً عند أصناف أخرى مثل Chasselas، pinot وGamay.

طرائق الإنتقال – ينتشر المرض من مكان لآخر بواسطة تداول مادة الإكثار النباتية المصابة، ولا يعرف ناقل له في الطبيعة حتى الآن.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – ينتشر مرض موزاييك العروق شبه الكامن على نطاق واسع في أوروبا، حيث سجل لأول مرة في فرنسا عام 1973 (Legin & Vuittenez, 1973)، وكذلك في بعض الدول العربية، مثل:

سورية (Mslmanieh *et al.*, 2006b)، وتونس (Mahfoudhi *et al.*, 1998) وفلسطين (Alkowni *et al.*, 1998).

طرائق الكشف – يستخدم الصنف *Vitis riparia* Gloire de Montpellier في اختبار الدلالة لتشخيص المرض، وتتكون عليه بقع صفراء فاتحة اللون وموزاييك أخضر على طول العروق، وتشوهات في نصل الورقة يرافقها موت أنسجة (Martelli, 1993). تظهر الأعراض على النباتات المزروعة تحت ظروف البيت الزجاجي خلال 4–5 أسابيع من إحداث العدوى، وتصل ذروتها خلال أشهر، بينما تكون ردة فعل النبات الدال في ظروف الحقل أقل حدة وأكثر بطئاً، ويمكن ملاحظة الأعراض خلال العام الأول من التطعيم. تكون الأعراض على النبات الدال LN 33 على هيئة حزم خضراء اللون شاحبة أو صفراء محيطة بالعروق الرئيسة للأوراق (Martelli, 1993). تبدي بعض أصناف العنب/الكرمة الأوروبية، مثل Sideritis، Cabernet franc، وMission أعراضاً نموذجية على الأوراق، وتكون على هيئة حزم خضراء اللون باهتة أو صفراء تحيط بالعروق، وقد تتخذ شكلاً ريشياً. تتطور الأعراض وتظهر على الأصناف المذكورة خلال العام الأول من إحداث العدوى (التطعيم) سواء زرعت تلك النباتات في ظروف الحقل أو تحت ظروف البيت الزجاجي (Martelli, 1993).

الوقاية من الإصابة بالمرض والحد من انتشاره – يمكن اعتماد النبات السليم الذي ثبت خلوه من العوامل الممرضة باستخدام النبات الدال للإكثار. وفي حال عدم وجود نباتات سليمة من الصنف المراد إكثاره، يمكن إزالة الممرض من خلال المعالجة الحرارية للأعضاء أو الأنسجة المصابة.

2.2.3. تماوت العروق

الصفات العامة – سجل مرض تماوت العروق لأول مرة في فرنسا عام 1973 (Legin & Vuittenez, 1973)، ويعتقد أن يكون انتشاره عالمياً بعد أن سجل في معظم الدول الأوروبية ودول حوض البحر الأبيض المتوسط (Credi *et al.*, 1985؛ Gursoy, 1988؛ Martelli *et al.*, 1978؛ Rumbos, 1989)، وفي الولايات المتحدة (Golino, 1993).

يعتقد أن مسبب المرض فيروساً كونه ينتقل بالتطعيم، وعلى الأرجح الفيروس GRSPaV، وذلك وفقاً للدراسات الحديثة التي بينت وجود ارتباط ما بين مرض تماوت العروق ووجود فيروس GRSPaV. وقد أبدت عينات من العنب/الكرمة مصابة بالفيروس GRSPaV أعراض تماوت العروق على النبات الدال 110R (*Vitis rupestris* x *V. berlandieri*) عند تطعيمها

(Bouyahia *et al.*, 2005 ؛Bouyahia *et al.*, 2004)، وهذا ما أدى إلى افتراض أن تماوت العروق هو ردة فعل خاص عند الأصل 110R تجاه الإصابة بالفيروس GRSPaV.

الأعراض والمدى العوائلي – لم تلاحظ أعراض المرض في الحقل كونه كامناً في أصناف العنب/الكرمة الأوروبية وفي معظم أنواع العنب/الكرمة الأمريكية وهجنها (Martelli, 1993).

طرائق الإنتقال – لم يسجل للعامل الممرض ناقل، ويتم نقله بواسطة مادة الإكثار النباتية المصابة.

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية – سجل المرض في الأونة الأخيرة على العنب/الكرمة في بعض الدول العربية، مثل فلسطين (Alkowni *et al.*, 1998)، وسورية (Mslmanieh *et al.*, 2006c)، وتونس (Mahfoudhi *et al.*, 1998)، والأردن (Al-Tamimi *et al.*, 1998).

طرائق الكشف – لا توجد طريقة يمكن اعتمادها في تحديد المرض في الحقل كونه كامناً. ويستخدم أسلوب التطعيم على النبات الدال 110R (*Vitis rupestris* x *V. berlandieri*) كأداة للكشف عن الممرض. تكون الأعراض على هيئة تماوتات سوداء اللون تصيب العروق، تظهر على الجانب السفلي من الورقة. يظهر تماوت العروق أولاً على الأوراق الواقعة عند قواعد الفروع/الطرود، ثم تظهر الأعراض لاحقاً على الأوراق الفتية في قمتها. وقد تظهر مع تقدم الوقت بقع ميتة على السطح العلوي للأوراق. تسبب السلالات الشديدة الفوعة تماوتاً تراجعياً للمحاليق وللفروع الخضراء وللنبات الدال بكامله لا سيما تحت ظروف البيت الزجاجي. تظهر الأعراض على النبات الدال في ظروف الحقل أو تحت ظروف البيت الزجاجي خلال 6–8 أسابيع بعد إحداث العدوى، بينما يحتاج ظهور الأعراض إلى عام تقريباً عندما تكون سلالة الممرض ضعيفة الفوعة. ويستمر ظهور الأعراض بوضوح خلال موسم النمو، ويفضل مشاهدتها خلال 8–10 أسابيع من إحداث العدوى. وقد تم اقتراح طريقة سريعة لتشخيص الممرض اعتماداً على أسلوب التطعيم الدقيق للطرود في الأنابيب (D'Khili & Grenan, 1995؛Hassani & Boubals, 1991)، أو بالتطعيم الأخضر تحت ظروف البيت الزجاجي (Walter, 1992).

من ناحية أخرى، يمكن الكشف عن هذا المرض باستخدام التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Bouyahia *et al.*, 2005)، أو بواسطة اختبار وصمة وسترن (Western blot) من خلال استخدام مصل منتج ضد الغطاء البروتيني لفيروس GRSPaV

(Minafra *et al.*, 2000 ؛Bouyahia *et al.*, 2005). وهذا الاختبار حساس لكشف الفيروس في النبات الدال 110R.

الوقاية من الإصابة بالمرض والحد من انتشاره – يمكن استخدام النبات الدال لاستبعاد النباتات المصابة في عمليات الإكثار، كما يمكن إزالة المسبب لتماوت العروق من خلال المعالجة الحرارية (38 درجة مئوية لمدة 60 يوماً على الأقل) (Savino *et al.*, 1985).

3.2.3. مرض الزوائد

يعد مرض الزوائد على العنب/الكرمة من أقدم الأمراض المعروفة على الكرمة الأوروبية، ويعود وصفها إلى عام 1800. لم يحدد مسبب هذا المرض بصورة واضحة بعد، ويعتقد أنه فيروس نظراً لامكانية إنتقاله بالتطعيم (Martelli *et al.*, 1966). ويسود الاعتقاد أن مرض الزوائد متسبب عن عزلة شرسة من فيروس الورقة المروحية للعنب/الكرمة (Refatti, 1966).

تتكون زوائد ورقية ، تتراوح أبعادها ما بين 2 و3 مم في الإرتفاع، و3–5 مم في الطول (Hewitt, 1954 ؛Bovey & Martelli, 1992)، على السطح السفلي للورقة بصورة موازية للعروق الرئيسة. تفقد الأوراق المصابة شكلها الطبيعي، وتظهر عليها شرشرة عميقة، وتسقط قبل الأوان. يتشوه نمو الفروع على الشجيرات المصابة بصورة متباينة، ويقصر طول السلاميات القاعدية، وتظهر عليها التشققات في بعض الأحيان، وتكون الأعراض بصورة عامة غير منتظمة التواتر من عام لآخر (Martelli, 1993). يتأخر تفتح براعم شجيرات العنب/الكرمة المصابة في الربيع، ويكون نمو الفروع/الطرود بطيئاً، فيبدو النبات دغلياً كثيف النمو، ثم يعود النمو إلى حالته الطبيعية تقريباً في وقت متأخر من موسم النمو. ويتدنى إنتاج النباتات المصابة بهذا المرض إلى حوالي 50% وتسوء نوعيته. وكان للمرض تأثير سلبي في نمو صنف العنب/الكلرمة تريبيانو رومانيولو Treibbiano romagnolo على سبيل المثال، وتراوح انخفاض الإنتاج ما بين 13 و23% (Credi, 1996). تختلف أعراض المرض وشدتها ما بين عام وآخر وخلال موسم النمو اعتماداً على الظروف البيئية السائدة، فتظهر الأعراض على النباتات المصابة في بداية موسم النمو، وتختفي أو تخف حدتها خلال فصل الصيف. سجلت أعراض المرض على العديد من أصناف العنب/الكرمة الأوروبية، وكانت بعض الأصناف، مثل: Panse، Precoce، Primus، Italia، Riesling، Grenache، Tokay أكثر حساسية تجاه المرض مقارنة مع الأصناف الأخرى.

لم يسجل ناقل للمرض بعد. ويكون انتشاره من خلال مادة الإكثار النباتية المصابة.

سجل مرض الزوائد على العنب/الكرمة في بلدان عديدة في العالم كالولايات المتحدة (Hewitt, 1954)، وإيطاليا (Graniti *et al.*, 1966)، وفي معظم الدول الأوروبية، وجنوب أفريقيا، وأوستراليا، ونيوزيلاند (Hevin *et al.*, 1973؛ Martelli, 1993؛ McGechan, 1970؛ Nieder, 1983؛ Padilla *et al.*, 1997). أما في المنطقة العربية فقد عرف هذا المرض حتى الآن في تونس (Chabbouh & Savino, 1997)، وأطلقت عليه تسميات محلية مختلفة.

يعتبر النقل بالتطعيم إلى النبات الدال LN 33 الطريقة الوحيدة المتاحة في تشخيص المرض (Garau *et al.*, 1989؛ Martelli *et al.*, 1966). يكون تطور الأعراض بطيئاً، وقد تمتد مدة ظهورها من 1 إلى 3 أعوام، وتبدو على هيئة زوائد تتكون على السطح السفلي لبعض الأوراق، علماً أن النقل بالتطعيم لا يعطي بصورة عامة نجاحاً كاملاً (100%).

يعدُ إنتاج مادة إكثار نباتية سليمة ومطابقة للصنف الإجراء الأمثل في الحد من انتشار المرض وأضراره.

4. استنتاجات عامة

تعتبر زراعة العنب/الكرمة من الزراعات المهمة والواعدة في المنطقة العربية نظرا لوجود بعض الأصناف المحلية المهمة والمطلوبة للأسواق الخارجية إضافة إلى إدخال أصناف جديدة وزيادة المساحات المزروعة من العنب/الكرمة. إلا أن إنتاج وتداول مواد إكثار نباتية في غياب برامج التوثيق الصحي ووجود بعض نواقل الفيروسات أدى إلى الانتشار الواسع للأمراض الفيروسية الرئيسة في معظم الدول العربية التي تزرع العنب/الكرمة، مثل مرض التفاف أوراق العنب/الكرمة، ومرض معقد تجعد الخشب، وفيروس الورقة المروحية وغيرها، ولا سيما على الأصناف المحلية.

وعليه، لا بد من وضع خطة مستقبلية للمنطقة العربية تتناول دعم المسوحات الحقلية، وتزويد المختبرات المختصة بالمعدات المخبرية الحديثة للتمكن من تطبيق الإختبارات السيرولوجية والجزيئية على أنواعها إضافة إلى الإختبارات الحيوية في الحقل أو في البيت الزجاجي وتدريب الكوادر الفنية المختصة بالأمراض الفيروسية وتبادل الخبرات والبروتوكولات العلمية المتعلقة بتشخيص الفيروسات. في المقابل يجب الإهتمام بتطوير المختبرات التي تعمل في مجال الزراعة النسيجية (زراعة القمة الميريستيمية والمعالجة الحرارية والتطعيم القمي الدقيق، الخ) وذلك من أجل إنتاج المواد النباتية المصدقة (السليمة من الفيروسات المختبرة والمطابقة للصنف) وتعميمها في المنطقة العربية.

ختاماً هناك ضرورة ماسة في الدول العربية لتوحيد إجراءاتها الصحية في إنتاج الشتول/الشتلات الموثقة وتداولها، وزيادة حجم التجارة البينية فيما بينها، ومشاركة القطاع الخاص

إلى جانب الجهات الرسمية في تمويل هذه البرامج ومتابعتها وذلك لأن الضرر الكبير الناتج عن الأمراض الفيروسية وتأثيرها السلبي على الإنتاجية والنوعية وعدم إمكانية مكافحة هذه الأمراض بالطرق التقليدية والحد من تصدير أو تبادل الشتول المشتبه بوضعها الصحي لا يجابه إلا عبر إنتاج المادة النباتية المصدقة.

5. المراجع

داوود، رامز، ماجد الأحمد، بسام بياعة وخالد مكوك. 1991. ظاهرة عدم التوافق بين الطعم والأصل التي قد تكون فيروسية المنشأ - مشكلة خطيرة تهدد زراعة كرمة العنب في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 9 (1): 66-67.

الشعبي، صلاح، عبد الرحمن درويش، فايز اسماعيل، جمال مندو، سناء نعمان، لينا مطرود، أيمن الصالح وفراس الأسود. 2000. تقويم الحالة الصحية لأشجار اللوزيات والكرمة في سوريا. مجلة وقاية النبات العربية، 18: 17-23.

الشعبي، صلاح، فايز اسماعيل، خلدون الجبر، جمال مندو، وسليمى ابراهيم. 2009. تقصي انتشار بعض الفيروسات المرافقة لظاهرة عدم توافق التطعيم في معرشات العنب/الكرمة في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 27(1): (قيد الطبع).

شويري، ايليا، فيديريكو لانوت، أنجيل انطونيو مينافرا وجيوفاني باولو مارتيللي. 1997. وجود فيروس كرمة العنب أ وفيروس التفاف أوراق العنب 3 في مجتمعات البق النباتي في حوض البحر الأبيض المتوسط. مجلة وقاية النبات العربية، 15: 104.

مسلمانية، ثريا، ميكيلي ديجارو، توفيق البعينو، وجيوفاني مارتيللي. 2007. تقييم أولي للحالة الصحية لأشجار الكرمة في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 25(1): 64.

يوسف، سحر عبد العزيز، محمد مرشد الظاهر، وعبد الباسط شلبي. 2007. إزالة كل من فيروسي التفاف أوراق العنب والورقة المروحية من شجيرات العنب المصابة باستخدام تقنيات زراعة القمة الميريستيمية. مجلة وقاية النبات العربية، 25(1): 64.

Abou-Ghanem, N., P. Saldarelli, A. Minafra, N. Buzkan, M.A. Castellano and G.P. Martelli. 1997. Properties of grapevine virus D, a novel putative trichovirus. Journal of Plant Pathology, 79: 15-25.

Abou-Ghanem, N., S. Sabanadzovic, A. Minafra, P. Saldarelli and G.P. Martelli. 1998. Some properties of *Grapevine leafroll associated virus 2* and molecular organization of the 3' region of the viral genome. Journal of Plant Pathology, 80: 37-46.

Abracheva, P. 1981. La sensibilité de certaines variétés de vigne à la maladie du bois strié (legno riccio). Phytopathologia Mediterranea, 20: 203-205.

Acheche, H., S. Fattouch, S. M'Hirsi, N. Chabbouh, N. Marzouki and M. Marrakci. 2000. Studies on Grapevine Leafroll associated Virus 3 transmission by mealybugs in Tunisian grapevines. Page 23. In: Extended Abstracts 13th Meeting of ICVG, Adelaide 2000.

Ahmed, H.M.H., M. Digiaro and G.P. Martelli. 2004. Viruses and virus diseases of grapevine in Egypt. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 34: 395-398.

Alkowni, R., M. Digiaro and V. Savino. 1998. Viruses and virus diseases of grapevine in Palestine. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 28: 189-195.

Allam, E.K., B.A. Othman, H.S. Abdelkader and N.A. Mahmoud. 2005. Detection of *Grapevine fanleaf* Nepovirus capsid protein gene by RT-PCR and DNA Hybridization. International Journal of Virology, 1(1): 9.

Al-Tamimi, N., M. Digiaro and V. Savino. 1998. Viruses of grapevine in Jordan. Phytopathologia Mediterranea, 37: 122-126.

Barlass, M., K.G.M. Skene, R.C. Woodham and L.R. Krake. 1982. Regeneration of virus-free grapevines using *in vitro* apical culture. Annals of Applied Biology, 101: 291-295.

Bass, P. and R. Legin. 1981. Thermothérapie et multiplication *in vitro* d'apex de vigne. Application à la séparation ou à l'élimination de diverses maladies de type viral et à l'évaluation des dégâts. Comptes Rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France, 67: 922-933.

Belli, G., A. Fortusini, P. Casati, L. Belli, P. A. Bianco and S. Prati. 1994. Transmission of a grapevine leafroll associated closterovirus by the scale insect *Pulvinaria vitis* L. Rivista di Patologia Vegetale, 4: 105-108.

Bonavia, M., M. Digiaro, D. Boscia, G. Bttalico, V. Savino and G.P. Martelli. 1994. Studies on corky rugose wood of grapevine and on the diagnosis of *Grapevine virus B*. Vitis, 35: 53-58.

Bonfiglioli, R., F. Edwards and A. Pantaleo. 2003. Molecular studies on a graft incompatibility syndrome in New Zealand vineyards yields another probable variant of Grapevine leafroll-associated virus 2. Page 141. In: Extended Abstracts 14th Meeting of ICVG, Locorotondo 2003.

Boscia, D. 1996. La maculatura infettiva della vite (Fleck of grapevine). Pages 63-71. In: Virus floematici e malattie della vite. G.P. Martelli, V. Savino and M. Digiaro (ed.). RAISA.

Boscia, D., A. Boari, V. Elicio, M. A. Castellano, V. Savino and G. P. Martelli. 1994. Production of monoclonal antibodies to grapevine trichovirus B. Pages 19-20. In: Proceedings 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, September 1994, Kusadasi-Aydin, Turkey.

Boscia, D., A. Minafra and G.P. Martelli. 1997a. Filamentous viruses of the grapevine: Putative trichoviruses and capilloviruses, p. 19-28. In P.L. Monette (ed.), Filamentous viruses of woody plants. Research Signpost, Trivandrum, India.

Boscia, D., C. Greif, P. Gugerli, G. P. Martelli, B. Walter and D. Gonsalves. 1995a. The nomenclature of the leafroll-associated putative closteroviruses. Vitis, 34: 171-175.

Boscia, D., E. Aslouj, V. Elicio, V. Savino, M.A. Castellano and G.P. Martelli. 1992. Production, characterization, and use of monoclonal antibodies to grapevine virus A. Archives of Virology, 127: 184-194.

Boscia, D., G.P. Martelli, V. Savino and M.A. Castellano. 1991b. Identification of the agent of grapevine fleck disease. Vitis, 30: 97-105.

Boscia, D., M. Digiaro, J. Fresno, C. Greif, S. Grenan, H.H. Kassemeyer, V.A. Prota and O.A. Sequeira,de. 1997b. ELISA for the detection and identification of grapevine viruses. Pages 129-155. In: Sanitary selection of the grapevine. B. Walter (ed.). Protocols for detection of viruses and virus-like diseases (Les Colloques no 86). INRa Editions, Paris, France.

Boscia, D., M. Digiaro, M. Safi, R. Garau, Z. Zhou, A. Minafra, N. Abou Ghanem, G. Bottalico and O. Potere. 2001. Production of monoclonal antibodies to grapevine virus D and contribution to the study of its aetiological role in grapevine diseases. Vitis, 40: 69-74.

Boscia, D., V. Elicio, V. Savino and G.P. Martelli. 1995b. Production of monoclonal antibodies to grapevine fleck virus. Plant Pathology, 44: 160-163.

