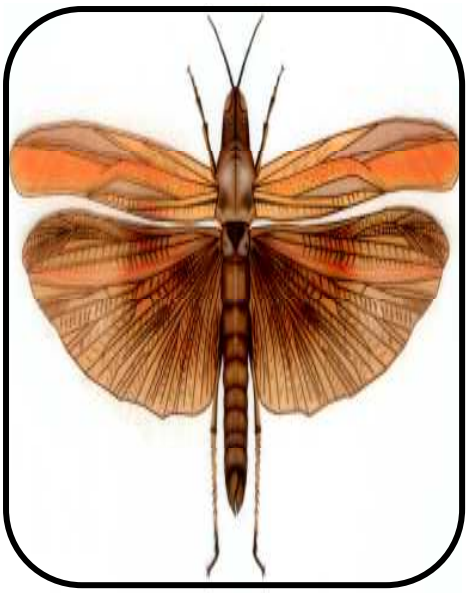
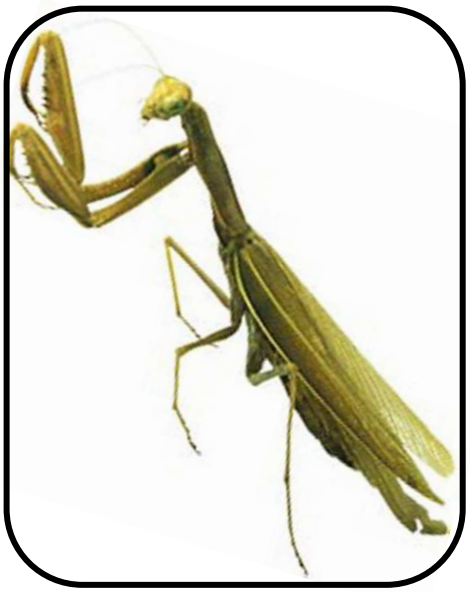
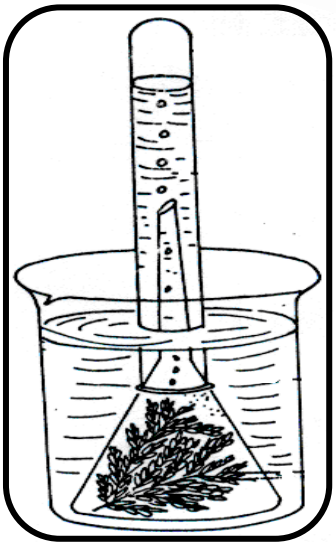
جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

البيولوجى







٢٠١٠/٢٠٠٩

للمزيد من المواضيع اضغط على احد الإيقونات التالية

جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

البيولوجى

للصـــف الثاني

بالمدارس الثانوية الزراعية

تأليـــف

الأستاذ الدكتور	الأستاذ الدكتور	مهندس
عادل عبد الحميد حافظ الكحال	حسنى محمد محمد عبد الدايم	أشرف رفعت فتح الله محمد
كلية الزراعة – جامعة بنها	كلية الزراعة – جامعة بنها	توجيه المادة - القليوبية

مراجعة

الأستاذ الدكتور

عزت فرج عواد الخياط

كلية الزراعة – جامعة بنها

٢٠١٠/٢٠٠٩

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمـــــة

يعتبر علم النبات هو أحد علوم البيولوجي الهامة وهو سر استمرار الحياة للكائنـــات الحيـــة علي سطح الأرض ويعتبر علم فسيولوجيا النبات أحد علوم النبات الأساســية الــذى يهــتم بدراســة وظائف عضيات الخلايا وأعضاء النبات المختلفة ويتضمن علم فسيولوجيا النبـــات عـــدة مواضـــيع أساسية وكلها مترابطة ومتكاملة مع بعضها البعض لتعطي مفهوماً متكـــاملاً نحـــو فهـــم العمليـــات الفسيولوجية المعقدة التى تحدث داخل النبات بإيقاع غاية في الدقة والإحكام كمـــا أراد لهـــا الخـــالق سبحانه وتعالى فهناك قدر عظيم من الإعجاز في قدرة الخلايا والأنسجة علي تنظيم وتنســيق جميـــع العمليات الحيوية داخلها وعلم فسيولوجيا النبات يبحث في كيفية امتصاص الماء والأملاح من التربـــة بواسطة الجذور وكيفية حدوث عملية النتح ويدرس كيف تستطيع أوراق النبات الخضراء التى تعتبـــر مصانع حيوية تبني المواد الغذائية المعقدة من مواد بسيطة خلال عملية البناء الضوئى ويدرس عملية التنفس في النبات وكيف يتم تنظيم النمو الخضري والثمرى بواسطة منظمـــات النمـــو التـــى تعتبـــر المايسترو الذى ينظم العمليات الحيوية في مراحل نمو النبات المختلفة خلال دورة حياة النبـــات كمـــا يدرس تأثير العوامل البيئية علي نمو النبات وكيفية التغلب عليها وتعديلها للوصول لأعلي محصـــول كماً ونوعاً في الأوقات المطلوبة.

استهوت دراسة الكائنات الحية كثيرا من علماء الأحياء منذ زمن بعيـــد ، ولعـــل الحشـــرات كانت أوفر هذه الكائنات حظا من البحث والاستقصاء ، لصلتها الوثيقة بالإنسان ، إذ بعضـــها نـــافع كدودة الحرير ونحل العسل ، وبعضها الأخر ضار يفتك بالزراعة كديدان القطن والجراد ، أو ينقـــل العلة والمرض كالبعوض والذباب .

ونتناول دراسة أساسيات علم الحشرات من حيث الشـــكل الظـــاهرى والتركيـــب الـــداخلى والتشكل والتكاثر في الحشرات وكيفية التمييز بين الحشرات المختلفة والأســـس التـــى بنـــي عليهـــا تصنيفها إلي رتب وعائلات ، ثم دراسة لبعض الرتب الهامة حسب ما ورد بالمنهج وكـــذلك كيفيـــة جمع وتصبير الحشرات وطرق حفظها لعمل مجموعة حشرية والأدوات اللازمة لـــذلك . كـــل هـــذه الموضوعات وغيرها تقدم القدر الكافى من المعلومات التى تشكل أساسا يعتمد عليه في دراسته لعلـــم الحشرات الاقتصادية ومكافحة الآفات.

ونقدم لطلاب المدارس الثانوية الزراعية جزء مبسط وميسر من أساسيات فسيولوجيا النبـــات والحشرات لكي يستفيد منها الطالب في دراسته وتزيد من المعارف والمفاهيم لديه كما أن هذا المنهج تم تدعيمه بالدراسة العلمية وبعض الرسومات التوضيحية التى تساعد الطالب علي فهـــم واســـتيعاب الدروس النظرية .

والله ولى التوفيق

المؤلفون

الأهداف العامة لمادة البيولوجي
للصف الثاني للمدارس الثانوية الزراعية

١. إمداد الطالب بمجموعة من المعارف العلمية الخاصة بالنبات والحشرات العامة .

٢. تمكين الطالب من فهم كيفية امتصاص وانتقال الماء والعناصر الغذائية داخل النبات وعملية فقده للماء وعلاقة ذلك بالظروف البيئية المحيطة بالنبات .

٣. زيادة الإدراك المعرفي للطالب في فهم كيفية قيام النبات بعملية البناء والهدم وتكوين الغذاء وكيفية حدوث النمو وعلاقة ذلك بالإزهار والإثمار .

٤. زيادة الإدراك المعرفي للطالب في فهم طبيعة التحويلات الغذائية المختلفة ودور منظمات النمو في حياة النبات .

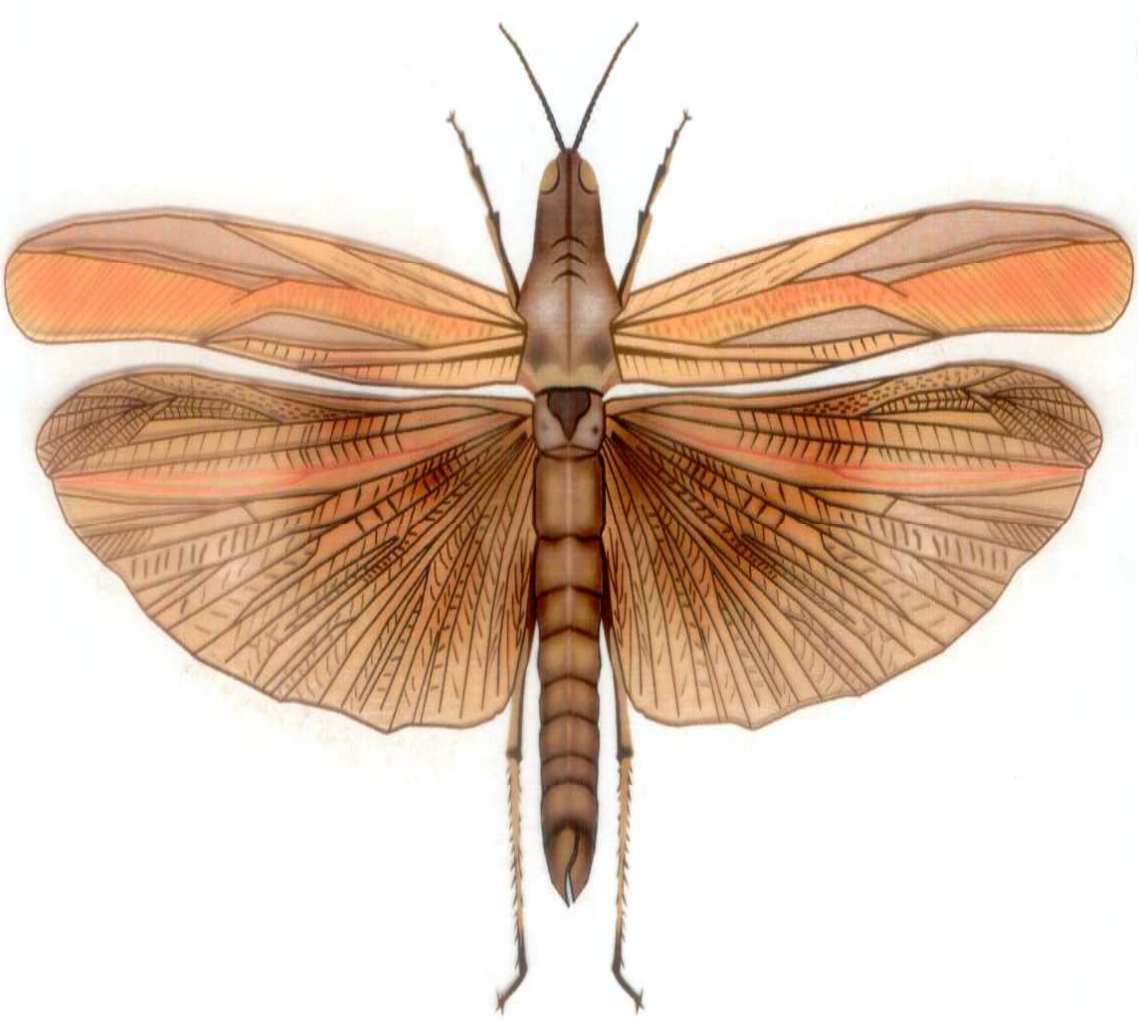
٥. تعريف الطالب وتبصيره بالآفات وما هي الحشرات وأهم الأضرار التى تسببها للمحاصيل الزراعية والحبوب والمواد المخزونة وللإنسان والحيوان .

٦. تبصير الطالب بالشكل الخارجي للحشرات وإكسابه مهارة فحص الحشرات والتعرف علي أجزاء الجسم المختلفة والأجهزة الداخلية للحشرات .

٧. إكساب الطالب القدرة علي كيفية تصنيف الحشرات بالطرق العلمية المختلفة وإكسابه القدرة والمهارة العملية في التمييز بين كل رتبة من الرتب الحشرية ومعرفة الحشرات التابعة لها .

ثانيـــــا

الحشـــــرات



الفهـــــــــرس

الموضوع	رقم الصفحة
الوحدة الأولي : موقع الحشرات في المملكـــة الحيوانيـــة وأهميتهـــا الاقتصادية .	
الباب الأول : موقع الحشرات في المملكة الحيوانية	
▪ موقع الحشرات في المملكة الحيوانية.	١٤٧
▪ مميزات الحيوانات التابعة لمفصليات الأرجل.	١٤٧
▪ المميزات العامة لصف الحشرات.	١٤٨
▪ التدريب العملي	١٤٩
الباب الثاني : انتشار الحشرات	
▪ أصل وانتشار الحشرات.	١٥١
▪ العوامل التي تساعد علي بقاء وانتشار الحشرات .	١٥١
▪ الأهمية الاقتصادية للحشرات (أضرار الحشرات ومنافعها).	١٥٣
▪ التدريب العملي	١٥٧
الوحدة الثانية: الشكل الخارجي والتشريح الداخلى في الحشرات	
الباب الأول : الشكل الظاهرى ومناطق الجسم في الحشرات	
▪ جدار الجسم في الحشرات .	١٦١
▪ مناطق الجسم في الحشرات.	١٦٢
▪ الرأس .	١٦٣
▪ التدريب العملى	١٦٥
الباب الثاني: زوائد الرأس	
▪ قرون الاستشعار	١٦٦
▪ أجزاء الفم في الحشرات	١٦٩
▪ أعضاء الإبصار	١٧٧
التدريب العملى	١٨٠
الباب الثالث: الصدر في الحشرات وزوائده	١٨١
▪ الأرجل في الحشرات	١٨٢

الموضوع	رقم الصفحة
▪ الأجنحة في الحشرات	١٨٥
▪ التدريب العملي	١٨٩
الباب الرابع : البطن في الحشرات	١٩٠
▪ التدريب العملى	١٩٣
الباب الخامس: التشريح الداخلي للحشرات	
الأجهزة الداخلية في الحشرات (الجهاز الهضمي – الجهاز الـدورى – الجهـاز التنفسى – الجهاز العصبي – الجهاز العضلي – الجهاز التناسلي)	١٩٤
الباب السادس: الإخراج وأعضاء الحس في الحشرات	٢٠٧
▪ التدريب العملى	٢١٠
الوحدة الثالثة: التكاثر والتشكل في الحشرات	
الباب الأول : التكاثر في الحشرات	٢٢٢
▪ طرق التكاثر	٢٢٣
الباب الثاني : التشكل	٢٢٥
▪ نماذج التشكيل	٢٢٦
▪ الأطوار الغير كاملة	٢٢٩
▪ أنواع اليرقات	٢٣٠
▪ أنواع العذارى	٢٣٢
الباب الثالث : الانسلاخ والسكون في الحشرات	
▪ الانسلاخ في الحشرات	٢٣٥
▪ البيات والسكون	٢٣٧
▪ التدريب العملى	٢٣٩
الوحدة الرابعة: تصنيف الحشرات	
الباب الأول : طرق جمع الحشرات	٢٤٦
▪ التدريب العملى	٢٥٤
الباب الثاني : تصنيف الحشرات	٢٥٥
▪ الرتب الحشرية المختلفة	٢٥٧
▪ التدريب العملى	٢٧٩

الوحدة الأولى
موقع الحشرات في المملكة الحيوانية وأهميتها الاقتصادية

أهداف تدريس الوحدة :

١- تعريف الطالب بموقع الحشرات في المملكة الحيوانية.

٢- إكساب الطالب مهارة التمييز بين الحيوانات التابعة لقبيلة مفصليات الأرجل .

٣- تعريف الطالب بصف الحشرات ومميزاتها والعوامل التي تساعد علي انتشارها.

٤- أن يعي الطالب الأهمية الاقتصادية للحشرات.

٥- تدريب الطالب علي الطرق المختلفة لجمع الحشرات وحفظها.

البـــاب الأول: موقع الحشرات في المملكة الحيوانية

الباب الثاني : انتشار الحشرات

الباب الأول

موقع الحشرات في المملكة الحيوانية

The Position of Insects in The Animal Kingdom

تنقسم المملكة الحيوانية ، مثلما تنقسم غيرها من الممالك الطبيعية ، إلي قبائل *Phyla* ، ومفردها قبيلة *Phylum* ، التى تشكل قاعدة تقسيم الحيوان. وقد أمكن ترتيب أنواع الحيوانات في تسع عشرة قبيلة ، يوضح الجدول التالى أهمها مرتبة في نظام معين حيث دونت القبائل الأولية تجاه أسفل الجدول ، وبذلك احتوت قمته علي القبائل الأكثر ارتقاءاً .

المملكة الحيوانية

القبيلة		الاسم الشائع
الحبليات	Chordata	الثدييات ، الطيور ، الأسماك ، الزواحف ، البرمائيات
مفصليات الأرجل	Arthropoda	العناكب ، الحلم ، العقرب ، الحشرات ، الخ
الرخويات	Mollusca	القواقع ، المحاريات ، الخ
الديدان الحلقية	Annelida	ديدان الأرض
الجلد شوكيات	Echinodermata	قناديل البحر ، ذنادق البحر
الديدان الأسطوانية	Nemathelmintha	الإسكارس ، النيماتودا ، الخ
الديدان المفلطحة	Plathyhelmintha	الديدان الكبدية وما شابهها
الجوفمعويات	Coelenterata	الأسماك الهلامية ، الهيدار
الاسفنجيات	Porifera	الحيوانات الإسفنجية
الأوليات	Protozoa	الحيوانات وحيدة الخلية

قبيلة مفصليات الأرجل Arthropoda

تعتبر مفصليات الأرجل arthropods والتى تتبعها الحشرات التى يختص بها هذا الكتاب ، أكبر قبيلة في المملكة الحيوانية وتتميز حيوانات قبيلة مفصليات الأرجل عن غيرها من الحيوانات بالصفات التقسيمية الأتية:

١. متماثلة الجانبين ٢. يتكون الجسم من مجموعة من الحلقات segments .

٣. للجسم هيكل خارجي صلب . ٤. سائل الدم يملأ فراغ الجسم .
٥. تتنفس هذه الكائنات إما عن طريق جدار الجسم ، أو عن طريق انبعاجات خارجية منه تعرف بالخياشيم أو داخلية تسمي القصبات الهوائية .

وتشمل قبيلة مفصليات الأرجل علي عدد من الصفوف هي :

١- صف المخلبيات Class: Onychophora ٢- صف عديدات الأرجل Class: Myriapoda
٣- صف القشريات Class: Crustacea ٤- صف العناكب Class: Arachinda
٥- صف سداسيات الأرجل (الحشرات) Class: Hexapoda

صف سداسيات الأرجل Hexapoda

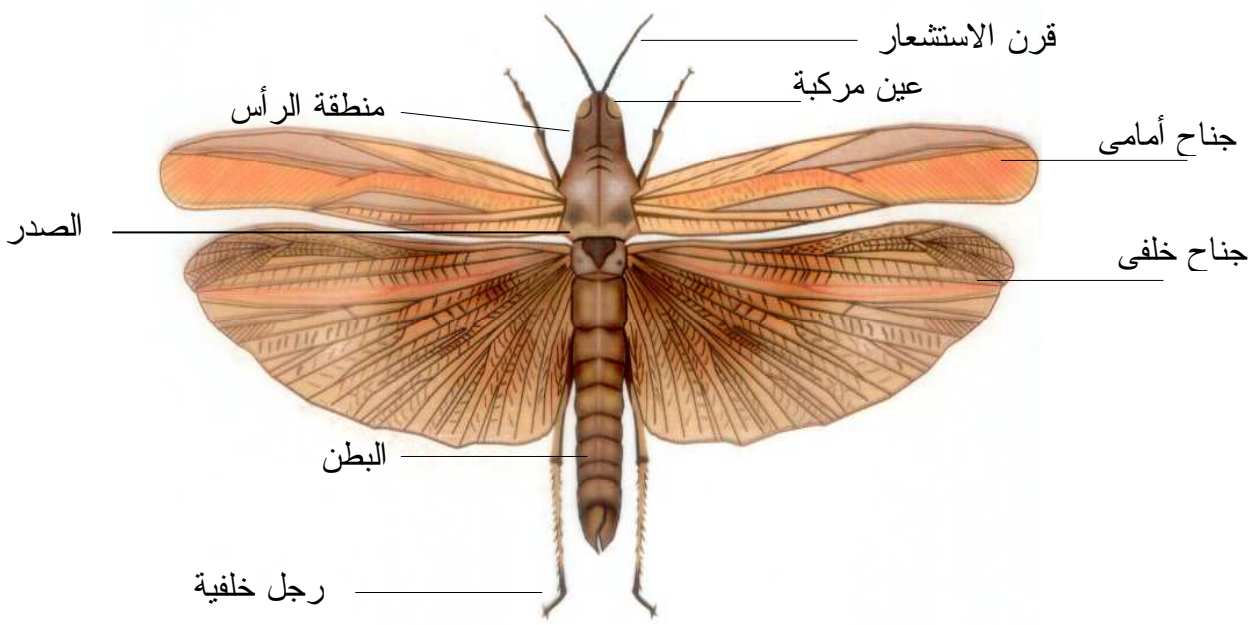
يعتبر هذا الصف ، الذى يطلق عليه أيضاً صف الحشرات Insecta ، أكبر صفوف المملكة الحيوانية (شكل ١) ، وأكثر صفوف قبيلة مفصليات الأرجل ارتقاء .

شكل (١) رسم يوضح التزايد النسبي للحشرات عن بقية الحيوانات

المميزات العامة لصف الحشرات :

الحشرة حيوان مفصلي الأرجل ، يتركب جسمه ، في الصورة النموذجية شكل (٢) ، من ثلاث مناطق : المنطقة الأولى ، هي الرأس التى تحمل العيون وزوجاً واحداً من قرون الاستشعار وأجزاء الفم. يلي الرأس منطقة وسطية هي الصدر الذى يتكون من ثلاث حلقات يحمل كل منها زوجاً من الأرجل المفصلية ، وقد يتصل بكل من الحلقتين الصدريتين الثانية والثالثة زوج من الأجنحة. تتكون المنطقة الخلفية من الجسم ، وهي البطن ، من إحدي عشرة حلقة كلها عديمة الأرجل ، في حين يتصل بالحلقات البطنية الثامنة والتاسعة والعاشرة زوائد

مفصلية معدة لأداء وظائف تناسلية أو لوضع البيض. ويعتبر الجدار الخارجي لجسم الحشرة هيكلها الصلب الذى يدعمها ، ويحمي أحشاءها الداخلية ، ويحفظ شكلها العام .



شكل (٢) : رسم تخطيطي يوضح حشرة مجنحة

التدريبات العملية

- بالاستعانة بأدوات التكبير المناسبة افحص نماذج لبعض الحيوانات التابعة لمفصليات الأرجل غير الحشرية ... مثل :

(أ) الجمبرى – التابع لصف القشريات .... ولاحظ أن جسمه مقسم إلي منطقتين منطقة رأس صدرى (الرأس مندمج مع الصدر) ومنطقة بطنية .. وله خمس أزواج من الأرجل وزوج من قرون الاستشعار .. والبطن يتكون من عدد من العقل.

(ب) العناكب ... التابعة لصف العنكبيات .. لاحظ أن الجسم ينقسم إلي جزء أمامي يعرف بمقدم الجسم. والجزء الخلفي من الجسم يعرف بمؤخر الجسم .

(ج) الصرصور الأمريكي .. التابع لصف الحشرات .. لاحظ أن الجسم مقسم إلي رأس وصدر وبطن تحمل الرأس زوج من قرون الاستشعار وأجزاء الفم والعيون .. والصدر يتكون من ٣ حلقات يحمل كل منها زوج من أرجل المشى .. والحشرة لها زوجان من الأجنحة – والبطن مكونة من عدة عقل – وبعد تعرفك علي أجزاء جسم الحشرة ، ارسمها في كراسة العملى رسماً تخطيطياً مع كتابة البيانات علي الرسم .

البـــاب الثـــاني

- اصل وانتشار الحشرات .
- العوامل التى تساعد علي بقاء وانتشار الحشرات .
- الأهمية الاقتصادية للحشـــرات (أضـــرار الحشـــرات ومنافعها).

الباب الثانـي

أصل وانتشار الحشرات

Origin and Distribution of the Insects

أصل وانتشـــار الحشـــــرات

تواجدت الحشرات علي سطح الكرة الأرضية قبل تواجد الإنسان ببضعة ملايين مـــن السنين ، حيث تعرضت في هذه الآونة لظروف العصور الجيولوجية الغابرة ممـــا أدي إلـــي الانتشار المبكر لهذه الكائنات.

توجد الحشرات حاليا في جميع الأمكنة التى تنتشر فيها الأحياء المختلفة ، وأينما يوجد الغذاء ، فيما عدا أعماق البحار . ولا يوجد كائن حي يماثل الحشرة من حيث مدي انتشـــارها ونموها فى أماكن يصعب علي غيرها من الكائنات الحية أن تتأقلم فيه. وتسعي الحشـــرات ، عن طريق هذا الانتشار ، إلي غذائها المفضل الذى يتكون غالباً من النبات الأخضـــر الـــذى يشكل في نفس الوقت غذاء للحيوانات الأخرى ، كما قد تسعي بعض الحشرات لتتغذى علـــي بقايا النبات والحيوان المتحللين ، أو لتلتهم حشرات وحيوانات حية.

العوامل التى تساعد علي بقاء وانتشار الحشرات :

تنتشر الحشرات في كل بقاع الكرة الأرضية . وعلي الرغم من صغر حجم الحشرات عادة وضعف أجسامها ، إلا أن هناك بعض الصفات والتراكيب التى ساعدت الحشرات علـــي البقاء والانتشار ، وهذه الصفات هي :

١) **صغر حجم الحشرات:** صغر حجم الحشرات يسهل عليها المعيشة علي كميات قليلة مـــن الغذاء ، كما يساعد الحجم الصغير للحشرات علي اختفائها من أعدائها .

٢) **وجود هيكل خارجي صلب:** تتمتع الحشرات بهيكل خارجي صلب يعمل كوقاء لمنع تبخر الماء الداخلى في جسم الحشرة فيمنع بذلك جفافها.

٣) **وجود الأجنحة العاملة:** يزيد وجود الأجنحة العاملة من قدرة الحشرة علي البقاء والانتشار ، فعن طريق الطيران تستطيع الحشرة أن تنتقل من مكان إلي أخر بحثا عن أماكن غذائها

المفضل والأماكن المناسبة لوضع البيض ، هذا كما تمكن الأجنحة الحشرات الكاملة من الطيران بحثاً عن الجنس الأخر للتزاوج .

٤) **الهروب من الأعداء:** يستطيع العديد من الحشرات الهروب من أعدائه بطرق مختلفة منها:

(أ) سقوط الحشرة علي الأرض متصنعة الموت وتبدو وكأنها ميتة ، كما في أنواع الخنافس والسوس .

(ب) بعض أنواع الحشرات عندما تشعر بأى خطر يقترب منها تقف ساكنة متخذة نفس شكل أحد أفرع الشجرة ، مثال ذلك يرقات الديدان القياسية .

٥) **إفراز مواد سامة:** هناك أنواع عديدة من الحشرات تستطيع أن تدافع عن نفسها ضد أعدائها عن طريق اللسع وإفراز مادة سامة داخل أجسام أعدائها ، مثل الدبور الأصفر.

٦) **الإصرار:** تتميز بعض الحشرات بالإصرار للوصول إلي ما ترغب الوصول إليه كالغذاء أو العائل المناسب ، والمثال الواضح علي ذلك هو الذبابة المنزلية.

٧) **التكاثر البكرى:** تتكاثر أغلب الحشرات جنسيا أى بعد تزاوج الذكور والإناث وينتج عن البيض المخصب ذكورا وإناثا ، وهناك بعض الحشرات التى تتكاثر بكريا حيث تستطيع الأنثى في هذه الحالة أن تضع بيضا غير مخصب تنتج عنه أفراد خصبة .

٨) **دورة الحياة قصيرة:** تتمتع أغلب الحشرات بدورة حياة قصيرة ومن الطبيعي أنه كلما قصرت دورة حياة الحشرة كلما استطاعت بناء عدد أكبر من الأفراد خلال فترة زمنية معينة .

وإلي جانب الأسباب السابق ذكرها والتى تتعلق بالحشرات نفسها توجد أسباب أخرى تساعد الحشرات علي الانتشار منها :

١. وسائل المواصلات الحديثة مثل السفن والطائرات تساعد علي انتقال الحشرات إلي أماكن لا تستطيع الوصول إليها بمفردها نظراً لوجود حواجز طبيعية مثل الجبال والصحارى والمحيطات والبحار .
٢. نقل الأسمدة البلدية إلي الأراضى الصحراوية بغرض استصلاحها لتساهم في انتقال بعض الحشرات مثل أنواع الجعال.
٣. جهل المزارعين بطبائع الحشرات وطرق مكافحتها .

* الأهمية الاقتصادية للحشرات :

ظهرت الحشرات علي وجه الأرض قبل ظهور الإنسان بملايين السنين ، وعلي مر العصور الأولى للإنسان لم يكن هناك تنافس بينه وبين الحشرات نظراً لاتساع الأرض ووفرة الغذاء. ولكن بتقدم الزمن وزيادة عدد السكان بدأ الإنسان يشعر بمنافسة الحشرات له في غذائه ، ومن ثم أصبحت تشكل خطراً كبيراً علي المحاصيل والحيوانات الزراعية . فهناك كثير من الحشرات تسبب أضراراً كبيرة مباشرة أو غير مباشرة للمحاصيل والحبوب المخزونة ، كما أنها تزعج الإنسان وحيواناته التى يربيها وتنقل إليه وإليها كثيراً من الأمراض.

وليست كل الحشرات ضارة بل منها أنواع نافعة يستغلها الإنسان ويستفيد منها وتزيد من دخله (كنحل العسل) ، أو كتلك التى تفترس غيرها من الحشرات الضارة .

أولا- أضرار الحشرات :

(أ) الضرر للنبات شكل (٣) :

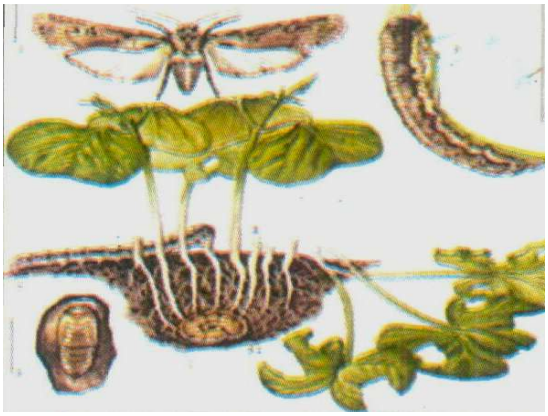
١. تتغذى بعض الحشرات علي الأجزاء النباتية مثل الأوراق والسوق والبراعم والثمار فتتلفها مثل : (حشرات الجراد ودودة ورق القطن وسوسة البنجر) .

٢. تمتص بعض الحشرات عصارة النبات فيصبح ضعيفا ويقل محصوله وقد ينتهي الأمر بجفافه وموته (مثل حشرات المَنّ والذبابة البيضاء وأنواع الحشرات القشرية والبق الدقيقي).

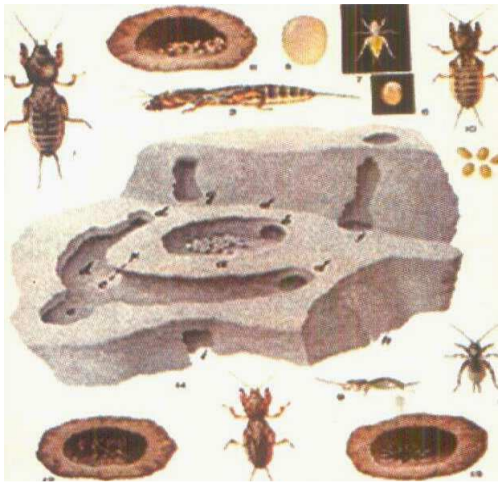
٣. يتغذي بعضها علي الأجزاء النباتية الموجودة تحت سطح التربة كالبذور فتسبب عدم إنباتها وغياب كثير من الجور، أو تقرض الجذور فتسبب موت البادرات ، كما تهاجم الأجزاء الدرنية كالبطاطس فتتلفها (مثل الحفار والدودة القارضة). .

٤. تعيش بعض الحشرات داخل أنسجة النباتات حيث تحفر داخل السوق وتتلفها (مثل دودتي القصب الكبيرة والقصب الصغيرة ودودة ساق التفاح) أو قد تعيش داخل الثمار وتتغذي علي محتوياتها (كيرقة ذبابة الفاكهة ويرقات أبي دقيق الرمان) كما يحفر بعضها داخل الأوراق كيرقة ذبابة الفاصوليا وناخرة أوراق الموالح.

٥. تساعد علي نقل أنواع من الفطر والبكتريا والفيروس التى تسبب أمراضا للنباتات كما فى حالة مرض تورد القمة في الموز الذى ينقله نوع من المَنّ ومرض التفاف الأوراق الذى تنقله ذبابة الطماطم البيضاء .



من أضرار الحشرات للنباتات (بادرات ساقطة وهي خضراء مقروضة بالدودة القارضة)



الحفار يهاجم الدرنات تحت التربة

أجزاء نباتية تظهر بها ثقوب من الخارج وتآكل وتلف من الداخل أو أنفاق علي الأوراق (دودة اللوز – سوسة النخيل– صانعات الأنفاق) نتيجة لإصابة الحشرات

من أضرار الحشرات للحبوب المخزون (أنواع السوس)

شكل (٣) بعض مظاهر الأضرار التى تسببها الحشرات للنباتات والحبوب المخزونة

(ب) الضرر للإنسان :

١. تزعج الإنسان مثل الذباب والبعوض ، كما ان بعض الحشرات يفرز رائحة كريهة مثل بق الفراش .

٢. بعض الحشرات تفرز مواد لاسعة أثناء وخزها لجلد الإنسان فتسبب بذلك ألما شديداً وتهيجا لأنسجة الجلد وتورمها (مثل نحل العسل ودبور البلح) .

٣. تمتص دم الإنسان وتقلق راحته مثل بق الفراش والبراغيث وقد تنقل له أمراضاً خطيرة مثل أنثي بعوضة الأنوفيلس والكيولكس .

٤. تحمل جراثيم الأمراض علي أجسامها أو فى داخلها إلي الإنسان حيث ينقل الذباب أمراضا خطيرة للإنسان عند وقوفه علي غذائه (مثل الدوسنتاريا والكوليرا) كما ينقل الذباب أيضا مرض الرمد الصديدي عند وقوفه علي عين إنسان مصاب ثم انتقاله إلي عين إنسان سليم.

(جـ) الضرر للحيوانات والطيور :

١. تتغذى بعض أنواع القمل القارض علي الخلايا السطحية للجلد وبصيلات ريش الطيور ، كما تتغذى حشرات القمل الماص وبق الفراش علي دم الطيور فتسبب لها الضعف والهزال.

٢. تثقب يرقات نغف جلد البقر في جلد الحيوان فتقلل من قيمته الاقتصادية كما ينتج عن وجود هذه اليرقات نقص في كمية اللبن واللحم .

٣. تتلف يرقات نغف معدة الخيل الغشاء المخاطي لمعدة وأمعاء بعض الحيوانات ، كما أن وجود هذه اليرقات في المعدة والأمعاء يعيق سير الطعام ويؤثر في عملية الهضم وامتصاص الغذاء .

٤. يرقات نغف أنف الغنم تحدث التهابا بالأغشية المخاطية للأنف وتسبب ألما شديداً للحيوان ونزيفا دمويا يختلط بالسائل المخاطي ، يؤدي ذلك إلي صعوبة في تنفس الحيوان ، وفقد اتزانه .

(د) الضرر للمواد المخزونة ومقتنيات الإنسان:

١. تهاجم الحشرات الحبوب المخزونة والدقيق ومنتجاته للحصول علي غذائها وتستهلك كميات كبيرة في غذائها ، كما تلوثها بإفرازتها وفضلاتها فتسبب تقليل درجة جودتها ، (أنواع السوس والخنافس التى تهاجم المخازن) .

٢. بعض الحشرات تهاجم الملابس والسجاد والكتب وتتغذى عليها وتتلفها مثل الصراصير والسمك الفضى وأنواع العتة .

٣. تتغذى بعض الحشرات علي المواد السليلوزية التى تصيب الأخشاب والأثاث (النمل الأبيض) .

منافع الحشرات :

١. بعض الحشرات تنتج مواد نافعة يستخدمها الإنسان في غذائه أو ملبسه فالنحل يفرز العسل وغذاء الملكات ودودة القز تنتج الحرير .

٢. تساعد الحشرات في زيادة إنتاج المحاصيل والخضر والفاكهة وذلك بتلقيح الأزهار (ومن أهم هذه الحشرات نحل العسل).

٣. تساهم بعض الحشرات في تقدم الأبحاث العلمية فمثلا تستخدم بعض الحشرات في أبحاث علم الوراثة (حشرة الدروسوفيلا).

٤. تقضى بعض الحشرات علي حشرات أخرى ضارة إما بافتراسها أو بالتطفل عليها ، مثل حشرات أبى العيد التى تفترس البيض والفقس الحديث لدودة ورق القطن وأنواع المَنّ والتربس والذبابة البيضاء .

٥. تستخدم بعض الحشرات أو منتجاتها في العلاج والجراحة حيث يستخدم عسل النحل لعلاج قرحة المعدة وبعض الأمراض الجلدية وغذاء الملكات يستخدم في علاج العقم الجنسى .

٦. تتغذى بعض الحيوانات النافعة علي الحشرات مثل السمك الذى يتغذى علي الحشرات المائية والطيور التى تتغذى علي بعض أنواع الحشرات .

٧. تساعد بعض الحشرات علي إبادة بعض الحشائش والنباتات البرية كإبادة نبات التين الشوكي في استراليا حيث فشلت طرق المكافحة الميكانيكية والكيماوية ونجحت حشرة *Cactoblastis cactorum* في القضاء علي هذه الحشيشة .

التدريبات العملية

- من خلال جولة بمزرعة المدرسة والمزارع القريبة وكذلك مخازن الغلال مع معلمـــك حاول التعرف علي مظاهر الإصابة ببعض الحشرات علي المجموع الخضرى – وعلي المجموع الجذري وعلي الثمار وفى الحبوب المخزونة .
- حاول التعرف علي بعض المنتجات النافعة التى تنتجها الحشرات مثل عسل النحـــل – شرانق دودة الحرير ... وكذلك التعرف علي بعض الحشرات المفترسة مثل فرس النبى وحشرات أبو العيد والتى تفترس غيرها من الحشرات .

تذكر أن

- الحشرات حيوانات تمثل أحد الصفوف الهامة التابعة لقبيلة مفصليات الأرجل وهي من أكبر وأهم قبائل المملكة الحيوانية .
- تتميز الحشرات بمجموعة من الصفات العامة التى تميزها عن غيرها من الحيوانات مفصلية الأرجل منها :

١. الجسم مقسم إلي رأس وصدر وبطن.
٢. ذات هيكل خارجي صلب .
٣. لها زوج من قرون الاستشعار .
٤. لها ثلاث أزواج من الأرجل المفصلية .
٥. لها زوج أو زوجان من الأجنحة وبعضها غير مجنح.
٦. سائل الدم يملأ فراغ الجسم .
٧. تحمل البطن زوائد تناسلية وغير تناسلية .
٨. تتنفس عن طريق القصبات الهوائية أو عن طريق الجلد أو الخياشيم في بعض الأطوار الغير كاملة والتى تعيش في الماء .

- تنتشر الحشرات في كل بقاع الكرة الأرضية – فلا يوجد أى كائن حي يماثل الحشرات من حيث مدي انتشارها ووجودها في أماكن يصعب علي غيرها من الكائنات الحية أن يصل إليها ويرجع ذلك إلى :

١. صغر حجم الحشرة.
٢. يحمل الجسم هيكل خارجي صلب.
٣. قدرتها علي الطيران.
٤. سرعة التكاثر.
٥. الهروب من الأعداء.
٦. تقدم وسائل المواصلات وزيادة التبادل التجارى بين الدول.
٧. جهل المزارعين بطبائع الحشرات وطرق مكافحتها.

- كثير من الحشرات تسبب أضراراً كبيرة لما يزرعه الإنسان من محاصيل ولحيواناته التى يربيها ولممتلكاته التى يقتنيها ، بل إن الحشرات تسبب ضرراً مباشراً للإنسان ذاته سواء بالمضايقة أو بالتغذية علي دمه أو نقل الأمراض إليه .. ورغم ذلك فإن بعض الحشرات نافع يفيد الإنسان كنحل العسل ودودة الحرير وهناك حشرات تفترس أو تتطفل علي غيرها من الحشرات الضارة .

تقويم الوحدة الأولى

١. ما هي الحشرة ، وضح باختصار موقعها في المملكة الحيوانية؟

٢. لماذا يعتبر الجراد من الحشرات بينما العنكبوت ليس بحشرة؟

٣. لقد غزت الحشرات كل بقاع العالم وأحس الجميع بأضرارها .. فما هي العوامل التى تساعد الحشرات علي البقاء والانتشار؟

٤. (أ) عدد فقط – أهم الأضرار التى تسببها الحشرات للنباتات وللإنسان والحيوان .. وكذلك الحبوب المخزونة ؟

(ب) (وَأَوْحَى رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتاً وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ * يخرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ) صدق الله العظيم .. تبين الآية الكريمة إحدي الفوائد العظيمة للنحل .. إذكر ما تعرفه من فوائد أخرى للحشرات ؟

٥. ضع علامة (√) أو (×) أمام كل عبارة من العبارات الأتية :

(أ) الحشرة حيوان لا فقارى ذات دم بارد. ( )

(ب) الحشرة في طورها الكامل حيوان مفصلي الأرجل جسمها مقسم إلي منطقتين منطقة رأس صدرى ومنطقة بطن. ( )

(جـ) يزيد وجود الأجنحة العاملة في الحشرات من قدرة الحشرات علي البقاء والانتشار. ()

(د) كثير من الحشرات ضار وبعضها نافع. ( )

الوحدة الثانية

الشكل الخارجي والتشريح الداخلى في الحشرات

أهداف تدريس الوحدة:

١- تعريف الطالب علي الشكل الخارجي في الحشرات وتركيب جدار الجسم وفوائده والانسلاخ في الحشرات.

٢-أن يكون الطالب قادرا علي تمييز مناطق الجسم المختلفة .

٣- إكساب الطالب القدرة علي تمييز أوضاع الرأس المختلفة.

٤- تعريف الطالب بالأنواع المختلفة لقرون الاستشعار وأجزاء الفم والأرجل والأجنحة والتمييز بين أنواعها.

٥- التعرف علي تركيب الأجهزة الداخلية في الحشرات

٦- إلمام الطالب بأهمية وظيفة كل جهاز من الأجهزة الداخلية في الحشرات.

الباب الأول : الشكل الظاهرى ومناطق الجسم في الحشرات

الباب الثاني: زوائد الرأس

الباب الثالث: الصدر في الحشرات وزوائده

الباب الرابع : البطن في الحشرات

الباب الخامس: التشريح الداخلي للحشرات

الباب السادس: الإخراج وأعضاء الحس في الحشرات

الباب الأول

الشكل الظاهرى ومناطق الجسم في الحشرات

External morphology and body regions of insects

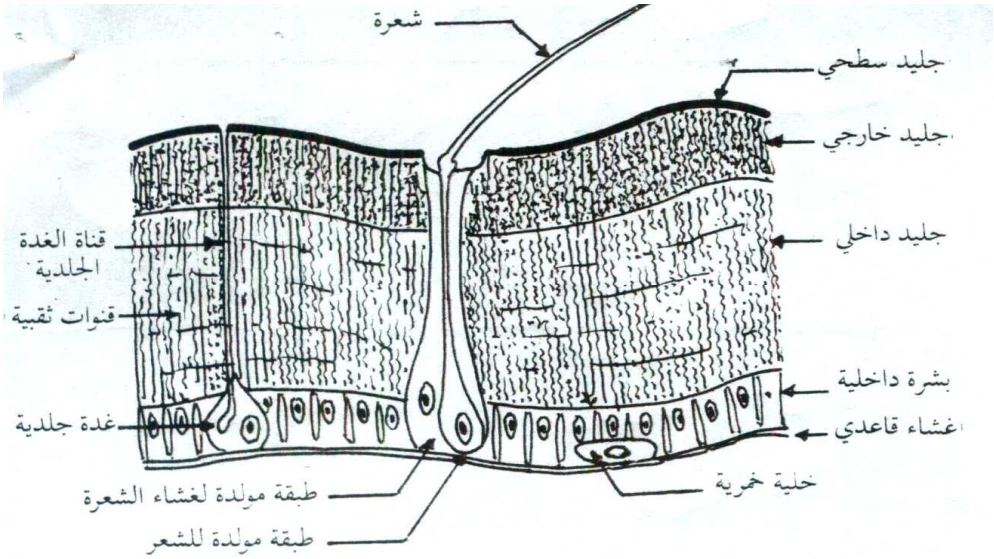
جدار الجسم في الحشرات (Integument):

- تركيب جدار الجسم

يتكون جليد الحشرة شكل (٤) من ثلاث طبقات رئيسية هي :

١) الكيوتيكل (الجليد) Cuticle ٢) البشرة الداخلية Hypodermis

٣) الغشاء القاعدي Basement membrane



شكل رقم (٤): تركيب جدار الجسم

أولا- الكيوتيكل:

وهي الطبقة الخارجية لغطاء الجسم والأرجل والأجنحة وتفرزها خلايا البشرة الداخلية- ويتركب الكيوتيكل من ثلاث طبقات هي من الخارج إلي الداخل كالأتي :

ب) **بشرة الكيوتيكل Epicuticle** : وهي طبقة رقيقة جدا وقوامها مادة الاسكليروتين أو الكيوتييكيولين وهذه المادة غير منفذة للماء .

ت) **الكيوتيكل الخارجية Exocuticle:** وتلى الطبقة السابقة وهي أسمك منها وتحتوي علي الكيتين والبروتين والكليروتين . وتحتوي هذه الطبقة عادة علي المواد الملونة في جدار الجسم وهذه الطبقة تقاوم سائل الانسلاخ وتحمل الحراشيف والشعر والأشواك .

جـ) الكيوتيكل الداخلية Endocuticle: أسمك الطبقات وهذه الطبقة تحتوي علي الكيتين والبروتين وليس بها مادة السكليروتين – ويتخللها قنوات صغيرة في مواضع عديدة من الجسم تمر منها إفرازات الغدد الموجودة في البشرة الداخلية .

ثانيا– البشرة الداخلية:

وهي طبقة واحدة من الخلايا الخلوية تحتوي أحياناً علي مواد ملونة وهي جزء من الاكتوديرم ومن هذه الطبقات يتكون جدار الجسم من الخارج والطبقة الطلائية المبطنة للقناة الهضمية في الجزء الأمامي والخلفى وكذلك القصبات الهوائية .

– أهم وظائف هذه الطبقة ما يلي:

١. تفرز الجزء الأكبر من الجليد وقد تفرز الغشاء القاعدي .
٢. تفرز سائل الانسلاخ الذى يذيب الجليد الداخلى قبل الانسلاخ .
٣. تساعد علي التئام الجروح .

ثالثا– الغشاء القاعدي Basement membrane:

ويوجد تحت البشرة الداخلية مباشرة وهو غشاء رقيق جدا غير قلوي يرى بصعوبة حيث أنه يغطي الجهة السفلية لطبقة البشرة الداخلية .

– أهم فوائد جدار الجسم الخارجي :

١. وقاية الأعضاء الداخلية الرخوة من المؤثرات الخارجية .
٢. تمنع تبخر الماء من جسم الحشرة حيث أن هذا التبخر يؤدي إلي موت الحشرة .
٣. استلام المؤثرات الخارجية عن طريق أعضاء الحس المختلفة التى ترتبط بجدار الجسم كالعيون وأعضاء اللمس والشم والتذوق .

مناطق الجسم في الحشرات Body regions

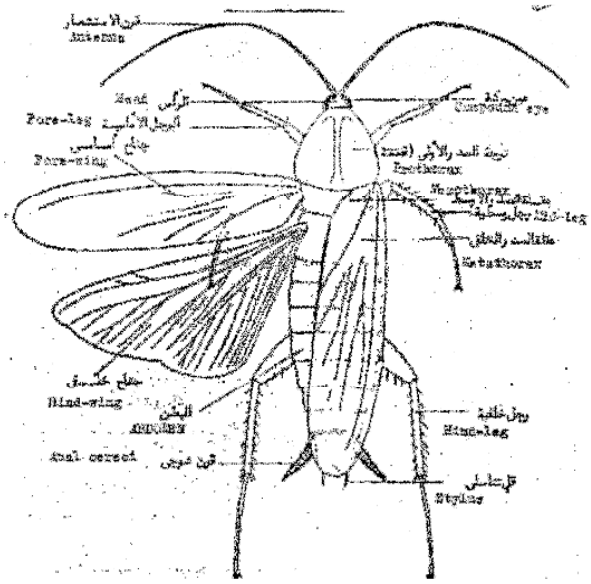
– يتكون جسم الحشرة من الخارج من ثلاث مناطق رئيسية شكل (٥) هي :

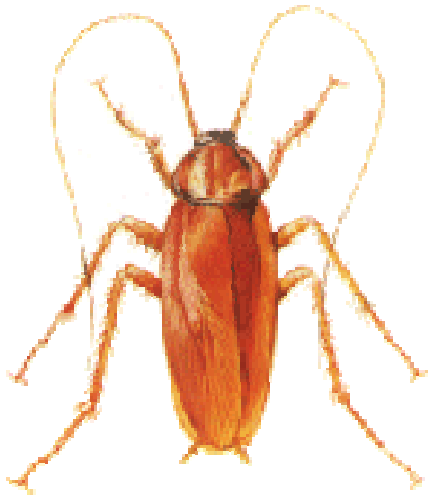
١– الرأس Head ٢– الصدر Thorax ٣– البطن Abdomen

وتتكون رأس الحشرة البالغة من صفائح ملتحمة عددها ستة والتى تكون صندوق الرأس الذى يحمل الأجزاء التى بداخله وأهمها المخ ، ويوجد بالرأس أجزاء الفم ، وزوج واحد من قرون الاستشعار ، وغالبا عينين مركبيتن ، وأحيانا توجد أعين بسيطة.

أما الصدر فيتركب من ثلاث حلقات حيث يتصل بكل حلقة زوج من الأرجل وفي أغلب الحشرات تحمل كل من الحلقة الصدرية الثانية والثالثة زوج من الأجنحة .

والبطن تتركب من إحدي عشر حلقة وتحمل أعضاء التناسل وهي ألة السفاد في الذكر وألة وضع البيض في الأنثى.



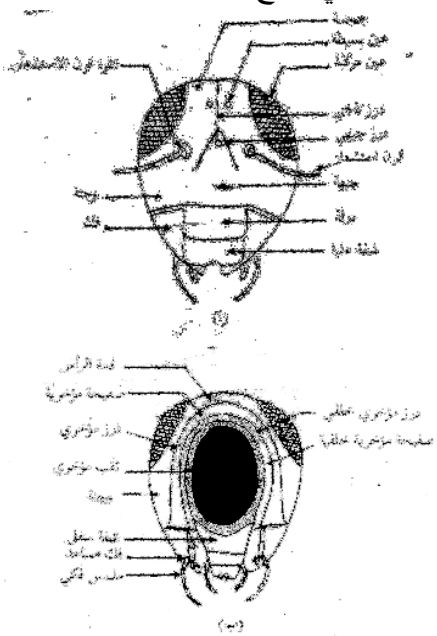


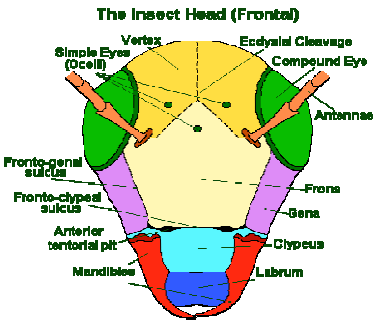
شكل (٥): منظر ظهرى للصرصور الأمريكي (*Peripleneta americana* L.)

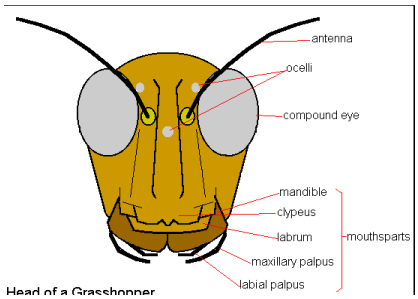
الـــــــــــرأس The head

تدل دراسة النمو الجنيني لبعض الحشرات علي أن الرأس تتكون من ســت حلقــات. وحيث أن الرأس تحمل أجزاء الفم التى تحتاج إلي عضلات قوية لتحريكها ، فقــد انــدمجت حلقات الرأس مع بعضها لتكوين ما يعرف بعلبة أو محفظة الرأس Head capsule (شــكل ٦).

تحمل الرأس أجزاء الفم وبعض أعضاء الحس (زوج من قرون الاستشعار وزوج من العيون المركبة ، وقد توجد عيون بسيطة) ، كما أنها تحمي المخ.







شكل (٦) علبة الرأس: (أ) من السطح العلوي (أو الأمامى) (ب) من السطح السفلي (أو الخلفى)

ويمكن تقسيم الحشرات تبعا لاتجاه محورها الطولى ووضع أجزاء الفم شكل (٧) إلي ما يلي:

(١) رأس ذات أجزاء فم سفلية الوضع Hypognathous type

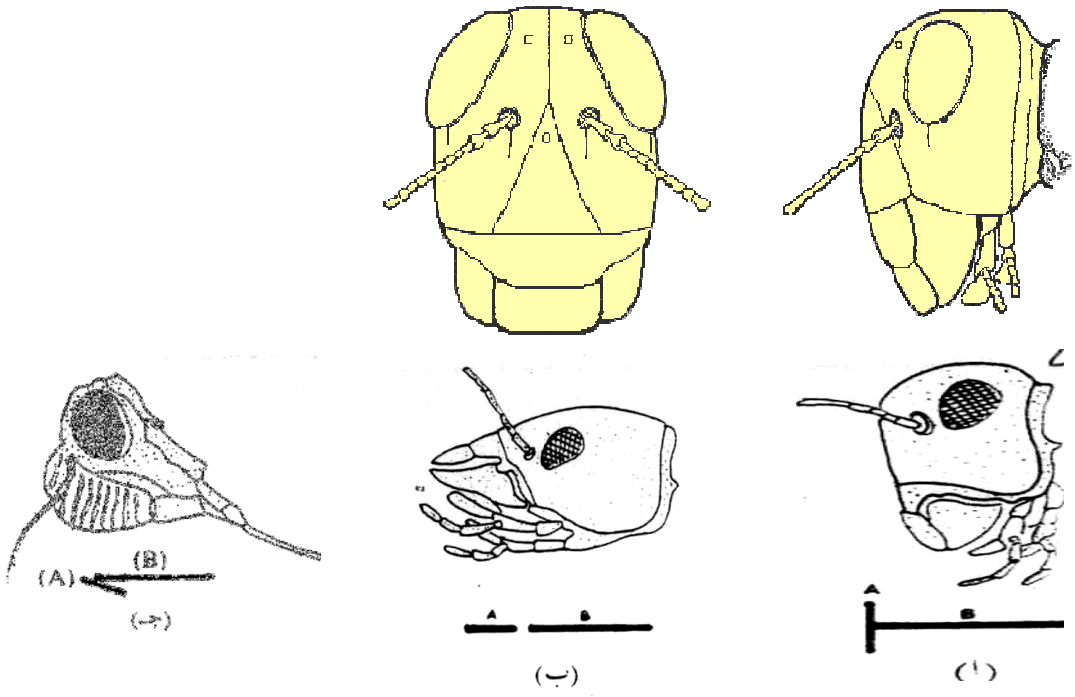
فيها يكون المحور الطولى للرأس عمودياً علي المحور الطولى للجسم. وتكون أجزاء الفم متجهة لأسفل. مثال ذلك أجزاء الفم في الجراد أو الذبابة المنزلية .

(٢) رأس ذات أجزاء فم أمامية الوضع Prognathous type

فيها يكون المحور الطولى للرأس علي امتداد المحور الطولى للجسم. وتكون أجـــزاء الفم ممتدة للأمام . مثال ذلك أنواع السوس .

(٣) رأس ذات أجزاء فم بطنية الوضع Opisthognathous type

وفيها تنحني الرأس إلي الخلف علي السطح البطني للحشرة. وتوجد أجزاء الفم بـــين الزوج الأمامي من الأرجل (أى تكون أجزاء الفم بميل بزاوية ٤٥° عـــن المحـــور الطـــولى للجسم). مثال ذلك أجزاء فم المنّ ، البق الدقيقى .



شكل (٧): تقسيم الحشرات تبعا لاتجاه محورها الطولى ووضع أجزاء الفم:

(أ) أجزاء فم سفلية الوضع (ب) أجزاء فم إمامية الوضع (جـــ) أجزاء فم بطنية الوضع :

(أ) اتجاه المحور الطولى للرأس (ب) اتجاه المحور الطولى للجسم

التدريبات العملية

- امسك بالصرصور الأمريكي الذى أمامك وتأكد أن جسمه مقسم إلي ثلاث مناطق رأس وصدر وبطن – تعرف علي الشكل العام لهذه المناطق الثلاثة وحاول أن تتعرف أيضا علي الزوائد المتصلة بكل منطقة من مناطق الجسم . ارسم في كراسة العملى رسما تخطيطيا للحشرة مع كتابة البيانات علي الرسم .
- لاحظ وضع الرأس بالنسبة للجسم في الصرصور حيث ستجد أنها من النوع ذو الأجزاء الفم السفلية وقارن بينها وتلك التى تتميز بها حشرات السوس حيث ستجد أنها من النوع ذو أجزاء الفم الأمامية ثم قم باستخدام البينوكلر بفحص أجزاء فم المّنْ ستجدها من النوع ذو أجزاء الفم المائلة – ارسم أوضاع الرأس في كراسة العملي .
- افصل رأس الصرصور الذى أمامك مستعملا ملقط تشريح .. لاحظ أن رأس الصرصور (كمثال للحشرات) هي عبارة عن جزء واحد يسمي صندوق الرأس ولاحظ أيضا أن الرأس يحمل زوج من قرون الاستشعار – عيون مركبة – أجزاء الفم .

الباب الثاني

زوائـــــد الــرأس *Head- Appendages*

(١) قرون الاستشعار The Antennae

- تحمل رأس الحشرة بين العينين المركبتين زوج من قرون الاستشعار وهذه تتحور إلـــي أشكال مختلفة حسب الوظيفة التى تؤديها. فقرن الاستشعار إما يكون أداة للحس بالحرارة كما في الجراد أو للشم كما في بعض أنواع الذباب أو للتنفس كما في بعـــض الخنـــافس المائية أو وسيلة للتفاهم كما فى النمل أو تحمل أعضاء للسمع كما فى الباعوض أو للتذوق والشم كما في نحل العسل .
- **ويتركب قرن الاستشعار من ثلاثة أجزاء هي :**

١) الأصل Scape ٢) العذق Pedicel ٣) الشمروخ Flagellum

- والشمروخ يختلف شكله وعدد عقله باختلاف الحشرات ومن هنا نشأت الأشكال المختلفة لقرون الاستشعار في الحشرات شكل (٨).

أنواع قرون استشعار

١) **قرن استشعار شعرى:** وفيه تستدق عقل قرن الاستشعار كلمـــا اتجهنـــا ناحيـــة قمـــة الشمروخ كما فى الصرصور الأمريكي.

٢) **قرن استشعار خيطي:** وفيه تتساوي عقل قرون الاستشعار في الحجم والسمك كما فـــي الجراد.

٣) **عقدي:** وفيه تشبه عقل قرن الاستشعار العقد كما في شغالة النمل الأبيض.

٤) **صولجانى:** وفيه تتضخم عقل قرن الاستشعار تدريجياً كلمـــا اتجهنـــا ناحيـــة طـــرف الشمروخ كما فى أبى دقيقات.

٥) **رأسى:** وفيه تتضخم العقل الطرفية للشمروخ كما فى خنفساء النكروبيا حيث تأخذ شكل رأس الدبوس .

٦) **الورقى:** وفيه تتفرطح العقل الطرفية للشمروخ لتصبح علي شكل وريقات كما فى أنواع الجعال .

٧) **المنشارى:** وفيه تظهر عقل الشمروخ كنتوءات مثلثة الشكل تتجه حافتها نحـــو جانـــب واحد من قرن الاستشعار كما في حشرة فرقع لوز .

٨) **المشطي:** وفيه تخرج من كل عقله زائدة طويلة من جانب واحد كما فى إناث فراشـــة الدودة القارضة .

٩) **المشطى المضاعف:** وفيه تكون الزوائد السابقة علي الشمروخ من الجانبين كمـــا فـــي ذكور فراشة الدودة القارضة وكما فى فراشة دودة الحرير .

١٠) **الريشى:** وفيه تخرج حول الحافة الطرفية لكل عقلة من عقل الشمروخ دائرة أو أكثر من الشعيرات البسيطة كما في ذكر البعوضة *Culex*.

١١) **الأريستي:** وفيها يتكون الشمروخ من عقلة واحدة يخرج منها جانباً زائدة رفعية عليها أهداب طويلة تسمي أريستا كما فى الحشرات الكاملة للذباب.

١٢) **المخزازى:** وفيه تكون الأريستا طرفية ذات حلقة أمامية مستدقة كما فى ذبابة التبانا.

١٣) **المفرطح:** وفيه تتفرطح كل عقل قرن الاستشعار من أسفل إلي أعلى ما عـــدا عقلـــة الأصل التى تبقى أسطوانية كما فى بعض أنواع النطاط .

١٤) **مرفقى:** وفيه تستطيل عقلة العذق وتعمل مع بقية العقل زاوية تتحرك عندها قاعـــدة الشمروخ كما فى أنواع الزنابير مثل دبور البلح.

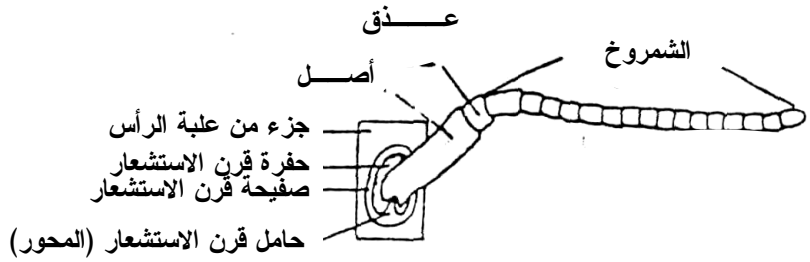
١٥) **مرفقى صولجانى:** وفيه يحدث كلا التحورين بالنســـبة لقـــرن الاستشـــعار المرفقـــى والصولجاني حيث تستطيل قاعدة العذق لتعمل زاوية مع بقية الشمروخ كمـــا تتضـــخم عقل الشمروخ تدريجياً كلما اتجهنا للطرف كما فى بعض أنواع السوس .

ويمكن التمييز بين ذكور وإناث بعض الحشرات بواسطة شكل وتركيب قرن الاستشعار مثل :

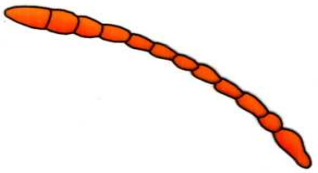
١. قرن الاستشعار يكون مشطي في إنثى فراشة الدودة القارضة ومشطي مضاعف في ذكر نفس الفراشة .

٢. قرن الاستشعار في ذكر الباعوض ريشي طويل بينما فى الأنثى ريشي قصير .

تركيب قرن الاستشعار



خيطي (الجراد)



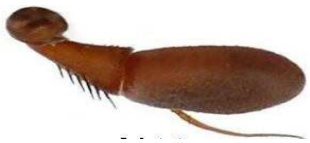
قرن استشعار صولجاني (أبودقيق)

قرن استشعار منشاري (فرقع لوز)

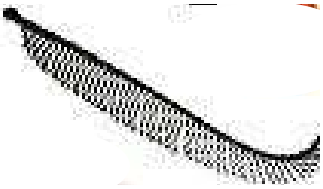
قرن استشعارى رأسى (خنفساء الدقيق الصدأية)

قرن استشعار شعرى (الصرصور)

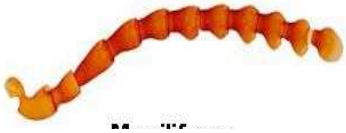
مرفقى (نحل العسل)



أريستى (الذبابة المنزلية)



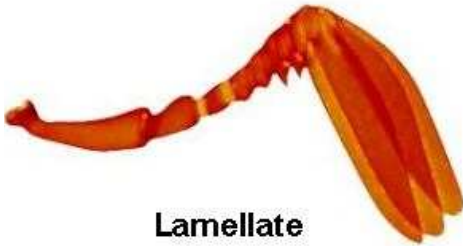
مشطى بسيط (ذكر الدودة القارضة)



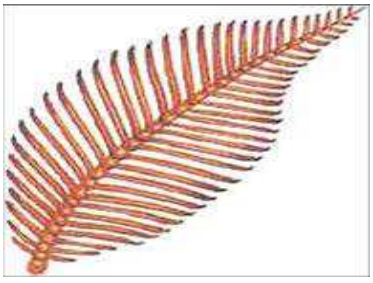
عقدي (النمل الأبيض)

ريشى طويل (ذكر الباعوضة المنزلية)

ريشى قصير (أنثى الباعوضة المنزلية)

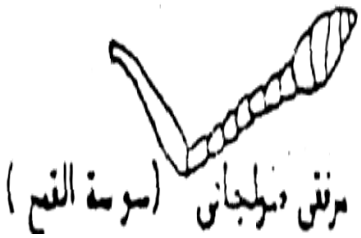


ورقى (الجعال)



مشطى مضاعف (فراشة دودة الحرير)

مخرازى (ذبابة التبانا)



شكل (٨) أنواع قرون الاستشعار في الحشرات

(٢) أجزاء الفم في الحشرات Mouth parts of insects

تحمل الرأس في الحشرات أجزاء الفم التى يختلف تركيبها وشكلها باختلاف طبيعة ونوع الغذاء الذى تتناوله الحشرة. فإذا كان الغذاء صلب يناسبه أجزاء الفم القارضة أما الغذاء السائل إذا كان معرضا مكشوفا ويسهل الوصول إليه فيناسبه الفم اللاعق ، أما إذا كان غير معرض كرحيق الأزهار فيناسبه الفم الماص ، وأما الغذاء السائل المغلف بغطاء (كدم الإنسان والحيوان أو العصير الخلوي للنبات) فيناسبه الفم الثاقب الماص هذا بالإضافة إلي أجزاء فم الحشرات المفترسة فهناك نوعان .. أجزاء فم مفترسة بالقرض (حوريات الرعاش) أو مفترسة بالامتصاص (أسد النمل).

أجزاء الفم في الحشرات تتكون من الأجزاء الرئيسية التالية :

١- الشفة العليا Labrum ٢- الفكان العلويان Mandilbles

٣- الفكان السفليان Maxilla ٤- الشفه السفلي Labium ٥- اللسان Hypopharynex

وهكذا تتحور أجزاء الفم في الحشرة وفقا لنوع الغذاء الذى تتغذى عليه الحشرة ، وهناك الأنواع التالية من أجزاء الفم في الحشرات .

١) أجزاء الفم القارضة Chewing mouth-parts:

كما فى الصرصور الأمريكي شكل (٩)حيث تتركب أجزاء الفم القارضة من الأجزاء التالية:

١) **الشفة العليا:** وهي صفيحة واحدة تميل للاستطالة وتتصل علويا بالدرقة ، أما طرفها السفلي فهو سائب ووظيفتها الأساسية جذب الطعام نحو الفم .

٢) **الفكان العلويان:** ويقعان في وضع سفلي للشفة العليا ، ويتكون كل منهم من جزء قوي متين ذو حافة داخلية مسننة والوظيفة الرئيسية للفكوك العلوية قضم الطعام وتمزيقه.

٣) **الفكان السفليان:** ويقعان خلف الفكان العلويان ويتحركان حركة جانبية أيضا حيث يساعدان في تقطيع الطعام كما تساعد الملامس الفكية في إدخال الطعام داخل الفم. ويتكون كل فك سفلي من الأجزاء الأتية :

أ) **الكاردو Cardo:** الجزء الصغير المتصل بالرأس.

ب) **الساق Stipes:** وهو الجزء الذى يلى الكاردو وهو أكبر منه ويحمل فى طرفه الجاليا للخارج واللاسينيا للداخل .

جـ) **الجاليا Galia:** وهي الجزء الخارجي المحمول علي الساق وتحمل في أعلاها وبداخلها شعيرات كثيفة.

د) **اللاسينيا Lacinia:** الجزء الداخلى أمام الجاليا وتتميز بصلابتها وحافتهـا الداخليـة المسننة .

هـ) **الملمس الفكى Maxillary paplus:** ويحمل علي قاعدة موجودة للخـارج فـي أعلى الساق تسمي Palpifer ويتكون الملمس الفكى عادة من ٤ عقل .

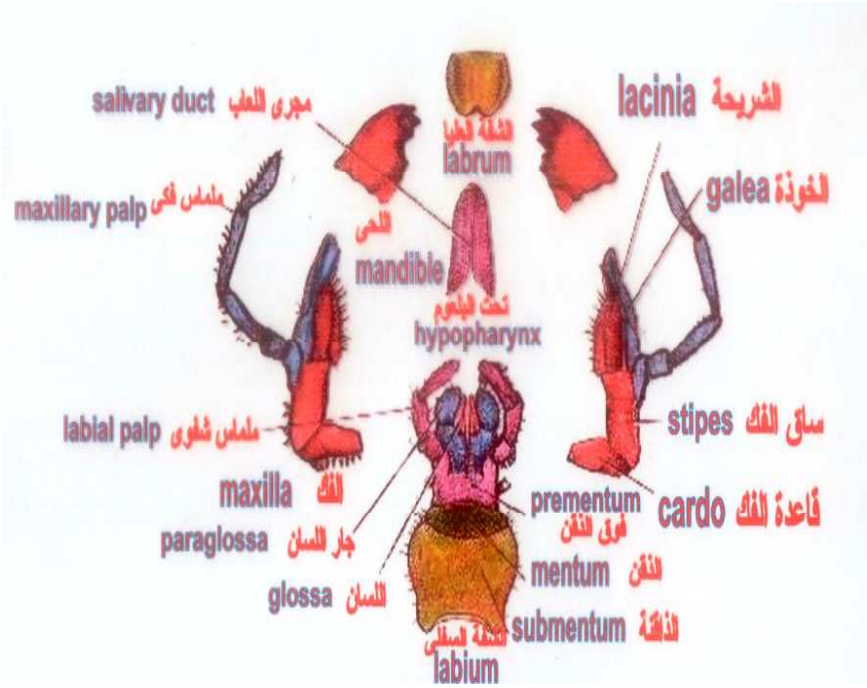
٤) **الشفة السفلي:** وتقع قاعدتها علي الحافة السفلية من الثقـب المـؤخرى وتتـدلى منهـا الملامس الشفوية أسفل أجزاء الفم لتساعد علي دفع الطعام داخل الفم . وتتكون الشـفه السفلي من الأجزاء الأتية :

أ) **مؤخر الذقن Post-mentum:** وهو الجزء القاعدي من الشفه السفلي المتصل بالرأس ويتكون من تحت الذقن submentum قاعديا والذقن Mentum أمامه .

ب) **مقدم الذقن Prementum:** وهذه تحمل الملمسين الشفويين خارجيا ويتكـون كـل منهما من ٣ عقل أما وسطيا فتوجد الباراجلوستان للخارج ويتكون كل منهما من عقلتان والجلوستان للداخل وكل منهما عقلة واحدة .

– ووظيفة الشفة السفلي أساسا المحافظة علي الطعام ومنعه مـن السـقوط ، كمـا تعتبـر الجلوستان – البارجلوستان والملامس الشفوية هي أعضاء الحس في أجزاء الفم .

٥) **اللسـان:** وهو الجزء اللحمي الذى يتوسط أجزاء الفم ويشاهد بسهولة بعد نزع أجزاء الفم بحرص.



شكل (٩) أجزاء الفم القارضة في الصرصور Biting Mouth parts

٢) أجزاء الفم اللاعقة Lapping mouth - parts:

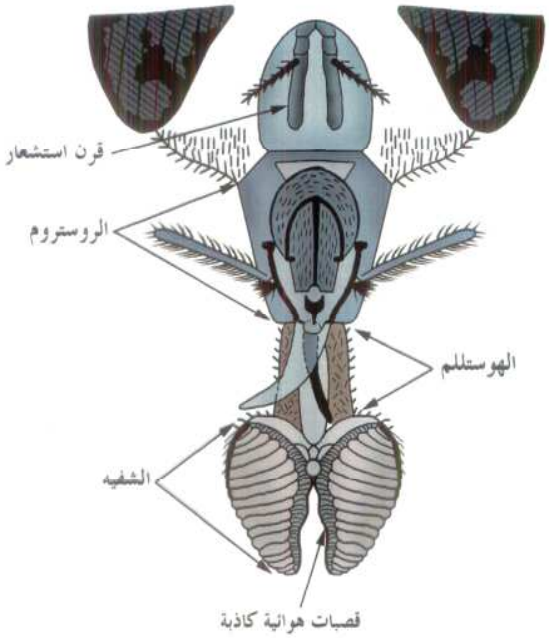
تتركب من جزئين رئيسيين هما الروســترم Rostrum والهوســتلم Haustellum كأجزاء فم الذبابة المنزلية شكل (١٠) والتى تتغذى علي سوائل معرضة (مكشوفة) أو بإذابة الغذاء الصلب كالسكر بواسطة اللعاب الذى تتقيؤه عليه .

والروسترم عبارة عن الجزء القاعدي الذى يتصل بالرأس ويتكون من جزء ســميك شيتيني (فولكرم Fulcrum) وهو يشبه القارب حيث يمر في قاعه البلعوم ويوجد في طرفــه الملمسان الفكيان .

والهوستلوم يمثل الجزء الأمامى من أجزاء الفم ويشمل :

أ) الشفه العليا وسقف الحلق ب) الشفه السفلي جـــ) اللسان د) الشفيه

هــ) ساقى الفكين السفليين المتبقيين من الفكان السفليان ، أما الفكان العلويان فغير موجودان.



شكل (١٠) أجزاء الفم اللاعقة (في الذبابة المنزلية)

٣) أجزاء الفم القارضة اللاعقة Chewing-lapping mouth parts

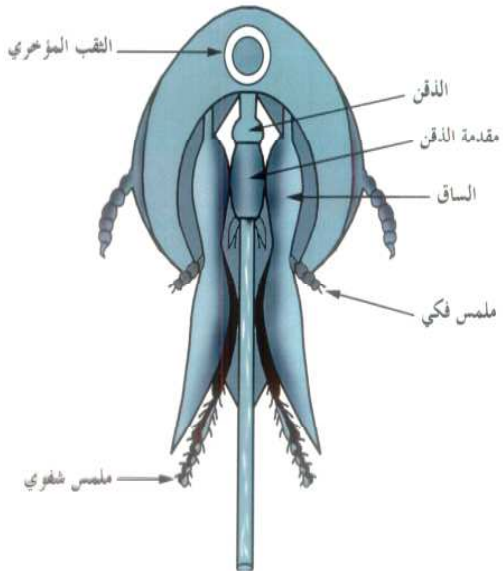
توجد في شغالة نحل العسل شكل (١١) وتتركب من :

أ) **الشفة العليا:** تشبه مثيلتها في أجزاء الفم القارض .

ب) **الفكان العلويان :** يشبهان أيضا الفكان العلويان لأجزاء الفم القارض إلا أن الحافة الداخلية لهما غير مسننة وتستخدمهما الشغالة في عجن الشمع وبناء الأقراص الشمعية في الخلايا ، وأيضا في عجن حبوب اللقاح مع العسل لعمل خبز النحل (غــذاء يرقــات الشــغالات والذكور في نصف عمرها الأخير) كما تستخدمها في قرض ما يصادفها في الخلية مــن أوراق.

جـــ) **الفكان السفليان:** ويتكون كل منهما من الكاردو والساق وملمس فكي صغير جدا. أمـــا الجاليا فقد استطالت وأصبحت مفلطحة من أسفل ومدببة من أعلي وأمـــا اللاســـينيا فقـــد أصبحت صغيرة جدا يصعب رؤيتها.

د) **الشفه السفلي:** صفيحة شيتينية طويلة ويرتكز تحت الذقن علي جزء شيتيني يسمي اللورم أما الملامس الشفويه فيتركب كل منها من أربعة عقل قوية . وتوجد أيضا باراجلوســـتان للخارج وأما الجلوستان فقد التحمتا معا وامتدتا علي شكل الخرطوم طويل يعرف باســـم (اللجيولا) ووظيفة هذا الجزء لعق الرحيق من الأزهار كما ينتهي طرف اللجيولا بجـــزء صغير يشبه الملعقة ويحمل شعورا كثيفة تسمي بالشفيه .



شكل (١١) أجزاء الفم القارضة اللاعقة (في شغالة نحل العسل)

٤) أجزاء الفم الثاقبة الماصة Piercing-sucking mouth - parts:

توجد في الحشرات التى تتغذى علي غذاء سائل مغلف بغطاء (كدم الإنسان والحيوان أو كعصارة النبات) حيث تتحور أجزاء الفم إلي خرطوم قوي يمكنه من اختـــراق الغـــلاف وامتصاص الغذاء . ومثالها أجزاء فم أنثى البعوضة كيولكس التى تتغذى علـــي دم الإنســـان وأجزاء فم البقع الخضراء التى تتغذى علي عصارة النبات شكل (١٢ و١٣).

(١) أجزاء فم أنثى البعوضة كيولكس :

وتتكون من الأجزاء الأتية :

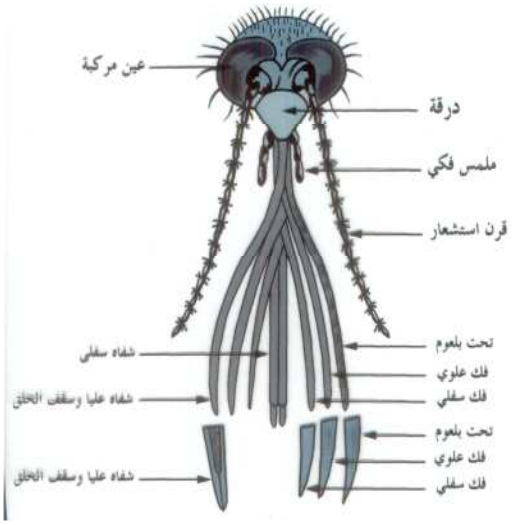
(أ) **الشفه العليا وسقف الحلق :** جزء شيتيني طويل محدب.

(ب) الفكين العلويين: وكل منهم عبارة عن خيط طويل نهايته غير مسننة .

(جـــ) الفكين السفلين: وكل منهما عبارة عن خيط طويل ذو نهاية مسننة لتقوم بقطع الجلـــد لإدخال أجزاء الفم. هذا كما يحمل كل فك سفلي ملمس فكي يتكون من ٤ عقل .

(د) الشفه السفلي: وهي أكثر الأجزاء وضوحاً وتحتوي علي تجويف طولى علـــي ســـطحها العلوي ويحوي داخله بقية أجزاء الفم. وتوجد في نهاية الشفه السفلي حلقة صغيرة عليها شعور حسية تسمي الشفيه.

(هـــ) اللسان: وهو عبارة عن شريط دقيق يوجد أسفل فتحة الشفه العليا وسقف الحلق ويكون عند ملامسته لفتحة الشفه العليا وسقف الحلق الأنبوبة التى يمر فيها الدم ويحمل اللسان أيضا أنبوبة الغدد اللعابية التى تفتح في نهايته .



شكل (١٢) أجزاء الفم الثاقبة الماصة لدم الإنسان (أنثى البعوضة)

(٢) أجزاء فم البقة الخضراء : وتتركب من :

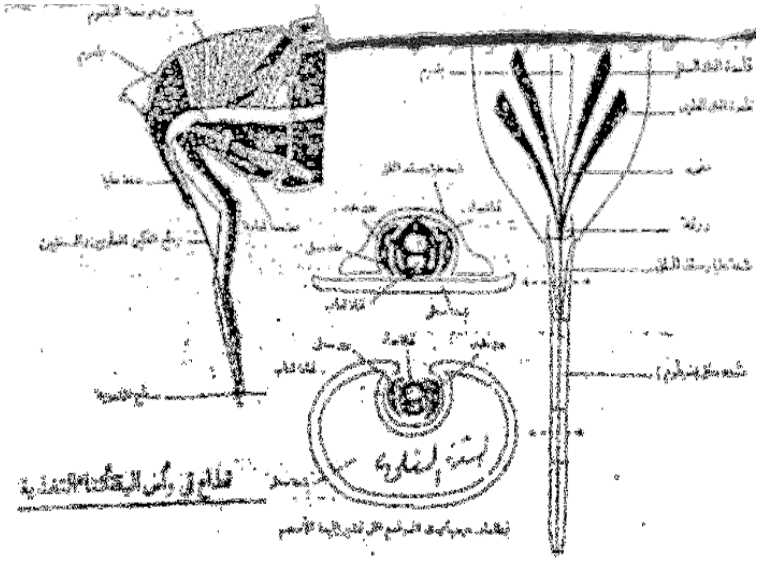
(أ) الشفه العليا وسقف الحلق: وهي صفيحة مثلثة قصيرة توجد في الأمام.

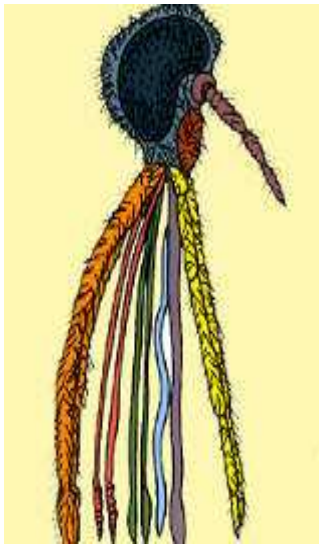
(ب) الفكين العلويين: وكل منهما رفيع طويل ينتهي بحافة مسننة حيث يقوم الفكان العلويـــان بثقب أنسجة النبات .

(جـــ) الفكين السفليين: وهما خيطان رفعيان طويلان وهما غير مسننان. يوجد علي كل فـــك سفلي تجويفان متوازيان علي امتداد سطحه الداخلى وعند انضمام هذين الفكين الســـفلين تتكون قناتان العلوية لمرور السائل الممتص إلي البلعوم والسفلية لمـــرور اللعـــاب إلـــي الجرح.

(د) الشفه السفلي: وتكون الجزء الواضح من الخرطوم وتتكون من أربع عقل ويوجد علـــي سطحها العلوي تجويف يحمل بقية الفكوك الإبرية .

(هـــ) اللسان: ويوجد عند قاعدتي الفكين السفلين داخل الرأس.





شكل (١٣) أجزاء الفم الثاقبة الماصة لعصارة النباتات (في البقة الخضراء)

٥) أجزاء الفم الماصة Sucking mouth-parts :

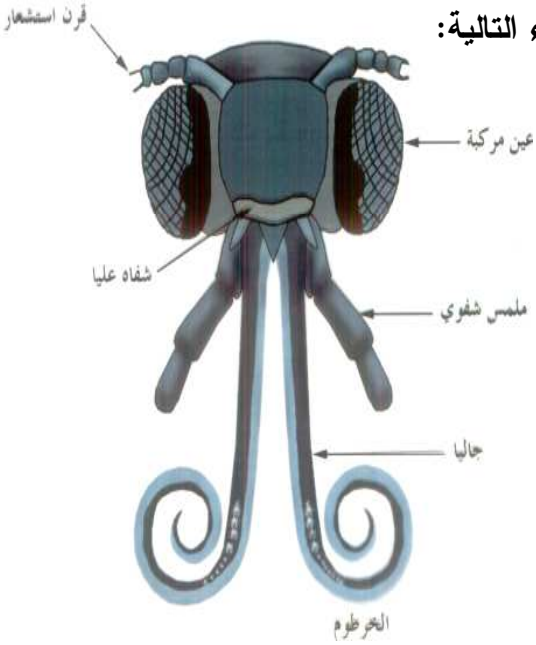
توجد في الفراشات وأبى دقيقات شكل (١٤) وتتركب من الأجزاء التالية:

أ) **الشفه العليا:** صفيحة ضيقة جدا ترى بصعوبة .

ب) **الفكين السفلين:** لم يظهر من كل فك سفلي سوي الجاليا التى استطالت كثيرا وهما يكونان الخرطوم الطويل الملتوي علي بعضه لتكون أنبوبة الغذاء عندما تتقابل الجليتان وتمتدان للأمام أثناء امتصاص رحيق الأزهار .

جـ) **الشفه السفلي:** وهي صفيحة صغيرة موجودة أسفل الفم ويظهر الملمسان الشفويان واضحان ويتكون كل منهما من ثلاث عقل طويلة عليها شعيرات كثيفة .

د) **اللسان:** ويوجد فوق أرضية الفم .



شكل (١٤) أجزاء الفم الماصة (في الفراشات وأبى دقيقات)

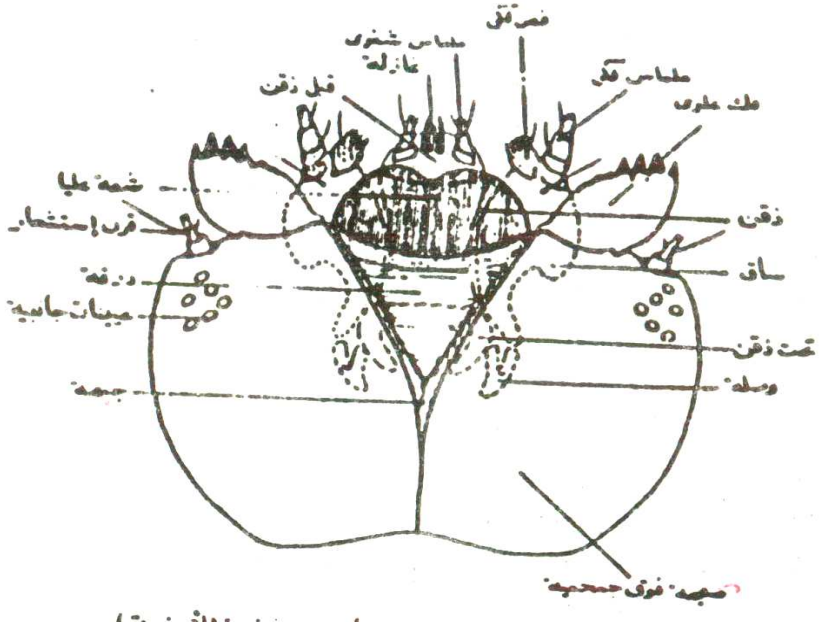
أما الفكان العلويان فهما غائبان في الفراشات ، وقد تكون أجزاء الفم كلها في الفراشة في حالة أثرية وفي هذه الحالة لا تتغذى الحشرة الكاملة طول فترة حياتها حيث تضع بيضها وتعيش علي ما اختزنته اليرقة من غذاء قبل تحولها إلي عذراء .

٦) أجزاء الفم في اليرقات والحوريات :

أ) أجزاء فم قارضة في اليرقات:

مثل أجزاء فم يرقة دودة ورق القطن شكل (١٥) التى تتركب من :

- **الشفة العليا والفكين العلويين:** ويشبهان مثيلتهما في أجزاء الفم القارض في الحشرات الكاملة .
- **الفكين السفليين:** يلتحم الفكين السفليين علي جانبى الشفه السفلي ويتركب كل فك سفلي من الكاردو والساق والملمس الفكي ، أما الجاليا واللاسينيا فقد التحمتا وكونتا معا الفص الفكي.
- **الشفه السفلي:** تتكون من الذقن وهي أكبر الأجزاء أما تحت الذقن فيمثل بقطعتين مثلثتين عند قاعدة الشفه السفلي. يوجد علي مقدم الذقن ملمسين شفويين للخارج. أما الجلوستان والباراجلوستان فقد التحمتا معا مكونتا الغازلة .



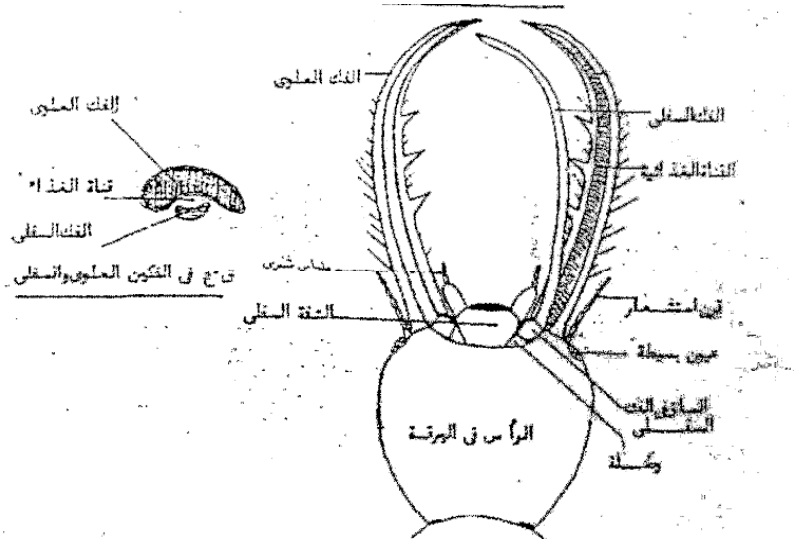
شكل (١٥) أجزاء الفم القارض في يرقات حرشفية الأجنحة

ب) أجزاء فم مفترسة بالامتصاص Predaceous-sucking mouth parts :

مثل أجزاء فم يرقة أسد النمل شكل (١٦) التى تتكون من الأجزاء الأتية :

- **الفكين العلويين:** وقد تحورا إلي ملاقط شيتينية ،وعلي حافة كل ملقط قناة صغيرة مجوفة يدخل فيها الفك السفلي أثناء عدم الاستعمال .
- **الفكين السفليين:** وقد تحورا إلي ملاقط ، وتتكون قناة الغذاء من انضمام الفكين العلويين علي الفكين السفليين .
- **الشفه السفلي:** ويظهر منها واضحاً الملمسين الشفويين في الجزء العلوي الوسطي من الرأس.

عند التغذية يثقب أسد النمل جسم فريسته بعد انضمام الفكين العلويين علي السفليين ثم يبدأ في سحب ما بداخل جسمها من محتويات .

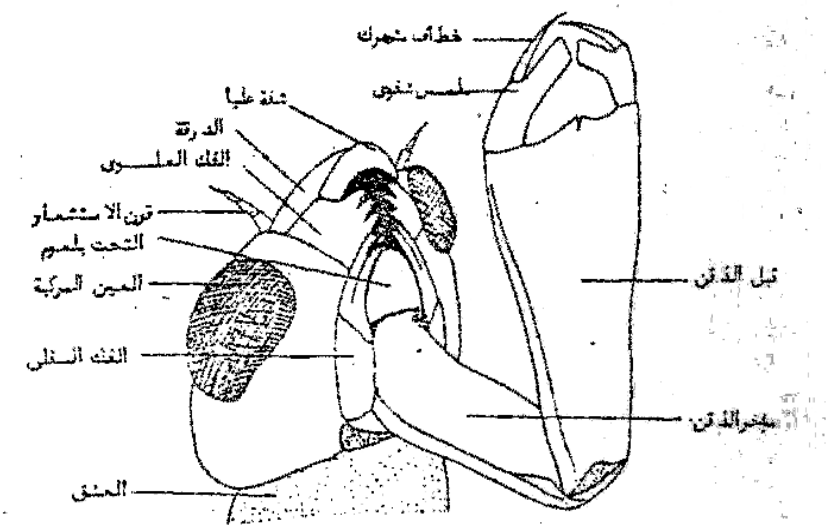


شكل (١٦) أجزاء الفم المفترسة بالامتصاص (يرقة أسد النمل)

جـ) أجزاء فم مفترسة بالقرض Predaceous chewing mouth parts :

مثل أجزاء فم حورية الرعاش شكل (١٧) التى تتركب من :

- **الشفة العليا:** صفيحة ضيقة تتصل بالحافة السفلية للدرقة حيث تغطي قاعدة الفكين العلويين.
- **الفكين العلويين:** وكل فك عبارة عن جزء شيتيني قوى له أسنان حادة وتستعمله الحورية في تمزيق الفريسة .
- **الفكين السفلين:** ويتركب كل فك من الكاردو ، الساق ، الجاليا واللاسينا ولا يوجد به ملامس فكية .
- **الشفه السفلي:** وتتركب من الذقن ، تحت الذقن – وتحمل الذقن اللجيولا وهي فص وسطي مشقوق حيث يوجد علي جانبيه الملامس الشفوية ، والملمس الشفوي عبارة عن فص عريض يحمل خطافا متحركا في طرفه – ويستعمل الملمسان الشفويان في اقتناص الفريسة .



شكل (١٧) أجزاء فم مفترسة بالقرض في (حورية الرعاش الكبير)

علاقة أجزاء الفم باختيار المبيد الملائم لقتلها :

(١) السموم المعدية Stomach poisons :

يمكن استعمالها بنجاح في مقاومة :

(أ) الحشرات ذات أجزاء الفم القارض التى تقرض أجزاء النبات كالجراد والحفار .

