جامعة السلطان قابوس

الإدارة المتكاملة لمكافحة حشرة سوسة النخيل الحمراء *RHYNCHOPHORUS FERRUGINEUS OLIVER* على نخيل التمر

المحرر:
خاجه محمد أعظم

تحت رعاية

سعادة الدكتور سعود بن ناصر الريامي

رئيس جامعة السلطان قابوس

الإدارة المتكاملة لمكافحة حشرة سوسة النخيل الحمراء *Rhynchophorus ferrugineus* Oliver على نخيل التمر

مشروع بحث مشترك بالتعاون بين

جامعة السلطان قابوس في سلطنة عمان

وجامعة الإمارات العربية المتحدة بالعين في الإمارات العربية المتحدة

المحرر :

خاجة محمد أعظم

الباحثون

(جامعة السلطان قابوس)

البروفسور خاجة محمد أعظم (الباحث الرئيسي)

الدكتور سيد علي رزافي

الفاضل عيسي بن هاشل المهمولي

سعادة المكرم الدكتور أحمد بن خلفان الرواحي

الدكتور مهدي عثمان المرضي

الدكتور أختر جمال خان

الدكتور مايكل ديدمان

الفاضل علي بن أحمد الرئيسي

المنسقون

البروفسور ماثيو جوسن

الدكتور سالم بن علي الرواحي

الترجمة العربية :

الفاضل علي بن أحمد الرئيسي

الدكتور عثمان محجوب جعفر

المتعاونون

جامعة الإمارات العربية المتحدة

البروفيسور محمود العفيفي
البروفيسور أحمد البدوي
الدكتور وليد كاكا
الدكتور زينب الحملاوي
الدكتور كريم الفراج
الفاضل علي محمد علي

وزارة الزراعة والثروة السمكية – سلطنة عمان

الدكتور عبدالمنعم بن محمد المجيني
الفاضل سالم الخاطري

دائرة الزراعة والثروة الحيوانية – العين _ دولة الإمارات العربية المتحدة

الدكتور عثمان خليفة
الدكتور أحمد العسال
الفاضل فؤاد العزابي
الفاضل عباس محمد شريف
الفاضل محمد ثاني الموهيري
الفاضل محمد عادل عبدالله

التقديم

تعتبر نخلة التمر (فينكس داكتيليفرا *Phoenix dactylifera* L.) من أهم محاصيل الفاكهة في الشرق الأوسط. وتعتبر جزءاً لا يتجزأ من التراث التقليدي والحياة الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة . يوجد في سلطنة عمان أكثر من ٨ ملايين نخلة تمر، تنتج أكثر من ٢٠٠,٠٠٠ طن من التمور سنويا .

منذ أواسط الثمانينات ظهرت آفة النخيل المخيفة ؛ سوسة النخيل الحمراء (رينكوفورس فيروجينيوس Oliver *Rhynchophorus ferrugineus*)، وسببت كثيراً من الخسائر في نخيل التمر في عدة مناطق في الخليج العربي . وأصبحت هذه الحشرة في الإمارات العربية المتحدة وأجزاء من سلطنة عمان من الآفات المهمة جدا. تتغذى هذه الحشرة على الأنسجة الطرية الداخلية من النخلة ، ونظراً لكونها تحفر بالداخل بعيدا عن الأنظار يؤدي ذلك إلى موت النخلة إذا لم يتم اتخاذ الإجراءات المبكرة الوقائية والعلاجية في الوقت المناسب.

وللسيطرة على هذه الآفة بنجاح تم تكوين مجموعات عمل بالتعاون مع عديد من الجهات . نتج من ذلك إنشاء مشروع بحثي مشترك في عام ١٩٩٧م بعنوان الإدارة المتكاملة لمكافحة سوسة النخيل الحمراء ، بين جامعة السلطان قابوس بسلطنة عمان وجامعة الإمارات العربية المتحدة بالعين، ووزارة الزراعة والثروة السمكية بسلطنة عمان، ودائرة الزراعة والثروة الحيوانية بالعين في دولة الإمارات العربية المتحدة . شمل برنامج البحث إجراء مسح شامل عن مدى انتشار الآفة، والدراسة الحيوية والبيئية، ومستوى الإصابة في البريمي والعين. تم إجراء بحوث ودراسات على استخدام المصايد الفيرمونية (الروائح الجاذبة للحشرة)، و تأثير الممارسات اليومية الزراعية على سلوك الحشرة، والمعاملات الكيماوية الوقائية، والمكافحات الكيماوية العلاجية، واستخدام الأعداء الطبيعيين للحشرة. شملت توصيات المشروع تطبيق نظام الحجر الزراعي الصارم للحد من انتشار الآفة إلى مناطق أخرى.

كانت نتائج هذا المشروع المشترك بين الجامعتين ووزارة الزراعة والثروة السمكية بسلطنة عمان ودائرة الزراعة والثروة الحيوانية بالعين إيجابية جداً ، ويمكن أن يتخذ هذا المشروع نموذجا يحتذي للتعاون في المستقبل. ولما كان هذا البحث من الأهمية للبلدين فقد تضافرت الجهود لإنجاحه. لذا فإننا نعبر عن خالص تقديرنا لأعضاء هيئة التدريس والعاملين في الجامعتين و وزارة الزراعة والثروة السمكية بسلطنة عمان ودائرة الزراعة والثروة الحيوانية بالعين؛ لإسهامهم الفعال والمهم في تطبيق مشروع البحث وإنجاحه. وتقديرنا الخاص إلى البروفيسور خاجه محمد أعظم الباحث الرئيسي للمشروع من جامعة السلطان قابوس، وجميع أعضاء فريق العمل لقيامهم باستيفاء أهداف المشروع .

ونتمنى أن يساعد هذا الإصدار الخاص ، الذي هو عبارة عن نتائج جهودهم، المزارعين في كلا البلدين على تحسين إنتاج التمور نوعاً وكماً.

الدكتور سعود بن ناصر الريامي
رئيس جامعة السلطان قابوس

المحتويات

١. المقدمة ١

٢. المواد وطرق البحث ٦

٢,١ مسح ورصد إصابة سوسة النخيل الحمراء في نخيل التمر ٦

٢,٢ تجنب الإصابة بالحشرة عن طريق الممارسات الزراعية ٦

٢,٣ المكافحة الكيماوية : ٧

٢,٣,١ الرش الوقائي لنخيل التمر ٧

٢,٣,١ تقييم عدد من المبيدات الحشرية لمكافحة سوسة النخيل الحمراء بطريقة الحقن في الجذع ٧

٢,٤ تقييم الأثر المتبقي من المبيد في ثمار النخيل ٨

٢,٥ المكافحة الحيوية لسوسة النخيل الحمراء بواسطة فطر *Beauveria bassiana* ١٠

٣ النتائج والمناقشة ١٠

٣,١ المسح والرصد ١٠

٣,١,١ مستوى الإصابة لسوسة النخيل الحمراء في القرى المختلفة ١٠

٣,١,٢ الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في الأصناف المختلفة ١٢

٣,١,٣ الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في مجموع الأعمار المختلفة ١٤

٣,١,٤ الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في الارتفاعات المختلفة لجذع النخيل ١٥

٣,٢ تجنب حدوث الإصابة بسوسة النخيل الحمراء بواسطة التوعية الزراعية ١٦

٣,٣ المكافحة الكيماوية ٢١

٣,٣,١ الرش الوقائي لنخيل التمر ٢١

٣,٣,٢ تقييم المبيد الحشري عن طريق الحقن في الجذع ٢١

٣,٤ تقدير الأثر المتبقي من المبيدات الحشرية في ثمار النخيل ٢٤
٣,٥ المكافحة الحيوية لسوسة النخيل الحمراء بواسطة فطر *Beauveria bassiana* ٢٥

٤. توصيات المشروع لمكافحة سوسة النخيل الحمراء ٢٩

المراجع ٣١

فهرست الجداول

جدول ١.	الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في بعض مناطق ولاية البريمي خلال عام ٩٨-١٩٩٩م	١١
جدول ٢.	مستوى الإصابة بسوسة النخيل الحمراء على نخيل التمر في بعض مناطق ولاية البريمي	١٢
جدول ٣.	نمط الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في خمس قرى من ولاية البريمي خلال عام ٢٠٠٠م	١٣
جدول ٤:	الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في الأصناف المختلفة خلال الأعوام ٨٩-١٩٩٩ و ٢٠٠٠م	١٤
جدول ٥:	إصابة سوسة النخيل الحمراء مقارنة بعمر النخلة	١٥
جدول ٦:	الإصابة بسوسة النخيل الحمراء وعلاقتها مع ارتفاع جذع النخلة	١٥
جدول ٧.	إصابة سوسة النخيل الحمراء على أسطح قطع الفسائل والمناطق الأخرى.	١٦
جدول ٨.	تأثير معالجة أماكن القطع السطحي للجذع والقطع العميق للفسائل والإغلاق بالطين على الإصابة بسوسة النخيل الحمراء خلال ١٩٩٩-٢٠٠٠م	١٩
جدول ٩.	تأثير المبيدات الحشرية المختلفة المستخدمة كرش وقائي ضد سوسة النخيل الحمراء.	٢٢
جدول ١٠.	تأثير المبيدات الحشرية المختلفة المستخدمة عن طريق الحقن في الجذع لمكافحة سوسة النخيل الحمراء.	٢٣
جدول ١١.	استمرارية الأثر المتبقي لبعض المبيدات الحشرية على ثمار النخيل. (متوسط لثلاثة مكررات)	٢٥

جدول ١٢. نسبة موت حشرة سوسة النخيل الحمراء بعد عدة فترات المعالجة والتعرض لطعم لب التمر المحتوي على فطر *Beauveria bassiana* ٢٦

جدول ١٣ نسبة وفيات ٥٠% من حشرة سوسة النخيل الحمراء مع زمن التعرض لطعم من لب التمر يحتوي على فطر *Beauveria bassiana* ٢٧

فهرست الصور

صوره ١. الطور البالغ لحشرة سوسة النخيل الحمراء ٢

صوره ٢. يرقة حشرة سوسة النخيل الحمراء ٣

صوره ٣. أ: يرقة ب: شرنقة العذراء جـ: الحشرة الكاملة لسوسة النخيل الحمراء ٥

صوره ٤. عمل ثقب بواسطة المثقاب الكهربائي في جذع النخلة لوضع المبيدات الحشرية من خلاله ٩

صوره ٥: أعراض الإصابة بسوسة النخيل الحمراء على فسيلة النخيل ١٧

صوره ٦. أعراض الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في منطقة التاج ٢٠

الإدارة المتكاملة لمكافحة حشرة سوسة النخيل الحمراء *Rhynchophorus ferrugineus* Olive على نخيل التمر

١. المقدمة

تعتبر نخلة التمر (*Phoenix dactylifera*) من أهم أشجار الفاكهة في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ، من ضمنها سلطنة عمان ودول عربية أخرى . يحتل النخيل ٨٢,٦% من المساحات المزروعة بأشجار الفاكهة (تحسين التمور في عمان ، نشرة إرشادية رقم ١). تصاب نخلة التمر بعدد من الآفات الحشرية ، وفي الآونة الأخيرة أصيبت بسوسة النخيل الحمراء *Rhynchophorus ferrugineus* Oliver (Curculionidae: Coleoptera) ، وقد سببت هذه الحشرة أضرارا كبيرة في شمال عمان ، وبالتحديد في مناطق البريمي ومنح ومسندم ، و كذلك سجلت الإصابة على نخيل التمر في دولة الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية والعراق وعدد من الدول الأخرى.

يميل لون الطور البالغ من سوسة النخيل الحمراء إلى اللون البني المحمر (صورة ١) ، ويصل طوله إلى ٣٥مم ، و يحمل منقارا طويلا . تضع الأنثى البيض داخل الجروح الحاصلة نتيجة عمليات الخدمة من الحصاد و إزالة السعف والفسائل، و تلاحظ الإصابة عادة في الأشجار ذات الأعمار الصغيرة بين ٦-١٥ عاما . تقوم اليرقات بحفر أنفاق خلال الأنسجة الطرية لتصل إلى قلب الجذع ، وهناك تكمل دورة حياتها . يحصل الضرر على النخلة نتيجة لتغذي اليرقة (صوره ٢) على الأجزاء الداخلية من الجذع والقمم النامية . يكون موت النخلة أكيدا إذا وصلت الإصابة إلى قلب القمة النامية . يمكن أن تعيش الحشرة لعدة أجيال داخل نفس النخلة . وجود الثقوب على قواعد الأوراق ، وخروج رغوة ذات لون بنى محمر ، وخروج الألياف من الثقوب، وسماع أصوات خفيفة من داخل الجذع كل هذا يدل على النشاط الحاصل نتيجة التغذية ، هذه هي الأعراض العامة للإصابة بهذه الحشرة . في معظم الأوقات لا يمكن معرفة النخلة المصابة إلا إذا كانت الإصابة شديدة ، وفي حالة الإصابات الشديدة يمكن أن تنتهي إلى موت النخلة .

صـــوره ١: الطور البالغ لحشرة سوسة النخيل الحمراء

صـــوره ٢: يرقة حشرة سوسة النخيل الحمراء

للحشـــرة ما بين ٣ إلى ٤ أجيال في السنة ، وتعيش الأنثى البالغة مدة ٦٠ يوما ، وتضع مـــا بين ٧٠-٣٥٠بيضة . تعيش اليرقة بين ٣٥ – ٨٠ يوما ، و تتحول عند اكتمال نموها إلى عذراء داخل شرنقة (صوره ٣) مكونة من الألياف المقروضة . يستمر طور العذراء ما بين ١٢-٢٠يوما، وتحتاج دورة الحياة الكاملة من بيضة إلى حشرة كاملة من ٨٠ إلى ١٠٠يوم ، ونظرا لتداخل الأجيال وطول مدة دورة الحياة فإنه يمكن مشاهدة جميع الأجيال على نفس النخلة.

تـــتوفر معلومـــات قليلة عن دورة الحياة الحشرة (بيولوجيا Biology) وعلاقة الحشرة بالبيئة المحيطة (إيكولوجيا Ecology) ، ومدى قابلية الإصابة ، والتباين في حدوث الإصابات و الإدارة المتكاملة في مكافحة سوسة النخيل الحمراء. ونظرا لخطورة أضرار سوسة النخيل الحمـــراء علـــى نخلـــة التمر؛ تم إجراء عمليات مسح في ولاية البريمي ؛ لتجميع المعلومات الأساســـية عـــن الآفة ، وكذلك لإجراء مجموعة من التجارب ما بين عام ١٩٩٧ و ٢٠٠١م ، وذلك لتجميع بيانات كافية لوضع استراتيجية إدارية مناسبة للمكافحة والتحكم في انتشار الآفة إلى المناطق الجديدة .

