علم الحشرات العام

(أساسيات ومتقدم)

دكتور
محمد شكري حماد
أستاذ بكلية العلوم الزراعية والأغذية
جامعة الملك فيصل

دار الإصلاح
للطبع والنشر والتوزيع
السعودية - الدمام
١٤٠٤ هـ - ١٩٨٤ م

إهـــداء

إلى جميع الرواد الأول الذين ساهموا فى بناء صرح جامعة الملك فيصل الفتية والتى تبوأت مكانتها الآن بين الجامعات السعودية والعربية.

أهدى هذا الكتاب

« المؤلف »

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم

بسم الله ، أقدم هذه الطبعة من كتاب علم الحشرات العام لطلاب كليات الزراعة والعلوم والمعاهد الزراعية العليا وللباحثين فى الفروع المختلفة لعلم الحشرات بالدول العربية .

ولقد تعمدت أن يكون لهذا الكتاب صفتان مميزتان ، الأولى : الإختصار المبسط فى لغة سهلة ميسرة ، الثانية : الإهتمام بالرسم وبالشكل التوضيحى لأغلب محتويات الكتاب . ولقد قصدت أن يجىء على هذه الصورة ملخصاً لتركيب الأجزاء المختلفة للحشرة وأجهزتها الداخلية ووظائفها الحيوية ، فيكون للدارس معواناً للفهم فى غير ما صعوبة أو جهد .

وعلم الحشرات ، علم شديد الغور متشعب المسالك كثير الدروب ، لذلك كان لا بد لدارس هذا العلم من ضوء ينير السبيل ، ويهدى إلى الغاية .

فلعلى أكون قد وفقت فى أن أضع بين يدى الدارسين والباحثين شمعة على الطريق ، ولعلى أكون بذلك أيضاً قد أثرت من مكتبتنا العربية جانباً فى هذا التخصص .

على أننى أرجو أن يتاح لى فى طبعات قادمة بإذن الله أن يكون الضوء أبعد مدى وأكثر سنى .

ولله الفضل والمنة وهو ولى التوفيق .

المؤلف

المحتويات

الباب الأول

الصفحة

أولاً : مقدمة ١٧

ثانياً : مميزات الحشرات ١٧

ثالثاً : أضرار ومنافع الحشرات ٢١

رابعاً : موقع الحشرات فى المملكة الحيوانية ٢٩

خامساً : تطور نشوء جسم الحشرة من حيوان أولى دودى الشكل ٣٨

الباب الثانى

الغلاف الخارجى (جدار جسم الحشرة) ٤٣

صفائح ونموات جدار الجسم ٤٤

تركيب جدار الجسم ٤٨

الإنســـلاخ ٥١

الباب الثالث

مناطق الجسم فى الحشرات ٥٩

الرأس ٥٩

أجزاء الفم ٦٥

الرقبـــة ٧٤

الصـــدر ٨١

الأرجـــل ٨٤

الأجنحـــة ٨٨

البـــطن ٩٧

زوائد البطن ٩٧

الباب الرابع

الغدد أو أعضاء الأفراز ١٠٧
الغدد غير الصماء ١٠٧

الباب الخامس

الجهاز العصبى ١٢٧
أولاً : الجهاز العصبى المركزى ١٢٧
ثانياً : الجهاز العصبى الحشوى أو السمبثاوى ١٣٤
الغدد الصماء ١٣٧
ثالثاً : الجهاز العصبى السطحى ١٥٤
أعضاء الحس ١٥٤
أعضاء الحس الميكانيكية ١٥٥
أعضاء الحس الكيماوية ١٥٧
أعضاء الحس الضوئية ١٥٨
أعضاء الحس التى تتأثر بالحرارة وبالرطوبة ١٦٧

الباب السادس

أولاً : طرق إحداث الصوت ووسائل السمع فى الحشرات ١٧١
الأصوات الناتجة بسبب إهتزازات أجنحة الحشرات أثناء الطيران ١٧١
الأصوات الناتجة بسبب إحتكاك جزء من أجزاء الحشرة بسطح جسم خارجى صلب ١٧٣
الأصوات الناتجة بسبب قيام الحشرة بأعمال ميكانيكية خاصة ١٧٣

ثانياً : وسائل السمع فى الحشرات ١٧٩
أعضاء السمع ذات الطبلة الخارجية ١٨٠
عضو جونستون ١٨٣
مجاميع الخلايا الحسية السمعية الموجودة بأرجل الحشرات ١٨٣
الأطباق الحسية المبعثرة على جدار الجسم ١٨٤
الشعرات السمعية الحسية المنتشرة على سطح الجسم ١٨٥

الباب السابع

الجهاز التنفسى ١٨٩
الثغر التنفسى ١٩٢
القصبة الهوائية ١٩٣
الأكياس الهوائية ١٩٣
سلوك الجهاز القصبى عند الإنسلاخ ١٩٦
ميكانيكية التنفس ١٩٦
التنفس فى الحشرات المائية ١٩٨
التنفس فى الحشرات المتطفلة داخل أجسام حشرات أخرى ١٩٨

الباب الثامن

الجهاز الهضمى ٢٠٥
أولاً : القناة الهضمية ٢٠٥
القناة الهضمية الأمامية ٢٠٥
القناة الهضمية الوسطى ٢٠٦
القناة الهضمية الخلفية ٢١٠
ثانياً : الهضم فى الحشرات ٢١٤
ثالثاً : أنابيب ملبيجى ٢١٨

الباب التاسع

الجهاز العضـــلى ٢٢٧
جهاز عضلى هيكل ٢٢٧
جهاز عضلى حشوى .....
أنواع الألياف العضلية الهيكلية ٢٣٠
التخطيط العرضى فى العضلات الهيكلية ٢٣١
اتصال العضلات الهيكلية بجدار الجسم ٢٣٢
أنواع العضلات المحركة لزوائد الجسم ٢٣٤

الباب العاشر

الجهاز الدورى والأنسجة المتصلة به ٢٤١
الوعاء الظهرى ٢٤١

الحجابان الحاجزان العلوى والسفلى ٢٤٣
الفتحات الجانبية ٢٤٤
غرف القلب ٢٤٦
الدورة الدموية ٢٤٦
الـــدم ٢٤٧

الخلايا الجار قلبية ٢٥١
الخلايا النبيذية ٢٥١
الجسم الدهنى ٢٥٢
أعضاء إحداث الضوء ٢٥٦

الباب الحادى عشر

الجهاز التناسلى ٢٦١
أولاً : الجهاز التناسلى فى الأنثى ٢٦١
ثانياً : الجهاز التناسلى فى الذكر ٢٦٩
ثالثاً : الخلايا التناسلية ٢٧١
البيضـــة ٢٧١
الحيوان المنوى ٢٧٨
رابعاً : أوضاع التزاوج فى الحشرات ٢٨٦
خامساً : التكاثر فى الحشرات ٢٨٨

الباب الثانى عشر

تكوين الجنين فى الحشرات (النمو الجنينى) ٢٩٩
تكوين الأجسام القطبية ٢٩٩
تكوين البلاستودرم والشريط الجنينى ٢٩٩
تكوين الأغشية الجنينية وعملية الإنبعاج الداخلى فى سطح الجنين السفلى ٢٩٩
ظهور حلقات الجسم ٣٠١
طبقة الميزودرم ٣٠٢
تكوين جدار الجسم والفراغ الداخلى ٣٠٢
الوعاء الظهرى ٣٠٣
الأجهزة التناسلية ٣٠٣

الجهاز العصبى ٣٠٣
الجهاز الهضمى وملحقاته ٣٠٤
القصبات الهوائية ٣٠٥
مراحل النمو الأخيرة ٣٠٦
طرق الفقس من البيضة ٣٠٦

الباب الثالث عشر

النمو الذى يلى النمو الجنينى فى الحشرات (التطور) ٣١٢
طور البيضة ٣١٤
طور اليرقة ٣١٤
طور الحورية ٣١٤
طور العذراء ٣١٤
فرط التطور ٣١٧

الباب الرابع عشر

تكوين ونشوء الحشرة الكاملة ٣٢١
الهيبودرمس ٣٢٢
القناة الهضمية ٣٢٢
أنابيب ملبيجى ٣٢٤
الغدد اللعابية (وغدد الحرير) ٣٢٤
الخلايا النبيذية ٣٢٤
الجهاز القصبى ٣٢٤
الوعاء الظهرى ٣٢٥
الجهاز العصبى المركزى ٣٢٥
الجهاز العضلى ٣٢٥
الجهاز التناسلى ٣٢٦
النمو الذى قد يحدث بعد انتهاء عملية التطور ٣٢٦

الباب الخامس عشر

الحشرات والبيئة ٣٣٣
علم البيئة الذاتى أو الفردى ٣٣٣

علم البيئة الجماعى أو الإجمالى ٣٣٣
العوامل المؤثرة فى حياة الحشرات وحيويتها وتكاثرها وانتشارها ٣٣٣
التوازن الحيوى ٣٣٤

الباب السادس عشر

تصنيف الحشرات وتسميتها ٣٤٧
تحت صف أبتريجوتا (الحشرات عديمة الأجنحة) ٣٥٥
رتبة ديبلورا (ذات الذنب المزدوج) ٣٥٦
رتبة بروتيورا (ذات الذنب الأولى) ٣٥٨
رتبة كوليمبولا (ذات القضيب اللاصق) ٣٥٩
تحت صف بتريجوتا (الحشرات ذوات الأجنحة) ٣٦٠
قسم إكسوتبريجوتا (الحشرات ذوات الأجنحة الخارجية النمو) ٣٦٠
رتبة إفيميرو بترا (ذات الأجنحة اليومية البقاء) ٣٦٠
رتبة أودوناتا (ذات الأجزاء الفمية المسننة) ٣٦١
رتبة بليكوبترا (مطبقة الأجنحة) ٣٦٤
رتبة أورثوبترا (مستقيمة الأجنحة) ٣٦٥
رتبة فازميرا (الحشرات الشبحية أو العضوية) ٣٦٦
رتبة ديرمابترا (جلدية الأجنحة) ٣٦٩
رتبة إمبيوبترا (أمبياوية الأجنحة) ٣٧٠
رتبة ديكتيوبترا (مشبكة الأجنحة) ٣٧١
رتبة أيسوبترا (متساوية الأجنحة) ٣٧٣
رتبة زورابترا (الحشرات الرائقة غائبة الأجنحة) ٣٧٥
رتبة سوكوبترا ٣٧٥
رتبة ماللوفاجا (آكلات الشعر) ٣٧٧
رتبة هيميبترا (نصفية الأجنحة) ٣٧٨
رتبة هومبترا (متشابهة الأجنحة) ٣٨٢
قسم إندوبتريجوتا (الحشرات ذوات الأجنحة الداخلية النمو) ٣٨٢
رتبة نيوروبترا (معصبة أو شبكية الأجنحة) ٣٨٣
رتبة ميكوبترا (طويلة الأجنحة) ٣٨٦
رتبة ليبدوبترا (حرشفية الأجنحة) ٣٨٧
رتبة تراكوبترا (شعرية الأجنحة) ٣٩٢

رتبة ديبترا (ذات الجناحين) ٣٩٤
رتبة سايفونابترا (غائبة الأجنحة ذات الفم المصاص ٣٩٥
رتبة هايمينوبترا (غشائية الأجنحة) ٣٩٧
رتبة كوليوبترا (غمدية الأجنحة) ٤٠١
رتبة ستريسبترا (ملوية الأجنحة) ٤٠٣
المفاتيح التقسيمة ٤٠٤

الباب السابع عشر

علم الأحافير الحشرية ٤١٧
الرتب الحشرية المعروفة على صورة مستحجرات فقط ٤١٨
رتبة باليوديكتيوبترا ٤٢٠
رتبة بروتورثوبترا ٤٢٠
رتبة ميجاسيكوبترا ٤٢٠
رتبة بروتودوناتا ٤٢١
رتبة بروتوبيرلاريا ٤٢١
رتبة بروتوهمبترا ٤٢٢
رتبة بروتوكوليوبترا ٤٢٢
رتبة بروتيليتروبترا ٤٢٣
التاريخ الجيولوجى للحشرات ٤٢٣
العصر الديفونياوى ٤٢٣
العصر الكربونى ٤٢٤
العصر البرمياوى ٤٢٤
العصر الترياسى ٤٢٥
العصر الجيوراسى ٤٢٦
العصر الطباشيرى ٤٢٦
العصر الثلاثى ٤٢٧
التاريخ التطورى للرتب الحشرية المنقرضة والحديثة ٤٢٧

المراجـــع

المراجع العربيـــة ٤٣٢
المراجع الأجنبيـــة ٤٣٣

البـــاب الأول

أولا : المقدمـــة

تشغل الحشرات مركزا ممتازا فى المملكة الحيوانية وذلك بفضل ما لها من مميزات كثيرة تفوقت بها على غيرها من الحيوانات الأخرى ، فتراها تعيش على اليابسة وفى الماء ، كما تتحمل الحياة فى المناطق الباردة والمناطق الحارة ، كما أنها لم تترك أغلب الكائنات الحية سواء أكانت نباتاً أو حيواناً إلا وأصابتها بضررها أو زودتها بمنفعتها . وعلاوة على ذلك تمتاز الحشرات بعددها الهائل جداً ، فقد بلغ ما عرف وتمت تسميته من الحشرات حتى الآن نحو ٩٠٠,٠٠٠ نوعا ، وهذا العدد يفوق كل ما عرف من جميع أنواع الحيوانات الأخرى والبالغ عددها حوالى ٢٧١,٠٠٠ نوعا .

وعلى العموم تحتوى قبيلة مفصليات الأرجل على أكثر من ٧٦ ٪ من المجموع الكلى لأنواع المملكة الحيوانية ، كما وأن صف الحشرات وحده يحتوى على أكثر من ٩١ ٪ من مجموع أنواع قبيلة مفصليات الأرجل وأكثر من ٧١ ٪ من مجموع أنواع المملكة الحيوانية .

ويحتوى صف الحشرات Class Insecta على ٣٠ رتبة حشرية Insect Orders وتشمل كل رتبة منها عددا معروفا من الأنواع .

كما أن هناك أنواع أخرى من الحشرات لم تكتشف بعد وهذه عددها ولا شك كبير جداً ، ويكتشف من الحشرات سنويا حوالى ١٠,٠٠٠ نوع جديد باستمرار . والنوع الواحد من الحشرات يحتوى على أعداد لا حصر لها من الأفراد ، وعلى سبيل المثال نذكر الجراد الرحال الذى يغير على بعض البلاد ، وهو يهاجر فى شكل أسراب قد يبلغ طول السرب الواحد منها فى بعض الأحيان ستة أميال وعرضه نحو ميلين ، وهنا يمكننا أن نتصور ما يحويه هذا السرب من أفراد الجراد الهائلة .

ثانيا : مميزات الحشـرات

احتلت الحشرات المركز الممتاز الذى وصلت إليه بين أفراد المملكة الحيوانية عن طريق تمتعها بعدة مميزات هامة هى :

١ ــ قدرة الحشـرات على الطيران :

المشاهد أن أغلب الحشرات يمكنها أن تطير بفعل الأجنحة ، وقد مكن الطيران الحشرات من الإنتشار فوق مساحات شاسعة من الأرض مما جعل الحشرات فى مأمن من

شر التزاحم وما يترتب عليه من عدم توافر الغذاء وبالتالى قلة انتاجها من البيض الذى يفقس مكونا الأجيال الجديدة من الحشرات ، كما وأن وجود الأجنحة مكن الحشرات بجانب البحث عن غذائها من أن تهرب من أعدائها وأن تعثر على الجنس الآخر .

٢ ــ مقدرة الحشــرات على التأقلم :

يمكن للحشرات أن تعيش وتتأقلم فى بيئات مختلفة ، وعلى هذا يمتد توزيع الحشرات على الكرة الأرضية من القطبين إلى خط الاستواء ، ولم تترك الحشرات تقريبا أى نوع من أنواع النباتات إلا واتخذته غذاء لها ، وحتى المواد العضوية المتحللة لم تسلم من تغذية الحشرات عليها . كذلك يتطفل الكثير من الحشرات إما خارجيا أو داخليا على غيره من الحشرات أو الحيوانات الأخرى بما فى ذلك الحيوانات الفقرية . ولم تقصر الحشرات سكناها على الجزء اليابس من القشرة الأرضية بل أن منها ما يعيش فى الماء ، وحتى فى الجهات الشديدة البرودة تعيش أنواع من الحشرات ، إذ وجد بعضها يتحمل درجة برودة تصل إلى ٥٠° م تحت الصفر ، كذلك فان الحرارة المرتفعة لم تقف عقبة فى طريق انتشار الحشرات بدليل أن بعضها يعيش فى الينابيع الساخنة التى تزيد درجة حرارتها عن ٤٠° م ، كما توجد أنواع من الحشرات فى الصحارى التى تبلغ درجة حرارتها فى فصل الصيف وقت الظهيرة حوالى ٦٠° م . ويعيش فى بعض آبار البترول بولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية نوع خاص من الذباب . كذلك يمكن لبعض الخنافس أن تعيش على نباتات سامة مثل الخشخاش وأبى النوم .

٣ ــ حجم الحشــرات الصــغير :

النادر من الحشرات ما هو كبير الحجم مثل Palophus titan (رتبة الحشرات العصوية) والتى تعتبر أكبر الحشرات الموجودة حجما إذ تبلغ حوالى ٢٥ سم فى الطول ، ٤٢ جم فى الوزن ، وكذلك الفراشة المسماة Thysania agrippinao التى تبلغ فى العرض عند فرد جناحيها حوالى ٢٨ سم (متكالف وفلنت ، ١٩٦٢) . إلا أن أغلب الحشرات صغيرة الحجم جدا إذ تبلغ فى المتوسط من ٦ ــ ١٠ مم فى الطول ، ٢٥ ــ ٥٠ ملجم فى الوزن ، مما جعلها تتمتع بميزات ليست متوفرة لغيرها من الحيوانات الأكبر منها . فصغر حجم الحشرة جعلها تكتفى بكمية ضئيلة من الطعام ، وبالتالى يمكن لمجموعة كبيرة من الحشرات الصغيرة أن تعيش على مقادير ضئيلة من الأغذية تعتبر كمية مهملة بالنسبة للحيوانات الأخرى . ولقد كان من نتيجة صغر الجسم أيضا أن الحيز الصغير من البيئة يمكنه أن يحوى أعداداً هائلة من الحشرات ، ولهذا أمكن للغالبية العظمى من الحشرات أن تعيش وتتم دورة حياتها فى مناطق آمنة بعيدة عن أعدائها مثل

الحشرات التى تعيش بين بشرتى ورقة نبات مثل Leaf-mining Insects ، أو داخل بذور صغيرة جدا كبذور البرسيم والقمح والأرز واللوبيا ، أو فى الشقوق أو تحت سطح التربة .

وصغر حجم الحشرة يعطيها قوة ومرونة أكثر مما لو كانت كبيرة الحجم ، وعلى هذا فيمكن للبرغوث الذى لا يزيد متوسط طول أرجله عن ١,٣ ملم تقريبا أن يقفز لارتفاع ٢١ سم ولمسافة ٣٤ سم ، فإذا قارنا بين البرغوث والانسان من هذه الناحية لكان الواجب على الانسان إذن أن يقفز لارتفاع ٤٥٠ قدم فوق سطح الأرض ولمسافة ٧٠٠ قدم إذ أن متوسط طول أرجله تبلغ نحو ٧٥ سم . ويمكن للجراد الصحراوى Schistocerca gregaria كذلك أن يقفز لارتفاع يعادل ١٠ أمثال مقدار ارتفاع جسمه ، ٢٠ مثلا مقدار طول جسمه كما يمكنه أن يرفع ثقلاًيبلغ ١٠ أمثال وزن جسمه وذلك برجل واحدة من أرجله . ولقد وجد أن الخنفساء Lucanus dama يمكنها سحب ثقل يعادل حوالى ١٢٠ مرة ثقل جسمها ، فإذا كانت قوة الانسان تعادل قوة هذه الخنفساء لكان من الممكن للانسان الذى يزن حوالى ٧٥ كيلوجراما أن يسحب ثقلا يبلغ ٩ أطنان ، وهذه القوة الخارقة للحشرات راجعة إلى صغر حجمها ، إذ كلما زاد حجم الجسم كلما قلت قوة عضلاته والعكس صحيح .

٤ ــ عناد الحشـــرات :

الذبابة هى أكبر مثل على عناد وإصرار الحشرات فهى عندما تحوم يومياً حول الحيوانات أو تضايق الإنسان داخل المنازل وقت الراحة أو النوم يكون من الصعب تخويفها أو إرجاعها عن إصرارها أو عنادها ، ومثل هذا الاصرار يمكنها من الحصول على ما تطلبه من غذاء ضرورى لحياتها وللإعداد لأجيالها القادمة .

٥ ــ تركيب جســم الحشـــرات :

للحشرات وغيرها من أفراد قبيلة مفصليات الأرجل هيكل خارجى صلب Exoskeleton or Integument . ولهذا الهيكل الخارجى فضل كبير على الحشرات فى حياتها وتطورها ، فكونه مبنى على شكل حلقات Segments متمفصلة مع بعضها البعض بأغشية رقيقة يجعل جسم الحشرة يتحرك فى أى اتجاه بسهولة شديدة .

وتغليف جسم الحشرات من الخارج جعله أقوى بكثير من الهيكل المحورى للفقريات بدليل أن أحد العلماء أجرى مقارنة بين قوة احتمال زئدة من زوائد حيوان فقرى (ذات هيكل داخلى مسمط) فوجد أن الهيكل الخارجى للحشرة أقوى بنحو ٣ أمثال الهيكل الداخلى للفقريات .

وعلاوة على متانة الهيكل الخارجى للحشرات فانه مقاوم عنيد للمبيدات الحشرية ، كما أنه غير منفذ للماء ، ولذلك فقد أصبح وسيلة فعالة لحماية الحشرة من المؤثرات الخارجية وكذلك مكن الحشرة من الإحتفاظ بالماء الموجود بداخلها مما كان له أكبر الأثر فى مساعدة الحشرات على سكنى الأرض وعلى التفوق على غيرها من الحيوانات .

ويحمل الهيكل الخارجى للحشرات من الخارج شعيرات وأشواك وحراشيف لحماية الحشرة من المؤثرات الميكانيكية الخارجية ومن الحرارة المرتفعة أو من الأعداء الطبيعية ، كما قد تفرز بعض هذه الشعيرات إفرازات سامة . وبجانب هذا يمكن للكثير من الحشرات إفراز روائح طاردة تبعد عنها أعداءها الطبيعية .

٦ ــ القدرة على حماية نفسها :

من أحسن وسائل حماية الحشرات فعلاً هو الشرنقة التى تفرزها يرقات رتبة حرشفية الأجنحة حول نفسها لتعذر بداخلها أو لتبقى اليرقة طيلة حياتها داخل مثل هذه الشرنقة كما تفعل يرقات دودة الملابس ذات الكيس **Tineola biseliella** ، وبناء العشوش فى الحشرات الإجتماعية هى وسيلة من وسائل حماية الحشرات لنفسها . ولكثير من الحشرات طرق مختلفة للتخفى عن أعدائها مثل الحشرات العصوية مثلا والتى عندما تبقى ساكنة تشبه فرع الشجرة الواقفة عليه تمام الشبه مما يجعلها فى مأمن من أعدائها . ويمكن لبعض أنواع أخرى من الفراشات أو الذباب أن تأخذ شكل أو لون أنواع الفراشات والذباب الغير مستساغة فى الطعم لتلك الطيور . وأهم الأمثلة على قدرة الحشرات على حماية نفسها تلك التى توجد فى رتبة غشائية الأجنحة التى تملك آلة لسع قوية تلدغ بها كل من يقترب منها ، كما توجد حشرات أخرى تثقب جدار جسم المعتدى عليها أو تقرضه بأجزاء فمها .

٧ ــ سرعة التكاثر :

للحشرات مقدرة كبيرة على التكاثر . وفى الحشرات ذات التكاثر الجنسى تضع الإناث البيض بعد أن تلقحها الذكور ، ثم يفقس هذا البيض لتخرج منه صغار يموت منها الكثير بفعل عوامل البيئة المضادة ، ومع ذلك فإن ما يتبقى منها فيه الكثير من الكفاية للمحافظة على بقاء النوع . وقد ذهبت بعض الحشرات فى طريقة تناسلها إلى أبعد من ذلك ، فقد تستغنى الاناث عن الذكور وتضع بيضا غير مخصب لكنه يفقس ، وهذا ما يسمى بالتوالد البكرى **Parthenogenesis** ، أو قد تضع الاناث يرقات أو عذارى مباشرة وهذا ما يسمى بولادة الأحياء **Viviparity** ، أو قد تتكاثر الأطوار الغير

كاملة فى الحشرات أثناء طورى اليرقة أو العذراء وهذا مايسمى بتوالد الأطوار غير الكاملة Paedogenesis .

ومما يساعد الحشرات على التكاثر السريع ان فترة حياة الحشرة قصيرة إذا قورنت بغيرها من الحيوانات ، فبعض الحشرات كالمن مثلا لا يستغرق الجيل الواحد فيها أكثر من ٥ أيام . بينما هناك حيوانا أخرى كالحيوانات القارضة مثلا قد يستغرق الجيل الواحد فيها عدة أشهر ، وفى بعض الحيوانات الثديية قد يستغرق الجيل الواحد عدة سنوات .

ولكى نأخذ فكرة عن سرعة تكاثر الحشرات ندرس حشرة المن مثلا والتى تلد أنثاها الواحدة بدون تلقيح من ٢٠ ــ ١٢٠ أنثى أى ٧٠ أنثى فى المتوسط ، فيكون فى الجيل الأول ٧٠ أنثى ، وفى الجيل الثانى ٤٩٠٠ أنثى (٧٠ × ٧٠) . وفى الجيل الثالث ٣٤٣,٠٠٠ أنثى ، والرابع ٢٤,٠٠٠,٠٠٠ أنثى وهكذا ، فاذا علم أن لحشرة المن هذه حوالى ٥٠ جيلاً فى السنة لأمكن تصور العدد الهائل الذى سينتج عن هذه الحشرات فى العام الواحد إذا لم تتدخل العوامل الطبيعية والبيئية للحد من تكاثر هذه الحشرات .

كل هذه الصفات التى ذكرناها جعلت الحشرات أكثر الحيوانات صمودا أمام الانسان ، ومن هنا نشأ النضال الدائم بين الانسان والحشرات ، وسيظل هذا النضال قائماً طالما أن الحشرات والإنسان يشتركان فى كثير من الإحتياجات التى أهمها المأوى والغذاء .

ثالثا : أضرار ومنافع الحشـــرات

١ ــ أضـــرار الحشـــرات :

منذ ظهرت الحشرات على الأرض وهى مصدر متاعب للانسان . وقديما عندما كانت المخلوقات البشرية موزعة ومبعثرة فى مجاميع صغيرة على أنحاء الأرض كان كل هم الانسان أن يعثر على غذائه اليومى وأن يتجنب غارات الحيوانات المفترسة ، ولذلك كانت الحشرات وما تسببه من مضايقات وأمراض قليلة الأهمية بالنسبة للعوامل البيئية المضادة الأخرى .

وبرقى الإنسان عمد إلى تغيير الظروف البيئية المضادة لحياته إلى ظروف صالحة لبقائه وزيادة عدده ، فكان من نتيجة ذلك أن كل تغير إبتدعه الإنسان لصالحه جلب معه الشقاء لأنه أفاد أيضا بعض الحشرات الضارة . وقد أدى إزدياد المجاميع البشرية إلى زيادة

أعداء الإنسان من الطفيليات الحشرية الضارة مثل القمل والبراغيث والبعوض والذباب وغيرها نتيجة لزيادة عوائلها ، وكان هذا سبباً فى إنتشار الأوبئة وخاصة التى تنقل بواسطة الحشرات مثل التيفوس والطاعون والكوليرا والرمد ومرض النوم والحمى الصفراء والملاريا وكثير من الأمراض الفتاكة الأخرى .

ولما تكونت المدن الكبيرة تكررت حوادث اجتياحها بالأوبئة ، وبهذا الشكل أصبحت الحشرات من أهم العوامل الضارة جدا بالصحة العامة ، كذلك أصبحت الحشرات عوامل ضارة بالنسبة للأغذية ، حيث أدى تخزين المواد الغذائية والحبوب إلى إصابتها بحشرات لم تكن مهمة إطلاقا من قبل . ولقد أدى تخزين الغذاء والحبوب فى مخازن أو صوامع كبيرة إلى تجمع الحشرات لدرجة أنها أصبحت تتلف سنويا ملايين الأطنان من هذه الأغذية والحبوب بالرغم من الوسائل الكثيرة التى تتبع لمقاومة هذه الحشرات والوقاية منها .

وأدى تجمع الحيوانات عندما بدأ الانسان فى استئناسها للحصول على منتجاتها كاللحم واللبن والصوف والوبر وغيرها إلى ازدياد الحشرات المتطفلة عليها كأنواع القمل والبرغش وذبابة مسرى (التبانا) وذبابة الاسطبلات وأنواع النغف وغيرها ، كما كانت الحشرات المذكورة سببا فى إصابة هذه الحيوانات المستأنسة بالأمراض مما أدى إلى ضياع جزء كبير من الثروة الحيوانية .

ولقد ساعد التوسع فى انتاج المحاصيل الزراعية بطريقة منظمة على ازدياد أعداد الحشرات ، لأن الزراعة المنظمة جعلت العوائل النباتية متجمعة مع بعضها البعض بكميات متوفرة ، وبذلك تمكنت الحشرات التى تتغذى على هذه النباتات من تكوين مجاميع **Populations** هائلة . كما أدى تطور وسائل الزراعة وتحسين المحاصيل واستنباط الأصناف الجديدة من النباتات بغرض زيادة الانتاج إلى جعل النباتات الجديدة أكثر اجتذابا للحشرات عن العوائل البرية التى كانت غالبا منيعة ضد الاصابة بهذه الحشرات ، وبذلك نشأت الحشرات المختلفة التى تضر بالمحاصيل الزراعية ، وكذلك الحشرات التى تنقل أمراضا نباتية كأمراض الفيرس والبكتريا والفطر وغيرها . هذا ولقد قدرت الخسائر السنوية فى المحاصيل الزراعية المتسببة عن الحشرات بالولايات المتحدة الأمريكية بنحو ١٠ ٪ (متكالف وفلنت ، ١٩٦٢) .

والتقدم الكبير فى وسائل النقل الحديثة بالبر والبحر والجو ساعد على انتشار الحشرات بدرجة كبيرة ونقلها إلى بيئات جديدة أكثر ملاءمة لها من بيئاتها الأصلية التى نشأت فيها والتى كان يفصل بينها وبين هذه البيئات الجديدة حواجز طبيعية كالجبال

والبحار والصحارى منعت وصولها إليها ، ولكن وسائل النقل الحديثة سهلت هذه العملية ، وبذلك نقلت الحشرات إلى بيئات ذات جو ربما قد يكون أكثر ملاءمة ، وغذاء ربما يكون أكثر توافرا ، وانعدمت فى هذه البيئات الجديدة الأعداء الطبيعية الموجودة فى البيئة الأصلية للحشرات والتى كانت تحد من تكاثرها .

٢ ــ منافع الحشرات :

وعلى الرغم من أن معظم الحشرات ضارة بالانسان والحيوان والنبات إلا أن هناك حشرات نافعة نذكرها فيما يلى :

(ا) ديدان الحرير Silkworms :

عرف الصينيون تربية دودة الحرير المستأنسه Bombyx moder ــ (Order Lepidoptera, Fam. Bombycidae) منذ ٢٠٠٠ سنة، وتستهلك اليرقة الواحدة من يرقات دودة الحرير المذكورة من وقت فقسها من البيضة حتى تحولها إلى عذراء حوالى ٩٠ جراما من ورق التوت ، وتنتج الشرنقة الواحدة خيطا حريريا طوله ٨٠٠ ــ ١٢٠٠ ياردة ووزنه ٠,٤ ــ ٢ جم ، وينتج الرطل الواحد من الحرير الخام من نحو ٣٠٠٠ شرنقة .

وإنتاج الحرير صناعة هامة ورئيسية فى دول كثيرة كاليابان والصين وإيطاليا وفرنسا وأسبانيا ، وتنتج هذه الدول حوالى ٥٠ ــ ٧٠ مليون رطل من الحرير الخام سنويا قيمتها نحو ٣٠٠ مليون جنيه مصرى أو ١٠٠٠ مليون ريال سعودى .

وتوجد أنواع أخرى من ديدان الحرير المستأنسة غير الدودة المعروفة Bombyx mori ومن نفس الجنس مثل B. sinensis , B. textor ، ٣٠ نوعا آسيويا غير مستأنسة تابعة لرتبة حرشفية الأجنحة ولكنها كلها تابعة للعائلة Saturniidae ، وأهم هذه الأنواع غير المستأنسة هى الأنواع Anthernea pernyi (ويوجد فى الصين) ، A. paphia (ويوجد فى الهند) ، A. yamamai (ويوجد فى اليابان) ، A. assamensis (ويوجد فى أسام) . ومن ديدان الحرير غير المستأنسة والتابعة للعائلة Saturniidae ولكن أمكن استئناسها الآن لمحاولة استغلالها تجاريا الأنواع Attacus atlus , Samia ricini , Samia cynthia . هذا ولا زال النوع Bombyx mori يفوقها جميعها فى الانتاج .

(ب) نحلة العسل Apis mellifera :

تجمع شغالة العسل رحيق الأزهار لتصنع منه العسل Honey ، ولذا وجد أن على الشغالة الواحدة أن تقوم بحوالى ٤٠,٠٠٠ ــ ٨٠,٠٠٠ رحلة تزور خلالها أزهارا كثيرة كى تجمع رحيقا يكفى لصنع رطل واحد فقط من العسل ، علما بأن الرحلة الواحدة تبلغ

حوالى ١ ــ ١ ١/٢ من الأميال ، أى أنه على الشغالة الواحدة أن تطير مسافة تعادل ضعف محيط الكرة الأرضية لكى تجمع رحيقا يكفى لصنع رطل واحد من العسل . والعسل سائل سكرى يحتوى على نحوى ١٣ ــ ٢٠ ٪ ماء ، ٤٠ ــ ٥٠ ٪ سكر فركتوز ، ٣٢ ــ ٣٧ ٪ سكر جلوكوز ، ٢ ٪ سكر سكروز ، آثار من سكر المالتوز ، ١ ــ ١٢ ٪ دكسترين ، وأصماغ ، آثار من المعادن (بوتاسيوم ، فسفور ، كالسيوم ، مغنسيوم ، حديد وغيرها) وأحماض عضوية ، وفيتامينات ، وانزيمات ، وحبيبات نباتية ، ومعلقات صلبة مثل حبوب اللقاح (الغنية بالبروتينات) ، وشمع نحل العسل .

وتفرز شغالة نحل العسل أيضا الشمع Beewax الذى يستعمل فى أغراض كثيرة نافعة مثل عمل براويز شمع نحل العسل وصابون الحلاقة والبويات والورنيش ونماذج الموديلات وأقلام الرصاص وبعض المنجات الكهربائية وغيرها ، ويفرز الشمع من غدد خاصة ببطن الشغالة وذلك بعد أن تهضم الشغالة كمية من العسل مباشرة ، وينتج الرطل الواحد من شمع العسل بعد هضم الشغالات لكمية تتراوح بين ٣ ــ ٢٠ رطلا من العسل فى مدة ٢٤ ساعة .

(جـ) الحشرة القشرية المفرزة لمادة الشيلاك :

تفرز الحشرة القشرية الصغيرة Laccifer (Tacharida) iacca مادة الشيلاك Shellac فوق جسمها للحماية ، وتوجد هذه الحشرة على أشجار الغابات بالهند وبورما ، وتستعمل مادة الشيلاك فى عمل البويات والورنيش وصناعة الأخشاب وتلميع المعادن وصناعة القبعات وعمل الشمع الأحمر وبعض الأحبار والمواد العازلة والأسطوانات واللينوليم الذى يستعمل فى تغطية أرضية الحجرات والزراير والقيشانى ولعب الأطفال والنماذج الصناعية للزهور والفاكهة والخضراوات . ويجمع من مادة الشيلاك سنويا نحو ٢٠ ــ ٤٥ مليون كيلو جرام ، ويحتاج الكيلو جرام الواحد من الشيلاك إلى نحو ٣٠٠,٠٠٠ حشرة قشرية لإفرازه ، وجدير بالذكر أن مادة الشيلاك واستعمالاتها قد عرفت منذ عام ١٥٩٠ م .

(د) الحشرات المنتجة للضوء الحى (أو الضوء بدون حرارة):

بعض الكائنات الحية مثل الأوليات والجوفمعويات والرخويات (القواقع) والديدان الحلقية والقشريات والأسماك والطيور والبكتيريا والفطر وغيرها قادرة على إنتاج ضوء يشع منها .

ومن الحشرات تستطيع بعض الخنافس (الحشرات الكاملة) التابعة للعائلات Cerambycidae, Elateridae, Phengodidae, Lampyridae ، وكذلك يرقات

الذباب التابعة للجنس Bolitophila (عائلة Mycetophilidae) ، وكثير من أنواع حشرات الكولمبولا أن تنتج هذا الضوء الحى . هذا وتستخدم تلك الحشرات المضيئة أحيانا لأغراض الزينة وفى الأضاءة الصناعية وفى أغراض التصوير .

(هـ) الحشرات المستخدمة فى مواد التجميل :

تستعمل أجسام بعض الحشرات مثل حشرة البق الدقيقى الحمراء اللون Dectylopius coccus التى تعيش على أشجار الكمثرى البرية Opuntia coccinellifera الموجودة فى هندوراس وجزر الكنارى والمكسيك وبيرو وأسبانيا والجزائر بعد تجفيفها وطحنها فى صنع أحمر الشفاه وفى عمل الألوان التى تدخل فى صناعة الحلويات وفى تلوين الأدوية والمشروبات كما تستعمل فى علاج السعال الديكى وبعض الأمراض العصبية . ويحتاج إنتاج الكيلوجرام الواحد من مسحوق أجسام الحشرات السالفة الذكر إلى نحو ١٥٠,٠٠٠ حشرة ، ويحتوى المسحوق الناتج على نحو ١٠ ٪ من حامض الكرمنيك النقى .

(و) الحشرات المستخدمة فى الأغراض الطبية :

لبعض الحشرات قيمة طبية كيرقات بعض أنواع الذباب ونحلة العسل والخنافس المعروفة باسم Blister beetles من عائلة Meloidae .

ولقد أمكن شفاء بعض الجروح عندما وضع الأطباء عليها يرقات الذباب المعقمة ، كذلك أمكن عزل مادة معينة لها خاصية شفاء الجروح من إفرازات يرقات الذباب وقد سميت هذه المادة باسم Allanton ، وهى تحضر الآن صناعياً ومتداولة بالأسواق ، وإذا وضع محلولها العديم الرائحة واللون والطعم والذى لا يسبب أية آلام على الاطلاق على الحروق والقرح والجروح فانه يعمل على شفائها (متكالف وفلنت ، ١٩٦٢) .

ويحتوى الدم والأجهزة الداخلية لخنفساء الـ Blister beetle المسماة Lytta vesicatoria على مادة الكنثارادين Cantharadine التى تستعمل الآن فى علاج بعض أمراض الأجهزة البولية والتناسلية ، وتوجد هذه الحشرة بكثرة فى كل من أسبانيا وفرنسا .

وخلال القرن التاسع عشر كانت أجسام نحلة العسل تنقع فى كحول الإيثايل لمدة شهر تقريبا (بمعدل ٢ أوقية من النحل لكل ١ لتر من الكحول) مع حفظها فى مكان دافىء ، وكان المنقوع الناتج يستخدم فى علاج بعض الأمراض مثل الدفتريا والحمى القرمزية وإلتهابات المثانة وجروح البشرة ، وحديثا أستعمل الغذاء الملكى لنحل العسل كمصدر للفيتامينات فى بعض مراهم التجميل .

(ز) استخدام الأورام النباتية الناتجة عن الحشرات :

من المعروف منذ القرن الخامس قبل الميلاد أن الأورام Galls الموجودة على أشجار الجوز التى تنمو فى شرق أوروبا وغرب آسيا تحتوى على مواد تستخدم كمقويات وكمضادات لبعض السموم أو كمواد لصباغة الشعر والصوف والبشرة ، كما تستخدم مستخلصات أوراق أشجار الجوز بكثرة فى الوقت الحاضر فى صباغة الجلود .

وهناك أورام نباتية أخرى تستخدمها نساء الصومال للتجميل ، كما يستخدم الأتراك فى الصباغة موادا قرمزية اللون ناتجة عن أورام نباتية حمراء اللون موجودة على أشجار البلوط .

ويوجد حمض التنيك Tannic acid بكثرة (٣٠ ــ ٧٠ ٪) فى كثير من الأورام النباتية . كما تستخدم أنواع عديدة من الأورام النباتية الآن فى تجهيز الأحبار Inks الثابتة

(حـ) تلقيح الحشـرات للأزهار :

تلعب الحشرات دوراً هاماً فى نقل حبوب اللقاح من متك زهرة إلى مياسم زهرة أخرى أثناء زيارتها للأزهار للتغذية على رحيقها ، ويؤدى هذا بطريقة غير مباشرة إلى تلقيح الأزهار فالإخصاب ثم تكوين البذور . ويطلق على الحشرة التى تقوم بنقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى إسم الحشرة الملقحة Pollinator ، ومن أمثلة الحشرات الملقحة أنواع النحل البرى ونحل العسل .

ومن الأمثلة الحية على إعتماد النباتات فى تلقيحها على الحشرات توقف جودة طعم التين الأزميرلى على وجود الدبور (Blastophaga psenes (Chalcididae الذى يقوم بعملية تلقيح الأزهار .

(ط) الحشـرات كغـذاء للانسـان :

وجد بالتحليل الكيماوى لإجسام اليرقات والحشرات الكاملة لبعض الحشرات أنها غنية بالمواد الغذائية . لذلك فهى تؤكل بواسطة الإنسان فى كثير من بلدان العالم كما فى المكسيك (حيث يؤكل بيض بعض الحشرات المائية الكبير الحجم) ، وجامايكا (حيث تؤكل صراصير الغيط) ، واستراليا (حيث يأكل الوطنيون الأصليون فراشات الديدان القارضة Agrotis infusa) ، والهند (حيث يؤكل النمل والنطاط والجراد ويرقات وعذارى النحل والفراشات وبعض الخنافس النافقة للأخشاب Wood) borers) ، والجزائر وشبه الجزيرة العربية (حيث كان يؤكل الجراد) ، وكثير من الدول الأفريقية (حيث يؤكل النمل الأبيض وبعض يرقات رتبة حرشفية الأجنحة) . وتؤكل

الحشرات المذكورة فى البلاد السابقة إما طازجة أو مجففة أو مشوية أو مقلية (بودنهيمر ، ١٩٥١) .

ويأكل فلاحو العراق وتركيا وإيران المادة العسلية المعروفة باسم الندوة العسلية والمسماة أيضا باسم مانا Manna والتى يفرزها المن والحشرات القشرية . وذكر بودنهيمر وسفيرسكى (١٩٥٧) أن ما يباع بأسواق العراق من هذه المادة العسلية يقرب من حوالى ٣٥,٠٠٠ كيلو جرام سنويا .

(ى) الحشـــرات المفترســـة والمتطفلة :

لا شك أن الفضل الأكبر لكبح جماح الحشرات الضارة وتقليل أضرارها يرجع إلى الحشرات المفترسة Predators والمتطفلة Parasites (كلاوسن ١٩٣٠ ، ١٩٣٩ ، ١٩٤٠) . وقد يتطفل على الطفيل الأصلى طفيل آخر ثانوى Secondary parasite ، وهذا الطفيل الثانوى قد يتطفل عليه طفيل ثالث Tertiary parasite . وتتبع أغلب الحشرات المتطفلة رتبة الذباب Order Diptera (عائلة Tachinidae) ، ورتبة غشائية الأجنحة Order Hymenoptera (عائلات Scelionidae , Chalcididae, Braconidae, Ichneumonidae) .

(ك) الحشـــرات كوســـيلة لمقاومة الحشـــائش :

يتوقف اعتبار حشرة ما ضارة أو نافعة على القيمة الاقتصادية للنبات أو الحيوان الذى يتغذى عليه ، ولذا فإن الحشرة التى تتغذى على الحشائش أو تهاجم الحيوانات الضارة تعتبر حشرة نافعة . ولقد طبقت حكومة استراليا إستخدام الحشرات كوسيلة لمقاومة الحشائش عام ١٩١٣ عندما استوردت الحشرة المسماة Cactoblastis cactorum (رتبة حرشفية الأجنحة) من تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية والمكسيك وأورجواى والهند وسيلان وجنوب أفريقيا لمقاومة الانتشار الكثيف لنباتات التين الشوكى وبعض أنواع الصبار الأخرى فى مساحات شاسعة من الأراضى (٢٠ ــ ٢٥ مليون هكتار) ، وقد استطاعت هذه الحشرة المستوردة أن توقف نمو الصبار ، وأن تقضى عليه تدريجيا . وفى كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية استطاعت الخنفساء Chrysomela gamellata المستوردة من أوروبا أن توقف إنتشار حشيشة كلامات Klamath (Hypericum perforatum) التى كانت تهدد ملايين الهكتارات .

وكقاعدة عامة يجب الحذر عند استعمال الحشرات كوسيلة لمقاومة الحشائش ، إذ من المحتمل أن تتأقلم هذه الحشرات التى تستخدم فى مقاومة الحشائش وتهاجم محاصيل اقتصادية وبذلك تتحول إلى آفة .

(ل) الحشـــرات وبنـاء التربة الزراعيـة :

تلعب الحشرات دورا كبيرا فى بناء التربة الزراعية ، فهى تفتت الحبيبات الكبيرة وترفعها إلى أعلى سطح التربة حيث تتعرض إلى فعل المياه والعوامل الجوية الأخرى . كما أن الأنفاق الكثيرة التى تصنعها الحشرات بالتربة تساعد على تعريتها وعلى سهولة حركة المياه الشعرية خلالها . وتحفر الحشرات فى التربة إلى أعماق تصل إلى حوالى ٥ ــ ١٠ أقدام . كذلك تساعد الحشرات على إضافة المواد العضوية فى التربة وذلك عن طريق برازها أو عن طريق تحلل أجسامها بعد موتها . وأهم الحشرات التى تعيش فى التربة هى النحل البرى والنمل والزنابير والخنافس ويرقات الذباب والديدان القارضة وعذارى الفراشات وحشرات السيكادا والحفار وصراصير الغيط والكولمبولا .

(م) الحشـــرات الرميـــة :

كثير من الحشرات تتغذى على المواد العضوية التالفة نباتية كانت أم حيوانية ، ويطلق على هذه الحشرات اسم الحشرات الرمية Saprophitic Insects ، ولمثل هذه الحشرات فائدتان ، أولهما استهلاك تلك المواد العضوية التالفة التى قد تكون سببا فى انتشار بعض الأمراض ، وثانيهما تحويل تلك المواد التالفة إلى مواد عضوية نافعة لنمو النبات . ومن أمثلة هذه الحشرات الرمية النمل الأبيض ويرقات الكثير من أنواع الذباب ، واليرقات والحشرات الكاملة لبعض الخنافس .

(ن) الحشـــرات كهوايـــة ومتعة نفســـية :

تشجع الألوان الجميلة لكثير من الحشرات كبعض أنواع الفراشات وأبى دقيقيات الهواه على عمل مجموعات حشرية خاصة لكل منهم . كما أن ألوان تلك الفراشات وأبى دقيقات قد لفتت أنظار الكثير من الفنانين ومربى الزهور إلى جمال وتناسق الألوان مع بعضها البعض . ولا يخفى علينا أن الكثير من الحلى والزخارف المعدنية تأخذ أشكال الحشرات . وعادة يتحلى أفراد بعض قبائل جنوب أفريقيا واستراليا بقلادات مصنوعة من كرات تشبه القواقع يطلقون عليها « اللآلىء الأرضية » ، وهى عبارة عن إفرازات حوريات نوع معين من الحشرات القشرية

(ى) الحشـــرات وقيمتها العلمية :

كانت الحشرات سببا فى أن يتفهم الانسان الكثير من المواضيع الخاصة بفسيولوجيا جسم الانسان والحيوان ومشاكل علوم الاجتماع وعلم النفس ، كذلك تستخدم الحشرات فى الكثير من الأبحاث العلمية للكشف عن أسرار العلوم والحياة ، فهى مادة اختبار

لصلاحية مياه صرف المصانع ، وذبابة الدروسوفيلا مثلا Drosophila melanogaster تستخدم على نطاق واسع فى الدراسات الوراثية ودراسة الخلية ، استخدمت أيضا حشرات الحبوب المخزونة كمادة لدراسة الكثير من نواحى علم التغذية ، كما أفاد استخدام يرقات البعوض والذباب فى الدراسات التى تجرى على الأثر المتبقى Residual effect للمبيدات الحشرية على الفواكه والخضروات .

رابعا : موقع الحشرات فى المملكة الحيوانية

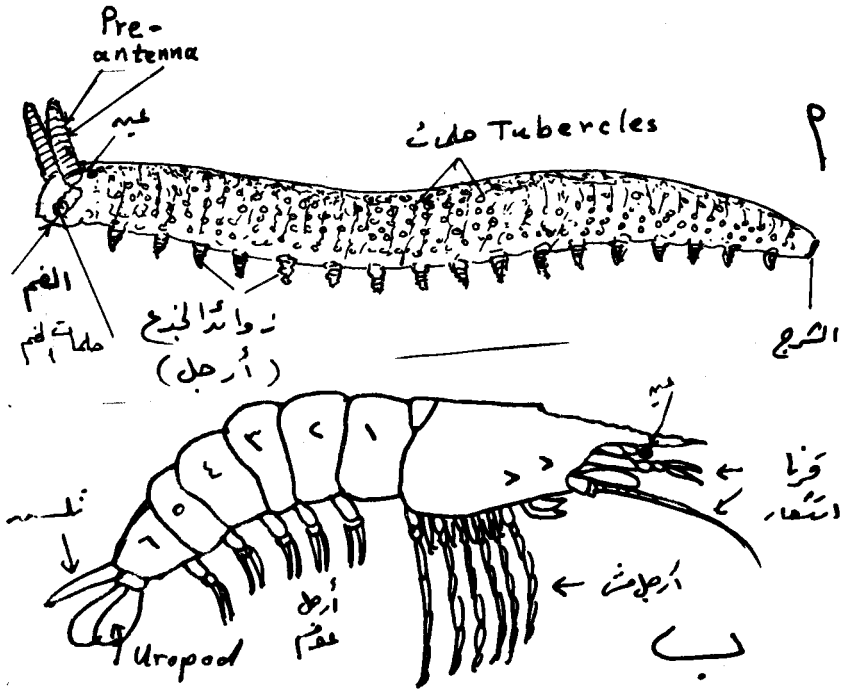
تنقسم المملكة الحيوانية Animal Kingdom إلى عدة قبائل Phyla مختلفة هى :

١ ــ قبيلة الحيوانات الأولية	Phylum Protozoa
٢ ــ قبيلة الأسفنجيات	Phylum Porifera
٣ ــ قبيلة الجوفمعويات	Phylum Coelenterata
٤ ــ قبيلة الديدان المفلطحة (المفلطحات)	Phylum Plathyhelminthes
٥ ــ قبيلة الديدان الأسطوانية (الاسطوانيات)	Phylum Nemathelminthes
٦ ــ قبيلة الديدان الحلقية (الحلقيات)	Phylum Annelida
٧ ــ قبيلة الجلد شوكيات	Phylum Echinodermata
٨ ــ قبيلة الرخويات	Phylum Mollusca
٩ ــ قبيلة مفصليات الأرجل	Phylum Arthropoda
١٠ ــ قبيلة الحبليات	Phylum Chordata

وتنقسم قبيلة مفصليات الأرجل Phylum Arthropoda إلى عدة صفوف Classes هى :

١ ــ صف الأنيكوفورا : Class Onychophora

حيوانات هذا الصف (شكل ١ ١) دودية الشكل وحلقات الجسم فيها واضحة ، وتحمل كل حلقة من حلقات الجسم . ما عدا الحلقتين الأولى والأخيرة . زوجا من الأرجل الغير مقسمة ، وتحمل الحلقة الأولى زوجا من قرون الأستشعار وزوجا من الحلمات توجد حول الفم . وفتحة الفم ذات حافة لحمية يتصل بها زوج من الفكوك الشيتينية . ولحيوانات هذا الصف الكثير من مميزات أفراد قبيلة الديدان الحلقية Phylum Annelida . وتتغذى حيوانات صف الأونيكوفورا على المواد العضوية المتحللة فى التربة ، وتنتشر فى المناطق المظلمة الرطبة فى البيئات الأستوائية ونصف الأستوائية . ويضم صف الأنيكوفورا جنسا واحدا فقط هو جنس Peripatus .



شكل (١) : (أ) حيوان من جنس بيريباتس Peripatus .
(ب) جمبرى المياه العذبة .

٢ ــ صــف الترايلوبيتا : Class Trilobita

يضم هذا الصف (شكل ٢ ب) عددا من أنواع الحيوانات البحرية التى كانت منتشرة بكثرة فى أوائل عصر الباليوزويك Paleozoic والتى انقرضت بانتهاء هذا العصر . وقد كانت أجسام حيوانات صف الترابلوبيتا مفلطحة ومقسمة إلى رأس مغطاة بقصعة Carapace وصدر وبطن ، ويمتد على طول جسمها إنثناءان يقسمانه إلى ثلاثة فصوص . وكانت الرأس تتكون من فص يقع أمام الفم Prostomium وتحمل زوجا من قرون الاستشعار الطويلة المقسمة وعيونا واضحة ، ويلى هذا الفص عدة حلقات تحمل كل من الأربع حلقات الأولى منها زوجا من الزوائد ثنائية التفرع أما باقى الحلقات فقد كانت كل من منها تحمل زوجا من الزوائد المتفرعة المشابهة لزوائد الرأس ، والحلقة الأخيرة المسماة بالتلسن Telson كانت بدون زوائد . وفى بعض الأنواع كانت كل زوائد الجسم متشابهة ، وربما كان ذلك دليلا على أن زوائد الجسم كلها معدة للحركة ولكن فى أنواع

أخرى كانت زوائد الرأس كانت وظيفتها المساعدة على دفع الطعام داخل الفم بينما وظيفة باقى زوائد الجسم كانت للحركة . والمعتقد أن حيوانات صف الترايلوبيتا كانت تتغذى على حيوانات أخرى دنيئة وعلى بقايا المواد الميتة المتحللة وعلى البلانكتونات Planktons.