(ب) الحشرات ذات أجزاء الفم اللاعق حيث توضع السموم المعدية علي أماكن التغذية فتلعقها الحشرة (كما في الذباب) .

(٢) السموم الجهازية Systemic poisons :

وهي المواد التى تمتص داخل النبات وتسرى في عصارته دون حدوث ضرر له ثم تجعل العصارة النباتية سامة للحشرة التى تتغذى عليها ويمكن استعمالها بنجاح في مكافحة الحشرات ذات الفم الثاقب الماص (كالمَّنّ والبقة الخضراء) وهي التى تحصل علي غذائها السائل من الأنسجة الداخلية للنبات .

(٣) السموم بالملامسة Contact poisons:

هذه السموم تقتل الحشرات أو أطوارها بمجرد ملامستها من الخارج ، وذلك بنفاذها خلال جدار الجسم أو بتأثيرها علي أعضاء الحس الخارجية وهي تؤثر علي جميع أنواع الحشرات بغض النظر عن نوع أجزاء الفم .

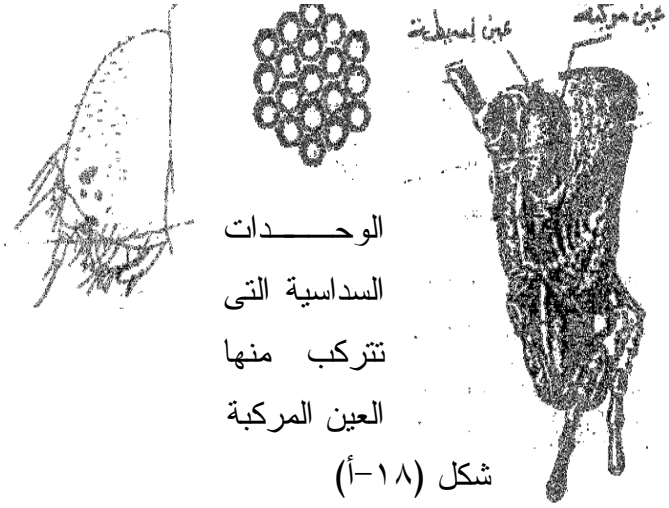
أعضاء الإبصار (الأعين Eyes):

يوجد نوعان من الأعين في الحشرات أعين بسيطة Ocelli وأعين مركبة Compound eyes شكل (١٨) ونجد أن بعض الحشرات مثل الجراد تمتلك نوعي الأعين ، كما قد تختفي الأعين البسيطة كما فى الصرصور. وتوجد الأعين البسيطة عادة في اليرقات حيث لا يوجد بها أعين مركبة.

وبالطبع فإن مدي الرؤية بالعيون المركبة يكون كبير نسبياً ، أما العيون البسيطة فهي تحس بالضوء فقط وتعتمد الحشرات التى تمتلك عيونا بسيطة ، ولا تملك عيون مركبة علي حاسة الشم بصفة أساسية للوصول إلي غذائها .

١. الأعين المركبة Compound eyes:

وتتكون من جسم عديد العديسات Facets ، توجد علي قمة جانبى الرأس في الحشرات الكاملة. والشكل العام للعين المركبة كلوي أو بيضاوي أو مستدير والوظيفة الرئيسية للعين المركبة الإبصار.



شكل (١٨) (أ) شكل عام لرأس الحشرة يوضح موقع الأعين المركبة والبسيطة ، (ب) العيينات الجانبية البسيطة في اليرقات

٢. الأعين البسيطة:

(أ) العيينات الظهرية البسيطة Dorsal Ocelli: وتوجد علي قمة الرأس ، عددها غالبا ثلاثة في بعض الحشرات الكاملة موزعة علي شكل مثلث قاعدته لأعلي ورأســـه لأســـفل ، وظيفتها الأساسية تمييز الإضاءة الشديدة .

(ب) العيينات الجانبية البسيطة Lateral ocelli : حيث تختزل العين المركبة في اليرقـــات إلي عديسة واحدة أو مجموعة بصرية متفرقة من العديسات وهي توجد علي جـــانبى رأس اليرقة في الأماكن التى ستشغلها العيون المركبة فيما بعد في الحشـــرة الكاملـــة ، ويختلف عددها باختلاف يرقات الحشرات فقد تكون عينا واحدة وقد يصل عددها إلـــي ستة ، وظيفتها التمييز بين درجات الضوء وكذلك تمييز الألوان .

مقارنة بين العيون المركبة والعيينات الظهرية والجانبية :

وجه المقارنة	العيون المركبة	العيينات الظهرية البسيطة	العيينات الجانبية
وجودها	علي جانبى الرأس في الحشرة الكاملة.	علي قمة الرأس في الحشرة الكاملة.	علي جانبى الرأس في اليرقة .
عددها	زوج من العيون علي جاني الرأس.	ثلاثة علي شكل مثلث قاعدته لأعلي ورأسه لأسفل.	عين علي كل جانب وقد يصل عددها إلي ستة.
تركيبها	وحدات بصرية متجمعة مع بعضها ، وكل وحدة لها عدسة قد يصل عددها إلي ٤٠٠٠ في الذبابة المنزلية و١٢ ألف في الفراشات و٢٨ ألف في الرعاشات.	كل عينية تتكون من وحدة بصرية ذات عدسة واحدة.	تتكون من وحدة بصرية واحدة ذات عدسة واحدة.
وظيفتها	الإبصار	أعضاء تنبيه إلي شدة الإضاءة (تمييز الإضاءة الشديدة).	التمييز بين درجات الضوء وتمييز الألوان.

التدريبات العملية

(١) قرون الاستشعار

١. ضع إحدي الشرائح المجهزة النظيفة لقرن الاستشعار تحت الميكروسكوب وافحصه بالقوي الصغري للميكروسكوب ولاحظ أنه يتكون من الأجزاء التالية – الأصل – العذق – والشمروخ .

٢. افحص مستعملا القوة الصغري للميكروسكوب ، الأشكال المختلفة من قرون الاستشعار (في الحشرات المختلفة) المجهزة علي شرائح ثم ارسم كل منها في كراستك العملى .

(٢) أجزاء الفم في الحشرات

١. افحص مستعينا بالميكروسكوب الشرائح المجهزة لأنواع أجزاء الفم المختلفة في الحشرات التالية (الصرصور الأمريكي – الذبابة المنزلية – شغالة نحل العسل – أنثى البعوضة كيولكس – البقة الخضراء – أجزاء فم فراشة) وكذلك أجزاء فم قارضة في يرقة دودة ورق القطن – وأجزاء فم مفترسة بالامتصاص في يرقة أسد المن – وأجزاء فم مفترسة بالقرض في حورية الرعاش) للتعرف علي أجزائها – ثم ارسمها في كراسة العملي رسما تخطيطياً مع كتابة الأجزاء علي الرسم .

٢. افحص (تحت تكبير مناسب) رؤوس حشرات كاملة ويرقات لمشاهدة الأعين المركبة والبسيطة .

البـــــــاب الثـــالـــــث

الصـــــدر في الحشـــرات وزوائـــــده

الصدر في الحشرات Thorax

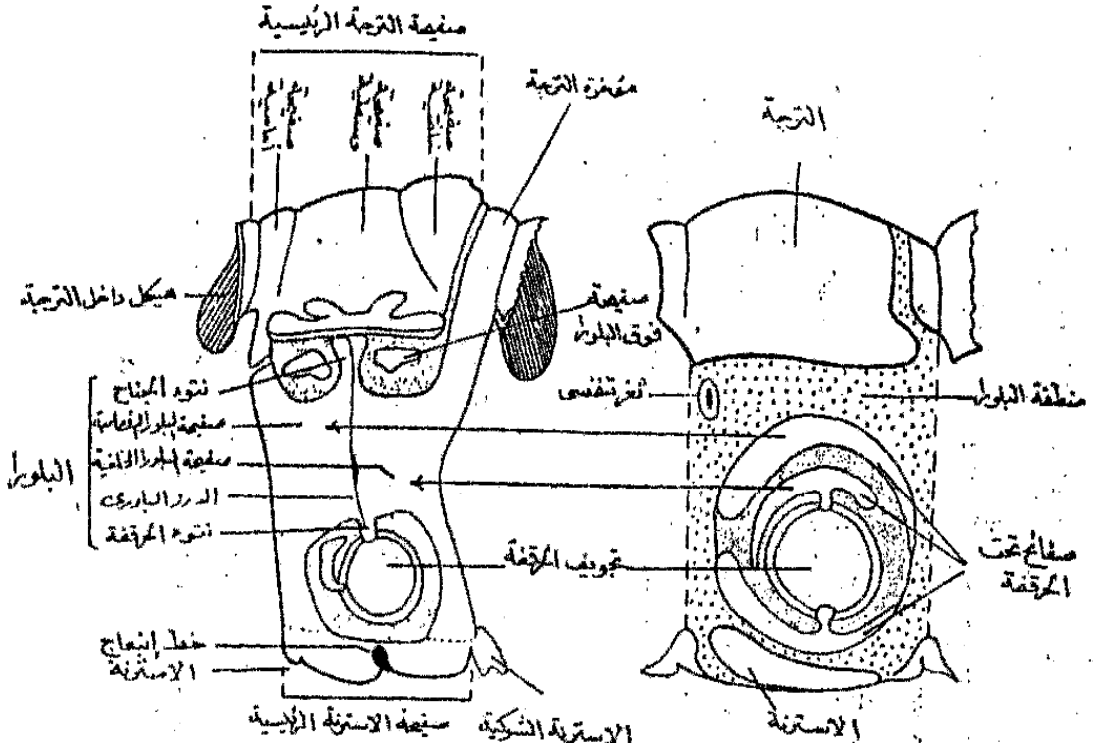
يتركب الصدر من ثلاث حلقات هي :

أ) الحلقة الصدرية الأولى Prothorax ويتصل بها زوج الأرجل الأمامية.

ب) الحلقة الصدرية الثانية Mesothorax ويتصل بها زوج الأرجل الوسطي .

جـــ) الحلقة الصدرية الثالثة Metathorax ويتصل بها زوج الأرجل الخلفية .

وتحمل كل من الحلقتين الصدريتين الثانية والثالثة زوجا من الأجنحة ، ينعدم الـــزوج الثاني من الأجنحة في بعض الحشرات كالذباب المنزلى حيث يحل محلـــه دبوســـا التـــوازن ويلاحظ أن حجم حلقات الصدر يتناسب طرديا مع حجم الأجنحة .



(ب) (أ)

شكل (١٩)رسم تخطيطي لجانب من حلقة صدرية أولية (أ) وأخر لحلقة صدرية مجنحة نموذجية (ب) يوضح كيفية نمو صفائح الترجة والبلورا والاسترنة

زوائد الصدر Thorax appendages

(١) الأرجل في الحشرات Legs :

تحمل الحشرات الكاملة ومعظم اليرقات ثلاثة أزواج من الأرجل الصدرية وهذه الأرجل الصدرية تتصل اتصالا مفصليا بالاسترنم Sternum والبللورا Pleuron وتتركب الرجل من الأجزاء التالية :

١- **الحرقفة Coxa:** وتتصل بالصدر مباشرة اتصالا مفصلياً .

٢- **المدور Trochanter:** وهو جزء صغير يلى الحرقفة يتكون من حلقة واحدة كما فى الصرصور أو حلقتين كما في البمبلا .

٣- **الفخذ Femur :** وهو جزء كبير سميك يلى المدور .

٤- **الساق Tibia:** جزء طويل عليه أشواك غالبا.

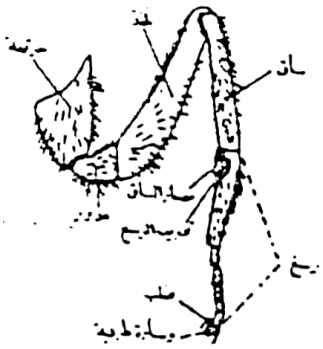
٥- **الرسغ Tarsus:** يلى الساق وقد يكون أثريا كما فى الحشرة الكولمبولا أو يتركب من عقلة واحدة كما فى الحشرات القشرية أو عقلتين كما فى المِنّ أو ثلاثة كما فى الجراد أو خمسة كما في الصرصور وتستعمل عدد عقل الرسغ في تمييز الحشرات عند تصنيفها وينتهي الرسغ بالرسغ الأقصى الذى يتركب من مخلب واحد أو مخلبين وفي الجراد يتركب الرسغ الأقصى من مخلبين يوجد بينهما وسادة لحمية تسمي (Arolium)

ونجد أن الأرجل في الحشرات تتحور إلي أشكال مختلفة لكى تلائم بيئتها وطرق معيشتها شكل (٢٠) :

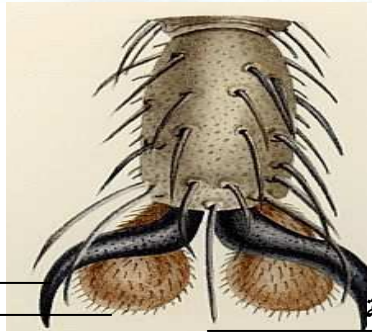
أنواع الأرجل في الحشرات :

١) **أرجل مشى أو أرجل جرى:** وتتمتع بها معظم الحشرات ويلاحظ فيها تناسق أجزائه بحيث تساعد الحشرة علي الجرى مثال ذلك كل أرجل الصرصور وكذلك الأرجل الوسطية والخلفية لفرس النبى .

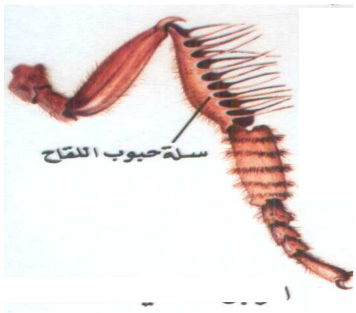
٢) **أرجل قفز:** مثال ذلك الأرجل الخلفية للجراد والنطاط حيث يتضخم فيها الفخذ ويمتلئ بالعضلات ويكون مع الساق والرسغ شكل حرف Z ليساعد الحشرة علي القفز .



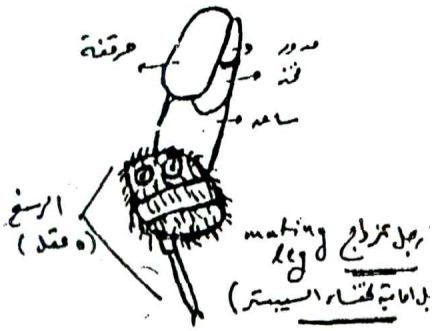
رجل تنظيف الزوج الأمامى من شغالة النحل

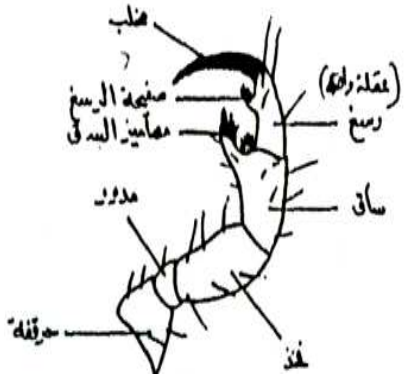


نهاية رجل المشى علي الأسطح الناعمة (الذبابة المنزلية)

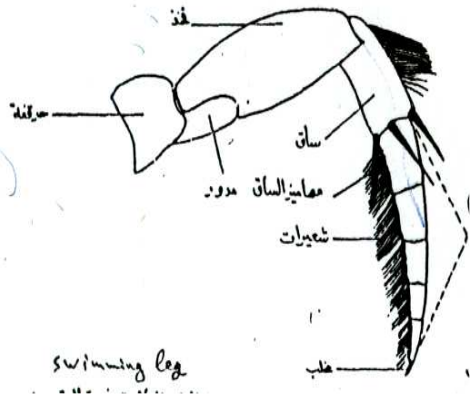


رجل جمع الغذاء (الرجل الخلفية لشغالة نحل العسل)





رجل تعلق واشتباك (القمل)



رجل عوم (البقة المائية – فردة المقص)

شكل (٢٠) أنواع الأرجل في الحشرات

٣) **أرجل حفر:** مثل الأرجل الأمامية للحفار حيث تضخمت أجزاء الرجل وزادت فيها نسبة الشيتين مما يجعلها صلبة لتتلائم مع عملية الحفر.

٤) **أرجل عوم:** وفيها تتفرطح أجزاء الرجل وينمو علي حافتها صف من الشعرات الطويلة كما نرى في الأرجل الخلفية للحشرات المائية مثل بقة البلستوما.

٥) **أرجل جمع:** مثل الزوج الخلفى من أرجل شغالة نحل العسل حيث تحورت العقلة الأولى من الرسغ إلي سلة حبوب اللقاح حيث أصبحت عريضة وتحمل علي سطحها عشرة صفوف من الشعرات القوية التى تتعلق بها حبوب اللقاح .

٦) **أرجل قنص:** مثال ذلك الأرجل الأمامية لفرس النبى الكبير حيث تضخم الفخذ وأصبح يحمل صفين من الأشواك القوية وتقتنص الفريسة بضغطها عندما ينضم الساق علي الفخذ.

٧) **أرجل تنظيف:** وفيها نجد أن أجزاء الرجل مغطاه بشعرات أو حراشيف كثيفة كما فى الفراشات.

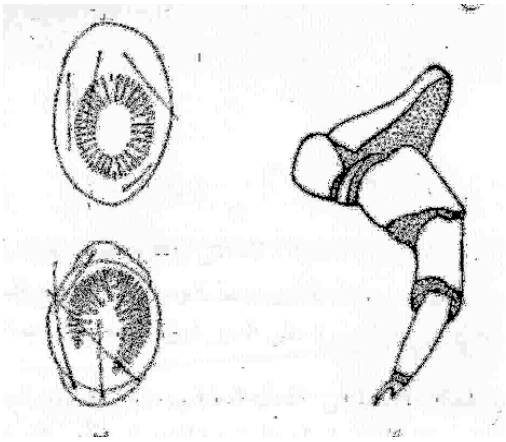
٨) **أرجل تعلق:** ومثالها أرجل القمل الحقيقي التى تساعده علي التعلق بشعر العائل حيث تحمل الرجل مخلب واحد طويل مقوس يساعد الحشرة علي التعلق بشعر العائل .

٩) **أرجل التزاوج:** تتضخم الثلاث عقل الأولى من الأرجل الأمامية ومزودة بشعيرات غمدية تفرز مادة لزجة تساعد الذكر علي مسك الأنثي أثناء التزاوج مثل خنفساء السبستر المائية.

١٠) **أرجل للسير علي الأسطح الناعمة :** كما فى بعض أنواع الذباب حيث يوجد بين المخلبين إما وسادة أو وسادتين بهما ثقوب من السطح السفلي لخروج سائل لزج يساعد الحشرة علي السير فوق الأسطح الناعمة أو الملساء.

الأرجل في اليرقات :

وتظهر الأرجل الصدرية في بعض يرقات الحشرات مقسمة ، وبسيطة التركيب وغير مميزة الأجزاء شكل (٢١-أ). وقد تحمل اليرقة علي بعض حلقات بطنها أرجلا يطلق عليها الأرجل الأولية prolegs (الأرجل الكاذبة) ، وهي عبارة عن زوائد غير مقسمة يوجد علي طرفها عدد من الخطاطيف crochets. تتوزع هذه الخطاطيف عند نهاية الرجل في نظام معين يختلف ونوع الحشرة شكل (٢١- ب) موزعة في دائرة كاملة أو أكثر ، أو فى نصف دائرة كالقوس الذى يتجه نحو داخل أو خارج الحشرة .



شكل (٢١) أرجل اليرقات: أ- رجل صدرية ، ب- ترتيب الخطاطيف علي نهاية الرجل البطنية الأولية

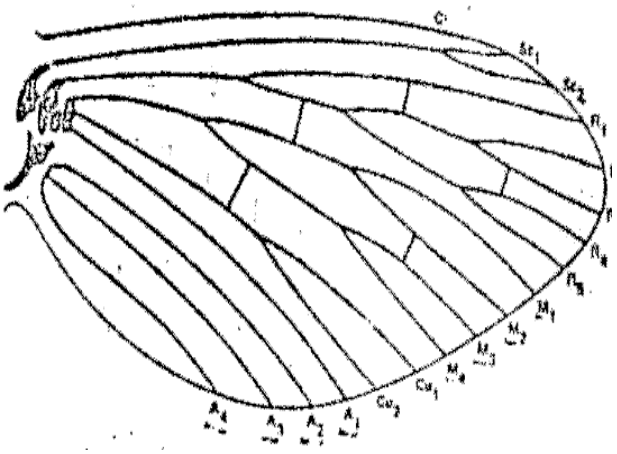
الأجنحة في الحشرات Wings :

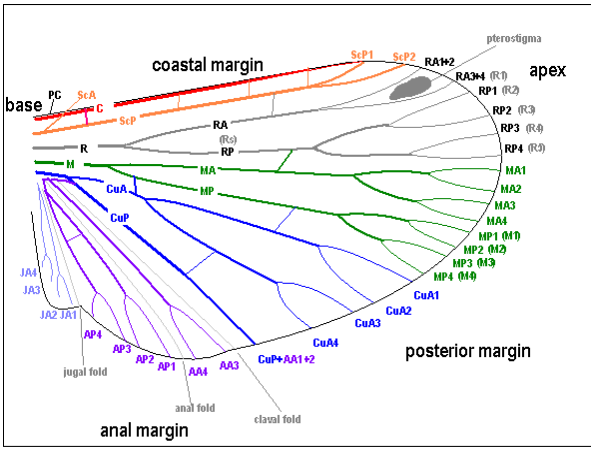
تختلف أجنحة الحشرات في نشأتها عن أجنحة الحيوانات الأخرى ، كالطيور والخفافيش ، التى تحورت أجنحتها عن الأرجل الأمامية (الذراعين) ، في حين نشأ جناح الحشرة كامتداد خارجي من جدار الجسم علي جانب ترجة الحلقة الصدرية الثانية والثالثة .

وللحشرات الكاملة زوجان من الأجنحة متصلة بالحلقتين الصدرية الثانية والثالثة ، وقد يوجد زوج واحد من الأجنحة يتصل بالحلقة الصدرية الثانية فقط كما في الذبابة المنزلية. وجناح الحشرة مثلث الشكل له حافة أمامية وحافة خلفية وثالثة خارجية. وللجناح ثلاث زوايا، أحدهما قاعدية وتوجد بين الحافة الأمامية والخلفية وزاوية أمامية وتوجد بين الحافة الأمامية والخارجية وزاوية خلفية وتوجد بين الحافة الخارجية والحافة الخلفية وأحيانا قد لا تظهر علي الجسم أجنحة بالمرة كما فى البراغيث والقمل وبق الفراش والسمك الفضى .

ويتكون الجناح من طبقتين رقيقتين عمادها عروق تمتد بينهما ، ويتكون من انبعاج جدار الجسم إلي الخارج ونجد أن نظام توزيع العروق في أجنحة الأنواع المختلفة من الحشرات ثابت وهذا يساعد علي تقسيم الحشرات – والعروق في جناح الحشرة تأخذ أسماء مختلفة كما بالرسم شكل (٢٢) وهذه هي .

C=Costa	M= Medium	Sc= Subcosta
Cu = Cubitus	R=Radius	A=Anal





شكل (٢٢) نظام التعريق في أجنحة الحشرات

والأجنحة تساعد الحشرة علي الطيران وتقوم الأجنحة الأمامية غالبا بحماية للأجزاء التى تحتها – **وتتحور الأجنحة شكل (٢٣) إلي ما يلي :**

١) **جناح جلدي:** ويتميز بأنه جلدي الملمس ومثله الجناح الأمامي للصرصور .

٢) **جناح غمدي:** ويشاهد في الأجنحة الأمامية للحشرات التابعة لرتبة غمدية الأجنحة كالخنافس والسوس ، ويكون الجناح في هذه الحالة صلب وقرني الملمس .

٣) **جناح غشائى:** ومثله الأجنحة في الحشرات التابعة لرتبة غشائية الأجنحة كالنحل والزنابير وكذلك الأجنحة الأمامية في الذباب والأجنحة الخلفية في الخنافس والصراصير وفيها يكون الجناح غشائى شفاف.

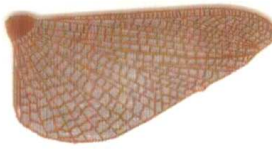
٤) **جناح حرشفي:** ويكون الجناح في هذه الحالة غشائى ومغطي تماما بالحراشيف Scales ذات الألوان المختلفة . ومثله أجنحة الفراشات وأبى دقيقات .

٥) **جناح نصفي:** وفيه يكون الجزء القاعدي من الجناح جلدي والطرفى غشائى ، مثل الجناح الأمامى للبقة الخضراء.

٦) **جناح هدبى:** مثل أجنحة التربس حيث نجد أن الجناح ضيق ورهيف وذو أهداب طويلة.

٧) **دبوسا التوازن:** وهما عبارة عن تحور لزوج الأجنحة الخلفية للذباب ، كما يتحور الزوج الخلفى من الأجنحة الخليفة لذكور الحشرات القشرية إلي شوكتان .

جناح جلدي (الأمامى فى الجراد)



جناج غشائى (الخلفى في الجراد)

جناح هدبى (الزوج الأمامى والخلفى في التربس)

دبوس اتزان (الزواج الخلفى في الذباب)

جناح نصفي (الأجنحة الأمامية في البقة الخضراء)

جناح غمدي (الزوج الأمامى في الخنافس)

جناح حرشفي (الفراشات وأبى دقيقات)

شكل (٢٣) بعض تحورات الأجنحة في الحشرات

ألة شبك الأجنحة

كان الأصل في الأجنحة أن كل جناح يتحرك علي حده بدون وجود ألة لشبك الأجنحة ولازال هذا موجودا حتى الأن في الرعاشات Odonata ولكن تكونت ألة شبك الأجنحة نتيجة التطور حيث تقوم بشبك الجناح الأمامي بالجناح الخلفي علي كل جانب أثناء طيران الحشرة ، وتزداد تبعا لذلك قوة طيران الحشرات .

ومن المعروف أن عمل الأجنحة الأساسى هو الطيران . ولكــن بعــض الحشــرات تستخدمه فى إحداث صوتا مثل ذكر Male crickets وبعض الحشرات تستطيع عمل صوت متميز بالأجنحة ينتج هذا الصوت إما من حك الجناحين الأمامين سوية (في الصرصــور) أو حك الجناحين بالرجل الخلفية (في الجراد) وكثيرا من الحشرات تتحرك بسرعة فائقــة حتــى ينتج عن الأجنحة عنها أزيز أو طنين كما فى ملكة نحل العسل العذراء عند استدعاء الــذكور للتزاوج.

التدريبات العملية

١. تبين منطقة الصدر في الحشرة التى أمامك وتعرف علي حلقاتها الثلاثة حيث يطلق علي أول حلقة بالصدر الأول Prothorax والثانية بالصدر الأوسط Mesothorax أما الثالثة فهي الصدر الخلفى Metathorax .. ثم افحص كل حلقة من حلقات الصدر ولاحظ أنها تتكون من جزء شيتيني صلب هو الترجه Tergum وجزء سفلي صلب أيضا هو الأسترنة Sternum وجزء غشائى يقع علي جانبى الحلقة هو البلورا Pleuron .

٢. افحص رجل المشى التى أمامك مستعملا القوة الصغري للميكروسكوب ولاحظ أنها تتكون من خمس أجزاء رئيسية وهي الحرقفة Coxa والمدور Trochanter والفخذ Femur والساق Tibia والرسغ Tarsus ويتكون الأخير من عدد من العقل. وقد يوجد في طرف الحلقة الأخيرة من الرسغ مخلبين وبينهما وسادة .

٣. افحص الأشكال والتحورات المختلفة لنماذج الأرجل وللأرجل المحملة أمامك علي شرائح ، ارسم كل منها علي حدة رسما تخطيطاً في كراستك العملى مع كتابة البيانات علي الرسم .

٤. افحص الحشرة التى أمامك ولاحظ أن صدرها يحتوي علي زوجين من الأجنحة الزوج الأول يسمي الجناحان الأماميان Fore wings وتحمله الحلقة الصدرية الثانية أما الزوج الثاني فيسمي بالجناحان الخلفيان Hind wings وتحمله الحلقة الصدرية الثالثة .

٥. افحص الحشرة الكاملة للذباب المنزلى ولاحظ أنها تحمل زوجا واحدا من الأجنحة حيث تحور الزوج الخلفى إلي دبوسا التوازن .

٦. افحص الأنواع المختلفة من الأجنحة المعروضة عليك وارسم كل منها علي حدة في كراستك العملي.

٧. افحص مستعينا بالميكروسكوب الأنواع الأربعة لألة شبك الأجنحة المحملة علي الشرائح المعروضة عليك ثم ارسم كل منها علي حدة في كراستك العملى .

الباب الـــرابع

البطن في الحشرات وزوائدها

البطن هي المنطقة من الجسم خلف الصدر والتى تتكون من ١١ حلقة ترى بوضـــوح في الجنين ولكنها لا تظهر بالكامل غالبا في الحشرة الكاملة بسبب اندماج بعضها مع بعـــض اثناء التكوين – كما تتداخل الحلقات عند مؤخر البطن وبذلك يصعب تحديـــد عـــدد الحلقـــات الحقيقي – كما قد تلتحم بعض حلقات البطن معاً وبالتالى ينقص عـــددها – وتحمـــل الـــبطن أعضاء التناسل وجزء كبير من القناة الهضمية والجهاز الدورى بداخلها ويوجد غالبا علي كل من حلقات البطن الثمانية الأولى زوج من الفتحات التنفسية.

زوائد البطن

١ – الزوائد التناسلية

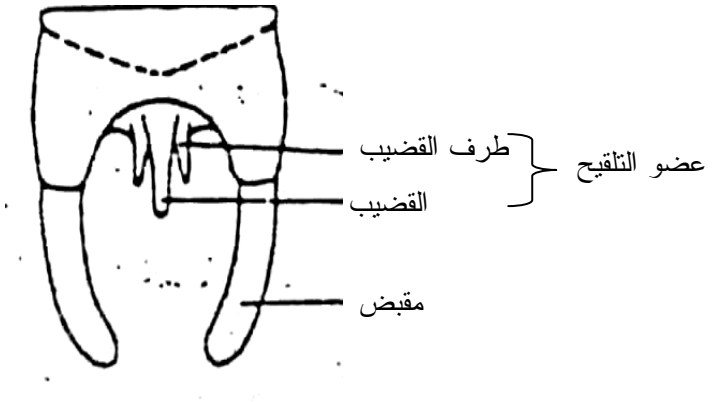
يطلق علي هذه الزوائد أعضاء التناسل الخارجية شكل (٢٤) وهي تتصـــل بالحلقـــة التاسعة فقط في الذكر مكونة ألة السفاد وتتصل بالحلقة الثامنة والتاسعة في الأنثى مكونة ألـــة وضع البيض.

(أ) ألة السفاد في اذكر:

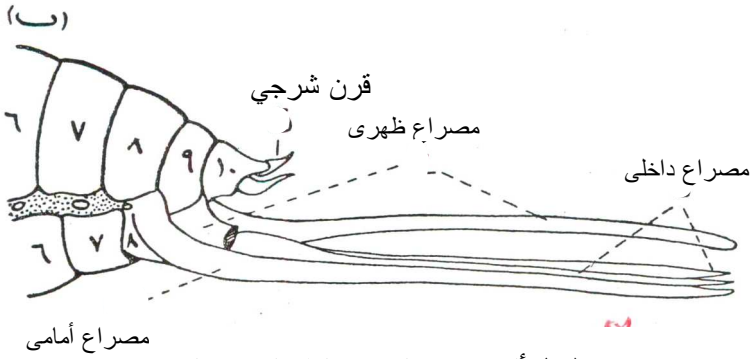
تتكون من زوجين من الزوائد ينشأن من الحلقة البطنية التاسعة فقط متحدة مع أجزاء هذه الحلقة . بحيث تظهر في شكلها النهائى علي شكل القضـــيب وملحقاتـــه وعلـــي جـــانبى القضيب زوج من المقابض ويتكون القضيب وملحقاته من طرف القضيب وعلي جانبى طرف القضيب يوجد الملحقين الخارجين.

(ب) آلة وضع البيض في الأنثى:

تتكون ألة وضع البيض النموذجية في الأنثى من ثلاثة أزواج من الزوائد زوج أمامي (سفلي) متصل بالحلقة البطنية الثامنة ، والزوجان الأخران هما زوج علوي (جـــانبى) وزوج خلفى (داخلى) ويمتدان من استرنة الحلقة البطنية التاسعة ، وتنطبق الأزواج الثلاثة معا لتكون أنبوبة يمر خلالها البيض إلي الخارج . وقد تتحور ألة وضع البيض إلي ألة للوخز أو اللســـع كما فى شغالة نحل العسل والزنابير ، أو للحفر بالإضافة إلي وضع البيض كما فى الجراد .



(أ) ألة السفاد في ذكر الحشرات



(ب) ألة وضع البيض الطويلة في الجراد

شكل (٢٤) الزوائد التناسلية

٢- الزوائد اللاتناسلية:

وأهمها القرون الشرجية التى تنشأ من زوائد الحلقة البطنية الحادية عشرة وهي عبارة عن زوج من الزوائد الحسية توجد في الذكور والإناث تظهر بأطوال وأشكال متباينة منها (شكل ٢٥):

١) **قرون شرجية طويلة ومقسمة:** كما فى السمك الفضى حيث ينقسم كل قرن شرجي إلي عديد من العقل .

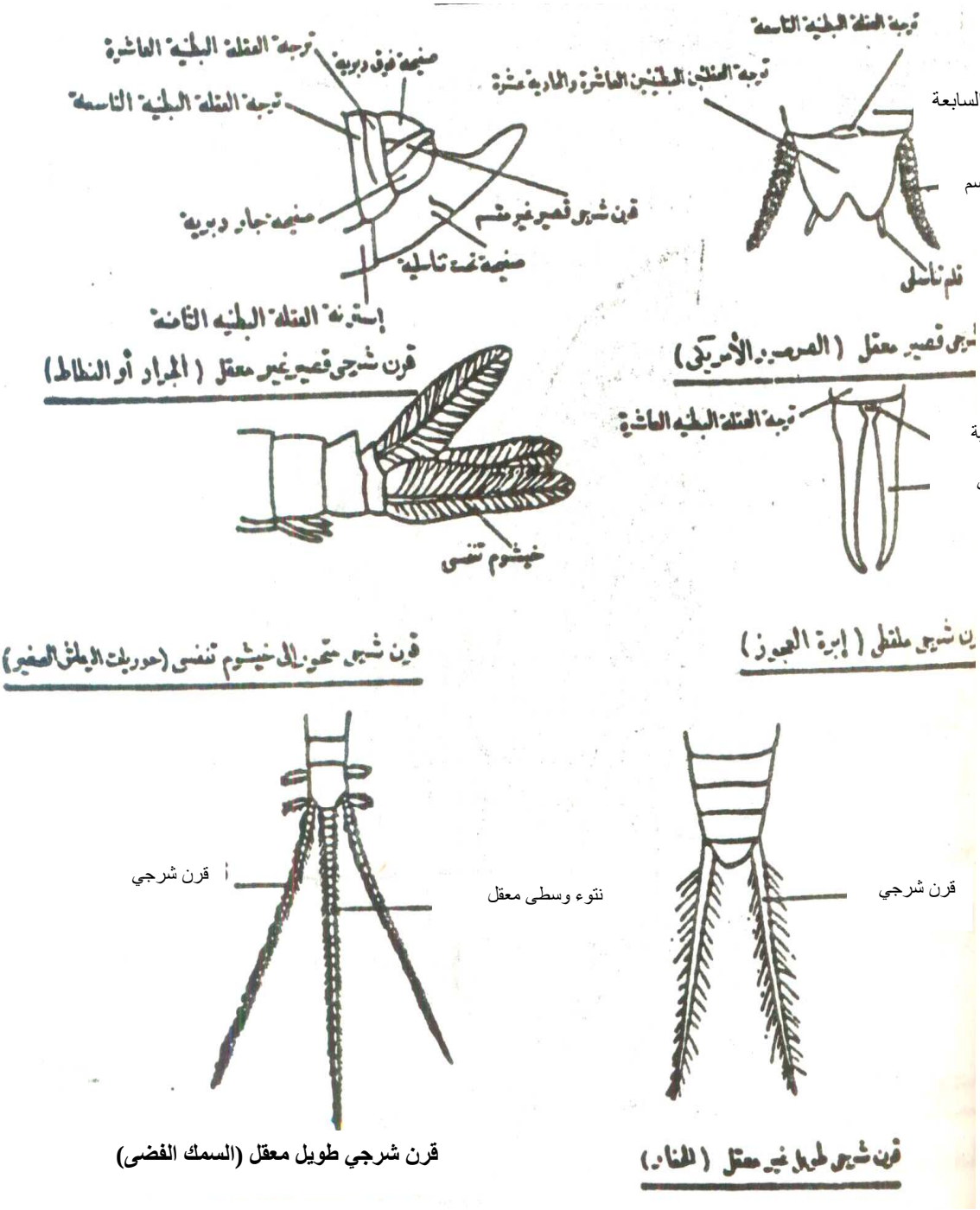
٢) **قرون شرجية طويلة غير مقسمة:** كما فى الحفار .

٣) **قرون شرجية قصيرة مقسمة:** كما في الصرصور الأمريكي .

٤) **قرون شرجية قصيرة غير مقسمة:** كما فى الجراد .

٥) **قرون شرجية متحورة إلي ملاقط:** كما فى حشرة إبرة العجوز.

٦) **قرون شرجية متحورة إلي خياشيم تنفسية:** كما فى حوريات الرعاش حيث تكون ممتدة خارج الجسم وواضحة في حالة الرعاش الصغير .



شكل (٢٥) الزوائد اللاتناسلية

التدريبات العملية

١. قص أجنحة الصرصور الموجود أمامك في طبق التشريح مستعينا بمقص تشـــريح ، تعرف علي منطقة البطن وتبين أن بطن الحشرة مقسمة إلي حلقات .

٢. ضع الصرصور في طبق التشريح بحيث يكون السطح الظهرى لأعلي وحاول أن تعد حلقات بطن الصرصور من ناحية الترجات .. لاحظ أن ترجات الحلقات السبع الأولى من البطن ظاهرة وواضحة وتسمي الحلقات الحشوية (حلقات قبل أعضاء التناسل) – أما الترجة الثامنة في حالة الذكر يظهر منها جزء صغير من تحت الترجة السابعة أما فى حالة الأنثى فهي مختبئة تماما تحت الترجة السابعة . أما الترجة التاســعة فهـــي مختبئة تماما فى الذكر تحت الترجة الثامنة أما فى الأنثي فتختبئ تحـــت التـــرجتين السابعة والثامنة ، ويمكن مشاهدتها إذا رفعت مؤخرة الترجة الثامنة بسن إبرة رفعـــاً خفيفا.. وتسمي الحلقتين الثامنة والتاسعة في الأنثى والتاسعة في الذكر بحلقات أعضاء التناسل . أما الترجة العاشرة فتظهر في الذكر والأنثى علي السواء ، بينمـــا الترجـــة الحادية عشر فتظهر رقيقة وهى عبارة عن صفيحة علوية تقع بين القرنين الشرجيين.

٣. إقلب الصرصور الذى أمامك بحيث تظهر أمامك الإسترنات لأعلي ثم عد اســـترنات البطن ستجد أنها تسع استرنات في الذكر واضحة وثمانية فقط في الأنثى – لاحظ أن الزوائد التناسلية في الأنثى تتكون من الاسترنتين الثامنة والتاسعة ، بينما تتكون فـــي الذكر من الاسترنة التاسعة فقط .

٤. افحص مستعينا بالميكروسكوب ألة السفاد في ذكر الصرصور وألة وضع البيض في أنثى الصرصور المحملين علي شرائح ، وتعرف علي أجزائهما المختلفة ثم ارســـمها مع كتابة الأجزاء علي الرسم .

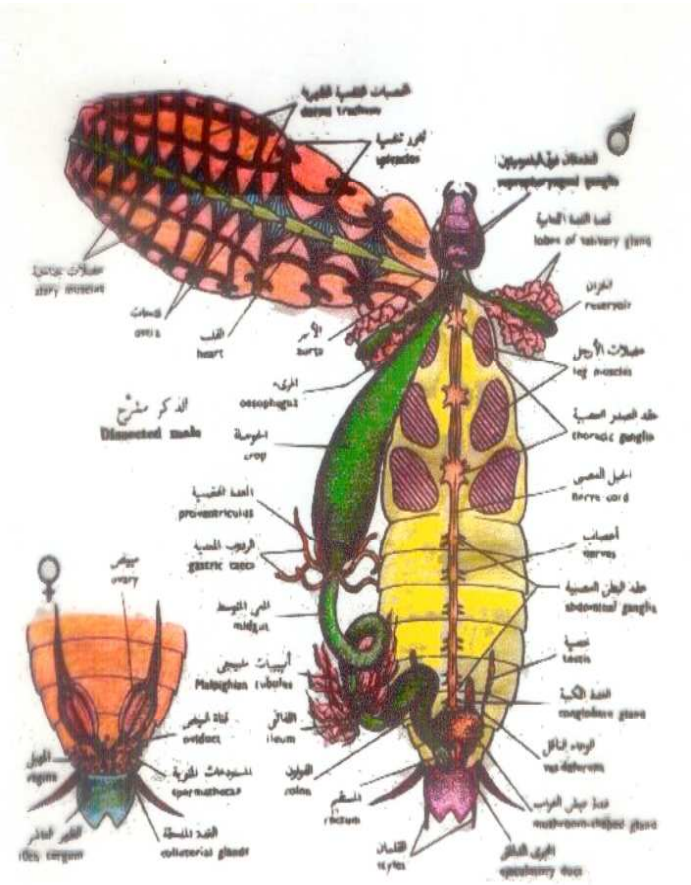
٥. افحص وارسم الأنواع المختلفة من نماذج القرون الشرجية المعروضـــة عليـــك فـــي الحشرات المختلفة .

البـــــاب الخـــــامس

الأجهزة الداخلية في الحشرات

Internal insect systems

يحتوى جسم الحشرة – رغم صغره – علي جميع الأجهــزة الداخليــة التــى تقــوم بالوظائف الحيوية المختلفة التى تتطلبها الحياة . وفيما يلي فكرة عامة عن هذه الأجهزة :



الأجهزة الداخلية في الحشرات

الأجهزة الداخلية في الحشرات والقناة الهضمية فى الصرصور الأمريكي

الجهاز الهضمي *Digestive system*

يتركب الجهاز الهضمي في الحشرة من قناة لمرور الغذاء food tract ، هي القناة الهضمية ، وملحقات لهذه القناة ، والتى تتصل بالقناة الهضمية إما مباشرة مثل الأكياس الأعورية وأنابيب ملبجي ، أو بطريقة غير مباشرة مثل الغدد اللعابية .

القناة الهضمية Alimentary canal

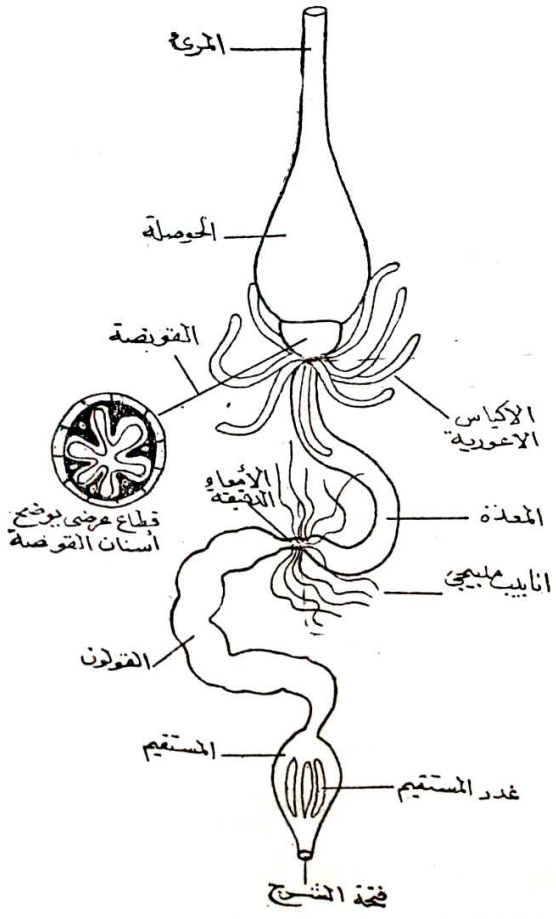
تمتد القناة الهضمية داخل جسم الحشرة طوليا مبتدئة من الأمام بفتحة الفم mouth ، وتنتهي من الخلف بفتحة الشرج anus. ويختلف طول هذه القناة باختلاف أنواع الحشرات ونوع غذائها . **وتنقسم القناة الهضمية إلي ثلاثة أقسام هي :**

١. القناة الهضمية الأمامية Fore gut ٢. القناة الهضمية الوسطية Midgut

٣. القناة الهضمية الخلفية Hindgut

١- القناة الهضمية الأمامية

تظهر مقدمة القناة الهضمية الأمامية ، كما فى شكل (٢٦) كجزء أنبوبى الشكل ، غالبا ، يسمي المرئ ، يليه جزء وسطي كبير يسمي الحوصلة. تضيق الحوصلة خلفيا لتكون تركيبا صمامياً يسمي القونصة التى تتصل مؤخرتها بالقناة الهضمية الوسطية عند الصمام الفؤادي. ويتصل المرئ أماميا بفتحة الفم بواسطة جزء من القناة الهضمية يختبئ داخل رأس الحشرة. يسمي هذا الجزء البلعوم. تقوم القناة الهضمية الأمامية بتوصيل الغذاء إلي المعدة . يخزن الغذاء لفترة معينة داخل الحوصلة ، وهناك قد يهضم جزئيا بفعل بعض الإنزيمات المختلطة بالغذاء مصدرها سائل اللعاب أو معدة الحشرة. ويفتت الطعام الصلب ، قبل انتقاله إلي المعدة ، بواسطة الأسنان التى توجد داخل القونصة.



شكل (٢٦)القناة الهضمية فى الصرصور

٢- القناة الهضمية الوسطية (المعدة):

المعدة في الحشرات إما بسيطة التركيب الذى يأخذ مظهراً أنبوبياً أو كيسياً أو قد تتحور إلي تركيب معقد عن ذلك في غالبية الحشرات التى تتناول غذاء سائلا كالدم أو العصارات النباتية. والغرض من هذا التحور استرجاع أكبر قدر ممكن من الماء من هذا الغذاء كي يناسب تركيزه عمل الإنزيمات الهاضمة التى تفرزها خلايا المعدة. وظيفة المعدة هضم الغذاء وامتصاص نواتجه.

وقد تفتح في المعدة ، عند اتصالها بالقناة الهضمية الأمامية أو خلف ذلك المكان مباشرة ، بعض الأنابيب السائبة المقفلة الأطراف يطلق عليها الأكياس الأعورية شكل (٢٦).

٣- القناة الهضمية الخلفية:

يختلف شكل هذه المنطقة من القناة الهضمية كثيراً في الحشرات المختلفة. وتنقسم هذه القناة ، عند اكتمال تكوينها ، كما فى شكل (٢٦) ، إلي جزء أنبوبى يطلق عليه المعي الأمامية التى تتصل أمامياً بالمعدة عند منطقة بها تتصل أنابيب ملبيجي يليها جزء خلفى أكثر اتساعاً يسمي المعي الخلفية أو القولون. يمتد القولون خلفيا إلي منطقة المستقيم الذى ينتهي في الحلقة الخلفية للبطن عند فتحة الشرج. ويتم بالمستقيم عمليات حيوية هامة منها استرجاع الماء من فضلات الطعام ، قبل طردها ، بواسطة عدد من الخلايا المتضخمة في صورة حلمات يطلق عليها غدد أو حلمات المستقيم. وتحدث هذه الظاهرة في الحشرات التى تعيش في بيئات جافة كخنافس الدقيق.

ملحقات القناة الهضمية

أنابيب ملبيجي:

عبارة عن مجموعة من الأنابيب الدقيقة الطويلة تتصل بالقناة الهضمية في منطقة تتلاقى عندها المعدة بالقناة الخلفية شكل (٢٦) التى يختلف عددها باختلاف الحشرات . وهذه الأنابيب تعتبر الجهاز البولى الرئيسي في الحشرات فهي تفرز البول وتفرغه في القناة الهضمية ، ويخرج مع البراز من فتحة الشرج .

الغدد اللعابية:

لغالبية الحشرات زوج من هذه الغدد يوجد علي جانبى المعدة. تنتج هذه الغدد لعاباً يمر فى زوج من القنوات يمتد نحو مقدمة الحشرة ليتلاقى في قناة لعابية مشتركة تفتح في قاعدة الشفه السفلي عند اتصالها بزائدة تحت البلعوم .

وتنقسم الغدد اللعابية غالبا إلي مجموعتين رئيستين: مجموعة تفرز إنزيمات هاضمة ، ومن أهم الإنزيمات التى تفرزها هذه الغدد إنزيم الأميليز amylase الذى يفرز علي الغـــداء قبل ابتلاعه . وتتواجد المجموعة الأخرى من الغدد في الحشرات التى تمتص الدم حيث تفرز هذه الغدد مادة مانعة لتجلط الدم حتى لا يتخثر ويتراكم داخل قناة الغذاء في أجزاء الفم الثاقبة الماصة فيختل عملها. كما تفرز هذه الغدد ، أحياناً ، مادة حريرية كما في بعض يرقات رتبتى حرشفية الأجنحة وغشائية الأجنحة.

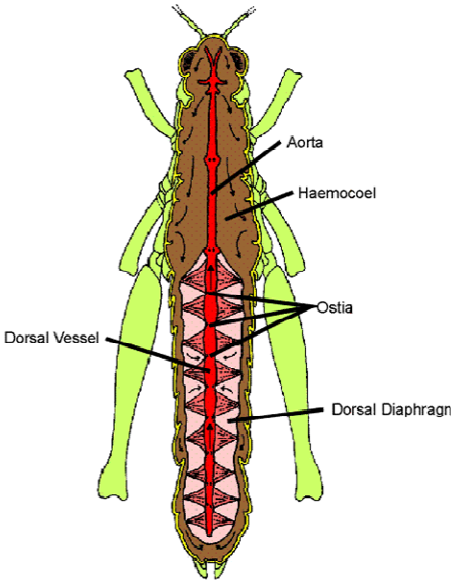
الجهاز الدورى *Circulatory system*

يملأ الدم فراغ الجسم في الحشرات حيث لا توجد أوعية دموية سوى وعـــاء واحـــد يضغط الدم للأمام في اتجاه الرأس. فيسير الدم في اتجاه معين ليصل إلي كل أجزاء الجسم ثم يعود ليدخل مرة أخرى. ومن هذا يتضح جليا أن الجهاز الدورى في الحشرات هو من النوع المفتوح شكل (٢٧).

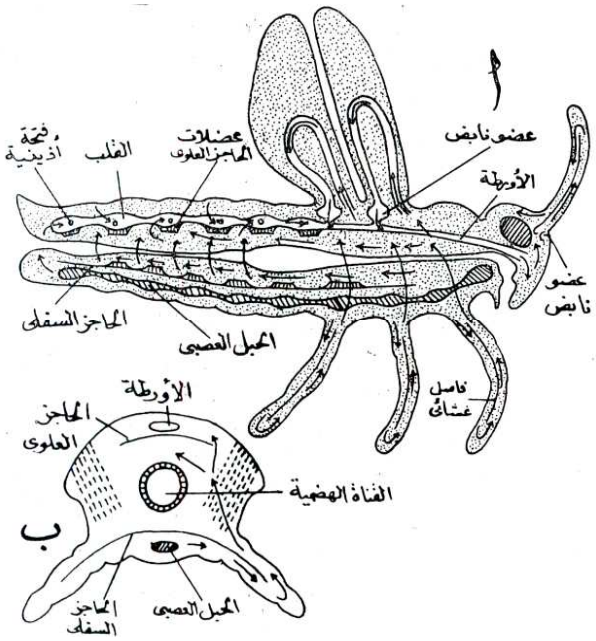
ويمتد الوعاء الدموي الوحيد الذى يشمل القلب Heart والأورطه Aorta بطول جسم الحشرة مبتدءاً من قرب نهاية بطن الحشرة ومنتهياً عند منطقة الرأس .

أولا- القلب Heart :

يمتد القلب في الحشرات بطول منطقة البطن غالباً شكل (٢٧) ويتكون من مجموعـــة من الحجرات Chambers يختلف عددها باختلاف الحشرات حيث توجد حجرة في كل حلقة من حلقات البطن ما عدا الحلقة البطنية الأخيرة ، وقد يقل عدد حجرات القلب كثيراً عن عدد حلقات البطن ، ويوجد عند اتصال كل حجرتين فتحتان جانبيتان كل منها ذات صمام أذينـــي يفتح للداخل ليسمح للدم بالدخول إلي الحجرة ويمنع الخروج منها وقد يوجـــد فـــي الطـــرف الأمامي للحجرة صمام بطيني يسمح للدم بالمرور إلي الحجرة التالية الأمامية ويمنع عودتـــه إلي الخلف ، وقد تعمل الصمامات الأذينية عمل البطينية شكل (٢٧).

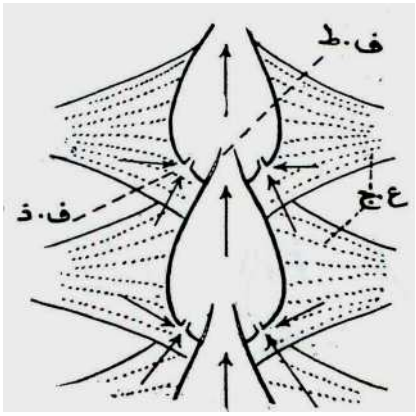


الجهاز الدورى فى النطاطات



الدورة الدموية التى يحدثها القلب والأعضاء النابضة المساعدة:

(أ) قطاع في حشرة يوضح جهازها الدورى كاملا ، (ب) قطاع عرضى في منطقة الصدر ، (تشير الأسهم إلي اتجاه سائل الدم أثناء الدورة الدموية)



رسم لجزء من القلب يوضح حجراته : (ع. ج) عضلات جناحية : (ف. ذ) فتحة أذينية ، (ف. ط) فتحة بطينية عليها صمام بطيني (تشير الأسهم إلي مسيرة الدم).

شكل (٢٧)

ثانيا- الأورطه :

وهو جزء أنبوبى متصل بالجزء الأمامي من القلب ويوجد في منطقة الصدر غالبا ويمتد للأمام حيث يفتح من الأمام بالقرب من المخ بفتحة واحدة أو يتفرع إلي فرعين أو أكثر تسمي بالشرايين الرأسية ، وعندما يخرج الدم من فراغ الرأس يمر منه إلي باقى فراغات الجسم بمساعدة حركة العضلات والحجابين الحاجزين ثم يعود إلي التجويف العلوي عند مؤخر الجسم الذى لا يصل الحاجبين الحاجزين إليه شكل (٢٧).

وظائف الدم في الحشرات :

١) يقوم الدم بحمل المواد الغذائية المهضومة من الأماكن التى تم بها هضم الغذاء بالقناة الهضمية إلي أماكن استهلاكها للحصول علي الطاقة اللازمة لحياة الحشرة.

٢) حمل المواد المراد التخلص منها (مثل حمض البوليك) إلي أعضاء الإخـــراج مثـــل أنابيب ملبيجي والجسم الدهني حتى يتم التخلص منها.

٣) في حالة الحشرات التى تنعدم فيها القصبات الهوائية أو تكون القصبات الهوائية فيهـــا غير عاملة يقوم الدم بحمل الأكسجين حملا ميكانيكيا إلي جميع أجزاء الجسم حتى تتم عملية التنفس.

٤) تقوم الخلايا المهاجمة السابحة في بلازما الدم بالدفاع عن جسم الحشرة .

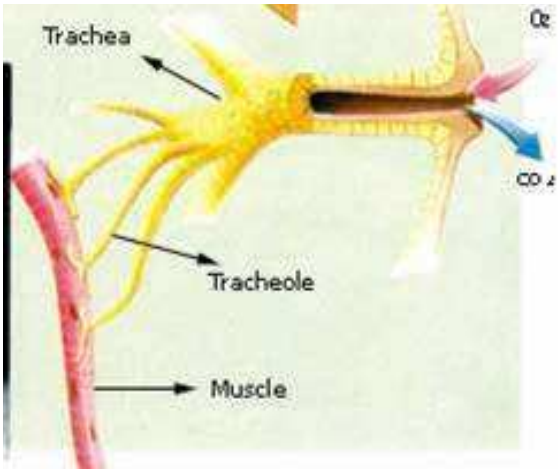
٥) يقوم الدم بوظيفة هيدروليكية هاما حيث يحدث ضغطا بواسطة اليرقة أو الحورية عند لحظة الفقس مما يساعد في فقس البيضة والخروج منها. أيضا عن طريق هذا الضغط تتمكن الحشرة من التخلص من جلد انسلاخ القديم.

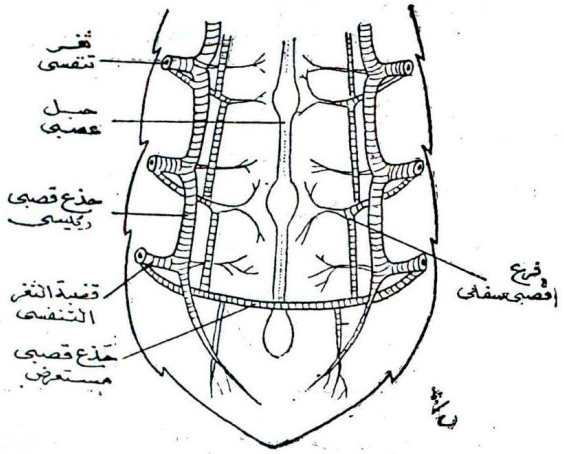
الجهاز التنفسى *Respiratory system*

تمتلك غالبية الحشرات أنابيب داخلية ، تسمي القصبات الهوائية ، شكل (٢٨) ، ذات فتحات خارجية علي الجسم ، يطلق عليها الثغور التنفسية يدخل عن طريقها الهـــواء الجـــوي لتقوم هذه القصبات بتوزيعه علي الأنسجة المختلفة. وتقوم القصبات أيضا بنقل ما فسد من هذا الهواء من الأنسجة إلي خارج الجسم عن الطريق العكسى . وتعتبر القصبات الهوائيـــة أهـــم مكونات الجهاز التنفسى في الحشرة مما دعا البعض إلي تسميته الجهاز القصـــبي tracheal system. بهذه الوسيلة لا يلعب دم الحشرات دوراً هاماً في نقل الأكسجين من الهواء الجوي إلي الأنسجة ، ولكن يجب أن ندرك أن دم الحشرة عبارة عن نسيج حي يحتاج إلي الأوكسجين ولا يرغب في ثاني أكسيد الكربون المتراكم به ، كي يستطيع أن يقوم بوظائفه علـــي الوجـــه الأكمل.

قصبات وقصيبات هوائية

فتحة الثغر التنفسى





شكل (٢٨): جانب من مؤخرة حشرة يوضح القصبات الهوائية وطريقة تفرعها داخل الجسم

تتنفس بعض الحشرات المائية الأوكسجين الذائب في الماء بينما يتنفس البعض الأخر أوكسجين الهواء الجوي رغم وجود الحشرة في الماء ويتم ذلك بعدة طرق منها :

- تتنفس بعض الحشرات المائية الأكسجين الذائب في الماء عن طريق الجلد أو عن طريق الخياشيم بينما يتنفس البعض الأخر أكسجين الهواء الجوي رغم وجود الحشرة بالماء وذلك عن طريق ممصات ذات فتحات تنفسية (يرقات وعذارى البعوض) أو بطريقة فقاقيع الهواء المخزن بين أجنحة الحشرة كما فى الخنفساء المائية أو بواسطة ثقب النباتات المائية .
- أما في الحشرات المتطفلة يمكن للحشرة أن تتنفس الهواء الجوي (طفيليات خارجية) أو تحصل علي الأكسجين اللازم لها بواسطة الانتشار الغشائى من خلال جدار جسمها أو عن طريق ثقب القصبة الهوائية للعائل أو تتنفس من الهواء الجوي عن طريق فتحة تتركها في جسم العائل (طفيليات داخلية) .

الجهاز العصبي *Nervous system*

للحشرة جهاز عصبى كامل التكوين يتحكم في تنظيم وتعاون جميع الأنسجة المختلفة في جسم الحشرة بحيث تؤدي جميع الوظائف الحيوية من حركة وتغذية وهضم وحس في تناسق يؤدي إلي استمرار حياة الحشرة .

ويتركب الجهاز العصبي في الحشرات من جهاز عصبى مركزي وجهاز عصبى حشوي وجهاز عصبى سطحي كما يلي:

أولا- الجهاز العصبي المركزي :

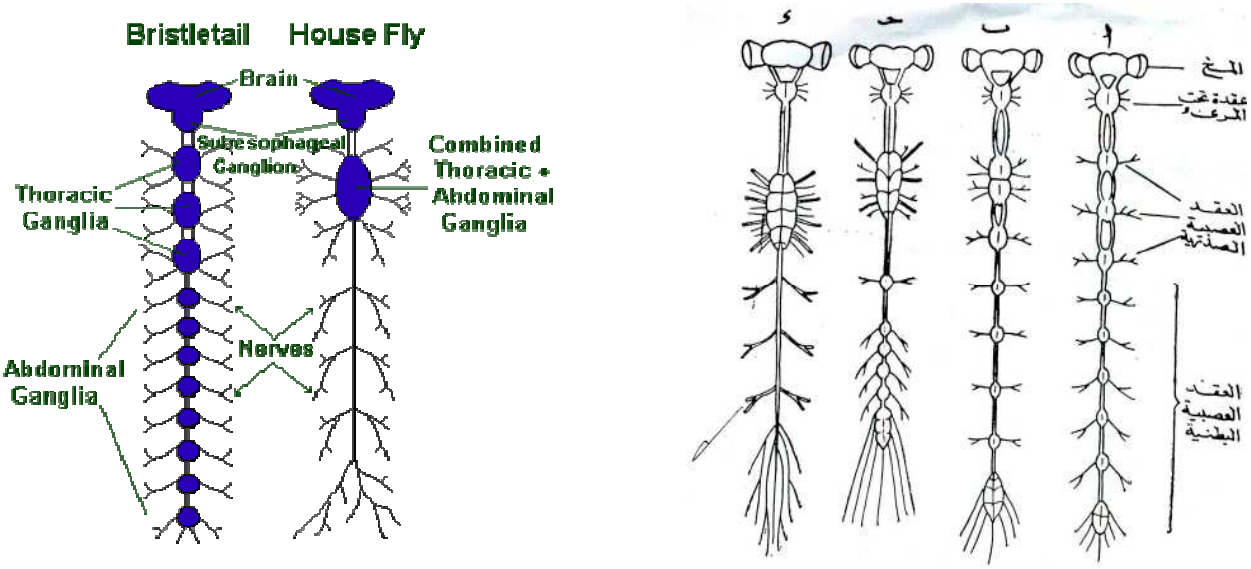
ويتركب أساسا من مجموعة من العقد العصبية المزدوجة التركيب تمتد من مقدم الجسم إلي مؤخر البطن وهذه العقد تلتحم إحداها بالأخرى برباط عرضى وقد يكون الالتحام شديدا لدرجة أن العقدتين تظهران كعقدة واحدة ويشمل الجهاز العصبي المركزي المخ ، عقدة تحت المرئ ، والحبل العصبي شكل (٢٩).

١- المـــــــــخ :

يقع داخل فراغ الجمجمة أعلى المرئ وفتحة الفم ، ولذلك يعرف بالعقدة فوق المرئ ويتكون من اندماج ثلاث أزواج من العقد العصبية.

٢- عقدة تحت المرئ :

توجد هذه العقدة أسفل المرئ وتتكون من اندماج ثلاث عقد عصبية جنينية وهي عقدة الفك العلوي وعقدة الفك السفلي ويخرج منها أعصاب زوجية لتنبيه الفكين العلويين والفكين السفليين ، أما العقدة الثالثة فهي عقدة الشفة السفلي ويخرج منها أعصاب زوجية لتنبيه الشفة السفلي.



شكل (٢٩): المراحل المتتالية لتركيب الجهاز العصبي المركزي في رتبة ذات الجناحين

(أ) في الهموش Chironomus (ب) في جنس Empis (جـ) في التبانا Tabanus (د) في ذباب اللحم Sarcophaga

٣- الحبل العصبي البطني :

عبارة عن سلسلة عقد مزدوجة تتصل الواحدة بالأخرى بحبل مزدوج يظهر واضحا في الصدر شكل (٢٩) . ويوجد من هذه العقد ثلاثة في الصدر واحدة في كل حلقة صدرية يمتد منها أعصاب زوجية لتنبه عضلات الحلقة نفسها والرجلين والجناحين إذا وجدا . وقد يوجد بالصدر عقدة عصبية صدرية واحدة كبيرة كما فى الذبابة المنزلية ، أما العقد العصبية البطنية فعددها أصلا ثمان ولكن قد يلتحم بعضها ببعض فيظهر العدد أقل من ذلك كما فى الصرصور الأمريكي حيث يوجد به ست عقد عصبية بطنية. وتشترك العقدة البطنية الأخيرة في تنبيه الأمعاء الخلفية أما العقد البطنية الأخرى فتعمل علي تنبيه الثغور التنفسية البطنية وكذلك الجهاز التناسلي في الأنثى والذكر .

ثانيا- الجهاز العصبى الحشوي:

يتصل هذا الجهاز بالمخ مباشرة ويقع فوق القناة الهضمية الأمامية ويخرج منه أعصاب كثيرة تعمل علي تنبيه الأحشاء الداخلية في الأمعاء الأمامية والوسطي وكذلك القلب ، ويتكون الجهاز العصبي الحشوي من العقدة العصبية الأمامية التى توجد فوق المرئ أمام المخ.

ثالثا- الجهاز العصبي السطحي:

تشع من العقد العصبية للجهازين المركزي والحشوي أعصاب تتجه نحو جدار جسم الحشرة حيث تتصل بخلايا عصبية تستقر عند قواعد بعض زوائد جدار الجسم كي تجعلها تحس بالمؤثرات المختلفة المحيطة بالحشرة ، ومن ثم يطلق علي هذه الزوائد أعضاء الحس sense organs.

الجهاز العضلى *Muscular system*

للحشرات جهاز عضلى معقد التركيب يتحكم في حركة الجسم وزوائده وبعض أجهزته والعضلات في الحشرات إما هيكلية تستعمل في تحريك الأطراف وهيكل الجسم أو حشوية تستعمل في تحريك الأحشاء الداخلية . وعدد العضلات في الحشرة كبير (أضعاف ما هو موجود بجسم الإنسان) وأقوى العضلات هي عضلات الطيران في الصدر. وعضلات الحشرة تشمل:

١- **عضلات الرأس:** وهي تساعد علي تحريك أجزاء الرأس والفم وقرون استشعار .

٢- **عضلات الصدر:** عضلات قوية توجد في منطقة الصدر وهي عضلات قوية خاصة بالطيران. كما أن بعض هذه العضلات يعمل علي تحريك الحرقفة والفخذ .

٣- **عضلات البطن:** وتوجد في البطن وتساعد علي حركة الدورة الدموية ، والتنفس .

الجهاز التناسلى *Reproductive system*

الحشرات أحادية الجنس بحيث يكون الفرد منها ذكراً أو أنثى ، ويحدث التزاوج بينهما لوضع بيض مخصب يعطي أطواراً وسطية عادة (اليرقات أو الحوريات). وهناك بعض أنواع الحشرات التى تستطيع إناثها وضع بيضا غير مخصب ودون أن تقابل ذكراً ويفقس هذا البيض حيث يتم ذلك من خلال عملية التوالد البكرى Parthenogenesis .

ويمكن وصف أعضاء التناسل في كلا الجنسين في الحشرات كما يلي :

<u>أولا- الجهاز التناسلي في الذكر:</u>

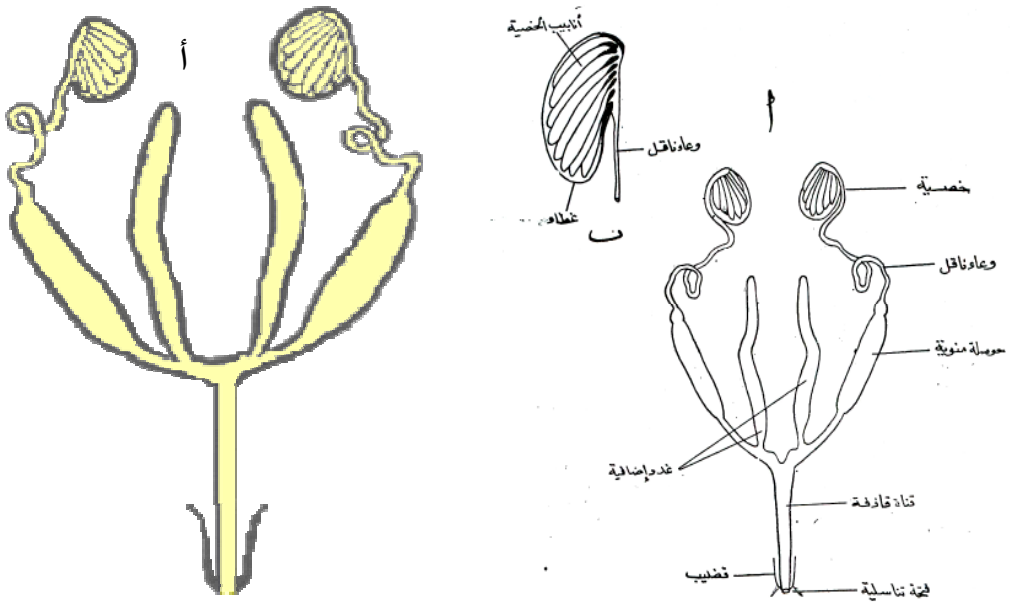
يتركب الجهاز التناسلى في الذكر شكل (٣٠) من:

١- **الخصيتين Testes :** وتتكون كل خصية من عدد من أنابيب الخصية فيها تتكون الحيوانات المنوية ، تفتح هذه الأنابيب في أنبوبة جامعة تسمي القناة الناقلة .

٢- **الوعائين الناقلين Vas deferense:** كل وعاء ناقل عبارة عن قناة رفيعة أو أنبوبة تتصل بالخصية وعادة ما يتسع الوعاء الناقل قرب مؤخرته مكونا الحوصلة المنوية التى تخزن فيها الحيوانات المنوية ، وقد يتلاقى الوعاءان الناقلان أحيانا حيث تتكون حوصلة منوية واحدة عند التقائهما.

٣- **القناة القاذفة Ejaculatory duct:** من التقاء الوعائين الناقلين تنشأ القناة القاذفة ، تقذف هذه القناة الحيوانات المنوية في مهبل الأنثى خلال قناة دقيقة تمتد داخل قضيب الذكر وتنتهي عند فتحته التناسلية .

٤- **الغدد الإضافية Accessory glands:** يوجد زوج من الغدد الإضافية تفتح عادة في القناة القاذفة ووظيفة هذه الغدد إفراز مواد لتكوين كيس صغير جداره رقيق بداخله سائل يحمي الحيوانات المنوية ويسمي بكيس الحيوانات المنوية لأنه يحفظ بداخله الحيوانات المنوية .



شكل (٣٠) : الجهاز التناسلي في ذكر الحشرة : (أ) شكل الجهاز كاملا ، (ب) تركيب الخصية

ثانيا- الجهاز التناسلي في الأنثى:

يتكون الجهاز التناسلى في الأنثى شكل (٣١) من :

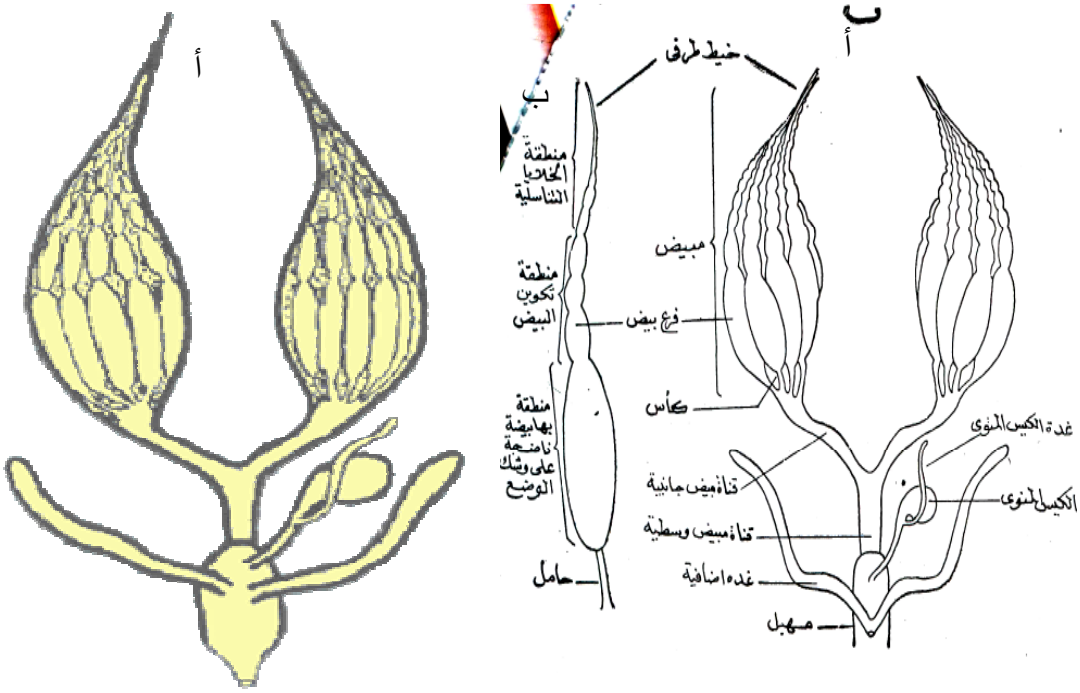
١- **المبيضين Ovaries :** ويتكون كل مبيض من مجموعة من الأنابيب المبيضية (يتكون بداخلها البيض) يختلف عددها باختلاف الحشرات.

٢- **القنوات المبيضية Oviducts:** وهي عبارة عن زوج من الأنابيب المبيضية (يمر خلالها البيض) بحيث تصل بكل مبيض قناة وتتصل القناتان معا لكى تكون قناة البيض المشتركة والتى تتصل بالغرفة التناسلية أو المهبل الذى ينتهي عادة بألة وضع البيض .

٣- **القابلة المنوية Spermatheca:** وهو عبارة عن كيس صغير لحفظ الحيوانات المنوية ويتصل بالمهبل بواسطة قناة دقيقة ، ويقوم بحفظ الحيوانات المنوية سائل لزج حتى تقوم بإخصاب البيض الخارج من قناة البيض المشتركة علي فترات متقطعة ، ويفرز هذا السائل بواسطة غدة متصلة بالقابلة المنوية تسمي غدة القابلة المنوية .

٤- **الغدد الإضافية Accessory glands:** عبارة عن غدتين تقوما بصب إفرازاتهم بالقرب من نهاية فتحة المهبل ، ووظيفتهما إحاطة البيض الذى يوضع في الماء بمادة هلامية ، أو إفراز مادة صمغية تعمل علي لصق البيض بالمكان الذى يوضع عليه كما في حالة دودة

ورق القطن وتقوم هذه الغدد بإفراز مادة غير شيتينية يتكون منها كيس البيض الذى يوجد بداخله البيض كما في الصرصور .



شكل (٣١): الجهاز التناسلى في أنثى الحشرة : (أ) شكل الجهاز كامل (ب) فرع مبيض

التلقيـــــــح :

لكى يحدث التلقيح لابد من أن يلتقى الذكر بالأنثى ، وتنجذب الأنثـــى إلـــي الـــذكور بواسطة أصوات تحدثها الذكور كما فى النطاط أو بواسطة لون الأنثى كما في أبى دقيـــق أو بواسطة أضواء تحدثها الإناث كما فى بعض أنواع الخنافس أو بواسطة روائح (فيرمونـــات) جنسية Sex pheromones تجذب أحد الجنسين (الذكر غالبا) للجـــنس الآخـــر كمـــا فـــي الفراشات والعديد من أنواع الحشرات .

وعند التزاوج ينتقل السائل المنوي من الذكر إلي الأنثى ، ويختلف عدد مرات التلقيح في الحشرات فبعض الإناث تضع كل بيضها بعد مرة واحدة من التلقيح والبعض الأخر يحتاج إلي مرتين أو أكثر من التلقيح حتى تضع الأنثى كل البيض.

الإخصـــــــــــاب :

أى الالتقاء الناجح بين الحيوان المنوي والبويضة وقد لا يحدث الإخصـــاب إلا بعـــد وقت طويل من انتهاء عملية التلقيح أو يحدث قبل وضع البيض مباشرة . إذ تخـــرج بعـــض الحيوانات المنوية وتخصب البيضة أثناء خروجها من قناة البيض المشتركة ، وفـــي بعـــض الحشرات يخصب البيض أثناء وجوده في أنابيب المبيض كما فى بق الفراش .

العلاقة بين أجهزة الحشرة وطريقة مكافحتها :

بمعرفة تركيب جسم الحشرة وأجهزتها الداخلية أمكن إيجاد الوسيلة المناسبة لمكافحتها والمادة الفعالة التى تقتلها حسب الجهاز الذى تؤثر عليه هذه المادة السامة ، وذلك كما يلي :

١. معرفتنا بتركيب الجهاز الهضمي وأنواع أجزاء الفم وطريقة التغذية في الحشرات المختلفة ساعدت كثيرا في محاولات قتل الحشرات الضارة باستخدام مركبات تتناولها الآفة عن طريق الفم وتقتل الحشرة بعد امتصاصها في القناة الهضمية وتسمي مثل هذه المركبات (السموم المعدية) مثل مركبات الزرنيخ والفلور والزنك ، وأغلب استعمالها يكون علي شكل طعوم سامة ضد الحشرات ذات الفم القارض مثل الجراد والنطاط والحفار.

أما الحشرات ذات الفم الثاقب الماص والتى تتغذى بامتصاص عصارة النبات فلابد لقتلها عن طريق الجهاز الهضمي أن تصل المادة السامة إلي عصارة النبات ، ويستعمل لهذا الغرض نوع من المركبات يمتص في أجزاء النبات ويسرى في عصارته وتسمي بالسموم السارية في العصارة أو السموم الجهازية مثل مركبات الفسفور الجهازية التى تستخدم لقتل المَنّ والتربس والبق الدقيقي .

٢. أمكن استغلال الجهاز العصبي في قتل الحشرات باستخدام أنواع من المركبات تتميز بقدرتها علي النفاذ السريع خلال أنسجة الحشرة لتصل إلي جهازها العصبي ، وتسبب له الشلل فتؤدي في النهاية إلي قتل الحشرة ، وتسمي مثل هذه المواد (السموم بالملامسة) وتشمل المهلكات العضوية الطبيعية المستخرجة من النبات مثل البيرثرين ، وكذلك المهلكات العضوية المصنعة مثل مركبات الكلور العضوية .

٣. أما الجهاز التنفسي للحشرات فقد استغل لقتلها بطريقتين هما :

(أ) باستخدام مركبات تدخل الحشرة عن طريق الثغور التنفسية علي الحالة الغازية ، ويكون تأثيرها مصحوبا بتثبيط عمل الإنزيمات التى تساعد خلايا الجسم علي استعمال الهواء أى أنها تعيق التنفس ، وذلك مثل غاز حمض الايدروسيانيك وغاز الفوسفين الذى يستخدم في قتل الحشرات التى تصيب الحبوب المخزونة ومنتجاتها .

(ب) تغطية جسم الحشرة بغطاء رقيق من المادة المستخدمة بحيث يسد الثغور التنفسية فتموت الحشرة بالاختناق ، وذلك مثل (الزيوت المعدنية) التى تستخدم في مكافحة الحشرات القشرية .

٤. أما أجهزة التزاوج في الحشرات وما تفرزه الإناث من مواد جنسية للذكور فقد أمكن استغلالها في تحضير هذه الجاذبات الجنسية (الفرمونات) في صورة كبسولات تثبت في مصائد خاصة وعند انبعاث الرائحة منها تنجذب إليها الذكور بأعداد كبيرة فتسقط في المصائد وتموت ، وبذلك تختل النسبة بين الذكور والإناث أى تقل فرص التزاوج ووضع وإخصاب وفقس البيض.

البـــــاب الســـــادس

الإخراج وأعضاء الحس في الحشرات

أولا- الإخراج وأعضاء الإخراج

تكون الفضلات الناتجة عن عمليات التحويل الغذائى في الحشرة عديمة القيمة وضارة بها إذا تراكمت داخل جسمها ، لذلك يلزم طرد هذه المخلفات أولا بأول ، ويطلق علـــي هـــذه الظاهرة عملية الإخراج .

وأهم أعضاء الإخراج في الحشرات هي :

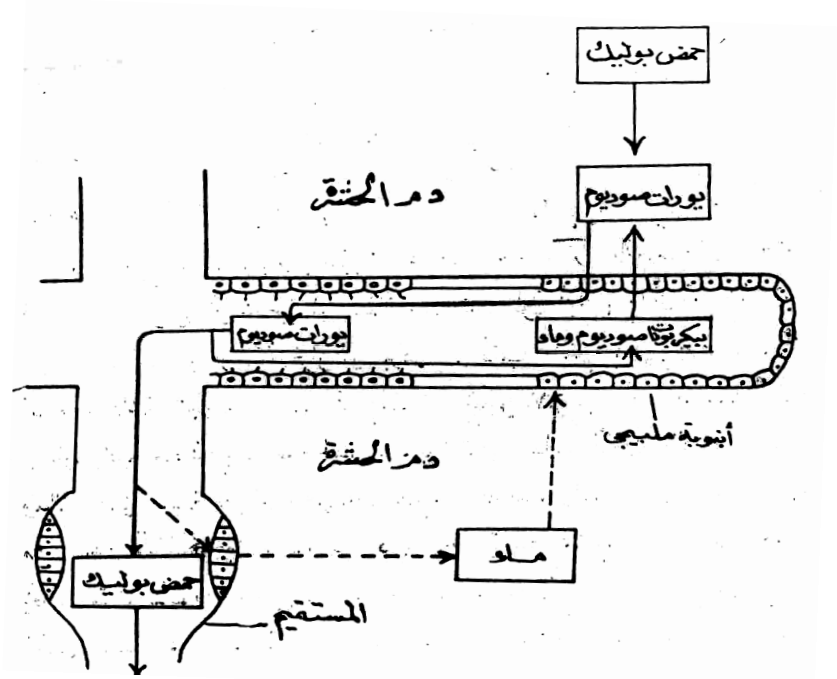
(١) أنابيب ملبيجي :

تعتبر أنابيب ملبيجي أهم أعضاء الإخراج في الحشرات وتتصل أنابيب ملبيجي بالقناة الهضمية عند منطقة التقاء المعدة بالقناة الهضمية الخلفية. وتقوم هذه الأنابيـــب باســـتخلاص المواد التالفة أو الزائدة عن حاجة الحشرة من الدم وتخرجها إلي القناة الهضـــمية. ويختلـــف شكل أنابيب ملبيجي باختلاف الحشرات وكذلك عددها وطولها ونجد أن أطراف أنابيب ملبيجي السائبة تكون مقفلة بينما طرفها الآخر فيصب في القناة الهضمية عند نقطة اتصـــال الأمعـــاء الوسطي بالخلفية.

وتقوم أنابيب ملبيجي باستخلاص أملاح حمض البوليك واليوريا من جسم الحشرة كما يلى:

تتلخص وظيفة أنابيب ملبيجي ، كما يتضح في شكل (٣٢) في طرد حمض البوليـــك uric acid من الحشرة بنفس الوسيلة التى تحدث في الفقريات غالبا ، أى في دورة مائية وفي وجود بعض الأملاح القاعدية للصوديوم والبوتاسيوم بدم الحشرة. تتحد هذه الأمـــلاح ، فـــي وجود الماء ، مع حمض البوليك الوارد إلي الدم من الأنسجة المختلفة ، إثر عملية التحويـــل الغذائى ، فتتكون يورات الصوديوم والبوتاسيوم. ويأخذ الدم دورته حول أنابيب ملبيجي حاملا هذه الأملاح . تمتص خلايا النصف الطرفى لأنبوبة ملبيجي هذه الأمـــلاح لتفرزهـــا داخـــل تجويف الأنبوبة ، وعندما تصل يورات الصوديوم والبوتاسيوم ، ذائبة في الماء ، إلي فـــراغ الجزء القاعدي لأنبوبة ملبيجي ، تدفعها الخلايا الهدبية المبطنة لجداره نحو قاعدة الأنبوبـــة ، وفي أثناء ذلك تستخلص من محلول هذه الأملاح الصوديوم والبوتاسيوم في صورة بيكربونات ، كما تستخلص الماء أيضا ، فيتبقى حمض البوليك ، أو اليوريا ، في صورة بللورات تطرد إلي القناة الهضمية الخلفية لإخراجها عن طريقة فتحة الشرج. ويعود الماء ذائباً فيه بيكربونات

الصوديوم أو البوتاسيوم إلي الجزء الطرفى لأنبوبة ملبيجي حيث تمتصها خلاياه ، وتفرزهـا في الدم لتتحد ثانية مع حمض البوليك ، وتعاد الدورة.



شكل (٣٢): طريقة إخراج المواد الأزوتية التالفة بواسطة أنبوبة ملبيجي . يسترجع الماء إلي الحشرة عن طريق قاعدة أنبوبة ملبيجي (خط غير متقطع) أو عن طريق المستقيم (خط متقطع). تشير الأسهم إلي الدورة المائية التى يتم بواسطتها عملية الإخراج .

(٢) الجسم الدهني:

وهو عبارة عن كتل من الخلايا توجد حول القناة الهضمية أو تحت جدار الجسم وهي ذات أشكال مختلفة. ولقد وجد أنه في بعض أنواع الحشرات الحرشفية الأجنحة أن هذه الأجسام الدهنية تقوم بتخزين اليوريا وذلك في أثناء طورى اليرقة والعذراء وعند وصول الحشرة إلي الطور الكامل يتم التخلص من هذه المواد عن طريق القناة الهضمية.

(٣) خلايا نفروسيتس:

وهي عبارة عن خلايا ذات نواتين توجد غالبا علي جانبى القلب. وهذه الخلايا لها القدرة علي امتصاص المواد الأزوتية التالفة من الدم وتخزينها في سيتوبلازمها ثم تتخلص الحشرة منها أثناء عملية الانسلاخ.

(٤) جدار الجسم:

في جدار جسم بعض الحشرات مثل حشرات حرشفية الأجنحة يخزن فيها جزء كبير من المواد المتخلفة من عملية التمثيل الغذائى كحمض البوليك وأملاحه .

ثانيا- أعضاء الحس في الحشرات Sensory Organs :

الحشرة كأى كائن حي يتفاعل مع البيئة من حوله ، فهي تستطيع أن ترى ولكن في حدود تختلف من حشرة إلي أخرى كما تتمتع الحشرة بحواس اللمس والشم والتذوق ، وسنعرض فيما يلي أهم أعضاء الحس في الحشرات:

١- **أعضاء اللمس:** أبسط أنواع هذه الأعضاء هي الشعرات الحسية الموجودة علي أجزاء الجسم المختلفة مثل قرون الاستشعار وأجزاء الفم والصدر والأجنحة والأرجل وألة السفاد والمجسات الشرجية.

٢- **أعضاء الشم :** توجد أعضاء الشم بكثرة علي قرون الاستشعار وأحيانا علي الملامس الفكية والشفوية وكذلك المجسات الشرجية.

٣- **أعضاء التذوق :** وتوجد في الحشرات ذات أجزاء الفم القارض حول الفم علي الغشاء المبطن لسقف الحلق ، وفي الحشرات الحرشفية الأجنحة علي قاع البلعوم وفي الحشرات النصفية الأجنحة علي سقف قناة البلعوم.

٤- **أعضاء السمع:** ويوجد منها أعضاء بسيطة يتركب كل منها من خلية حساسة واحدة أو أكثر. توجد هذه الأعضاء في يرقات الحشرات علي جانبى كل من الحلقات السبع أو الثماني البطنية الأولى أما في الحشرات الكاملة فتوجد هذه الأعضاء البسيطة علي قرون الاستشعار والأجنحة والأرجل ودبوسا التوازن .

٥- **أعضاء جونستون:** يتكون من عدد كبير من الخلايا الحساسة علي شكل عقد ويوجد عضو جونستون علي الحلقة الثانية من قرون الاستشعار وهو منتشر في الحشرات علاوة علي وجود الأعضاء البسيطة علي باقى حلقات قرون الاستشعار .

الأذن ذات الطبلة : وتوجد واضحة علي جانبى الحلقة البطنية الأولى للجراد ، وتتكون الأذن من مجموعة أو أكثر من الخلايا الحبلية تتصل بالخارج بطبلة وهي عبارة عن غشاء رقيق قابل للتذبذب بواسطة تموجات الهواء ويحيط بها حلقة سميكة من الكيوتيكل وتتصل بالداخل بعصب سمعي.

٦- **أعضاء البصر:** يوجد نوعان من الأعين في الحشرات أعين بسيطة Ocelli وأعين مركبة Compound eyes ونجد أن بعض الحشرات مثل الجراد تمتلك نوعي الأعين ، كما قد تختفى الأعين البسيطة كما في الصرصور. وتوجد الأعين البسيطة عادة في اليرقات حيث لا يوجد بها أعين مركبة.

التدريبات العملية

علي الباب الخامس والسادس

تشريح الصرصور لفحص الأجهزة الداخلية

١. قص أرجل وأجنحة الصرصور المعطي لك من عند منطقة اتصالها بالصدر مستعينا بمقص تشريح له سن مدبب. ثبت الصرصور في طبق تشريح وظهره لأعلي ثم ثبته بدبوسين أحدهما في منطقة الرأس ثم شد جسم الصرصور للخلف وثبته بالدبوس الثاني بغرسه في نهاية البطن. لاحظ أن تكون الدبابيس مغروسة بزاوية مائلة للخارج. بعد تثبيت الصرصور تتبع الخطوات التالية لدراسة الأجهزة المختلفة لجسم الحشرة :

أولا- الجهاز الدورى The Circulatory system:

لاحظ أن الجهاز الدورى يمكن مشاهدته من خلال ترجات الجسم قبل عملية التشريح حيث يظهر ممتدا في وسط السطح الظهرى حيث أن وضع القلب في الحشرات ظهرى Dorsal لاحظ أن القلب في الحشرة عبارة عن مجموعة من الحجرات chambers يتصل بها أنبوبة ضيقة يمر فيها الدم أيضا إلي الأمام وتصب في الرأس وتسمي هذه الأنبوبة بالأورطة aorta.

بعد مشاهدتك للوعاء الدموي الظهرى للصرصور (القلب والأورطة) اغمر جسم الصرصور (الذى سبق تثبيته بالدبوسين) تماما بالماء استعمل مقص تشريح ذو سلاح رفيع وملقط ذو طرف مدبب في تشريح الصرصور مستعينا أيضا بمشرط ذو حافة حادة ويتم ذلك بنزع الترجات الواحدة تلو الأخرى من الخلف إلي الأمام بعد قص غشاء البلورا من الجانبين بالمقص ثم انزع الترجة برفعها بالملقط واستعمال المشرط مع ملاحظة الحرص حتى لا يحدث إيذاء للأحشاء الداخلية. بعد نزع ترجات البطن كلها تظهر الأحشاء الداخلية كلها محاطة كما يشاهد سابحا في فراغ جسم الحشرة الجسم الدهني Fat body محيط بالأحشاء الداخلية .

ثانيا- الجهاز التنفسى The Respiratory system :

لاحظ وجود قصبتين هوائيتين علي جانبى الوعاء الظهرى ولونهما فضى ، لاحظ أن القصبات الهوائية بالحشرة Tracheae تتفرع إلي قصبات أصغر فأصغر حتى تصل إلي

قصبات هوائية دقيقة تسمي القصيبات الهوائية tracheoles التى تحاط بدم الحشرة. اقطع إحدي القصبات الهوائية وضعها علي شريحة زجاجية نظيفة في نقطة جليسرين ، وافحصها تحت الميكروسكوب ، ستجد أنه يوجد بداخلها حلزون شيتيني يسمي Taenidia.

لاحظ أيضا أن القصبات الهوائية تفتح للخارج علي جانبى جسم الحشرة بأزواج الثغور التنفسية ، عد أزواج الثغور التنفسية في الصرصور ستجد أنها عشر أزواج ، زوجين علي الصدر وثمانية أزواج علي الثمان حلقات البطنية الأولى .

ثالثا- الجهاز الهضمي The Digestive system :

استعمل فرشة رفيعة ناعمة وملقط تشريح لإزالة الوعاء الظهرى والجسم الدهني فيظهر أمامك الجهاز الهضمي ممتداً بطول الحشرة ، ارسم الجهاز الهضمي في الصرصور مع ملاحظة أنه يتكون من الأجزاء الأتية .