شملت التجارب التي أجريت الأتي :

١. مسح ورصد إصابات سوسة النخيل الحمراء في نخيل التمر.

٢. تجنب الإصابة بالحشرة عن طريق التوعية الزراعية .

٣. مكافحة الحشرة بواسطة الرش الوقائي وحقن جذع نخيل التمر بالمبيد.

٤. تحليل الأثر المتبقي على ثمار النخيل .

٥. البحث عن طرق المكافحة الحيوية للسوسة .

صـــوره ٣. أ: يرقة ب: شرنقة العذراء جـ: الحشرة الكاملة لسوسة النخيل الحمراء

٢. المواد وطرق البحث :

٢,١ مسح ورصد إصابة سوسة النخيل الحمراء في نخيل التمر

تم تطوير طريقة البحث للتمكن من إجراء عملية المسح لتسجيل الإصابة بسوسة النخيل الحمراء ، وصفات النخيل ، وعلاقاتها بالإصابة ، وتسجيل البيانات .

تم تسجيل الإصابة في مواقع مختلفة بالمقارنة بعدد النخيل ، والإصابات القديمة والجديدة، ومستوى الإصابة (منخفضة ومتوسطة وعالية). تم تسجيل الإصابة في الأصناف المشهورة من نخيل التمر في المنطقة . صنفت النخيل في مجموعات حسب الأعمار ، كالتالي ١ –٥ ، و ٦ –١٠ ، و ١١–١٥و ١٦–٢٠ ، وأكثر من ٢٠ عاما ، وتم تسجيل عدد النخيل المصاب في كل عمر. في دراسة أخرى تم تصنيف النخيل في ٨ مجموعات حسب طول النخلة ، كالتالي : ٠–٠,٥ و ٠,٦–١,٠ و ١,١–١,٥ و ١,٦–٢,٠ و ٢,١–٢,٥ و ٢,٦–٣,٠ و ٣,١–٣,٥ و أكثر من ٣,٥ متر من مستوى سطح الأرض . تم تسجيل الإصابات في كل مجموعة حسب طول النخلة .

٢,٢ تجنب الإصابة بالحشرة عن طريق الممارسات الزراعية

تم إجراء التجارب الآتية على أسطح أماكن إزالة الفسائل الهوائية (راكوب) أثناء إجراء عمليات التكريب (إزالة قواعد الأوراق القديمة) . تم قطع الفسائل من ٣٣ نخلة ، منها ١٣ نخلة غير معالجة من القاعدة قريبا من الجذع بحيث تترك جروحا. ، تمت معالجة جروح ٢٠ نخلة بمبيد دايمثويت بواسطة فرشاة ، وفي ٩٠ نخلة أخرى تم قطع الفسائل بإزالة القمم النامية بصورة كاملة . تم تغطية الجزء المقطوع لأربعين نخلة بواسطة الطين فقط ، و ٣٠ أخرى بواسطة طين ومبيد دايمثويت ، و١٠ أخرى بالطين ومبيد أنثيو ، و١٠ أخرى بالطين ومبيد أبلود (Applaud)، تمت مراقبة النخيل المعالج لمدة ٢–٣ أشهر لمعرفة تأثير المعاملات المختلفة من الإصابة . تم رصد أعداد خنافس الحشرة بواسطة تجميع البيانات من المصايد الفرمونية.

٢,٣ المكافحة الكيماوية

٢,٣,١ الرش الوقائي لنخيل التمر

تم إجراء تجربة في الحقل لتقييم فعالية خمسة مبيدات حشرية ، وهي كالتالي :
تـريكلوروفون (Trichlorphon 80 SP) ، و دايمثويـت (dimethoate 40 EC) ، وأفلكس (Aflix (endosulfan + dimethoate) 38.5 EC) ، و مارشال (Marshal (carbosulfan) 25 EC)) ، و نوجوس (Nogos (dichlorvos) 50 EC) . في تركيز ١% كرشة وقائية ضد سوسة النخيل الحمراء.

تم اختيار أشجار نخيل صغيرة في عمر ٦-١٠أعوام سليمة من الإصابة في مزارع بها إصابة عالية بسوسة النخيل الحمراء في منطقة صعر من ولاية البريمي . تم إزالة السعف القديم والفسائل الحديثة من النخيل ، وذلك لإحداث جروح بها ، ثم رش النخيل بكثافة بواسطة جهاز رش الضـغط العالـي بالمبيدات المذكورة آنفا . استخدمت ٦ معاملات من ضمها معاملة دون اسـتخدام أي مبيد (حاكمة) . كررت العملية خمس مرات بعد فترة انتظار أسبوعين كمجموعات من ١-٥. تم مراقبة النخيل لمدة أربعة أشهر.

٢,٣,٢ تقييم عدد من المبيدات الحشرية لمكافحة سوسة النخيل الحمراء بطريقة الحقن في الجذع:

تم إجراء تجارب حقلية لتقييم فعالية عدد من المبيدات الحشرية وهي كالتالي:

نوجـوس ((Nogos 50 EC (dichlorvos) ، ديمثويت (Diméthoate 40 EC) ، و أفلكس (flix (endosulfan 24% + dimethoate 14.5%) 38.5 EC) بنفس تركيزها، ومـع خلطهـا بالمـاء بنسـبة ١:١و ١:٢ حجم/حجم ، و توتلين (Totalene (mixture of (trichlorphon 30% + dimethoate 10% + fenitrothion 5%) ، فينيتروثيون (Fenitrothion) ، و مارشال (Marshal (carbosulfan) 25 EC) ، و سني زيـت نـبات النيم ((Sunny 1500 EC (Azadirachtin 0.15%) بنفس تركيزها أو بخلطها بالماء بنسبة ١:١ ، و ISH + ماء و IKC + ماء وبنسبة ١ : ٣,٥ ، و أنتيو + ماء

بنسبة ١: ١ و ١:٢ . تم تحضير محلول بذور قشرة السفرجل الهندي (*Annona squomosa*) و النيم (*Azadirachta indica*) بخلط ١٢,٥جم من مسحوق البذور في ٦٢,٥ملم من ماء و كحول إيثانول بنسبة ١:٤ لمدة ٢٤ ساعة. تم حقن خلاصة المحلول في النخلة بعد تخفيفه بنسبة ١:١ محلول وماء قبل الحقن مباشرة.

تـم حقن النخيل المصاب حديثا الذي تخرج الرغوة البنية منه بواسطة المبيدات الحشرية النقـية فقط ، أو بعد خلطها مع الماء . لإجراء هذه العملية تم تنظيف مناطق الإصابة سطحيا بواسـطة سكين حادة لإزالة بعض الأجزاء المتهتكة بالإضافة إلى اليرقات والشرنقات الموجودة في ذلك المكان. تم إحداث ثلاثة ثقوب في الجذع بواسطة منقاب (صورة ٤) ، بعمق ١٢-١٥ سم ، وقطر ١,٥سم وبزاوية قدرها ٤٥ درجة رأسيا و باتجاه الجرح حول المنطقة المصابة تم حقن ١٠مل من المبيد المراد تجربته ، إما نقيا أو مخلوطا بالماء ، وتم إغلاق الثقوب بواسطة القطـن . تـم تغطية أماكن الجروح بواسطة الطين ، وذلك لتجنب حدوث إصابات جديدة عن طـريقها . تـم مراقبة النباتات لمدة ٦ أسابيع للتأكد من عدم خروج الرغوة والذي اعتبر دليلا على فعالية المبيد في مكافحة سوسة النخيل الحمراء.

٢,٤ تقييم الأثر المتبقي من المبيد في ثمار النخيل

تـم تقيـيم مبيدات حشرية تجارية ومخلوط بالماء بنسبة ١:١ في ثمار النخيل بمنطقة البريمي لمكافحة سوسة النخيل الحمراء ، تم إحداث ٣ ثقوب وبعمق ١٢-١٥سم بشكل مثلث في جـذع كل نخلة باستخدام منقاب آلي . تم حقن ١٠مل من المبيد الحشري في كل ثقب ، أعطيت الحقنة الأولى للأشجار عندما كانت الثمار صغيرة وخضراء. تم حقن ثلاث نخلات على الأقل بكـل مبـيد. تـم جمع ٢٠٠جرام من الثمار من كل شجرة كل ١٥ يوما ولمدة ١٢٠يوما . تم اختيار كل من دايمثويت ، وافلكس ، ونوجوس ، ومارشال ؛ لدراسة الأثر المتبقي في الثمار . اتبعـت طـريقة واحـدة لكل المبيدات الحشرية المستخدمة مع بعض التعديلات البسيطة حسب الحاجـة، حسـب الدراسـات السابقة بالنسبة لديمثويت (ميسرى والآخرون١٩٩٢) ، و أفلكس (زهرة وحميد ١٩٩٠) ، وغيرمسمى (١٩٨٦) للنوجوس ، ومارتين (١٩٨٥) لمارشال.

صـــوره ٤. عمل ثقب بواسطة المثقاب الكهربائي في جذع النخلة لوضع المبيدات الحشرية من خلالة

تـم تحلـيل وتقييم المستخلصات بواسطة جهاز هيوليت -باكارد (Hewlett-Packard) للتحليل اللونـي للغـاز (Gas Chromatograph) (HP5890) وقد أضيفت إليه جهاز لأخذ العينات أوتوماتيكيا ، و جهاز كاشف كتلي (mass detector) HP5989B.

٢,٥ المكافحة الحيوية لسوسة النخيل الحمراء بواسطة فطر *Beauveria bassiana*

أجريت تجربة لمعرفة تأثير فطر *B. bassiana* على سوسة النخيل الحمراء ، أضيف الفطر إلى طعم لب /دبس التمر بنسبة ١٠جم من بوغ خلايا الفطر ، مع ٢٠مل من الطعم ، ثم وضـع ١٠ حشـرات كاملة النمو كل على حدة على الطعم لفترة محددة ثم عزلت الحشرات في علـب نظـيفة ، كـل واحدة مع ١٠ حشرات سليمة ، وذلك لتعريضها للإصابة. كانت فترات معاملـة الحشرات وتعرض الحشرات المريضة للسليمة مختلفة من تجربة إلى أخرى. بعد فترة تعـرض محـدودة تم فصل المجموعتين من الحشرات ، ووضعت في علب تربية . تم تغذية المجموعتين على غذاء صلب يحتوي على قطع من القصب السكر ، وسائل يحتوي على سكر وماء مغموس فيه قطن. تم التقييم الدوري للوفيات.

٣. النتائج والمناقشة

٣,١ المسح والرصد

٣,١,١ مستوى الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في القرى المختلفة

تم إجراء عمليات المسح لإصابة سوسة النخيل الحمراء على نخيل التمر خلال الفترة بين ٩٨-١٩٩٩ و ٢٠٠٠م فـي خمـس قـرى ، هـي الغريفة ، والعقدة ، وصعر ، والبريمي ، والحماسـة التابعة لولاية البريمي بمنطقة الظاهرة في سلطنة عمان ؛ وذلك لتجميع المعلومات الأساسـية عن الإصابة لهذه الآفة على نخيل التمر . مع أخذ هذا في الاعتبار تم مسح ٧٨ قرية خلال الفترة بين ١٩٩٨ إلى ١٩٩٩م منها ثماني مزارع في الغريفة ، و١٥ في العقدة ، و٢٧ فـي صعر ، و١٥ في البريمي ، و١٣ في الحماسة . تم تكرار المسح عام ٢٠٠٠م على ٨٤ مزرعة ، منها سبع مزارع في الغريفة و٢٢ في العقدة و٢٧ في صعر ، و١٥ في البريمي ،

جدول ١. الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في بعض مناطق ولاية البريمي خلال عام ٩٨-١٩٩٩م

التسلسل	اسم المنطقة	عدد المزارع	عدد النخيل	عدد النخيل المصابة		مجموع النخيل المصاب	نسبة الإصابة %
				قديمة	حديثة		
١	الغريفة	٨	٣٠٩٧	١٣٣	٢	١٣٥	٤,٣٦
٢	العقدة	١٥	٣٩٣٨	٢٧	١٦	٤٣	١,٠٩
٣	صعر	٢٧	٥٣٩٠	١٨٧	٤٨	٢٣٥	٤,٣٦
٤	البريمي	١٥	٢١١٧	٥٠	٤٠	٩٠	٤,٢٥
٥	الحماسة	١٣	٢٤٨٩	١٠٦	٤٣	١٤٩	٥,٩٩
المجموع		٧٨	١٧٠٣١	٥٠٣	١٤٩	٦٥٢	٣,٨٣

و١٣ في الحماسة. في المسح الأول ٩٨-١٩٩٩م (جدول ١) تم ملاحظة عدد ١٧٠٣١ نخلة ، منها ٣٠٩٧ نخلة في الغريفة ، و٣٩٣٨ في العقدة ، و٥٣٩٠ في صعر ، و٢١١٧ في البريمي ، و٢٤٨٩ في الحماسة. ومن بين ١٧٠٣١ نخلة لوحظ أن ٦٥٢ نخلة (٣,٨٣%) مصابة بسوسة النخيل الحمراء . كانت الإصابة عالية في قرية الحماسة (٥,٩٩%) ، بينما كانت متدنية (١,٠٩%) في العقدة ، وفي المناطق الثلاث الأخرى من المسح كانت الإصابة ٤,٢٥-٤,٣٦%.

من بين ٦٥٢ نخلة تم تسجيلها خلال فترة المسح كانت هناك ٥٠٣ نخلة مصابة بإصابات قديمة ، و١٤٩ نخلة بإصابات حديثة. من الإصابات القديمة (جدول ٢) وجدت ٢٤١ نخلة بها إصابة متوسطة ، و٢٦٢ نخلة عالية الإصابة ، ومن النخيل ذي الإصابات الحديثة كانت هناك ٢٥ ذات إصابة متدنية ، و٧٥ متوسطة الإصابة ، و٧٢ عالية الإصابة .

تدل هذه النتائج على أن الإصابة في الأطوار الأولى تكون غير ملاحظة ، وتكون الأعراض واضحة عند زيادة الإصابة . ومن عادة المزارعين أن لا يراقبوا نخيلهم بانتظام ، ونتيجة لذلك ترتفع الإصابات مما ينتج عنه موت النخيل .