Boscia, D., V. Savino, A. Minafra, S. Namba, V. Elicio, M.A. Castellano, D. Gonsalves and G.P. Martelli. 1993. Properties of a filamentous virus isolated from grapevines affected by corky bark. Archives of Virology, 130: 109-120.

Boscia, D., V. Savino, V. Elicio, S.D. Jebahi and G.P. Martelli. 1991a. Detection of closteroviruses in grapevine tissues. Pages 52-57. In: Proceedings of the 10th Meeting of ICVG, Volos 1990.

Bottalico, G., A. Campanale, P. La Notte, C. Pirolo and V. Savino. 2003. Sanitation of wine grape selection from Central and Southern Italy. Page 256. In: Extended Abstracts 14th Meeting of ICVG, Locorotondo 2003.

Bottalico, G., V. Savino and A. Campanale. 1997. Improvements in the *in vitro* culture of meristem shoot tips for sanitation and establishment of rooted explants. Pages 163-164. In: Extended Abstracts of the 12th Meeting of ICVG Lisbon 1997.

Boulila, M., D. Boscia, B. Di Terlizzi, M. A. Castellano, A. Minafra, V. Savino and G.P. Martelli. 1990. Some properties of a phloem-limited non- mechanically transmissible grapevine virus. Journal of Pathology, 129: 151-158.

Bouyahia, H., D. Boscia, V. Savino, P. La Notte, C. Pirolo, M.A. Castellano, A. Minafra and G.P. Martelli. 2004. Grapevine vein necrosis a reaction to *Grapevine rupestris stem pitting-associated virus*? Journal of Pathology, 86: 301.

Bouyahia, H., D. Boscia, V. Savino, P. La Notte, C. Pirolo, M.A. Castellano, A. Minafra and G.P. Martelli. 2005. *Grapevine rupestris stem pitting-associated virus* is linked with grapevine vein necrosis. Vitis, 44 (3): 133-137.

Bovey, R. and G.P. Martelli. 1986. The viroses and virus-like diseases of grapevine. A bibliographic report, 1979-1984. Vitis, 25: 227-275.

Bovey, R. and G.P. Martelli. 1992. Directory of major virus and virus-like diseases of grapevine, Description, historical review and bibliography, MFCIC, ICVG: 111 pp.

Bovey, R., J. J. Brugger and P. Gugerli. 1980. Detection of fanleaf virus in grapevine tissue extracts by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and immune electron microscopy (IEM). Pages 259-275. In: Proceedings of the 7th Meeting of ICVG, Niagra Falls, NY, 1980.

Buzkan, N., P. Saldarelli, A. Minafra, L. Martinelli and G.P. Martelli. 2000. Tolerance to grapevine virus A and B in *Nicotiana* plants transformed with sense and antisense movement protein genes. Page 57. In: Extended Abstracts of the 13th Meeting of ICVG, Adelaide, 2000.

Cabaleiro, C. and A. Segura. 1997. Some characteristics of the transmission of grapevine leafroll associated virus 3 by *Planococcus citri* Risso. European Journal of Plant Pathology, 103: 373-378.

Castellano, A.M., G.P. Martelli, V. Savino and D. Boscia. 1985. Progress in the study of the phloem-limited isometric virus-like particles associated with leafroll-diseased grapevines. Phytopathologia Mediterranea, 24: 165-169.

Castrovilli, S. and D. Gallitelli. 1985. A comparison of tow isolates of *grapevine virus A.* Phytopathologia Mediterranea, 24: 219-220.

Catalano, L., F. Roca and M.A. Castellano. 1989. Efficiency of transmission of an isolate of *grapevine fanleaf virus* (GFV) by three populations of *Xiphinema idex* (Nematoda: Dorylaimidae). Nematologia Mediterranea, 17: 13-15.

Chabbouh, N. and V. Savino. 1997. Occurrence of enation disease in Tunisia. Page 47. In: Extended Abstracts of the 12th Meeting of ICVG, Lisbon 1997.

Chabbouh, N., N., Mahfhoudhi and R. Bessai. 2001. Mise en évidence des virus liés à l'enroulement foliaire de la vigne. 8[èmes] journées nationales sur les résultats de la recherche agronomique, INRAT / INAT Nabeul, Tunisie, Déc. 2001, pp 9.

Chevalier, S., C. Greif, P. Bass and B. Walter. 1993. Investigations on the aetiology of Kober stem grooving. Page 49. In: Extended Abstracts of the 11th Meeting of ICVG, Montreux 1993.

Choueiri, E. 1995. Ricerche su virus filamentosi della vite: A. Indagine sul Trichovirus A (GVA); B. Descrizione del nuovo Closterovirus 7 associato all'accartocciamento foliare (GLRaV-7) [Research on the filamentous viruses of Grapevine. A: Investigation on Trichovirus A of grapevine (GVA). B: Characterization of a new closterovirus of grapevine associated to the leafroll disease (GLRaV-7)]. PhD Thesis, Department of Plant Protection, University of Bari, Italy. 110 p.

Choueiri, E., D. Boscia, M. Digiaro, M.A. Castellano and G.P. Martelli. 1996. Some properties of a hitherto undiscribed filamentous virus of the grapevine. Vitis, 35: 91-96.

Choueiri, E., F. Jreijiri, S. El Zammar, E. Verdin, P. Salar, J.L. Danet, J. Bové and M. Garnier. 2002. First report of grapevine "Bois Noir" Disease and of a new phytoplasma infecting Solanaceous Plants in Lebanon. Plant Disease, 86: 697.

Choueiri, E., F. Jreijiri, S. El Zammar, E. Verdin, P. Salar, J.L. Danet, J. Bové and M. Garnier. 2003. Grapevine "Bois noir" disease in Lebanon. Pages 101-102. In: Extended Abstracts of the 14th Meeting of ICVG, Locorotondo 2003.

Choueiri, E., M. Digiaro and V. Savino. 1997a. Further evidence that grapevine virus A is the agent of Kober stem grooving. Page 39. In: Extended Abstracts of the 12th Meeting of ICVG, Lisbon 1997.

Choueiri, E., N. Abou-Ghanem and D. Boscia. 1997b. *Grapevine virus A* and *Grapevine virus D* are serologically distantly related. Vitis, 36: 39-41.

Cohn, E., E. Tanne and F.E. Nitzany. 1970. *Xiphinema italiae*, a new vector of grape fanleaf virus. Phytopathology, 60: 181-182.

Conti, M., R.G. Milne, E. Luisoni and G. Boccardo. 1980. A closterovirus from a stem pitting diseased grapevine. Phytopathology, 70: 394-399.

Credi, R. 1996. Effetto della malattia delle enazioni della vite sulla produzione e sullo sviluppo vegetativo della cv Trebbiano romagnolo. Petria, 6: 59-64.

Credi, R., A.R. Babini and A. Canova. 1985. Occurrence of grapevine vein necrosis in the Emilia-Romagna region (Northern Italy). Phytopathologia Mediterranea, 24: 17-23.

Darwish, Huda S.A.2005. Studies on grapevine fanleaf virus and tomato ring spot virus on grapevine in Egypt. M.SC. Thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University, 106pp.

Digiaro, M., G.P. Martelli and V. Savino. 2000. Phloem-limited viruses of the grapevine in the Mediterranean and Near East. Pages 75-76. In: Extended Abstracts of the 13th Meeting of ICVG, Adelaide 2000.

Digiaro, M., M. Popovic bedzrob, A.M. D'Onghia, D. Boscia and V. Savino. 1994. On the correlation between *grapevine virus A* and rugose wood. Phytopothologia Mediterranea, 33: 187-193.

Dimitrijevic, B. 1973. Some observations on natural spread of grapevine leafroll disease in Yugoslavia. Rivista di Patologia Vegetale (S IV), 9 (suppl.): 114-119.

D'Khili, B. and S. Grenan. 1995. Diagnostic rapide de la nécrose des nervures par la technique de micrograffage de tiges *in vitro* (Rapid diagnosis of vein necrosis using *in vitro* micrografting of shoots). Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 29: 11-15.

El-Banna, Om-Hashem M.1998. Detection of grapevine fleck disease in Egypt. Egyptian Journal of Phytopathology, 26:1-11.

Elbeaino, T., S. Sabanadzovic, M. Digiaro, N. Abou Ghanem-Sabanadzovic, A. Rowhani, P. E. Kyriakopoulou and G.P. Martelli. 2001. Molecular detection of Grapevine fleck virus-like viruses. Vitis, 40: 65-68.

Engelbrecht, D.J. and G.G.F. Kasdorf. 1985. Association of a closterovirus with grapevine indexing positive for grapevine leafroll disease and evidence for its natural spread in grapevine. Phytopathologia Mediterranea, 24: 101-105.

Engelbrecht, D.J. and G.G.F. Kasdorf. 1990. Transmission of grapevine leafroll disease and associated closteroviruses by the vine mealybug *Planococcus ficus*. Phytophylactica, 22: 341-346.

EPPO Standards. 1998. Pathogen-tested olive trees and rootstocks, certification scheme. Certification Schemes, PM 4/1-26, European and Mediterranean Plant Protection organization, I rue Le Notre, 75016 Paris, France. Pages 55-64.

Fabre, E. 1853. Les maladies régnantes de la vigne. Bulletin de la Société Centrale Agronomique Herault, 40 : 11-75.

FAO. 2000. Area, Production and Yield of grape tree, win, and rising in Arabic countries and world. Bulletin of Statistics, 1(2): 111-133.

Fattouch, S., H. Acheche, S. M'hirsi, M. Marrakchi, and N. Marzouki. 2005. Detection and characterization of two strains of *Grapevine fanleaf nepovirus* in Tunisia. EPPO/OEPP Bulletin, 35(2): 265-270.

Fortusini, A., G. Scattini, S. Cinquanta and S. Prati. 1996. Diffusione del virus 1 (GLRaV-1) e del Virus 3 (GLRaV-3) dell'accartocciamento fogliare e del virus della maculatura infettiva " Fleck " della vite. Informatore Fitopatologico, 46: 38-43.

Fortusini, A., G. Scattini, S. Prati, S. Cinquanta and G. Bell. 1997. Transmission of *Grapevine virus 1* (GLRAV-1) and *Grapevine virus A* (GVA) by scale insects. Pages 121-122. In: Extended Abstracts of the 12th Meetng of ICGV, Lisbon 1997.

Fuchs, M., B. Walter and L. Pinck. 2000. Evaluation of transgenic grapevine rootstocks expression the coat protein gene of grapevine fanleaf virus under vineyard conditions. Pages 50-51. In: Extended Abstracts of the 13th Meeting of ICVG, Adelaide 2000.

Fuchs, M., M. Pinck, L. Etienne, L. Pinck and B. Walter. 1991. Characterization and detection of grapevine fanleaf virus using cDNA probes. Phytopathology, 81: 559-565.

Gallitelli, D., V. Savino and G.P. Martelli. 1985. The use of a spot hybridization method for the detection of *Grapevine virus A* in the sap of grapevine. Phytopathologia Mediterranea, 24: 211-224.

Garau, R., M. Cugusi, M. Dore and U. Prota. 1985. Investigations on the yield of Monica and Italia vines affected by legno riccio (stem pitting). Phytopathologia Mediterranea, 24: 64-67.

Garau, R., U. Prota and M. Cugusi. 1989. Studies on reproduction of enation symtoms by grafting in Sardinia. Pages 203-206. In: Proceedings 9th Meeting of ICVG, Kiryat Anavim 1987.

Garau, R., V. A. Prota, D. Boscia, M. Fiori and U. Prota. 1995. *Pseudococcus affinis* Mask. New vector of grapevine trichoviruses A and B. Vitis, 34: 67-68.

Garau, R., V. Padilla, I. Rumbos, B. Walter and V. Savino. 1997. Indexing for the identification of virus and virus – like diseases of the grapevine. Pages 97-117. In: Sanitary selection of the grapevine. Protocols for detection of viruses and virus – like diseases (Les Colloques no 86). B. Walter (ed.). INRA Editions, Paris, France.

Garau, R., V.A. Prota, R. Piredda, D. Boscia and U. Prota. 1994. On the possible relationship between Kober stem grooving and *grapevine virus A*. Vitis, 33: 161-163.

Goheen, A.C. 1977. Virus and virus-like diseases of grapes. Hortscience, 12: 465-469.

Goheen, A.C. 1988. Rupestris stem pitting. Page 53. In: Compendium of grape diseases. R.C. Pearson and A.C. Goheen (eds.). APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Goheen, A.C. and J.A. Cook. 1959. Leafroll (red-leaf or rougeau) an dits effect on vine growth, fruit quality and yield. American Journal of Enology and Viticulture, 10: 173-181.

Goheen, A.C., D. Gonsalves, G.P. Martelli, D.C. Ramsdell, V. Savino and G. Stellmach. 1988. Diseases caused by viruses and virus-like agents. Pages 47-54. In: Compendium of grape diseases. R.C. Pearson and A.C. Goheen (eds.). APS Press, the American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, 55121, USA.

Goheen, A.C., F.N. Harmon and J.H. Weinberger. 1958. Leafroll (White emperor disease), of grapes in California. Phytopathology, 48: 51-54.

Golino, D.A. 1993. Potential interactions between rootstocks and grapevine latent viruses. American Journal of Enology and Viticulture, 44: 148-152.

Golino, D.A., S.T. Sim and A. Rowhani. 1995. Transmission studies of grapevine leafroll associated virus and grapevine corky bark associated virus by the obscure mealybug. American Journal of Enology and Viticulture, 46: 408.

Golino, D.A., S.T. Sim and A. Rowhani. 2000a. Experimental transmission of grapevine leafroll associated viruses by mealybugs. Pages 19-20. In: Extended Abstracts of the 13th Meeting of ICVG, Adelaide 2000.

Golino, D.A., S.T. Sim and A. Rowhani. 2000b. Identification of the latent viruses associated with young vine decline in California. Pages 85-86. In: Extended Abstracts of the 13th Meeting of ICVG, Adelaide 2000.

Gölles, R., A. Da Camara Machado, A. Minafra, N. Buzkan, I. Gribaudo, P. Saldarelli, V. Savino and G.P. Martelli. 2000. Pathogen-derived resistance in grapevines: expression of viral coat protein genes in transgenic *Vitis* sp. Pages 53-54. In: Extended Abstracts of the 13th Meeting of ICVG, Adelaide 2000.

Gomez Talquenca, G.S., O. Gracia, S. Gracia Lamposona and O. Grau. 2003. A young grafted vine decline syndrome in Argentina vineyards. Pages 43-44. In: Extended Abstracts of the 14th Meeting of ICVG, Locorotondo 2003.

Graniti, A. and A. Ciccarone. 1961. Osservazioni su alterazioni virosiche e virus simili della vite in Puglia. Not. Mai. Piante, 55 (N. S. 34): 99-102.

Graniti, A. and G.P. Martelli. 1966. Further observation on legno riccio (rugose wood), a graft-transmissible stem pitting of grapevine. Pages 168-179. In: Proceeding of the International Conference Virus. Vectors Perenn. Hosts, Davis, 1965.

Graniti, A., G.P. Martelli and F. Lamberti. 1966. Enation disease of grapevine in Italy. Proc. Int. Conf. Virus Vectors Perennial Hosts and Vitis, 1965. Pages 293-306. Divison of Agriculture Sciences, University of California, Davis.

Greif, R., R. Garau, D. Boscia, V. A. Prota, M. Fiori, P. Bass, B. Walter and U. Prota. 1995. The relationship of grapevine leafrool-associated virus 2 with a graft incompatibilty condition of grapevine. Phytopathologia Mediteranea, 34: 167-173.

Gugerli, P. 1991. Grapevine closterovirus. Pages 40-51. In: Extended Abstracts of the 10th Meeting of ICVG, Volos 1990.

Gugerli, P. 2003. Grapevine leafroll and related viruses. Pages 25-31. In: Extended Abstracts of the 14th Meeting of ICVG, Locorotondo 2003.

Gugerli, P., J.J. Brugger and R. Bovey. 1984. L'enroulement de la vigne: mise en evidence de particules virales et développement d'une méthode immuno-enzymatique pour le diagnostic rapide. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture, 16: 299-304.

Gursoy, Y.Z. 1988. Vein necrosis: new virus-like disease in Turkish vineyards. Journal of Turkish Phytopathology, 17: 43-45.

Haidar, M. M., M. Didiaro, W. Khoury and V. Savino. 1996. Viruses and virus diseases of grapevine in Lebanon. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 26: 147-153.

Hanna, E., M. Digiaro, T. Elbeaino, E. Choueiri, J. Jawhar J and G.P. Martelli. 2008. Incidence of viruses and nematode vectors in Lebanese vineyards. Journal of Phytopathology, 156: 304-310.

Hassani, Z. and D. Boubals. 1991. Le micrograffage *in vitro*: Une technique rapide et efficace de révélation du virus de la nécrose des nervures de 110 Richter (*In vitro* micrografting: A quick and efficient method for detecting the virus of vein necrosis of 110 Richter). Le Progrès Agricole et Viticole, 108: 443-445.

Hevin, M., G.P. Gazeau, O. Leclair and M. Rives. 1973. Enation symptoms found in France. Rivista di Patologia Vegetale S.IV, 9: 251-252.

Hewitt, W. B. 1954. Some virus and virus-like diseases of grapevine. California Bulletin of the California Department of Agriculture, 43: 47-64. Department of Agriculture Bulletin, 43: 47-64.

Hewitt, W.B., A.C. Goheen, L. Cory and C. Luhn. 1972. Grapevine fleck disease, latent in many varieties, is transmitted by graft inoculation. Annales de Phytopathologie, Numéro hors série, 43-47.

Hewitt, W.B., D.J. Raski and A.C. Goheen. 1958. Nematode vector of soil-borne *fanleaf virus* of grapevines. Phytopathology, 48: 586-595.

Horvath, J., I. Tobias and K. Hunyadi. 1994. New natural herbaceous hosts of grapevine fanleaf nepovirus. Horticultural Science, 26: 31-32.

Hu, J.S. and D. Gonsalves. 1988. Biochemical and serological characterization of closterovirus-like particles associated with grapevine leafroll disease. Phytopathology, 78: 1568.

Hu, J.S., D. Gonsalves and D. Teliz. 1989. Characterization of closterovirus-like particles associated with grapevine leafroll disease. Journal of Phytopathology, 128: 1-14.

Hu, J.S., D. Gonsalves, D. Boscia and S. Namba. 1990. Use of monoclonal antibodies to characterize grapevine leafroll associated closteroviruses. Phytopathology, 80: 920-925.

Hu, J.S., D. Gonsalves, D. Boscia, M. Maixner and D. Golino. 1991. Comparison of rapid detection assays for leafroll diseases associated closteroviruses. Vitis, 30: 87-95.

Huss, B., B. Walter, L. Etienne and M.H.V. Van Regenmortel. 1986. *Grapevine fanleaf virus* detection in various grapevine organs using polyclonal and monoclonal antibodies. Vitis, 25: 178-188.

Ioannou, N., A. Hadjinicolis and A. Hadjinicoli. 1997. Epidemiology of the grapevine leafroll-mealybug complex in Cyprus. Pages 123-124. In: Extended Abstracts of the 12th Meeting of ICVG, Lisbon 1997.

Izadpanah, K., M. Zaki-Aghi and A. Rowhani. 2003. Non-*Vitis* hosts of Grapevine fanleaf virus and their possible epidemiological significance. Page 210. In: Extended Abstracts of the 14th Meeting of ICVG, Locorotondo 2003.

Jawhar, J., V. Vovlas and M. Digiaro. 2006. Occurrence of *Xiphinema index* in Lebanese Vineyards. Journal of Plant Pathology, 88: 117-119.

Katis, N.J., I.C. Rumbos and K.A. Roubetakis-Angelakis. 1990. Factors affecting detection of *Grapevine fan leaf virus* by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Proceedings I Panellenic Congress of Virology, Thessaloniki: 106-111.

Kliewer, W.M. and L.A. Lider. 1976. Influence of leafroll virus on composition of burger fruits. American Journal of Enology and Viticulture, 27 (3): 118-124.

Kölber, M., L. Beczner, S. Pasca and J. Lehoczky. 1985. Detection of grapevine chrome mosaic virus in field-grown vines by ELISA. Phytopathologia Mediterranea, 24: 135-140.