١) **القناة الهضمية الأمامية Fore-gut:** وتتكون من البلعوم وهو قصير ويصعب مشاهدته ، والمرئ الذى يتسع تدريجيا ليتصل بالحويصلة وتتصل الحوصلة بجزء شيتيني كمثرى الشكل مزود بستة أسنان قوية هي القونصة .

٢) **القناة الهضمية الوسطية Mid-gut:** وهي جزئ أنبوبى قصير يحمل في مقدمته عددا من الزوائد ذات الأطراف السائبة تسمي الأنابيب الأعورية .

٣) **القناة الهضمية الخلفية Hind-gut:** وتتكون من ثلاثة أجزاء هي الأمعاء الدقيقة تحمل في طرفها العلوي مجموعة من الأنابيب الضيقة السائبة الطرف هي أنابيب ملبيجي والأمعاء الغليظة (القولون) ثم المستقيم ينتهي المستقيم بفتحة الشرج.

ارسم مع كتابة الأجزاء علي الرسم الجهاز الهضمي في الصرصور في كراستك العملي .

رابعا- الجهاز العصبي The nervous system:

بعد دراستك للجهاز الهضمي للصرصور تخلص من القناة الهضمية بقطعها مستعملا مقص التشريح من مبدئها عند المرئ ومن عند نهاية المستقيم ثم أزلها مستعملا إبرة تشريح وفرشة رقيقة. تخلص مستعملا مقص دقيق من الدرقة والجزء الأمامي من الجبهة وقمة الرأس فيظهر لك بوضوح الجهاز العصبي المركزي الذى يتكون من المخ وعقدة تحت المرئ والحبل العصبي البطني. لاحظ أن الحبل العصبي البطني يحمل ثلاث عقد عصبية صدرية (عقدة في كل حلقة من حلقات الصدر) ثم ست عقد عصبية بطنية موجودة داخل الست حلقات البطنية الأولى ترتبط العقد العصبية ببعضها بروابط طولية . لاحظ الأعصاب التى تخرج من العقد العصبية .

تذكر أن

- الحشرة حيوان مفصلى الأرجل يغطي جسمها هيكل خارجي صلب يتكون هذا الهيكل من ثلاث طبقات هي الكيوتيكل – البشرة الداخلية – الغشاء القاعدي ويتكون جسم الحشرة من ثلاث مناطق هي الرأس – الصدر – البطن .
- **الـــرأس:** هو المنطقة الأولى من مناطق الجسم في الحشرات ، تذكر وضع الرأس بالنسبة لجسم الحشرة سنجد أنها إما من النوع ذو الأجزاء الفم السفلية ، أو الأمامية أو أجزاء الفم المائلة .
- **ويحمل الرأس:**

١. **زوجا من الأعين المركبة** بالإضافة إلي أعين بسيطة
٢. **زوجا من قرون الاستشعار:** والتى تختلف كثيراً في الحجـــم والتركيـــب تبعـــا للأنـــواع المختلفة كما تستعمل في علم التصنيف ولها وظائف عدة منها حســـية كـــاللمس والشـــم والسمع . (ويتركب قرن الاستشعار من ثلاثة أجزاء هي الأصل والعذق والشروخ) كمـــا يختلف أيضا شكله فقد يكون (شعرى – خيطي – عقدي – صولجانى – رأسى – ورقـــى – منشارى – مشطي – مشطى مضاعف – ريشي – أريستي – مخرازى – مرفقـــى – مرفقي صولجانى) كما يمكن التمييز بين الذكور والإناث في الحشرات بواســـطة قـــرون الاستشعار فيما يعرف بالفروق الجنسية بقرون الاستشعار .
٣. **أجزاء الفم:** تحمل الرأس في الحشرات أجزاء الفم التى تتكون في حالة اكتمالهـــا مـــن : الشفة العليا – الشفة السفلي – الفكين العلويين – الفكيين السفليين – اللسان وتتحور أجزاء الفم في الحشرات وفقا لنوع الغذاء الذى تتناوله الحشرة لتأخذ أحد الأشكال الأتية (قارض – لاعق – قارض لاعق – ثاقب ماص – ماص – قـــارض فـــي اليرقـــات – مفتـــرس بالامتصاص – مفترس بالقرض) كما أن هناك علاقة شديدة بين طريقة تغذيـــة الحشـــرة وأجزاء الفم فيها واختيار السم اللازم لقتلها .

- **الصـــدر:** يقع الصدر في الحشرات بين الرأس والبطن حيث يلي الرأس مباشرة . ويتكون من ثلاث حلقات ، تحمل الزوائد التالية:

١. **ثلاثة أزواج من الأرجل المفصلية ...** وتتركب الرجل أساسا: من الحرقفة – المـــدور – الفخذ – الساق – الرسغ والرسغ الأقصى . وتأخذ الأرجل في الحشرات أشكالا متباينـــة تبعا لطبيعية معيشة هذه الحشرات واستعمالاتها المختلفة لهذه الأرجل مثـــل (المشـــى أو الجرى – الحفر – القنص – القفز – العوم – الجمع – التعلق – التنظيف – أرجل السير علي السطوح الناعمة) .

٢. **زوج أو زوجين من الأجنحة:** يتصل الزوج الأول من الأجنحة بالحلقة الصدرية الثانية والزوج الثانى بالحلقة الثالثة – والوظيفة الأساسية للأجنحة هي الطيران وكذلك حماية الجسم . ويتكون الجناح من طبقتين رقيقتين توجد بينهما العروق والقصبات الهوائية والأعصاب والجناح مثلث الشكل ذو ثلاثة حواف أمامية وخارجية وداخلية . تتحور الأجنحة باختلاف الحشرات لتأخذ الأشكال الأتية : (جلدي – غمدي – غشائى – حرشفي – نصفي – هدبى – دبوسا التوازن) .

مما سبق يعتبر الصدر منطقة اتزان الحشرة وكذلك منطقة الحركة بما تحمله من أرجل وأجنحة .

- **البطن:** هي المنطقة الثالثة من مناطق الجسم بعد الصدر – وتتكون البطن أصلا في الحشرات من (١١) حلقة ترى بوضوح في الجنين ولكنها لم تظهر بالكامل غالبا في الحشرة الكاملة بسبب اندماج بعضها مع بعض أثناء التكوين وخاصة الحلقات الأخيرة وتحمل البطن الزوائد التالية :

١. **زوائد تناسلية مثل :**

(أ) ألة السفاد في الذكر (وتمثل زوائد الحلقة التاسعة) وتتركب من القضيب والمقابض التى يستعملها الذكر للقبض علي الأنثى أثناء التزاوج .

(ب) ألة وضع البيض في الأنثى (وتمثل زوائد الحلقتين ٨ ، ٩) ويختلف طولها وحجمها باختلاف الحشرات ، كما تتحور إلي ألة للسع أو للوخر أو للحفر .

٢. **زوائد لا تناسلية:** وهى القرون الشرجية (وتمثل زوائد الحلقة الحادية عشر) وقد تكون : (طويلة مقسمة – طويلة غير مقسمة – قصير مقسمة – قصيرة غير مقسمة – متحورة إلي ملاقط – متحورة إلي خياشيم تنفسية) .

- **الأجهزة الداخلة للحشرة:** يحتوي جسم الحشرة رغم صغره علي جميع الأجهزة والأعضاء التى تقوم بجميع وظائف الحياة من هذه الأجهزة :

(١) **الجهاز الهضمي:** يتألف الجهاز الهضمي من القناة الهضمية والغدد الملحقة .

(أ) **القناة الهضمية:** قناة تبدأ بفتحة الفم وتنتهي بفتحة الشرج وتتميز إلي ثلاثة أقسام هي:

١. **المعى الأمامى:** الفم – البلعوم – المرئ – الحوصلة – القانصة

٢. **المعى الوسطي (المعدة):** يختلف تركيبها من ناحية الشكل والسعة في الحشرات المختلفة حيث تأخذ شكل الكيس في بعض الحشرات بينما تكون أنبوبية التركيب ملتوية في حشرات أخرى . في كثير من الحشرات تزداد المسافة السطحية للقناة الوسطي بوجود الزوائد الأعورية ، والوظيفة الأساسية للمعدة هي إفراز العصارات الهاضمة التى تساعد علي هضم الغذاء كما أنها تقوم بعملية الامتصاص .

٣. **المعى الخلفية:** الأمعاء الدقيقة – الأمعاء الغليظة (القولون) – المستقيم .

(ب) ملحقات القناة الهضمية: يشتمل الجهاز الهضمي أيضا علي الغدد اللعابية (علي جانبى المرئ) وتقوم بإفراز اللعاب الذى يعمل علي ترطيب الفم وتنظيفه كما يحتوي علي إنزيمات هاضمة ، أنابيب ملبيجي (عند بداية القناة الهضمية الخلفية) وهي تقوم باستخلاص المواد البولية وإفرازها في القناة الهضمية الخلفية .

(٢) الجهاز الدورى: الجهاز الدورى في الحشرات من النوع المفتوح أى أن الدم يملأ فراغ الجسم حيث لا توجد أوعية دموية سوى وعاء واحد الذى يشمل القلب والأورطة بطول جسم الحشرة فوق الجهاز الهضمي مبتدءاً من قرب نهاية بطن الحشرة ومنتهيا عند منطقة الرأس وهذا الوعاء يضغط الدم للأمام في اتجاه الرأس .

(٣) الجهاز التنفسي: يبدأ بفتحات تنفسية (ثغور) علي منطقتي الصدر والبطن (النموذجي – زوجين في منطقة الصدر وثمانية أزواج في منطقة البطن) تؤدي الثغور إلي قصبات هوائية مفتوحة دائما لما بها من تغليظ حلزوني، كما تتفرع إلي فريعات أصغر فأصغر حتى تصل إلي كل أنسجة الجسم وتوصل الأكسجين .

(٤) الجهاز العصبي: هو حلقة الاتصال بين أعضاء الحس وأجهزة الجسم المختلفة وكذلك بين الحشرة والوسط المحيط بها، وبذلك يضمن لحياتها وعملياتها الحيوية صفة الانضباط والانتظام ويتكون من :

(أ) الجهاز العصبي المركزي:

- **المخ :** وتخرج منه أعصاب للسيطرة علي حركة الأعين – قرون الاستشعار والشفة العليا .
- **عقدة تحت المرئ:** وتخرج منها أعصاب للسيطرة علي حركة الفكوك العليا والسفلي – والشفة السفلي.
- **الحبل العصبي:** وهو عبارة عن مجموعة من العقد العصبية الصدرية التى يخرج منها أعصاب تسيطر علي حركة الأرجل والأجنحة أما العقد البطنية تخرج منها أعصاب تنبه أجزاء الجهاز الهضمي (المعي الخلفية) الثغور التنفسية البطنية وكذلك الجهاز التناسلي .

(ب) الجهاز العصبي الحشوي : يخرج منه أعصاب كثيرة تعمل علي تنبيه الأحشاء الداخلية في الأمعاء الأمامية والوسطي وكذلك القلب ويتكون هذا الجهاز من العقدة الأمامية (فوق المرئ) – العقدة الوسطية – العقدة الخلفية (عقدة المعدة) .

(٥) الجهاز العضلي : تذكر أن العضلات في الحشرات تستعمل في تحريك الأطراف والأحشاء الداخلية .. وعضلات الحشرات عديدة يصل عددها حوالى (١٠) أضعاف عدد العضلات في جسم الإنسان .

(٦) الجهاز التناسلى :

- **في الذكر :** الخصيتان – وعاءان ناقلان بكل وعاء حويصلة منوية – قناة قاذفة – غدد إضافية .
- **في الأنثى :** المبيضان – قناتا المبيض – قناة المبيض المشتركة – قابلة منوية – غدد إضافية .
- **التلقيح:** يختلف توقيت حدوثه وعدد مراته وطريقته باختلاف الحشرات .
- **الإخصاب:** يختلف توقيته باختلاف الحشرات .

- وبدراسة الأجهزة السابقة أمكن الاستفادة من تركيبها في كيفية معاملة الحشرات بالمبيدات المختلفة لمكافحتها مثل :

١. استخدام السموم المعدية لقتل الحشرات ذات الفم القارض واستخدام السموم الجهازية لقتل الحشرات ذات الفم الثاقب الماص عن طريق الجهاز الهضمي .
٢. استخدام السموم بالملامسة لقتل الحشرات عن طريق الجهاز العصبي .
٣. استخدام الغازات والزيوت المعدنية لقتل الحشرات عن طريق الجهاز التنفسي .
٤. استخدام الفرمونات الجنسية لصيد الذكور وقتلها فتقل فرص التزاوج ويقل بالتالى تعداد الحشرات .

الإخراج في الحشرات :

- تقوم الحشرة بالتخلص من مخلفات التمثيل الغذائى مثل اليوريا وحمص البوليك وثاني أكسيد الكربون حيث أن تراكمها داخل جسم الحشرة يضر بها ويؤدي إلي موتها .
- **وأهم أعضاء الإخراج في الحشرات** هي أنابيب ملبيجي والجسم الدهني وخلايا نفروسايتس وجدار جسم الحشرة .

– **أعضاء الحس في الحشرات:** الحشرة كأى كائن حي يتفاعل مع البيئة من حوله. حيث تتمتع الحشرة بحواس اللمس والشم والتذوق .

– **وأهم أعضاء الحس في الحشرات هي :** أعضاء اللمس – أعضاء الشم – أعضاء التذوق – أعضاء السمع – أعضاء البصر.

تقويـــم الوحدة الثانية

(أ) أجب عن الأسئلة التالية:

١. "يلعب جدار جسم الحشرة دوراً هاماً لحمايتها" ..... وضح أهميـــة جـــدار الجســـم للحشرة مع رسم شكلا يبين تركيب الأجزاء الرئيسية المكونة له؟

٢. " جسم الحشرة مقسم إلي حلقات تتجمع معا مكونة ثلاث مناطق مميزة في الحشرة" اذكر هذه المناطق ... ثم اذكر الأوضاع المختلفة للرأس بالنسبة لجسم الحشرة؟

٣. **اذكر فقط** .. الأشكال المختلفة لقرون الاستشعار في الحشرات وما هي وظائفها ؟

٤. تكلم عن تركيب الرجل النموذجية في الحشرات مع الرسم ومـــا الفـــرق بـــين الأرجـــل الصدرية والبطنية في يرقات الحشرات؟

٥. "تتحور أجزاء الفم في الحشرات وفقا لنوع الغذاء الذى تتناوله الحشرة..." وضح ذلك وما هي أنواع أجزاء الفم في الحشرات – اذكر مثالا لكل منها؟

٦. ماذا تحمل الحلقات الصدرية في الحشرات .. ثم اذكر ما تحمله الحلقة الصدرية الأولـــى من أسفل في كلا من: الحفار – فرس النبى – الصرصور الأمريكي – وماذا تحمل الحلقة الصدرية الثالثة من أعلى في الحشرات الأتية: شغالة نحل العسل – الذبابة المنزلية؟

٧. كيف تتمكن الذبابة المنزلية من السير علي الأسطح الناعمة ، أو الســـير مقلوبـــة علـــي الأسقف بسهولة؟

٨. تكلم باختصار عن العلاقة بين نوع أجزاء الفم واختيار المبيد الملائم لقتل الحشرة ؟

٩. اذكر الأشكال المختلفة لزوائد الحلقة البطنية الحادية عشرة في ذكر وأنثى الحشرات مـــع ذكر أمثلة للحشرات التى توجد بها ؟

١٠. **ما وظيفة كلا مما يأتي في أجهزة الحشرات :** الحوصلة – القونصـــة – المعـــدة – غرفة الترشيح – حلمات المستقيم – اللعاب في الحشرات التى تتغذى علي الدم – القابلـــة المنوية في الأنثى – الغدد الإضافية في الذكر والأنثى .

١١. **اكتب باختصار عن :**

أ) ميكانيكية عمل أنابيب ملبيجي .

ب) الجهاز العضلي في الحشرات.

جـــ) طرق التنفس في الحشرات المائية والحشرات المتطفلة.

د) أعضاء الحس في الحشرات .

هـ) العلاقة بين دراسة أجهزة الحشرة وطريقة مكافحتها .

و) الفرق بين التلقيح والإخصاب في الحشرات .

(ب) أكمل العبارات التالية :

١. جدار جسم الحشرة يتكون من ثلاث طبقات هي :..... ، ..... ، .....

٢. ..... هي أولى مناطق جسم الحشرة ، وتحمل الزوائد التالية:

١- ..... ٢- ..... ٣-.....

٣. يوجد علي جانبى رأس الحشرة الكاملة زوجاً من ..... وظيفتها الإبصار ، ويتركب كل منها من عدد كبير من .....

٤. يوجد بين الأعين المركبة في الحشرة الكاملة عدد من ..... وظيفتها .....

٥. عند إظلام حجرة بها ذباب ، فإنه يجد طريقة للخارج بمساعدة الأعين .....

٦. ..... هو ثاني مناطق جسم الحشرة بعد الرأس ويحمل الزوائد التالية :

١- ..... ٢- .....

٧. يتركب قرن الاستشعار في الحشرات من ثلاثة أجزاء هي ..... و..... و.....

٨. يتكون الفم في الحشرات من :

١- .....٢-.....٣-.....٤-.....٥-.....

٩. ..... هي أقوى وأهم أجزاء الفم القارض ، أما فى الفم ..... فإنها لا توجد لعدم أهميتها .

١٠. تثقب حشرة المَنّ الأجزاء الخضراء الغضة في النبات ثم تمتص العصارة بواسطة أجزاء فمها .....

١١. أولى مناطق الرجل في الحشرة من جهة الصدر هي ..... وأخرها .....

١٢. تتحور الرجل الأمامية في الحشرات كما فى ..... ، ..... ، ..... كما تتحور الرجل الخلفية أحيانا كما في حشـــرة ..... ، ..... ، .....

١٣. الزوج الأول من أجنحة الحشرات يخرج من الحلقة الصدرية ..... أمـــا الزوج الثاني فيخرج من .....

١٤. تحمل الثماني حلقات الأولـــى مـــن بطـــن الحشـــرة ..... أزواج مـــن ..... بمعدل زوج منها على جانبى كل حلقة .

١٥. زوائد الحلقتين ٨ ، ٩ في بطن أنثى الحشرات تمثل ..... أمـــا زوائـــد الحلقة البطنية ٩ في ذكور الحشرات فإنها تمثل .....

١٦. تنقسم القناة الهضمية في الحشـــرات إلـــي ثلاثـــة أقســـام هـــي ..... و..... و.....

١٧. تتكون القناة الهضمية في الحشرات من أنبوبة تبدأ بـــ ..... وتنتهي بـــ ..... ويخزن الغذاء في الجهاز الهضمي للحشرات في .....

١٨. القونصة في الحشرات عضو عضلي يحتوي علي ..... (في الحشرات التى تتغذى علي مواد صلبة) . وتخرج ..... من المعدة عنـــد اتصـــالها بالقونصة في الحشرات وهي تساعد في عملية .....

١٩. يملأ الدم ..... الجسم في الحشرات حيث لا توجد أوعية دموية ســـوي وعاء دموي واحد يضغط الدم للأمام في اتجاه الرأس والذى يشـــمل ..... و.....

٢٠. يتم التنفس في الحشرات المائية عن طريـــق ..... ، ..... ، ..... ، ..... أما الحشرات المتطفلة داخليا فتتنفس عن طريـــق ..... ، ..... ، ..... ، .....

٢١. يتركب الجهاز العصبي في الحشرات من :

١- ..... ٢- ..... ٣- ..... ٤-.....

٢٢. يتكون الجهاز التناسلي في ذكر الحشرات من:

١- ..... ٢- ..... ٣- ..... ٤-.....

٢٣. يتكون الجهاز التناسلي في أنثى الحشرات من:

١- ..... ٢- ..... ٣- ..... ٤-.....

٢٤. أهم أعضاء الإخراج في الحشرات هي :

١- ..... ٢- ..... ٣- ..... ٤-.....

٢٥. أهم أعضاء الحس في الحشرات هي :

١- ..... ٢- ..... ٣- ..... ٤-.....

(جـ) ضع علامة (√) أو (×) أمام كل عبارة من العبارات التالية مع تصحيح الخطأ:

١. الحشرات حيوانات لافقارية ذات دم حار. ( )

٢. للحشرة هيكل خارجي صلب يتكون من ثلاث طبقات . ( )

٣. تحمل رأس الحشرة أجزاء الفم وقرون الاستشعار فقط . ( )

٤. يتركب قرن الاستشعار من الأصل والعذق والشمروخ . ( )

٥. أجزاء الفم تتركب أصلا في الحشرات من : الشفة العليا والشفة السفلي والفكين العلويين . ( )

٦. يختلف تركيب وشكل أجزاء الفم في الحشرات باختلاف طبيعة ونوع الغذاء الذى تتناوله الحشرة . ( )

٧. هناك علاقة بين نوع أجزاء الفم واختيار السم المناسب لقتل الحشرة. ( )

٨. يتركب الصدر في الحشرات من ثلاث حلقات تحمل ثلاث أزواج من الأرجل المفصلية. ( )

٩. تحمل الحشرات الكاملة ومعظم اليرقات ثلاثة أزواج من الأرجل الصدرية وتتركب الرجل من الحرقفة والفخذ والساق . ( )

١٠. تتحور الأرجل في الحشرات إلي أشكال مختلفة لكى تلائم بيئتها وطريقة معيشتها . ( )

١١. يوجد للحشرات الكاملة زوجان من الأجنحة وقد يوجد زوج واحد وهناك حشرات غير مجنحة . ( )

١٢. تتكون البطن أصلا في الحشرات من ١١ حلقة وتحمل زوائد تناسلية ولا تناسلية . ( )

١٣. الجهاز الدورى في الحشرات من النوع المفتوح . ( )

١٤. بعض الحشرات المائية تتنفس عن طريق الخياشيم وبعضها عن طريق ثقب النباتات المائية . ( )

١٥. الوحدة الأساسية للنسيج العصبي هي المخ . ( )

١٦. عدد العضلات الموجودة في جسم الحشرة أضعاف عدد العضلات الموجودة في جسم الإنسان . ( )

١٧. التلقيح لكي يحدث لابد أن يلتقي الذكر بالأنثى أما الإخصاب فقد لا يحدث إلا بعد وقت طويل من انتهاء التلقيح. ( )

١٨. تقوم الحشرة بالتخلص من مخلفات التمثيل الغذائى الضارة عن طريق فتحة الأست . ( )

١٩. تتمتع الحشرة بمجموعة من الحواس مثل اللمس – الشم – التذوق – السمع – الإبصار . ( )

(د) ارسم فقط رسما تخطيطا مع كتابة البيانات علي الرسم لكل مما يأتي :

١. تركيب جدار الجسم في الحشرات .

٢. أوضاع الرأس في الحشرات .

٣. قرون الاستشعار التالية الشعرى – الصولجاني – المشطي – المرفق الصولجانى – المنشارى .

٤. أجزاء الفم في حشرة قارضة وأخرى ثاقبة ماصة – وأخرى مفترسة بالامتصاص .

٥. التركيب النموذجي لرجل حشرة .

٦. التحورات المختلفة لأرجل الحشرات .

٧. ألة السفاد في الذكر وألة وضع البيض في الأنثي .

٨. الأشكال المختلفة للقرون الشرجية في الحشرات .

٩. الجهاز الهضمي في حشرة قارضة.

١٠. الجهاز التنفسي في الحشرات .

١١. الجهاز التناسلي في ذكور وإناث الحشرات .

الوحدة الثالثة

التكاثر والتشكل في الحشرات

أهداف تدريس الوحدة:

١- تعريف الطالب بالطرق المختلفة للتكاثر في الحشرات.

٢- إكساب الطالب القدرة علي تقسيم الحشرات حسب أنواع تشكلها.

الباب الأول : التكاثر في الحشرات

الباب الثاني : التشكل

الباب الثالث : الانسلاخ والسكون في الحشرات

الباب الأول

التكاثر في الحشرات *Reproduction in insects*

التكاثر هو إنتاج أفراد جديدة ، والجهاز التناسلي هو المسئول عن عملية التكاثر.

- طرق التكاثر Types of Reproduction

تتكاثر الحشرات إما بوضع البيض (Oviparity) ، أو عن طريق ولادة الأحياء (Viviparity). وتمارس الحشرات أحد أنواع التكاثر الآتية:

١- التكاثر الجنسي Sexual reproduction

أولي خطوات هذا النوع من التكاثر هي التزاوج Mating وهي العملية التي يدفع فيها الذكر حيواناته المنوية علي أو داخل الفتحة التناسلية للأنثي. ثم يلي التزاوج عملية الإخصاب أي الالتقاء الناجح بين الحيوان المنوي والبويضة وبعد هذا الإخصاب قد تكون الأنثى:

أولا: أنثى واضعة بيض Oviparous

أغلب الحشرات بياضة **Oviparous** ، أي تضع بيضا إلا أن أنواعها المختلفة توضح اختلافا كبيرا في عادات وضع البيض. ولكل أنثي مدي معين من حيث كمية البيض التي تضعها. وعادة ما تضع أنثي الحشرة بيضها في مكان فيه تستطيع اليرقات أو الحوريات التي تفقس من هذا البيض أن تجد الغذاء أقرب ما يكون لها.

ثانيا: أنثي ولودة Viviparous (ظاهرة ولادة أحياء Viviparity)

قد يخصب بيض الحشرات أثناء وجوده في المبيض أو في الجزء العلوي من قناة المبيض وفي بعض الأجناس يحتفظ بالبيض داخل جسم الأنثى لفترة قبل وضعه. ونتيجة لذلك يبدأ مراحل النمو الجنيني بالبيض أثناء وجوده بجسم الأنثي.

أ- الولادة البيضية:

في كثير من الأجناس يحتجز البيض في القناة التناسلية إلي وقت قريب من فقس البيض قبل وضعه مباشرة أو أثناء وضعه. وفي هذه الحالة توجد جميع العناصر الغذائية ضمن محتويات البيضة ولا تنشأ أعضاء خاصة لتغذية الجنين.

ب- ولادة أحياء:

في بعض الحشرات التي تحتفظ بالبيض في جسمها بعد الإخصاب يتغذى الجنين مباشرة من الحشرة الأم وذلك بالإضافة إلي أو بدل من مح البيضة. هذه الحشرات تعتبر الحشرات الولودة الحقيقية وتحدث بعض التحورات التشريحية في الأم أو في البيضة لتسهيل انتقال العناصر الغذائية. كما تضع بعض إناث المَنّ التي تتوالد عذريا (بكريا) أي بدون أن يلقحها ذكر، حوريات في العمر الأول تتكافأ في درجة نموها مع الحورية الأولي الناتجة من بيض وضعته إناث أخري من نفس النوع.

٢- التكاثر البكري Parthenogenesis:

وفيه تتكاثر الحشرات وتضع الإناث بيضا بدون عملية التزاوج ، أو بدون إخصاب في الأنثي التي تزاوجت (مثل ملكة النحل) حيث يفقس هذا البيض الغير مخصب وتخرج منه أفراد صغيرة- وفي هذه الحالة تكون الأنثي قادرة علي وضع البيض وإنتاج أفاد جديدة بدون حاجة إلي الذكر وبالتالي يكون الضرر والخسارة الناتجة عن مثل هذه الحشرات كبيرا.

وينقسم التكاثر البكري إلي أنواع منها:

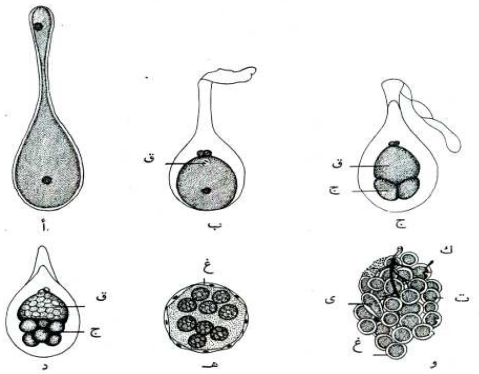
١- **التكاثر البكري الدائم أو المستمر Permanent:** حيث نجد أنه في نحل العسل علي سبيل المثال أن البيضة المخصبة التي تضعها الملكة ينتج عنها ملكة أو شغالة بينما البيضة الغير مخصبة ينتج عنها ذكر .

٢- **التكاثر البكري المؤقت Sporadic:** تشاهد هذه الحالة في فراش دودة الحرير حيث يحدث من وقت لآخر وبدون نظام أن الإناث لا يلقحها الذكر رغم وجودة وتضع بيضا غير مخصب يفقس إلي يرقات أي أن الإناث تتكاثر من وقت لآخر تكاثر بكريا مؤقتا.

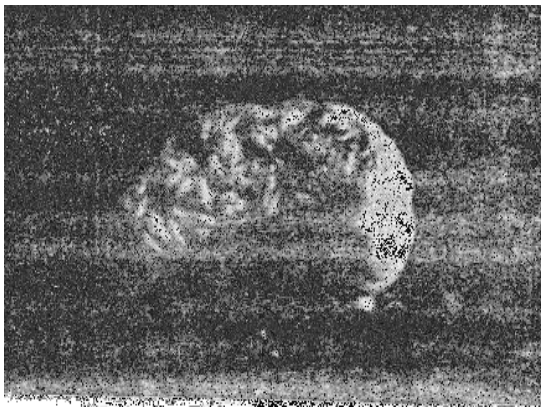
٣- **التكاثر البكري الدوري Cyclic:** ويوجد بوضوح في حشرة المَنّ حيث تتناسل هذه الحشرات تناسلا جنسيا ولا جنسيا بالتبادل (أي دوري)- فتظهر ذكور وإناث المَنّ في الخريف حيث يلقح الذكر الأنثي وتقوم الأنثي بوضع البيض المخصب شتاءا حيث يبقي علي حالة بيض طول الشتاء ويفقس في الربيع معطيا إناث فقط تتكاثر لا جنسيا حيث تلد حوريات في عمرها الأول وهذه تنسلخ حتى تصل إلي حشرات كاملة كلها إناث تتوالد بدورها لا جنسيا أما في نهاية الصيف ينتج جيل مكونا من ذكور وإناث تتزاوج معا حيث تضع الإناث بيض الشتاء الملقح الذي يفقس في الربيع ويعيد دورة الحياة.

٣- التكاثر بواسطة تعدد الأجنة Polyembryony:

تضع الحشرات البياضة بيضا ينتج عن كل واحدة منه جنين واحد إلا في حالة بعض الطفيليات الداخلية من رتبة غشائية الأجنحة التي تتميز بظاهرة ملفتة للغاية، هي ظاهرة تعدد الأجنة. حيث تضع هذه الحشرات بيضا تنقسم نواة كل منه انقساما عديدا ، وبذلك ينشأ عن كل بيضة أكثر من جنين واحد. وقد يتراوح عدد هذه الأجنة من توأمين إلي بضع مئات أو بضعة آلاف كلها تنمو إلي يرقات تعيش داخل يرقة العائل (شكل ٣٣).



النمو متعدد الأجنة في أحد الطفيليات الحشرية



احدي يرقات نحلة الخشب ممتلئة بألاف/اليرقات

شكل (٣٣)

٤- تكاثر الأطوار غير الكاملة (اليرقات والعذاري) Paedogensis:

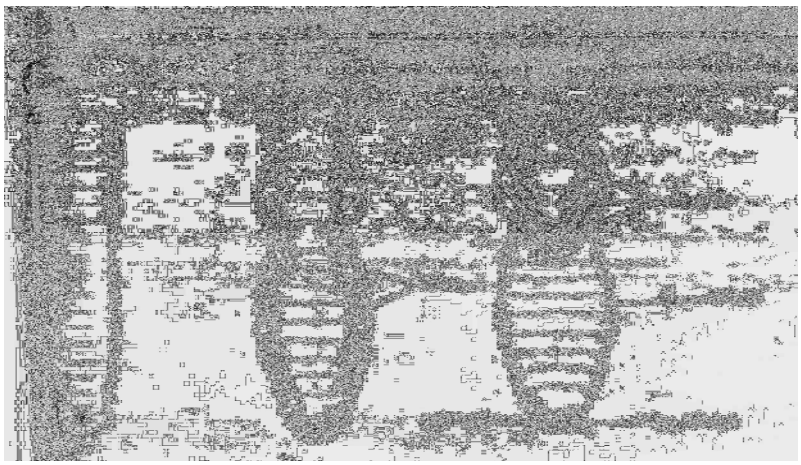
من أغرب مظاهر التكاثر في الحشرات ذلك النوع الذي يرتبط بالنضوج التناسلي قبل الأوان . تحدث هذه الظاهرة في قليل من أنواع الحشرات حيث يتسبب هذا النضوج الجنسي المبكر في إنتاج بيض، أو ولادة أحياء، بواسطة اليرقات أو العذاري. كما فى يرقات حشرة الهاموش من جنس Miaster حيث يتكون بداخلها يرقات صغيرة تنهش أحشاء الأم وتخرج لعدة أجيال إلي حين تحول هذه اليرقات إلي عذارى في أحد الأجيال ثم تتحول إلي حشرة كاملة. كما تضع جنس Tanytarsus من عائلة الهاموش بيضا أو تلد صغارا . ويعتبر تكاثر الأطوار الغير كاملة مظهر من مظاهر التكاثر العذرى حيث لا يرتبط بالإخصاب.

الباب الثاني

التشكل *Metamorphosis*

دورة حياة الحشرة Insect Life Cycle:

تعني بداية النمو داخل البيضة إشارة البدء بسلسلة طويلة من تغيرات مستمرة تمر بها الحشرة داخل البيضة وخارجها ، بغية الوصول في النهاية إلي الطور الكامل، ثم إلي إنتاج بيض أو صغار لجيل أخر . تشكل هذه التغيرات المتعاقبة دورة واضحة (من بيضة إلي بيضة) يطلق عليها دورة حياة الكائن Life cycle التي تأخذ مظاهر عديدة في الحشرات المختلفة. وإن أهم ما يميز النمو في الحشرات هي ظاهرة الفقس من البيضة التي تحدد نمو الحشرة في مرحلتين متعاقبتين ، إذ تسمي الفترة من النمو التي تحدث داخل البيضة (قبل الفقس) فترة النمو الجينيني أو فترة حضانة البيضة ويمر الجنين خلال هذه الفترة بمجموعة مراحل متعاقبة من النمو شكل (٣٤). وتسمي الفترة من النمو التي تعقب الفقس إلي حين البلوغ فترة النمو بعد الجنيني وتطلق علي التغيرات الشكلية التي تمر بها الحشرة خلال الفترة الأخيرة من النمو بالتتشكل.



شكل (٣٤) رسم يوضح المراحل الجنينية الثلاث: (أ) الطور الأول Protopod
(ب) الطور العديد الأرجل Polypod (ج) الطور المحدود الأرجل Oligopod

التشكل في الحشرات Metamorphosis

تتميز الحياه بعد الجنينية في الحشرات بالنمو المرتبط بالتغيير الشكلي الذي يتم في تتابع طويل المدي منذ فقس الحشرة من البيضة حتى تصل إلي الطور الكامل. وترتبط هذه التغيرات الشكلية ، مثلما ترتبط بالنمو بتغيرات في سلوك الحشرة. ويطلق علي هذا التتابع من

الاختلافات الشكلية بالتشكل Metamorphosis وفيما يلي عرض لنماذج التشكل في الحشرات:

نماذج التشكل

(أ) حشرات عديمة التشكل Ametabola: يكون التغير الشكلي أثناء النمو بعد الجنيني في هذه المجموعة من الحشرات غير ملحوظ إذ يفقس من البيضة طور يشابه الأبوين فيما عدا أنه أصغر حجما وغير ناضجة جنسيا كما فى أنواع القمل.

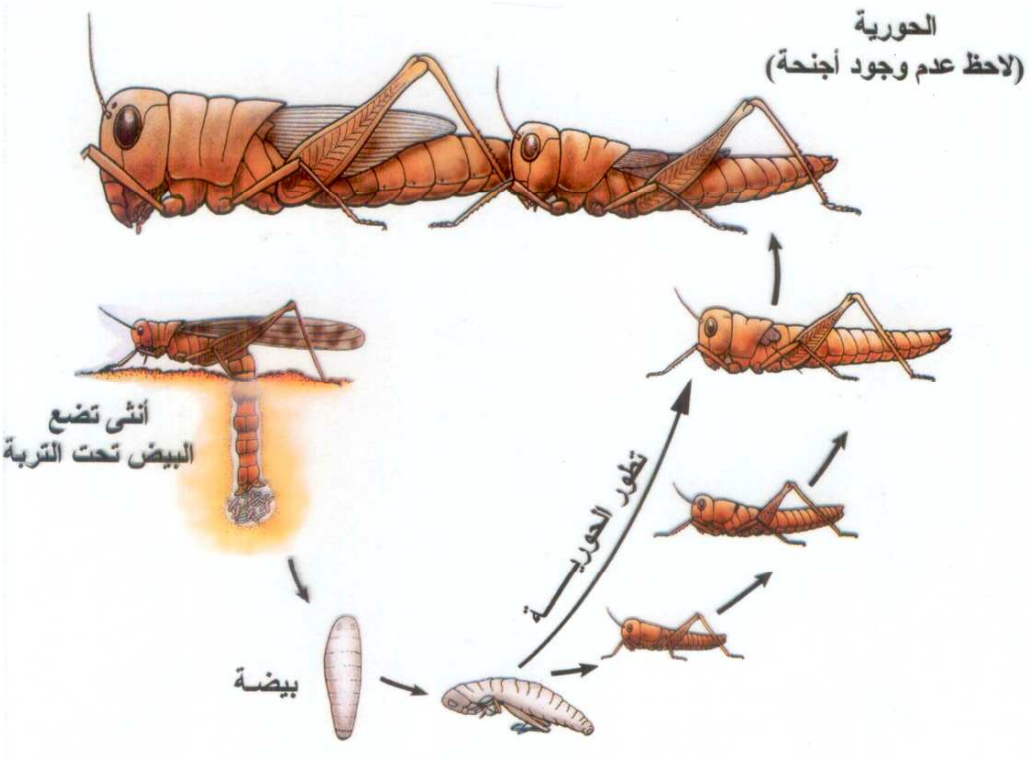
(ب) حشرات ذات تشكل Metabola: تنقسم هذه المجموعة من الحشرات إلي مجموعتين هما : الحشرات ذات التشكل غير الكامل، والحشرات ذات التشكل الكامل .

١- الحشرات ذات التشكل غير الكامل Hemimetabola:

يبقي جنين هذه المجموعة من الحشرات داخل البيضة حتى يصل إلي درجة متأخرة من النمو وقد أمضي المظاهر الجنينية الثلاث ، المظهر ذا الأقدام الأولية Protopod والمظهر العديد الأقدام Polypod ، والمظهر المحدود الأقدام Oligopod شكل (٣٤) ، ليخرج في طور يسمي الحورية nymph التي يميزها خلال فترة معينة من حياتها، تنوءات الأجنحة الخارجية. تنمو هذه الحورية لتتحول مباشرة ، خلال عدد من الانسلاخات، إلي الطور الكامل (الحشرة الكاملة).

وتنقسم هذه المجموعة من الحشرات إلي:

(أ) **الحشرات ذات التشكل التدريجي Paurometabola:** تتشابه الحورية مع الحشرة الكاملة في التركيب والسلوك لوجودهما معا في وسط واحد. وتختلف الحورية الحديثة الفقس عن الحشرة الكاملة في انعدام الأجنحة وعدم اكتمال نمو أعضائها التناسلية. تظهر نتوءات الأجنحة خارجيا علي جسم الحورية أثناء النمو وتنمو هذه النتوءات وكذا الأعضاء التناسلية ، تدريجيا بعد كل انسلاخ حتى يتم اكتمالها فتصبح الحشرة قادرة علي الطيران والتناسل ، ومن ثم تصير كاملة. ومن أمثلة هذه الحشرات الجراد، والصراصير ، والبق الحقيقي شكل (٣٥).

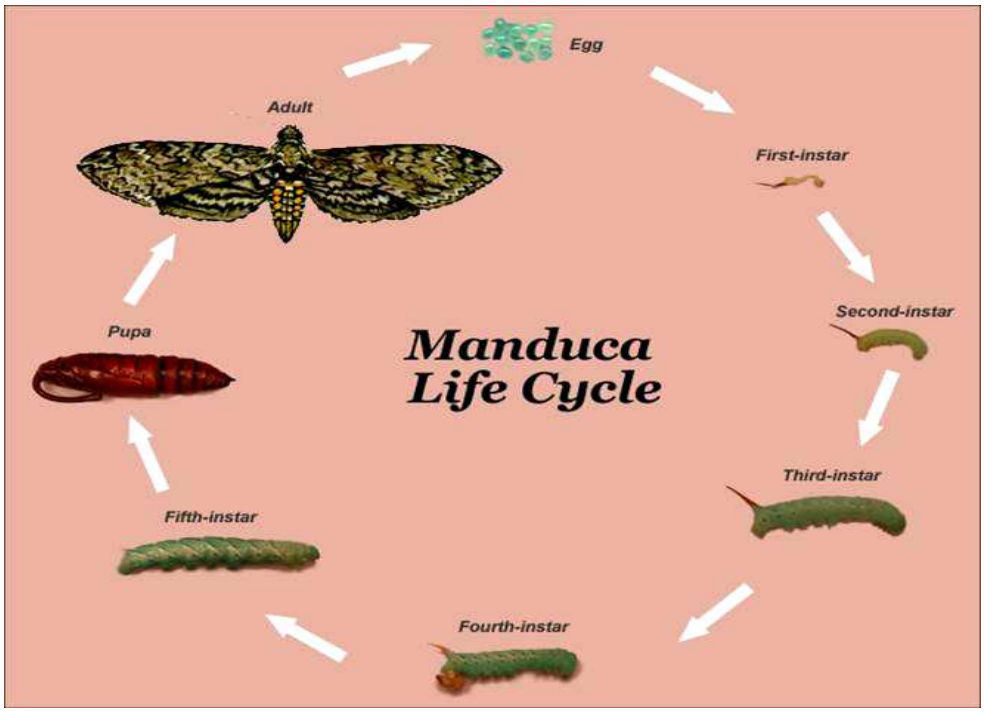


شكل (٣٥) التشكل التدريجي في الجراد الصحراوى

(ب) الحشرات ذات التشكل الناقص Hemimetabola: وفي هذا النوع يقضي طور الحورية حياته في وسط يختلف عن الوسط الذي تسكنه الحشرة الكاملة لنفس النوع وتتغذى بغذاء مختلف وتتنفس بطريقة مختلفة مثل الرعاشات كأن تعيش الحورية في الماء والحشرة الكاملة علي الأرض.

٢- الحشرات ذات التشكل الكامل Holometabola:

يبتدئ النمو بعد الجنيني في هذه الحشرات بطور مبكر النمو، هو اليرقة Larva التي تختلف كثيرا في الشكل والسلوك عن الحشرة الكاملة. ونظرا لأن اليرقة لا تستطيع أن تتحول مباشرة إلي طور الحشرة الكاملة، بل يتم لها ذلك خلال طور انتقالي هو طور العذراء ، سمي هذا النمط من التشكل – أيضا- بالتشكل غير المباشر. ومن أمثلة الحشرات ذات التشكل الكامل جميع الحشرات الداخلية الأجنحة شكل (٣٦).



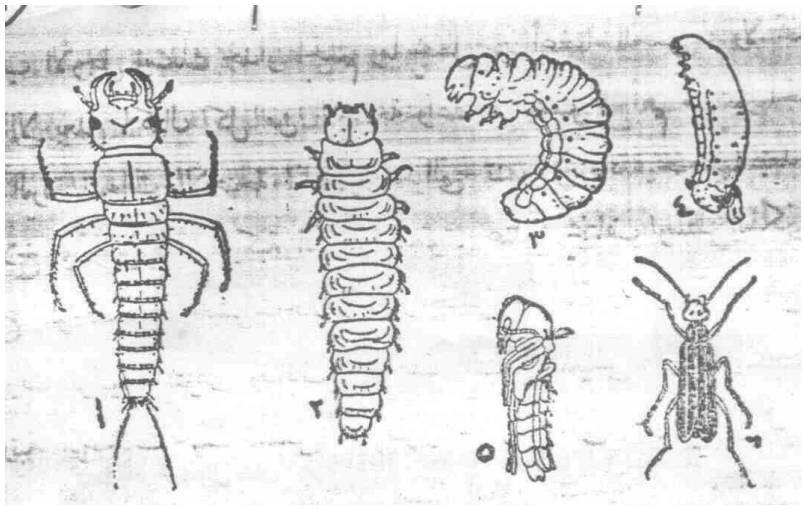
شكل (٣٦) التشكل الكامل في إحدي حشرات حرشفية الأجنحة (لاحظ أطوار البيضة واليرقة والعذراء والحشرة الكاملة لا يظهر علي اليرقة نتوءات خارجية للأجنحة).

٣- حشرات ذات تشكل (تحول) قريب من التام:

كما يحدث في ذكور الحشرات القشرية، حيث يفقس البيض إلي يرقات تنسلخ وتفقد الأرجل وقرون الاستشعار متحولة بذلك إلي حورية وهذه تنسلخ بدورها متحولة إلي عذراء تخرج منها الحشرة الكاملة التي تختلف تماما عن جميع الأطوار السابقة.

٤- الحشرات المفرطة التشكل Hypermetabola:

تتميز غالبية الحشرات كاملة التشكل بظاهرة وهي أن لكل نوع منها يرقة تنتمي إلي نموذج واحد فقط من النماذج اليرقية الأتى ذكرها. ولا يتغير النموذج اليرقي بتاتا أثناء دورة حياة الحشرة. ففي دورة حياة دودة ورق القطن مثلا، تكون اليرقة دائما، خلال أعمارها الانسلاخية المتتالية ، من النموذج الأسطواني العديد الأرجل. وهناك عدد بسيط من أنواع الحشرات الكاملة التشكل يتميز بنمو متزايد فيه تظهر اليرقة أثناء ذلك النمو في أكثر من نموذج ، حيث يرتبط كل نموذج يرقي بعمر محدد من أعمار اليرقة. يحدث هذا التشكل المفرط Hypermetamorphosis بوضوح في أربع رتب حشرية هي معرقات الأجنحة Neuroptera وغشائية الأجنحة Hymenoptera ، وغمدية الأجنحة Coleoptera . ومن أمثلة الرتبة الأخيرة الخنفساء الحارقة شكل (٣٧) .



شكل (٣٧) التشكل المفرط في الخنفساء الحارقة *Epicauta vittata* حيث تتخذ اليرقة نماذج متباينة أثناء النمو : ١، ٢- اليرقة في الشكل المنبسط، ٣- أصبحت اليرقة في شكل جعالي مقوس ، ٤- طور ما قبل العذراء، ٥- العذراء ، ٦- الحشرة الكاملة.

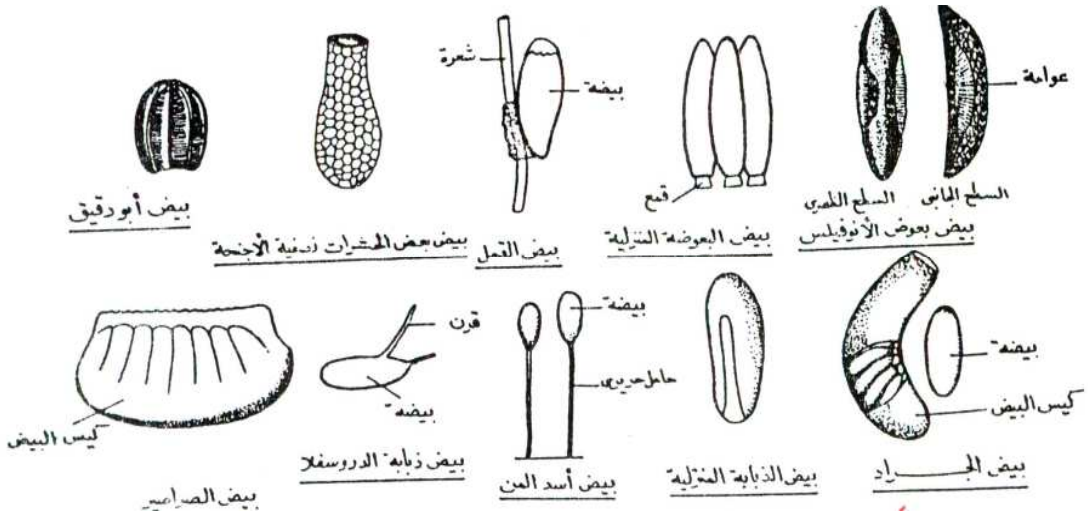
الأطوار غير الكاملة Immature stages:

تتكون الأطوار غير الكاملة التي تظهر في دورات حياة الأنواع المختلفة من الحشرات من البيضة، واليرقة ، وطور ما قبل العذراء، والعذراء والحورية. وفيما يلي وصف موجز لهذه الأطوار:

١- طور البيضة Egg stage:

يختلف حجم البيضة كثيرا في الحشرات ، غير أن ذلك الحجم غالبا ما يكون صغيرا وبحيث يتناسب طرديا مع حجم الجسم وعكسيا مع كمية البيض التي تضعها أنثي الحشرة. ولبيض الحشرات أشكال عديدة شكل (٣٨) فمنه المستدير والبيضاوي ومدبب الطرف والمبطط والكروي . ويوضع البيض إما فرديا أو في مجموعات علي هيئة كتل تحت سطح التربة كما في الجراد أو في لطع علي السطح السفلي للأوراق كما في دورة ورق القطن أو علي سطح الماء كما في البعوض أو يوضع البيض في أكياس كما في الصرصور وفرس النبي أو يوضع داخل الثمار كما في ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط، ويوضع كذلك علي الحبوب والبقول مثل أنواع السوس والخنافس.

وتتوقف المدة التي يفقس بعدها البيض علي نوع الحشرة وعوامل فسيولوجية أهمها مقدار الصفار في البيضة ونسبية وجودة إلي حجم الجنين وكذلك تتوقف علي العوامل البيئية المختلفة مثل الحرارة والرطوبة، ونوع الغذاء.. الخ.



شكل (٣٨) بعض أشكال بيض الحشرات

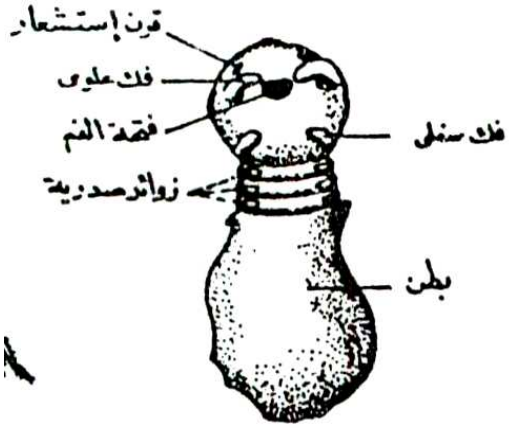
٢- طور اليرقة The larval stage

اليرقة هي الطور المبكر النمو الذي يخرج من بيضة الحشرات الكاملة التشكل. وتختلف اليرقة عن الحشرة الكاملة كثيرا من حيث التركيب الداخلي والخارجي والسلوك.

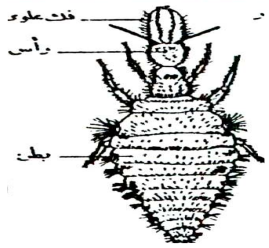
وتنقسم أشكال اليرقات في الحشرات الكاملة التشكل شكل (٣٩) إلي النماذج الرئيسية الآتية:

١- يرقات أوليةProtopod type:

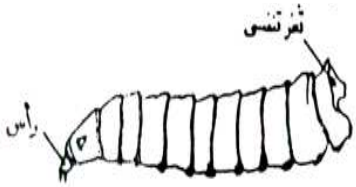
تخرج اليرقة الأولية من البيضة وجميع أجهزتها الداخلية في حالة مبكرة من النمو ، وتكون حلقات الجسم وخاصة البطنية منها غير واضحة ، وزوائد الرأس أثرية، والثغور التنفسية معدومة . وتنتشر هذه اليرقات في الحشرات الداخلية التطفل من رتبة غشائية الأجنحة التي تضع بيض فقير المح . ويعتمد الجنين النامي بداخل هذه البيضة علي دم العائل كغذاء له.



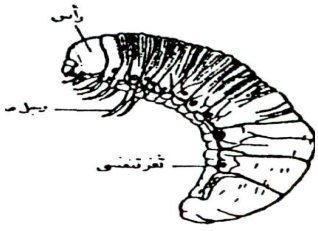
يرقة أولية (في طفيليات غشائية الأجنحة)



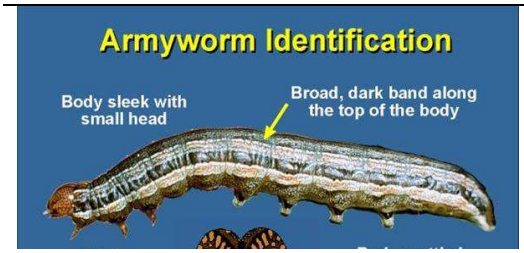
يرقة منبسطة (قليلة الأرجل) أسد النمل

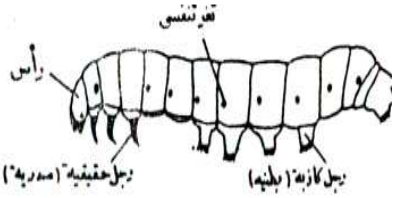


يرقة عديمة الأرجل – الذبابة المنزلية



يرقة مقوسة (قليلة الأرجل) جعل الخوخ





يرقة أسطوانية (عديدة الأرجل) رتبة حرشفية الأجنحة

شكل (٣٩) أنواع يرقات الحشرات

٢- يرقات عديدة الأرجل Polypod type:

تخرج هذه اليرقات من البيضة وهي أكبر نموا من اليرقات السابقة. ويكون جسمها دائما اسطوانيا مقسم إلي حلقات واضحة أرجلها الصدرية قصيرة ولها أرجل بطنية كاذبة شكل(٣٩) مثالها يرقات الفراشات وأبي دقيقات.

٣- يرقات محدودة الأرجل Oligopod type:

أهم ما يميز هذا النموذج نمو الأرجل الصدرية إلي حلقاتها المعروفة مما يجعل اليرقة أكثر نشاطا وحركة من مثيلتها في النموذج السابق.

وتنقسم هذه اليرقات بدورها إلي النموذجين الآتيين:

(أ) **اليرقات المنبسطة**: والتي تتميز بجسمها المنضغط من أعلي لأسفل. البطن عديمة الأرجل الأولية، ومقسمة إلي حلقات واضحة ومن أمثلة هذه اليرقات يرقة أسد النمل.

(ب) **اليرقات الجعالية:** مثل يرقات عائلة الجعال Scarabaeidae من رتبة غمدية الأجنحة (مثال جعلى الخوخ). وتتميز هذه اليرقات بجسمها الأسطواني الممتلئ والمقوس على شكل حرف C .

٤- يرقات عديمة الأرجل (دودية) Apodous type:

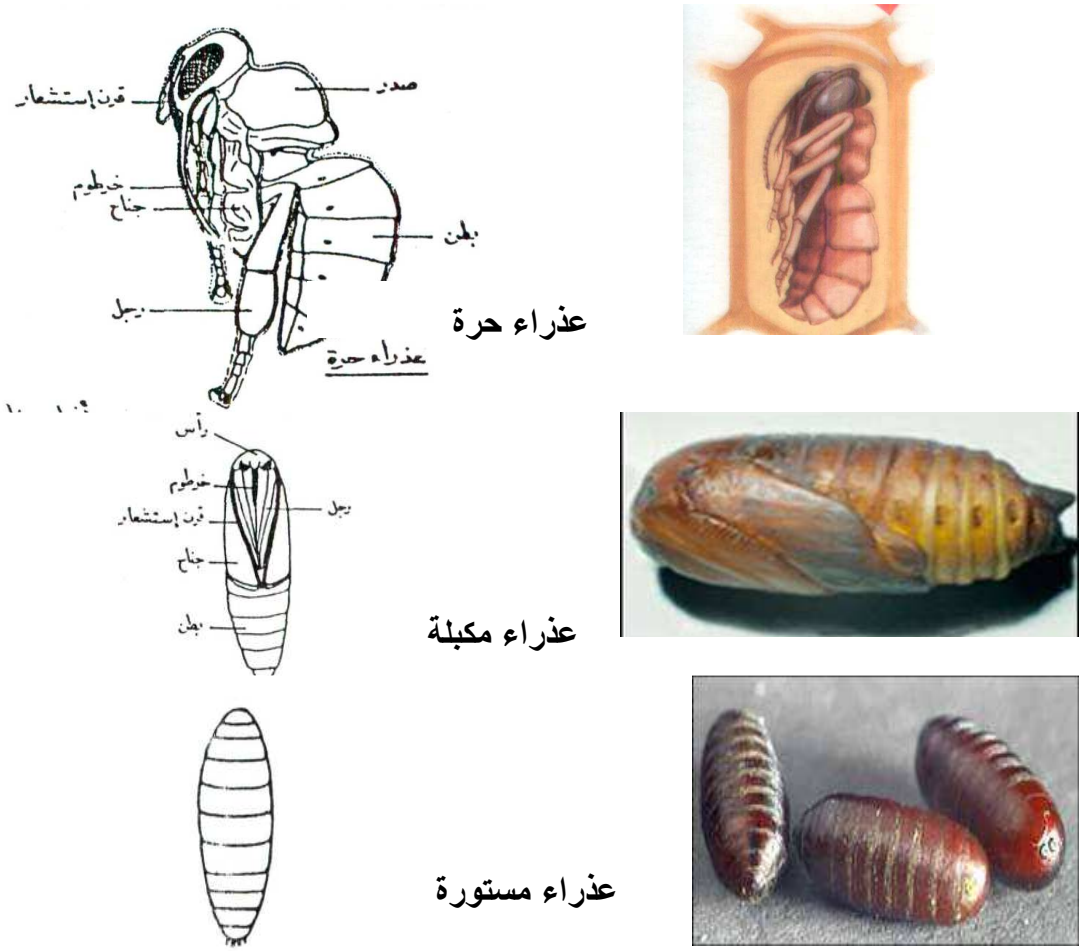
تتميز اليرقة في هذا النموذج ، بانعدام الأرجل الصدرية والبطنية، شكل (٣٩) ، ولذلك تسمي اليرقة ، في هذه الحالة، باليرقة الدودية ، وهي قليلة الحركة ، فقيرة أعضاء الحس، ذات جلد رخو، وقد حدثت كل هذه التحورات نتيجة لطبيعة معيشتها الخفية بحيث تصبح علي مقربة من الغذاء وبعيدة عن الأعداء، ومثلها يرقات نحل العسل.

طور ما قبل العذراء The prepupa

يشير هذا الطور الذي لا يمثل في غالبية الأحوال طورا انسلاخيا محددا instar إلي الفترة التي خلالها تمهد اليرقة البالغة للتحول إلي طور العذراء. حينئذ تسكن هذا اليرقة، وتمتنع عن التغذية وتبدأ في بناء شرنقة أو خلية أو ما شابه ذلك لتحتمي بداخلها. يصحب ذلك تغير في شكل اليرقة، خلال هذه المرحلة ، فيتشوه جلدها وينضغط جسمها ويقصر بطنها مما مميزها، أثناء فترة ما قبل العذراء prepupal priod عن الشكل اليرقي المعتاد.

طور العذراء The pupal stage

العذراء هي الطور الساكن الذي يلي طور اليرقة أو طور ما قبل العذراء ، في الحشرات ذات التشكل الكامل. ويعتبر هذا الطور طورا انتقاليا تتحول فيه كل أعضاء اليرقة إلي أعضاء الحشرة الكاملة. ويختلف شكل العذراء شكل (٤٠) في المجموعات المختلفة من الحشرات، وفيما يلي النماذج المعروفة من العذ اري:



شكل (٤٠) أنواع عذاري الحشرات

١- **العذراء الحرة Exarate or free pupa:** وفيها أجزاء الفم وقرنا الاستشعار والأجنحة والأرجل حرة الحركة. ومن أمثلة هذا النموذج عذاري رتبتي غمدية وغشائية الأجنحة.

٢- **العذراء المكبلة Obtect pupa:** تلتصق الزوائد السابق ذكرها في النموذج السابق بجسم العذراء بواسطة إفراز يتكون أثناء الانسلاخ اليرقي الأخير، ولذلك لا تتضح هذه الزوائد إلا في صورة خطوط بارزة علي سطح الجسم. تتميز رتبة حرشفية الأجنحة بهذا النموذج من العذاري.

٣- **العذراء المستترة (المستورة) Coarctate type:** العذراء في هذه الحالة من النموذج الحر، ولكنها تختفي دائما داخل جليد الانسلاخ الأخير لليرقة ومن أمثلة هذا النموذج عذارى الذباب المنزلى .

الشرنقة Cocoon :

هي غطاء يحمي العذراء من هجمات الأعداء ، ويتكون من مادة حريرية تفرزها غدتا الشفة السفلي عن طريق الغازلة كما فى يرقتي دودة الحريرة ودودة الخروع وقد تصنع اليرقة ، قبيل تحولها إلي عذراء ، خلية من فتات خشبية كما في ناخرات الأخشاب ، أو من الطين كما فى اليرقات الأرضية (كالدودة القارضة) ، لتحتمي بداخلها أثناء طور العذراء.

الحورية The Nymph :

الحورية طور من الحشرة قريب الشبه بطورها الكامل وهي تخرج من البيضة في طور متقدم من النمو وتتشابه الحورية مع الحشرة الكاملة ، ولا تختلف عنها إلا بعدم اكتمال نمو كل من الأجنحة وأعضاء التناسل. أهم ما يميز الحورية عن اليرقة نتوءات الأجنحة الخارجية ، التى تنمو ويزداد حجمها بعد كل انسلاخ ، والعيون المركبة الكاملة النمو.

الجيل Generation :

هو المدة التى تأخذها الحشرة أثناء تطورها من البيضة إلي البيضة أى حتي الحشرة الكاملة ووضع أول بيضة وتختلف مدة الجيل باختلاف الحشرات والظروف البيئية وقد يكون للحشرة جيل واحد في السنة كما فى خنفساء الكادل أو (٧) أجيال كما فى دودة القطن وقد يصل إلي أكثر من (٥٠) جيل في السنة مثل مَنّ القطن .

الباب الثالث

الانسلاخ والسكون في الحشرات

أولا- الانسلاخ في الحشرات :

يعني ارتباط ظاهرة التشكل بالنمو أن الحشرة تزداد حجماً أثناء تشكلها. وحيث إن طبقة الجليد (الكيوتيكل) في الحشرات ليس لها القدرة علي التمدد بما يتناسب مع كبر الحجم ، فقد أصبح لهذه الكائنات قدرة تغيير هذه الطبقة بأخرى أكثر اتساعا كلما دعت الحاجة إلي ذلك ، وتلك هي ظاهرة الانسلاخ التى تتميز بها الحشرات .

الانسلاخ Moulting:

تنسلخ الحشرة طالما هي غير كاملة ، أما إذا وصلت إلي طور الاكتمال فإن خاصية النمو المرتبطة بالانسلاخ تقف ، عادة ، لتبدأ مرحلة البلوغ وما يرتبط بها من تكاثر .

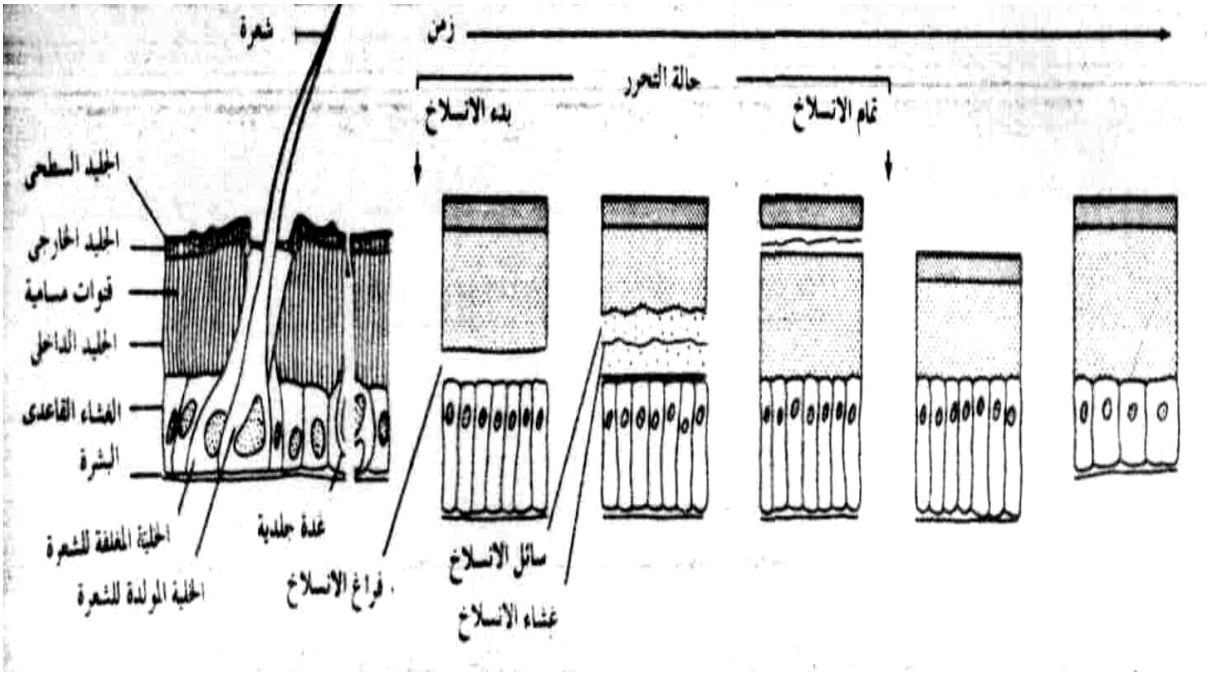
عملية الانسلاخ The process of moulting:

يمر الجدار الخارجي للحشرات بنشاطات دورية طوال حياة الحشرة ، وأبرز التغيرات تتصل بالتخلص الدورى للجليد القديم. ويتحدد حجم الحشرة النامية بالمساحة القصوي لتمدد الجليد . والجليد الجديد الذى يتكون تحت القديم يكون مجعدا جدا ، وهذا يوفر مساحة أكبر للتمدد بعد الانسلاخ ، وبذلك فإن الجزء الأكبر من النمو في حجم الهيكل الخارجي يكون متقطعا ومحددا بأوقات الانسلاخ.

انفصال البشرة عن الجليد القديم:

يبدأ الانسلاخ بانفصال طبقة البشرة عن الجليد القديم ، ويحدث هذا الانفصال إما بتراجع الخلايا أو بحدوث تغيير في ثبات تحت الجليد الرقيق الذى يفترض بأنه يربط الجليد بالبشرة . ويطلق علي الفراغ الناتج اسم فراغ الجليد المنسلخ ويحدث قبل الانفصال مباشرة عدة أحداث أولية ، حيث تتغير البشرة من طبقة رقيقة من خلايا متعددة الأضلاع إلي طبقة عمودية سميكة وقد تنقسم الخلايا حينئذ. أخيراً تتكون طبقة إضافية من الجليد تسمي جليد المنطقة البينية. وبعد ظهور فراغ الجليد المنسلخ يتكون غشاء بين الجلدي والبشرة يسمي غشاء الانسلاخ ، الذى قد ينشأ من جليد المنطقة البينية الذى أفرز مسبقا. كما يمتلئ هذا

الفراغ بسائل الانسلاخ الذى تفرزه خلايا البشرة . وقد يظل السائل في هذا الفراغ فترة من الوقت قبل أن يصبح نشطا شكل (٤١) .



شكل (٤١) : تركيب الجليد ودورة الانسلاخ .

ويبدأ إفراز الجليد الجديد بالجزء الخارجي من الجليد السطحي البروتيني ، أى طبقة كيوتكيولين . وتعتبر هذه الطبقة الأولى هامة بالنسبة لشكل ومساحة سطح الجليد الجديد. ثم يفرز بقية الجليد السطحي البروتيني ، إذ أن العمل الأساسى للسائل هو هضم الجليد القديم ، فيذيب أنزيما بروتيز وكيتينز ٩٠% من الجليد القديم ، تاركة فقط الجليد السطحي والجليد الخارجي المقاومين ، مع غشاء الانسلاخ . وتقوم خلايا البشرة بامتصاص نواتج الهضم التى تضاف فيما بعد إلي الجليد الأولى الجديد.

قبل التخلص من الجليد القديم مباشرة (ويسمي الأن الجليد المنسلخ) ، تترسب طبقة من الشمع علي سطح الجليد السطحي الجديد. ولا تعرف الطرق الجزيئية التى تمر بواسطتها المادة غير المحبة للماء مثل الشمع خلال الجليد الأولى المحب للماء. وأخيرا تترسب طبقة أسمنتية علي الطبقة الشمعية بواسطة غدد طبقة البشرة.

ميكانيكية الانسلاخ Ecdysis: الحشرة الأن علي استعداد للتخلص من الجليد المنسلخ والتى تعرف بعملية الانسلاخ. حيث تزيد الحشرة من حجمها بابتلاع الهواء أو الماء إلي داخل المعي ، هذا إلي جانب تقلص العضلات وضغط الدم ، فيتمزق الجليد القديم علي طول خطوط ضعف موجودة مسبقا حيث يوجد علي المنطقة الصدرية في اليرقات والحوريات

من أعلي درز أو خط وسطي ضعيف في منطقة الرأس والصدر يسمي درز الانسلاخ ينشق عنده الجلد القديم عندما يتم تكوين جدار جسم الحشرة الجديد أسفل الجلد القديم ، ويحدث انشقاق الجلد القديم عند الخط الوسطي لترجات الصدر والرأس.

فعندما تريد (حورية) مثلا أن تتخلص من جلدها القديم بعد تكوين الجلد الجديد ، تخرج صدرها أولا عن طريق هذا الشق ثم تسحب نفسها إلي الخلف قليلا حتى تخرج الرأس أيضا ثم بعد ذلك تسحب الحشرة زوائدها وأطرافها من أغلفتها مع سحب منطقة البطن في نفس الوقت وعندئذ يتم خروج الحشرة الكاملة بجلدها الجديد تاركة الجلد القديم الذى يأخذ شكل الحشرة تماما.

ثانيا – البيات والسكون في الحشرات :

الحشرات من الحيوانات اللافقارية ذوات الدم البارد أى تتوقف درجة حرارة أجسامها علي درجة حرارة وسط الانتشار . وعلي ذلك فللحرارة تأثير واضح علي نمو الحشرات ونشاطها أى أن لكل حشرة وكذلك أطوارها المختلفة منطقة حرارة مثلى تليها ثلاث مناطق حرارة أعلي وثلاث مناطق حرارة اقل يقل عندها نشاط الحشرة حتى ينتهي الأمر بموتها ويتضح ذلك كالاتي:

١. **منطقة الحرارة المثلي:** وهي المنطقة التى يبلغ عندها نشاط الحشرة أقصاه فتضع الأنثى أكبر عدد من البيض ، وكذلك يتم البلوغ ودورة الحياة في مدة أقصر.
٢. **منطقة الغاشية الوقتية :** وفيها تصاب الحشرة بغاشية وقتية بسبب ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة عن الحد الحرارى الأمثل .
٣. **منطقة الهدوء (البيات) :** وفيها يتوقف نشاط الحشرة توقفا طويلا حيث تقل فيها معدلات النشاط (كالتنفس والإفراز والتكاثر والتحويل الغذائى والحركة) إلي أدني معدل ممكن .
٤. **منطقة الحرارة أو البرودة الميتة :** وفيها تقضى درجة الحرارة العالية أو البرودة القوية علي حياة الحشرة تماما .

(١) الهدوء (البيات) في الحشرات Quiescence:

ظاهرة تتميز بها بعض الحشرات وتحدث عندما تتغير الظروف الجوية وغيرها من العوامل البيئية المحيطة بالحشرة فتسكن في أحد أطوارها وتمتنع عن الحركة وعن تناول غذائها وتعيش علي ما اختزنته في أجسامها من المواد الدهنية قبل أن تلجأ إلي الهدوء. وفي الوقت نفسه تنخفض معدلات العمليات الحيوية كالتنفس والإفراز والتكاثر إلي درجة تقرب من

عدم النشاط بالمرة . لهذا النوع من الهدوء في الحشرات مظهران هما: البيات الشتوي والبيات الصيفي .

(أ) البيات الشتوي Hibernation :

تمضى بعض الحشرات فترة هدوء أو خمول في فصل الشتاء نتيجة لانخفاض درجة الحرارة ، ولو أن هذه الحشرات قد تدخل في البيات الشتوي قبل برودة الجوبوقت طويل. والمعروف أن الحشرات التى تعيش في مناطق استوائية أو تحت استوائية (معتدلة) ليس لها بيات شتوي بالمعني المعروف .

ومن العوامل التى تساعد علي دخول الحشرة في البيات الشتوي عموما عدم توفر الغذاء أو انخفاض درجة حرارة الجو. وتمضى الحشرات بياتها الشتوي إما علي صورة بيض أو يرقات أو عذارى أو حوريات أو حشرات كاملة حسب الأنواع المختلفة . وتهيئ الحشرة نفسها قبل الدخول في البيات الشتوي بالعمل علي تخزين الغذاء في جسمها وبالتخلص من أكبر قدر من الماء الحر freewater الموجود بجسمها وتحويله إلي ماء غير حر bound water يساعدها علي تحمل درجات البرودة الشديدة .

(ب) البيات الصيفي Aestivation :

يتوقف نشاطا بعض الحشرات عندما ترتفع درجة الحرارة ويصبح الجو جافا أى تدخل فيما يسمي بالبيات الصيفي لكي تتمكن من البقاء حية طوال فترة الجفاف والظروف الغير ملائمة إلي أن تتحسن عوامل البيئة المحيطة بها فتستعيد نشاطها .

مما تقدم يتضح أن الحشرة تقضى فترة البيات بنوعيه علي هيئة بيضة أو يرقة أو عذراء أو حورية أو حشرة كاملة .

(٢) السكون في الحشرات Diapause :

هناك نوع ثالث من الهدوء تسببه عوامل فسيولوجية أو وراثية تضطر الحشرة معه إلي الهدوء رغم توفر وملاءمة الظروف البيئية لمعيشتها ونشاطها ويطلق علي هذه الظاهرة (السكون). بمعني أن بعض الحشرات تدخل في دور السكون بالرغم من توفر الظروف البيئية الملائمة لنشاطها وتكاثرها وقد يكون هذا السكون في طور البيضة أو اليرقة أو الحورية أو الحشرة الكاملة . وقد تعزي هذه الظاهرة إلي نقص أو غياب مؤقت لبعض الهرمونات والعوامل الضرورية لاستمرار النمو أو إلي تجمع بعض المكونات الكيميائية في الجسم. ومن الأمثلة الواضحة علي ذلك دودة اللوز القرنفلية التى تسكن اليرقة فيها داخل بذور القطن قبيل انتهاء الموسم وتبقى علي هذه الحالة فترة تتراوح بين ستة أشهر وسنتين .

العلاقة بين (البيات والسكون) في الحشرات وعمليات المقاومة :

أمكن بدراسة دورات حياة الحشرات الضارة وعاداتها – التوصل إلي الاستفادة من ظاهرتى البيات والسكون في مكافحتها وذلك مثل :

١. تنفيذ التوصيات التشريعية الخاصة بتسخين بذور القطن قبل خروجها من المحالج علي درجة ٥٥-٥٨م لمدة خمس دقائق ، وكذلك جمع اللوز الجاف العالق بالأحطاب ودفنه أو التخلص الأمن من احطاب القطن أو القطن الشعر الذى لم يحلج حتى شهر فبراير يفيد كثيرا في القضاء علي يرقات دودة اللوز القرنفلية الساكنة داخل بعض البذور ، أى تقليل ضررها في الموسم التالى .
٢. تنفيذ التوصيات التشريعية الخاصة بالتخلص الأمن من أحطاب الذرة قبل الموسم الجديد يفيد كثيرا في القضاء علي يرقات دودة القصب الصغيرة والكبيرة ودودة الذرة الأوروبية الموجودة داخل الأحطاب في حالة بيات شتوي وبالتالى تقليل ضررها في الموسم التالى وكذلك التخلص من قش الأرز بطرق آمنة يفيد فى القضاء علي يرقات دودة القصب الكبيرة.
٣. العناية بالعمليات الزراعية كالحرث العميق مع التشميس والتزحيف يساعد علي القضاء علي كثير من حوريات الحفار الساكنة تحت التربة وخاصة في الوجه البحرى ، وبذلك يقل ضرر الحفار مع بداية موسم النشاط .
٤. دفن مخلفات القمح بالتربة ، وكذلك حرقها عند حافة الحقل يفيد كثيرا في مكافحة دبور الحنطة المنشارى (بالقضاء علي اليرقات الساكنة بهذه المخلفات) .

التدريبات العملية

١. افحص دورات الحياة المعروضة عليك علي لوح بوستر كأمثلة لأنواع التشكل المختلفة في الحشرات وارسمها في كراستك العملي رسما تخطيطيا مع تسجيل كافة ملاحظاتك علي الأطوار المختلفة وكتابة البيانات علي الرسم.
٢. افحص الأنواع المختلفة من اليرقات والعذارى المعروضة عليك مميزاً أنواعها المختلفة – ارسمها رسماً تخطيطياً مع توضيح مميزات كل نوع وكتابة البيانات علي الرسم .
٣. افحص وارسم شرنقة دودة الحرير ، لاحظ شكلها ولاحظ أيضا أنها تتكون من خيط حريرى ملفوف ليتخذ شكل الشرنقة ، هناك بعض أنواع أخرى من اليرقات تحيط نفسها بشرنقة طينية قبل تحولها إلي عذراء، وتعتبر الشرنقة وسيلة من وسائل الحماية.

تذكـــــر أن

التكاثر : إنتاج أفراد جديدة بغرض المحافظة علي النوع من الانقراض وتتلخص طرق تكاثر الحشرات في :

١. **تكاثر جنسى :** وخطواته كالتالى :

(أ) التزاوج بين الذكر والأنثى .

(ب) الإخصاب: إى إلتقاء الحيوان المنوي مع البويضة ، ويلي ذلك أن تكـــون الأنثـــى : واضعة بيض أو ولودة .

٢. **التوالد البكرى:** أى تضع الحشرة البيض بدون تزاوج أو بدون إخصاب البويضة ويشمل:

(أ) بكرى دائم (ب) بكرى مؤقت (جـــ) بكرى دورى

٣. **تكاثر الأطوار غير الكاملة:** (اليرقات والعذارى) حيث ينضج الجهاز التناســـلي لليرقـــات والعذارى جنسيا وتصبح هذه الأطوار قادرة علي إنتاج أفراد جديدة .

٤. **تعدد الأجنة:** حيث ينتج من البيضة الواحدة عدة أفراد قد تصل إلي آلاف (مفيد جدا فـــي الحشرات النافعة التى تهاجم الحشرات الضارة) .

التشكل في الحشرات

أى التغير في الشكل الذى يطرأ علي الحشرة منذ فقسها أو ولادتها وحتى وصـــولها للطور الكامل .

(أ) حشرات عديمة الشكل (بيضة ←حشرة صغيرة (تغذية وانسلاخ)←حشرات كبيرة) دون أى تغير في الشكل الخارجي أو التركيب الداخلى (مثل السمك الفضي والقمل) .

(ب) حشرات ذات تشكل تدريجي (بيضة ← حورية (تغذية وانسلاخ) ← حشرة كاملة مـــع تغيرات واضحة جداً في الشكل والتركيب (الصرصور– البق الحقيقي).

(جـــ) حشرات ذات تشكل ناقص (بيضة ← حورية (تغذية وانسلاخ) ← حشرة كاملة) مـــع حدوث تغيرات واضحة تميز الحورية عن الحشرة الكاملة (كما فى الرعاش).

ملحوظة هامة : الحورية والحشرة الكاملة يعيشان معاً في نفس الوسط فـــي حالـــة التشـــكل التدريجي ولذلك يتشابهان في التنفس والتغذية ..) .

أما في التشكل الناقص فإن الحورية تعيش في بيئة مخالفة تماما للأم ولذلك يختلفان في التغذية والتنفس .

(د) حشرات ذات تشكل (تحول) تام أو كامل: (بيضة ← يرقة (تغذية وانسلاخ) ← عـــذراء ← حشرة كاملة) مع تغيرات واضحة بين جميع الأطوار السابقة .

(هـ) حشرات ذات تشكل قريب من التام (بيضة ← حورية (تغذية وانسلاخ) ← عذراء ← حشرة كاملة) (ذكور الحشرات القشرية) .

أى أن الفرق بين التشكل التام والقريب من التام وجود طور الحورية قبل العذراء .

(و) فرط التشكل : (بيضة ← يرقة منبسطة (تغذية وانسلاخ)← يرقة مقوسة (جعالية) (تغذية وانسلاخ) ← عذراء كاذبة ← عذراء حقيقية ← حشرة كاملة (الخنفساء الحارقة).

فيما سبق ذكره من أنواع التشكل (التحول) ورد ذكر الأطوار الغير كاملة مثل اليرقة والعذراء وفيما يلي أهم أنواعهما :

١- أنواع اليرقات :

(أ) يرقة أولية: حلقات الجسم غير واضحة – الثغور معدومة – الزوائد أثرية (مثل يرقات المتطفلات الحشرية) .

(ب) يرقة عديمة الأرجل: الجسم دودى رخو – لا توجد أرجل – قليلة الحركة (يرقات نحل العسل) .

(جـ) يرقات منبسطة: الحلقات مميزة – الأرجل الصدرية موجودة وجيدة النمو (يرقة أسد النمل) .

(د) يرقات جعالية (مقوسة): الجسم اسطواني ممتلئ مقوس – الأرجل الصدرية أقل نموا من المقوسة (يرقة جعل الخوخ) .

(هـ) يرقات اسطوانية (عديدة الأرجل): الجسم لحمي أسطواني واضح الحلقات – الأرجل الصدرية ضعيفة النمو – تحمل منطقة البطن ٣ – ٥ أزواج من الأرجل البطنية (يرقة دودة ورق القطن) .

٢- أنواع العذارى :

(أ) عذراء حرة : أى زوائدها سائبة غير ملتصقة بالجسم (عذراء نحل العسل) .

(ب) عذراء مكبلة: أى زوائدها ملتصقة تماما بالجسم يدل علي أماكنها خطوط (عذراء دودة ورق القطن) .

(جـ) عذراء مستورة: أى مختبئة داخل غلاف برميلي الشكل غالبا (عذراء الذباب المنزلى).

* تبعا للاختلافات المستمرة في الظروف الجوية وخاصة درجة الحرارة المحيطة بالحشرة في بيئاتها المختلفة تميزت دورة حياة الحشرات بوجود بعض الظواهر البيولوجية الأتية :

١. **البيات (صيفي – شتوي):** وهي ظاهرة تتميز بها بعض الحشرات حيث تسكن الحشرة في أحد أطوارها وتمتنع عن الحركة وعن تناول الغذاء وتقل العمليات الحيوية كالتنفس والإخراج والتكاثر .

٢. **السكون :** وقد تعزى هذه الظاهرة إلي نقص أو غياب مؤقت لبعض الهرمونات والعوامل الضرورية للنمو أو إلي تجمع المكونات الكيميائية في الجسم .

الانســـــلاخ:

أى تغيير الجلد القديم بآخر أوسع منه جديد (نظرا للنمو المستمر للحشرة وعدم تمكن الجلد القديم من التمدد ومسايرة هذه الزيادة) . يتكون الجلد الجديد علي جسم الحشرة أسفل الجلد القديم ويفصل بنيهما سائل الانسلاخ – تمزق الحشرة الجلد القديم عند أضعف مناطقه (درز الانسلاخ في الصدر والذى يكون علي شكل حرف T) وتخرج منه تدريجيا حتى يتم خروجها تماما تاركة خلفها الجلد القديم وقد اكتسى جسمها بالجلد الذى يبدو في أول الأمر أبيض ناصعا متعرجا ثم ينفرد تدريجيا ويتصلب ويكتسب اللون المعتاد للحشرة .

ولقد أمكن الاستفادة من ظاهرتى البيات والسكون في مكافحة الحشرات.

تقويم الوحدة الثالثة

أولا- أكمل :

١. تتكاثر الحشرات بعدة طرق تتلخص في ..... و ..... و .....
٢. أولى خطوات التكاثر الجنسى هي ..... يليها عملية .....
٣. بعد الإخصاب قد تكون الأنثي واضعة بيض أو .....
٤. قد يكفى الأنثي التلقيح مرة واحدة فقط كما فى ..... أو تحتاج إلي .....
٥. عندما تضع الأنثى البيض فإنها تراعي ..... و .....
٦. الحشرة الولودة تلد يرقات أو .....
٧. من المعتاد أن يقوم بالتكاثر الحشرات الكاملة إلا أنه قد تتوالد ..... والعذارى .
٨. في اليرقات الاسطوانية يتكون البطن من ..... حلقة تحمل زوجا من الأرجل البطنية علي كل من الحلقات ..... و ..... و ..... و .....و .....
٩. تكون الأرجل الصدرية أكثر تطورا ووضوحا في اليرقات .....
١٠. يساعد توارد ..... أو ابتلاع كمية من ..... علي انتفاخ جسم الحشرة عندما تبدأ الخروج من جلدها القديم والذى يتم خلال ..... بمنطقة الصدر.
١١. يبدو جلد الحشرة بمجرد انسلاخها .....
١٢. العذراء هي الطور الساكن الذى يلي طور ..... في الحشرات ذات التشكل .....
١٣. تقضى الحشرة فترة البيات علي هيئة ..... أو ..... أو .....
١٤. الحشرة التى تمر أثناء تطورها بالخطوات الأتية: بيضة – حورية – حشرة كاملة ، يعتبر تشكلها ..... أو .....

ثانيا- اذكر :

١. خطوات عملية الانسلاخ في الحشرات .
٢. أنواع التكاثر البكرى في الحشرات مع ذكر أمثلة .
٣. أنواع التشكل في الحشرات مع ذكر أمثلة لكل نوع .
٤. أنواع اليرقات والعذارى في الحشرات مع ذكر أمثلة لكل منهما.
٥. كيف أمكن الاستفادة من ظاهرتي البيات والسكون في مكافحة الحشرات .

ثالثا- علل:

١. تلجأ بعض الحشرات إلي البيات أو السكون.
٢. الحشرات الضارة التى تتكاثر بكريا تسبب خطرا فادحا .
٣. الحشرات النافعة التى تتكاثر بتعدد الأجنة مفيدة جدا .
٤. اليرقات عديمة الأرجل لا تحتاج للأرجل.
٥. لا تنسلخ الحشرة بعد وصولها إلي طور الحشرة الكاملة .

رابعا- ماذا يقصد بكل من:

١. الإخصاب في الحشرات – التشكل في الحشرات .
٢. التكاثر البكرى في الحشرات.
٣. العذراء الحرة- العذراء المكبلة – العذراء المستورة .
٤. الانسلاخ في الحشرات – ثم تكلم عن ميكانيكية الانسلاخ .
٥. البيات الصيفي والبيات الشتوي في الحشرات .
٦. السكون في الحشرات .

الوحدة الرابعة

تصنيف الحشرات

أهداف تدريس الوحدة:

١. إكساب الطالب مهارة جمع الحشرات وكيفية حفظها .

٢. إعطاء الطالب فكرة عامة ومبسطة عن تصنيف الحشرات.

٣. تعريف الطالب بأهم الصفات التى يتم الاعتماد عليها في التقسيم .

٤. تعريف الطالب بالمراتب التقسيمية المختلفة .

الباب الأول : طرق جمع الحشرات وحفظها

الباب الثاني : تصنيف الحشرات

الباب الأول

طرق جمع الحشرات وحفظها

١- طرق جمع الحشرات

تعتمد دراسة الحشرات علي طرق جمعها وتجهيزها في مجموعات للحفظ ويتطلب جمع الحشرات معرفة أماكن وجود الحشرات ومواسم تكاثرها حتى يمكن الحصول عليها بسهولة.

وعندما يتأهب الباحث لرحلة الجمع ، عليه أن يستعد بالأدوات اللازمة لجمع الحشرات داخل حقيبة أعدت لهذا الغرض ، مراعيا اكتمالها. كما يجب أن تكون هذه الرحلة في الصباح قبيل الظهيرة ، أو الغروب ، وإن كان لابد من العمل في غير هذه الأوقات ، وذلك في ظروف تتناسب وبعض الحشرات .

أولا: أهمية جمع الحشرات :

١- عند إجراء دراسة حقيقية بحثية مثل بعض الدراسات الفسيولوجية والبيولوجية وكذلك الدراسات التقسيمية.

٢- التنبؤ بمدي حدوث الإصابة.

٣. لمعرفة الأنواع المنتشرة في بيئة ما.

٤- لعمل المجموعات الحشرية.

ثانيا: طرق جمع الحشرات

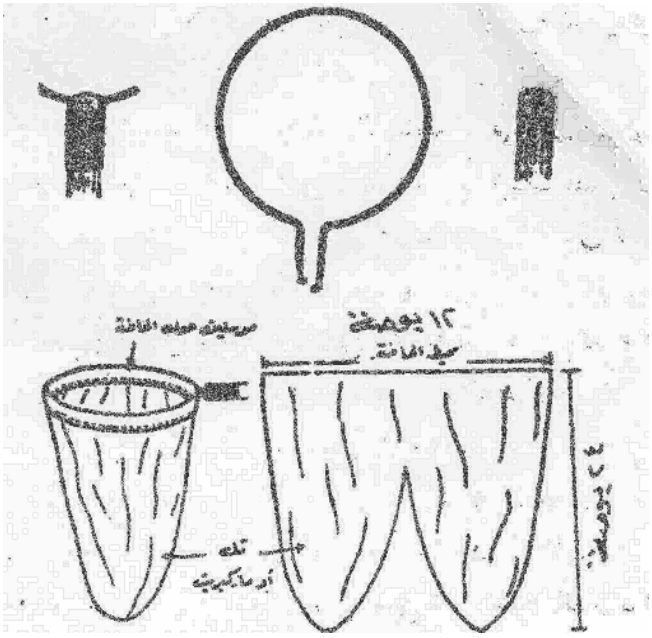
(١) الجمع باليد Hand Picking

تستخدم هذه الطريقة في حالة الحشرات الكبيرة في الحجم والبطيئة الحركة مثل الخنافس والجعال والحشرات القشرية علي أوراق النباتات ، ويرقات الحشرات ويمكن استخدام الملقط المرن بدلا من اليد.

(٢) شبكة الجمع:

يستلزم الأمر لصنع شبكة الجمع إلي عصا خشبية من الزان طولها ٣ أقدام ، وقطعة من السلك وكيس من القماش . وكيس القماش غالبا ما يكون من التيل أو الشاش الأخضر أو الأبيض اللون أي يشابه البيئة النباتية الخضراء ويكون علي هيئة مخروط طوله ٦٠ سم ويفضل ألا تكون قاعدة المخروط مدببة حتى لا تحجز الحشرات.

تثني قطعة من السلك الصلب علي هيئة دائرة قطرها ١٢ بوصة ، يلبس فيه المخروط القماش ويثبت هذا في إطار في العصا الخشبية شكل (٤٢) .



شكل (٤٢)الشبكة التل (لجمع الحشرات)

تستخدم هذه الشبكة لجمع الحشرات الطائرة بأن تمرر علي هيئة ضربات مزدوجة بمدي اتساع حركة اليد للشخص القائم بعملية الجمع ثم يتم جمع الحشرات من القماش وتوضع فى برطمان به مادة سامة.

(٣) جمع الحشرات بالمصائد :

أ- المصائد الضوئية Light traps:

وهي تلائم الحشرات التي لها القدرة علي الطيران والتي تنجذب للضوء وهي عبارة عن: لمبة كهربائية أسفلها قمع يوجد أسفله برطمان به مادة سامة كالسيانور لقتل الحشرات شكل (٤٣).

ب- مصائد الطعوم Bait traps

وتعتمد علي الطعوم وتستخدم فيها مادة لجذب الحشرات للتغذية مثل المولاس والفواكه واللحم المتعفن وهي إما تعلق كما فى مصائد الدبور الأحمر أو توضع في الأرض وفي الحالة الأخيرة تستخدم لجمع الحشرات الغير قادرة علي الطيران مثل رتبة غمدية الأجنحة.

جـ- مصائد الفرمونات:

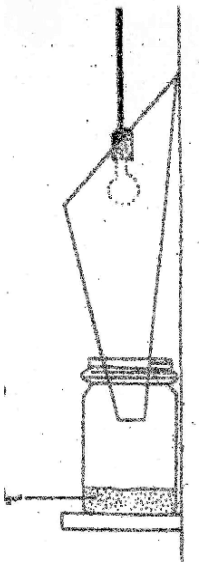
الفرمون: هو مادة كيميائية متطايرة تفرز خارج الجسم من نوع ما من الحشرات لإحداث استجابة سلوكية أو فسيولوجية لأفراد أخري من نفس النوع . وللفرمونات وظائف

عديدة (التجمع – التحذير – وضع البيض .....) وتستخدم الفرمونات في مجال المكافحة الحيوية كجاذبات جنسية. ومنها فرمونات جاذبة للذكور وأخري جاذبة للإناث ، حيث يتم معرفة تركيب الفرمون ثم يخلق كيميائيا ويوضع لجذب الجنس الآخر.