جدول ٢. مستوى الإصابة بسوسة النخيل الحمراء على نخيل التمر في بعض مناطق ولاية البريمي

اسم المنطقة	عدد النخيل المصابة حسب مستوى الإصابة					
	إصابات قديمة			إصابات حديثة		
	متدنية	متوسطة	عالية	متدنية	متوسطة	عالية
الغريفة	٠	١٣٣	٠	٠	٢	٠
العقدة	٠	٢٣	٤	٠	٩	٧
الصعر	٠	٣١	١٥٦	٠	٢٦	٢٢
البريمي	٠	٢	٤٨	٠	١٨	٢٢
الحماسة	٠	٥٢	٥٤	٢	٢٠	٢١
المجموع	٠	٢٤١	٢٦٢	٢	٧٥	٧٢

خلال إعادة المسح عام ٢٠٠٠م تم فحص مجموع ١٨٩٨٠ نخلة (جدول ٣) منها ٢٧٦٢ نخلة في الغريفة ، و٥٧١٨ في العقدة ، و٥٧٦٤ في صعر ، و٢٢٢٢ نخلة في البريمي ، و ٢٥١٤ في الحماسة . ومن بين١٨٩٨٠ نخلة وجدت ٣٢٩ نخلة فقط (١,٧٣%) مصابة بسوسة النخيل الحمراء . وبالمقارنة مع مسح ٩٨-١٩٩٩م وجد أن هناك انخفاضا في الإصابة من ٣,٨٣% إلى ١,٧٣% ، مما يدل على زيادة الوعي والاهتمام لدى المزارعين ؛ وقيامهم بإجراء العمليات الوقائية الأولية .

٣,١,٢ الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في الأصناف المختلفة .

تم مسح ٧٨ مزرعة ، بها مجموع ١٧٠٣١ نخلة خلال عامي ٩٨-١٩٩٩م (جدول ٤)، تحوي ٧٧ نوعا من النخيل ، وعند مقارنة الإصابات في الأصناف المختلفة وجد أن ٦٥٢ نخلة (٣,٨٣%) مصابة بسوسة النخيل الحمراء، منها صنفان زرعا بصورة واسعة (جدول ٤) في معظم المزارع ، وهما النغال (٣٥٨٢ نخلة في ٧٠ مزرعة) ، والفرض (٣١٨٥ نخلة في ٦٩مزرعة) . وهناك أصناف زرعت بأعداد كبيرة في مزارع عديدة وهي البغل (٩٠١ نخلة) ، الخنيزي(٩٤٤ نخلة) ، والخصاب (٨٢١ نخلة) ، والجبري (٥١٤ نخلة) ، والخلاص (٥٦٥ نخلة).

جـدول ٣. نمط الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في خمس قري من ولاية البريمي خلال عام ٢٠٠٠م

التسلسل	اسم المنطقة	عدد المزارع	مجموع النخيل	مجموع النخيل المصاب	نسبة الإصابة %
١	الغريفة	٧	٢٧٦٢	٤٢	١,٥٢
٢	العقدة	٢٢	٥٧١٨	٩٧	١,٧٠
٣	صعر	٢٧	٥٧٦٤	٧٤	١,٢٨
٤	البريمي	١٥	٢٢٢٢	٤٤	١,٩٨
٥	الحماسة	١٣	٢٥١٤	٧٢	٢,٨٦
المجموع		٨٤	١٨٩٨٠	٣٢٩	١,٧٣

زرعـت عدة أصناف بأعداد قليلة نسبيا ، ولكن يمكن ملاحظتها في عدة مزارع وهي البومان (٣٩٨ نخلـة) ، والهلالي (٢٦٢نخلة) ، والفحل (٢٣١ نخلة) ، واللولو (١٩٢ نخلة) ، أما بقية الأصناف فإنها مزروعة بأعداد قليلة جدا.

من النخيل المزروع بأعداد كبيرة والذي تم تسجيل إصابات عالية بسوسة النخيل الحمراء عليه (جـدول ٤) الخصـاب (٨,١٦%) ، والفحـل (٦,٠٦%) ، والـبغل (٥,٩٩%) ، والخنيزي (٥,٣%) ، و الجبري (٤,٨٦%) . كانت الإصابات بنسبة (٢,٠٢-٣,٣٦%) في أصناف البوما والهلالي والفرض والخلاص بينما كانت متدنية في صنفي اللولو والنغال (٢,٠٨ -٢,٦%) .

تـم أيضا تسجيل مستوى الإصابة في الأصناف المختلفة خلال عام ٢٠٠٠م (جدول٤). تـم مسـح مجموع ٨٤ مزرعة بها١٨٩٨٠ نخلة حيث وجد أن هناك ٣٢٩ نخلة فقط مصابة. انخفضـت الإصابة إلى ١,٧٣% مقارنة بـ ٣,٨٣% في عام ٩٨-١٩٩٩م . انخفض مستوى الإصـابة فـي أصـناف مثل البعل والبومان والفحل والفرض والجبري والخلاص والخصاب والخنيزي والـنغال إلى ٠,٨٩ و ٢,١٩ و ١,٦٥ و ٢,٣٧ و ١,٧١ و ١,٩٤ و ١,٤٨% على

التوالي مقارنة بالمستوى العالي للإصابة عام ٩٨-١٩٩٩م .

جـدول ٤: إصابة بسوسة النخيل الحمراء في الأصناف المختلفة خلال الأعوام ٩٨-١٩٩٩ و ٢٠٠٠م

الأصناف	٩٨-١٩٩٩م		٢٠٠٠م	
	عدد النخيل	نسبة الإصابة	عدد النخيل	نسبة الإصابة
بغل	٩٠١	٥,٩٩	٢٢٤	٠,٨٩
بومان	٣٩٨	٣,٠٢	٢٢٨	٢,١٩
فحل	٢٣١	٦,٠٦	٩٧	١,٠٣
فرض	٣١٨٥	٣,٢٠	٨٤٧	٢,١٣
هلالي	٢٦٢	٣,٠٥	١٥٧	٥,١٠
جبري	٥١٤	٤,٨٦	٣٦٣	١,٦٥
خلاص	٥٦٥	٣,٣٦	٤٢٢	٢,٣٧
خصاب	٨٢١	٨,١٦	٣٥٠	١,٧١
خنيزي	٩٤٤	٥,٣٠	٥١٥	١,٩٤
لولو	١٩٢	٢,٠٨	١١٠	٢,٧٣
نغال	٣٥٨٢	٢,٦٢	٦١٠	١,٤٨

٣,١,٣ الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في مجموع الأعمار المختلفة

كانـت إصابة سوسة النخيل الحمراء عالية (جدول ٥) ، بلغت ٩,٣٥% في النخيل من مجموعة عمر ٦-١٠ سنة ، تليها ٩,٢٢% في نخيل ١١-١٥ سنة و ٦,٦١% في مجموعة ١-٥ سـنة ، ومنخفضـة جـدا ٠,١١% في مجموع ١٦-٢٠سنة، وكانت أقل من ٠,٠٢% في مجموعة أكثر من ٢٠ سنة. مما يدل على أن مجموعة ٦-١٥سنة أكثر عرضة للإصابة بسوسة النخيل الحمراء ، وتحتاج بالتالي إلى عناية أكثر.

جدول ٥: إصابة سوسة النخيل الحمراء مقارنة بعمر النخلة

التسلسل	مجموع العمر (بالسنة)	مجموع النخيل	عدد النخيل المصاب	نسبة الإصابة
١	١-٥	١١٠٥	٧٣	٦,٦١
٢	٦-١٠	٢٢٩٠	٢١٤	٩,٣٥
٣	١١-١٥	١٠٥٢	٩٧	٩,٢٢
٤	١٦-٢٠	١٨٣٧	٢	٠,١١
٥	٢٠<	٥٠٠٦	١	٠,٠٢
	غير معروف	٥٧٤١	٢٦٥	٤,٦٢

٣,١,٤ الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في الارتفاعات المختلفة لجذع النخيل

أجريـــت دراسة لمعرفة علاقة سوسة النخيل الحمراء بارتفاع الجذع . يبين جدول (٦) أن أعلى إصابة بسوسة النخيل الحمراء (٣٥,٩٥%) كانت في النخيل الذي يصل ارتفاع الجذع

جدول ٦: الإصابة بسوسة النخيل الحمراء وعلاقتها مع ارتفاع جذع النخلة

التسلسل	ارتفاع الجذع (متر)	عدد النخيل المصاب في مجموعات الارتفاع	نسبة الإصابة في مجموعات الارتفاع
١	٠-٠,٥	١٩	١٢,٤٢
٢	٠,٦-١,٠	٥٥	٣٥,٩٥
٣	١,١-١,٥	٣٤	٢٢,٢٢
٤	١,٦-٢,٠	٢٤	١٥,٦٩
٥	٢,١-٢,٥	١١	٧,١٩
٦	٢,٦-٣,٠	٧	٤,٥٧
٧	٣,١-٣,٥	٣	١,٩٦
٨	أعلى من ٣,٥	٠	٠,٠٠

فـيه إلى ٠,٦-١,٠متر ، تليها في الجذع بارتفاع ١,١-١,٥متر ٢٢,٢٢% ، و١٥,٦٩متر في الجذع ارتفاعه ١,٦-٢,٠متر ، فيما كانت الإصابة ١٢,٤٢% في ارتفاع بين صفر -٠,٥متر. يدل هذا على أن الإصابة تقل مع زيادة ارتفاع الجذع وتنعدم في النخيل بارتفاع ٣,٥ متر .

٣,٢ تجنـب حـدوث الإصـابة بسوسـة النخيل الحمراء بواسطة الممارسات الزراعية

دلت نتائج المسح لمعرفة أثار إزالة الفسائل في أربع قرى من ولاية البريمي على أن من بيـن ٢٥ نخلة مصابة في كل من صعر والبريمي والعقدة (جدول٧) هناك ٢٢نخلة (٨٨%) و ٢٣ نخلة (٩٢%) و ٢٢نخلة (٨٨%) و٢٤ نخلة (٩٦%) ظهرت عليها أعراض سوسة النخيل الحمراء في أماكن إزالة الفسائل . ومن بين ١٠٠ نخلة تمت ملاحظتها في ولاية البريمي كانت هناك ٩١ نخلة (٩١%) مصابة في مكان إزالة الفسائل ، وتكون الأعراض في معظم الأوقات عبارة عن ذبول الفسائل الجديدة (صورة ٥) ، وخروج الألياف المتهتكة ، ورغوة بنية اللون . ووجدت الإصابة على ٩ نخلات فقط من أصل ١٠٠ نخلة في غير مكان قطع الفسائل ، وكانت الأعـراض سـقوط الألـياف المتهتكة من مكان الإصابة ، وخروج الرغوة البنية. يؤدي إزالة الفسـائل إلى تعريض الألياف الطرية وخروج سوائل مما يؤدي إلى جذب الطور الكامل لسوسة النخيل الحمراء إلى النخيل لوضع البيض فيها .

جدول ٧. إصابة سوسة النخيل الحمراء على أسطح قطع الفسائل والمناطق الأخرى.

المنطقة	عدد النخيل المصاب	عدد النخيل المصاب نتيجة القطع الفسائل	نسبة الإصابة	الإصابة في غير منطقة القطع	نسبة الإصابة
صعر	٢٥	٢٢	٨٨,٠	٣	١٢,٠٠
البريمي	٢٥	٢٣	٩٢,٠٠	٢	٨,٠٠
العقدة	٢٥	٢٢	٨٨,٠	٣	١٢,٠٠
الحماسة	٢٥	٢٤	٩٦,٠٠	١	٤,٠٠
المجموع	١٠٠	٩١	٩١,٠٠	٩	٩,٠٠

صـــوره ٥: أعراض الإصابة بسوسة النخيل الحمراء على فسيلة النخيل

فـي محاولـة لـتطوير طريقة مناسبة لتجنب الإصابة بسوسة النخيل الحمراء عن طريق أماكن إزالة الفسائل، أجريت تجربة على النخيلات الصغيرة التي تحمل فسائل هوائية . قطعت الفسائل الهوائية من ٣٣ نخلة بما فيها غير المعالجة (محكمة) من قواعدها قريبا من جذع النخلة لإحـداث الجروح ، عولجت ٢٠ نخلة بمبيد دايمثويت الحشري ، وتركت ١٣ نخلة بغير معالجة (مجموعة حاكمة) . ظهرت نموات جديدة من نفس الفسائل الهوائية المقطوعة في أول معاملتين (جـدول ٨) ، ويـدل ذلـك علـى أن القمة النامية للفسائل لم تمت (صوره ٦). كذلك ظهرت إصـابات عالية وبنسبة ٣١,٣٩% في النخيل غير المعالج و بنسبة ١١,٣٩% في النخيل المعالج بالدايمثويـت . أوضـح أبـراهام (١٩٩٨) أن إصابات عديدة تحدث في النخيل نتيجة الإزالة الدورية للسعف والفسائل . و تجنب هذه الجروح الحديثة الطرية الحشرة لوضع البيض، لذا فإن تضميد أو علاج هذه المواقع بمبيد حشري مناسب مهم جدا لمنع دخول الحشرة عن طريقها.

أجريـت تجربة أخرى (معاملة رقم ٣ إلى ٦ جدول ٨) على ٩٠ نخلة ، حيث تم إزالة القمـم الناميـة للفسائل الهوائية بعمق كبير من جذع النخلة. أغلقت جروح ٤٠ نخلة بالطين فقط، مما أدى إلى تقليل إعادة نمو الفسائل إلى ٢٦,٤٨% مقارنة مع ٧٠,٠٧% في المجموعة غـير المعالجة (حاكمة) (قطعت سطحيا من الجذع) . كانت نسبة إعادة نمو الفسائل الهوائية في المعـاملات التالـية ، قطع عميق + دايمثويت + إغلاق بالطين ، وقطع عميق + أنثيو + إغلاق بالطيـن ، ، قطع عميق + ابلويد + إغلاق بالطين ، على الترتيب هي ٥,٨٥% و ٤,٧٦% و ٢٢,٤٥% . تدرجـت الإصـابة في القطع العميق من صفر إلى ٠,٩١% مقارنة بغير المعالجة والتي كانت ٣١,٣٩%.

كانـت هناك توصية في الماضي باستخدام نفس الطرق في معالجة الأسطح المصابة ، وذلك بإغلاق الجروح بمبيد ورمل. أوصى مائن وكورين (١٩٦٦) بإغلاق مكان قواعد إزالة أوراق نخيل جوز الهند بخليط من ٥% من BHC/ كلوريدان مع الرمل ، كعلاج وقائي لحشرة سوسة النخيل الحمراء. وجد إبرهام (١٩٧١) أنه يمكن تجنب دخول سوسة النخيل الحمراء عن طريق الجروح بواسطة معالجة الجروح بـ BHC ، أو قطران الفحم + BHC ، وأخذا في الاعتبار الظـروف الجوية الجافة لمنطقة الشرق الأوسط يمكن استبدال الطين بالقطران ، و يمكن تجنب دخول الحشرة عن طريق الجروح بدهن جروح الشجرة بخليط من الطين ومبيد حشري (١كجم طين + ١٠جم كاربارايل ٨٥%) بمساعدة الفرشاة مباشرة بعد إحداث الجروح.