Krake, L.R. 1993. Characterization of grapevine leafroll disease by symptomatology. The Australian and New Zealand Wine Industry Journal, 8: 40-44.

La Notte, P., A. Minafra and P. Saldarelli. 1997b. A spot-PCR technique for the detection of phloem-limited grapevine viruses. Journal of Virological Methods, 66: 103-108.

La Notte, P., N. Buzkan, E. Choueiri, A. Minafra and G.P. Martelli. 1997a. Acquisition and transmission of grapevine virus A by the mealybug *Pseudococcus longispinus.* Journal of Plant Pathology, 78: 79-85.

Lazar, J., M. Kölber and J. Lehoczky. 1990. Detection of some nepoviruses (GFV, GFV-YM, GCMV, ArMV) in the seeds and seedlings of grapevines by ELISA. Kertgazdasag, 22 (4): 58-72.

Legin, R. and A. Vuittenez. 1973. Comparaison des symptômes et transmission par greffage d'une mosaïque nervaire de *Vitis vinifra*, de la marbrure de *V. rupestris* et d'une affection nécrotique des nervures de l'hybride *Rup-berl.* 110 R. Rivista di Patologia Vegetale, Ser. IV, 9: 57-63.

Ling, K.S., T. Krastanova, B. Xue, H.Y. Zhu, B. Meng and D. Gonsalves. 2000. Complete genome sequence of grapevine leafroll virus 3 and development of transgenic plants expressing its gene. Page 52. In: Extended Abstracts of the 13th Meeting of ICVG, Adelaide, 2000.

Mahfoudhi, N., M. Digiaro, V. Savino and B. Di Terlizzi. 1998. Viruses and virus diseases of grapevine in Tunisia. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 28: 197-204.

Mahfoudhi, N., N. Habili, S. A. Masri and M. H. Dhouibi. 2007. First Report on the Occurrence of *Grapevine leafroll-associated viruses 5* and *9* in Tunisian Grapevines. Plant Disease, 91: 1359.

Martelli, G. P. and U. Prota. 1985. Le virosi della vite. Italia Agricola, 2: 201-228.

Martelli, G.P. 1978. Nematode-borne viruses of grapevine, their epidemiology and control. Nematologia Mediterranea, 6: 1-27.

Martelli, G.P. 1988. Infectious diseases of grapevine: nature, detection, sanitation and situation in the Arab countries. Arab Journal of Plant Protection, 7: 210-219.

Martelli, G.P. 1993. Graft-transmissible diseases of grapevines. Handbook for detection and diagnosis, International Council for the Study of Viruses and Virus-Like Diseases of the Grapevine. FAO, Rome: 263 pp.

Martelli, G.P. 2003. Grapevine virology highlights 2000-2003. Pages 3-10. In: Extended Abstracts of the 13th Meeting of ICVG, Adelaide 2000.

Martelli, G.P. and E. Boudon-Padieu. 2006. Options Méditerranéennes Serie B: Studies and Research, Number N. 55, Directory of Infectious Diseases of Grapevines and Viroses and Virus-like Diseases of the Grapevine: Bibliographic Report 1998-2004. CIHEAM-IAMB. 279 pp.

Martelli, G.P. and W.B. Hewitt. 1963. Comparative studies on some Italian and Californian virus diseases of grapevine. Phytopathologia Mediterranea, 2: 275-284.

Martelli, G.P., A. Graniti, F. Lamberti and A. Quacquarelli. 1966. Trasmissione per innesto della malattia della enazioni. Phytopathologia Mediterranea, 5: 122-124.

Martelli, G.P., A. Quacquarelli, D. Gallitelli, V. Savino and P. Piazzolla. 1978. A tentative grouping of nepoviruses. Phytopathologia Mediterranea, 17: 145-147.

Martelli, G.P., D. Boscia, E. Choueiri, M. Digiaro, M.A. Castellano and V. Savino. 1994. Occurrence of filamentous viruses and rugose wood of grapevine in Yemen. Phytopothologia Mediterranea, 33: 146-151.

Martelli, G.P., P. Saldarelli and D. Boscia. 1997. Vitivirus, a new genus of plant viruses. Archives of Virology, 142: 1929-1932.

Martelli, G.P., V. Savino, P. Abracheva and B. Rosciglione. 1978. Necrosi delle nervature della vite in Italia e Bulgaria. Informatore Fitopatologico, 28 (10): 3-5.

McGechan, J.K. 1970. Important virus diseases of grapevine in New South Wales. Agricultural Gazette of New South Wales, 81: 349-352.

Meng, B., H.Y. Zhu and D. Gonsalves. 1999. Rupestris stem pitting associated virus 1 consists of a family of sequence variants. Archives of Virology, 144: 2071-2085.

Minafra, A. and A. Hadidi. 1994. Sensitive detection of grapevine virus A, B, or leafroll associated from viruliferous mealybugs and infected tissue by cDNA amplification. Journal of Virological Methods, 47: 175-187.

Minafra, A., A. Hadidi and G.P. Martelli. 1992. Detection of grapevine closterovirus A in infected grapevine tissue by reverse transcription polymerase chain reaction. Vitis, 31: 221-227.

Minafra, A., C. Greif and J. Romero. 1997. Molecular tools for the detection of grapevine viruses. Pages 157-170. In: Sanitary selection of the grapevine. B. Walter (ed.). Protocols for detection of viruses and virus-like diseases (Les Colloques, no 86). INRA Editions, Paris.

Minafra, A., P. Casati, V. Elicio, A. Rowhani, P. Saldarelli, V. Savino and G.P. Martelli. 2000. Serological detection of Grapevine rupestris stem pitting–associated virus (GRSPaV) by a polyclonal antiserum to recombinant virus coat protein. Vitis, 39: 115-118.

Minafra, A., P. Saldarelli, F. Grieco and G.P. Martelli. 1994. Nucleotide sequence of the 3' terminal region of the RNA of two filamentous grapevine viruses. Archives of Virology, 137: 249-261.

Mink, G.I. and J.L. Parsons. 1977. Procedures for rapid detection of virus and virus-like diseases of grapevine. Plant Disease Reporter, 61: 567-571.

Monette, P.L. and D. James. 1991. Detection of closteroviruslike particle from a corky bark-affected grapevine cultivar. Vitis, 30: 37-43.

Monis, J. 2000. Development of monoclonal antibodies reactive to a new grapevine leafroll-associated closterovirus. Plant Disease, 84: 858-862.

Monis, J. and R.K. Bestwick. 1997. Serological detection of grapevine associated closteroviruses in infected grapevine cultivars. Plant Disease, 81 (7): 802-808.

Mslmanieh, T., M. Digiaro, T. Elbeaino and G.P. Martelli. 2006b. First record of vein mosaic disease in Syria. Journal of Plant Pathology, 88: 124.

Mslmanieh, T., M. Digiaro, T. Elbeaino and G.P. Martelli. 2006c. First record of vien necrosis disease in Syria. Journal of Plant Pathology, 88: 123.

Mslmanieh, T., M. Digiaro, T. Elbeaino, D. Boscia and G.P. Martelli. 2006a. Viruses of grapevine in Syria. EPPO Bulltein, 36: 523-528.

Nakaune, R. and M. Nakano. 2003. RT-PCR diagnosis and diversity of grapevine viruses in Japan. Pages 199-200. In: Extended Abstracts of the 14th Meeting of ICVG, Locorotondo 2003.

Namba, S., D. Boscia, O. Azzam, M. Maixner, J.S. Hu, D. Golino and D. Gonsalves. 1991. Purification and properties of closteroviruslike particles associated with grapevine corky bark disease. Phytopathology, 81: 964-970.

Nieder, G. 1983. Die Enationenkrankheit der rebe erstmal auch in Osterreich nachgewiesen. Pflanzenharzt, 36: 97-98.

Over de Linden, A.L. and E.E. Chamberlain. 1970. Effect of grapevine leafroll virus on vine growth and fruit yield and quality. New Zeland Journal of Agricultural Research, 13: 689-698.

Padilla, V., B. Garcia, I. Ita and F. Benayas. 1997. Grapevine enation disease in Murcia (Spain). Page 48. In : Extended Abstracts 12th Meeting of ICVG, Lisbon 1997.

Pastre, J. 1981. La brunissure de la vigne. Progrés Agricole et Viticole, 12: 219-233.

Petersen, C.L. and J.G. Charles. 1997. Transmission of grapevine leafroll-associated closteroviruses by *Psedococcus longispinus* and *P. calceolariae*. Plant Pathology, 46: 509-515.

Petrovic, N., B. Meng, M. Ravnikar, I. Mavric and D. Gonsalves. 2003. First detection of rupestris stem pitting associated virus particles by antibody to a recombinant coat protein. Plant Disease, 87: 510-514.

Quertani, R., V. Savino, A. Minafra, D. Boscia, M.A. Castellano, G.P. Martelli and N. Greco. 1992. Properties of a previously undescribed grapevine nepovirus from Tunisia. Archives of Virology, 126: 107-117.

Ramel, M.E., P. Serrant, P. Kulling and P. Gugerli. 1993. Monoclonal and polyclonal antibodies for the detection of grapevine fleck associated virus. Pages 161-162. In: Extended Abstracts 11th Meeting of ICVG, Montreux 1993.

Refatti, E. 1966. Su una possibile correlazione fra il virus del complesso dell'arriciamento e la malattia delle enazioni della vite. Rivista di Patologia Vegetale, Ser. IV, 2: 207-217.

Rosciglione, B. and M.A. Castellano. 1985. Further evidence that mealybugs can transmit Grapevine virus A (GVA) to herbaceous hosts. Phytopathologia Mediterranea, 24: 186-188.

Rosciglione, B. and P. Gugerli. 1989. Transmission of grapevine leafroll disease and an associated closterovirus to healthy grapevine by the mealybug *Planococcus ficus* Signoret. Pages 67-69. In: Proceedings of the 9th Meeting of ICVG, Kiryat Anavim 1987.

Rosciglione, B., M.A. Castellano, G.P. Martelli, V. Savino and G. Cannizzaro. 1983. Mealybug transmission of grapevine virus A. Vitis, 22: 331-347.

Routh, G., Y.P. Zhang, P. Saldarelli and A. Rowhani. 1998. Use of degenerate primers for partial sequencing and RT-PCR based assays of grapevine leafroll associated viruses 4 and 5. Phytopathology, 88: 1238-1243.

Rowhani, A., J.K. and D.A. Golino. 1997. A comparison between serological and biological assays in detecting grapevine leafroll associated viruses. Plant Disease, 81 (7): 799-801.

Rubinson, E., N. Galiakparov, S. Radian, I. Sela, E. Tanne and R. Gafny. 1997. Serological detection of grapevine virus A using antiserum to a non structural protein, the putative movement protein. Phytopathology, 87: 1041-1045.

Rüdel, M. 1980. *Xiphinema vuittenexi* (Nematoda: *Dorylaimidae*) Virusüberträger bei Reben. Die Wein-Wissenschaft, 35: 177-194.

Rüdel, M. 1992. Nepoviruses of grapevine and their nematode vectors in the EEC. Pages 23-29. In: Grapevine Viruses and Certification in EEC Countries: State of the Art. G.P. Martelli (ed.). Quaderno No. 3. Istituto Agrronomico Mediterraneo (I. A. M.), Bari, Italy.

Rumbos, I.C. and A. Avgelis. 1985. Natural spread, importance and distribution of yellows, stem pitting and enation disease of grapevine in some viticultural areas of Greece. Phytopathologia Mediterranea, 24: 73-78.

Rumbos, J. 1989. Vein necrosis, fleck and leafroll in *Vitis vinifera* and rootstocks in central Greece. Phytoparasitica, 17: 61.

Russo, M., G.P. Martelli and V. Savino. 1980. Immunosorbent electron microscopy for detecting sap-transmissible viruses of grapevine. Pages 251-257. In: Proceedings of the 7th Meeting of ICVG, Niagra Falls 1980.

Sabanadzovic, S., N. Abou-Ghanem, M.A. Castellano, M. Digiaro and G.P. Martelli. 2000. Grapevine fleck virus-like viruses in Vitis. Archives of Virology, 145: 553-565.

Sabanadzovic, S., N. Abou-Ghanem, P. Saldarelli and G.P. Martelli. 2001. Complete nucleotide sequence and genome organization of grapevine fleck virus. Journal of General Virology, 82: 2009-2015.

Sabanadzovic, S., P. Saldarelli and V. Savino. 1996. Molecular diagnosis of grapevine fleck virus. Vitis, 35: 137-140.

Saldarelli, P., A. Minafra, L. Martinelli, D. Costa, M.A. Castellano and E. Poznanski. 1997. Putative movement proteins of grapevine viruses A and B: Immunodetection *in vivo* and use for transformation of *Nicotiana* plants. Page 145. In: Extended Abstracts 12th Meeting of ICVG, Lisbon 1997.

Saldarelli, P., A. Minafra, R. Garau and G.P. Martelli. 1993. A cloned probe to grapevine virus B. Rivista di Patologia Vegetale, S. V, 3: 15-22.

Saldarelli, P., H. Guglielmi Montano and G.P. Martelli. 1994. Non-radioactive molecular probes for the detection of three filamentous viruses of the grapevine. Vitis, 33: 157-160.

Savino, V., D. Boscia and G.P. Martelli. 1985. Incidence of some graft-transmissible virus-like diseases of grapevine in visually selected and heat treated stocks from Southern Italy. Phytopathologia Mediterranea, 24: 204-207.

Savino, V., D. Boscia and G.P. Martelli. 1989b. Rugose wood complex of grapevine: can grafting to *Vitis* indicators discriminate between diseases?. Pages 91-94. In: Proceeding of the 9th Meeting of ICVG, Kiryat Anavim, 1987.

Savino, V., D. Boscia, D. Musci and G.P. Martelli. 1989a. Effect of legno riccio (stem pitting) on Italia vines grafted onto rootstocks of different origin. Phytopathologia Mediterranea, 24: 68-72.

Scheu, G. 1936. Mein Winzerbuch. Reichnährstand-Verlag, Berlin, 247.

Seddas, A., M.M., Haidar, C. Greif, C. Jacquet, G. Cloquemin and B. Walter. 2000. Establishment of a relationship between grapevine leafroll associated 1 and 3 by use a monoclonal antibodies. Plant Pathology, 49: 80-85.

Sforza, R., V. Komar and C. Greif. 2000. New scale insect vectors of grapevine closteroviruses. Page 14. In: Proceedings of the 13th Meeting of ICVG, Adelaide 2000.

Sim, S.T., A. Rowhani, R. Alkowni and D.A. Golino. 2003. Experimental transmission of *grapevine leafroll-associated virus 5* and *9* by longtailed mealybugs. Pages 211-212. In: Extended Abstracts of the 14th Meeting of ICVG, Locorotondo 2003.

Spreeth, N.A., C.J. Orffer and E.E. Beukman. 1989. Fleck-like symptoms observed on R99 in South Africa. Phytoparasitica, 17: 77-78.

Tanaka, H. 1988. Virus infection of grapevine rootstock varieties in Japan. Bulletin. Fruit Tree Research Station (Yatabe), 15: 83-91.

Tanne, E., E. Dubitsky and H. Bazak. 1991. Preliminary data on the effect of corky bark disease on Thompson seedless vines grafted on various rootstocks. Pages 386-389. In: Proceedings of the 10th Meeting of ICVG, Volos 1990.

Tanne, E., R. Marcus, B. Raccah and E. Dubizky. 1990. A model for the spread of grapevine corky-bark in a vineyard of cv. Thompson seedless. Phytoparasitica, 18: 67.

Tanne, E., Y. Ben-Dov and B. Raccah. 1989. Transmission of closterolike particles associated with grapevine leafroll by mealybugs (Pseudococcidae) in Israel. Pages 71-73. In: Proceeding of the 9th Meeting of ICVG, Kiryat Anavim 1987.

Teliz, D., D. Gonsalves, J. Hu and D. K. Hammer. 1987. Detection of grapevine leafroll-associated closterovirus in recently infected tissue in New York and spread of the disease in Mexico. Pages 109-115. In: Proceeding of the 9th Meeting ICVG, Kiryat Anavim 1987.

Teliz, D., P. Valle, A.C. Goheen and S. Luévano. 1980. Grape corky bark and stem pitting in Mexico. I. Occurrence, natural spread, distribution, effect on yield and evaluation of symptoms in 128 grape cultivars. Pages 51-64. In: Proceedings of the 7th Meeting of ICVG, Niagara Falls 1980.

Triolo, E. and A. Materazzi. 1986. La maculatura infettiva della vite: infeuenza di isolati diversi sull'attitudine alla propagazione vegetative di *Vitis rupestris* St. George. La Recherche Agronomique en Suisse, 26: 320-324.

Uyemoto, J.K., A. Rowhani, D. Luvisi and R. Krag. 2001. New closterovirus in "Redglobe" grape causes decline of grafted plants. California Agriculture, 55 (4): 28-31.

Valat, C. and T.G. Mur. 1976. Thermothérapie du Cardinal Rouge. Progrés Agricole et Viticole, 93: 200-204.

Walter, B. 1992. Quick detection of virus and virus-like diseases of the grapevine. P. 15-22. In G.P. Martelli (ed.), Grapevine viruses and certification in EEC countries: State of the Art. Quaderno No 3, Istituto Agronomico Mediterraneo (I.A.M.), Bari, Italy.

Walter, B. and D. Zimmermann. 1991. Characterization of closterovirus-like particles associated with the grapevine leafroll disease. Pages 62-66. In: Extended Abstracts of the 10th Meeting of ICVG, Volos 1990.

Walter, B., A. Vuittenez, J. Kuszala, J.G. Stocky, J. Burckard and M.H.V. Regenmortel. 1984. Détection sérologique du virus du court noué de la vigne par le test ELISA. Agronomie, 4: 527-534.

Walter, B., P. Bass, R. Legin, C. Martin, R. Vernoy, A. Collas and G. Veselle. 1990. The use of a green-grafting technique for the detection of virus-like diseases of the grapevine. Journal of Phytopathology, 128: 137-145.

Woodham, R.C. and L.R. Krake. 1983. Investigation on transmission of grapevine leafroll, yellow speckle and fleck diseases by dodder. Phytopathologische Zeitschrift, 106: 193-198.

Zhang, Y.P., J.K. Uyemoto, D.A. Golino and A. Rowhani. 1998. Nucloeotide sequence and RT-PCR detection of virus associated with grapevine Rupestris stem pitting disease. Phytopathology, 88: 1231-1237.

Zimmermann, D. 1990. La maladie de l'enroulement de la vigne: caractérisation de quatre particules virales de type closterovirus à l'aide d'anticorps monoclonaux et polyclonaux. Ph. D. thesis, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg. 256 pp.

Zimmermann, D., G. Sommermeyer, B. Walter and M.H.V. Van Regenmortel. 1990. Production and characterization of monoclonal antibodies specific to closterovirus-like particles associated with grapevine leafroll disease. Journal of Phytopathology, 130: 277-288.

Zorloni, A., S. Prati, P.A. Bianco and G. Belli. 2006. Transmission of grapevine virus A and grapevine leafroll-associated virus 3 by *Heliococcus bohemicus*. Journal of Plant Pathology, 88: 325-328.