٣ ــ صــف القشــريات : Class Crustacea

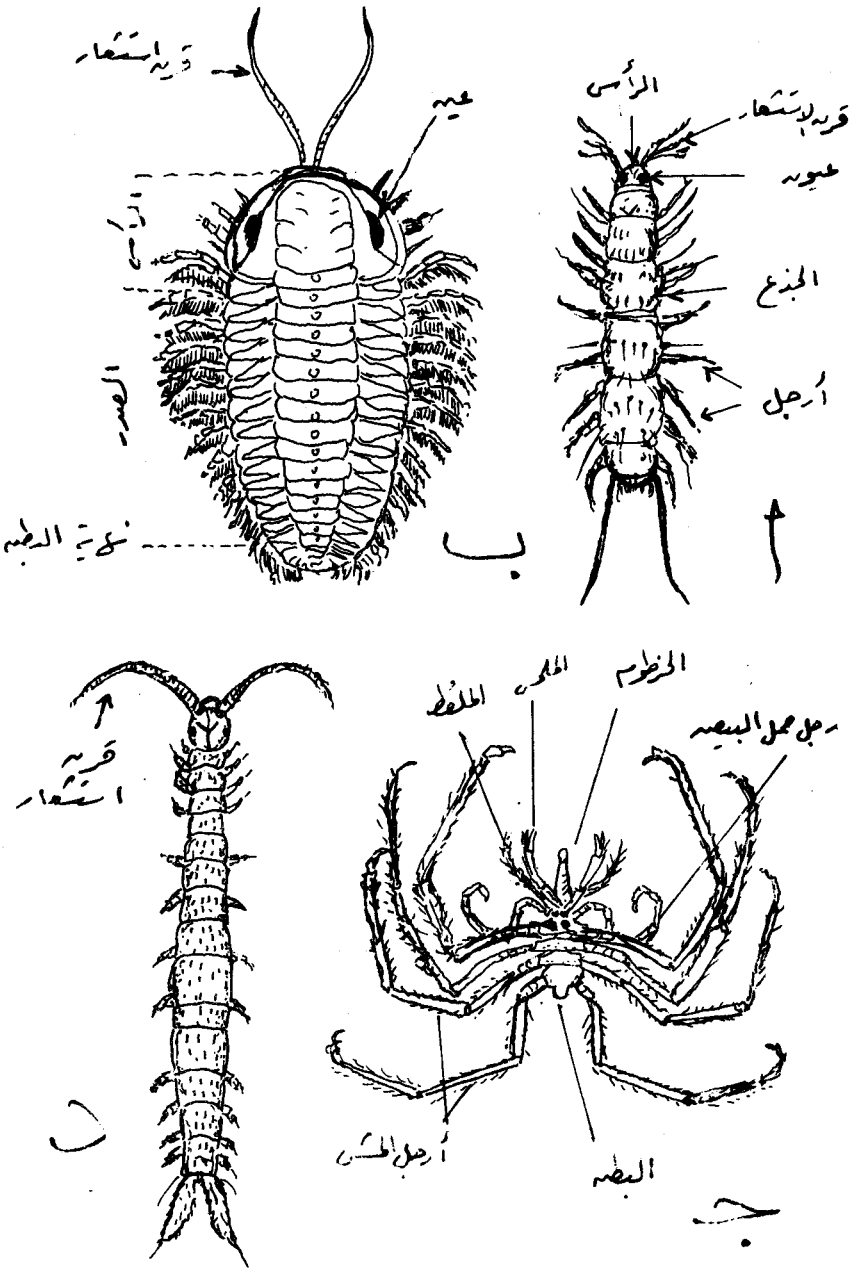
يتبع هذا الصف حيوانات ذات أشكال كثيرة متعددة تختلف فيما بينها لدرجة يصعب منها إعطاء صفات عامة ثابتة تنطبق عليها جميعا . وتتلخص الصفات العامة لأفراد هذا الصف فى أن الجسم مقسم إلى رأس وصدر وبطن ، والرأس لها زوجان من قرون الاستشعار وزوجا من الفكوك العليا وزوجان من الفكوك السفلى ، ويتكون الصدر عادة من ٤ إلى ٢٠ حلقة واضحة ، ويتصل بكل حلقة منها زوج من الزوائد المفصلية . وتتكون البطن من حلقة واحدة أو أكثر على كل منها زوائد كثيرة ، وقد لا توجد زوائد على البطن بالمرة . وفى الأفراد المتطفلة التابعة لهذا الصف يكون عدد حلقات وزوائد الجسم أقل منه فى الأفراد الغير متطفلة . ولبعض الأنواع قصعة سميكة تغطى أغلب الجسم ، كما أن البعض الآخر له صدفة ذات صمامين . ويشبه صف القشريات صف الحشرات فى تعدد أشكاله وتنوعها ، كما يشبهها أيضا فى أن بعض أنواعه لها أطوار نمو متعاقبة للفرد الواحد ، فمثلا الجمبرى يمر بأربعة أطوار غير كاملة مختلفة كلية عن بعضها البعض قبل أن يصل إلى طوره الكامل (شكل ١ ب) .

٤ ــ صــف العنكبــوتيات : Class Arachnida

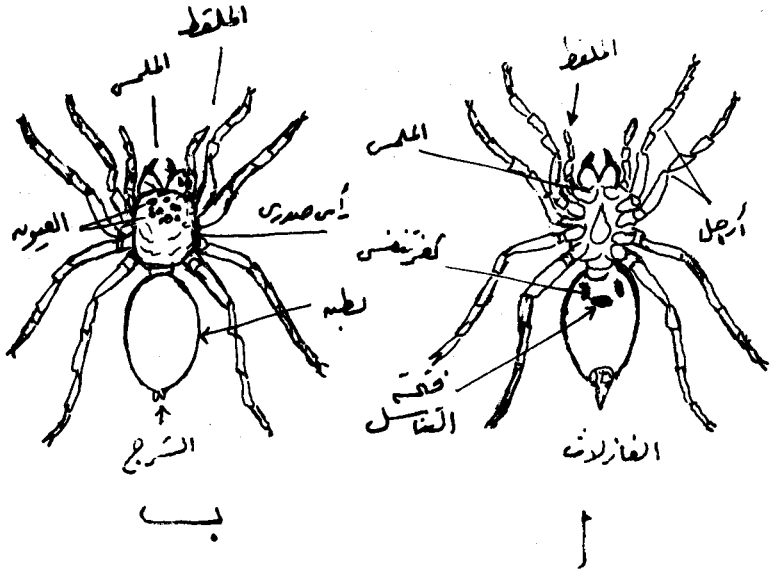
يتبع هذا الصف العناكب العادية (شكل ٣) والعناكب ذات الأرجل الطويلة (شكل ٢ جـ) والعقارب الحقيقية (شكل ٤ ا ، ب) والعقارب الكاذبة (شكل ٤ جـ) والقراد والحلم (شكل ٥) . وتتميز أفراد صف العنكبوتيات بالتحام الحلقات الأمامية من الجسم لتكوين رأس صدرى Cephalothorax تحمل عادة ستة أو ثمانية أزواج من الزوائد المفصلية التى تتحول الزوائد الأمامية منها لتكون أجزاء الفم . كذلك يتحور الزوج من الزوائد الذى يقابل الزوج الأول من قرون الاستشعار فى القشريات إلى زوج من الملاقط Pincers ، أما زوج الزوائد الذى يقابل الزوج الثانى من قرون الاستشعار فى القشريات فيضمحل . والزوائد البطنية ان وجدت تكون متحورة للعوم .

٥ ــ صــف البنتاســتوميدا : Class Pentastomida

وهى حيوانات تتطفل داخل غيرها من الحيوانات الفقرية ، والحيوان البالغ دودى الشكل فى حين أن طوره الغير بالغ له أربعة أرجل ويشبه الحلم .



شكل (٢) : (أ) حيوان بوروبودا .
(ب) حيوان من صف الترايلوبيتا .
(ج) عنكبوت ذو أرجل طويلة .
(د) حيوان من صف السمفيلا .



شكل (٣) : العنكبوت : (أ) منظر سفلى .
(ب) منظر علوى .

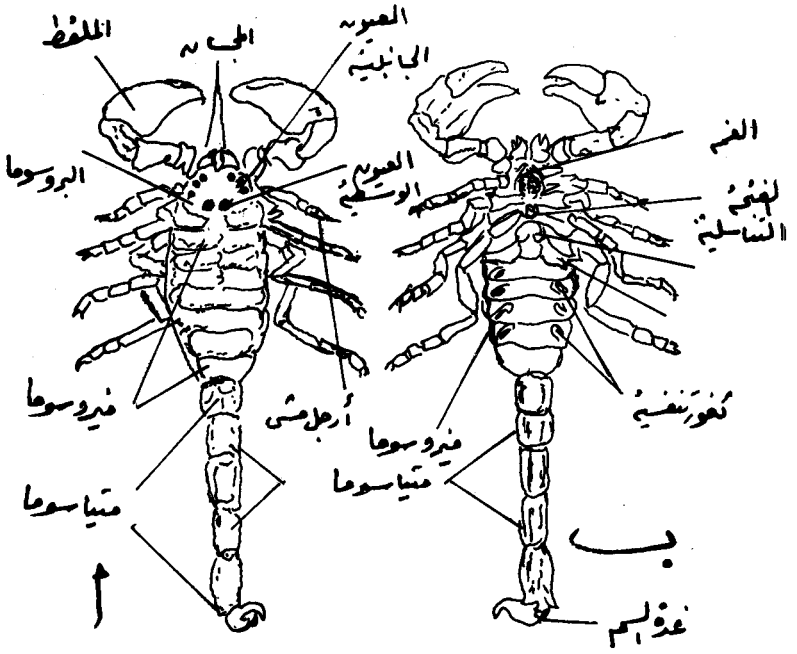
٦ ــ صــف التاردجرادا : Class Tardigrada

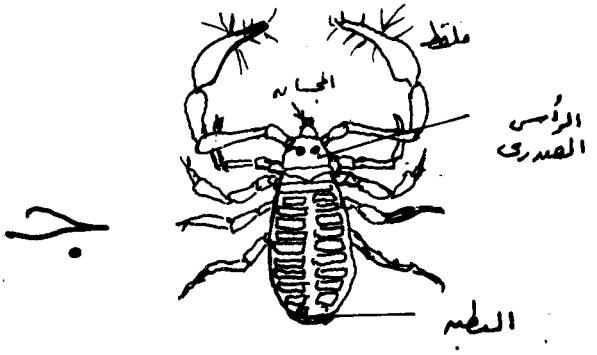
ويطلق على حيوانات هذا الصف دب الماء ، وهى حيوانات صغيرة جدا لا تزيد عن ١ ملم فى الطول تعيش فى التربة الرطبة وفى الماء العذب والمالح ، وللجسم أربعة أزواج من الأرجل التى تنتهى بمخالب ، ولا تحمل الرأس أية أجزاء فم أو زوائد أخرى (شكل ٦ جـ) .

٧ ــ صــف الدبلوبودا (ذوات الألف رجل) : Class Diplopoda

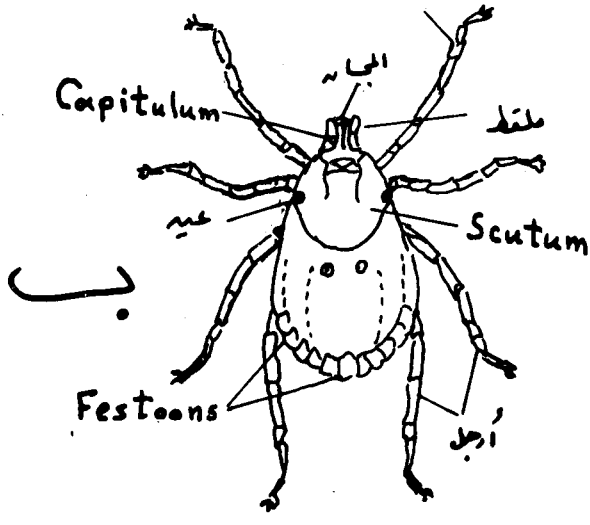
يحوى هذا الصف مجموعة الديدان المسماة بذوات الألف رجل Millipedes ، تلتحم حلقات الجسم فى أزواج أى أن كل حلقتين داخليتين تبدوان من الخارج وكأنهما حلقة واحدة ، وعلى ذلك فكل حلقة ظاهرة تحمل زوجين من الأرجل . وتتكون أجزاء الفم من زوجين من الزوائد ، الأولى منهما عبارة عن زوج من الفكوك العليا يقارب فى شكله الفكوك العليا للحشرات ، والزوج الثانى مفلطح وملتحم ويشبه فى شكله العام الشفة السفلى للحشرات ويسمى Gnathochilarium ، وتفتح الأجهزة التناسلية خلف الزوج الثانى من الأرجل (شكل ٦ ب) .

تعيش حيوانات هذا الصف فى الأخشاب المتعفنة وبين الأوراق المتساقطة وفى الأماكن الرطبة وقليل منها يتغذى على النباتات الحية الغضة .





شكل (٤) : (أ) العقرب الحقيقى (منظر علوى).
(ب) العقرب الحقيقى (منظر سفلى)
(ج) العقرب الكاذب (منظر علوى).



شكل (٥) : (أ) حلم الجدب

(ب) القراد الجامد

٨ ــ صــف البوروبودا : Class Pauropoda

يحوى هذا الصف أجناسا قليلة ، وحيواناته دقيقة تشبه حيوانات ذوات المائة رجل . ويتكون الجسم من ١٢ حلقة منها ٩ حلقات تحمل كل منها زوجين من الأرجل بينها

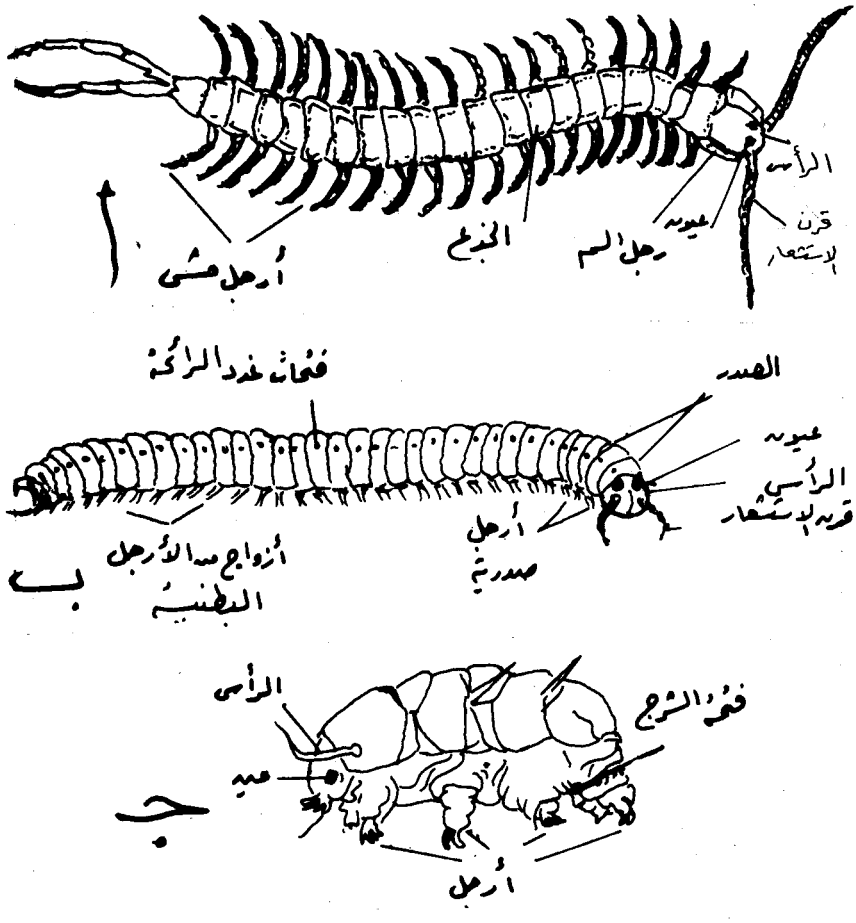
مسافة ، بينما لا تحمل الثلاث الباقية أرجلا . وتلتحم كل حلقتين من حلقات الجسم فى حلقة واحدة من الناحية الظهرية فقط ، ويغطى الحلقتين الملتحمتين فى هذه الحالة من أعلى صفيحة واحدة . وأهم ما يميز أفراد هذا الصف عن غيره من صفوف مفصليات الأرجل أن قرون الاستشعار متفرعة إلى فرعين . العيون على شكل بقعة صغيرة ، وأجزاء الفم مكونة من زوجين من الفكوك وشفه سفلى معقدة التركيب . وتتشابه حيوانات صف البوروبودا مع حيوانات صف الدبلوبودا فى أن أجهزة التناسل تفتح فى الجزء الأمامى من الجسم بين الزوج الثانى من الأرجل تقريبا (شكل ١٢) .

٩ ــ صف الشيلوبودا (ذوات المائة رجل) : Class Chilopoda

يتبع هذا الصف حيوانات ذوات المائة رجل ، وهى حيوانات مستطيلة يتكون جسمها من عدة حلقات تحمل كل منها زوجا من الأرجل . وتحمل الرأس زوجا واحدا من قرون الاستشعار الطويلة . الأعين مركبة وقد تتكون العين من عوينه Facet واحدة فقط . تتكون أجزاء الفم من ثلاثة أزواج من الزوائد هى زوج من الفكوك العليا ، وزوج ملتحم من الفكوك السفلى يشبه الشفة السفلى فى الشحرات ، أما الزوج الثالث فيشبه الرجل وقد تلتحم قاعدته . وتشبه زوائد الحلقة الأولى من حلقات الجسم المخلب وتفرز إفرازا ساما وتوجد أسفل الرأس مما يجعل البعض يعتقد أن هذا الزوج من ضمن أجزاء الفم . وحيوانات هذا الصف مفترسة وأغلبها ليلى يختبىء أثناء النهار بين الأوراق وفى شقوق الأشجار التالفة أو فى شقوق التربة . ونادرا ما يزيد طول هذه الحيوانات عن ٣,٥ ــ ٤ سم فى المناطق المعتدلة ، أما فى المناطق الاستوائية فقد يبلغ طولها ٢٥ ــ ٣٠ سم (شكل ١٦) .

١٠ ــ صف السمفيلا : Class Symphyla

تبلغ حيوانات هذا الصف حوالى ١/٤ بوصة فى الطول ، وتشبه فى شكلها العام حيوانات صف ذوات المائة رجل . ويعتبر صف السيمفيلا أقرب صفوف قبيلة مفصليات الأرجل إلى صف الحشرات . الرأس تشبه رأس الحشرات فى كثير من الصفات ، فيوجد بها درز جمجمى وقرن استشعار طويل وأجزاء فم مكونة من فكين علويين وفكين سفليين وشفة سفلى . ويتكون الجذع من حوالى ٢٥ حلقة لا يلتحم أى منها فى أزواج ، ولا توجد الأرجل إلا على ١١ أو ١٢ حلقة منها فقط (شكل ٢ د) .



شكل (٦) : (أ) حيوان من ذوات المائة رجل.
(ب) حيوان من ذوات الألف رجل.
(ج) حيوان من صف تارديجرادا.

١١ ــ صف الحشـــرات : Class Inseeta

تتميز الحشرات (شكل ٧) عن غيرها من مفصليات الأرجل بما يأتى :

(أ) الجسم مقسم إلى ٣ مناطق واضحة هى الرأس والصدر والبطن ، وتتكون كل منطقة من هذه المناطق من عدة حلقات قد تندمج معا أثناء التكوين الجنينى كما فى الرأس (٦ حلقات مندمجة) ، أو تبقى واضحة كما فى الصدر (٣ حلقات) والبطن (١١ حلقة) .

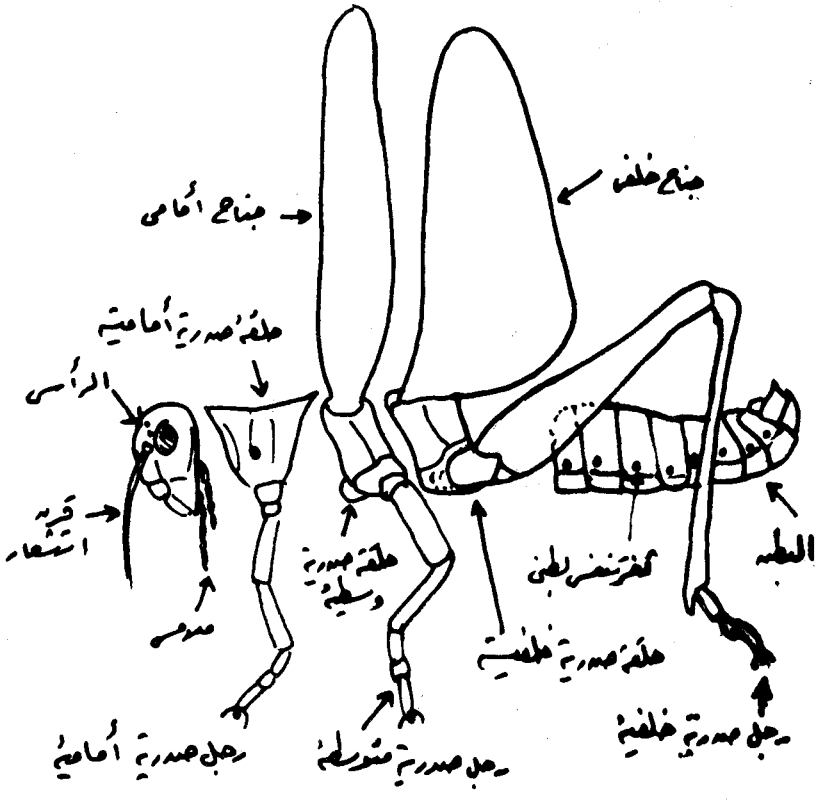
(ب) لها زوج واحد من قرون الاستشعار يتصل بالرأس .

(جـ) لها ثلاثة أزواج من الأرجل الصدرية .

(د) قد يكون لها زوج أو زوجان من الأجنحة تتصل بالصدر أيضا .

(هـ) جهازها التنفسى مكون من أنابيب (قصبات) هوائية تتخلل الجسم .

(و) النمو بعد فقس الجنين من البيض يكون فيه الخاصية المسماة بالتطور .

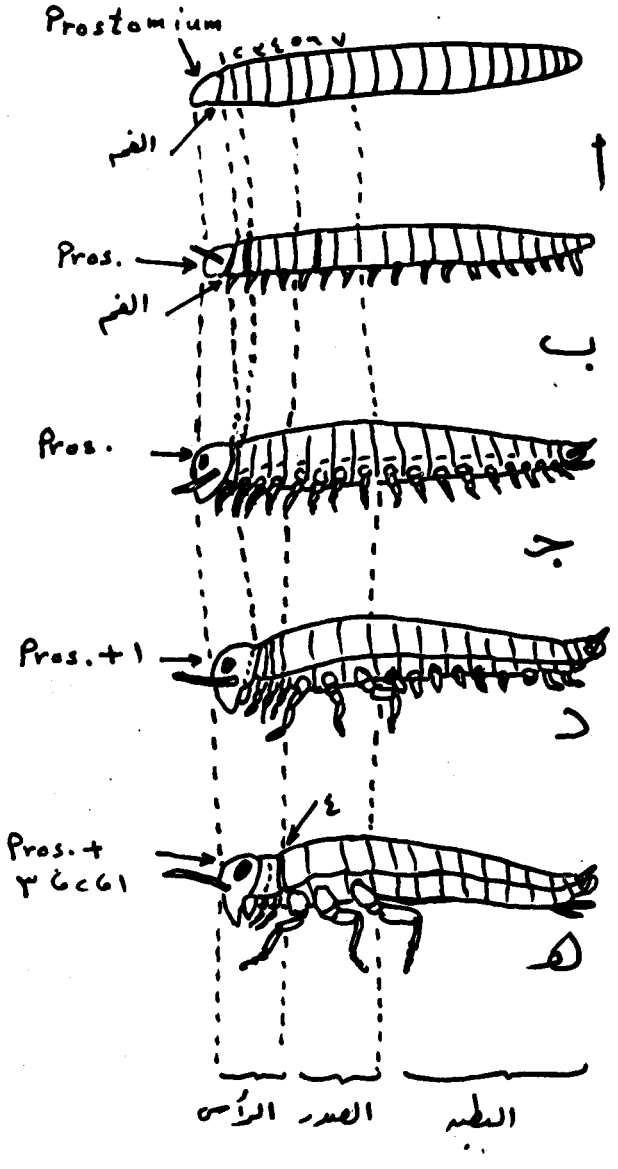


شكل (٧) : رسم توضيحى لحشرة مبيناً أجزاءها المختلفة .

خامسا : تطور نشوء جسم الحشرة من حيوان أولى دودى ــ الشكل :

بتتبع دراسة صفوف قبيلة مفصليات الأرجل يتضح أنها نشأت من حيوان أولى دودي الشكل يشبه إلى حد كبير دودة الأرض التابعة لقبيلة الديدان الحلقية . ويتكون جسم هذا الحيوان الدودى الأولى (شكل ١٨) من حلقات متشابهة ورأس صغيرة

تسمى Prostomium ، وتقع فتحة الفم على الجهة السفلية بين الرأس والحلقة الأولى من حلقات الجسم . ومن الرسومات (ب ــ هـ) الموضحة فى (شكل ٨) يمكننا تتبع كيفية نشوء جسم الحشرات من جسم الحيوان الدودى الأول ، وكانت أول خطوة هامة فى هذا التطور هو نشوء زوج من الزوائد على كل حلقة وكانت هذه الزوائد غير مقسمة إلى حلقات ، ثم قسمت الزوائد إلى حلقات ونشأت على الرأس قرون استشعار وأعين . وبدأ بعد ذلك تحور زوائد حلقات الجسم ٢ ــ ٤ إلى أجزاء فم ، أما زوائد الحلقة الأولى فاضمحلت ، وأصبحت زوائد الحلقة الثانية هى الفكوك العليا والثالثة الفك السفلى والرابعة الفك السفلى الثانى (أو الشفة السفلى) ، واندمجت الحلقات المذكورة (١ ــ ٤) مع الرأس . والخطوة التى تلت ذلك هى نمو زوائد الحلقات ٥ ــ ٧ إلى زوائد للحركة وأطلق على الحلقات الثلاثة المذكورة اسم الصدر وما يليها من حلقات إسم البطن التى احتوت على معظم الأحشاء الداخلية ، وفى نفس الوقت تلاشت زوائد البطن فيما عدا زوائد الحلقات الأخيرة التى كونت آلة وضع البيض فى الأنثى وضآلة السفاد فى الذكر والقرون الشرجية فى كلا الجنسين .



شكل (٨) : شكل يوضح تطور جسم الحشرة من حيوان دودى الشكل.

الباب الثانى

الغلاف الخارجى (جـدار جسـم الحشـرة)
The Integument (Body - wall or Exoskeleton)

يعمل جدار الجسم فى الحشرات كهيكل خارجى ، وهو يقابل الهيكل الداخلى (أى العظام) فى الفقريات . ويتكون جدار الجسم من صفائح شيتينية Sclerites سميكة ومتينة تعمل على حماية الأجهزة الداخلية للجسم ، كما تهيىء مكانا مناسبا لاتصال العضلات التى تعطى للجسم تماسكه وقوته . وقد يكون لجدار الجسم مرونة بسيطة ، ولكنه لا يكون قابلا للمط إلا بعد الانسلاخ مباشرة ، ولا تستمر هذه القابلية للمط إلا بعد الإنسلاخ مباشرة، ولا تستمر هذه القابلية للمط إلا لفترة وجيزة.

وتوجد بين الصفائح الشيتينية السميكة المكونة لجدار الجسم أغشية رقيقة مرنة Thin membranes ، ولهذه الأغشية أهمية كبيرة فى تسهيل حركة زوائد الجسم المختلفة والمساعدة على تمدد أو إنثناء الجسم نفسه ، إذ لو كان جدار الجسم كله صلبا لما تمكنت الحشرة من الحركة أو الزيادة فى الحجم عند امتلاء بطنها بالبيض أو بالطعام . فعندما تكون بطن الحشرة غير منتفخة يكون مقطعها العرضى ضيقا ومطاولا ، ولكن عند امتلاء البطن يصبح المقطع العرضى مستديرا تقريبا .

وأهم أنواع الأغشية المرنة التى تصل بين صفائح جدار الجسم تلك الأغشية التى تصل بين الصفيحتين العلوية المسماة بالترجة (Tergum) والسفلية المسماة بالاسترنة (Sternum) فى كل حلقة من حلقات الجسم ، وتعرف هذه الأغشية باسم البلورا (Pleura ومفردها Pleuron) وتمتد على الجانبين بين ترجة واسترنة كل حلقة .

وهناك نوع آخر من الأغشية الرقيقة يعرف بالغشاء بين الحلقات Intersegmental membrane يصل بين ترجة أو استرنة كل حلقة وترجة أو استرنة الحلقة التى تسبقها

أو التى تليها وبذلك يمكن لحلقات الجسم أن تتحرك حركة تلسكوبية بحيث تنطبق فوق بعضها عند انكماش هذه الأغشية بين الحلقات ، أو تنفصل الحلقات عن بعضها لأقصى طول الأغشية عند انبساط الأغشية بين الحلقات .

صفائح ونموات جدار الجسم

١ ــ الصفائح : The Sclerites

تنفصل الصفائح الرئيسية لجدار الجسم عن بعضها البعض بمساحات أو خطوط من الأغشية الضعيفة أو الانثناءات Furrows . وقد تنقسم الصفيحة الكبيرة إلى عدة صفائح أصغر بواسطة إنثناءات أو خطوط جديدة من هذه الأغشية الضعيفة ، كما قد تلتحم الصفائح ببعضها وفى هذه الحالة لابد من وجود خط واضح أو حز Furrow على طول خط الالتحام . وتعرف الخطوط أو الانثناءات الناتجة عن التحام صفيحتين بالدروز Sutures . وبصفة عامة يطلق لفظ صفيحة على كل مساحة شيتينية صلبة محاطة بأى نوع من أنواع الدروز .

٢ ــ النموات الخارجية :

يحمل سطح جدار جسم الحشرة عادة أنواعا كثيرة جدا من النموات التى تظهر على صورة تجعدات أو تغلظات دقيقة فى الكيوتيكل (شكل ٩ ، ١٠) أو أشواك تنتج من خلايا الهيبودرمس إلى الخارج أو نتوءات أو شعيرات أو حراشيف .

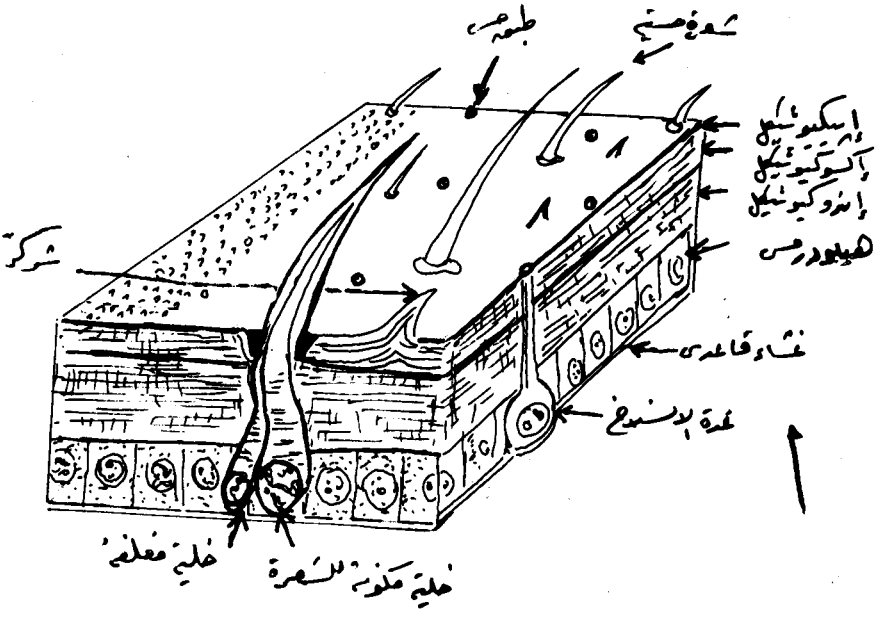
أما عن الشعيرات ووظيفتها حسية بالطبع (أنظر فيما بعد أعضاء الحس فى الحشرات) فهى تقسم حسب تركيبها إلى :

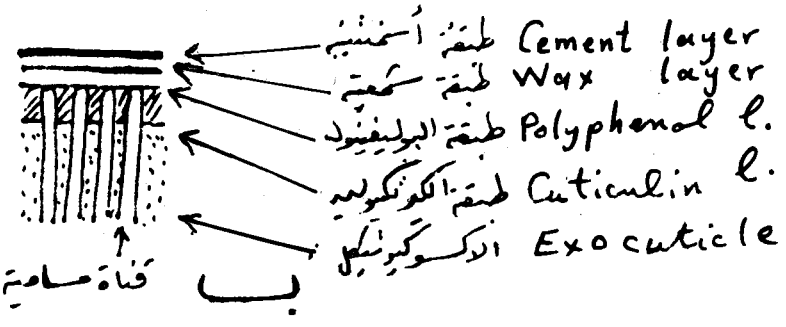
(أ) شعيرة متحركة مرتفعة عن مستوى الأبيكيوتيكل وتسمى Sensillum trichode(شكل ١١ أ) وتتحرك بحرية تامة على غشاء قاعدى متصل بالتجويف الذى ينشأ فى وسطه الشعيرة ، وإما أن تكون الشعيرة شوكية فتسمى Sensillum chaeticaوهى غالبا للمس وليس حساسيتها كيماوية لتغلظ جدرانها (شكل ١١ ب) ، وإذا كانت الشعيرة قصيرة كالنتوء أو كالمخروط Peg - like(شكل ١١ جـ) فتسمى Sensillum basiconica

(ب) قد توجد الشعيرة منخفضة عن مستوى الأبيكيوتيكل وهذه إما أن تكون على شكل نتوء أو مخروط تحت مستوى جدار الجسم (شكل ١١ د ، هـ) وتسمى

Sensillum ampullacea ، وقد يوجد فى التجويف الواحد عدد من النتوءات كما فى قرون استشعار رتبة ذات الجناحين (الذباب) كما أن بعض هذه التجاويف مقسمة إلى حجرات فى كل منها مجموعة من النتوءات .

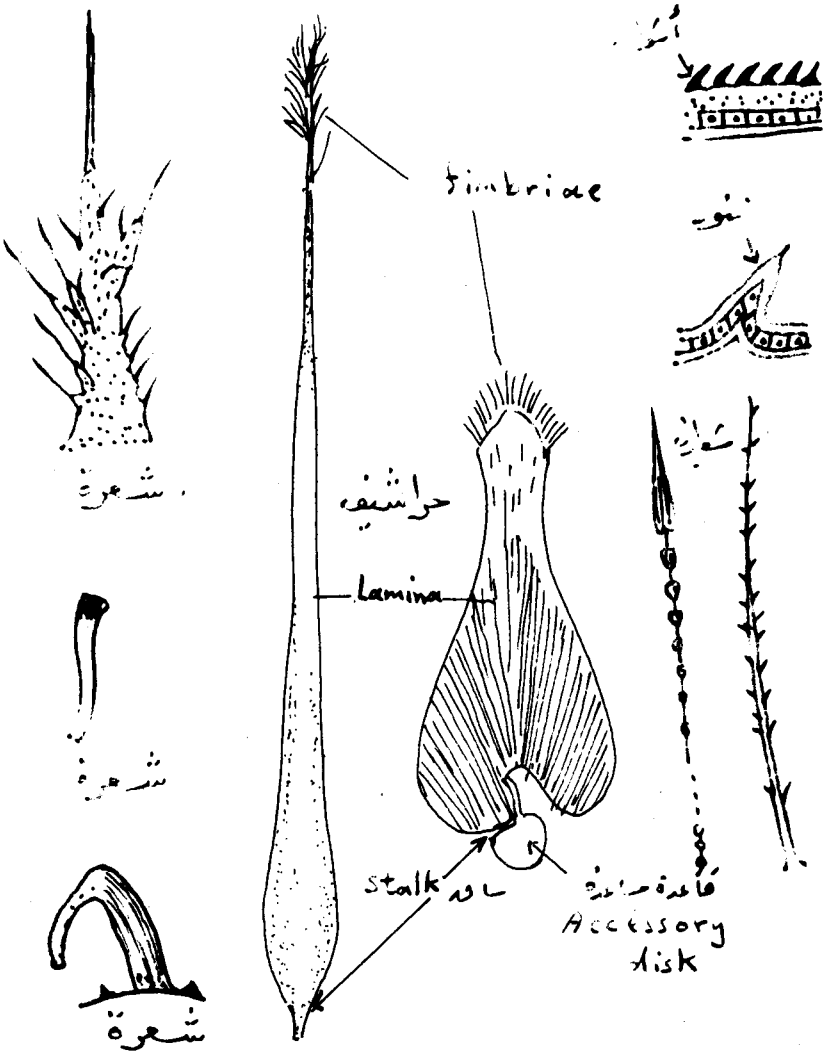
(جـ) الأجسام الجرسية وتتميز بأن الكيوتيكل يأخذ شكل القبة الصغيرة ويمتد فى هذا النتوء العصب مثل محرك الجرس وتسمى هذه الأجسام Sensillum campaniformia (شكل ١١ و) .





شكل (٩) : (أ) جدار جسم الحشرة .
(ب) الطبقات المختلفة المكونة لطبقة الابيكيوتيكل .

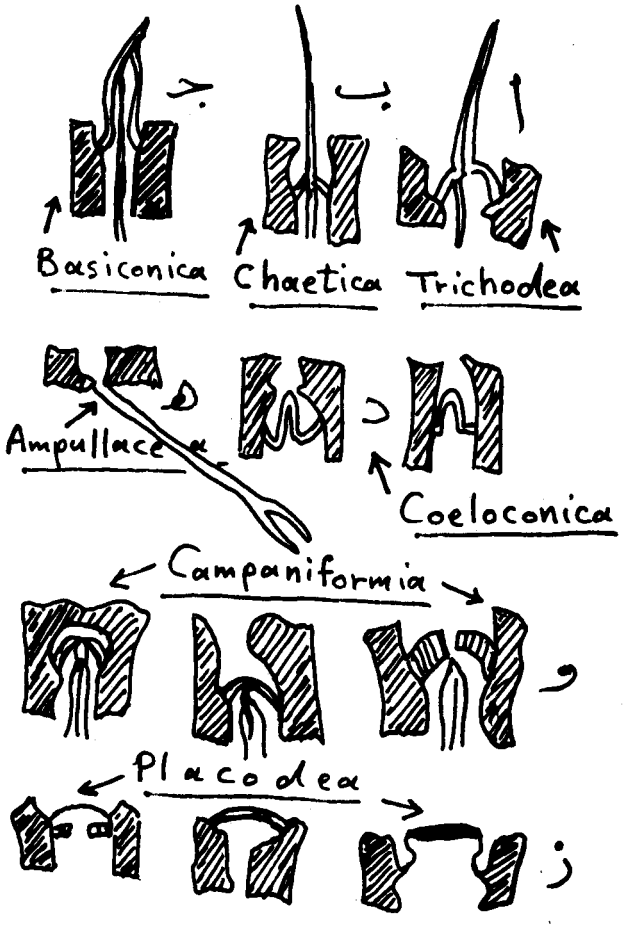
(د) الأجسام الطبقية Plate organs وتسمى Sensillum placodea وتبدو من الخارج كأغشية رقيقة من الكيوتيكل أهليلجية أو بيضاوية أو متطاولة الشكل (شكل ١١ ز) وتشبه من الداخل الشعيرة. أو لها عدة خلايا حسية متصلة بها، وتوجد هذه الأجسام الطبقية على قرون استشعار رتب متجانسة الأجنحة Homoptera وغمدية الأجنحة Coleoptera وغشائية الأجنحة Hymenoptera .



شكل (١٠) : النموات المختلفة التى يحملها سطح جدار الجسم فى الحشرة.

٣ ـــ النموات الداخلية :

تتكون هذه النموات الداخلية التى تعرف باسم Apodemes نتيجة انبعاج جدار الجسم إلى الداخل وفائدتها أنها تعمل كنقط إتصال داخلى للعضلات ، وتظهر أماكن حدوث هذه الانبعاجات على السطح الخارجى لجدار الجسم على هيئة نقر Pits ، وأماكن هذه النقر ثابتة فى جميع الحشرات ، ولذلك فهى هامة جدا فى تحديد اسماء الصفائح المحيط بها .



شكل (١١) : أشكال مختلفة للشعيرات الموجودة على جدار جسم الحشرة

تركيب جدار الجسم

يختلف سمك جدار الجسم فى الحشرات باختلاف الحشرة ، فهو يتراوح بين أقل من ميكرون وبضعة ملليمترات ، كما قد يختلف السمك أيضا من منطقة إلى أخرى فى الحشرة . وعادة يكون جدار الجسم أرفع ما يمكن فوق مراكز الحس الكيماوية Chemoreceptors والقصيبات الهوائية Tracheoles وقد يكون لجدار الجسم فى حيوانات مفصليات الأرجل القدرة على التئام بعض الجروح الطفيفة .

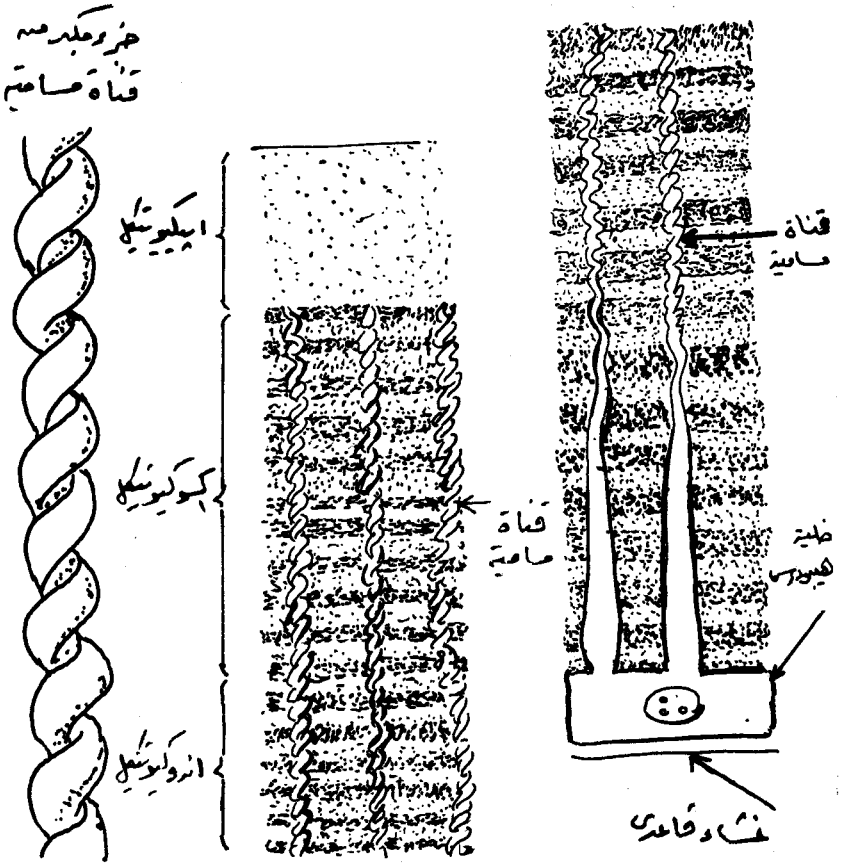
ويتكون جدار جسم الحشرة (شكل ٩ ، ١٢) من ثلاث مناطق رئيسية هى الكيوتيكل Cuticle ، وتحته الهيبودرمس Hypodermis ، ثم الغشاء القاعدى Basement membrane .

١ ــ الكيوتيكل : ويفرز بواسطة خلايا الهيبودرمس ويتكون من مادة شديدة الثبات ناتجة عن اتحاد الشيتين (الذى يكون ٢٥ ــ ٦٠ ٪ من الوزن الجاف للكيوتيكل) مع البروتين بنسب معينة . ويمكن هضم الكيوتيكل ببعض الانزيمات الخاصة . والشيتين ما هو إلا مركب عديد السكريات يسمى Polyacetylglucosamine مشابه للسليلوز (شكل ١٣) . أما عن تركيب البروتين الذى يدخل فى تركيب جدار الجسم فهو مكون من شقين ، أولهما بروتينات تذوب فى الماء ولقد سميت باسم ارثروبودين Arthropodin ، وثانيهما بروتينات لا تذوب فى الماء وسميت باسم اسكليروتين Sclerotin ، ويحتوى الأرثروبودين على نسبة عالية من مادة التيروسين Tyrosine ونسبة قليلة من مادة الجليسين Glycine ولا يحتوى على أى نوع من البروتينات التى تحتوى على الكبريت . ويعتبر الارثروبودين قريب الشبه جدا من سريسين Sericin الحرير ، ويتحول الارثروبودين عند دبغه (Tanned) إلى الاسكليروتين . وينقسم الكيوتيكل بدوره إلى ثلاث مناطق هى :

(ا الايكيوتيكل : The Epicuticle

وهو طبقة رقيقة جدا يبلغ سمكها ١ ــ ٢ ميكرون أو أقل ومكونة فى حشرة الردنيس Rhodnius sp. وحشرة خنفساء الجريش Tenebrio sp. من أربعة مناطق (شكل ٩ ب) ، العلوية منها طبقة أسمنتية Cement layer وهى طبقة بروتينية دهنية غير منفذة للماء وتبلغ فى السمك ٠,١ ميكرون ، يليها طبقة شمعية Wax layer تختلف درجة ذوبانها من حشرة لأخرى ، ثم طبقة البوليفينول Polyphenol layer ، ثم طبقة

الكيوتيكيولين Cuticulin وهى طبقة من البروتين الدهنى المدبوغ وربما المسئول عن إفرازها الخلايا النبيذية (خلايا الأونوسايتس Oenocytes) .



شكل (١٢) : مناطق جدار جسم الحشرة.

(ب) البروكيوتيكل : The Procuticle

ويوجد أسفل الأبيكيوتيكل ويتكون بدوره من طبقتين ، العلوية منهما وتسمى اكسوكيوتيكل Exocuticle أغمق من الطبقة السفلية المسماة الاندوكيوتيل وهى عادة أكبر بكثير فى السمك من طبقة الاكسوكيوتيكل . وتظهر فى طبقة الاندوكيوتيكل فقط طبقات عرضية فاتحة متبادلة مع أخرى داكنة ، ويبلغ سمك الطبقة العرضية الواحدة من ٠,٢ إلى ١٠ ميكرون ، وهذه الطبقات رغم اختلاف لونها فهى متشابهة فى التركيب الكيماوى ويمكن فصلها عن بعضها البعض ، ويقال أن الطبقة الداكنة تحتوى على نسبة

من بروتين أقل ما تحتويه الطبقة الفاتحة . ويتخلل منطقة البروكيوتيكل قنوات طويلة هى القنوات المسامية Pore canals وهى قنوات ضيقة جدا لا يزيد قطرها عن ١ ميكرون ، وقد تخترق هذه القنوات المسامية أيضا الجزء السفلى من منطقة الابيكيوتيكل، هذا ويوجد فى الملليمتر المربع الواحد عدة آلاف منها . والقناة المسامية (شكل ١٢) ذات شكل حلزونى Hellically coiled ، وفى بعض الحشرات نجد أن النهاية الطرفية العلوية لكل قناة مسامية متفرعة تفرعا شجريا . والقناة المسامية ما هى إلا خيط مجوف يخرج من السطح العلوى لخلية الهيبودرمس فائدتها توصيل مادة أو أكثر من المواد المكونة للابيكيوتيكل وكذلك المواد المكونة للمناطق العليا من البروكيوتيكل ، كما ينتقل خلالها أيضا إنزيمات الأكسدة ومواد التئام الجروح ومواد الفينول والمواد البروتينية اللازمة لتصلب جدار جسم الحشرة ، كما وجد أنها عامل هام فى انتقال الماء من الخارج إلى داخل الجسم . وقد تبقى القناة المسامية (أو الخيط الخلوى المجوف) مفتوحة باستمرار أو قد تسد فيما بعد بالشيتين (كيتين) . وعندما تكون القناة المسامية مفتوحة (أى غير مسدودة) يكون بها دائما خيط سيتوبلازمى قد يسحب منها أو قد يضمحل فى أى وقت من الأوقات ، ولا تمتلىء القناة المسامية مطلقا بالهواء ، ودائما يكون سطح جدارها الداخلى مبللا Wettable .

٢ ــ الهيبودرمس : The Hypodermis

ويتكون فى أغلب مناطق جدار جسم الحشرة من طبقة واحدة من الخلايا التى يصعب تمييز الفواصل (الجدر) بينها فى أغلب الأحيان . وخلايا الهيبودرمس هى التى تفرز الكيوتيكل ، كما أنها تفرز سائل الانسلاخ الذى يفصل جدار جسم الحشرة القديم ، كما تفرز خلايا الهيبودرمس أيضا إفرازات تساعد على التئام الجروح . وتتحور بعض خلايا الهيبودرمس إلى أعضاء حس Sense organs أو غدد Glands أو خلايا خاصة لتكوين الشعيرات الحسية Sensillae الموجودة على جدار جسم الحشرة الخارجى وهى الخلايا المسماه Trichogen، Tormogen ، وفى بعض الحالات تشاهد بللورات اليوريا فى خلايا الهيبودرمس دلالة على قيامها فى مثل هذه الحالة بوظيفة اخراجية .

٣ ــ الغشاء القاعدى : The Basement membrane

وهو غشاء خلايا الهيبودرمس عن فراغ جسم الحشرة، وتتصل به عضلات الجسم. ولذا يكون مستمرا ومتصلا مع الاغشيه المغلفة لهذه العضلات والمسماة بالساركولما Sarcolemma ، وتنتهى عنده (أو قد تخترقه) القصيبات الهوائية Tracheoles ، ومنشأ الغشاء القاعدى غير مؤكد حتى الآن ولكن يعتقد أنع ينشأ من خلايا دموية .

الانســـــلاخ

Moulting or Ecdysis

تكبر اليرقة أو الحورية عند تغذيتها فتنمو فيضيق جدار جسمها تبعا لذلك لأن الشيتين المغطى لجدار الجسم يمنع الأزدياد فى الحجم فتضطر اليرقة أو الحورية لتغيير جدار جسمها بآخر أوسع منه يتكون أسفل الجدار الأول القديم الذى يطلق عليه الجدار المنسلخ Exuvium . وقد تغير اليرقة أو الحورية جدار جسمها مرتين أو ثلاث أربع مرات أو أكثر ، وتبلغ عدد مرات الانسلاخ هذه من ٣ ــ ٩ مرات فى يرقات رتبة حرشفية الأجنحة . ويطلق على عملية تغيير اليرقة أو الحورية لجدار جسمها القديم بجدار جديد أسفله وأوسع منه بعملية الانسلاخ Moulting or Ecdysis .

وعندما تريد اليرقة أو الحورية التخلص من جدار الجسم القديم الصغير لتستبدله بآخر جديد أوسع منه تسكن فترة من الزمن تسمى فترة الانسلاخ تمتنع فيها اليرقة أو الحورية عن الغذاء وتبدأ خطوات عملية الانسلاخ كالآتى (شكل ١٤) :

١ ــ تبدأ طبقة الهيبودرمس نشاطها فتستطيل خلاياها كثيرا وتنفصل عن طبقة الاندوكيوتيكل الموجودة فوقها ويمتلىء مكان الانفصال بسائل يسمى سائل الانسلاخ Moulting fluid الذى تفرزه غدد خاصة تسمى غدد الانسلاخ موجودة بين خلايا الهيبودرمس .

٢ ــ تبدأ خلايا الهيبودرمس بعد ذلك فى إفراز طبقات الكيوتيكل الجديد الثلاث ولكنها تفرز أولا طبقة الابيكيوتيكل ثم تحته بعد ذلك طبقة الاكسوكيوتيكل وأخيرا طبقة الاندوكيوتيكل .

٣ ــ وفى أثناء تكوين طبقات الكيوتيكل الجديد الثلاث وانفصال الكيوتيكل القديم عن الجديد يقوم سائل الانسلاخ الذى يفصل الكيوتيكل القديم عن الجديد بوظيفتين أساسيتين هما :

(ا) إذابة اكسو واندو كيوتيكل جدار الجسم القديم بفعل انزيمين يحتوى عليهما هما إنزيمى الكيتينيز Chitinase الذى يؤثر على مادة الشيتين والبروتيين Protease الذى يؤثر على مادة البروتين ، ولا يؤثر إنزيما الانسلاخ على طبقة الابيكيوتيكل الجديد وذلك لاحتواء هذا الابيكيوتيكل على مواد الشيتين والبروتين والاسكلوروتين مختلطة مع بعضها البعض بطريقة لا تمكن إنزيمى الانسلاخ من التأثير عليها . أما عن طبقة

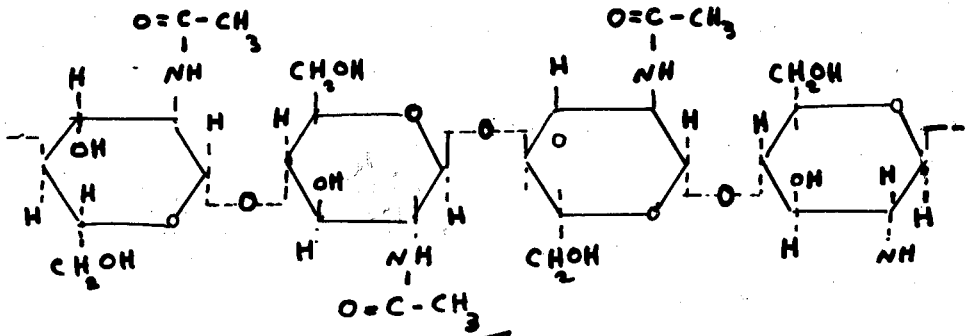
الاندوكيوتيكل فلا تحتوى على مادة الاسكلوروتين ، وعلى ذلك فان إنزيمى سائل الانسلاخ يؤثران عليها بدرجة كبيرة ويذيبان جزءا كبيرا منها قد يصل إلى حوالى ٨٦ ٪ من وزن جدار جسم الحشرة القديم .

(ب) ترطيب طبقة الاندكيوتيكل القديم ويساعد هذا على انفصال جدار الجسم القديم عن الجدار الجديد .

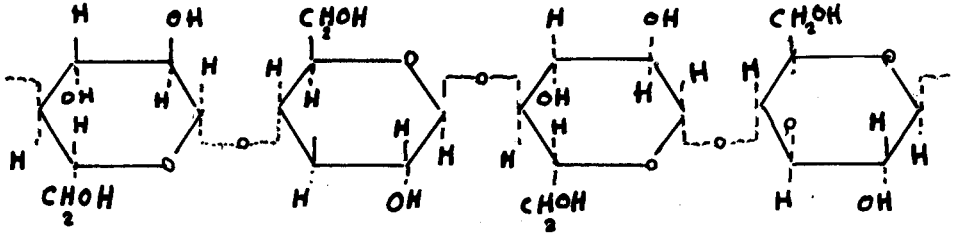
وعندما يتم فعل إنزيمى الانسلاخ على طبقة الاندوكيوتيكل القديم يحمل سائل الانسلاخ الجزء المذاب أو المهضوم من هذه الطبقة إلى داخل الجسم عن طريق الانتشار خلال جدار الجسم الجديد المتكون حديثا أو عن طريق ابتلاع طبقة الاندوكيوتيكل المهضومة هذه عن طريق الفم . ويقال أن هذه المواد المهضومة تستعمل مرة أخرى فى تكوين طبقات جدار الجسم الجديد .

٤ ــ يوجد على السطح العلوى لليرقات والحوريات خط وسطى طولى ضعيف فى منطقة الصدر (لا يوجد فى تركيب الكيوتيكل فى مكان وجود هذا الخط طبقة الاكسوكيوتيكل) ينشق عنده جدار الجسم القديم ، كما تنشق أيضا صفيحة الرأس عند الدرز الجمجمى ، ويحدث انشقاق الجدار القديم بواسطة تقلصات عضلات الجسم (وخاصة عضلات منطقة الصدر) التى تزيد من ضغط الدم وبخاصة فى منطقة الصدر وبمساعدة القناة الهضمية التى تمتلىء بالهواء وبطبيعة الحال بمساعدة التأثير الكيماوى لسائل الانسلاخ أيضا . وفى الحشرات المائية ينكسر الكيوتيكل القديم بشق الصدر عندما تبتلع اليرقات الماء أو الهواء الذى يتسبب عنه ازدياد حجم هذه اليرقات كثيرا فيزيد تبعا لذلك الضغط على جدار الجسم القديم خاصة فى منطقة الصدر .

٥ ــ وعندما تريد اليرقة أو الحورية (أو الحشرة الكاملة عند خروجها من العذراء) أن تتخلص من جدار جسمها القديم فعليها أن تخرج أولا صدرها عن طريق الشق المذكور سابقا ثم تسحب نفسها إلى الخلف قليلا حتى تخرج الرأس من الشق ثم بعد ذلك يستمر خروج الرأس والصدر من جدار جسمها القديم وتسحب معهما زوائدها وأطرافها ثم تخرج البطن بعد ذلك ، وعندئذ يتم خروج اليرقة أو الحورية أو الحشرة الكاملة تاركة وراءها جدار الجسم القديم الذى يأخذ شكل الطور الذى نزع منه تماما . وبمجرد انتهاء تخلص الطور الحشرى المنسلخ من جدار جسمه القديم يكون لون جدار الجسم الجديد أبيض ولين ولامع قليلا ثم يغمق لونه بمجرد تعرضه للضوء والهواء ويتصلب تدريجيا حتى يأخذ فى النهاية اللون والقوام الطبيعيين المستديمين .