جـدول ٨. تأثير معالجة أماكن القطع السطحي للجذع والقطع العميق للفسائل والإغلاق بالطين على الإصابة بسوسة النخيل الحمراء خلال ١٩٩٩-٢٠٠٠م

المعاملات	عدد النخيل في كل معاملة	عدد الفسائل في النخلة قبل القطع	عدد الفسائل النامية بعد المعاملة	نسبة الفسائل النامية في النخيل المعالجة	عدد الفسائل المصابة بعد العلاج	نسبة الفسائل المصابة مقارنة بالعدد الأصلي
محكم (قطع في منطقة السطح)	١٣	٨٦	٦٨	٧٠,٠٧	٢٧	١٣,٣٩
قطع سطحي + دايمثويت (دون طين)	٢٠	١٧١	١٥٨	٩٢,٣٨	١٨	١١,٣٩
قطع عميق + تغطية بالطين فقط	٤٠	٢١٩	٥٨	٢٦,٤٨	٢	٠,٩١
قطع عميق + ديمثويت + تغطية بالطين	٣٠	١٨٨	١١	٥,٨٥	٠	٠
قطع عميق + أنثيو + تغطية بالطين	١٠	٦٣	٣	٤,٧٦	٠	٠
قطع عميق + ابلويد + تغطية بالطين	١٠	٤٩	١١	٢٢,٤٥	٠	٠

صـــوره ٦: أعراض الإصابة بسوسة النخيل الحمراء في منطقة التاج

٣,٣ المكافحة الكيماوية

٣,٣,١ الرش الوقائي على نخيل التمر

اقترحت البحوث السابقة المراجعة أنه من الضروري حماية النخيل الصغير من الجروح الميكانيكية ، حتى لا تكون مواقع مفضلة لوضع بيض حشرة سوسة النخيل الحمراء . علما أن هـذه الجـروح تحدث نتيجة قطع السعف القديم ، وغزالة الفسائل الهوائية (الراكوب) . وبناء علـى تقريـر أبرهام (١٩٩٨) يقول بغمر النخيل بمبيد ، وباستخدام رمح خاص لهذا الغرض يعتبر طريقة وقائية فعالة. يكون المبيد طبقة شفافة على جذع النخلة أثناء جريانه على الجذع ، وكذلـك يصل إلى التشققات والتصدعات والحفر المتكونة عليها وأسطح القطع ، وبالتالي يجعل هـذه الأماكـن غير مناسبة لوضع البيض ، و يمنع دخول الحشرة . يعطي عملية الغمر فوائد إضـافية أخـرى ، منها تدمير الأطوار المختلفة للحشرة أثناء وجودها في التصدعات والشقوق والحفر وقواعد الأوراق. بينما لم يظهر التعفير بمبيد حشري أية نتائج مفيدة .

أظهـرت الدراسة الحالية التي أجريت لمدة ٤ أشهر (جدول ٩) أن جميع النخيل التي تم معاملـته بمبـيد دايمثويت وكلوروفوس كان خاليا من الإصابة . وكانت الإصابة قلية (٤%) في أفلكس ومارشال ، بينما أظهرت تريكلوروفون أقل فعالية ، وبنسبة ٨% مقارنة مع غير المعالج (حاكمة) ، وكانت نسبة الإصابة ١٢%.

٣,٣,٢ تقييم المبيد الحشري عن طريق الحقن في الجذع

عولـج جمـيع النخيل المصاب بسوسة النخيل الحمراء في التجربة بأفلكس ، و ISH ، ومستخلص بذور القشدة ، وانثيو بنسبة ١:١ مع الماء ، ودايمثويت + ماء وبنسبة ١:٢ و IKC + ماء بنسبة 1:3.5 (حجم/حجم) .

توقف خروج الرغوة بالكامل (جدول١٠) . نفذت معاملات فعالة أخرى وهي : نوجوس ودايمثويـت وتوتالين وأفكلس ودايمثويت + ماء (١:١) ونوجوس + ماء (١:١) و (١:٢) وتـيم +مـاء (١:١ حجم/حجم) ، وأفلكس + ماء (١:٢) وأدى إلى توقف خروج الرغوة بنسبة ٧٨,٩٥ و ٩٠,٠٠ و ٨٥,٧١ و ٨٨,٨٩ و ٨٥,٧١ و ٧٧,٧٨ و ٧٥,٠٠ و ٧١,٤٣ و

جدول ٩. تأثير المبيدات الحشرية المختلفة المستخدمة كرش وقائي ضد سوسة النخيل الحمراء.

الرقم	المعاملات	التركيز %	عدد النخيل مصاب بسوسة النخيل الحمراء في الأيام اللاحقة لعملية الرش (عام ١٩٩٩)					مجموع النخيل في المعاملات الخمس	عدد النخيل المصاب	النسبة المئوية %
			١/٢٤	٢/٧	٢/٢١	٣/٧	٣/٢١			
١	تريكلوروفون Trichlorphon 80 SP	٠,١	١ /٢/٢١	١ ٥/١٦	٠	٠	٠	٢٥	٢	٨,٠٠
٢	أفلكس Aflix 38.5 EC	٠,١	٠	١ ٥/١٦	٠	٠	٠	٢٥	١	٤,٠٠
٣	دايمثويت Dimethoate 40 EC	٠,١	٠	٠	٠	٠	٠	٢٥	٠	٠
٤	مارشال Marshal 25 EC	٠,١	١ ٢/٢١	٠	٠	٠	٠	٢٥	١	٤,٠٠
٥	نوجوس Nogos 50 EC	٠,١	٠	٠	٠	٠	٠	٢٥	٠	٠
٦	المعاملة الحاكمة Control	٠	١ ٢/٢١	١ ٥/٢	١ ٥/١٦	٠	٠	٢٥	٣	١٢,٠٠
المجموع			٣	٣	١	٠	٠	١٥٠	٧	٤,٦٧

جدول ١٠. تأثير المبيدات الحشرية المختلفة المستخدمة عن طريق الحقن في الجذع لمكافحة سوسة النخيل الحمراء.

الرقم	المبيد	الجرعة لكل نخلة	عدد النخيل المحقون	عدد النخيل الذي استرد عافيته	النسبة المئوية للعلاج %
١	نوجوس ٥٠إس	١٠مل X ٣	١٩	١٥	٧٨,٩٥
٢	دايمثويت ٤٠ إس	١٠مل X ٣	١٠	٩	٩٠,٠٠
٣	توتلين ٤٥ إس	١٠مل X ٣	١٤	١٢	٨٥,٧١
٤	سني (زيت النيم) ١٥٠٠إس	١٠مل X ٣	٢١	٩	٤٢,٨٦
٥	أفكلس ٣٨,٥إس	١٠مل X ٣	١٨	١٦	٨٨,٨٩
٦	دايمثويت + ماء (١:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	١٤	١٢	٨٥,٧١
٧	سني+ماء (١:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	١١	٦	٥٤,٥٤
٨	نوجوس + ماء (١:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	١٨	١٤	٧٧,٧٨
٩	فنينثيون ٥٠إس	١٠مل X ٣	٧	٤	٥٧,١٤
١٠	أفلكس + ماء (١:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	٧	٧	١٠٠,٠٠
١١	مارشال ٢٥إس	١٠مل X ٣	١٠	٦	٦٠,٠٠
١٢	مارشال + ماء (١:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	١٠	٦	٦٠,٠٠
١٣	نوجوس + ماء (١:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	٨	٦	٧٥,٠٠
١٤	ISH+ ماء (١:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	٦	٦	١٠٠,٠٠
١٥	IKC+ ماء (١:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	٦	٦	١٠٠,٠٠
١٦	قشدة + ماء (١:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	١٤	١٤	١٠٠,٠٠
١٧	نيم + ماء (١:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	١٤	١٠	٧١,٤٣
١٨	دايمثويت + ماء (١:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	١٠	١٠	١٠٠,٠٠
١٩	افلكس + ماء (١:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	١٠	٨	٨٠,٠٠
٢٠	أنثيو + ماء (١:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	١٠	١٠	١٠٠,٠٠
٢١	أنثيو + ماء (٢:١) حجم/حجم	١٠مل X ٣	١٠	٧	٧٠,٠٠

٨٠,٠٠% على التوالي . كانت فعالية مارشال عند تجربته على حدة وخلطا مع الماء بنسبة (١:١) ٦٠% ، بينما كانت ضعيفة في سني (زيت النيم) عند استخدامه كما هو وخلطا بالماء وبنسبة (١:١) وكانت فينيتروثيون ٤٢,٨٠ و ٥٤,٤٥% بالتوالي .

أوصى نيرولا (١٩٥٦) باستخدام قمع عند صب المبيد الحشري بيريثرين وبيبيرونيل بوتوكسيد في الأجزاء المصابة . كذلك أوصى ماثين وكورين (١٩٦٧) وأبرهام وكورين (١٩٧٥) بإستخدام كاربريل وتركلوروفون مع فتح ثقوب مائلة بعمق ١٥سم وقطر ٥سم حول الجزء المصاب وباستخدام أنبوبة مدببة ، ومن ثم صب المبيد في الثقوب لقتل الأطوار المختلفة من الحشرة بداخل الجزء المصاب. يختلف عدد الثقوب المحدثة حسب المناطق المصابة للنخلة . أوصى إبرهام (١٩٦٨) أيضا بتبخير النخيل المصاب بأقراص ألمونيوم فوسفيت بوضع الأقراص داخل القنوات وتغطية جميع الفتحات .

٣,٤ تقدير الأثر المتبقي من المبيدات الحشرية في ثمار النخيل

هناك عدة طرق متوفرة في المراجع لاستخلاص مبيدات الفوسفيت العضوية والكلورين العضوية الحشرية (براون وستانيك ، ١٩٨٢) والتخلص منها . تم استخدام طرق مختلفة لاستخلاص المبيدات من النبات في الدراسة الحالية ، نظرا لاستخدام مبيدات لها خاصية تركيبية مختلفة. تم تقدير كل مبيد على حدة وذلك مقارنة مع ارتفاع منطقة القمة مع دايكلوروبافينيل كمعيار داخلي ، وإعادة الحساب للمحصول ملجم/كجم . للوزن الطري لثمار النخيل . نتائج تقدير الأثر المتبقي واستمرارية المادة الفعالة للمبيدات الحشرية المختلفة والمحقونة في الجذع من مارس ١٩٩٩م والمكررة في ٢٠٠٠م ملخصة في جدول رقم ١١. أعطت معاملات مع الدايمثويت أعلى أثرا في الثمار ، سواء استخدمت على حدة أم خلطا مع مبيدات حشرية أخرى (أفلكس) ، كان تراكم دايمثويت (٠,٤٤ ملجم/كجم وزن طري) واضحا في العينة الأولى التي جمعت بعد ١٥ يوما من الحقن ، واستمرت حتى ٦٠ يوما (٠,١٤ملجم/كجم وزن طازج) . تم تسجيل الحد الأعلى لبقايا الديمثويت في الثمار بعد ٤٥ يوما من الحقن (١,٩٨ ملجم/كجم) ، تبعها هبوط حاد في العينات حتى اختفت كليا بعد ٧٥ يوما . ذكر السامرائي وآخرون (١٩٨٨) وجودالأثر المتبقي في الثمار لمبيدات الفينيتروثيون و الكلوربيريفوس و البريميفوس- ميثيل ٣,٩ و ١,٩ و ١,٥ ملجم/كجم بالتوالي بينما لم يوجد أثر للمبيدات الأخرى

جدول ١١. استمرارية الأثر المتبقي لبعض المبيدات الحشرية في ثمار النخيل.
(متوسط لثلاثة مكررات)

المبيد الحشري	استمرارية الأثر المتبقي للمبيدات الحشرية في الأيام المختلفة بعد الحقن (ملجم/كجم للوزن الطري للثمار)							
	١٥	٣٠	٤٥	٦٠	٧٥	٩٠	١٠٥	١٢٠
دايمثويت	٠,٤٤	٠,٦٣٨	١,٩٨	٠,١٤	٠	٠	٠	٠
نوجوس	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
دايمثويت (أفلكس)	٠,٦٨	٠٧٥.	١,٠٩	٠,٢٤	٠	٠	٠	٠
إندوسلفان (أفلكس)	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
مارشال	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠

مثل نوجوس (ديكلوروفوس) وإندوسلفان (أفلكس) وكاربوسلفان(مارشال) في أية عينة . لا توجد تقارير خاصة بالمبيدات المستخدمة عن طريق الحقن في الجذع ، ولذلك يمكن اعتبار هذا التقرير الحالي الأول من نوعه بالنسبة للمبيدات المستخدمة عن طريق الحقن في جذوع نخيل التمر.

٣,٥ المكافحة الحيوية لسوسة النخيل الحمراء بواسطة فطر *Beauveria bassiana*

عند تعريض سوسة النخيل الحمراء لفطر ***Beauveria bassiana*** وجد أن هناك علاقة طردية بين عدد الوفيات في سوسة النخيل الحمراء مع الزمن (جدول ١٢) ، ولكن لم يوجد اختلاف معنوي بالنسبة لزيادة الجرعة مع مدة التعرض للفطر . فبالتأكيد حدثت الوفيات بصورة أسرع عند فترة التعرض لـ٠,٢٥ ساعة ، حيث كانت النسبة ١٠٠% بينما كانت النسبة ٩٠ % لفترة التعرض ٠,٥ ساعة بعد ٧ أيام .