الفصل الثامن عشر

الأمراض الفيروسية التي تصيب أشجار الفاكهة الأخرى

إيليا الشويري[1]، صلاح الشعبي[2]، جابر ابراهيم فجلة[3] وخالد محي الدين مكوك[4]
(1) فرع وقاية النبات، مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية، تل العمارة، ص.ب. 287 زحلة، لبنان؛
(2) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، ص.ب. 113، دوما، دمشق، سورية؛
(3) كلية الزراعة، جامعة الاسكندرية، الاسكندرية، مصر؛ (4) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا)، حلب، سورية

المحتويات

1. المقدمة
2. الزيتون
1.2. الفيروسيات التي تصيب الزيتون في المنطقة العربية
1.1.2. الفيروس المرافق لاصفرار أوراق الزيتون
2.1.2. فيروس التبقع الحلقي الكامن على الزيتون
3.1.2. فيروس الزيتون الكامن-1
4.1.2. فيروس الزيتون الكامن-2
5.1.2. فيروس موزاييك الأرابيس
6.1.2. فيروس موزاييك الخيار
7.1.2. فيروس التفاف أوراق الكرز
8.1.2. فيروس التبقع الحلقي الكامن للفريز/الفراولة
3. التين
1.3. الفيروسيات التي تصيب التين في المنطقة العربية
1.1.3. الفيروس المرافق لتبرقش أوراق التين 1
2.1.3. الفيروس المرافق لتبرقش أوراق التين 2
4. الموز
1.4 .الفيروسيات التي تصيب الموز في المنطقة العربية
4.1.1. فيروس تبوق قمة الموز
2.1.4. فيروس موزاييك الخيار
3.1.4 . فيروس تخطط الموز
5. استنتاجات عامة
6. المراجع

---

1. المقدمة

تصاب بعض محاصيل الفاكهة المهمة كالزيتون والتين والموز كغيرها من الأشجار المثمرة بفيروسات مختلفة، إلاّ أن الدراسات في هذا المجال محدودة أو أن الإصابة بهذه الفيروسات لا تسبب خسارة اقتصادية عالية، أو أن انتشارها لايزال محدوداً. وبالتالي فقد إرتأنياً أن تجمع

فيروسات هذه المحاصيل في فصل واحد تحت عنوان الأمراض الفيروسية التي تصيب محاصيل الفاكهة الأخرى.

2. الزيتون

تحتل شجرة الزيتون (*Olea europea* L.) المرتبة الأولى بين الأشجار المثمرة من حيث المساحة التي تشغلها في كثير من الدول العربية كتونس وسورية، وقدرت المساحة المزروعة بالزيتون في المنطقة العربية عام 2005 بحوالي 3 مليون و 68 ألف هكتار، وهي تمثل حوالي 40.95% من المساحة المزروعة بالزيتون في العالم. وقدر إنتاج الدول العربية من ثمار الزيتون بحوالي 2 مليون 807 ألف طن، وهي تمثل حوالي 31.16% من الإنتاج العالمي (جدول 1).

تحتل تونس المرتبة الأولى في المساحة المزروعة بأشجار الزيتون في الدول العربية، والمرتبة الثانية بعد إسبانيا على الصعيد العالمي، بينما احتلت سورية والمغرب المرتبة الثانية على المستوى العربي، والسادسة على الصعيد العالمي.

إن المسوحات الحقلية لفيروسات الزيتون التي تمت في المنطقة العربية كانت محدودة جداً مقارنة مع المسوحات الميدانية التي جرت على الأمراض الفيروسية على باقي الزراعات الحقلية. بينت نتائج مسح أولي تناول 84 عينة من الزيتون جمعت من 26 موقعاً من مصر ولبنان وفلسطين وتونس تمثل 25 صنفاً من الزيتون، أن 65% من العينات كانت مصابة وذلك بناء لتحليل الحمض النووي الريبي ثنائي السلسلة (dsRNA) (Saponari *et al.*, 2002a).

وفي دراسة على أشجار الزيتون في لبنان شملت 31 موقعاً وجمع فيها 300 عينة زيتون من 76 بستاناً ممثلة أهم الأصناف (صوري، بلدي، عيروني، شامي وسموكموكي)، بلغت نسبة الإصابة 31% من العينات وكان الفيروس المرافق لاصفرار أوراق الزيتون (OLYaV) هو الأكثر انتشاراً (23.7%). كما وجدت فيروسات أخرى بنسب أقل مثل فيروس الزيتون الكامن-1 (OLV-1)، فيروس التفاف أوراق الكرز (CLRV)، فيروس موزاييك الأرابيس (ArMV) وفيروس التبقع الحلقي الكامن للفريز/الفراولة (SLRSV) (Fadel *et al.*, 2005).

وفي دراسة لـ 80 بستاناً للزيتون موزعة في ست مناطق رئيسية لزراعة الزيتون في سورية (حلب، إدلب، اللاذقية، طرطوس، درعا وحماة). شملت أهم الأصناف المحلية المزروعة، أمكن الكشف عن ثمانية فيروسات وهي فيروس موزاييك الأرابيس (ArMV)، فيروس التفاف أوراق الكرز (CLRV)، فيروس التبقع الحلقي الكامن للفريز/الفراولة (SLRSV)، فيروس الزيتون الكامن-1 (OLV-1)، الفيروس المرافق لاصفرار أوراق الزيتون (OLYaV)، فيروس موزاييك الخيار (CMV)، فيروس الزيتون الكامن-2 (OLV-2) وفيروس التبقع الحلقي الكامن على الزيتون (OLRSV) (العبد الله وآخرون، 2007؛ Al Abdullah *et al.*, 2005).

جدول 1. المساحات المزروعة من الزيتون، التين والموز وإنتاجيتها في معظم البلدان العربية حسب إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) لعام 2006 .

البلد	المساحة المحصودة (1000 هكتار)			الكمية المنتجة (1000 طن)		
	الزيتون	**التين**	**الموز**	**الزيتون**	**التين**	**الموز**
مصر	49.00	29.00	21.00	310.00	170.00	880.00
الأردن	64.52	0.54	1.29	113.07	3.37	32.18
الجزائر	239.35	46.59	0.01	316.49	69.80	0.28
ليبيا	130.86	1.99	-*	211.27	5.60	-*
الكويت	0.03	-*	-*	0.04	-*	-*
لبنان	58.00	1.40	2.80	90.00	6.90	81.20
المغرب	504.70	43.8	5.30	517.30	82.60	190.00
فلسطين	22.00	0.11	2.75	29.00	1.40	117.79
سورية	500.00	10.00	0.03	620.00	49.80	0.75
تونس	1500.00	15.00	-*	600.00	25.00	-*
اليمن	-*	0.52	9.08	-*	4.87	89.91
السودان	-*	-*	2.36	-*	-*	77.79
سلطنة عمان**	-*	-*	0.99	-*	-*	14.00
مجموع البلدان العربية	3068.46	148.92	45.16	2807.17	426.34	1483.90
العالم	7315.08	408.34	4742.71	9001.45	1024.53	67139.57
نسبة ما تزرعه وتنتجه البلدان العربية مقارنة بالعالم	41.95	36.47	0.95	31.16	41.61	2.21

-*: لايوجد بيانات.

** احصاءات 1994 (De Langhe, E. 2002: Annex 4).

1.2. الفيروسيات التي تصيب الزيتون في المنطقة العربية

تصاب أشجار الزيتون على المستوى العالمي بأمراض فيروسية مختلفة، وقد سجل عليها مؤخراً 14 فيروساً ممرضاً في الطبيعة (Martelli, 1998, 2002؛ Cardoso *et al.*, 2005). وقد تباين انتشار المسببات الممرضة الفيروسية المنشأ ما بين دولة وأخرى (Martelli, 1999؛ Saponari *et al.*, 2002a)، ويعد انتقال هذه الفيروسات بواسطة مادة الإكثار النباتية الملوثة الطريقة الأكثر شيوعاً، لا سيما وأن الزيتون يكاثر في معظم هذه الدول بواسطة تجذير العقل (EPPO Standards, 1998).

لا تعرف الحالة الصحية لأشجار الزيتون من حيث إصابتها بالأمراض الفيروسية في معظم الدول العربية باستثناء بعض المحاولات الأولية كتلك التي جرت مؤخراً في لبنان (Saponari *et al.*, 2002a؛ Fadel *et al.*, 2005) وفي سورية (مندو وآخرون، 2005؛ Al Abdullah *et al.*, 2005) وفي بعض الدول العربية الأخرى مثل مصر، فلسطين وتونس (Saponari *et al.*, 2002a) (جدول 2).

وفي الفقرات التالية سنلخص المعلومات المتوفرة عن أهم الفيروسات التي تصيب الزيتون والتي تم التأكد من وجودها في المنطقة العربية.

1.1.2. الفيروس المرافق لاصفرار أوراق الزيتون
Olive leaf yellowing-associated virus (OLYaV، فصيلة *Closteroviridae*)

يتألف معقد اصفرار الأوراق (leaf-yellowing complex) من ثلاث أنماط من الأعراض "اصفرار العروق "vein yellowing (Faggioli & Barba, 1995) و"اصفرار الأوراق "leaf yellowing و"التبرقش الأصفر مع التراجع "yellow mottling and decline (Savino *et al.*, 1996). بينت الدراسات الجزيئية الحديثة وجود جينات محافظة في هذا الفيروس تقود لتكوين بروتينات مشتركة، مثل: (RdRp) RNA-dependent RNA polyrenase، Heat shock protein 70 homolgue (HSP70) و Heat shock protein 90 (HSP90)، وهي تحتل ما يقارب 5500 نيوكليوتيد من المجين وبالتالي تؤشر إلى انتماء هذا الفيروس إلى جنس *Closterovirus* (Elbeaino *et al.*, 2005؛ Sabanadzovic *et al.*, 1999).

تظهر أعراض اصفرار على أوراق الزيتون المصابة بفيروس OLYaV (شكل 1). لاينتقل هذا الفيروس ميكانيكياً، إلا أنه ينتقل عبر التطعيم إلى أشجار زيتون سليمة (Martelli, 1999).

ولقد بينت دراسة أولية وجود تتابع للحمض النووي الريبي لفيروس OLYaV في حشرة البسيلا *Euphyllura olivine* Costa وداخل حشرة قشرية غير محددة الصنف، مما يدفع الاعتقاد إلى إمكانية نقلها بهذه الحشرات (Sabanadzovic *et al.*, 1999).

يعتبر هذا الفيروس هو الأكثر انتشاراً في لبنان من خلال المسح الذي تم في عام 2004، إذ بلغت نسبة الإصابة 23.7% (Fadel *et al.*, 2005). أما في سورية فقد بلغت نسبة إصابته العامة 14.3% وتراوحت ما بين 5.6% (محافظة درعا) و25% (محافظة حماه) (Al Abdullah *et al.*, 2005). كما سجل مؤخراً في مصر وفي تونس (Essakhi *et al.*, 2006).

يكشف عن هذا الفيروس بالتفاعل التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) باستخدام بادئات متخصصة (Al Abdullah *et al.*, 2005؛ Essakhi *et al.*, 2006؛ Fadel *et al.*, 2005).

يعدّ استخدام مادة الإكثار النباتية الموثقة الخالية من الفيروس الطريقة الوحيدة للحد من انتشار هذا الفيروس.

جدول 2. الفيروسات التي تصيب أشجار الزيتون، التين والموز في المنطقة العربية.

الأسم العربي	الأسم العلمي	الأسم المختصر	الجنس	العائلة/الفصلية
1. الفيروسات التي تصيب الزيتون				
الفيروس المرافق لاصفرار أوراق الزيتون	Olive leaf yellowing-associated virus	OLYaV	غير محدد	*Closteroviridae*
فيروس التبقع الحلقي الكامن على الزيتون	*Olive latent ringspot virus*	OLRSV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس الزيتون الكامن-1	*Olive latent virus 1*	OLV-1	*Necrovirus*	*Tombusviridae*
فيروس الزيتون الكامن-2	*Olive latent virus 2*	OLV-2	*Oleavirus*	*Bromoviridae*
فيروس موزاييك الأرابيس	*Arabis mosaic virus*	ArMV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس موزاييك الخيار	*Cucumber mosaic virus*	CMV	*Cucumovirus*	*Bromoviridae*
فيروش التفاف أوراق الكرز	*Cherry leaf roll virus*	CLRV	*Nepovirus*	*Comoviridae*
فيروس التبقع الحلقي الكامن للفريز/الفراولة	*Strawberry latent ringspot virus*	SLRSV	*Sadwavirus*	غير محددة
2. الفيروسات التي تصيب التين				
الفيروس المرافق لتبرقش أوراق التين 1*	Fig leaf mottle-associated virus 1*	FLMaV-1	*Closterovirus*	*Closteroviridae*
الفيروس المرافق لتبرقش أوراق التين 2*	Fig leaf mottle-associated virus 2*	FLMaV-2	*Closterovirus*	*Closteroviridae*
3. الفيروسات التي تصيب الموز				
فيروس تبوق قمة الموز	*Banana bunchy top virus*	BBTV	*Babuvirus*	*Nanoviridae*
فيروس موزاييك الخيار	*Cucumber mosaic virus*	CMV	*Cucumovirus*	*Bromoviridae*
فيروس تخطط الموز	*Banana streak virus*	BSV	*Badnavirus*	*Badnavirus*

* تسمية وتقسيم الفيروس المستخدم في هذا الجدول هو مقترح، إلا أنه لم يعتمد حتى الآن من قبل اللجنة الدولية لتقسيم الفيروسات.

2.1.2. فيروس التبقع الحلقي الكامن على الزيتون

(*Olive latent ringspot* virus (OLRSV)، جنس *Nepovirus*، فصيلة *Comoviridae*)

تم الكشف عن فيروس OLRSV في سورية فقط، وكانت نسبة انتشاره بمعدل 11.5% موزعة على الشكل الآتي: 7% في محافظة حلب، 13.2% في محافظة ادلب، 22.9% في طرطوس، 13.3% في اللاذقية، 9% في درعا و8.3% في حماه (Al Abdullah *et al.*, 2005).

تم الكشف عن هذا الفيروس عبر تحليل 300 عينة من سورية بواسطة التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) باستخدام بادئات متخصصة (Grieco *et al.*, 2000).

للحد من انتشار فيروس OLRSV يجب اعتماد مادة نباتية موثقة، خالية من الفيروس.

3.1.2. فيروس الزيتون الكامن-1

(*Olive latent virus 1* (OLV-1)، جنس *Necrovirus*، فصيلة *Tombusviridae*)

لا يبدي فيروس OLV-1 أي أعراض على أشِجار الزيتون في الطبيعة، وينتقل هذا الفيروس عبر الغراس المصابة إضافة إلى تواجده في أزهار وبذور وشتلات الزيتون (Saponari *et al.*, 2002b). تم الكشف عن وجود فيروس OLV-1 في سورية بمعدل 6% وكانت نسبة انتشاره في المحافظات السورية على الشكل الآتي: 2.6% في محافظة حلب، 6.6% في محافظة ادلب، 20% في طرطوس و6.7% في اللاذقية (Al Abdullah *et al.*, 2005). كما تم الكشف عن فيروس OLV-1 في مصر والأردن (Martelli *et al.*, 1995). كما تم تسجيل فيروس OLV-1 في لبنان، حيث كانت نسبة الإصابة 13.6% في الجنوب، 4% في جبل لبنان و 20% في سهل البقاع (Fadel *et al.*, 2005).

يتم الكشف عن فيروس OLV-1 عبر نقله ميكانيكياً إلى بعض النباتات العشبية الدالة مثل *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn.، *C. quinoa* Willd.، *Cucumis sativus* L.، *Nicotiana benthamiana* Domin. و *N. clevelandii* Gray. كما يمكن تشخيص هذا الفيروس باعتماد التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Grieco *et al.*, 2000). وينصح باعتماد مادة نباتية موثقة للحد من انتشار فيروس OLV-1.

4.1.2. فيروس الزيتون الكامن-2

(*Olive latent virus 2* (OLV-2)، جنس *Oleavirus*، فصيلة *Bromoviridae*)

لا يعطي فيروس OLV-2 أعراضاً ظاهرية على أشجار الزيتون ومن هنا أطلق عليه فيروس الزيتون الكامن، كما ينتقل عبر المادة النباتية المصابة.

تم الكشف عن فيروس OLV-2 في سورية بنسبة متدنية بلغت 2% حيث كان انتشاره محصوراً في حلب (2.6%)، طرطوس (5.7%) واللاذقية (3.3%) (Al Abdullah *et al.*, 2005).

من طرائق الكشف المعتمدة لتشخيص فيروس OLV-2 انتقال هذا الفيروس ميكانيكياً إلى بعض النباتات الدالة مثل *C. quinoa*، *Gomphrena globosa* و *N. benthamian*. كما يمكن الكشف عن وجود هذا الفيروس بالتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Grieco *et al.*, 2000). إن الطريقة الوحيدة للحد من انتشار هذا الفيروس هو اعتماد مادة نباتية موثقة أي خالية من الفيروس ومطابقة للصنف.

5.1.2. فيروس موزاييك الأرابيس

***Arabis mosaic virus* (ArMV، جنس *Nepovirus*، فصيلة *Comoviridae*)**

جسيم الفيروس شبه كروي متساوي الأبعاد قطره حوالي 30 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من قطعتين من الحمض النووي الريبي أحادي السلسلة (RNA-1 و RNA-2).

لا يبدي فيروس ArMV أعراضاً مميزة على الزيتون، وينتقل هذا الفيروس عبر المادة النباتية المصابة وبأنواع متعددة من النيماتودا أهمها *Xiphinema diversicaudatum* (Dalmasso *et al.*, 1972).

سجل هذا الفيروس لأول مرة على أشجار الزيتون في لبنان بشكل محدود (0.3%) وكان محصوراً في محافظة جبل لبنان (Fadel *et al.*, 2005)، وكذلك في سورية حيث كانت نسبة انتشاره محدودة أيضاً (0.7%) حيث وجد فقط في محافظتي حلب وإدلب (Al Abdullah *et al.*, 2005).

يتم الكشف عن فيروس ArMV بالتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Grieco *et al.*, 2000). وللوقاية من الإصابة به ينصح باعتماد مادة نباتية موثقة.

6.1.2. فيروس موزاييك الخيار

***Cucumber mosaic virus* (CMV، جنس *Cucumovirus*، فصيلة *Bromoviridae*)**

يعتبر فيروس CMV من الفيروسات الواسعة الانتشار، حيث يصيب عوائل نباتية مختلفة عشبية وأشجار ومنها الزيتون. بالنسبة إلى الصفات العامة والمدى العوائلي لهذا الفيروس يمكن الرجوع إلى فصل الفيروسات التي تصيب القرعيات (الفصل السابع).

سجل فيروس CMV على أشجار الزيتون فقط في سورية وهو الأكثر انتشاراً (22.7%) حيث وجد في محافظات حلب (21%)، إدلب (24.2%)، طرطوس (11.4%)، اللاذقية (26.7%)، درعا (33.3%)، وحماه (33.3%) (Al Abdullah *et al.*, 2005). لم يتم إجراء مسوحات عن انتشار هذا الفيروس على الزيتون في باقي الدول العربية رغم نسبة انتشاره الكبير في سورية.

ينتقل فيروس CMV في الزيتون عن طريق الأصول والطعوم المصابة، كما أنه من الممكن انتقاله بحشرة المنّ غير أن هذه المعلومة لم تؤكد بالنسبة للزيتون تحت الظروف الحقلية (Martelli, 2002).

يحدد وجود هذا الفيروس في أشجار الزيتون عن طريق التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Grieco *et al.*, 2000). كما أمكن الكشف عن فيروس CMV في

عينات الزيتون بواسطة اختبار اليزا في العينات القادمة من الحقل وذلك في كل من البرتغال واسبانيا (Rei *et al.*, 1993)، بينما لم ينجح هذا الإختبار في ايطاليا (Martelli *et al.*,2002).

يمكن الوقاية من الفيروس عن طريق استخدام مادة الإكثار النباتية الموثقة الخالية من الفيروس والمطابقة للصنف.

7.1.2. فيروس التفاف أوراق الكرز

(*Comoviridae* فصيلة ،*Nepovirus* جنس ،CLRV) *Cherry leaf roll virus*

جسيم الفيروس شبه كروي متساوي الأبعاد، يبلغ قطره 28 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي وحيد السلسلة ويتوزع في جزئين. تختلف عزلات الفيروس مصلياً/سيرولوجياً وفقاً لنوع النبات مصدر هذه العزلات (Jones, 1985).

يحدث فيروس CLRV أمراضاً مختلفة على أشجار اللوزيات/الحلويات وورد الليلاك والزيتون والدردار والجوز مؤديا إلى أضراراً جسيمة وبنوع خاص على الجوز وفي بعض الحالات لدى أشجار اللوزيات (Mircetich *et al.*, 1985؛ Nemeth, 1986)، كما يصيب هذا الفيروس تجريبياً أنواعاً عديدة من النباتات العشبية تنتمي لأكثر من 36 فصيلة نباتية (Nemeth, 1986).