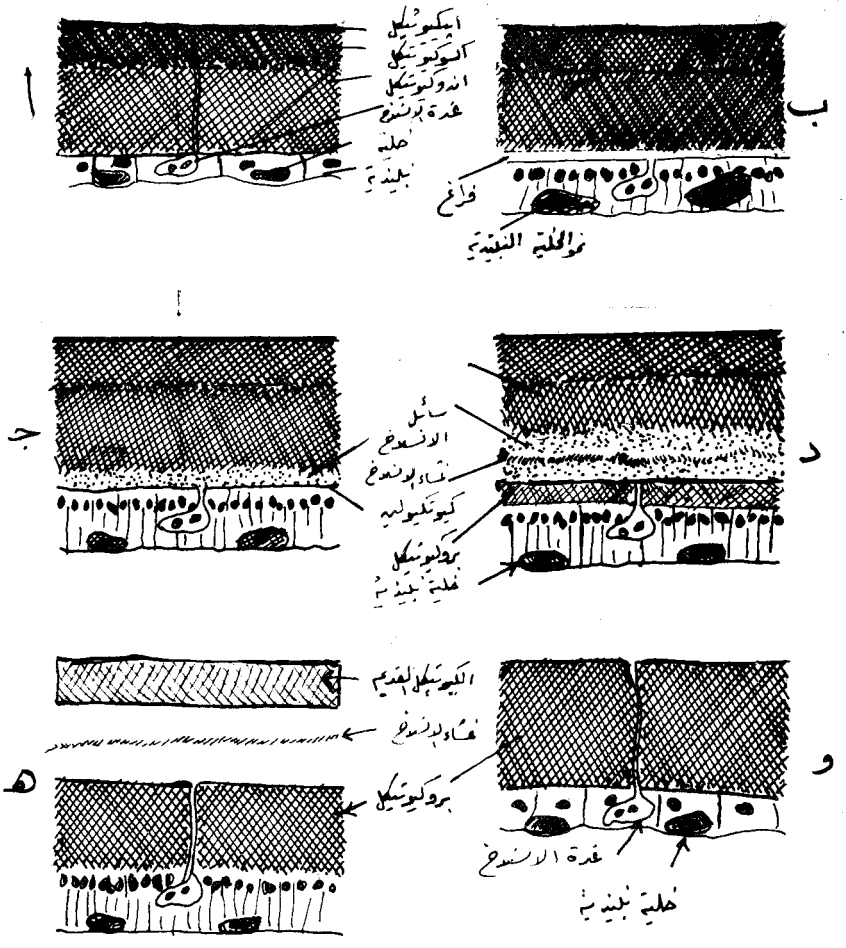


الكيتين



السليلوز

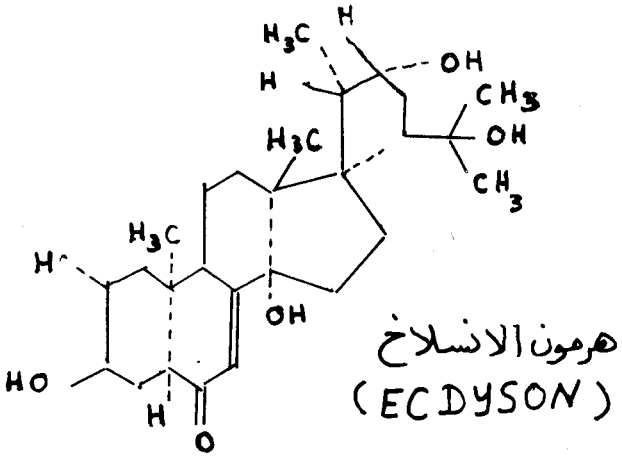
شكل (١٣)

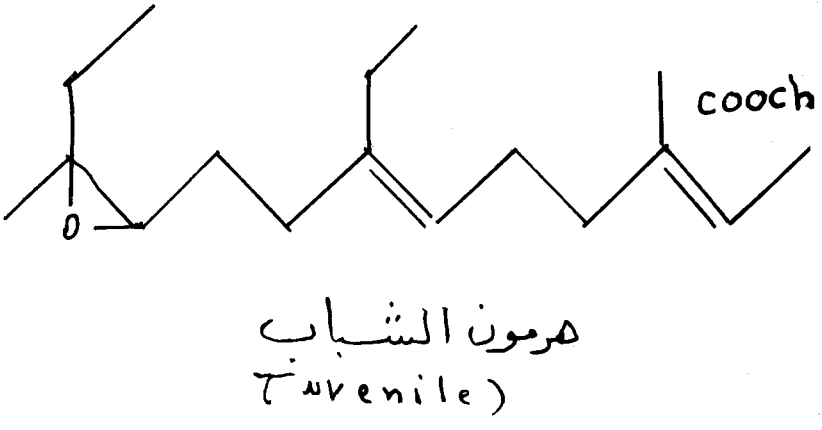


شكل (١٤) : تكوين جدار الجسم الجديد وإنسلاخ القديم فى الحشرات .

هرمون الانســـلاخ Ecdyson (شكل ١٥) :

ظهر أن الانسلاخ والتطور ونضج الخلايا التناسلية تنظمها هرمونات خاصة تسير فى الدم ، وأهم عضو يفرز هرمون الانسلاخ (الاكدايزون) هو غدة الصدر الامامى Prothoracic gland أو مثيلاتها وذلك بتنظيم وبتوجيه من خلايا عصبية خاصة مفرزة فى المخ Neurosecretory cells . ووجد أن افراز عقدتى الـ Corpora cardiaca (ca) , Corpora allata (cc) والمسمى بهرومون الشباب (Juvinile hormone) يقل عند الانسلاخ ويزداد بالحشرة عندئذ إفراز غدة الصدر الأمامى (أو مثيلاتها) وبمجرد الانتهاء من عملية الانسلاخ يزداد ثانية تركيز هرمون الشباب (الجوفينايل) ويقل تركيز هرمون الانسلاخ (الاكدايزون) .





شكل (١٥)

البـــاب الثـــالث

مناطق الجســـم فى الحشـــرات

The Body Regions in Insects

ينقسم جسم الحشرة إلى ثلاثة مناطق هى الرأس Head والصدر Thorax والبطـــن Abdomen ، فالرأس دائما صلبة ولا يظهر فيها أى تقسيم إلى حلقات ، أما الصدر والبطن فحلقاتها ظاهرة .

أولا : الـــرأس The Head

وهى الجزء الأمامى من الجسم ، وتغلف بدرع Capsule شيتينى صلب من سطحها العلوى حيث يوجد المخ ، أما سطحها السفلى فهو غشائى صغير حيث توجد فتحة الثقب المؤخرى Occipital foramen وهو الثقب الذى تتصل به الرقبة ومنه يخرج أيضا الحبل العصبى والمرىء والقلب والدم والغدد اللعابية والقصبات الهوائية لتدخل الصدر .

وتأخذ الرأس أوضاعا مختلفة بالنسبة للمحور الطولى لجسم الحشرة ، ووضع الرأس مهم فى التقسيم . هذا ويوجد وضعان للرأس بالنسبة للمحور الطولى للجسم هما :

١ ـــ الوضع المسمى Hypognathous وفيه تتجه أجزاء الفم إلى أسفل كما فى الصرصار والجراد .

٢ ـــ الوضع المسمى prognathous وفيه تتجه أجزاء الفم إلى الأمام كما فى الخنافس .

وتحمل الرأس زوجين من العيون المركبة Compound eyes ، وتتكون كل عين من عدة أقسام صغيرة Facets ، وتحاط العين بصفيحة حلقية تسمى بالصفيحة العينية Ocular sclerite . وفى كثير جدا من الحشرات وخصوصا فى اليرقات نجد أن كل عين تصبح عبارة عن قسم صغير واحد Facet وبذلك يوجد فى هذه اليرقات على كل جانب من جانبى الرأس مجموعة من هذه الأقسام منفصلة عن بعضها البعض ، وتسمى مجموعة العيون البسيطة كلها Ocularium .

كما يوجد على رأس الحشرة وبين العيون المركبة فى الغالب ثلاثة عيون بسيطة Ocelli ، وكل عين فيها ذات قسم صغير واحد Facet ، والزوج العلوى منها يكون مرتبا أمام بعضه كل واحدة على جانب ويسمى هذا الزوج بالأعين البسيطة الجانبية Lateral ocelli ، أما العين الثالثة فتقع اسفلهما وفى الوسط وتسمى بالعين البسيطة الوسطية Median ocellus .

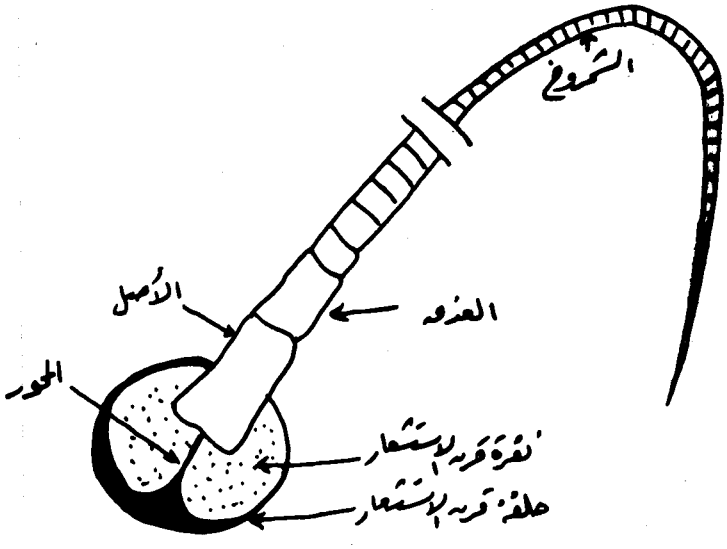
ويوجد زوج من قرون الاستشعار Antennae على صفيحة الرأس العلوية بين العيون المركبة . ويتمفصل قرن الاستشعار فى نقرة القرن Antennal socket والتى تحاط فى الغالب بصفيحة حلقية Antennal sclerite . ويوجد على سطح نقرة القرن بروز يتمفصل عليه القرن ويسمى هذا البروز بالمدور أو المحور Pivot وهو امتداد مثلث الشكل من صفيحة الرأس نفسها . ويتكون قرن الاستشعار من مفاصم صغيرة ، المفصم الأول منها الموجود جهة الرأس يسمى الأصل Scape وهو أكبر المفاصم حجما ، والمفصم الثانى ويسمى العذق Pedicel ، وما يلى ذلك من قرن الاستشعار يسمى الشمروخ Flagellum (شكل ١٦) وهو مركب من مفاصم عديدة . وتختلف قرون الاستشعار كثيرا من حيث أشكالها التى منها (شكل ١٧) الشعرى Setaceous والخيطى Filiform والمفلطح Flat والعقدى Moniliform والمنشارى Serrate والصولجانى Clavate or Clubbed والرأسى Capitate والورق Lamellate والمرفقى Geniculate والمشطى Pectinate أو المشطى المضاعف Bipectinate والريشى Plumose والأريستى Aristate (حيث تكون الاريستا فيه جانبية) والمخرازى وهو من النوع الاريستى ولكن تكون الأريستا فيه طرفية بدلا من جانبية .

ويزداد عدد حلقات قرن الاستشعار بازدياد النمو فى الحشرات بسيطة التطور Ametabola والحشرات ناقصة التطور Hemimetabola ، ففى النطاط المسمى Dociostaurus sp. نجد أن حلقات قرن الاستشعار عددها ١٣ فى الحورية بينما عدد حلقات الحشرة البالغة ٢٥ حلقة . والزيادة فى عدد الحلقات ينشأ بانقسام الحلقة القاعدية من حلقات الشمروخ والمسماة Meriston مما ينشأ عنه اضافة حلقات جديدة بينها وبين الحلقة التالية لها من حلقات الشمروخ أو تنشأ تلك الزيادة بانقسام العقلة الطرفية من عقل الشمروخ فتكون الحلقات الجديدة الزائدة موجودة عند نهاية القرن الطرفية .

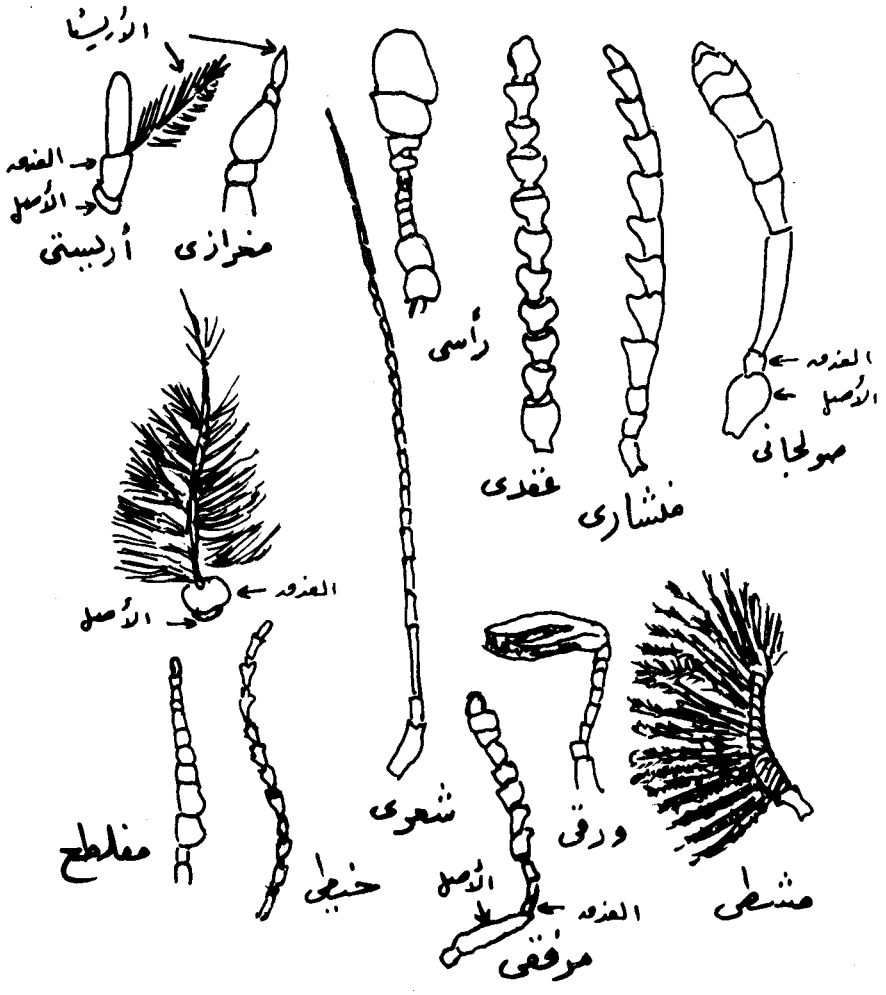
وعادة مايكون قرن الاستشعار فى اليرقات مختزلا جدا ويظهر وكأنه ندبة صغيرة كما فى يرقات الذباب وبعض يرقات السوس (رتبة غمدية الأجنحة) ، أما فى يرقات رتبة

حرشفية الأجنحة فيتكون من ثلاث حلقات واضحة وفى هذه اليرقات أيضا يمكن للقرن أن ينكمش داخل غشاء يسمى Antachoria موجود فى حفرة على أحد جانبى الرأس فوق قاعدة الفك العلوى مباشرة .

ويستخدم قرن الاستشعار فى البراغيث Fleas والكولمبولا Collembola فى التلقيح ، ففى ذكر البراغيث يستخدم قرن الاستشعار فى القبض على الانثى من أسفل ، وفى الكولمبولا قد يُحمل الذكر لعدة أيام بواسطة الانثى وذلك عن طريق تعلق الذكر بقرن استشعار الانثى . وعلى العموم فوظيفة قرن الاستشعار الأساسية هى حسية (اللمس أو الشم أو الاحساس بالرطوبة أو الحرارة)، كما يوجد عضو سمع بدون طبلة خارجية داخل عقلة العذق كما فى البعوض. وفى بعض الخنافس المائية (Hydrophilus spp.) يحجز قرن الاستشعار (بواسطة الشعيرات الطويلة التى تكسوه) فقاقيع مائية بينه وبين جسم الحشرة لمساعدتها على النفس عند وجودها تحت سطح الماء، وفى اليرقات الحديثة الفقس لنفس الحشرة يوجد على قرن الاستشعار من جهته الداخلية أشواك حادة تساعد الفكوك العليا فى مضغ الفريسة.



شكل (١٦) : قرن الاستشعار



شكل (١٧) : أنواع قرون الاستشعار .

الدروز والصفائح الرئيسية الموجودة على الرأس :

ينقسم درع الرأس إلى عدة صفائح Sclerites تفصلها دروز Sutures عديدة ، والدروز الرئيسية وصفائحها المجاورة لها فى الحشرات هى (شكل ١٨) :

١ ــ قمة الرأس Vertex : وهى عبارة عن كل الجزء العلوى من الرأس الواقع بين وخلف العيون المركبة .

٢ ــ الدرز الجمجمى Epicranial suture : ويأخذ شكل حرف ٨ حيث يبدأ الحرف عند مؤخرة الرأس ويعبر قمة الرأس ثم يتفرع على وجه الحشرة .

ويسمى الجذع فى حرف الـ ٨ بالدرز الجمجمى Epicranial stem أو بالدرز التاجى Coronal suture والفرعان بالذراعين الجمجميين Epicranial arms أو بالدرزين الجبهيين Frontal sutures .

٣ ــ الجبهة Frons or Front : وهى المساحة الموجودة على الوجه الأمامى أو العلوى لصفيحة الرأس بين أو أسفل الدرزين الجبهيين . وتقع العين البسيطة الوسطى السفلية على صفيحة الجبهة دائما . ويحد الجبهة من أسفل الدرز الجبهى الدرقى - Fronto Clypeal . وفى يرقات رتبة حرشفية الأجنحة (شكل ٢٣ ا) تتكون الجبهة من صفيحتين على جانبى الدرقة من الخارج ويطلق على كل منهما Adfrontal sclerite ، ويفصلها عن الجدارية درز يسمى Adfrontal suture كما يفصل صفيحة الجبهة المذكورة عن الدرقة فى اليرقة درز يسمى Epistomal suture .

٤ ــ الصفيحتان الجمجميتان Epicranial plates : وهما الجزءان من صفيحة الرأس الموجودتان على جانبى الدرز التاجى .

٥ ــ الدرقة Clypeus : وتقع بين الدرز الجبهى الدرقى وبين الشفة العليا وتعلق بها الأخيرة إلى أسفل . وفى بعض الحشرات كما فى رتبة مستقيمة الأجنحة تكون الجهة البعيدة من الدرقة الموجودة جهة الشفة العليا صلبة وغامقة وتسمى Epistoma . وتتمفصل الدرقة مع الشفة العليا بغشاء رقيق ولكنها (أى الدرقة) لا تتمفصل مطلقا مع الجبهة بل تلتحم بها بقوة . وفى يرقات رتبة حرشفية الأجنحة تنقسم الدرقة إلى جزئين أحدهما علوى كبير Postclypeus والآخر سفلى صغير موجود جهة الشفة العليا Anteclypeus .

٦ ــ الشفة العليا Labrum : وهى عضو معلق متصل بالحافة السفلية للرأس وتعمل الجهة الداخلية للشفة العليا والمسماة بسقف الحلق Epipharynx كواجهة أمامية لفتحة أمام الفم Preoral cavity . وغالبا ما يحمل سقف الحلق فصوصا وحلمات وشعيرات حساسة ، ووجود وترتيب هذه الفصوص أو الحلمات أو الشعيرات هام جدا فى تقسيم الحشرات خاصة فى تقسيم طور اليرقة . وتتصل العضلات المحركة للشفة العليا بزوائد شيتينية تسمى Tormae موجودة على الحافة القاعدية للشفة العليا ، ونظرا لعلاقة الشفة العليا فى الحشرات بالتغذية فهى غالبا ما تدرس مع أجزاء الفم ولو أنها جزء من الرأس .

٧ ــ الصــدغ Gena : وهو الجزء السفلى من الرأس الذى يقع أسفل العين المركبة وخلف الجبهة ، وأحيانا يوجد درز صدغى Genal suture يفصل بين الجبهة والصدغ ، واذا لم يوجد هذا الدرز فتظهر الجبهة والصدغ وكأنهما قطعة واحدة .

٨ ــ الصفيحة الفكية Mandibular sclerite : وتوجد بين الصدغ وبين الفك العلوى ويتمفصل بحافتها البعيدة الفك العلوى .

٩ ــ مؤخرة الرأس Occiput وخلف الصدغ Postgena : أما مؤخر الرأس فهى المنطقة التى تكون معظم الجهة الخلفية للرأس من أعلى ، أما خلف الذقن فهى المنطقة الموجودة أسفل مؤخر الرأس وهى أيضا المنطقة التى تكون معظم الجهة الخلفية للرأس ، ويفصل كل من مؤخر الرأس وخلف الصدغ عن قمة الرأس والصدغين درز يسمى Occipital suture ، وفى كثير من الحشرات قد يكون هذا الدرز مضمحلا ويأخذ شكل خط رفيع جدا أو قد لا يكون موجودا بالمرة وفى هذه الحالة تعرف منطقتا مؤخر الرأس وخلف الصدغ بالتقريب حسب موقعهما وتصبحان عندئذ متصلتان بقمة الرأس من أعلا والصدغين على الجانبين بدون تحديد .

١٠ ــ الصفيحة المحيطة بحافة الثقب المؤخرى Postocciput : وتوجد هذه الصفيحة غالبا فى جميع الحشرات الكاملة ويفصلها عن مؤخر الرأس درز يسمى Postoccipital suture ، وتحمل هذه الصفيحة على كل جانب نتوءا يسمى Occipital condyle لتمفصل الرس مع صفائح الرقبة .

١١ ــ الجــولا Gula : وتوجد فى كثير من الحشرات بين قاعدة الشفة السفلى وبين منطقة الثقب المؤخرى (شكل ١٩ د) ، وعندئذ يفصلها عن خلف الصدغ على كل جانب درز يسمى Gular suture ، وقد تضمحل صفيحة الجولا هذه عند كبر كل من صفيحتى خلف الصدغ حيث يلتحم درزا الجولا ويكونان ما يسمى بقنطرة خلف الصدغ Postgenal bridge .

الهيكل الداخلى فى الرأس : The Tentorium

تقوى الرأس من الداخل بهيكل شيتينى مكون من عدة أذرع Apodemes تكون بالانبعاج إلى الداخل من جدار الجسم ، ويسمى هذا الهيكل Tentorium وقد يسمى Endoskeleton الرأس (شكل ١٨ ج) .

وفى الحشرات الأولية Apterygota يكون الهيكل الداخلى غير نامى جيدا ، أما فى الحشرات الراقية Pterygota فيتكون هذا الهيكل من أربعة أجزاء رئيسية هى الأذرع الأمامية Anterior arms والأذرع الخلفية Posterior arms وجسم الهيكل نفسه Corporotentorium (وهو الجزء الوسطى من الهيكل) ثم الأذرع العلوية Dorsal or superior arms .

وتنبعج الأذرع الأمامية للداخل من الـ Anterior tentorial pits التى توجد دائما على شكل شقين خارجيين موجودين على الدرز الجبهى الدرقى .

وتنبعج الأذرع الخلفية للداخل من الـ Posterior tentorial pits الموجودة على الدرز Postoccipital ، أما جسم الهيكل فهو مكون من تقابل الأجزاء الداخلية من الأذرع الأمامية والخلفية والتحام هذه الأجزاء ببعضها البعض . أما الأذرع الظهرية فهى معتبرة كنموات ثانوية من الأذرع الأمامية لأنه لا يوجد أى أثر ظاهرى يبين انبعاجها من جدار الرأس نفسه عند مكان اتصال هذه الأذرع بالرأس وذلك بين نقرة قرن الاستشعار وبين العيون البسيطة على كل جانب ، وبطبيعة الحال يختلف شكل وحجم هذه الأذرع باختلاف الحشرات .

أجـزاء الفـــم The Mouth - parts

أجزاء الفم فى الحشرات هى المسئولة عن التغذية وتتكون من الشفة العليا فى الأمام واللسان فى الوسط خلف فتحة الفم وينشأ من السطح العلوى للشفة السفلى التى تكون أرضية الفم ، وعلى الجانبين يوجد فكان علويان وفكان سفليان . وفى الحشرات الأولية كالكولمبولا والبروتيورا والدبلورا توجد أجزاء الفم داخل الرأس فى تجويف ناشىء عن انبعاج الخدين للداخل ويطلق على أجزاء الفم هنا Entognathous بينما يطلق على أجزاء الفم الأخرى الموجودة فى باقى الرتب الحشرية Ectognathous حيث تشاهد أجزاء الفم كزوائد خارجية بارزة أمام الرأس .

وعلى العموم فان أجزاء الفم فى الحشرات والمكونة من أزواج الفكوك العليا والسفلى والشفة السفلى تمثل كل منها تحورات زوج من أزواج الأطراف النموذجية لحيوان مفصلى الأرجل .

الشكل النموذجى لطرف من الأطراف فى حيوان مفصلى الأرجل :

ويتكون من حلقة قاعدية Coxopodite تخرج من جانب أى حلقة من حلقات الجسم ، ويتصل بالحلقة القاعدية عدد من الحلقات الطرفية تعرف كلها مجتمعة باسم

Telopodite . ولكل حلقة من حلقات هذا الطرف فى الحيوان مفصلى الأرجل القدرة على أن تنمو عليها زوائد على كل من جانبها الخارجى والداخلى وتسمى زوائد الجانب الخارجى Exites بينما زوائد الجانب الداخلى فتسمى Endites . وشكل (٢٠) يمثل رجل حيوان مفصلى أولى من صف الترايلو بيتا Trilobita وفيها نجد أن الحلقة القاعدية لها الزائدة الخارجية Exites التى تشبه الخياشيم بينما الـ Endite فهى عادية أما بقية حلقات الـ Telopodite فهى بسيطة وخالية من الزوائد .

زوج الفكوك العليا فى الحشرات : The Mandibles

وهو الزوج الأمامى من أجزاء الفم الحقيقية فى الحشرات ويقع خلف الشفة العليا مباشرة وهو من زوائد الحلقة Second Post-oral segment . والفكوك العليا صلبة شيتينية ولها أسنان مختلفة ، كما ينمو عليها شعر قد يكون كثيفا فى بعض الأحيان . ويتمفصل كل فك مع الرأس عند حافته القاعدية الجانبية ما عدا فى قليل من الحشرات الأولية حيث يتمفصل الفك العلوى كذلك قرب وسط هذه الحافة القاعدية .

والفك الحالى فى الحشرات لا يدلنا على كيفية نشوئه وتحوره من طرف بسيط فى حيوان مفصلى الأرجل الا بدراسة الفك العلوى فى القشريات Crustacea (شكل ٢٠ ب) حيث أن فكها العلوى أولى جدا وتدل عضلاته على أنه نشأ من طرف يشبه رجل حيوان صف الترايلوبيتا المذكورة سابقا ولكنه حدث فيه أن أصبحت الحلقة القاعدية كبيرة الحجم وقوية كما وأن زائدة الجهة الداخلية Endite أصبحت منطقة مسننة للهرس وفُقدت زائدة الجهة الخارجية Exite ، أما عن الـ Telopodite فقد اضمحل كثيرا . وفى الفك العلوى للحشرات (شكل ٢٠ جـ) تلاشت الـ Telopodite كلية وأصبح الفك العلوى مكونا من الحلقة القاعدية فقط محوره ومعها زائدتها الداخلية Endite .

زوج الفكوك السفلى فى الحشرات : The Maxillae

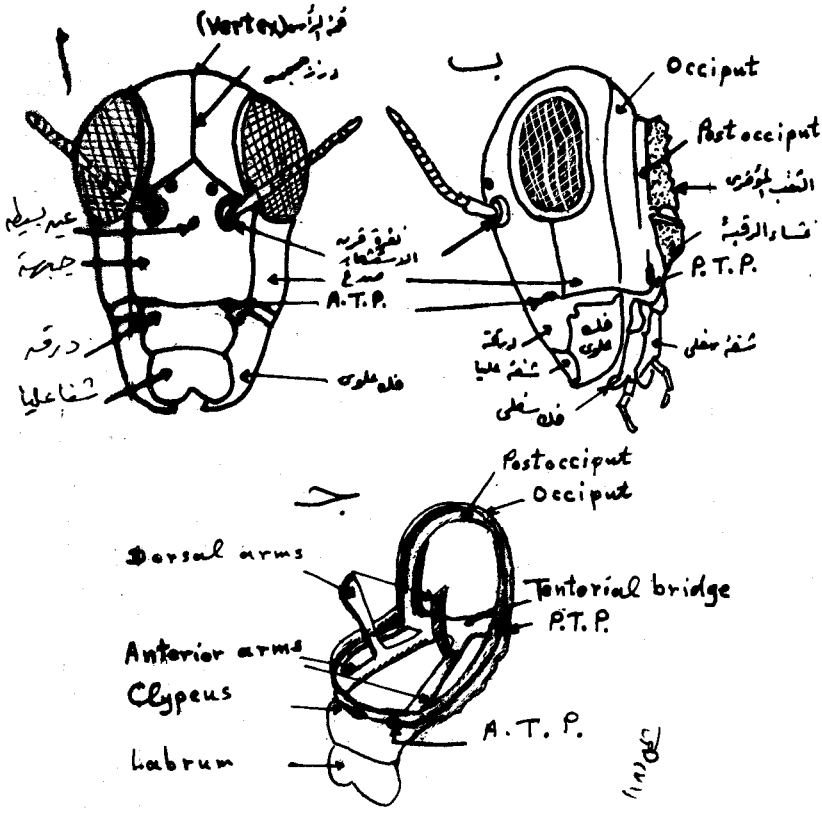
وتقع مباشرة خلف الفكوك العليا وهو زوائد الحلقة Third Post-oral segment ، وتظهر لنا عضلات الفك السفلى فى الحشرة أن منشأة كمنشأ الفك العلوى تماما ولكن مع وجود الاختلافات الآتية :

(ا) لا يوجد التمفصل الوسطى .

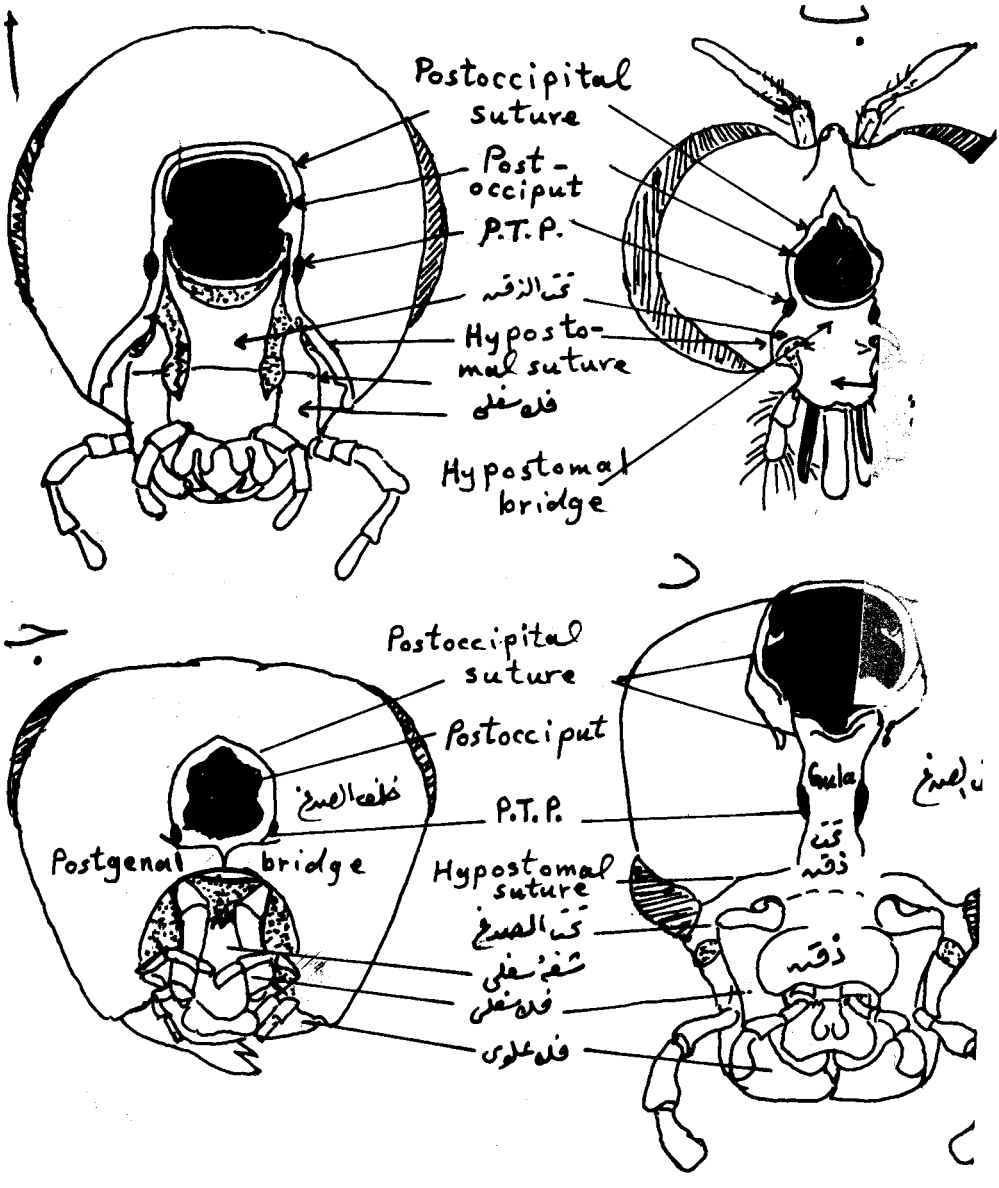
(ب) الـ Telopodite باق ويعمل كعضو لمس ويسمى ملمس فكى .

(جـ) الحلقة القاعدية Coxopodite مقسمة إلى الكاردو والساق .

(د) نمت الزائدة الداخلية Endite للحلقة القاعدية إلى فصين ظاهرين متحركين هما الجاليا واللاسينيا .



شكل (١٨) : (أ) رأس الجراد (منظر أمامى).
(ب) رأس الجراد (منظر جانبى)
(ج) الهيكل الداخلى فى الرأس.



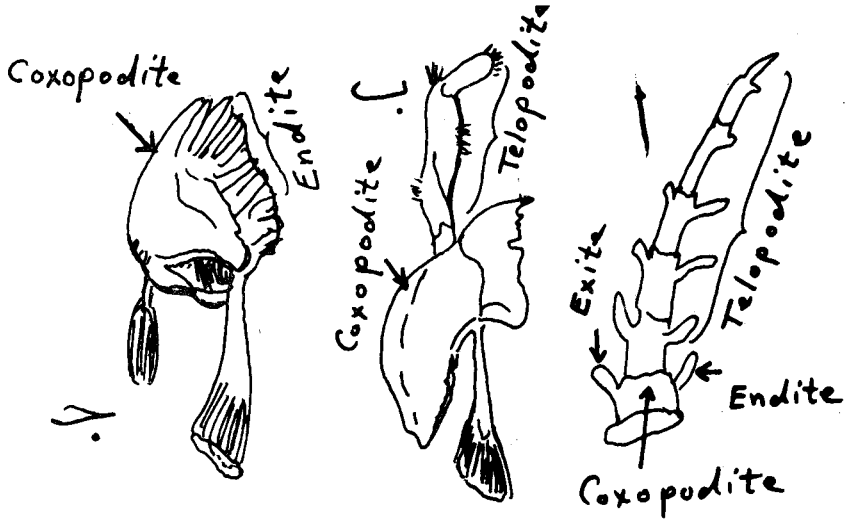
شكل (١٩) : الدروز والصفائح الرئيسية الموجودة فى رأس الحشرات.

(أ) شكل عام.

(ب) الذبابة المنزلية.

(ج) الزنبور **Vespula**.

(د) خنفســـاء.



شكل (٢٠) : (أ) رسم توضيحى لزائدة من زوائد معضليات الأرجل.
(ب) فك علوى فى حيوان قشرى.
(ج) فك علوى فى نطاط.

وعلى العموم فأجزاء الفك السفلى فى الحشرات (شكل ٢١) هى كما يلى :

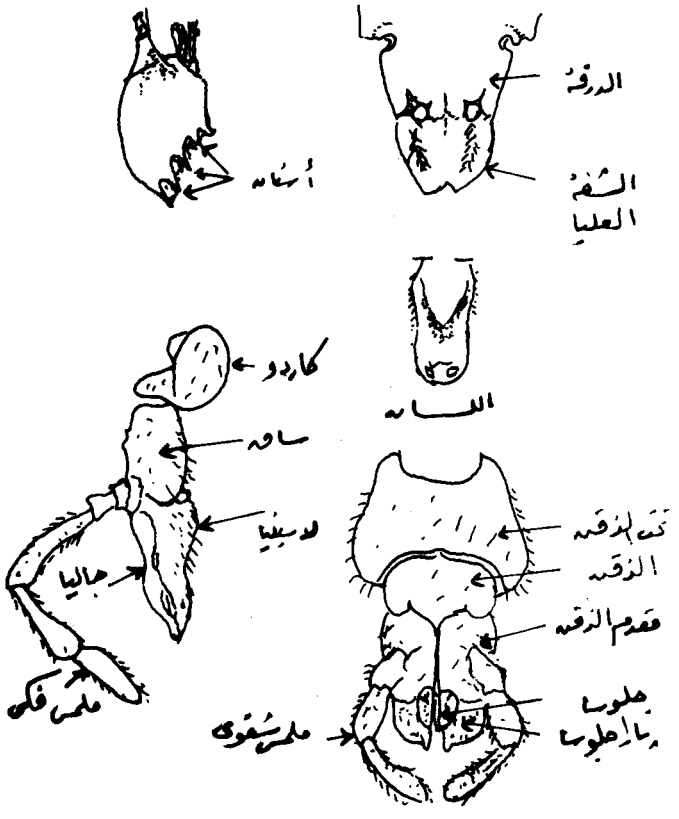
١ ــ **الكاردو Cardo** : وهى الصفيحة القاعدية المثلثة الشكل والتى تلتصق بالرأس ، وهى المفصلة التى يتحرك منها كل الفك السفلى .

٢ ــ **الساق Stipes** : وهو الجزء الوسطى المركزى فى جسم الفك السفلى وغالبا ما يكون شكله مستطيلا . ويقع الساق فوق الكاردو ومنه تخرج جميع زوائد الفك السفلى الأخرى .

٣ ــ **الجاليا Galea** : وهى الفص الخارجى الذى يتمفصل مع نهاية الساق وتنمو الجاليا دائما كصفيحة عريضة حسية أو قد تغطى الجاليا بغطاء كله أعضاء حسية .

٤ ــ **اللاسينيا Lacinia** : وهى الفص الداخلى وتتمفصل أيضا مع طرف الساق وتشبه اللاسينيا الفك العلوى فى أنها تحمل أسنانا أو أشواكا على طول حافتها الداخلية .

٥ ــ **الملمس الفكى Maxillary palp** : وهو مقسم إلى حلقات ويخرج من الجانب الخارجى للساق ويتكون غالبا من خمسة عقل محمولة على قاعدة Palpifer وفائدته حسية .



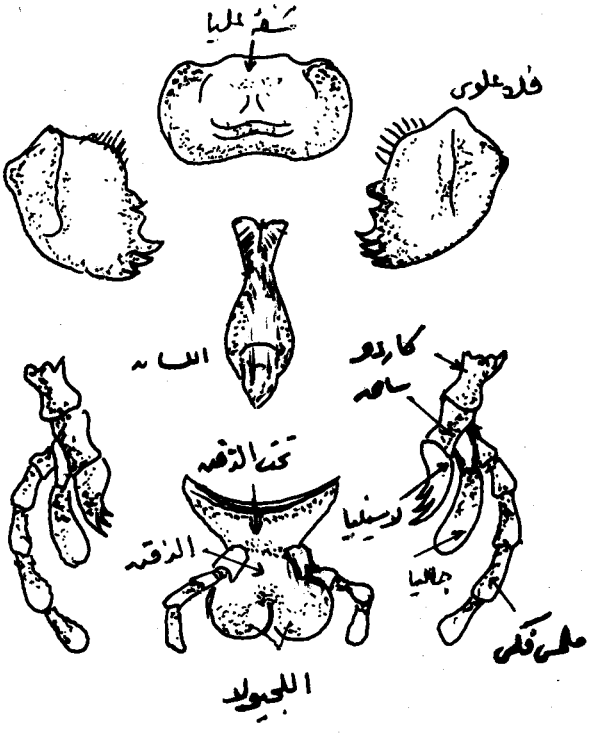
شكل (٢١) : أجزاء الفم القارضة فى الصرصار الأمريكى.

الشفة السفلى فى الحشرات : The Labium

وتقع خلف الفكين السفليين وهى زوائد الحلقة 4th Post-oral segment ، وتظهر الشفة السفلى وكأنها قطعة أو وحدة واحدة ولكنها فى الواقع مكونة من الزوج الثانى من الفكوك السفلى بعد أن التحما من الوسط ليكونا عضوا واحدا ، وعلى ذلك فأجزاء الشفة السفلى تقابل وتشابه مثيلاتها فى الفكوك السفلى ، واستدل على هذه الأجزاء فى الشفة السفلى وما قبلها فى الفكوك السفلى من دراسة عضلاتها وأماكن اتصال الأخيرة بالشفة السفلى . وفيما يلى وصفا لأجزاء الشفة السفلى :

١ ــ **مؤخر الذقن Postlabium** : وهو الجزء القاعدى من الشفة السفلى والذى يتمفصل مع أغشية الرأس . وتقسم مؤخر الذقن بدورها إلى جزء قاعدى هو تحت الذقن Submentum وآخر طرفى هو الذقن Mentum .

٢ ــ **مقدم الذقن Prelabium** : وهو الجزء الطرفى من الشفة السفلى والجزء المركزى أو الوسطى منه هو جسم مقدم الذقن Prementum والذى يسمى أحيانا Stipula . ويحمل مقدم الذقن هذا زوجا من الملامس الشفوية Labial palps على كلا جانبيها ، وكل ملمس مكون عادة من ثلاث عقل محمولة على قاعدة صغيرة Palpiger . أما الجزء الطرفى من مقدم الذقن فهو غالبا ما يكون على هيئة لسان ولذلك فهو يسمى Ligula ، ولا تختلف هذه اللجيولا كثيرا فى التركيب ولكنها دائما مقسمة إلى زوجين من الفصوص هما الجلوستين Glossae للداخل والباراجلوستين Paraglossae للخارج .



شكل (٢٢) : أجزاء فم قارضة فى الجراد الصحراوى .

وفى كثير من الحشرات كما فى رتبة غشائية الأجنحة (شكل ٢٣ ب) نجد أن الجلسوستين قد التحمتا وكونتا عضوا واحدا وسطيا بين البارجلوستين يسمى الاجلوسا Alaglossa ، وفى حالات أخرى تلتحم الباراجلوستاه وتكونان فصا واحدا صلبا يسمى توتوجلوسا Totoglossa (شكل ٢٣ جـ) كما فى رتبة غشائية الأجنحة أيضا .

وفيما يلى مقارنة بين أعضاء الفك السفلى وما يقابلها من أعضاء الشفة السفلى :

الفك السفلى		الشفة السفلى
الكاردو	يقابله	مؤخر الذقن (تحت الذقن تقابل الكاردو ولكن لا يوجد ما يؤكد ما يقابل الذقن) .
الساق	يقابله	مقدم الذقن
الملامس الفكية	يقابلها	الملامس الشفوية
اللاسينيا	يقابلها	الجلوسا
الجاليا	يقابلها	الباراجلوسا

اللسان : The Hypopharynx

وهو يخرج من أرضية الرأس الغشائية ، ويتكون من فص يخرج ممتدا إلى الأمام أو مرفوعا لأعلى . وفى الحشرات عموما يتصل اللسان دائما بقاعدة الشفة السفلى حيث يظن أنه جزء منها . واللسان لا يعتبر زائدة أو طرف كأجزاء الفم الأخرى المذكورة سابقا بل يعتبر كنمو خارجى عديم الحلقات من جدار الجسم .

الأشكال الرئيسية لأجزاء الفم :

تحورت أجزاء فم الحشرات إلى أشكال عدة حتى تستطيع تناول أنواع مختلفة من الغذاء بطرق مختلفة ، وسنذكر فيما يلى الأنواع المختلفة الرئيسية ، علما بأنه توجد أنواع أخرى كما توجد أيضا أنواع وسطية بين الأنواع التى سنذكرها هنا :

١ ــ اجزاء الفم القارضة : The Biting or Chewing mouth-parts

فى هذا النوع نجد أن للفكوك العليا حافة قاطعة لطحن الغذاء الصلب ، وتستعمل الفكوك السفلى والشفة السفلى لدفع الغذاء داخل البلعوم . ويوجد هذا النوع من أجزاء الفم فى أنواع النطاط والجراد والصراصير ويرقات رتبة حرشفية الأجنحة (شكل ٢١ ، ٢٢ ، ٢٤) . وهذا النوع هو المنتشر فى الحشرات ومنه نشأت وتحورت جميع أجزاء الفم الأخرى ، ويؤيد ذلك أنه يشبه إلى حد كبير أجزاء فم الحيوانات المفصلية الأرجل التابعة لصف السمفيلا وصف ذوات المائة رجل وهى أقرب صفوف مفصليات الأرجل

للحشرات . كما يؤيد ذلك أيضا أن هذا النوع عام فى جميع رتب الحشرات كما فى رتبة مستقيمة الأجنحة ورتبة السمك الفضى ويرقات العائلات الأولية فى رتب الحشرات كاملة التطور ، كما أنه يوجد فى نفس الحشرات الكاملة لهذه الرتب كاملة التطور ولكن ربما مع تحور بسيط جدا كما هو واضح فى رتب غشائية الأجنحة وغمدية الأجنحة .

٢ ــ أجزاء الفم اللاعقة : The Sponging or Lapping mouth-parts

يوجد هذا النوع (شكل ٢٥) فى أنواع كثيرة من الذباب مثل الذبابة المنزلية ، وهو مخصص لتناول الغذاء السائل أو الغذاء الذى يمكن إذابته فى لعاب الحشرة . وتتكون أجزاء الفم هنا من خرطوم بنهايته الشفية الأسفنجية الشكل ، وتوضع هذه الشفية فى الغذاء السائل الذى يدخل فى القصيبات الكاذبة المنتشرة على سطحها فيصعد الغذاء إلى أعلى ليدخل فى فتحة الفم المحاطة بصفيحة تسمى Discal sclerite ، ومن فتحة الفم يصعد فى أنبوبة الغذاء الموجودة بين الشفة العليا وسقف الحلق من الأمام واللسان من الخلف ، ومن أنبوبة الغذاء يخترق الصفيحة المسماة Theca ثم إلى البلعوم . وتحمل الشفة العليا واللسان وأنبوبة الغذاء داخل تجويف مقدم الذقن (Theca) . وتلعق الذبابة الأغذية الصلبة كالسكر بعد أن تسقط عليها نقطة من لعابها وهذا يذيب السكر وبعدئذ يمتص خلال القصيبات الكاذبة ويصعد إلى أعلى فى هيئة سائل . هذا وتسير الغدة اللعابية داخل اللسان مخترقة إياه لتنتهى عند نهايته القريبة من الشفية .

٣ ــ اجزاء الفم القارضة اللاعقة : The Chewing- lapping mouth-parts

يأخذ هذا النوع من أجزاء الفم الغذاء لأعلى ويوجد فى النحل (شكل ٢٦) وبعض الزنابير . الفكوك العليا والشفة العليا هنا من النوع القارض ، وفائدة الفكوك العليا هى هرس الطعام أو مضغ الشمع أو أى غذاء آخر موجود فى الخلية ، أما الفكوك السفلى والشفة السفلى فأصبحت صفائح مفلطحة وطويلة حيث أن الجلوستين التحمتا وكونتا عضوا طويلا اسطوانيا يمكنه الدخول داخل الأزهار لتناول الرحيق ، وبهذه الأسطوانة الطويلة تجويف كبير لنزول اللعاب . ويمكن لصفائح الشفة السفلى الأخرى والفكوك السفلى الانطباق على الجلوستين الملتحمتين ، ويصعد الرحيق فى الأنبوبة المكونة من السطح الخارجى للجلوستين الملتحمتين ومن السطح الداخلى للملمسين الشفويين وجاليتى الفكين السفليين .

٤ ــ أجزاء الفم الماصــة : The Sucking mouth- parts

ويوجد هذا النوع فى الحشرات الكاملة لرتبة حرشفية الأجنحة (أبى دقيق

والفراشات) التى تتغذى على الرحيق ومواد سائلة أخرى ، وهذا الرحيق يمتص لأعلى بخرطوم طويل مكون من اتحاد جاليتى الفكين السفليين ، وهاتان الجاليتان تكونان أنبوبة تفتح من أعلى فى البلعوم (شكل ٢٧ ا) .

٥ ــ أجزاء الفم الثاقبة الماصة : The piercing- sucking mouth-parts

هنا تحورت أجزاء الفم لثقب الانسجة وامتصاص العصارة منها ، وهى توجد فى الحشرات التى تمتص عصارة النباتات مثل المن والحشرات القشرية وغيرها من الحشرات التابعة لرتبتى نصفية ومتساوية الأجنحة (شكل ٢٧ جـ) وتوجد أيضا فى الحشرات التى تمتص عصارات زميلاتها من الحشرات الأخرى ومن الحيوانات الصغيرة ، وتوجد كذلك فى البعوض (٢٧ هـ) والقمل والبراغيث والتى تتغذى على دم الثدييات والطيور .

وفى هذا النوع من أجزاء الفم نجد أن الفكوك العليا والفكوك السفلى وأحيانا الشفة العليا واللسان اسطوانية الشكل وطويلة ويمكنها جميعا الانطباق على بعضها لتكوين إبرة حادة مجوفة ، أما الشفة السفلى فتكون غمدا سميكا لتحوى داخلها هذه الأبرة الواخزة ، ويطلق على جميع الأجزاء السابقة خرطوم . وللتغذية تضع الحشرة خرطومها كله على العائل المراد التغذية على عصارته أو دمه ثم تغرس الحشرة الأبرة فى نسيج العائل ثم تمتص العصارة التى تصعد لأعلى خلال الابرة ومنها إلى البلعوم .

٦ ــ أجزاء الفم المفترسة : The predaceous mouth- parts

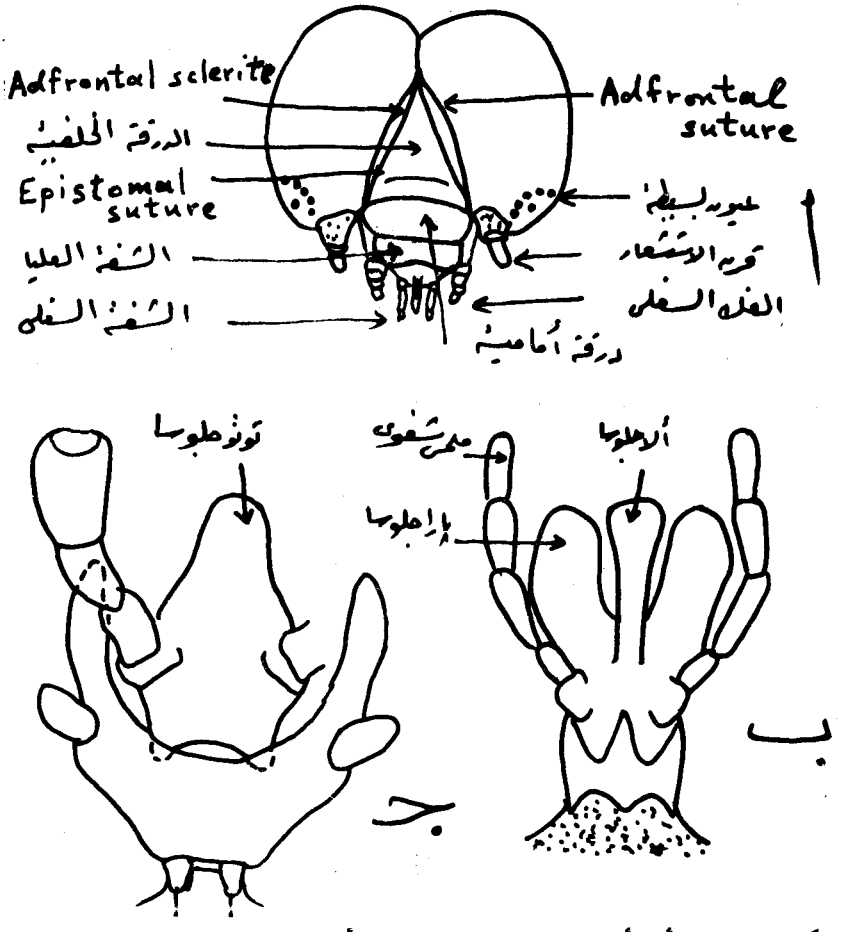
وتوجد فى الحشرات النافعة التى تخلصنا من الحشرات الضارة كما فى حورية الرعاش التى تعيش فى الماء وفيها أجزاء الفم من النوع القارض Predaceous chewing (شكل ٢٨ ا) ولكن تحورت الشفة السفلى لتناسب وظيفة اقتناص الحشرات والحيوانات الصغيرة من على مسافة من الحشرة أثناء عوم الأخيرة فى الماء ، وكما فى يرقة أسد النمل (شكل ٢٨ ب) من رتبة شبكية الأجنحة حيث تطول الفكوك العليا والسفلى وتصبح مدببة لاختراق جسم الفريسة التى يصعد دمها فى مجرى بين الفك العلوى والفك السفلى على كل جانب من جانبى رأس يرقة أسد النمل ، وعلى هذا فاجزاء فم اليرقة الأخيرة تعتبر أجزاء فم مفترسة بالامتصاص .

الرقبـــة The Cervix or Neck

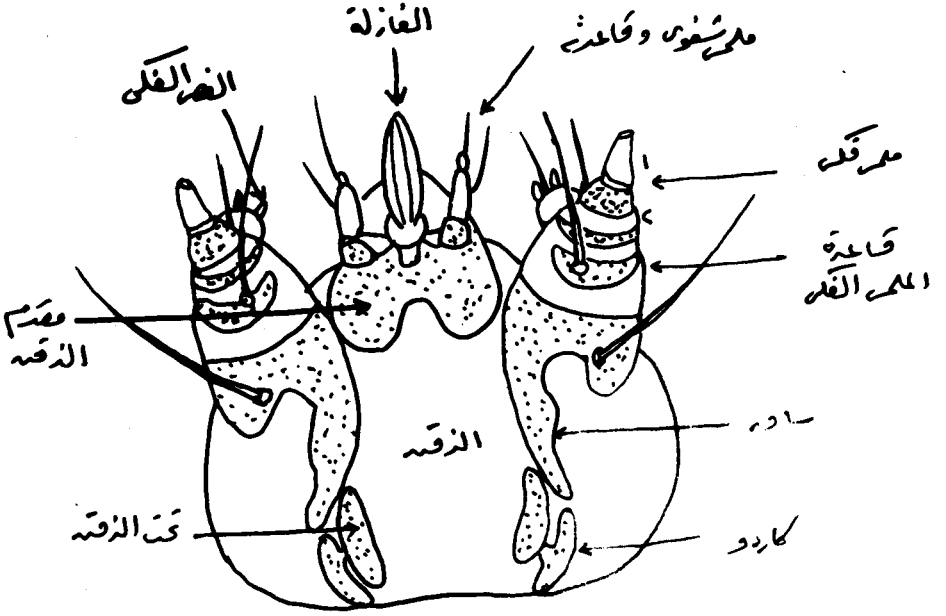
وهى منطقة غشائية توجد بين الرأس والصدر وكان يظن سابقا أنها تكوّن حلقة مستقلة من حلقات الجسم تسمى Microthorax ولكن لا يوجد ما يؤيد ذلك وعلى

ذلك فالغالب أنها تتكون من جزء من الرأس (هو حلقة الشفة السفلى) وجزء من الحلقة الصدرية الأمامية وذلك لتكون منطقة مطاطة متحركة بينهما .