صور المصائد الفرمونية شكل (٤٣):

١- المصيدة الورقية (اللاصقة) . ٢- المصيدة المائية . ٣- المصيدة القمعية.

مصائـــــــد فرمونيـــــة



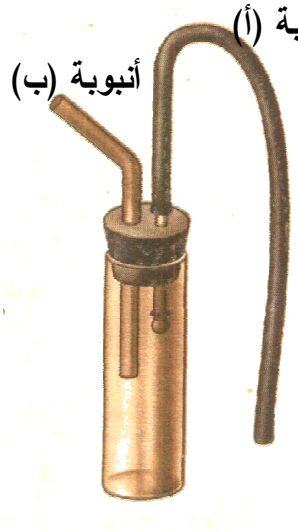
مصائـــــــد ضوئيـــــــــة

شكل (٤٣) نماذج للمصائد المستخدمة في طريقة اصطياد أعداد كبيرة من الآفات

(٤) الشفاط Aspirator

ويستخدم لجمع الحشرات الرهيفة من علي الأوراق النباتية أو في فصل الحشرات الرهيفة بالتقاطها في المعمل من الحشرات الكبيرة .

ويتركب الشفاط من أنبوبة اسطوانية من الزجاج قطرها ٥ سم طولها ١٥-٢٠سم مغلقة من طرف ولها سدادة من المطاط من الطرف الآخر بها ثقبين، ينفذ منهما أنبوبتان مثبتتان من الزجاج تمتد إحداهما إلي قرب قاع الوعاء وتنتهي خارجه بأنبوبة قصيرة من المطاط توجه إلي الحشرات المراد جمعها (أ) والأنبوبة الأخري (ب) تصل إلي أسفل الغطاء مباشرة وطرفها الداخلي مربوط وعليه قطعة من الشاش.

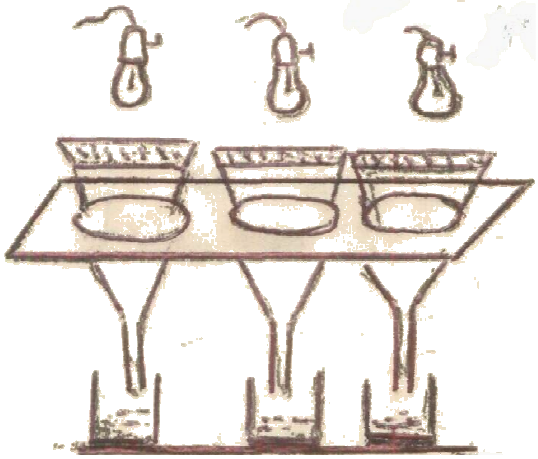


شكل (٤٤) شفاطة لجمع الحشرات

(٥) فاصل برليز Berlese separator

هذه الطريقة تلائم جمع الحشرات الأرضية والتي تعيش تحت النباتات مباشرة في الطبقة السطحية من التربة.

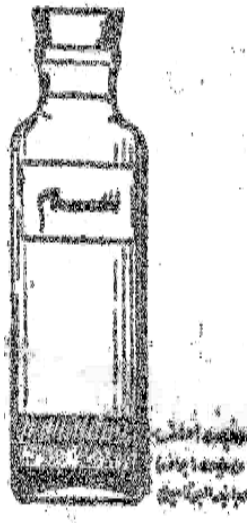
وهو عبارة عن مجموعة من أقماع معدنية أو من البلاستيك توضع في نهاية أنبوبة كل قمع برطمان به مادة سامة يوضع علي القمع من أعلي شبكة من السلك أو البلاستيك يوضع عليها العينة ٠تربة –مجموعة نباتية ...) ويتم التسخين من أعلي من خلال لمبة كهربائية فتبتعد الحشرات عن الضوء وتتجه لأسفل وبذلك تجمع في نهاية القمع ثم الوعاء الموجود أسفله الذي يحتوي علي مادة قاتلة عبارة عن كحول ٧٠% أو حمض خليك مخفف أو ماء فقط شكل (٤٥).



شكل (٤٥) أقماع برليز

ثالثا- طرق قتل الحشرات:

يشترط في المواد التي تستعمل لهذا الغرض سرعة قتلها للحشرات، وأن مقدار منها مناسبا يكفي لحاجة الجامع دون أن يتعرض بفعل أبخرتها المتصاعدة للتسمم، وألا تحدث هذه المواد تغييرا في تركيب أو ألوان الحشرات. وتعتبر مادة سيانيد الصوديوم أو البوتاسيوم أحسن المواد استعمالا في تحضير أوعية قتل الحشرات شكل(٤٦) .



شكل (٤٦) وعاء للقتل بالسيانيد (برطمان السيانور)

٢- طرق حفظ الحشرات :

لا فائدة من جمع الحشرات ما لم تجهز تجهيزا مناسبا يسمح بفحصها، والإلمام بخواصها، وحفظها بالمجموعة الحشرية ، وتجهيز النماذج الحشرية – وفق طبيعة الحشرة– إما بالتحميل الجاف أو حفظ الحشرات في المحاليل أو بالتحميل الميكرسكوبي.

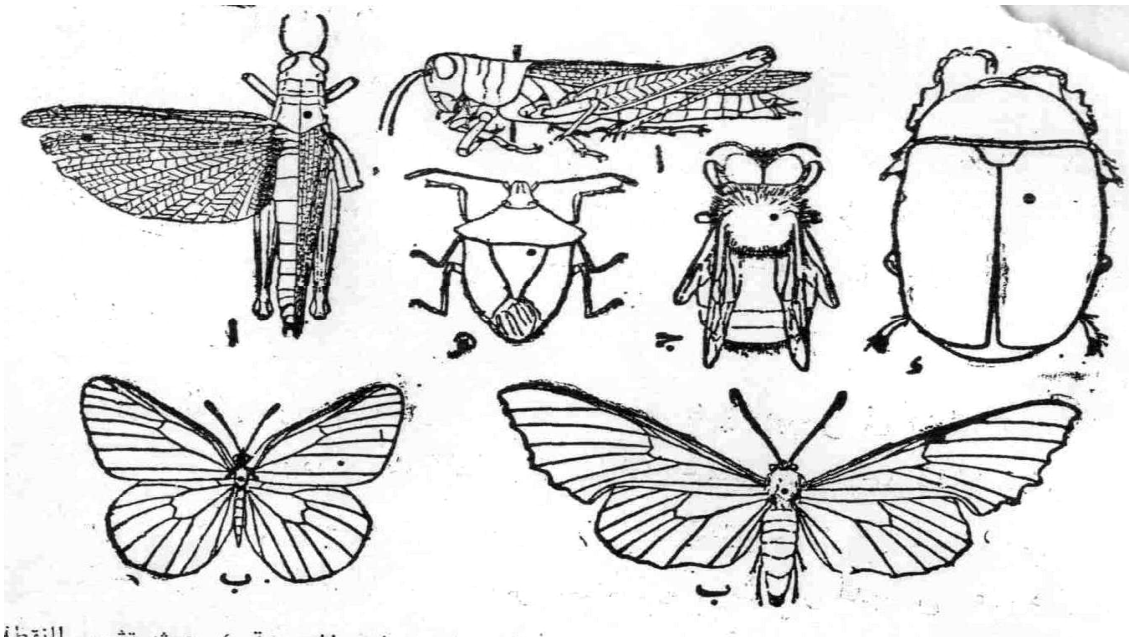
أولا: التحميل الجاف :

يقصد بالتحميل الجاف تدبيس وتصليب (بسط) الحشرات ذات الجدر الصلبة حتى تجف وهي في حالة جيدة تسمح بحفظها وتناولها باليد عند محاولة فحصها. وتجري عملية التحميل الجاف علي مراحل متتالية هي:

التدبيس ، و التصليب ، وعنونة النماذج ، والحفظ في علب المجموعة الحشرية.

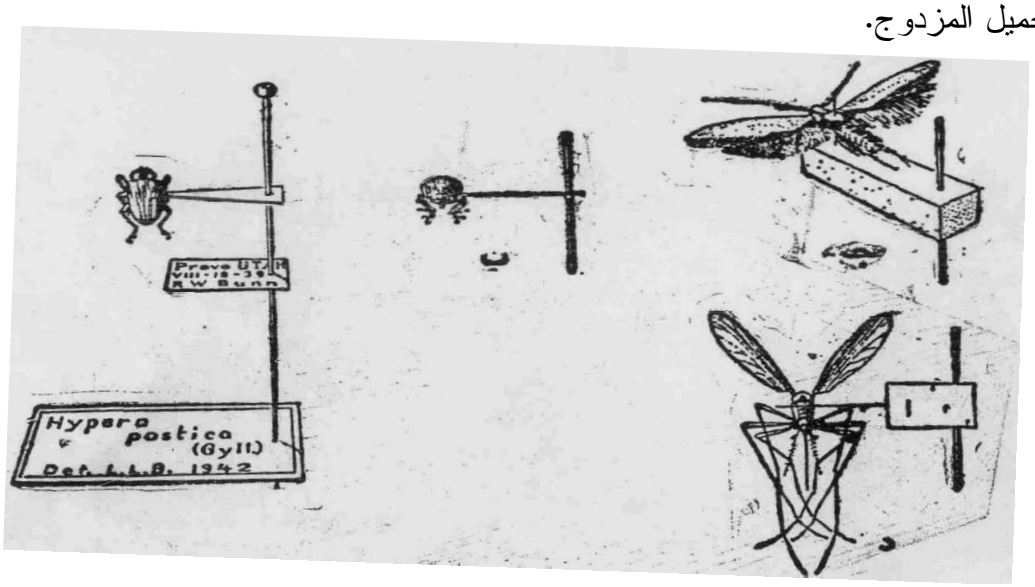
١- التدبيس:

المقصود بعملية التدبيس غرز دبوس في منطقة صدر الحشرة – غالبا– وذلك بعد قتلها مباشرة وقبل جفافها. ويوجد لهذا الغرض دبابيس خاصة من الصلب غير القابل للصدأ. تدبس الحشرات الكبيرة بحيث يمر الدبوس عموديا في موضع من أجسامها متفق عليه شكل (٤٧).



شكل (٤٧) نماذج لطرق التدبيس الصحيحة في الحشرات المعروفة ، حيث تشير النقطة السوداء إلي مكان غرز الدبوس بالحشرة .

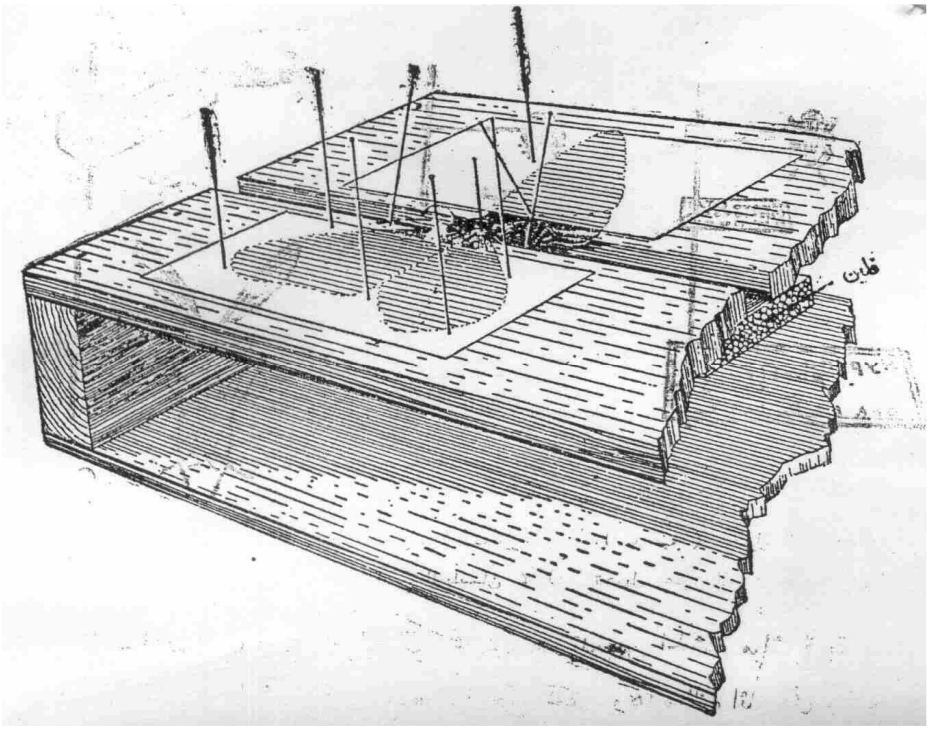
تجهز الحشرات الصغيرة الحجم- كالطفيلات- بطريقة التحميل الجاف بلصق النموذج بحيث تظهر جميع صفاته شكل (٤٨) إما علي قمة قصاصة صغيرة الحجم، مثلثة الشكل غالبا، من الورق المقوي، ثم يغرز الدبوس في موضع علي هذه القصاصة يقابل موضع النموذج (شكل أ –ب) كما قد تغرز الحشرة الصغيرة بدبوس رفيع جدا يمر بمنطقة الصدر، ثم تحمل علي طرف قطعة صغيرة من الفلين أو نخاع البيلسان يحمل طرفها الآخر علي الدبوس العادي (شكل جـــ ، د) . وتسمي طريقة تحميل الحشرات الصغيرة السابق ذكرها التحميل المزدوج.



شكل (٤٨) التحميل المزدوج للحشرات الصغيرة: (أ ، ب) تحميل الحشرة علي قصاصة ورقية ، (جـــ) علي نخاع البيلسان ، (د) تحميل علي الفلين

٢ – التصليب:

هي العملية التي تجري بعد تدبيس الحشرة مباشرة بقصد فرد أجنحتها وأرجلها وقرني استشعارها حتى تجف وهذه الزوائد في وضع يسهل معه فحص الحشرة. يستعمل لهذا الغرض أداة تسمي الصلابة تتركب من شريحتين من الخشب ، إحداهما متحركة والأخري ثابتة علي قاعدة خشبية تفصلها مجري تناسب جسم الحشرة المرد تصليبها. يثبت النموذج في مجري الصلابة بواسطة الدبوس الوسطي وبحيث يكون السطح العلوي للحشرة وسطحي شريحتي الصلابة في مستوي واحد، ثم تبسط الأجنحة علي الجانبين بواسطة شريطين من الورق يثبتان بالدبابيس شكل (٤٩).



شكل (٤٩) جزء من صلابة يوضح تركيبها وطريقة بسط أجنحة الحشرة

٣-عنونة النماذج:

يجب أن يعنون النموذج بعد تصلبه بتاريخ ومكان الجمع، وذلك علي بطاقة نظيفة مستطيلة الشكل (٤/١ ×٤/٢ بوصة) من الورق المقوي أعدت لهذا الغرض بحيث تحمل أسفل النموذج.

٤- حفظ الحشرات فى علب المجموعة الحشرية:

يعد لهذا الغرض صناديق خشبية لكل منها غطاء زجاجي محكم، وقاع فليني مبطن بالورق الأبيض الناصع. ويكون مقاس هذا الصندوق، عادة ٩×١٢×٢ بوصة.

وترتب النماذج الحشرية داخل هذه الصناديق –غالبا – وفقا للترتيب التقسيمي للرتب والعائلات. وتتعرض المجموعات الحشرية لفتك كثير من الحشرات وخاصة ما يتبع منها عائلتي خنافس الجلود Dermestidae والنمل الحقيقي والعتة ولتلافى هذا الضرر يوضع النفثالين في صرة من قماش أو تثبت كرات من هذه المادة في رؤوس الدبابيس تغرز في أركان المجموعة الحشرية.

ثانيا: حفظ الحشرات في المحاليل:

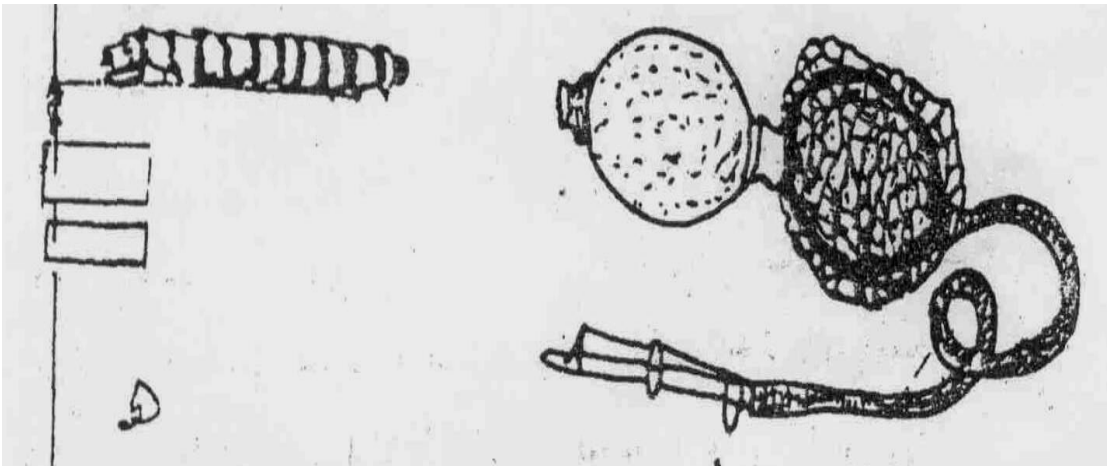
في حالة الحشرات الرخوة والأطوار الغير كاملة تحفظ داخل أنابيب أو زجاجات عينات صغيرة بها كحول ٧٠% وبعض نقط الجلسرين لعدم جفاف العينة وتحفظ العينات بعد ذلك في فورمالين ١٠٠%.

ثالثا: التحميل الميكروسكوبي (حفظ الحشرات الدقيقة بطريقة الشرائح الزجاجية):

في حالة الحشرات الدقيقة مثل المَنّ والتربس والطفيليات وبعض الحشرات الأخرى يتم تحميلها علي شرائح زجاجية والتحميل يكون بطريقتين إما مؤقت أو مستديم.

رابعا: حفظ الأطوار الغير كاملة:

يستعمل لتحنيط اليرقات منفاخ خاص عبارة عن انتفاخ من المطاط يطرد –عند الضغط عليه – الهواء إلي كيس آخر من المطاط ينفذ منه الهواء خلال أنبوبة من نفس المادة يوصل بها أنبوبة زجاجية طرفها مدبب لتدخل في الفتحة الشرجية لليرقة عند تحنيطها شكل (٥٠).



(ب) (أ)

شكل (٥٠) : (أ) منفاخ اليرقات ، (ب) تحميل اليرقة فوق سلك رفيع بعد نفخها وتجفيفها.

أما العذاري فتقتل في زجاجة السيانور ثم تلصق بواسطة السيكوتين فوق قرص من الورق المقوي إذا كانت صغيرة الحجم أو بغرس في طرفها دبوس إذا كانت كبيرة الحجم.

التدريبات العملية

افحص الأدوات والمواد اللازمة لجمع وقتل وصلب وتجفيف الحشرات وتحميلها علي دبابيس ، وكذلك أدوات تحنيط ونفخ اليرقات والعذاري ثم ما يلزم لترتيب وتجهيز هذه النماذج للعرض النهائي والمحافظة عليها أطول فترة ممكنة وهذه الأدوات هي:

١- شبكة التل-زجاجات صغيرة ذات غطاء محكم – برطمان سيانور –أنابيب اختبار بها (كحول –إيثير –كلورفورم) – دبابيس صلب مختلفة الأطوال والأقطار – صلابة – منفاخ نفخ اليرقات – سلك رفيع وسيكوتين –حمام رملي – كرات من النفتالين – أقراص من الورق المقوي مختلفة الأشكال- علب للعرض مختلفة المقاسات ذات واجهة زجاجية وقاع من الفلين –حقيبة بحجم مناسب لحمل الأدوات.

٢- باستعمال الضروري من الأدوات السابقة حاول الحصول علي ما يمكن من الحشرات وأطوارها المختلفة من مزرعة المدرسة أو المزارع القريبة مستفيدا من إرشادات معلمك في طريقة قتل ما تحصل عليه من حشرات وأطوارها والاحتفاظ بها لحين العودة إلي المدرسة.

٣- توجه بما معك من حشرات وأطوارها إلي معمل المدرسة لتنفيذ ما تعلمت من العمليات الآتية:

تحميل الحشرات علي دبابيس – صلب وتجفيف الحشرات –تحنيط اليرقات والعذاري – التجهيز النهائي للعرض والحفظ أطول مدة ممكنة.

الباب الثانـي

تصنيف الحشرات *Insect classification*

سبق أن ذكرنا عند الحديث عن موقع الحشرات في المملكة الحيوانيـــة Animal Kingdom أنه يجري تقسيم الحيوانات إلي مجموعات مختلفة تسمي قبائل Phylaومفردهـــا قبيلة Phylum بحيث تضم كل قبيلة الحيوانات التي يوجد بينهما نوع من التشابه في بعـــض صفاتها، ثم يجري تقسيم هذه القبائل إلي أقسام تسمي صفوف Classes. وذكرنـــا أن صـــف الحشرات Class Insecta تتبع قبيلة الحيوانـــات مفصـــلية الأرجـــل Phylum Arthropoda ، ونظرا لضخامة عدد الأنواع المعروفة من الحشرات فإنه يجري تقسيمها إلي مجموعات مختلفة حسب قواعد معينة وصفات خاصة بحيث توضع كل مجموعة متشابهة في الصفات مع بعضها البعض في قسم واحد. وأهم الصفات التي يتم الاعتماد عليها في تقســيم الحشرات هي:

١. وجود أو عدم وجود الأجنحة.

٢. تكوين الأجنحة خارج أو داخل جسم الحشرة خلال الأطوار الغير كاملة .

٣. عدد وشكل الأجنحة.

٤. نظام التعريق في الأجنحة.

٥. نوع أجزاء الفم.

٦. نوع التشكل Metamorphosis.

٧. شكل أعضاء التناسل الخارجية.

٨. عدد حلقات الجسم والزوائد التي تحملها.

٩. وجود أو عدم وجود أنابيب ملبيجي ونوعها وعددها. ١٠. القصبات الهوائية ونوع التنفس.

المراتب التقسيمية:

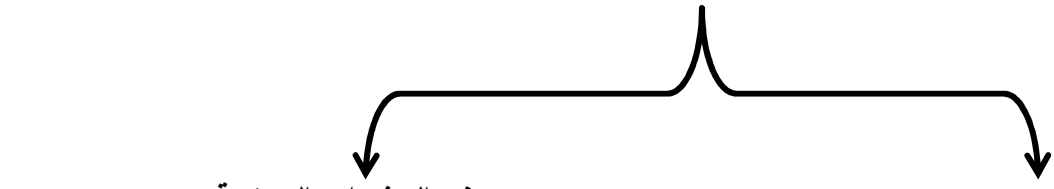
وبناء علي هذه الصفات السابقة فإن صف الحشرات ينقسم إلي مجموعتين كبيـــرتين تسمي كل منهما تحت صف (Sub- Class)وتنقسم كل تحت صف إلي عدة رتب (Orders) والرتبة الواحدة تنقسم إلي عدد من العائلات Families ومفردها عائلة family وتضم العائلة الواحدة مجموعة أجناس ويحتوي الجنس Genus علي مجموعة أنـــواع والنـــوع Species يضم مجموعة من الحشرات المتشابهة في الصفات.

والمراتب التقسيمية السابق ذكرها تسمي بالمراتب التقسيمية الأساسية ويتخلل هــذه المراتب ما يسمي بالمراتب التقسيمية الإضافية مثل تحت القبيلة Subphylum وفوق الصف Super class وتحت الصف Subclass وفــوق الرتبــةSuper order وتحــت الرتبــة Suborder وفوق العائلة Superfamily وتحت العائلة Subfamily.

وهناك بعض من المراتب التقسيمية السابقة تكون نهايتها ثابتة فمثلا فوق العائلة تنتهي بـــ oidea ، والعائلة تنتهي دائما بـــ idea وكــذلك تحــت العائلــة التــي تنتهــي دائمــا بالأحرفinae .

ويتكون الاسم العلمي للحشرة من اسم النوع واسم الجنس، ويكتب عادة الحرف الأول من اسم الجنس كبيرا Capital letter أما اسم النوع فيكتب كله بالحروف الصغيرة . وعنــد كتابة الاسم العلمي باليد يوضع تحته خطين ، أما عند كتابته بالكمبيوتر أو في الكتــب فإنــه يكتب بحروف مائلة Italics ، وفي حالة وجود تحت نوع بجوار اسم النوع فى الاسم العلمي فإنه يوضع تحته خط أيضا أو يكتب بحروف مائلة. كما قد يكتب اسم مكتشف النوع مختصرا في نهاية الاسم فمثلا حرف L اختصار Linnaeus وهو عالم سويدي وأول من ابتكر تقسيما للحشرات ثم تبعه علماء كثيرون عدلوا في هذا التقسيم وأضافوا إليه حتى استقروا علي التقسيم الحديث للحشرات الذي يمكن تلخيصه في الترتيب التالي:

صف الحشرات Class Insecta



تحت صف الحشرات عديمة الأجنحة

Sub- Class Apterygota

واهم ما يتبعها الرتب الآتية:

١- رتبة الحشرات ذات الذنب الشعري.

٢- رتبة الحشرات ذات الذنب القافز.

تحت صف الحشرات المجنحة

Sub-Class Pterygota

قسم الحشرات خارجية الأجنحة

Exopterygota

أهم ما يتبعها الرتب الآتية :

١. رتبة ذباب مايو
٢.رتبة الرعاشات
٣. رتبة مستقيمة الأجنحة
٤.رتبة جلدية الأجنحة
٥.رتبة شبكية الأجنحة (الصراصير وفرس النبي)
٦.رتبة متساوية الأجنحة
٧.رتبة القمل القارض
٨.رتبة القمل الماص
٩. رتبة نصفية الأجنحة
١٠. رتبة متشابه الأجنحة
١١. رتبة هدبية الأجنحة

قسم الحشرات داخلية الأجنحة

Endopterygota

وأهم ما يتبعها الرتب الآتية :

١. رتبة حرشفية الأجنحة
٢. رتبة ذات الجناحين
٣. رتبة غشائية الأجنحة
٤.رتبة غمدية الأجنحة
٥.رتبة معرقات الأجنحة
٦.رتبة البراغيث

وسنكتفي في هذا الجزء التالي بدراسة مبسطة للميزات العامة للحشرات التابعة لبعض هذه الرتب الحشرية.

أولا: تحت صف الحشرات عديمة الأجنحة طبيعيا

Subclass Apteryogta

١- رتبة الحشرات ذات الذنب الشعري Order Thysanura

حشرات صغيرة سنجابية اللون تعيش بين المواد الدبالية وبين الأوراق الجافة المتساقطة علي التربة والحشائش أو داخل المباني وتتغذي علي المواد العضوية.

تتميز الحشرات التابعة لهذه الرتبة بالمميزات العامة التالية:

١- أجزاء الفم قارضة. ٢- قرن الاستشعار خيطي عديد العقل.

٣- الأعين المركبة موجودة أو غائبة. ٤- البطن ١١ حلقة عليها عدد من الزوائد الجانبية.

٥- القرنان الشرجيان طويلان ومقسمان وبينهما زائدة وسطية تماثلهما في الشكل. وقد تكون القرون الشرجية غير مقسمة وفي هذه الحالة تكون قصيرة كالملقط.

٦- التشكل بسيط أو معدوم.

ومن أمثلة الحشرات التابعة لهذه الرتبة حشرة السمك الفضي *Therombia aegyptiaca* الذي يتبع عائلة Lepismatide شكل (٥١).

شكل (٥١) حشرة السمك الفضى

٢- رتبة الحشرات ذات الذنب القافز Order Collembola

حشرات صغيرة الحجم تعيش في الأخشاب المتعفنة وتوجد في التربة وتتغذي علي المواد المتحللة كما قد تتغذي علي البذور والبادرات (مثل قافزة القطن التي توجد بكثرة في حقول البرسيم والقطن).

وتتميز الحشرات التابعة لهذه الرتبة بالمميزات التالية:

١- أجزاء الفم قارضة

٢- قرون الاستشعار خيطية تتميز بامتداد العضلات داخل عقل الشمروخ.

٣- العيون المركبة غائبة والبسيطة موجودة. ٤- الرسغ عقلة واحدة.

٥- البطن تتكون من ٦ حلقات. ٦- الجهاز القصبي غير موجود.

٧- القرون الشرجية غائبة.

٨- أنابيب ملبيجي غائبة وتعتمد علي الجسم الدهني في الإخراج.

يتبع هذه الرتبة حشرة الكولمبولا (قافزة القطن) *Lepidocyrtinus incertus* من عائلة Poduridae. وهي حشرة جسمها مستطيل بيضاوي شكل (٥٢) لونها رمادي أو بني فاتح مائل للاصفرار ، تختفي نهارا في شقوق التربة وتنشط ليلا وتري بسهولة بمجرد تحريك التربة.

أهم ما يميز هذه الحشرات وجود زوائد البطن الثلاث وهي:

(أ) **الزائدة الأنبوبية:** وتوجد أسفل الحلقة البطنية الأولي ، ووظيفة هذا العضو إفراز مادة لزجة تساعد الحشرة علي السير علي الأسطح الناعمة.

(ب)**القابض أو المشبك:** ويوجد أسفل الحلقة البطنية الثالثة.

(ج) **الزنبرك (الذنب القافز):** وهو زائدة مشعبة الطرف توجد أسفل الحلقة البطنية الرابعة ويمتد أسفل البطن ليشتبك به القابض وعند انفصالهما بقوة تندفع الحشرة إلي الأمام في قفزة مفاجئة ولذلك سميت هذه الحشرات بذات الذنب القافز.

شكل (٥٢) قافزة القطن

ثانيا: قسم الحشرات التي تنمو فيها الأجنحة خارجيا

Division Expoterygota

١- رتبة ذباب مايو Order Ephemeroptera

سميت هذه المجموعة من الحشرات بذبابة مايو May flies لأن حشراتها الكاملة تنتشر في شهر مايو.

وتتميز حشرات هذه الرتبة بالآتي:

١. الحشرات الكاملة جسمها رخو تعيش يوما واحدا علي شواطئ المجاري المائية.

٢. العيون المركبة كبيرة بينها ٣ عيون بسيطة.

٣. قرن الاستشعار قصير يتكون من عقلتين تعلوهما شوكة.

٤. أجزاء فم الحشرة الكاملة أثرية حيث أنها لا تتغذي.

٥. الأجنحة غشائية، الأمامية منها أكبر كثيرا من الخلفية ولذا سميت ذباب لأنها تظهر وكأن لها زوج واحد من الأجنحة.

٦. القرون الشرجية طويلة مقسمة وبينها عادة زائدة وسطية تشبههما.

٧. يتميز الذكر بوجود قابضين وطرفين للقضيب علي الحلقة البطنية التاسعة.

٨. الحوريات تعيش في الماء وتتنفس بخياشيم موجودة علي جانبي البطن، وأجزاء فم الحورية قارضة.

ومن فصائل هذه الرتبة Fam. Ephemeridae ويتبعها : ذبابة مايو العادية *Polymitarcys savingnyi Pict.* وهي من الأنواع الكبيرة الحجم نسبيا شكل (٥٣) . وليس لهذه الحشرة أهمية اقتصادية، ولو أن الحوريات تلعب دورا هاما فى السلسلة الغذائية بالبرك والمستنقعات وبحيرات المياه العذبة.

شكل (٥٣) ذبابة مايو

٢- رتبة الرعاشات Order Odonata

(الرعاشات الكبيرة والصغيرة Dragonflies and damseflies)

حشرات هذه الرتبة سريعة الطيران. تعيش علي ما تفترسه من أنواع الحشرات الأخري أثناء طيرانها وتعيش الحوريات في الماء وتتغذي علي افتراس الحيوانات المائية الصغيرة، وعلي ذلك تحورت أجزاء فمها بحيث يمكنها القبض علي الفريسة. وتتنفس الحوريات بالخياشيم التي توجد في مؤخرة البطن أو في الجدار الداخلي للمستقيم حسب النوع، وتعيش الحشرات الكاملة قريبا من مجاري المياه، وتضع الإناث البيض في الماء أثناء طيرانها. وتعتبر الرعاشات من الحشرات النافعة.

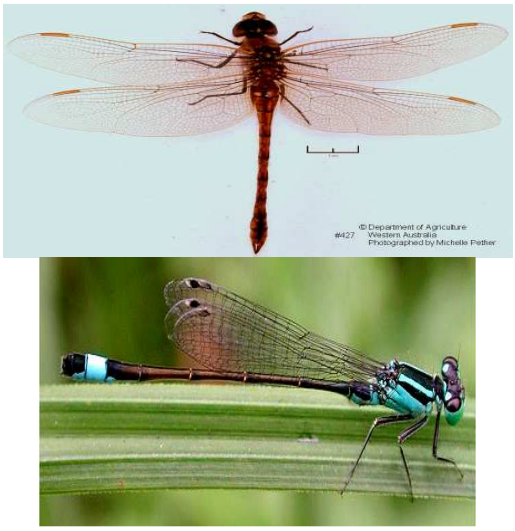
<u>مميزات الرتبة:</u>

١. حشرات هذه الرتبة متوسطة أو كبيرة ذات ألوان متباينة ، طيرانها له طابع معين.
٢. العين المركبة جيدة النمو وبارزة وتوجد ٣ عيون بسيطة.
٣. أجزاء الفم قارضة.
٤. قرن الاستشعار قصير جدا يتكون من ٣-٧ عقل صغيرة.
٥. الأجنحة غشائية مستطيلة الشكل وليس لها آلة شبك ، وتوجد علي الحافة الأمامية لكل جناح بالقرب من زاويته الأمامية بقعة تسمي Pterostigma .
٦. البطن طويل رفيع ويتكون من ١١ حلقة.
٧. التشكل ناقص متباين حيث أن الحورية تعيش في الماء وتتنفس بالخياشيم وأجزاء فمها مفترسة بالقرض.

ومن أمثلة الحشرات ذات الأهمية الاقتصادية التابعة لهذه الرتبة (شكل ٥٤)

١- الرعاش الصغير **Fam. Agrionidae - *Ischnura senegalensis* Ramb**

٢- الرعاش الكبير. *Hemianax ephippiger selys* - **Fam. Aeschnidae**



الرعاش الكبير **الرعاش الصغير**

شكل (٥٤)

٣- رتبة الحشرات مستقيمة الأجنحة Order Orthoptera

حشرات هذه الرتبة متوسطة أو كبيرة الحجم واغلبها يعيش علي الأرض وتتغذي علي النباتات وتسبب خسائر فادحة للمحاصيل في الحقل، وتضم أنواع الجراد والنطاط والحفار.

وتتميز الحشرات التابعة لهذه الرتبة بالمميزات العامة الآتية:

١. أجزاء الفم قارضة.
٢. العيون المركبة موجودة كما توجد عيون بسيطة.
٣. قرون الاستشعار خيطية غالبا وتكون أقصر أو أطول من الجسم.
٤. الحلقة الصدرية الأولي كبيرة وذات ترجه ممتدة نحو الخلف وعلي الجانبين.
٥. الأجنحة الأمامية جلدية والخلفية غشائية.
٦. أرجل الحشرة الواحدة غير متشابهة حيث تتحور الأرجل الخلفية للقفز عادة.
٧. آلة وضع البيض ظاهرة خلف مؤخرة الجسم ولا يوضع البيض داخل كيس.
٨. القرون الشرجية غير مقسمة.

ومن أمثلة الحشرات التابعة لهذه الرتبة شكل (٥٥):

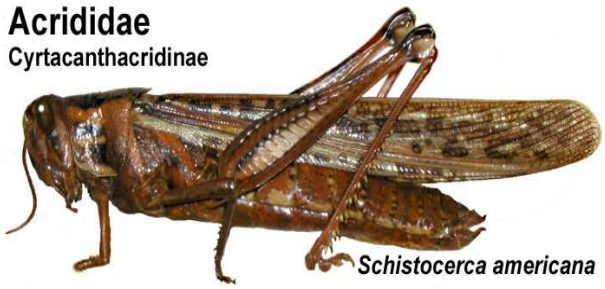
١- الحفار (كلب البحر) *Grllotalpa gryllotalpa* من عائلة Gryllotalpidae .

تقرض هذه الحشرة جذور النباتات أو سوقها تحت سطح الأرض وتفضل النباتات الصغيرة والدرنات كما تتغذي أيضا علي البذور بعد زراعتها وتعتبر الحورية والحشرة الكاملة هما الطوران الضاران.

٢-أنواع الجراد ومنها الجراد الصحراوى *Schistocerca gregaria*

وهي حشرات ضارة جدا بالزراعة فتتغذى علي كل النباتات الخضراء وتسبب خسائر فادحة للمحاصيل الزراعية وتتلف الأشجار شكل (٥٥).

الحفار



الجراد الصحراوى

شكل (٥٥)

٤- رتبة الحشرات جلدية الأجنحة: Order Dermaptera

تعيش حشرات هذه الرتبة تحت الأحجار والأخشاب وأصص الزرع وتحت النباتات أو في أنفاق تصنعها تحت التربة، وتتغذي علي المواد النباتية والحيوانية وقد يتلف بعضها نباتات الزينة، وهي حشرات ليلية عديمة الطيران رغم أن لها أجنحة كبيرة.

مميزات الرتبة:

١. جسم الحشرة مطاول منها مفترسات حشرية ومنها حشرات نباتية التغذية ومنها ما يجمع بين الصفتين.
٢. قرن الاستشعار خيطي.
٣. أجزاء الفم قارضة.
٤. الجناح الأمامي جلدي قصير جدا خال من العروق، والجناح الخلفي غشائي .
٥. الرسغ مكون من ثلاث عقل.
٦. البطن مكون من ١١ حلقة حيث تختزل الحلقة الأخيرة إلي عجز Pygidium صغير يمتد من نهاية البطن.

٧. القرون الشرجية غير مقسمة وغالبا ما تتصلب وتتحور علي شكل ملقط تستخدمه الحشرة في الهجوم علي أعدائها والدفاع عن نفسها، ويمكن التمييز بسهولة بين الإناث والذكور بواسطة شكل هذه القرون الشرجية.

٨. آلة وضع البيض غائبة أو مضمحلة، والأنثي عادة تضع البيض في حجرات أسفل سطح التربة وتحتضنه حتى يفقس وترعي الصغار حتى تنمو.

٩. التشكل تدريجي.

وأهم حشرات هذه الرتبة:

إبرة العجوز الكبيرة : *Labidura riparia*

وهي حشرة مجنحة لونها بني غامق توجد بكثرة في حقول القطن وفي التربة وتعيش في أنفاق تصنعها تحت سطح التربة وتتغذي بافتراس كائنات التربة الصغيرة: شكل (٥٦).

شكل (٥٦)إبرة العجوز (لاحظ القرون الشرجية المتحورة إلي ملاقط قوية)

٥- رتبة الحشرات شبكية الأجنحة (الصراصير وفرس النبي) Order Dictyoptera

تضم هذه الرتبة مجموعتين من الحشرات أرضية المعيشة، تعيش المجموعة الأولي مترممة علي مواد حيوانية ونباتية داخل المنازل مثل الصراصير، بينما تتميز المجموعة الثانية بأنها مفترسات تهاجم الحشرات والسحالي والعناكب مثل أنواع فرس النبي.

تتميز حشرات هذه الرتبة بالمميزات التالية:

١) حشرات متوسطة أو كبيرة الحجم. ٢) أجزاء الفم قارضة.

٣) قرن الاستشعار غالبا من النوع الخيطي أو الشعري الطويل.

١) الرسغ خمس عقل.

٢) الأجنحة الأمامية جلدية والخلفية غشائية.

٣) الأرجل متشابهة وقصيرة للجري وقد تتحور الأرجل الأمامية للقنص كما في فرس النبي.

٤) آلة وضع البيض غير ظاهرة في مؤخرة البطن ويوضع البيض دائما داخل كيس.

٥) القرون الشرجية مقسمة. ٩) التشكل تدريجي.

ومن الحشرات ذات الأهمية الاقتصادية التابعة لهذه الرتبة شكل (٥٧) :

١- الصرصور الأمريكي .Periplanta americana L .

٢- فرس النبي الكبير عديم البقع .*Mantis* religiosa L

٣- فرس النبي الكبير ذو البقعتين *Sphodromantis bioculate* Burm.

الصرصور الأمريكي

حشرة فرس النبى

شكل (٥٧)

(٦) رتبة الحشرات متساوية الأجنحة Order Isoptera

رتبة النمل الأبيض(White ants or termites)

تعيش أفراد حشرة النمل الأبيض معيشة اجتماعية تحت الأرض أو داخل الأخشاب بعيدة عن الضوء، وكثيرا ما تكون مختفية داخل العشوش التي تبنيها من الطين ولذلك يغلب عليها اللون الأصفر الباهت، أما الأفراد التي يضطرها العمل كثرة الخروج فلونها عادة أسمر.

تتميز حشرات هذه الرتبة بالمميزات التالية:

١-أجزاء الفم قارضة. ٢- قرون الاستشعار من النوع العقدي ذو عقل قليلة.

٣- العيون المركبة موجودة في الأفراد المجنحة ، يرافق وجود العيون المركبة زوجا من العيون البسيطة.

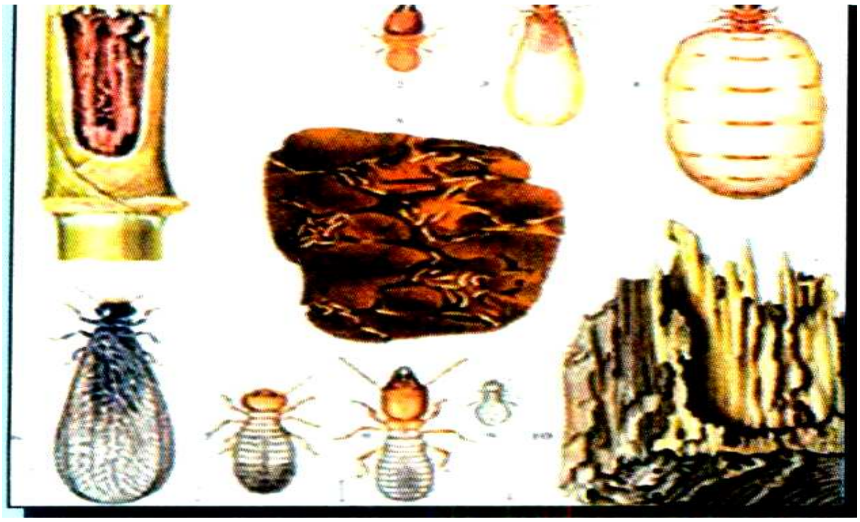
٤- معظم الأفراد عديمة الأجنحة وإذا وجدت تكون متساوية في الحجم والشكل والتعريق.

٥- الرسغ ٤ عقل. ٦- القرون الشرجية قصيرة أو مضمحلة.

٧- التشكل بسيط أو معدوم.

من الأنواع التابعة لهذه الرتبة *Hodotermes ochraceus* من عائلة Calotermitidae

تتميز هذه الحشرات بوجود أفراد خصبة وهي الذكر (الملـــك) والأنثـــي (الملكـــة) ، وأفراد عقيمة هي الشغالات والجنود. ولكل فرد في العش (المستعمرة) عمل محـــدد شـــكل (٥٨).



شغالة جندي فرد مجنح

شكل (٥٨) أفراد نوع من النمل الأبيض

٧- رتبة القمل القارض Order Mallophaga

(Bird lice or Biting lice)

حشرات هذه الرتبة صغيرة جدا جسمها مبطط ومتصلب غير مجنحة كصفة مكتسبة من البيئة. تعيش أفرادها كطفيليات خارجية علي الطيور وبعض الثدييات.

تتميز حشرات هذه الرتبة بما يلي:

١- أجزاء الفم قارضة.

٢- الرأس كبير عريض وقرن الاستشعار مكون من ٣-٥ عقل.

٣- العيون المركبة مضمحلة والبسيطة معدومة.

٤- الحلقة الصدرية الأولي كبيرة واضحة أما الثانية والثالثة فغير متميزتين.

٥- الأجنحة غائبة (صفة مكتسبة من البيئة). ٦- الرسغ عقلة أو عقلتين ينتهي بمخلب أو مخلبين.

٧- الثغور التنفسية تظهر علي السطح السفلي من الجسم. ٨- البطن تتكون من ٨-١٠حلقات.

٩- القرون الشرجية معدومة. ١٠- التشكل بسيط.

من الحشرات التابعة لهذه الرتبة:

١- **قمل الدواجن *Menopon gallina (L.)*** : يصيب الفراخ والبط والإوز والدجاج الرومي ويندر إصابته للكتاكيت الصغيرة .

٢- **قمل الحمام *Columbicola Columbae* (L.):** غالبا ما يتطفل هذا القمل علي الحمام وأحيانا علي الدواجن وبعض الطيور الأخري شكل (٥٩)

شكل (٥٩) : قمل الحمام

٨- رتبة القمل الماص Order Siphunculata *(Sucking Lice)*

تعيش حشرات هذه الرتبة معيشة طفيلية علي الثدييات، ، حيث يتطفل منها نوعان علي الإنسان والباقي علي الحيوانات الأخري.

تتميز حشرات هذه الرتبة بالمميزات الآتية:

١- حشرات صغيرة الحجم جسمها مبطط من الجهتين الظهرية والبطنية وغير متصلب.

٢- أجزاء الفم ثاقبة ماصة (ولذا سمي بالقمل الماص) .

٣- العيون المركبة مضمحلة أو منعدمة والعيون البسيطة غائبة.

٤- قرن الاستشعار قصير يتكون من ٣-٥ عقل. ٥- حلقات الصدر غير واضحة التقسيم.

٦- الأجنحة غائبة كصفة مكتسبة من البيئة. ٧- الرسغ عقلة واحدة تنتهي بمخلب حاد مقوس.

٨- الثغور التنفسية موجودة تظهر من السطح العلوي. ٩- البطن ٩ حلقات.

١٠- القرون الشرجية منعدمة. ١١- التشكل بسيط.

تضم هذه الرتبة قمل الرأس وقمل الجسم وهما تحت نوعين Subspecies أو سلالتين strains من نوع واحد هما:

تحت نوع قمل الرأس *Pediculus humanus capitis de Geer*

تحت نوع قمل الجسم *Pediculus humanus corporis de Geer*

وتتشابه هاتان الحشرتان شكل (٦٠) في تاريخ حياتهما وإن كانتا تختلفان في سلوكهما وطبائعهما. يعيش قمل الرأس في شعر الرأس وتلصق الحشرة بيضها بالشعر، بينما يوجد قمل الجسم علي الجسم أو علي الملابس. وتضع بيضا مبعثرا علي زوايا وثنيات الملابس. ينقل قمل الرأس وقمل الجسم بعض الأمراض الخطيرة مثل حمي التيفوس والحمي الراجعة.

شكل (٦٠) قمل الرأس – قمل الجسم

٩- رتبة الحشرات نصفية الأجنحة Order Hemiptera

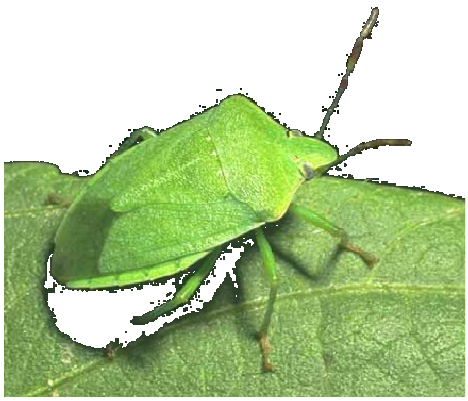
معظم حشرات هذه الرتبة أرضية المعيشة ، ومنها أنواع مائية ويتغذي معظمها علي عصارة النبات وبعضها يتغذي علي دم الطيور والثدييات وبعضها يعيش علي افتراس بعض الحشرات الضارة.

وتتميز حشرات هذه الرتبة بما يلي:

١. أجزاء الفم ثاقبة ماصة وأهم ميزة فيها أنها متحورة إلي خيوط أبريه تستقر داخل خرطوم متحور عن الشفة السفلي.
٢. العيون المركبة موجودة وتوجد عيون بسيطة عادة ولكن تنعدم العيون البسيطة في الحشرات المائية.
٣. الأجنحة الأمامية نصفية والخلفية غشائية، وقد تنعدم الأجنحة كصفة مكتسبة من البيئة.
٤. ترجه الحلقة الصدرية الأولي كبيرة.
٥. لا يزيد عدد حلقات البطن عن ١٠ حلقات.

٦. التشكل تدريجي والحورية لها خمس أعمار.

ومن الحشرات التابعة لهذه الرتبة البقة المائية الكبيرة *Lethocerus niloticus* من عائلة Belostomatidae ، والبقة الخضراء *Nezara Viridula* من عائلة Pentatomidae شكل (٦١).



البقة الخضراء

البقة المائية

شكل (٦١)

١٠- رتبة الحشرات متشابهة الأجنحة: order Homoptera

حشرات صغيرة جدا نشيطة تمتص عصارة النبات مسببة ضعفه كما تنقل بعضها إليه كثيرا من الأمراض مثل الموزايك Mosaic وتورد القمة Bunchy top.

تتميز حشرات هذه الرتبة بالمميزات الآتية:

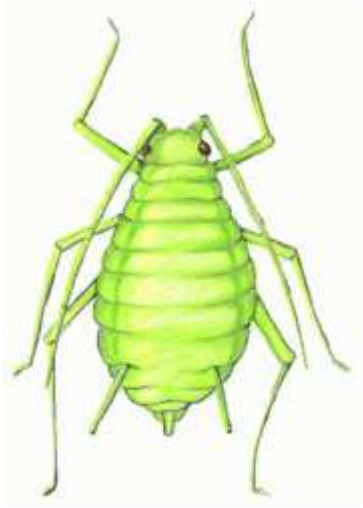
١. للحشرة الكاملة زوجان من الأجنحة متشابهة التركيب وبعضها عديم الأجنحة.

٢. الفم ثاقب ماص علي شكل خرطوم يتصل بأسفل الرأس من الخلف .

٣. التشكل تدريجي ما عدا عائلة الذباب الأبيض وذكور عائلة Coccidae فيكون قريبا من التام.

٤. تضع الحشرات بيضها في أنسجة النبات.

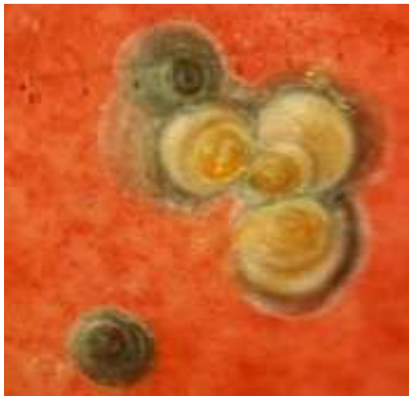
من الأنواع التابعة لهذه الرتبة مَنّ القطن *Aphis gossypii* من عائلة Aphididae والحشرة القشرية السوداء *Chrysomphalus ficus* من عائلة Diaspididae والبق الدقيقي الاسترالي *Icerya purchasi* من عائلة Margarodidae شكل (٦٢).

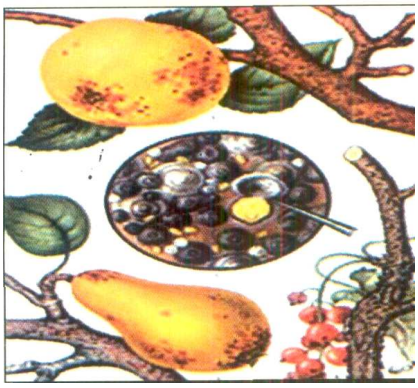


حشرة المنّ

البق الدقيقى المصري

البق الدقيقى الاسترالى





حشرات قشرية

شكل (٦٢)

١١- رتبة الحشرات هدبية الأجنحة (التربس Order Thysanoptera (Thrips

حشرات صغيرة جدا وقد يصعب تميزها بالعين المجردة. نشيطة بعضها يبدو في حركة وكأنه يقفز، وللبعض الآخر قدرة علي الطيران لمسافات بعيدة وعلي شكل تجمعات في أعداد كبيرة ، كما في تربس القمح التي تضايق الناس عند اصطدامها بالأجزاء العارية من أجسامهم ويسمونها (الصعو).

مميزات الرتبة:

١. حشرات صغيرة رهيفة تعرف بالتربس.

٢. أجزاء الفم خادشة ماصة لأنها غير متماثلة الجانبين.

٣. قرن الاستشعار قصير يتكون من ٦-١٠عقل.

٤. الحشرات مجنحة غالبا وأحيانا عديمة الأجنحة، والأجنحة ضيقة مستطيلة وعلي حافتها أهداب طويلة ، وقد تنعدم الأجنحة كصفة مكتسبة من البيئة.

٥. الرسغ عقلة واحدة أو عقلتين.

٦. القرون الشرجية غائبة.

٧. التشكل ناقص وقد يكون قريبا من التام حيث يوجد طور ساكن في التربة يعرف بطور العذراء.

ومن أمثلة الحشرات ذات الأهمية الاقتصادية التابعة لهذه الرتبة تربس القطن (شكل ٦٣)

وتنقسم هذه الرتبة إلي تحت رتبتين:

شكل (٦٣) حشرة التربس

ثالثا: قسم الحشرات التي تنمو فيها الأجنحة داخليا

Division Endopterygota

١- رتبة الحشرات حرشفية الأجنحة Order Lepidoptera

تشمل هذه الرتبة الفراشات وأبى دقيقات من حشراتها ما هو ضار جدا بالمحاصيل الزراعة مثل (دودة ورق القطن –الدودة القارضة– ديدان اللوز– أبو دقيق الرمان) ومنها ما هو نافع كبعض الأعداء الحيوية المفترسة وأنواع دودة الحرير.

تتميز الحشرات التابعة لهذه الرتبة بالمميزات العامة الآتية:

١. جسم الحشرة الكاملة وزوجا الأجنحة مغطاة بحراشيف مختلفة زاهية الألوان.

٢. تتصل الأجنحة الأمامية والخلفية اتصالا وثيقا إما بالتراكب أو بآلة شبك الأجنحة مما يعطي للأجنحة فاعلية أكثر عند الطيران.

٣. أجزاء الفم قارضة في اليرقات، ماصة في الحشرات الكاملة وقد يكون الفم أثريا في حالة الحشرات التي لا تتغذي في الطور الكامل.

٤. قرن الاستشعار صولجاني في أبي دقيقات، أما في الفراشات فهو خيطي أو مشطي بسيط أو مضاعف.

٥. اليرقة وهي الطور الضار أسطوانية ، ذات أجزاء فم قارض تتميز بوجود أرجل صدرية وأرجل بطنية.

٦. العذراء غالبا مكبلة معراة (كما في أبي دقيق الكرنب) أو داخل شرنقة من الحرير أو خلية من الطين.

٧. التشكل تام.

٨. تنشط حشراتها الكاملة نهارا (أبي دقيقات) وتتميز بأن الأجنحة تبدو متعامدة علي الجسم أثناء الراحة أو تنشط ليلا (الفراشات) وتتميز الأجنحة بأنها تكون منبسطة علي الجسم أثناء الراحة.

٩. العيون المركبة كبيرة ويوجد زوج من العيون البسيطة التي تكون مضمحلة في أبي دقيقات.

وتنقسم هذه الرتبة إلي تحت رتبتين:

أ- تحت رتبة الفراشات Suborder Heterocera

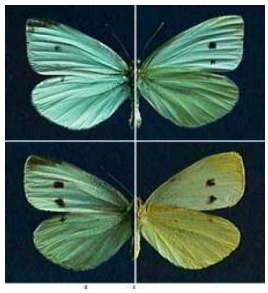
وتتميز حشراتها بأنها: تطير ليلا ولا تظهر في ضوء النهار ولكنها تنجذب للضوء الصناعي ومن أمثلة الحشرات ذات الأهمية الاقتصادية التابعة لهذه التحت رتبة دودة ورق القطن *Spodoptera littoralis* من عائلة Noctuidae ودودة القصب الكبيرة *Sesamia cretica Led.* وفراشة درنات البطاطس *Phthorimaea operculella (Zeller)* شكل (٦٤).

ب- تحت رتبة أبي دقيقات Suborder Rhopalocera

وتتميز حشراتها بأنها: تطير أثناء النهار وتختفي ليلا. ومن أمثلة هذه التحت رتبة أبي دقيق الكرنب *Pieris rapae* من عائلة Pieridae شكل (٦٤).

دودة ورق القطن

دودة القصب الكبيرة



أبى دقيق الكرنب

شكل (٦٤)

٢- رتبة ذات الجناحين Order Diptera

(الذباب الحقيقي Two - winged or trueflies)

وتشمل هذه الرتبة أنواع الذباب والبعوض، ويتغذي أغلبها علي المواد السكرية ورحيق الأزهار أو المواد العضوية التالفة، بينما يتغذي البعض بامتصاص دم الحيوانات ذات الدم الحار (إناث البعوض) كما يعمل بعض حشرات الرتبة كمفترسات (يرقات ذبابة السرفس) أو طفيليات (يرقات أنواع ذباب التاكينا) هذا بالإضافة إلي أنها تنقل للإنسان أمراضا خطيرة مثل الملاريا ومرض النوم. وكذلك تلحق بالنبات أضرارا بالغة مثل ناخرات الأوراق وثاقبات الثمار.

تتميز الحشرات التابعة لهذه الرتبة بالمميزات الآتية:

١. أجزاء الفم إما قارضة أو لاعقة (الذبابة المنزلية) أو ثاقبة ماصة (إناث الباعوض).
٢. العيون المركبة كبيرة وواضحة.
٣. قرن الاستشعار يتكون من ٣ عقل أو من عديد من العقل.

٤. تحمل الحشرة زوجا واحدا من الأجنحة الغشائية ، بينما يتحور الزوج الثاني إلي دبوسا توازن.

٥. الرسغ ٥ عقل.

٦. اليرقة عديمة الأرجل والعذراء إما مستورة عديمة الحركة (الذبابة المنزلية) أو حرة متحركة (عذراء الباعوض).

من الحشرات ذات الأهمية الاقتصادية التابعة لهذه الرتبة شكل (٦٥):

١- ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط *Ceratitis capitata* wied

٢- الذبابة المنزلية *Musca domestica l.*

٣- البعوض ة المنزلية *Culex pipiens*

ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط

الذبابة المنزلية

البعوضة المنزلية

شكل (٦٥)

٣- رتبة الحشرات غشائية الأجنحة order Hymenoptera

تضم هذه الرتبة حشرات النحل والنمل والزنابير، ومنها ما هو ضار يسبب أوراما علي السوق أو الأفرع أو الأوراق إلا أن غالبية حشرات هذه الرتبة نافع فمنها الكثير من الحشرات المتطفلة والمفترسة التي تقضي علي كثير من الحشرات الضارة وكذلك حشرة نحل العسل ذات الدور المعروف في تلقيح الأزهار وزيادة المحصول كما أنها مصدر العسل الشهي ، وكثير من المنتجات الأخري المفيدة ، كما تتضح صفة المعيشة الاجتماعية في حشرات هذه الرتبة (نحل العسل).

تتميز الحشرات التابعة لهذه الرتبة بالمميزات الآتية:

١. حشرات متباينة الحجم إلي حد كبير ولأغلبها خصر (عبارة عن اندماج الحلقة البطنية الأولي مع الحلقة الصدرية الثالثة).

٢. أجزاء فم الحشرة الكاملة قارضة (دبور البلح) أو قارضة لاعقة (نحل العسل) أو متحورة للامتصاص كيرقات البمبلا.

٣. الأجنحة غشائية فيها الزوج الخلفي أصغر من الأمامي تتصل الأجنحة بواسطة خطاطيف فتزيد من قدرة الحشرة علي الطيران.
٤. آلة وضع البيض موجودة في الأنثي وقد تتحور للوخز أو اللسع.
٥. اليرقة إما عديمة أو عديدة الأرجل، ولها رأس كامل التكوين.
٦. العذراء حرة وقد توجد داخل شرنقة. ٧. التشكل تام
٨. يتكاثر عدد كبير منها تكاثرا بكريا (نحل العسل).

ومن أهم الحشرات ذات الأهمية الاقتصادية التابعة لهذه الرتبة شكل (٦٦):

١- حشرة دبور البلح أو الدبور الأحمر *Vespa orientalis* F.
٢- نحل العسل *Apis mellifera*
٣- دبور الحنطة المنشاري *Cephus tabidus*.

دبور البلح الأحمر نحل العسل دبور الحنطة المنشارى

شكل (٦٦)

(٤) رتبة الحشرات غمدية الأجنحة Order Colepotera

تشتمل هذه الرتبة علي حشرات الخنافس Beetles والسوس والجعال وهي حشـــرات إما آكلة غذاء حيوانى فقط أو متنوعة التغذية ، وبصفة عامة فمن حشرات هذه الرتبة ما هـــو ضار (تهاجم وتثقب الجذور والبراعم والسوق والثمار والبذور ، وكذلك المواد الجافة كالدقيق والحبوب والملابس) ومنها ما هو نافع مثل كثير من المفترسات التى تخلصنا من الحشـــرات الضارة.

وتتميز الحشرات التابعة لهذه الرتبة بما يلي :

١. حشرات متباينة الحجم إلي حد كبير جسمها متصلب .
٢. أجزاء الفم قارضة في الحشرة الكاملة أما فى اليرقة فقد تكون قارضة أو مفترسة .
٣. الحشرات مجنحة عادة حيث يكون الجناح الأمامى غمدي والخلفي غشائى وقد تلتصق الأجنحة الغمدية بالجسم وفي هذه الحالة تفقد الحشرة قدرتها علي الطيران (كما فـــي

الخنفساء المنزلية وسوسة المخزن) .

٤. اليرقة محدودة الأرجل حيث أن لها أرجل صدرية فقط وتكون إما منبسطة أو مقوسة وقد تكون اليرقة عديمة الأرجل (السوس) واليرقة ذات رأس واضحة .

٥. العذراء حرة أو مكبلة وقد توجد داخل شرنقة .

٦. التشكل تام ٧. اليرقة والحشرة الكاملة هما الطوران الضاران .

وتنقسم هذه الرتبة إلي تحت رتبتين:

أ) تحت رتبة الحشرات وحيدة الغذاء Suborder Adephaga

وتتميز حشراتها بالمميزات الأتية :

١. قرن الاستشعار خيطي . ٢. الرسغ خمس عقل .

٣. اليرقة منبسطة وينتهي الرسغ في كل رجل بزوج من المخالب .

ومن الحشرات التابعة لهذه التحت رتبة خنفساء الكالوسوما *Calosoma chlorostictum* من عائلة Carabidae شكل (٦٧) .

ب- تحت رتبة الحشرات متعددة الغذاء Suborder Polyphaga :

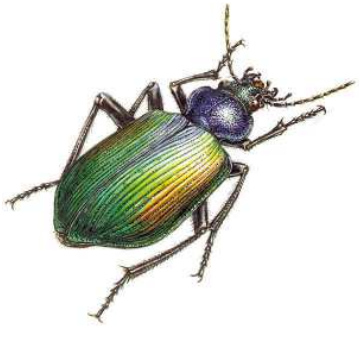
وتتميز حشراتها بالمميزات الأتية :

١. قرن استشعار مختلف في الأنواع المختلفة .

٢. عدد عقل الرسغ تختلف باختلاف الحشرات .

٣. اليرقة منبسطة أو مقوسة وليس لأرجلها رسغ وإنما تنتهي عقلة الساق بمخلب واحد، وقد تكون اليرقة عديمة الأرجل .

ومن أمثلة الحشرات التابعة لهذه التحت رتبة أبو العيد ذو الإحدي عشر نقطة *Coccinella undicempunctata* من عائلة Coccinellidae وأيضا سوسة الأرز *Calandra oryza* من عائلة Curculionidae شكل (٦٧).



خنفساء الكالوسوما

أبى العيد ذو الإحدي عشر نقطة

سوسة المخزن

شكل (٦٧)

(٥) رتبة معرقات الأجنحة Order Neuroptera

(أسد المن *Aphid lion* وأسد النمل *Ant lion*)

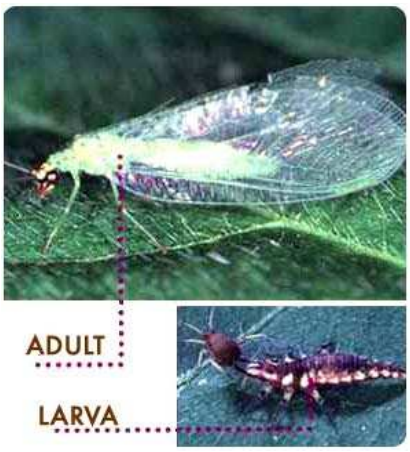
لحشرات هذه الرتبة أربعة أجنحة غشائية . يتماثل الجناح الأمامي والجناح الخلفي في الشكل والتعريق. تعيش هذه الحشرات عادة علي الأرض وبعضها يعيش علي النباتات للبحث عن فريستها ، كما أن القليل منها يعيش في الماء. بعض الحشرات الكاملة مفترس والبعض الآخر لا يتغذى بالمرة .

تتميز الحشرات التابعة لهذه الرتبة بالمميزات الأتية :

١. حشرات متوسطة الحجم عادة .
٢. أجزاء فم الحشرة الكاملة قارضة أو أثرية وأجزاء الفم في اليرقات مفترسة بالامتصاص .
٣. الملمس الفكى ٥ عقل والشفوي ٣ عقل . ٤. قرون الاستشعار طويلة .
٥. الأجنحة عديدة العروق الإضافية ويشبه الجناح الخلفي الجناح الأمامي تماما. وضع الأجنحة وقت الراحة علي شكل جمالون فوق الحشرة
٦. الرسغ ٥ عقل . ٧. البطن ١٠ حلقات ولا توجد ملامس شرجية .
٨. اليرقة منبسطة والعذراء حرة . ٩. التشكل كامل .

ومن حشرات هذه الرتبة أسد النمل *Cueta variegata* ويتبع عائلة Myrmelionidae ، وأيضا أسد المَنّ *Chrysoperla carnea* من عائلة Chrysopidae ، وتعتبر يرقات أسد المَنّ من الحشرات النافعة عظيمة الفائدة حيث أن هذه اليرقات تتغذى علي حشرات المَنّ الضارة. وأجزاء فم يرقات أسد النمل وأسد المَنّ مفترسة بالامتصاص شكل (٦٨).

أسد النمل



أسد المَنّ

شكل (٦٨)

(٦) رتبة خافية الأجنحة Order Siphonaptera

البراغيث Fleas

حشرات صغيرة عديمة الأجنحة ، منضغطة الجانبين ، قافزة لأن أرجلها طويلة ذات أفخاذ وحرقفات متضخمة . والبراغيث حشرات نشطة سريعة الحركة ، تقفز من عائل لآخر ومن مكان لمكان علي جسم نفس العائل .

تتميز الحشرات التابعة لهذه الرتبة بالأتي :

١. أجزاء الفم ثاقبة ماصة تمتص دم العائل .

٢. الرأس صلبة متصلة بإحكام بالحلقة الصدرية الأولى.

٣. قرن الاستشعار قصير ٣ عقل يوجد في تجويف خلف العين البسيطة.

٤. العيون المركبة غائبة ويوجد زوج واحد من العيون البسيطة .

٥. الأجنحة غائبة (صفة مكتسبة من البيئة).

٦. الأرجل الخلفية قوية متحورة للقفز والرسغ ٥ عقل .

٧. اليرقة أسطوانية عديمة الأرجل جسمها مغطي بشعر .

٨. العذراء حرة توجد داخل شرنقة . ٩. التشكل تام .

ومن أمثلة الحشرات ذات الأهمية الاقتصادية التابعة لهذه الرتبة حشرة برغوث الإنسان *Pulex irritans* من عائلة Pulicidae شكل (٦٩).

شكل (٦٩): برغوث الإنسان

التدريبات العملية

- مستعينا بأدوات التكبير المناسبة (عدسة مكبرة – بينــوكلر– ميكرســكوب) أو بــالعين المجردة تعرف علي نماذج الحشرات المعروضة عليك في علب عرض الحشــرات، أو المحملة علي شرائح...
- افحص وارسم الحشرة الكاملة للنموذج المعروض عليك بعد التعرف عليه– لاحظ انطباق الصفات العامة لهذه الحشرة مع المميزات العامة لرتبة الحشرات التابعة لها هذه الحشرة.
- لاحظ أن يتم الرسم بكراسة العملي لتوضيح هذه المميزات مع كتابة البيانات علي الرسم.
- يقوم الطالب بعمل مجموعة حشرية خلال دراسته بغرض التعرف علي أماكن وعــادات الحشرات ومظاهر الإصابة بها والعوائل النباتية التي تهاجمها ولتسهيل دراسة الحشرات من الوجهة التقسيمية.

تذكـــــر أن

يلزم لجمع وقتل وصلب وتجفيف وتحميل الحشــرات وأجزائهــا وكــذلك اليرقــات والعذارى وحفظها جميعا ما يلي من أدوات :

الشبكة التل – زجاجات بأحجام مختلفة – فأس صغيرة – علب كرتــون – عدســة جيــب – مصباح جيب – برطمان سيانور – مصائد ضوئية ومصائد طعوم – دبابيس – ورق مقوي – صلابة – مفتاح يرقات – حمام رملي – سلك رفيع – سيكوتين – شرائح زجاجية وأغطيتها – مواد ترويق وتحميل مناسبة – كرات نفتالين – علب بمقاسات مختلفة ذات واجهة زجاجيــة وقاع من الفلين ...

نظرا لضخامة أعداد الحشرات وتنوعها وانتشارها علي مستوي العــالم كــان مــن الضروري تصنيفها بطريقة يسهل دراستها من النواحي المورفولوجية والبيئيــة والبيولوجيــة والفسيولوجية ويعتمد التصنيف الحديث للحشرات علي الصفات الآتية:

١. وجود أو عدم وجود أجنحة.
٢. تكوين الأجنحة خلال الأطوار الغير كاملة (داخليا أو خارجيا).
٣. عدد الأجنحة وأشكالها ونظام التعريق فيها.
٤. نوع أجزاء الفم.
٥. جود أو عدم وجود العيون المركبة والبسيطة.
٦. وجود أو عدم أنابيب مليجي وعددها.
٧. القصيبات الهوائية ونوع التنفس.
٨. شكل الأجهزة التناسلية الخارجية والداخلية.
٩. نوع التشكل.

المراتب التقسيمية:

تنقسم المملكة الحيوانية إلي عدد من القبائل وتنقسم القبيلة إلي عدد من الصفوف وينقسم صف الحشرات إلي عدد من الرتب ، وكل رتبة تنقسم إلي عدد من العائلات، وتنقسم كل عائلة إلي عدد من الأجناس ويتبع كل جنس عدد من الأنواع، والمراتب التقسيمية السابق ذكرها تسمي بالمراتب التقسيمية الأساسية ويتخلل هذه المراتب ما يسمي بالمراتب التقسيمية الإضافية مثل تحت القبيلة، فوق الصف، تحت الصف ، فوق الرتبة ، تحت الرتبة، فوق العائلة، وتحت العائلة.

الاسم العلمي:

الاسم العلمي للحشرة المتعارف عليه دوليا يكتب باللغة اللاتينية بالترتيب الأتي من اليسار إلي اليمين – اسم الجنس وأول حرف من حروفه كبير Capital ثم اسم النوع ويبدأ بحرف صغير Small يلي ذلك اسم مكتشف هذا النوع إما كاملا أو مختصرا علي أن يكون الحرف الأول منه كبير وذلك مثل حشرة دودة ورق القطن الكبري *Spodoptera littoralis* (Boisd.)

وعند كتابة الاسم العلمي باليد يوضع تحته خطين أما عند كتابته بالكمبيوتر في الكتب فإنه يكتب بحروف مائلة ، وفي حالة وجود تحت نوع يوضع تحته خط أيضا أو يكتب بحروف مائلة.

ولقد تناولنا في هذا الكتاب المميزات العامة للرتب الحشرية المختلفة ذات الأهمية الاقتصادية مع ذكر أمثلة لبعض الحشرات الهامة التابعة لهذه الرتبة سواء كانت ضارة أو نافعة ، ويمكن إيجاز ذلك فيما يلي:

ينقسم صف الحشرات إلي تحت صفين:

أولا: تحت صف الحشرات عديمة الأجنحة أصلا Subclass Apterygota

ويشتمل تحت هذا الصف علي الرتب الحشرية الأتية:

١- رتبة ذات الذنب الشعري (السمك الفضي): سميت كذلك لوجود قرنان شرجيان طويلان مقسمان بينهما زائدة وسطية مقسمة أيضا بنهاية البطن.

٢- رتبة ذات الذنب القافز (قافزة القطن) : سميت كذلك لوجود زائدة اسفل الحلقة الرابعة تشتبك مع القابض الذي يخرج من الحلقة البطنية الثالثة وعند انفصالها بقوة تندفع الحشرة إلي الأمام في قفزة مفاجئة.

ثانيا: تحت صف الحشرات المجنحة Subclas Pterygota

وتنقسم تحت صف الحشرات المجنحة أصلا إلي قسمين :

أ- قسم الحشرات التي تنمو الأجنحة فيها خارجيا

ويتبع هذا القسم الرتب الحشرية الآتية:

١- **رتبة ذباب مايو(ذبابة مايو):** تنتشر هذه الحشرة في شهر مايو وتعيش لمدة يوم واحد.

٢- **رتبة الرعاشات (الرعاش الكبير- الرعاش الصغير):** هي حشرات متوسطة أو كبيرة الحجم ذات ألوان متباينة.

٣- **رتبة مستقيمة الأجنحة: (الحفار- الجراد الصحراوي)** : وفيها تكون قرون الاستشعار أطول من الجسم كما في الحفار أو أقصر من طول الجسم كما في الجراد .

٤- **رتبة جلدية الأجنحة: (إبرة العجوز الكبيرة):** الأجنحة الأمامية جلدية قصيرة والخلفية غشائية.

٥- **رتب شبكية الأجنحة (الصراصير -أنواع فرس النبي):** حشرات متوسطة أو كبيرة الحجم قرن الاستشعار غالبا طويل من النوع الخيطى أو الشعرى.

٦- **رتبة متساوية الأجنحة (النمل الأبيض):** تعيش حشراتها معيشة اجتماعية داخل عشوش ومعظم أفراد النمل عديمة الأجنحة وإذا وجدت الأجنحة تكون متساوية في الحجم والشكل والتعريق.

٧- **رتبة القمل القارض(قمل الحمام):** الأجنحة غائبة (صفة مكتسبة من البيئة) وأجزاء الفم قارضة.

٨- **رتبة القمل الماص (قمل الإنسان):** الأجنحة غائبة (صفة مكتسبة من البيئة) وأجزاء الفم ثاقبة ماصة.

٩- **رتبة نصفية الأجنحة (البقة الخضراء- البقة المائية الكبيرة):** الأجنحة الأمامية نصفية (نصف جلدي ونصف غشائى) وأجزاء الفم ثاقبة ماصة.

١٠- **رتبة متشابهة الأجنحة (مَنّ القطن -الحشرة القشرية السوداء -البق الدقيقي الأسترالي)** : زوجا الأجنحة متشابهان وعند الراحة تتمدد الأجنحة فوق الجسم علي شكل جمالون.

١١- **رتبة هدبية الأجنحة (تربس القطن- تربس الفيكس نتدا):** الأجنحة طويلة وضيقة مزودة بأهداب علي جانبيها.

ب- قسم الحشرات التي تنمو فيها الأجنحة داخليا:

ويتبع هذا القسم الرتب الحشرية الآتية:

١- **رتبة حرشفية الأجنحة (دودة ورق القطن- دودة القصب الكبيرة- فراشة درنات البطاطس- أبو دقيق الكرنب):** الجسم وزوجا الأجنحة مغطاة بحراشيف ذات ألوان زاهية .

٢- **رتبة ذات الجناحين(ذبابة الفاكهة –الذبابة المنزلية- البعوضة المنزلية):** يحمل جسم الحشرات زوجا واحدا من الأجنحة فقط أما الزوج الخلفي فقد تحور إلي دبوسا التوازن.

٣- **رتبة غشائية الأجنحة (دبور البلح –نحل العسل –دبور الحنطة المنشاري):**زوجا الأجنحة من النوع الغشائى الأمامي أكبر من الخلفي ويتصلان في بعض الأنواع بألة شبك الأجنحة لزيادة القدرة علي الطيران.

٤- **رتبة غمدية الأجنحة (خنفساء الكالوسوما- أبي العيد ذو ١١ نقطة –سوسة الأرز):** الزوج الأمامي من الأجنحة غمدي وينطوي تحتها الجناح الخلفي الغشائي.

٥- **رتبة معرقات الأجنحة (أسد النمل- أسد المَّنّ):** الأجنحة عديدة العروق ويشبه الجناح الخلفي الأمامي تماما.

٦- **رتبة خافية الأجنحة(البراغيث مثل برغوث الإنسان):** الأجنحة غائبة (صفة مكتسبة من البيئة) أجزاء الفم ثاقبة ماصة.

تقويم الوحدة

١- لماذا يلجأ علماء الحشرات إلي تصنيف الحشرات؟

٢- ما هي الصفات التقسيمية التي يعتمد عليها في تقسيم الحشرات؟

٣- اذكر أهم المراتب التقسيمية – وما هي شروط كتابة الاسم العلمي؟

٤- **انسب الحشرات الآتية إلي رتبها:** الحفار- دودة ورق القطن – ذبابة الفاكهة- نحل العسل- قمل الإنسان – بعوضة الأنوفلس – البقة الخضراء – أبو العيد ١١نقطة.

أكمل:

١. تنقسم المملكة الحيوانية إلي عدة ..... كل واحدة منها تنقسم بدورها إلي عدة ..... والحشرات تتبع ..... التي يتبعها أيضا العناكب والعقارب.

٢. يمر التسلسل التقسيمي في الحشرات بالمراتب التقسيمية الآتية : صف الحشرات .....، .....، .....، .....النوع – وبالإضافة إلي التقسيم السابق يوجد مراتب تقسيمية إضافية مثل .....، .....، .....، ..... وتحت العائلة.

٣. يتكون الاسم العلمي للحشرة من مقطعين الأول منها اسم..... ويبدأ بحرف كبير والثاني هو اسم ..... ويبدأ بحرف .....

٤. الحشرة التي يكتب اسمها العلمي هكذا (.*Spodoptera littoralis* (Boisd تتبع الجنس ..... والنوع ..... ومكتشف هذا النوع هو العالم .....

٥. **أكمل الجدول الآتي:**

اسم الحشرة	نوع أجزاء الفم	نوع الجناح	نوع التشكل	الرتبة التي تتبعها
الجراد				
الذباب				
الفراشات				
نحل العسل				
أسد المَنّ				
الرعاشات				

٦. علل لما يأتي:

أ- وضع قصاصات من الورق داخل برطمانات السيانور عند قتل الحشرات.

ب-إمرار الدبوس في الحلقة الصدرية الثانية عند تصبير الحشرات.

جـ- يكتب الاسم العلمي للحشرة باللغة اللاتينية.

د- يوضع خط تحت الاسم العلمي أو يكتب بحروف مائلة.

٧. ضع علامة (√) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارات الخاطئة فيما يلي:

أ- تستعمل الشبكة التل في صيد الفراشات. ( )

ب- تستعمل المصيدة الضوئية في صيد أبي دقيقات . ( )

ج- يمر الدبوس في سوسة الأرز عند تحميلها في الحلقة الصدرية الثانية . ( )

د- يوجد علي جسم الحشرة دائما زوج واحد من الأجنحة فقط . ( )

هـ- يحمل جسم الحشرة ثلاثة أزواج من الأرجل المفصلية . ( )

و- من شروط كتابة الاسم العلمي ان يكتب باللغة الإنجليزية ويكتب بحروف مائلة أو يوضع خطا تحت كلا من اسم الجنس واسم النوع. ( )

بعض نماذج أسئلة للتقويم

(أ) أجب عن الأسئلة التالية:

١. ما هي الحشرة ، وضح باختصار موقعها في المملكة الحيوانية؟

٢. "يلعب جدار جسم الحشرة دوراً هاماً لحمايتها" ..... وضح أهمية جدار الجسم للحشرة مع رسم شكلا يبين تركيب الأجزاء الرئيسية المكونة له؟

٣. تكلم عن تركيب الرجل النموذجية في الحشرات مع الرسم وما الفرق بين الأرجل الصدرية والبطنية في يرقات الحشرات؟

٤. "تتحور أجزاء الفم في الحشرات وفقا لنوع الغذاء الذى تتناوله الحشرة..." وضح ذلك وما هي أنواع أجزاء الفم في الحشرات – اذكر مثالا لكل منها؟

٥. كيف تتمكن الذبابة المنزلية من السير علي الأسطح الناعمة ، أو السير مقلوبة علي الأسقف بسهولة؟

٦. تكلم باختصار عن العلاقة بين نوع أجزاء الفم واختيار المبيد الملائم لقتل الحشرة ؟

٧. اكتب باختصار عن :

أ) طرق التنفس في الحشرات المائية والحشرات المتطفلة.

ب) العلاقة بين دراسة أجهزة الحشرة وطريقة مكافحتها .

جـ) الفرق بين التلقيح والإخصاب في الحشرات .

٨. ما هي الصفات التقسيمية التي يعتمد عليها في تقسيم الحشرات؟

٩. اذكر أهم المراتب التقسيمية – وما هي شروط كتابة الاسم العلمي؟

١٠. اذكـــر :

١. خطوات عملية الانسلاخ في الحشرات .

٢. أنواع التكاثر البكرى في الحشرات مع ذكر أمثلة .

٣. أنواع التشكل في الحشرات مع ذكر أمثلة لكل نوع .

٤. كيف أمكن الاستفادة من ظاهرتي البيات والسكون في مكافحة الحشرات .

١١. ماذا يقصد بكل من:

١. الإخصاب في الحشرات – التشكل في الحشرات .

٢. التكاثر البكرى في الحشرات.

٣. الانسلاخ في الحشرات تم تكلم عن ميكانيكية الانسلاخ .

٤. السكون في الحشرات .

١٢. ارسم فقط رسما تخطيطا مع كتابة البيانات علي الرسم لكل مما يأتي :

١. تركيب جدار الجسم في الحشرات .

٢. التركيب النموذجي لرجل حشرة .

٣. الجهاز الهضمي في حشرة قارضة.

(ب) أكمل العبارات التالية :

١. جدار جسم الحشرة يتكون من ثلاث طبقات هي :..... ، ..... ، .....

٢. يتركب قرن الاستشعار في الحشرات من ثلاثة أجزاء هي ..... و..... و.....

٣. تتحور الرجل الأمامية في الحشرات كما فى ..... ، ..... ، ..... كما تتحور الرجل الخلفية أحيانا كما في حشرة ..... ، ..... ، .....

٤. تنقسم القناة الهضمية في الحشرات إلي ثلاثة أقسام هي ..... و..... و.....

٥. يملأ الدم ..... الجسم في الحشرات حيث لا توجد أوعية دموية سوي وعاء دموي واحد يضغط الدم للأمام في اتجاه الرأس والذى يشمل ..... و.....

٦. يتم التنفس في الحشرات المائية عن طريق ..... ، ..... ، ..... ، ..... أما الحشرات المتطفلة داخليا فتتنفس عن طريق ..... ، ..... ، .....

٧. أهم أعضاء الإخراج في الحشرات هي :

١- ..... ٢- ..... ٣- ..... ٤-.....

٨. أهم أعضاء الحس في الحشرات هي :

١- ..... ٢- ..... ٣- ..... ٤-.....

٩. تتكاثر الحشرات بعدة طرق تتلخص في ..... و ..... و .....

١٠.من المعتاد أن يقوم بالتكاثر الحشرات الكاملة إلا أنه قد تتوالد ..... والعذارى .

١١.العذراء هي الطور الساكن الذى يلي طور ..... في الحشرات ذات التشكل .....

١٢.الحشرة التى تمر أثناء تطورها بالخطوات الأتية: بيضة – حورية – حشرة كاملة ، يعتبر تشكلها ..... أو .....

١٣.تنقسم المملكة الحيوانية إلي عدة ..... كل واحدة منها تنقسم بدورها إلي عدة ..... والحشرات تتبع ..... التي يتبعها أيضا العناكب والعقارب.

١٤.يتكون الاسم العلمي للحشرة من مقطعين الأول منها اسم..... ويبدأ بحرف كبير والثاني هو اسم ..... ويبدأ بحرف .....

١٥.الحشرة التي يكتب اسمها العلمي هكذا *Spodoptera littoralis* (Boisd.) تتبع الجنس ..... والنوع ..... ومكتشف هذا النوع هو العالم .....

(جـ) ضع علامة (√) أو (×) أمام كل عبارة من العبارات التالية مع تصحيح الخطأ:

١. الحشرة حيوان لا فقارى ذات دم بارد. ( )

٢. يختلف تركيب وشكل أجزاء الفم في الحشرات باختلاف طبيعة ونوع الغذاء الذى تتناوله الحشرة . ( )

٣. هناك علاقة بين نوع أجزاء الفم واختيار السم المناسب لقتل الحشرة. ( )

٤. تتحور الأرجل في الحشرات إلي أشكال مختلفة لكى تلائم بيئتها وطريقة معيشتها . ( )

٥. يوجد للحشرات الكاملة زوجان من الأجنحة وقد يوجد زوج واحد وهناك حشرات غير مجنحة . ( )

٦. الجهاز الدورى في الحشرات من النوع المفتوح . ( )

٧. بعض الحشرات المائية تتنفس عن طريق الخياشيم وبعضها عن طريق ثقب النباتات المائية . ( )

٨. الوحدة الأساسية للنسيج العصبي هي المخ . ( )

٩. عدد العضلات الموجودة في جسم الحشرة أضعاف عدد العضلات الموجودة في جسم الإنسان . ( )

١٠. يوجد علي جسم الحشرة دائما زوج واحد من الأجنحة فقط . ( )

١١. يحمل جسم الحشرة ثلاثة أزواج من الأرجل المفصلية . ( )

١٢. من شروط كتابة الاسم العلمي ان يكتب باللغة الإنجليزية ويكتب بحروف مائلة أو يوضع خطا تحت كلا من اسم الجنس واسم النوع. ( )

(د) علل لما يأتي:

١) تلجأ بعض الحشرات إلي البيات أو السكون.

٢) وضع قصاصات من الورق داخل برطمانات السيانور عند قتل الحشرات.

٣) إمرار الدبوس في الحلقة الصدرية الثانية عند تصبير الحشرات.

٤) يكتب الاسم العلمي للحشرة باللغة اللاتينية.

٥) يوضع خط تحت الاسم العلمي أو يكتب بحروف مائلة.

بعض الأسئلة وإجاباتها النموذجية

س : ما هي الحشرة ، وضح باختصار موقعها في المملكة الحيوانية؟

جـ: الحشرة حيوان مفصلى الأرجل ، يتركب جسمها من ثلاث مناطق:

١- الرأس: وتحمل العيون وزوجاً من قرون الاستشعار وأجزاء الفم .

٢- الصدر: يتكون من ثلاث حلقات ويحمل كل منها زوج من الأرجل المفصلية كما يحمل الصدر الأجنحة .

٣- البطن : تتكون من ١١ حلقة .

موقعها في المملكة الحيوانية .. تتبع الحشرات صف سداسيات الأرجل (الحشرات) Class: Hexapoda التى تتبع قبيلة مفصليات الأرجل Phylum: Arthropoda.

س: يلعب جدار جسم الحشرة "دور هاما لحمايتها" وضح أهمية جدار الجسم للحشرة مع رسم شكل يبين تركيب الأجزاء الرئيسية المكونة له ؟

جـ : تتمثل أهمية جدار الجسم للحشرة فيما يلي :

١. يقى الأعضاء الداخلية من المؤثرات الخارجية .

٢. تمنع تبخر الماء من جسم الحشرة حيث أن التبخر يؤدي إلي موت الحشرة .

٣. استلام المؤثرات الخارجية عن طريق أعضاء الحس المختلفة (كالشم – واللمس والتذوق) التى ترتبط بجدار الجسم .

الرسم شكل (٤)

س: تكلم باختصار عن العلاقة بين نوع أجزاء الفم واختيار المبيد الملائم لقتل الحشرة؟

جـ : هناك علاقة بين نوع أجزاء الفم واختيار المبيد الملائم لقتل الحشرة فمثلاً..

١. **السموم المعدية :** يمكن استعمالها بنجاح فى قتل الحشرات ذات أجزاء الفم القارض كالجراد ودودة القطن أو الحشرات ذات أجزاء الفم اللاعق كالذباب ...

٢. **السموم الجهازية :** نظراً لأنها تمتص داخل النبات وتسرى فى عصارته لذلك يمكن استخدامها بنجاح فى مكافحة الحشرات ذات أجزاء الفم الثاقب الماص (كالمَّنّ والبقة الخضراء) .

٣. **السموم بالملامسة:** نظراً لأن هذه السموم تقتل الحشرات أو أطوارها بمجرد ملامستها من الخارج .. حيث أنها تنفذ من خلال جدار الجسم .. لذلك فإنها تؤثر علي جميع أنواع الحشرات بصرف النظر عن نوع أجزاء الفم .

س: اكتب باختصار طرق التنفس في الحشرات المائية والحشرات المتطفلة ؟

جـ: تتنفس بعض الحشرات المائية أكسجين الهواء الجوي رغم وجود الحشرة في الماء مثل:

١. التنفس بواسطة المجصات ذات الفتحات التنفسية (يرقات وعذارى الباعوض) .
٢. التنفس بطريقة فقاقيع الهواء تحت الأجنحة (الخنفساء المائية).
٣. التنفس عن طريق ثقب النباتات المائية .

بينما يتنفس البعض الأخر من الحشرات الأوكسجين الذائب في الماء مثل ..

٤. التنفس الجلدي (يرقات الهاموش).
٥. التنفس بواسطة الخياشيم مثل حوريات الرعاش .

أما بالنسبة للحشرات المتطفلة .. فيمكن للحشرة أن تتنفس أكسجين الهواء الجوي (طفيليات خارجية) .. أما الطفيليات الداخلية فإنها إما أن تتنفس أكسجين الهواء الجوي عن طريق ثقب جدار العائل – أو تتنفس الأكسجين من داخل جسم عائلها عن طريق انتشار الغازات من خلال جدار جسمها أو عن طريق ثقب القصبات الهوائية للعائل .

س: اكتب باختصار عن : الفرق بين التلقيح والإخصاب في الحشرات ؟

جـ: التلقيح .. لكى يحدث التلقيح لابد أن يلتقى الذكر بالأنثى وتنجذب الإناث إلي الذكور إما بواسطة الأصوات أو اللون أو الروائح (الفرمونات الجنسية) وعند التزاوج ينتقل السائل المنوي من الذكر إلي الأنثى.

أما الإخصاب: يعني الالتقاء الناجح بين الحيوان المنوي والبويضة .

س: أذكر أنواع التكاثر البكرى في الحشرات مع ذكر أمثلة ؟

جـ: أنواع التكاثر البكرى هي :

١- التكاثر البكرى الدائم ..... مثل ملكة نحل العسل .
٢- التكاثر البكرى المؤقت ... مثل فراشة دودة الحرير.
٣- التكاثر البكرى الدورى ... مثل حشرة المنّ.

س: اذكر أنواع التشكل فى الحشرات مع ذكر أمثلة لكل نوع ؟

جـ: أنواع التشكل فى الحشرات هي :

١. حشرات عديمة التشكل (بيضة – حشرة كاملة) مثل الحشرات التابعة لرتبتي ذات الذنب الشعرى والقافز .
٢. حشرات ذات تشكل غير كامل ... بيضة – حورية – حشرة كاملة ويشمل :
   أ) حشرات ذات تشكل تدريجي ... مثل الجراد – الصراصير .
   ب) حشرة ذات تشكل ناقص – مثل الرعاشات .

٣. حشرات ذات تشكل كامل ... بيضة – يرقة – عذراء – حشرة كاملة مثل دودة ورق القطن .
٤. حشرات ذات تشكل قريب من التام – بيضة – يرقة – حورية – عـذراء – حشـرة كاملة .
٥. حشرات مفرطة التشكل – مثل الخنفساء الحارقة .

س: ما هي الصفات التقسيمية التى يعتمد عليها في تقسيم الحشرات ؟

جـ: أهم الصفات التى يعتمد عليها في تقسيم الحشرات هي :
١. وجود أو عدم وجود الأجنحة .
٢. تكوين الأجنحة خلال الأطوار الغير كاملة (خارجية أو داخلية) .
٣. عدد وشكل الأجنحة .
٤. نظام تعريق الأجنحة .
٥. نوع أجزاء الفم .
٦. نوع التشكل
٧. شكل أعضاء التناسل الخارجية
٨. وجود أو عدم وجود أنابيب ملبيجي وعددها وشكلها .