حسب الدراسات والمسوحات التي تمت في المنطقة العربية لا تبدي أشجار الزيتون المصابة بهذا الفيروس أعراضا مميزة. وينتقل فيروس التفاف أوراق الكرز طبيعياً بواسطة غبار الطلع في بعض العوائل النباتية وخاصة الجوز والبتيولا والبوقيصا/الدردار. تم الكشف عن فيروس CLRV في أزهار وبذور وشتيلات الزيتون (Saponari *et al.*, 2002b). ينتقل الفيروس إلى البساتين المنشأة حديثاً من خلال زراعة مادة الإكثار النباتية المصابة التي إنتقل إليها الفيروس بواسطة التطعيم.

اكتشف وجود الفيروس حديثاً على أشجار الزيتون بنسب ضئيلة (2%) في لبنان وكان وجوده في جميع المحافظات (Fadel *et al.*, 2005)، وكذلك في سورية (حوالي 15%) حيث وجد في جميع المحافظات خاصة في درعا وحماة (Al Abdullah *et al.*, 2005).

من الممكن الكشف عن فيروس CLRV في عينات الزيتون بواسطة التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Grieco *et al.*, 2000). للوقاية من الإصابة بهذا الفيروس تطبق الإجراءات نفسها المعتمدة للوقاية من الفيروسات الأخرى.

8.1.2. فيروس التبقع الحلقي الكامن للفريز/الفراولة

(*Strawberry latent ringspot virus*، SLRSV، جنس *Sadwavirus*)

جسيم الفيروس متساوى الأبعاد، يبلغ قطره 30 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبي وحيد السلسلة موزع في جسيمات تختلف في معامل ترسيبها. يشكل الحمض النووي حوالي 38% من كتلة الفيروس، بينما تبلغ نسبة البروتين 62%. تختلف عزلات هذا الفيروس فيما بينها في الأعراض التي تحدثها، ويتشابه الكثير منها مصلياً/سيرولوجياً.

يصيب فيروس SLRSV عوائل نباتية متعددة عشبية وأشجار فاكهة محدثا أعراضا حرجة في حالات متعددة. بالنسبة إلى الزيتون، تبين في ايطاليا أن هذا الفيروس قد يحدث تشوها في الثمار من صنف "*Ascolana tenera*" حيث تبدو هذه الأخيرة محدبة (شكل 1) إضافة إلى ظهور أوراق ضعيفة ونمو شجيري مع تدن في الإنتاج (Marte *et al.*, 1986). تبين في البرتغال أن فيروس SLRSV قد يحدث نفس الأعراض على أصناف Negria و Galega ويسبب تدنياً في تجذر العقل، إضافة إلى تواجده على 15 صنفاً من الزيتون مسبباً أعراضاً على بعض منهم (Henriques *et al.*, 1992) شبيهة بتلك التي وصفت في ايطاليا (Savino *et al.*, 1979)، بينما لم تظهر أية أعراض في حالات الإصابة المسجلة في اسبانيا (Bertollini *et al.*, 1998). أما بالنسبة إلى المنطقة العربية فانه بالرغم من تسجيل هذا الفيروس في كل من لبنان وسورية (Fadel *et al.*, 2005 ؛Al Abdullah *et al.*, 2005) إلا أنه لم يتم الاشارة إلى أعراضٍ واضحة ذات صلة بفيروس SLRSV. ينتقل فيروس SLRSV بواسطة التطعيم إلى النباتات الخشبية.

سجل فيروس SLRSV لأول مرة في لبنان بنسبة ضئيلة (0.3%) وذلك على شجرة زيتون واحدة في جنوب لبنان (Fadel *et al.*, 2005)، بينما كان انتشاره أكبر في سورية حيث بلغت نسبة الإصابة 5.7% (Al Abdullah *et al.*, 2005).

تعدّ الاختبارات المصلية ولا سيما اختبار إليزا الأسرع في الكشف عن هذا الفيروس في نباتات الزيتون (Rei *et al.*, 1993)، ويعتبر التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) الأكثر دقة للكشف عن فيروس SLRSV (Grieco *et al.*, 2000).

للوقاية والحد من انتشار فيروس SLRSV، يعدُ استخدام غراس سليمة موثقة خضعت للانتخاب الصحي والوراثي الأسلوب الأمثل للحد من انتشار هذا الفيروس عند إنشاء البساتين الجديدة.

3. التين

من المعروف أن شجرة التين نشأت في منطقة الشرق الأدنى ومن ثم إنتشرت إلى باقي بلدان البحر الأبيض المتوسط، ومنها إلى باقي دول العالم. تتحمل شجرة التين الظروف القاسية مثل الجفاف والتربة الكلسية وثمارها يمكن استخدامها طازجة أو مجففة وهي عالية القيمة الغذائية. إن إنتاجية التين في المنطقة العربية متباينة وهي تتأثر كثيراً بنسبة هطول الأمطار، الظروف البيئية ومواصفات التربة.

تعتبر المسوحات الحقلية لفيروسات التين التي تمت في المنطقة العربية محدودة جداً، ولم يكشف عن فيروسات التين إلاّ حديثاً في لبنان وتونس (Elbeaino *et al.*, 2006, 2007a, 2007b؛ Nahdi *et al.*, 2006). عند دراسة حقلية في المناطق المختلفة في لبنان أمكن ملاحظة أعراض فيروسية مختلفة مثل تبرقش الأوراق الأصفر، تلطخ الأوراق، شفافية العروق، تريش العروق، بقع حلقية أو خطوط صفراء اللون على الأوراق، تشوه في الأوراق (شكل 1) (الشويري، معلومات قيد النشر) شبيهة بتلك التي يحدثها موزاييك التين (Appiano *et al.*, 1990). بلغت نسبة الإصابة 67.6% في العينات التي جمعت وعليها أعراض توحي بإصابة فيروسية، وكانت الإصابة بفيروس FLMaV-1 هي الأعلى (Elbeaino *et al.*, 2007b).

وفي مسح حقلي للفيروسات التي تصيب أشجار التين في تونس كانت نسبة الإصابة بالفيروس المرافق لتبرقش أوراق التين 1 (FLMaV-1) مرتفعة (Nahdi *et al.*, 2006) إضافة إلى وجود الفيروس المرافق لتبرقش أوراق التين 2 (FLMaV-2) (نهدي، معلومات غير منشورة). كما نشير إلى أن فيروس موزاييك التين (fig mosaic disease) كان قد سجل سابقاً في تونس (Martelli *et al.*, 1993).

وفي دراسة لانتشار مرض تبرقش التين الفيروسي في 13 محافظة في الأردن تبين أن 95.3% من جميع الأشجار وشتول التين التي شملتها الدراسة مصابة بمرض تبرقش التين الفيروسي خاصة في محافظات الرمثا، العاصمة (ناعور)، الكرك ومعان بينما سجلت أقل نسبة إصابة (72.4%) في محافظة اربد، وتبين بأن جميع أصناف التين التي تزرع في الأردن هي حساسة لهذا المرض (المغربي وانفوقة، 2000).

1.3. الفيروسيات التي تصيب التين في المنطقة العربية

تظهر على أشجار التين أعراض فيروسية كثيرة (تبرقش الأوراق الأصفر، الموزاييك، شفافية العروق، تجعد الأوراق، الخ) مما عرف بمرض موزاييك التين وذلك على المستوى العالمي (Condit & Horne, 1933). لم تعرف المسببات المرضية لهذا المرض غير أنه تاريخيا تم

الكشف عن وجود بعض الأجسام المحتواة (Inclusion bodies) الناتجة عن الإصابة بالفيروسات التابعة لجنس *Potyvirus* في بعض العينات المصابة في كرواتيا (Grbelja, 1983) واسبانيا (Serrano *et al.*, 2004)، أو تلك لجنس *Carlavirus* في اليابان (Doi, 1989).

تم حديثاً تحديد الفيروسين FLMaV-1 و FLMaV-2 في ايطاليا (جدول 2) وهي الفيروسات التي عمل عليها في بعض دول المنطقة العربية (جدول 3).

1.1.3. الفيروس المرافق لتبرقش أوراق التين 1 (FLMaV-1)

Fig leaf mottle–associated virus 1 (FLMaV-1)، جنس *Closterovirus*، فصيلة *Closteroviridae*)

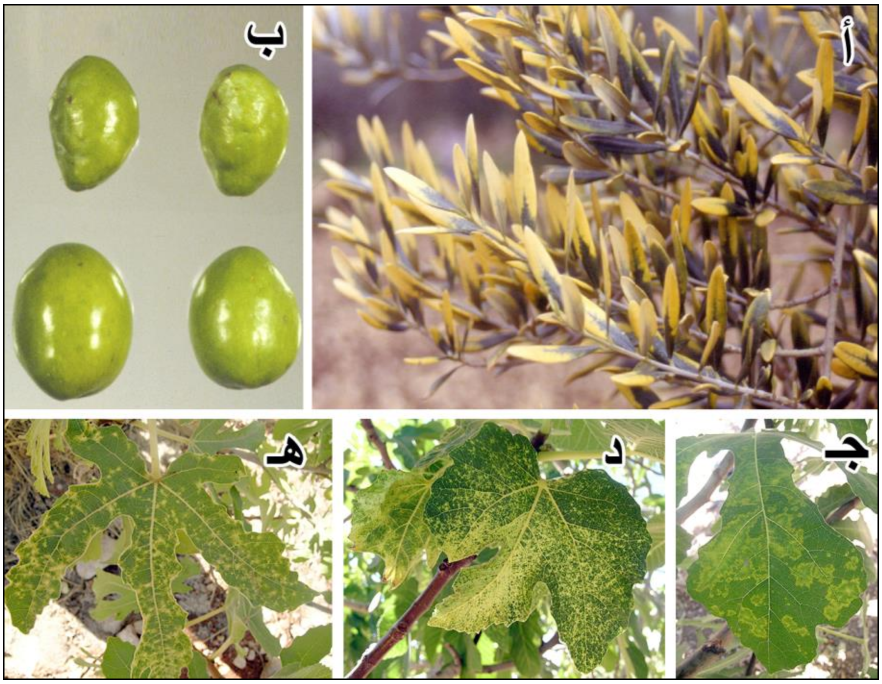
جسيمات هذا الفيروس خيطية الشكل، يبلغ طولها حوالي 1500 نانومتراً، وتسبب الإصابة بهذا الفيروس التأثيرات الخلوية للفيروس شبيهة بتلك التي يسببها فيروسات جنس *Closterovirus* داخل الأنسجة الغربالية/اللحائية (Martelli & Russo, 1984). تم عزل فيروس FLMaV-1 من شجرة تين "صنف Canestrelle" في ايطاليا تحمل أعراض تبرقش الأوراق الأصفر وشفافية في العروق (Elbeaino *et al.*, 2006). لا ينتقل هذا الفيروس ميكانيكياً إلى النباتات العشبية الدالة مثل *Chenopodium amaranticolor*، *C. quinoa*، *Cucumis sativus*، *Gomphrena globosa*، *Nicotiana benthamiana*، *N. cavicola* و *N. occidentalis* (Elbeaino *et al.*, 2006).

يعتبر هذا الفيروس هو الأكثر انتشاراً في لبنان، إذ بلغت نسبة الإصابة به 47% خاصة في صنف الأسود (80%) وفي منطقة جبل لبنان (95%)، أما في الأصناف الأخرى فقد تراوحت نسبة الإصابة ما بين 28.6 و55.6%، وتباينت نسبة الإصابة في المناطق المختلفة ما بين 12.5 و 40.7% (Elbeaino *et al.*, 2007b).

أشارت دراسات أجريت في تونس إلى انتشار كبير لفيروس FLMaV-1 (Nahdi *et al.*, 2006) حيث بلغت نسبة الإصابة 36.4% (نهدي، معلومات غير منشورة).

ينقل هذا الفيروس بالمادة النباتية المصابة، كما يكشف عنه بالتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) باستخدام بادئات متخصصة مصممة بناء على التتابع النيوكليوتيدي للجين HSP70 (Elbeaino *et al.*, 2006).

يعدّ استخدام مادة الإكثار النباتية الموثقة الخالية من الفيروس الطريقة الوحيدة للحد من انتشار هذا الفيروس.



شكل 1. أعراض اصفرار أوراق الزيتون الناتجة عن الإصابة بفيروس المرافق لاصفرار أوراق الزيتون (OLYaV) (أ)؛ أعراض تشوه ثمار الزيتون الناتجة عن الإصابة بفيروس التبقع الحلقي الكامن للفريز/الفراولة (SLRSV) (ب)؛ الأعراض المرافقة للإصابة بالفيروس المرافق لتبرقش أوراق التين 1 (FLMaV-1) أو بالفيروس المرافق لتبرقش أوراق التين 2 (FLMaV-2) على أوراق أشجار التين المصابة (جـ، د، هـ).

2.1.3. الفيروس المرافق لتبرقش أوراق التين 2

Fig leaf mottle–associated virus 2 (FLMaV-2، جنس *Closterovirus*، فصيلة *Closteroviridae*)

تم عزل فيروس FLMaV-2 في ايطاليا من شجرة تين مصدرها الجزائر عليها أعراض تبرقش الأوراق الأصفر مع شحوب لعروق الأوراق وهي مجهولة الصنف. جسيمات هذا الفيروس عصوية الشكل، يبلغ طولها حوالي 2100 نانومتراً وقطرها 12 نانومتراً (Elbeaino *et al.*, 2007a). ينتقل هذا الفيروس عبر المادة النباتية المصابة من خلال التكاثر عبر العقل أو عبر التطعيم.

سجل انتشار هذا الفيروس لأول مرة في لبنان بنسبة بلغت 29.4%، وكانت مرتفعة جداً في البقاع الشمالي (57%) (Elbeaino *et al.,* 2007b)، وكان أكثر الأصناف تأثراً بالإصابة هو الصنف البياضي. كما تم تسجيل فيروس FLMaV-2 في تونس بنسبة 13.3% وحيث كان صنف بيوضهي هو الأكثر إصابة (نهدي، معلومات غير منشورة). يمكن الكشف عن هذا الفيروس بواسطة التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Elbeaino *et al.,* 2007a). لم ينجح نقل فيروس FLMaV-2 ميكانيكياً على النباتات الدالة العشبية مثل *Chenopodium amaranticolor*، *C. quinoa*، *Cucumis sativus*، *Gomphrena globosa*، *Nicotiana benthamiana*، *N. cavicola* و *N. occidentalis* (Elbeaino *et al.*, 2006).

ينصح باعتماد مادة نباتية موثقة أي خالية من الفيروس للحد من انتشار فيروس FLMaV-2.

4. الموز

يعتبر الموز من أهم محاصيل الفاكهة الاستوائية ويحتل مركزاً كبيراً في التجارة العالمية حيث يؤدي دوراً هاماً في اقتصاد كثير من الدول لإقبال المستهلك عليه أكثر من باقي الفاكهة الأخرى لحلاوة طعمه ونكهته المميزة وإمكانية توافره بالأسواق طول العام علاوة على قابلية ثماره للنقل والتداول والتخزين.

يحتوى لب ثمرة الموز الناضجة على حوالي 33% كربوهيدرات وكميات قليلة من البروتين والدهون ونسبة عالية من عناصر البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والفوسفور والصوديوم وكميات أقل من العناصر الصغرى مثل النحاس والحديد واليود والمنجنيز والزنك وبه عدد من الفيتامينات أهمها فيتامين أ و ب وج.

إن معظم إنتاج شمال أفريقيا من الموز يتركز في مصر حيث يحتل الموز المكانة الرابعة بها من حيث الأهمية الاقتصادية في تجارة الفاكهة بعد الموالح/الحمضيات والعنب والمانجو. ويلي مصر في ذلك المغرب والتي حدث فيها توسع كبير في إنتاج الموز تحت المحميات، ثم السودان وجزر القمر والصومال. أما باقي الدول العربية فأكبرها إنتاجاً للموز هي اليمن يليها لبنان، الأردن وسلطنة عمان ثم الضفة الغربية في فلسطين، ويبين الجدول 1 المساحات المزروعة بالموز وكمية الانتاج في الدول العربية المختلفة.

1.4. الفيروسات التى تصيب الموز في المنطقة العربية

يصاب الموز بعدة أمراض فيروسية هي فيروس موزاييك الخيار (CMV)، فيروس تبوق قمة الموز (BBTV)، فيروس تخطط الموز (BSV)، فيروس موزاييك قنابة الموز (BBMV)، فيروس الموزاييك الخفيف للموز (BMMV) وفيروس الموز X (BVX) . وقد سجل على الموز في البلدان العربية ثلاث فيروسات هى فيروسCMV، BBTV و BSV.

1.1.4. فيروس تبوق قمة الموز

(*Banana bunchy top virus* BBTV، جنس *Babuvirus*، فصيلة *Nanoviridae*)

الصفات العامة- سجل هذا الفيروس لأول مرة على الموز في فيجى عام 1953 (Brunt *et al.*, 1996). لهذا الفيروس مرادف هو تبوق قمة أباكا. جسيمات الفيروس متساوية الأبعاد، غير مغلفة، قطرها 18–20 نانومتراً، بدون ترتيب واضح للكابسوميرات. يتكون جينوم/مجين الفيروس من حمض نووي ريبي منزوع الأوكسجين أحادي السلسلة حلقي، أما البروتين فهو عبارة عن نوع واحد أساسي ذات وزن جزئي 20.1 كيلو دالتون. يتكون مجين هذا الفيروس من عدة مكونات (Yeh *et al.*, 1994)، تبين لاحقاً أنها ستة مكونات على الأقل وأمكن توصيفهم (Dugdale *et al.*, 1998؛ Rezk, 2001). كما أمكن توصيف ثلاثة مكونات جديدة اضافية من عزلات الفيروس المعزولة من تايوان، وأظهرت نتائج الدراسات أن الثلاث مكونات الإضافية هي عبارة عن توابع الحمض النووي الريبي المنزوع الاكسجين (Satellite DNAS) ولا توجد هذه التوابع في العزلات الاسترالية للفيروس (Dugdale *et al.*, 1998).

الأعراض والمدى العوائلي- تظهر أعراض الإصابة على الموز بشكل بقع أو خطوط خضراء داكنة اللون على السطوح السفلية للعروق الوسطية والجانبية للأوراق وكذلك أعناق الأوراق. وتكون أكثر وضوحاً عند تعريض الأوراق المصابة لأشعة الشمس. تصبح أوراق النباتات المصابة سهلة الكسر ذات حواف صفراء، قائمة متجمعة على قمة النبات بشكل باقة. تتقزم النباتات المصابة ولا تنتج ثماراً وإذا أثمرت تكون الثمار ذات نوعية رديئة (Allam *et al.*, 1988).

يصيب الفيروس أصناف الموز المختلفة. وبالرغم من ظهور بعض التقارير الخاصة بقدرة الفيروس على إصابة بعض العوائل الأخرى (Ram & Summanwar, 1984)، إلا أنه يبدو أن العوائل الأخرى غير الموز لاتلعب أي دور كمخازن أو كمصادر للفيروس لإصابة الموز وأن الموز يبدو هو العائل الوحيد لهذا الفيروس (Geering & Thomas,1997؛ Hu *et al.*, 1996؛

Rezk, 2001). وقد أظهرت الدراسات أن تركيز الفيروس يكون أعلى في الكورمات والعروق الوسطية للأوراق عن باقي أنسجة الأوراق والجذور وأن الصنف ويليامز كان أكثر قابلية للإصابة عن الأصناف مغربى وباراديكا (Othman *et al*., 1996).

طرائق النقل –لا ينتقل الفيروس بالإ لقاح الميكانيكى (El-Afifi, 1984؛ Allam *et al*., 1985؛ Rezk, 2001) ولكنه ينتقل بسهولة عن طريق التكاثر الخضرى للنباتات (الخلفات) أو بواسطة حشرة منّ الموز (*Pentalonia nigronervosa* Coq.) بالطريقة الباقية/المثابرة (El-Afifi, 1984؛ Allam *et al*., 1985). وتكون حشرة من الموز في مصر أكثر كفاءة في النقل خلال فترات الشتاء الرطبة ولكن ليس خلال الصيف. ولقد وجد أن درجة الحرارة 20–22 °س ورطوبة 60–70% كانت الأكثر ملائمة لنقل الفيروس (Kolkaila & Soliman, 1954). تحتاج الحشرة أن تتغذى على النبات المصاب لمدة 4 ساعات على الأقل حتى تكتسب الفيروس ويظل المنّ معدياً لمدة 15–20 يوماً. وتحتاج الحشرات المعدية أن تتغذى لمدة 15–30 دقيقة على الأقل على النباتات السليمة كي تنجح العدوى (Rezk, 2001؛Hu *et al*., 1996).