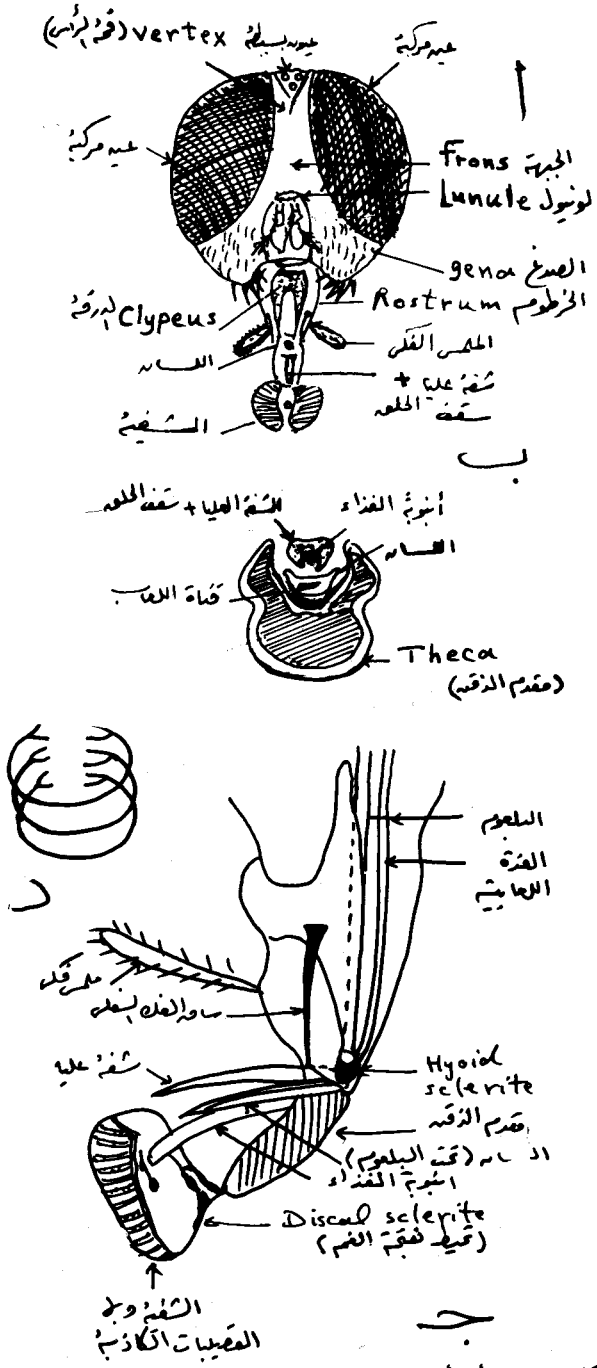
وتوجد على كل من جانبى الرقبة صفيحتان Cervical sclerites فائدتهما أنهما تكونان محور التمفصل بين الرأس والصدر الأمامى ، وتلتصق الصفيحتان ببعضهما البعض مكونتان قطعة واحدة تتمفصل مع بروز مؤخر الرأس المسمى Occipitalb condyle فى الأمام والصدر الأمامى فى الخلف . وقد تتحد صفائح الرقبة مع بلورا الصدر الأمامى وعندئذ لا يوجد مثل هذه الصفائح على منطقة الرقبة كما فى الخنافس .



شكل (٢٣) : (أ) رأس يرقة من رتبة حرشفية الأجنحة (منظر علوى).
(ب) جزء من الشفة السفلى فى حشرة من رتبة غشائية الأجنحة.
(ج) الشفة السفلى والفكان السفليان فى حشرة أخرى من رتبة غشائية الأجنحة.



شكل (٢٤) : أجزاء فم قارضة فى يرقة من رتبة حرشفية الأجنحة.

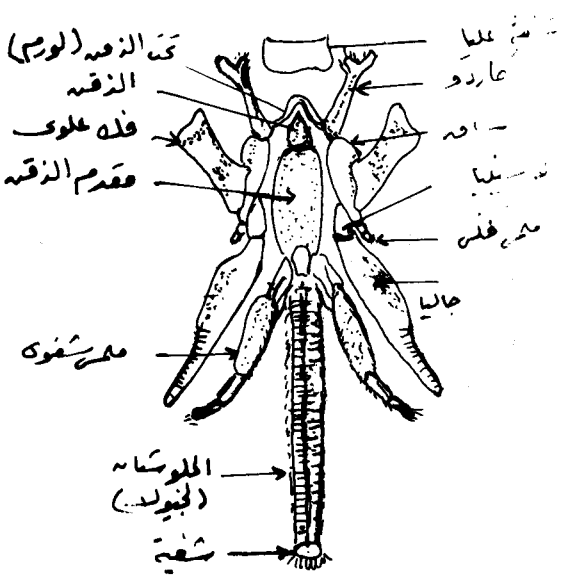


شكل (٢٥) : (أ) رأس وخرطوم الذبابة المنزلية.

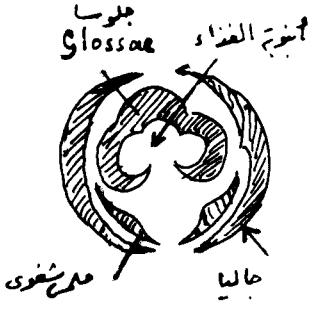
(ب) قطاع عرضى فى الخرطوم.

(ج) خرطوم الذبابة المنزلية.

(د) بعض الحلقات الشيتينية التى تقوى القصيبات الكاذبة فى الشفية.

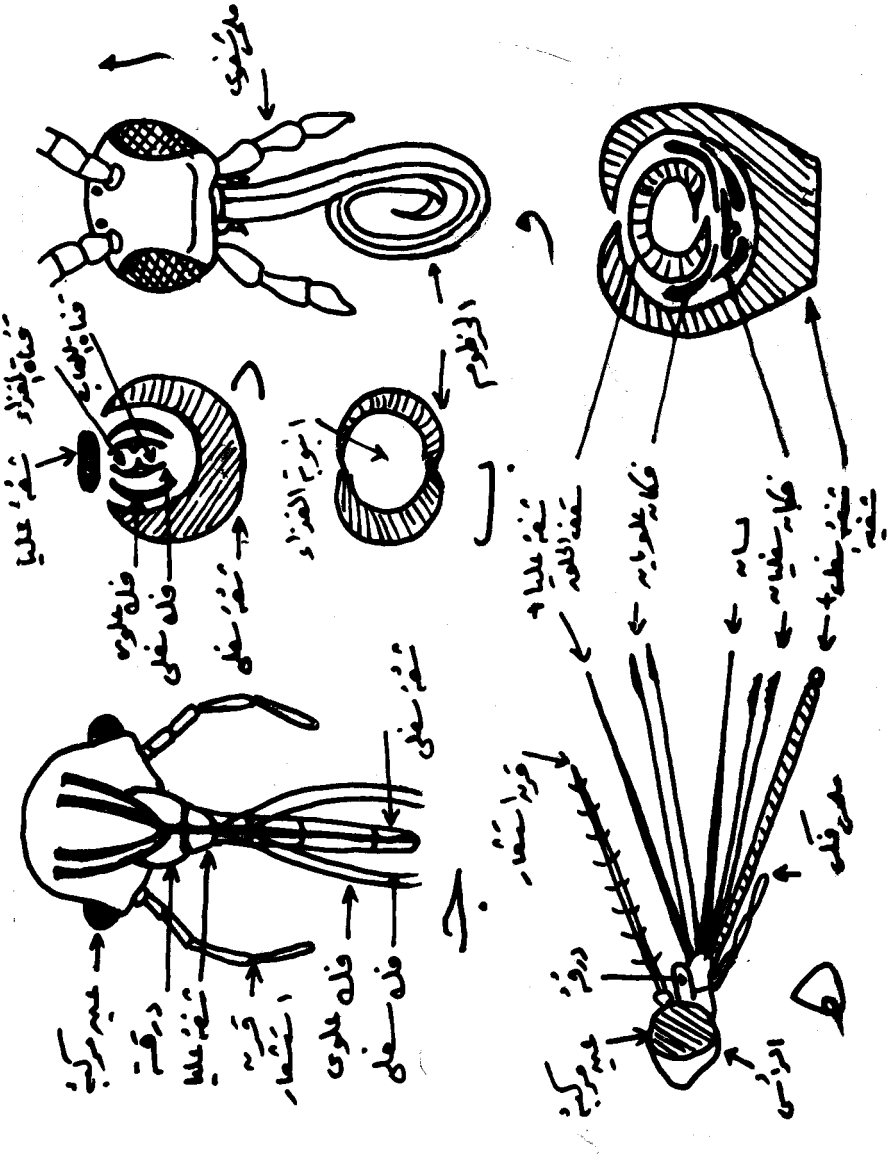


أ

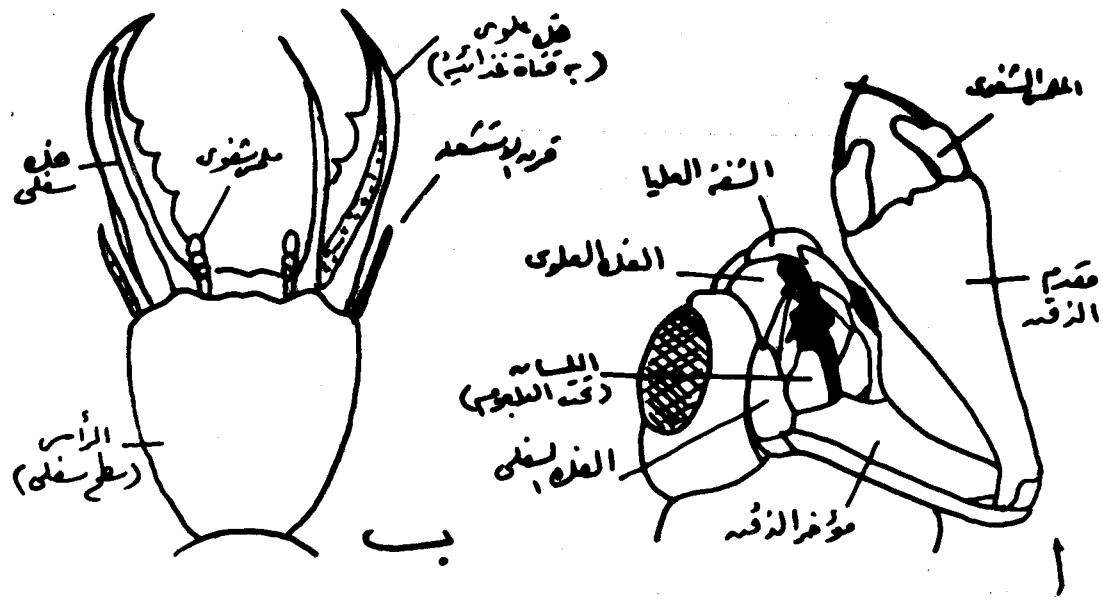


ب

شكل (٢٦) : (أ) أجزاء فم شغالة نحلة العسل.
(ب) قطاع عرضى فى أجزاء الفم الشغالة.



شكل (٢٧) : (أ) أجزاء فم ماصة فى فراشة.
(ب) قطاع عرضى فى خرطوم الفراشة.
(ج) أجزاء فم ثاقبة ماصة فى بقة.
(د) قطاع عرضى فى أجزاء فم البقة.
(هـ) أجزاء فم ثاقبة ماصة فى البعوضة.
(و) قطاع عرضى فى أجزاء فم البعوضة.



شكل (٢٨) : (أ) أجزاء فم مفترسة بالقرض فى حورية الرعاش.
(ب) أجزاء فم مفترسة بالإمتصاص فى يرقة أسد النمل.

ثانيا : الصـــــدر The Thorax

وهو المنطقة الواقعة بين الرأس والبطن ، وهو يتكون من ثلاثة حلقات هى الصدر الأمامى Prothorax والصدر المتوسط Mesothorax والصدر الخلفى Metathorax على التوالى .

وفى الحشرات الأولية التى لا تنمو لها أجنحة بالمرة Apterygota نجد أن هذه الحلقات الثلاثة متشابهة فى التركيب (شكل ٢٩ ا) ، فالترجة Tergum (وهى الصفيحة الشيتينية العلوية) والاسترنة Sternum (وهى الصفيحة الشيتينية السفلية) توجدان على هيئة صفائح عرضية ، أما صفائح البلورا Pleura or Subcoxal sclerites (وهى التى تصل الترجة بالاسترنة) فهى صغيرة ومكونة من ثلاثة صفائح أو مختزلة .

أما فى رتب الحشرات المجنحة فنجد أن الثلاثة حلقات تختلف كثيرا فى تركيبها ، فالصدر الأمامى يكون تركيبة كالحالة العادية الموضحة فى شكل (٢٩ ب) حيث تكون الصفائح الموجودة عليه متحدة لدرجة قد يصعب معها تحديدها ومعرفتها وفيه أيضا تصبح صفائح البلورا الثلاث مثبتة فى جدار الحلقة وغير متحركة لتكون قاعدة صلبة تتمفصل عليها الرجل العاملة إذ تتحد الصفيحة الوسطى من صفائح البلورا مع الاسترنة ، أما الصفيحتان الجانبيتان فتبقيان كصفيحتان مفلطحتان متجاورتان لتقوية منطقة البلورا . أما الصدران المتوسط والخلفى فدخلا فى تطور أكثر وذلك بسبب وجود عضلات كثيرة بكل منهما للقيام بالميكانيكية اللازمة للجرى والطيران معا ، وعلى ذلك فقد يضاف إلى كل من هاتين الحلقتين الصدريتين صفائح جديدة أو قد تندثر كثير من الصفائح الموجودة أصلا . وعلى العموم لا يحدث فى ترجة أو استرنة الحلقة الصدرية المجنحة تغير كبير ولكن يحدث التغير الأساسى فى البلورا . وعلى ذلك فتكون مكونات الحلقة الصدرية المجنحة فى الحشرات الموجودة حاليا (شكل ٢٩ ب) كالاتى :

١ ـــ الترجـــة : The Tergum or Notum

وهى مقسمة إلى صفيحتين رئيسيتين ، الأمامية وتسمى Alinotum والخلفية وتسمى Postnotum ، وللألينوتم هيكل شيتينى أمامى يسمى فراجما Phragma كما قد تكون مقسمة إلى صفائح أخرى مختلفة تبعا لاختلاف الحشرات .

أما الصفيحة الخلفية Postnotum فتحمل كذلك فراجما خلفية وتتصل من

الجانبين بصفيحة الـ Epimeron فى البلورا لتكوين قنطرة خلف الجناح . وفى الواقع تعتبر الـ Postnotum جزء من الحلقة التالية ولكنها أصبحت جزءا عاملا فى الحلقة الموجودة أمامها .

٢ ـ الاســـترنة : The Sternum

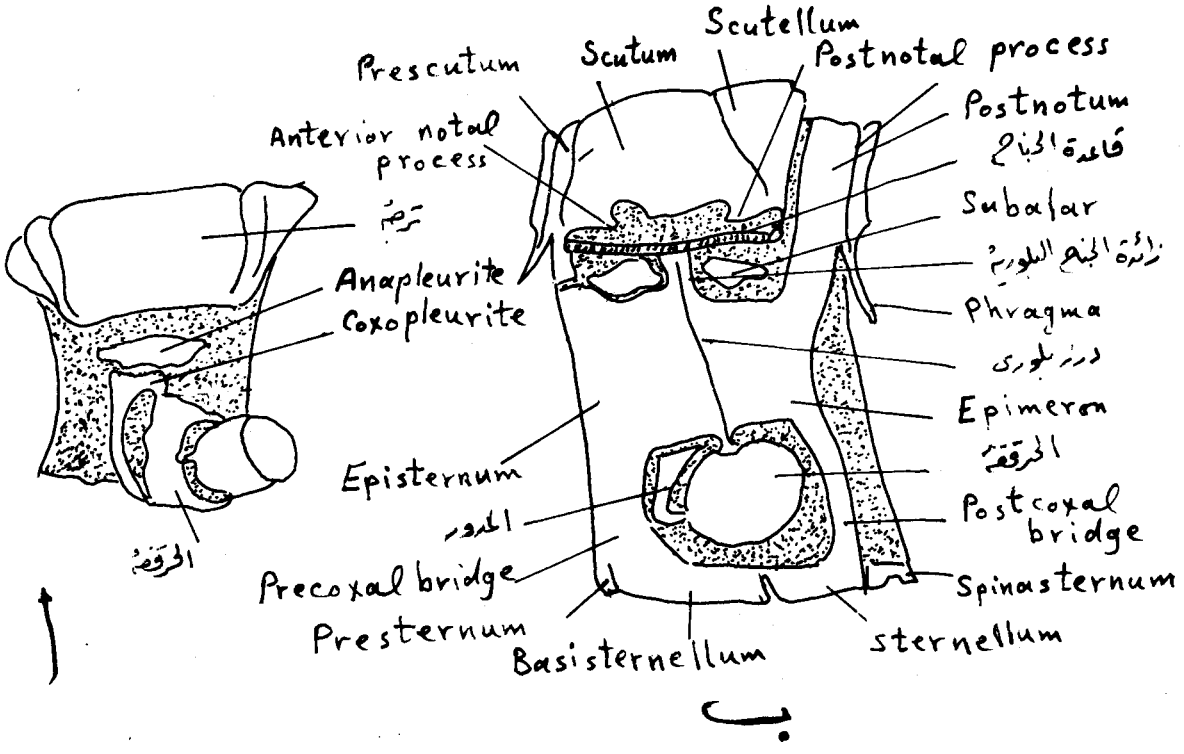
وهذه تتصل من الأمام والخلف بالبلورا وبذلك ينشأ تجويف Socket تقع فيه حرقفة الرجل ، والجزء الوسطى من الاسترنة يسمى Eusternum وله فى الوسط انبعاج Furrow بسيط يدل على مكان انبعاج جدار الجسم فى هذه المنطقة ليكون صفيحة متفرعة هى الفوركا Furca وهى إحدى صفائح الهيكل الداخلى للحلقة الصدرية (شكل ٣٠) . ويوجد خلف الـ Eusternum صفيحة صغيرة تسمى Spinasternum ، تحمل أيضا من الداخل إحدى صفائح الهيكل الداخلى فى الحلقة الصدرية الغير متفرعة والمسماة Spina . هذا وتنشأ الـ Spinasternum من الغشاء الموجود بين الحلقات Intersegmental membrane ولكنها تتبع دائما الحلقة الموجودة أمامها .

٣ ـ البـــلورا : The Pleuron

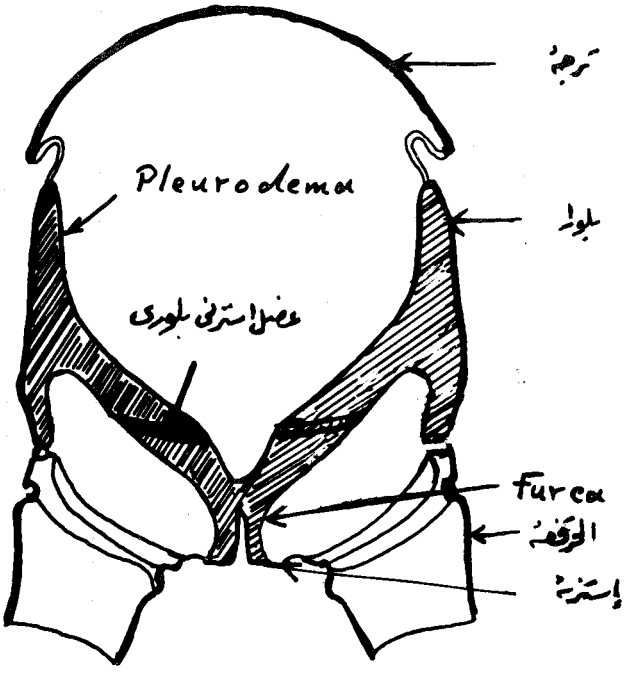
وهذه الصفيحة قد كبرت مكونة صفيحة جانبية ظاهرة . وللبلورا زائدة حرقفية سفلية Coxal process وعليها تتمفصل حرقفة الرجل ، كما توجد للبلورا أيضا زائدة جناحية علوية Wing process . وتقسم البلورا إلى منطقة أمامية Episternum وأخرى خلفية Epimeron وذلك بواسطة درز بلورى Pleural suture يمتد من زائدة الحرقفة حتى زائدة الجناح ، وينبعج جدار الجسم إلى الداخل على هيئة صفيحة رقيقة بارزة داخل الجسم تسمى Pleurodema عند مكان وجود هذا الدرز . وتتحد البلورا من الأمام ومن الخلف بالاسترنة ولكن مع وجود أماكن عدم اتصال لتكوين فراغ الحرقفة Coxalcavity كما ذكر من قبل .

الهيكل الداخلى للحلقة الصدرية المجنحة :

تعمل صفيحة الفوركا وصفيحتا الـ Pleurodemae السابق ذكرها كهيكل داخلى فى الحلقة الصدرية المجنحة وفائدتها أنها تعمل كأعضاء تتصل بها عضلات الأرجل والأجنحة ، ويكون وضع وتجاور الصفائح المذكورة بحيث يتكون منها جميعا صفيحة واحدة مستمرة كما فى (شكل ٣٠) .



شكل (٢٩) : (أ) حلقة صدرية فى حشرة من رتبة بليكوبترا **Plecoptera**.
(ب) حلقة صدرية نموذجية (تحمل أجنحة).



شكل (٣٠) : قطاع عرضى توضيحى للحلقة الصدرية مبيناً الهيكل الداخلى .

الأرجـــل The Legs

تتكون الرجل الصدرية النموذجية فى الحشرة من ستة أجزاء هى الحرقفة Coxa والمدور Trochanter والفخذ Tibia والرسغ Tarsus والرسغ الأقصى Pretarsus (شكل ٣١) . والحرقفة هى الحلقة التى تتمفصل مع الجسم وقد تحمل فصا خلفيا يسمى Meron . والرسغ قد يكون مكونا من عقلة واحدة كما فى اليرقات أو أكثر من عقلة (غالبا خمسة) كما فى الحشرات الكاملة . والرسغ الأقصى يظهر فى رتبة ذات الذنب القافز (الكولمبولا) على أنه حلقة طرفية صغيرة مستقلة ، أما فى الرتب الأخرى فيمثل الرسغ الأقصى بجهاز معقد مكون من مخالب ومجموعة من الصفائح الدقيقة وذلك فى نهاية الرسغ (شكل ٣٢) .

وفى العادة نجد أن أرجل الحشرات بسيطة ومهيأة للمشى أو الجرى (قدرت سرعة جرى الصرصار الأمريكى بنحو ٤,٥ كم فى الساعة) ، ولكن تحورت هذه الأرجل كثيرا

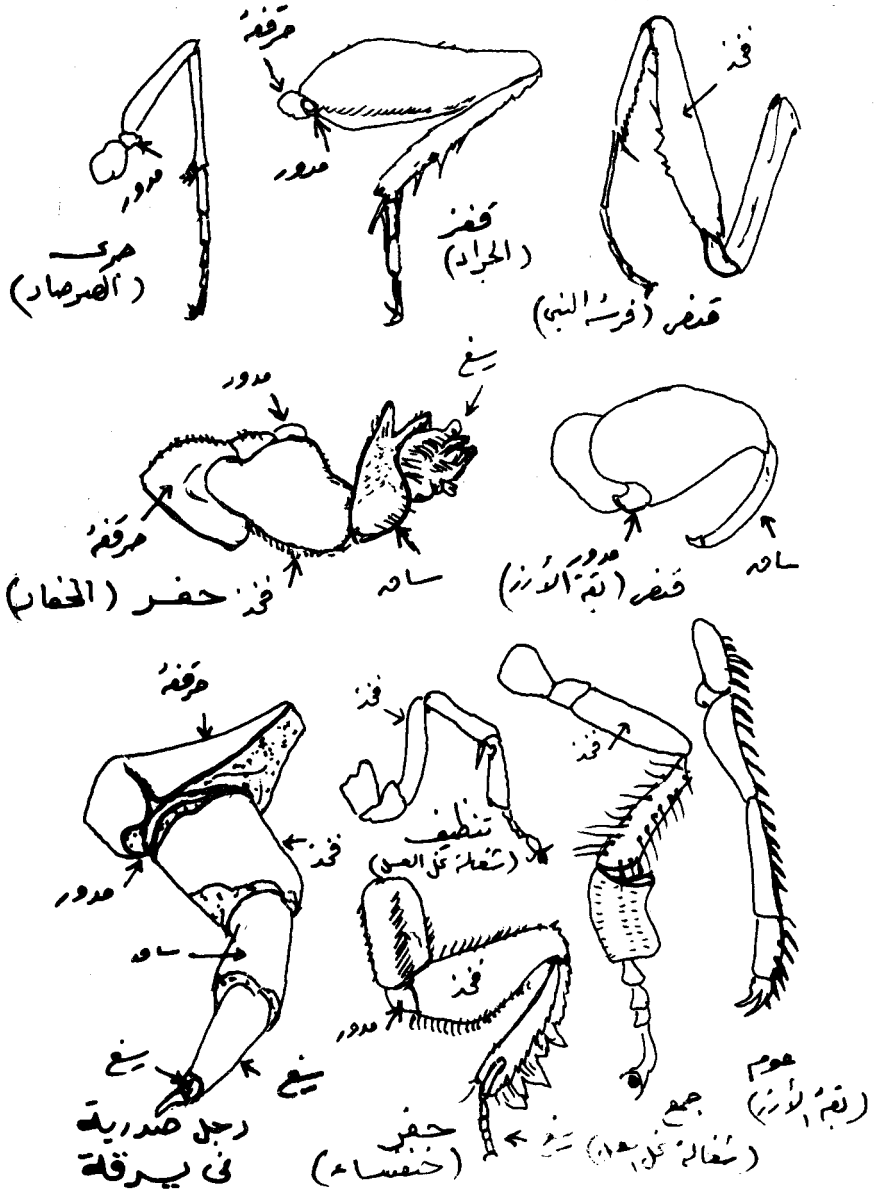
لتناسب القيام بوظائف أخرى مختلفة كثيرة كالقفز حيث يكبر الفخذ كما فى النطاط أو يكبر هذا الفخذ مع وجود جهاز داخلى يساعده على القفز كما فى الخنفساء البرغوثية .

وقد تتحور الرجل للقنص حيث يصبح الفخذ مجوفا ومحاطا بأشواك قوية كما يوجد على الساق أشواك قوية كذلك وعند القنص توضع الفريسة بين الساق والفخذ بقوة فلا تستطيع الافلات كما فى فرسة النبى ، أو قد تتحور للعوم فتتفلطح أجزاؤها وينمو عليها شعر طويل كما فى الحشرات المائية ، أو قد تتحور الرجل للحفر فتصبح أجزاؤها قصيرة مندمجة قوية ومسننة كما فى الحفار ، أو لجمع حبوب اللقاح فيتحور الساق وحلقة الرسغ القاعدية فى الرجل الخلفية لأداء هذه العملية كمـا فى شغالة نحلة العسل حيث توجد صفوف من الأشواك على السطح الداخلى لحلقة الرسغ الأولى تقوم بجمع حبوب اللقاح من على جسم النحلة ثم تدفع تلك الحبوب بواسطة أشواك موجودة على نهاية الساق الطرفية والتى يطلق عليها اسم Rack للرجل الخلفية المقابلة إلى السطح العلوى العريض لحلقة الرسغ القاعدية والذى يسمى Pollen press وبتحرك تلك الحلقة القاعدية للخارج ولأعلى تنقل حبوب اللقاح إلى السطح الخارجى للساق والذى يسمى بسلة حبوب اللقاح Pollen basket . وقد تتحور الرجل لتنظيف قرن الاستشعار كما فى الرجل الأمامية للفراشات وأبى دقيق أو كما فى الرجل الأمامية للنحل والنمل والزنابير حيث توجد شوكة فى نهاية الساق تقفل على تجويف نصف دائرى موجود على الحلقة الأولى للرسغ ، وعند تنظيف قرن الاستشعار يوضع القرن بين الشوكة والتجويف ثم يسحب للخارج لتنظيفه من الأوساخ العالقة به .

والرجل الصدرية فى اليرقات مكونة من الحرقفة والمدور والفخذ والساق والرسغ أيضا ولكن يتكون الرسغ هنا من حلقة واحدة ويحمل مخلبا واحدا أيضا . كما تحمل بعض الحلقات البطنية فى يرقات رتبتى حرشفية الأجنحة وغشائية الأجنحة زوائد لحمية هى الأرجل البطنية الكاذبة التى تحمل فى الرتبة الأولى أشواكا Crochets تعلق بها اليرقة بالأسطح التى تسير عليها .

المشـــى فى الحشـــرات :

لكثير من الحشرات القدرة على القفز وذلك بفرد ساق الرجل الخلفية فجأة كما فى الحشرات القافزة من رتبة مستقيمة الأجنحة والبراغيث والخنافس البرغوثية ، أو تقفز الحشرة بمساعدة أعضاء خاصة بذلك كما فى خنافس فرقع لوز وحشرة الكولمبولا ، أما فى أغلب الحشرات فالمشى هو طريقتها الوحيدة فى التنقل من مكان إلى آخر كما هو واضح فى الحشرات الأرضية .



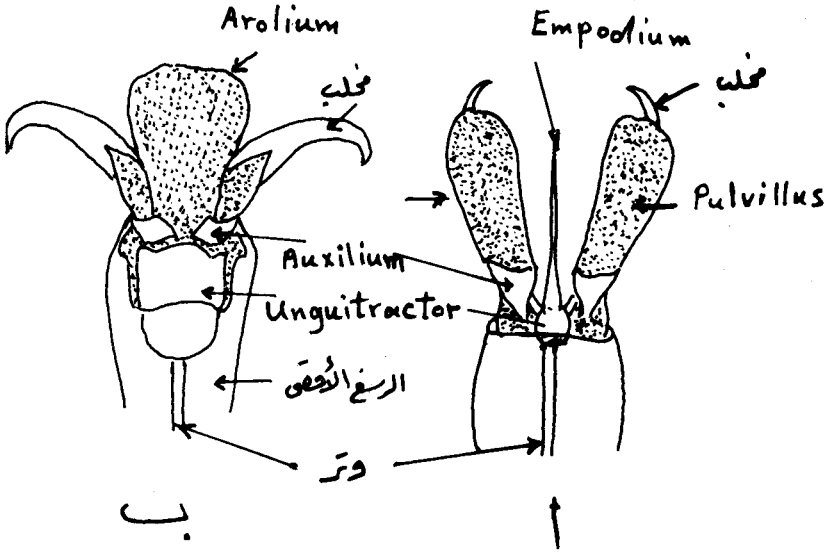
شكل (٣١) : تحورات الأرجل فى الحشرات.

وعند سير الحشرة تستعمل أرجلها الأمامية كأعضاء جذب وأرجلها الوسطية كدعامات لحمل جسمها وأرجلها الخلفية لدفعها إلى الأمام . وتسير الحشرة دائما فى خط متعرج على شكل Z ، وذلك بتحريك الرجل الأمامية والخلفية فى جهة مع الرجل

الوسطية فى جهتها الأخرى إلى الأمام وذلك على التوالى ، وتعمل الثلاثة أرجل الأخرى الثابتة عندئذ كدعامات لحمل جسم الحشرة وهكذا . وفى حشرات أخرى تتحرك الرجل الأمامية والوسطية فى جهة مع الخلفية فى الجهة الأخرى على التوالى وهكذا . وعموما لابد للحشرة من أن ترتكز عند سيرها على ٣ ــ ٥ أرجل من أرجلها الست .

وبعض الحشرات تستعمل زوجين فقط من أرجلها فى المشى مثل فرسة النبى حيث تخطو الرجل الأمامية فى جهة مع الرجل الخلفية فى الجهة الأخرى وهكذا بالتبادل ، وفى يرقات رتبة حرشفية الأجنحة وغيرها من يرقات الحشرات الأخرى تلعب البطن بحركات عضلاتها وزوائدها دورا هاما اثناء سير هذه اليرقات .

وهناك بعض الحشرات القادرة على السير على سطح الماء إذ أن رسغ الأرجل فى تلك الحشرات يكون مزودا بشعيرات غير قابلة للبلل ويمنع كسر الغشاء الخارجى لسطح الماء ويؤدى فقط إلى وخزه ، وهناك أيضا بعض أنواع الخنافس المائية والتى يمكنها أن تسير بسرعة ٢,٥ كم فى الساعة على سطح الماء وذلك عن طريق إفراز مادة من غدة قريبة من فتحة الشرج تعمل على تقليل ظاهرة التوتر السطحى للماء مباشرة مما يؤدى إلى دفع الحشرة إلى الأمام .



شكل (٣٢) : (أ) الرسغ الأقصى فى ذبابة.
(ب) الرسغ الأقصى فى الصرصار الأمريكى.

الأجنحـــة The Wings

أجنحة الحشرات عبارة عن نموات خارجية من جدار الجسم على طول الحافتين الجانبيتين للترجة . وللحشرات المجنحة زوجان من الأجنحة ، زوج متصل بالحلقة الصدرية الثانية والزوج الثانى متصل بالحلقة الصدرية الثالثة ، والصدر الأمامى دائما غير مجنح . هذا مع العلم بأنه يوجد على الصدر الأمامى فى قليل من الحفريات الحشرية زائدتان جانبيتان Flaps ولكن لا توجد أدلة بالمرة على وجود أجنحة فعالة على الحلقة الصدرية الأولى للحشرات فى أى حقب من أحقاب تطورها ، كما لم يوجد حتى الآن طور وسطى بين أجنحة الحشرات المجنحة Pterygota والحشرات الأولية عديمة الأجنحة Apterygota . وأغلب حفريات الحشرات المجنحة المعروفة ذات أجنحة نامية جدا كأجنحة رعاشات يومنا هذا .

وفى سلم التطور نشأت الأجنحة الأمامية قبل الأجنحة الخلفية ، ومثل هذه الأجنحة الأولى اكتسبت أول حركة لها مثل الأنطواء مثلا وذلك لتوجيه الحشرة كالدفة ، ثم تطورت وظيفة الأجنحة فأصبحت تستعمل فى الطيران واحتاج ذلك إلى نشوء وصلة مرنة بين الجناح والجسم . وفى بعض الحشرات كالرعاشات مثلا وقف تطور الطيران عند هذا الحد ، ولكن فى أغلب الحشرات الأخرى نشأ جهاز لثنى الأجنحة للخلف فوق سطح الجسم عند عدم الاستعمال .

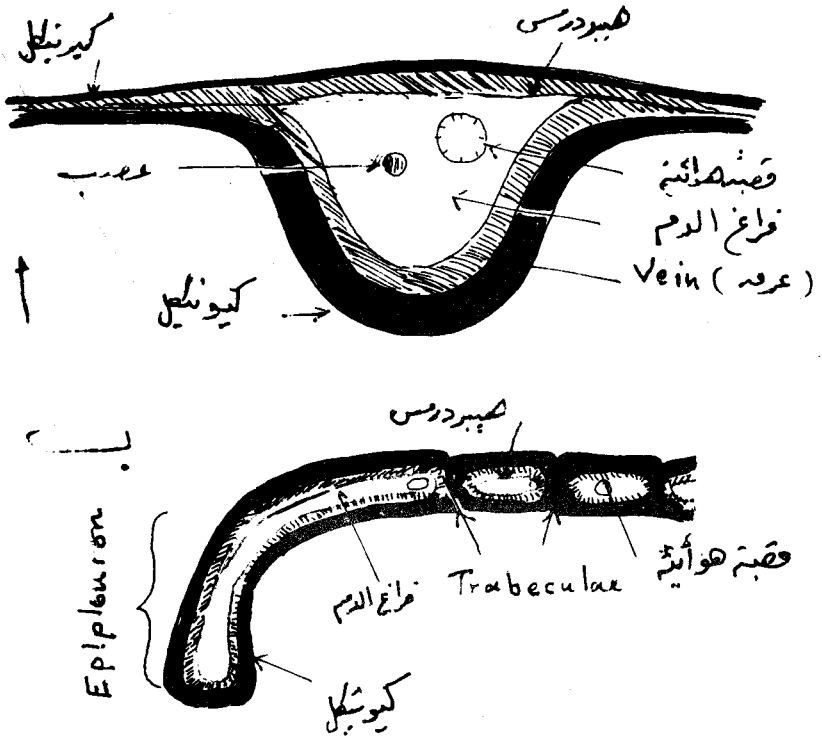
تركيب الجناح :

أجنحة الحشرات هى امتدادات من جدار الجسم ، ويتكون الجناح من غشاء رقيق علوى وآخر سفلى تجرى بينهما العروق Veins (شكل ٣٣) .

وتتصل قاعدة الجناح بالجسم بواسطة غشاء توجد فيه مجموعة من الصفائح الصغيرة تسمى بالاصلاب الابطية Axillary sclerites ، وهذه الأصلاب الابطية تتمفصل مع حافة الترجة ، ويوجد بجوار الأصلاب الابطية وملازما لها صفيحتان صغيرتان هما الصفيحة الأبطية القاعدية Basalar sclerite والصفيحة تحت الابطية Subalar sclerite .

والعروق الطويلة Veins فى الجناح تجرى من قاعدته إلى طرفه ، كما توجد عروق عرضية Cross veins تصل ما بين هذه العروق الطويلة . ويطلق على نظام توزيع العروق الطويلة والعرضية اسم التعريق Venation . ويبدو مؤكدا أن العروق الطولية والعرضية نشأت أصلا من قصبات هوائية آتية من جسم الحشرة وذاهبة إلى الجناح لمده

بالاكسجين اللازم أثناء نموه ، ثم تصلبت هذه القصبات وانفصلت من عند قاعدة الجناح ثم أصبحت تستعمل كدعامة للجناح عند تمام نموه .



شكل (٣٣) : (أ) قطاع عرضى فى جناح عادى .
(ب) قطاع عرضى فى جناح غمدى (خنفساء) .

ويختلف التعريق كثيرا فى الرتب الحشرية المختلفة ، وهذا الاختلاف هام جدا فى التصنيف إذ أنه ثابت فى الرتبة والعائلة . وفى الأجنحة الأولية كما فى ذبابة مايو نجد أن العروق متفرعة كثيرا جدا وبدون نظام عند أطرافها ، وتكثر جدا العروق العرضية ، وتظهر العروق الرئيسية واضحة ومحددة عند قاعدة الجناح فقط . وبزيادة تطور الجناح تقل العروق العرضية ويقل أيضا تفرع العروق الطويلة كما فى رتبة غشائية الأجنحة ، ثم قد تندمج بعض العروق الطويلة مع بعضها البعض كما فى التربس . وليكن من المعلوم أن كل أنواع التعريق نشأت من النوع البسيط الموضح فى شكل (٣٤) والذى قد لا يوجد فى أى حشرة الآن بالضبط إلا أنه هو الاساس فى كل تعريق ، وكل عرق له إسم خاص به كما أن كل

عرق له اختصار علمى دولى يعرف به ، والعروق حسب ترتيبها من الحافة الأمامية للجناح هى :

١ ــ Costa ورمزه (C) ويكون الحافة الأمامية السميكة للجناح ، وهو غير متفرع .

٢ ــ Subcosta ورمزه (SC) ويجرى دائما فى تجويف بين الـ Costa والـ Radius ، وهو متفرع إلى فرعين (Sc2 , Sc1) .

٣ ــ Radius ورمزه (R) وهو سميك ويتصل عند قاعدته بصقيحة إبطية ، وهو مقسم إلى فرعين رئيسيين هما Rs , R1 (Radial sector) ، والأخير مقسم غالبا إلى أربعة فروع (R2 - R5) .

٤ ــ Media ورمزه (M) ويتمفصل مع بعض صفائح الأصلاب الابطية الوسطية الصغيرة ، وقاعدة هذا العرق دائما فى انخفاض ، وهو مقسم إلى أربعة أفرع هى (M1 - M4) .

٥ ــ Cubitus ورمزه (Cu) ويتمفصل أيضا مع الأصلاب الابطية الوسطية ، وله فرعان رئيسيان هما Cu2 , Cu1 ، والجزء القاعدى من Cu2 يوجد فى انخفاض ، أما Cu1 فيجرى على طول درز Ridge وهو مقسم بدوره إلى فرعين Cu1a . Cu1b .

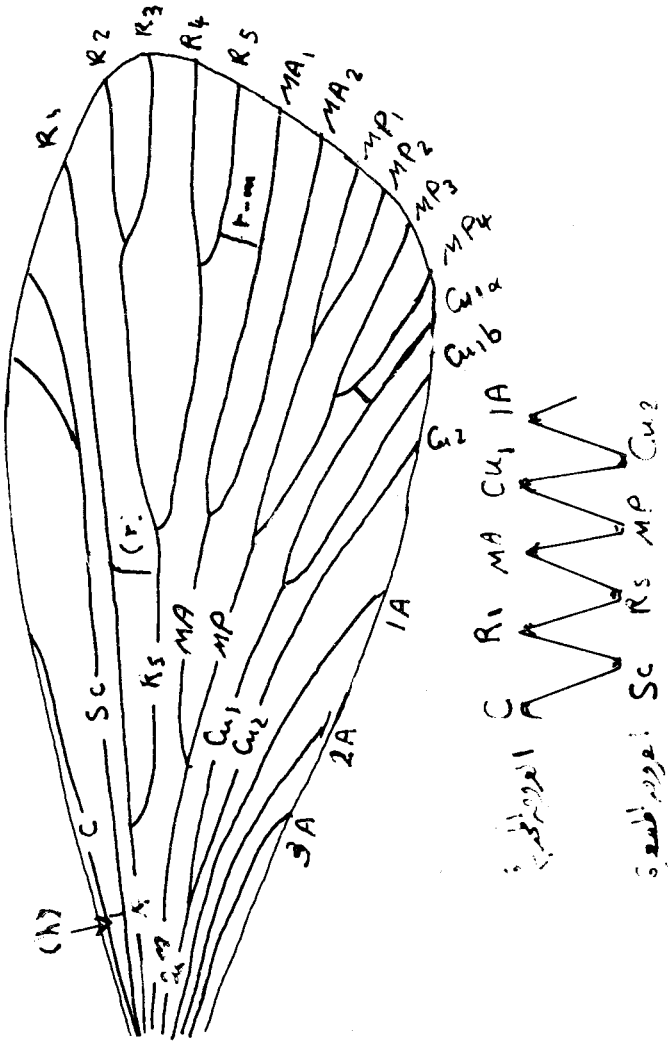
٦ ــ Cubital Furrow ورمزه (CF) وهو مكان ثابت ومعروف وعنده ينثنى الجناح . وهو ليس بعرق ولكنه مهم جدا فى تحديد الـ Cubital veins ، الـ Anal veins التى يفصل بينها .

٧ ــ Anal veins (A1 , A2 , A3 ــ أنظ) وهى تكون مجموعة تتحد كلها أو تتقارب وتلتصق عند القاعدة . وتلازم هذه المجموعة الصفيحة الابطية الثالثة .

٨ ــ Jugal Furrow وتفصل الـ Anal Fold عن الـ Jugal Fold والأخيرة بها عرقين قصيرين هما (J1 , J2) .

٩ ــ العروق العرضية Cross veins : وقد أعطيت أيضا أسماء محدده بنيت على أسماء العروق التى تصل بينها . ولهذه العروق العرضية أيضا اختصارات ثابتة ولا تكتب إلا بالحروف الصغيرة باستمرار . وإذا وجد أكثر من عرق عرضى واحد بين عرقين طوليين فيضاف إلى العرق العرضى رقم يدل عليه مثل 2nd costa 3rd costa وهكذا . ويوجد عرق عرضى واحد يشذ عن هذه القاعدة هو العرق العرضى الواقع بين الـ Costa (C) والـ Subcosta (Sc) عند قاعدة الجناح فيسمى humeral ويرمز له بالرمز (h) . ويسمى العرق العرضى الذى يصل بين R1 , R2 باسم radia ويرمز له بالرمز (r)

أما العرق العرضى الذى يصل بين R4 , R3 فيسمى suctorial ويرمز له بالرمز (s) .
وفى رتبة حرشفية الأجنحة Lepidoptera ورتبة ترايكبترا Trichoptera تختزل العروق العرضية كثيرا .



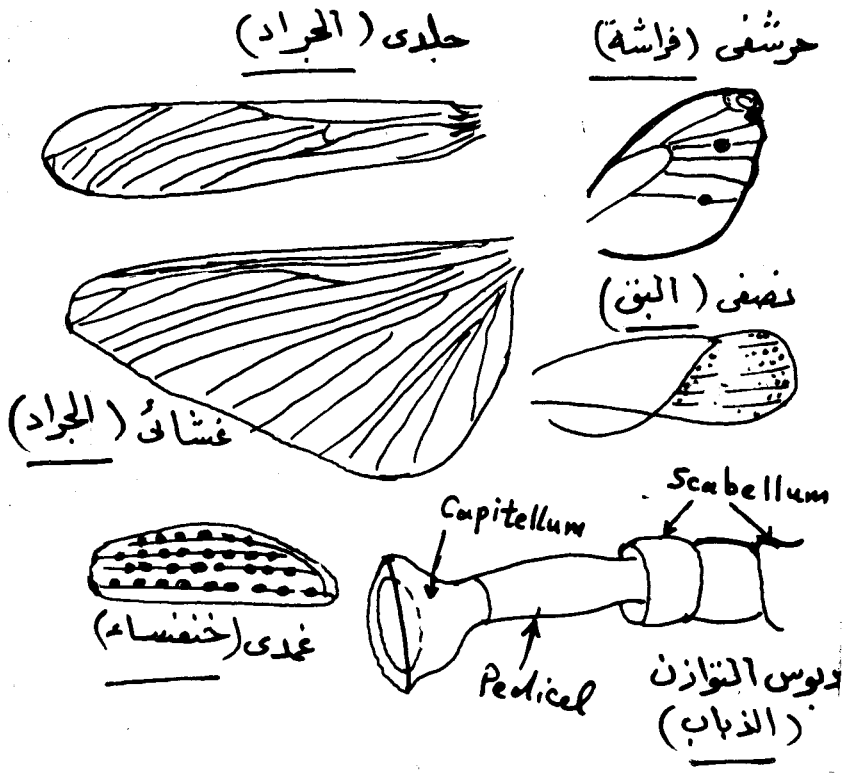
شكل (٣٤) : التعريق النموذجى فى جناح .

والجدول التالى يبين أسماء العروق العرضية الموجودة فى التعريق النموذجى للجناح .

رمز العرق العرضى	اسم العرق العرضى	العروق الطولية التى يصل بينها العرق العرضى
c	costal	Costa إلى Subcosta أو Radius
r	radial	فروع الـ Radius
r - m	radio - medial	Radius إلى Media
m	medial	فروع الـ Media
m - cu	medio - cubital	Media إلى Cubitus
cu	cubital	فروع الـ Cubitus
cu - a	cubito - anal	Cubitus إلى Anal
a	anal	مختلف عروق الـ Anals

تحورات الأجنحة :

تتحور الأجنحة (شكل ٣٥) فى الحشرات المختلفة حسب استعمالاتها ، ففى رتبة مستقيمة الأجنحة مثلا نجد أن الجناح الأمامى جلدى Leathery ويسمى Tegmina ولا يستعمل فى الطيران والجناح الخلفى فقط وهو غشائى Membranous رقيق يستعمل فى الطيران . وفى رتبة غشائية الأجنحة وغيرها من الرتب الأخرى نجد أن الأجنحة الأمامية والخلفية غشائية . والجناح الأمامى فى رتبة نصفية الأجنحة يسمى جناح نصفى Hemi-elytron or Hemelytron وفيه تكون الجهة القاعدية للجناح جلدية سميكة بينما يكون جزءه الطرفى غشائى رقيق . وفى رتبة غمدية الأجنحة (الخنافس) يكون الجناح الأمامى قرنى سميك Horny ولا يستعمل فى الطيران ويسمى Elytron . وتغطى الأجنحة الأمامية والخلفية فى رتبة غشائية الأجنحة بالحراشيف ولذا تسمى بالأجنحة الحرشفية Scaly . ويمثل الجناح الخلفى فى رتبة الذباب وذكور الحشرات القشرية من رتبة متشابهة الأجنحة بزائدة اسطوانية تسمى دبوس التوازن Haltere .



شكل (٣٥) : تحورات الأجنحة فى الحشرات .

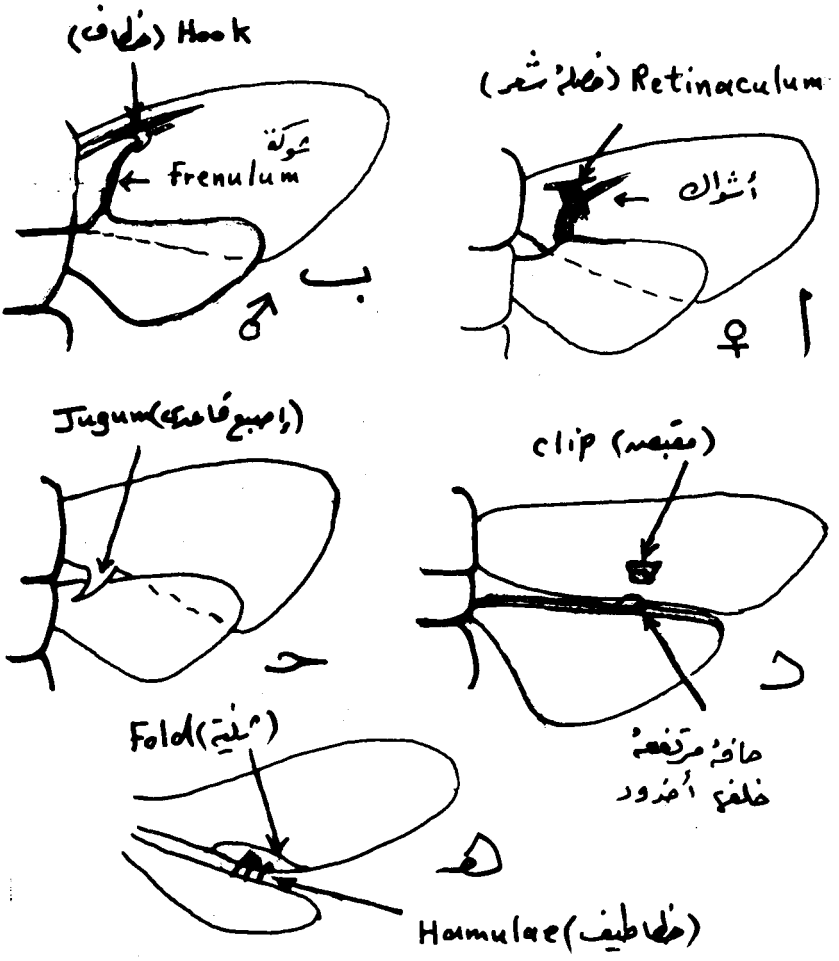
آلة شبك الأجنحة : The Wing Coupling-apparatus

الأصل فى منشأ الأجنحة أن يتحرك الجناح الأمامى حركة مستقلة عن الجناح الخلفى فى كل جانب من جانبى الصدر ، ومازالت هذه الظاهرة باقية حتى الآن فى الرعاشات . ولما ارتقت الحشرات اشتبك الجناح الأمامى مع الجناح الخلفى بواسطة آلة شبك الأجنحة وأصبحا يتحركان معا فى وقت واحد ، ومن أجهزة شبك الأجنحة فى الحشرات الأنواع الآتية :

١ ــ **Frenate or Frenulate Type** : ويوجد فى كثير من أنواع الفراشات ويتكون من عدة شعرات أو أشواك قوية تختلف عددها من ١ فى الذكر إلى ٢ ــ ٩ فى الأنثى (شكل ٣٦ ا ، ب) . وتسمى الشوكة الواحدة من هذه الأشواك فرنيولم **Frenulum** ، وتوجد على الحافة الأمامية لقاعدة الجناح الخلفى ، وتشتبك هذه الشوكة (أو الأشواك) مع خصلة أو خصلتين من الشعر (فى الأنثى) أو مع خطاف وأحيانا

مع خطاف وخصلة من الشعر أيضا (فى الذكر) موجودة على السطح السفلى لقاعدة الجناح الأمامى ، وتسمى خصلة الشعر أو الخطاف Retinaculum .

٢ ــ **Jugate Type** : ويوجد فى بعض أنواع الفراشات التابعة لعائلة Hepialidae ، فتخرج من الحافة الخلفية لقاعدة الجناح الأمامى زائدة (أو بروز) Jugum تمتد أسفل الجناح الخلفى (شكل ٣٦ جـ) .



شكل (٣٦) : آلة شبك الأجنحة فى الحشرات .

٣ ــ **Hamulate Type** : ويوجد فى الحشرات غشائية الأجنحة كالنمل والنحل والزنابير (شكل ٣٦ هـ) وكذلك فى المن ، فيخرج من الحافة الأمامية للجناح الخلفى خطاطيف **Hamuli** تشتبك مع ثنية سميكة **Frenal fold** موجودة على الحافة الخلفية للجناح الأمامى .

٤ ــ **Clip Type** (عن توفيق ، ١٩٧٢) : ويوجد فى حشرات رتبة نصفية الأجنحة حيث يوجد قابض شيتينى صلب أسفل الجناح الأمامى وبالقرب من منتصف حافته الداخلية (الخلفية) . ويتركب هذا القابض من نتوءين صغيرين موازيين لحافة الجناح ويميلان نحو الخلف ليقبضا أثناء الطيران على مرتفع ظاهر فى الحافة الأمامية للجناح الخلفى . وينزلق هذان النتوءان بسهولة فى أخدود يقع أسفل هذا المرتفع ويتوازى مع هذه الحافة الأمامية للجناح الخلفى (شكل ٣٦ د) .

ميكانيكيــة الطيران :

تتأثر حركة الجناح أثناء الطيران (شكل ٣٧) بنوعين من العضلات هما :

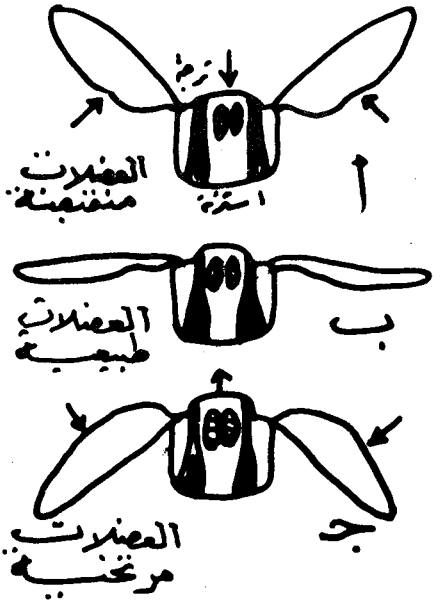
١ ــ **عضلات غير مباشرة** : وهذه هى أكبر العضلات فى جسم الحشرة وتتصل بالصدر فقط ولا تتصل بقاعدة الأجنحة . وتحرك هذه العضلات الجناح من أعلى إلى أسفل وبالعكس . والعضلات غير المباشرة نوعان :

(ا) عضلات طولية تبتدىء من مقدم الصدر الأول وتنتهى عند مؤخرة الصدر الثالث .

(ب) عضلات عمودية (رأسية) وتصل ما بين الترجة والاسترنة فى كل من الصدر الثانى والثالث .

٢ ــ **عــضلات مباشــرة** : وهذا النوع من العضلات يحرك الجناح من الأمام إلى الخلف وهى تصل ما بين البلورا والاسترنة وتتصل بقاعدة الجناح .