س: أكمل العبارات التالية :

جـ:

١. جدار جسم الحشرة يتكون من ثلاث طبقات هي : **الكيوتيكـل** ، **البشـرة الداخليـة** ، **الغشاء القاعدي** .
٢. يتركب قرن الاستشعار من ثلاث أجزاء هي : **الأصل والعذق والشمروخ** .
٣. يملأ الدم **فراغ** الجسم في الحشرات حيث لا توجد أوعية دموية سوى وعـاء دمـوي واحد يضغط الدم للأمام في اتجاه الرأس والذى يشمل **القلب والأورطة** .
٤. أهم أعضاء الإخراج في الحشرات هي :
   ١- **أنابيب ملبيجي** ٢- **الجسم الدهني**
   ٣- **خلايا نفروسيتس** ٤- **جدار الجسم**
٥. أهم أعضاء الحس في الحشرات هي :
   ١- **أعضاء اللمس** ٢- **أعضاء الشم** ٣- **أعضاء التذوق**
   ٤- **أعضاء السمع** ٥- **أعضاء جونستون**

٦. تتكاثر الحشرات بعدة طرق تتلخص في **التكاثر الجنسي والتكاثر البكرى وتكاثر الأطوار الغير كاملة .**

٧. من المعتاد أن يقوم بالتكاثر الحشرات الكاملة إلا أنه قد تتوالد **اليرقات** والعذارى .

٨. العذراء هي الطور الساكن الذى يلى طور **اليرقة** في الحشرات ذات التشكل **الكامل** .

٩. تنقسم المملكة الحيوانية إلي عدة **قبائل** كل واحدة منها تنقسم بدورها إلي عدة **صفوف** والحشرات تتبع **قبيلة مفصليات الأرجل** التى يتبعها أيضا العناكب والعقارب .

١٠. يتكون الاسم العلمي للحشرة من مقطعين الأول منها اسم **الجنس** ويبدأ بحرف كبير والثاني وهو اسم **النوع** ويبدأ بحرف **صغير** .

س: ضع علامة (√) أو (×) أمام كل عبارة من العبارات التالية:

١. الحشرة حيوان لا فقارى ذات دم بارد. (√)

٢. يختلف تركيب وشكل أجزاء الفم في الحشرات باختلاف طبيعة ونوع الغذاء الذى تتناوله الحشرة . (√)

٣. هناك علاقة بين نوع أجزاء الفم واختيار السم المناسب لقتل الحشرة. (√)

٤. تتحور الأرجل في الحشرات إلي أشكال مختلفة لكى تلائم بيئتها وطريقة معيشتها . (√)

٥. يوجد للحشرات الكاملة زوجان من الأجنحة وقد يوجد زوج واحد وهناك حشرات غير مجنحة . (√)

٦. الجهاز الدورى في الحشرات من النوع المفتوح . (√)

٧. بعض الحشرات المائية تتنفس عن طريق الخياشيم وبعضها عن طريق ثقب النباتات المائية . (×)

٨. الوحدة الأساسية للنسيج العصبي هي المخ . (√)

٩. عدد العضلات الموجودة في جسم الحشرة أضعاف عدد العضلات الموجودة في جسم الإنسان . (√)

١٠. يوجد علي جسم الحشرة دائما زوج واحد من الأجنحة فقط . (×)

١١. يحمل جسم الحشرة ثلاثة أزواج من الأرجل المفصلية . (√)

١٢. من شروط كتابة الاسم العلمي ان يكتب باللغة الإنجليزية ويكتب بحروف مائلة أو يوضع خطا تحت كلا من اسم الجنس واسم النوع. (×)

المراجع العربية

١- علم الحشرات العام (١٩٨٤) أ. د. محمد فؤاد توفيق (دار المعارف).

٢- علم الحشرات العام (١٩٦٣)أ. د. أحمد كامل عزب.

٣- الحشرات والتصنيف أ. د. أحمد كامل عزب.

٤- الآفات الزراعية والحيوانية د. محمد محمود حسني وآخرون (دار المعارف).

٥- علم الحشرات (التشريح العلمي والتصنيف) د. شاكر محمد حماد.

٦- الحشرات الاقتصادية في مصر د. أحمد سالم حسن (مكتبة الأنجلو المصرية).

٧- علم الحشرات د. محمد محمد الشادي ، د. السيد حسن شورب ، د. علي علي المرسي.

٨- الحشرات الزراعية (شكلها الظاهري وتشريحها الداخلي) د. علي إبراهيم بدوي، د. علي بن محمد السحيياني.

٩- مقدمة في دراسة الحشرات تأليف د. دونا لدج وآخرون –ترجمة د. صلاح أبو النصر وآخرين.

١٠- بيولوجية الحشرات وتنوعها تأليف د. هادل ف –ديلي وآخرون ترجمة د. أحمد لطفي عبد السلام.

١١- الحشرات (التركيب والوظيفة) تأليف د. ر. ف. شابمان ترجمة د. أحمد لطفي عبد السلام وآخرون.

١٢- الآفات الزراعية والحيوانية ، دكتور/ محمد محمود حسنى ، دكتور/ محمود عبد الحليم عاصم ، دكتور/ السيد عبد النبى نصر (طبعة ثانية) إبريل ١٩٧٦

١٣- الحشرات .. لطلبة الصف الثاني بالمدارس الثانوية الزراعية ،أ.د. صالح محمد عبد العال سويلم وأخرون.

المراجع الأجنبية

١- **Chapman, R. F. (١٩٧٢):** The insect " structure and function". The English Universities press LTD, London.

٢- **Elzinga, J. R. (١٩٧٨):** Fundamentals of Entomology. Prince- Hall of India, New Delhi.

٣- **Herbert, H. Ross(١٩٨٢):** A textbook of Entomology. University of Georgia.

٤- **Mani, M. S. (١٩٧٣):** General Entomology. Oxford & IBM Publishing Com. New Delhi, Bobay, Calcutta.

٥- **Melville Duporte, E. (١٩٥٩):** Manual of insect morphology. Macdonald college. Mcgill University Quebe, Canada.

٦- **Richards, O. W. and Davies, R. G. (١٩٧٧):** IMMS General Textbook of Entomology. ١٠th Ed. Champan ٤Hall. London.

٧- **Robert, E. Pfadt (١٩٧٢):** Fundamentals of applied Entomology. Mamillan publishing com. Inc. New York.

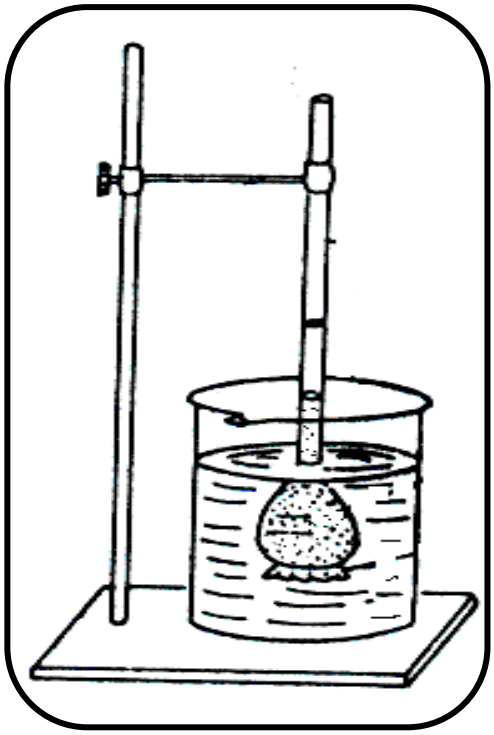
٨- **Snodgrass, R. E. (١٩٣٥):** Principales of Insect Morphology. New York, London.

٩- **Snodgrass, R.E. (١٩٥٦):** Anatomy of the Honey Bee. Constable and Com. LTD. London.

١٠-**Youdecwei, A. (١٩٧٧):** A laboratory Manual of Entomology. Ibadan Oxford Univ. Press. Nigeria.

أولاً

النبـــــات



فهرس النبات

الموضوع	رقم الصفحة
الوحدة الأولى: دور التغذية والماء في حياة النبات	
الباب الأول: فسيولوجيا النبات	
• مقدمة فى فسيولوجيا النبات.	٥
• تعريف علم فسيولوجيا النبات.	٥
• علاقة علم فسيولوجيا النبات بالعلوم التطبيقية الأخرى	٥
الباب الثانى: علاقة النبات بالماء	
• أهمية الماء فى حياة النبات.	٨
• إمتصاص النبات للماء من التربة بواسطة الجذور والعوامل المؤثرة عليه	١٩
• إنتقال الماء داخل النبات	٢٣
• ميكانيكية فقد النبات للماء (النتح) والعوامل المؤثرة عليه	٢٦
• الإتزان والإجهاد المائى وتأثيره الفسيولوجى على النبات.	٢٩
• التدريبات العملية للباب الثانى	٣٢
الباب الثالث: فسيولوجيا تغذية النبات	
• تعريف التغذية.	٤٥
• العناصر الغذائية الأساسية لنمو النبات وشروط العنصر الأساسى.	٤٦
• أهم الوظائف الفسيولوجية للعناصر الغذائية فى حياة النبات	٤٦
• حركة العناصر داخل النبات	٥٢
• طرق الاستدلال على نقص العنصر فى النبات	٥٣
• التدريبات العملية للباب الثالث	٥٥
الوحدة الثانية: البناء والهدم في النبات	
الباب الأول: الأيض النباتى	
• الإنزيمات	٦١
• تعريف الأيض النباتى.	٦٤

الموضوع	رقم الصفحة
• البناء الضوئى.	٦٥
• عملية البناء الضوئى وبناء السكريات والعوامل المؤثرة عليها	٦٦
• أهمية البناء الضوئى للنبات.	٧٠
• التدريبات العملية للباب الاول	٧١
الباب الثانى: التنفس فى النبات	
• مراحل التنفس والعوامل المؤثرة عليها	٨١
• أهمية التنفس لنمو النبات.	٨٥
• الفرق بين عمليتى البناء الضوئى والتنفس.	٨٦
• التدريبات العملية للباب الثانى	٨٧
الوحدة الثالثة: النمو في النبات	
الباب الأول: النمو فى النبات	
• تعريف النمو.	٩٣
• مراحل نمو النبات	٩٥
• العوامل المؤثرة على النمو	٩٨
• التدريبات العملية للباب الاول	١٠٥
الباب الثانى: الهرمونات النباتية	
• الهرمونات النباتية.	١١١
• الإحساس والحركة فى النبات.	١٢١
• مزارع الأنسجة وأهميتها.	١٢٣
• التدريبات العملية للباب الثانى	١٢٨

الوحدة الأولى
دور التغذية والماء فى حياة النبات

أهداف تدريس الوحدة :

١- أن يلم الطالب بمفهوم فسيولوجيا النبات بحيث يتمكن من تصور وفهم العمليات الحيوية التى تتم داخل النبات.
٢- أن يفهم الطالب كيفية امتصاص وانتقال الماء والعناصر الغذائية داخل النبات.
٣- أن يفهم ويدرك الطالب كيفية فقد النبات للماء وعلاقة ذلك بالظروف البيئية المحيطة به.
٤- أن يفهم ويدرك الطالب كيفية قيام النبات بعملية البناء والهدم وتكوين الغذاء داخله.
٥- أن يفهم ويدرك الطالب أهمية العناصر الغذائية الأساسية لنمو النبات وحركتها وطرق الإستدلال عن نقصها.

الباب الأول: فسيولوجيا النبات
الباب الثاني: علاقة النبات بالماء
الباب الثالث : فسيولوجيا تغذية النبات

البـــاب الأول

فسيولوجيا النبات

علم فسيولوجيا النبات (علم وظائف الاعضاء): هو العلم الذى يختص بدراسة وتفسير ظواهر الحياة فى النبات.

مقدمة عن علم فسيولوجيا النبات

يعتبر علم فسيولوجيا النبات علم أساسى من علوم النبات والحياة. وهو العلم الذى يختص بدراسة كيف يؤدى كل عضو من أعضاء النبات وظائفه المختلفة والتى تعمل فى تناسق وتنظيم دقيق مع بعضها لتعطى الحياة للنبات الكامل. من المعروف أن النبات الكامل يتكون من عدة أعضاء هى الجذر والساق والأوراق والأزهار والثمار، لكل عضو من هذه الأعضاء وظائف يقوم بها فمثلاً الجذر يقوم بامتصاص الماء والأملاح من التربة وتقوم الأوراق بعملية البناء الضوئى وتكوين المواد الغذائية للنبات وغيرها من الوظائف بحيث يقوم النبات الأخضر بأداء وظيفته الأساسية التى تعتمد عليه جميع الكائنات الحية على سطح الأرض.

ويهتم علم فسيولوجيا النبات بكل العمليات الحيوية التى تحدث داخل النبات بإيقاع غاية فى الدقة وإلا حكام والسرعة الفائقة كما أراد لها الخالق سبحانه وتعالى فهناك قدر عظيم من الاعجاز فى قدرة الخلايا والانسجة على تنظيم وتنسيق جميع العمليات الحيوية التى تتم داخلها فى آن واحد.

وعلم فسيولوجيا النبات يقوم بدراسة العمليات الفسيولوجية المعقدة والمختلفة التى تتم فى اعضاء النبات ومحاولة تفسير هذه العمليات الفسيولوجية. إذ يفسر لنا عملية إنبات البذور والنمو ومظاهر الإزهار والإثمار والتساقط والشيخوخة فى النبات. كما يبحث هذا العلم فى كيفية إمتصاص الماء والأملاح من التربة بواسطة الجذور وكيفية حدوث عملية النتح وكيف تستطيع النباتات بناء المركبات العضوية فى الأوراق وأهمها عملية البناء الضوئى ويدرس عملية التنفس والتحولات الغذائية فى النبات ويدرس النمو ومنظمات النمو وتطبيقاتها فى الزراعة ويدرس ويفسر لنا كيف تؤثر العوامل البيئية المختلفة على وظائف اعضاء النبات وكيفية التغلب عليها لكى يؤدى النبات وظائفه بكفاءة عالية ويعطى أعلى إنتاجية له.

علاقة علم فسيولوجيا النبات بالعلوم الزراعية التطبيقية الأخرى .

يعتبر علم فسيولوجيا النبات من أهم علوم النبات جميعها ومن أهم دعائم العلوم الزراعية وكل تقدم به يتبعه تقدم فى باقى العلوم المرتبطة به. لذا يضع علم فسيولوجيا النبات الأساس العلمى لعديد من العلوم التطبيقية مثل علوم أمراض النبات والمحاصيل والبساتين ومبيدات الحشائش والبيئة النباتية وإستخدام التكنولوجيا الحيوية ومزارع الأنسجة وتطبيقاتها فى الزراعة.

ويعتمد علم امراض النبات فى تفسير الأعراض المرضية لمسببات أمراض النبات على علم فسيولوجيا النبات. حيث أن مسببات أمراض النبات تحدث خلل فى نشاط الانزيمات وخلل فى نسبة الهرمونات النباتية فالبعض من مسببات أمراض النبات يسبب زيادة فى تركيز هرمونات تنشيط النمو والبعض الآخر يسبب لها نقص أو زيادة فى هرمون مثبط النمو فى النبات المصاب أو أجزاء منه وتكون نتيجة ذلك اختلال النظام الهرمونى فى النبات وخلل فى العمليات الحيوية لخلايا النبات وينتج عن ذلك الخلل نمو غير طبيعى للنبات أو أحد أعضاءه يظهر على صورة اعراض مرضية على النبات مثل قصر الساق (التقزم) أو التورد وقلة عدد الأوراق أو النمو الزائد وتشوه السيقان وسقوط الأوراق وتثبيط النمو وذبول النبات وبالتالى نقص إنتاج النبات ولعلم فسيولوجيا النبات الأثر الاكبر لفهم وتفسير هذا الخلل الناتج عن الاصابة بالأمراض المختلفة.

كما إرتبط التقدم فى علم المحاصيل بعلم فسيولوجيا النبات حيث أمكن الاستفادة من تطبيق العلاقات المائية فىالنبات والتغذية المعدنية وإستخدام منظمات النمو فى مراحل النمو المختلفة للمحاصيل بغرض التحكم والتغلب على الظروف البيئية المحيطة بالمحاصيل وإتباع العمليات الزراعية المناسبة لمضاعفة وزيادة النمو والمحصول للنباتات.وعن طريق فسيولوجيا المحاصيل يمكن تفسير نجاح أو فشل أى عملية زراعية معينة.

كما وضع علم فسيولوجيا النبات الأساس العلمى لإستخدام مبيدات الحشائش الهرمونية وكيفية تأثيرها الفسيولوجى داخل نباتات الحشائش للقضاء عليها دون التأثير على نباتات المحاصيل الغذائية.

وكما أهتم علم فسيولوجيا النبات بزراعة الأنسجة ووضع الأساس العلمى لها حيث أنها طريقة سريعة للوصول إلى نباتات عالية الإنتاج ومقاومة للظروف الغير ملائمة وخالية من الأمراض الفيروسية.

وعلى الرغم من التقدم العلمى الهائل فى جميع مناحى الحياة إلا أن العلم مازال عاجزاً عن فهم الكثير من العمليات الحيوية داخل النبات.

ومن دراسة العمليات الفسيولوجية فى النبات والعوامل الخارجية والداخلية التى تؤثر عليها أمكن التحكم فى حياة النبات وتوجيهها الوجهة المطلوبة بإتباع طرق حديثة يعامل بهـــا النبات وكما أمكن التغلب على الظروف البيئية المحيطة به وتعديلها للوصول لأعلى محصول كما ونوعاً فى الأوقات المطلوبة وذلك لزيادة الإنتاج الزراعى من المحاصيل الغذائية لتقليـــل النقص الحاد فى المواد الغذائية وسد الفجوة مقابل الزيادة العالية فى عدد السكان والتى تهـــدد مناطق كثيرة من العالم بالمجاعة كما هو حادث الآن فى بعض دول أفريقيا ولهذا تهتم الدولة للوصول إلى الاكتفاء الذاتى من المحاصيل الغذائية وتحقيق الأمن الغذائى للمواطنين.

البـــاب الثـــانى
علاقة النبات بالماء

أهمية الماء فى حياة النبات

يعتبر الماء أهم وأعظم عوامل الحياة لجميع الكائنات الحية وهو أهـــم عامـــل بيئـــى وفسيولوجى محدد لنمو وتوزيع النبات على سطح الأرض والماء سائل الحياة للنباتات ويماثل الدم فى الحيوان وترجع أهمية الماء للنبات إلى مايأتى:

١- يحتاج النبات الماء فى جميع أطوار نموه المختلفة.

٢- الماء مذيب عام لجميع المركبات ووسط لإنتقال وتوزيع الأملاح المعدنية والمواد الغذائية المختلفة من خلية لأخرى ومن عضو لأخر فى النبات.

٣- الماء هو الوسط الذى تتم فيه معظم التفاعلات الكيميائية .

٤- الماء هام للبروتوبلازم ويعتبر الماء من المكونات الأساسية للبروتوبلازم كما أن حيويـــة ونشاط البروتوبلازم فى الخلايا تعتمد على نسبة محتواها المـــائى وبـــدون المـــاء يفقـــد البروتوبلازم تنظيمه الدقيق إذ يصل محتوى الماء فى خلايا النباتات العشبية ذات النشاط الحيوى العالى إلى ٩٠-٩٥% وفى النباتات الخشبية ٥٠ % و فى البذور التى يقل نشاط البروتوبلازم بها الى ١٠-١٥% كما يحدد الماء درجة سيولة ولزوجة البروتوبلازم.

٥- الماء ضرورى لحفظ وإستمرار ضغط إمتلاء الخلايا الذى له دور هام فى العديـــد مـــن العمليات الفسيولوجية فى النبات مثل فتح وغلق الثغور وحركة إلتفاف الأوراق وبـــتلات الأزهار ويعمل على احتفاظ الأوراق والأجزاء الغضة بشكلها وإستقامتها كما يعطى القمم النامية للجذور والبادرات صلابة ودعامة تساعدها على إختراق التربة.

٦- يدخل جزىء الماء فى التفاعلات الكيموحيوية فى النبات مثل عمليـــات التحلـــل المـــائى وعملية البناء الضوئى فهو أساسى فى عملية البناء الضوئى كمصدر للهيدروجين الـــلازم لإختزال ثانى أكسيد الكربون.

٧- الماء هام لتبريد النبات ويعمل على تنظيم درجة حرارة النبات عن طريق عملية النتح.

أنواع المحاليل Types of Solutions

توجد المكونات الكيميائية للبروتوبلازم والفجوة العصارية للخلية النباتية فى وسط مائى فى صورة ذائبة أو معلقة أو غروية مكونه أنواع مختلفة من المحاليل منها المحاليل الحقيقية والمعلقات والغرويات.

حيث أن الماء الموجود فى التربة وفى الخلايا النباتية لايوجد فى صورة نقية بل مختلط به مواد أخرى مذابة فيه مكوناً أنواع مختلفة من المحاليل.

والماء كمذيب عام وله أهمية عظمى للنبات فجميع العمليات الفسيولوجية تتم فى صورة محاليل مائية أو معلقات مخففة داخل الخلية. ونظراً لأهمية أنواع المحاليل وخواص الغرويات يهتم علم فسيولوجى النبات بدراستها لفهم العديد من العمليات الفسيولوجية فى النبات.

عموماً المحلول Solution يتكون من (١) مادة مذابة (منتثرة) Solute (٢) ومادة مذيبة Solvent (وسط الإنتثار) وقد تكون المادة المذيبة فى صورة غازية أو سائلة او صلبة وأيضاً المادة المذابة . وحيث ان الماء هو سائل أو وسط الإنتثار أو المذيب فى النبات والتربة فالمحاليل التى يكون فيها المادة المذيبة هى الماء السائل بالتالى هى التى لها أهمية فى دراسة فسيولوجيا علاقة الخلية والنبات بالماء .

وتقسم المحاليل بالنسبة إلى حالة المادة الذائبة فى المذيب إلى الأنواع التالية:

١- **المحاليل الحقيقية True Solutions:** وفيها تتجزأ المادة المذابة إلى جزيئات أو أيونات يقل قطر دقائقه عن واحد ملليميكرون (١/ مليون من المليمتر) وأهم صفاتها :

أ- محاليل رائقة متجانسة وثابتة لا ترسب بمرور الوقت.

ب- لايمكن رؤيتها بالعين المجردة أو أى وسيلة أبصار.

ج- تمر من خلال ورق الترشيح والأغشية الطبيعية.

د- محاليل رائقة تسمح بمرور الضوء.

ومن أمثلتها: محلول ملح الطعام (المذاب فى صورة أيونات) فى الماء ومحلول سكر القصب (جزيئات) فى الماء وهنا المذاب حالة صلبه فى المذيب السائل (الماء).

٢- **المعلقات والمستحلبات Suspensions and emulsions:** وفيها تتجزأ المادة المنتثرة إلى دقائق كبيرة وقطر الدقائق المنتثرة أكبر من ٢٠٠ ملليميكرون ويتكون المعلق من مادة صلبة (الرمل) منتثره فى وسط الإنتثار السائل (الماء) أى(صلب فى سائل) بينما المستحلب تكون المادة المنتثره (المذابة) سائل (الزيت) فى وسط الإنتشار السائل (الماء) أى سائل فى سائل ومن أهم صفاتها هى:

أ- غير ثابته وغير متجانسه وترسب أو تطفو بمرور الوقت لكبر حجم الدقائق.
ب- لا تمر خلال ورق الترشيح أو الأغشية الطبيعية أو الصناعية.
ج- غير رائقة لا تسمح بنفاذ الضوء.

ومن أمثلتها: (١) المعلقات مثل الرمل فى الماء (٢) المستحلبات مثل مخلوط الزيت فى الماء (مستحلب مؤقت) ويمكن ثبات المستحلب بإضافة مواد مستحلبة مثل الصابون وتحويله إلى شبه مستحلب دائم.

٣- المحاليل الغروية: Colloidal Solutions

وفيها تتجزأ المادة المنتثره (الذائبة) إلى الدقائق يتراوح قطرها بين ١-٢٠٠ ملليميكرون. أى أنها وسط بين المحاليل الحقيقية والمعلقات والمستحلبات وحجم الدقائق أكبر من واحد ملليمكيرون وأقل من ٢٠٠ ملليميكرون ووسط الإنتثار الماء ومن أهم صفاتها :
أ- متجانسة وثابتة لا ترسب بمرور الوقت.
ب- لايمكن رؤية الدقائق بالعين المجردة أو الميكروسكوب العادى.
ج- الدقائق لاتمر خلال الأغشية الطبيعية والصناعية.
د- ومنها غرويات محبة لوسط الانتثار وغرويات كارهة لوسط الانتثار.

ومن أمثلتها: محلول غروى الجيلاتين فى الماء والنشا فى الماء وهى غرويات محبه لوسط الإنتثار (للمذيب) أومحبه للماء. وأيضا غروى ايدروكسيد الحديديك وهو من الغرويات الكارهة لوسط الإنتثار (الماء) ومنها غروى التربه الطينية وهو عبارة عن تربه طينية فى الماء و محلول غروى كلوريد الحديديك فى الماء الساخن وغروى الطين ويمكن ترسيبه بإستخدام الجبس الزراعى (كبريتات الكالسيوم) الذى يعمل على تجميع دقائق الطين الغروى السالبة الشحنة فى حبيبات أكبر مما يؤدى إلى زيادة مسامية التربة وتهويتها وتحسين خواصها وتحسين الصرف ومن التطبيقات الزراعية لدراسة الحالة الغروية :-

١- تحسين تهوية التربة الزراعية بإضافة الجبس الزراعى .
٢- عدم تسميد الأرز بأسمدة نيتروجينية على صورة نترات (سالبة الشحنة) بل تسمد بإضافة كبريتات الأمونيوم موجبة الشحنة يجعله ينجذب إلى حبيبات الطين الغروى سالبة الشحنة ويظل فى التربة ولايفقد سريعاً مع ماء الرى.
٣- إستخدام الغرويات المحبه للماء مثل البليمرات التى تحتفظ بالماء لمدة طويلة يمكن اضافتها للأراضى الرملية لتمد النبات وتيسر له الماء لمدة طويلة.

ملحوظة: يرجع ثبات النظم أو المحاليل الغروية إلى وجود شحنات من نوع واحد على أسطح الدقائق فى الغرويات الكارهة للماء مثل غروى الطين وأما فى حالة الجيلاتين والنشا توجد على أسطح الدقائق شحنات من نوع واحد بالإضافة إلى وجود أغلفة من الماء حول الدقائق.

حركة الماء:

ترتبط حركة الماء وانتشاره من التربة إلى الخلايا وتحركه من خلية لأخرى داخل النبات وإمتصاصه بواسطة الجذور وصعوده خلال النبات وفقده الماء عن طريق عملية النتح. وتخضع العلاقة بين الماء والخلايا النباتية لعدة ظواهر طبيعية مثل ظاهرة الإنتشار ومنها صورة الإنتشار الغشائى أوالأسموزية وظاهرة التشرب.

الانتشـــــــار:

هو عبارة عن إنتقال أو حركة جزئيات أو دقائق المادة من منطقة تركيزها فيه مرتفع إلى منطقة أخرى تركيزها (الجزيئات) بها منخفض كنتيجة لطاقتها الذاتية الحركية.

أو هو عبارة عن صافى حركة جزيئات المادة من منطقة طاقتها الحرة بها مرتفعة إلى منطقة أخرى طاقتها الحرة بها منخفضة.

والإنتشار عملية طبيعية لجميع المواد سواء كانت غازية أو سائلة أو صلبة تؤدى إلى توزيع جزيئات المادة توزيع منتظم فى حيز الإنتشار ويعتمد معدل الإنتشار على تركيز الدقائق المنتثرة ودرجة الحرارة وقابلية الذوبان فى وسط الإنتشار والمثال على ذلك. هو إنتشار جزيئات العطر عند فتح زجاجة العطر فى جو الحجرة ومثال أخر: عند وضع بللورة من كبريتات النحاس الزرقاء أو برمنجنات البوتاسيوم فى قاع كأس به ماء مقطر يلاحظ إنتشار اللون الأزرق لكبريتات النحاس ويتوزع تدريجياً إلى أعلى فى الماء إلى أن يتم تجانس اللون فى ماء الكاس وذلك عندما يتساوى عدد الجزئيات المنتشرة فى كل من المنطقتين إلى الأخرى أى يحدث الإتزان ويتم توزيع جزئيات المادة توزيعاً منتظماً خلال الحيز المتاح **شكل (١)**

أهمية ظاهرة الإنتشار للنبات:

١- ترتبط العديد من العمليات الفسيولوجية التى تحدث فى الخلايا إرتباطاً مباشراً أو غير مباشر بالإنتشار.

٢- يرتبط إنتشار وإنتقال العديد من المواد المختلفة بين الخلايا النباتية والبيئة المحيطة بها وبين الخلايا وبعضها.

٣- عملية إنتقال وإنتشار الماء وما به من أملاح من التربة إلى الجذور وتوزيعها من عضو نباتى لأخر داخل النبات يعتمد على الإنتشار.

٤- عملية إنتشار الغازات من وإلى النبات أثناء عملية البناء الضوئى وعملية فقد الماء على هيئة بخار فى عملية النتح يعتمد على الإنتشار.

إنتشار الماء:

يرجع إلى أن للماء خواص هامة تساعده على الإنتشار مثل صغر حجم جزيئاته وخاصية التوتر السطحى العالى وهو من السوائل القطبية وتتوقف حركة أو إنتشار الماء من مكان لأخر على طاقته الحركية (الطاقة الحرة لجزيئاته). حيث أن الماء ينتشر من مكان تركيزه عالى (أى طاقته الحرة عالية) إلى مكان تركيزه أقل (أى طاقته الحرة أقل) وحيث أن الماء النقى تكون حركة جزيئاته فى جميع الإتجاهات ويكون إنتشارها حر غير مقيد إلا بقوى التجاذب بينها وإذا أضيف إليها جزيئات المذاب تلتف حوله وتصبح مقيدة الحركة وتقل طاقتها الحرة ويقل تركيزها وبالتالى يصبح الماء ذى جهد أقل والماء النقى له جهد مائى يساوى الصفر والجهد المائى فى النبات والتربة يساوى أقل من الصفر. وهذا يعنى أنه ذو قيمة سالبة وكلما زادت القيمة السالبة كلما قل الجهد المائى وذلك لأن الماء فى النبات والتربة لا يكون نقى بسبب المواد المذابه فيه ولذا فإن حركة الماء فى النبات والتربه تكون على أساس الفرق فى الجهد (الطاقة) بدلاً من الفرق فى التركيز.

وينتشر الماء أو المحاليل المختلفة انتشاراً حراً فى جميع الإتجاهات فى حيز الإنتشار طالما لا يوجد عائق يمنعه أو يوقف انتشاره وأما إذا وجد حاجز أو غشاء فإن الأمر يختلف.

الأسموزية أو الإنتشار الغشائى Osmosis

الخاصية الأسموزية:

هى نوع خاص من الإنتشار وفيها يتم إنتشار الماء (المذيب) خلال غشاء شبه منفذ من المحلول الأقل تركيز (المخفف) إلى المحلول الأعلى تركيز (المركز).

فعملية انتشار المذيب (الماء) خلال غشاء شبه منفذ نتيجة فرق التركيز (الجهد المائى) على جانبى الغشاء تعرف بالأسموزية.

وحركة الماء (المذيب) حركة حرة فى كلا الإتجاهين من المحلول الأقل تركيز إلى الأعلى تركيز والعكس والمحصلة تكون فى اتجاه المحلول الأعلى تركيز (جهده المائى أقل) وبمعدل أسرع فى البداية ويمكن أيضاح الخاصية الأسموزية بتجربة بسيطة كالتالى (شكل ٢)

نأخذ قمع ذو ساق طويلة يسمى قمع ثيسل ثم نضع محلول سكرى تركيزه ١٥% فى القمع ثم نثبت على فوهته غشاء شبه منفذ من ورق السلوفان بإستخدام أستك حزم النقود. ثم نضع القمع فى كأس به ماء مقطر (ماء نقى). بعد فترة يلاحظ إرتفاع المحلول السكرى فى ساق القمع وزيادة حجمه ، وذلك لإنتشار الماء من الكأس إلى داخل القمع بسرعة نظراً لأن تركيز الماء (جهد الماء عالى) فى الكأس أعلى منه فى القمع ثم تقل حركة دخول الماء تدريجياً وذلك لصغر الفرق بين تركيز الماء بالخارج وداخل القمع وزيادة ثقل عمود الماء فى ساق القمع والذى يضغط على الغشاء فيقلل من حركة الماء من الكأس إلى داخل القمع ويستمر دخول الماء وإرتفاع عمود السائل فى ساق القمع ثم يثبت عند الإتزان وذلك عندما تتساوى سرعة إنتشار أو دخول الماء فى كلا الإتجاهين أى يكون محصلة الإنتشار تساوى صفراً ويصبح ثقل عمود الماء مساوياً لقوة دخول الماء إلى داخل القمع عبر الغشاء وعند الإتزان يتساوى الضغط الهيدروستاتيكى الناتج عن الزيادة فى حجم المحلول مع القوة التى تسبب جذب أو دخول الماء إلى المحلول ويسمى ضغط عمود الماء المتكون على الغشاء عند الإتزان بالضغط الأسموزى. إذاً القوة الأسموزية التى تنشأ فى محلول ما عندما يفصل بغشاء شبه منفذ عن الماء المقطر (مذيبه) وتسبب جذب أو دخول الماء إلى المحلول تسمى الضغط الأسموزى.

الضغط الأسموزى:

هو الضغط اللازم إيقاعه على المحلول لمنع مرور الماء النقى إلى المحلول خلال غشاء شبه منفذ مانعاً بذلك زيادة حجم المحلول.

والضغط الأسموزى صفة كامنه للمحلول لاتظهر إلا إذا فصل بين المحلول ومذيبه (الماء) بغشاء شبه منفذ. والضغط الأسموزى يتناسب طرديا مع تركيز الذائبات فى المحلول ودرجة الحرارة ودرجة التأين ويزداد الضغط الأسموزى بزيادة تركيز المحلول **(شكل ٢)**.

ويستخدم حالياً بدلاً من الضغط الأسموزى إصطلاح الجهد الأسموزى الذى يعبر عن النقص فى طاقة المحلول والضغط الأسموزى يساوى عددياً قيمة الجهد الأسموزى لكن بإشارة مخالفة (سالب) أى قيمة الجهد الأسموزى تكون سالبة.

هذا وتقسم الأغشية إلى:

١- **أغشية منفذة:** وهى تسمح بنفاذ جزيئات المذيب (الماء) والمذاب (السكر) بالمرور خلالها مثل ورقة الترشيح والجدار الخلوى.

٢- **أغشية غير منفذة:** وهى لا تسمح بنفاذ جزيئات المذيب (الماء) والمذاب (السكر) خلالها مثل جدر الخلايا الفلينية والزجاج.

٣- **أغشية شبه منفذة:** وهى تسمح بنفاذ جزيئات المذيب (الماء) ولا تسمح بنفاذ جزئيات المادة المذابة (السكر) مثل ورق السلوفان والبارشمنت والأغشية البلازمية التى تحيط بالسيتوبلازم فى الخلايا النباتية ولها خاصية النفاذية الإختيارية.

أهمية ظاهرة الأسموزية للنبات:

١- يرجع إلى الخاصية الأسموزية عملية دخول الماء من محلول التربة إلى محلول الفجوة العصارية للشعيرات الجذرية وإنتقال الماء من خلية لأخرى ومن نسيج لأخر

٢- تجعل خلايا النبات فى حالة إمتلاء تام بإستمرار وهذا مهم لنمو النبات

٣- تعطى القمم النامية صلابة وقوة

٤- هامة لحركة فتح وغلق الثغور

٥- تعمل على انتقال الماء وتحركه وتتحكم فى توزيعه داخل النبات

٦- تعمل على زيادة الذائبات فى العصير الخلوى للخلايا والذى يؤدى بدورة إلى مقاومة البرودة والجفاف.

علاقة الخلية النباتية بالماء (الخلية النباتية كنظام أسموزى):

من دراستك السابقة للخلية النباتية عرفت بأنها تتميز بوجود جدار خلوى محدود المطاطية يحيط بالغشاء السيتوبلازمى شبه المنفذ من الخارج ومن الأهمية الفسيولوجية للجدار الخلوى أنه يحد من إمتلاء الخلية النباتية بالماء إذا وضعت فى ماء نقى فإنها تنتفخ ولا تنفجر ويتولد بها ضغط جدارى يساوى فى القيمة ضغط الإمتلاء ويعاكسه فى الإتجاه ويجعل الخلايا النباتية تحتفظ بحياتها إذا وضعت فى مجال واسع من التركيزات عكس الخلية الحيوانية.

وتعتبر الخلية النباتية نظام أسموزى مغلق (مثل خلية الشعيرة الجذرية) وذلك لإحتوائها على متطلبات حدوث الخاصية الأسموزية وهى:

١- العصير الخلوى الموجود فى الفجوة العصارية الكبيرة للخلية وهو محلول عالى التركيز لوجود مواد ذائبة مثل السكريات والأملاح والأحماض وغيرها وهو له ضغط أسموزى معين (جهد أسموزى أكثر سالبية) مثال محلول السكر الموجود داخل قمع ثيسل السابق.

٢- الأغشية البلازمية شبه المنفذة الذى يبطن الجدار الخلوى لها من الداخل والذى يفصل بين الماء الموضوعه به الخلايا من الخارج أو محلول التربة منخفض التركيز وبين العصير الخلوى عالى التركيز داخل الفجوة.

٣- الماء الخارجى أو ماء التربة هو محلول أقل تركيز من محلول العصير الخلوى للشعيرات الجذرية وهو مثل الماء النقى الموجود فى الكأس حيث يعمل محلول الفجوة العصارية ذو

الضغط الأسموزى العالى وتركيز الماء المنخفض والغشاء البلازمى شبه المنفذ لـــه دور هام فى أسموزية الخلايا النباتية. ولفهم القوى المسئوله عن إمتصاص أو دخول الماء إلى الخلية النباتية يمكن توضيحه بالمثال التالى:

إذا وضعت نسيج نباتى أو خلية نباتية بالغة لها فجوة عصاريه كبيرة فى كأس به ماء نقى (ماء مقطر) فإن الماء يتدفق ويدخل إلى داخل الخلية لوجود العصير الخلوى ذو الضغط الأسموزى العالى والذى يعمل على جذب الماء من خارج الخلية إلى داخلها وذلك لوجود فرق فى تركيز الماء (الجهد المائى عالى) خارج الخلية تركيزه عالى وداخل الخلية تركيـــز مـــاء منخفض (جهد مائى أقل) ويستمر دخول الماء إلى محلول الفجوة ويـــزداد حجمـــه وتخفيفـــه ويسبب إمتلاء الخلية ويتولد ضغط إمتلائى يضغط على محتويات الخلية من الداخل ويتولـــد ضغط جدارى يقاوم ضغط الإمتلاء ويكون مساو له فى المقدار ومعاكس له فى الإتجاه مـــن الخارج إلى الداخل ويسمى الضغط الجدارى ونتيجة تدفق ودخول الماء يحدث تخفيف لمحلول العصير الخلوى ويزداد تركيز الماء (يزداد الجهد المائى للعصير الخلوى) لزيـــادة الضـــغط الجدارى ويزداد حجم الخلية عندما تصل الخلية إلى حالة الإمتلاء الكامل ولا يزداد حجمهـــا وتصل إلى حالة الإتزان مع الماء الخارجى ويصبح معدل دخول وخروج الماء مـــن الخليـــة متساوى وتكون الخلية قد وصلت أقصى امتلاء لها سمح به الجدار الخلوى أى أن حركة الماء إلى داخل الخلية تأثرت بقوتين هما:

١- الضغط الأسموزى لمحلول العصير الخلوى الذى عمل على جذب الماء من الخارج.

٢- الضغط الجدارى الذى يعمل على وقف دخول أو تدفق الماء إلى داخل الخلية عندما تصل إلى حالة الإمتلاء الكامل عند الإتزان مع الماء الخارجى.

فالقوة المسئولة عن دخول الماء إلى الخلية تكون هى محصلة بين هـــاتين القـــوتين وهذه القوة تسمى قوة الإمتصاص الأسموزية للخلية النباتية إذا كان الوسط الخارجى ماء غير نقى وتتضح من المعادلة الآتية:

قوة الإمتصاص الأسموزية للخلية = الضغط الأسموزى لمحلول الخلية - الضغط الجـــدارى للخلية - الضغط الأسموزى للمحلول الخارجى.

وعند الاتزان تكون قيمة الضغط الأسموزى مساويه لقيمـــة الضـــغط الجـــدارى عنـــد الإمتلاء التام للخلية تكون قوة الإمتصاص الأسموزية = صفر فعندما تكون قوة الإمتصـــاص الأسموزية بالموجب فإن الماء يدخل إلى داخل الخلية وعندما تكون بالسالب فإن الماء يخـــرج من الخلية وتحدث لها البلزمة.

فى البداية وعندما تكون الخلية مرتخية تكون قيمة الضغط الجدارى تساوى صفر وقوة الإمتصاص الأسموزية = قيمة الضغط الأسموزى لمحلول الخلية.

وحديثاً يستخدم الجهد المائى بدلاً من قوة الإمتصاص الأسموزية.

الجهد المائى = – الجهد الأسموزى + جهد الضغط (الضغط الجدارى).

إذا قوة الإمتصاص الأسموزية (الجهد المائى) هى القوة المسئولة عن إنتقال أو دخول الماء من المحلول الخارجى (محلول التربة) إلى داخل الخلايا النباتية (الشعيرات الجذرية) وإنتقال الماء من خلية لأخرى ومن نسيج لأخر متجاورين.

هذا وتقسم المحاليل بالنسبة لتركيز محلول العصير الخلوى إلى :

١- **محاليل سوية التركيز (سوية الأسموزية):** هو المحلول الذى يتساوى تركيزه أو ضغطه الأسموزى مع التركيز أو الضغط الأسموزى لمحلول العصير الخلوى وعند وضع الخلية النباتية فى مثل هذه المحاليل لا يحدث تغيير فى حجمها (لا زيادة ولا نقص) وذلك لأن معدل دخول وخروج الماء إلى الخلية متساوى.

٢- **محاليل ناقصة التركيز (ناقصة الأسموزية):** هى محاليل ذات تركيز أو ضغط أسموزى أقل من تركيز أو الضغط الأسموزى للعصير الخلوى وإذا وضعت الخلية فيها يزداد حجمها وتنتفخ لأنها تسبب دخول الماء إلى الخلية ويكون معدل دخول الماء أعلى من خروجه.

٣- **محاليل زائدة التركيز (زائدة الأسموزية):** هى محاليل ذات تركيز أو ضغط أسموزى أعلى من الضغط الأسموزى للعصير الخلوى وإذا وضعت الخلية فيها ينقص حجمها ويحدث لها بلزمة بسبب خروج الماء من الخلية إلى الخارج.

البلزمة: Plasmolysis

هى فقد الخلية النباتية للماء عند وضعها فى محلول زائد التركيز فيؤدى إلى خروج الماء من الخلية مما يترتب عليه إنكماش وضمور الفجوة العصارية وينكمش البروتوبلازم حول الفجوة العصارية ويتكور ويتقلص فى منتصف الخلية ويفقد حيويته **(شكل ٣)** واستمرار البلزمة تحت هذه الظروف تسبب موت الخلية وتسمى بلزمة دائمة حيث أن الأغشية البلازمية لا تسمح بنفاذ ذائبات من المحلول الخارجى إلى داخل الخلية وقد تحدث بلزمة بصورة مؤقتة وذلك عندما يسمح الغشاء البلازمى بنفاذ الذائبات من المحلول الخارجى مما يؤدى إلى زيادة الضغط الأسموزى الذى يؤدى إلى دخول الماء إلى داخل الخلية وتنتفخ.

ويمكن مشاهدة ظاهرة البلزمة وذلك بوضع ورقة نبات الإيلوديا فى محلول سكرى عالى التركيز ١٥% لمدة بسيطة ثم مشاهدة الخلايا تحت المجهر يلاحظ إنكماش الفجوة وتكورها فى منتصف الخلية وإذا وضعنا أوراق الإيلوديا فى ماء مقطر لمدة أخرى ثم فحصت تحت المجهر يشاهد حدوث شفاءها من البلزمة أى عادت الخلية إلى حجمها الطبيعى وانتفخت بالماء ومن أهمية ظاهرة البلزمة التطبيقية انها تفيد بعدم زراعة النباتات فى الأراضى الملحية حيث يكون محلول التربة أعلى تركيزاً من العصير الخلوى للنبات فيحدث ذبولاً للنباتات ويتوقف نموها لذا يتطلب إستصلاحها وغمرها بالماء عدة مرات حتى يتم أزالة الأملاح وتقليل نسبة الملوحة بها لتصبح صالحة لزراعة النباتات بها ولا يحدث ذبول النبات بها ويتوقف نموها.

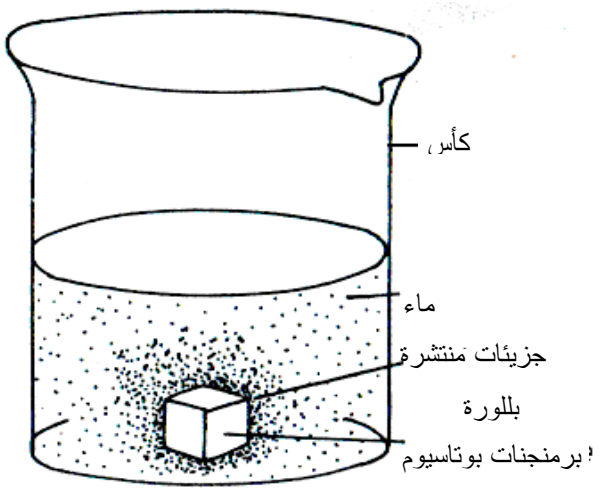
التشرب : Imbibition:

هو إحدى صور إنتشار الماء فى النبات وهو عملية أدمصاص للماء على الأسطح الجافة أو شبه الجافة مثل البذور والخشب ويصاحبها زيادة حجم المادة المتشربة وانطلاق الطاقة فى صورة حرارة.

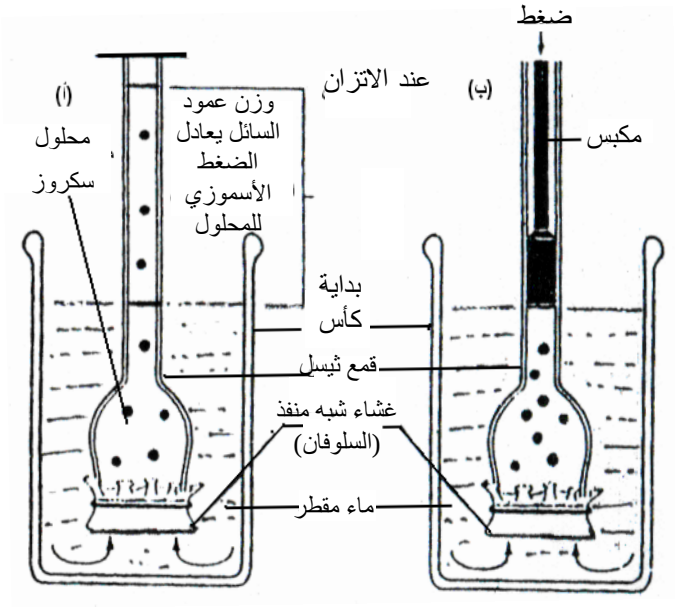
فعند وضع بذور جافة أو قطعة خشب أو جيلاتين فى الماء لبضع ساعات يلاحظ إنتفاخها بدرجة ملحوظة نتيجة لتشربها بالماء ويصاحب ذلك زيادة فى الحجم وتختلف حالة التشرب عن الأسموزية ففى حالة التشرب يحدث إدمصاص لجزيئات الماء على سطح المادة المتشربة واختفائها داخلها دون الإختلاط بها وأما فى حالة الأسموزية يتم إنتقال جزيئات الماء خلال الأغشية الخلوية . ويلزم لحدوث التشرب توفر ما يأتى:

أ- وجود فرق (تدرج) فى الضغط الإنتشارى بين مادة التشرب والسائل القابل للتشرب.

ب- وجود قابلية بدرجة معينة بين مادة التشرب والسائل القابل للتشرب فمثلاً البذور والخشب وورق الترشيح تتشرب الماء جيداً. ولا يتشرب الخشب الأثير وعلى العكس لا يتشرب المطاط الماء بل يتشرب الأثير جيداً. ومن خصائص التشرب هى زيادة الحجم النهائى لمادة التشرب وأنطلاق حرارة التشرب.



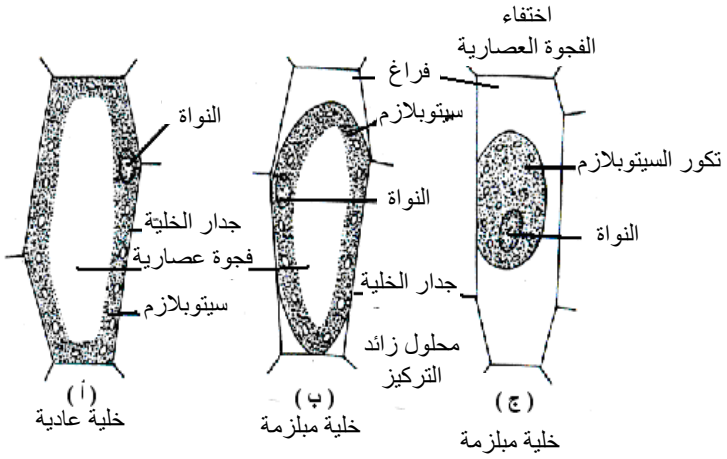
شكل(١): يوضح الانتشار



شكل(٢): يوضح الضغط الأسموزى

(أ)يبين دخول الماء إلى محلول السكر في القمع خلال الغشاء.

(ب)يبين منع الماء من النفاذ إلى محلول السكر و ذلك بضغط سطح محلول السكر



شكل(٣): يوضح البلزمة فى الخلايا

إمتصاص النبات للماء من التربة بواسطة الجذور

تمتص النباتات الماء من التربة بواسطة المجموع الجذرى كما تمتص النباتات الماء عن طريق المجموع الخضرى (الأوراق) إلا أن الجذر هو العضو الرئيسى المختص لإمتصاص الماء من التربة وهى وظيفته الأساسية فى النبات.

ويتم الإمتصاص المباشر للماء من أعلى المناطق الطرفية للجذور وإذا فحصنا قطاع طولى لجذر حديث فإنه يتركب من مناطق مختلفة وسبق دراستها وهى منطقة القمة النامية ومنطقة الأستطالة ومنطقة الشعيرات الجذرية وهى المنطقة الرئيسية لإمتصاص الماء فى الجذور وتسمى بمنطقة الإمتصاص العظمى للماء فى الجذر وذلك لأن خلاياها تمتص الماء بمعدل أعلى وأسرع من خلايا مناطق الجذر الأخرى. حيث تتميز خلايا الشعيرات الجذرية بأنها خلايا رقيقة الجدر خالية من المواد الشمعية وذات فجوة عصارية كبيرة وضغطها الأسموزى عالى ومغطاة بطبقة هلامية لزجة لتلتصق بحبيبات التربة وكما تزيد من سطح الإمتصاص فى الجذور بمعدل ٧٠%.

وأيضاً إذا فحصنا قطاع عرضى لجذر حديث فى منطقة الشعيرات الجذرية **(شكل ٤)** وتتبعنا مسار حركة الماء الممتص داخل أنسجة الجذر نجد أنه يتكون من طبقات من الخارج إلى الداخل وهى أنسجة البشرة و القشرة و الأسطوانة الوعائية . بعد إمتصاص الماء من محلول التربة بواسطة الشعيرات الجذرية وخلايا البشرة فإنه يمر من خلايا البشرة إلى طبقات نسيج القشرة وهى تتكون من عدة صفوف من خلايا بارانشيمية رقيقة الجدر منفذة للماء ثم تمر من نسيج الإندودرمس وهو أخر صف من القشرة وجدر خلاياه مغلظة بمادة السوبرين (محاطة بشريط كاسبرى) وتتحكم فى مرور الماء والأملاح خلاله ثم يتحرك الماء إلى خلايا البريسكيل ثم يتدفق الماء إلى أوعية الخشب فى الجذر ثم أوعية الخشب فى الساق والأوراق والمتصلة ببعضها ثم يرتفع فيها إلى أعلى فى طريقه إلى جميع أجزاء النبات.

ميكانيكية إمتصاص النبات للماء.

تتم ميكانيكية إمتصاص النبات للماء من التربة بواسطة الجذور بقوتين أساسيتين هما

١- الضغط الجذرى (القوة المباشرة):

وتسمى بالقوة الموجبة لأنها تتكون من نظم إمتصاص تنشأ ذاتياً فى أنسجة الجذر نفسه وهى المسئولة عن إمتصاص الماء بواسطة الجذر وتعتمد على قوتين تؤثران فيها وهى قوة التشرب وقوة الإمتصاص الأسموزية ويكونان معاً قوة الضغط الجذرى :

أ – قوة التشرب:

تعتمد هذه القوة على أن جدر خلايا الجذر تتكون من الغرويات (سليلوز ومواد أخرى محبة للماء) التى لها القدرة الكبيرة على تشرب الماء من محلول التربة ثم ينتقل الماء المتشرب من جدر الشعيرات الجذرية والقشرة إلى جدر خلايا القشرة وينتقل من خلية لأخرى داخل الجذر بواسطة قوة التشرب.

ب – قوة الإمتصاص الأسموزية:

يعتمد إنتقال الماء من محلول التربة إلى خلايا الشعيرات الجذرية على الفرق بين قوة الإمتصاص إلاسموزية التى تكون عالية فى خلايا البشرة عن محلول التربة أى الضغط الأسموزى لخلايا الشعيرات الجذرية أعلى من الضغط الاسموزى لمحلول التربة وتركيز الماء فى محلول التربة أعلى من خلايا البشرة فىالجذر فينتشر الماء من محلول التربة إلى خلايا الشعيرات الجذرية فتمتلىء بالماء وتنتفخ ثم ينتقل الماء إلى أول طبقة من القشرة ذات قوة الإمتصاص الأسموزية العالية ثم إلى الطبقة التى تليها حتى يصل الماء إلى أوعية الخشب.

تربة ⟵ شعيرة جذرية ⟵ بشرة ⟵ قشرة ⟵ الأندودرمس

البريسيكل ⟵ الأوعيه الخشبية

هذا ويمكن إعتبار جميع طبقات الجذر من البشرة والقشرة والبريسيكل الفاصلة بين محلول التربة وبين محلول أوعية الخشب فى الجذر كغشاء واحد شبه منفذ متعدد الطبقات. وعلى ذلك يتوقف إنتقال الماء من محلول التربة إلى محلول أوعية الخشب على الفرق بين تركيز الماء لهذين المحلولين على جانبى هذا الغشاء والضغط الأسموزى لمحلول أوعية الخشب يكون بإستمرار أعلى من محلول التربة وبذلك يتم دخول الماء بواسطة الخاصية الأسموزية من محلول التربة إلى أوعية الخشب خلال الغشاء متعدد الطبقات السابقة ويندفع الماء الممتص إلى داخل أوعية خشب الجذر بقوة دافعة تنشأ عن الفرق بين ضغطى محلول التربة والعصارة الخشبية والذى يطلق عليه الضغط الجذرى وينشأ عن إمتصاص الماء بهاتين القوتين ضغط يسمى الضغط الجذرى ومن مظاهر الضغط الجذرى ظاهرتى الإدماء والإدماع فى النبات.

١- ظاهرة الإدماء وهى ظاهرة خروج أو إنسياب قطرات مائية أو العصارة من الساق المقطوعة فوق سطح التربة أو بعد التقليم كما فى العنب أو الجميز فى بداية فصل الربيع. ويمكن إثبات وجود الضغط الجذرى ومشاهدة ظاهرة الادماء بالتجربة عملياً **(شكل ١٢)**. نحضر نبات الجارونيا النامى فى أصيص ونقطع الساق فوق سطح التربة ونترك عدة سنتمترات منه نلاحظ بعد فترة خروج قطرات ماء وتجمعه فوق السطح المقطوع ثم تتساقط هذه القطرات.

٢- **ظاهرة الإدماع:** وهى ظاهرة خروج وتسرب قطرات مائية على حواف أنصال أوراق بعض النباتات مثل الطماطم والقمح والجارونيا وتلاحظ هذه الظاهرة فى الصباح الباكر فى الليالى الدافئة مع توفر الرطوبة بالتربة وتكون الثغور مقفلة ويندفع الماء من أوعية الخشب بقوة الضغط الجذرى ويخرج عن طريق فتحات خاصة فى نهاية العروق الرئيسية للأوراق تسمى الثغور المائية التى تكون مفتوحة بإستمرار **(شكل ٥)**.

٢- **القوة السالبة (القوة الغير مباشرة).**

يتم امتصاص الماء بقوة الشد السالبة التى تنشأ نتيجة فقد أوراق النبات للماء (عملية النتح). وهى القوة الأساسية والفعالة فى ميكانيكية إمتصاص النبات للماء وهى المسئولة عن إمتصاص الماء اللازم له حيث يتم إمتصاص الماء بقوة موجوده فى أنسجة الأوراق فى مناطق بعيدة عن أنسجة الجذر وينتقل تأثيرها إلى المجموع الجذرى ويتم دخول الماء خلال أنسجة الجذر وليست قوة فى الجذر وتعمل الجذور كسطح إمتصاص فقط فهى سالبة بالنسبة للجذر **(شكل ٦)**.

ويمكن توضيح فعل القوة السالبة فى انه كنتيجة لعملية النتح من الثغر فى الأوراق يتبخر الماء من جدران الميزوفيل فيقل محتواها المائى ويزداد ضغطها الأسموزى وقوة الإمتصاص الأسموزية ويقل الجهد المائى لها عن الخلايا المجاورة فتسحب منها الماء وبدورها تسحب الماء من الخلايا المجاورة وهكذا حتى يتم سحب الماء من أوعية الخشب الموجودة بعروق الأوراق ثم أوعية خشب الساق والجذر وينشأ نتيجة لذلك قوة شد سالبة للماء فى أوعية الخشب ونظراً لأن أعمدة الماء متصلة ببعضها إتصالاً مستمراً إبتداءاً من الورقة حتى الجذر على هيئة خيط أحد طرفيه فى فتحة الثغر والطرف الأخر عند أسطح الإمتصاص فى الجذر فإن قوة الشد هذه تؤدى إلى سحب عمود الماء من التربة إلى داخل الجذر ثم للساق فالورقة. وبذلك تعمل القوة السالبة فى الأوراق على سحب عمود الماء من أعلى فيندفع الماء من محلول التربة إلى داخل النبات **(شكل ٧)**.

العوامل المؤثرة على إمتصاص الماء بواسطة الجذور

يتأثر إمتصاص الجذور للماء من التربة بعدة عوامل منها:

١- **المحتوى المائى للتربة:** عموماً كلما زاد محتوى التربة من الماء إرتفع معدل إمتصاص الجذور للماء وكلما نقص هذا المحتوى إنخفض معدل إمتصاص الجذور للماء . ويعرف الماء الذى تستطيع جذور النباتات إمتصاصه من التربة بالماء الميسر وهو كمية الماء المتوفرة بالتربة للنبات بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم. والماء الذى لا يستطيع النبات إمتصاصه من التربة يعرف بالماء الغيرميسر وهى تختلف بإختلاف أنواع التربة

وميسورية الماء بالتربة تتوقف على نوع التربة فالتربة الرملية هى أكثر أنواع التربة يسراً للماء ويكون الماء بها سهل الحصول عليه بدرجة أكبر من التربة الطينية أكثر من التربة الدبالية الغنية بالمواد العضوية كما أن التربة الرملية أقل إحتفاظاً بالماء عن الأخرى ولذا يجب رى النباتات بصورة متقاربة فى الأراضى الرملية.

٢- **درجة حرارة التربة:** يزداد معدل إمتصاص الجذور للماء بزيادة درجة الحرارة ويقل معدل الإمتصاص بإنخفاض درجة الحرارة ويرجع ذلك لأن إرتفاع درجة الحرارة يزيد من سيولة السيتوبلازم وإنخفاض لزوجة الماء يزيد من سرعة إنتشار الماء بينما الحرارة المنخفضة تؤدى إلى نقص النفاذية وزيادة لزوجة الماء ونقص أيض الجذور مما يؤدى إلى نقص إمتصاصها للماء.

٣- **تركيز محلول التربة:** كلما زاد التركيز إرتفع الضغط الأسموزى لمحلول التربة عن النبات يتوقف الإمتصاص ويؤثر سلباً على إمتصاص الجذور ويحدث ذبولاً كما فى الأراضى الملحية.

٤- **تهوية التربة:** يتم إمتصاص الجذور للماء بصورة جيدة وطبيعية إذا كانت التربة جيدة التهوية بينما يؤدى سوء التهوية والصرف إلى نقص إمتصاص الجذور للماء ويرجع ذلك إلى نقص الأكسجين ونقص النشاط الفسيولوجى للجذور ونقص التنفس الهوائى وزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون فيقل إمتصاص الماء. وتذبل النباتات وبعض النباتات يمكنها النمو فى تربة قليلة التهوية ومشبعة بالماء مثل الأرز والسمار.

٥- **عمق إنتشار الجذور بالتربة:** كلما زادت مساحة سطح الجذور وتعمقها بالتربة كلما زاد معدل إمتصاص الماء حيث أن حجم الجذور وعددها وإنتظام إنتشارها فى التربة لها دور هام فى إمتصاص الماء خصوصاً التربة منخفضة الرطوبة وتمتص الجذور الماء على أعماق مختلفة وتبدأ سطحياً من ٢٠ سم كما فى نباتات النجيليات مثل الذرة الرفيعة وفى جذور أشجار الفاكهة التى يزداد عدد فروعها و التى يصل عمق جذورها إلى ١.٥ مترتحت سطح التربة.

٦- **علاقة المجموع الجذرى بالمجموع الخضرى:** كلما زاد المجموع الخضرى يؤدى إلى زيادة معدل النتح فى النبات وبالتالى زيادة معدل إمتصاص النبات للماء والعكس صحيح وتوجد علاقة وترابط وثيق بين المجموع الجذرى والمجموع الخضرى حيث أن الجذر يعتمد فى غذائه على المجموع الخضرى ويظهر ذلك التأثر فى جذور البقوليات كما يمد الجذر المجموع الخضرى بالعناصر الغذائية والهرمونات ويستدل على هذه العلاقة عند قطع المجموع الخضرى يلاحظ ضعف الجذور وتوقفها عن الإمتصاص والنمو.

إنتقال الماء داخل النبات (صعود العصاره).

بعد إمتصاص الماء من التربة بواسطة الجذور يصل إلى أوعية الخشب فى الجذر وينتقل داخل أوعية الخشب كعمود مائى مستمر فى النبات كله والماء الصاعد فى الخشب يكون به ذائبات معدنية لذا يطلق عليه أسم العصارة الخشبية (**شكل ٧**).

إنتقال الماء والأملاح (المواد الذائبة) يتم فى أوعية الخشب. وقد ثبت أن الماء والأملاح التى تمتص بواسطة الجذور ويتم إنتقالها إلى أعلى النبات تسلك طريقها من الجذر إلى الساق والأوراق عن طريق الأوعية الخشبية ويمكن إثبات ذلك بالتجربة عملياً وذلك إذا غمس طرف فرع نبات مورق بعد قطعه مباشرة فى محلول ملون ثم عمل قطاعات طولية فى الساق بعد فترة وفحصها يلاحظ تلون أوعية الخشب. وأيضا يمكن ملاحظة حركة إنتقال الماء فى المجموع الخضرى بغمس فرع نبات الفلوكس التى تحمل أزهاراً بتلاتها بيضاء اللون بعد قطعها مباشرة فى محلول ملون مخفف لصبغة أزرق المثيلين وتركها لفترة فى تيار هوائى يلاحظ تلون عروق البتلات البيضاء باللون الأزرق وهذا دليل على أن الماء يسلك طريقه من الساق إلى الأوراق خلال أوعية الخشب (**شكل ١٤**).

كيف يصعد الماء إلى الأوراق العليا والقمم الطرفية ضد الجاذبية الأرضية ؟

سبق توضيح عدة قوى تؤثر فى ميكانيكية إمتصاص ورفع الماء إلى أعلى فى النبات من هذه القوى قوة الضغط الجذرى والقوة السالبة.

ولقد وضعت عدة نظريات لتفسير ميكانيكية صعود الماء لأعلى فى الأوعية الخشبية منها:

١- **نظرية الضغط الجذرى:** سبق أن علمنا أن الضغط الجذرى هو أحد القوى التى تعمل على إمتصاص الجذور للماء من التربة ورفعه لأعلى فى الأوعية الخشبية للساق والأوراق ويظهر تأثير الضغط الجذرى واضحاً عندما ينعدم النتح فى بداية الربيع وتوجد أسباب يعزى إليها أن الضغط الجذرى غير كافى لصعود الماء لأعلى فى الأشجار العالية وذو أهمية ضئيلة وغير أساسى فى صعود ورفع الماء لأعلى حيث أن قيمة الضغط الجذرى منخفضة لايتجاوز ٢ ضغط جوى وهذا لا يكفى لرفع الماء فى الأشجار العالية التى يزيد إرتفاعها عن ٢٠ متر كما أن بعض أنواع نباتات معراه البذور مثل الصنوبر ليس لها ضغط جذرى.

٢- **نظرية التماسك والتلاصق:** وهى أكثر النظريات قبولاً لتفسير صعود الماء (العصارة) لأعلى فى الأشجار العالية. وتعتمد هذه النظرية على الخواص الطبيعية للماء.

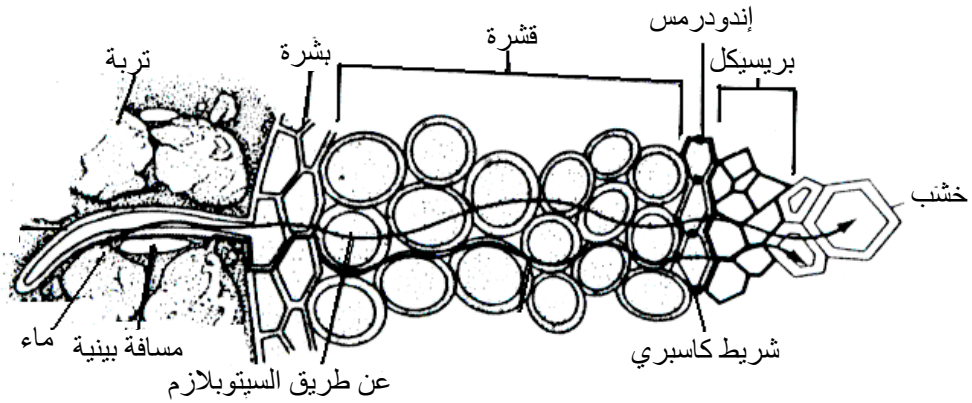
وملخصها أن صعود الماء لأعلى يكون نتيجة لشد عمود الماء من أعلى نتيجة عملية النتح فى الأوراق وليس دفعه من أسفل. كما أن صعود الماء لأعلى فى أوعية الخشب يكون على صورة أعمدة مائية تظل متصلة ومتماسكة بفعل قوتان هما:

أ – قوة التماسك التى بين جزيئات المادة بعضها مع بعض داخل العمود.

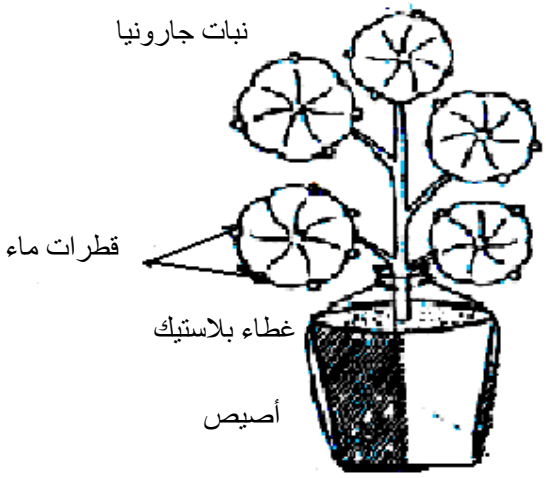
ب– قوة التلاصق بين جزيئات الماء المتماسكة وبين جدر أوعية الخشب. وتعمل هاتان القوتان على ثبات أعمدة الماء فى الأوعية الخشبية ضد الجاذبية الأرضية وتظل على هيئة أعمدة أو خيوط متماسكة ببعضها ومتلاصقة بجدران الأوعية الخشبية ولا تتقطع ويستمر صعودها لأعلى حتى تصل للأوعية الخشبية فى الأوراق ونسيج الميزوفيل فى الأوراق ويتم فقدها فى عملية النتح ثم يتم سحب الماء من التربة خلال أسطح الجذر لتعويض الماء المفقود وينتج عن القوة السالبة سلسلة من تيار مستمر فى تدرج الجهود المائية على طول النبات.

إذاً القوة الأساسية لإمتصاص وصعود الماء لأعلى هى الشد الناتج عن القوة السالبة (أو عن النتح) لذلك يتلازم الإمتصاص والنتح معاً. والإمتصاص والنتح مترابطان عن طريق الجهاز المائى للنبات كله خصوصاً الأعمدة المائية المتواصلة عبر أوعية الخشب الممتدة من أطراف الجذور إلى نهايات سوق النبات وأوراقه وسيتم إثبات ذلك بتجربة عملية توضح أهمية النتح فى صعود الماء (شكل ٧).

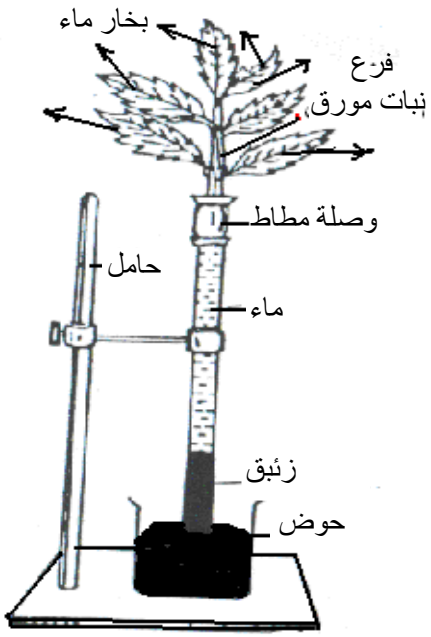
- **إمتصاص الماء بواسطة المجموع الخضرى:** يتم إمتصاص الماء فى صورة بخار أو صورة سائلة كما فى طريقة الرى بالرش بواسطة أجزاء النبات الهوائية (الأوراق) ويتوقف هذا الإمتصاص على قوة الإمتصاص الأسموزية لخلايا الأوراق وعلى نفاذية طبقة الكيوتيكل. حيث تمتص الأوراق الماء لوجود مناطق بكتينية فى طبقة الكيوتيكل والتى لها القدرة على إمتصاص الماء ويتحرك الماء إلى أسفل عبر اللحاء حتى يصل إلى الجذور وإستغلت هذه الظاهرة فى الرى بالرش والتغذية الورقية.



شكل(٤):يوضح مسار حركة الماء من التربة إلى داخل أنسجة الجذر



شكل(٥): يوضح ظاهرة الإدماع



شكل(٦):يوضح أهمية النتح فى رفع العصارة

فقد النبات للماء (النتح)

يتم بخر الماء إلى الهواء فى وجود الطاقة الشمسية والتى تزيد من قابلية الهواء على حمل المزيد من بخار الماء ويحصل الهواء على جزيئات الماء من أى سطح رطب فيه جهد الماء أعلى من الجهد المائى للهواء كما أن الأوراق والأجزاء الغضة من النبات هى إحدى هذه السطوح الرطبة الغضة التى تمد الهواء بجزيئات الماء.

ويفقد النبات الماء اما على صورة بخار ويطلق عليها عملية النتح والتى يفقد النبات عن طريقها كميات هائلة من الماء قد تصل إلى حوالى ٩٨% من مجموع ما يمتصه من الماء ومعظم النتح يتم عن طريق الأوراق. أو يفقد النبات الماء على صورة سائلة كما سبق معرفته فى عملية الادماع.

النتـــح Transpiration

النتح: هو فقد النبات للماء على صورة بخار ماء من أسطحه المعرضة للجو خاصة الأوراق.

وعموماً يمكن حدوث النتح من أى جزء من أجزاء النبات الغضة المعرضة للجو الا أن الأوراق هى الأعضاء الأساسية التى يتم عن طريقها عملية النتح.

أهمية النتح للنبات:

من فوائد النتح للنبات هى:

أ – يعمل على تبريد أسطح النباتات المعرضة للجو وتنظيم درجة الحرارة الداخلية للنبات وبالتالى يقى النبات من أخطار الحر الشديد.

ب– يسبب النتح امتصاص الماء وصعود العصارة لأعلى النبات نتيجة القوة السالبة.

جـ – يساهم النتح فى زيادة معدل إمتصاص النبات للعناصر الغذائية من التربة مع تيار الماء وإنتقالها وتوزيعها فى النبات.

أضرار النتح:

إن زيادة معدل النتح عن معدل إمتصاص الماء من التربة يؤدى إلى ذبول النباتات ووقف نموها ويسبب تغيرات ضارة بالنبات وهو السبب الرئيسى فى عدم زراعة الكثير من المحاصيل بشكل اقتصادى فى المناطق الصحراوية الجافة هذا وفى عملية النتح تفقد النباتات كمية كبيرة من الماء فالنباتات العشبية تفقد ضعف حجمها من الماء يومياً ويتم تجديد الماء

الكلى به خلال يوم واحد. والكمية التى تفقد بالنتح تختلف حسب نوع النباتات والبيئة التى تعيش فيها فمثلاً نبات الذرة يفقد ٢٤٣ لتر ماء والبطاطس ٩٥ لتر طول فصل النمو.

أنواع النتح:

أ – **النتح الثغرى:**هو فقد النبات للماء على هيئة بخار ماء من الأوراق عن طريق الثغور وهى فتحات دقيقة موزعة ضمن نسيج البشرة وهى مسئولة عن فقد ٩٧% أو أكثر من مجموع ما ينتجه النبات.

ب– **النتح الأدمى:** وهو فقد الماء على صورة بخار من أسطح الأوراق والسيقان العشبية عن طريق الجدر الخارجية لخلايا البشرة خلال طبقة الأدمه (الكيوتيكل) فقد يصل إلى حوالى ١٠% من مجموع ما ينتحه النبات ويظهر بوضوح فى السوق الغضة والأوراق الصغيرة وتختلف كمية الماء المفقود عن طريق الأدمه بإختلاف أنواع النباتات وذلك لإختلاف سمك طبقة البشرة وعلى ذلك فكمية الماء المنتوح فى الأوراق والسوق الحديثة (العشبية) أكبر من معدل النتح فى أشجار الصنوبر وهذه اكبر من النباتات الجفافية مثل التين الشوكى والنتح الأدمى ضئيل بالنسبة للنتح الثغرى لكن تكون له أهمية قصوى للنباتات العشبية مثل القمح حيث تتعرض نباتات القمح لهبوب رياح الخماسين الساخنة فى طور النضج وتكوين الحبوب فيؤدى إلى غلق الثغور ويتم النتح الأدمى تحت هذه الظروف ويكون خطير على النبات لذا ينصح بالرى فى هذه الفترة.

جـ – النتح العديسى:

هو فقد الماء على هيئة بخار من خلال العديسات الموجوده فى الانسجة الفلينية التى تغطى أسطح سوق وأفرع الاشجار الخشبية والثمار والدرنات ونسبة الفقد عن طريق العديسات تكون ضئيلة تصل إلى حوالى ٠.٠١%.

ميكانيكية النتح:

لماذا يتبخر الماء من الأوراق ؟وذلك لأن الجهد المائى للهواء المحيط بالأوراق يكون منخفض وعندما يتبخر الماء من جدر خلايا تسبح الميزوفيل المحيطة بالغرف الهوائية أسفل الثغر ينتقل إلى الغرف الهوائية حتى تتشبع ببخار الماء ثم ينتشر من الجو الداخلى للغرف الهوائية للثغر إلى الجو الخارجى للنبات خلال فتحات الثغور حيث يكون الضغط الإنتشارى أو الجهد المائى لبخار الماء فى الغرف الهوائية أعلى من نظيره فى الهواء الجوى فينتشر الماء من الداخل إلى الخارج عند فتح الثغور ويحدث تيار مستمر من بخار الماء من داخل الورقة إلى خارجها بفرق الجهد المائى لبخار الماء (الضغط الإنتشارى لبخار الماء) ويقل ضغط

الإمتلاء لخلايا الأوراق وجهدها المائى وينتقل الماء من الخلايا المجاورة ومن خلية لأخرى حتى يصل إلى أوعية الخشب فى الورقة ويتم سحب الماء بالخاصية الاسموزية وبفرق التدرج فى الجهود المائية لتعويض ما فقدته خلايا الورقة.

ميكانيكية فتح وغلق الثغور:

الدورالفسيولوجى للثغور هو تنظيم تبادل الغازات بين الأوراق والجو الخارجى ويحتوى سطح بشرة الورقة على عدد كبير من الثغور وتتميز فتحة الثغر بأنها محاطة بخليتين حارستين متخصصتين وتتحكمان فى فتح وغلق الثغور ولهما شكل وتركيب خاص عن بقية خلايا البشره.

تتوقف عملية فتح وغلق الثغور على درجة امتلاء الخلايا الحارسه بالنسبة لخلايا البشره المجاورة لها. وتعتمد عملية فتح وغلق الثغور بصفة عامة على الاستجابة المباشرة للزيادة أو النقص فى الضغط الاسموزى (الجهد الاسموزى) للخلايا الحارسه والتغير فى الجهد المائى الناتج عن التغيرات الاسموزية بسبب تحرك وإنتقال الماء من أو إلى الخلايا الحارسه. فعند إمتلاء الخلايا الحارسة بالماء يؤدى إلى فتح الثغر والعكس إرتخاء الخلايا الحارسة نتيجة لفقدها الماء أو خروج الماء منها يؤدى إلى غلق الثغر. ومعظم الثغور تفتح فى الضوء وتغلق فى الظلام (الليل) فكل العوامل التى تؤثر على زيادة الضغط الاسموزى (الجهد الاسموزى) الجهد المائى (قوة الإمتصاص الاسموزية) للخلايا الحارسه يؤثر على ضغط إمتلاء الخلايا الحارسة وبالتالى يؤثر على فتح أو غلق الثغور من هذه العوامل أيون البوتاسيوم له علاقة بفتح وغلق الثغور فعند دخوله للخلايا الحارسة فى الضوء يؤدى إلى فتح الثغر وعند خروجه ترتخى الخلايا الحارسة ويغلق الثغر (**شكل ٨**).

٦- العوامل التى تؤثر على معدل النتح:

يتوقف معدل النتح على نقص ضغط بخار الماء (نقص الجهد المائى) فى الجو الخارجى عنه فى الجو الداخلى للمسافات البينية للأوراق التى تتأثر بعوامل خارجية وعوامل داخلية خاصة بالنبات ومن هذه العوامل.

أ – العوامل الخارجية:

١- **درجة رطوبة الجو:** يتناسب معدل النتح تناسباً عكسياً مع درجة رطوبة الجو فكلما انخفضت كلما زاد معدل النتح والعكس صحيح زيادتها فى الجو تؤدى لتقليل معدل النتح.

٢- **حركة الهواء (الرياح):** تؤدى حركة الهواء (التيارات الهوائية) إلى زيادة معدل النتح لأن حركة الهواء تسبب تقليل وإزالة طبقة الهواء المشبع ببخار الماء من الجو الملامس

مباشرة لسطح الأوراق ليحل محله هواء أقل تشبعاً ببخار الماء. وأما عند اشتداد وزيادة سرعة الرياح يؤدى إلى غلق الثغور وبالتالى يقل معدل النتح.

٣- **درجة الحرارة:** يؤدى إرتفاع درجة الحرارة إلى زيادة معدل النتح وذلك لتأثيرها على خفض درجة رطوبة الجو فتساعد على التبخير من الأوراق والعكس صحيح.

٤- **الضوء:** يؤثر الضوء تأثيراً مباشراً على معدل النتح من خلال تأثيره على حركة فتح وغلق الثغور لذلك يكون معدل النتح عالى بالنهار ويتوقف أثناء الليل كما أن الضوء الشديد يزيد من درجة الحرارة ويزيد الطاقة ويزيد نفادية الخلايا وبالتالى يزيد من معدل النتح.

٥- **توفر الماء فى التربة:** كلما زاد الماء بالتربة كلما زاد معدل النتح بينما يقل معدل النتح فى النباتات النامية فى التربة الجافة وذلك لنقص إمتصاص الجذور للماء.

٦- **الضغط الجوى:** يزداد معدل النتح كلما إنخفض الضغط الجوى وهذا يفسر سبب زيادة معدل النتح فى النباتات النامية فوق قمم الجبال.

ب- العوامل الداخلية:

١- **مساحة السطح الورقى:** يزداد معدل النتح بزيادة مساحة السطح الورقى للنباتات فزيادة مساحة الورقة يتبعها زيادة الماء المفقود وغالباً ما تنتح النباتات الصغيرة بمعدل أكبر من النباتات الكبيرة على اساس وحدة المساحة.

٢- **تركيب الورقة:** يقل معدل النتح فى حالة زيادة سمك طبقة الكيوتيكل وزيادة الشموع والشعيرات الميتة وإذا كانت الثغورغائرة. كما يتأثر معدل النتح تبعاً لعدد الثغور وسطحية وتعمق الثغور وتوزيعها على سطحى الورقة وتعريق الأوراق والتى تختلف بإختلاف الانواع النباتية.

الإتزان المائى: هو العلاقة بين كمية الماء الممتص بواسطة الجذور وبين كمية الماء المفقود عن طريق عملية النتح.

وعندما يكون معدل إمتصاص الماء أكبر من معدل فقده يكون الإتزان المائى موجباً ولصالح النبات وهوالملائم لنموه. ويكون الإتزان المائى لصالح النبات أثناء الليل لإنعدام النتح الثغرى لذا يكون معدل نمو النبات أثناء الليل أعلى منه أثناء النهار ويتوقف المحتوى المائى الداخلى للنبات على عاملين هما إمتصاص وفقد الماء عن طريق النتح.

١- عند زيادة معدل النتح عن معدل الإمتصاص يؤدى إلى إختلال الإتزان المائى فى غير صالح النبات ويتسبب عنه نقص المحتوى المائى لخلايا النبات مما يؤدى إلى ظهور أعراض أو حالة الذبول وفيه يكون مظهر الأوراق متهدل ومنطوية ومرتخية.

أ – **الذبول المؤقت:** يشاهد فى الأيام الحارة فى منتصف النهار على أوراق كثير من النباتات ذات خلايا رقيقة الجدر وفى الأطراف الحديثة والقمم الغضة تفقد الخلايا إمتلاءها بالمـــاء ويقل محتواها المائى وترتخى الخلايا فيظهر تهدل وانطـــواء أو التفـــاف الأوراق وقـــت الظهيره ثم تستعيد الخلايا إمتلاءها بالماء عند الغروب واثناء الليل عندما تغلـــق الثغـــور بالليل وتزداد كمية الماء الممتص عن كمية الماء المفقود وتعوض النباتات الماء ويـــزول مظهر الذبول وتنتصب الأوراق دون رى النباتات.

ب– **الذبول الدائم:** يحدث عند زيادة معدل النتح عن إمتصاص الماء مع استمرار نقص الماء فى التربة لفترة طويلة وهذا لايزول إلا إذا رويت النباتات فى الوقت الملائم وإذا لم يعجل برى النباتات يؤدى إلى موتها حيث أن نقص الماء إلى درجة الجفاف يؤدى إلى الإجهاد المائى.

الاجهاد المائى Water Stress

يتعرض النبات أثناء دورة حياته لكثير من العوامل البيئية القاسية والغير مناسبة لنمو وتطور وتوزيع النباتات ومنها نقص الماء الشديد (الجفاف) فى التربة وهذا أخطـــر العوامـــل التى تسبب نقص حاد فى ضغط إمتلاء الخلايا والجهد المائى لها لدرجة أنه يسبب خللاً فـــى العمليات الفسيولوجية فى النبات.

الإجهاد المائى: هو تعرض النبات لنقص شديد فى الماء لدرجة الجفاف فى التربـــة الذى يؤدى إلى نقص إمتلاء الخلايا للدرجة التى تسبب خللاً فى جميع العمليات الفســـيولوجية والحيوية داخل النبات.

التأثيرات الفسيولوجية للإجهاد المائى على النبات:

يؤدى الإجهاد المائى إلى:

١– نقص المحتوى المائى وإمتلاء الخلايا بالماء نتيجة لتقطع الشعيرات الجذريـــة وانهيـــار أعمدة الماء فى أوعية الخشب..

٢– نقص سرعة الإنبات.

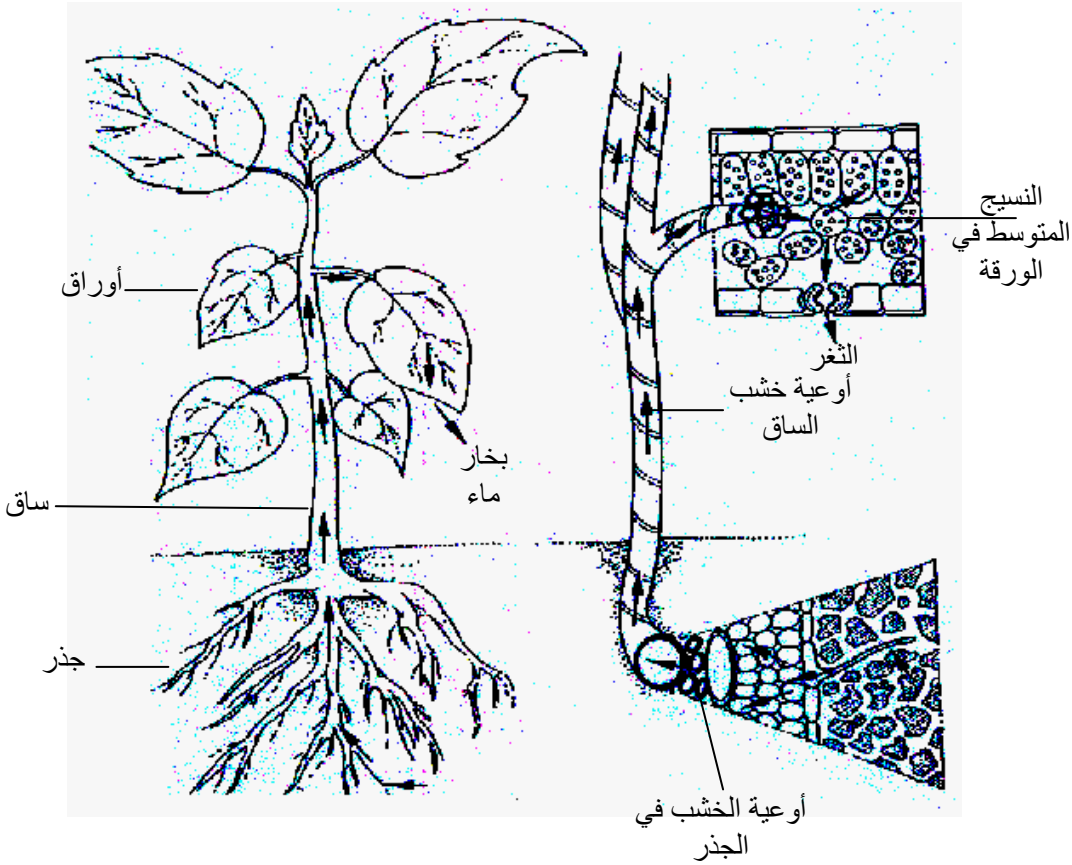
٣– نقص إنقسام وإستطالة الخلايا.

٤– نقص عملية البناء الضوئى وبناء الكربوهيدرات والبروتين ونقص هرمونات النمو.

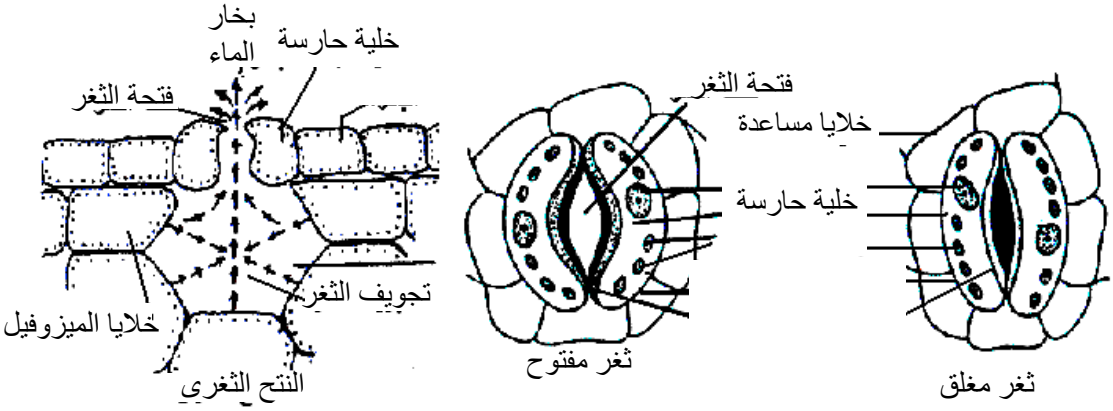
٥– زيادة التنفس وزيادة تحلل الكربوهيدرات والبروتين وزيادة هرمونات تثبيط النمو.

٦– تدهور الكلوروفيل وزيادة شيخوخة وسقوط الأوراق.

٧– نقص الأزهار وتكوين الثمار وبالتالى نقص المحصول كما يؤدى إلى خلل فـــى جميـــع الوظائف الحيوية والأيضية للنبات وموت النبات فى النهاية.



شكل(٧): يوضح امتصاص وانتقال وفقد الماء في النبات



شكل(٨):يوضح الثغر المغلق و المفتوح و عملية النتح الثغرى

التدريبات العملية للباب الثانى

أولاً: التدريب على كيفية تحضير انواع مختلفة من المحاليل:

١- تجربة (١) تحضير محلول حقيقى (من كلوريد الصوديوم) :

خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- إذب قليلا من ملح كلوريد الصوديوم فى كمية من الماء فى كأس إذابة جيدة. ٢- قلبه جيداً ثم اتركه فترة فى مكان هادىء. ٣- لاحظ المحلول واكتب المشاهدة.	تشاهد محلول شفاف متجانس ثابت.	تأين الملح إلى دقائق صغيرة أقل من واحد ملليمكرون لاترى بالعين المجردة.

٢- تجربة (٢) تحضير محلول غروى كاره للماء:

خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- إغلى كمية من الماء المقطر فى كأس ٥٠٠سم٣ ٢- أثناء عملية الغليان صب عليه كمية قليلة. (٥سم٣) من محلول كلوريد الحديديك (محلول حقيقى). ٣- اتركه فى مكان هادىء لفترة. ٤- لاحظ خواص المحلول الغروى واكتب المشاهدة.	تكون محلول غروى (يشبه لون الشاى) متجانس وشفاف. وثابت.	تحول كلوريد الحديديك بالغليان إلى أيدروكسيد حديديك تتجمع دقائقه لتكون محلول غروى كاره لوسط الإنتشار. وذلك لوجود شحنات من نوع واحد على أسطح الدقائق تعمل على ثباتها.

٣- تجربة (٣) تحضير محلول غروى محب للماء:

خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- سخن كمية من الماء فى كأس سعته ١٠٠سم.^{٣} ٢- أضف إلي الماء قطعة من الجيلاتين الجاف (٥جم) – قلب المحلول جيدا. ٣- استمر فى التقليب حتى يتم توزيع الجيلاتين فى الماء الساخن. ٤- لاحظ خواص المحلول واكتب المشاهدة.	يشاهد محلول لزج وغير شفاف ومتجانس.	المادة تتجزأ إلى دقائق تحيط نفسها بغلاف مائى فتكون محلول غروى محب لوسط الإنتشار.

٤- تجربة (٤) تحضير مستحلب:

خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- أضف واحد سم٣ من الزيت إلى ١٠سم٣ من الماء رج المزيج جديداً. ٢- اتركه مدة ثم اضف قليل من كحول الايثايل أو الصابون السائل للخليط السابق مع الرج. ٣- لاحظ خواص المستحلب واكتب المشاهدة	يشاهد تجمع حبيبات الزيت فوق سطح الماء. ينتشر الزيت فى الماء بعد إضافة الكحول.	وذلك لنقص كثافة الزيت عن الماء ويسمى المستحلب المتكون مستحلب مؤقت. وبإضافة كحول الايثايل للخليط يتكون مستحلب دائم حيث تختلط دقائق الزيت والماء.

٥- تجربة (٥) تحضير معلق رمل أو طين وماء:

خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- خذ قليل من الرمل النقي أو الطين حوالى ٣جم ثم اضفه إلى حوالى ١٠سم٣ من الماء ثم رج المزيج جيدا. ٢- اتركه مدة فى مكان هادىء. ٣- لاحظ خواص المعلق وثباته واكتب المشاهدة	يشاهد تكون معلق من الرمل أوالطين والماء غير متجانس – غير ثابت يمكن فصله بالترشيح اوبقمع فصل أو بالترسيب.	دقائق الرمل كبيرة للغاية وثقيلة تتجمع وترسب بمضى الوقت.