جدول ١٢. نسبة موت حشرة سوسة النخيل الحمراء بعد عدة فترات من المعالجة والتعرض لطعم لب التمر المحتوي على فطر *Beauveria bassiana*

فترة المعالجة / التعرض	عدد الأيام بعد المعالجة																			
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٩	١٠	١١	١٣	١٥	١٧	١٩	٢٠
المعالجة ٠,٢٥ ساعة	٠	١٠	٣٠	٦٠	٧٠		٩٠	١٠٠							
التعرض ٠,٥ ساعات	٠	١٠	٢٠	٥٠	٧٠	٨٠	٩٠								
المعالجة ٠,٥ ساعة	٠	٢٠	٤٠					٩٠	١٠٠						
التعرض ١ ساعة	٠		١٠				٢٠	٧٠	٨٠	٩٠					
المعالجة ١ ساعة	٠									٥٠	٦٠	٧٠		١٠٠	
التعرض ٢ ساعة	٠				١٠									٦٠	٧٠
المعالجة ٢ ساعة	٠				١٠		٢٠	٣٠			٨٠	٩٠			١٠٠
التعرض ٤ ساعات	٠				٢٠						٦٠	٧٠	٨٠		
المعالجة ٤ ساعة	٠					٥٠		٧٠			٨٠				١٠٠
التعرض ٨ ساعات	٠							٢٠			٤٠				١٠٠

جدول ١٣. نسبة وفيات ٥٠% من حشرة سوسة النخيل الحمراء مع زمن التعرض لطعم من لب التمر يحتوي على فطر *Beauveria bassiana*

فترة المعالجة / التعرض	عدد الوفيات في الحشرة (يوم ١)	الزمن و نسبة موت ٥٠%	علاقة معامل (r^2) لمنحنى الوفيات
المعالجة ٠,٢٥ ساعة	١٢,٤	٤,٠	٠,٩٦١٥
التعرض ٠,٥ ساعات	١٣,١	٣,٨	٠,٩٨٩٩
المعالجة ٠,٥ ساعة	١٠,٢	٤,٩	٠,٩٣٦٥
التعرض ١ ساعة	٧,٢	٦,٩	٠,٨٧٣٣
المعالجة ١ ساعة	٤,٠	١٢,٦	٠,٩٣١٥
التعرض ٢ ساعة	٣,٨	١٣,٣	٠,٩٣٨٣
المعالجة ٢ ساعة	٤,٦	١١,٠	٠,٨٧٨٨
التعرض ٤ ساعات	٤,٢	١٢,٠	٠,٩٨٨٦
المعالجة ٤ ساعة	٥,٨	٨,٧	٠,٩٠٢٥
التعرض ٨ ساعات	٤,١	١٢,١	٠,٨٨٣٥

يوضح جدول رقم ١٣ معدلات التناظر لوفيات الحشرات في معدلات الوفيات للحشرات والوقت لموت ٥٠% ، والعلاقة تكافئية للمفردات الخطية لموت الحشرات .

تدل النتائج على أنه في خلال تواجد الحشرات في المصيدة ، كان هناك احتمال كبير لتعرض الحشرات البالغة لكميات كافية من فطر *Beauveria bassiana* لإحداث الموت في خلال أربعة أيام تقريبا ، وكان هناك أيضا احتمال قوي لانتقال الفطر عن طريق ملامسة الحشرات المصابة للسليمة منها ، شريطة أن تكون بعيدة من موقع الطعم .

يعتبر التصوير الفيلمي ذا أهمية كبيرة في البحوث المستقبلية للحصول على إصابة فعالة. من المهم تعريض الحشرات بجرعة قاتلة لفترة ٣٠ دقيقة بالتقريب للذكور ، و١٢ دقيقة للإناث.

بالنسبة للذكور فإن فترة ٣٠ دقيقة تعتبر كافية لفعالية انتقال الفطر إلى الإناث بواسطة التزاوج أو إلى الذكور والإناث عند الملامسة أثناء تجمع الحشرات البالغة.

أوضح التصوير أن الحشرات البالغة تدخل باستمرار إلى داخل خليط لب التمر . وتعتبر هذه الملاحظة مهمة إذا أريد الحصول على طريقة فعالة في نقل الفطر إلى الحشرة . دلت الدراسات السابقة التي أجريت على حشرة *Cosmopolites sordidus* (نانكينجا ١٩٩٨) أن الغمس في أبواغ فطر ***Beauveria*** أكثر فعالية في تلويث الحشرة من ترك الحشرة تمر على أسطح مرطبة بأبواغ الفطر . دلت ملاحظات على أن إناث الحشرة هي التي تقوم بزيارات دورية لموقع الطعم مما يدل على أن هناك احتمالية كبيرة لانتقال الفطر من الحشرة الكاملة إلى البيض ومن ثم إلى اليرقات .

يمكن لأبواغ فطر ***Beauveria bassiana*** أن تفقد فعاليتها عند تعرضها لأشعة الشمس المباشرة ، وهذا يعتبر عائقا كبيرا بالنسبة لطريقة المكافحة عن طريق الطعوم . على كل حال فإن خلط الفطر الممرض مع لب التمر يحد من التعرض المباشر لأشعة الشمس. كما يمكن تقليل هذا التعرض بتصميم مصائد مناسبة . بالإضافة إلى ذلك ، يجب الحرص على أن تكون درجة الرطوبة في الطعم مناسبة بحيث يتمكن من المحافظة على درجة الحرارة في الطعم على مستوى أقل من درجة حرارة الجو المحيط .

هناك حاجة لدراسات أخرى لاختبار فعالية تعرض الحشرات البالغة للأعداء الطبيعية مختلطة بلب التمر لفترات قصيرة . وأيضا من الضروري اختبار الأعداء الطبيعية الأخرى . حيث دلت النتائج السابقة على اختلاف الحساسية عند الحشرات لأنواع معينة من الفطر المعزول مثل *Beauveria bassiana* (نانجينجا ١٩٩٨) .

يستنتج من الدراسات الأولية أن تصميم المصايد والطعوم المستخدمة في الدراسة الحالية يمكن أن يشكل وسيلة فعالة لنقل الأعداء الطبيعية إلى الحشرات . وهناك حاجة لإجراء دراسات مستقبلية لتصميم مصائد أكثر فعالية للحصول على نتائج جيدة في الحقل . احتمالية الحصول على نتائج أفضل متوفرة وستبين الدراسات القادمة مدى فعاليتها .

٤. توصيات مشروع الإدارة المتكاملة لمكافحة حشرة سوسة النخيل الحمراء *Rhynchophorus ferrugineus* على نخيل التمر

تم اقتراحها التوصيات التالية بالتعاون بين جامعة السلطان قابوس و جامعة الإمارات العربية المتحدة ووزارة الزراعة والثروة السمكية في سلطنة عمان ودائرة الزراعة والثروة الحيوانية في العين لمكافحة حشرة سوسة النخيل الحمراء رينكوفيرس فيرجينيس (*Rhynchophorus ferrugineus* Olive) على نخيل التمر.

٤,١ مراقبة نخيل التمر في عمر ٦-١٥سنة بحذر ، باعتباره أكثر الأعمار تعرضا للإصابة بحشرة سوسة النخيل الحمراء .

٤,٢ تركيز البحث عن الإصابات حتى ارتفاع ١,٥ أمتار من مستوى سطح الأرض ، مع عدم إهمال النخيل ذات الارتفاع الأعلى حتى ٣ متر . تشمل أعراض الإصابة الآتي : وجود ثقوب كبيرة على الجذع ، وخروج رغوة من السائل البني المحمر من الجذع ، وبروز الألياف من خلال الفتحات الموجودة على الجذع .

٤,٣ يجب قطع وحرق النخيل الذي به إصابات شديدة وميئوس من التخلص منها خارج المزرعة ، مع جميع أجيال الحشرة الموجودة به .

٤,٤ استخدام المصائد الفرمونية بنسبة ١ لكل ١٠٠ نخلة لرصد أعداد الحشرة . ويمكن أن يضاعف العدد إذا كانت الإصابة عالية .

٤,٥ ينصح المزارعون بزراعة أصناف عالية الجودة والإنتاج للحصول على مردود جيد، إذ لا يوجد اختلاف واضح في الإصابات بين الأصناف .

٤,٦ لا تسبب إصابات وجروح غير ضرورية على جذع نخلة التمر مما يجذب الحشرة لوضع البيض عليها. عالج مواقع القطع بعد عملية التكريب وإزالة الفسائل ، أترك مكان القطع مستويا ونظيفا .لتجنب الإصابات الجديدة أخرج جزءا من ألياف النخلة بعمق ٢-٣ سم ، وأغلق بخليط من الطين والمبيد الحشري.

٤,٧ جمع التربة حول جذع النخلة بعد التأكد من خلوها من الإصابة بحشرة سوسة النخيل الحمراء. تجنب السقي المباشر الملامس لجذوع النخيل وذلك لتجنب سقوط الكرب . وهذا سوف يساعد في تجنب الإصابة .

٤,٨ رش المزارع بالمبيدات الموصى بها من قبل وزارة الزراعة والثروة السمكية بدءا من شهر أكتوبر لمكافحة أعداد الحشرة .

٤,٩ تحقن المبيدات الحشرية في داخل جذع الشجرة إذا ظهرت أعراض الإصابة عليها ، مثل وجود الفتحات والرغوة وتناثر الألياف من الفتحات . يحفر الجزء المصاب من الجذع قليلا سطحيا لإزالة بعض الأجزاء المأكولة ، وكذلك لإزالة الأطوار غير البالغة من اليرقات والشرانق . تعمل الحفر بعمق ١٢-١٥ سم ، وبزاوية مقدارها ٤٥ درجة (تعتمد على الإصابة) . يحقن في كل حفرة ١٠مل لتر من مركز مبيد حشري ، ومن ثم تغطى. يفضل أن تكون المبيدات المستخدمة بناء على توصيات وزارة الزراعة والثروة السمكية .

٤,١٠ أعطى فطر *Beaveria bassiana* نتائج جيدة في مكافحة الحشرة في المختبر ، ولكن يجب الاستمرار في البحث عن فطر مناسب وطريقة فعالة بالنسبة لتطبيق المكافحة الحيوية في الحقل .

٤,١١ تحتاج المزارع المعالجة بالمبيدات الحشرية إلى فترة انتظار . يجب الاتصال بالمهندسين الزراعيين التابعيين لوزارة الزراعة والثروة السمكية لمعرفة فترة الانتظار قبل جني المحصول.

٤,١٢ على المزارعين تجنب نقل الفسائل من منطقة إلى أخرى قبل الحصول على الشهادة الصحية الدالة على خلو الفسائل من الإصابة من الجهات المختصة مثل وزارة الزراعة والثروة السمكية .

Marhen, K. and C. Kurian. 1966. Prophylactic control of *Rhynchophorus ferrugineus*. Indian J. Agric. Sci. 36: 285-286.

Mathen, K. and C. Kurian. 1967. Insecticidal trials against *Rhynchophorus ferruguneus*, the coconut weevil. Indian Jour. Agric. Sci. 37: 231-235.

Misra, S. S., H. O. Agarwal, and A. K. Dikshit. 1992. Dissipation of residues of foliar systematic insecticides in potatoes grown in northwestern plains. Indian J. Entomol. 54: 440-447

Nirula, K. K. 1956. Investigation on the pests of coconut palm. Part IV, *Rhynchophorus ferrugineus*. Indian Coconut Journal. 10: 38-4SQU. 1998. Date Quality Improvement in Sultanate of Oman – A comprehensive document. Sultan Qaboos University, College of Agriculture, October, 1998: 5-12.

REFERENCES المراجع

Abraham, V. A. 1971. Prevention of red palm weevil entry into coconut palm through wounds. Mysore J. Agric. Sci. 5:12-22.

Abraham, V. A. and C. Kurian. 1975. An Integrated approach to the control of *Rhynchophorus ferrugineus*, the red palm weevil of coconut palm. 4th session of the FAO Technical working party on coconut production, protection and processing. Kingston, Jamaica, September, 1975.

Abraham, V. A., M. A. Shuaibi, J. R. Faleiro, R. A. Abozuhairah and P.S.P.V. Vidyasagar. 1998. An Integrated approach for its management-Red Palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. A key pest of date palm in Middle East. Journal of Scientific Research-Agricultural Sciences, Vol. 3: 77-84.

Anonymous. 1986. Pesticides residues in food. *Indian Standards*, IS, 11774. 3-6.

Al-Samarraie, A.I., E. Al-Hafdh, K. Abdul-Majed and M. A. Basumy. 1988. The chemical control of the lesser date moth, *Batchedra amydruala* Meyr, and residue levels of organophosphate insecticides in dates. Pesticide Science, 25: 227-230.

Braun, H. E., and J. Stanek. 1982. Application of the AOAC multi-residue method to determination of synthetic pyrethroid residues in celery and animal products. J. Assoc. Off. Anal Chem. 65: 685-689.

Duhra, M. S. and S. F. Hameed. 1990. Evaluation of toxicity and persistence of residues of some insecticides on cabbage against *Brevicoryne brassicae* L. 52: 146-154.

Martin, F. D. 1985. Determination of carbosulfan, carbofuran and 3hydroxy carbofuran residue in immature spring wheat after furadon or marshal treatment. FMC Agricultural Chemical Group Publication No. P-1075.

4.8 Spraying of farms should be undertaken from October onward with pesticides recommended by the Ministry of Agriculture/ Department of Agriculture to control emerging populations of the weevil.

4.9 Inject pesticides in palm trunks if the symptoms are noticed (i.e. holes, oozing, extrusion of fibers from holes). The infested portion of the trunk should be superficially chiseled to remove the eaten portion, and also larvae / pupae present inside. Holes 12-15 cm deep (depending on infestation) should be made slanted at 45 degree angle. In each hole, 10 ml of concentrated insecticide should be injected and plugged. Insecticides to be injected may include those recommended by the Ministry of Agriculture/Department of Agriculture.

4.10 *Beauveria bassiana* fungus gave an effective control of the weevil as a biological control agent in the laboratory. However, suitable new bio-agents and techniques need to be developed for field applications.

4.11 Farms treated with insecticides require a waiting period. Staff of the Ministry of Agriculture/ Department of Agriculture should be contacted to determine the required waiting period before harvesting.

4.12 Farmers should not transport any palm trees or offshoots from one region to another unless certification has been given by the authorities of the Ministry of Agriculture / Dept. of Agriculture that the palms are free from pests.

4. PROJECT RECOMMENDATIONS FOR CONTROL OF RED PALM WEEVIL

The following recommendations are suggested jointly by Sultan Qaboos University, UAE University, Ministry of Agriculture and Fisheries, Sultanate of Oman and Department of Agriculture and Livestock, Al-Ain, for the control of Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliver:

4.1 Observe date palms in the 6-15 year age group carefully as these are vulnerable to attack by red palm weevil (RPW).

4.2 Concentrate looking for symptoms of palm infestation up to a height of 1.5 meters from ground level. However, portion above, up to 3 meters, should not be ignored. Signs of infestation include; presence of holes, oozing of reddish brown fluid, and extrusion of fiber from holes.

4.3 Palms found with very severe infestation are not likely to recover after treatment. They should be cut and burnt outside the farms along with larvae, pupae, and adults in the trunks.

4.4 Use pheromone traps at the rate of one trap per 100 palm trees to monitor the weevil population. Traps may be increased if severe infestation is recorded.

4.5 Farmers are advised to grow good quality and high yielding date palm varieties that fetch high money returns, as there was no significant difference in infestation by RPW between date varieties.

4.6 Do not make unnecessary scars/wounds on palm trunk. Scars/wounds will attract the weevil for egg laying. Treat the cut surfaces after "Takreeb". During offshoot separation, make the cut surface smooth and clean, scoop out 2-3 cm tissue to prevent new infestation and fill it with mud and pesticide.