وطريقة الطيران فى الحشرة هو أنه عند انقباض العضلات غير المباشرة العمودية تقترب الترجة من الاسترنة فيرتفع الجناحان (ا) ، وعند انقباض العضلات غير المباشرة الطولية ترتفع الترجة فينخفض تبعا لذلك الجناحان (جـ) . أما العضلات المباشرة المتصلة بقاعدة الجناح مباشرة فهى التى تحرك الجناح من الأمام إلى الخلف ، فعند انقباض هذه العضلات يرجع الجناحان إلى الخلف ، وعند انفراج العضلات يعود الجناحان إلى الأمام ثانية (ب) ، وهكذا .



شكل (٣٧) : رسم توضيحى للأوضاع المتعاقبة للأجنحة أثناء الطيران.

وتختلف الحشرات فى سرعة طيرانها ، فبينما تصل خفقات (ضربات) الأجنحة فى بعض أنواع أبو دقيق إلى ٥ أو ٦ فى الثانية فانها تصل فى بعضها إلى أكثر من ٢٠٠ خفقة فى الثانية كما هو مبين فى الجدول التالى :

جدول (٢) : خواص الطيران فى بعض الحشرات

اسم الحشرة	عدد ضربات الجناح فى الثانية	سرعة الطيران بالميل فى الساعة	مسافة الطيران بالميل
نحلة العسل	٢٥٠	٧,٥	٢٩
الذبابة المنزلية	١٩٠	٤,٥	—
الجراد الصحراوى	٢٠	٥,٦	٢١٧
الرعاش	٢٠	٢٢	—

ثالثا : البـــطن The Abdomen

وهو الجزء الثالث أو المنطقة الخلفية من جسم الحشرة . والبطن بسيطة التركيب نسبيا إذا ما قورنت بالصدر . وتتكون البطن أوليا من ١٢ حلقة ، ولكن لا توجد هذه الحالة إلا فى رتبة برتيورا Protura وبعض الأطوار الجانبية فقط ، ولكن فى العادة تتكون البطن من ١٠ ــ ١١ حلقة ، وفى حالات أخرى يحدث نقص كبير فى عدد حلقات البطن كما فى رتبة ذات الذنب القافز Collembola حيث تتكون البطن من ست حلقات فقط . وفى كثير من الحشرات تتحور الحلقات الأخيرة من البطن لتكون آلة السفاد فى الذكر وآلة وضع البيض فى الأنثى ، وفى مثل هذه الحالات تكون هذه الحلقات المتحورة مختفية دائما ومتداخلة داخل الحلقات التى تسبقها من الأمام .

وتتكون الحلقة البطنية النموذجية من الترجة (أو الصفيحة العلوية) والاسترنة (أو الصفيحة السفلية) وغشائين جانبيين (البلورا) يوصلان الترجة بالاسترنة . وفى الغالب يوجد على غشاء البلورا بكل جانب ثغر تنفسى ، وقد يوجد على غشاء البلورا أيضا فى بعض اليرقات والحشرات الكاملة بعض الصفائح التى تمثل بدون شك آثار صفائح تحت الحرقفة Subcoxal sclerites فى الحلقة الأولية .

زوائـــد البـــطن The abdominal appendages

تقسم زوائد البطن إلى قسمين هما :

١ ــ زوائد لا تتصل بالتكاثر أو التناسل .

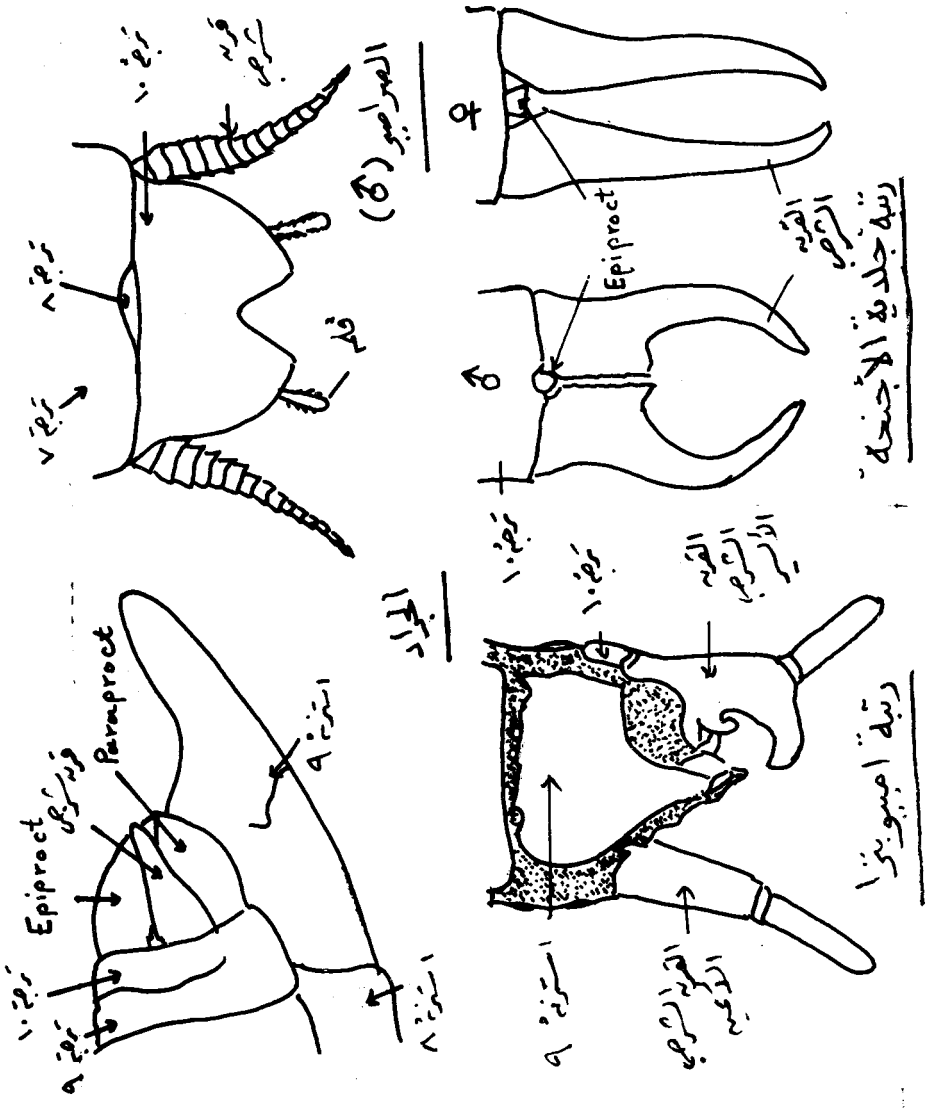
٢ ــ زوائد تتصل بالتكاثر أو التناسل .

١ ــ الزوائد التى لا تتصل بالتكاثر أو التناسل (شكل ٣٨) :

فى كثير من الحشرات الكاملة نجد أن زوائد البطن غير موجودة ما عدا على الحلقات البطنية الأخيرة . وفى حشرات أولية قليلة توجد آثار أرجل مضمحلة ممثلة بملامس Styli كما فى السمك الفضى (رتبة Thysanura)، كما توجد على الحلقات البطنية الأولى والثالثة والرابعة فى الكولمبولا زوائد لاصقة وقابضة وقافزة على التوالى .

أما زوائد الحلقة الحادية عشرة البطنية فتوجد فى أغلب الحشرات وتمثل بالقرون الشرجية Cerci (شكل ٣٨) وهى زوائد حسية باللمس أو قد تصبح جزءا من آلة السفاد فى الذكر كما فى ذكور ذباب الكاديس Caddis flies (رتبة ترايكبترا) ، ويبدو

القرن الشرجى وكأنع تابع للحقة العاشرة أو التاسعة البطنية إذا ما كانت الحلقة الحادية عشرة أو العاشرة البطنية مختزلة أو مضمحلة .



شكل (٣٨) : القرون الشرجية فى بعض الرتب الحشرية.

وفى اليرقات والحوريات توجد زوائد بطنية كثيرة كأرجل يرقات رتبة حرشفية الأجنحة وخياشيم حوريات ذبابة مايو May Fly والزوائد الموجودة على جانبى الحلقات البطنية ليرقة Sialis التابعة لرتبة شبكية الأجنحة .

٢ ــ الزوائد التى تتصل بالتكاثر والتناسل :

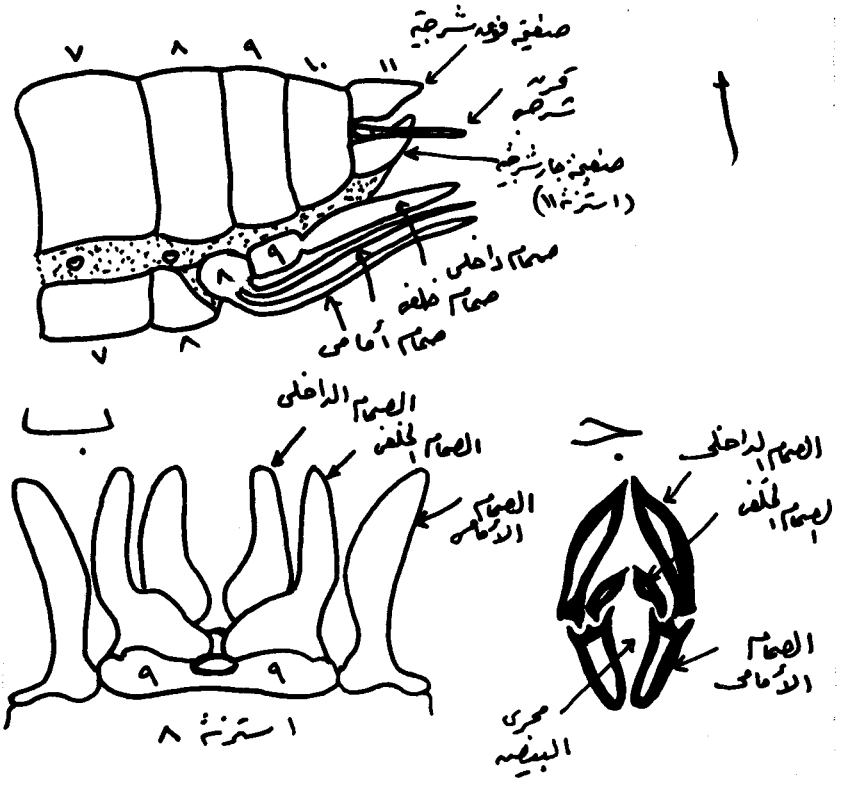
وهى تشمل زوائد الحلقتين البطنيتين الثامنة والتاسعة فى الأنثى Female والتاسعة البطنية فقط فى الذكر Male.

(ا) الزوائد التناسلية فى الأنثى (آلة وضع البيض) (شكل ٣٩) : The Ovipositor

تخلو بعض الحشرات كالحشرات الأولية والقمل والرعاشات من آلة وضع البيض فتفتح الفتحة التناسلية للخارج مباشرة أو فى مجمع مع المستقيم . وفى الفراشات وأبى دقيق Lepidoptera وفى بعض الذباب لا توجد أيضا آلة وضع البيض بل تتداخل حلقات البطن الخلفية فى بعض كالتلسكوب وتمتد عند وضع البيض . وفى حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة إما أن تنطبق الثلاثة أزواج من الصمامات على بعضها مكونة آلة وضع البيض (شكل ٣٩) أو أن زوج الصمام الثانى (زوج الصمام الخلفى) أو العلوى يكون مرشدا قصيرا لوضع البيض . وتشبه آلة وضع البيض فى بعض حشرات رتبة نصفية الأجنحة مثيلتها فى رتبة مستقيمة الأجنحة إلا أنها تتكون فى رتبة نصفية الأجنحة من زوجين فقط من الصمامات تابعين للحلقتين البطنيتين الثامنة والتاسعة . وفى رتبة هدبية الأجنحة تكون آلة وضع البيض مضمحلة تقريبا فى تحت رتبة Tubulifera (كما فى تربس القرنفل) أما فى تحت رتبة Terebrantia (كما فى تربس القمح أو تربس القطن) فتتكون آلة وضع البيض من زوجين من الصمامات الرفيعة المنشارية يتبعان الحلقتين البطنيتين الثامنة والتاسعة . وفى رتبة غمدية الأجنحة تتكون آلة وضع البيض من زوائد استرنتى الحلقتين البطنيتين الثامنة والتاسعة ويوجد ملمسان Styli واضحان وقضيب شيتينى Rod مزدوج . وفى بعض حشرات رتبة غشائية الأجنحة تكون آلة وضع البيض عادية ومكونة من الثلاثة أزواج من الصمامات ولكن فى البعض الآخر تتحور آلة وضع البيض للسع كما فى النحل (شكل ٤٠) وبعض الزنابير .

وعلى العموم تتركب آلة وضع البيض النموذجية (شكل ٣٩) من ثلاثة أنصال Blades تسمى بالصمامات Valvulae ، زوج الصمام الأول (الأمامى أو السفلى) ويخرج من زوج من الصفائح Valvifers موجود على الاسترنة الثامنة البطنية ، وكل من

زوجى الصمامين الثامن (الخلفى أو العلوى) والثالث (الداخلى) فيخرج من زوج من الصفائح موجود على الاسترنة التاسعة البطنية . وربما يمثل كل صمام **Valvula** والصفيحة التى يخرج منها **Valvifer** (وهى تمثل الصفيحة القاعدية **Coxopodite**) الحلقات الطرفية **Telopodite** فى الحلقة النموذجية للحيوان المفصلى الأرجل .



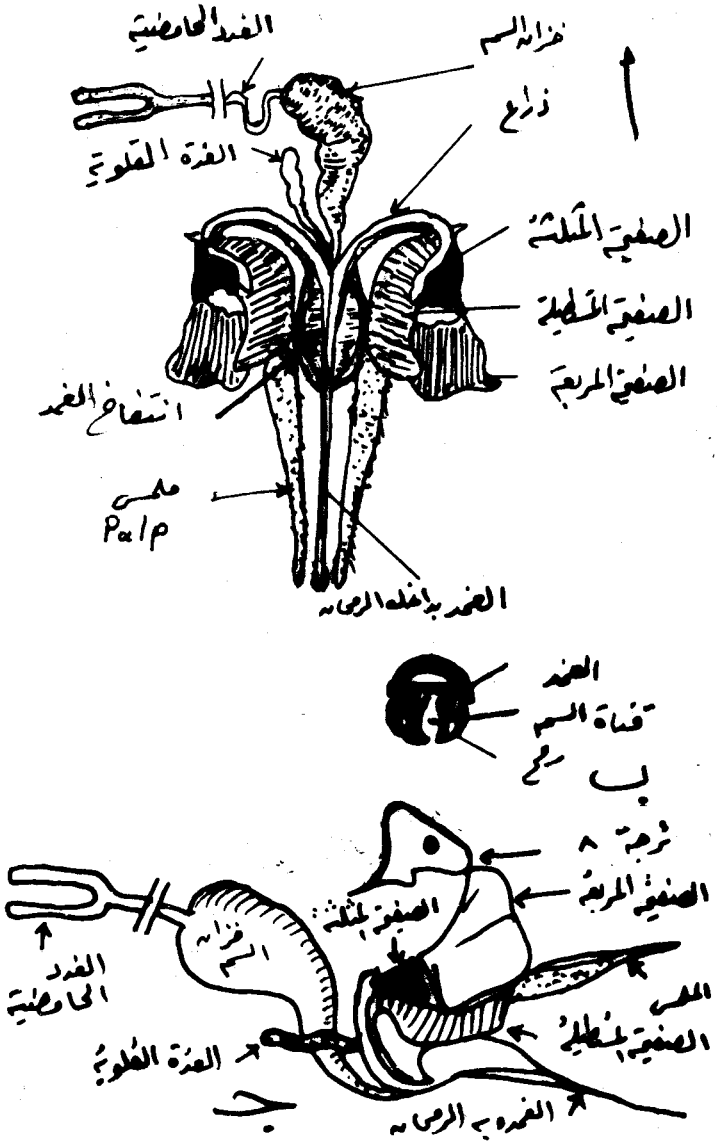
شكل (٣٩) : (أ) منظر جانبى لنهاية بطن الصرصار الأمريكى.
(ب) آلة وضع البيض فى الصرصار الأمريكى.
(ج) قطاع عرضى لآلة وضع بيض الصرصار الأمريكى.

(ب) الزوائد التناسلية فى الذكر (آلة السفاد) (شكل ٤١ ، ٤٢) :

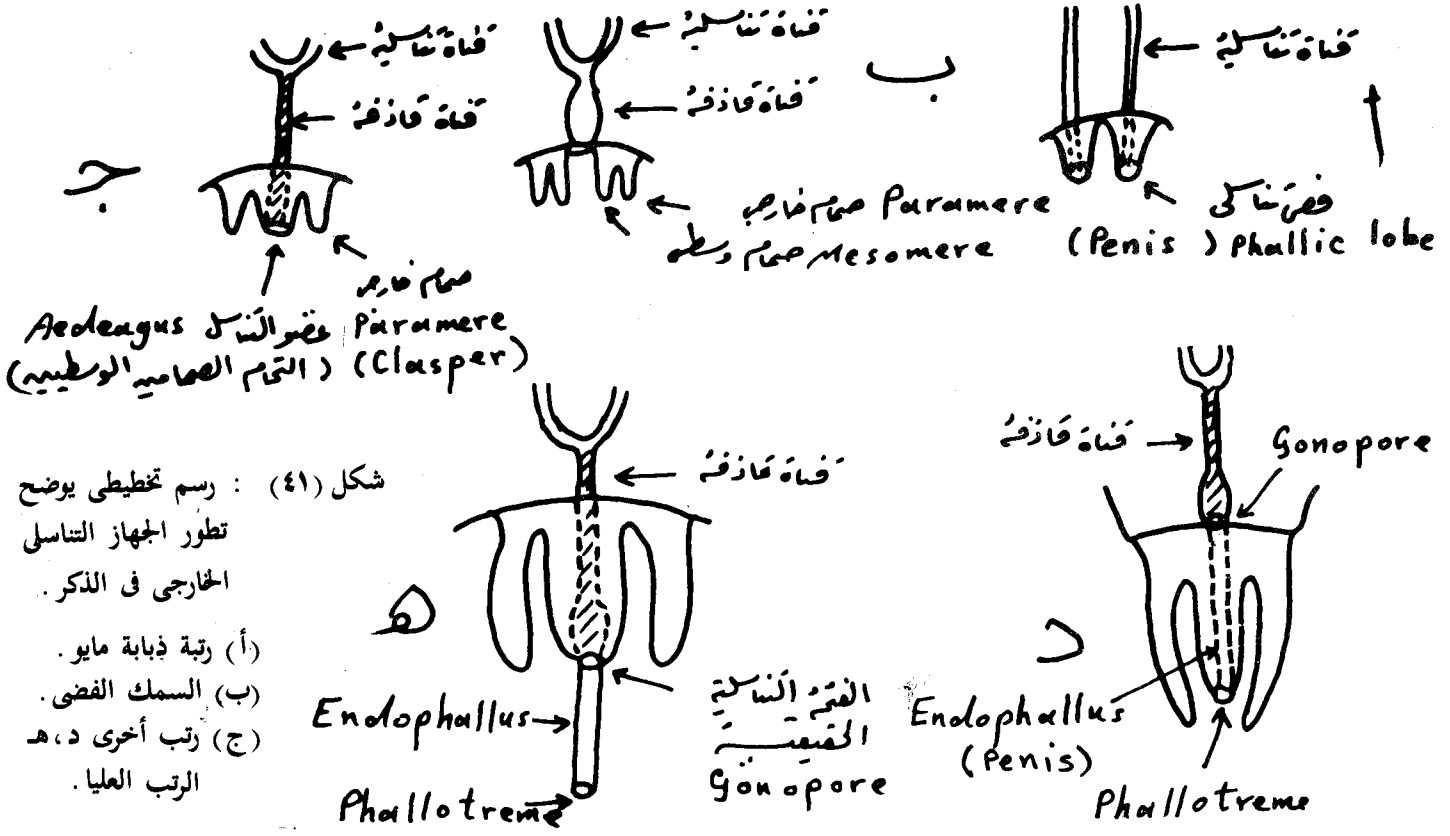
The Male Genitalia

تختلف آلة التلقيح الخارجية فى ذكور الحشرات فى التركيب من نوع إلى نوع مما جعل لها أهمية كبيرة فى تصنيف الحشرات ، كما تختلف أسماء أجزائها فى الرتب المختلفة وتبعا لعالم التقسيم نفسه ، لهذا أُخذت الأسماء المذكورة فى وصف تركيب آلة التلقيح

الخارجية عن العالم الحشرى سندجراس (عن ديفى Davy ١٩٦٥ ، Snodgrass ، ١٩٣٥) وذلك منعا للالتباس .

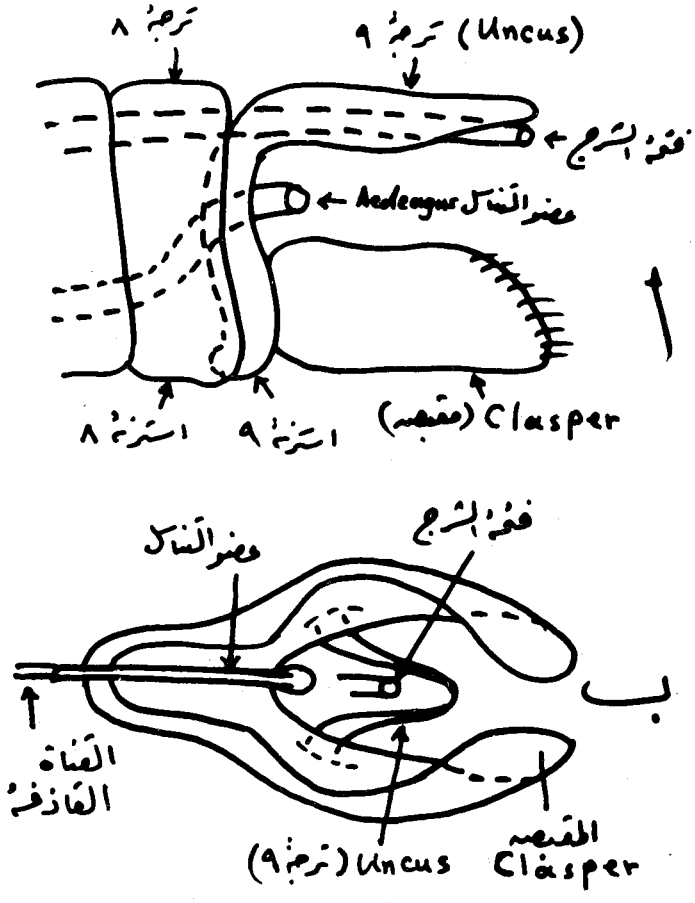


شكل (٤٠) : (أ) آلة اللسع فى شغالة نحلة العسل (منظر سفلى).
(ب) قطاع عرضى فى الغمد والرمحين.
(ج) آلة اللسع فى شغالة نحلة العسل (منظر جانبى).



شكل (٤١) : رسم تخطيطي يوضح تطور الجهاز التناسلي الخارجي في الذكر.

(أ) رتبة ذبابة مايو.
(ب) السمك الفضي.
(ج) رتب أخرى د، هـ الرتب العليا.



شكل (٤٢) : آلة التلقيح فى ذكر فراشة.
(أ) منظر جانبى.
(ب) منظر سفلى

تنشأ آلة التلقيح الخارجية فى ذكور الحشرات من نموين خارجيين Ectodermal من جدار الجسم على السطح السفلى لنهاية الاسترنة البطنية الثامنة للحورية أو اليرقة ، ويسمى هذان النموان Phallic lobes وهما اللذان يكونان القضيبين Penes فى رتبة ذبابة مايو Order Ephemeroptera حيث يفتح فى طرف كل قضيب القناة التناسلية Genital duct الميزودرمية المنشأ (الوعاء الناقل) . وفى رتبة ذات الذنب الشعرى Or. Thysanura يلتحم القضيبان المذكوران ليكونا قضيبا Penis وسطيا واحدا . أما فى

الرتب الأخرى فينقسم كل من القضيبين السابق ذكرهما فى رتبة ذبابة مايو انقساما طوليا وينتج عن كل فص ميزومير Mesomere للداخل وبارامير Paramere للخارج ، وتنشأ قناة قاذفة Ejaculatory duct كانبعاج للداخل من جدار الجسم أى Ectodermal بين فصى الميزومير لتتصل بالقناتين التناسليتين الميزودرميتين (أى الوعائين الناقلين) وحيث يفتح فى القناة القاذفة المذكورة غدد زائدة Accessory glands . ويلاحظ أنه فى رتبة مستقيمة الأجنحة Or. Orthoptera ينقسم كل من البارامير والميزومير عدة انقسامات وليس انقساما واحدا مما يجعل تركيب آلة التلقيح الخارجية معقدا فى الرتبة المذكورة . وفى الوقت نفسه نجد أنه فى الرتب الأعلى يلتحم زوج الميزومير لتكوين أنبوبة واحدة مجوفة تسمى Aedeagus مما يجعل القناة الداخلية للأنبوبة المذكورة والتى تسمى إندوفالس Endophallus امتدادا للقناة القاذفة ، وعندئذ توجد الفتحة التناسلية الخارجية الحقيقية Gonopore عند تلاقى القناة القاذفة بالاندوفالس ، بينما تسمى الفتحة الطرفية للـ Endophallus بالفالوتريم Phallotreme والذى يحدث بالفعل هو بروز انبوبة الـ Endophallus إلى خارج الـ Aedeagus خلال فتحة الـ Phallotreme إلى أن تصبح فتحة الـ Gonopore موجودة عند الطرف النهائى الخارجى للـ Aedeagus ، أما عن زوج البارامير فغالبا ما يتحور إلى زوج من المقابض Claspers فى ذكور الحشرات .

الباب الرابع

الغـدد أو أعضاء الافـراز
The Glands or Organs of Secretion

تتكون الغدد فى الحشرات من خلية واحدة أو من عدة خلايا متخصصة فى إفراز مواد تستعملها الحشرة داخل جسمها أو تطردها إلى خارج جسمها . ويوجد نوعان رئيسيان من الغدد المفرزة ، أولهما الغدد غير الصماء **Exocrine glands** وهى الغدد التى بها قناة يخرج عن طريقها الأفراز الغدى إلى خارج جسم الحشرة أو إلى فراغ جسمها من الداخل أو إلى القناة الداخلية لجهاز أو أكثر من أجهزة الحشرة الداخلية ، وثانيهما الغدد الصماء **Endocrine glands** وهى الغدد التى ليس لها قناة وافرازها ، وهو الهرمونات ، ينتشر من خلال جدرها إلى الدم الذى ينقله بدوره إلى أعضاء الجسم المختلفة .

وسنكتفى فى هذا الباب بذكر الغدد غير الصماء وسنترك الكلام عن الغدد الصماء مع الجهاز العصبى السمبثاوى .

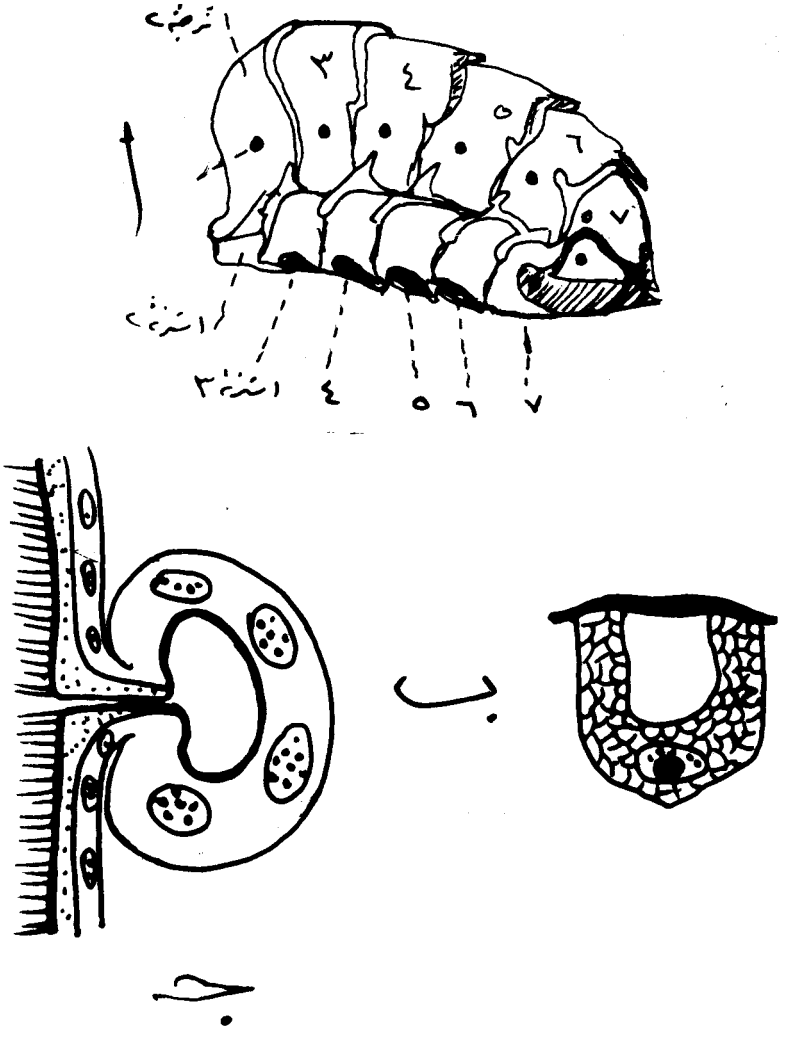
الغـدد غير الصـماء
The Exocrine Glands

قد تتكون الغدة غير الصماء من خلية واحدة تصب فى قناة أو فتحة واحدة أو تكون مكونة من عدد محدود من الخلايا ولكنها مع ذلك تصب أيضا فى فراغ أو قناة واحدة كما فى شكل (٤٣ جـ) ، أو قد يكون لكل خلية من الخلايا المكونة للغدة قناة تصب فيها الخلية إفرازها ويتجمع افراز جميع خلايا الغدة فى تجويف واحد ثم يخرج الافراز الكلى إلى خارج الغدة خلال فتحة أو قناة واحدة .

وعلى العموم فالخلية فى الغدة غير الصماء تكون عادة كبيرة الحجم ونواتها بيضاوية أو متفرعة ويحوى السيتوبلازم ميتكوكوندريا وجهاز جولجى وحبيبات وفراغات ، وتغلف الغدة من الخارج بغشاء من نسيج ضام وتبطن من الداخل بالشيتين **Intima** .

ومن الأنواع الرئيسية التابعة لهذا النوع من الغدد هى غدد الشمع **Wax Glands** وغدد اللاك **Lac Glands** والغدد المجاورة للثغور التنفسية **Peristigmatic Glands**

والغدد الموجودة فى رأس الحشرة Cephalic glands وغدد الحرير Silk Glands والغدد الجاذبة اللاجنسية Attractant Glands والغدد الطاردة Repugnatorial Glands والغدد المفرزة للمواد السامة Poison Glands والغدد الزائدة التابعة للجهاز التناسلى فى ذكر وأنثى الحشرات Accessory Glands .



شكل (٤٣) : (أ) الغدد الشمعية فى شغالة نحلة العسل.
(ب) قطاع طولى فى خلية شمعية من خلايا الصفيحة الشمعية فى من التفاح الزغبى.
(ج) غدة عديدة الخلايا تصب كلها فى قناة واحدة.

وسنتكلم فيما يلى عن كل نوع من الأنواع المذكورة فيما عدا الغدد الزائدة فى الجهاز التناسلى والتى سنتناولها بالذكر عند شرح ووصف الجهاز التناسلى فى الحشرات .

١ ــ غدد الشمع : وهى الغدد المفرزة للشمع كما فى الحشرات القشرية التابعة لرتبة متشابهة الأجنحة Hompotera حيث يوجد بهذه الحشرات غدد وحيدة أو عديدة الخلية مبعثرة فى جهات متفرقة من جدار الجسم . ويفرز الشمع فى هذه الحشرات القشرية إما على شكل مسحوق دقيقى فوق جسم الحشرة أو على هيئة طبقات شمعية رقيقة . ويوجد ببعض أنواع المن (كما فى من النقاح الزغبى Eriosoma lanigerum) غدد شمعية (شكل ٤٣ ب) ولو أنها فى الواقع غدد دهنية وليست شمعية تفرز الشمع على هيئة مسحوق أو على هيئة خيوط .

وفى شغالة نحلة العسل يتحور بعض خلايا هيبودرمس استرنات الحلقات البطنية الثالثة والرابعة والخامسة والسادسة إلى غدد شمعية (شكل ٤٣ ا) تفرز الشمع الذى يستعمله النحل فى بناء العيون السداسية ويستعمله الانسان فى أغراض نافعة مختلفة .

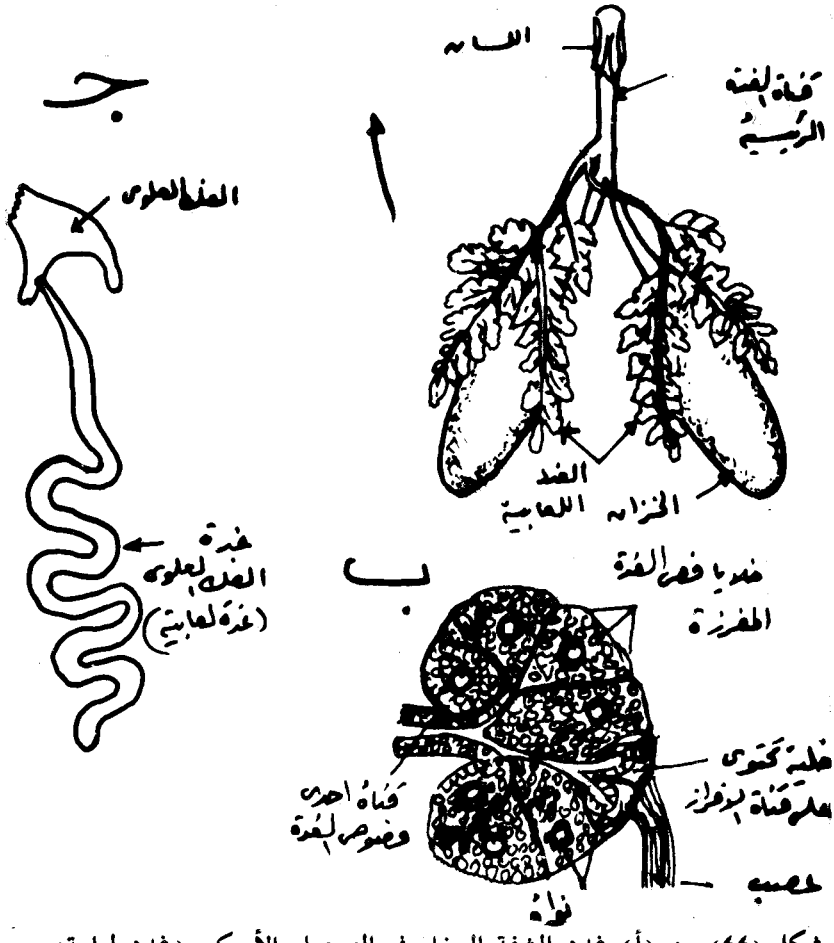
٢ ــ الغدد المفرزة لمادة اللاك : تفرز إناث الحشرة القشرية Laocifer laeca (التابعة لعائلة Lacei feridae) مادة اللاك بكميات وفيرة تكفى لتسويقها تجاريا على نطاق واسع . وتفرز الاناث هذه المادة كغطاء للحماية فوق أجسامها بواسطة خلايا غدية موزعة فى جدار جسمها . وتتكون مادة اللاك كيماويا من الراتنج Resin ومواد ملونة وشمع وبروتين ومواد أخرى .

٣ ــ الغدد المجاورة للثغور التنفسية : وهى توجد فى جميع يرقات الذباب مجاورة للثغور التنفسية ، وهى غدد هيبودرمية مكونة من عدد من الخلايا الكبيرة والتى تصب افرازها فى قناة الغدة التى تفتح للخارج بجوار الثغر التنفسى ، وفائدة إفرازها كما يذكر ريتشارد (Richard ، ١٩٥١) هو ترطيب الثغر التنفسى .

٤ ــ الغدد الموجودة فى رأس الحشرة : توجد برأس الحشرة غدد كثيرة منها الغدة الجبهية Frontal Gland الموجودة فى رتبة متساوية الأجنحة Isoptera ، وغدد قرون الاستشعار Antennal Glands التى لا يعرف وظائفها حتى الآن والتى توجد فى النحل والصرصار ، والغدد الفكية Mandibular Glands ، وغدد الفك السفلى Maxillary Glands ، وغدد الشفة السفلى Labial Glands وهى المعروفة عند اكثرنا فى أغلب الحشرات باسم الغدد اللعابية Salivary Glands أو باسم غدد الحرير Silk Glands فى حشرات أخرى . وأخيرا يوجد برأس الحشرات غدد تسمى بالغدد المغذية Food

Glands كما فى شغالة نحلة العسل . وسنتكلم بالتفصيل فيما يلى عن أهم هذه الغدد :

(ا) **غدد الفكوك العليا** : وهى غدد تفتح عند أو قرب قاعدة الفك العلوى وذلك فى الحشرات بسيطة التطور Apterygota وفى حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة وغمدية الأجنحة وغشائية الأجنحة . وتكبر هذه الغدد فى الحجم كثيرا فى يرقات رتبة حرشفية الأجنحة (شكل ٤٤ جـ) إذ أنها تقوم بإفراز اللعاب بدلا من غدد الشفة السفلى (أو الغدد اللعابية الحقيقية) التى أصبحت فى مثل هذه اليرقات متخصصة فى إفراز الحرير المكون لجدار الشرنقة التى تحيط بالعذراء .



شكل (٤٤) : (أ) غدد الشفة السفلى فى الصرصار الأمريكى (غدد لعابية).
(ب) فص مكبر من فصوص الغدة اللعابية فى الصرصار.
(ج) غدة الفك العلوى (غدة لعابية) فى يرقة من رتبة حرشفية الأجنحة.

وفى ملكة نحلة العسل (رتبة غشائية الأجنحة) تفرز الغدد الفكية (شكل ٤٥ ا) نوعي من الافرازات هما :

١ ــ 9 - oxodecenoic acid وعندما تلعقه الشغالة من فوق جسم الملكة يوقف نمو مبايضها كما يجعل الشغالة دائما تحيط بالملكة وكذلك يمنع الشغالة من بناء بيوت ملكات جديدة .

٢ ــ 9 - hydroxydecenoic acid وهى مادة جاذبة جنسية تجذب ذكور النحل للحاق بالملكة وتلقيحها أثناء الطيران ، أما فى شغالة نحلة العسل فتفرز هذه الغدد الفكية مادة 2- heptanone عندما تلدغ الشغالة أى عدو لها لتبقى هذه المادة على جسم العدو لتمييزه بواسطة زملاء الشغالة الآخرين لتتبع هذا العدو ، كما تفرز الشغالة مادة Iso-amyl acetate من الغشاء بين الحلقات الموجودة عن قاعدة آلة اللسع لمساعدة المادة السابقة فى تتبع العدو الذى لسعته الشغالة بواسطة زملائها ، هذا علما بأن المادة الأخيرة توجد فى المادة اللاذعة التى تفرزها آلة اللسع نفسها . وفى النمل القاطع للأوراق Atta sexdens تفرز الغدد الفكية مادة سترال التربين Terpene citral فائدتها طرد الأعداء وتحذير أفراد المستعمرة وكذلك العمل على جمع شمل المستعمرة (وجلزوت ، ١٩٦٤) .

(ب) **غدد الفكوك السفلى** : فى الحشرات الكاملة التابعة لرتبة ذات الذنب القافز ورتبة برتيورا وفى يرقات رتبة شبكية الأجنحة ورتبة غمدية الأجنحة توجد غدة أنبوبية الشكل تفتح عند أو قرب قاعدة الفك السفلى وفائدتها إفراز اللعاب أى أنها تعمل كغدة لعابية .

(جـ) **غدد الشفة السفلى** : وهى الغدد اللعابية الحقيقية وتتكون من زوج من الغدد موجودة عادة فى الصدر على جانبى القناة الهضمية الأمامية ، وتتحد قناة كل غدة مع قناة الغدة الأخرى لتكونا سويا قناة مشتركة تفتح على الشفة السفلى قرب قاعدة اللسان .

وتوجد هذه الغدد فى أغلب الرتب الحشرية ولو أن تركيبها يختلف من رتبة إلى أخرى . ففى رتبة مستقيمة الأجنحة تتكون الغدة الواحدة من عدد كبير من الفصوص وكل فص مكون من مجاميع من الخلايا الغدية ولكل غدة مخزن وتتحد قناتا الخزانين فى قناة واحدة مشتركة وتصب القناة المشتركة لقناتى الغدتين اللعابيتين فى قناة الخزانين المشتركة (شكل ٤٤ ا) . وفى رتبة نصفية الأجنحة تتكون كل غدة من عدد قليل من الفصوص

(١ — ٤). ولكل غدة خزان أيضا . وفى الحشرات الكاملة من رتبة حرشفية الأجنحة يوجد زوج واحد من هذه الغدد الأنبوبية الشكل (شكل ٤٥ ب) . وفى رتبة الذباب نجد أن زوج هذه الغدد انبوبى الشكل أيضا وقد يطول جدا حتى يزيد على طول جسم الحشرة بكثير كما فى عائلة Muscidae . وفى نحلة العسل (رتبة غشائية الأجنحة) يوجد من الغدد اللعابية زوجان ، زوج فى الرأس والآخر فى الصدر ويصب الزوجان بفتحة واحدة مشتركة (شكل ٤٥ جـ) .

والوظيفة الرئيسية لغدد الشفة السفلى هو إفراز اللعاب فيما عدا جميع أعمار الطور اليرق لرتبة حرشفية الأجنحة ورتبة تريكبترا وكذلك فى العمر الأخير ليرقات الزنابير التابعة لتحت رتبة سمفيتا (من رتبة غشائية الأجنحة) حيث أن الغدد فى هذه اليرقات المذكورة فائدتها إفراز الحرير فقط (كما هو مذكور فى غدد الحرير) .

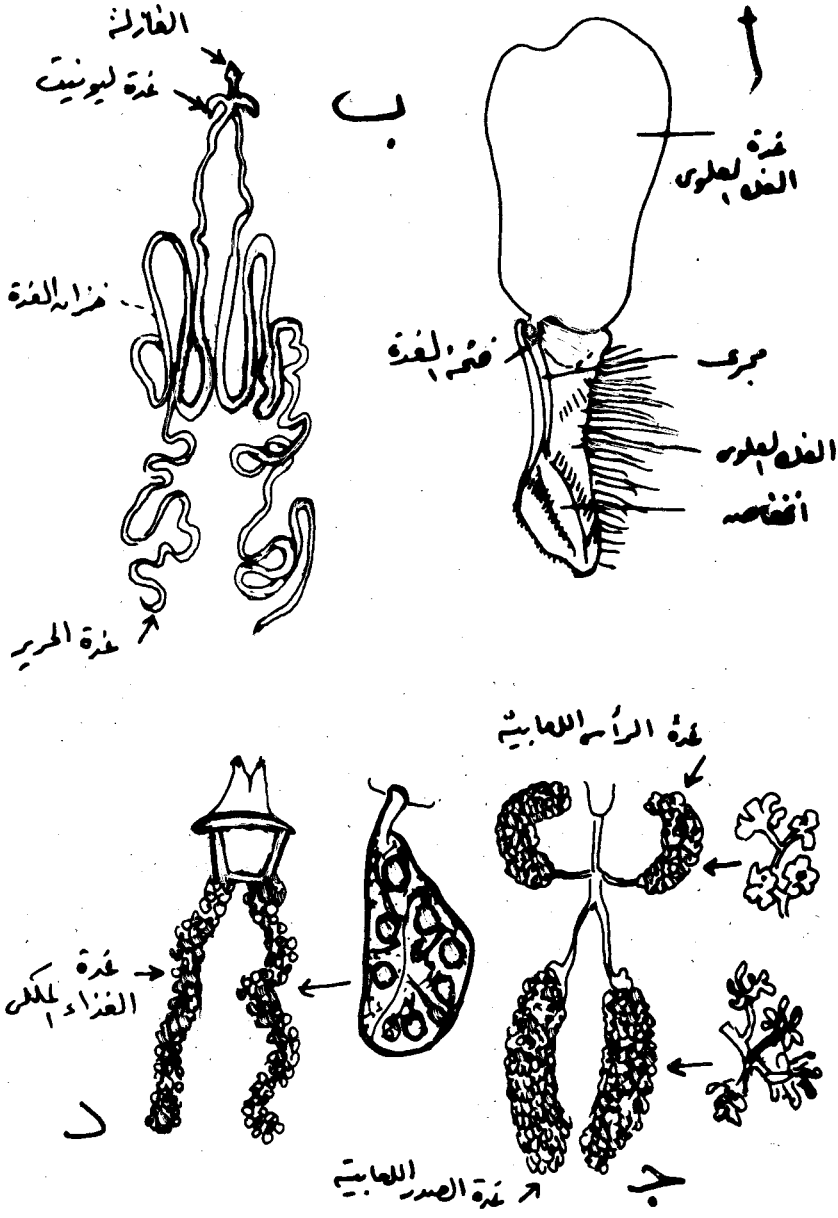
وعلى العموم فاللعاب إفراز مائى متعادل الحموضة وظيفته تسهيل مرور الطعام عند التغذية ، كما أنه يحوى بكثرة إنزيمى الأميليز الذى يحول النشا إلى مالتوز والانفرتيز الذى يحول السكروز إلى جلوكوز وفركتوز كما يحوى أيضا انزيمى البروتيبر والليبيز ولكن بنسب ضئيلة . وتحوى الغدد اللعابية فى نحلة العسل إنزيم جلوكوز أكسيديز وظيفته تحويل الجلوكوز إلى حامض الجلوكونيك الذى لا تعرف وظيفته فى النحلة . كما يحوى لعاب الحشرات نصفية ومتجانسة الأجنحة على إنزيم الدياستير وبروتين وكيتين وبروتين دهنى وجليكوبروتين . وتقوم هذه الانزيمات بهضم الطعام إما خارج جسم الحشرة أو داخل القناة الهضمية الأمامية . ويحتوى لعاب بعض (وليس كل) الحشرات التى تمتص دم الانسان والحيوان على مواد تسبب الألم للانسان عند امتصاص الحشرة لدمه . ويحوى لعاب الحشرات التابعة لعائلة Miridae (رتبة نصفية الأجنحة) والتى تتغذى على عصارة النباتات موادا لها تأثير سام على أنسجة النباتات . وتفرز الغدد اللعابية فى ذكور رتبة ميكوبترا موادا تلتهمها الاناث أثناء التزواج حيث تكون غدد الذكور اللعابية هذه متضخمة .

وتتكون الغدد اللعابية عامة سواء أكانت تابعة للفك العلوى أو السفلى أو الشفة السفلى من خلايا طلائية كبيرة تحيط بفراغ الغدة الداخلى وتبطن الخلايا من جهة الفراغ بطبقة من الشيتين تسمى انتيما Intima وتغلف من الخارج بغلاف بريتونى مكون من نسيج ضام ، وتظهر المنطقة الداخلية من خلية الغدة اللعابية مخططة Striated .

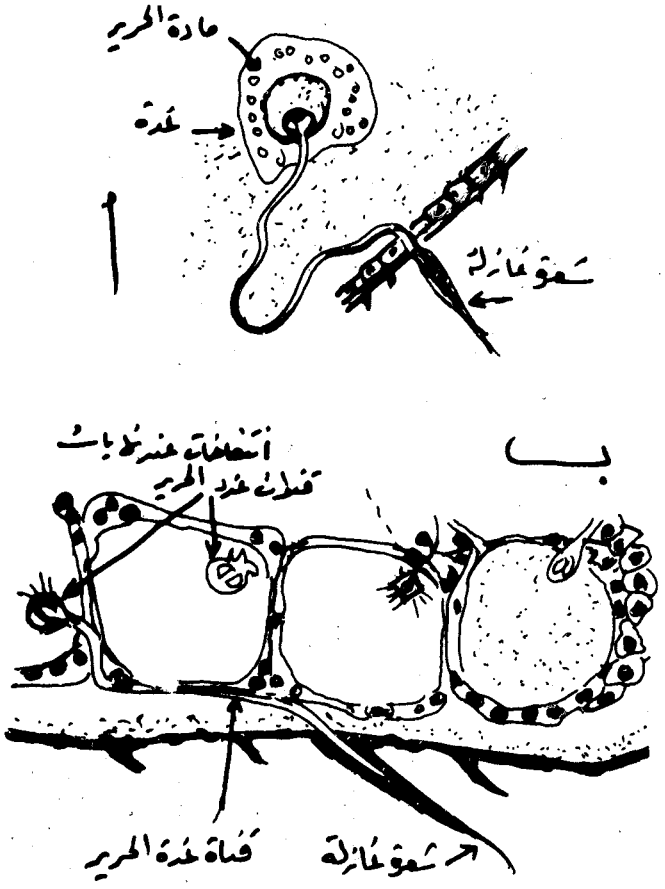
(د) غدد الغذاء : Food or Hypopharyngeal glands

توجد فى شغالة نحلة العسل غدتان ــ واحدة على كل جانب ــ فى الرأس (شكل ٤٥ د) ، وتتكون كل غدة من عدة فصوص تصب فى قناة رئيسية تنتهى على جانب الرأس بين اللسان والشفة السفلى . وتفرز الغدد المذكورة المادة المسماة بالغذاء الملكى Royal Jelly والذى تغذى به الشغالات اليرقات التى ستصبح ملكات طوال عمرها كيرقة وتغذى يرقات الشغالات لمدة الثلاثة أيام الأولى فقط ، ويحتوى هذا الغذاء الملكى على ٤٠ ٪ مواد جافة كل مكوناتها بروتينات دهنية وجليسيريدات متعادلة وأحماض دهنية حرة وسكر وأحماض أمينية وادينين Adenine وجوانوزين Guanosine وأدينوزين Adenosine وفوسفات أحادية Monophosphates وجميع أنواع فيتامين ب ومواد أخرى ، كما يحوى الغذاء الملكى على نسبة عالية من الاسيتابل كولين (بنسبة ١ ملم / جرام) . والغذاء الملكى هذا غنى فى حمض البنتوثونيك Pentothenic acid وحمض الفوليك Folic acid والبيوبترين Piopterine . ويعزى للغذاء الملكى علاج بعض الأورام السرطانية والشيخوخة والانيميا عند الأطفال وبعض أمراض الجهاز العصبى وغيرها من الأمراض .

٥ ــ غدد الحرير : وكما سبق القول تفرز الغدد اللعابية فى يرقات رتبة حرشفية الأجنحة ورتبة ترايكبترا ويرقات العمر الأخير لبعض حشرات رتبة غشائية الأجنحة (تحت رتبة سمفيتا) الحرير بدلا من اللعاب وذلك لتكوين الشرانق حول العذارى ، ويفرز الحرير من الغدة على هيئة خيط متين ومرن مكون من الفيبروين Fibroin الذى لا يذوب فى الماء بنسبة ٧٥ ٪ ومحاط من الخارج بطبقة طلائية قابلة للذوبان فى الماء هى السريسين Sericin بنسبة ٢٠ ــ ٢٥ ٪ ، والسيريسين هذا ما هو إلا بروتين جيلاتينى ، أما عن الفيبروين فهو بروتينات مطاطة Elastic مثل الجليسين Glycine (٣٦ ٪) والألانين Alanin (٢١ ٪) والتيروسين Tyrosine (١٠ ٪) (تفرز الغدد المساعدة Lyonet's glands موادا تساعد على التصاق خيطى الحرير أو ربما لترطيبهما فقط) . وتفرز بعض يرقات رتبة شبكية الأجنحة الحرير من أنابيب ملبيجى ، كما يفرز هذا الحرير فى حشرات رتبة اميبوبترا Embioptera (شكل ٤٦) وفى ذكور حشرة Hilara sp. (عائلة Empidiidae من رتبة الذباب) من غدد هيبودرمية موجودة فى رسغ الأرجل الأمامية . ولاناث خنفساء Hydrophilus sp. (عائلة Carabidae من رتبة الخنافس) القدرة على إفراز شرنقة من الحرير حول البيض الذى تضعه وذلك بواسطة الغدد الزائدة التابعة لجهازها التناسلى .



شكل (٤٥) : (أ) غدة الفك العلوى فى ملكة نحلة العسل (غدة جاذبة جنسية).
(ب) غدة الحرير فى يرقة من رتبة حرشفية الأجنحة.
(ج) غدد لعابية فى رأس وصدر شغالة نحلة العسل.
(د) غدة الغذاء الملكى فى رأس شغالة نحلة العسل.



شكل (٤٦) : (أ) غدة الحرير فى رسغة حشرة **Embia** (رتبة **Embioptera**).
(ب) قطاع فى جزء من حلقة (الرسغ الأولى فى حشرة **Anisembia texzana** (رتبة **Embioptera**).

٦ ــ **الغدد الطاردة** : تفرز كثير من الغدد الهيبودرمية الموجودة فى المناطق المختلفة لجسم الحشرة افرازات ذات روائح طاردة للحشرات الأخرى وبالأحرى فهى ذات وظائف دفاعية . فالغدد التى تفرز الروائح الكريهة والتى تقع بين بعض الترجات فى حوريات بعض حشرات رتبة نصفية الأجنحة ومثيلاتها التى تفتح على بلورا الحلقة الصدرية الثالثة فى بعض الحشرات الكاملة لنفس الرتبة هى من هذا النوع من الغدد . وفى رتبة غمدية الأجنحة توجد مثل هذه الغدد ولكنها تفتح قرب فتحة الشرج خاصة تحت رتبة أديفاجا . وفى يرقات رتبة حرشفية الأجنحة توجد غدد طاردة تفتح بين الأرجل الصدرية الأمامية .

ويفرز النطاط .Dictyophorus sp مادة رغوية لها وظيفة طاردة من الثغور التنفسية أو من غدد خاصة .

وتتركب هذه الغدد هستولوجيا من خلايا طلائية عادية مغلفة من الخارج بغشاء من نسيج ضام ومبطنة من الداخل بالشيتين (إنتيما) ، كما وأن السطح الداخلى للخلايا الطلائية والمجاور للانتيما مخطط Striated كما هى الحالة فى خلايا الغدد اللعابية ، والنواة فى خلية الغدة الطاردة إما أن تكون عادية الشكل أو متفرعة .

٧ ــ الغدد الجاذبة الجنسية : تمتلك ذكور واناث أبى دقيق والفراشات غددا تفرز رائحة لجذب الجنس الآخر لأجل التزاوج ، ويختلف شكل ومكان هذه الغدد باختلاف النوع والجنس ، ففى ذكور بعض الفراشات توجد حراشيف خاصة على الأجنحة تسمى Androconia توجد إما مجتمعة أو موزعة بين الحراشيف الأخرى (شكل ٤٧ ا) ، ويوجد عند قاعدة كل من هذه الحراشيف الخاصة خلية واحدة أو عدة خلايا غدية لافراز المادة الجاذبة الجنسية . وفى ذكور فراشات أخرى مثل .Hepialus sp ينتفخ ساق الرجل الخلفية ويحمل فوق المكان المنتفخ حراشيف خاصة توجد عند قواعدها الخلايا الغدية التى تفرز المادة الجاذبة الجنسية (شكل ٤٧ جـ) ، وفى ذكور فراشات أخرى توجد هذه الغدد الجاذبة الجنسية على أماكن أخرى من الأرجل أو فى مؤخرة البطن .

وتفرز ذكور بعض أنواع النحل الانفرادى Bumble bees من جنس Bombus إفرازات من غدد فى الرأس وذلك عند أماكن تجمعها حتى تجذب إليها ذكوراً أخرى من نفس النوع .

أما فى إناث الحشرات الكاملة فى أبى دقيق والفراشات فتوجد هذه الغدد التى تفرز المادة الجاذبة الجنسية إما على الأجنحة عند قواعد حراشيف خاصة أو فى مكان الغشاء بين الحلقات Intersegmental membrane الموجود بين الحلقتين الثامنة والتاسعة البطنيتين (شكل ٤٧ ب) .