تجربة (٦) ترسيب المحلول الغروى للطين:

خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- خذ كمية من الطمى وضعها فى انبوبة اختبار ثم أكمل ثلث الأنبوبة بالماء. ٢- رج الأنبوبة جيداً واتركها فترة ثم رشحها. ٣- خذ أنبوبتى اختبار وضع فى كل منهما محلول من الطمى المحضر سابقاً وتم ترشيحه. ٤- ثم أضف إلى احدى الأنبوبتين قليل من أيدروكسيد كالسيوم مشبع (ماء الجير) واضف فى الأخرى ماء مقطر. ٥- ثم رج الأنبوبتين واتركهما فترة من الزمن. ٦- لاحظ خواص المحلول بعد اضافة ماء الجير واكتب المشاهدة.	١- يتكون معلق من الطين يكون عكراً وغير رائق فى الخطوة ٢. ٢- ظهور راسب ويصبح المحلول رائق بعد إضافة ماء الجيرفى الأنبوبة الأولى . ٣- يظل المحلول كما هو عكراً وغير رائق ولايحدث تغير لمحلول غروى الطين فى الأنبوبة الثانية .	١-دقائق الطين كبيرة تتجمع وترسب. ٢- بعد عملية الترشيح يكون محلول غروى كاره لوسط الانتشار يحمل شحنات من نوع واحد سالبة ومحلول ثابت. ٣- بعد إضافة محلول الكتروليتى يتأين ماء الجير إلى أيونات الكالسيوم الموجبة التى تعمل على معادلة الشحنات السالبة على دقائق غروى الطين فيؤدى إلى تجمعها وترسيبها ويصبح المحلول رائق.

ثانياً: الإنتشار:

تجربة (٧) الإنتشار

خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- خذ كأس أو أنبوبة اختبار واسعة واملأ ثلثيها بالماء ثم الق فيها بلورة من برمنجنات البوتاسيوم بدون رج. ٢- لاحظ درجة تركيز اللون البنفسجى فى قاع الكأس أو الانبوبة ثم تتبع توزيع اللون بعد فترات كل نصف ساعة . ٣- اكتب المشاهدة.	يشاهد تلون المحلول بلون البرمنجنات البنفسجى .	جزيئات برمنجنات البوتاسيوم إنتشرت من التركيز العالى إلى التركيز الأقل فى الماء.

ثالثاً: الأسموزية

تجربة (٨) بيان الاسموزية بإستخدام قمع ثيسل : شكل (٩)

خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- خذ قمع ثيسل وأملا انتفاخه بمحلول سكر قصب ٢٠% . ٢- اربط على فوهة القمع غشاء من السيلوفان. ٣- ثم ضع القمع فى كأس به ماء مقطروضع علامة على ساق القمع تبين مستوى المحلول داخله. ٤- اترك التجربة مدة من الوقت. ٥- لاحظ التغير فى مستوى المحلول لساق القمع وأكتب المشاهدة والاستنتاج مع الرسم.	١- إرتفاع المحلول فى ساق القمع عن مستوى بداية التجربة. ٢- يثبت أو يتوقف المحلول عند مستوى أعلى من البداية.	يسمح الغشاء بنفاذ الماء فقط فينتشر الماء من الخارج (محلول تركيزه اقل) إلى الداخل (محلول تركيزه أعلى) فيرتفع فى ساق القمع إلى أن يصل إلى أقصى إرتفاع ثم يتوقف . وعند حدوث الاتزان يصبح الضغط الاسموزى للمحلول = ضغط عمود المحلول.

تجربة (٩) ازموسكوب البطاطس (لبيان الاسموزية بإستخدام نسيج حى) : شكل (١٠)

خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- حضر بعض درنات البطاطس بعد تقشيرها وأعمل منها ثلاث مكعبات متساوية. ٢- اعمل بداخل كل مكعب فجوة أو تجويف مستخدماً ثاقب فللين. ٣- ضع كل مكعب فى طبق زجاجى – ثم ضع فى المكعب الأول كمية من بللورات ملح الطعام فى فجوة المكعب ثم صب الماء حول هذا المكعب إلى إرتفاع النصف. ٤- ضع فى الطبق الثانى ماء فقط إلى إرتفاع النصف. مع عدم وضع ملح . ضع فى مكعب الطبق الثالث ملح الطعام فقط فى الفجوة. ٦- اترك التجربة فترة ثم شاهد المكعبات الثلاثة فى الاطباق ثم اكتب المشاهدة والاستنتاج مع الرسم.	فى الطبق الاول نشاهد تجمع الماء فى الفجوة مع بقائها ممتلئة. ويبقى حجم مكعب البطاطس ثابت . وفى الطبق الثانى نجد عدم تجمع ماء فى فجوتها ويزداد حجم المكعب وينتفخ. وأما الطبق الثالث فيتجمع الماء فى فجوة البطاطس ويصبح نسيج البطاطس فى حالة إرتخاء ويقل حجم المكعب.	١- إنتشار الماء بالاسموزية من الخارج إلى الداخل نتيجة إختلاف الضغوط الاسموزية فى اجزاء الدرنات المختلفة. ٢- وتعتبر خلايا البطاطس كنظام اسموزى حيث ينتشر الماء من محلول الطبق وهو محلول ناقص التركيزإلى محلول الفجوة وهو محلول زائد التركيز عبر الأغشية البلازمية لخلايا البطاطس. ٣- حدوث البلزمة فى خلاياها و لايوجد تعويض لنقص الماء فى خلايا مكعب البطاطس لعدم وجود ماء فى الطبق.

تجربة (١٠) القوة الناتجة عن التشرب : شكل (١١)

خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- إعمل قمع من الجبس ثم ضع بداخله بذور جافة (فول أو فاصوليا). ٢- ثم غطى سطح القمع بالجبس وبعد أن يجف القمع افصله عن قالبه . ٣- ضع القمع فى إناء به ماء ثم أتركه فترة يومين. ٤- ثم لاحظ شكل القمع واكتب المشاهدة.	يشاهد تشقق جدران قالب الجبس ثم انفصاله إلى أجزاء.	يرجع ذلك لقوة التشرب الناتجة عن تشرب البذور الجافة للماء وانتفاخها وضغطها من الداخل على جدران قمع الجبس فتشققه بقوة التشرب وهذا ما يحدث عند إنبات البذور ويرجع لتشرب المادة الغرويه المحبة فى البذور للماء ينشأ عن ذلك قوة انتفاخ كبيرة تؤدى إلى تمزيق القصرة.

تجربة رقم (١١) اثبات قوة الضغط الجذرى: شكل (١٢)

خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- أحضر اصيص به نبات مزروع (الجارونيا) ثم أقطع ساق النبات فوق سطح تربة الاصيص وعلى مسافة ١٠-١٥سم. ٢- إوصل النبات بمانومتر عن طريق أنبوبة زجاجية لها فتحة جانبية وقطعة من المطاط. ٣- ثم املأ الانبوبة الزجاجية والمانومتربالزئبق حدد سطح الزئبق عند بدءالتجربة. ٤- أترك التجربة مدة من الزمن ثم حدد سطح الزئبق فى نهاية التجربة. ٥- لاحظ الفرق فى زيادة إرتفاع سطح الزئبق . واكتب المشاهدة.	يشاهد صعودالزئبق وإرتفاعه عن مستوى سطح البداية.	تجمع العصارة عند السطح المقطوع ناتجة عن قوة الإمتصاص والتشرب مما يسبب الضغط الجذرى الذى يساوى الفرق بين مستوى سطحى الزئبق وتسمى الظاهرة الادماء عند تقليم أفرع الاشجار تشاهد تساقط قطرات العصارة.

تجربة (١٢) اثبات قوة الامتصاص الأسموزية

خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- أحضر أنبوبة مفتوحة الطرفين وضع ورقة سلوفان على احدى طرفيها. ٢- ثم ضع بهامحلول مركز من سكر القصب. ٣- ثم ثبت الانبوبة فى قمع مملوء بالماء ثم إغمس ساق القمع فى كاس به زئبق أومحلول ملون وإتركها فترة. ٤- لاحظ ارتفاع سطح الزئبق أو المحلول الملون واكتب المشاهدة.	يشاهد صعود وإرتفاع الزئبق أو المحلول الملون فى ساق القمع ليحل محل الماء.	قوة الامتصاص الاسموزية لمحلول سكر القصب أدت إلى انتشار الماء من القمع الى داخل الانبوبة عبر الغشاء شبه المنفذ من المحلول الأقل تركيزا إلى المحلول الأعلى تركيزاً فيعمل المحلول على جذب المذيب بالقوه الاسموزية للمحلول المركز مما يؤدى إلى إرتفاع الزئبق فى ساق القمع.

تجربة (١٣) القوة السالبة أو قوة شد الماء الناتجة عن النتح: شكل (١٣)

خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- ثبت جزء من ساق نبات يحمل أوراقاً خضراء (فرع نبات مورق) فى طرف أنبوبة شعرية مملوءة بالماء. ٢- ثم أغمر طرف الانبوبة الشعرية فى حوض به زئبق أو محلول ملون. ٣- أترك التجربة مدة من الوقت. ٤- لاحظ التغير فى مستوى سطح الزئبق فى الانبوبة أو المحلول الملون . اكتب المشاهدة والاستنتاج مع الرسم.	يشاهد إرتفاع الزئبق فى الانبوبة الشعرية.	قوة فقد الماء نتيجة النتح تؤدى إلى إمتصاص النبات للماء من الانبوبة ليحل محل الماء الممتص بواسطة النبات نتيجة حدوث النتح ونقص الماء بالنبات. ويرجع هذا الشد لأن عمود الماء كخيط واحد بفعل قوة التماسك و التلاصق بين جزيئات الماء .

تجربة (١٤) اثبات حركة الماء فى المجموع الخضرى: شكل (١٤)

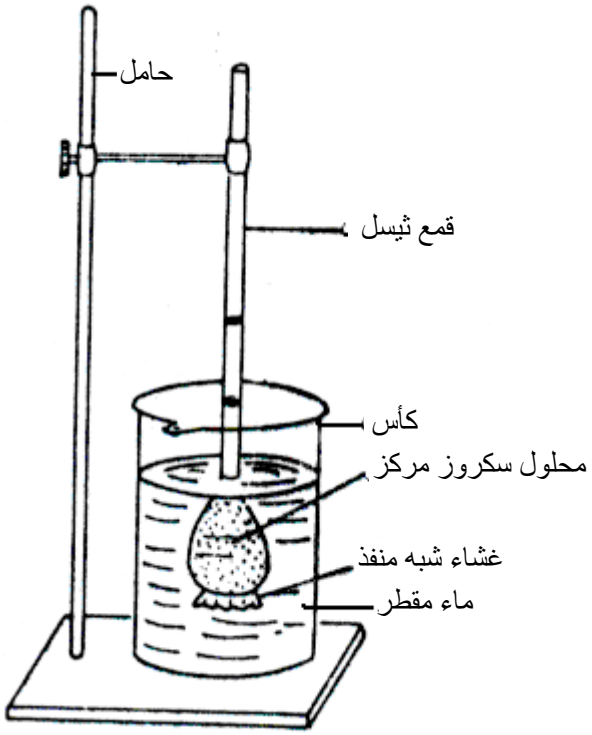
خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- ضع أفرع نبات الفلوكس أو الونكا وعليها أزهار بتلاتها بيضاء اللون فى محلول أزرق المثيلين المخفف. ٢- اترك التجربة فترة يوم ثم لاحظ شكل عروق بتلات الازهار البيضاء واكتب المشاهدة.	يشاهد تلون عروق البتلات البيضاء للازهار باللون الأزرق.	حركة وانتقال الماء وصعودها يكون داخل أوعية الخشب للساق ثم أوعية خشب عروق بتلات الأزهار. اللون الأزرق يدل على أن الماء يصعد لأعلى خلال أوعية الخشب.

تجربة (١٥) اثبات عملية النتح : شكل (١٥)

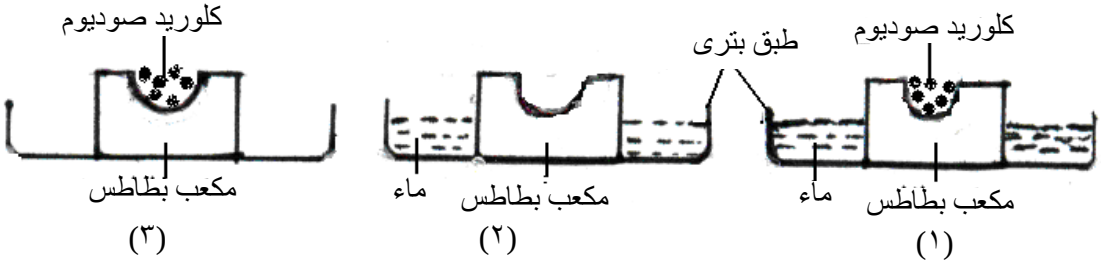
خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
١- احضر أصيص به نبات نامى يحمل أوراق خضراء وغطى سطح التربة بكيس بلاستيك . ٢- ثم ضع ناقوس زجاجى فوق النبات مع إحكام غلق السطح السفلى بالفازلين ٣- ثم ضع النبات فى الجو العادى لفترة من الزمن. ٤- ثم اكتب المشاهده.	تكون بعض قطرات مائية على السطح الداخلى للناقوس الزجاجى .	نتيجة حدوث النتح وخروج بخار الماء من الثغور الموجودة فى أسطح الأوراق مما أدى إلى تكون قطرات الماء .

تجربة (١٦) : قياس كمية الماء المفقود بالنتح(طريقة البوتوميتر) : شكل (١٦)

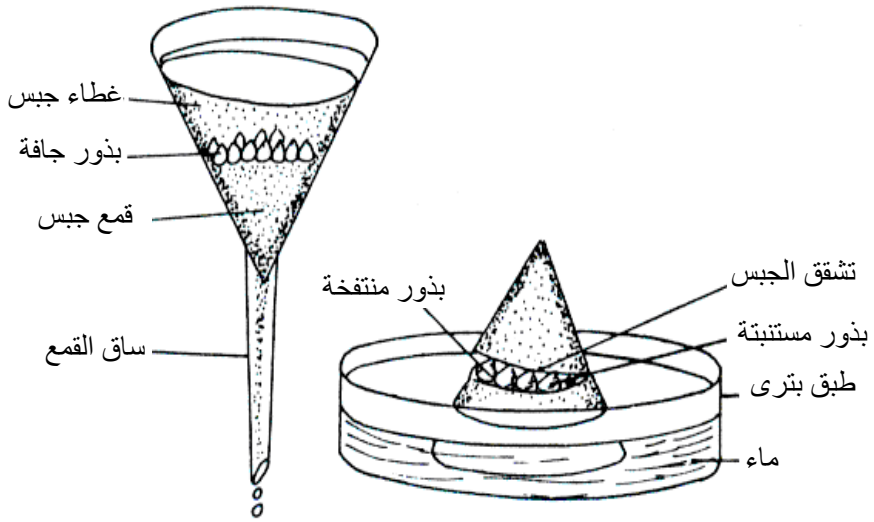
خطوات التجربة	المشاهدة	الاستنتاج
جهاز البوتوميتر هو جهاز على شكل حرف U زجاجى له ٣ قنوات كما هو موضح بالشكل يثبت فى طرفه ساق نبات عليه أوراق – والطرف الأخر عبارة عن أنبوبة شعرية عليها مسطرة مدرجة. ويوجد فتحة علوية بالأنبوبة عليها صنبور للتحكم فى كمية الماء يملأ الجهاز بمحلول ملون خفيف من القمع ذو الصنبور.	يشاهد تراجع الماء فى الانبوبة الشعرية ويزداد ذلك بزيادة العوامل المؤثرة على النتح.	الأوراق تنتح الماء من الثغوروبالتالى تم إستعاضتها من الماء الموجود فى الانبوبة الشعرية.



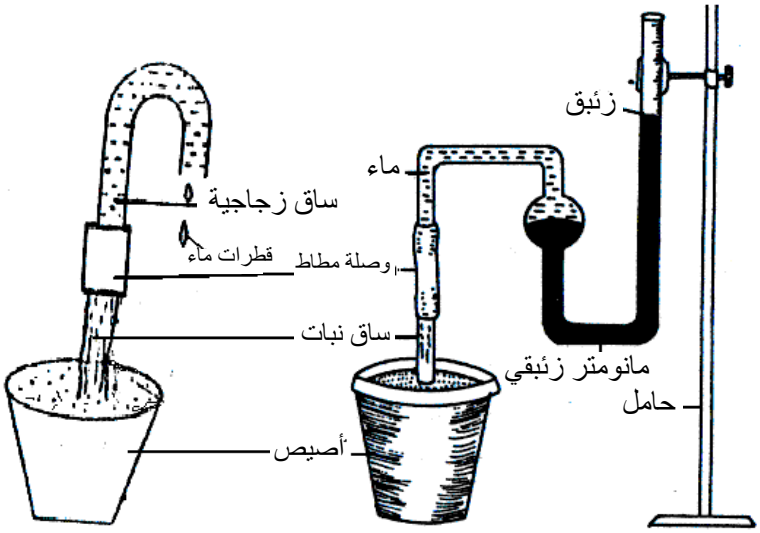
شكل(٩):يوضح الأسموزية



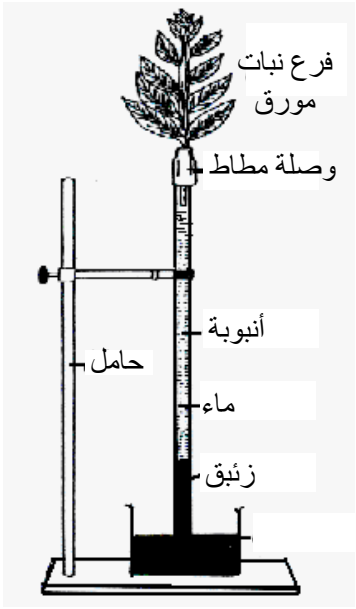
شكل(١٠): يوضح تجربة أزموسكوب البطاطس



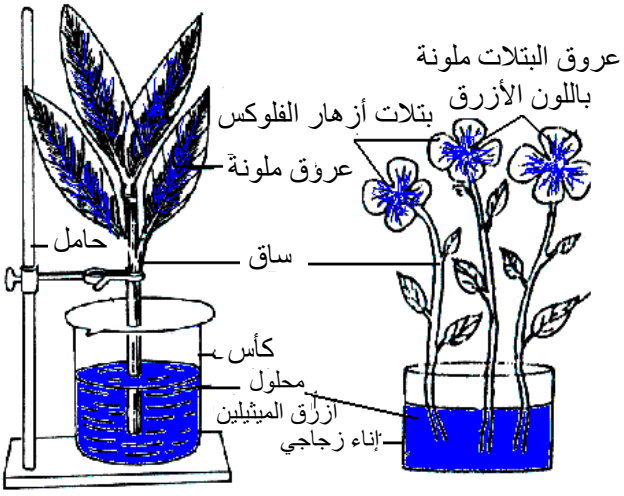
شكل(١١): رسم يوضح القوة الناتجة عن التشرب



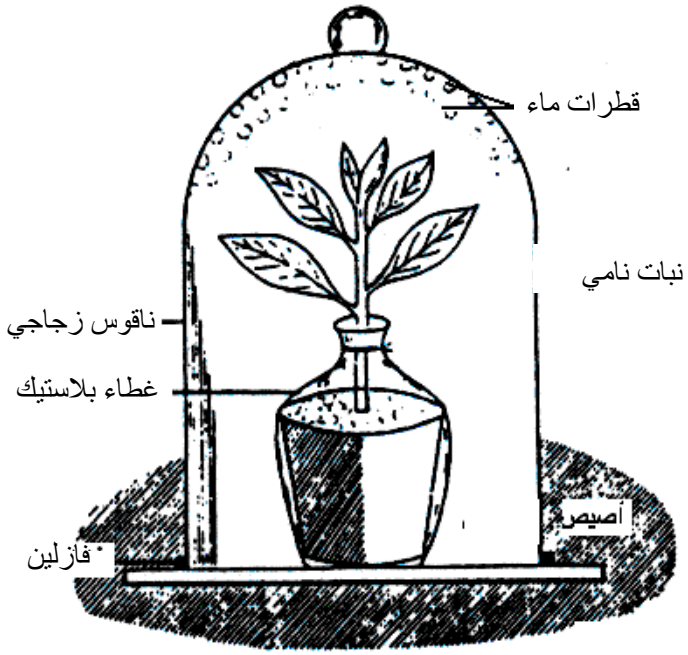
شكل(١٢):يوضح قياس الضغط الجذرى



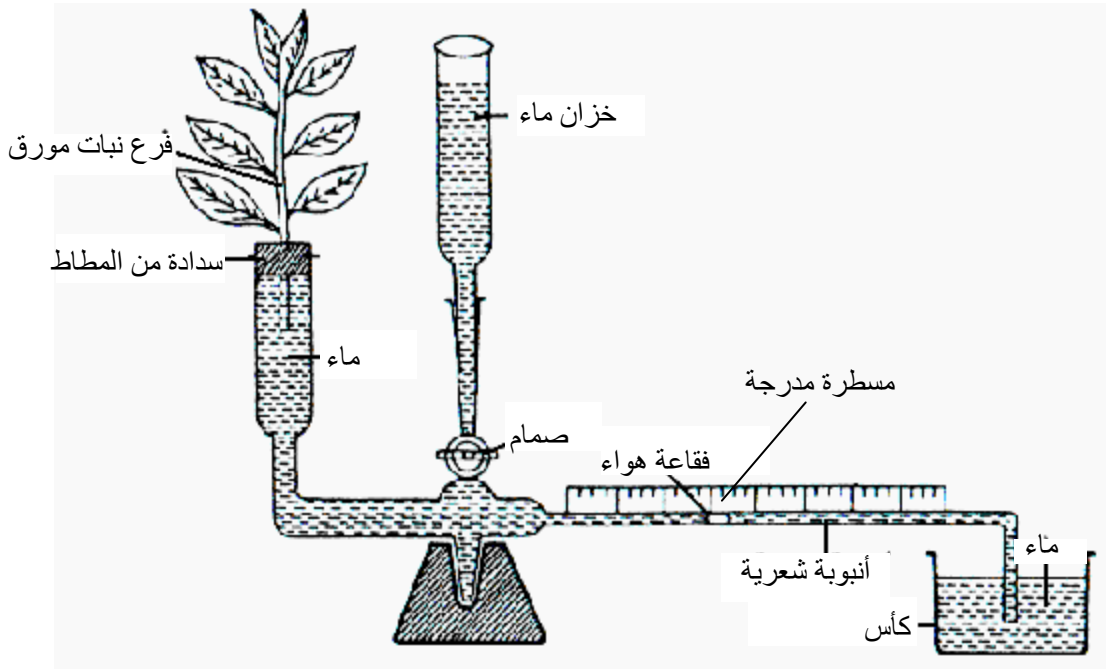
شكل (١٣): يوضح القوة السالبة (قوة شد الماء الناتجة عن النتح)



شكل(١٤):يوضح حركة الماء داخل أوعية الخشب فى المجموع الخضرى



شكل(١٥): يوضح حدوث عملية النتح



شكل(١٦): يوضح جهاز البوتوميتر لقياس كمية الماء المفقود عن طريق عملية النتح

تذكـــــــر أن:

١- **الماء** هو سائل الحياة للنبات ويكون ٩٠-٩٥% من وزن النبات وله وظائف هامة فـــى حياة النبات.

٢- تقسم المحاليل التى يكون المذيب فيها سائلاً إلى (ا) المحاليـــل الحقيقيـــة (ب) المحاليـــل الغروية.(ج) محاليل المعلقات والمستحلبات.

٣- **الإنتشار:** عبارة عن عملية طبيعية يتم إنتشار جزيئات المادة من مكان تركيزها به عالى إلى مكان تركيزها به منخفض حتى تتوزع توزيعاً منتظماً فى حيز الإنتشار.

٤- **الاسموزية:** هى نوع خاص من أنواع الإنتشار ويتم فيها إنتشار الماء خلال الأغشية شبه المنفذة نتيجة لفرق التركيز على جانبى الغشاء.

٥- **التشرب:** هو احدى صور إنتشار الماء فى النبات وهو عملية إنتشـــار جزيئـــات المـــاء وادمصاصها بين وعلى سطح المادة الجافة وشبه الجافة مثل البذور مسببه زيادة حجمهـــا وانتفاخها.

٦- **قوة الإمتصاص الاسموزية** (أوالجهد المائى حديثاً) : هى القوة المسئولة عن دخول الماء إلى الخلية النباتية . وقوة الإمتصاص الاسموزية = الضغط الاسموزى لمحلول الفجوة – الضغط الجدارى ــ الضغط الاسموزى للمحلول الخارجى.

٧- تقسم المحاليل بالنسبة إلى تركيز العصير الخلوى إلى : (ا) محاليل ناقصة التركيز. (ب) محاليل سوية التركيز. (ج) محاليل زائدة التركيز.

٨- **البلزمة:** هى فقد الخلية النباتية للماء عند وضعها فى محلول زائد التركيز مما يؤدى إلى ضمور وانكماش الفجوة العصارية وتكور البروتوبلازم.

٩- **القوة المسببه لميكانيكية إمتصاص الماء من التربة بواسطة الجذور قوتين هما:**

أ- **قوة الضغط الجذرى (القوة المباشرة)** والتى تنشأ من قوة تشرب جدر خلايا الجذر بالمـــاء وقوة الإمتصاص الاسموزية لخلايا المجموع الجذرى.

ب- **القوة السالبة (القوة الغير مباشرة)** وهى تنشأ نتيجة فقد أوراق النبات للماء فى عمليـــة النتح.

١٠- العوامل التى تؤثر على إمتصاص الماء بواسطة الجذور هى : درجة الحرارة ـــــــ تركيز محلول التربة ـــــ درجة تهوية التربة ـــــ المحتوى المائى للتربـــة ـــــــ تعمق وإنتشار الجذور.

١١- إنتقال وصعود الماء لأعلى فى النبات يكون فى أوعية الخشب على هيئة أعمدة مائية متصلة وينتقل إلى جميع أجزاء النبات حتى القمة النامية وتتم بواسطة القوة السالبة (القوة الناتجة عن النتح) حسب نظرية التماسك والتلاصق ويساعد على ذلك قوتين هما قوة التماسك بين جزيئات الماء وبعضها وقوة التلاصق بين جزيئات الماء وجدران الأوعية الخشبية.

١٢- **النتح:** هو فقد النبات للماء على هيئة بخار ماء من أسطحه المعرضة للجو خصوصاً أسطح الأوراق. وأنواع النتح هى:١- النتح الثغرى. ٢- النتح الأدمى . ٣- النتح العديسى.

١٣- العوامل التى تؤثر على معدل النتح هى: رطوبة الجو – حركة الهواء – درجة الحرارة– الضوء – تركيب الورقة – مساحة الورقة.

١٤- **الإتزان المائى:** هو العلاقة بين كمية الماء الممتص بواسطة الجذور وكمية الماء المفقود بعملية النتح.

١٥- **الإجهاد المائى:** هو تعرض النبات لنقص شديد فى الماء لدرجة الجفاف الذى يؤدى إلى نقص إمتلاء الخلايا والمحتوى المائى للنبات مما يسبب خلل فى جميع العمليات الفسيولوجية والأيضية داخل النبات.

تقويم الباب الثانى

١- وضح أهمية الماء فى حياة النبات.

٢- وضح أهمية كل من فى حياة النبات: الإنتشار – الاسموزية – النتح.

٣- ماهى القوة المسئولة عن دخول الماء إلى الخلية النباتية ؟ .

٤- ماهى القوى المسببه لميكانيكية إمتصاص النبات للماء ؟ .

٥- أذكر العوامل التى تؤثر على إمتصاص الماء من التربة بواسطة الجذور ؟ .

٦- أذكر انواع النتح والعوامل التى تؤثرعلى معدل النتح.

٧- عرف ما يأتى: الاسموزية – النتح – الضغط الاسموزى – البلزمة – الاتزان المائى.

٨- قل ما تعرفه عن: الاجهاد المائى – الضغط الجذرى – المحاليل الغروية – الغشاء شـــبه منفذ – المحاليل زائدة الاسموزية – نظرية التماسك والتلاصق.

٩- ضع علامة (√) امام العبارات الصحيحة وعلامة (X) امام العبارات الغير صحيحة :

أ – ظاهرة الأسموزية هى إدمصاص الماء على أسطح المواد الجافة ( ) .

ب – المحلول ناقص التركيز هو المحلول الذى يسبب بلزمة الخلية ( ) .

جـــ – النتح هو فقد النبات للماء على صورة سائلة كما فى الإدماع ( ) .

١٠- علل لما يأتى:

أ – يشاهد ذبول النباتات النامية فى الأراضى الملحية بالرغم من وجود الماء.

ب- تؤدى زيادة درجة الحرارة والرياح حول النبات إلى زيادة معدل النتح.

جـــ – إضافة الجبس الزراعى إلى الأراضى الغدقة سيئة التهوية.

هـــ – يتم إمتصاص الماء من منطقة الشعيرات الجذرية فى الجذور.

١١- اختر الاجابة الصحيحة مما بين القوسين بما يتناسب مع العبارات التالية :

أ – عند وضع الخلية النباتية فى ماء مقطر يؤدى إلى (انتفاخ – بلزمه – عدم تغير)

ب- المحلول الذى يسبب بلزمه وفقد الماء ونقص حجم الخلية هو المحلول (ناقص – سوى – زائد).

جـــ – الغشاء الذى يسمح بنفاذ المذيب ولا يسمح بنفاذ المذاب هو (غشاء شبه منفذ – غيـــر منفذ – منفذ).

د – يصعد الماء والاملاح لأعلى فى النبات عن طريق (أوعية الخشب – نســيج اللحـــاء – البشره).

البـــــاب الثالـــــث

فسيولوجيا تغذية النبات

تغذية النبات: هى إمداد النبات بجميع العناصر الضـــرورية الداخلـــة فـــى تكوينـــه واللازمة لنموه لكى يعطى أعلى محصول له.

إن النباتات الخضراء كائنات ذاتية التغذية تحتاج إلى المواد الغير عضوية لتغذيتها فهى تقوم ببناء المركبات العضوية المعقدة واللازمة لها داخـــل جســـمها بشـــرط أن تمـــدها بالعناصر الغذائية الغير عضوية والماء وثانى أكسيد الكربون والتى تأخذها من البيئة المحيطة إذاً تغذية النباتات تغذية غيـــر عضـــوية تســـمى بالتغذيـــة المعدنيـــة Mineral nutrition والعناصر الغذائية التى يمتصها النبات من التربة تسمى العناصر المعدنية. فالتغذية المعدنية للنباتات تشمل جميع العناصر الأساسية اللازمة لها ماعـــدا عنصـــر الكربـــون والأكســـجين والهيدروجين.

ولكى يعطى النبات أعلى محصول ويكمل دورة حياته طبيعياً يجب تسميده بحاجته من العناصر المغذية المختلفة فى الوقت الملائم وبالكمية اللازمة خلال مراحل نموه المختلفة.

ومن المعروف أن التربة هى المصدر الأساسى التى تمد النباتات بالماء والعناصـــر المعدنية ويمتص النبات كل إحتياجاته من العناصر المعدنية من التربة النامى فيها أو تضـــاف له على صورة أسمدة كيماوية سواء للتربة أو رشاً على النبات وذلك عندما يكون ما يمتصـــه النبات غير كاف لسد إحتياجاته. كما أن محتوى العناصر الغذائية يختلـــف بـــإختلاف نـــوع وخصوبة التربة. فمنها التربة الفقيرة كالتربة الرملية ومنها الخصبة كالتربة الطينية ومنها ما يصعب إمتصاص العناصر منها مثل الأراضى الجيرية. كما أن عملية التكثيـــف الزراعـــى وزراعة الأصناف عالية الإنتاج تحتاج إلى إضافة الأسمدة إلى التربة للحصول علـــى أعلـــى إنتاجية.

يتكون النبات من ٨٠-٩٠% من وزنه ماء والباقى ١٠-٢٠% يمثل المـــادة الجافـــة وهى التى تتبقى بعد تجفيف أنسجة النبات فى الفرن على درجة حرارة ١٠٠°م بعد فقد الماء. والمادة الجافة تتكون من شقين هما : (أ) المادة العضوية تمثل ٩٠% . (ب) الشق المعـــدنى (الرماد). وإذا حرقت المادة الجافة على درجة حرارة ٥٠٠ - ٦٠٠°م تتحلل المادة العضوية وتفقد فى صورة بخار ماء وأكاسيد وتبقى المواد المعدنية التى تكون الرماد وبتحليل الرمـــاد نحصل على العناصر التى إمتصها النبات من التربة وهى تبلغ حوالى ٦٠ عنصر ولقد ثبـــت

أن ١٦ عنصر فقط منها هى عناصر أساسية (ضرورية) لنمو النباتات وهـذا لا يعنـى أن جميع العناصر داخل النبات عناصر أساسية لنموه لذا وضعت شروط تحدد كـون العنصـر أساسى (ضرورى) لتغذية النبات أو كونه غير أساسى .

ومن أهم شروط العنصر الأساسى (الضرورى) لتغذية النبات ما يلى :

١- إن نقص أو غياب هذا العنصر لا يستطيع النبات أن يكمل دورة حياته بدونـه فـنقص العنصر يكون مصحوباً بأعراض مرضية خاصة على النبات.

٢- لايمكن إستبدال العنصر الناقص بعنصر أخر يحل محله أو يقوم بدوره فى النبات.

٣- أن يكون هذا العنصر ضرورياً لنمو عدد كبير من الأنواع النباتية.

٤- أن يكون لهذا العنصر تأثير مباشر فى حياة النبات.

هذا وتقسم العناصر الأساسية لنمو النبات إلى مجموعتين:

ثبت أن العناصر الأساسية للنبات عددها ١٦ عنصر تنقسم إلى مجموعتين هما:

أ – العناصر الكبرى (المغذيات الكبرى).

هى التى يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً وتشـمل الكربـون – الهيـدروجين – الأكسجين – النيتروجين – الفوسفور – البوتاسـيوم – الكالسـيوم – المغنسـيوم – الكبريت.

ب- العناصر الصغرى (المغذيات الصغرى)

وهى التى يحتاجها النبات بكميات قليلة نسبياً وتشمل الحديد – المنجنيز – الزنـك – النحاس – البورون – الموليبدنم – الكلور.

أهم الوظائف الفسيولوجية للعناصر الغذائية فى حياة النبات:

يمكن تقسيم أهمية العناصر الغذائية للنبات حسب دورها إلى:

١- عناصر تركيبية: تدخل فى تركيب مكونات عضوية فى الخلايا المختلفة مثل (النيتروجين – الفوسفور – الكالسيوم – المغنسيوم – الحديد).

٢- عناصر تؤثر فى الضغط الأسموزى لخلايا النبات (البوتاسيوم – الصوديوم – الكالسيوم – الكلور).

٣- عناصر تؤثر على نفاذية الأغشية السيتوبلازمية (الكالسيوم).

٤- عناصر لها دور هام للنشاط الإنزيمى فقد تعمل كمواد منشطة أو كعوامل مساعدة (الحديد – الزنك – النحاس – المنجنيز – الموليبدنم – البوتاسيوم – المغنسيوم).

٥- عناصر لها دور فى نقل الطاقة فى الخلايا مثل الفوسفور.

٦- عناصر تؤثر فى تنظيم الحموضة فى الخلايا والإتزان الأيونى (البوتاسيوم – الفوسفات– النترات – الكربونات – الكالسيوم).

ويمكن ذكر أهم الوظائف الخاصة بكل عنصر على حده وأعراض نقصه فيما يلى:

أولاً – العناصر الكبرى (المغذيات الكبرى):

١- **الكربون والأكسجين والهيدروجين:** تدخل هذه العناصر فى تركيب المركبات العضوية الهامة فى النبات مثل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون وغيرها. ويحصل النبات عليها من الماء والهواء الجوى.

٢- **النيتروجين:** يدخل فى تكوين الأحماض الأمينية والبروتين والبروتوبلازم – والإنزيمات والمرافقات الإنزيمية – القلويدات – الهرمونات كما يدخل فى تركيب جزىء الكلوروفيل والأحماض النووية وغيرها وهو عنصر متحرك .

أعراض نقصه: إصفرار عام على الأوراق المسنه وصغر حجمها ونقص معدل النمو ومعدل البناء الضوئى والتنفس والإنقسام – وتظهر أعراض النقص على الأوراق السفلى أولاً لأنه عنصر متحرك فى النبات ويمتص النبات النيتروجين من التربة فى صورة أملاح معدنية (النشادر والنترات). وتستطيع البقوليات تثبيت النيتروجين الجوى بمساعدة بكتريا العقد الجذرية.

٣- **الفوسفور:** يدخل فى تركيب الأحماض النووية والفوسفوليبدات والمرافقات الإنزيمية وهو أساسى فى أنتاج ونقل الطاقة ATP فى النبات وله دور هام فى تكوين البذور وإنباتها و تكوين الثمار كما أن له دور هام فى التفاعلات الحيوية داخل الخلايا . وهوعنصر متحرك .

أعراض نقصه: تلون الأوراق المسنه بلون أخضر داكن وقد يسبب تكوين صبغة الأنثوسيانين الحمراء على الأوراق – ضعف نمو النباتات – نقص معدل البناء الضوئى والتنفس وتظهر أعراض نقصه على الأوراق السفلى أولاً.

٤- **البوتاسيوم:** له دور هام فى علاقة النبات بالماء كما أنه منظم لعملية النتح عن طريق فتح وغلق الثغور وهام للتنظيم الاسموزى حيث يؤثر على قيمة الضغط الأسموزى للخلايا وبالتالى قوة الإمتصاص الأسموزية للخلايا. كما أن له دور هام كمنشط لعديد من إنزيمات تكوين الكربوهيدرات والبروتين. وله دور هام فى عملية البناء الضوئى وهام لإنتقال الكربوهيدرات داخل النبات وهوعنصر متحرك.

أعراض نقصه: ظهور إصفرار على قمة وحواف الأوراق المسنه كما تظهر حواف الأوراق المسنه مجعده ومحترقه وبطء فى النمو.

٥- **الكالسيوم:** يدخل فى تركيب الصفيحة الوسطى بين الخلايا – له دور أساسى فى عمليات الأنقسام الميتوزى لخلايا النبات وإستطالتها – له أهمية فى تقليل التأثير السام لبعض العناصر مثل النحاس ويتحد مع الأحماض العضوية الضارة داخل الخلايا وتكوين أملاح غير ذائبة وغير ضارة للخلايا.

أعراض نقصه: تشوه الأوراق الحديثه وموت الأطراف المرستيمية وهو عنصرغير متحرك تظهر الأعراض أولاً على الأوراق الحديثة ومناطق النمو الطرفيه.

٦- **الكبريت:** يدخل فى تكوين الأحماض الأمينية والبروتينات ويدخل فى تركيب الفيتامينات والمرافقات الإنزيمية وله دور منشط لبعض الإنزيمات ـــــ يدخل فى تركيب الزيوت الطياره وتركيب الفيريدوكسين وهو عنصر غير متحرك.

أعراض نقصه: إصفرار الأوراق الحديثه أولاً وتكون الأوراق والسوق رقيقة وسوق ضعيفة وقصيرة.

٧- **المغنسيوم:** يدخل فى تركيب جزىء الكلوروفيل – له دور منشط لعديد من الإنزيمات التى تساعد فى تمثيل الأحماض النووية وأيض الكربوهيدرات وهو عنصر متحرك.

أعراض نقصه: إصفرار أنصال الأوراق السفلى المسنه أولاً ثم ينتشر لأعلى ويبدأ الإصفرار عند طرف الأوراق ثم يمتد إلى داخل الورقة بين العروق وقد تظهر بقع صفراء شاحبة بين العروق. وتظهر أعراض نقصه فى طور متأخر من حياة النبات على الأوراق السفلى المسنه.

ثانياً: العناصر الصغرى (المغذيات الصغرى):

تتشابه عناصر هذه المجموعة فى وظيفتين اساسيتين هما:

أ- عناصر هذه المجموعة لها دور هام فى تنشيط الإنزيمات المسئولة عن التحولات الغذائية.

ب- عناصر هذه المجموعة تساهم فى تفاعلات الأكسدة والإختزال التى تحدث بالخلايا.

ومن هذه العناصر ما يلى :

١- **الحديد:** يقع وسط بين العناصر الكبرى والعناصر الصغرى وهوعنصر أساسى لتكوين الكلوروفيل ويدخل فى تكوين السيتوكرومات والفيريدوكسين وهو عنصر غير متحرك .

أعراض نقصه: إصفرارعام على الأوراق الحديثة ويكون الإصفرار بين العروق ثم تظهر الأوراق بيضاء عاجية. ثم تحترق وتموت فى حالات النقص الشديد و تظهر أعراض نقصه على الأوراق حديثة النمو.

٢- **المنجنيز:** له دور هام فى تنشيط العديد من الإنزيمات مثل إنزيمات إختزال النترات والتنفس وأيض النيتروجين وعملية البناء الضوئى وهو منظم لصوروكمية عنصر الحديد فى النبات وهو عنصر غير متحرك .

أعراض نقصه: إصفرار الأوراق الحديثة مع ظهور بقع بنية ميتة منتشرة على الورقة وتظهر الورقة متبقعة كمربعات الشطرنج وتسود الأوراق الحديثة ثم موت قمة النبات.

٣- **الزنك:** ضرورى لتكوين الهرمون الطبيعى فى النبات وهو (أندول ٣- حامض الخليك IAA) - عامل مساعد لعديد من الإنزيمات وهو عنصر غير متحرك.

أعراض نقصه: شحوب أو إصفرار بين العروق وصغر حجم الأوراق وتوردها وتكون حواف الأوراق مشوهة أو مجعدة ونصفيها غير متساويين. والسوق متقزمة وقمتها متوردة وتشوه قمة الجذور.

٤- **النحاس:** وهويدخل فى تكوين بعض الإنزيمات الهامة وتكوين البلاستوسيانين وله علاقة بتكوين جزىء الكلوروفيل وهو عنصر غير متحرك.

أعراض نقصه : احتراق قمة وحواف الأوراق الحديثة وموت القمم النامية متجهة لأسفل مع تكوين كتل صمغية على القلف (الموت الرجعى الأكزانثيما).

٥- **الموليبدنم:** وهو ضرورى فى تفاعلات إختزال النترات وتثبيت النيتروجين الجوى.

أعراض نقصه: ظهورتجعد والتفاف حواف الأوراق وتصبح مبرومة ثم تحترق الحواف ويتحطم النصل.

٦- **البورون:** له دور هام فى تنشيط بعض الإنزيمات وهام فى بناء الجدر الخلوية وأيض الفينولات – وهام لأيض وإنتقال الكربوهيدرات.

أعراض نقصه : تشوه وموت أوراق البراعم الطرفيه وتحلل الأنسجة الداخلية.

٧- **الكلور:** وهو ضرورى فى عملية البناء الضوئى – هام للضغط الأسموزى للخلايا.

أعراض نقصه: إصفرار أو شحوب الأوراق الحديثة ثم تتحول إلى اللون البنى ثم تموت مع قصر الجذور.

إمتصاص النبات للعناصر الغذائية

تقوم النباتات بإمتصاص العناصر الغذائية بواسطة الجذور ولكن يمكن للنباتات إمتصاص العناصر الغذائية عن طريق المجموع الخضرى عند رشها على النبات وتسمى التغذية الورقية (التغذية اللاجذرية).

يمتص النبات العناصر الغذائية على صورة أملاح ذائبة فى ماء التربة بواسطة مناطق الإمتصاص فى الجذور وتعتبر المناطق المرستيمية أكثر المناطق إمتصاصاً للعناصر الغذائية. حيث تضاف العناصر الغذائية إلى التربة فى صورة أسمدة مثل النترات والكبريتات والفوسفات أو تنتج عن إضافة المخلفات العضوية إلى التربة.

ميكانيكية إمتصاص العناصر الغذائية بواسطة الجذور تتم بطريقتين هما:

١- الإمتصاص السالب (الطبيعى). ٢- الإمتصاص النشط (الحيوى).

١- الإمتصاص السالب (الطبيعى):

ومن خصائصه: أنه لا يعتمد على الطاقة الناتجة من عملية التنفس فى الخلايا- لايتأثر بالحرارة أو مثبطات الأيض – يتم بطريقة عكسية – الإمتصاص ليس إختيارى ويتوقف على فرق التركيز وتوجد عدة ظواهرطبيعية تساعد على حدوثه وهى المسئولةعن إنتقال العناصر إلى داخل الخلايا ومنها:

أ – **ظاهرة الإنتشار:** يعتمد هذا الإمتصاص على فرق التركيز حيث يكون تركيز العنصر فى محلول التربة أعلى منه فى خلايا الجذور وبذلك ينتقل أو ينتشر العنصر طبيعياً من محلول التربة من المنطقة التى تكون تركيزه بها عالى إلى خلايا الجذور أو المنطقة التى يكون تركيزه فيها منخفض ويستمر الفرق فى التركيز بين محلول التربة والفجوات العصارية عن طريق إنتقال العنصر إلى باقى أعضاء النبات ودخول العنصر فى عمليات الأيض المختلفة.

ب- **ظاهرة التبادل الأيونى:** حيث يتم تبادل الأيونات الموجبة فمثلاً يتم تبادل كاتيونات البوتاسيوم K^+ المتجمعة على أسطح حبيبات الطين الغروى المحيطة بالجذور تتبادل مع كاتيونات الهيدروجين المتجمعة على أسطح خلايا المجموع الجذرى وينتج أيون الهيدروجين H^+ من تنفس خلايا الجذر التى تنتج ك أ٢ الذى يذوب فى الماء ويكون حامض كربونيك الذى يتأين إلى كاتيون هيدروجين وأنيون البيكربونات.

ج- تدفق العناصر مع تيار الماء الممتص عن طريق عملية النتح لذا فإن زيادة معدل النتح يؤدى إلى زيادة إمتصاص العناصر بواسطة الجذور.

هذه الظواهر الثلاثة طبيعية لا تحتاج إلى طاقة من النبات.

٢- الإمتصاص النشط (الحيوى):

ومن خصائصه : أنه يعتمد على طاقة الخلية التى مصدرها عملية التنفس ويستهلك جزء من طاقة النبات – يتأثر بالحرارة ومثبطات التنفس – غير عكسى – إختيارى – لايعتمد على التركيز.

حيث يتم هذا الإمتصاص عندما يكون تركيز العناصر فى الجذور أعلى منه فى محلول التربة أى يتم ضد فرق التركيز ويحتاج إلى إستهلاك جزء من طاقة النبات ويفسر الإمتصاص النشط عن طريق نظرية الحوامل .

تفترض نظرية الإمتصاص النشط للعناصر الغذائية عن طريق الحوامل أنه يوجد داخل خلايا الجذر التى تقوم بإمتصاص العناصر مركبات تسمى الحوامل موجودة فى الغشاء البلازمى لهذه الخلايا. ووظيفة الحامل هو الإتحاد مع العنصر الغذائى عند سطح الخلية مكوناً معقد الحامل والعنصر ثم ينتقل بالعنصر خلال الغشاء إلى داخل الخلية ثم ينفصل عن العنصر ويعود عكسياً إلى الخارج بعد أن ينشط من طاقة التنفس لإمتصاص المزيد من هذا العنصر على دفعات متتالية حتى يأخذ النبات احتياجاته من العنصر: ومن هذه الحوامل المعروفة داخل النبات مثل مركب السيتوكروم ومركب الليثسين وهى مركبات ذات أهمية خاصة فى إمتصاص العناصر الغذائية فى النبات.

إنتقال العناصر الغذائية من الجذر إلى المجموع الخضرى.

بعد إمتصاص العناصر الغذائية بواسطة أسطح خلايا منطقة الإمتصاص فى الجذورتنتقل من خلية إلى أخرى خلال خلايا البشرة والقشرة التى تصل إلى أوعية الخشب ثم تنتقل أو ترحل لأعلى النبات مع تيار الماء لتتوزع على جميع أعضاء وأنسجة النبات الأخرى.

١- يتم إنتقال العناصر الغذائية بعد إمتصاصها لأعلى عن طريق أوعية الخشب المتصلة ببعضها على طول محور النبات على هيئة شبكة من الأوعية مترامية الأطراف فى جميع أجزاء النبات .

٢- يتم إنتقال المواد الغذائية المجهزة من الأوراق إلى مناطق النمو والثمار خلال الساق ولأسفل عن طريق نسيج اللحاء ويتم توزيعها طولياً وعرضياً كما يحدث عند توزيع النواتج المجهزة مثل نواتج البناء الضوئى كالسكريات فى أوراق النبات تنتقل من الأوراق إلى الجذور.

حركة ودوران العناصر الغذائية فى النبات:

تقسم حركة العناصر الغذائية داخل النبات إلى قسمين:

١- **عناصر متحركة:** هذه العناصر تنتقل من الأوراق المسنه السفلى إلى الأوراق الحديثة والقمم النامية لذا تظهر أعراض نقصها على الأوراق السفلى وتشمل معظم العناصر الكبرى عدا الكالسيوم و من العناصر المتحركة النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والماغنسيوم.

٢- **عناصر غير متحركة:** وتشمل معظم العناصر الصغرى والكالسيوم مثال الحديد والزنك والنحاس والمنجنيز والبورون وهى غير متحركة أى لا تنتقل من الأوراق المسنة السفلى إلى الأوراق الحديثة ومناطق النمو لذا تظهرأعراض نقصها على الأوراق الحديثة فى قمة النبات.

دوران العناصر الغذائية:

العناصر المتحركة والدوارة فى النبات مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم فإنها تنتقل بعد إمتصاصها من الجذور إلى الأوراق والبراعم الحديثة والثمار لأعلى خلال أوعية الخشب ثم تنتقل لأسفل عبر أو خلال نسيج اللحاء ويتم توزيعها على جميع أجزاء النبات أى تنتقل من الخشب لأعلى وتعود لأسفل فى اللحاء ليعاد إستخدامها فى الأوراق والجذور وهذا الدوران مهم لنموجميع أعضاء النبات.

التغذية الورقية (التغذية اللاجذرية)

أمكن حديثاً تغذية النبات عن طريق المجموع الخضرى وذلك بالرش بمحاليل محتوية على هذه العناصر فتمتص بواسطة الأوراق وهذا ما يسمى بالتسميد الورقى وذلك عندما تكون كمية العناصر غير كافية لحاجة النبات أوتوجد مشاكل فى التربة مثل عدم تيسر العناصر وزيادة قلوية الأراضى.

أعراض سوء التغذية على النبات:

تظهر أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات بصورتين اساسيتين هما:

١- أعراض نقص واضحة.

٢- أعراض نقص مستتر(أى بدون ظهور أعراض النقص على النبات).

١- فى حالة نقص العناصر الغذائية بصورة واضحة تظهر الأعراض على جميع أجزاء النبات وعلى سبيل المثال فى المجموع الخضرى تظهر الأعراض على الأوراق فيختلف لونها ومساحتها وشكلها – الساق تظهر الأعراض على عدد السلاميات وأطوالها وسمك

الساق ونظام التفريع أو تظهر أعراضها على صفات المجموع الجذرى مثل لونه وحجمه أو تتأثر صفات التزهير من حيث الكمية وموعد التزهير وقد تتأثر صفات الثمار من حيث حجمها ولونها ودرجة صلابتها كل هذه الأعراض ظواهر عينية أى تشخيص ظاهرى بالعين.

٢- قد يكون نقص العناصر مستتر أى بدون ظهور أعراض ظاهرة على النبات وهذا النوع لايمكن الإستدلال عليه إلا بتحليل النبات او جزء منه تحليلاً كيميائياً.

وظهور نقص العناصر واضح أو مستتر يكون سببه نقص عنصر واحد أو أكثر والنقص قد يكون حقيقى أو نقص غير حقيقى للعنصر فى التربة أو يكون العنصر غير فعال داخل النبات.

طرق الإستدلال على نقص العنصر فى النبات:

١- التحليل الكيماوى للنبات أو جزء منه وتعتبر الأوراق الحديثة للنبات أفضل أجزاء النبات حساسية لنقص أى عنصر لذا تستعمل فى التحليل وقد تستعمل الساق أو المجموع الجذرى إذا لزم الأمر ذلك.

٢- **التحليل الكيماوى للتربة** لمعرفة محتواها من العناصر ومدى صلاحية العنصر للإمتصاص تحت ظروفها.

ومن اهم الإعتبارات عند أخذ عينة من التربة للتحليل هى :

أ- أن تكون الأراضى غير مروية حديثا أو شديدة الجفاف.

ب- تؤخذ العينات قبل التسميد.

ج- أن يتم إزالة الطبقة السطحية من التربة بعمق ١٠ سم للتأكد من عدم وجود غطاء نباتى.

٣- **استعمال طرق رش** النباتات بالعناصر الغذائية المتوقع نقصها ومشاهدة زوال أعراض النقص بعد الرش بفترة مناسبة عند تطبيق عملية الرش يجب مراعاة الأتى:

أ- أن تتم عملية الرش فى الصباح الباكر أو قبل الغروب.

ب- أن يتم الرش بالتركيز الموصى به والصورة المناسبة للمحلول المستخدم.

ج- أن يتم الرش بعد عدة أيام من الرى أو سقوط الأمطار وعدم رش النباتات التى تعانى من الجفاف مع عدم الإفراط فى رش النباتات.

٤- إجراء تجارب الحقل أوتجارب الأصص لمعرفة تأثير حرمان النبات من العناصر الغذائية.

٥- طرق التشخيص الظاهرى ومشاهدة أعراض النقص.

عند نقص أى عنصر تكون له بعض الظواهر المميزة له كظهور لون معين على سطح الأوراق يستدل بها على نوع العنصر وفى هذه الطريقة :

أ – تظهر أعراض النقص على الأوراق السفلى أولاً ثم تتجه لأعلى فى حالة العناصر المتحركة كالنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم.

ب – تظهر أعراض النقص على الأوراق العليا الحديثة أولاً فى حالة العناصر غير المتحركة أو قليلة الحركة مثل الحديد وباقى العناصر الصغرى والكالسيوم.

وهذه الطريقة تحتاج إلى خبرة وممارسة طويلة للإطمئنان على التشخيص ويستعان بطريقة التحليل الكيماوى معها الذى يؤكد صدق التشخيص وقد تستخدم بعض النباتات الكشافة كدلائل للمساعدة فى التشخيص ، هذه النباتات بعضها حساس لنقص عنصر ما والبعض الأخر حساس لنقص عنصر أخر أى نباتات متخصصة.

وفى هذا المجال تصدر وزارة الزراعة عن طريق مركز البحوث والإرشاد الزراعى نشرات دورية خاصة بمحصول ما توضح بها أعراض نقص العناصر الغذائية لكى يمكن الإستعانة بالصور الملونة لأعراض النقص وهذا لتدريب المرشد الزراعى والمزارع المهتم.

ومن المؤكد أن طرق التحليل السابقة تحتاج إلى خبرة وتدريب على هذه الطرق وكيفية إستعمالها وتوجد الان معامل متخصصة ومتقدمة ومنتشرة فى أنحاء الجمهورية وتابعة لمراكز البحوث (مثل المركز القومى للبحوث) المختلفة لإجراء مثل هذه التحليلات المطلوبة وبها خبراء مدربين للإستعانة بهم فى تشخيص أعراض سوء التغذية على النباتات.

المزارع الصناعية (المزارع اللأرضية):

تستخدم المزارع الصناعية فى التجارب والبحوث وعلى نطاق ضيق لتقدير ضرورة العناصر المغذية: ومن المزارع الصناعية:

أ – المزارع المائية (مزارع المحاليل المغذية) ومنها:

مزارع المحاليل الساكنة والمتدفقة والأغشية.

وتستخدم المزارع المائية الآن فيما يعرف بالزراعة فى الفضاء Space agriculture وهى الزراعات الغير تقليدية فى المحاليل المغذية فى هذه المزارع تنمو الجذور فى وسط مائى أو فى محلول مغذى به جميع العناصر الغذائية مع مرور تيار هواء بها.

ب – المزارع الرملية. جـ – مزارع الحصى د – المزارع الهوائية.

التدريبات العملية للباب الثالث

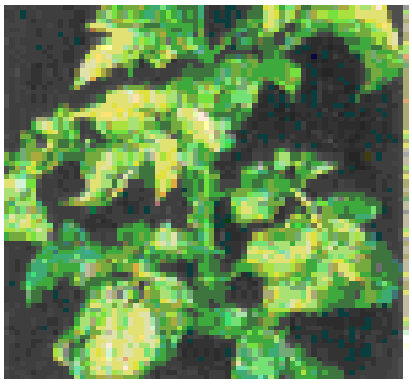
١- أعراض نقص العناصر الغذائية فى النبات: إفحص بعض الصور الضوئية الملونة التى أمامك وتعرف على الأعراض الظاهرية لنقص بعض العناصر الغذائية على أوراق النباتات المختلفة شكل (١٧- أ) – (١٧- ب).

٢- إفحص النباتات المنزرعة فى أرض رملية مغسولة جيداً قبل الزراعة ولم يضاف لها عناصر غذائية وتربة طينية كاملة التغذية ثم أكتب مشاهدتك وعلل الأعراض التى ظهرت على النباتات فى كل تربة.

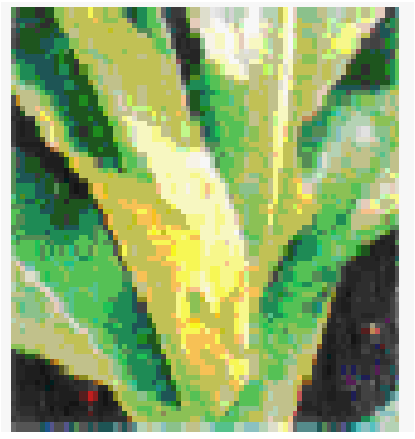
نقص الفوسفورفى الكمثرى

نقص النيتروجين فى الموالح

نقص البوتاسيوم في الخيار



نقص الماغنسيوم في البطاطس



نقص الكبريت فى الذرة

نقص الكالسيوم فى الطماطم

شكل(١٧- أ): يوضح نقص العناصر الكبرى على أوراق النبات

نقص المنجنيز فى العنب

نقص الحديد فى البطاطس

نقص البورون فى البنجر

نقص الزنك فى الموالح

نقص النحاس فى القمح

شكل(١٧- ب): يوضح نقص العناصر الصغرى على أوراق النبات

تذكـــــــر أن

١- **العناصر الغذائية الأساسية لنمو النبات تنقسم إلى مجموعتين:**

أ -**العناصرالكبرى (المغذيات الكبرى)** : وهـــى (الكربـــون والأكســـجين والهيـــدروجين والنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمغنسيوم والكالسيوم والكبريت).

ب- **العناصر الصغرى (المغذيات الصغرى)** : وهى يحتاجها النبـــات بكميـــات ضـــئيلة جداًوهى (الحديد – المنجنيز – الزنـــك – النحـــاس – البـــورون – الموليبـــدنم – الكلور).

٢- **أهم الوظائف الفسيولوجية للعناصر الغذائية ما يلى :**

أ- تدخل فى تركيب المكونات العضوية فى الخلايا.

ب- تؤثر فى الضغط الأسموزى.

ج- تنظم درجة الحموضة فى الخلايا.

د- هامة لنشاط الإنزيمات.

هـ- مصادر للطاقة.

و- تؤثر فى نفاذية الخلايا.

٣- **يتم إمتصاص العناصر الغذائية بطريقتين:**

أ – الإمتصاص السالب (غير النشط). ب- الإمتصاص النشط

٤- يتم إنتقال العناصر الغذائية من الجذور لأعلى النبات فى أوعية الخشب مع تيار الماء ويتم إنتقال المواد الغذائية المجهزة من الأوراق لأسفل النبات عن طريق نسيج اللحاء.

٥- تقسم حركة العناصر فى النبات إلى عناصر متحركة وعناصر غير متحركة.

٦- عند نقص أى عنصر غذائى عادة تظهر أعراض ظاهرية على النبات يمكـــن تشـــخيص نقص هذه العناصر عن طريقها ويمكن معرفة نقص العناصر بالتحليل الكيماوى للنبـــات وبتحليل التربة.

٧ – لكل عنصر غذائى أساسى عدة وظائف فسيولوجية هامة داخل النبات.

تقويم الباب الثالث

١- أذكر أهم الوظائف الفسيولوجية للعناصر الغذائية فى حياة النبات.

٢- أذكر الطرق المختلفة للإستدلال على النقص العنصرى فى النبات

٣- تكلم عن أعراض نقص التغذية على النبات.

٤- وضح الفرق بين الإمتصاص السالب والإمتصاص النشط للعناصر الغذائية.

٥- وضح علاقة حركة العناصر الغذائية فى النبات بظهور أعراض نقص العناصر الغذائيـــة على النبات.

٦- وضح ميكانيكية إمتصاص العناصر الغذائية بواسطة الجذور.

٧- ماهى أهم العناصر الغذائية الأساسية وماهى شروط العنصر الأساسى للنبات.

٨- قارن فى جدول بين العناصر الكبرى والصغرى من حيث وظائفها التركيبية والفسيولوجية وأعراض نقصها على الأوراق وحركتها داخل النبات.

٩ - أكمل العبارات التالية بالكلمات المناسبة:

أ- تقسم العناصر الغذائية الأساسية إلى مجموعتين هما:

١ - ..... ٢ - .....

ب- البوتاسيوم من العناصر ..... والزنك من العناصر .....

جـــ- تقسم حركة العناصر في النبات إلأي عناصر ..... وعناصر .....

الوحدة الثانية
البناء والهدم فى النبات

أهداف تدريس الوحدة :

١-أن يلم الطالب بمفهوم الإنزيمات وخواصها ووظائفها ودورها فى حياة النبات.

٢-أن يفهم الطالب ماهية الأيض النباتى والبناء الضوئى والتنفس ومـــدى أهميتهم لحياة النبات.

٣-أن يفرق الطالب بين عمليتى البناء الضوئى والتنفس.

الباب الأول: الأيض النباتى
الباب الثاني: التنفس فى النبات

البـــــــاب الأول

الأيض النباتى

الإنزيمات Enzymes

تتم فى الخلايا النباتية الحية النشطة عدد هائل من التفاعلات البيوكيميائية ويطلق على هذه التفاعلات التى تحدث فى الخلايا الحية بالتحولات الغذائية وهى تشمل بناء مركبات معقدة التركيب من مواد بسيطة ثم يتم هدم المركبات المعقدة إلى مركبات بسيطة وإطلاق الطاقة وتتم تفاعلات البناء والهدم فى عدة مراحل مختلفة وتشمل كل مرحلة سلسلة من التفاعلات المتتابعة والذى يتحكم وينظم هذه التفاعلات هى مواد عضوية حيوية مساعدة (بروتينية التركيب) تفرزها الخلايا الحية تعرف هذه المواد المساعدة بالإنزيمات. وتحتوى الخلايا الحية على عدة آلاف من الإنزيمات تساعد على سرعة إتمام تفاعلات عمليات البناء والهدم فى الخلية.

الإنزيم: هو عامل مساعد عضوى حيوى من نوع خاص تنتجه الخلايا الحية ويؤدى إلى زيادة سرعة التفاعل الكيماوى دون أن يستهلك فيه ودون أن يصبح جزء من نواتجه.

خواص الإنزيمات:

١- تمتاز بدرجة عالية من التخصص الدقيق أى لكل تفاعل إنزيم خاص به يحفزه ومعظم تفاعلاتها عكسية.

٢- تزيد من سرعة التفاعل وفعالة بتركيزات ضئيلة جداً.

٣- لاتتغير اثناء التفاعل وتبقى كما هى بعد إنتهاء التفاعل.

٤- تعمل على خفض طاقة التنشيط اللازمة لإتمام التفاعل.

٥- تتأثر بدرجة الحرارة العالية وتتلف (يحدث لها دنترة كما فى البروتينات) كما تتأثر بدرجة الحموضة والعوامل المثبطة.

٦- يتكون الانزيم من جزئين الأول جزء رئيسى بروتينى يرجع إليه التخصص العالى للإنزيم ويتلف بالحرارة العالية والثانى جزء آخر غير بروتينى وهو الجزء الفعال والاساسى لعمل الإنزيم يسمى قرين الإنزيم أو المرافق الإنزيمى قد يكون جزء عضوى أو قد تحتاج بعض الانزيمات إلى أيونات العناصر الغذائية ولايتأثر بالحرارة العالية.

وجود وتوزيع الإنزيمات فى الخلايا الحية:

توجد الإنزيمات فى البروتوبلازم والعضيات المختلفة فى الخلايا النباتية الحية والإنزيمات الخاصة بالبناء الضوئى توجد فى البلاستيدات الخضراء، وإنزيمات التنفس توجد

فى الميتوكوتدريا والسيتوبلازم يحتوى على إنزيمات التحلل المائى وإنزيمات أخرى عديدة وأما إنزيمات تخليق الأحماض النووية توجد فى النواة وهذا التوزيع يعمل على تنظيم التوزيع النوعى لنشاط الانزيمات فى المسارات الأيضية المختلفة دون حدوث تنافس أو تداخل على مواد التفاعل.

تقسيم الإنزيمات:

تقسم الإنزيمات إلى ستة مجاميع رئيسية هى:

١- إنزيمات الأكسدة والإختزال:

وتشتمل هذه المجموعة على الإنزيمات التى تساعد فى عمليات الأكسدة والإختزال بإضافة أو نزع الهيدروجين أو الاكسجين أو الالكترونات إلى مواد التفاعل ومن أمثلتها:

أ – إنزيم ديهيدروجينيز : يؤكسد بنزع الهيدروجين من المادة .

ب – إنزيم بيرواكسيديز: تتم الاكسدة باستخدام فوق الأوكسيد وهى تحلل فوق أكسيد الهيدروجين إلى ماء واكسجين.

جـ – إنزيم الأكسيديز: تتم الاكسدة باستخدام اكسجين الهواء الجوى. والأكسيجنيز تتم الاكسدة باضافة ذرات الاكسجين إلى مادة التفاعل.

٢- الإنزيمات الناقلة:

وهى تقوم بنقل مجموعات معينة من مركب لآخر مثل نقل مجموعة الأمين ومن أمثلتها إنزيم الترانس أمينيز ، ونقل مجموعة الفوسفات مثل انزيم هكسوكاينيز وإنزيمات الميوتيز التى تنقل المجموعة داخل نفس الجزيء.

٣- الإنزيمات المحللة:

هى إنزيمات تقوم بعملية التحليل بإضافة جزىء الماء إلى المركبات ومن أمثلتها أنزيم الليبيز الذى يحلل الدهون، وإنزيم الأميليز الذى يحلل النشا، وإنزيم السكريز الذى يحلل السكروز وإنزيم المالتيز الذى يحلل المالتوز.

٤- إنزيمات المشابهات:

وهى الإنزيمات التى تغير ترتيب الذرات فى جزىء ما بحيث يتكون المشابه له مثال إنزيم تحول سكر ألدوز المحتوى على مجموعة ألدهيد إلى سكركيتوز المحتوى على مجموعة كيتون وتسمى أيزوميريز مثل إنزيم فسفوجلوكوايزوميريز الذى يحول سكر الجلوكوز إلى سكر فركتوز ٦- فوسفات.

٥- إنزيمات الإضافة أو النازعة:

وهى إنزيمات تساعد على إضافة ك أ٢ مثل إنزيم ريبولوز ثنائى فوسفات كربوكسيليز الذى يحفز كربوكسله السكر الخماسى ريبولوز ثنائى الفوسفات فى عملية تثبيت ك أ٢ فى البناء الضوئى. أو تنزع ك أ٢ كما فى إنزيمات دورة كربس أو تقوم بتكوين مركبات جديدة بإضافة مادة إلى مركب أو العكس مثل إنزيم الفيوماريز الذى يساعد على تكوين حامض الماليك بإضافة الماء إلى حامض الفيوماريك وهنا التفاعل عكسى.

٦- إنزيمات البناء:

وهى تشمل الإنزيمات التى تعمل على ربط جزئين معاً بإستخدام الطاقة لتكوين مادة واحدة مثل أنزيمات تكوين الأميدات. حامض أسبارتك + نشادر ⟵ أسبارجين بواسطة إنزيم أسبارجين سينثتيز فى وجود ATP . وكذلك ربط حامض الخليك مع المرافق الإنزيمى أ ينتج مركب خلات المرافق أ.

<u>العوامل المؤثرة على نشاط الإنزيمات:</u>

١- **تركيز الإنزيم** : تزداد سرعة التفاعل الإنزيمى بزيادة تركيز الإنزيم تحت الظروف المثلى.

٢- **تركيز مادة التفاعل:** يزداد نشاط الإنزيم بزيادة تركيز مادة التفاعل إلى حد معين ثم يقل التفاعل لتراكم نواتج التفاعل فى الوسط.

٣- **تركيز أيون الأيدروجين:** لكل إنزيم درجة حموضة (pH) مثلى يكون عندها التفاعل أعلى ما يمكن وتختلف من إنزيم لآخر والإرتفاع أو الإنخفاض الشديد فى pH يؤثر على طبيعة الإنزيم نفسه.

٤- **درجة الحرارة:**يزداد نشاط الإنزيم مع زيادة درجة الحرارة تدريجياً حتى يصل إلى درجة حرارة مثلى فيصل نشاطه إلى أقصاه ثم يقل النشاط بعدها ويقل تركيز الإنزيم الفعال لأن الحرارة العالية تتلف البروتين.

٥- **المثبطات:** يتوقف النشاط الإنزيمى بالمواد المثبطة مثل السيانيد الذى يتفاعل مع المجموعة الملتصقة فى إنزيم الكتاليز وإنزيم السيتوكروم أوكسيديز مما يؤدى إلى توقف نشاطهما تماماً.

الأيض النباتى Plant metabolism

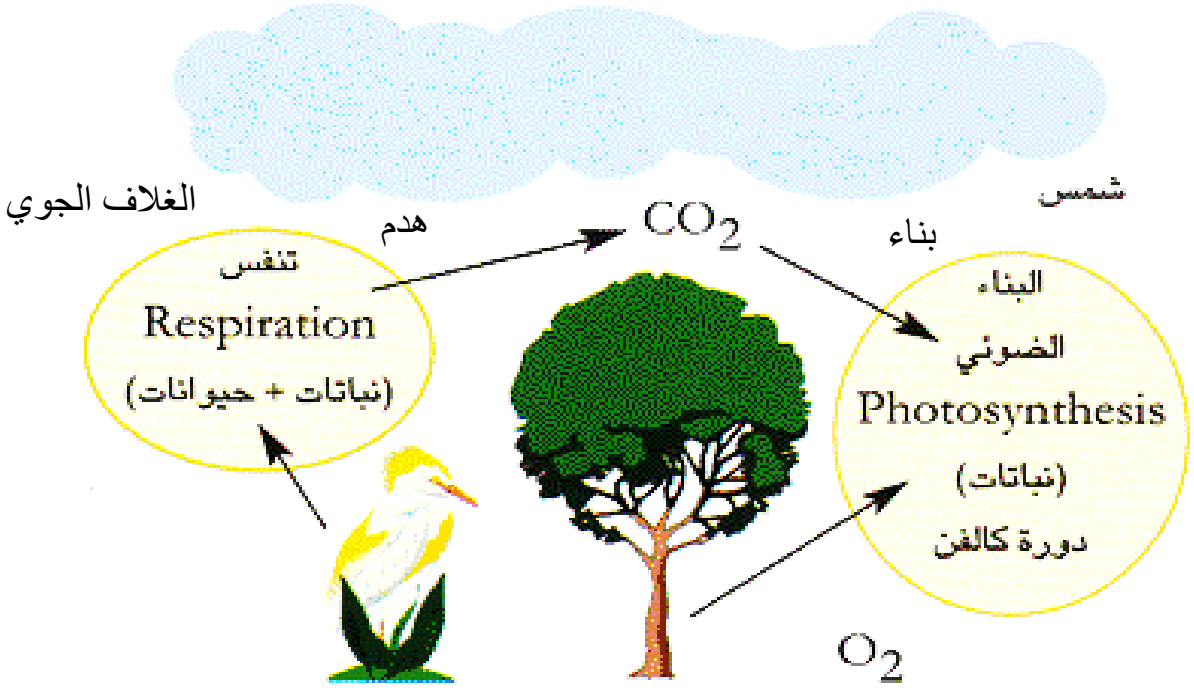
الأيض النباتى : يطلق على عمليتى البناء والهدم فى الخلايا النباتية الحية بالأيض أو التحولات الغذائية.

ويشمل الأيض أو التحولات الغذائية نوعين من العمليات الكيموحيوية .

أ – **عملية البناء Anabolism** : يتم فيها بناء مركبات عضوية معقدة التركيب من مـــواد بسيطة غير عضوية مثل الماء وثانى أكسيد الكربون وتحتاج إلى وجود الطاقة لإتمامها وتعرف بتفاعلات البناء مثل بناء المواد الكربوهيدراتية والبروتين والدهون.

ب– **عملية الهدم Catabolism:** يتم فيها هدم وتكسير أو أكســـدة المركبـــات العضـــوية المعقدة إلى مواد بسيطة مع إطلاق الطاقة المخزنة فيها لإستخدامها فى العمليات الحيوية المختلفة فى الخلايا وهو ما يطلق عليه عملية التنفس.

وهذا المخطط يوضح العلاقة بين البناء والهدم فى النبات وعلاقته بالغلاف الجوى.



شكل يوضح العلاقة بين عمليتى البناء والهدم في النبات

البناء الضوئى Photosynthesis

البناء الضوئى :

هو عبارة عن العملية الحيوية التى تبنى فيها الخلايا النباتية الخضراء المواد الكربوهيدراتية المعقدة من ثانى أكسيد الكربون والماء فى وجود الطاقة الضوئية وينطلق الأكسجين كناتج ثانوى منها.

ويمكن تعريف عملية البناء الضوئى بأنها عملية تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية تستغل فى بناء المواد الكربوهيدراتية من ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو بواسطة خلايا النباتات الخضراء.

ويمكن توضيح عملية البناء الضوئى بالمعادلة التالية :

بلاستيدات خضراء

$$٦CO_٢ + ١٢H_٢O \longrightarrow C_٦H_{١٢}O_٦ + ٦H_٢O + ٦O_٢$$

ضوء

ولذلك فإن العوامل الأساسية لعملية البناء الضوئى هى : الماء وثانى أكسيد الكربون والطاقة الضوئية والكلوروفيل وتتم علمية البناء الضوئى داخل البلاستيدات الخضراء للنبات **(شكل ١٨)**.

أهمية عملية البناء الضوئى:

تعتبر عملية البناء الضوئى أهم عملية بيوكيميائية تقوم بها النباتات الخضراء بمختلف أنواعها والتى تحتوى على الكلوروفيل وتنفرد بها فى عالم الأحياء على سطح الأرض وتعتبر هى عماد الحياة للنباتات والكائنات الحية الأخرى وحفظ الحياة على سطح الأرض.

كما أن النباتات الخضراء بمختلف أنواعها تعتبر أكبر مصانع حيوية لإنتاج المواد الكربوهيدراتية (السكريات) المعقدة من مواد بسيطة غير عضوية هى الماء وثانى أكسيد الكربون فى وجود الطاقة الضوئية. وتخزن الطاقة الشمسية فى الروابط الكيميائية لتلك المواد الكربوهيدراتية وينطلق الأكسجين إلى الجو.

ونظراً لأهمية عملية البناء الضوئى فى تكوين غذاء البشرية والكائنات الأخرى وإنتاج الأكسجين وكونها العملية الفريدة فى عالم الأحياء نوجز أهمية نواتج البناء الضوئى.

أ – هى أساس ومصدر الطاقة العضوية المشتقة منها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.

ب – مصدر الغذاء والكساء للإنسان (حبوب وبذور يتكون بها الكربوهيدرات والدهون– البروتينات – الألياف).

ج – مصدر الأكسجين وهو عنصر الحياة على سطح الأرض.

د – مصدر الطاقة والوقود الذى يستخدمه الإنسان فى حياته اليومية من خشب وفحم وبترول ومشتقاته.

هـ – تعتمد جميع الحيوانات على النباتات فى غذائها.

و– تعمل على حفظ إتزان الغازات وتقليل التلوث على سطح الأرض وذلك بإستهلاكها لثانى أكسيد الكربون الناتج من حرق المواد العضوية وسوء إستغلال الإنسان للطبيعة أى تخفض نسبة ك أ٢ أو تحافظ على نسبته فى الهواء الجوى (٠٣، %).

ميكانيكية عملية البناء الضوئى :

تتضمن عملية البناء الضوئى سلسلة من التفاعلات الكيميائية المعقدة يتم فيها إمتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية تخزن فى المركبات العضوية وتشمل عملية البناء الضوئى مرحلتين أو تفاعلين متميزين تبعاً لحاجتهما للضوء ومرتبطان ببعضهما داخل البلاستيدات الخضراء .

إن عملية البناء الضوئى تتم فى مرحلتين أساسيتين هما:

المرحلة الأولى: تفاعلات الضوء Light reactions

يتم فيها الآتى :

١– إمتصاص الطاقة الضوئية بواسطة جزيئات الكلوروفيل.

٢– تحويل الطاقة الضوئية الممتصة بواسطة الكلوروفيل إلى طاقة كيميائية تخزن فى صورة رابطة غنية بالطاقة فى مركب (ATP) أدينوسين ثلاثى الفوسفات وتسمى (الفسفرة الضوئية).

٣– تحليل أو أنشطار جزئ الماء بالطاقة الضوئية إلى أيونات الأكسجين ($أ^-$) غازى يتصاعد وإلى الهيدروجين (يد $^+$) يتحد مع المرافق الإنزيمى $NADP^+$ ويختزله إلى $NADPH_٢$ ويطلق على المركبان الغنيان بالطاقة وهما (ATP , $NADPH_٢$) أسم القوة التمثيلية ويستخدمان فى المرحلة الثانية لإختزال ثانى أكسيد الكربون **(شكل ١٨)**.

مميزات تفاعلات الضوء:

تفاعلات كيمو ضوئية سريعة لاتتأثر بدرجة الحرارة وتعتمد على وجود الضوء وتتم فى أغشية الجرانا (الثيلاكويدات) وينتج عنها مركبات عالية الطاقة.

المرحلة الثانية: تفاعلات الظلام Dark reactions (التفاعلات اللاضوئية):

وفيها يتم إختزال ثانى أكسيد الكربون إلى مركبات كربوهيدراتية (سكريات بسيطة) بإستخدام القوة التمثيلية الناتجة من تفاعل الضوء وفيها يتم بناء جزيئات كربوهيدراتية فى سلسلة من تفاعلات لتشكل دورة كالفن وبنسون سميت بأسم مكتشفيها أوتسمى دورة الكربون

الثلاثى فى نباتات ثلاثية الكربون C_3 plants لأن الناتج الأول منها مركب ثلاثى الكربون وهو حامض الفوسفوجلسريك PGA. **(شكل ١٨)**

وتوجد دورة أخرى لتثبيت وإختزال ثانى أكسيد الكربون فى النباتات رباعية الكربون C_4 plants والناتج الأول فيها هو مركب ذو أربع ذرات كربون وهو حمض الأوكسالوخليك (OAA) والمستقبل الأول لثانى أكسيد الكربون هو فسفو إينول حمض البيروفيك [PEP] مثل نبات الذرة – قصب السكر.

ومن مميزات هذه التفاعلات:

هي تفاعلات كيمو حيوية أو تفاعلات إنزيمية كلها تتأثر بدرجة الحرارة وأبطأ من تفاعلات الضوء تتم فى الضوء والظلام ولا تحتاج للضوء بل تعتمد على نواتج تفاعلات الضوء وتتم فى الستروما .

وملخص تفاعلات الظلام أو تفاعلات تثبيت وإختزال ثانى أكسيد الكربون أو تفاعلات دورة كالفن هى :

١- تبدأ بإتحاد CO_2 مع مستقبله الأول وهو سكر خماسى ريبلوز ثنائى الفوسفات (RUBP) فى وجود الماء وإنزيم ريبلوز ثنائى الفوسفات الكربوكسيليز أوكسجينيز (Rubisco) ويتكون مركب سداسى الكربون غير ثابت ينشطر سريعاً إلى جزيئين من حامض فوسفو جلسريك (ذو ثلاث ذرات كربون) يعرف PGA ٣ وهو الناتج الأول من تثبيت CO_2 وهو مركب ثلاثى الكربون وتعرف النباتات التى يحدث بها هذا التفاعل بنباتات ثلاثية الكربون مثل نبات عباد الشمس والقمح والبطاطس والفول وغيرها.

٢- **مرحلة الإختزال:** يتم إختزال حامض الفوسفو جلسريك بواسطة (ATP, $NADPH_2$) القوة التمثيلية إلى مركب الفوسفو جلسرالدهيد (PGAL) وهو مركب ثلاثى الكربون ومركب محورى يدخل فى بناء مركبات كربوهدراتية عديدة ويتحول إلى مركب كيتونى وهو ثنائى هيدروكسى أسيتون فوسفات.

٣- **تكوين السكريات الأحادية وهى الناتج النهائى لعملية البناء الضوئى وإعادة توليد مستقبل ك أ$_2$:** يتم إتحاد جزىء من الفوسفو جلسرالدهيد مع جزىء من ثنائى هيدروكسى أسيتون فوسفات ليتكون وينتج جزىء السكر السداسى وهو فركتوز ثنائى الفوسفات وهو أول سكر سداسى يتكون نتيجة لعملية البناء الضوئى ويتحول إلى جلوكوز ٦-فوسفات الذى يدخل فى بناء السكريات العديدة.

هذا ويعاد توليد السكر الخماسى من عدة سكريات أحادية مفسفرة وسطية وذلك بإتحاد جزيئات من سكر الفركتوز فوسفات مع الفوسفو جلسرالدهيد فى عدة تفاعلات تنتهى

بتكوين سكر ريبلوز ثنائى الفوسفات لتعاد الدورة مرة أخرى وتتكون سكريات أحادية ورباعية وخماسية وسداسية وسباعية مفسفرة. ويتكون سكر الفركتوز من السكريات الثلاثية والفركتوز هو أول سكر سداسى يتكون من عملية البناء الضوئى ويتحول إلى سكر الجلوكوز وهما المصدر الأساسى لتكوين العديد من المركبات الكربوهيدراتية.

وتستطيع النباتات تكوين مركبات كربوهيدراتية عديدة من السكر الأحادى الفركتوز والجلوكوز فمثلاً يتم تكوين السكروز والنشا والعديد من المركبات الكربوهيدراتية الأخرى التى يحتاج إليها النبات.

تكوين السكروز والنشا:

يعتبرالسكروز والنشا من أهم وأكبر نواتج البناء الضوئى إنتشاراً من ناحية الإستهلاك والقيمة التجارية ويتم تكوين السكروز (سكر القصب) من إتحاد جزىء سكر الفركتوز مع جزىء سكر الجلوكوز وينتج السكروز الذى ينتقل إلى جميع أجزاء النبات من الأوراق عن طريق اللحاء.

وأما النشا يتكون نتيجة لتكثيف جزيئات الجلوكوز مع بعضها فى وجود إنزيم بناء النشا.

ويتم بناء مركبات أخرى خلاف المواد الكربوهدراتية داخل البلاستيدات الخضراء التى تعتبر مصنع حيوى كبير ينتج مواد كربوهيدراتية ومركبات أخرى تنتقل منها إلى أماكن التخزين فى النبات وتختلف نواتج عملية البناء الضوئى بإختلاف عمر ونوع النبات ويظهر الإختلاف فى طبيعة نواتج عملية البناء الضوئى فى المحاصيل الزيتية والبقولية والألياف.

وفى عملية البناء الضوئى تخزن الطاقة الضوئية فى الروابط الكيميائية بين ذرات المركبات الكربوهيدراتية الناتجة ويثبت الكربون الموجود فى ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء الجوى ويثبت الهيدروجين الموجود فى الماء ويتكون فى النهاية الجلوكوز الذى ينتقل فى تحولات عديدة لبناء مركبات عضوية عديدة تخزن الطاقة ثم تحرر الطاقة منها لتعاد الدورة مرة أخرى.

وبذلك نتيجة لعملية البناء الضوئى يقوم النبات ببناء السكريات الأحادية المفسفرة كنواتج مباشرة لعملية البناء ويتم من السكريات الأحادية الناتجة بناء مركبات عضوية عديدة مثل الدهون والبروتينات والإنزيمات والهرمونات والفيتامينات والأصباغ والأحماض النووية وغيرها من المركبات والتى لها أهمية عظمى لإستمرار الحياة لجميع الكائنات نباتية وحيوانية على سطح الكرة الأرضية .

العوامل التى تؤثر على عملية البناء الضوئى

تتأثر عملية البناء الضوئى بعديد من العوامل ومن أهمها : الضوء – ثـانى أكسـيد الكربون – درجة الحرارة ــ الماء ــ المحتوى الكلوروفيلى .

١ – الضـــــــــوء:

الضوء ضرورى لعملية البناء الضوئى ويؤثر على علمية البناء الضوئى من ناحيتين الأولى شدة الإضاءة والثانية طول الموجات الضوئية. حيث يزداد معدل البناء الضوئى بزيادة شدة الإضاءة إلا أنه إذا تجاوزت شدة الإضاءة. ضوء الشمس المباشر التـى تسـقط علـى الأوراق فإن معدل العملية ينخفض بسبب التأثير الضار على البروتوبلازم ومحتوى الخلية من الكلوروفيل الذى يتحلل تحت ظروف الإضاءة الشديدة ويحدث له أكسدة ضوئية.

تأثير طول الموجه الضوئية إذ يصل معدل البناء الضوئى إلي أكبر قدر ممكن فـى الأشـعة الحمراء وأقلها فى الأشعة الزرقاء والبنفسجية.

٢ – تركيز ثانى أكسيد الكربون:

هو أساسى فى عملية البناء الضوئى ويوجد فى الجو بتركيز حوالى ٠.٠٣% ويزداد معدل عملية البناء الضوئى بزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون حول النبات حتى يصل تركيزه إلى حد معين يختلف بإختلاف النباتات وزيادة التركيز عن حد معين يـؤدى إلـى إنخفـاض العملية نظراً للتأثير السام للتركيز العالى لثانى أكسيد الكربون على البروتوبلازم.

٣ – درجة الحرارة:

تزداد عملية البناء الضوئى بزيادة درجة الحرارة حيث أن التفاعلات الكيميو حيويـة (تفاعلات الظلام) تفاعلات إنزيمية يرتفع معدل هذه التفاعلات بإرتفاع درجة الحـرارة لحـد معين وهو الحد الأمثل لدرجة الحرارة ثم تقل سرعة العملية بزيادة درجة الحرارة عن الحـد الأمثل لماتحدثه من أضرار للبروتوبلازم.

٤ – المـــــــاء:

الماء من الشروط الأساسية لحدوث عملية البناء الضوئى ويدخل الماء كمادة أساسـية فى تفاعلات البناء الضوئى حيث يدخل الهيدروجين الناتج من تحلل الماء فى إتحاد كيمـاوى مع CO_2 مكوناً جزىء المادة الكربوهيدراتية.

ونقص كمية الماء يؤدى إلى نقص معدل عملية البناء الضوئى لأنهـا تسـبب غلـق الثغور وبالتالى يتوقف دخول ثانى أكسيد الكربون عبر الثغور إلى داخل الورقة كما يسـبب نقص الماء تراكم السكريات وتقل سرعة إنتقالها مما يؤدى إلى نقص معـدل عمليـة البنـاء الضوئى.

٥- المحتوى الكلوروفيلى:

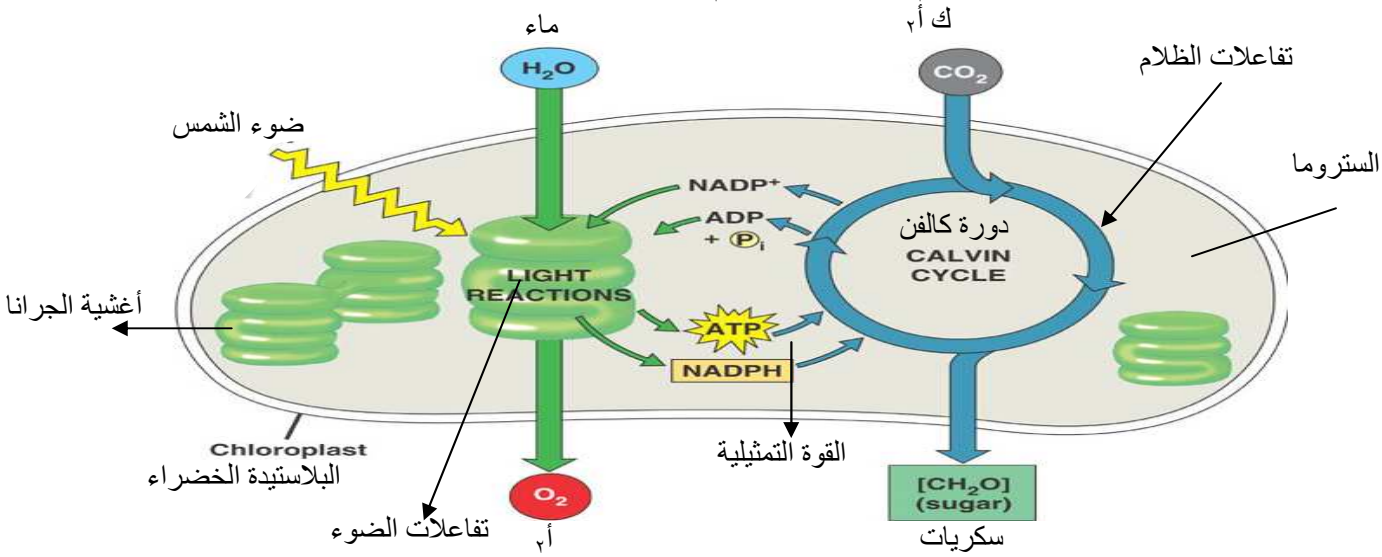
يعتبر من أهم العوامل الداخلية التى تؤثر على علمية البناء الضوئى والكلوروفيل من العوامل الضرورية والأساسية لحدوث عملية البناء الضوئى فأجزاء النبات الخالية من الكلوروفيل لا يمكنها القيام بعملية البناء الضوئى.

أهمية البناء الضوئى للنبات

١- تمد التفاعلات الضوئية فى عملية البناء الضوئى النبات بالطاقة اللازمة للعمليات الحيوية مباشرة.

٢- ينتج عن عملية البناء الضوئى بناء سكر الفركتوز الذى يتحول إلى الجلوكوز وهو المصدر الأساسى لبناء المركبات الكربوهيدراتية اللازمة للنبات وتخزن الطاقة فى الروابط الكيميائية لها وتستخدم كمواد لبناء جسم النبات مثل السكروز والنشا وسكريات أحادية رباعية وخماسية الكربون مثل الزيليلوزوالريبلوز ومن السكريات السداسية والخماسية تتكون مركبات كربوهدراتية بنائية فى النبات مثل السليلوز والهيميسليلوز والمواد البكتينية والصموغ كما أن الجلوكوز المتكون والمخزن به الطاقة من عملية البناء الضوئى ينتقل إلى دورات تحرير الطاقة فى النبات.

٣- عملية البناء الضوئى هى أساس تكوين عديد من المركبات العضوية المختلفة المخزنة للطاقة فى النبات فمن السكريات الأحادية مثل الجلوكوز تتكون الدهون والأحماض الأمينية والبروتينات والهرمونات والفتيامينات والأحماض النووية وغيرها من المركبات الضرورية التى تستخدم كمواد لبناء جسم النبات ومصادر تخزين الطاقة فى النباتات.



شكل(١٨): يوضح تركيب البلاستيده وتفاعلات الضوء والظلام في عملية البناء الضوئي

التدريبات العملية للباب الاول

أولاً : تجارب الإنزيمات :

تجربة (١) إختبار إنزيم الأميليز.

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- خذ أنبوبتى اختبار وضع فى كل منهما قليل من محلول النشا. ٢- ثم اضف إلى احداهما قليلا من إنزيم الأميليز أو قليل من اللعاب يمكن استخراجه بعد المضمضة لمدة ٥ دقائق بعد غليه وفى الأنبوبة الثانية بدون غليانه. ٣- أترك التجربة لمدة من الزمن. ٤- ثم إختبر وجود النشا وذلك بإضافة محلول اليود لكل أنبوبة واكتب المشاهدة.	أ – اختفاء اللون الأزرق. ب – عدم تغير اللون الأزرق.	يرجع إختفاء اللون الأزرق فى الأنبوبة بدون غليان الانزيم إلى أن إنزيم الاميليز يحلل النشا فى وجود الماء إلى سكر الجلوكوز ويمكن الكشف عن الجلوكوز بمحلول بندكت يعطى لون بنى محمر مع السكر. ب- فى الغليان الانزيم تلف بارتفاع درجة الحرارة وفقد نشاطه.

تجربة (٢) إختبار إنزيم الأوكسيديز

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- إطحن قطعة من البطاطس ثم ضع جزء منها فى طبق زجاجى. ٢- ثم ضع عليها بضع نقط من محلول صمغ الجواياكم وهى مادة فينولية لونها بنى واتركها مدة. ٣- لاحظ تغير لون الجواياكم. أكتب المشاهدة والإستنتاج.	نشاهد تحول اللون البنى لمحلول الجواياكم إلى اللون الأزرق عندما يتأكسد.	إنزيم الأوكسيديز يساعد على تنشيط أوكسجين الهواء الجوى لأكسدة المواد الفينولية. حيث تؤكسد إنزيمات البولى فينول أوكسيديز الموجودة فى درنات البطاطس المركبات الفينولية فى وجود اكسجين الهواء الجوى ويرجع اليها تلون الأسطح المقطوعة للبطاطس والتفاح والباذنجان باللون البنى.