التوزع الجغرافي والأهمية الأقتصادية في المنطقة العربية – ينتشر هذا الفيروس في زراعات الموز بالمناطق الاستوائية وتحت الاستوائية في العالم القديم (آسيا، استراليا وأفريقيا). هذا وقد سجل المرض في مصر (Fahmy, 1924) والمغرب (Lockhart, 1986). ومن أوائل الدراسات عن انتشار مرض تبوق قمة الموز في مصر كانت عام 1935 (Jones, 1935)، حيث أشارت الدراسة إلى انتشاره في الإسكندريه بنسبة تصل إلى 60%. وهناك دراسة حديثة نسبياً أظهرت أن نسبة الإصابة بهذا الفيروس في مصر كانت 13.3، 19.2، 17.4 و 3.6% على الأصناف هندى، باسرى، مغربي وسندي، على التوالي (El-Afifi, 1984). كما سجلت دراسة أخرى (Allam *et al*., 1986) أن نسبة الإصابة بفيروس BBTV وصلت إلى 17.5، 13 و 2% في محافظات المنوفية والقليوبية وقنا، على التوالي.

تكمن خطورة هذا المرض في أن النباتات المصابة به تكون متقزمة وتنتج ثماراً ذات نوعية رديئة، وفي حال شدة الإصابة قد لا تنتج ثماراً على الإطلاق (Allam *et al*., 1988).

طرائق الكشف – يمكن تشخيص هذا الفيروس بأعراضه المتميزة على الموز كما يمكن الكشف عنه بالاختبارات المصلية/ السيرولوجية المختلفة مثل الاليزا (El-Dougdoug *et al*., 2002؛ Rezk, 2001) والتقانات الحيوية مثل تهجين الحامض النووي والتفاعل المتسلسل للبوليمراز (Shamloul *et al*., 1995 ؛Rezk, 2001 ؛Hu *et al*., 1996).

الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره – إن فيروس BBTV ينتقل وينتشر فقط من نباتات الموز المصابة إلى نباتات موز أخرى سليمة وأن نباتات الموز هي المصدر الوحيد للإصابة لذلك فإن الوقاية من هذا الفيروس والحد من إنتشاره يستلزم منع إستيراد أو نقل شتلات أو خلفات موز من مناطق مصابة بالمرض أو بحشرات من الموز الأسود إلى مناطق خالية منهما، وانتخاب وزراعة شتلات سليمة ناتجة عن مزارع الأنسجة ويمكن الحصول على شتلات سليمة من نباتات مصابة بالفيروس عن طريق المعاملة الحرارية للقمم الخضرية المزروعة خلال المراحل الأولى للزرع وكذلك إضافة بعض المواد الكيميائية مثل ريبا فيرين إلى بيئة الزرع (Gommaa *et al.*, 2000 ؛Abdel-Aziz *et al.*, 1998). كما يجب العناية بنظافة المناطق المجاورة لمزارع الموز من الفسائل التى يزرعها المزارعون فرادى أو الفسائل البرية والتي غالباً ما تكون مصدراً للإصابة. علاوة على مكافحة الحشرة الناقلة والعمل على التخلص مباشرة من نباتات الموز وخلفاتها المصابة فور إكتشافها مباشرة، بطريقة لا تؤدي إلى إنتشار المرض ويتم ذلك بوضع فنجان من الكيروسين أو المبيد الحشري في قمة كل نبات مصاب ثم إقتلاع الجورة المصابة بجذورها والتخلص منها بعيداً وتطهير مكان الجورة بالجير الحي.

2.1.4. فيروس موزاييك الخيار

***Cucumber mosaic virus* (CMV، جنس *Cucumovirus*، فصيلة *Bromoviridae*)**

إن مرض موزاييك الموز أو الإصفرار المعدي للموز أو عفن قلب الموز عرف منذ فترة طويلة أنه يتسبب عن فيروس CMV وهو فيروس واسع الانتشار ذات مدى عوائلي واسع (الفصل السابع). معظم سلالات الفيروس لا تعطي أعراضاً شديدة أو لا تسبب أضراراً كبيرة للموز (Lockhart & Jones, 2000). تظهر أعراض الإصابة على الموز بشكل موزاييك يتكون من نقط أو خطوط أو أشرطة صفراء على أنصال الأوراق، يصاحبه أحياناً تشوه للأوراق خاصة على الخلفات النامية من أمهات مصابة. وتكون أعراض الموزاييك أكثر وضوحاً وشدة في الطقس البارد ولكنها تخف إذا إرتفعت درجة الحرارة. وعلى العكس من ذلك فإن سلالات عفن القلب (Bouhida & Lockhart, 1990؛ Magee, 1940) تسبب أعراضاً شديدة تتضمن شحوباً وموت أو تنكرز القمة السجائري وتماوت الساق الكاذبة من الداخل مؤدياً ذلك كله في النهاية إلى موت النبات.

يتواجد فيروس موزاييك الخيار طبيعياً على مدى واسع من العوائل متضمنة محاصيل منزرعة (مثل القرعيات، الطماطم/البندورة والفلفل) وأعشاب والتي تعمل كمصادر لإصابة الموز.

يوجد هذا الفيروس على الموز في مصر (Allam *et al.*, 1988)، لبنان (مشيك وخوري، 1997) والمغرب (Lockhart, 1986 ؛Bouhida & Lockhart, 1990). وقد وجد أن إنتشار

موزاييك الموز في مصر يتباين تبعاً للمنطقة والصنف المزروع. وسجلت أعلى نسبة إصابة به في مصر العليا حيث تراوحت بين 10–60% على صنف هندي، وأقل نسبة إصابة كانت في محافظة القليوبية والمنوفية حيث تراوحت بين 13 و 21%، على التوالي (Allam *et al*., 1988).

لا ينتقل الفيروس ميكانيكياً من الموز إلى الموز (El-Afifi, 1984) وممكن انتقاله من الموز إلى نباتات اختبار أخرى (Allam *et al*., 1988). ينتقل الفيروس بعدة أنواع من المنّ منها منّ الدراق/الخوخ الأخضر بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة (Allam *et al*., 1984؛ El-Afifi, 1984).

يمكن الكشف عن الفيروس بالوسائل الحيوية مثل النقل إلى العوائل الدالة (Ismail, 1996) وباستخدام الاختبارات المصلية/السيرولوجية مثل الإليزا (El-Dougdoug *et al*., 2002؛ Ismail, 1996؛ Sadik *et al*., 2001) والتقانات الحيوية مثل التفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي وتهجين الحمض النووي (Sadik *et al*., 2001؛ Shalaby, 2002).

يتكاثر المنّ على مدى واسع من العوائل ولكنه يزور ولا يتكاثر على الموز لذلك فإن إصابة الموز بفيروس CMV تحدث غالباً عن طريق النقل بالمنّ من مصادر نباتية أخرى غير الموز. بناء عليه، فإنه للوقاية من هذا الفيروس والحد من انتشاره يجب العمل على التخلص من المصادر الخارجية للإصابة أو خفضها ولن يتأتى ذلك إلا بإزالة الأعشاب التي تنمو داخل وخارج مزارع الموز وعدم زراعة خضروات داخل مزارع الموز والتي تعمل كمصادر للفيروس أو الحشرة الناقلة أو كلاهما كما يجب الأخذ في الإعتبار أن الموز نفسه قد يعمل كمصدر لإدخال الفيروس إلى مناطق جديدة ينتشر من نباتات الموز المصابة إلى أعشاب ومحاصيل نامية في المنطقة الجديدة وقابلة للإصابة به وهذه بالتالي تصبح مصادر دائمة وخطيرة لإصابة الموز، لذلك يجب إستخدام الشتلات السليمة الناتجة من زراعة الأنسجة في الزراعة ومكافحة الحشرات الناقلة مع إزالة النباتات المصابة فور اكتشافها.

3.1.4. فيروس تخطط الموز

(*Banana streak virus* (BSV)، جنس *Badnavirus*، فصيلة *Caulimoviridae*)

جسيم الفيروس عصوي يصل طوله إلى 119 نانومتراً وعرضه إلى 27 نانومتراً. يمكن تنقية الفيروس عن طريق الترويق بالكلوروفورم والترسيب بدورتين من الطرد المركزي المفرق متبوعة بالفصل من خلال عمود كلوريد سيزيوم متدرج الكثافة (Lockhart, 1986).

تظهر الأعراض على الموز بشكل خطوط شاحبة مستمرة أو متقطعة وبقع مغزلية الشكل. تتحول البقع الشاحبة إلى بقع ميتة ويصبح لونها أسود ويظهر ذلك بوضوح على الأوراق القديمة التي تأخذ مظهر تخطط أسود مميز. يصيب هذا الفيروس طبيعياً الموز فقط.

لا ينتقل الفيروس ميكانيكياً من الموز إلى الموز أو إلى أي نباتات اختبار أخرى وإنما ينتقل عن طريق البق الدقيقي.

لم يسجل وجود هذا الفيروس في البلدان العربية إلا في المغرب (Lockhart, 1986)، وخاصة على زراعات الموز بجنوب المغرب وقد وصلت نسبة الإصابة به في بعض المناطق إلى 50%.

يمكن الكشف عن الفيروس باستخدام الانتشار الثنائي في الآجار، الاليزا والمجهر الالكتروني المناعي (Lockhart, 1986). وللوقاية من الإصابة بالفيروس والحد من انتشاره يجب استخدام خلفات أو شتلات خالية من الإصابة.

5. استنتاجات عامة

بالرغم من أهمية زراعة الزيتون في المنطقة العربية ورمزية هذه الشجرة لمنطقة البحر الأبيض المتوسط، فإن المسوحات الحقلية لفيروسات الزيتون في المنطقة العربية هي محدودة جداً، وينصح بالتوسع في تشخيص الأمراض الفيروسية التي تصيب هذه الشجرة.

يعدُ إنتاج وتداول مادة الإكثار النباتية المطابقة للصنف والخالية من الفيروسات المختبرة والممرضات الأخرى التي تصيب شجرة الزيتون كالفطر *Verticillium dahliae* (مسبب مرض الذبول) والبكتيريا *Pseudomonas syringae* ssp. *savastanoi* (مسبب مرض سل الزيتون) من الأمور الواجب اعتمادها في البلدان العربية للحد من انتشار هذه الأمراض ولتلافي ضررها. ولقد اعتمدت دول أوروبية متوسطية هذا الأسلوب لإنتج غراس أشجار الزيتون والتي تتميز بالحالة الصحية المطابقة للمعايير الدولية (EPPO Standards, 1998؛ Martelli, 1999).

تعتبر زراعة أشجار التين من الزراعات الواعدة في المنطقة العربية نظراً لإمكانية زرعها وانتشارها في المناطق الهامشية ذات المناخ الجاف ولها مستقبل واعد من حيث أهمية تصدير ثمارها إلى الأسواق الأوروبية والأميركية.

إن دراسة الأمراض الفيروسية التي تصيب شجرة التين في المنطقة العربية ما تزال محدودة جدا بالرغم من انتشار الأعراض الفيروسية الظاهرة والمعروفة بمرض موزاييك التين وذلك لعدم القيام بالمسوحات للتعرف على الفيروسات المحددة والتي بدأت في عام 2006 في لبنان وتونس والأردن. من هنا نرى أهمية متابعة دراسة ومسح الفيروسات التي تصيب شجرة التين في هذه البلدان وغيرها في المنطقة العربية والتوسع في دراسة النواقل الطبيعية لها. ولابد من زيادة التعاون بين بلدان المنطقة العربية المهتمة بمحصول شجرة التين لإنتاج مادة إكثار نباتية مصدقة عبر برامج التحسين الوراثي والصحي من أجل التوصل إلى إنشاء مشاتل وبساتين سليمة ذات انتاجية مرتفعة. تتطلب هذه الجهود دعما مكثفا للمختبرات المختصة بتشخيص الأمراض

الفيروسية وتدريباً جدياً للكوادر الفنية وتبادل الخبرات بين البلدان العربية العاملة في هذا المجال. ولابد من التذكير هنا بأنه للحد من انتشار الأمراض الفيروسية التي تصيب التين، يتوجب على الجهات المختصة عدم السماح باستيراد الأشجار المصابة والتركيز على استخدام طريقة زراعة الأنسجة في إنتاج مادة نباتية خالية من الأمراض الفيروسية.

أما ما يخص دراسات الأمراض الفيروسية التى تصيب الموز فإنها مازالت أيضاً محدودة واقتصرت في معظمها على الحصر والتعريف وطرائق الكشف دون أي تطرق يذكر للعوامل التى تؤثر على الانتشار الوبائي لهذه الأمراض وإنتاج أصناف مقاومة. وعامة من المعروف أن الموز يتكاثر خضرياً وأن الفيروسات تنتشر جهازياً في أغلب النباتات المصابة بها وعلى ذلك فان نبات الموز المصاب سوف يعطى بالضرورة خلفات مصابة تعمل عند استخدامها في الزراعه كبؤر أو مصادر أضافية ينتشر منها الفيروس إلى نباتات اخرى سليمة خاصة وان أهم فيروسين يصيبان الموز هما BBTV و CMV ينتقلان بحشرات المنّ ولذلك فإن من مبادىء المكافحة الاساسية استخدام فسائل أو شتلات سليمة خالية من الفيروس. ويوجد في الوقت الحالى شركات ومعامل متخصصة في إنتاج الشتلات الخالية من الإصابة الفيروسية عن طريق مزارع الأنسجة. أن استخدام التقانات الحديثة المصلية أو الجزيئية مثل التفاعل المتسلسل للبوليمراز (PCR) المعروفة بحساسيتها الفائقة في الكشف عن الفيروسات يؤدي بالضرورة إلى التاكد التام من خلو المادة النباتية المستخدمة في الإكثار وبالتالي إنتاج نباتات خالية تماماً من الفيروس وقد انعكس ذلك على مزارع الموز الحديثة حيث تنخفض فيها نسبة الإصابة الفيروسية إلى حد كبير وخاصة تلك المزارع المنتشرة في الظهير الصحراوى بمصر. ويقابل ذلك من جهة أخرى بعض العادات غير السليمة الواجب التخلص منها وهي زراعة فسائل الموز على رؤوس حقول بعض صغار المزارعين بغرض الإنتاج أو التظليل أو كلاهما دون أي مراعاة تذكر لحالة هذه الفسائل وتعمل هذه النباتات في حالة إصابتها كمصادر أساسية للإصابة.علاوة على ذلك فان مزارعى الموز عادة ما يحملون مزارعهم خاصة في المراحل الأولى للنمو بمحاصيل الخضر التي تكون في الغالب قابلة للإصابة بفيروس CMV وهو فيروس يصيب الموز أيضاً. ولخفض نسبة الإصابة وزيادة الإنتاجية بالإضافة إلى ما ذكر أعلاه يجب عدم التحميل نهائيا في مزارع الموز بمحاصيل خضر وإزالة جورة الموز بكاملها فور ظهور الأعراض والتطبيق الصارم لقوانين الحجر الزراعي.

6. المراجع

المغربي، خليل وغاندي انفوقة، 2000. انتشار مرض تبرقش التين الفيروسي في الأردن. صفحة 312. في: كتاب ملخصات البحوث، المؤتمر العربي السابع لعلوم وقاية النبات، عمان، الأردن، 2000.

العبد الله، عبد القادر، توفيق البعينو، ماريا سابونارين حسين حلاق، ميكيلي ديجارو وجوفاني باولو مارتيللي. 2007. حصر أولي للفيروسات التي تصيب الزيتون في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 25(1): 64.

مشيك، ماجدة ووفاء خوري. 1997. دراسات على وجود فيروس موزاييك الخيار على الموز في لبنان. مجلة وقاية النبات العربية، 15: 104.

مندو، جمال، فايز إسماعيل وصلاح الشعبي. 2005. تقييم الحالة الصحية لأشجار الزيتون في سورية تجاه أهم الفيروسات (SLRSV ،CLRV ،CMV). تقرير المنجزات العلمية لإدارة بحوث وقاية النبات لعام 2005. الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية، دمشق: 42-43.

Abdel-Aziz, N.A., A.M. Salam, H.N. Soliman and S.M. El-Saghir. 1998. Heat and chemotherapeutic agents as tools for elimination of two banana viruses. Egyptian Journal of Phytopathology, 26: 13-28

Al Abdullah, A., T. El Beaino, M. Saponari, H. Hallak and M. Digiaro. 2005. Preliminary evaluation of the status of olive-infecting viruses in Syria. OEPP/EPPO Bulletin, 35: 249-252.

Allam, E.K., H.Z. Abo-El-Aid, A.E. Abd El-Wahab, S. Sowailam, M.F. Ouf, R.A. Omar, M.A. Abo El-Nasr, M.M. Deiab and A.E. Mohammed. 1984. Annual report of pests and diseases of banana in Egypt. Academy of Technology and Scientific Researsh, Ministry of Scientific Research, Cairo, Egypt, 22 pp.

Allam, E.K., H.Z. Abo-El-Aid, A.E. Abd El-Wahab, S. Sowailam, M.F. Ouf, R.A. Omar, M.A. Abo El-Nasr, M.M. Deiab and A.E. Mohammed. 1985. Annual report of pests and diseases of banana in Egypt. Academy of Technology and Scientific Researsh, Ministry of Scientific Research, Cairo, Egypt, 15 pp.

Allam, E.K., H.Z. Abo-El-Aid, A.E. Abd El-Wahab, S. Sowailam, M.F. Ouf, R.A. Omar, M.A. Abo El-Nasr, M.M. Deiab and A.E. Mohammed. 1986. Annual report of pests and diseases of banana in Egypt. Academy of Technology and Scientific Researsh, Ministry of Scientific Research, Cairo, Egypt, 34 pp.

Allam, E.K., H.Z. Abo-El-Aid, A.E. Abd El-Wahab, S. Sowailam, M.F. Ouf, R.A. Omar, M.A. Abo El-Nasr, M.M. Deiab and A.E. Mohammed. 1988. Annual report of pests and diseases of banana in Egypt. Academy of Technology and Scientific Researsh, Ministry of Scientific Research, Cairo, Egypt, 42 pp.

Appiano, A., M. Conti and O. Lovisolo. 1990. Mosaico del fico: stato attuale delle conoscenze e nouve osservazioni. Agricoltura e Ricerca, 112: 109-112.

Bertollini, E., Z. Fadda, F. Garcia, B. Celada, A. Olmos, M.T. Gorris, C. Del Rio, J. Caballero, N. Duran-Villa and M. Cambra. 1998. Virus diseases of olive detected in Spain. New diagnostic methods. Phytoma Espaňa, 102: 191-193.

Bouhida, M. and B.E. Lockhart. 1990. Increase in importance of cucumber mosaic virus infection in green house-grown bananas in Morocco. Phytopathology, 80: 81.

Brunt, A., K .Crabtree, M. Dallwitz, A. Gibbs and L. Watson. 1996. Viruses of plants Description and lists from the VIDE database. CAB International, Wallingford, Oxon Ox10 8DE, UK. 1483 pp.

Cardoso, J.M., M.R. Felix, M.I. Clara and S. Oliveira. 2005. The complete genome sequence of a new necrovirus isolated from *Olea europea* L. Archives of Virology, 150: 815-823.

Condit, I.J. and W.T. Horne. 1933. A mosaic of the fig in California. Phytopathology, 23: 887-896.

Dalmasso, A., M.C. Munck-Cardin and R. Legin. 1972. Résultats préliminaires d'essais de transmission de sérotypes de la mosaïque de l'Arabis trouvés sur vigne, par l'intermédiaire de *Xiphinema diversicaudatum.* Annales de Phytopathologie, 4: 410.

Doi, Y. 1989. Directory and dictionary of animal, bacterial and plant viruses, In: Hull R., Brown F., Payne C. (eds.). McMillan Reference Books, London, UK. 76 pp.

Dugdale, B., P.R. Beetham, D.K. Beeker, R.M. Harding and J.L. Dale. 1998. Promotor activity associated with the intergenic regions of banana bunchy top virus DNA-1 to -6 in transgenic tobacco and banana cells. Journal of General Virology, 79: 2301-2311.