4.7 Pile soil around lower part of trunk, after checking that there is no infestation of RPW. Avoid direct contact of irrigation water to basal part of the trunk to prevent loss of carb. This will help to avoid infestation.

Table 13. Rate of insect mortality and time to 50% mortality of adult Red Palm Weevils treated or exposed to date pulp bait containing *Beauveria bassiana*

Exposure time/ Treatment time(hours)	Rate of insect mortality(day 1)	Time to 50% mortality (days)	Correlation coefficient (r^2) for linear mortality
Treatment0.25h	12.4	4.0	0.9615
Exposure 0.5h	13.1	3.8	0.9899
Treatment 0.5h	10.2	4.9	0.9365
Exposure 1.0h	7.2	6.9	0.8733
Treatment 1.0h	4.0	12.6	0.9315
Exposure 2.0h	3.8	13.3	0.9383
Treatment 2.0h	4.6	11.0	0.8788
Exposure 4.0h	4.2	12.0	0.9886
Treatment 4.0h	5.8	8.7	0.9025
Exposure 8.0h	4.1	12.1	0.8835

Further research is required to examine the effect of short duration exposure of adults to biocontrol agents mixed with date pulp. It is also necessary to test other biocontrol agents, as previous results have shown the differential sensitivity of insects to particular isolates of fungi such as *B. bassiana* (Nankinga, 1998).

In conclusion, the preliminary evidence suggests that the trap design and bait material used in the current study could provide an effective delivery system for a biological control agent. Further research is required to refine trap design and to assess the performance in the field. The potential is there, the future will show how promising these results are.

Table12. Adult Red Palm Weevil mortality (%) after various periods of treatment and exposure to date pulp bait containing *Beauveria bassiana*

Treatments	(Mortality %) Days after treatment/exposure														
	0	1	2	4	5	6	7	9	10	11	13	15	17	19	20
Treatment 0.25h	0	10	30	60	70		90	100							
Exposure 0.5h	0	10	20	50	70	80	90								
Treatment 0.5h	0	20	40					90	100						
Exposure 1.0h	0		10				20	70	80	90					
Treatment 1.0h	0									50	60	70		100	
Exposure 2.0h	0				10									60	70
Treatment 2.0h	0				10		20	30			80	90			100
Exposure 4.0h	0				20						60	70	80		
Treatment 4.0h	0					50		70			80				100
Exposure 8.0h	0							20			40				100

3.5. Biological Control of Red Palm Weevil by fungus, *Beauveria bassiana*

The progression of mortality was linear over time (Table 12). There was no significant difference with increasing treatment and exposure times. Indeed 100% mortality was achieved most quickly following a treatment time of 0.25h; the corresponding exposure time of 0.15h caused 90% mortality after seven days.

The corresponding rates for insect mortality, time to 50% mortality and the correlation coefficients for the linear component of insect mortality are shown in Table 13. The results show that during their residence in the trap, each adult has a high probability of receiving sufficient *Beauveria* to cause death in approximately four days. There was also a significant probability of horizontal transfer from infected individuals to other insects coming into contact with treated individual, but away from the bait site.

Spores of *B. bassiana* can be inactivated by prolonged exposure to direct sunlight. This is a potentially seriuous handicap to a system of delivering spores in a bait trap. However, by mixing the inoculum with date pulp, exposure to sunlight will be limited. This exposure can be further limited by trap design. Furthermore, the moisture in the mixture should maintain the temperature of the bait at a level lower than the ambient air temperature.

3.4 Estimation of Pesticide Residues in Date Fruits

Various methods of extraction and cleanup are available in the literature for organophosphate and organochlorine insecticides (Braun and Stanek, 1982). Due to the different chemical structure of the insecticides used in the present study, the use of a different procedure for extraction was adopted. The individual insecticides were quantified by peak area integration against dichlorobiphenyl as an internal standard and recalculated to yield mg/kg fresh weight of date fruit. Results on the quantification of residues and the persistence of the active ingredients of different insecticides injected in trunk in March 1999 and repeated in 2000 are summarized in Table 11. Treatments with dimethoate provided maximum residues in date fruits either applied alone or with other formulation (Aflix). The accumulation of dimethoate (0.44 mg/kg fresh wt) was evident in first sample, which was collected 15 days after injection and continued until 60 days (0.14 mg/kg fresh wt). However, the maximum dimethoate residue was recorded after 45 days of injection (1.98 mg/kg) followed by a sharp decline in sample collected afterwards and disappeared in 75 day sample and later. Al-Samarraie et al. (1988) have reported residue level of date fruits sprayed with fenitrothion, chlorpyrifos, and primiphos-methyl as 3.9, 1.9 and 1.5 mg/kg, respectively. Other insecticides, such as nogos (dichlorvos), endosulfan (in aflix) and carbosulfan (marshal) were not detected in any samples. No reports appear to be available on the use of insecticides by trunk injection of date palm, The present findings on residue accumulation in date fruits after injection into trunk appears to be the first.

Table 11. Persistence of residues of insecticides on date fruits*

Insecticide	Persistence of insecticide residues at different days after injection (mg/kg fresh weight of fruits)							
	15	30	45	60	75	90	105	120
Dimethoate 40EC	0.44	0.638	1.98	0.14	0	0	0	0
Nogos 50EC	0	0	0	0	0	0	0	0
Dimethoate (Aflix)	0.68	0.75	1.09	0.24	0	0	0	0
Endosufan (Aflix)	0	0	0	0	0	0	0	0
Marshal 25EC	0	0	0	0	0	0	0	0

*Data are average of three replicates

Table 10. Efficacy of insecticides given as trunk injection for control of Red Palm Weevil

S. No.	Insecticide	Dosage per plant	No. plants injected	No. plants recovered	Recovery %
1	Nogos 50 EC	10 ml x 3	19	15	78.95
2	Dimethoate 40 EC	10 ml x 3	10	9	90.00
3	Totalene 45 EC	10 ml x 3	14	12	85.71
4	Sunny Neem Oil 1500 EC	10 ml x 3	21	9	42.86
5	Aflix 38.5 EC	10 ml x 3	18	16	88.89
6	Dimethoate + water 1:1 v/v	10 ml x 3	14	12	85.71
7	Sunny + Water 1:1 v/v	10 ml x 3	11	6	54.54
8	Nogos + Water 1:1 v/v	10 ml x 3	18	14	77.78
9	Fenitrothion 50 EC	10 ml x 3	7	4	57.14
10	Aflix + Water 1:1 v/v	10 ml x 3	7	7	100.00
11	Marshal 25 EC	10 ml x 3	10	6	60.00
12	Marshal + Water 1:1 v/v	10 ml x 3	10	6	60.00
13	Nogos + Water 1:2 v/v	10 ml x 3	8	6	75.00
14	ISH + Water 1:1 v/v	10 ml x 3	6	6	100.00
15	IKC+ Water 1:3.5 v/v	10 ml x 3	6	6	100.00
16	Annona + Water 1:1 v/v	10 ml x 3	14	14	100.00
17	Neem + Water 1:1 v/v	10 ml x 3	14	10	71.43
18	Dimethoate + Water 1:2 v/v	10 ml x 3	10	10	100.00
19	Aflix + Water 1:2v/v	10 ml x 3	10	8	80.00
20	Anthio + Water 1:1 v/v	10 ml x 3	10	10	100.00
21	Anthio + Water 1:2 v/v	10 ml x 3	10	7	70.00

3.3.2 Evaluation of insecticides for control of Red Palm Weevil through trunk injection

In all the RPW infested date palms treated with Aflix, ISH, Annona and Anthio in dilutions with water in the ratio of 1:1; dimethoate with water in the ratio 1:2 and IKC + water (1:3.5 v/v), oozing stopped completely (Table 10). The other effective treatments were Nogos, dimethoate, Totalene, Aflix, dimethoate + water (1:1), Nogos + water (1:1) and (1:2), Neem + water (1:1 v/v) and Aflix + water (1:2) with stoppage of oozing by 78.95, 90.00, 85.71, 88.89, 85.71, 77.78, 75.00, 71.43 and 80.00% respectively. Marshal when tested alone and when diluted with water in the ratio of 1:1 gave 60.00% recovery. The recovery was poor in Sunny Neem oil applied as such and in combination with water in the ratio of 1:1 and Fenitrothion being 42.86, 54.54 and 57.14%, respectively.

Nirula (1956) recommended the administration of the insecticide pyrethirins - piperonyl butoxide, into the affected part of the stem using a funnel. Mathen and Kurian (1967) and Abraham and Kurian (1975) recommended the use of carbaryl and trichlorphon respectively. Slanting holes, 5 cm in diameter and 15 cm deep, are made around the affected part using a hollow pointed iron pipe. Then the insecticide solution is poured into these holes, which kills different stages of the pest if present. The number of holes to be made may vary according to the infested area on the palm. Abraham (1998) also suggested fumigating the infested palms with aluminium phosphide tablets by putting in the tunnels and plugging all outlets on the palms.

Table 9. Efficacy of insecticides sprayed as prophylactic measure against Red Palm Weevil

S. No.	Treatment	% Concentration	No. of palms infested by RPW in subsequent dates after spray (in 1999)					Total No. of palms treated in five sets	No. of palms infested	Infes-tation %
			I 24/1	II 7/2	III 21/2	IV 7/3	V 21/3			
1	Trichlorphon 80 SP	0.1	1 21/2	1 16/5	0	0	0	25	2	8.00
2	Aflix 38.5 EC	0.1	0	1 16/5	0	0	0	25	1	4.00
3	Dimethoate 40 EC	0.1	0	0	0	0	0	25	0	0.00
4	Marshal 25 EC	0.1	1 21/2	0	0	0	0	25	1	4.00
5	Nogos 50 EC	0.1	0	0	0	0	0	25	0	0.00
6	Control	---	1 21/2	1 2/5	1 16/5	0	0	25	3	12.00
TOTAL			**3**	**3**	**1**	**0**	**0**	**150**	**7**	**4.67**

3. 3 Chemical Control

3.3.1 Prophylactic spraying of Date Palms

Review of literature suggests that it is necessary to protect young palms from all possible mechanical injury so that the ideal sites for oviposition are not available to the weevil. However, wounds are created on the palms by cutting the old leaves and by removing the offshoots coming out from the trunk. According to Abraham (1998) soaking of palms with insecticides with a special soaking lance is an effective preventive measure. The insecticide solution that runs of the trunk forms a thin film and reaches cracks and crevices and cut surfaces, making these sites unsuitable for egg laying. Apart from preventing pest entry, soaking also gives an additional curative benefit as percolation of the chemical can also destroy different insect stages, if present in the cracks, crevices, leaf axils and cavities of palms. However, in date palm dusting the whole palm with insecticide has distinct disadvantages.

In the present study observations recorded after four months of spraying (Table 9) revealed that all the plants sprayed with dimethoate and dichlorvos were free from infestation in all the sets. The infestation was low (4.0%) in Aflix and Marshal. Trichlorphon was least effective with 8.0% infestation when compared to control where the infestation was 12.0%.

Experiments were also conducted (Treatments 3 to 6, Table 8) with 90 palms using deep cutting treatments by removing the growing points. Out of which in 40 palms where the cuts were filled only with mud, the re-growth of off-shoots was reduced to 26.48% when compared to control (cutting at trunk surface) with 70.07%. The re-growth of off-shoots in treatments viz., deep cutting + dimethoate + mud cover; deep cutting + Anthio + mud cover and deep cutting + Applaud + mud cover was 5.85, 4.76 and 22.45 per cent respectively.

The infestation level in the deep cutting treatments ranged from 0.00 to 0.91% when compared to control (cutting at trunk surface) where it was 31.39%.

Similar kinds of recommendations have been made in the past by treating the cut surfaces with pesticides and filling with sand. Mathen and Kurian (1966) recommended filling leaf axils of young coconut palms with five percent BHC/chlordane along with sand as a preventive measure for red palm weevil

Abraham (1971) found that red palm weevil entry through wounds can be prevented by treating such wounds with BHC or coal tar + BHC. However, taking into consideration the dry conditions of the Middle East, tar can be substituted with soil and entry of the pest through wounds on date palm can be prevented by applying a slurry of soil and insecticides (1 kg soil + 10 gm carbaryl 85%) with the help of a brush, immediately after the injury is caused.

Plate 6. Damage by Red Palm Weevil on developing shoot

Table 8. Effect of treating cut surface of trunk, deep cutting of off-shoots and mud cover on infestation of Red Palm Weevil during 1999-2000

Sr.No.	Treatment	No. of palms in treatment	Total No. of off-shoots in plants before cutting	No. of off-shoots coming after treatment	% off-shoots coming in treated palms	Infested off-shoots after treatment	% off-shoots infestation in relation to initial No. of off-shoots
1	Control (cutting at trunk surface)	13	86	68	70.07	27	31.39
2	Surface cutting + dimethoate (No mud cover)	20	171	158	92.39	18	11.39
3	Deep cutting + mud cover only	40	219	58	26.48	2	0.91
4	Deep cutting + dimethoate + mud cover	30	188	11	5.85	0	0
5	Deep cutting + Anthio + mud cover	10	63	3	4.76	0	0
6	Deep cutting + Applaud + mud cover	10	49	11	22.45	0	0

Plate 5. Damaged Tillers by Red Palm Weevil

Table 7. Red Palm Weevil infestation on cut surface of tillers and on other sites

Area	Total No. infested palms observed	No. of palms infested due to cut-surface of tillers	Per-cent infest ation	No. of palms infested on sites other than cut surface of tillers	Percent infesta-tion
Saara	25	22	88.00	3	12.00
Buraimi	25	23	92.00	2	8.00
Al-Uqdah	25	22	88.00	3	12.00
Hammasah	25	24	96.00	1	4.00
Total	**100**	**91**	**91.00**	**9**	**9.00**

In an attempt to develop a method to prevent the infestation of RPW on the cut surface of off-shoots, experiments were conducted on young plants with off-shoots coming from the trunk. The off-shoots in 33 palms (Table 8) including control were cut from the base very close to the trunk thus creating wounds and from them 20 were treated with dimethoate , 13 as control without any insecticidal treatment. The results in the first two treatments of Table 8 indicate that cutting of off-shoots at the trunk surface leads to new growth of the same off-shoot suggesting that the growing point of the off-shoot is not killed (Plate 6). Further it also leads to a high infestation of 31.39% in untreated control and 11.39% in dimethoate treated palms. Abraham (1998) reported that several wounds were caused on the palm as a result of the periodic removal of leaf petioles and offshoots. These freshly exposed plant tissues attract weevils for egg laying. Hence immediate dressing or treatment of such injuries with suitable insecticides is important to prevent pest entry.