تجربة (٣) اختبار وجود إنزيم الكتاليز فى خلايا النبات

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- خذ قليل من محلول الخميرة بعد ترشيحه وضعه فى أنبوبتى أختبار. ٢- إغلى إحدى الإنبوبتين. ٣- ثم أضف إلى كل منهما نقطتين أو ثلاث نقط من فوق أوكسيد الأيدروجين H_2O_2 ٤- لاحظ خروج فقاعات تتصاعد من فوهة احدى الانبوبتين . اكتب المشاهدة والإستنتاج.	أ – يشاهد تصاعد غاز الأكسجين من الانبوبة التى بدون غلى. ب- عدم تصاعد فقاعات من الأنبوبة المغلية.	إنزيم الكتاليز موجود فى خلايا الخميرة ويحلل يد٢أ٢إلى ماء+ أ٢ الجزيئى يتصاعد بينما فى الأنبوبة المغلية حدث تلف للإنزيم بالحرارة العالية وبالتالى ظل يد٢أ٢ كما هو دون تحلل.

تجربة (٤) اختبار وجود انزيم الديهيدروجينيز فى خلايا الخميرة

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- ضع ٤ سم^3 من محلول ١٠% سكر الجلوكوز فى أنبوبة اختبار ثم اضف اليها ٢سم^3 من محلول الخميرة. ٢- ثم أكمل الأنبوبة بمحلول مخفف من أزرق الميثيلين حتى يتلون المخلوط باللون الأزرق الباهت. ٣- ثم إغلق الأنبوبة جيداً لاستبعاد الهواء داخل الانبوبة. ٤- ثم ضع الأنبوبة فى حمام مائى على درجة حرارة ٣٥°م لمدة ١٥ دقيقة. ٥- ثم لاحظ تغير لون أزرق الميثيلين وكرر ما سبق بإستخدام محلول خميرة مغلى ولاحظ التغير فى لون أزرق الميثيلين . واكتب المشاهدة.	أ – يشاهد اختفاء لون أزرق الميثيلين. ب- لايحدث تغير ويبقى لون أزرق الميثيلين فى الانبوبة المغلية.	انزيمات الديهيدروجينيز تحفز عمليات الاكسدة والاختزال بتنشيط هيدروجين مادة التفاعل ونقله إلى المركب الآخر. هنا يحتوى محلول الخميرة على إنزيم الجلوكوز ديهيدروجينيز الذى يساعد على اكسدة الجلوكوز بنزع الهيدروجين ونقله إلى أزرق الميثيلين الذى يختزل إلى أزرق الميثيلين عديم اللون وهو المادة المستقبلة للهيدروجين من المادة المانحة. ب- يسبب الغلى تلف للإنزيم لذا يبقى اللون كما هو.

ثانيا : تجارب البناء الضوئى :

تجرى عدة تجارب لإثبات حدوث عملية البناء الضوئى عملياً وتعتمد الطرق المعملية فى الإستدلال على حدوث عملية البناء الضوئى ببعض نواتجها مثل النشاوالسكر والأكسجين.

١- تجربة (٥) إثبات تكوين النشا فى الأوراق : شكل (١٩)

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- خذ بعض الأوراق الخضراء من أى نبات من ذوات الفلقتين. ٢- ضع هذه الأوراق فى ماء يغلى لفترة قصيرة. ٣- أنقل هذه الأوراق إلى كحول يغلى فوق حمام مائى وذلك للتخلص من الكلوروفيل (اللون الأخضر) ثم أغسل الأوراق بالماء وضعها فى طبق بترى (طبق زجاجى) به محلول اليود لفترة زمنية مدتها ١٠ دقائق . ٤- إرفع الأوراق بعيداً عن قاع الطبق الزجاجى ولاحظ التغيير فى لون الأوراق وأكتب المشاهدة.	يشاهد تكون لون أسود مزرق على الأوراق أو تلون الأوراق باللون الأزرق عند أضافة محلول اليود اليها.	النشا يتكون فى الأوراق الخضراء لنباتات ذات الفلقين بعد تعرضها للضوء وذلك لأن السكر السداسى الناتج من عملية البناء الضوئى يتكثف ويتحول إلى النشا الذى يتلون باللون الأزرق عند أضافة اليود إليه والذى يدل على وجود النشا ضوء ٦ك أ٢+١٢يد٢أ ⟵ كلورفيل ك٦يد١٢أ٦+ ٦يد٢أ + ٦أ٢

تجربة (٦) لإثبات أهمية الضوء في عملية البناء الضوئى (شكل ٢٠)

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- ضع قطعة أو شريط من الورق الأسود على جزء من السطح العلوى ومثيله من السطح السفلى لنصل ورقة نبات ذات فلقتين خضراء فى الصباح الباكر قبل شروق الشمس وثبتها بواسطة مشبك. ٢- أترك الورقة على النبات حتى بعد الظهر معرضة لضوء الشمس ثم أفصلها عن النبات. ٣- أختبر وجود النشا كما سبق فى تجربة (٥). ٤- لاحظ تغير لون الأجزاء المغطاة بالورقة السوداء (غير معرضة للضوء) والأجزاء الغير مغطاة (معرضة للضوء) وأكتب المشاهدة.	١- يشاهد عدم تلون الأجزاء المغطاة بالورق الأسود باللون الأزرق. ٢- تلون الأجزاء الغير مغطاة من الورقة باللون الأزرق.	الضوء أساسى لعملية البناء الضوئى فى غياب الضوء لا تحدث عملية البناء الضوئى وأن الأجزاء المغطاة لا تتلون باللون الأزرق عند إضافة اليود إليها دليل على عدم تكوين النشا .

تجربة (٧) لإثبات أهمية الكلوروفيل لعملية البناء الضوئى : شكل (٢١)

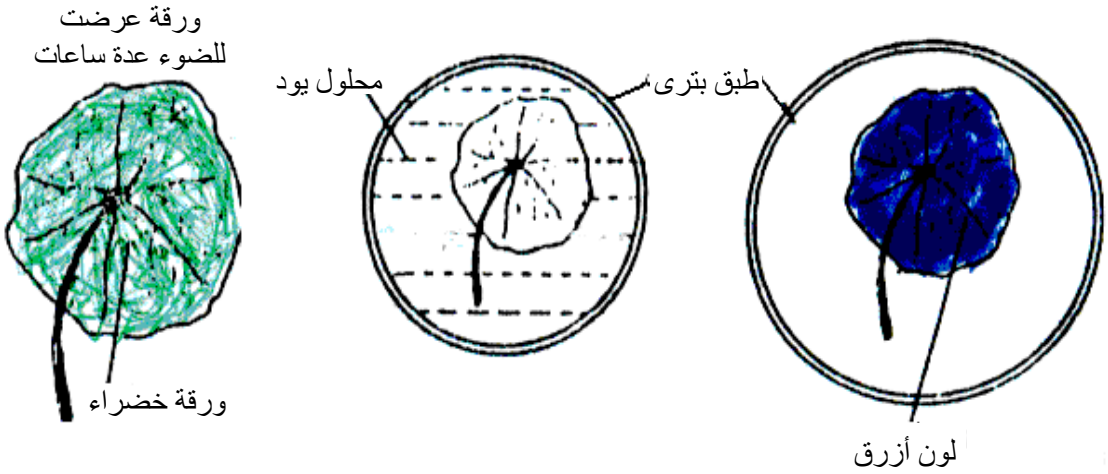
خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- إفصل ورقة نبات الدورانتا المبرقشة بعد الظهر أى بعد تعرضها لضوء الشمس مدة كافية لاحظ الجزء الحافى المبرقش غير ملون والجزء الوسطى أخضر اللون. ٢- إغمس الورقة فى ماء مغلى ثم فى كحول مغلى على حمام مائى (لازالة اللون الأخضر (الكلوروفيل). ٣- ثم ضع الورقة فى طبق زجاجى به محلول اليود لمدة ١٠ دقائق ثم ارفع الورقة بعيداًعن قاع الطبق ثم لاحظ وقارن بين الأجزاء الداخلية التى لم تصبغ وأكتب المشاهدة.	يشاهد تلون الجزء الوسطى من الورقة باللون الأزرق وعدم تلون الجزء الخارجى للورقة باللون الأزرق.	الكلوروفيل من العوامل الأساسية لعملية البناء الضوئى الجزء الوسطى للورقة أخضر اللون وتحتوى البلاستيدات الخضراء على الكلوروفيل الذى يمتص الطاقة الضوئية وتتم عملية البناء الضوئى ويتكون النشا بهذا الجزء دليل على أهمية الكلوروفيل لعملية البناء الضوئى وأما الجزء الخارجى المبرقش الغير ملون والخالى من الكلوروفيل وهو أساس لعملية البناء الضوئى فالأجزاء الغير خضراء لا تستطيع القيام بعملية البناء الضوئى ولا يتكون النشا لذا يبقى عديم اللون وهذا يوضح أهمية الكلوروفيل لهذه العملية.

تجربة (٨) لإثبات تصاعد الأكسجين أثناء عملية البناء الضوئى : شكل (٢٢)

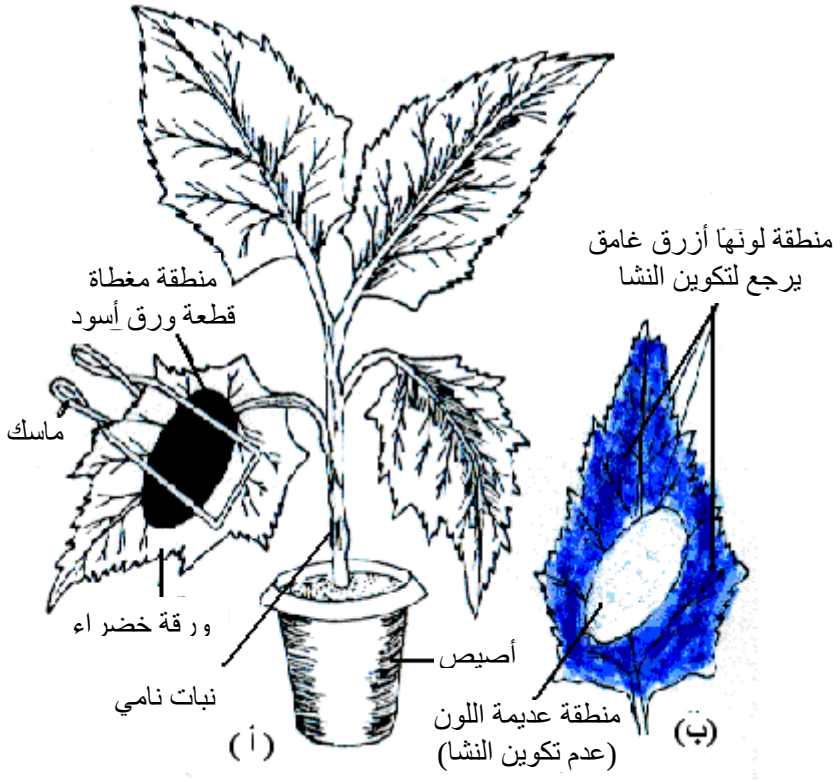
خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- إختر بعض الأفرع الخضراء من نبات الألوديا (نبات مائى) . ٢- ثم ضع نبات الألوديا فى قمع ثم ضع القمع وبه نبات الألوديا فى كأس به ماء مذاب به محلول ١% بيكربونات الصوديوم كمصدر لغاز ك أ٢ حيث تكون ساق القمع الرفيعة جهة أعلى الكاس والأنتفاخ فى قاعدة الكأس. ٣- إملأ أنبوبة إختبار بالماء ثم نكسها فوق ساق القمع تحت سطح الماء. ٤- أترك التجربة فى الضوء العادى (أى عرض الكأس للضوء لفترة ولاحظ خروج فقاعات من الغاز خلال ساق القمع. أكتب المشاهدة.	يشاهد تصاعد غاز على هيئة فقاعات هوائية خلال ساق القمع وتتجمع عند قمة إنبوبة الأختبار.	عند تعرض نبات الألوديا للضوء تحدث عملية البناء الضوئى ويتصاعد غاز الأكسجين المنطلق أثناء عملية البناء الضوئى وتتجمع الفقاعات فى أعلى انبوبة الأختبار وبالكشف عن هذا الغاز بشظية متوهجة تزداد اشتعالاً يؤكد أنه غاز الأكسجين.

تجربة (٩) لإثبات أهمية ثانى أكسيد الكربون لعملية البناء الضوئى : شكل (٢٣)

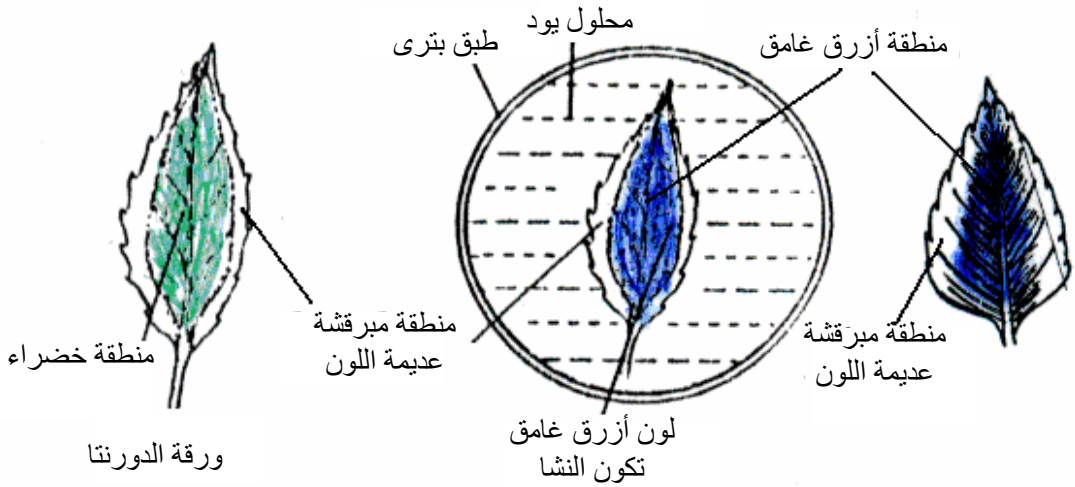
خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- أحضر كأسين زجاجيين وضع في أحداهما ماء مقطر مذاب فيه بيكربونات الصوديوم (كمصدر لثانى أكسيد الكربون) وضع فى الكأس الثانى ماء مقطر سبق غليه (خالى من ثانى أكسيد الكربون) ٢- ضع فى كل كأس افرع من نبات الإلوديا المائى ثم غطى النبات فى كل كاس بقمع مقلوب. ٣- ثم نكس على ساق القمع أنبوبة أختبار مملوءة بالماء. ٤- عرض التجربة للضوء ولا خروج الفقاعات فى أى الكأسين وأكتب المشاهدة.	يشاهد خروج فقاقيع هوائية فى الكأس الذى به البيكربونات وعند الكشف على هذه الفقاقيع نجد أنها لغاز الأكسجين ولايتصاعد فى الكاس الثانى فقاقيع هوائية والخالى من مصدر لثاني أكسيد الكربون.	ثانى أكسيد الكربون ضرورى لعملية البناء الضوئى ومن العوامل الأساسية لحدوثها وفى غياب ك أ٢ لا تتم العملية بدليل عدم تصاعد غاز أ٢ الاكسجين فى الكأس الثانى.



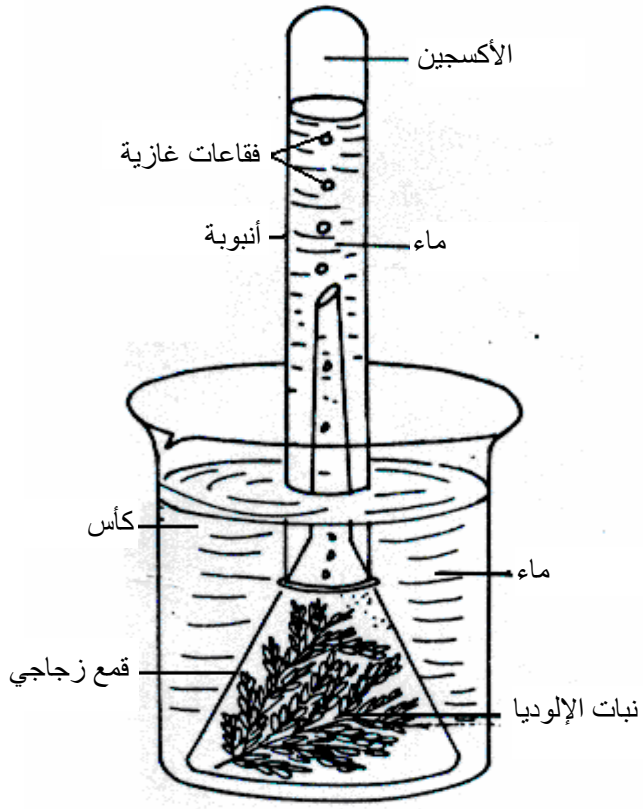
شكل(١٩)يوضح تكوين النشا فى الأوراق



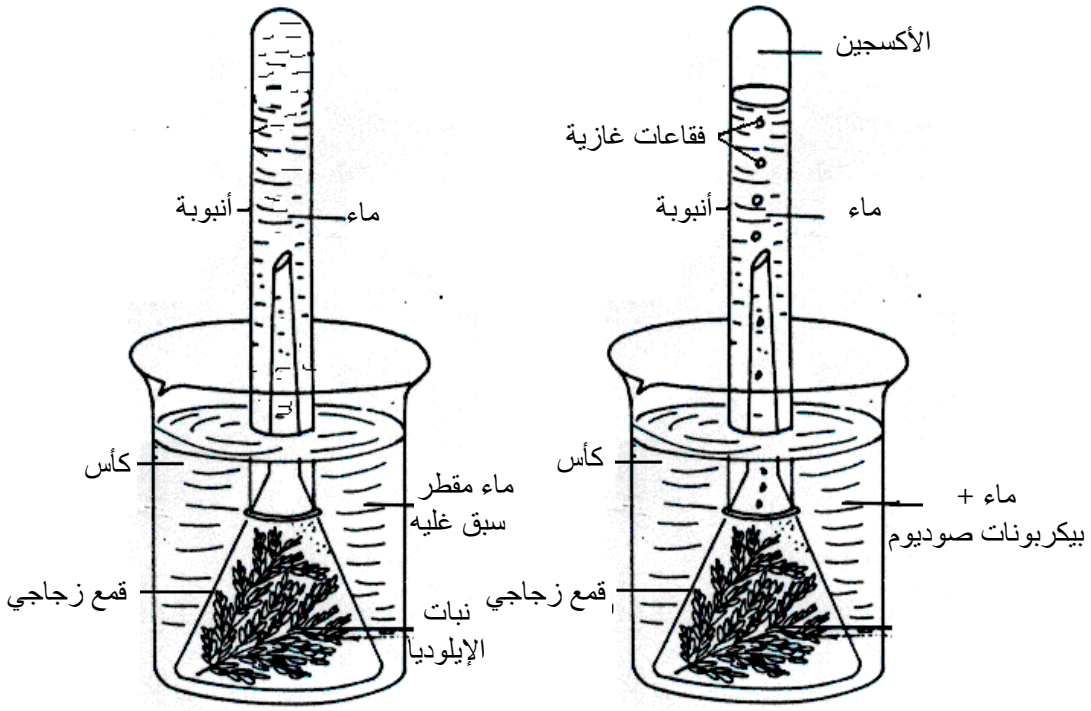
شكل(٢٠):يوضح أهمية الضوء فى عملية البناء الضوئى



شكل(٢١): يوضح أهمية الكلوروفيل لعملية البناء الضوئى



شكل(٢٢): يوضح تصاعد الأكسجين أثناء عملية البناء الضوئى فى نبات الإلوديا



شكل(٢٣):يوضح أهمية ثانى أكسيد الكربون لعملية البناء الضوئى.

تذكـــــــر أن

١- **الإنزيم:** هو عبارة عن عامل مساعد عضوى حيوى من نوع خاص تنتجه الخلية الحيـــة ويزيد من سرعة التفاعل الكيماوى دون أن يستهلك فيه ودون أن يصبح جزء من نواتجه.

٢- **خواص الإنزيمات:** يمتاز الإنزيم بأنه على درجة عالية من التخصص وهى ذات طبيعـــة بروتينية وزنها الجزيئى عالى وتتلف بالحرارة العالية وتتأثر بدرجة الحموضة والمـــواد المثبطة وتسرع من التفاعل ولا تتغير أثناء التفاعل ومعظم تفاعلاتها عكسية.

٣- **أنواع الإنزيمات هى:** إنزيمات الاكسدة والإختزال – الإنزيمات الناقلـــة – الإنزيمـــات المحلله – إنزيمات المشابهات – إنزيمات الإضافة – انزيمات البناء.

٤- **العوامل المؤثرة على نشاط الإنزيمات** :هى درجة الحرارة – تركيـــز الإنـــزيم ومـــادة التفاعل – تركيز أيون الأيدروجين والمثبطات.

٥- **الأيض النباتى:** هو عبارة عن عمليتى البناء والهدم فى الخلايا الحية للنبات.

٦ – **البناء الضوئى:** هو عبارة عن عملية حيوية تبنى فيها الخلايا النباتية الخضراء المـــواد الكربوهيدراتية المعقدة من ثانى أكسيد الكربون والماء فى وجود الطاقة الضوئية وينطلق الأكسجين كناتج ثانوى منها .

٧- **تشمل عملية البناء الضوئى تفاعلين أو مرحلتين رئيستين هما :**

١- تفاعلات الضوء وهو تفاعل كيمو ضوئى يتم فى أغشية الجرانا.

٢- تفاعلات الظلام وهو تفاعل كيمو حيوى يتم فى الستروما.

٨- **من أهمية عملية البناء الضوئى:** هى مصدر المركبات العضـــوية الأساســـية ومصـــدر الطاقة ومصدر الأكسجين ومصدر الغذاء والكساء وتقليل التلـــوث للإنســـان والحيـــوان والنبات.

٩- **تتأثر عملية البناء الضوئى بعدة عوامل :** مثل الضوء و ثانى أكسيد الكربـــون ودرجـــة الحرارة والماء والمحتوى الكلوروفيلى للأوراق.

تقويم الباب الأول

١- عرف الإنزيم ثم وضح أهميته فى التفاعلات الحيوية.

٢- أذكر أهم خواص الإنزيمات .

٣- أذكر أنواع الإنزيمات المختلفة .

٤ - وضح أهم العوامل المؤثرة على نشاط الإنزيمات .

٥- إشرح لماذا تعتبر عملية البناء الضوئى أهم عملية بيوكيميائية لجميع المخلوقات على سطح الأرض.

٦- وضح بالمعادلة أهم المركبات اللازمة لعملية البناء الضوئى وأهم المركبات الناتجة منها.

٧- تكلم عن ميكانيكية عملية البناء الضوئى فى النبات.

٨- ماهى السكريات السداسية الناتجة من عملية البناء الضوئى وما اهميتها فى بناء المركبات العضوية الأخرى فى النبات.

٩- أذكر أهم العوامل المؤثرة على علمية البناء الضوئى .

١٠- عرف الأيض النباتى .

١١- **ضع علامة (√) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (X) أمام العبارات الغير صحيحة :**

أ – تتم عملية البناء الضوئى فى جميع خلايا النبات. ( )

ب – تتم تفاعلات الظلام داخل أغشية البلاستيدات الخضراء ( )

ج – المركب الأول الناتج من اختزال **ك أ**$_{٢}$ فى دورة كالفن هو سكرخماسى الكربون. ( )

د – أهم نواتج تفاعلات الضوء هى مركبات $NADPH_{٢}$, ATP وتسمى القوة التمثيلية . ( )

١٢- **اختر الاجابة الصحيحة من بين القوسين بما يتناسب مع العبارات التالية :**

أ – الناتج النهائى فى عملية البناء الضوئى (ك أ$_{٢}$ ــ دهن ــ أ$_{٢}$+ سكر سداسى).

ب- فى تفاعلات الضوء تتحول الطاقة الضوئية إلى (طاقة حرارية – طاقة كيميائية)

ج – تحدث عملية البناء الضوئى فى البلاستيدات (الملونة – الخضراء – عديمة اللون).

د – تمتص النباتات الخضراء فى عملية البناء الضوئى غاز (النيتروجين – الأكسجين- ثاني أكسيد الكربون) .

هـ – إنزيم البيروكسيديز من الإنزيمات (الناقلة – المحللة – الاكسدة والإختزال).

و- إنزيم الأميليز من الانزيمات (المشابهة – الاضافة – المحللة).

١٣- **علل لما يأتى :**

أ – عند الكشف عن النشا فى أوراق الدورانتا المبرقشة عدم تلون الأجزاء المبرقشة الغير خضراء باللون الأزرق

ب – تلون ثمار التفاح والباذنجان والبطاطس باللون البنى بعد تقطيعها وتعرضها للهواء الجوى.

الباب الثانى

التنفس فى النبات: Respiration

التنفس: هو عملية حيوية تحدث فى الخلايا الحية للنبات ويتم فيها تكسير أو أكسدة المواد العضوية المعقدة الغنية بالطاقة فى وجود أكسجين الهواء الجوى إلى مواد بسيطة (ك أ٢ والماء) وإنطلاق الطاقة المخزنة بها.

وتوضح المعادلة التالية ذلك فى حالة أكسدة جزىء سكر الجلوكوز فى عملية التنفس.

ك٦ يد١٢ أ٦ + ٦أ٢ ⟵ ٦ ك أ٢ + ٦ يد ٢أ + طاقة (٦٧٣ كجم سعر)

وعملية التنفس عملية معقدة وفيها تحصل الكائنات الحية على الطاقة اللازمة لنموها وإتمام جميع العمليات الحيوية وذلك عن طريق أكسدة المواد المعقدة وتحرير الطاقة الكامنة بتلك المواد المعقدة وتتم عملية الأكسدة فى وجود الأكسجين وتنطلق الطاقة بالإضافة إلى ك أ٢ والماء

ولا تنطلق الطاقة المخزنة فى المواد العضوية دفعة واحدة بل تنطلق فى خطوات متسلسلة من التفاعلات التى تتحكم فيها الإنزيمات المتخصصة. والمواد العضوية التى تستخدم فى تحرير الطاقة هى المواد الكربوهيدراتية والدهون والبروتينات وعملية إطلاق الطاقة فى التنفس تحدث فى الخلايا ليلاً ونهاراً وتنطلق الطاقة المخزنة بها والتى تكونت سابقاً فى عملية البناء الضوئى إذا فهى عكس عملية البناء الضوئى وفى عملية التنفس تتم الأكسدة بأن يمتص النبات الأكسجين الذى يستخدمه فى أكسدة السكريات خصوصاً الجلوكوز وتنطلق الطاقة التى تستخدم فى العمليات الحيوية المختلفة وتخليق مركبات غنية فى الطاقة وهى ATP أدينوسين ثلاثى الفوسفات ومركبات وسطية يسهل على الخلية إمتصاصها ويصاحب ذلك ظواهر أخرى مثل خروج أو إنطلاق ثانى أكسيد الكربون والماء ونقص الوزن الجاف وإختفاء مادة التنفس تدريجياً وإنطلاق الحرارة اثناء التنفس يمكن ملاحظتها عملياً.

وعموماً تفضل النباتات المواد الكربوهيدراتية خصوصاً الجلوكوز كمواد تنفسية عن الدهون والبروتينات والأحماض العضوية ويتم إنتاج الطاقة فى الخلية بواسطة الميتوكوندريا .

أنواع التنفس:

١- التنفس الهوائى:

تتم الأكسدة فى وجود أكسجين الهواء الجوى وبذلك يتم أكسدة المواد العضوية (مواد التنفس مثل المواد الكربوهيدراتية – الدهنية – البروتينية) أكسدة كاملة ويكون الناتج ثانى أكسيد الكربون والماء وإنطلاق طاقة كبيرة نسبياً طبقاً للمعادلة الأتية والتى تتم أكسدة جزىء جلوكوز بها.

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O +$ طاقة (٦٧٣ كجم سعر)

٢- التنفس اللاهوائى:

تتم أكسدة المواد العضوية (الهكسوزات) فى غياب أكسجين الهواء الجوى ويتم ذلك فى النباتات الراقية تحت ظروف خاصة ولفترة وجيزة (غير طبيعى) بينما تتم فى بعض أنواع الكائنات الدقيقة مثل الخميرة ويسمى التخمر الكحولى ويكون ناتجها تكوين كحول الإيثايل وثانى أكسيد الكربون وإنطلاق كمية طاقة بسيطة.

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{تخمر}} 2(C_2H_5OH) + 2CO_2 + \text{طاقة (٢١ كجم سعر)}$$

ميكانيكية التنفس:

عملية أكسدة جزىء الجلوكوز لا تتم فى خطوة واحدة ولكن خلال سلسلة من التفاعلات الإنزيمية وهى عملية معقدة تبدأ فى السيتوبلازم وتنتهى فى داخل الميتوكوندريا حيث يمكن تقسيم مراحل التنفس الخلوى تبعاً لمكان حدوثها داخل الخلية.

إذا تتم عملية التنفس فى الخلايا على مرحلتين وهما:

١- **المرحلة الأولى:** التحلل الجليكولى Glycolysis تتضمن سلسلة من التفاعلات تؤدى إلى إنشطار أوهدم جزىء الجلوكوز (السكريات السداسية) إلى جزيئين من حامض البيروفيك (٣ ذرات كربون) وهو الناتج النهائى لها وتتم فى سيتوبلازم الخلايا الراقية ولا تحتاج إلى توفر أكسجين الهواء الجوى لذا تحدث فى التنفس الهوائى واللاهوائى أو تحدث فى وجود أو عدم وجود أكسجين الهواء الجوى أى مرحلة مشتركة وتنتهى بتحول السكر السداسى (جلوكوز) إلى ٢ جزىء حامض بيروفيك.

٢- **المرحلة الثانية:** الناتج النهائى لأكسدة حامض البيروفيك يتوقف على وجود أكسجين الهواء الجوى أو عدم وجوده .

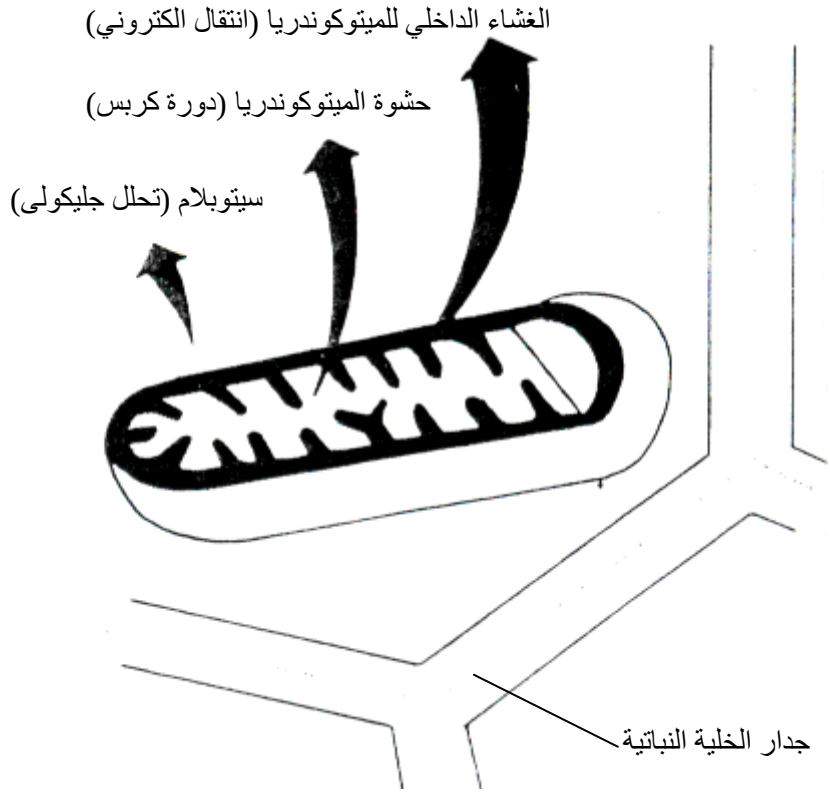
أ – فى وجود أكسجين الهواء الجوى (تنفس هوائى)

تتم أكسدة حمض البيروفيك الناتج من المرحلة الأولى أكسدة تامة إلى ثانى أكسيد الكربون وماء أى مرحلة هوائية والتفاعل الثانى فى هذه المرحلة هو تحول حامض البيروفيك إلى خلات المرافق الأنزيمى أ ويدخل فى سلسلة التفاعلات المكونة لدورة كربس أو تسمى دورة الأحماض ثلاثية الكربون وتفاعلات دورة كربس تتم فى حشوة الميتوكوندريا وينطلق ك أ٢ كما يرتبط الهيدروجين مع المرافقات الإنزيمية المختلفة خلال نظام نقل الإلكترون ويتم تخليق أدينوسين ثلاثى الفوسفات (ATP) وإنتاج الطاقة.

ويتم إنتاج الطاقة (ATP) أدينوسين ثلاثى الفوسفات من خلال نظام نقل الإلكترون الذى يتم فى الأغشية الداخلية للميتوكوندريا المعروفة بإسم الأعراف ويلزمها وجود الأكسجين

كمستقبل نهائى للإلكترونات ويسمى إنتاج الطاقة بها (ATP) بالفسفرة التأكسدية لـــذا يطلـــق على الميتوكوندريا بأنها محطات إنتاج الطاقة فى الخلايا الحية. **(شكل ٢٤)**

وأيضاً ينتج عن المرحلة الثانية مركبات وسطية عديدة وهامة تدخل فـــى التفـــاعلات البنائية لكثير من المركبات المختلفة فى الخلية وأهمها مركب أسيتيل كـــو أنـــزيم أ (خـــلات المرافق الأنزيمى أ) وتمد النبات بأحماض عضوية مختلفة تعتبر هياكل كربونية تستخدم فـــى بناء عديد من المركبات العضوية الأخرى فى الخلايا بالإضافة إلى أهمية دورة كـــربس فـــى إنتاج الطاقة وتكون كمية الطاقة الناتجة كبيرة (ينتج عنهـــا حـــوالى ٣٨ جـــزىء ATP ٣٠ جزىء فى دورة كربس ، ٨ جزيئات فى التحلل الجليكولى).

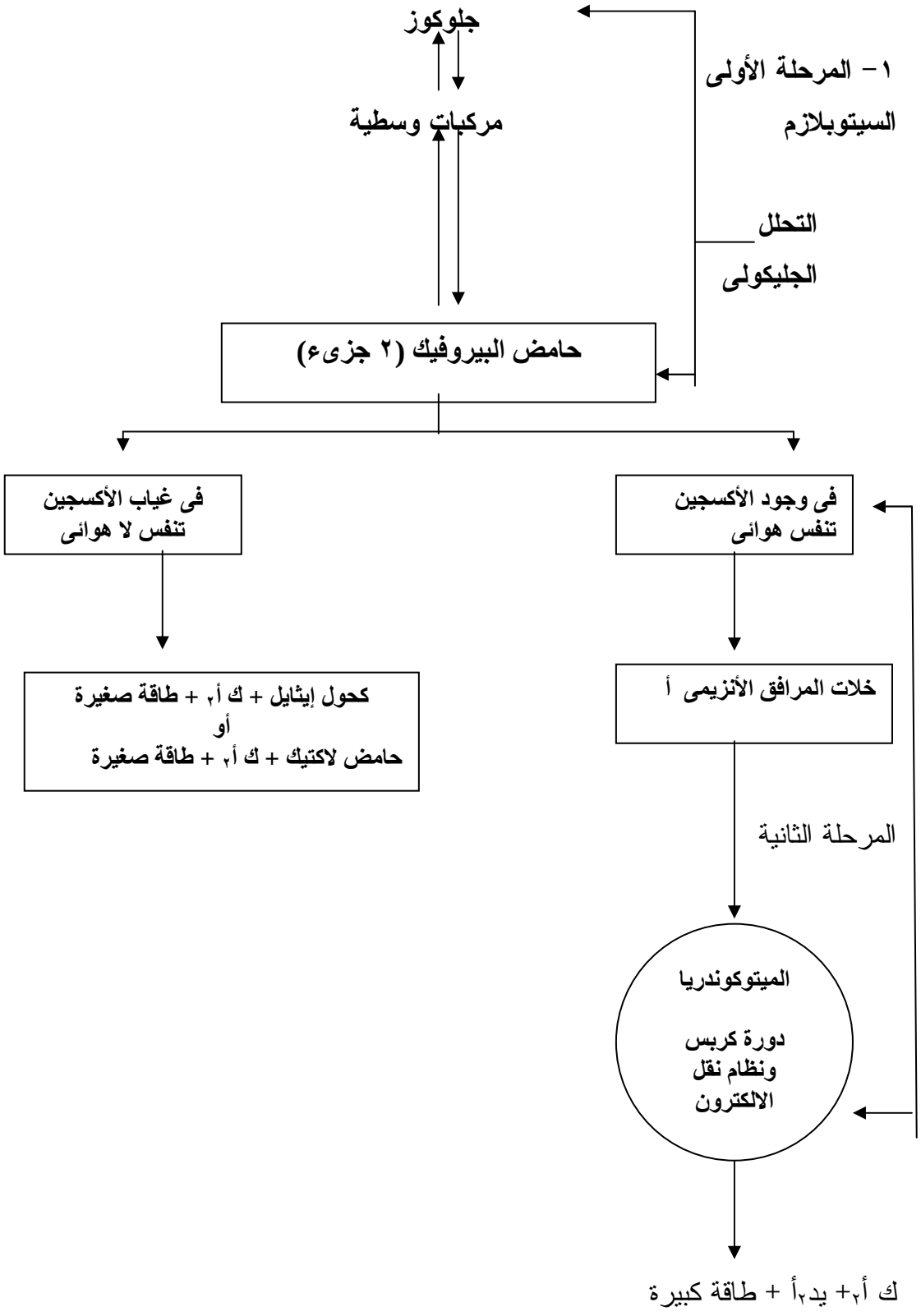


شكل(٢٤): يوضح التنفس الهوائى فى السيتوبلازم والميتوكوندريا

ب- فى حالة غياب أكسجين الهواء الجوى (التنفس اللاهوائى)

تتم أكسدة حامض البيروفيك لاهوائياً إلى كحول الإيثايل وثانى أكســـيد الكربـــون وتســـمى بالتخمر الكحولى (فطر الخميرة) أو يتحول حامض البيروفيك إلـــى ثـــانى أكســـيد الكربـــون وحامض اللاكتيك يسمى تخمر لاكتيكى (بكتريا حامض اللاكتيك) وتكون كمية الطاقة الناتجة صغيرة عن التنفس الهوائى ينتج عنها ٢جزىء ATP.

ويمكن تلخيص ميكانيكية التنفس فى المخطط التالى:



رسم تخطيطى لميكانيكية التنفس فى النبات

العوامل التى تؤثر على معدل التنفس:

١- **درجة الحرارة:** لدرجة الحرارة تأثير كبير على معدل التنفس نظراً لأن معظم التفاعلات إنزيمية. ويكون معدل تنفس الأنسجة النباتية بطيئاً عند درجة الحرارة المنخفضة والقريبة من الصفر. ويزداد معدل التنفس بزيادة درجة الحرارة عن صفر حتى يصل إلى أقصى قيمة له عند درجات حرارة من ٣٠- ٤٠°م وهى الدرجة المثلى وزيادة درجة الحرارة عن المثلى فإن معدل التنفس يتناقص للتأثير الضار للحرارة المرتفعة على الإنزيمات.

٢- **الأكسجين:** يتناقص معدل التنفس بنقص تركيز الأكسجين فى الجو المحيط بالخلايا وتظهر أهمية تأثير الأكسجين على معدل التنفس فى حالة الجذورنظراً لوجودها بالتربة حيث يتاثر نموها والقيام بوظائفها الحيوية فى الأراضى رديئة التهوية والثقيلة يقل معدل تنفسها كما يؤدى نقص الأكسجين إلى إضطرابات فسيولوجية للأنسجة النباتية أثناء تخزينها ونقلها أو نتيجة لحدوث التنفس اللاهوائى كما فى مرض القلب الأسود فى البطاطس والقلب الأحمر فى الخس.

٣- **تركيز ثانى أكسيد الكربون:** تؤدى التركيزات العالية من ثانى أكسيد الكربون فى الجو المحيط بالنسيج النباتى إلى التقليل من معدل التنفس الهوائى واللاهوائى وبالتالى تقلل نسبة الإنبات ومعدل النمو وقد إستغلت هذه الظاهرة إقتصادياً فى حفظ الأنسجة الحية مثل ثمار الفاكهة فى جو عالى من تركيز ك أ٢ يؤدى إلى إنخفاض وسرعة التنفس بها.

٤- **الضوء:** يؤثر الضوء تأثيراً مباشراً أو غير مباشر على معدل التنفس فالضوء يؤثر بطريقة غير مباشرة على معدل التنفس حيث يزيد من إتساع فتحات الثغور كما يؤثر على عملية البناء الضوئى وبالتالى كمية السكريات المتكونة وفى حالة الإضاءة الشديدة ترتفع درجة الحرارة فيتأثر التنفس تاثيراً مباشراً.

٥- **نسبة الماء فى النسيج النباتى:** يقل معدل التنفس كلما نقصت نسبة الماء فى النسيج النباتى كما فى البذوريكون معدل تنفسها منخفض جداً ولكن عندما تتشرب الماء أثناء الإنبات يزداد معدل التنفس زيادة عالية لذا يجب الحفاظ على نسبة الرطوبة فى الحبوب عند تخزينها عند الحد الذى يقل عنده معدل التنفس حيث أن زيادة الرطوبة تؤدى إلى زيادة معدل التنفس ويزداد الفقد فى الوزن الجاف للبذور وترتفع درجة حرارتها مما يؤدى إلى تلف البذور.

٦- **عمر النسيج النباتى:** معدل التنفس يكون عالياً فى الأنسجة المرستيمية الصغيرة السن عن الأنسجة البالغة أوالأكبر سناً.

أهمية التنفس لنمو النبات

١- إنتاج كمية كبيرة من الطاقة تستخدم فى العمليات الحيوية المختلفة وفى بنـــاء مركبـــات جديدة فى النبات.

٢- أثناء عملية التنفس تتكون مركبات وسطية عديدة ذات أهمية فى بناء مركبات أخرى هامة لنمو النبات.

٣- تكوين حامض البيروفيك الذى يعتبر مركباً وسطياً فى تكوين وبناء العديد من المركبـــات الهامة مثل الأحماض الأمينية.

٤-إنتاج مركب الأسيتيل كو أنزيم أ الذى يعتبر مركب وسطى فى التفاعلات البنائية لكثير من المركبات العضوية فى الخلايا مثـــل الأحمـــاض الدهنيـــة والزيـــوت والكاروتينويـــدات والهرمونات.

٥- أهمية دورة كربس تساهم فى إنتاج الطاقة فى الخلايا كما تمد النبات بالأحماض العضوية التى تعتبر مصدراً للهياكل الكربونية التى تستخدم فى بناء مركبات أخرى مثل الأحماض الأمينية والمواد الفينولية والصبغات وغيرها من المركبات الهامة لنمو النبات.

عملية التحول الغذائى فى النبات تشمل عملية التنفس (الهدم) وعملية البناء الضـــوئى ولابد أن تكون هاتين العمليتين فى حالة توازن لصالح نمو النبات طبيعياً وتجرى العمليتين فى نفس الوقت فى الأنسجة الخضراء ولكن معدل عملية البناء الضوئى يفوق كثيراً معدل التنفس فى حالة نمو النبات فى ظروف طبيعية ولو لم يتم ذلك لما كان هنـــاك فـــائض مـــن إنتـــاج السكريات وغيرها وهذا الفائض هوعبارة عن المواد التى يعتمد عليهـــا النبـــات فـــى نمـــوه وإستمرار حياته وتكاثره وهدف العمليتين الأساسى إنتاج الطاقة وتتشابه عمليتى البناء الضوئى والتنفس فى أنهما لايتمان فى خطوة واحدة بل من خلال خطوات متعددة بمساعدة إنزيمـــات متخصصة وإنتاج الطاقة للمركبات الوسطية والطاقة اللازمة للأنشطة الحيوية المختلفـــة فـــى النبات.

ومن أهم الفروق بين عمليتى البناء الضوئى والتنفس لما يأتى:

البناء الضوئى	التنفس
١- تعتمد على وجود صبغة الكلوروفيل	١- لا تعتمد على وجود الكلوروفيل
٢- تحدث فى الخلايا الخضراء فقط .	٢- تحدث فى جميع أنواع الخلايا الحية فى النبات.
٣- تعتمد على وجود الضوء (اثناء النهار).	٣- لاتعتمد على وجود الضوء وتتم باستمرار فى الضوء والظلام (ليلاً ونهاراً).
٤- يصاحبها تصاعد أ٢	٤- يصاحبها امتصاص أ٢
٥- عملية بناء وتكوين المواد الغذائية (الكربوهيدراتية).	٥- عملية هدم تعمل على أكسدة وهدم المواد الغذائية.
٦- موادها الخام هى ثانى أكسيد الكربون والماء.	٦- موادها الخام هى المواد الغذائية والأكسجين .
٧- تنتج السكريات الأحادية والماء والأكسجين.	٧- تنتج ثانى أكسيد الكربون والماء والطاقة.
٨- تعمل على تخزين الطاقة فى الروابط الكيميائية.	٨- تعمل على إنطلاق الطاقة.
٩- تؤدى إلى الزيادة فى الوزن الجاف للنبات.	٩- تؤدى إلى النقص فى الوزن الجاف.
١٠- يتحول فيها ثانى أكسيد الكربون والماء (مواد غير عضوية بسيطة) إلى سكر الفركتوز أوالجلوكوز (مواد عضوية معقدة)	١٠- يتحول فيها سكر الجلوكوز هوائياً إلى ثانى أكسيد الكربون والماء.
$6CO_2 + 12\ H_2O \xrightarrow[\text{كلورفيل}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$	$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow$ طاقة $+ 6\ CO_2 + 6H_2O$

التدريبات العملية للباب الثانى

تجربة (١) لإثبات تصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون أثناء عملية التنفس الهوائى(شكل ٢٥)

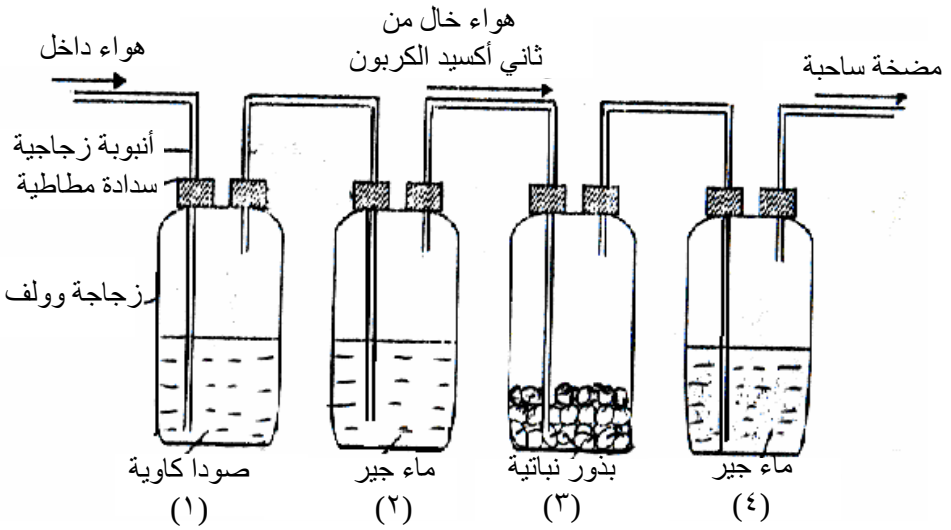
خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- أحضر اربع زجاجات (وولف) أو أربع دوارق مخروطية، ثم ضع فى الزجاجة الأولى محلول صودا كاوية مركزة لامتصاص ثانى أكسيد الكربون من الهواء الداخل وفى الثانية ضع محلول أيدروكسيد كالسيوم (ماء الجير) للتأكد من عدم مرور ثانى أكسيد الكربون لايعكر ماء الجير وضع فى الثالثة ٢٠جم بذور حية نابتة (فول أو فاصوليا) وضع فى الرابعة أيدروكسيد كالسيوم (ماء الجير). ٢- ثم وصل الزجاجات ببعضها عن طريق أنابيب توصيل زجاجية وسد فوهة كل زجاجة بسدادتين من المطاط ولاحظ طرف الأنبوبة الزجاجية الطويل يصل إلى قاع الزجاجة والطرف القصير من الأنبوبة الزجاجية لايصل إلى سطح المحلول الموجود. ٣- ثم وصل الأنبوبة القصيرة فى الزجاجة الرابعة بمضخة تفريغ أوماصة تعمل على سحب الهواء ليدخل الهواء ويمر من خلال الزجاجات الأربع كما فى الشكل. ٤- لاحظ التغير فى محلول أيدروكسيد الكالسيوم (ماء الجير) فى الزجاجة الرابعة وأكتب المشاهدة.	يشاهد تعكير أيدروكسيد الكالسيوم (ماء الجير) فى الزجاجة الرابعة وذلك بعد مروره على البذور النابتة وتكوين راسب أبيض فى الزجاجة الرابعة.	البذور الحية النابتة تتنفس هوائياً ويخرج غاز ثانى أكسيد الكربون كنتيجة لعملية تنفس مادة البذور ويتفاعل غاز ك أ ٢ المتصاعد من البذور مع محلول ايدروكسيد الكالسيوم ويتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم . ويسبب تعكير ماء الجير دليل على خروج ثانى أكسيد الكربون.

تجربة (٢) لإثبات إنبعاث الحرارة أثناء عملية التنفس : شكل (٢٦)

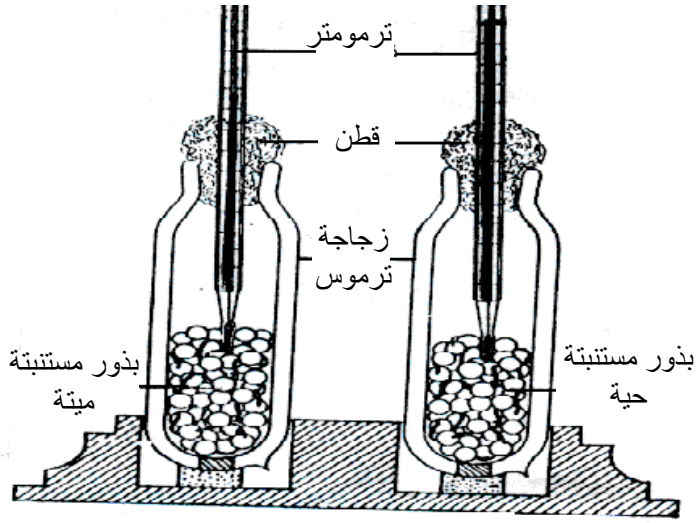
خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- أحضر زجاجتان ترموس صغير. ٢- إغسل وطهر بذور فول أو بسلة. ٣- ثم ضع فى الترموس الأول حوالى ٢٠جم بذور حية نابتة مع قليل من الماء وضع فى الترموس الثانى نفس كمية البذور ميتة بعد وضعها فى ماء مغلى ثم تعقم بواسطة الكلوركس أو كلوريد الزئبقيك لمنع تعفنها ونمو البكتريا عليها. ٤- إدخل ترمومتر خلالهما ثم سد فوهتا كل ترموس بقطعة قطن. ٥-إنتظر بعض الوقت ثم سجل مقدار التغير فى درجة حرارة كل ترمومتر وأكتب المشاهدة.	١- يلاحظ إرتفاع درجة حرارة الترمومتر فى البذور النابتة. ٢- لا يرتفع مؤشر درجة حرارة الترمومتر فى الترموس الثانى الذى به البذور الميتة.	تتنفس البذور الحية النابتة تنفساً هوائياً وتنطلق الطاقة ويخرج جزء من الطاقة على شكل حرارة تنتقل إلى الجو المحيط بالبذرة فيلاحظ إرتفاع مؤشر درجة حرارة الترمومتر بما يثبت إنبعاث حرارة أثناء التنفس. ك هيد ١٢ أ٦ + ٦ أ٢ ⟵ ٦ يد٢ أ + ٦ ك أ٢ + طاقة كبيرة

تجربة (٣) لإثبات التنفس اللاهوائى للبذور شكل (٢٧)

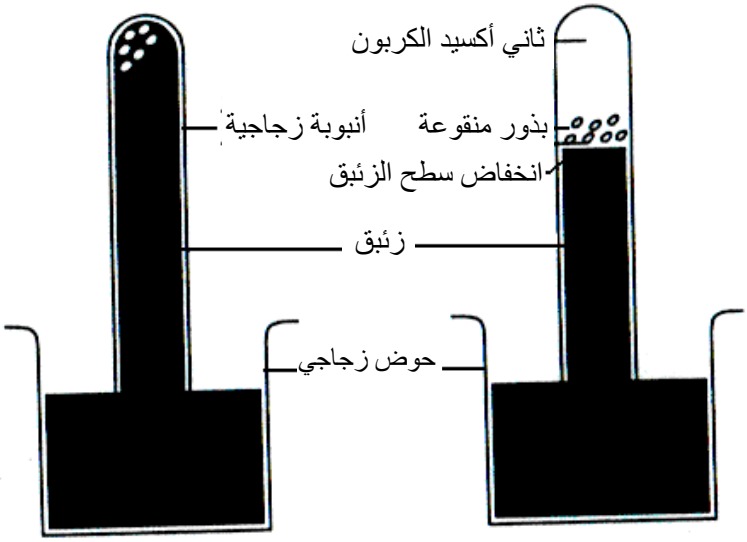
خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- أحضر أنبوبة أختبار وأملأها بالزئبق ثم نكسها فى كأس به زئبق. ٢- أدخل فى فوهة الأنبوبة بعض بذور حية نابتة للبسلة أو الفول منزوعة القصرة يلاحظ أنها تطفو فوق سطح الزئبق فى الأنبوبة لقلة كثافتها. ٣- أترك التجربة يومين ولاحظ التغير فى مستوى سطح الزئبق فى الأنبوبة وأكتب المشاهدة. ٤- أدخل قطعة من الصودا الكاوية من فوهة أنبوبة الإختبار ولاحظ ارتفاع الزئبق مرةأخرى.	يشاهد انخفاض سطح الزئبق بالأنبوبة المقلوبة ثم يرتفع بعد إضافة الصودا الكاوية.	نتيجة لعملية التنفس اللاهوائى للبذور يخرج ك أ٢ ويتجمع فوق سطح الأنبوبة ويضغط عليه فينخفض مستواه ثم بعد إضافة الصودا الكاوية تمتص غاز ك أ٢ فيرتفع سطح الزئبق وهذا دليل على حدوث التنفس اللاهوائى وتصاعد ك أ٢



شكل(٢٥): يوضح خروج ثانى أكسيد الكربون كناتج لعملية التنفس



شكل(٢٦):يوضح انبعاث الحرارة من البذور النابتة أثناء عملية التنفس



شكل(٢٧):يوضح التنفس اللاهوائى للبذور

تذكـــــــــر أن

١- **التنفس :** هو عملية حيوية تحدث فى الخلايا الحية للنبات ويتم فيها هدم أو أكسدة المواد العضوية المعقدة والغنية بالطاقة فى وجود أكسجين الهواء الجوى إلى مـــواد بســـيطة (ثانى أكسيد الكربون والماء) وإنطلاق الطاقة المخزنة بها.

٢- **التنفس نوعان هما :** أ – التنفس الهوائى. ب- التنفس اللاهوائى.

٣- **ميكانيكية التنفس تتم فى مرحلتين :** هما التحلل الجليكولى فى الســيتوبلازم والمرحلـــة الثانية هى أكسدة حامض البيروفيك أكسدة تامة وتتم فـــى دورة كـــربس ونظـــام نقـــل الإلكترون وينتج عنها غاز ك أ٢ وطاقة كبيرة.

٤- **أهمية التنفس للنبات :** إنتاج كمية كبيرة من الطاقة – إنتاج مركبات عضـــوية وســـطية هامة تدخل فى تفاعلات بناء كثير من المركبات مثل السليولوز – البكتين – الأحماض النووية – الكلوروفيلات – الفوسفوليبدات – الهرمونات ومركبات أخرى مثل الأحماض الدهنية والزيوت والهرمونات.

٥- **تساهم دورة كربس فى :** إمداد النبات بالطاقة إلى جانب الأحماض العضوية التى تعمـــل كمصدر لهياكل الكربون فى بناء الأحماض الأمينية.

٦- **يتأثر معدل التنفس بعدة عوامل منها :** درجة الحرارة – تركيز الأكسجين – الضـــوء – تركيز ثانى أكسيد الكربون ـــــ نسبة الماء فى النسيج النباتى ـــــ عمـــر النســـيج النباتى .

تقويم الباب الثانى

١- عرف التنفس ثم وضح أهميته للنبات.

٢- وضح الفرق بين عملية التنفس والبناء الضوئى فى النبات.

٣- وضح بالمعادلة هدم جزىء الجلوكوز فى عملية التنفس الهوائى.

٤-إ شرح ميكانيكية عملية التنفس موضحاً ذلك برسم تخطيطى.

٥- أذكر العوامل التى تؤثر على معدل عملية التنفس.

٦- **ضع علامة (√) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (X) أمام العبارات الغير صحيحة :**

أ- التنفس الهوائى يتم فى خلايا النباتات الخضراء ( ) .

ب- تتم دورة كربس فى حشوة الميتو كوندريا ( ).

ج- التحلل الجليكولى يتم فى وجود وعدم وجود الأكسجين ( ).

د- ينتج عن عملية التنفس تكوين مركبات عضوية معقدة ( ).

أختر الأجابة الصحيحة من بين القوسين بما يتناسب مع العبارات الآتية :

أ – فى عملية التنفس يتم إنتاج الطاقة ATP.(فى البلاستيدات الخضراء – الميتوكوندريا – الريبوسومات).

ب- مرحلة التحلل الجليكولى تتم فى (الميتوكوندريا – السيتوبلازم – النواة)

جـ- ناتج التنفس الهوائى هو (ك أ ٢ + طاقة – ك أ٢ + سكر – أ٢ + سكر)

د – من مظاهر التنفس الهوائى (خروج ك أ٢ وحرارة – زيادة الوزن – عدم خروج حرارة).

الوحدة الثالثة
النمـــــــو فى النبـــــــات

أهداف تدريس الوحدة :

١-أن يتفهم الطالب معنى النمو ومراحله والعوامل المؤثرة عليه.

٢-أن يتفهم الطالب معنى الهرمونات ودورها فى حياة النبات.

٣-أن يدرس الطالب الإحساس والحركة فى النبات.

٤-أن يدرك الطالب لأهمية ودور الهرمونات فى مزارع الأنسجة.

الباب الأول : النمـــــــــو

الباب الثاني: الهرمونات النباتية

الباب الأول

النمـــــــو Growth

من صفات الكائنات الحية النمو وهو الزيادة المستمرة والغير عكسية والمصحوبة بتغير فى التكوين من نظام بسيط إلى معقد بكل المستويات يتبعه النقصان ثم الموت . والنمو فى النبات من أكثر العمليات وضوحاً فى مظهرها وأكثرها تعقيداً فى النباتات الزهرية.

النمو: هو عبارة عن الزيادة المستمرة الغير عكسية فى حجم أو وزن أو طول النبات كله أو عضو معين به.

الظواهر التى تصاحب النمو:

يصاحب النمو واحداً أو أكثر من الظواهر الآتية:

١- زيادة عدد الخلايا.

٢- زيادة كمية البروتوبلازم (زيادة الوزن).

٣- زيادة حجم الخلايا أو العضو النباتى كله.

٤- زيادة كمية بعض مكونات الخلية مثل زيادة عدد البلاستيدات الخضراء وحجمها أو زيادة حجم الفجوة العصارية أو زيادة عدد الميتوكوندريا.

مراحل نمو الخلية النباتية:

النمو فى النبات ماهو إلا محصلة لنمو خلاياه ولكى يحدث النمو فى النبات تمر الخلايا المرستيمية بثلاث مراحل فى نموها هى:

١- المرحلة الأولى :مرحلة الإنقسام (زيادة العدد) Cell division :

فى هذه المرحلة يقتصر النمو على الزيادة فى عدد الخلايا وفى وزنها (زيادة كمية المادة البروتوبلازمية والمواد المكونة لجدار الخلية) – وأما الزيادة فى الحجم تكون ضئيلة جداً.

٢- المرحلة الثانية :مرحلة الإستطالة (النمو فى حجم الخلية) : Cell enlargement :

وفى هذه المرحلة ينمو الجدار فى السمك وتزداد أبعاد الخلية بمعدل أسرع من نمو البروتوبلازم ويبدأ ظهور الفجوات العصارية ويزداد حجمها ويصبح البروتوبلازم طبقة رقيقة ملاصقة للجدار الخلوى من الداخل وتمتص الخلية الماء ويزداد حجمها أضعاف حجم الخلية المرستيمية الأصلية ويصاحب هذه المرحلة زيادة الخلية فى الحجم والوزن.

٣- المرحلة الثالثة :مرحلة التمييز أو التكشف (التخصص) Cell differentiation :

وهذه المرحلة تلى أو تصاحب المرحلة السابقة. وهى تحول الخلايا المرستيمية إلى نوع من الخلايا على درجة عالية من التخصص لتقوم بأداء وظائف معينة وينحصر النمو فى بعض التغيرات الداخلية لمكونات الخلية فى زيادة وزنها أوهو عبارة عن تغيرات تحدث فى تكوين شكل الخلية لكى تأخذ الخلية شكلها وحجمها النهائى الذى يتلائم مع وظيفتها الفسيولوجية المخصصة لها.

وفى هذه المرحلة تصل الخلية إلى حجمها النهائى ويتوقف زيادة وزنها على المواد التى تضاف إليها. ويحدث فى الخلية تغيرات فى شكلها أثناء أو بعد تمام زيادة حجمها بحيث يتلائم هذا الشكل مع الوظيفة التى ستقوم بها كأن تكون خلية بشرة أو خلية كلورانشيمية كروية أو أسطوانية الشكل تحتوى على بلاستيدات خضراء لتقوم بعملية البناء الضوئى أو خلية لوعاء خشبى أو لأنبوب غربالى.

وخلية الوعاء الخشبى طويلة ومغلظة وغير حية وذلك لتلائم الوظيفة الخاصة بها وهى نقل الماء وهى تختلف فى الشكل عن الخلية الكلورا نشيمية على الرغم من أن نشأتهما واحدة من خلايا مرستيمية متشابهة ويحدث بعد ذلك الإنقسام والتغير فى الشكل لتنتج خلايا متخصصة .

إذاً النمو يشمل ثلاث مراحل هى الإنقسام والإستطالة والتمييز.

مناطق النمو فى النبات

يحدث النمو فى النبات نتيجة لنشاط الأنسجة المرستيمية وينحصر النمو فى النبات فى مناطق محددة يطلق عليها المناطق المرستيمية وهى مناطق النمو مثل قمم الجذور وقمم السيقان والكامبيوم .

قياس النمو :

يمكن قياس النمو فى النبات بطرق عديدة وتتوقف الطريقة المستعملة على نوع العضو النامى وطبيعة نموه ومن هذه الطرق الأتى:

١- **قياس الزيادة فى الوزن الجاف:** ويستخدم الوزن الجاف كتعبير عن النمو للنبات كله أو عضو منه بعد تجفيفه.

٢- **قياس الزيادة فى الطول :** وتستخدم لقياس طول الجذر والساق بالمسطرة أوتحديد مناطق النمو فى الجذر بإستخدام الحبر الشينى أو بقياس الطول بإستخدام الأوكسانوميتر.

٣- **قياس الزيادة فى الحجم :** وتستخدم لقياس حجم الثمار والدرنات والأبصال.

٤- **قياس الزيادة فى مساحة الأوراق.**

مراحل نمو النبات

النبات يمر بعدة مراحل مختلفة فى نموه منذ زراعته حتى نهاية فترة حياتــه وأخــذ المحصول الناتج منه وهذه المراحل هى:

مرحلة إنبات البذور وتكوين البادرة والتى تنمو وتكون جسم النبات وتصل إلى أقصى نمو خضرى وتسمى هذه المرحلة بمرحلة النمو الخضرى ثم ينتقل النبات إلى مرحلة التزهير ثم مرحلة تكوين الثمار والبذور حيث تسمى بمرحلة النمو الزهرى والثمرى وبتكوين البــذور تنتهى دورة حياة النبات الراقى وهذه المراحل تكون دورة حياة النبات الزهــرى الحــولى أى النباتات التى يتم زراعتها وحصادها فى موسم واحد.

ولكل نبات دورة حياة تختلف بإختلاف أنواع النباتات وتركيبها :

أ – دورة حياة النبات الحولى الزهرى:

١- مرحلة تكوين البذور على النبات الأم. ٢- مرحلة إنبات البذور.

٣- مرحلة النمو الخضرى. ٤- مرحلة التزهير والأثمار.

ب – دورة حياة النباتات المستديمة كالأشجار هى:

١- نشوء وتكوين براعم جديدة (إما أن تكون براعم خضرية أو براعم زهرية).

٢- النمو الخضرى: وفيه تنمو البراعم الخضرية لتكوين فروع خضرية وأوراق جديدة.

٣- النمو الزهرى والثمرى: وفيه تنمو البراعم الزهرية لتكوين فروع زهرية أو أزهار ثــم ثمار.

وعلى ذلك فإن حياة النبات تمر بمراحل محددة كل منها له مميزاته الخاصة وتــتحكم فى معدلات العمليات الحيوية ونمو النبات وإنتقاله من مرحلة إلى أخرى هرمونات النمو.

وسنوضح بإختصار مراحل نمو النبات الحولى والعوامل المؤثرة عليها.

أولاً: مرحلة إنبات البذور Seed germination :

الإنبات: هو معاودة الجنين الساكن الموجود بالبذرة للنمو النشط (النشــاط الأيضــى) المصحوب بتمزق القصرة وظهور البادرة الصغيرة فوق سطح الأرض.

وعندما تتوافر العوامل البيئية المناسبة للإنبات يبدأ الجنين فى الإنبات

ومن أهم هذه العوامل وجود الماء ودرجة الحرارة المناسبة والأكسجين فــإن جنــين البذرة ينشط حيوياً ويبدأ فى الإنبات بشرط حيوية البذرة ويمتص المــاء ويســتخدم الغــذاء المخزن ثم يحدث التكشف التدريجى ويخرج الجذير وتنمو البادرة وتكون النبــات الصــغير Seedling.

مراحل الإنبات:

١- مرحلة تشرب البذور للماء وتكوين وتنشيط الإنزيمات.

٢- مرحلة تحلل الغذاء المخزن وتكوين مركبات بسيطة وجديدة وإنتقالها للجنين.

٣- مرحلة تكشف الجذير ونمو البادرة.

وفى البعض الأخر من البذور قد لا تنبت بعض البذور بالرغم من توافر العوامل الخارجية المناسبة للإنبات فيطلق عليها أنها فى حالة كمون ويرجع هذا الكمون إلى عدة أسباب منها:

أ – الكمون الأولى ويشمل:

١- صلابة أغلفة البذرة وعدم قدرة الجنين على تمزيقها للظهور فوق سطح التربة.

٢- عدم قدرة الماء والأكسجين على النفاذ من خلال أغلفة البذور.

٣- عدم إكتمال نمو الجنين (عدم إكتمال تكوين أجزاء الجنين المختلفة).

٤- مثبطات الإنبات وتوجد مواد مثبطة للإنبات فى الجنين أو القصرة (يسمى بالكمون الكيميائى)

ب- الكمون الثانوى: يحدث عندما تتغير أحد العوامل البيئية الأساسية للإنبات ويصبح غير ملائم للإنبات أو يرجع إلى تعرض البذور إلى عوامل سيئة أثناء تخزينها قبل موعد الزراعة المناسب لكل نبات مثل سوء التهوية بالمخازن وسوء درجة الحرارة فى المخازن والتعرض للمواد السامة.

طرق كسر كمون البذور: تستخدم معاملات مختلفة تجرى على البذور قبل الزراعة من أهمها:

١- الخدش الميكانيكى. ٢- الأحماض المعدنية.

٣- الكمر البارد أو الدافىء بتعريض البذور لدرجات حرارة متعاقبة.

٤- المعاملة بالهرمونات. ٥- غسيل البذور.

التغيرات التى تحدث أثناء إنبات البذور:

أ – تغيرات طبيعية: وتتم بحدوث تغيرات فى الشكل الخارجى للبذور نتيجة تشربها بكميات كبيرة من الماء وينتج عن التشرب إنتفاخ وزيادة حجمها ودرجة حرارتها مما يؤدى إلى تمزق القصرة وتكشف أجزاء الجنين.

ب- تغيرات فسيولوجية: يبدأ نشاط الإنزيمات الموجودة بأنسجة الجنين والمسئولة عن تحويل وتحليل المواد الغذائية المخزنة فى البذرة على صورة مواد معقدة التركيب إلى مواد بسيطة التركيب يمكنها الإنتقال إلى الجنين ويسهل إستخدام الجنين لها فى عملياته الحيوية المختلفة مثال ذلك.

١- فى حالة الحبوب النشوية (القمح – الذرة – الأرز) يتحول

النشا بفعل ←(إنزيم الأميليز)— سكر الجلوكوز.

٢- فى حالة البذور الدهنية (الكتان – القطن – السمسم) يتحول

المواد الدهنية ←(إنزيم الليبيز)— أحماض دهنية + جلسرين ثم إلى سكريات بعد ذلك.

٣ – فى حالة البذور البروتينية (الفول – الفاصوليا – الترمس) تتحول

مواد بروتينية معقدة (البروتينات) ←(إنزيم البروتينيز)— أحماض أمينية.

التنفس: تزداد سرعة التنفس نتيجة لتشرب البذور للماء والإنبات وأن مواد التنفس السابقة الذكر(الكربوهيدرات والدهون والبروتين) تتحول إلى سكريات أثناء الإنبات ويصاحب عملية التنفس إنطلاق الطاقة اللازمة لإتمام جميع العمليات الحيوية التى تتم أثناء الإنبات.

وبذلك يستطيع الجنين أن يستفيد من هذه المواد البسيطة أثناء عملية إنقسام الخلايا وتكوين الأنسجة والأعضاء النباتية الجديدة.

العوامل المؤثرة على إنبات البذور:

١- **الماء:** من العوامل البيئية الأساسية وهو ضرورى لتنشيط الإنزيمات المسئولة عن تحويل المواد المخزنة المعقدة إلى مواد بسيطة يسهل إمتصاصها ويستفيد منها الجنين وهى وسط إنتشار وإنتقال المواد الغذائية.

٢- **درجة الحرارة:** من أهم العوامل البيئية التى تؤثر على نشاط وفعل الإنزيمات المسئولة عن العمليات الحيوية المختلفة التى تتم داخل النبات ويكون معدل الإنبات لبذور النبات مرتفع إذا زرع فى الموعد المناسب لإحتياجاته الحرارية، ولكل نوع من البذور درجة حرارة مثلى خاصة به ونظراً لإختلاف المدى الحرارى المؤثر على النباتات المختلفة فتقسم النباتات إلى مجاميع مختلفة حسب موعد زراعتها فمنها ما يزرع شتاءاً ومنها ما يزرع صيفاً.

٣- **الأكسجين:** عامل هام لعملية التنفس الهوائى وانتاج الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية وتحتاج أغلب البذور إلى الأكسجين فإذا إنعدم لاتنبت لذا يجب زراعة البذور فى أراضى جيدة التهوية مع حرث وخدمة الأرض جيداً لتحسين تهويتها.

ثانياً: مرحلة النمو الخضرى Vegetative growth :

تبدأ مرحلة النمو الخضرى بانتهاء مرحلة الإنبات بظهور وتكوين البادرات التى تنمو خضرياً وتزداد فى النمو ثم تنتقل النباتات إلى المرحلة التالية للإنبات وهى مرحلة النمو الخضرى التى تتكون فيها الأعضاء الخضرية المختلفة للنبات التى تتضمن نمو الجذور والسيقان والأوراق والبراعم التى تكون جسم النبات الكامل. وتختلف الأنواع النباتية المختلفة فى طولها وعدد وأشكال أوراقها. وحجم وشكل مجموعها الجذرى وذلك لإختلافها فى تركيبها الوراثى وتأثير العوامل البيئية المحيطة بها من ماء وضوء وحرارة وأكسجين.

ولاستمرار عملية النمو الخضرى فى النبات يتطلب أن تكون معدل عملية بناء المركبات العضوية أعلى من معدل عملية الهدم وهى دائماً فى صالح النمو. والنمو الخضرى لأعضاء النبات أكثر الظواهر التى ترى بالعين المجردة فزيادة حجم أعضاء النبات وظهور أعضاء جديدة باستمرار خلال دورة حياته من أهم الظواهر التى يشاهدها الإنسان.

ويتحكم فى نمو النبات عوامل داخلية هى عوامل غذائية وعوامل وراثية وعوامل هرمونية.

كما تؤثر العوامل البيئية بشدة على النمو فى النبات من هذه العوامل الحرارة – الضوء والماء وتركيز الأملاح والأوكسجين.

أهم العوامل البيئية التى تؤثر على النمو

١ – درجة الحرارة:

تؤثر الحرارة تأثيراً مباشراً على كل من شكل ومعدل نمو النباتات وذلك من خلال تأثيرها على معدل العمليات الفسيولوجية التى تحدث داخل النبات ومن المعروف أن نمو النباتات يتوقف فى درجات الحرارة الخارجة على المدى الحرارى.

حيث يقل النمو فى درجات الحرارة المنخفضة والعالية جداً وتزداد فى درجة الحرارة المثلى.

ويحدث النمو فى النباتات الراقية فى المدى الحرارى ما بين صفر – ٣٥ °م. وهناك مدى حرارى معين للنمو ويتميز بثلاث درجات حرارية وهى الدرجة الصغرى Minimum والتى يكون عندها معدل النمو أقل ما يمكن والدرجة المثلى Optimum التى يكون عندها معدل النمو أعلى ما يمكن مع ثباته بمرور الزمن ، والدرجة القصوى Maximum التى يكون عندها معدل النمو أعلى ما يمكن ولكن ينخفض بمرور الوقت.

وتختلف هذه الدرجات باختلاف النباتات كما أنها تختلف للنبات الواحد تبعاً لمرحلة نموه التى يمر بها وحالته الفسيولوجية ومدة تعرضه لها. كما تختلف باختلاف الأنواع المختلفة

فمثلاً لا تنمو معظم نباتات المنطقة المعتدلة على درجة حرارة أقل من ٥°م والدرجة المثلى لنموها هى من ٢٥- ٣٠°م. وإذا تعرضت النباتات لدرجات حرارة منخفضة وموجات الصقيع أو إرتفاع عالى فى درجة الحرارة يؤدى إلى خلل فى العمليات الفسيولوجية وكذا على عمليات التحول الغذائى وقد تسبب موت وإحتراق الأنسجة أو موت النبات كله إذا إستمر التعرض لفترة طويلة لهذا الإنخفاض أو الإرتفاع فى درجة الحرارة .

٢- الضـــــــــــــوء:

الضوء شرط أساسى لنمو جميع النباتات الخضراء وترجع أهميته للنمو الخضرى إلى دوره الأساسى فى عملية البناء الضوئى والمسئولة عن تكوين المواد الكربوهيدراتية اللازمة لنمو النبات كما يؤثر على العمليات الفسيولوجية المختلفة الأخرى التى تحدث داخل النبات.

ويختلف تأثير الضوء على النمو الخضرى تبعاً لاختلاف:

أ – شدة الإضاءة ب – طول فترة الإضاءة اليومية أوالتأقت الضوئى

(الطول النسبى بين النهار والليل) وهى أكثر تأثيراً على مرحلة التزهير والإثمار وسوف نوضحها بالتفصيل فيما بعد.

أ- **شدة الضوء:** يختلف النمو الخضرى للنباتات فى وجود الضوء عنه فى غياب الضوء. لإيضاح تأثير وجود أو غياب الضوء على النمو الخضرى يجب أن ننمى نباتات فى الظلام وأخرى فى الضوء فى وقت واحد حيث نلاحظ ذلك على بادرات النباتات ذات الفلقتين مثل الفول أو البسلة التى نمت فى الظلام فقد ظهر عليها أعراض موروفولوجية ظاهرة متميزة ومختلفة عن النباتات النامية فى الضوء تسمى ظاهرة الشحوب الظلامى Etiolation وفيها تكون النباتات صفراء اللون باهته لعدم تكوين الكلوروفيل وتكون السيقان طويلة ورفيعة وعصارية ورخوة قليلة الأنسجة الدعامية وتحمل أوراق غير تامة التكوين ولا يحدث انفراج لنصل الأوراق وتظهر على شكل أثرى وتحتوى النباتات على أنسجة غير متكشفة وجذور ضعيفة النمو وبذلك يحدث تغيير فى المظهر المورفولوجى والتشريحى والفسيولوجى للنباتات. بينما البادرات التى نمت فى الضوء الكامل كانت سيقانها طبيعية التركيب غير عصارية وأقصر طولاً من النامية فى الظلام وتحمل عدداً أكثر من الأوراق الخضراء تامة التكوين وأكثر إنتاجية للمواد الغذائية وأكثر قوة وصلابة وذات جذور كبيرة.

لذا ينصح بزراعة النباتات بكثافات مناسبة حتى يصل الضوء للأجزاء القاعدية من النباتات النجيلية مما يزيد من صلابة وقوة الساق ونموها حتى لاترقد على سطح التربة . **(شكل ٢٩)**

ب- **طول فترة الإضاءة اليومية:** تؤثر على التقزم والتفريع وتكوين الدرنات والجذور الدرنية والأبصال. وقد لوحظ أن تقصير فترة التأقت الضوئى تشجع على تقزم الساق وتكوين

الجذور الدرنية فى الفجل والبنجر وتكوين درنات البطاطس بينما لوحظ فـــى البصـــل أن فترة التأقت الضوئى الطويلة تشجع على تكوين الأبصال.

سكون البراعم : تقصير فترة التأقت الضوئى تؤثرعلى نمو البرعم الطرفى مما يؤدى إلـــى سكون مبكر للبراعم فى بعض النباتات الخشبية بينما إطالة فترة التأقت الضوئى تشـــجع على النمو فى بعض النباتات الأخرى.

٣- **المـــــــــاء:** يعتبر الماء من العوامل المؤثرة على النمو وذلك لدخوله كعامل أساسى فى عملية البناء الضوئى وتأثيره على نشاط الإنزيمات وهو وسط الإنتشار وإنتقـــال المـــواد الغذائية وإعادة توزيعها من الأوراق إلى باقى أجزاء النبات المختلفة. وقد وجد أن أكثر ما يناسب النمو المستمر لمعظم النباتات هو توافر الماء فى التربة بنسبة تقترب من التشـــبع وضرورى أن يكون الإتزان المائى فى صالح النبات لكى يستمر فى النمو الجيد وذلك لأن نقص المحتوى المائى يعوق كل من مرحلتى إنقسام وإستطالة الخلايا حيث أن الخطـــوة الأولى من ميكانيكية النمو هى زيادة الخلايا النباتية فى الإستطالة نتيجة لزيـــادة ضـــغط الإمتلاء على جدرانها من الداخل مما يؤدى إلى استطالتها لذا فإن نقص الماء يؤدى إلـــى تقليل سرعة نمو الخلايا وقد تتوقف جميع مراحل النمو تماماً عندما يصل المحتوى المائى للتربة إلى نسبة الذبول الدائم وإذا زاد المحتوى المائى للتربة عن نسبة التشبع يؤدى إلى تأخر نمو النباتات نتيجة لنقص التهوية وقلة الأكسجين.

٤- **تركيز محلول التربة:** كلما زاد تركيز الأملاح فى التربة (ملوحة التربة) كلما اثـــر ذلـــك سلبياً على معدل نمو النباتات

ويوجد عوامل أخرى تؤثر على النمو مثل تهوية التربة والأكسجين.

ثالثا- مرحلة التزهير والإثمار فى النبات Reproductive growth

مرحلة التزهير وتكوين الثمار تعنى تحول النبات من مرحلة النمو الخضرى إلى بداية مرحلة تكوين الإزهار ويمكن إعتبار هذه المرحلة مرحلة مستقلة عن مراحل نمو النبات الآخرى ففى بعض أنواع النباتات يمكن تحديد هذه الفترة. حيث يبدأ النبات فوراً فى التزهير وتكوين الثمار عقب إنتهاء مرحلة النمو الخضرى وبعد ذلك تنتهى دورة حياة النبات ويموت ويحدث ذلك فى كثير من النباتات الحولية مثل عباد الشمس والقمح وأيضاً نباتات الزينة . وهذه المرحلة من أهم مراحل نمو النبات الحساسة حيث يؤثر فيها عوامل كثيرة داخلية وبيئية متداخلة.

أهم العوامل البيئية التى تؤثر على التزهير فى النبات:

ويتحكم فى الإزهار عوامل بيئية عديدة وأهمها الضوء ودرجة الحرارة.

أولاً: الضـــــــــوء:

١- **شدة الضوء:** لوحظ أنه إذا نمت النباتات فى ظروف إضاءة غير كافية فإن النباتات تتأخر فى التزهير أو لا تزهر تماماً ويرجع ذلك لأهمية الضوء لعملية البناء الضوئى وتكوين المواد الكربوهيدراتية.

٢- **التأقت الضوئى Phototropism** : التأقت الضوئى :هو عبارة عن إستجابة النباتات إلى الطول النسبي لفترات الإضاءة والإظلام المتعاقبة.

هذا ويلعب الضوء دوراً هاماً فى حياة النبات بالإضافة إلى تأثيره على البناء الضوئى والإنتحاء الضوئى فإن بعض العمليات الحيوية الهامة الأخرى تتأثر بطول الفترة الضوئية التى يتعرض لها النبات يومياً (أى الطول النسبى للنهار و الليل) والذى يعرف بالتأقت الضوئى وهو يلعب دور هام فى تحديد موعد الإزهار فى النباتات.

ويمثل الإزهار تحول كبير فى حياة النبات فهو دليل على تحول النبات من مرحلة النمو الخضرى إلى مرحلة التكاثر. وتتميز النباتات بمقدرتها على الإزهار فى موعد محدد من العام مما لفت أنظار العلماء إلى أهمية تأثر الإزهار بطول الفترة الضوئية المعرض لها النبات يومياً

وقد لاحظ العلماء تأثير التأقت الضوئى على التزهير فى العديد من الأصناف النباتية والعامل الأساسى المسئول عن التزهير فى النباتات هو صبغة لها القدرة على إمتصاص الضوء تسمى صبغة التزهير كما أن التأقت الضوئى له علاقة بتكوين ما يسمى بهرمونات التزهير وأهمها صبغة بروتينية تعرف بصبغة التزهير أوصبغة الفيتوكروم Phytochromeوهى الصبغة المسئولة عن إستجابة النبات للتأقت الضوئى الذى يتحكم فى

التزهير وتتكون هذه الصبغة فى الأوراق ثم تنتقل إلى مكان تأثيرها ووجد لهذه الصبغة صورتين فى النبات هما صورة منشطة للتزهير والأخرى صورة مثبطة للتزهير ومشجعة للنمو الخضرى.

وتتحول الصورتان فيما بينهما وأوضحت الأبحاث أن النبات لا ينتقل من مرحلة النمو الخضرى إلى مرحلة النمو الزهرى إلا إذا حصل على تأثير ضوئى معين وفى فترة زمنية معينة تسمى فترة الدفع الضوئى وبعدها يستطيع النبات التحول إلى مرحلة التزهير وإلا إستمر فى النمو الخضرى.

وقد قسمت النباتات من حيث إستجابتها لطول فترة الإضاءة اليومية (التأقت الضوئى) إلى ثلاث مجموعات هى:

١- **نباتات النهار القصير Short- day plants :** وهى نباتات تزهر عندما تتعرض لفترة إضاءة يومية أقل من فترة حرجة معينة. والعامل المحدد هو طول فترة الظلام وليس طول فترة الإضاءة ويطلق عليها نباتات الليل الطويل. وإذا تعرضت لنهار طويل أكثر من الحد الحرج تستمر فى النمو الخضرى مثال ذلك الفول والأرز وفول الصويا والدخان والأراولا والداليا.

٢- **نباتات النهار الطويل Long- day plants :** وهى نباتات تزهر عندما تتعرض لفترة إضاءة يومية تزيد عن فترة حرجة معينة تحتاج لفترة إضاءة طويلة. وتسمى نباتات الليل القصير من أمثلتها: الخس والسبانخ والبنجر والفجل والبرسيم وبعض أنواع الحبوب.

٣- **النباتات المحايدة ضوئياً: Day- neutral plants** : وهى نباتات لا يتأثر إزهارها بطول فترة الإضاءة اليومية أى تزهر تحت كل الظروف وهى تزهر بعد فترة نمو خضرى بصرف النظر عن طول النهارالذى تتعرض له من أمثلتها عباد الشمس – الطماطم – الخيار.

ويلاحظ أن نباتات النهار القصير أو الطويل إذا لم تتعرض لفترة إضاءة مناسبة فإنها لاتزهر وتستمر فى النمو الخضرى. وترجع أهمية الفترة الضوئية وفترة الظلام إلى أن فترة الإضاءة تحدد عدد البراعم الزهرية المتكونة وبينما طول فترة الظلام تحدد بدء نشأة البراعم الزهرية.

كما أن وجود الفيتوكروم فى النبات على هاتين الصورتين دليلاً للنباتات على طول الفترة الضوئية وطول فترة الظلام وفى هذا تجسيد لألية قياس الزمن فى النبات وإدراكه بحلول النهار أو إنقضائه وحلول الليل، وكذلك إدراكه للفصول على مدار العام.

ثانياً: نسبة المواد الكربوهيدراتية إلى العناصر الغذائية فى النبات

تلعب العناصر الغذائية دوراً كبيراً فى دفع بعض النباتات إلى التزهير وأهم العناصر الغذائية هو النيتروجين والنسبة بين المواد الكربوهيدراتية والمواد النيتروجينية يطلق عليها مصطلح C/N ratio ويرمز حرف C إلى المواد الكربوهدراتية والحرف N إلى المحتوى النيتروجينى ومن المعروف أن زيادة التسميد النيتروجينى عن الحد اللازم يشجع النباتات على الإستمرار فى النمو الخضرى على حساب التزهير وأما زيادة كمية المواد الكربوهيدراتية عن النيتروجين والعناصر الغذائية الآخرى تساعد على تحول النبات من النمو الخضرى إلى التزهير ثم الإثمار إذاً من الضرورى أن يكون هناك توازن بين نسبة العناصر الغذائية وهما التسميد النيتروجينى والمواد الكربوهيدراتية ويمكن أن يتم ذلك عن طرق التسميد المناسب وإجراء العمليات الزراعية المختلفة التى تؤدى إلى نمو النبات نمواًخضرياً جيداً ثم يتجه إلى الإزهار والإثمار ويعطى محصولاً جيداً.وتتحكم الـ C/N ratioفى موعد التزهير أو عدم التزهير فى النبات.

ثالثاً: المـــــــــاء :

يلعب الماء دور هام فى تحديد موعد التزهير فى النباتات فقد وجد أن الجو الجاف يلائم التزهير والإثمار بينما ارتفاع درجة الرطوبة فى الجو يؤخر عملية التزهير أو يعيقها تماماً.

رابعاً: درجة الحرارة:

تؤثر درجة الحرارة على إنشائية التراكيب التكاثرية فى العديد من النباتات. وتأثير درجة الحرارة على تزهير النباتات الحولية يكون ثانوياً بالنسبة لتأثير الضوء ويكون تأثير الحرارة على العمليات الأيضية أكثر من تنشيط الإزهار فى هذه النباتات وعلى العكس من ذلك ففى النباتات ذات الحولين تظهر إستجابة مخالفة تماماً لنباتات ذات الحول الواحد. حيث تحتاج نباتات ذات الحولين إلى التعرض لدرجة حرارة منخفضة (الباردة) أو التعرض لفترة برودة طويلة يعقبها فترة ضوئية مناسبة لكى تزهر وبدون التعرض لدرجة الحرارة الباردة فإن معظم هذه النباتات تظل فى حالة خضرية مطلقة ولا تزهر. وإذا عرضت للمعاملة بالبرودة فإنها تزهر فى نفس موسم النمو الأول بدلاً من الإزهار فى الموسم الثانى. هذا ويسمى دفع النباتات للتزهير المبكر بعملية الإرتباع.

الإرتباع (التهيؤ للربيع) Vernalization :

يطلق على إستجابة النبات للمعاملة بالحرارة بالإرتباع

الإرتباع: هو تقصير (إختصار) مرحلة النمو الخضرى و دفع النباتات للتزهير والإثمار المبكر.

هذا و يتم ذلك بمعاملة بذور النباتات معاملة حرارية خاصة. وتتم هذه الطريقة بتعريض البذور قبل زراعتها لدرجات حرارة منخفضة أو مرتفعة حسب نوع النبات إذا كان شتوى أو صيفى مع نسبة رطوبة لاتزيد عن ٣٠- ٥٠% وبذلك تعمل على إسراع بعض العمليات الحيوية الفسيولوجية معينة داخل البذور قبل زراعتها مما يؤدى إلى الإنتقال إلى مرحلة الإزهار فى فترة قصيرة نسبياً وبالتالى عندما تزرع البذور المعاملة تكون فترة النمو الخضرى قصيرة ثم ينتقل النبات إلى مرحلة التزهير والإثمار وبذلك تقلل من فترة بقائه فى الأرض حتى موعد حصاده.

ولكى يتم النبات دورة حياته كاملاً لابد أن يمر فى طورين مختلفين متتاليين يسمى الأول الطور الحرارى ويسمى الثانى بالطور الضوئى ولا ينتقل النبات من الطور الحرارى إلى الطور الضوئى إلا بعد أن يستكمل الطور الحرارى إستكمالاً تاماً.

وعملية الإرتباع فى القمح والشعير تحتاج إلى درجات حرارة منخفضة بينما الذرة يحتاج إلى درجة حرارة مرتفعة تتراوح بين ٢٠ ـــ ٣٠ °م.

ومن التطبيقات العملية لعملية الإرتباع مايلى:

١- يمكن زراعة صنفٍ ما فى ميعاد غير ميعاده العادى ويستغل ذلك جيداً فى نباتات الزينة.

٢- يمكن معاملة بذور المحاصيل لإستخدامها فى علمية الترقيع.

٣- يمكن إختصار فترة النمو الخضرى وإنتقال النبات بسرعة إلى طور الإزهار والإثمار وتستخدم فى زراعة الحبوب فى مناطق تعتمد فى زراعتها على مياه الأمطار فقط.

٤- يمكن عن طريق معاملة النباتات ذات الحولين مثل الكرنب ــ والبنجر والفجل بدرجة الحرارة المنخفضة الحصول على نباتات تزهر فى العام الأول.

وبعد التزهير يحدث التلقيح والإخصاب وتكوين الجنين ثم البذور داخل الثمار حيث تنتقل المواد الغذائية بسيطة التكوين من أوراق النبات إلى داخل البذور ثم تتحول المواد الغذائية البسيطة إلى مواد معقدة التركيب. فمثلاً تتحول السكريات إلى نشا والأحماض الأمينية إلى بروتينات والأحماض الدهنية والجلسرول إلى دهون تخزن فى البذور لكى يستخدمها الجنين فى نموه خلال فترة الإنبات مرة ثانية بعد تحليلها إلى مواد بسيطة لتكوين النبات الجديد وهكذا تتم دورة حياة النبات الحولى.

التدريبات العملية للباب الأول

أولاً: تجارب مرحلة الإنبات

تجربة (١) الكشف عن النشا فى البذور والأنسجة النباتية

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- ضع فى طبق زجاجى بعض قطاعات من بذور القمح أو درنات البطاطس. ٢- ثم أضف إليها محلول مخفف من اليود. ٣- لاحظ لون القطاعات ثم أكتب المشاهدة.	تلون النسيج المحتوى على النشا باللون الأزرق.	تحتوى الأنسجة على النشا المخزن بها والذى يعطى اللون الأزرق مع محلول اليود.

تجربة (٢) لإثبات أهمية الماء للإنبات

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- إزرع بذور الفول أو حبوب القمح أو أى بذور أخرى فى أصيصين مملؤين بالرمل ٢- ثم أروى الأصيص الأول بالماء وأترك الأصيص الثانى بدون رى. ٣- أترك الأصص لمدة أسبوع ٤- ثم لاحظ فى أى منها حدث الإنبات وظهرت البادرات وأكتب المشاهدة ملحوظة: يمكن إستخدام طبق به قطعة قطن بدلاً من الأصص.	١- حدوث الإنبات وظهور البادرات فى الأصيص الأول الذى أعطى ماء، وأما الاصيص الثانى لم يحدث إنباتاً للبذور.	الماء هام وأساسى لحدوث عمليتى الإنبات وضرورى للعمليات الحيوية للجنين داخل البذرة والتغيرات الخارجية وبدون الماء تظل البذور بدون أن يحدث لها أى تغيرات خارجية أو داخلية.