El-Afifi, S.I. 1984. Identification of viruses infecting banana in Egypt. Pages 461-482. In: Proceeding of the 9 th International Congress For Statistics Computer Science, Social and Demographic Research.

El-Dougdoug, K.A., R.M. Taha, M.M.Hazaa and M.A. Kheder. 2002. Sensitivity of two banana cultivars for banana mosaic and banana bunchy top viruses. Al-Azhar Journal of Microbiology, 8: 268-280

Elbeaino, T., A. Minafra, M. Saponari, V. Savino and G.P. Martelli. 2005. Further characterization of Olive leaf yellowing associated virus. Journal of Plant Pathology, 87: 223-228.

Elbeaino, T., M. Digiaro, A. De Stradis and G.P. Martelli. 2006. Partial characterization of a closterovirus associated with a chlorotic mottling of fig. Journal of Plant Pathology, 88: 187-192.

Elbeaino, T., M. Digiaro, A. De Stradis and G.P. Martelli. 2007a. Identification of a second member of the family *Closteroviridae* in mosaic-diseased figs. Journal of Plant Pathology, 89: 119-124.

Elbeaino, T., E. Choueiri, C. Hobeika and M. Digiaro. 2007b. Presence of leaf mottle-associated virus 1 and 2 in Lebanese fig orchards. Journal of Plant Pathology, 89: 409-411.

EPPO Standards. 1998. Pathogen-tested olive trees and rootstocks, certification scheme. Certification Schemes, PM 4/1-26, European and Mediterranean Plant Protection organization, I rue Le Notre, 75016 Paris, France: 113-117.

Essakhi, S., T. Elbeaino, M. Digiaro, M. Saponari and G.P. Martelli. 2006. Nucleotide sequence variations in the HSP70 gene of olive leaf yellowing associated virus. Journal of Plant Pathology, 88: 285-291.

Fadel, F., M. Digiaro, E. Choueiri, T. Elbeaino, M. Saponari, V. Savino and G.P. Martelli. 2005. On the presence and distribution of olive viruses in Lebanon. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 35: 33-36.

Faggioli, F and M. Barba. 1995. An elongated virus isolated from olive (*Olea europea* L.). Acta Horticulturae, 386: 593-599.

Fahmy, T. 1924. Plant diseases of Egypt. Minerals and agriculture in Egypt. Bulletin,30.

Geering, A.D.W. and J.E. Thomas. 1997. Search for alternative hosts of banana bunchy top virus in Australia. Australian Plant Pathology, 26: 250-254.

Gommaa, A.H., S.I. El-Afifi, I.A. Ibrahim and F.A. Hussien. 2000 Some factors and treatments affecting the production of virus free banana plants in Egypt through tissue culture technique. Pages 35-52. In: Proceeding of the 9th Congress of Phytopathology, Giza, Egypt.

Grbelja, E. 1983. Fig potyvirus. Pages 585-586. In: Viruses of plants. Brunt A.A., Crabtree K., Dallwitz M.J., Gibbs A.J., Waltson L. (eds.). Descriptions and lists from VIDE database. CAB International, Wallingfrod, UK.

Grieco, F., R. Alkowni, M. Saponari, V. Savino and G.P. Martelli. 2000. Molecular detection of olive viruses. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 30: 469-473.

Henriques, M.I.C., F.T. Rei, F.A. Leitao, J.F. Serrano and M.F. Potes. 1992. Virus diseases in *Olea europea* L. cultivars. Immunodiagnosis of *Strawberry latent ringspot nepovirus*. Phytopathologia Mediterranea, 31: 127-132.

Hu, J.S., M.Wang, D. Sether, W. Xie and K.W. Leonhardt. 1996. Use of polymerase chain reaction (PCR) to study transmission of bunchy top virus by the banana aphid (*Pentalonia nigronervosa*). Annals of Applied Biology, 128:55-64.

Ismail, N.S. 1996. Minimizing losses due to some epidemic diseases of banana using tissue culture technique. M.Sc. Thesis. Institute of Environmental studies and Researches, Ain Shams University, Egypt, 83 pp.

Jones, H.M. 1935. Egyptian plant disease. Ministry of Agriculture, Egypt. Technical and Scientific Service Bulletin, 164: 45.

Jones, A.T. 1985. *Cherry leafroll virus*. CMI/AAB (Association of Applied Biologists), Descriptions of Plant Viruses No. 306: 6 pp. Wellesbourne, Warwick, UK.

Kolkaila, A.M. and A.A. Soliman. 1954. A study of the banana aphid *Pentalonia nigronervosa* Coq. Bulletin of the Society of Fouad Entomology, XXXVIII: 231-250.

Lockhart, B.E.L. 1986. Purification and Serology of a bacilliform virus associated with banana streak virus. Phytopathology, 76: 995-999.

Lockhart, B.E.L. and D.R. Jones.2000. Banana mosaic. Pages 256-263. In: Diseases of Banana, Abaca and Enset. D.R. Jones (ed.). CAB International, Wallngford, UK.

Magee, C.S.P. 1940. Transmission of infectious chlorosis or heart rot of banana and its relationship to cucumber mosaic. Journal of the Australian Institute of Agriculture, 6:44-47.

Marte, M., F. Gadani, V. Savino and E. Rugini. 1986. Strawberry latent ringspot virus associated with a new disease of olive in central Italy. Plant Disease, 70: 171-172.

Martelli, G.P. 1998. Enfermedades infecciosas y certificacion del olivo: panorama general. Phytoma Espaňa, 102: 180-186.

Martelli, G.P. 1999. Infectious diseases and certification of olive: an overview. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 29: 127-133.

Martelli, G.P. 2002. Certification of olive: The Italian experience. Séminaire international sur I' Oléiculture: Acquis de recherché et contraintes du secteur. Marrakech (MA).

Martelli, G.P. and M. Russo. 1984. Use of thin sectioning for visualization and identification of plant viruses. Methods in Virology, 8: 143-224.

Martelli, G.P., M.A. Castellano and R. Lafortezza. 1993. An ultrastructural study of fig mosaic. Phytopathologia Mediterranea, 32: 33-43.

Martelli, G.P., S. sabanadzovic, S., V. Savino, A.R. Abu-Zurayk and K. Masannat. 1995. Virus-like diseases and viruses of olive in Jordan. Phytopathologia Mediterranea, 34: 133-136.

Martelli, G.P., M. Salerno, V. Savino and U. Prota. 2002. An appraisal of diseases and pathogens of Olive. Acta Horticulturae, 586: 701-708.

Mircetich, S.M., A. Rawhani and D.E. Romas. 1985. Blackline disease: Wallnut orchard management. The regent of the University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 142-152.

Nahdi, S., T. Elbeaino, M. Digiaro and G.P. Martelli. 2006. First record of fig leaf mottle-associated virus 1 in Tunisia. Journal of Plant Pathology, 88: S70.

Nemeth, M. 1986. Virus, Mycoplasma and Rickettsia Diseases of Fruit Trees. Ed. Akademiai Kiado, Budapest and Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster, 840 pp.

Othman, B.A., K.A. El-Dougdoug, A.S. Sadic and M.H. Abdel-Ghaffar. 1996. Detection of banana bunchy top virus in banana plantations in Kalubia Governorate. Annals of Agriculture Science, Ain Shams University, Cairo, 41: 627-634.

Ram, R.D. and A.S. Summanwar. 1984. *Colocasia esculenta* (L.) Schott. A reservoir of the bunchy top disease of banana. Current Science, 53: 145-146.

Rei, F.T., M.I.C. Henriques, F.A. Leitao, J.F. Serrano and M.F. Potes. 1993. Immunodiagnosis of Cucumber mosaic in different olive cultivars. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 23: 501-504.

Rezk, A.A. 2001. Studies on some banana viral diseases M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt. 108 pp.

Sabanadzovic, S., N. Abou-Ghanem, P. La Notte, V. Savino, G. Scarito and G.P. Martelli. 1999. Partial molecular characterisation and RT-PCT detection of a putative closterovirus associated with leaf yellowing. Journal of Plant Pathology, 81: 37-45.

Sadik, A.S., M.I. Salama, I.A. Abdel-Hamid and M.A. Madkour. 2001. Serological and molecular characterization of an Egyptian isolate of banana-cucumber mosaic Cucumovirus. Arab Journal of Biotechnology, 4: 49-62.

Saponari, M., R. Alkowni, F. Grieco, V. Pantaleo, V. Savino, N. Driouech, M. Hassan, B. Di Terlizzi, M. Digiaro and G.P. Martelli. 2002a. Detection of olive-infecting viruses in the Mediterranean Basin. Acta Horticulturae, 586: 787-790.

Saponari, M., V. Savino and G.P. Martelli. 2002b. Trasmissione per seme dei virus dell'olivo. Frutticoltura, 4: 103-105.

Savino, V., M. Barba and D. Gallitelli. 1979. Two nepoviruses isolated from olive in Italy. Phytopathologia Mediterranea, 18: 135-142.

Savino, V., S. Sabanadzovic, G. Scarito, C. Laviola and G.P. Martelli. 1996. Two olive yellows of possible viral origin in Sicily. Informatore Fitopatologico, 46: 55-59.

Serrano, L., J. Ramon, J. Segarra, V. Medina, M.A. Achon and M. Lopez. 2004. New approach in the identification of the causal agent of fig mosaic. Acta Horticulturae, 657: 559-566.

Shalaby, A.A. 2002. Molecular detection of an Egyptian isolate of cucumber mosaic virus (CMV) from infected banana plants using RT-PCR and nucleic acid probe and partial sequence identification. Egyptian Journal of Genetics and Cytology, 31:183-190.

Shamloul, A.M., S.I. El-Afifi and A. Hadidi. 1995. Sensitive detection of banana bunchy top virus from infected leaves, tissue cultures and viruliferous aphids using polymerase chain reaction. Phytopathology, 85:632.

Yeh, H., H. Su and Y. Chao. 1994. Genome characterization and identification of viral associated ds DNA components of banana bunchy top virus. Virology, 198: 645-652.

فهرس الفيروسات

فيروس احمرار أوراق البرسيم الأرضي، 324
فيروس اخفاق القمة للبازلاء، 331
فيروس اسبرمي البندورة/الطماطم، 38، 245، 248، 263، 265
فيروس اصفرار الأنثرسكس، 33، 84، 92
فيروس اصفرار البطاطا/البطاطس، 203
فيروس اصفرار البقوليات، 318
فيروس اصفرار الخبيزة، 321
فيروس اصفرار الشوندر السكري/البنجر، 39، 149، 167، 433، 439، 442، 447
فيروس اصفرار العدس، 318
فيروس اصفرار الفلفل/الفليفلة، 275
فيروس اصفرار القرعيات المنقول بالمنّ، 36، 213، 214
فيروس اصفرار القمة في البازلاء، 318
فيروس اصفرار الكرز الحامض، 518
فيروس اصفرار براعم وموزاييك الدراق/ الخوخ، 257
فيروس اصفرار عروق الخيار، 35، 206، 211، 213، 214، 230
فيروس اصفرار عروق العنب/الكرمة، 257
فيروس اصفرار عروق الكمثرى/الأجاص، 506
فيروس اصفرار قمة التبغ، 275
فيروس اصفرار قمة الطماطم/البندورة، 275، 276
فيروس اصفرار وتقزم الحبوب-RPV، 36، 84، 93، 380
فيروس إصفرار وتقزم الحمضيات/الموالح، 481
فيروس اصفرار وتقزم الشعير، 9، 23، 60، 61، 390، 404
فيروس اصفرار وتقزم الشعير- SGV، 36، 380
فيروس اصفرار وتقزم الشعير-MAV، 36، 84، 380
فيروس اصفرار وتقزم الشعير-RMV، 36، 380، 402
فيروس اصفرار وتقزم للشعير-PAV، 5، 6، 36، 380، 402
فيروس اصفرار وموت عروق الشوندر السكري/البنجر، 38، 84، 134، 206، 433، 436، 437، 439، 442، 461
فيروس إصفرار وموزاييك الشعير المخطط، 32، 84، 110، 379، 380، 387، 390، 400
فيروس الأشرطة الدقيقة للذرة، 409
فيروس الأشرطة الصفراء للذرة، 399، 400، 402، 409، 404، 405،
فيروس الإصفرار الخفيف للشوندر السكري/البنجر، 36، 439، 448، 455
فيروس الاصفرار الخفيف للفت، 321، 449
فيروس الإصفرار الغربي للشوندر السكري/البنجر، 6، 10، 36، 213، 214، 276، 309، 312، 313، 321، 433، 439، 448، 449، 450
فيروس الأصفرار الكاذب للشوندر السكري/البنجر، 39، 84، 104
فيروس الإصفرار المعدي للخس، 39، 203، 205
فيروس الاصفرار الميت للخس، 32
فيروس الإصفرار الميت للفول، 6، 11، 31، 61، 84، 133، 149، 165، 309، 310، 312، 313، 322
فيروس الأقحوان B، 40
فيروس البرسيم الأبيض الخفي-2، 32
فيروس البرسيم الأحمر الخفي-2، 32
فيروس البرعم الميت للفول السوداني، 32
فيروس البطاطا/البطاطس A، 35، 275، 273، 286
فيروس البطاطا/البطاطس D، 282
فيروس البطاطا/البطاطس M، 40، 273، 275، 290
فيروس البطاطا/البطاطس P، 286
فيروس البطاطا/البطاطس S، 23، 40، 273، 275، 287
فيروس البطاطا/البطاطس T، 41، 203، 504
فيروس البطاطا/البطاطس X، 4، 6، 12، 23، 26، 40، 85، 150، 152، 170، 245، 248، 261، 273، 275، 282
فيروس البطاطا/البطاطس Y، 4، 6، 12، 23، 26، 35، 85، 89، 129، 150، 152، 245، 248، 260، 273، 275، 279، 294، 524
فيروس البطاطا/البطاطس الكامن، 282
فيروس البقع الحلقية الميتة للخوخ/البرقوق، 6، 10، 38، 67، 85، 131، 493، 494، 498، 439، 455، 509، 513
فيروس البقع الميتة للمجزاعة، 32، 206
فيروس البقعة الميتة للشمام، 37، 213، 214
فيروس التانغرو الكروي للرز، 33
فيروس التبرقش الأخضر للكاسافا، 33، 84، 133
فيروس التبرقش الأصفر للرز، 36

فيروس التبرقش الحلقي الأخضر للكرز، 41، 493، 494، 498، 529، 535
فيروس التبرقش الخفيف للبطاطا الحلوة، 35
فيروس التبرقش الخفيف للفليفلة، 37
فيروس التبرقش الريشي للبطاطا الحلوة، 35
فيروس التبرقش الشاحب للنجيليات، 32، 399، 402، 425
فيروس التبرقش الشاحب للوبياء، 38
فيروس التبرقش الشاحب للورد، 513
فيروس التبرقش الفضي للبطيخ، 32، 203
فيروس التبرقش المعدي لأبي سرة، 480
فيروس التبرقش المنكرز للشوفان، 35
فيروس التبقع الأصفر للأناناس، 255
فيروس التبقع الحلقي الأسود للبطاطا/البطاطس، 34، 203
فيروس التبقع الحلقي الأصفر للداليا، 255
فيروس التبقع الحلقي الإيطالي للقرنفل، 37، 84، 133
فيروس التبقع الحلقي الشاحب للكرز، 518
فيروس التبقع الحلقي الغربي للبازلاء، 216
فيروس التبقع الحلقي الكامن على الزيتون، 34، 601، 602، 605
فيروس التبقع الحلقي الكامن للفريز/الفراولة، 33، 493، 494، 498، 528، 601، 602، 605، 609، 612
فيروس التبقع الحلقي المشوه للبابايا/الباباظ، 226
فيروس التبقع الحلقي الميت للكرز الحامض، 513
فيروس التبقع الحلقي الميت للمشمش الأحمر، 513
فيروس التبقع الحلقي لتوت الأرض/العليق، 34، 85، 111، 203، 206
فيروس التبقع الحلقي للبابايا/الباباظ، 34، 150، 179، 211، 213، 214، 219، 226، 227
فيروس التبقع الحلقي للبن، 32، 84، 110
فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم، 34، 206، 213، 214، 245، 248، 257، 265، 494،493، 498، 530، 561
فيروس التبقع الحلقي للتبغ، 34، 85، 120، 150، 180، 206، 213، 214، 275، 293
فيروس التبقع الحلقي للحمضيات/الموالح، 33، 473، 474
فيروس التبقع الحلقي للخوخ/الدراق، 513
فيروس التبقع الحلقي للزنبق، 216
فيروس التبقع الحلقي للعنب/الكرمة التونسي، 34، 555، 561
فيروس التبقع الحلقي للفلفل، 37، 150، 181
فيروس التبقع الحلقي للفول السوداني، 255
فيروس التبقع الحلقي للقرنفل، 37
فيروس التبقع الحلقي للوبياء، 216
فيروس التبقع الشاحب لأوراق التفاح، 40، 493، 494، 498، 499، 503، 509
فيروس التبقع الشاحب للبندورة/ للطماطم، 32
فيروس التبقع الميت للكمثرى/الأجاص، 506
فيروس التجعد القمي للفجل، 30
فيروس التحفر الحلقي للقرنفل، 31
فيروس التخطط الافريقي للنجيليات، 402
فيروس التخطط الشاحب لحشيشة برمودا، 399، 402، 419
فيروس الترقط الأصفر للكوسا الخضراء، 35، 213، 214، 219
فيروس التفاح الكامن طراز-1، 499
فيروس التفاح الكامن طراز 2، 504
فيروس التفاف أوراق البازلاء، 318، 331
فيروس التفاف أوراق البطاطا/البطاطس، 4، 6، 9، 36، 85، 125، 150، 162، 180، 248، 273، 275، 294
فيروس التفاف أوراق البلارجونيوم، 37
فيروس التفاف أوراق الفول، 36، 149، 173، 309، 312، 313، 317، 322
فيروس التفاف أوراق الكرز، 33، 601، 605، 608، 498، 531، 602
فيروس التقرح القمي للبطاطا/للبطاطس، 279
فيروس التقزم الأزرق للشوفان، 40
فيروس التقزم الأصفر للبصل، 34
فيروس التقزم الأصفر للبطاطا/للبطاطس، 32، 85، 101، 203، 275، 293
فيروس التقزم الأصفر للتبغ، 30
فيروس التقزم الأصفر للرز، 32
فيروس التقزم الأصفر للفاصولياء، 30
فيروس التقزم الخشن للذرة، 31، 399، 402، 405، 423
فيروس التقزم الدرني للرز، 31، 85، 104
فيروس التقزم الشاحب في الذرة، 33، 84، 91
فيروس التقزم الشاحب للبطاطا الحلوة، 39
فيروس التقزم الشاحب للبطيخ، 31، 211، 213، 214، 235
فيروس التقزم الشاحب للحمص، 30، 309، 312، 313، 326
فيروس التقزم الشاحب للشوفان، 36
فيروس التقزم الشجيري لتوت الأرض/العليق، 38، 85، 108
فيروس التقزم الشجيري للبندورة/للطماطم، 37، 85، 119، 245، 248، 262، 265
فيروس التقزم العشبي للرز، 33
فيروس التقزم العقيم للشوفان، 31
فيروس التقزم المبرقش للباذنجان، 32
فيروس التقزم غير المنتظم للرز، 31