Table 6. Infestation of Red Palm Weevil in relation to date palm trunk height

Sr. No.	Trunk Height (m)	No. of infested palms in height group	Infestation %
1	0 - 0.5	19	12.42
2	0.6 - 1.0	55	35.95
3	1.1 - 1.5	34	22.22
4	1.6 - 2.0	24	15.69
5	2.1 - 2.5	11	7.19
6	2.6 - 3.0	7	4.57
7	3.1 - 3.5	3	1.96
8	> 3.5	0	0.00

The infestation decreased with the increase in trunk height and became nil in palm with trunk height above 3.5 m.

3.2 Prevention of Red Palm Weevil infestation by Cultural Practices

The results of the survey conducted to know the impact of cutting the off-shoots in four villages of Wilayat Buraimi revealed that out of 25 infested palms (Table 7) seen in each of villages Saara, Buraimi, Al-Uqdah and Hammasah, 22 (88.0%), 23 (92.0%), 22 (88.0%) and 24 (96.0%) palms, respectively, were showing symptoms of RPW infestation where the off-shoots were cut. Out of a total of 100 infested palms observed during the survey in the Wilayat Buraimi, 91 palms (91.0%) were found infested at the sites where off-shoots were cut. The symptoms were mostly wilting of new tillers (Plate 5), extrusion of tissues and brown oozing. Only in 9 palms out of 100, the infestation was found on other than the cut surface. The symptoms were extrusion of tissues and brown oozing. It is evident that cutting of off-shoots results in the exposure of soft cut surface and the sap oozing out attracts RPW adults to feed on and lay eggs inside.

like Bagal, Boman, Fahal, Fardh, Jibri, Khalas, Khasab, Khinezi and Nagal, the level of infestation was reduced to 0.89, 2.19, 1.03, 2.13, 1.65, 2.37, 1.71, 1.94 and 1.48% respectively, compared to high infestation in 1998-99.

3.1.3 Infestation of Red Palm Weevil in different age groups of palms

The infestation of RPW (Table 5) was high being 9.35% in palms belonging to the age group of 6-10 years followed by 9.22% in palms belonging to the age group of 11-15 years. It was 6.61% in the age group of 1-5 years. The infestation was very low (0.11%) in palms belonging to the age group of 16-20 years and was least (0.02%) in palms belonging to the age group of above 20 years, This indicates that young date palms of age between 6-15 years are prone to attack by RPW and need protection.

3.1.4 Infestation of Red Palm Weevil at different trunk heights of palms

Studies were made on the relationship of RPW infestation with the trunk height of the palm. It is evident from Table 6 that maximum infestation of 35.95% of RPW was found in palm with trunk height of 0.6 to 1.0 m, followed by 22.22% in trunk height of 1.1 to 1.5 m, 15.69% in trunk height of 1.6 to 2.0 m, while it was 12.42% in palms with trunk height of 0.0 to 0.5 m.

Table 5. Red Palm Weevil infestation in relation to age of date palm

Sr. No.	Age Group (Yrs)	Total No. of Palms	No.of infested palms	Infestation %
1	1-5	1105	73	6.61
2	6-10	2290	214	9.35
3	11-15	1052	97	9.22
4	16-20	1837	2	0.11
5	>20	5006	1	0.02
	Unknown	5741	265	4.62

(514 Jibri palms) and Khalas (565 palms). Certain varieties which are grown in relatively less number but still seen in many farms are, Boman (398 palms), Hilali (262 palms), Fahal (231 palms), and Lulo (192 palms). The rest of the varieties are grown in a lesser number.

Among the varieties which are grown in a large number of farms and recorded high infestation of red palm weevil during 1998-99 (Table 4) are Khasab (8.16%), Fahal (6.06%), Bagal (5.99%), Khinezi (5.3%), and Jibri (4.86%). In varieties Boman, Hilali, Fardh and Khalas the infestation was moderate (3.02 to 3.36%), while it was low (2.08 to 2.62%) in Lulo, and Nagal.

The infestation level in the varieties was also recorded during 2000 (Table 4). A total of 84 farms were surveyed with 18980 palms out of which 329 palms were found infested. The infestation level was reduced to 1.73% as compared to 3.83% of 1998-99. In certain varieties

Table 4. Red Palm Weevil infestation in certain date varieties observed during surveys

Variety	1998-99		2000	
	Total no. Palms	Infestation %	Total no. Palms	Infestation %
Bagal	901	5.99	224	0.89
Boman	398	3.02	228	2.19
Fahal	231	6.06	97	1.03
Fardh	3185	3.20	847	2.13
Hilali	262	3.05	157	5.10
Jibri	514	4.86	363	1.65
Khalas	565	3.36	422	2.37
Khasab	821	8.16	350	1.71
Khinezi	944	5.30	515	1.94
Lulo	192	2.08	110	2.73
Nagal	3582	2.62	610	1.48

During the repeated survey in 2000 (Table 3), a total of 18980 date palms were observed; 2762 palms in Al-Ghuraifa, 5718 in Al-Uqdah, 5764 in Al-Saara, 2222 in Al-Buraimi and 2514 in Al-Hammasah. Out of 18980 palms only 329 palms (1.73%) were found infested by Red palm weevil. There was a reduction in incidence level from 3.83% to 1.73% from the 1998-99 survey to the 2000 survey, as an awareness was noticed in the farmers in maintaining the gardens and taking precautionary measures.

3.1.2 Infestation of Red Palm Weevil in different varieties

In the 78 farms surveyed during 1998-99, the total number of date palms was 17031, comprising 77 varieties. Out of these 652 palms (3.83%) were found infested by RPW. Among these the two varieties (Table 4) which are grown in very large number in most of the farms are Nagal (3582 palms in 70 farms) and Fardh (3185 palms in 69 farms). Varieties which are grown in good number and in many of the farms are Bagal (901 palms), Khinezi (944 palms), Khasab (821 palms),

Table 3. Trend of Red Palm Weevil Infestation in five villages in Wilayat Al- Buraimi during 2000

No.	Name of Area	No. of farms surveyed	Total no. of palms	No. of infested palms	Infestation %
1	Al-Guraifa	7	2762	42	1.52
2	Al-Uqdah	22	5718	97	1.70
3	Al-Saara	27	5764	74	1.28
4	Buraimi	15	2222	44	1.98
5	Hammasah	13	2514	72	2.86
TOTAL		**84**	**18980**	**329**	**1.73**

3938 in Al-Uqdah, 5390 in Saara, 2117 in Buraimi and 2489 in Hammasah. Out of the 17031 palms, 652 palms (3.83%) were found infested by RPW. The infestation was high (5.99%) in Hammasah area while it was least (1.09%) in Al-Uqdah. In the other three areas surveyed the infestation was 4.25 to 4.36%.

Out of 652 infested palms recorded during the survey, 503 palms were with old infestation and 149 with new infestation. Among the old infested palms (Table 2), 241 palms had medium level of infestation and 262 palms with high level of infestation and among the palms with new infestation two palms had low level of infestation, 75 medium and 72 with high level of infestation. This indicates that the infestation in the early stage often goes unnoticed and the symptoms appear later when the infestation increases. Farmers often do not check their palms regularly. As a result the infestation increases and at times leads to death of the palms.

Table 2. Levels of Infestation of Red Palm Weevil on date palm in of Wilayat Al-Buraimi

Area	No. of infested palms based on severity of infestation					
	Old Infestation			New Infestation		
	L	M	H	L	M	H
Al-Guraifa	0	133	0	0	2	0
Al-Uqdah	0	23	4	0	9	7
Saara	0	31	156	0	26	22
Buraimi	0	2	48	0	18	22
Hammasah	0	52	54	2	20	21
TOTAL	**0**	**241**	**262**	**2**	**75**	**72**

Low; M = Medium, H = High

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Surveys and Monitoring

3.1.1 Infestation level of Red Palm Weevil in different villages

Surveys of Red Palm Weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) infestation in date palms were conducted during 1998-99 and 2000 in five villages namely Al-Ghuraifa, Al-Uqdah, Saara, Buraimi and Hammasah in Wilayat Buraimi, Dhahirah region, Sultanate of Oman, to gather certain basic information about the infestation of the pest on date palms. With this in view a total of 78 farms were surveyed, eight in Al-Ghuraifa, 15 in Al-Uqdah, 27 in Saara, 15 in Buraimi and 13 in Hammasah, during 1998-99. The surveys were repeated during 2000. A total of 84 farms were surveyed, seven in Al-Ghuraifa, 22 in Al-Uqdah, 27 in Al-Saara, 15 in Al-Buraimi and 13 in Al-Hammasah. During 1998-99 (Table 1) a total 17031 date palms were observed, 3097 palms in Al-Ghuraifa,

Table 1. Red Palm Weevil infestation in Wilayat Al-Buraimi during 1998-99

Area	Total no. of farms surveyed	Total no. of palms	No of palms infested		Total no. of palms infested	Infestation %
			Old	New		
Al-Ghuraifa	8	3097	133	2	135	4.36
Al-Uqdah	15	3938	27	16	43	1.09
Saara	27	5390	187	48	235	4.36
Al-Buraimi	15	2117	50	40	90	4.25
Hammasah	13	2489	106	43	149	5.99
TOTAL	**78**	**17031**	**503**	**149**	**652**	**3.83**

on date trees when fruits were small and green. For each insecticide at least three plants were used for injection. Fruits (200 g) from trees treated with insecticides were collected at intervals of 15 to 120 days. The insecticides selected for residual analysis were Dimethoate 40EC, Aflix 38.5EC (mixture of dimethoate and endosulfan), Nogos 50EC (dichlorvos) and Marshal 25EC (carbosulfan).

The method of extraction for different insecticides was followed with slight modifications as described by Misra et al. (1992) for Dimethoate, Duhra and Hameed (1990) for Aflix, Anonymous (1986) for Nogos, and Martin (1985) for Marshal. Extracted insecticides were analyzed and quantified using Hewlett-Packard Gas Chromatograph (HP5890) equipped with automated sampler and HP5989B mass detector.

2.5 Biological Control of Red Palm Weevil by fungus, *Beauveria bassiana*

To test the effectiveness of the *B. bassiana* inoculum against red palm weevil, the date pulp/molasses bait material was amended with *B. bassiana* at the rate of 10 g spores per 20 ml bait. Ten adult insects (treated individuals) were placed in contact with the amended bait for fixed period. After removal, and to test the horizontal transfer of infection, the treated insects were placed in a clean container and 10 marked, healthy insects (exposed individuals) were added. The duration of the treatment time and the expsoure time were varied for different experiments . After fixed exposure time the two sets of insects were separated and cultured in insect rearing containers. They were supplied with food (sugar cane pieces) and liquid (sugar/wate on cotton). Periodic assessments of insect mortality were made.

Plate 4. Drilling hole in Palm for injecting pesticide.

2.3.2 Evaluation of insecticides for control of Red Palm Weevil through trunk injection

Field experiments were conducted to test the efficacy of certain insecticides viz., Nogos 50 EC (dichlorvos), Dimethoate 40 EC, and Aflix (endosulfan 24% + dimethoate 14.5%) 38.5 EC, as such and in dilution with water in the ratio of 1:1 and 1:2 v/v; Totalene (mixture of trichlorphon 30% + dimethoate 10% + fenitrothion 5%) and Fenitrothion as such; Marshal (carbosulfan) 25 EC and Sunny Neem Oil 1500 EC(Azadirachtin 0.15%) as such and in dilution with water in the ratio of 1:1; ISH + water while IKC + water (1:3.5 v/v) and Anthio + water in the ratio of 1:1 and 1:2 v/v. The seed extracts of *Annona squomosa* and Neem (*Azadirachta indica*) were prepared by steeping 12.5 gm shade dried seed powder of the plants in 62.5 ml of water-ethanol (1:4 v/v) for 24 hours. It was then suction filtered. The filtrate was diluted with water in the ratio of 1:1 (v/v) just before injection.

Newly infested palms where brown fluid was oozing out from the trunk, were injected with insecticides alone or mixed with water. The infested portion of the trunk was superficially chiseled to remove some of the eaten portion and also any larvae/pupae present inside. Three holes of 12-15 cm deep and 1.5 cm diameter were then made slanting down at 45° towards the wound with the help of a drill machine (Plate 4) on three sides of the infested portion. In each hole 10 ml of test insecticide alone or its solution in water was injected as per treatments. The holes were plugged with cotton. The wounded portions of the trunk was covered with mud to prevent new infestation. The plants were observed for six weeks to see if any oozing taking place. Stoppage of oozing was taken as an indication of effectiveness of the chemical for the control of RPW.

2.4 Estimation of Pesticide Residues in Date Fruits

Commercial formulations of different insecticides after dilution with water in a 1:1 ratio were used on selected date palm trees in Bureimi region for the control of red palm weevil. Three holes 12-15 cm deep were made making a triangle on the trunk of each tree using a micro drill machine. Insecticide (10 ml) was injected in each hole. The first injection was made

under each age group. In another study, palms were categorized into eight height levels as 0-0.5, 0.6-1.0, 1.1-1.5, 1.6-2.0, 2.0-2.5, 2.6-3.0, 3.1-3.5 and >3.5 m height from ground level. The number of palms infested under each height group was recorded.

2.2 Prevention of Red Palm Weevil infestation by Cultural Practices

As cultural practices to prevent the infestation of RPW, experiments were conducted on the cut surface of off-shoots which are usually cut while doing "Takreeb". The off-shoots of 33 palms including 13 palms as control were cut from the base, very close to trunk, thus creating wounds. Twenty such palms were treated by applying dimethoate to the wounds with a paint brush. In another 90 palms, off-shoots were cut by completely removing the growing point. From these, the cut portion of 40 palms were covered with mud alone; 30 with mud+dimethoate; 10 with mud+Anthio and 10 with mud+Applaud. The palms were observed for two to three months to know the effectiveness of various treatments in preventing infestation. Monitoring of the adult beetles was done by collecting the information from pheromone traps.

2.3 Chemical Control

2.3.1 Prophylactic Spraying of Date Palms

Field experiments were conducted to evaluate the efficacy of five insecticides viz.,Trichlorphon 80 SP, Aflix (endosulfan + dimethoate) 38.5 EC, dimethoate 40 EC, Marshal (carbosulfan) 25 EC and Nogos (dichlorvos) 50 EC at 0.1% concentration, sprayed as prophylactic measure against RPW. Healthy and young date palms of age 6-10 years were selected in farms of a highly infested area in Al-Saara. From the selected palm trees, old leaves and offshoots coming out from the trunk were cut, thus creating wound on the trunk and then the trunk of the palm was thoroughly sprayed with high volume air compressor sprayer with respective insecticides. There were six treatments including one untreated control. Each treatment was replicated five times. The experiment was repeated five times at two weeks interval as set one to five. The plants were observed for a period of four months.