تجربة (٣) لإثبات أهمية الحرارة للإنبات

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- ضع بذور الفول فى عدة أطباق بكل طبق ١٠ بذور ثم أضف إليها الماء. ٢- قسم الأطباق إلى ثلاثة مجموعات ثم ضع أطباق المجموعة الأولى فى صندوق الثلاجة على درجة صفر° م مئوى وضع أطباق المجموعة الثانية على الرف الأخير من الثلاجة على درجة حرارة ٨°م. ثم ضع أطباق المجموعة الثالثة فى المعمل على درجة حرارة ٢٠- ٣٠°م فى الصيف. ٣- أترك التجربة حوالى ١٠ أيام ثم إحسب النسبة المئوية للإنبات وتعرف على أنسب درجة حرارة للإنبات وأكتب المشاهدة.	١- يشاهد عدم حدوث الإنبات ونسبته صفر فى البذور الموجودة فى أطباق المجموعة الأولى. ٢- يشاهد إنبات قليل من البذور الموجودة فى أطباق المجموعة الثانية. ٣- يشاهد وجود إنبات بنسبة عالية جداً للبذور الموجودة فى أطباق المجموعة الثالثة.	لكل نوع من البذور درجة حرارة مثلى للإنبات ١- درجة الحرارة صفر أدت إلى وقف نشاط الأنزيمات والبروتوبلازم. ٢- الحرارة المنخفضة قللت النشاط الحيوى للبروتوبلازم والإنزيمات وبالتالى إنخفضت نسبة الإنبات. ٣- الحرارة المثلى أدت إلى زيادة سرعة و نسبة إنبات البذور ولذلك تعتبر الحرارة من أهم العوامل البيئية التى تنظم عملية الإنبات ولكل نوع من البذور درجة حرارة مثلى خاصة بها.

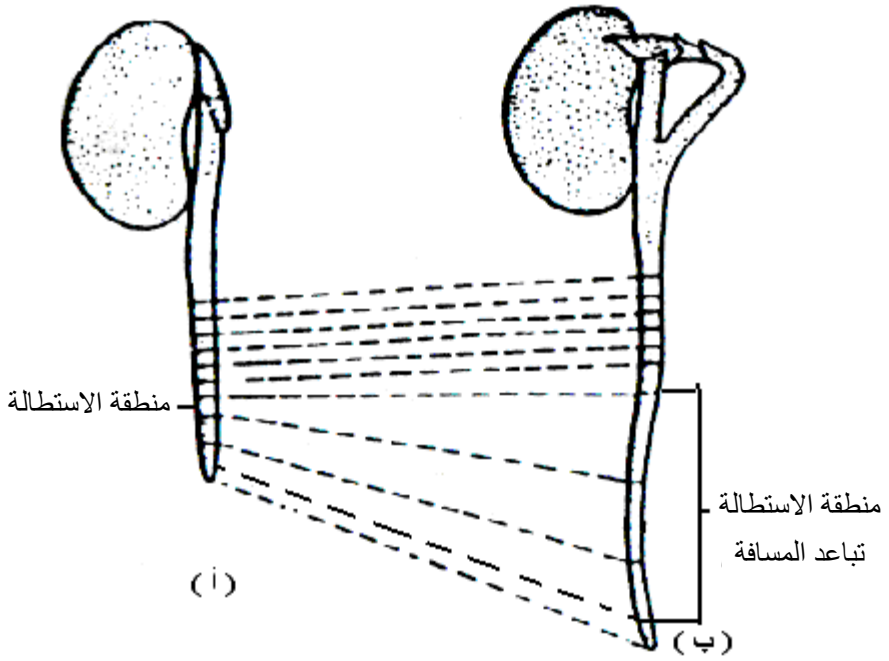
ثانيا : تجارب النمو الخضرى :

تجربة (٤)للتعرف على مناطق النمو فى الجذر : (شكل ٢٨)

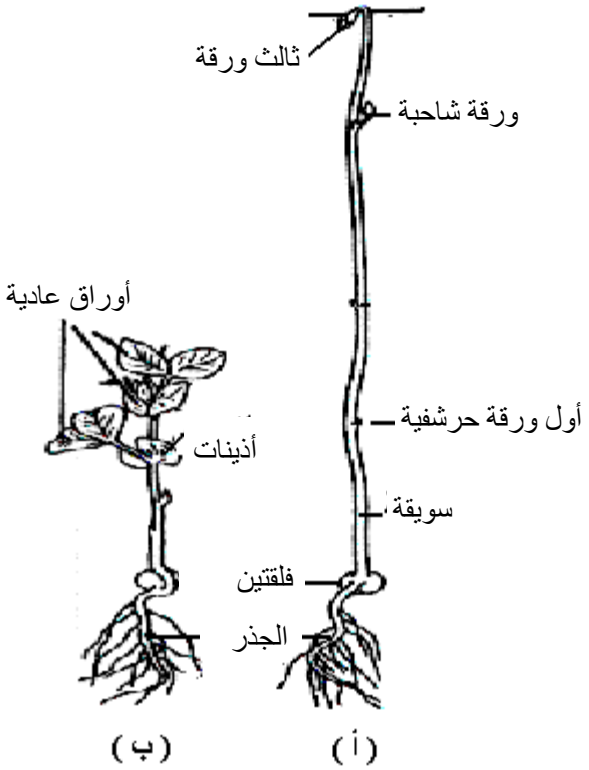
خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- إستنبت بذور الفول حتى يصل طول الجذيرإلى ٣ سم ٢- ثم قسم الجزء الطرفى من الجذيرإلى عدة مسافات متساوية بإستخدام خيط مبلل بالحبر الشينى بين كل مسافة والآخرىواحد ملليمتر ٣- ثم ارسم البادرة وأتركها تنمو على ورقة ترشيح لمدة ثلاثة أيام ٤- ثم ارسمها ثانياً ولاحظ أى المناطق تباعدت علامتها عن بعضها استنتج منها منطقة النمو واكتب المشاهدة	يشاهد تباعد خطوط الحبر الشينى عن بعضها أعلى قمة الجذير	نتيجة إستطالة الخلايا فى منطقة الإستطالة تباعدت الخطوط عن بعضها

تجربة (٥) لإثبات أهمية الضوء للنمو (الشحوب الظلامى): شكل (٢٩)

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- نبت بذور بسلة أوفاصوليا أو فول فى أصيصين. ٢- ثم بعد الإنبات ضع الأصيص الأول فى صندوق مظلم أو مكان مظلم تماماً لحرمان النبات من الضوء كلياً. ٣- ضع الأصيص الثانى فى ظروف الضوء العادية فى الصوبة أوغرفة المعمل. ٤- يتم رى النباتات بإنتظام فى الأصيصين لمدة أسبوع. ٥- لاحظ نمو البادرات وشكلها ولون الأوراق وقارن بين معدل النمو فى كل من النباتين. واكتب المشاهدة.	١- يشاهد نمو البادرات ضعيفة ومتهدلة والساق طويلة السلاميات ولونها أصفر شاحب والأوراق أثرية فى الأصيص الأول. ٢- يشاهد نمو البادرات طبيعياً وسيقانها قوية وقصيرة وتكون الأوراق لونها أخضر فى الاصيص الثانى.	يعتبر الضوء من أهم العوامل الهامة للنمو الطبيعى للنبات وكذلك أهميته فى تكوين الكلوروفيل الأساسى فى عملية البناء الضوئى فى حالة غياب الضوء يعجز النبات عن تكوين الكلوروفيل وتزداد إستطالة الخلايا وسلاميات النبات وتكون النباتات طويلة وضعيفة لعدم تكشف الأنسجة الدعامية لها وتكون القمة خطافية يرجع إلى تأثير هرمون الإثيلين.



شكل(٢٨):يبين توزيع النمو في جذير الفول



شكل(٢٩): يوضح أهمية الضوء للنمو(الشحوب الظلامى) فى بادرة البسلة
(أ)بادرة شاحبة نامية فى الظلام (ب) بادرة عادية نامية فى الضوء

تذكـــــــــر أن

١- **النمو :** هو الزيادة المستمرة الغير عكسية فى الحجم أو الوزن أو طول النبات كله أو عضو معين منه.

٢- **من الظواهر التى تصاحب النمو:** زيادة عدد الخلايا، زيادة الوزن، زيادة حجم الأعضاء النباتية، زيادة كمية بعض مكونات الخلية.

٣- **تمر الخلية النباتية المرستيمية بثلاث مراحل فى نموها هى:** الإنقسام ــ الإستطالة – التخصص.

٤- **دورة حياة النبات الزهرى الحولى تتضمن عدة مراحل هى:** تكوين البذور على النبات الأم، إنبات البذور، النمو الخضرى ، التزهير والإثمار.

٥- فى دورة حياة النباتات المستديمة كالأشجار يمر النبات سنوياً بمرحلة تكوين البراعم ثم النمو الخضرى يليه النمو الزهرى.

٦- **الإنبات:** هو إستئناف الأجنة الحية لنشاطها عند توفر عوامل الإنبات المناسبة.

٧- التغيرات التى تحدث أثناء إنبات البذور هى تغيرات طبيعية وتغيرات فسيولوجية.

٨- من العوامل المؤثرة على إنبات البذور هى الماء والحرارة والأكسجين.

٩- يتأثر النمو الخضرى للنبات بالعوامل البيئية المختلفة مثل الماء ودرجة الحرارة والضوء وتركيز الأملاح فى التربة.

١٠- ظاهرة الشحوب الظلامى تحدث عندما تنمو النباتات فى الظلام يكون لونها أصفر والسيقان طويلة ورفيعة ورخوة والأوراق أثرية.

١١- تتأثر مرحلة التزهير والإثمار بالعوامل البيئية خصوصاً الضوء والطول النسبى للنهار والليل والماء ونسبة المواد الكربوهديراتية إلى النيتروجين.

١٢- **التأقت الضوئى :** هو إستجابة النبات للطول النسبى لليل والنهار وله علاقة بتكوين هرمونات التزهير ومنها صبغة الفيتوكروم. وتقسم النباتات إلى نباتات النهار الطويل ونباتات النهار القصير والنباتات المحايدة ضوئيا.

١٣- **الإرتباع (التهيؤ للربيع):** هو تقصير مرحلة النمو الخضرى وإنتقال النبات إلى مرحلة التزهير والإثمار مبكراً ، ويتم ذلك بمعاملة حرارية خاصة للبذور ولها فوائد زراعية

تقويم الباب الأول

١- عرف ما يأتي : الإنبات – النمو – التأقت الضوئى .

٢- ما هو الفرق بين دورة حياة النباتات الزهرية الحولية والنباتات المستديمة .

٣- أذكر أهم الظواهر المصاحبة للنمو.

٤- وضح أهم التغيرات التى تحدث أثناء إنبات البذور والعوامل المؤثرة عليها.

٥- أشرح ظاهرة تاثير التأقت الضوئى فى النبات.

٦ – ما المقصود بعملية الإرتباع وماهى أهم فوائده التطبيقية.

٧- ضع علامة (√) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارات الغير صحيحة:

أ – المسئول عن إستجابة النباتات للطول النسبى لليل والنهار هى صبغة الكلوروفيل. ( )

ب – من نباتات النهار القصير نبات الأرز ( )

ج – تعرض نباتات ذات الحولين لدرجة حرارة منخفضة يؤدى إلى إزهارها فى العام الأول.( )

٨- إختر الإجابة الصحيحة من بين القوسين بما يتناسب مع العبارات التالية :

أ – من نباتات النهار الطويل نبات (البنجر – الطماطم – الأرز).

ب- من النباتات المحايدة ضوئياً نبات (الفول – عباد الشمس – السبانخ)

جـ – يمكن دفع النباتات للتزهيرالمبكر بعملية (التنفس ـــــ الإرتباع ـــــ النتح)

٩- علل لما يأتى :

أ – عدم إنبات البذور بالرغم من توافر جميع العوامل اللازمة لها .

ب – تأخر تزهير النباتات عند زيادة التسميد النيتروجينى .

١٠- اكتب المصطلح العلمى المناسب لكل من العبارات التالية :

أ- يطلق على استجابة النباتات للطول النسبى للنهار والليل ( )

ب- يطلق على استجابة النباتات للمعاملة الحرارية ( )

الباب الثانى

الهرمونات النباتية Plant hormones

الهرمونات النباتية:

هى منظمات للنمو عبارة عن مركبات عضوية تنتج طبيعياً فى النبات بكميات صغيرة جداً تشجع او تثبط او تحور العمليات الفسيولوجية فى النبات وتنتقل من أماكن إنتاجها إلى الأماكن الأخرى التى تحدث فيها تأثيرها الفسيولوجى.

حيث يتم التحكم فى النمو ومراحله المختلفة بواسطة مجموعة من المواد الكيميائية المعينة تعرف بالرسل الكيماوية حيث تعمل على تنظيم وتوجيه نمو وإنقسام وتكشف الخلايا إلى نسيج معين وهذه المواد هى المسئولة عن نمو وتكوين الأعضاء النباتية مثل الجذور والمجموع الخضرى والإزهار وتكوين البذور ونضج الثمار والعديد من العمليات الفسيولوجية فى النبات وهذه المواد الكيماوية العضوية تتكون فى أجزاء من النبات ثم تنتقل منها إلى أجزاء أخرى فى النبات فتنظم معدل نموها وينتج عن ذلك نوع من الترابط بين الأعضاء النباتية المختلفة وأمكن التعرف على خمس مجموعات كيماوية تتحكم فى النمو ومراحل نمو النبات ويطلق على هذه المركبات العضوية التى تنتج بكميات ضئيلة الهرمونات النباتية (منظمات النمو الطبيعية).

ومن مميزات الهرمونات النباتية

١- تتحكم وتنظم النمو بتركيزات ضئيلة جداً وهى تنتج فى مكان وتنتقل وتظهر تأثيرها الفسيولوجى فى مكان أخر غير الذى أنتجت فيه.

٢- أنها بتركزاتها الصغيرة جداً تشجع أو تثبط أو تحور العمليات الفسيولوجية فى النبات كما أنها تلعب دوراً هاما فى تنظيم النمو وإنقسام الخلايا والأنسجة والأعضاء النباتية أو النبات كله.

٣- لكل هرمون نباتى وظائف عديدة قد تتداخل عند إحداث تأثيراته على النمو مع تأثيرات الهرمونات الأخرى كما أن تأثيرات الهرمونات النباتية تختلف بإختلاف تركيزها فهى قد تكون منشطة للنمو عند تركيز معين وتصبح مثبطة للنمو إذا زاد تركيزها عن مستوى معين.

٤- منظمات النمو منها : منظمات نمو طبيعية ومنظمات نمو صناعية

أنواع الهرمونات النباتية

الهرمونات النباية تشمل خمسة مجاميع رئيسية هى:

١- الأوكسينات ٢- الجبريللينات ٣- السيتوكينينات ٤- الإثيلين ٥- حامض الأبسيسيك

وتقسم هرمونات النمو إلى الآتى:

١- منشطات النمو مثل الأوكسينات – الجبريللينات –السيتوكينيات.

٢- مثبطات النمو مثل حامض الأبسيسيك

أولاً: منشطات النمو

١- الأوكسينات Auxins

الأوكسينات:

هى مصطلح عام يطلق على المركبات الكيميائية التى تسبب إستطالة فى خلايا الساق بطريقة مشابهة لإندول حمض الخليك (IAA) فى تأثيراتها الفسيولوجية . ومن أمثلتها هرمون أندول حمض الخليك IAA وهو يخلق طبيعياً داخل أنسجة النبات . ومنها أوكسينات صناعية مثل مركبات الأندول بيوتريك أسيد (IBA)– النفثالين اسيتك أسيد(NAA)– ٤.٢ كلوروفينوكس(٢,٤-D)

يتم تخليق الأوكسين فى القمة النامية للساق والبراعم الخضرية والثمار والبذور الصغيرة وتنتقل من القمة النامية إنتقالاً قطبيا من أعلى إلى أسفل فى إتجاه واحد فقط.

أهم التأثيرات الفسيولوجية للأوكسينات

كل مظاهر النمو والتطور فى النبات تتأثر بالأوكسين ومن أهم الظواهر الفسيولوجية التى تتأثر بالأوكسين هى:

١- إستطالة الخلايا. ٢- الإنتحاءات ومنها الإنتحاء الأرضى و الضوئى.

٣- ظاهرة السيادة القمية ٤- تكوين الثمار اللابذرية. ٥- تكوين الجذور على العقل.

٦- مقاومة الحشائش ٧- تنشيط تكوين نسيج الكالس وتكوين الجذور.

٨- التأثير على تساقط الأوراق والأزهار

وسنتناول بعض هذه الظواهر بشىء من التفصيل .

ظاهرة السيادة القمية:Apical dominance

وهى ترجع إلى تثبيط أو وقف نمو البراعم الإبطية طالما بقى البرعم الطرفى للساق نامياً فى نباتات ذات الفلقتين وإزالة البرعم الطرفى يؤدى إلى تنشيط نمو البراعم الإبطية القريبة وإذا وضعت مكانه قطعة من الأجار تحتوى على الأوكسين فإن البراعم الإبطية تظل ساكنة تماماً ويرجع ذلك إلى أن البرعم الطرفى ينتج تركيزات عالية من الأوكسين تنتقل قطبياً لأسفل

وتسبب تثبيط نمو البراعم الجانبية طالما ظل البرعم الطرفى نشطاً فى نموه وهذا يوضح تأثير عضو على نمو عضو أخر حيث يمنع البرعم الطرفي نمو البراعم الإبطية الموجودة أسفله لمسافة ما وكلما زادت هذه المسافة كلما كان ذلك دليل زيادة كفاءة ظاهرة السيادة القمية. واستخدمت هذه الظاهرة في تخزين درنات البطاطس **(شكل ٣٤)**.

الإنتحاءات: ومنها الأنتحاء الأرضى والإنتحاء الضوئى ويرجع الإنتحاء الأرضى إلى تركيز الأوكسين على الجانب السفلى والعلوى فى حالة الوضع الأفقى للبادرات يكون تركيز الأوكسين عالى فى الجانب السفلى ويلائم نمو الساق ولا يلائم نمو الجذر فتستطيل الخلايا وتنمو بمعدل أسرع من خلايا الجانب العلوى فتنمو الساق لأعلى والعكس يكون تركيز الأوكسين فى الجانب العلوى أقل ويلائم الجذر فتستطيل الخلايا وتنمو بمعدل اسرع من خلايا الجانب السفلى **(شكل ٣٠ ، ٣١)**.

تكوين الثمار اللابذريةParthenocarpy : أمكن حدوث الإثمار البكرى باضافة IAA إلى مياسم الإزهار مثل ثمار الفلفل والطماطم والباذنجان والجوافة.

مقاومة الحشائش: تستخدم الأوكسينات الصناعية كمبيدات إختيارية للحشائض إذ أنها تقتل الحشائش عريضة الأوراق ولا تقتل نباتات ضيقة الأوراق الشريطية مثل النجيليات وتستخدم فى مقاومة الحشائش الموجودة فى نباتات القمح والشعير والذرة حيث يقتل الحشائش ذات الأوراق العريضة مثل السلق والعليق وهذه المبيدات هى مبيدات قتل هرمونية مثل ٢,٤-D.

٢- الجبريللينات Gibberellins

الجبريللينات : هى احدى المجموعات الرئيسية للهرمونات النباتية الطبيعية المنشطة للنمو حيث تسبب إستطالة خلايا الساق وبالتالى زيادة النمو الطولى للساق.

وتم التعرف على عدد كبير من الجبريللينات وأهمها وأشهرها حامض الجبريلليك GA٣ وهو ينتج طبيعيا فى النبات ولا يخلق الجبريللين صناعياً.

يتم تخليق الجبريللينات فى المناطق القمية فى السوق والبراعم والجذور والثمار الصغيرة وينتقل لأسفل فى أنسجة اللحاء أساساً.

أهم التأثيرات الفسيولوجية للجبريللين هى:

١- التغلب على ظاهرة التقزم الوراثى.

٢- إستطالة ساق النباتات المتوردة والتزهير (ظاهرة الحنبطةBolting).

٣- إنتاج ثمار لابذرية كما فى الخوخ والمشمش.

٤- كسر سكون البراعم.

٥- تشجيع إستطالة الساق فى نبات قصب السكر.
٦- تشجيع إنبات حبوب النجيليات وتكوين المولت فى الشعير.
٧- تكوين وتكشف الثمار والبذور.
وسنتناول بعض هذه الظواهر بشيء من التفصيل.

التغلب على ظاهرة التقزم الوراثى: فى بعض أنواع النباتات مثل البسلة والذرة القزمية يحدث التقزم بها لحدوث طفرة فى جين واحد يسبب وقف بناء الجبريللين ووقف بناء الأنزيمات المؤدية لتخليق الجبريللين وعند إضافة الجبريللين لتلك النباتات فإن السلاميات تستطيل وتصبح مثل النباتات العادية ويتغلب الجبريللين على النمو القزمى كما أن الضوء يظهر صفة التقزم فى البسلة وذلك بخفضه لمستوى الجبريللين الداخلى (الجبريللين يضاد فعل الضوء فى هذه الظاهرة).

إستطالة ساق النباتات المتوردة والتزهير (ظاهرة الحـــنبطة).

فى بعض النباتات مثل الفجل والجزر واللفت والكرنب والسكران سوقها قصيرة والأوراق تخرج على العقد المتقاربة فى شكل النمو الوردى والذى يعرف بالتورد وهى نباتات ذات حولين تظل فى نموها ذلك دون إستطالة الساق فى درجة الحرارة المرتفعة وإذا تعرضت لدرجة حرارة منخفضة فإن الساق تنمو وتستطيل وتسمى بظاهرة الحنبطة Bolting وهى تكوين الشمراخ الزهرى وهذه الظاهرة غير مرغوب فيها فى نبات البنجر والكرنب.
وقد ثبت أن الجبريللين يحل محل درجات الحرارة المنخفضة وإذا عوملت هذه النباتات بالجبريللين فإن الساق تستطيل وتزهر بدون التعرض لدرجات حرارة منخفضة وإذا لم تعامل بالجبريللين أو تعرضها لدرجة حرارة منخفضة لاتزهر.
كما أن الجبريللين يحل محل النهارالطويل كما فى نباتات السبانخ كما أنه يحل محل درجات الحرارة المنخفضة.

كسر أنواع السكون.

أ – كسر سكون البذور: تؤدى المعاملة بالجبريللين لكسر السكون الداخلى الفسيولوجى الناتج عن حاجة البذور للمعاملة بدرجة حرارة منخفضة مثل بذور الخوخ والمشمش وكذلك كسر سكون بذور الخس والدخان التى تحتاج إلى إحتياجات ضوئية أثناء الإنبات.

ب- كسر سكون البراعم الساكنة فى أشجار الفاكهة وأيضاً براعم درنات البطاطس : المعاملة بالجبريللين تضاد عمل مثبط النمو حمض الأبسيسيك والتى تؤدى إلى كسر سكون البراعم بها.

٣- السيتوكينينات Cytokinins

هى إحدى المجموعات الرئيسية من الهرمونات النباتية المنشطة للنمو وهى عبارة عن جميع المركبات التى تشجع زيادة إنقسام الخلايا وتكشفها فى النباتات وتظهر تأثيرات تنظيمية على النمو بطريقة تشابه مركب الكينيتين.

ووجد أن معظم المواد المنشطة للنمو كلها من مركبات الأدينين.

ومن أهم مركبات السيتوكينين الصناعية الكينيتين، البنزيل أدينين، وبعض مركبات الزياتين Zeatin وهو سيتوكينين طبيعى يستخلص من كيزان الذرة الغير ناضجة.

يتم تخليق السيتوكينينات فى قمة الجذور وينتقل فى نسيج الخشب كما يتم تخليقه فى الأوراق الحديثة والبراعم الزهرية والبذور والثمار وهو يضاد تأثير مثبط النمو (حمض الأبسيسيك) على النمو .

أهم التأثيرات الفسيولوجية للسيتوكينين:

١- تشجيع الإنقسام الخلوى (الإنقسام الميتوزى)

٢- كسر السيادة القمية أى تشجيع نمو البراعم الجانبية .

٣- كسر سكون البذور (تشجيع إنبات البذور) وكسر سكون البراعم الزهرية.

٤- تأخير الشيخوخة : بمنع تدهور البروتين ويمنع تدهور الكلوروفيل وزيادة قدرة الأوراق على الإحتفاظ بالكلوروفيل لذلك يستخدم لإطالة عمر المحاصيل الورقيةمثل الخس والبقدونس لمدة طويلة وكذلك المحافظة على الأزهار أثناء عملية التصدير للخارج.

٥- زيادة حجم الثمار والبذور.

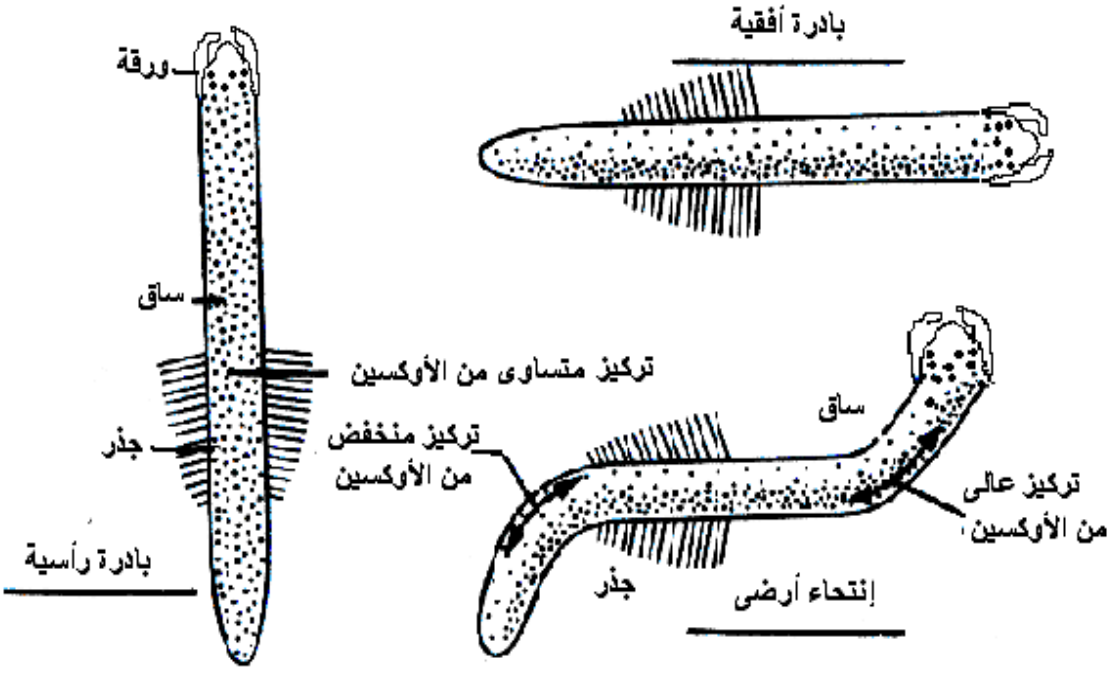
٦- تشجيع تكوين الكالس والتشكل المورفولوجى فى مزارع الأنسجة.

وسنتناول بعض هذه الظواهر بالتفصيل :

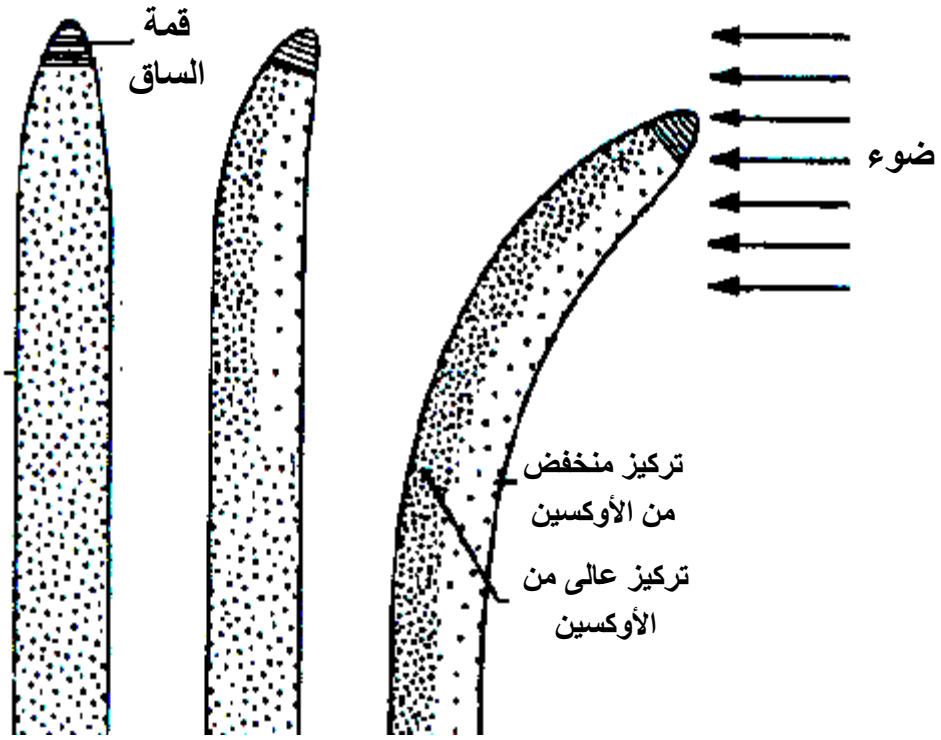
١- التشكل المورفولوجى وتكوين الأعضاء النباتية المختلفة Morphogensis أو تشجيع تكوين النموات الخضرية وزيادة تكوين الكالس فى مزارع الأنسجة.

تعتبر السيتوكينينات مكون رئيسى من مكونات البيئات المستخدمة فى مزارع الأنسجة النباتية حيث تشجع على الإنقسام الغير مباشر كما يتداخل عملها مع الأوكسنيات فى هذه البيئات كما أن السيتوكينينات تظهر معظم تأثيراتها الفسيولوجية من خلال وجود الأوكسين ويظهر ذلك بوضوح فى مزارع الأنسجة ويسبب التداخل بين السيتوكينينات والأوكسين فى حدوث عمليات التشكل وتمييز الأعضاء النباتية المختلفة كما أن إختلاف نسبة السيتوكينين إلى الأوكسين فى مزارع الأنسجة تؤدى إلى تداخل فى عملها بطرق مختلفة والتى تؤدى إلى تكوين جذور فقط أوالمجموع الخضرى فقط أو تنشأ الجذور والسيقان المتورقة وتكون نبات كامل.

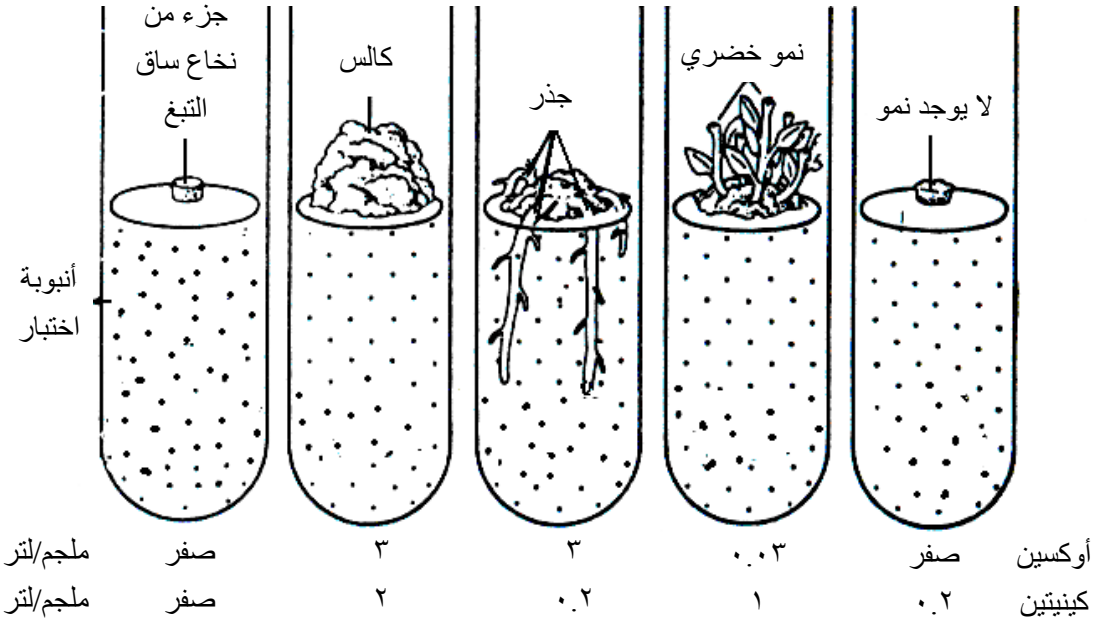
وهذا هو التأثير العجيب لكل من السيتوكينين والأوكسين فى تكشف وتكوين نبات كامل من كتلة خلايا غير متميزة هى الكالس فعند وضع نسيج نخاع ساق الدخان على بيئة أجار مغذى وقد خلطت هذه البيئة بهذين المركبين ووضع النسيج على البيئة وفحص بعد عدة أسابع حيث أن تركيز كل منهما يتحكمان فى تكوين الجذور والمجموع الخضرى فوجد أن نسبة الأوكسين إلى الكينيتين (٣– ٠.٢ ملليجرام / لتر أوكسين – الكينيتين) ١٥–١ ملليجرام / لتر تؤدى إلى تكوين كالس وإذا زاد تركيز الأوكسين وأنخفض تركيز الكينيتين يتكون مجموع جذرى فقط وإذا زاد تركيز الكينتين بكميات كبيرة يتكون مجموع خضرى فقط وإذا كان هناك توازن بين المركبين يتكون مجموع جذرى وخضرى وإذا غاب تركيز الأوكسين مع وجود السيتوكينين فلا يتكون جذر ولا نسيج كالس. شكل (٣٢)



شكل (٣٠): يوضح تأثير تركيز الأوكسين على الانتحاء الأرضي للجذر و الساق



شكل(٣١):يوضح تأثير تركيز الأوكسين على الإنتحاء الضوئى الموجب



شكل(٣٢):تأثير الأوكسين و الكينيتين على تكوين الكالس والمجموع الجذري والمجموع الخضرى في مزارع الأنسجة.

٤- الاثيلين Ethylene :

هو أحد هرمونات النمو النباتية ويوجد على صورة غازية ويعرف بأنه هرمون النضج الطبيعى للثمار.

وهو منظم نمو طبيعى ينتج فى أماكن مختلفة من جسم النبات وينتشر بسهولة على صورة غازية داخل أنسجة النبات كما فى الثمار الناضجة والأوراق المسنة.

والإثيلين له دور منظم لأنه يؤثر على العديد من العمليات الفسيولوجية المختلفة فى جميع مراحل نمو النبات بدءاً من الإنبات حتى نضج الثمار وأيضاً على مرحلة الشيخوخة. ومن أهم المركبات المستخدمة تجارياً مركب الايثفون وعرف بأسم الإثيرل حيث يتحول داخل أنسجة النبات إلى غاز الإثيلين وأيون الفوسفور والكلور.

أهم التأثيرات الفسيولوجية للإثيلين :

١- تشجيع تساقط الأوراق والأزهار والثمار.

٢- تشجيع تكوين الجذور العرضية.

٣- تثبيط الإنتحاء الأرضى.

٤- الشحوب الظلامى للبادرات.

٥- زيادة الأزهار المؤنثة (تغيير نسبة الأهار المؤنثة إلى المذكرة) كما فى العائلة القرعية والقنب الهندى.

٦- إسراع الشيخوخة ويزيد من معدل التنفس ونفاذية الأغشية كما فى الأزهار بعد القطف.

٧- يشجع الزيادة العرضية للخلايا بينما يثبط إستطالة الخلايا وبذلك يزيد عرض الخلية ويزداد سمكها ويقل طولها وإنحناء قمم البادرات (قمة خطافية).

٨- تشجيع نضج الثمار مثل الموز والبرتقال والطماطم حيث يؤدى إلى تنشيط الإنزيمات المحللة للمواد البكتينية مثل إنزيم البولى جلاكتورنيز الذى يحلل الجدر الخلوية وتطرية الثمار وزيادة نفاذية الأغشية البلازمية وتحول المواد النشوية إلى سكريات تعطى الطعم الحلو وزيادة التنفس وتغير اللون الأخضر إلى الأصفر نتيجة لنقص وتحلل الكلوروفيل مما يشجع على تكوين صبغات الكاروتين وتقل الحموضة ويتحسن الطعم والنكهة فى الثمار.

ويجدر القول بأن الثمرة الناضجة تنتج كمية من الإثيلين الذى يعمل على نضج هذه الثمرة والثمار المخزنة معها فى الصندوق وعليه فإن القول الشائع بأن التفاحة الفاسدة (التالفة) تفسد (تتلف) بقية التفاح مثل صحيح لأن الثمرة تنتج الإثيلين فتسرع من إنضاج وإفساد ما حولها من ثمار.

وتستخدم الأن مركبات الإثيلين مثل الإثيفون (الإثيرل) لنضج ثمار الموز فى حيز محكم لمدة ٢-٣ أيام على درجة حرارة ٢١° م ورطوبة ٩٠% يؤدى إلى سرعة نضج الثمار حيث أن نقل ثمار الموز الناضج وهو أخضر أقل ضرراً له وهناك استعمالات أخرى لمركب الإثيرل أو الإثيفون لتكوين ثمار متجانسة وسرعة نضج ثمار الطماطم وسرعة سقوط الثمار وتفتح اللوز فى القطن وسرعة نضج وتلون حبات العنب والتفاح وتبكير نضج ثمار القاوون.

٥- حامض الأبسيسك Abscisic acid:

هو هرمون نباتى مثبط للنمو ينتج داخل النبات ويتحكم فى سكون البذور والبراعم وتساقط الأوراق والأزهار والثمار والإسراع فى فقد الكلوروفيل وشيخوخة الأوراق. ويضاد ويثبط تأثير الأوكسينات والجبريللينات والسيتوكينينات ويمنع تأثيرهم المنشط للنمو. ويتم تخليقه فى البلاستيدات الخضراء فى الأوراق والجذور وينتقل داخل النبات جهازياً عبر الأنسجة الوعائية فى الخشب واللحاء وتحتوى البذور على قدر عالى منه.

أهم التأثيرات الفسيولوجية لحمض الأبسيسيك :

١- يشجع تساقط الأوراق والأزهار والثمار الصغيرة.
٢- تثبيط إنبات البذور.
٣- تشجيع سكون البذور (فى الخوخ والمشمش).
٤- تشجيع سكون البراعم (فى البطاطس ، النباتات المتساقطة الأوراق مثل التفاح)
٥- الإسراع من شيخوخة الأوراق بفقد الكلوروفيل ومنعه من تخليق البروتين.
٦- يزيد مقاومة الإجهاد المائى أوالملحى الذى يتعرض له النبات حيث أنه يشجع على غلق الثغور ويقلل نفاذية الخلايا ويطلق عليه هرمون تحمل الإجهاد.
٧- تشجيع غلق الثغور.

أهم التطبيقات العملية للهرمونات النباتية :

تستخدم الهرمونات النباتية إستخداماً إقتصادياً فى الزراعة وفيما يلى بعض الأمثلة:

١- تكوين الجذور على العقل الساقية بمعاملة العقل بالأوكسين.
٢- كسر سكون بعض البذور مثل الخوخ بالمعاملة بالجبريللين وكسر سكون براعم البطاطس بالجبريللين قبل زراعتها.
٣- التحكم فى تساقط الأوراق والأزهار والثمار: إستعمال الهرمونات النباتية يقلل من تساقط الأوراق والأزهار والثمار الصغيرة وذلك بالمعاملة بالأوكسين والسيتوكينين وفى حالات أخرى تحتاج إلى عملية سقوط الأوراق فى القطن قبل الجمع الألى وتستخدم الهرمونات لمنع سقوط الثمار المبكر كما فى البرتقال والتفاح والمانجو ويستخدم الأثيفون لإسقاط

الثمار الناضجة وسهولة جمعها مثل البرتقال والتفاح وثمار الزيتون.

٤- الإثمار البكرى: يمكن إنتاج ثمار لابذرية بإضافة الأوكسين لمياسم الأزهار قبل التلقيح فى الخيار والطماطم والفلفل وأيضاً إستخدام الجبريللين فى إنتاج ثمار لابذرية فى الخوخ والمشمش.

٥- تأخير الشيخوخة: تأخير إصفرار وشيخوخة أوراق الخضر الورقية والمحافظة على زهور القطف للتصدير تعامل بالسيتوكينينات لإطالة فترة إحتفاظها بنضارتها.

٦- إستخدام مبيدات الحشائش الهرمونية الإختيارية القتل حيث تستخدم الأوكسينات الصناعية رشاً بمحاليل ذات تركيز معين فى مقاومة وقتل الحشائش ذات الأوراق العريضة النامية فى حقول النباتات النجيلية.

٧- تحسين حجم الثمار وزيادة عدد حبات العنب وتحسين صفات المحصول حيث يستخدم كل من الجبريللين والسيتوكينين على التفاح والعنب.

٨- مزارع الأنسجة: تعتبر الهرمونات النباتية من المكونات الرئيسية للبيئات اللازمة لزراعة الأنسجة ويستخدم كل من الأوكسينات والسيتوكينينات بتركيزات مختلفة.

٢- الإحساس والحركة فى النبات
Irritability and plant movement

من صفات الكائنات الحية ومن مظاهر الحياة فى النبات أنها تحس وتتحرك (أو تستجيب) نتيجة تأثرها ببعض المؤثرات الخارجية المحيطة والنامى فيها النبات ومن هذه المؤثرات الأرض والضوء والماء وتقسم حركات النمو فى النبات تبعاً لطبيعة المؤثر البيئى وإستجابة العضو النباتى للمؤثر تكون عبارة عن حركة .

ومن حركات النمو فى النبات الإنتحاءات Tropism تسمى إستجابة العضو النباتى لمؤثر بيئى ما من جانب واحد فى إتجاه المؤثر أو بعيد عنه بالإنتحاء أو الإنحناء

الإنتحـــــــاء:

هو تحرك أحد أعضاء النبات بالنمو البطىء والسريع فى إتجاه واحد نحو المؤثر الخارجى أو بعيد عنه نتيجة للنمو غير المتساوى فى العضو النباتى مما يؤدى إلى إنحنائه.

وإذا كانت حركة العضو النباتى فى إتجاه المؤثر الخارجى يسمى إنتحاء موجب أو بعيداً عنه يسمى إنتحاء سالب وهى حركة ناتجة عن نمو غير متساوى فى جميع أجزاء العضو النباتى مما يترتب عليه إنحنائه أو إنتحائه إلى جهة المؤثر البيئى الخارجى ومن الأمثلة على الإنتحاءات مايلى:

الإنتحاء الأرضى والإنتحاء الضوئى والإنتحاء المائى.

١- الإنتحاء الأرضى Geotropism:

هو إستجابة النبات للجاذبية الأرضية وفى الظروف الطبيعية تنمو الجذور الإبتدائية فى إتجاه تأثير الجاذبية الأرضية وتنمو السيقان فى إتجاه عكسى لأعلى. عند إنبات البذور مهما كان وضع البذرة فى التربة وعند وضع البذرة فى وضع افقى يلاحظ إتجاه قمة الساق لأعلى حتى يصير نموها رأسياً مرة أخرى بينما ينمو الجذر لأسفل فى إتجاه الأرض ونظراً لإبتعاد الساق عن إتجاه الجاذبية الأرضية يسمى للساق إنتحاء أرضى سالب ويسمى للجذر إنتحاء أرضى موجب ويرجع سبب ذلك إلى إختلاف معدلات النمو فى كل من الساق والجذر تحت تأثيرالجاذبية الأرضية التى تؤثر على عدم إنتظام توزيع الهرمون النباتى المعروف بإسم الأوكسين فى الخلايا الموجودة على الجانب السفلى من البادرة الموضوعة أفقياً مما يزيد من إستطالة خلايا الساق فى الجهة السفلية بمعدل أكبر من إستطالة خلايا الساق فى الجهة العلوية فتنمو بذلك الساق لأعلى. أما فى حالة الجذر فإن تراكم الأوكسين فى الجهة السفلية يثبط إستطالة الخلايا الموجودة فى الجانب السفلى وتستطيل الخلايا الموجودة فى الجانب العلوى من

الجذر بمعدل أكبر من الموجودة فى الجانب السفلى فينمو الجذر منحنياً لأسفل **(شكل ٣٥)**.

٢- الإنتحاء الضوئى Phototropism

وهو إنحناء الساق النامى جهة الضوء الساقط عليه من جانب واحد وهنا يطلق على الساق بأنه موجب للإنتحاء الضوئى بينما الجذر سالب الإنتحاء الضوئى. وسبب ذلك هو إختلاف معدل نمو الأنسجة النباتية المواجهة للضوء عنه فى الأنسجة البعيدة عن الضوء أو الجانب المظلم من الساق ويرجع ذلك إلى تراكم الهرمون النباتى المعروف بإسم الأوكسين فى الخلايا الموجودة فى الجانب البعيد عن الضوء (الجانب المظلم فى الساق) مما يسبب إستطالة الخلايا فى الجانب المظلم بمعدل أكبر من إستطالة الخلايا فى الجانب المواجه للضوء وعليه يحدث إنحناء الساق فى إتجاه الضوء ومثال على ذلك نورة عباد الشمس. **(شكل ٣٦)**

٣- الإنتحاء المائى Hydrotropism :

هو إستجابة جذور النباتات للرطوبة حيث تتجه الجذور فى نموها نحو المنطقة الرطبة (الغنية بالرطوبة) وتسمى هذه الظاهرة بالإنتحاء المائى ويشاهد ذلك فى النباتات التى تنمو قريباً من المجارى المائية (الترع والقنوات) يلاحظ نمو جذورها نحو الماء **(شكل ٣٧)**.

مزارع الأنسجة النباتية
Plant Tissue Culture

مزارع الأنسجة:

هى عبارة عن زراعة أى جزء أو عضو من النبات أو أى نسيج أو خلايا مفردة ومستقلة من النبات على بيئة مغذية صناعية فى أوعية زجاجية أو بلاستيكية فى المعمل وذلك لإنتاج أعضاء معينة من النبات مثل الجذر أو الساق أو أنسجة معينة مثل نسيج الكالس Callus أو حتى النبات الكامل تحت ظروف معقمة تماماً.

وأصبحت تطبق الأن فى كثير من المعامل التجارية فى الداخل والخارج.

خصائص مزارع الأنسجة:

١- تتم فى حيز مكانى صغير نسبياً مقارنة بالزراعات التقليدية.

٢- إمكانية التحكم وتوفير الظروف البيئية المثلى التى يحتاجها النبات لنموه.

٣- إنها تتم فى أوعية زجاجية أو بلاستيكية تحت ظروف كاملة التعقيم.

٤- تتم بعيداً عن جميع الكائنات الحية الدقيقة مثل الفيروسات والبكتريا والفطريات.

٥- لا ترتبط بالنمط الطبيعى لتطور النبات ودورة حياته .

الظروف الواجب مراعاتها عند زراعة الأنسجة :

١- **التعقيم:** من أهم متطلبات نجاح عمليات زراعة الأنسجة هو النظافة والتعقيم التام يجب أن تكون الظروف معقمة تماماً عند زراعة الأنسجة وأن تكون جميع الأدوات المستعملة معقمة تماماً والعمل فى ظروف بيئية معقمة تماماً ويستخدم لذلك حجرة خاصة لزراعة الأنسجة تسمى حجرات عزل خاصة (كابينة الزراعة).

٢- **البيئات المغذية:** تجرى تنمية الأعضاء المختلفة من الأنسجة النباتية على بيئات صناعية مغذية خاصة وتختلف الإحتياجات الغذائية بإختلاف الأنواع والأجزاء النباتية وطريقة الزراعة المستخدمة.

وتحتوى البيئة المغذية على :

١- العناصر الغذائية الكبرى والصغرى.

٢- مصدر للطاقة الكربوهيدرات (السكريات).

٣- مجموعة الفيتامينات

٤- الأحماض الأمينية.

٥- المستخلصات الطبيعية العضوية.

٦- منظمات النمو مثل الأوكسينات والسيتوكينينات

٧- الماء

٨- الأجار

٩- درجة حموضة البيئة pH.

وتعتبر بيئة العالمان موراشيج وسكوج Muraskige & Skoog (Ms) من أشهر البيئات المستخدمة لإكثار العديد من الأنواع النباتية والتى يمكن تحضيرها معملياً أو شرائها.

بعد تحضير البيئات يجب أن:

أ - يتم تعقيم البيئات المغذية بطرق مختلفة قبل إستعمالها ويمكن إستعمال البيئات فى صورة سائلة أو إستعمالها فى صورة صلبة مضافاً إليها الأجار.

ب- تعقيم الأنسجة النباتية قبل زراعتها وذلك بغمرها فى محاليل مواد كيماوية مختلفة وأكثرها هو هيبوكلوريت الصوديوم أو الكالسيوم ومن المواد الشائعة فى مصر الكلوراكس ثم بعد التعقيم تغسل الأنسجة النباتية فى ماء مقطر معقم عدة مرات للتخلص من الأثار الضارة لمحلول التعقيم.

جـ - يجب أن يتضمن وينظم معمل زراعة الأنسجة بالشكل الذى يقلل من التلوث وأن يتوفر به جميع الكيماويات اللازمة لتحضير البيئات المغذية كما يجب أن يتوفر به أجهزة تعقيم (الأوتوكلاف – أفران – حضانات – أدوات زجاجية – ميكروسكوبات – أجهزة طرد مركزى – توفر مصادر الإضاءة – حجرات معقمة).

الأنواع المختلفة لمزارع الأنسجة النباتية:

توجد أنواع عديدة لمزارع الأنسجة يمكن ذكرها وفقاً للمادة النباتية المنزرعة :

١- مزارع النبات الكامل
٢- مزارع الأزهار
٣- مزارع القمة النامية للساق
٤- مزارع الورقة
٥- مزارع المتك وحبوب اللقاح
٦- مزارع البويضات
٧- مزارع الأجنة
٨- مزارع الخلايا والأنسجة
٩- مزارع الكالس
١٠- مزارع البروتوبلاست

مراحل أو خطوات الإكثار الدقيق بواسطة زراعة الأنسجة:

١- المرحلة التمهيدية مرحلة إختيار وإعداد النبات الأم.

٢- مرحلة إنشاء مزرعة نسيجية بوضع القمة النامية المعقمة على البيئة المغذية.

٣- مرحلة تضاعف الأنسجة وتكوين النموات الخضرية على الأنسجة (تكوين الأجنة الجسمية والبراعم الإبطية والأفرع الخضرية العرضية).

٤- تكوين الجذور معملياً بعد نقل النموات الخضرية على بيئة غذائية أخرى.
٥- مرحلة الأقلمة: نقل النباتات إلى التربة وزراعتها فى الصوبة لتكيف النبات مع التغيرات البيئية

أولاً : مزارع القمة النامية للسوق Apical tip Culture :

تؤخذ القمة النامية للساق وتزرع على بيئة صناعية مغذية فينتج نسيج الكالس ويتكون على نسيج الكالس نتوءات صغيرة كل نتوء يسمى protocorm ويتم فصل هذا النتوء ويزرع على البيئة المغذية فيعطى نبات كامل وتؤخذ القمة النامية للسوق وتستخدم على نطاق تجارى وإقتصادى لإنتاج كثير من النباتات الخالية من الفيروسات وإكثار العديد من النباتات مثل نبات الأوركيد والعديد من نباتات الفاكهة والخضر والزينة. حيث أنها تعطى كثير من النباتات المتماثلة والمطابقة للنبات الأم. شكل (٣٣)

وأيضا تستخدم على نطاق تجارى واسع فى إنتاج نباتات إقتصادية خالية من الفيروسات مثل نبات البطاطس والموز والفراولة حيث أنها سهلة الأجراء ورخيصة التكاليف وطريقة سريعة وتعطى نباتات ذات صفات متمامثلة بإعداد هائلة.

ثانياً : مزارع الجذور Root Culture :

يتم أخذ القمة النامية للجذر وتزرع على بيئة مغذية حيث يزداد هذا الجزء فى الطول ويكون جذوراً ثانوية.

ثالثاً :مزارع الأزهار Flower Culture :

تؤخذ البراعم الزهرية وتزرع على بيئة مغذية صناعية تنمو وتكون أزهار مذكرة أو أزهار مؤنثة تبعاً لنوعها ومثال ذلك نبات الخيار.

رابعاً : مزارع الأوراق Leaf Culture :

أخذ جزء من الأوراق الصغيرة من القمة النامية للنبات وزراعتها على بيئة مغذية صناعية فإن الورقة تكبر فى الحجم وتشابه الورقة العادية وتحتاج إلى وجود إضاءة مناسبة ليتكون الكلوروفيل فى الورقة بالطريقة العادية.

خامساً : مزارع المتك والبويضات والأجنة:

للحصول على نباتات كاملة منها والتخلص من مشاكل عملية التلقيح.

سادساً : مزارع الكالس Callus Culture:

تعريف الكالس:

هوعبارة عن كتلة من نسيج ذو خلايا بارانشيمية رقيقة الجدر عشوائية الترتيب تكبر فى الحجم نتيجة لوجود خلايا مرستيمية فى داخل هذا النسيج أو على سطحه وغالباً يتكون

الكالس فى المنطقة التى يقطع فيها النسيج النباتى. والكالس مادة نباتية ذات أهمية كبيرة فى إكثار النباتات.

بعض التطبيقات العملية والتجارية لزراعة الأنسجة:

١- الإكثار الدقيق لعديد من نباتات الفاكهة والخضر والزينة حيث يتم الإكثار فى وقت أقصر وأسرع وفى حيز صغير ويتم إنتاج أعداد هائلة من النباتات المطابقة للنبات الأم وراثياً مثال نبات البطاطس – الموز – الفراولة.

٢- إنتاج نباتات متجانسة وخالية من الأمراض الفيروسية.

٣- إنتاج النباتات فى أوقات معينة فى وقت قصير وبتكاليف أرخص من طرق الإكثار التقليدية.

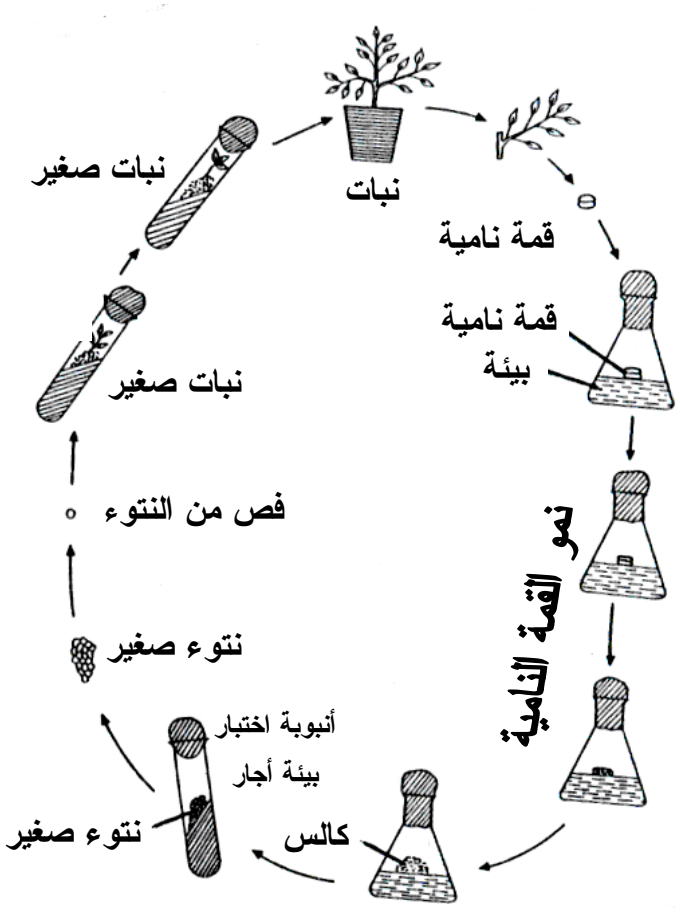
٤- إنتاج المركبات الثانوية الطبية العطرية.

٥- إنتاج نباتات أكثر تحملاً للظروف البيئة المعاكسة

٦- إنتاج سلالات ذات كفاءة فسيولوجية عالية فى البناء الضوئى وتحسين صفات المحصول.

٧- حفظ الأصول الوراثية (بنك الجينات)

٨- تلعب دور هام فى الدراسات الفسيولوجية المختلفة فى عملية البناء وعملية التنفس والتحولات الغذائية والهرمونات فى النبات وتستخدم فى دراسة الهندسة الوراثية فى النبات.



شكل(٣٣): يوضح خطوات زراعة الأنسجة في نبات الأوركيد

التدريبات العملية للباب الثانى

أولا : تجارب الهرمونات :

تجربة (١) لإثبات ظاهرة السيادة القمية : شكل (٣٤)

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- أحضر أصيصين نامى فى كل منها نبات من ذوات الفلقتين مثل نبات الترمس أو الباميا أو الكازورينا. ٢- اقطع القمة النامية لأحد النباتين وأترك النبات الأخر بدون قطع. ٣- أروى الأصص بإنتظام واتركها لمدة٢-٣ أسابيع. ٤- ثم لاحظ نمو وخروج البراعم الإبطية فى النبات المقطوع قمته والغير مقطوع واكتب المشاهدة.	١- يشاهد نمو وخروج البراعم الإبطية فى النبات المقطوع قمته ٢- لايحدث تغيير فى النبات الثانى وعدم خروج البراعم الجانبية.	البرعم الطرفى سائد ويثبط نمو البراعم الجانبية ويمنع خروجها فى النبات الذى لم يقطع وأما النبات المقطوع قمته (أزيلت القمة النامية) أدى إلى عدم إنتاج وأنتقال الإوكسين من القمة النامية إلى أسفل للبراعم الإبطية مما أدى إلى تنشيطها ونموها لقلة تركيز الإوكسين وأما فى القمة النامية التى لم تقطع ينتج تركيز عالى من الإوكسين الذى ينتقل قطبياً ويثبط نمو البراعم الإبطية.

تجربة (٢) لمشاهدة مراحل نضج وتلوين الثمار

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- أحضر عدداً من ثمار الطماطم الخضراء الناضجة و الصلبة. ٢- ثم ضع نصف العدد فى صندوق محكم فى جو دافىء وضع ثمرة طماطم تامة النضج وطرية مع هذه الثمار الخضراء. ٣- ثم ضع النصف الأخر من الثمار فى صندوق ثانى بدون وضع ثمرة تامة النضج طريه معها فى نفس ظروف الصندوق الأول. ٤- لاحظ كل ثلاثة أيام درجة تغير اللون من الأخضر إلى البرتقالى أو الأحمر ولاحظ درجة نضج وصلابة الثمار وقارن بين المجموعتين وسرعة نضج ودرجة تلونها واكتب المشاهدة. ملحوظة: يمكن إجراء نفس التجربة على ثمار الموز بإستخدام الإثيفون وتسمى تسوية الثمار صناعياً.	١- يشاهد تغير لون الثمار الخضراء وصلابتها بالصندوق الأول. أ – يشاهد بعد ثلاثة أيام ثمار برتقالية اللون صلبة. ب – يشاهد بعد ستة أيام ثمار حمراء اللون طرية. ٢- مازالت الثمار خضراء وصلبة بعد ثلاثة أيام فى الصندوق الثانى.	هذا النضج والتغير فى اللون راجع إلى هرمون نضج الثمار وهو هرمون الإثيلين الذى ينتج فى الثمار الناضجة وينشط إنزيمات التحلل مما يؤدى إلى تحلل الجدر الخلوية وإسراع نضجها وزيادة التنفس وتحول المواد المعقدة إلى مواد سكرية بسيطة ويؤدى إلى تغير اللون الأخضر للكلوروفيل إلى اللون البرتقالى ثم الأحمر لتكوين صبغات الكاروتين ويؤدى ذلك إلى تطرية الثمار.

ثانيا : تجارب الإنتحاءات

تجربة (٣) لإثبات الإنتحاء الأرضى : شكل (٣٥)

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- خذ بادرة فول ثم ثبتها فى وضع أفقى موازية لسطح الأرض على قطعة من الفلين أو الخشب بواسطة دبوس. ٢- ضع حول البادرة قطعة من القطن المبلل بالماء. ٣- ثم ضعها فى غرفة دافئة لمدة ٥ أيام ولاحظ إتجاه نموالجذير واكتب المشاهدة. ٤- ثبت بادرة فول على مركز قرص الفلين لجهاز الكلينوستات بحيث يكون وضع الجذر أفقى وموازى لسطح الأرض أبدا فى تشغيل الجهاز لمدة يوم للمقارنة ثبت بادرة أخرى فى جهاز كلينوستات لايدور ولاحظ إتجاه نمو الجذير فى الجهازين وأكتب المشاهدة والتعليل. ملحوظة: جهاز الكلينوستات عبارة عن جهاز ساعة يشبه جهاز ساعة المنبه ومتصل به قرص من الفلين لتثبيت البادرة عليه ويدور فى اتجاه عقارب الساعة ووضعه يكون موازياً لسطح الأرض وهو ثابت وعندما يدور يوزع تأثير الجاذبية الأرضية على جميع جوانب عضو النبات المثبت فيه وبذلك تختفى تأثير الجاذبية على النبات .	١- يشاهد نمو الجذير وينحنى لأسفل ناحية الأرض وإنحناء الساق لأعلى عكس الجاذبية الأرضية. ٢- الجذير ينمو أفقياً موازى لسطح الأرض فى حالة الجهاز الذى يدور. ٣- ينمو الجذير وينحنى لأسفل فى حالة الجهاز الذى لايدور.	إتجاه الجذر ناحية الأرض والساق لأعلى دليل على أن الجذر موجب الإنتحاء الأرضى بينما الساق إنتحاء أرضى سالب وهذا مايحدث للبذور عند زراعتها فى أى إتجاه الجذر ينحنى لأسفل تجاه التربة والساق ينحنى لأعلى فى الإتجاه المعاكس وهذا راجع لعدم إنتظام توزيع الأوكسين على جانبى أنسجة الجذر والساق وبذلك يختلف معدل نمو الأنسجة فى الجانب العلوى للجذر والجانب السفلى للساق وفى حالة دوران الجهاز يؤدى إلى الغاء أو معادلة تأثير الجاذبية الأرضية ويؤدى إلى توزيع الأوكسينات بالتساوى على جانبى الجذير فتنمو الجوانب بمعدل واحد وينموالجذير أفقياً ولا ينحنى.

تجربة (٤) لإثبات الإنتحاء الضوئى : (شكل ٣٦)

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- جهز صندوق من الخشب أو الكرتون المقوى وغلف جوانبه الداخلية بورق أو قماش أسود وله باب محكم ثم أعمل ثقب أو فتحة فى أحد جوانب الصندوق فى الجانب الأخر المواجه لباب الصندوق الخشبى. ٢- ثم ضع داخل الصندوق أصيص به بادرات فول أو أى بادرات لنبات أخر صغيرة و بطول مناسب ومروية بالماء بحيث تكون قمة البادرة فى مستوى الثقب أو فتحة الضوء. ٣- إغلق أو غط الصندوق وأتركه فى المعمل بحيث يسمح للضوء بالدخول من جانب واحد من فتحة الصندوق أو ضع مصدر ضوئى بالقرب من الفتحة. ٤- أترك البادرة لمدة يومان ثم لاحظ إتجاه نمو الساق وأكتب المشاهدة.	يشاهد نمو الساق وتتجه ناحية فتحة الصندوق التى يدخل منها الضوء.	الساق تكون موجبة الإنتحاء الضوئى فتنمو وتنحنى متجهة ناحية الضوء ويرجع ذلك لعدم إنتظام توزيع الأوكسين فى الجهة المضاءة والجانب المظلم به تركيز عالى من الأوكسين ينمو بمعدل أسرع من الجانب المواجه للضوء مما يؤدى إلى إنحناء الساق ناحية الضوء أى إنتحاء ضوئى موجب.

تجربة (٥) لإثبات الإنتحاء المائى : (شكل ٣٧)

خطوات التجربة	المشاهدة	الإستنتاج
١- إحضر حوض زجاجى ثم إملأه بالماء. ٢- ثم ضع وسط الحوض أصيص صغير من الفخار يكون قاعدته مسدودة. ٣- إملأ الإصيص بنشارة الخشب ثم بلل نشارة الخشب بالماء وإزرع فيها بذور فول. ٤- إحرص على أن يكون الحوض الزجاجى مليئاً بالماء على الدوام. ٥- أترك التجربة لمدة أسبوع ثم اكشف عن البذور النابتة ولاحظ إتجاه الجذور فيها. هل هى ناحية جدار الأصيص الفخار للخارج أم بعيدة عنه وأكتب المشاهدة.	تشاهد الجذور متجهة إلى الخارج ناحية جدار الاصيص الفخار وفى إتجاه الحوض الزجاجى المملوء بالماء.	دليل على الإستجابة الموجبة للجذور ناحية الماء.أى إنتحاء مائى موجب للجذور. وهذه الظاهرة تشاهد بوضوح فى جذور الأشجار النامية بجوار المياه كالترع والقنوات وتنمو الجذور مسافات لتصل إلى المياه.

ثالثاً : التدريب العملى لزراعة الأنسجة النباتية

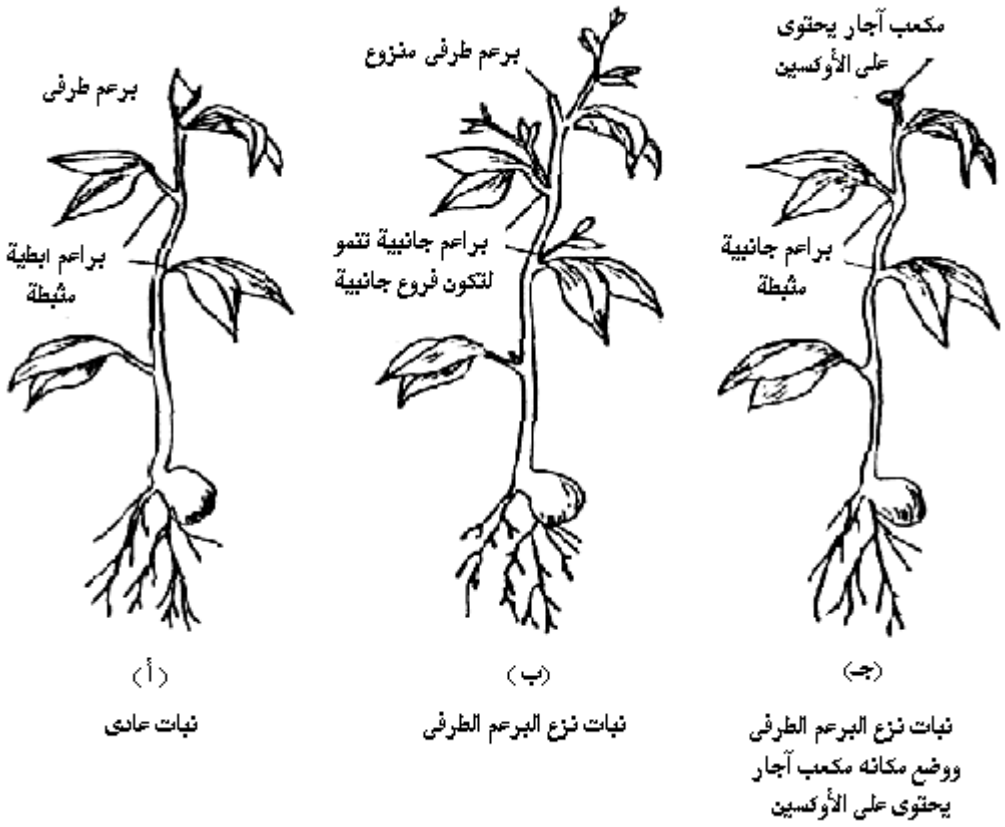
١- يشاهد الطالب نماذج لنباتات منتجة من مزارع الأنسجة .

٢- يقوم الطالب بزيارة ميدانية لأحد معامل الأنسجة فى كليات الزراعة أو مراكز البحوث الموجودة داخل المحافظة لمشاهدة والتعرف على :-

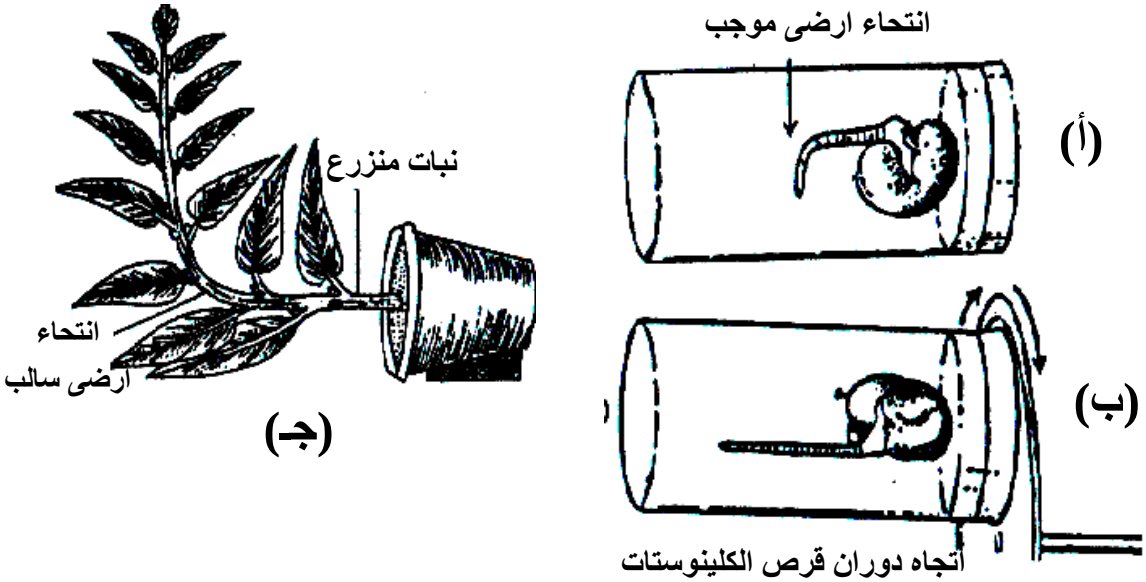
١- معامل زراعة الأنسجة . ٢- طرق زراعة الأنسجة .

٣- صوبة الأقلمة والنباتات الناتجة من زراعة الأنسجة

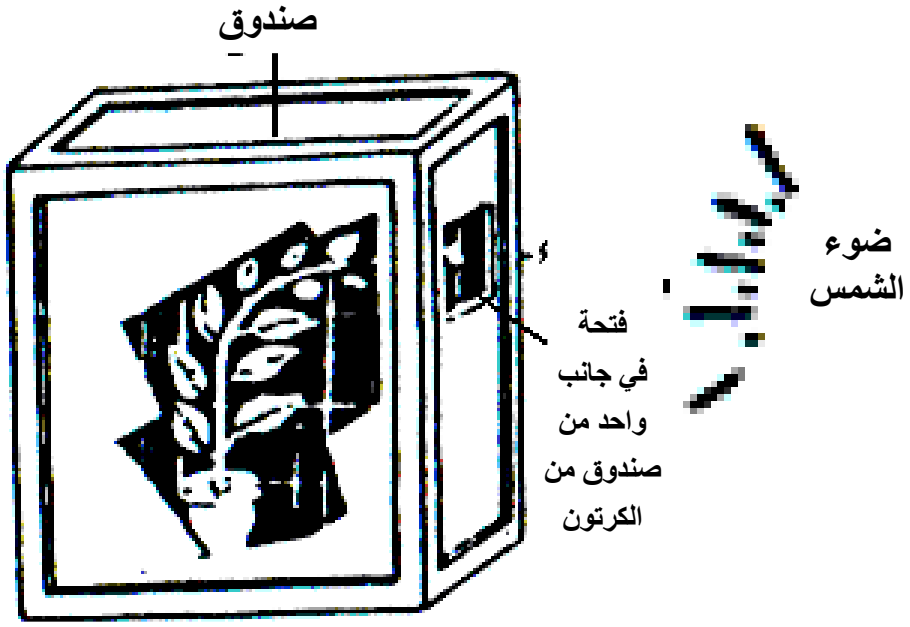
٤-أهم المحاصيل التي تستخدم فى التكاثر بزراعة الأنسجة ثم يقوم الطالب بكتابة تقرير عن هذه المعامل وأهم المحاصيل التي تستخدم فى التكاثر وما شاهده من نماذج للنباتات المنتجة من مزارع الأنسجة .



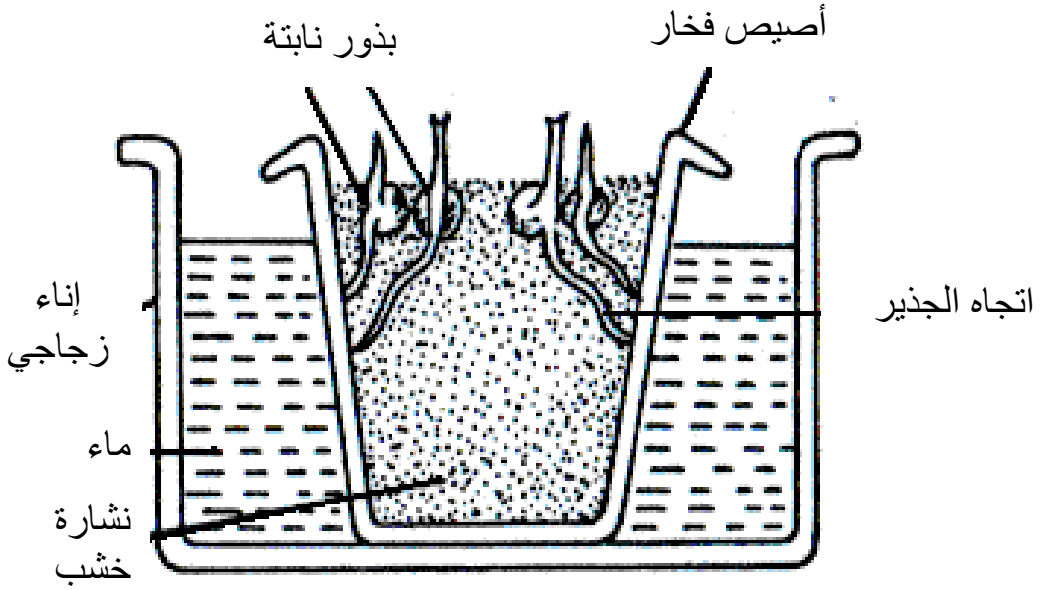
شكل(٣٤):يوضح ظاهرة السيادة القمية



شكل(٣٥):يوضح الانتحاء الأرضي الموجب للجذر و السالب للساق



شكل(٣٦): يوضح الانتحاء الضوئى



شكل(٣٧): يوضح الانتحاء المائي

تذكـــــــر أن

١- **الهرمونات النباتية:** هى منظمات للنمو عبارة عن مركبات عضوية تنتج طبيعياً فى النبات بكميات ضئيلة جداً تشجع أو تثبط أو تحور العمليات الفسيولوجية فى النبات.وتنتقل إلى أماكن أخرى لتحدث فيها تاثيرها الفسيولوجى .

٢- أنواع المجاميع الهرمونية فى النبات خمسة هى الأوكسينات والسيتوكينينات والجبريللينات والإثيلين وحامض الأبسيسيك وتقسم إلى منشطات النمو وتضم الثلاثة مجاميع الأولى السابقة ومنها مثبطات النمو مثل حامض الأبسيسيك وتحدث تأثيرات فسيولوجية عديدة داخل النبات.

٣- من أهم التطبيقات العملية والزراعية للهرمونات النباتية هى تكوين الجذور على العقل – كسرسكون بعض البذور والبراعم – الإثمار البكرى – التحكم فى تساقط الأوراق والثمار – مبيدات الحشائش – تأخير الشيخوخة – تكوين الكالس ونمو الأعضاء فى مزارع الأنسجة.

٤- تسمى إستجابة النبات للمؤثر الخارجى مثل الضوء والماء والأرض بالإنتحاء الضوئى أو المائى أو الأرضى على الترتيب.

٥- الإنتحاء هو تحرك أحد أعضاء النبات فى إتجاه واحد نتيجة للنمو غير المتساوى فى أجزاء العضو النباتى مما يؤدى إلى إنحنائه الذى يسمى بالإنتحاء و الإنتحاء إما أن يكون ضوئى أو أرضى أو مائى.

٦ – يكون إنتحاء الجذر موجب للجاذبية الأرضية ويكون إنتحاء الساق موجب للضوء.

٧- تتجه الجذور فى نموها نحو المناطق الرطبة الغنية بالماء وتسمى بالإنتحاء المائى.

٨- مزارع الأنسجة : هي عبارة عن زراعة أي جزء أو عضو من النبات أو أي نسـيج أو خلايا مفرده من النبات على بيئة مغذية صناعية فى أوعية زجاجية فى المعمـل لإنتـاج أنسجة أو أعضاء معينة أو حتي النبات الكامل تحت ظروف معقمة تماماً .

٩- أنواع مزارع الأنسجة النباتية هي مزارع النبات الكامل – مزارع القمة النامية – الأزهار – الورقة – المتك –البويضات – الأجنة – الكالس – الخلايا والأنسـجة والبرتوبلاسـت ولمزارع الأنسجة عديد من التطبيقات العملية والتجارية

تقويم الباب الثانى

١- عرف مزارع الأنسجة وأذكر أهم التطبيقات العملية والتجارية لها :

- الهرمون النباتي - نسيج الكالس

٢- قل ما تعرفه عن باختصار :-

" الأوكسينات - السيتوكينينات - الجبريلينات - حامض الأبسيسيك - مزارع القمة النامية

٣- أذكر الظروف الواجب مراعاتها فى زراعة الأنسجة النباتية ؟

٤- أذكر أهم مجاميع الهرمونات النباتية ومميزاتها ؟

٥- تكلم عن الإنتحاء الضوئى.

٦- إشرح الإنتحاء الأرضى للجذر والساق.

٧- ما المقصود بالإنتحاء المائى للنبات

٨- إشرح باختصار التأثير الفسيولوجي للهرمونات النباتية فى الظواهر الآتية:

أ- ظاهرة السيادة القمية ب- الإنتحاء الأرضي

ج- ظاهرة الحنبطة

٩- تكلم عن أهمية السيتوكينينات فى التشكيل المورفولوجي وتكوين الأعضاء النباتية فى مزارع الأنسجة ؟

١٠- وضح بالرسم تأثير كل من الأوكسين والسيتوكينين على تنشيط الكالس وتكوين الأعضاء النباتية فى مزارع الأنسجة .

١١- أذكر بعض التأثيرات الفسيولوجية للإثيلين وحمض الأبسيسيك فى النبات

١٢- إختر الإجابة الصحيحة مما بين القوسين بما يتناسب مع العبارات التالية:-

أ- ظاهرة السيادة القمية فى النبات ترجع إلى تأثير هرمون

(الجبريللين- الاوكسين - الاثيلين).

ب- الإنتحاء الأرضي والضوئي يرجع إلى تأثير هرمون

(الإثيلين - السيتوكينين - الأوكسين).

ج- يمكن التغلب على التقزم الوراثي فى نبات البسلة بهرمون

(السيتوكينين - الأوكسين - الجبريللين).

د- يستخدم فى تسوية ونضج الثمار هرمون

(الأوكسين - الإثيلين - السيتوكينين)

هـ- يمكن كسر السيادة القمية وسكون البراعم بهرمون

(السيتوكينين -الأبسيسيك - الإثيلين) .

١٣- ضع علامة (√) امام العبارات الصحيحة وعلامة (X)امام العبارات الغير صحيحة:

أ- من الهرمونات النباتية التي تدخل فى مكونات البيئة المغذية فـــى زراعـــة الأنســـجة الأوكسينات والسيتوكينينات ( ) .

ب- يعتبر حامض الأبسيسيك من الهرمونات النباتية المنشطة للنمو ( ) .

ج- الجبريللينات من الهرمونات النباتية المنشطة للنمو ( ).

د- السيتوكينينات من الهرمونات النباتية التي تؤخر الشيخوخة ( ) .

بعض الأسئلة وإجاباتها النموذجية

س١: عرف مايأتى:

أ- النتح ب- النمو ج- الهرمونات النباتية

الإجابة

أ- النتح: هو فقد النبات للماء على هيئة بخار ماء من اسطحه المعرضة للجو خصوصاً أسطح الأوراق.

ب- النمو: هو الزيادة المستمرة الغير عكسية فى حجم أو وزن أو طول النبات كله أو عضو معين منه.

ج- الهرمونات النباتية: هى منظمات للنمو عبارة عن مركبات عضوية تنتج طبيعياً فى النبات بكميات صغيرة جداً تشجع أو تثبط أو تحور العمليات الفسيولوجية فى النبات.

س٢:- اكتب المصطلح العلمى المناسب لكل من العبارات الاتية:

أ- يطلق على عمليتى البناء والهدم فى النبات...

ب- هو استجابة النبات للطول النسبى للنهار والليل.

ج-هى انتشار الماء عبر غشاء شبة منفذ من المحلول الأقل تركيز إلى المحلول الأعلى تركيز.

الإجابة

أ- الأيض النباتى . ب- التأقت الضوئى ج- الأسموزية

س٣: أكمل العبارات التالية بالكلمات المناسبة:

أ- القوى المسببة لميكانيكية امتصاص الماء من التربة بواسطة الجذور قوتين هما ..... و .....

ب- مراحل نمو الخلية النباتية هى مرحلة ..... ومرحلة ..... ومرحلة.....

ج- الهرمونات النباتية المنشطة للنمو هى ..... و ..... و.....

الإجابة

أ- قوة الضغط الجذرى والقوة السالبة.

ب- مرحلة الانقسام ومرحلة الإ ستطالة ومرحلة التخصص.

ج- الأوكسينات والسيتوكينيات والجبريللينات.

س٤: أجب عما يأتى:

أ- ماهى أهم الظواهر التى تصاحب النمو.

ب- وضح الفرق بين عمليتى البناء الضوئى والتنفس فى النبات.

ج- اشرح باختصار تأثير الأوكسين على ظاهرة السيادة القمية .

الإجابة

أ- الظواهر التى تصاحب النمو: يصاحب النمو واحد أو أكثر من الظواهر الآتية:

٥- زيادة عدد الخلايا.

٦- زيادة كمية البروتوبلازم (زيادة الوزن).

٧- زيادة حجم الخلايا أو العضو النباتى كله.

٨- زيادة كمية بعض مكونات الخلية مثل زيادة عدد البلاستيدات الخضراء وحجمها أو زيادة حجم الفجوة العصارية أو زيادة عدد الميتوكوندريا.

ب- الفرق بين عمليتي البناء الضوئى والتنفس في النبات هي :

البناء الضوئى	التنفس
١- تعتمد على وجود صبغة الكلوروفيل	١- لا تعتمد على وجود الكلوروفيل
٢- تحدث فى الخلايا الخضراء فقط.	٢- تحدث فى جميع أنواع الخلايا الحية فى النبات.
٣- تعتمد على وجود الضوء (اثناء النهار).	٣- لاتعتمد على وجود الضوء وتتم بأستمرار فى الضوء والظلام (ليلاً ونهاراً).
٤- يصاحبها تصاعد أ٢	٤- يصاحبها امتصاص أ٢
٥- عملية بناء وتكوين المواد الغذائية (الكربوهيدراتية).	٥- عملية هدم تعمل على أكسدة وهدم المواد الغذائية.
٦- موادها الخام هى ثانى أكسيد الكربون والماء.	٦- موادها الخام هى المواد الغذائية والأكسجين
٧- تنتج السكريات الأحادية والماء والأكسجين.	٧- تنتج ثانى أكسيد الكربون والماء والطاقة.
٨- تعمل على تخزين الطاقة فى الروابط الكيميائية.	٨- تعمل على أنطلاق الطاقة.
٩- تؤدى إلى الزيادة فى الوزن الجاف للنبات.	٩- تؤدى إلى النقص فى الوزن الجاف .
١٠- يتحول فيها ثانى أكسيد الكربون والماء (مواد غير عضوية بسيطة) إلى سكر الفركتوز أوالجلوكوز (مواد عضوية معقدة)	١٠- يتحول فيها سكر الجلوكوز هوائياً إلى ثانى أكسيد الكربون والماء.

ج- ويرجع ذلك إلى تثبيط أو وقف نمو الراعم الإبطية طالما بقى البرعم الطرفى للساق نامياً فى نباتات ذات الفلقتين وإزالة البرعم الطرفى يؤدى إلى تنشيط نمو البراعم الإبطية القريبة وإذا وضعت مكانه قطعة من الأجار تحتوى على الأوكسين فإن البارعم الإبطية تظل ساكنة تماماً ويرجع ذلك إلى أن البرعم الطرفى ينتج تركيزات عالية من الأوكسين تنتقل قطبياً لأسفل وتسبب تثبيط نمو البراعم الجانبية ويظل البرعم الطرفى نشطاً فى نموه وهذا يوضح تأثير عضو على نمو عضو أخر. وأستخدمت هذه الظاهرة فى تخزين درنات البطاطس.

س٥: اختر الإجابة الصحيحة مما بين القوسين بما يتناسب مع العبارات الأتية:

أ- تحدث ظاهرة الادماع نتيجة الضغط الاسموزى – الضغط الجذرى – النتج)

ب- يمكن إنتاج ثمار لا بذرية باستخدام هرمون (الإثيلين – حامض الابسيسيك – الأوكسين).

ج- من نباتات النهار القصير نبات (الفول – الفجل – الطماطم).

الإجابة

أ- الضغط الجذرى ب- الأوكسين ج – الفول

س٦: ضع علامة (√) أمام العبارات الصحيحة وعلامة (×) امام العبارات الغير صحيحة:

أ- تتم عملية البناء الضوئى فى جميع خلايا النبات ( )

ب- المحلول الناقص التركيز هو المحلول الذى يسبب انتفاخا للخلية النباتية عند وضعها فيه ( ).

ج- السيتوكينينات تشجع انقسام الخلايا بينما حامض الأبسيسيك يثبط الإنبات ونمو البراعم ( )

الإجابة : (أ) (×) (ب) (√) (ج) (√)

س٧: علل لما يأتى:

أ- ظهور أعراض نقص العناصر الكبرى على الأوراق المسنة السفلى.

ب- عدم حدوث النتح الثغرى فى الليل ويتم فى النهار.

ج-حدوث ظاهرة الحنبطة فى نباتات ذات الحولين فى الموسم الأول عند معاملتها بالجبريللين.

الإجابة

أ- لأنها عناصر متحركة تنتقل من الأوراق المسنة السفلى إلى الأوراق الحديثة والقمم النامية.

ب- لأن الثغور تغلق فى الظلام وتفتح فى الضوء.

ج-إن الجبريللين يحل محل احتياجات النبات من البرودة اللازمة لكى يزهر فى الموسم الأول.

أسئلة للتقويم

السؤال الأول: قل ما تعرفه باختصار عما يأتى:

الادماع – الاجهاد المائى – الإنتحاء – الغشاء شبه المنفذ – مزارع القمة الناميـــة للســـاق – التأقت الضوئى – الجبريللينيات – الاثيلين – الاتزان المائى – الايض النبـــاتى – الشـــحوب الظلامى.

السؤال الثانى: عرف مايأتى:

الضغط الأسموزى – البلزمة – الإنزيم – البناء الضوئى – الكالس – الارتباع – الأوكسينات.

السؤال الثالث:

وضح الأهمية الفسيولوجية لكل من فى حياة النبات :-

الماء – العناصر الغذائية الاساســية – الاســموزية- الاوكســينات – البنـــاء الضـــوئى – الجبريللينات – الاثيلين.

السؤال الرابع:

١- أذكر أهم العوامل المؤثرة علي كلا من : معدل النتح – التنفس – البناء الضوئى – النمو الخضرى – امتصاص الماء من التربة بواسطة الجذور.

٢- اشرح ميكانيكية عملية البناء الضوئى فى النبات.

٣- تكلم باختصار عن ميكانيكية امتصاص النبات للماء من التربة بواسطة الجذور.

٤- ماهى أهم العناصر الغذائية الاساسية وماهى الشروط الـــلازم توافرهـــا فـــى العنصـــر الاساسى.

٥- ماذا يقصد بالخلية النباتية كنظام اسموزى.

٦- اشرح باختصار ظاهرة التأقت الضوئى.

٧- اذكر مراحل نمو الخلية النباتية.

٨- ما المقصود بعملية الارتياع وماهى فوائدها

٩- أذكر أهم التأثيرات الفسيولوجية لكل مـــن الجبريللينـــات – الســـيتوكينينات – حـــامض الأبسيسيك.

١٠- تكلم عن الانتحاء الأرضى الموجب للجذور.

١١- قارن بين دورة حياة النبات الزهـــرى الحـــولى والنباتـــات المســـتديمة – خصـــائص الأمتصاص السالب والنشط للعناصر الغذائية .

١٢- تكلم عن تأثير الهرمونات النباتية على الظواهر التالية:

السيادة القمية – الانتحاء الضوئى – الحنبطة – نضج الثمـــار – تكـــوين الكـــالس والتشـــكل المورفولوجى لأعضاء النبات.

١٣- أذكر أهم التطبيقات العملية والزراعية لكل من:

المحاليل الغروية – الارتباع – الهرمونات النباتية – مزارع الأنسجة.

السؤال الخامس: علل لما يأتى:

١- الانتحاء الأرضى الموجب للجذور.

٢- ظهور أعراض نقص العناصر الصغرى على الأوراق الحديثة والقمة النامية.

٣- ظاهرة السيادة القمية.

السؤال السادس: إختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس :

١- يمكن تسوية ثمار الموز باستخدام هرمون (الأوكسين الجبريللينات – الإثيلين).

٢- انزيم الأميليز من الانزيمات (المشابهة – الإضافة – المحللة).

٣- من نواتج التنفس الهوائى (خروج ك أ٢ وحرارة – زيادة الوزن الجاف – خروج الأكسجين).

٤- من نباتات النهار القصير نبات (البنجر – الطماطم – الأرز).

السؤال السابع: أكتب المصطلح العلمى المناسب لكل من العبارات التالية:

١- استجابة النباتات لتأثير الجاذبية الأرضية .....

٢- استجابة النباتات للمعاملة الحرارية. .....

٣- فقد الخلية النباتية للماء عند وضعها فى محلول زائد التركيز .....

السؤال الثامن: أكمل العبارات التالية:

١- أنواع النتح هى: ١- ..... ٢- ..... ٣- .....

٢- تقسم العناصر الغذائية إلى عناصر ..... وعناصر .....

٣- تقسم استجابة النباتات لطول الفترات الضوئية إلى نباتات نهار.....و .....و .....

السؤال التاسع: وضح بالرسم التخطيطى ما يأتى:

ميكانيكية التنفس فى النبات – مسار حركة الماء خلال أنسجة الجذر – تأثير الأوكسين على الانتحاء الأرضى.

السؤال العاشر: ضع علامة (√) امام العبارات الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارات الخاطئة.

١- السيتوكينينات من الهرمونات النباتية المثبطة للنمو ( ).

٢- يمكن انتاج ثمار خوخ لابذرية باستخدام الجبريللينات ( ).

٣- من نواتج عملية البناء الضوئى خروج الأكسجين وسكر سداسى ( )

٤- من مظاهر الضغط الجذرى ظاهرة الادماء ( ).

المراجـــــــع

المراجع العربية:

١- منظمات النمو والإزهار واستخدامها في الزراعة : عماد الدين وصفى- المكتبة الأكاديمية (١٩٩٥).

٢- عماد فسيولوجى النبات: عماد الدين وصفى –المكتبة الأكاديمية (١٩٩٨).

٣- فسيولوجيا النبات مترجم (ديفلين): محمد محمود شراقى وعبد الهادى خضر ، على سعد الدين سلامة ونادية كامل ومحمد فوزى عبد الحميد–المجموعة العربية للنشر (١٩٨٥).

٤- التحولات الغذائية فى النبات: إجلال محمد زكى وسالم محمد سالم – قسم النبات الزراعى – فسيولوجيا النبات – كلية الزراعة – جامعة القاهرة (٢٠٠١).

٥- تقنيات زراعة الأنسجة النباتية : ماجد زكى وفوزى الفقى- المكتبة الأكاديمية (١٩٩٦).

٦- فسيولوجيا النبات – أعضاء هيئة التدريس– قسم النبات الزراعى – كلية الزراعة بمشتهر – جامعة بنها.

المراجع الاجنبية:

١. **Gill, P.S. (٢٠٠٠):** Plant Physiology. S. chand & Company LTD. Ramnagar New Delhi- ١١٠٠٥٥.

٢. **Hopkins, W. G. (١٩٩٥):** Introduction to plant physiology. John Wiley and Sons, New York

٣. **Jain, V. K. (٢٠٠٥):** Fundamentals of plant physiology. S. chand & Company LTD. Ramnagar New Delhi- ١١٠٠٥٥.

٤. **Salisburgy, F. B. and Ross, C. W. (١٩٩٢):** Plant physiology Wadsworth publishing company, Belmont, California.

٥. **Taiz, L. and Zeiger, E. (١٩٩٨):** Plant physiology. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts.

للمزيد من المواضيع اضغط على احد الإيقونات التالية