هذا ولقد ثبت وجود هذه الغدد الجاذبة الجنسية فى أغلب الرتب الحشرية الآن (جاكوبسون ، ١٩٦٧) .

هذا وفيما يلى التركيب الكيماوى للمواد الجاذبة الجنسية للحشرات التى أمكن دراسة هذه المواد فيها (عن جاكوبسون ، ١٩٧٢) :

١ ــ الصرصار الأمريكى **Periplaneta americana**

2,2- dimethyl - 3- isopropyl idenecyclopropyl propionate (1)

٢ ــ فراشة دقيق حوض البحر الأبيض المتوسط **Anagasta kuhniella**

Cis - 9, trans - 12-tetradecadien - 1 -o1 acetate

٣ ــ فراشة الحرير **: Bombyx mori**

a) trans-10, cis-12-tetradecadien-1 o1, 100

b) trans-10, cis-12- hexadecadien- 1-o1, 10-13

c) trans-10, cis-12-octadecadien 1-01, 10-6

٤ ــ الفراشة Spodoptera eridania

a) cis-9, tetradecen -1-01 acetate

b) cis-9, trans-12-tetradecadien-1-01 acetate

٥ ــ فراشة الذرة الأمريكية Heliothis zea

a) cis-9, tetradecen-1-01 acetate, 10-6'

b) trans-5-tetradecen-1-01 acetate 10-8

c) cis-7-tetradecen-1-01 acetate, 10-18

d) trans-7-tetradecen-1-01 acetate, 10-18

e) cis-9-tetradecen-1-01 acetate. 10-15

f) trans-9-tetradecen-1-01 acetate 10-3. cos-11 tetradecem-1-01-acetate.

٦ ــ فراشة ثمار التفاح : Laspeyresia pomonella

trans-8, trans-10 dodecadien-1 -o1.

٧ ــ فراشة اللوز القرنفلية : Pectinophora gossypiella

10- propy1-trans-5, 9-tridecadien-1 -o1 acetate (propylure)

٨ ــ الفراشة نصف القياسية Trichoplusia ni

cis-7- dodecen-1 -o1 acetate

٩ ــ فراشة الدقيق الهندية Plodia interpunctella

a) cis - 7 - tetradecen -1-o1 acetate

b) cis- 9- tetradecen- 1-o1 acetate

١٠ ــ خنفساء القلف Ips confusus

a) (-)-2- methy 1-6 -methylene- 7-octen -4-o1, (+) -cis -verkenol

b) (+) - 2-methy 1-6- methylene- 2,7-octadien -4-o1.

١١ ــ الذبابة المنزلية Musca domestica

cis- 9-tricosene (muscolure)

وعن Levinson وآخرون (١٩٨١) تفرز خنفساء السجاير Lasioderma serricorne مادتى Serricornin , Anhydroserri cornin بينما وجد شومان وآخرون (١٩٧٩) أن الأنثى تفرز مادة : 4,6- dimethyl- 7-hydroxynonan- 3-one (والمسماه Serriconin) . ووجد Levinson وآخرون أيضا (١٩٨١) أن أنثى خنفساء السجاير تفرز كذلك مادة : 2,6- diethyl -3,5- dimethyl- 3,4- dihydro- 2- h- pyrane ، وعن Levinson وآخرون كذلك (١٩٨٠) أن أنثى خنفساء الصعيد Trogoderma granarium تفرز مادة : (Z)- and (E)- trogodermal (14- methyl- 8-hexadecenal) . هذا وقد استخدم Levinson, Hoppe (١٩٧٩) أشرطة لاصقة تشبك بها أنبوبة بلاستيك صغيرة بها ٥٠ ميكروجرام من المادة الجاذبة الجنسية لفراشات البلح من عائلة Phycitidae (تكفى لمدة شهرين تقريبا) وتعلق تلك الاشرطة فى أسقف مخازن الدقيق أو الشيكولاته أو التمر أو غيرها لجذب الفراشات التى تلتصق بالاشرطة حتى يمكن اكتشاف وجودها ومعرفة أنواعها ومواعيد ظهورها ، والمادة الجاذبة التى توضع فى الأنابيب البلاستيك هى : (Z,E)- 9,12- tetradecadien- 1- ylacetate (TDA) .

ولقد حظى إفراز هذا النوع من الغدد فى إناث الحشرات بانتباه كثير من الحشريين والكيماويين فقاموا بدراسات كثيرة لمعرفة تركيبة الكيماوى بل وحضروا الكثير منه صناعيا Synthetically فى المعامل الكيماوية ويباع الآن فى الأسواق بأسعار زهيدة . ويستعمل هذا الافراز المحضر صناعيا بوضع كيمات ضئيلة جدا منه داخل مصايد خاصة من الكرتون أو من الزجاج أو من البلاستيك وذلك لجذب الذكور كنوع من أنواع المقاومة الحيوية للحشرات .

والمواد الجاذبة الجنسية التى أمكن تحضيرها صناعيا هى كما يلى (Hall ، ١٩٦٣) :

١ ــ ميثايل يوجينول Methyl Eugenol لجذب ذبابة الفاكهة الشرقية Dacus sp. .

٢ ــ كيوليور Cue - lure لجذب ذبابة البطيخ Dacus sp. .

٣ ــ أنيزايل أسيتون Anisyl acetone لجذب ذبابة البطيخ Dacus sp. .

٤ ــ سيجلور Siglure لجذب ذبابة حوض البحر الأبيض المتوسط المعروفة بذبابة الفاكهة Ceratitis capitata .

٥ ــ مدلور Medlure لجذب ذبابة الفاكهة أيضا C. capitata .

٦ ــ تريمدلور Trimedclure لجذب ذبابة الفاكهة وذبابة Pteranderus sp. .

٧ ــ جيبلور Gyplure لجذب فراشة الغجر Gypsy moth .

٨ ــ بومبيكول Bombykol لجذب فراشة الحرير Bombyx mori .

٩ ــ هكسالور Hexalure لجذب فراشة دودة اللوز القرنفلية P. gossypiella .

١٠ ــ بوتايل سوربيت Butyl sorbate لجذب Amphimallon majalis .

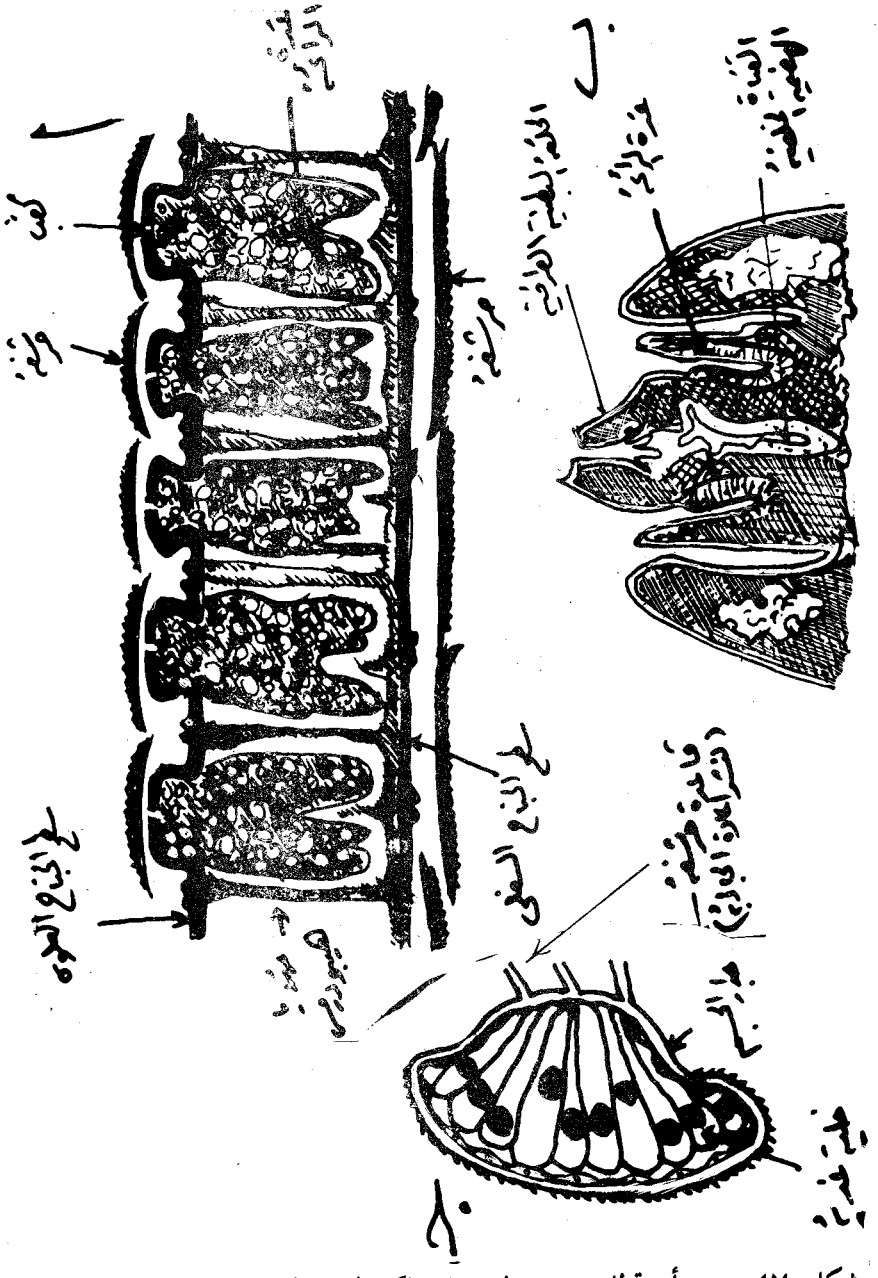
١١ ــ ميثايل ليولينت لجذب خنفساء القلف Ips sp. وخنفساء القلف Hyiurgops sp.

ولبيان رخص استعمال المواد المذكورة سابقا سنذكر للقارىء على سبيل المثال أن الرطل الواحد من مادة جيبلور Gyplure يباع تجاريا بمبلغ حوالى ٣٠ دولارا أمريكيا (أى ١٣٥٠ قرش صاغ مصرى ، أو ١٠٠ ريال سعودى) علما بأن المصيدة الواحدة تحتاج فقط إلى ٠,٢٥ ملليجرام ، وعلى هذا فالرطل الواحد من هذه المادة يكفى لأن يوضع فى ٥٠,٠٠٠ مصيدة كل عام ولمدة ٣٠٠ سنة متواصلة، وينصح جاكوبسون (١٩٦٧) باضافة أى مبيد حشرى أو أية مادة معقمة كيماوية Chemosterilant إلى المادة الجاذبة الجنسية فى المصيدة لقتل أو لتعقيم ذكور الحشرات المنجذبة .

وينجذب الذكر للأنثى بواسطة قرن الاستشعار كما فى الفراشات وبعض الخنافس ، وفى خنافس أخرى تشم الذكور إناثها بواسطة شعيرات خاصة موجودة على الملمس الفكى .

٨ ــ الغدد الجاذبة غير الجنسية : تفرز بعض الخنافس التى تعيش فى عشوش النمل العادى أو النمل الأبيض موادا ذات رائحة جذابة وذلك من غدد هيبودرمية خاصة موجودة عند قواعد مجاميع من الشعيرات المنتشرة على أجزاء مختلفة من جدار جسمها وذلك لجذب النمل . وتوجد عند نهاية بطون بعض يرقات عائلة Lycaenidae من رتبة حرشفية الأجنحة انتفاخات تحمل أشواكا فائدتها إفراز مادة جاذبة يلعقها النمل الذى تعيش معه هذه اليرقات .

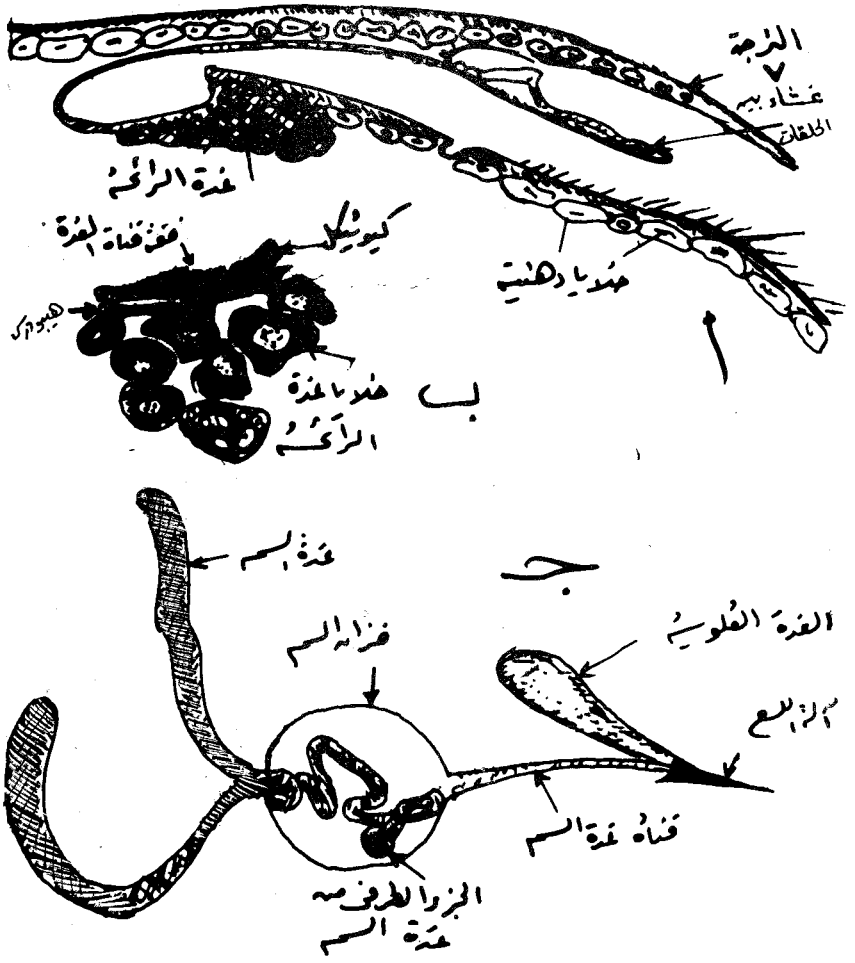
ويوجد بمقدم ترجة الحلقة البطنية السابعة فى شغالة نحلة العسل غدد تعرف بغدد ناسانوف Nassanoff تفرز رائحة خاصة (المركب الفعال فيها هو مادة الجيرانيول Genaniol ومعه حمض النيروليك Nerolic والجيرانيك Geranic لجذب زميلاتها الأخرى من الشغالة لجعلها تتجه إلى مكان معين غنى بالرحيق الزهرى (شكل ٤٨ ا ، ب) كما تعتبر وسيلة من وسائل إتصال أفراد الطائفة ببعضها البعض والتعرف على خلية الطائفة .



شكل (٤٧) : (أ) قطاع عرضى فى جناح ذكر فراشة لبيان غدد الرائحة (غدد جاذبة جنسية).

(ب) الغدة الجاذبة الجنسية فى نهاية بطن أنثى فراشة.

(ج) قطاع عرضى فى نهاية ساق الرجل الخلفية فى حشرة **Hepialus**



شكل (٤٨) : (أ) غدد الرائحة فى نهاية بطن شغالة نحلة العسل.

(ب) خلايا مكبرة من غدة الرائحة.

(ج) غدة السم فى شغالة نحلة.

٩ ــ الغدد السامة : توجد هذه الغدد فى أنواع النمل والنحل والزنابير وهى مرتبطة دائما مع أعضاء وضع البيض أو أعضاء اللسع (التى هى أعضاء وضع بيض متحورة) . وتتكون الغدد السامة فى النحل من نوعين من الغدد هما :

(ا) الغدد الحمضية Acid glands التى تفرز مزيجا من الافرازات أهم مكوناتها حمض الفورميك ونوع من البروتين القاعدى (PH 8.7) المسمى بالمليتين **Melittin**

والذى له تأثير واضح على كرات الدم الحمراء ، وكذلك إنزيم الفوسفور ليبيز Phospholipase A والمسمى أيضا Lecithinase والذى له تأثير ضعيف على الدم ، كما يوجد أيضا إنزيم الهيالورونيديز Hyaluronidase والذى له تأثير على السكريات فى الدم والتى تتأثر أيضا نظرا لوجود مواد ناشئة عن تفاعل حامض الستريك Citric acid الموجود فى الأنسجة . كما يوجد بافراز الغدد الحمضية حمض الايدروكلوريك وحمض الارثوفوسفوريك والهستامين والكولين والتربتوفين . ومن العناصر يوجد فوسفات المغنسيوم والكبريت والنحاس والكالسيوم . ويعزى الألم عن لسع النحلة إلى أيقاف تحلل حامض اللكتيك .

وتفرز الأغشية الموجودة عند قواعد صفائح آلة اللسع فى شغالة نحلة العسل مادة Iso-amyl acetate وعند ترك المادة المذكورة فى مكان لدغ الفريسة تنجذب للفريسة شغالات أخرى للّدغ هى الأخرى ، هذا علما بأن المادة المذكورة لا توجد فى إفرازات الغدة الحمضية لآلة اللسع .

ويحوى إفراز الغدد الحمضية فى الزنابير التابعة لعائلة Vespidae مادة الهستامين Histamine ومادة السيروتونين (5-hydroxy- tryptamine) Serotonin وإنزيم الهيالورونيديز وربما أيضا الأستايل كولين .

وفى الزنابير الانفرادية مثل زنابير عائلة Sphecidae والتى عند لدغها لفريستها من العناكب أو يرقات رتبة حرشفية الأجنحة وجد أن العقد العصبية للفريسة تتحلل نتيجة للدغ مما يدل على أن مادة لسع الزنابير تحوى موادا لها تأثير سام على الجهاز العصبى Neurotoxic .

وتفرز الغدد الحمضية فى النمل Formica sp. حمض الفورميك Formic acid (والذى يكوّن نسبة تتراوح بين ٢١ ــ ٧١ ٪ من وزن الجسم الكلى) ، ويمكن للنمل المذكور قذف حمض الفورميك هذا لمسافة ٣٠ سم خارج جسمه ويمكنه عمل ذلك بثنى بطنه للأمام ورش السم المذكور فوق الجرح الذى يحدثه النمل بفريسته بواسطة فكوكه العليا .

(ب) الغدد القلوية Alkaline glands : ووظيفة إفرازها تسهيل حركة صفائح آلة اللسع وتنظيفها أو لحام غطاء (Cap) العيون السداسية عند تحول اليرقة إلى عذراء أو عند ملئها بالعسل أو لصق البيض بقواعد أو جدران العيون السداسية .

ويوجد نوع آخر من أنواع الغدد السامة وذلك فى كثير من يرقات رتبة حرشفية الأجنحة حيث توجد على سطح جسم هذه اليرقات أشواك أو شعيرات خاصة مجوفة تملك عند قواعدها غدد هيبودرمية تفرز موادا سامة ، وعند كسر هذه الأشواك أو الشعيرات داخل جسم الانسان تنطلق المادة السامة الآتية من الغدد خلالها وتسبب آلاما وأوراما .

ومن الافرازات السامة التى تفرزها بعض الحشرات مادة الكثارادين **Cantharadin** (ك$_{١}$ يد$_{٢}$ أ$_{٤}$) والذى تفرزها خنافس من عائلة **Meloidae** وتوجد المادة المذكورة فى دم هذه الحشرات وكذلك فى الغدد الزائدة للأجهزة التناسلية .

١٠ ــ **الغدد الزائدة بالجهاز التناسلى** : وسيأتى ذكرها بالتفصيل مع الجهاز التناسلى .

الباب الخامس

الجهـاز العصـــبى

The Nervous System

يتكون الجهاز العصبى فى الحشرات من الجهاز العصبى المركزى والجهاز العصبى السمبثاوى والجهاز العصبى السطحى .

أولا : الجهـاز العصبى المركزى
The Central Nervous System

ويتكون من سلسلة مزدوجة من المراكز الحسية المسماة بالعقد العصبية والمرتبطة ببعضها البعض بأعصاب طولية مزدوجة تسمى Connectives (شكل ٤٩) ، كما وأن كل زوج من أزواج العقد العصبية يرتبط ببعضه البعض بأعصاب عرضية أيضا تسمى Commissures .

ويوجد فى الحشرات الأولية عقدة عصبية مزدوجة فى كل حلقة من حلقات الجسم تقريبا (شكل ٤٩ ا) ، فى حين أنه فى الحشرات الراقية يقل عدد هذه العقد المزدوجة لدرجات متفاوته نظرا لاتحادها مع بعضها البعض (شكل ٤٩ ب د) ، كما وأن زوج العقد العصبية (المكون للعقدة العصبية المزدوجة) قد اندمج فى كل حلقة لدرجة كبيرة وبذلك لا ترى عندئذ الاعصاب العرضية ، وكذلك فان الاعصاب الطولية ترى دائما زوجية فى الحشرات الأولية فى حين أنها فى الحشرات الراقية تبدو وكأنها عصب واحد سميك .

ويتكون الجهاز العصبى المركزى من المخ والحبل العصبى البطنى .

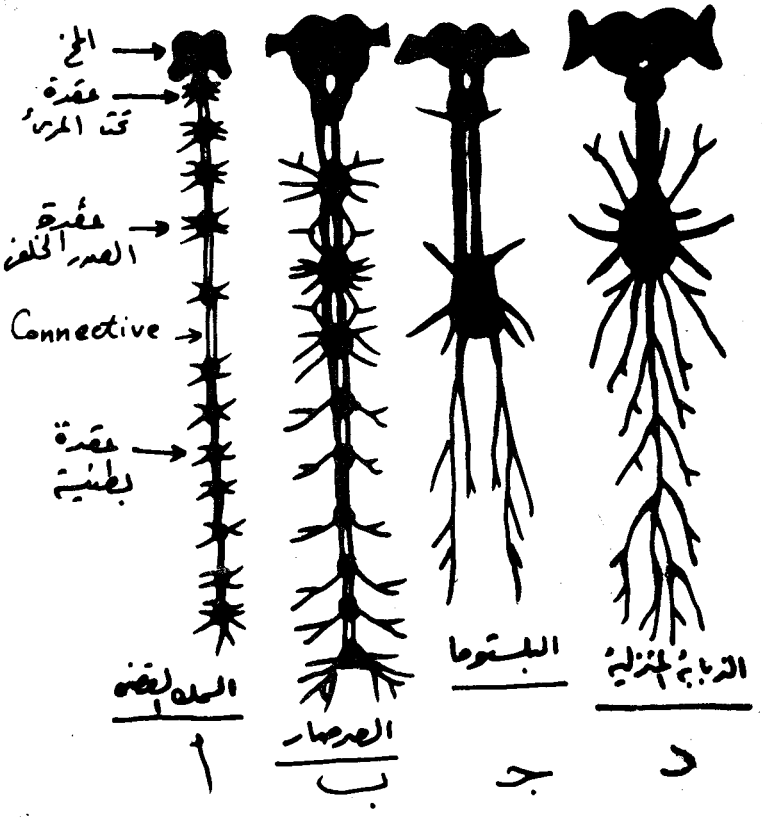
١ ــ المـــخ : The Brain (or Supraoesophageal ganglion)

يقع المخ فوق المرىء ويتكون من اتحاد ثلاثة أزواج من العقد العصبية وهى عقد الثلاث حلقات الأولى من جنين الحشرة ، ويبدو المخ ظاهريا مقسما إلى هذه الثلاث أزواج من العقد المذكورة (شكل ٥٠ ، ٥١) ويسمى الزوج الأول من العقد أو الجزء الأعلى من

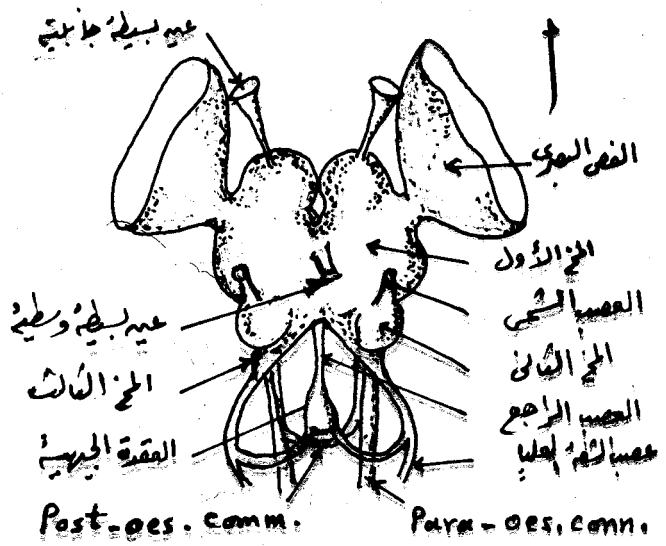
المخ بالمخ الأول Protocerebrum وهو زوج عقد الحلقة الأولى أو الحلقة العينية من حلقات رأس الجنين وهو أكبر أجزاء المخ ، ويغذى بطبيعة الحال العيون المركبة والعيون البسيطة ، ويمتد كل من فصى هذا المخ الأول جانبيا ليكون فصا كبيرا هو الفص البصرى Optic lobe وهو مركز أعضاء الابصار ، كما يعتبر أيضا مسئولا عن سلوك الحشرة .

والزوج الثانى من العقد هو المخ الثانى Deutocerebrum وهو زوج عقد الحلقة الثانية من رأى الجنين ، ويوجد بالمخ الثانى مراكز الحس الخاصة بالشم لذا يخرج من كل جانب عصب يذهب إلى قرن الاستشعار الموجود فى جهته .

والزوج الثالث من العقد هو زوج عقد الحلقة الثالثة من حلقات رأس الجنين هو المخ الثالث Tritocerebrum وهو أصغر أجزاء المخ جميعا ويغذى الشفة العليا والقناة الهضمية الأمامية بالأعصاب ، ويتصل فصا هذا المخ الثالث بعصب يسمى Post-oesophageal commissure .



شكل (٤٩) : أشكال مختلفة للجهاز العصبى المركزى فى بعض الحشرات .



شكل (٥٠) : منظر أمامي للمخ في الحشرات.

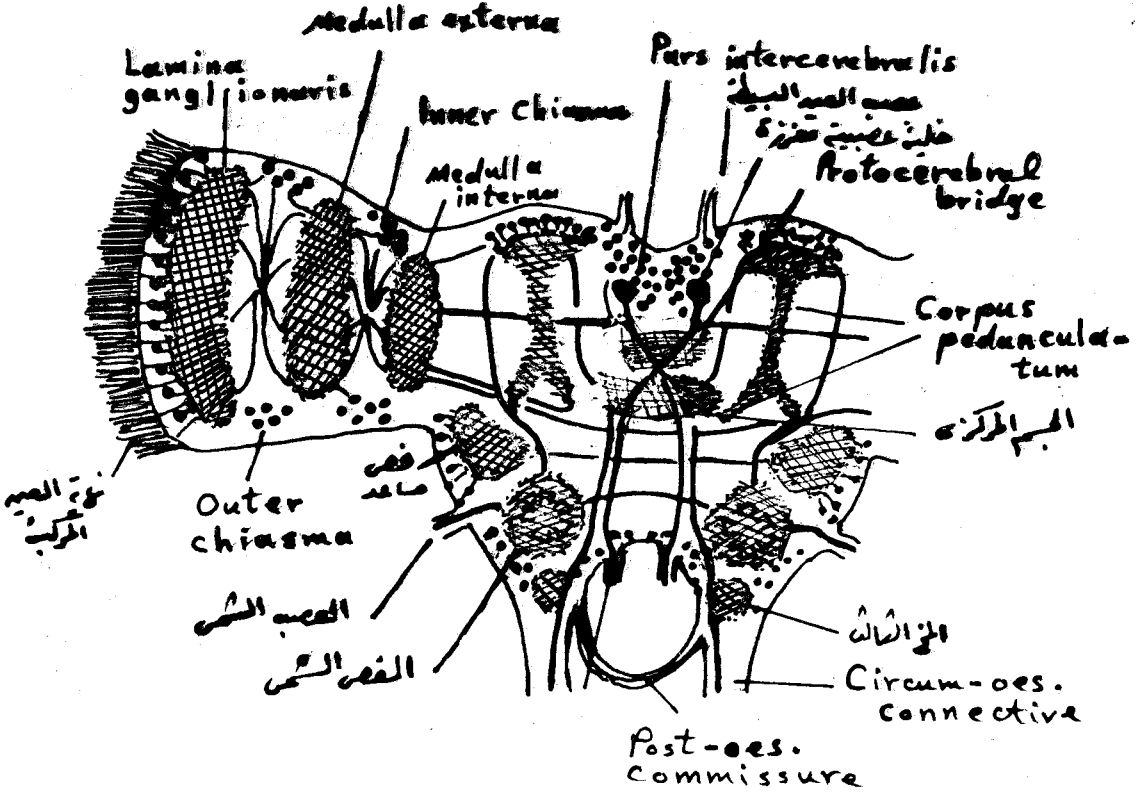
وعلى العموم فالمخ هو المكان الرئيسي للاحساس بالضوء وعلى هذا فاذا أزيل المخ أو قطعت رأس الحشرة فانها تستطيع السير بل وحتى الطيران ولكنها لا تستطيع البحث عن طعامها . ولكن اذا وضع الأكل ملامسا لها فانها تستطيع تناوله إذا كانت أجزاء فمها سليمة والعقدة تحت المرىء التي تتحكم عصبيا في أجزاء الفم موجودة وسليمة . ولقد وجد كذلك أن المخ يسيطر ويتحكم في تنظيم وتوازن عمل العضلات الموجودة على جانبي الجسم ، وعلى هذا فاذا قطع المخ طوليا وأبعد أحد نصفيه فان الحشرة لا تستطيع التحكم في العضلات في الجهة المنزوع منها نصف المخ بل تقوم الحشرة بحركات دائرية تجاه النصف الذي لم ينزع منه نصف مخه .

الحبل العصبي البطني : The Ventrazl nerve-cord

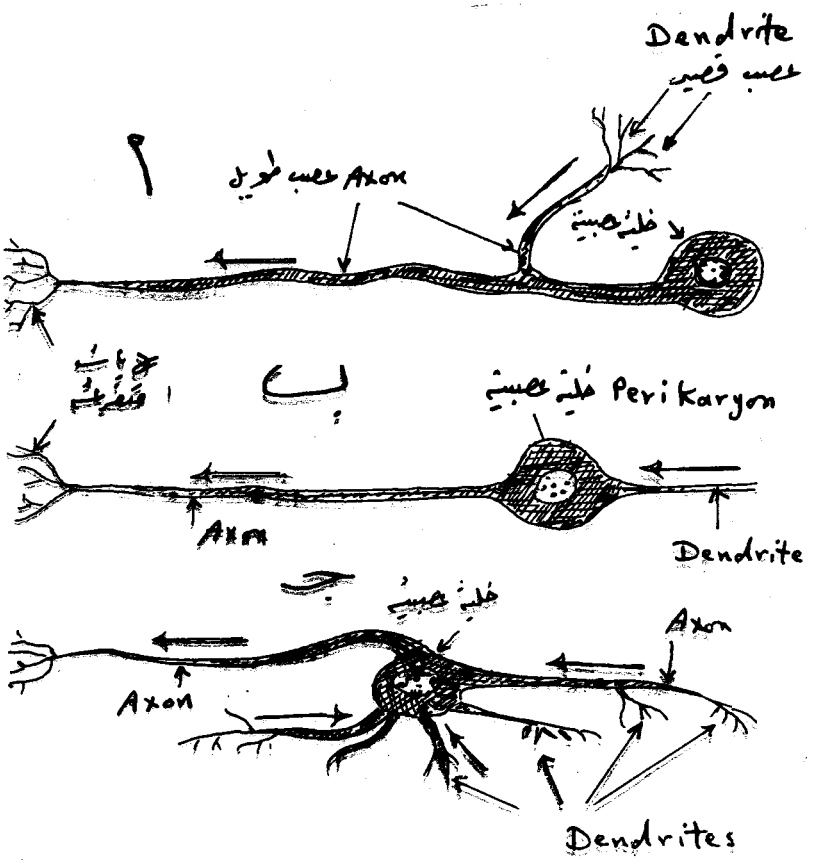
ويتكون من سلسلة من العقد العصبية المزدوجة الموجودة في الخط الوسطي السفلي للحشرة وتحت القناة الهضمية ويتصل بالجزء الثالث من المخ Tritocerebrum بواسطة زوج من الأعصاب هما الـ Para-oesophageal connectives. وأول عقدة من عقد الحبل العصبي البطني هي العقدة تحت المرىء Sub-oesophageal ganglion المتكونة

من اتحاد أزواج عقد الحلقات الرأسية ٤ ، ٥ ، ٦ فى الجنين وهى حلقات الفكين العلويين والفكين السفليين والشفة السفلى ، وعلى هذا فيخرج من هذه العقدة على الجانبين أعصاب تغذى هذه الاجزاء المذكورة من أجزاء الفم . ويلى العقدة تحت المرىء ثلاث عقد صدرية ثم عدد من العقد العصبية البطنية تبلغ فى أقصى عددها ثمانية . وليكن من المعلوم أن العقدة العصبية البطنية الأولى غالبا ما تتحد مع العقدة العصبية الصدرية الثالثة ، كذلك فان العقدة العصبية البطنية الأخيرة هى فى الواقع تمثل عقدة كبيرة مركبة أى مكونة مما لا يقل عن عقد الثلاث حلقات البطنية الأخيرة . وفى رتبة نصفية الأجنحة Hemiptera مثلا نجد أن العقدتين العصبيتين الصدرية الثانية والثالثة وجميع العقد العصبية البطنية اتحدت كلها فى عقدة واحدة (شكل ٤٩ جـ) ، وفى رتبة الذباب Diptera نجد أن العقد العصبية الصدرية والبطنية اتحدت كلها فى عقدة واحدة مركبة (شكل ٤٩ د) . وتغذى العقد العصبية الصدرية الأرجل والأجنحة بينما نجد أن كل عقدة عصبية بطنية هى فى الواقع مركز حسى موضعى مستقل يتركز فيه كل الاحساسات الخاصة بالحلقة البطنية الموجودة بها العقدة ، ومما يدل على ذلك أنه يمكن لبطن مفصولة من حشرة حية أن تضع بيضا طالما أن العقدة العصبية البطنية الأخيرة موجودة وهى العقدة المسئولة عن إمداد الحلقات البطنية التى تحتوى على الجهاز التناسلى بالاعصاب .

وتتكون العقدة العصبية (شكل ٥٣) من خلايا عصبية متخصصة Nerve cells (شكل ٥٣ ا) إحدى هذه الخلايا وتسمى Perineural cells والتى تحوى ميتكوندريا Mitochondria كثيرة وتعمل كمخزن للجليكوجين تحيط بالعقدة كلها أسفل النسيج الضام المتين والمسمى باسم Neural lamella والذى يترسب فى طبقات تأخذ اتجاهات مختلفة . والنوع الثانى من خلايا العقدة العصبية المتخصصة هو النوع المسمى Glial cells وهى خلايا غير عصبية (Non-nerve cells) وهى تعمل كمخزن للبروتينات والجليكوجين والدهون الذى تغذى به الخلايا العصبية وأعصابها ، وكل خلية غير عصبية تحيط بخلية عصبية Nerve cell or Neurone ، وتمتد زوائد الخلية الغير عصبية (Glial cell) دائما للداخل لتحيط بعصب الخلية العصبية (Sensory nerve) ، ويوجد من الخلايا الغير عصبية (Glial cells) أربعة أشكال مختلفة كما هو واضح فى الشكل . هذا وتخرج من الخلايا الغير عصبية كذلك زوائد مفلطحة بها ميتوكوندريا ، وكثير من تلك الخلايا الغير عصبية يحيط بالحزمة العصبية المركزية Neuropile الموجودة فى مركز العقدة العصبية مرسلة زوائدها لتحيط بالنهايات الدقيقة للأعصاب المركزة داخل هذه الحزمة العصبية المركزية .

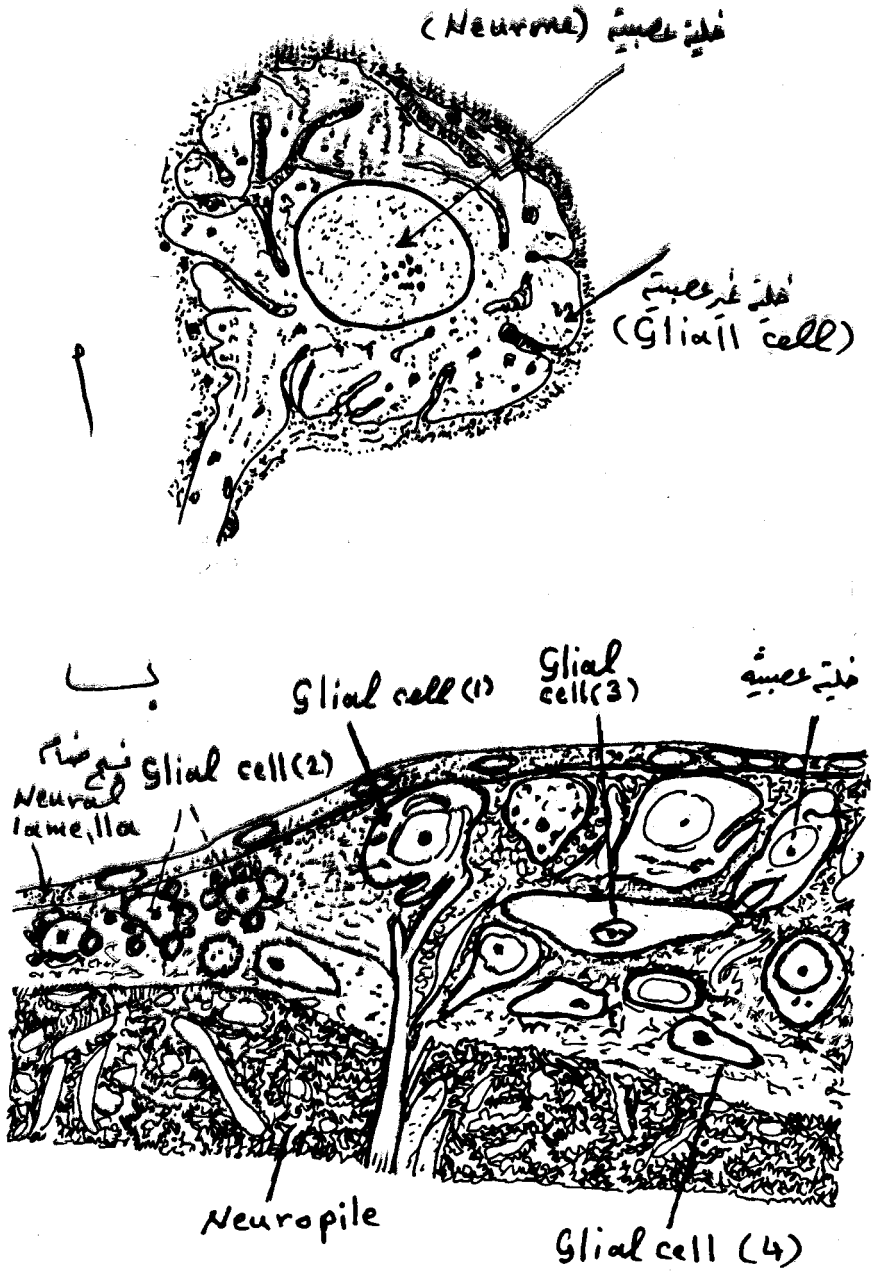


شكل (٥١) : قطاع طولى فى المخ يوضح مراكز الحس المختلفة بداخله



شكل (٥٢) : ثلاثة أشكال للخلايا العصبية (Neurones Nerve cells) .

هذا وتحوى كثير من العقد العصبية للحبل العصبى البطنى بما فيها العقدة تحت المرىء خلايا عصبية خاصة مفرزة للهرمونات Neurohormones التي تؤثر على ضربات القلب وتقلصات الجهاز الهضمي والنشاط اليومي والموسمي للحشرة مثل الانسلاخ وتصلب جدار الجسم والتغير الفسيولوجى فى اللون (تبعا لتغير البيئة من حرارة ورطوبة وغيرهما كالذى يحدث عادة أثناء فترات التلقيح) وتوازن الماء وافراز انزيم البروتييز من المعدة . والهرمونات العصبية المذكورة من أصل بروتيني Peptide كما هو الحال فى هرمون التنشيط Activation hormone ولو أن تأثير الهرمون الأخير مختلف عن تأثير تلك الهرمونات العصبية المذكورة .



شكل (٥٣) : (أ) خلية غير عصبية (Glial cell)موجودة بالعقدة العصبية.
(ب) جزء من عقدة عصبية.

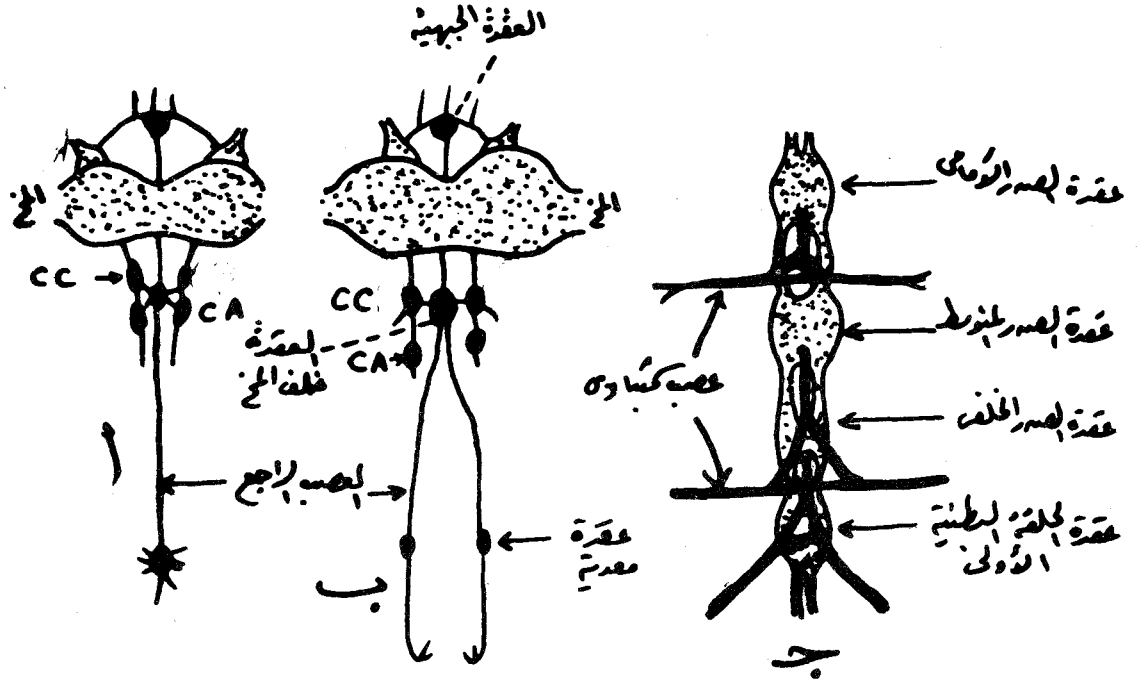
ثانيا : الجهاز العصبى الحشوى أو السمبثاوى
The Visceral or Sympathetic Nervous System

ويتكون هذا الجهاز بدوره من الثلاثة أقسام التالية :

١ ــ الجهاز العصبى السمبثاوى المريئى : The Stomatogastric or Oesophageal Sympathetic Nervous System

وهو ينشأ فى الجنين من الجدار العلوى للقناة الهضمية الأمامية ، ويتكون كما فى (شكل ٥٤) من عقدة جبهية Frontal ganglion تقع أمام المخ مباشرة وتتصل بعصب على كل جانب يأتى من المخ الثالث Tritocerebrum (وجد فى بعض الحشرات عقدتان جبهيتان بدلا من عقدة واحدة) ، ويخرج من العقدة الجبهية عصب رئيسى هو العصب الراجع Recurrent nerve يمر للخلف فوق جدار المرىء وتحت القلب ويتصل بقعدة عصبية وسطية تسمى بالعقدة خلف المخ Hypocerebral ganglion وذلك خلف المخ مباشرة ، ثم يستمر هذا العصب الراجع فى السير إلى الخلف لينتهى إما بعقدة عصبية واحدة تسمى بالعقدة الحشوية Ventricular ganglion موجودة عند اتصال الحوصلة بالمعدة (شكل ٥٤ ا) ، أو قد يتفرع هذا العصب الراجع بعد خروجه من عقدة خلف المخ إلى فرعين ينتهى كل منهما بعقدة حشوية على كل جانب من جانبى الحوصلة (شكل ٥٤ ب) . ويتصل بالعقدة خلف المخ كذلك على كل جانب عقدة تسمى Corpora cardiacum (CC) وهذه تتصل بدورها بعقدة أخرى تسمى Corpora allatum (CA) ، وتتصل عقدة الـ Corpora cardiacum من الأمام بعصب يأتى من المخ الأول ، كما تتصل أيضا كل من عقدتى الـ Corpora allata بالعقدة تحت المرىء بعصب ، كما ترسل كل من العقدين الأخيرتين عصبا أو عصبين يسيران ملاصقان للجهاز الهضمى للاتصال بالعقدة الحشوية .

ويحوى الجهاز العصبى السمبثاوى أيضاً أعصاباً مستقبلة Sensory nerves وأخرى موصلة Motor nerves ، أى أن عقد هذا الجهاز تعمل أيضاً كعقد الحبل العصبى البطنى أى كمراكز حسية مستقلة ، ويغذى هذا الجهاز العصبى السمبثاوى القلب والقناة الهضمية الأمامية .



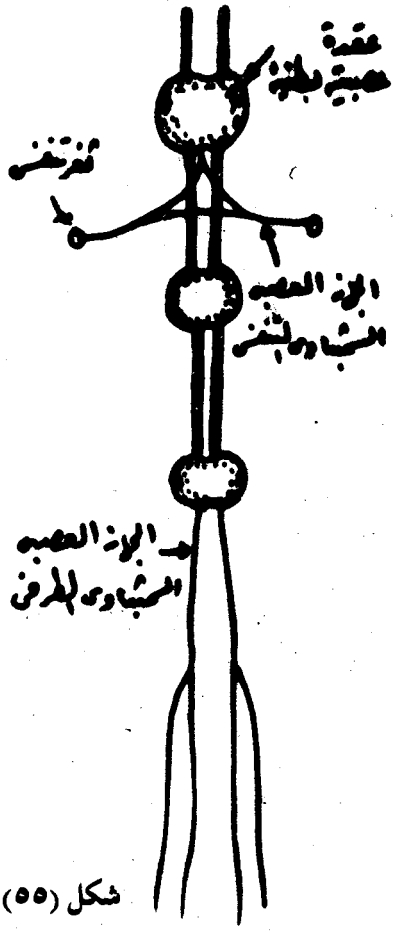
شكل (٥٤) : (أ، ب) الجهاز العصبي السمبثاوي المرئي.
(ج) الجهاز العصبي العصبي الشمباوي التنفسي.

٢ ــ الجهاز العصبى السمبثاوى التنفسى : The Spiracular Symp. N. System

ويتكون من أعصاب مستعرضة متصلة بكل عقدة عصبية من عقد الحبل العصبى البطنى (شكل ٥٤ جـ) ، وفائدة هذه الأعصاب تغذية الثغور التنفسية الموجودة فى الحلقات البطنية الموجودة بها هذا الجهاز السمبثاوى المذكور ، وكما ذكر نوفاك (Novac ، ١٩٧٥) أنه يؤثر فى ضربات القلب وتكوين جدار الجسم والنشاط اليومى والموسمى للحشرة .

٣ ــ الجهاز العصبى السمبثاوى الطرفى :

وهى الأعصاب السمبثاوية التى تخرج من آخر عقدة عصبية لعمد الجهاز التناسلى والقناة الهضمية الخلفية بالأعصاب السمبثاوية اللازمة (شكل ٥٥) .



شكل (٥٥) : الجهاز العصبى السمبثاوى الطرفى .

الغدد الصـــماء The Endocrine Glands

١ ــ عقد الـ CA , CC (شكل ٥٦ا ب ، ٥٨) :

بين كازال (Cazal ، ١٩٤٨) أن نظام وترتيب عقدتى الـ Corpora cardiaca والـ C. allata يتبع أربعة أشكال رئيسية ، وأضاف عليها هنتون (Hinton ، ١٩٥١) نوعا أو شكلا خامسا (وهو النوع الجانبى الوسطى) ، وهذه الأشكال الخمسة هى :

(ا) المركزى الجانبى : وفيه يلتحم زوج الـ CC تحت الأورطة ولكن يبقى زوج الـ CA منفصلا دون التحام وعلى جانبى الأورطة (شكل ٥٦ ا) ، ويوجد هذا النوع فى رتب ذبابة مايو والرعاشات ومستقيمة الأجنحة ومطبقة الأجنحة وميجالبترا Megaloptera وغشائية الأجنحة وطويلة الأجنحة وبعض الذباب من عائلات Psychodidae Culicidae .

وتختلف رتبة ذباب مايو عن باقى الرتب المذكورة فى أن عقدتى الـ CA تتصل بالعقدة تحت المرىء بدلا من اتصالها بعقدتى الـ C. cardiaca .

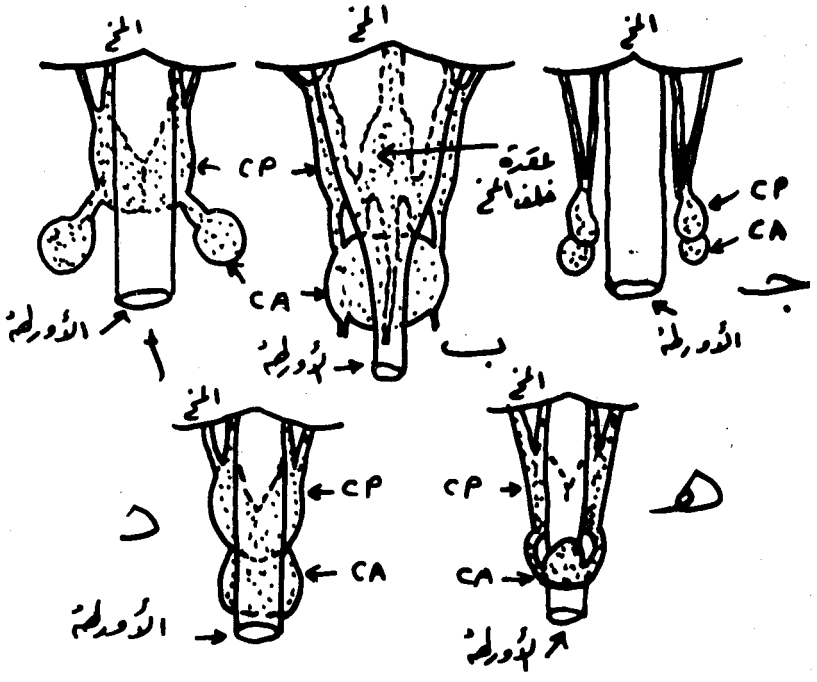
(ب) **الجانبى المركزى** : وفيه نجد أن زوج الـ CC منفصل ويوجد تحت الأورطة ، أما زوج الـ CA فملتحم ويوجد أيضا تحت الأورطة (شكل ٥٦ ب) ، ويوجد هذا النوع فى رتب جلدية الأجنحة وقمل الكتب .

(جـ) **الجانـــبى** : وفيه يكون موقع زوجى عقد الـ CA , CC جانبيا بالنسبة للأورطة ، وكل عقدة من عقد الـ CC والـ CA توجد إما ملتحمة أو منفصلة على كل جانب من جانبى الأورطة . ويوجد هذا النوع فى رتب ذات الذنب الشعرى وبعض متشابهة الأجنحة وغمدية الأجنحة وشعرية الأجنحة وحرشفية الأجنحة والبراغيث وبعض الذباب (عائلة Tipulidae) (شكل ٥٦ جـ) .

(د) **المركزى** : وفيه يوجد زوجا الـ CA, CC ملتحم تحت الأورطة كما فى رتبة Embioptera وكثير من رتبة نصفية الأجنحة (شكل ٥٦ د) .

(هـ) **الحلقى** : وفيه يوجد عقدتى الـ CC ملتحما تحت الأورطة بينما يوجد زوج عقدتى الـ CA فوق الأورطة كما فى بعض أنواع الذباب (تحت رتبة Cyclorrhapha وكذلك تحت رتبة Brachycera) (شكل ٥٦ هـ) .

وعلى العموم ففى صف الحشرات لا توجد عقدتا الـ CC فى رتبة ذات الذنب الشعرى ، بينما فى رتبة الدبلورا Diplura وباقى الرتب الحشرية فيها كل من عقدتى الـ (C. allata, C. cardiaca



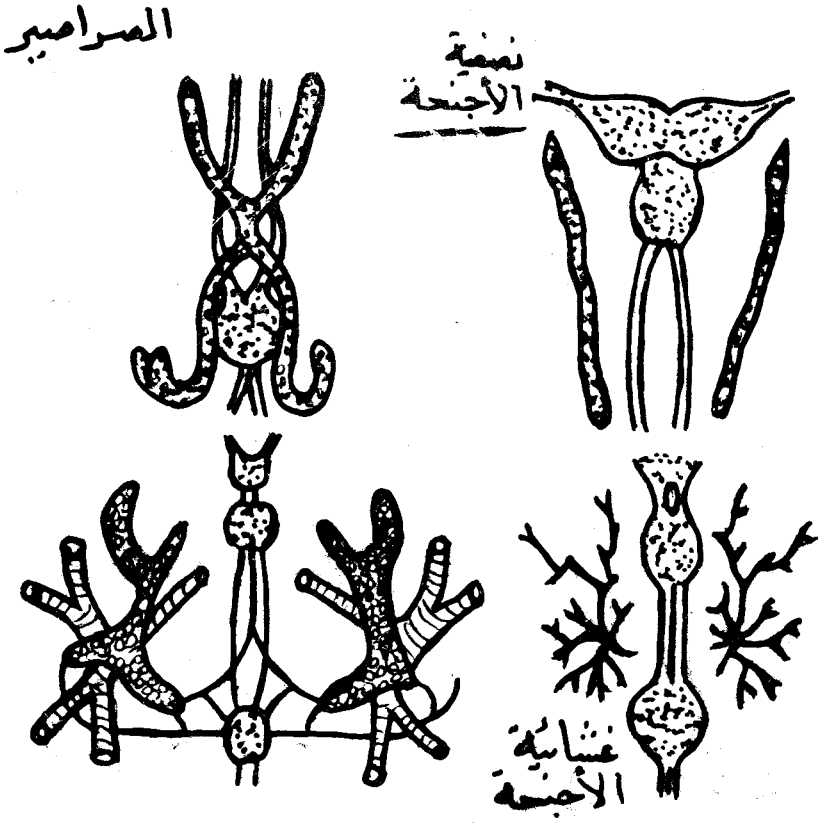
شكل (٥٦) : الإختلافات فى ترتيب عقدتى الـ Corpora cardiaca (CC) والـ Corpora allata (CA) فى الرتب الحشرية المختلفة .

غدة الصدر الأولى فى الحشرات : The Prothoracic Gland

وهى تنشأ فى الجنين من انبعاج للداخل من هيبودرمس حلقة الشفة السفلى فى الرأس ، وتوجد هذه الغدد فى الحلقة الصدرية الأولى (شكل ٥٧ ، ٥٨ أ) فى الأطوار الغير كاملة لكثير من حشرات رتبة حرشفية الأجنحة والصراصير وغشائية الأجنحة والخنافس وميكبترا، وان وجدت فى الجهة السفلى من الرأس فانه يطلق عليها اسم الغدة السفلية .Ventral gl .