فيروس التلون البني المبكر للبازلاء، 37، 309، 312، 344
فيروس التنقر الحجري لثمار الكمثرى/الأجاص، 506
فيروس التورم الجرحي، 31، 85، 99
فيروس الثوم A، 41
فيروس الثوم C، 41
فيروس الثوم X، 41
فيروس الجدري الكاذب للخوخ، 499
فيروس الحلقة السوداء للبندورة/للطماطم، 34، 85، 248، 265، 275، 294، 439، 455
فيروس الخط البني للوزيات/الحلويات، 257
فيروس الخط المحفور (الغائر) لحشيشة برمودا، 40، 399، 402، 426
فيروس الخوخ/البرقوق 7، 524
فيروس الخيار-3، 231
فيروس الخيار-4، 231
فيروس الخيار المحمول بالتربة، 37، 213، 214
فيروس الخيار-1، 216
فيروس الداتورة-437، 279
فيروس الذبول المتبقع للبندورة/للطماطم، 32، 85، 100، 150، 185، 206، 213، 214، 245، 248، 255، 265، 275، 294
فيروس الذرة الشريطي، 33، 85، 96، 410
فيروس الرز الشريطي، 33، 85، 96
فيروس الزيتون الكامن- 2، 38، 601، 602، 605، 606
فيروس الزيتون الكامن-1، 37، 601، 602، 605، 606
فيروس الشاركا، 524
فيروس الشحوب المعدي للبندورة/الطماطم، 39، 248
فيروس الشحوب المعدي للموز، 216
فيروس الشحوب المميت للكوسا، 32
فيروس الشوندر السكري/ البنجر الخفي-1، 32
فيروس الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة، 38، 433، 439، 443
فيروس العرق الأصفر للبرسيم، 34
فيروس العرق الأصفر للبطاطا/البطاطس، 39، 203
فيروس العرق الشريطي للفراولة/الفريز، 31، 206
فيروس العنب/الكرمة A، 40، 554، 556، 561، 578
فيروس العنب/الكرمة B، 40، 554، 556، 561، 578
فيروس العنب/الكرمة C، 40، 561
فيروس العنب/الكرمة D، 40، 561
فيروس العنب/الكرمة الكامن الجزائري، 37
فيروس الفراولة/الفريز الساكن، 203
فيروس الفص الأحمر للعنب، 40، 561
فيروس الفصة/البرسيم الحجازي الخفي-1، 32
فيروس الفليفل المغربي، 37
فيروس الفول الخفي، 32
فيروس القرنفل الخفي-1، 32
فيروس الكاسافا X، 40
فيروس الكرات X، 41
فيروس الكرز A، 40
فيروس الكرز الصغير-2، 39
الفيروس المتلازم لاصفرار الحواف الخفيف للفراولة، 324
الفيروس المرافق لاصفرار أوراق الزيتون، 39، 601، 602، 604، 605، 612
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة، 105
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 1، 39، 555، 561
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 2، 39، 555، 561
فيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 3، 39، 561
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 4، 39، 561
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 5، 39، 561
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 6، 39، 555، 561
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 7، 39، 555، 557، 561
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 8، 39، 561
الفيروس المرافق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة 9، 561
الفيروس المرافق لتبرقش أوراق التين 1، 601، 605، 610، 611، 612
الفيروس المرافق لتبرقش أوراق التين 2، 601، 605، 610، 612
الفيروس المرافق لتنقر ساق العنب/الكرمة روبيسترس، 556، 561، 573، 580
الفيروس المرافق لذبول الأناناس المنقول بالبق الدقيقي، 39، 85
الفيروس المرافق للعرق الكبير للخس، 31، 84
الفيروس المرافق للموزاييك النجمي للعنب، 40، 561
الفيروس المراقق لإلتفاف أوراق العنب/الكرمة، 84
فيروس المشمش الكامن، 41، 494، 498
الفيروس المعتدل للجزر-2، 32

فيروس الموز X، 614
فيروس الموزاييك الأصفر لعروق الورد، 513
فيروس الموزاييك الأصفر لكستناء الحصان، 510
فيروس الموزاييك الأصفر للبرسيم، 40
فيروس الموزاييك الأصفر للبطاطا/للبطاطس، 30
فيروس الموزاييك الأصفر للشعير، 35، 149، 171
فيروس الموزاييك الأصفر للفاصولياء، 5، 6، 12، 29، 34، 61، 84، 89، 149، 173، 309، 312، 322، 328، 363، 364، 365، 368، 369
فيروس الموزاييك الأصفر للفت، 40
فيروس الموزاييك الأصفر للفول السوداني، 216
فيروس الموزاييك الأصفر للقمح، 35
فيروس الموزاييك الأصفر للكوسا الخضراء، 4، 6، 35، 150، 167، 211، 213، 214، 221
فيروس الموزاييك الأصفر للوبياء الماش، 30
فيروس الموزاييك الأمريكي للدراق/الخوخ، 203
فيروس الموزاييك الحاد للبطاطا/للبطاطس، 279
فيروس الموزاييك الحقيقي للفول، 33، 309، 312، 343
فيروس الموزاييك الحلقي للقرعيات، 228
فيروس الموزاييك الخفيف للبطاطا/للبطاطس، 286
فيروس الموزاييك الخفيف للشعير، 35
فيروس الموزاييك الخفيف للفاصولياء، 36
فيروس الموزاييك الخفيف للموز، 614
فيروس الموزاييك الذهبي للبندورة/للطماطم، 31، 150، 181
فيروس الموزاييك الذهبي للفاصولياء، 30، 203
فيروس الموزاييك الذهبي للوبياء، 30
فيروس الموزاييك الشائع للفاصولياء، 4، 6، 27، 34، 149، 172، 363، 364، 365، 369
فيروس الموزاييك الشريطي الأمريكي للقمح، 32، 85، 98
فيروس الموزاييك الشريطي للشعير، 5، 6، 7، 37، 84، 120، 121، 149، 155، 379، 380، 388، 390، 400
فيروس الموزاييك الشريطي للوبياء، 216
فيروس الموزاييك المتقزم للفاصولياء، 30
فيروس الموزاييك المخطط الأوروبي للقمح، 33، 84، 102
فيروس الموزاييك المخطط المغزلي للقمح، 35
فيروس الموزاييك المخطط للقمح، 35، 85، 109، 379، 380، 390، 391
فيروس الموزاييك المخطط للكلوريس، 30
فيروس الموزاييك المعتدل للبطاطا/البطاطس، 282
فيروس الموزاييك المميت الشائع للفاصولياء، 34، 364، 365، 369
فيروس الموزاييك المنكرز للبرسيم الأحمر، 37
فيروس الموزاييك المنكرز للرز، 35
فيروس الموزاييك النموذجي الحلقي للكمثرى/الأجاص، 499
فيروس الموزاييك والتبرقش الأخضر للخيار، 28، 37، 211، 213، 214، 219، 231
فيروس النمش الأصفر للفت، 33، 85، 92
فيروس النمط الخطي للاسكيولس، 528
فيروس النمط الخطي للخوخ/البرقوق، 513، 521
فيروس النمط الخطي للمشمش، 521
فيروس النمط الخطي للورد، 513
فيروس الهليون-2، 38
فيروس الهليون-3، 40
فيروس الورقة البرونزية للبندورة/الطماطم، 255
فيروس الورقة السرخسية للبندورة/الطماطم، 216
فيروس الورقة المرقشة لعنب الدب، 33، 206
فيروس الورقة المروحية للعنب/الكرمة، 34، 84، 127، 553، 557، 560، 561، 562، 587
فيروس بطاطا/بطاطس الأندين الكامن، 40، 84، 203
فيروس بطاطس/بطاطا الأندين المبرقش، 33، 203
فيروس بوثوس الكامن، 36
فيروس تبرقش البرسيم الأرضي، 36
فيروس تبرقش التبغ، 36
فيروس تبرقش الجزر، 36
فيروس تبرقش الطماطم/البندورة، 31، 203
فيروس تبرقش العروق في التبغ، 35، 85
فيروس تبرقش الفلفل، 35، 150، 179
فيروس تبرقش الفول، 38، 309، 312، 322، 337، 373
فيروس تبرقش الفول السوداني، 5، 6، 34
فيروس تبرقش القرنفل، 36، 84، 133
فيروس تبرقش اللوبياء، 29، 37
فيروس تبرقش عرق الفلفل، 35، 248
فيروس تبرقش قرون الفاصولياء، 33، 84
فيروس تبرقش وتجعد الأرضي شوكي/الخرشوف، 37
فيروس تبرقش وتجعد الباذنجان، 37
فيروس تبرقش وشحوب للذرة، 37
فيروس تبقع أوراق الخيار، 36، 213، 214
فيروس تبوق قمة الموز، 28، 31، 149، 153، 601، 605، 614
فيروس تثلم ساق التفاح، 40، 203، 471، 473، 478، 493، 494، 498، 504

فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم، 4، 6، 31، 65، 68، 85، 95، 150، 152، 153، 206، 245، 246، 248، 250، 265
فيروس تجعد القمة الكاذب للبندورة/للطماطم، 30، 85
فيروس تجعد أوراق البندورة/الطماطم، 31
فيروس تجعد أوراق الشوندر السكري/البنجر، 32، 84، 105، 206
فيروس تجعد أوراق الفليفلة/الفلفل، 30
فيروس تجعد أوراق القطن، 6، 10، 31
فيروس تجعد أوراق الكوسا، 30، 206، 211، 214، 233
فيروس تجعّد أوراق توت الأرض/العليق، 203
فيروس تجعد عباد الشمس، 36، 85، 125
فيروس تجعد قمة الشوندر السكري/البنجر، 30، 84، 95، 149، 172، 436، 439، 454
فيروس تجعد واصفرار أوراق الكوسا، 234
فيروس تحزم عروق التبغ، 279
فيروس تحزم عروق الورد، 513
فيروس تحفر التبغ، 35، 150، 179، 248
فيروس تخدد/تثلم ساق فرجينيا كراب، 504
فيروس تخطط البازلاء، 40
فيروس تخطط البروم، 35
فيروس تخطط التبغ، 38
فيروس تخطط الذرة، 27، 30، 85، 94، 97، 399، 402، 404، 405، 412
فيروس تخطط الذرة أ، 402
فيروس تخطط الموز، 31، 601، 605، 614، 617
فيروس تخطط باجرا، 402
فيروس تخطط قصب السكر، 30، 408، 433، 439، 458، 459، 461
فيروس ترقط الحمضيات/الموالح، 38، 471، 473، 477
فيروس تريستيزا الحمضيات/الموالح، 6، 9، 12، 39، 149، 153، 165، 206، 208، 471، 473، 475، 479، 487
فيروس تربيش عروق عنب، 40، 561
فيروس تقزم البرسيم الأرضي، 31
فيروس تقزم البطيخ، 228، 229
فيروس تقزم البيقية الحليبية، 31، 313
فيروس تقزم الثوم، 31
فيروس تقزم الحمص، 318
فيروس تقزم الخوخ/البرقوق، 6، 8، 38، 67، 213، 214، 493، 494، 498، 518
فيروس تقزم الرز، 31، 85، 103
فيروس تقزم السفرجل، 499
فيروس تقزم الفول السوداني، 38، 365، 373
فيروس تقزم القمح، 30
فيروس تقزّم ساستوما، 33، 206، 473، 480
فيروس تقزم فول الصويا، 36، 216، 309، 312، 313، 322، 323
فيروس تقزم ليمون الأنجستروم، 480
فيروس تقزم واصفرار الشمام، 221
فيروس تقزم وشحوب الذرة، 409
فيروس تكتل الفول السوداني، 38
فيروس تكتل الفول السوداني الهندي، 38
فيروس تلون بذور الفول، 5، 6، 33، 61، 149، 155، 309، 312، 322، 333، 334
فيروس تمزق ورق الحمضيات/الموالح، 40، 203، 471، 473، 478، 479
فيروس تنقر ساق التفاح، 41، 493، 494، 498، 506
فيروس تنقر ساق اللوزيات/الحلويات، 257
فيروس تنقر ساق روبسترس المرافق، 556
فيروس تنكرز الفول، 38
فيروس تنكرز ساق الأقحوان، 203
فيروس تنكرز قمة البازلاء، 216
فيروس تورد الفجل، 36
فيروس تورد الفول السوداني، 36
فيروس تورم الأفرع للكاكاو، 31، 84، 135
فيروس جدري الخوخ/البرقوق، 6، 9، 35، 67، 150، 173، 206، 208، 493، 494، 498، 509، 524
فيروس جذام الحمضيات/الموالح، 32، 203
فيروس حشيشة الدينار الأمريكي الكامن، 40، 84، 135
فيروس خشخشة التبغ، 23، 37، 248، 275، 294، 433، 439، 445
فيروس ذبول الفول، 5، 6، 309، 312، 338
فيروس ذبول الفول-1، 33
فيروس ذبول الفول-2، 33
فيروس روبارب 5، 528
فيروس ريادو فينو الذرة، 40
فيروس شحوب البندورة/الطماطم، 39، 206، 248، 264
فيروس شحوب الخس، 39
فيروس شفافية عروق اللفت، 37
فيروس شمام اورميا، 38
فيروس عارض اصفرار وتقزم القرعيات، 39، 205، 206، 211، 213، 214، 236
فيروس فصة ميتشيجان، 318
فيروس قوباء الحمضيات/الموالح، 33، 471، 473، 474، 479، 487
فيروس كاسافا C، 38
فيروس لحاء العنب المتقايس الأبعاد، 579
فيروس لفحة السبانخ، 216
فيروس مرض الخط البني، 504

فيروس مرض فيجي، 31
فيروس ممسحة قمة البطاطا/البطاطس، 38، 85، 129
فيروس موت التبغ، 85، 124
فيروس موت التبغ-A، 37
فيروس موت التبغ-D، 37
فيروس موت الخيار، 37، 84، 130
فيروس موت لحاء البطاطا/البطاطس، 275
فيروس موزاييك أبوتيلون، 30
فيروس موزاييك الأجروبيرون، 35
فيروس موزاييك الأرابيس، 33، 84، 130، 498، 529، 556، 561، 601، 602، 605، 607
فيروس موزاييك البابايا/الباباظ، 40، 226
فيروس موزاييك الباذنجان، 40، 276
فيروس موزاييك البازلاء المنقول بالبذور، 5، 6، 34، 150، 172، 309، 312، 330، 331
فيروس موزاييك البامياء، 40، 85، 126
فيروس موزاييك البانيكوم، 37، 408
فيروس موزاييك البطيخ، 6، 10، 35، 150، 151، 166، 211، 213، 214، 219، 224
فيروس موزاييك البطيخ - 1، 224، 226
فيروس موزاييك البطيخ - 2، 224
فيروس موزاييك البطيخ المغربي، 34، 213، 214
فيروس موزاييك البندورة/الطماطم، 4، 6، 12، 29، 37، 85، 125، 150، 155، 156، 185، 245، 248، 250، 252، 254، 265
فيروس موزاييك التبرقش الخفيف للزنبق، 33
فيروس موزاييك التبغ، 23، 26، 27، 28، 29، 37، 85، 87، 150، 170، 155، 161، 248، 260، 275، 284، 294
فيروس موزاييك التفاح، 6، 9، 38، 493، 494، 498، 503، 509، 510
فيروس موزاييك التين، 619
فيروس موزاييك التين الدرني، 31
فيروس موزاييك الحمضيات/الموالح، 31، 203، 473، 480
فيروس موزاييك الخس، 4، 6، 9، 34، 84، 131، 149، 154، 155
فيروس موزاييك الخن أو الذرة الرفيعة، 413
فيروس موزاييك الخيار، 4، 6، 10، 38، 84، 89، 126، 149، 151، 153، 166، 174، 211، 214، 216، 219، 245، 248، 259، 265، 275، 293، 309، 312، 373، 605، 365، 439، 345، 433، 454، 601، 602، 607، 614، 616
فيروس موزاييك الداليا، 31
فيروس موزاييك الذرة، 32، 85، 97، 98، 99، 399، 402، 404، 405، 421
فيروس موزاييك الذرة الإيراني، 402، 422
فيروس موزاييك الزوان، 35
فيروس موزاييك الشمام، 228
فيروس موزاييك الشوفان، 35
فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر، 4، 6، 34، 149، 167، 433، 439، 442، 452
فيروس موزاييك الشوندر السكري/البنجر المنقول بالتربة، 38، 438، 439، 454
فيروس موزاييك الفاصولياء الجنوبي، 36، 85، 105، 363، 364، 365، 370
فيروس موزاييك الفجل، 33
فيروس موزاييك الفصة/الجت/البرسيم الحجازي، 4، 5، 6، 38، 84، 89، 149، 154، 245، 248، 261، 273، 275، 292، 309، 312، 439، 344
فيروس موزاييك القرع، 228
فيروس موزاييك القرنبيط، 31
فيروس موزاييك القلقاس، 34، 149، 157
فيروس موزاييك القمح المحمول بالتربة، 38، 85، 129
فيروس موزاييك الكاسافا الأفريقي، 30، 84، 95، 137
فيروس موزاييك الكاسافا الشرق أفريقي، 30
فيروس موزاييك الكرفس الجنوبي، 216
فيروس موزاييك الكوسا، 33، 150، 156، 211، 213، 214، 228
فيروس موزاييك اللفت، 29، 35، 150، 171
فيروس موزاييك اللوبياء، 29، 33
فيروس موزاييك اللوبياء الجنوبي، 36
فيروس موزاييك اللوبياء المحمول بالمنّ، 34
فيروس موزاييك النمط الحلقي للزعرور، 506
فيروس موزاييك الهشيمية/الشويعرة، 38
فيروس موزاييك الهورديوم، 35
فيروس موزاييك الورد، 510
فيروس موزاييك أوكوبا البطاطا/البطاطس، 40، 275، 293
فيروس موزاييك زيا، 35، 399، 402، 422
فيروس موزاييك عروق البرسيم الأحمر، 40
فيروس موزاييك عشبة جونسون، 34، 413
فيروس موزاييك فول الصويا، 6، 10، 35، 150، 179
فيروس موزاييك قصب السكر، 35، 399، 402، 405، 413، 415، 433، 439، 455، 456، 457، 458، 459
فيروس موزاييك قنابة الموز، 614
فيروس موزاييك والتفاف أوراق البازلاء، 331
فيروس موزاييك وتجعد الشمام، 40، 213، 214

فيروس موزاييك وتقزم الذرة، 34، 85، 136، 149، 173، 399، 402، 404، 405، 413
فيروس موزاييك وتورّد الدراق/الخوخ، 34، 203، 493، 494، 498، 533
فيروس موزاييك وزوائد البازلاء-1، 36، 309، 312، 313، 322، 340
فيروس موزاييك وزوائد البازلاء-2، 36
فيروس نمش/ترقط العنب/الكرمة، 40، 561
فيروس نمط الخط الألماني للخوخ/البرقوق، 510
فيروس نمط الخط الأمريكي للخوخ/البرقوق، 38، 203، 493، 494، 498، 509، 521، 522
فيروس نمط الخط الأوروبي للخوخ/البرقوق، 510، 513
فيروس هويا بلانكا للرز، 33، 85، 100
فيروس ورقة المبرد للكرز، 33، 203
فيروس ورقة داليا البلوطي، 255
فيروسات اصفرار وتقزم الشعير، 84، 140، 379، 381، 399، 417
فيروسات الاصفرار التابعة لعائلة *Luteoviridae*، 5
الفيروسات المرافقة لالتفاف أوراق العنب/الكرمة، 553، 565
فيرويد التبرقش الشاحب للأقحوان، 41
فيرويد التقرح المبثر للاجاص/الكمثرى، 41
فيرويد التقزم القمي للبندورة/الطماطم، 41، 248
فيرويد التلطخ الأصفر للكرمة، 41
فيرويد الحمضيات/الموالح III، 41، 473
فيرويد الحمضيات/الموالح IV، 41، 473
فيرويد الدرنة المغزلية للبطاطا/البطاطس، 41، 206، 273، 275، 295
فيرويد الموزاييك الكامن للدراق/الخوخ، 41، 493، 498، 536
فيرويد الورقة المحنية للحمضيات/الموالح، 41، 473
فيرويد تشقق قلف الحمضيات/الموالح، 41، 471، 473، 481، 487
فيرويد تقرح قشرة التفاح، 41، 498
فيرويد تقزم الاقحوان، 41، 206
فيرويد تقزم حشيشة الدينار/الجنجل، 41، 471، 473، 482، 493، 498، 538
فيرويد تنقر الخشب (كاكسيا) الحمضيات/الموالح، 41، 471، 473، 482، 487
فيرويد تنقر ثمار التفاح، 41، 493، 494، 498، 503، 540
فيرويد كادانج-كادانج جوز الهند، 41، 203
فيرويد كوليوس بلومي-1، 41
فيرويد لطخة الشمس للأفوكادو، 41
مرض الزوائد، 553، 561، 587
مرض لفحة الحمضيات/الموالح، 203
معقد تجعد الخشب الفيروسي، 553، 572
معقد نمش/ترقط العنب/الكرمة، 553، 579
موزاييك التفاح تولار، 514