80 to 100 days. There are three to four generations per year. Due to the overlapping generations and long life cycle, all the developing stages can be found in the palm.

Very little information is available on the biology, ecology, extent of damage, varietal susceptibility and management of RPW in date palm. Keeping in view the seriousness of RPW damage to date palm, thorough surveys of date growing areas were carried out in Wilayat Buraimi. The aim was to gather basic information about the pest. A series of experiments were also conducted from 1997 to 2001 to generate sufficient data so as to develop a suitable management strategy to check the infestation and to prevent its spread to new areas.

The experiments carried out included:

1. Survey and monitoring of red palm weevil infestation in date palms.

2. Prevention of weevil infestation by cultural practices

3. Control of weevil by prophylactic spraying and trunk injection in date palms with pesticides.

4. Insecticide residue analysis in date fruits.

5. Investigation into biological control of weevil.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Surveys and Monitoring

In order to undertake the surveys for recording the infestation of red palm weevil and characteristics of palms associated with infestation, proformae were developed.

The infestation was recorded in different locations in respect of total palms, old infestation, new infestation, level of infestation as low, medium and high. Infestation was also recorded in the most popular varieties grown in the region. Palms were categorized into five age groups as 1-5, 6-10, 11-15, 16-20 and >20 years. The number of palms infested were recorded

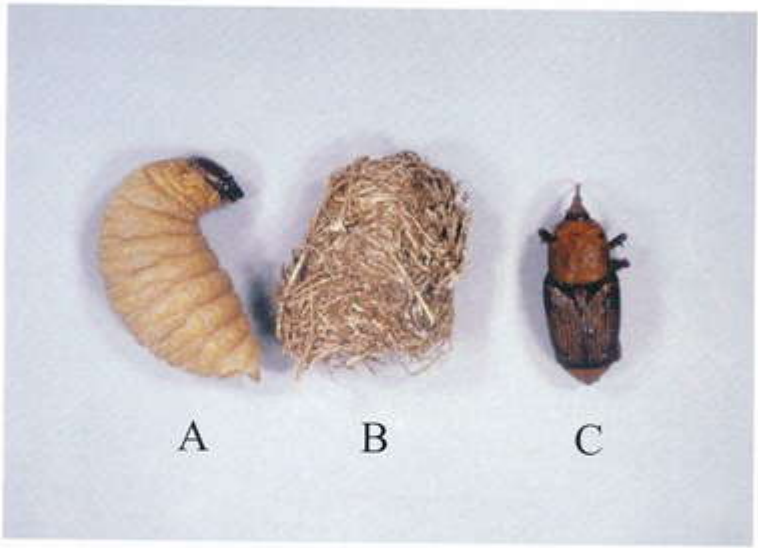


Plate 3. A: Larva: B: Pupal Covering and
C: Adult of Red Palm Weevil

Plate 2. Larva of Red Palm Weevil

Plate 1. Adult Red Palm Weevil

INTEGRATED MANAGEMENT OF RED PALM WEEVIL *Rhynchophorus ferrugineus* Oliver ON DATE PALM

1. INTRODUCTION

The date palm (*Phoenix dactylifera*) is the most important fruit tree of arid, tropical and sub-tropical regions of the world including the Arabian countries. In Oman for example, it occupies 82.6% of the fruit area (Date Quality Improvement in Oman, Extension Document No.1). The date palm is attacked by a number of insects, but in the recent past the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliver, (Curculionidae: Coleoptera) is causing a menace in northern Oman particularly in Buraimi, Mahdah and Musandam areas. It is also reported attacking date palms in the UAE, Saudi Arabia, Iraq and a number of other countries.

The adult red palm weevil (RPW) is reddish-brown, measuring about 35 mm in length and bearing a prominent snout (Plate 1). Female date palm weevils lay eggs into the wounds created by harvesting and pruning and off-shoot removal, mostly in young palms of age 6-15 years. Hatching grubs tunnel through the soft wood into the heart of the trunk where they complete their life cycle. The damage that it does is due entirely to the larvae which feed on the trunk (Plate 2) and also the growing point viz., the heart or the cabbage of the crown of the palm and once they have gained access, death of the palm generally ensues. Many generations can be passed in the same palm. The presence of small holes at the leaf scars and oozing out of a reddish brown fluid and extrusion of fibers from these holes and slightly audible sound of the feeding activity of the grubs within the stem are some of the general symptoms of attack by this pest. Most often the attack by the weevil is discernible only when the palm has been extensively damaged. In case of severe infestation the plants succumb to death.

Adult females survive for about 60 days and deposit 70 to 350 eggs. The larval period lasts for 35 to 80 days and fully developed grub pupates in a cocoon made from chewed fibers (Plate 3). The pupal period ranges from 12 to 20 days and the entire life cycle from egg to adult requires about

LIST OF PLATES

Plate 1.	Adult Red Palm Weevil	2
Plate 2.	Larva of Red Palm Weevil	3
Plate 3.	Larva; Pupal covering and Adult of Red Palm Weevil	4
Plate 4.	Drilling hole in Palm for injecting pesticide	8
Plate 5.	Damaged Tillers by Red Palm Weevil	17
Plate 6.	Damage by Red Palm Weevil on Developing shoot	19

Table 11.	Persistence of residues of insecticides on date fruits (Data are average of three replicates)	25
Table 12.	Adult Red Palm mortality (%) after various periods of treatment and exposure to date pulp bait containing *Beauveria bassiana*	27
Table 13	Rate of insect mortality and time of 50% mortality of adults Red Palm Weevil treated or exposed to date pulp bait containing *Beauveria bassiana*	28

LIST OF TABLES

Table 1.	Red Palm Weevil infestation in Wilayat Al-Buraimiduring 1998-99	10
Table 2.	Levels of infestation of Red Palm Weevil on date Palm in certain areas of Wilayat Al-Buraimi	11
Table 3.	Trend of Red Palm Weevil infestation in 5 villages in Wilayat Al-Buraimi during 2000	12
Table 4.	Red Palm Weevil infestation in certain date varieties observed during survey in 1998-99 and 2000	13
Table 5.	Red Palm Weevil infestation in relation to age of date palm	14
Table 6.	Infestation of Red Palm Weevil in relation to trunk height of date palm	15
Table 7.	Red Palm Weevil infestation on cut surface of tillers and on other sites	16
Table 8.	Effect of treating cut surface of trunk, deep cutting of off-shoots and mud cover on infestation of Red Palm Weevil during 1999-2000	18
Table 9.	Efficacy of insecticides sprayed as prophylactic measure against Red Palm Weevil.	22
Table 10.	Efficacy of insecticides given as trunk injection For the control of Red Palm Weevil	24

3.3 Chemical Control
3.3.1 Prophylactic Spraying of Date Palms 21
3.3.2 Evaluation of certain insecticides for control of Red Palm Weevil through trunk injection 23

3.4 Estimation of Pesticide Residues in Date Fruits 25

3.5 Biological Control of Red Palm Weevil by fungus, *Beauveria bassiana* 26

4. PROJECT RECOMMENDATIONS FOR CONTROL OF RED PALM WEEVIL 29

REFERENCES 31

CONTENTS

1. INTRODUCTION 1

2. MATERIALS AND METHODS 5

2.1 Surveys and Monitoring 5

2.2 Prevention of Red Palm Weevil infestation by Cultural Practices 6

2.3 Chemical Control 6

2.3.1 Prophylactic spraying of Date Palms 6

2.3.2 Evaluation of insecticides for the control of Red Palm Weevil through trunk injection 7

2.4 Estimation of Pesticide Residues in Date Fruits 7

2.5 Biological Control of Red Palm Weevil by fungus, *Beauvria bassiana* 9

3. RESULTS AND DISCUSSION 10

3.1 Surveys and Monitoring 10

3.1.1 Infestation level of Red Palm Weevil in different villages 10

3.1.2 Infestation of Red palm Weevil in different varieties 12

3.1.3 Infestation of Red Palm Weevil in different age groups of Palms 14

3.1.4 Infestation of Red Palm Weevil at different trunk heights of Palms 14

3.2 Prevention of Red Palm Weevil infestation by Cultural Practices 15

PREFACE

The date palm, *Phoenix dactylifera* L. is the most important fruit crop in the Middle East. It is an integral part of the natural heritage and socioeconomic life of this region. There are more than eight million date palms in the Sultanate of Oman, producing almost 200,000 tons of dates annually.

Since the mid-eighties the dreaded pest of palms, the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliver, has been causing serious damage to date palms in parts of the Gulf region. It has become a serious pest for instance in the United Arab Emirates and parts of Sultanate of Oman. Feeding from the soft tree tissues by this concealed borer often leads to the death of the palm, if timely preventive and curative measures are not taken.

To combat this pest successfully, cooperation was initiated with several groups. This resulted in the formulation of a Research Project in 1997 on the Integrated Management of Red Palm Weevil for conducting joint research by Sultan Qaboos University; U.A.E. University; Ministry of Agriculture and Fisheries, Sultanate of Oman and Department of Agriculture and Livestock, Al-Ain. This research program included a detailed study on surveillance, biology, ecology and extent of damage by the pest in Buraimi and Al-Ain. Elaborate experiments were carried out on trapping the weevil by pheromone lures, the effect of cultural practices of date palm on pest infestation, preventive chemical treatments, curative chemical control and the use of bio agents. Recommendations from the project also included implementation of quarantine measures to prevent further spread of the pest to other regions.

The outcome of this joint research project between the two Universities in collaboration with the Ministry of Agriculture and Fisheries and Department of Agriculture and Livestock, has been very positive. It can be used as a model for future collaborations. This research is of high importance to both countries and all efforts have been made to make it successful. We express our deep appreciation to the Faculty and staff of both Universities, The Ministry of Agriculture and Department of Agriculture and Livestock for their help in playing an important role in the successful implementation of the Research project. Special recognition is due to Professor Khaja Mohammed Azam, Principal Investigator of the Project, from Sultan Qaboos University and all the members of his team in full filling the objectives of the project.

This Special Supplement, which is the outcome of their efforts will assist farmers of both countries in improving the quality and quantity of their date production.

Dr. Saud bin Nasssir Al Riyami
President of Sultan Qaboos University

COLLABORATORS

United Arab University, Al Ain, U. A. E.

Prof. Mahmoud A. Al-Affifi
Prof. Ahmed Al-Badawy
Dr. Walid Kaakeh
Dr. Zainab El-Hamalawi
Dr. Karim Farag
Mr. Ali Mohamed Ali

Ministry of Agriculture & Fisheries, Oman:

Dr. Abdel Munim M. Al-Mejni
Mr. Salim Al-Khatri

Department of Agriculture and Livestock, Al-Ain:

Dr. Osman Khalifa
Dr. Ahmed Al-Assal
Mr. Fouad El-Ezaby
Mr. Eyas Mohamed Sharif
Mr. Mohamed Thani Al-Muhary
Mr. Mohamed Adel Abdalla

INVESTIGATORS
(Sultan Qaboos University)

Prof. Khaja Mohammed Azam (Principal Investigator)
Dr. Syed Ali Razvi
Mr. Issa H. Al-Mahmuli
H.E. Dr. A. K. Al-Rawahi
Dr. O. El-Mardi
Dr. A. J. Khan
Dr. Michael Deadman
Mr. Ali A. Al-Raeesi

Co-Ordinators:

Prof. Mattheus F. A. Goosen
Dr. Salim Ali Al-Rawahy

Arabic Translation:

Mr. Ali Ahmed Al-Raeesi
Dr. Osman Mahgoub Gaafar

Under the Patronage of
His Excellency Dr. Saud bin Nassir Al Riyami
President of Sultan Qaboos University

INTEGRATED MANAGEMENT OF RED PALM WEEVIL, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliver ON DATE PALM

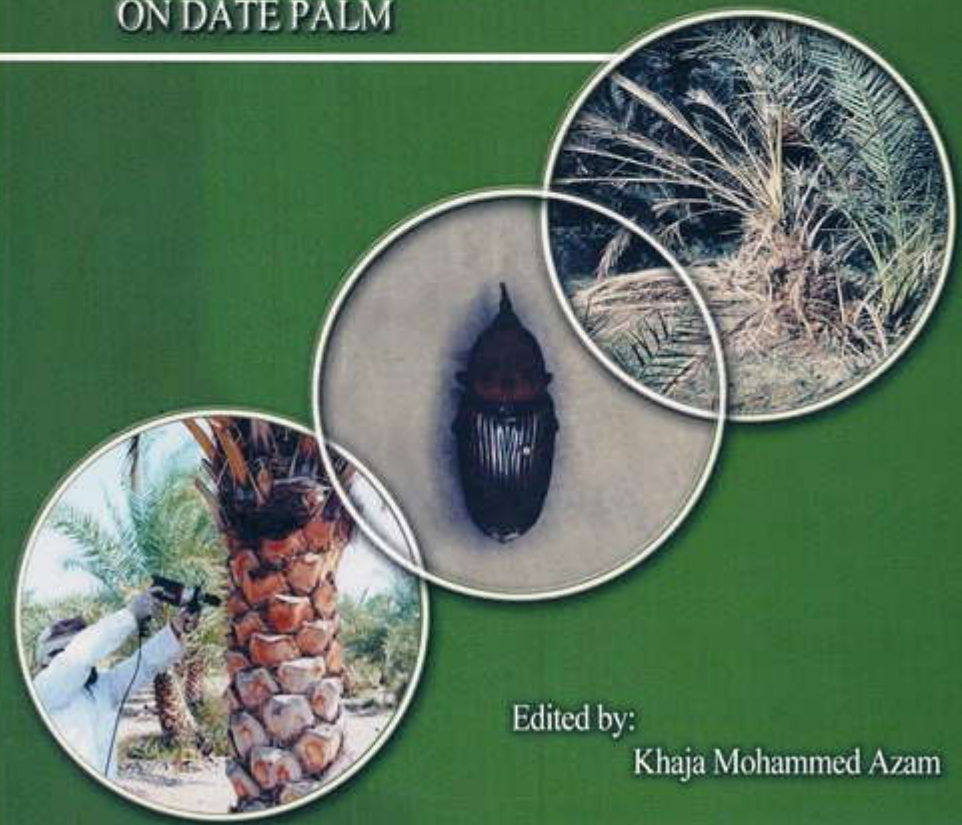
Research Project under Joint Collaboration of Sultan Qaboos University , Sultanate of Oman and United Arab Emirates University, Al-Ain, U.A.E.

Edited by:

Khaja Mohammed Azam

Sultan Qaboos University

INTEGRATED MANAGEMENT OF RED PALM WEEVIL *RHYNCHOPHORUS FERRUGINEUS* OLIVER ON DATE PALM



Edited by:
Khaja Mohammed Azam