كما هو الحال فى رتب جلدية الأجنحة والسمك الفضى وذبابة مايو والحشرات العضوية والرعاشات ومستقيمة الأجنحة ، وفى الأطوار الغير كاملة لبعض أنواع الذباب

توجد خلايا الغدة الصدرية مرتبطة مع خلايا الـ CA, CC حيث يكونون ثلاثتهم الأذرع الجانبية لحلقة وايزمان ، وتظهر خلاياها فى حالة إفراز فى أوقات الأنسلاخ . ولا توجد هذه الغدة فى الحشرات الكاملة إلا فى الحشرات التى تنسلخ فيه الحشرة الكاملة حيث تحوى مثل هذه الحشرات غدة الصدر الأمامى وعقدتى CA. CC فى حلقة وايزمان . وتفرز خلايا خاصة مفرزة Neurosecretory cells موجودة فى مقدم المخ الأول هرمونا منشطا Activation hormone ينبه غدد الصدر الأمامى ليجعلها تفرز بكثرة هرمونا يسمى (Moulting hormone (Ecdyson تجعل اليرقات تنسلخ أو تتطور وفى هذا الوقت بالذات يقل إفراز عقدتى الـ CA, CC والمسمى بهرمون الشباب Juvinile hormone . وليكن من المعلوم أن هرمون الأكدايزون هذا ينبه أيضا خلايا هيبودرمس جدار الجسم لتكوين الكيوتيكل الجديد وافراز سائل الأنسلاخ ، كما وأن هرمون الشباب مسئول أيضا عن فعالية الغدد الصدرية الامامية .



شكل (٥٧) : غدد الصدر الأمامى فى أربعة رتب مختلفة من الرتب الحشرية .

٣ ــ حلقة وايزمان Weismann's Ring (شكل ٥٨ ب) :

فى يرقات كثير من أنواع الذباب الذى يقع تحت رتبة سيكلورافا Cyclorrhapha لا يوجد الجهاز العصبى السمبثاوى السابق وصفه بل يوجد بها بدلا منه حلقة تسمى حلقة وايزمان أو الغدة الحلقية Ring gland or Weismann's ring ينفذ منها الأورطة (كما فى الرسم). وتحتوى هذه الحلقة على ثلاثة أنواع من الخلايا أحدها يقوم بنفس وظيفة عقدتى الـ CC وثانيها وظيفته تشابه وظيفة عقدتى الـ CA والنوع الثالث عمله يشابه عمل غدة الصدر الأمامى فى الحشرات .

وتثبت حلقة وايزمان فى مكانها داخل جسم اليرقة بالقصبات الهوائية . هذا ولقد وجدت فى يرقات الذباب التابعة لتحت رتبة براكسرا Brachycera حالة وسطية بين الحالة العادية المذكورة فى الجهاز العصبى السمبثاوى العادى والموجود فى يرقات الذباب التابعة لتحت رتبة نيماتوسيرا Nematocera وبين الحالة الموجودة فى يرقات الذباب التابعة لتحت رتبة سيكلورافيا Cyclorrhapha والتى توجد بها حلقة وايزمان .

٤ ــ الغدد اللمفاوية : The Lymph Glands

وجد الشاتورى (١٩٥٥) وغيره ٥ ــ ٦ أزواج من الغدد ملتصقة بجدار الأورطة والقلب فى يرقة ذبابة الدروسوفيلا . وتتكون كل غدة منها من عدد قليل من الخلايا الكبيرة الحجم ، والخلية الواحدة شكلها كروى أو مثلثى وتحوى نواة واحدة وأحيانا نواتين وتحاط الغدة الواحدة كلها بنسيج ضام . وتختلف هذه الغدد بدون شك عن الخلايا المحيطة بالقلب والمعروفة فى الحشرات باسم الخلايا الجار قلبية Pericardial cells .

والغدد اللمفاوية من الغدد الصماء التى تفرز هرموناتها فى الدم وهذه الهرمونات تتحكم فى نمو براعم الحشرة الكاملة Imaginal buds الموجودة بالفعل فى الطور اليرق والتى ستكون الاعضاء المختلفة فى الحشرة الكاملة كالأجنحة والأرجل والأعين والصدر والبطن وغير ذلك .

٥ ــ الغدد السفلية فى الرأس : The Ventral Head - glands (شكل ٦٣)

وصف هذا النوع من الغدد العالم الحشرى Pflugfelder فى الحشرات العصوية (Fam. Phasmidae) ، ولكنه ذكر أنها لا توجد فى حشرات رتبة نصفية الأجنحة (Hemiptera) وجميع الحشرات كاملة التطور (Holometabola) ، وهى تتلاشى فى الأيام الأولى من حياة الحشرة الكاملة (Adult) كما هو الحال فى غدتى الصدر الأمامى

(Prothoracie Glands) . ويسرع افراز الغدد السفلية الرأسية المذكورة من عملية الانسلاخ كما هو الحال فى إفراز غدتى الصدر الأمامى كذلك ، وتركيب الغدد السفلية الهستولوجى يشابه تركيب غدتى الصدر الأمامى ، وإفرازاتها بروتينية تتحكم فى إفراز هرمون الأكدايزون (هرمون الانسلاخ) الذى تفرزه غدتا الصدر الأمامى ، وربما تفرز تلك الغدد السفلية أيضا هرمونا مشابها لهرمون الأكدايزون هذا أو هرمونا يختلف عنه كلية .

٦ ــ الغدد الجار قلبية : The Pericardial glands(شكل ٦٣)

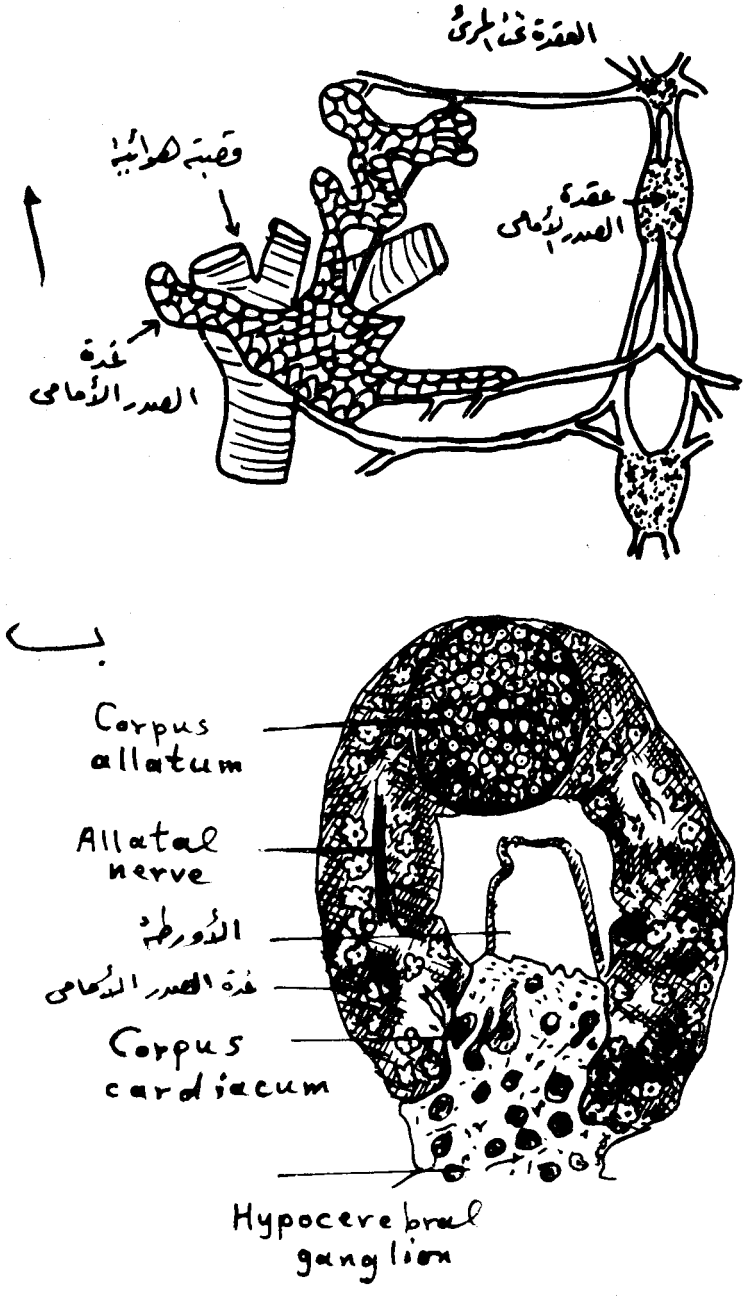
توجد هذه الغدد فى أزواج عند مقدم الوعاء الظهرى (Dorsal Vessel) وتشبه فى تركيبها الهستولوجى تركيب غدتى الصدر الأول ، ولقد وصف Pflugfelder تلك الغدد الجار قلبية بالتفصيل فى الحشرات العصوية (١٩٣٨ ــ ١٩٤٩) .

٧ ــ غدد القصبات الهوائية : The Peritracheal glands

وصف هذه الغدد كل من Possompés (١٩٤٩ ــ ١٩٥٣) ، Thomson (١٩٥١) فى بعض عائلات رتبة الذباب (Diptera) ، ولافرازاتها علاقة بعملية الانسلاخ ، كما يتشابه تركيبها الهستولوجى مع تركيب غدتى الصدر الأمامى .

٨ ــ الغدد الصدرية العلوية فى يرقات حرشفية الأجنحة :
The Dorsal thoracic glands

وجد كل من Hintze(١٩٦٨ ــ ١٩٦٩) ، Büchmann (١٩٦٧) زوجا من الغدد الصماء فى المنطقة العلوية من كل من الحلقتين الصدريتين الأولى والثانية وذلك فى بعض يرقات رتبة حرشفية الأجنحة ، وتسير كل من هاتين الغدتين فى محاذاة القصبة الهوائية الظهرية الرئيسية الطولية ، ويتفرع الطرف الأمامى لكل من الغدتين المذكورتين إلى فرعين ليذهب أحدهما ليرتكز على Apodeme عضلات الفك العلوى لليرقة بينما يذهب الفرع الآخر ليتصل بعقدة الـ Corpora allatum (شكل ٥٩ ب) ، وتشبه خلايا تلك الغدد الصدرية العلوية مثيلاتها فى غدتى الصدر الأمامى ، ويعتقد أن لافراز تلك الغدد الصدرية العلوية علاقة بعملية الانسلاخ فى اليرقة . هذا وتزول الغدد الصدرية العلوية المذكورة تماما عند نهاية العمر اليرقى الأخير .



شكل (٥٨) : (أ) غدة الصدر الأمامى.
(ب) حلقة وايزمان فى عذراء الذبابة **Eristalis** .

٩ ــ العضو المتفرع أو عضو (ر) : The Ramified (Branched) organ

اكتشف Lahargue (١٩٦٧) وجود أنسجة طولية متصلة على هيئة خيوط متفرعة بكثرة بدون قناة داخلية فى يرقة دودة الحرير Bombyx mori بجوار الثغور التنفسية وممتدة على جانبى اليرقة من الحلقة الصدرية الأمامية وحتى نهاية البطن بين الجسم الدهنى والقصبات الهوائية (شكل ٥٩ ا) . ويتكون كل فرع من أفرع نسيج العضو المذكور من صف واحد من الخلايا الكبيرة ذات النواة المتفرعة بخلاف نواة خلية الجسم الدهنى ، وتمتلىء خلية النسيج المذكور بالفراغات خاصة عند الانسلاخ . ويستمر وجود العضو المذكور أثناء طورى العذراء والحشرة الكاملة . ويعتقد العالم Bounhial (١٩٧١) أن عمل العضو المذكور قد يكون امتصاص هرمون الاكدايزون (وهو إفراز غدة الصدر الامامى) ثم يقوم بدوره بعد ذلك بتوزيعه على جميع أجزاء الجسم .

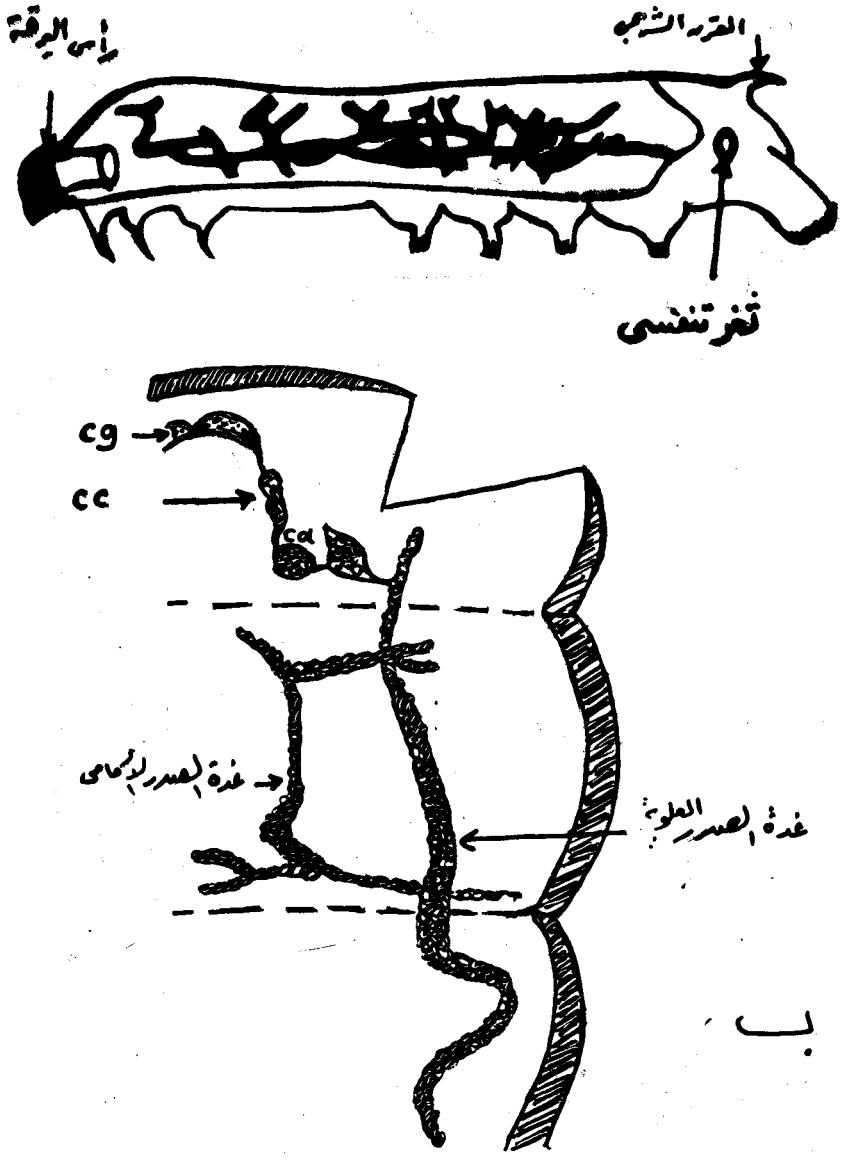
١٠ ــ الأعضاء الحلقية العصبية الدموية :

The metameric (Perisympathetic) neurohaemal organs

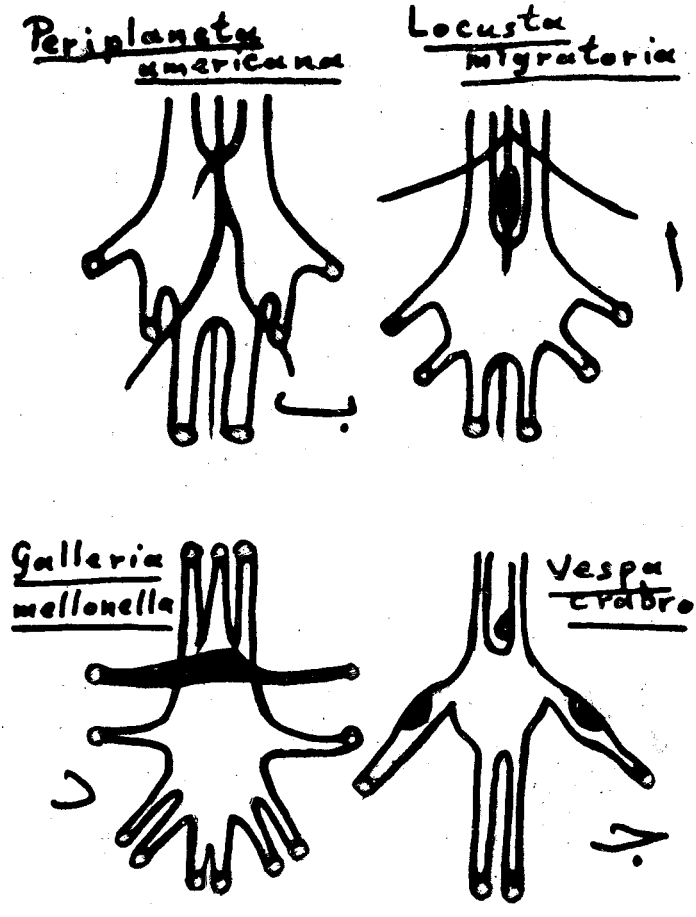
لم يكن معروفا من الأعضاء الحلقية العصبية الدموية Metameric neurohaemal organs (perisympathetic) خلاف عقدتى الـ CC إلى أن اكتشفت العالمة رابى (Raabe ، ١٩٦٥) ثخانات Thickeninigs موجودة فى أزواج على الأفرع المستعرضة للجهاز العصبى السمبثاوى الحشوى الوسطى الخارجى من العقد العصبية للحلقات الصدرية والبطنية والتى تغذى الثغور التنفسية وبعض عضلات البلورا فى الحشرتين Clitummus extradentatus., Carau sius morosus (من رتبة الحشرات العصوية) ، ثم بعد ذلك وجدت نفس العالمة ومساعدوها الأعضاء الحلقية العصبية الدموية فى أغلب الرتب الحشرية .

وتميز تلك الأعضاء (شكل ٦٠) بلونها الأبيض المزرق اللامع (مشابهة فى ذلك لون عقدتى الـ CC) ، ويتركب العضو هستولوجيا من نسيج عصبى يحوى فى مركزه أليافا عصبية متفرعة ويحاط من الخارج بالخلايا الغير عصبية المسماة بالـ Glial cells . ويتجمع إفراز تلك الأعضاء على سطحها الخارجى على هيئة Droplets يمكن صبغها بسهولة بصبغة الأزوكارمين ، ويعتقد أن هذا الافراز يحوى بروتينات Peptides مع مجموعات إندول Indole ، بيرول Pyrrole . وتذكر العالمة رابى Raabe أن إفرازات عقد الحبل العصبى البطنى Ventral nerve cord تتجمع فى تلك المجاميع العصبية الدموية

ومنها تذهب تلك الافرازات إلى الدم حيث تؤثر تلك الافرازات على نبضات القلب ودبغ كيوتيكل جدار جسم الحشرة .



شكل (٥٩) : (أ) عضو متفرع (Ramified) فى يرقة الحرير .
(ب) غدة الصدر العلوية فى يرقة Cirura vinula (رتبة حرشفية الأجنحة) .



شكل (٦٠) : أربعة أشكال مختلفة للأعضاء الحلقية العصبية الدموية Metameric Nearohaemal Organs)

الهرمونات والجهاز العصبى (عن نوفاك Novak ، ١٩٧٥)

١ ـ هرمون المخ : Braian hormone

لاحظ كوبيك Kopec (١٩١٧) أنه عند ازالة المخ فى بداية العمر اليرق الأخير لا يمكن لتلك اليرقة التحول إلى عذراء ، مما يشير إلى أن هناك افراز يؤثر على عملية الانسلاخ والتطور يفرز من المخ ، ويرجع الفضل فى اكتشاف هذا الافراز أو الهرمون إلى العالم الحشرى وجلزورث Wigglesworth (١٩٣٤) والذى سماه هرمون الانسلاخ

Moulting hormone والمعروف حاليا باسم هرمون التنشيط Activation(AH) hormone . ويفرز هرمون المخ هذا من خلايا خاصة عصبية مفرزة Neurosecretory cells ، ويقوم بعملية تنشيط لغدتى الصدر الأمامى Prothoracic glands (اللتان تفرزان هرمون الانسلاخ أو الإكدايزون) بالاضافة إلى عدة فوائد أخرى (سيأتى ذكرها فيما بعد) ولكن أهمها التحكم فى تنشيط أو تثبيط غدتى الـ Corpora allata (Giriardie ، ١٩٦٤) أى أن هرمون المخ هذا هو الهرمون الذى يبدأ فى تنشيط غدتى الصدر الامامى وهو الهرمون الذى يتحكم فى افرازات غدتى الـ C. allata هذا ولا بد من معرفة أن هرمون المخ لابد وأن يمر خلال عقدتى C. cardiaca قبل ذهابه إلى الدم حيث أن افرازات العقدتين الأخيرتين تزيد فى نفس الوقت من تأثير هرمون المخ (أو هرمون التنشيط) . ويعتقد بعض العلماء أن هرمون التنشيط المذكور من أصل بروتينى Peptide ولو أن البعض الآخر يعتقد أنه من أصل دهنى Steroid . ووجد العالم Gersch (١٩٦٢) أن هرمون المخ (AH) يحوى عاملين (Factors) مختلفين ، أولهما AH^1 وفائدته تنشيط وتنبيه جميع أنواع الـ RNA ، فى حين أن ثانيهما AH^2 فهو يزيد من شفافية أغشية الخلايا ، كما يعمل العاملان المذكوران سويا على تنبيه وتنشيط بعض الغدد لانتاج إفرازاتها ، (مثل الغدد الزائدة فى الذكور والخلايا الطلائية المحيطة بفروع المبيض Follicular cells لتكوين البيض) وعملية التمثيل الغذائى (وذلك بالتأثير على افراز إنزيم البروتينيز Proteinase فى المعدة وإنزيم الاستريز Esterase فى القناة الهضمية الخلفية) والتوازن المائى والسكون Diapause والتأثير على بعض الصفات المورفولوجيه للحشرة (كطول الأجنحة) وعلى كمية الجليكوجين المخزنه فى الجسم الدهنى وعلى تكوين الأشكال Phase differentiation فى الجراد الصحراوى . ومن الممكن أن يكون كل من العامل الأول AH^1 والعامل الثانى AH^2 هرمونين مختلفين يقوم بافراز كل منهما خلايا عصبية مختلفة .

وتتكون الخلايا العصبية المفرزة لهرمون المخ من مجموعتين وسطيتين ومجموعة أخرى على كل جانب من جانبى المخ الأول Protocerebrum (شكل ٦١) . وتتكون كل من المجموعتين الوسطيتين من ٤ ــ ١٥ خلية والخلايا لونها أبيض لبنى أو مزرق وتتصل بعصب بعقدتى الـ C. cardiaca والـ C. allata الموجودتين على الجهة الأخرى من الجسم فى حين تتكون كل من المجموعتين الجانبيتين من ٢ ــ ٤ خلايا تتصل بعصب بالـ ca , cc الموجودة فى نفس الجهة من الجسم . هذا وتنقسم الخلايا العصبية المفرزة لهرمون المخ إلى أربعة أنواع تبعا لاختلاف ألوانها عند صبغها مما يدل على أن كل نوع من

تلك الأنواع الأربعة له وظيفة إفرازية خاصة ، والأنواع الأربعة هى (شكل ٦٢) :

(ا) **الخلايا أ (A cells)** : وتصبغ باللون الأحمر القرمزى الداكن أو الأزرق الداكن عند صبغها بصبغة البارالد هيد فوكسين Paraldehyde fuchsin أو باللون الأزرق المسود عند صبغها بصبغة الكروم هيماتوكسيلين (جوموری) Gomori chrome haematoxylin (الخلايا الحية لونها أزرق مبيض لامع) ، وتحوى الخلية حبيبات كثيرة كبيرة الحجم ، والخلية كمثرية الشكل أو غير منتظمة أحيانا ، وتوجد تلك الخلايا تحت غشاء النيرولما . هذا ولقد وجد أن إبعاد هذا النوع من الخلايا يقلل من خصوبة الحشرة ويؤخر — ولكن لا يمنع — وضع البيض كما تصغر غدتا الـ ca فى الحجم .

(ب) **الخلايا ب (B cells)** : وتصبغ باللون الأخضر أو الأخضر المزرق عند صبغها بصبغة البارالدهيد فوكسين وباللون الأحمر عند صبغها بصبغة جوموری كروم هيماتوكسلين ، والخلية هنا أصغر من النوع الأول فى الحجم وأقل انتظاما فى الشكل من النوع الأول .

(جـ) **الخلايا جـ (C cells)** : وتصبغ باللون الأحمر القرمزى عند صبغها بصبغة البارالدهيد فوكسين وباللون الأحمر عند صبغها بصبغة جوموری كروم هيماتوكسلين . ويوجد هذا النوع من الخلايا مع خلايا النوع الثانى فى منطقة واحدة ، والخلية هنا فى هذا النوع الثالث غير منتظمة الشكل والسيتوبلازم مملوء بالحبيبات الدقيقة الكثيرة .

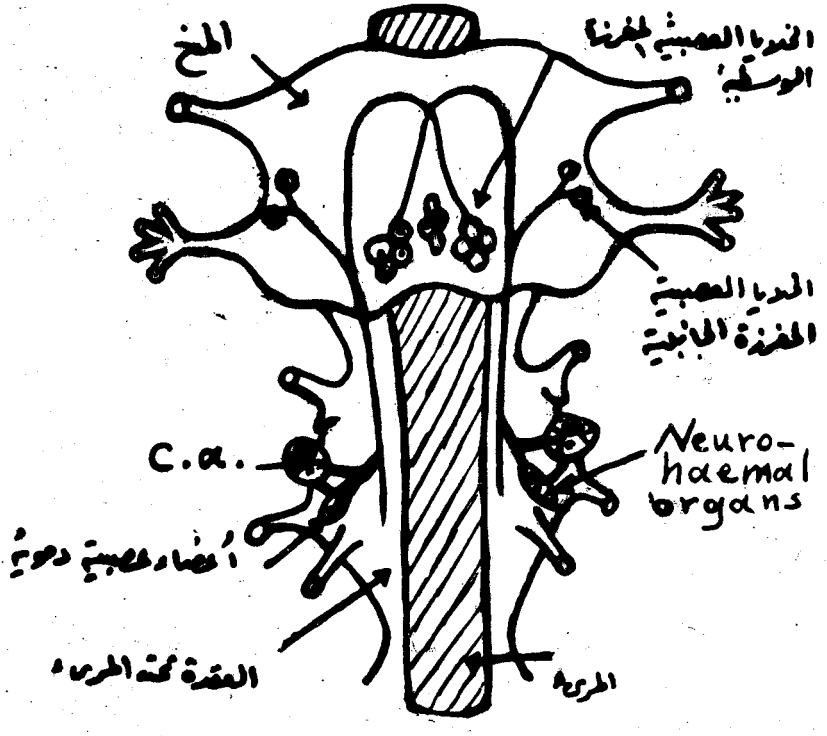
(د) **الخلايا د (D cells)** : السيتوبلازم فى هذا النوع مملوء بالحبيبات الدقيقة التى تصبغ باللون الأحمر القرمزى الفاتح بصبغة البار الدهيد فوكسين وباللون الأزرق المسود الفاتح بصبغة جوموری كروم هيماتوكسلين ، الخلية هنا أكبر من النوع الأول .

٢ — هرمون الانسلاخ : Moulting hormone أو الأكدايترون Ecdyson (MH)

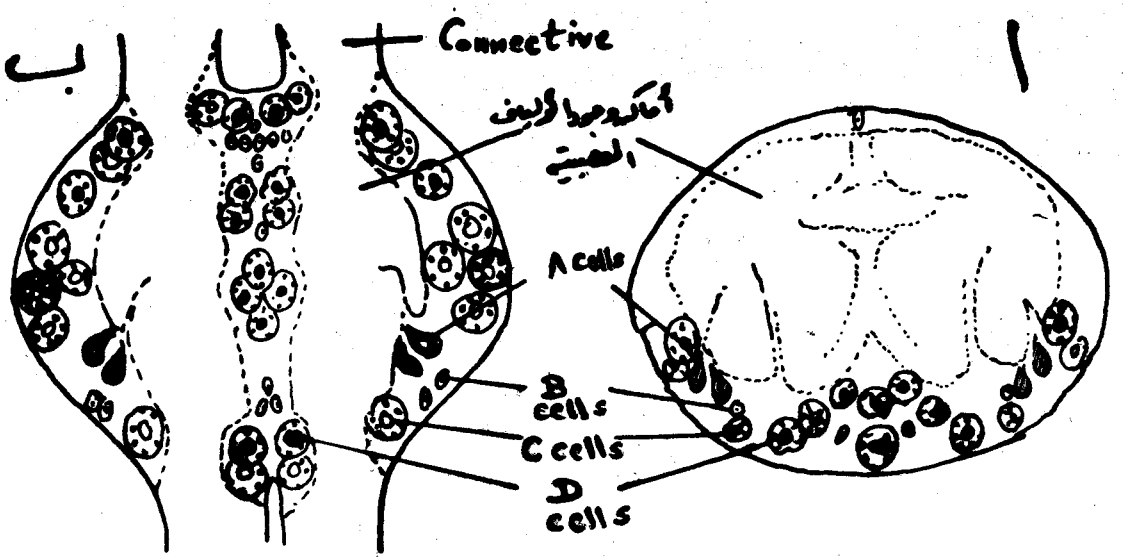
ويرجع اكتشافه إلى العالم الحشرى فوكودا Fukuda (١٩٤٠ — ١٩٤٢) إذ وجد أنه عند ربط يرقة دودة الحرير Bombyx mori من منتصفها فان النصف الأمامى لليرقة يتحول إلى عذراء بينما يظل الجزء الخلفى على ما هو عليه مما يشير إلى أن هناك هرمونا يفرز من منطقة الصدر ويؤثر مباشرة فى عملية الانسلاخ عن طريق تأثيره على خلايا الابدرمس،ومصدر هذا الهرمون هو غدتا الصدر الأمامى اللتان توجدان بالمنطقة السفلية الجانبية للحلقة الصدرية الأمامية فى يرقات الحشرات كاملة التطور أو مشابهاتها مثل غدد القصبات الهوائية Peritracheal glands والغدد الجار قلبية Pericardial glands وغدد

الرأس السفلية Ventral head glands فى الحشرات ناقصة التطور والتى سبق ذكرها ، بل وقد وجد الأكدايزون فى براز بعض الحشرات كالجراد الصحراوى ودودة الحرير وذبابة الكاليفورا Calliphora sp. .

ولقد توسع وليامز Williams (١٩٤١ ــ ١٩٥٢) فى دراسة هذا الهرمون كما عزله كبللورات نقية كيماويا العالمان Karlson ، Butenandt (١٩٥٤) وذلك من عذارى دودة الحرير Bombyx mori (انظر التركيب الكيماوى للاكدايزون فى شكل ١٥) وبمقدار ٥ ملجم لكل ١٠٠ كجم من العذارى وقد شخص هذا الهرمون كيماويا كالآتى : 2,3,14,22,25- Pentathydroxy - 7- cholestene- 6-one .



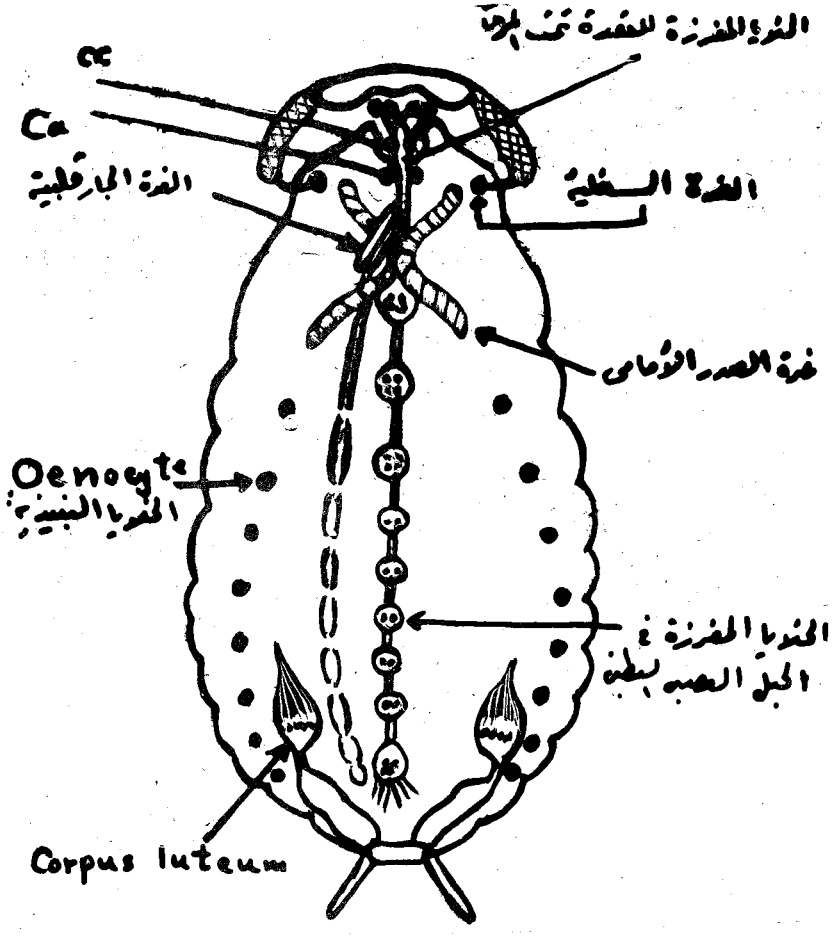
شكل (٦١) : المخ والعقدة تحت المرىء لبيان الخلايا المفرزة فى مخ حشرة الكولبولا .



شكل (٦٢) : خلايا عصبية مفرزة فى العقدة العصبية الثالثة البطنية للجراد الصحراوى.

(أ) قطاع عرضى.

(ب) قطاع طولى.



شكل (٦٣) : الأماكن الرئيسية لإفراز الهرمونات فى جسم الحشرة.

هذا وقد تمتد غدتا الصدر الأمامى فى بعض الحشرات وغالبا ما يوجدان متصلان بالقصبة الهوائية الرئيسية الجانبية قرب الثغر التنفسى فى الصدر الأمامى . وفى بعض أنواع البق الرودنيس (Rhodnius) توجد كل غدة من غدتى الصدر الأمامى على شكل سلاسل من الخلايا الشفافة داخل فصوص الجسم الدهنى ، وتشبه محتويات خلايا كل من غدتى الصدر الامامى محتويات خلايا عقدتى الـ Corpora cardiaca ويصبغ السيتوبلازم فيها بأزرق الميثيلين أو بالأحمر المتعادل . وخلايا كل من غدتى الصدر الأمامى طويلة ذات زوائد برنشيمية ، وأحيانا توجد الخلايا بعيدة عن بعضها البعض ولكنها ترتبط مع بعضها بقنوات ، كما أن إفرازاتها ذات طبيعة دهنية Steroid . هذا وتضمحل الغدة

كلية فى خلال عدة أيام بعد خروج الحشرة الكاملة . وتتأثر كل من غدتى الصدر الأمامى بهرمون التنشيط (AH) بعد نحو ٣ ساعات من إفراز الهرمون الأخير والذى يؤثر بدوره فى عقدتى الـCorpora allate بعد نحو ٣ ساعات أخرى ، وليكن من المعلوم أن هرمون الشباب (JH) يؤثر أيضا على غدتى الصدر الأمامى وعلى عقدتى الـ C. allata ولكن هذا التأثير يكون على عقدتى الـ C. allata قبل غدتى الصدر الأمامى .

٣ ــ هرمون الشباب : Neotenin أو Juvinile hormone (JH)

ويرجع اكتشافه إلى العالم الحشرى وجلزورث Wigglesworth (١٩٣٥ ــ ١٩٣٦) وتفرزه عقدتا كل من الغدتين Corpora allata, (cc) Corpora cardiaca (ca) ، والعقدة الواحدة من عقدتى غدة الـ C. allata إما أن يكون شكلها مستديراً أو بيضاوياً أو مفلطحاً ومتصلة بعقدة غدة الـ cc الموجودة جهتها بعصب قد يكون طويلاً أو قصيراً أو قد تتصل عقدتا الغدتين ببعضهما البعض ، وتغلف العقدة بنسيج ضام وتتكون من عدة أنواع من الخلايا بعضها فقط هى الخلايا المفرزة لهرمون الشباب .

ووجد أن الهرمون المستخلص من حشرة Hyalophora سائل برتقالى اللون والعنصر الفعال فى هذا السائل هو Farnesol ومشتقة الألديهايدى Farnesal وتشخيصه الكيماوى كالآتى :

Methyl trans trans, eis- 10- epoxy- 7- ethyl- 3,11, dimethyl- 2,6- tridecadienoate.

ولقد وجد أكثر من نوع من هرمون الشباب فى الحشرات ، واطلق عليها اسماء JH I, JH II, JH III ، والهرمونان الأول والثانى عبارة عن هرمونات تركيبية (Morphogenetic) بينما الثالث فله وظيفة تناسلية (انظر الدركزلى ، ١٩٨٢) .

وبالاضافة إلى العديد من الفوائد لهذا الهرمون مثل نمو المبايض فى الاناث وبالتالى التأثير فى كمية البيض التى تضعها الاناث وكذلك تنشيط عمل عضلات جدار القلب ، فانه يؤثر على عملية الانسلاخ عن طريق تأثيره على خلايا ابدرمس جدار الجسم التى تستجيب لمحصلة التوازن بين الأكدايزون (MH) وهرمون الشباب (JH) إذ أن هرمون الشباب يزداد فى بداية العمر اليرقى الواحد ويقل فى نهايته أما الأكدايزون فانه يزيد عند نهاية العمر اليرقى ، والتوازن بين الهرمون يؤثر فى نوع الطور الناتج عن عملية الانسلاخ .

أما عن عقدتى الـ Corpora cardiaca (cc) فتحوى افرازى هرمون التنشيط AH^1 , AH^2 وموادا أخرى عديدة البروتينات Polypeptides .

هذا وابتداء من عام ١٩٦٦ بدأ إنتاج مواد لها فاعلية هرمون الاكدايزون تسمى Ecdysoides (مثل مواد B - ecdyson الموجودة فى الحيوانات القشرية ، Ponasterone الموجودة فى النباتات السرخسية 20- hydroxysteroides, Ferns المحضرة صناعياً وموادا أخرى لها فاعلية مواد هرمون الشباب Juvenoids المستخرجة من أنسجة النباتات والحيوانات مثل مادة Farnesal (ذات الأصل النباتى) وذلك من مصادر أخرى خلاف الحشرات وهى النباتات والحيوانات والأحياء الدقيقة أو بتحضيرها صناعيا Synthetically ، وينتظر فى القريب إنتاج مواد شبيهة فى مفعولها بمفعول هرمون التنشيط وذلك من بعض الحيوانات الفقرية .

٤ ــ الهرمونات الأولية : Pre- or Proto- hormones

وهى هرمونات تؤثر فى نفس الغدة التى أفرزتها وبذلك تختلف عن الهرمونات الأخرى التى تنتقل عن طريق سوائل الجسم بعد إفرازها من غددها لتؤثر فى أجهزة بعيدة عن تلك الغدد المفرزة ، ويوجد نوعان من تلك الهرمونات الأولية هى :

(ا) **The neurohumoral factors** : وهى إفرازات الخلايا العصبية نفسها مثل مواد الأسيتايل كولين Acetylcholine (تعادل كميتها فى الصرصار ١٥ مرة مثيلتها فى الفقريات) ، Noradrenaline الموجودة عند نهايات الأعصاب Synapses ، ويطلق عليها اسم هرمونات لأنها افرازات من خلايا معينة ولها تأثير فسيولوجى داخل العضو المفرز نفسه .

هذا كما يوجد أيضا إنزيم Acetylcholinesterase بكميات كبيرة داخل الخلايات العصبية المفرزة وكذلك عند نهايات الأعصاب Synapses وفى غلاف العقدة العصبية وفى الخلايا العصبية الغير مفرزة Glial cells ، ويحمى هذا الانزيم الجهاز العصبى المركزى من دخول مادة الاسيتايل كولين Acetylcholine من الخارج ، ويبدأ ظهور هذا الانزيم فى الجنين مع ظهور الخلايا العصبية الأولية Neuroblasts فى البيضة المخصبة .

وبخلاف الفقريات فان هذا الانزيم لا يوجد فى الحشرات فى نهايات الأعصاب التى تغذى العضلات وعلى ذلك فهو لا ينقل التأثير العصبى للعضلات .

كما توجد مادة السيروتونين Serotonin (5 - hydroxytryptamine) بكميات لا بأس بها فى العقد العصبية للحشرات وفى عقدتى الـ CC وربما تفرز من خلايا عصبية خاصة بها ولها فوائد منبهة أو مثبطة فى أنسجة مختلفة من أنسجة الجسم فى الحشرات مثل تنشيط ضربات القلب وتقلصات القناة الهضمية فى الصرصار الأمريكى وتنبيه أو تثبيط نقل الأحساس العصبى للعضلات Neuromuscular transmission وإسراع عملية الطيران الليلية فى الفراشات وتنبيه عمليات الافراز فى الغدد اللعابية فى ذبابة الكاليفورا Calliphora ، هذا ولقد وجدت المادة المذكورة فى قلب الجراد الصحراوى وعقده العصبية .

أما عن مواد الـ Cate Cholamines فلقد وجدت أيضا فى الحشرات حيث توجد بكثرة مادة الدوبامين Dopamine (3 - hydroxytyramine) كما توجد بقلة مادتى الادرينالين Adrenaline ، النورادرينالين Noradrenaline وتنشط المواد المذكورة الجهاز العصبى المركزى فى الصراصير ويعقب هذا التنشيط غلق نهايات الأعصاب Synapses ، كما أن لها تأثير عكسى على ضربات القلب وتقلصات القناة الهضمية وأنابيب ملبيجى وقنوات المبيض .

(ب) **هرمونات العوامل الوراثية Gene hormones** : والتى تعتمد فى إفرازها على جينات معينة وتؤثر على صفات وراثية معينة . وفى الواقع فان مادة RNA (الرسول) والمسئولة عن تكوين الهرمونات المذكورة هى نفسها الهرمون الوراثى Gene hormone وهذا الهرمون مسئول عن ظهور اللون الأسود فى العين المركبة لفراشة الدقيق Anagasta Kühniella ، وألوان العيون المركبة فى ذبابة الدروسوفيلا . والتركيب الكيماوى لهذا الهرمون هو مادة L - Kynurenine وتتكون تلك المادة عند تأكسد الحامض الأمينى تربتوفينى Tryptophane بالانزيمات .

هذا وقد وجد هرمون جينى آخر يتحكم فى عدد العوينات (Ommatidia) Facets فى العين المركبة لذبابة الدروسوفيلا اذ يجعل عدد العوينات فى بعض الذباب ٥٠ ــ ٦٠ عوينة فقط بدلا من ٦٠٠ ــ ٦٥٠ عوينة ، ولم يعرف التركيب الكيماوى لهذا الهرمون حتى الآن ولكن يحدث هذا الهرمون نفس التأثير الذى يحدث عن استخدام مواد مثل الهستيدين Histidine ، والكرياتين Creatine ، والـ Methyl hydantion .

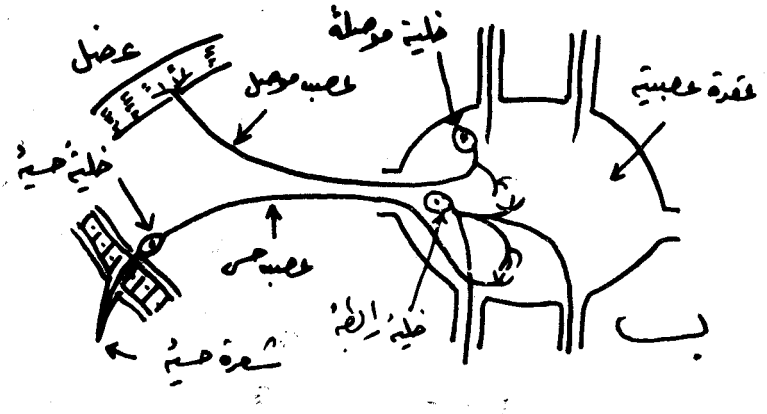
ثالثا : الجهاز العصبى السطحى : The peripheral nervous system

وهو مكون من خلايا حسية Sensory cells كثيرة مستطيلة الشكل منتشرة تحت جدار جسم الحشرة ويخرج من كل من هذه الخلايا أعصاب حسية هى فى الواقع أعصاب مستقبلة Sensory nerves . وتتجمع كل مجموعة من هذه الأعصاب بعد مسافة ما داخل جسم الحشرة فى عصب واحد مثلا يتصل بدوره بأى عصب رئيسى ذاهب إلى أحد عقد الحبل العصبى البطنى أو الجهاز العصبى السمبثاوى .

رابعا : أعضاء الحس : The Sense Organs

من خواص الحشرات قدرتها على تكييف افعالها حسب ظروف البيئة المحيطة بها ، ويمكن للحشرات ذلك لأنها تملك مجاميعا من الخلايا على سطحها الخارجى تتأثر بهذه المؤثرات الخارجية ، وتعرف هذه المجاميع المذكورة بأعضاء الحس Sense organs . وتخرج من الخلايا الحسية المستقبلة Sensory cells والتى تستقبل المؤثرات الحسية الخارجية والمكونة لعضو الحس أعصاب تسمى بالأعصاب المستقبلة Sensory nerves تمتد لداخل الجسم لتذهب إلى الجهاز العصبى المركزى . وتوجد مجموعة أخرى من الأعصاب الموصلة Motor nerves ولكنها تخرج من خلايا موجودة بعقد الحبل العصبى المركزى نفسها وتذهب إلى عضلات الجسم وأعضائه المختلفة . وتوجد مجموعة ثالثة وسطية تسمى بالأعصاب الرابطة Association nerves تصل نهايات الأعصاب المستقبلة بجذور الأعصاب الموصلة وذلك داخل عقد الجهاز العصبى المركزى كولو أن الأعصاب الطويلة Axons لهذه الخلايا الرابطة تعبر الأعصاب الموصلة بين العقد العصبية Commissures لتنتهى ، وبهذه الطريقة توجد دائرة مستمرة بين أعضاء الحس الموجودة على السطح الخارجى لجسم الحشرة والتى تستقبل المؤثرات الخارجية وتوصلها إلى عقد الحبل العصبى المركزى ثم خروج هذه الاشارة المرسلة من عقد الحبل العصبى المركزى إلى الجهاز الذى يراد منه أن يستجيب لهذه المؤثرات الخارجية فيؤدى هذا الجهاز الأخير عمله المطلوب من إفرازات وغير ذلك من الأعمال (شكل ٦٤) .

وجميع مكونات الجهاز العصبى اكتودرمية Ectodermal ، وتحاط جميع الأعصاب والمخ وكذلك العقد العصبية من الخارج بغلاف من نسيج ضام يسمى Perineurium .



شكل (٦٤) : رسم يوضح انعكاس المؤثر خلال الخلايا العصبية .

وعلى هذا فكل عقدة من عقد الجهاز العصبى تحتوى على سطحها الخارجى على تجمعات من الخلايا العصبية بعضها خلايا موصلة والبعض الآخر خلايا رابطة وفى مركز العقدة توجد كتلة من الألياف العصبية ، ويوجد خلاف ذلك خلايا أخرى متفرعة ذات شكل غير منتظم .

وتنقسم أعضاء الحس فى الحشرات عموما إلى أربعة أقسام وهى :

١ ــ أعضاء حس ميكانيكية Mechanoreceptors ومنها أعضاء الحس باللمس Touch أو الضغط Tension وأعضاء حسية تتأثر بالمؤثرات الصوتية Sound والتوازن Balance .

٢ ــ أعضاء الحس الكيماوية Chemoreceptors : كأعضاء الشم Smell والذوق Taste .

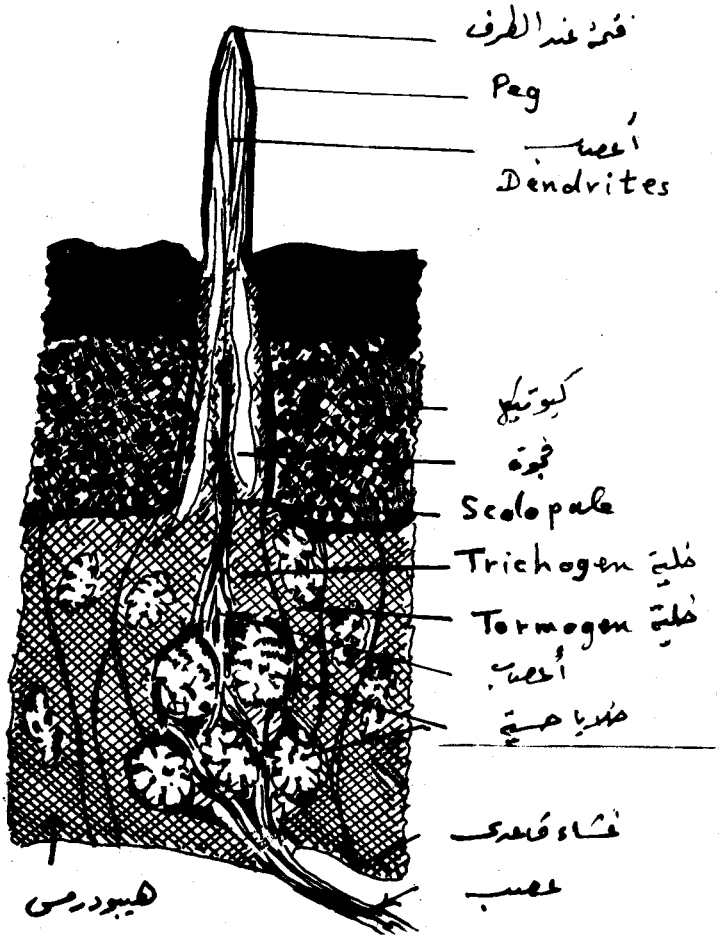
٣ ــ أعضاء الحس الضوئية Photoreceptors : كالعيون البسيطة والعيون المركبة .

٤ ــ أعضاء حسية تتأثر بالتغيرات فى الحرارة والرطوبة :

أعضاء الحس الميكانيكية :

نظرا إلى صلابة جدار جسم الحشرة فلقد زودت معظم الشعرات المغطية له بخلايا حسية عند قواعدها ، ويخرج من هذه الخلايا أعصاب الحس التى تذهب إلى الجهاز العصبى المركزى . وتتأثر هذه الشعرات بالطبع بالهواء أو بالتيارات المختلفة أو باللمس أو بغيره . وعلى هذا فتعتبر الشعرة والخلية (أو عدة خلايا) الحسية الموجودة أسفلها

والعصب الخارج من هذه الخلية بعضو الحس Sense organ باللمس أو بالضغط . ومثل هذه الشعرات الحسية موجودة ومنتشرة على جسم الحشرة كلها وزوائدها وكذلك على قرون الاستشعار . وليكن من المعلوم أن بعض هذه الشعرات الحسية تتأثر بالموجات الصوتية Sound waves أى تعمل كأعضاء سمع .



شكل (٦٥) : عضو شم من قرن استشعار نطاط (Basiconic peg) .

أعضاء التوازن فى الحشرات : Organs of Equilibrium

تمتلك بعض الحشرات أعضاء حس خاصة تمكنها من التحكم فى حسها واتجاه جسمها أثناء سيرها على الأرض أو أثناء حركتها فى الماء إذا كانت من الحشرات المائية أو أثناء طيرانها .

فيوجد فى نهاية بطن يرقة Ephelia كيسان ، كل كيس (شكل ٦٦ جـ) يحتوى على شعرات حسية وحبيبات . ويمتلىء داخل هذا الكيس بالماء إذا كانت اليرقة متجهة فى الماء إلى أسفل ويفرغ إذا كانت متجهة جهة السطح ، وعلى هذا فعند امتلائه تسقط الحبيبات على الشعرات الحسية وعند تفريغه تبتعد تلك الحبيبات عن الشعرات ثانية ، ومن هذا يمكن لليرقة المذكورة الاحساس باتجاهها داخل الماء عن طريق الجهاز المذكور .

وفى بعض حشرات رتبة نصفية الأجنحة يوجد بجانب كل من خطى الثغور التنفسية على كل من جانبى الجسم شعيرات حسية حيث يكثر وجود الهواء المستمر مع مثيله الموجود داخل القصبات الهوائية ، وعلى هذا فأى حركة للحشرة داخل الماء يتسبب عنها تغير فى الضغط الذى تشعر به وتسجله هذه الشعرات الحسية ، وبما أن هذا الضغط يزداد أو يقل تبعا لعمق الحشرة فى الماء ، إذن فمن الممكن للحشرة أن تعرف اتجاهها وموقعها داخل الماء بواسطة هذا الجهاز المذكور .

والحشرة الكاملة Aphelocheirus بخلاف أكثر الحشرات المائية الأخرى ، أثقل من الماء ولا يمكنها تخزين فقاعات الهواء تحت الشعر الذى يغطى جسمها ، ولكن يمكن لهذه الحشرة معرفة اتجاه حركتها فى الماء اذ أنها تمتلك زوجا من الانخفاضات على الاسترنة البطنية الثانية بجوار زوج الثغور التنفسية لهذه الحلقة ، وعلى كل انخفاض توجد شعيرات تحمل كل شعرة فيلما من الهواء وذلك بمعدل ٦٠٫٠٠٠ شعرة على الملليمتر المربع الواحد ، وبين الشعيرات المذكورة توجد شعيرات حساسة تتحرك كلما تغير الضغط الموجود عند نقطة تقابل فقاعات الهواء بالماء .

والشعيرات الحسية المختلفة الموجودة على الأجنحة والمتركزة فى الغالب عند قواعد العرقين Radius, Subcosta (ولو أنها قد توجد أيضا على أطراف الأجنحة) هى فى الغالب شعيرات تساعد الحشرة فى ضبط توازنها أثناء الطيران كبل وثبت وجود علاقة مطردة بين عدد هذه الشعيرات على الأجنحة وبين القدرة على التوازن . ولقد تركزت حاسة التوازن هذه أثناء الطيران فى أغلب رتبة الذباب فى دبوس التوازن Haltere (شكل ٦٦ ا ، ب) ، ويمكن لذباب مسرى Family Tabanidae الطيران بدون دبوس التوازن بخلاف الذباب التابع لعائلة Family Calliphoridae الذى لا يمكنه الاحتفاظ بتوازنه أثناء طيرانه إذا ما نزعت منه دبابيس التوازن (شكل ٦٧) .

٢ ــ أعضاء الحس الكيماوية : أما الأعضاء الحسية الخاصة بالشم Olfactory والذوق Taste فهى عبارة عن شعيرات رقيقة الجدر قصيرة نوعا وسميكة ولذا فيطلق عليها

اسم Peg-Like (شكل ٦٥) أو على شكل أطباق حسية Sense plates (شكل ٦٨ ، ٦٩ ، ٧٠) ولمثل هذه الشعيرات أو الأطباق الحسية القدرة على التأثر بالمواد الموجودة فى السوائل (الذوق) أو فى الهواء (الشم) . وكل شعيرة من هذه الشعيرات أو كل طبق حسى تغذيها خلايا عصبية أسفلها وترسل هذه الخلايا لأعلى عصبا رفيعا يمتد بداخل الشعيرة . وتوجد أعضاء الحس الشمية عى قرون الاستشعار ، أما أعضاء الحس بالذوق فهى موجودة على أجزاء الحشرة الكبيرة من الفم كسقف الحلق والملامس الفكية والشفوية وغيرها ، وتستطيع بعض الحشرات أن تحس الذوق بقرون استشعارها بل وبرسغ أرجلها .

وعلى العموم فبدراسة سطح قرن الاستشعار من الخارج يلاحظ أن أكثر أعضاء الحس المنتشرة على سطحه هى على شكل اسطوانات أو صفائح حسية بيضاوية تسمى Sense plates أو Sensillae ويوجد أسفل كل صفيحة من هذه الصفائح مجموعة من الخلايا العصبية فائدتها شمية كذلك . وفى نحلة العسل أمكن حصر عدد ٥ ــ ٦ آلاف صفيحة من الصفائح الحسية المذكورة على شمروخ الشغالة ، ٢ ــ ٣ آلاف على شمروخ الملكة فى حين أنه وجد منها حوالى ٣٠ ألف على شمروخ الذكر .

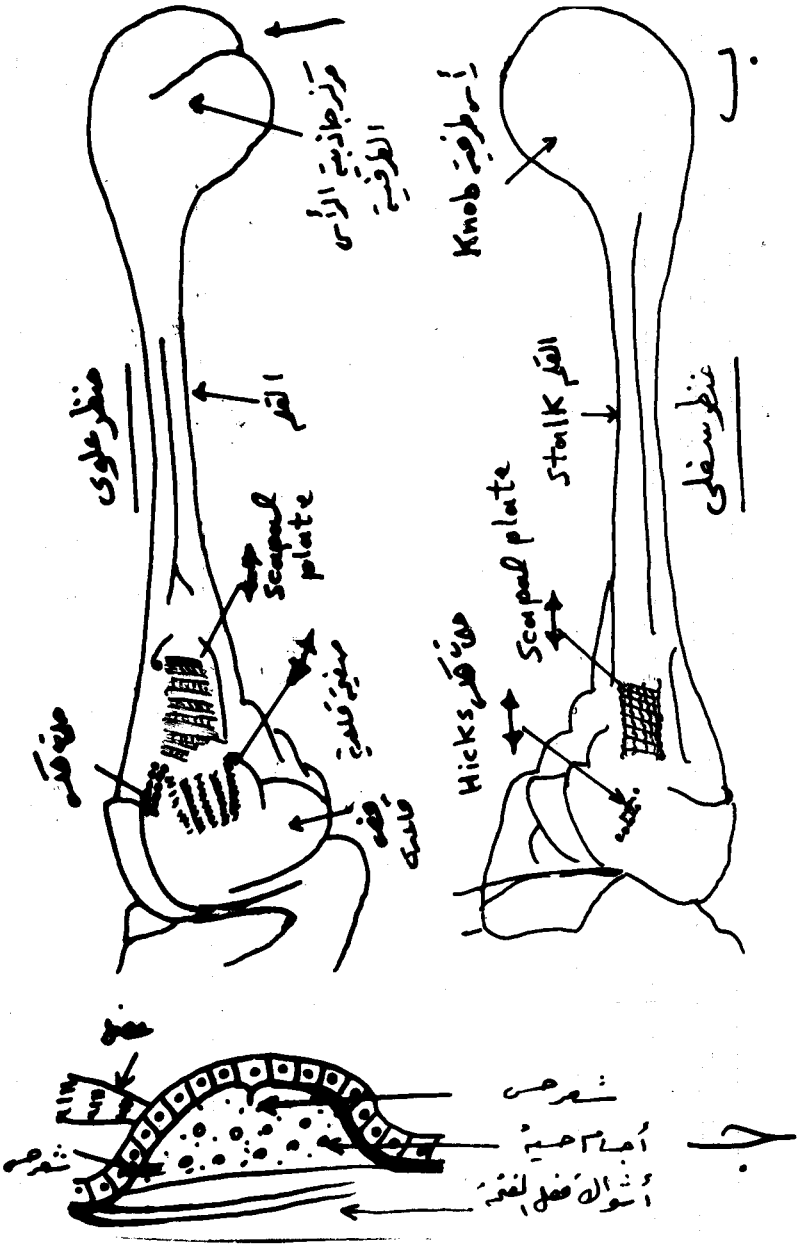
وفائدة أعضاء الشم الحسية هامة لحياة الحشرة إذ بواسطتها تستدل على أماكن غذائها ، وبواسطتها أيضا تستطيع الأنثى العثور على مكان ملائم لوضع البيض ، كما وأن الذكر يمكنه أن يجد الانثى بعد أن يشم المادة التى تفرزها الأنثى لتجذبه . وفى الحشرات الاجتماعية (كالنمل والنحل والزنابير والنمل الأبيض) تستطيع أفرادها أن تتعرف على الجماعات التابعة لمستعمراتها بواسطة حاسة الشم كما وأنها عند سيرها من وإلى عشها إلى مكان ما مثلا تتبع طريق معين به رائحة أفراد مستعمراتها Odour trail .

٣ ــ أعضاء الحس الضوئية :

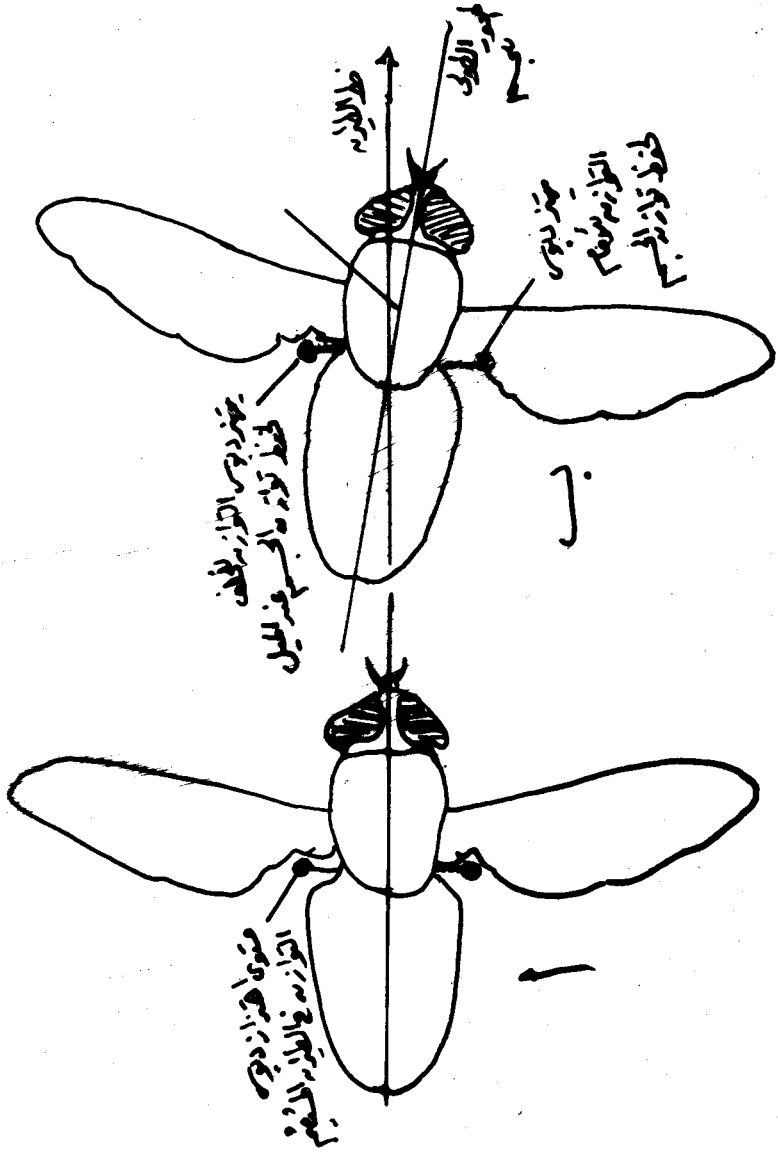
إن أعضاء الحس الضوئية المعروفة لدينا جميعا فى أى حشرة من الحشرات هى العيون البسيطة Simple eyes والعيون المركبة Compound eyes .

(ا) العيون البسيطة :

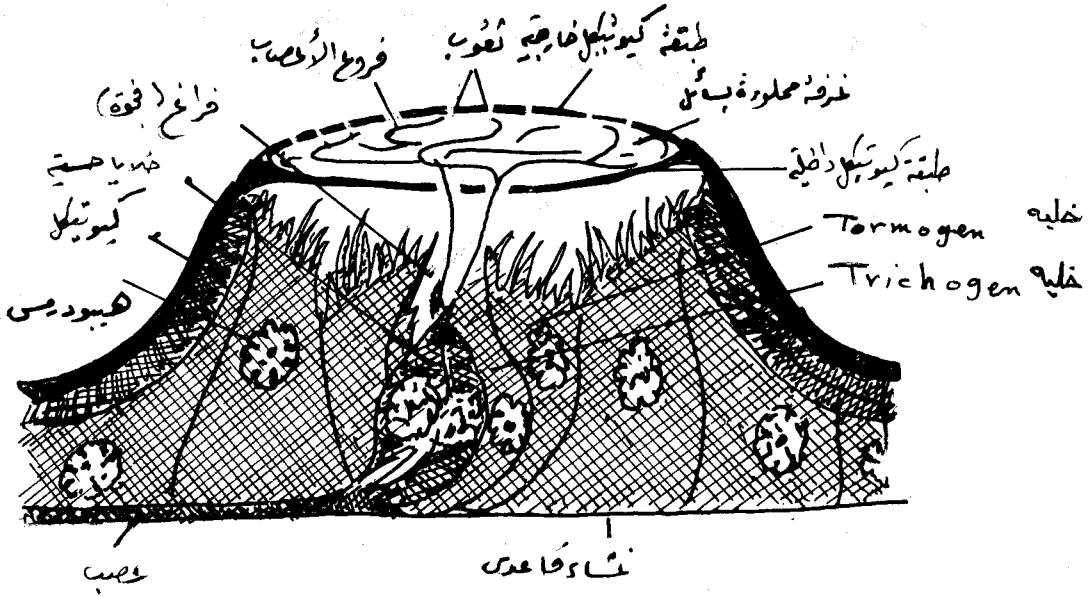
تعتبر العيون البسيطة التى توجد فى الحشرات الكاملة وفى الحوريات علوية الموضع Dorsal وهى التى يطلق عليها اسم Ocelli وعددها غالبا ثلاثة على شكل مثلث قاعدته لأعلى وهى موجودة على الجبهة Frons أو على قمة الرأس Vertex وتتغذى هذه العيون البسيطة المذكورة بأعصاب آتية لها من المخ الأمامى Protocerebrum .



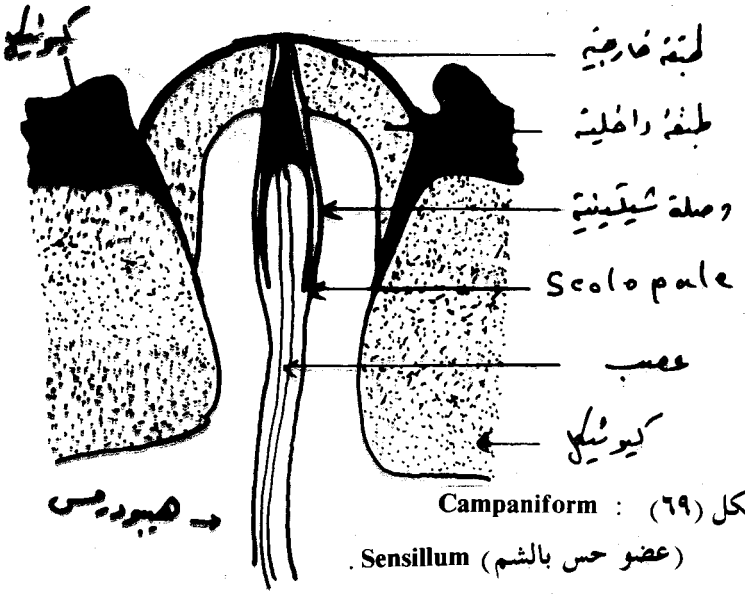
شكل (٦٦) : (أ) دبوس التوازن فى ذبابة (منظر علوى).
(ب) دبوس التوازن فى ذبابة (منظر سفلى).
(ج) عضو التوازن فى يرقة **Ephelia**.



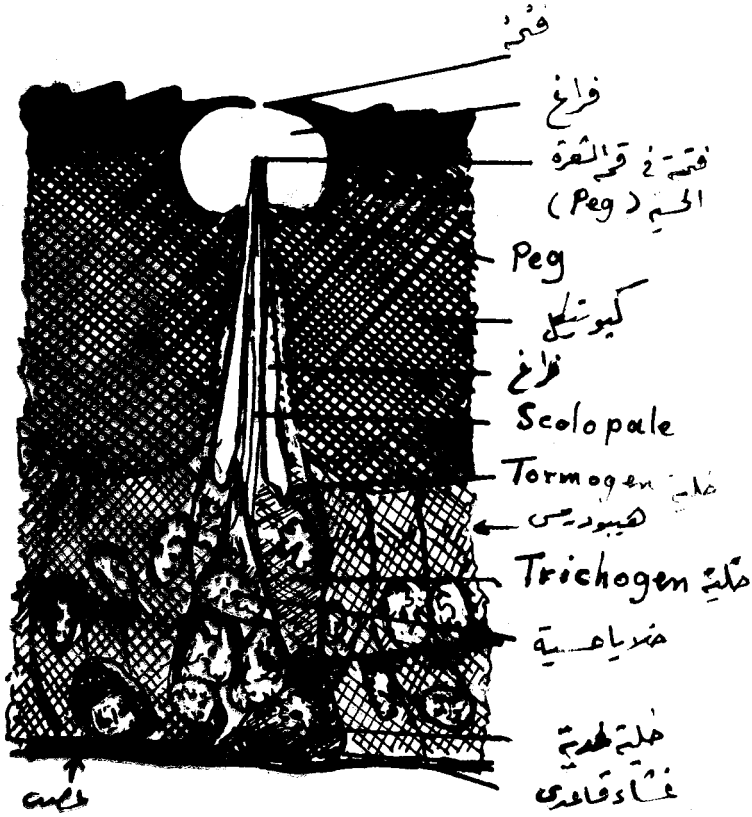
شكل (٦٧) : (أ) تهتز دبابيس التوازن فى خط متعامد على المحور الطولى للجسم.
(ب) تهتز دبابيس التوازن لإعادة توازن الذبابة.



شكل (٦٨) : صفيحة حسية (Plate organ) خاصة بالشم من قرن استشعار أحد أنواع المن.

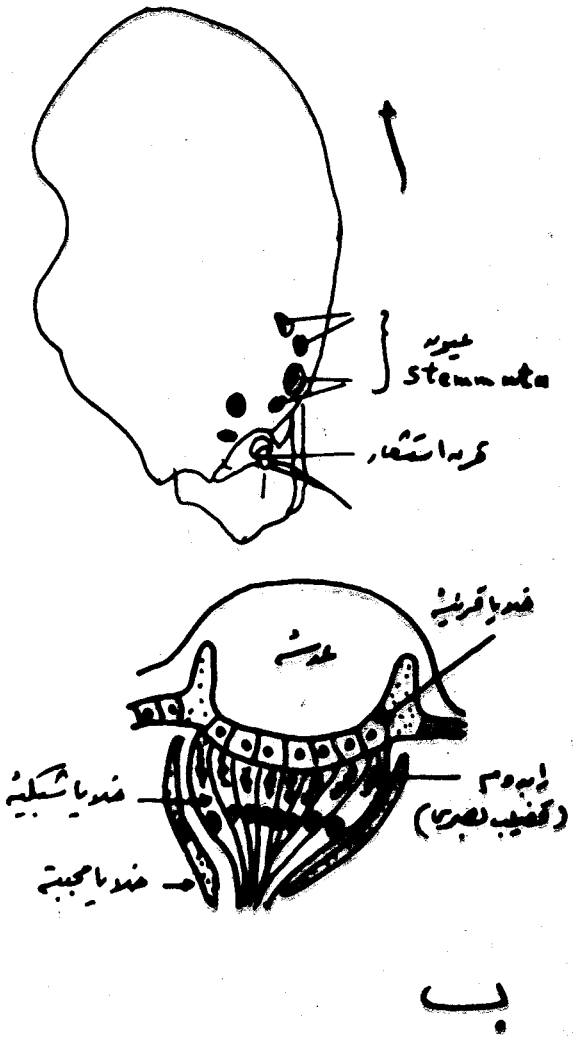


شكل (٦٩) : Campaniform (عضو حس بالشم) Sensillum.



شكل (٧٠) : عضو حسى بالشم Coelocanic على قرن استشعار نطاط.

أما فى اليرقات فتوجد العيون البسيطة على جانبى الرأس (شكل ٧١ ا) أى أنها عيون جانبية Lateral وتسمى Stemmata وعددها يختلف من ١ ــ ١٦ أو أكثر ، وقد لا توجد عيون بسيطة جانبية بالمرة فى اليرقات . وتتغذى العيون البسيطة فى اليرقة من أعضاء آتية من الفص العينى للمخ Optic lobe والمتصل بالمخ الأول أو الأمامى . والعيون البسيطة فى اليرقة هى التى ستكون العيون المركبة فى الحشرة الكاملة لنفس اليرقة .



شكل (٧١) : (أ) منظر جانبى لرأس يرقة لإظهار العيون البسيطة الجانبية .
(ب) قطاع طولى فى عين بسيطة فى حشرة .

وتتكون أى عين بسيطة (شكل ٧١ ب) سواء أكانت من النوع العلوى أو الجانبى من عدسة خارجية Lens لتركيز الضوء الساقط عليها ، وتحت هذه العدسة توجد طبقة من الخلايا الشفافة المنفذة للضوء Corneagen layer ، ثم توجد أسفل الخلايا الشفافة خلايا حساسة للضوء هى خلايا الشبكية Retina cells والتى تتصل بأعصاب تصل إلى المخ ، وتحيط خلايا الشبكية مجتمعة بقضيب عينى Rabdomere (أو قد يتحد عدد من القضبان العينية يحيط بكل منها عدد من الخلايا الشبكية) ، وحول هذا العدد من الخلايا الشبكية وحول حافة العدسة من الخارج توجد خلايا محببة Pigmented cells فائدتها العمل على جعل الأشعة الضوئية منحصرة داخل العين وعدم تشتيتها إلى خارج العين .

وفائدة هذه العيون البسيطة هو التفريق بين الضوء والظلام كما يمكنها معرفة قوة الضوء وتمييز الجسم المرئى بصورة مشوشة ، ووجد أن العين المركبة ترى الأشياء أكثر وضوحا إذا ما وجدت معها العيون البسيطة مما يدل على أن العيون البسيطة هى المراكز الأولى للاحساس بالضوء ثم تقوم بدورها بتنبيه الحشرة بوجود أى أثر ولو بسيط من الضوء فتبدأ العيون المركبة وظيفتها على الفور بتتبع وفحص هذا الضوء المرئى .

ويوجد فى منطقة الرأس ليرقات الذباب عضوان لاستقبال الاحساسات الضوئية ، ويتكون كل عضو (شكل ٧٢) من مجموعة من الخلايا الحسية موجودة فى جيب على أحد جانبى الهيكل البلعومى . وتستجيب هذه الخلايا للضوء الأخضر ولا تستجيب للضوء الأحمر والضوء البنفسجى أو الأزرق الساطع .

شكل (٧٢) :
خلايا الإحساس بالضوء فى تجويف من تجاويف الصفائح البلعومية فى يرقة الذبابة .

(ب) العيون المركبة :

فى العين البسيطة توجد عدسة واحدة لكل خلايا الشبكية مجتمعة فى حين تتكون العيون المركبة من عدسات كثيرة وتبعا لذلك وجدت فواصل متعددة قسمت خلايا الشبكية فى العين المركبة إلى أقسام منفصلة كل قسم منها يسمى أو ماتيديم Ommatidium ، أى أن كل أوماتيديم هو عبارة عن عضو بصرى مستقبل .

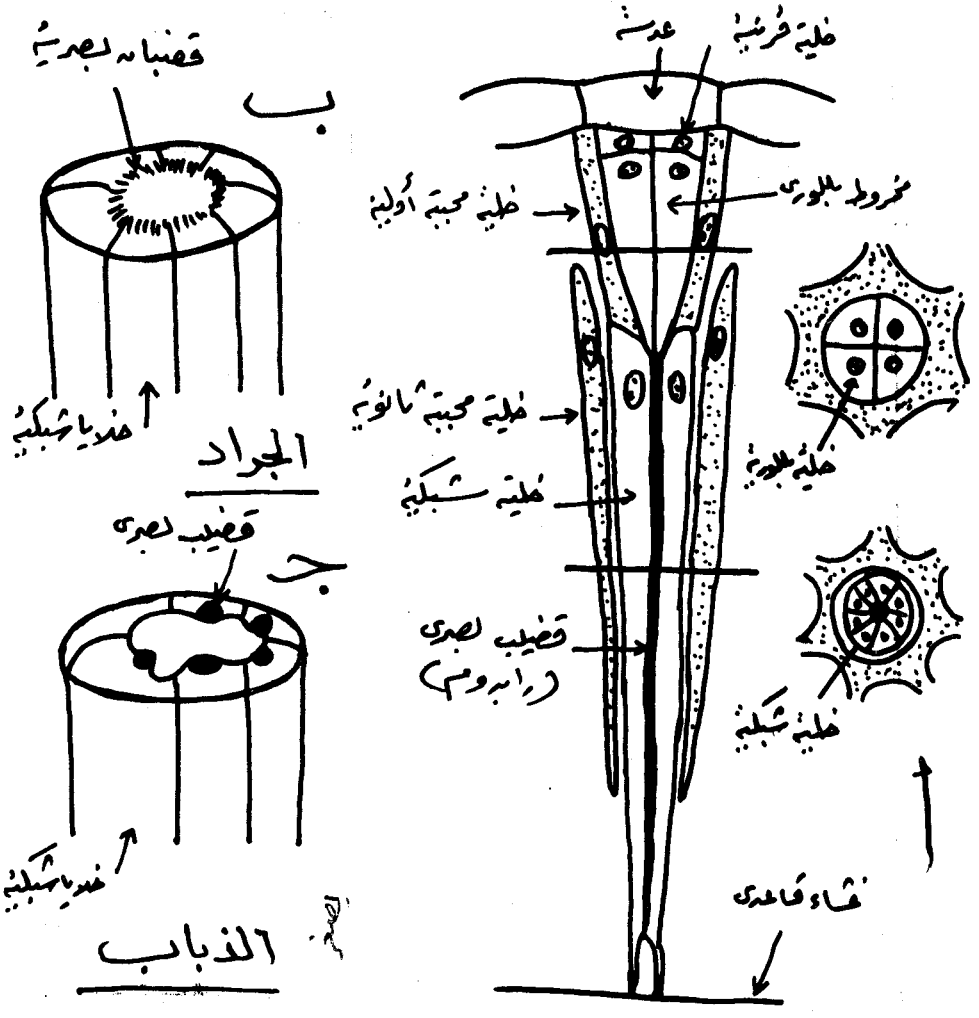
وقد يصل عدد الأوماتيديات فى العين المركبة الواحدة إلى ٣٠ ألف كما فى الرعاش أو ١٢ ألف كما فى الفراشات أو ٤ آلاف كما فى الذبابة المنزلية أو عدد قليل جدا يبلغ العشرات كما فى بعض شغالات النمل . هذا ويمكن للعين المركبة تحديد شكل وحركة واتجاه الجسم المرئى . والعين المركبة تمكن الحشرة من الرؤية فى جميع الاتجاهات تقريبا دون استدارة الرأس ، فقد يزيد مجال رؤيتها فى بعض الحالات عن ٢٥٠° . وعلى العموم فان حدة الابصار فى الحشرات تقل عنها فى الانسان إذ قد تصل إلى ١ ٪ من حدة الابصار فى الانسان .

ويتركب الأوماتيديم وهو الوحدة البصرية للعين المركبة (شكل ٧٣ ا) من عدسة خارجية Lens تنسلخ مع كل انسلاخ للحشرة ، وتفرز هذه العدسة بواسطة خليتى الـ Corneagen lager ، وتحت الخليتين الأخيرتين توجد أربعة خلايا شفافة مكونة ما يسمى بالخلايا المخروطية Cone cells إما أن تكون مملوءة بسائل أو مكونة جسما أو مخروطا بللوريا Crystalline cone ، وتحت المخروط البللورى توجد مجموعة من ٧ خلايا شبكية محببة ، وتفرز هذه الخلايا الشبكية المسماة Pigmented visual cells or Retinula cells فى مركزها قضبانا بصرية تسمى رابدوميرات Rods or Cones أو Rhabdomeres ، ويفصل كل أوماتيديم عن جارتها مجموعتان من الخلايا المملوءة بالحبيبات Pigmented cells ، إحدى هاتين المجموعتين تحيط بالمخروط البللورى وتكون ما يسمى بالـ Primary iris cells وتحيط المجموعة الثانية بخلايا الشبكية مكونة ما يسمى بالـ Secondary iris cells ، ويقال أن الخلايا المحببة هذه من فوائدها تقليل حدة الضوء خاصة فى الحشرات النهارية .

ولقد وجد أنه يتكون فى العين المركبة الواحدة ثلاث مجاميع من الصور المتعاقبة ، الصورة الأولى ويظهر فيها الجسم المرئى مقلوبا وتوجد تحت العدسات مباشرة ، والثانية تظهر صورة الجسم المرئى معتدلة أى فى وضعها الطبيعى وتوجد عند النهاية الخلفية للجسم المخروطى ، والثالثة يظهر فيها التحام الصورتين السابقتين ولكن فى صورة واحدة معتدلة فى منطقة أبعد من نهاية الجسم المخروطى أى فى منطقة الخلايا الشبكية .

وبينما يرى الانسان الألوان وغيرها فيما عدا المنطقة فوق البنفسجية فإن الحشرات يمكنها تمييز اللون فوق البنفسجى ، وتقتصر رؤيتها على الألوان الطبيعية الأخرى حتى اللون البرتقالى بحد أقصى لموجة ضوئية قدرها ٧٠٠ مليميكرون .

ومن هنا لا يمكن للحشرات رؤية الألوان الحمراء . وللحشرات القدرة على رؤية الشمس حتى لو اشتدت الغيوم والسحب بالسماء نظرا لقدرتها على رؤية الأشعة فوق البنفسجية (الابراشى ، ١٩٧٨) .



شكل (٨٣) : (أ) قطاع طولى فى وحدة بصرية من وحدات العين المركبة.
(ب ، ج) ترتيب القضبان البصرية فى بعض الحشرات.

٤ ــ أعضاء الحس التى تتأثر بالحرارة وبالرطوبة :

(ا) أعضاء الحس بالحرارة : (شكل ١٨٤) :

جميع الحشرات عندها حساسية للحرارة المرتفعة ودائما تبتعد عن الأماكن الحارة . ومناطق الاحساس بالحرارة فى أنواع النطاط موزعة على جميع سطح جدار الجسم ولكنها مركزة نوعا ما على النصف القاعدى من قرون الأستشعار وعلى رسغ Tarsus ووسادات Pulvilli الأرجل الأمامية والخلفية . ويستقبل صرصار الغيط Liogryllus الاحساس بالحرارة بقرون استشعاره ورسغ أرجله وأجنحته وبطنه وأماكن أخرى بجسمه . وتستقبل حشرة Lygaeus (رتبة نصفية الأجنحة) الاحساس بالحرارة بالحلقة الطرفية من حلقات قرن الاستشعار . وقرون الاستشعار أيضا هى أماكن الاحساس بالحرارة فى الحشرات العصوية Phasmidae .

وتستدل الحشرات التى تمتص دم الثدييات كالبعوضة أنوفيليس على أماكن عوائلها بواسطة قرون استشعارها التى تحس بالحرارة الصادرة من هذه العوائل بجانب حاسة الشم أيضا . وفى أنواع القمل الماص يوجد هذا الاحساس بالحرارة منتشرا على جميع سطح جسمها ولو أن هذا الاحساس يكون مركزا فى قرون استشعارها . وتضطر بقة الفراش Cimex وذبابة الاسطبلات Stomoxys إلى أن تغير اتجاهها وتنجذب إلى وسط آخر أعلى بدرجة مئوية واحدة عن درجة عوائلها بواسطة حاستى الحرارة والشم معا . ولقد وجد أن بقة الفراش يمكنها معرفة حرارة الوسط الموجودة به وذلك إذا كانت على بعد ١ سم من هذا الوسط الآخر .

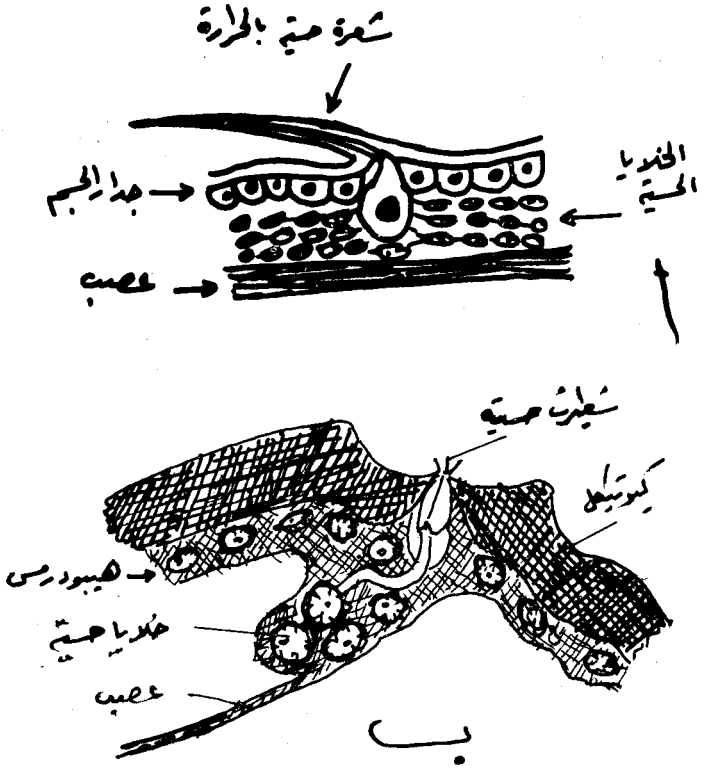
ويحمل قرن استشعار بقة الرودنيس Rhodnius بجانب شعراتها الطويلة الشمية شعرات أخرى كثيرة أرفع من الشعرات الشمية وتحت كل من هذه الشعرات الدقيقة مجموعة من ٥ ــ ٦ خلايا حسية ربما كانت مراكز الاحساس بالحرارة .

(ب) أعضاء الحس بالرطوبة :

تفضل بعض الحشرات الأماكن الرطبة لكى تعيش فيها كحشرة الكولمبولا ويرقات خنافس فرقع لوز المعروفة بالديدان السلكية Family Elateridae وذلك بعكس حشرة ابرة العجوزة وخنفساء جريش الذرة Tenebrio التى تبتعد دائما عن الاماكن الرطبة . ويمكن لنحلة العسل وذبابة الاسطبلات الاحساس بوجود الماء من مسافة بعيدة بواسطة أعضاء حسية خاصة على قرون الاستشعارها . وتتحاشى البعوضة كيولكس Culex fatigans الأماكن التى تزيد فيها درجة الرطوبة النسبية عن ٩٥ ٪ حتى ولو كانت هذه

الزيادة ١ ٪ فقط بينما إذا كانت نفس البعوضة فى مكان تتراوح فيه درجة الرطوبة النسبية بين ٣٠ ــ ٨٥ ٪ لا يمكنها أن تحس بزيادة أو بنقص درجة الرطوبة النسبية الأخيرة حتى ولو بلغت هذه الزيادة أو النقص ٤٠ ٪ .

ولقد أمكن اكتشاف أماكن الاحساس بالرطوبة فى قرن استشعار قمل الانسان Pediculus وهى عبارة عن أربعة مجموعات من الخلايا الحسية وكل مجموعة تحمل أربعة شعيرات دقيقة (شكل ٨٤ ب) .



شكل (٨٤) : (أ) شعرة حسية بالحرارة على قرن استشعار بقة الرودنيوس Rhodnius .

(ب) عضو الإحساس بالرطوبة على قرن استشعار قملة الإنسان Pediculus .

الباب السادس

طرق إحداث الصوت ووسائل السمع فى الحشرات

Sound Producing Mechanisms in Insects

أولا : طرق إحداث الصــوت

تتلخص طرق إحداث الصوت فى الحشرات فى الطرق الآتية :

١ ــ أصوات ناتجة بسبب اهتزازات أجنحة الحشرة أثناء الطيران .

٢ ــ أصوات ناتجة بسبب احتكاك جزء معين من أجزاء الحشرة بسطح جسم صلب خارجى آخــر .

٣ ــ أصوات تحدث نتيجة قيام الحشرة بأعمال ميكانيكية خاصة مثل :

(ا) احتكاك جزء بجزء آخر فى جسم الحشرة .

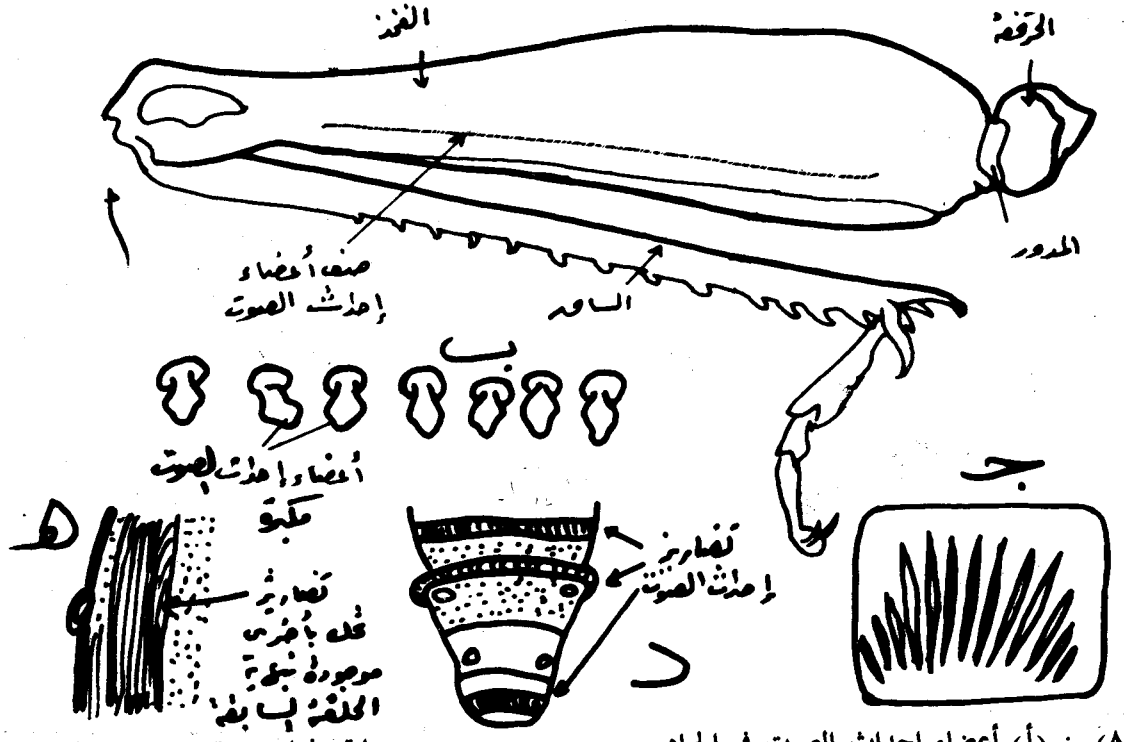
(ب) اهتزازات أغشية خاصة بالحشرة .

(جـ) القيام بأعمال ينتج عنها مرور الهواء إلى داخل أو خارج الحشرة .

١ ــ الأصوات الناتجة بسبب اهتزازات أجنحة الحشرة اثناء الطيران :

وأوضح مثل لها هى الأصوات الناشئة عند طيران نحلة العسل أو البعوضة فتذبذب أو إهتزاز الأجنحة أثناء الطيران يسبب أيضا تذبذب الحلقات الصدرية . هذا ولقد وجد الحشريون أن الأصوات الناشئة عن تذبذب الحلقات الصدرية أكثر من تلك الناشئة عن تذبذب الأجنحة نفسها . ويعتقد البعض أن الصوت الذى تحدثه ذبابة Calliphora هو نتيجة اهتزازات أو ذبذبات الحلقات الصدرية بسبب احتكاكات قواعد الأجنحة بها عند اهتزازها أثناء الطيران . والأصوات التعبيرية المنبعثة من ملكة نحلة العسل سببها اهتزازات الصفائح الصدرية أيضا . وفى الجراد Cisossteria يعتقد أن الأجنحة ترتطم بسطح الجسم أثناء الطيران وينشأ الصوت نتيجة هذا الارتطام ، وصوت الجراد الصحراوى الناشىء عن اهتزازات أجنحته أثناء الطيران يكون ضعيفا ولكن اذا ما أراد هذا الجراد احداث صوتا مسموعا فعليه أن يحرك السطح الداخلى لفخذ الأرجل الخلفية فوق الأجنحة (شكل ٨٥) .

ويتراوح عدد ضربات جناح الحشرة أثناء الطيران من ٤ ــ ١١٠٠ ضربة فى الثانية .



شكل (٨٥) : (أ) أعضاء إحداث الصوت فى الجراد.
(ب) أعضاء إحداث الصوت فى الجراد (مكبرة).
(ج) تضاريس إحداث الصوت على شرنقة حشرة Eligma.
(د) نهاية عذراء حشرة Eligma وعليها تضاريس أيضاً.
(هـ) مكان الإحتكاك بإحدى الحلقتين البطنيتين فى عذراء حشرة F. liama

٢ ــ الأصوات الناتجة بسبب احتكاك جزء من أجزاء الحشرة بسطح جسم خارجى صلب :

وأوضح مثل لها هو الصوت الذى تحدثه الحشرات الكاملة لخنافس الخشب Xestobium, Anobium والتى تعيش هى ويرقاتها داخل أنفاق فى أخشاب الاثاث ، ويحدث هذا الصوت فى أشهر أبريل ومايو أثناء موسم التلقيح ، وتحدث الحشرة الكاملة هذا الصوت بدق أرضية النفق بمقدم رأسها .

ويقوم النمل الأبيض المسمى Lucotermes tenuis بإحداث أصوات مماثلة داخل أنفاقها بدق جدران الانفاق وذلك بمعدل ١٠ دقات فى الثانية . وهناك بعض أنواع من النمل العادى تؤدى هذه الأصوات بدق الانفاقُ التى تعيش فيها برؤوسها . وبعض أنواع من قمل الكتب (رتبة Psocoptera) تعتبر من الحشرات التى تحدث فيها الاناث أصواتا مسموعة بدق الاسطح التى تعيش بداخلها أو عليها بواسطة بروزات خاصة موجودة على استرنات الحلقات البطنية الخلفية وذلك لأجل التلقيح .

وبعض حشرات مستقيمة الأجنحة تحدث أصواتا بدق الاسطح التى تعيش عليها برسغ أرجلها أو بأطراف بطونها .

وبعض الحشرات التابعة لرتبة Plecoptera تحدث أصواتها بدق الاسطح بنهايات بطونها حيث توجد أعضاء خاصة بالدق على الاسترنة التاسعة البطنية .

وبعض خنافس عائلة Tenebrionidae تحدث الأصوات بدق الأسطح بنهايات بطونها .

وبعض يرقات رتبة حرشفية الأجنحة كيرقة حشرة Drepawa تحدث أصواتا بحك شوكتين موجودتين على الحلقة البطنية العاشرة بأسطح أوراق النباتات التى تتغذى عليها . ويرقات الدبور الأحمر Vespa craba تحدث أصواتا بتمشية أجزاء فمها على جدران عيون خلايا العش .

٣ ــ الأصوات الناتجة بسبب قيام الحشرة بأعمال ميكانيكية خاصة :

(ا) الأصوات الناتجة بسبب احتكاك أجزاء من الحشرة ببعضها البعض :

عضو احداث الصوت فى الحشرة يتكون دائما من جزئين ، أولهما سطح تضاريز أو بروزات وهو سطح الاحتكاك File والآخر عبارة عن حافة Ridge لجناح أو لحلقة من حلقات الجسم أو بروز Knob يسمى Scraper عند مروره على سطح الاحتكاك ينتج

عنه اهتزازات سطح الجسم فيحدث الصوت . ويوجد هذا النوع من أنواع أجهزة إحداث الصوت فى رتبة مستقيمة الأجنحة (شكل ٨٦أ ، ب) ونصفية الأجنحة وغمدية الأجنحة (شكل ٨٧) وفى اليرقات والعذارى والحشرات الكاملة لرتبة حرشفية الأجنحة (شكل ٨٥ جـ ، د ، هـ) وفى بعض الحشرات التابعة لرتبة غشائية الأجنحة (شكل ٨٦ جـ) والحشرات التابعة لرتبة قمل الكتب حيث تحتك أجزاء على الأرجل بأسطح الأجنحة، وفى حوريات رتبة الرعاشات (شكل ٨٦ د) وذبابة الفاكهة Dacus sp. حيث أنه عند اهتزاز الأجنحة تحتك منطقة الـ Cubito-anal بصفين من الأشواك الطويلة الموجودة على كل من جانبى الترجة البطنية الثالثة.

وفى يرقات حرشفية الأجنحة قد يحدث الصوت باحتكاك زوج الفكوك العليا ببعضها البعض أو باحتكاك نهاية الرأس بالحافة الأمامية للحلقة الصدرية الأولى . ويمكن لعذارى هذه اليرقة إحداث الأصوات بأربعة طرق (هنتون ١٩٤٨) وهى :

١ ــ دق السطح الموجود عليه العذارى ببطنها .
٢ ــ احتكاك زوج أو أكثر من حلقات الجسم ببعضها .
٣ ــ احتكاك بطن العذراء بخرطومها .
٤ ــ احتكام التضاريز الموجودة على السطح الخارجى لجسم العذراء بجدران الشرنقة .

أما فى الحشرات الكاملة لأبى دقيقات والفراشات فكثير منها تحتوى أجنحتها الأمامية والخلفية على عروق بارزة باحتكاكها بأسطح الجناح المقابل يحدث الصوت المطلوب . وفى فراشات أخرى يحدث الصوت باحتكاك بروزات على الأجنحة الأمامية أو الخلفية بأسنان أو أشواك أو تضاريز موجودة على أجزاء من الأرجل الوسطية أو الخلفية (الساق أو الرسغ) .

(ب) الأصوات الناشئة بسبب اهتزازات أو تذبذبات أغشية خاصة :

يوجد على كل من جانبى الحلقة البطنية الأولى فى حشرات سيكادا (رتبة متشابهة الأجنحة) عضو خاص يتكون من غشاء رقيق دائرى تقريبا ومقوس للخارج ويسمى Tympanal organ وعلى حافته الخارجية توجد حلقة شيتينية ويتصل بمركزه من الداخل عضو خاص عند انكماشه يجذب معه الغشاء للداخل وعند انفراده يرجع الغشاء إلى وضعه الطبيعى محدثا هزة أو ذبذبة واحدة من الصوت ، وبتكرار انكماش وانفراج العضو المذكور يهتز الغشاء محدثا صوتا مسموعا ، هذا ولقد امكن تسجيل ١٢٠ ــ ٥٨٠ ذبذبة

فى الثانية فى هذا النوع من الأجهزة . وقد اكتشف هنتون (١٩٤٨) أعضاء مماثلة لتلك الموجودة فى حشرات السيكادا وذلك فى الصدر الثالث لبعض الحشرات الكاملة التابعة لرتبة حرشفية الأجنحة حيث تقوم صفيحة الـ Episternum فى الحلقة الصدرية الثالثة مقام الغشاء Tympanum ، ويوجد تحت هذه الصفيحة فراغ كبير ، وتحدث اهتزازات تغير حجم هذا الفراغ وذلك عند انكماش وانفراج عضلات الطيران العمومية الموصلة بين ترجات الصدر الثالث ، وعلى هذا فإحداث الصوت فى الحشرات المذكورة يحدث فقط اثناء طيرانها .

(جـ) الأصوات الناتجة بسبب مرور هواء داخل أو خارج جسم الحشرة :

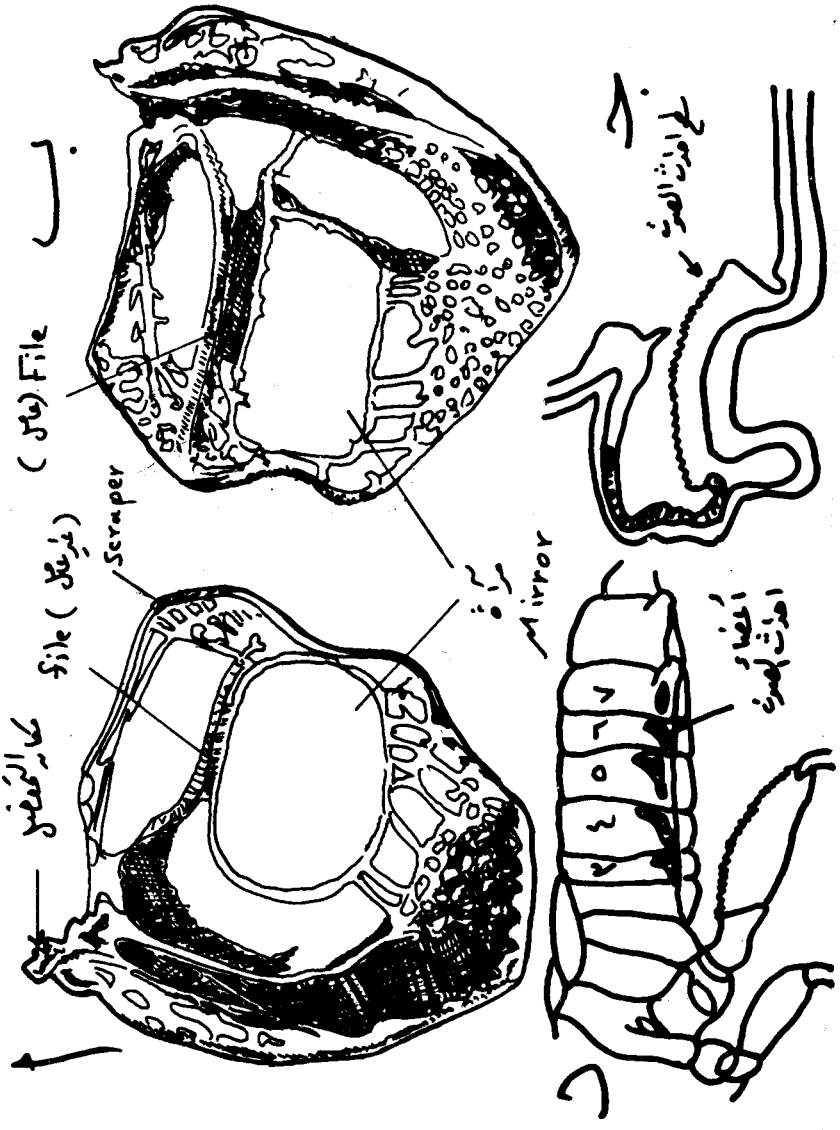
يحدث الصوت فى بعض الفراشات وأبى دقيقات من خروج أو دخول الهواء جسم الحشرة ، ففى فراشة السمسم مثلا نجد أن المكان الرئيسى لأحداث الصوت هو البلعوم بمساعدة عضلاته التى تربطه بصفيحة الرأس الذى يعمل كطلمبة تمتص أو تطرد الهواء خلال الخرطوم على شرط أن يكون البلعوم خاليا من الغذاء ، ويصاحب امتصاص أو طرد الهواء خلال هذا الخرطوم إحداث صوت واضح (شكل ٨٨) .

وعند لمس الفراشتين R. bupia, Rhodogastria bubo تخرج كل منهما رائحة كريهة من الغدة الطاردة الموجودة بين الرأس والصدر الأمامى وتحدث كل منهما فى نفس الوقت صوتا مسموعا نتيجة اهتزازات بلورا الحلقة الصدرية الثالثة ونتيجة لطرد الهواء بقوة خلال الثغور النفسية .

ولقد وجد أن النطاط Taeniopoda picticornis وكثيرا غيره من حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة تخرج رائحة كريهة من ثغورها النفسية ويصحب خروج هذا السائل أصواتا مسموعة ، وقد يكون سبب اخراج هذا السائل الكريه هو اللمس أو مسك النطاط باليد أو بأية وسيلة أخرى .

وعند مهاجمة الجعل Brachynus ballistains (رتبة غمدية الأجنحة) فانه يعمل على إخراج رائحة كريهة من غدد خاصة بالبطن ويحدث صوتا مسموعا فى نفس الوقت .

وإحداث الصوت نتيجة خروج الهواء من الثغور التنفسية ظاهرة قديمة معروفة منذ عام ١٩٦٧ فى بعض حشرات رتب الذباب وغشائية الأجنحة وغمدية الأجنحة ، ويقال أن سببه إهتزازات مجموعة من الصفائح موجودة داخل القصبة الهوائية خلف فتحات بعض الثغور التنفسية نتيجة مرور الهواء عند تنفس الحشرة . وعلى العموم يحتاج هذا النوع من الأصوات إلى دراسات أخرى للتأكد من أسبابه ومصدره .

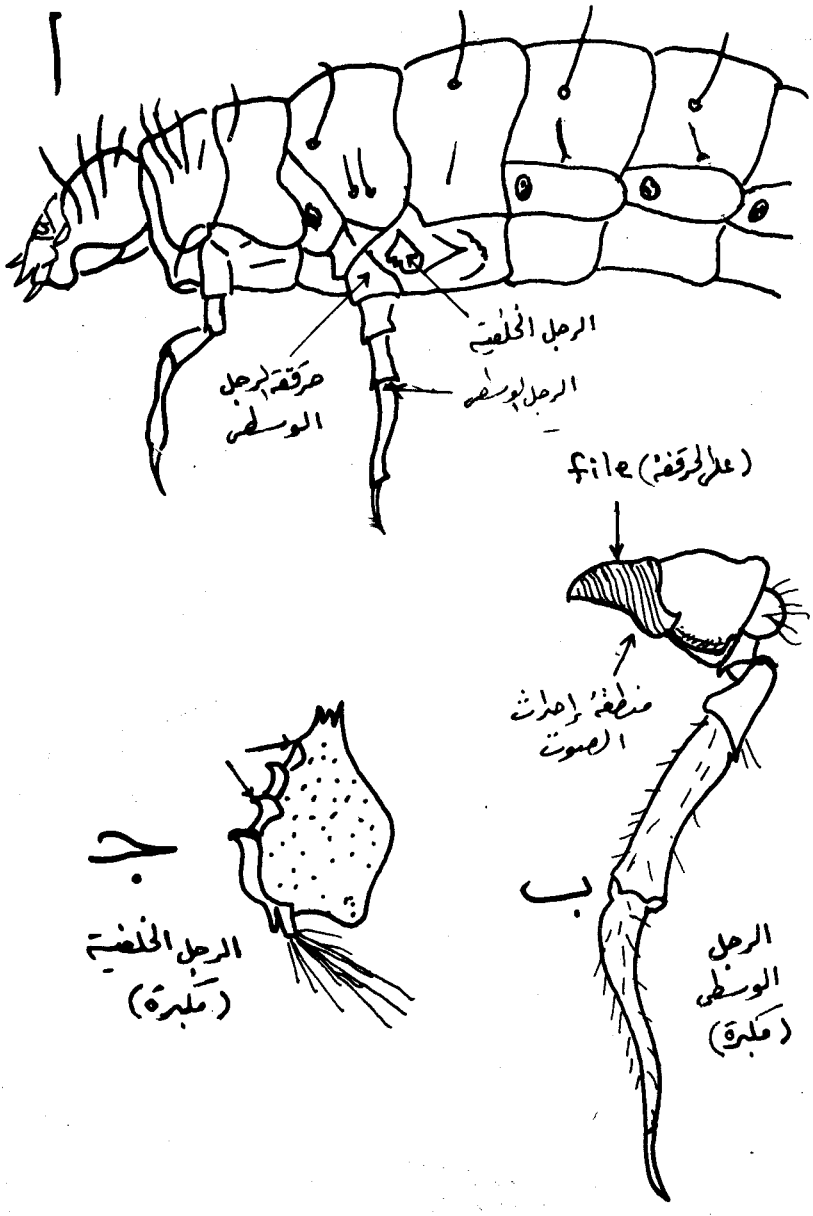


شكل (٨٦) : (أ) الجناح الأمامى الأيسر للنطاط **Ephippiger** (السطح العلوى).

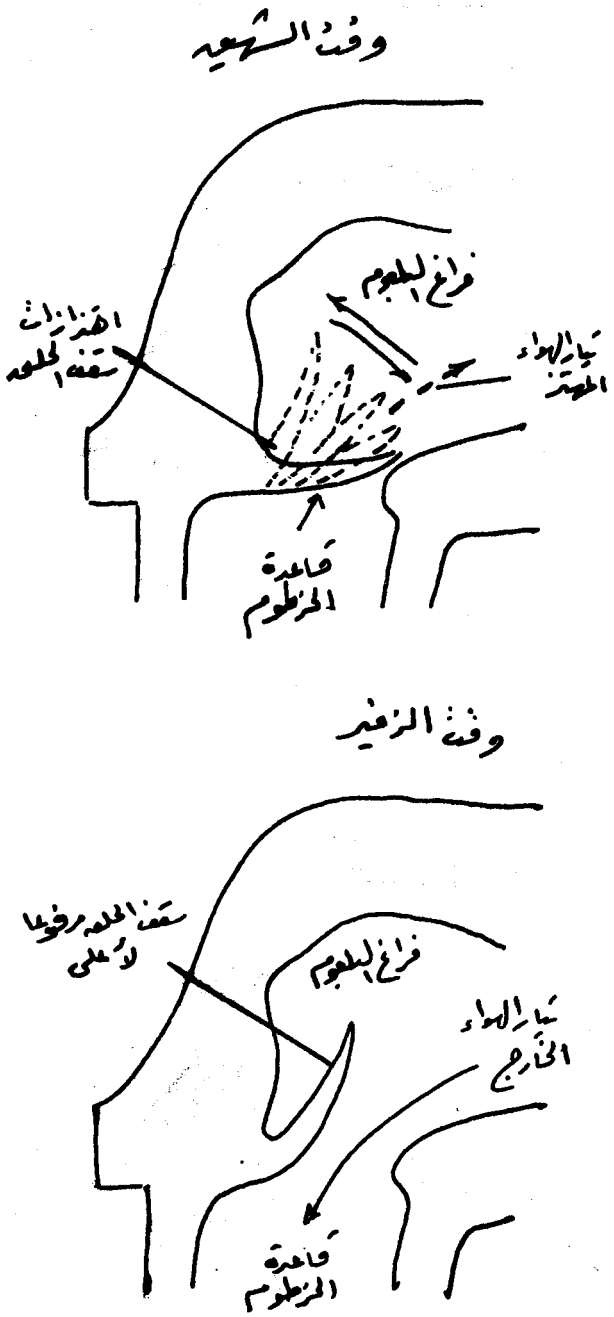
(ب) الجناح الأمامى الأيسر للنطاط **Ephippiger** (السطح السفلى).

(ج) قطاع طولى فى خصر النملة **Myrmica**.

(د) حورية الرعاش **Epiophlebia**.



شكل (٨٧) : أعضاء أحداث الصوت فى يرقة **Passalus** (رتبة غمدية الأجنحة).
(أ) الجزء الأمامي من اليرقة.
(ب) الرجل الصدرية الوسطى المنحورة فى اليرقة المذكورة.
(ج) السطح الداخلى للرجل الصدرية الثالثة فى نفس اليرقة.



شكل (٨٨) : رأس فراشة السمم Acherontia لمعرفة طريقة إحداث الصوت.

ولقد نال الصوت الذى تحدثه ملكة نحلة العسل أثناء طيرانها للتلقيح أو أثناء التطريد أو حتى داخل الخلية انتباه الكثير من الحشريين ، فاعتبره سند جراس (١٩٢٥) وغيره أنه نتيجة اهتزازات الصفائح الموجودة عند قواعد الأجنحة ، ولكن وجد وودز (Woods) فى عامى ١٩٥٦ ، ١٩٥٧ أن إحداث صوت ملكة نحلة العسل سببه اهتزازات الأجنحة بدرجة خاصة محددة تجعل فتحات الثغور التنفسية تنفتح بدورها بدرجة خاصة (فى هذه الحالة الخاصة ينفتح وينقفل كل من الثغور التنفسية للملكة ٣٥٠ مرة فى الثانية) فيحدث الصوت نتيجة لخروج تيار من الهواء من تلك الثغور وكنتيجة لاهتزازات الأجنحة أيضا .

ثانيا : وســائل الســمع فى الحشــرات

يمكن القول بأن الحشرة تسمع عندما تتصرف وكأنها حددت مصدر الصوت الصادر من بعد ، وأعضاء السمع هى الحواس التى تيسر للحشرة سماع هذا الصوت . ويعتبر مولر (Muller ، ١٨٢٦) ، ونيوبورت (Newport ، ١٨٣٨) ، وزيبولد (Siebold ، ١٨٤٤) وجرابر (Graber ، ١٨٨٢) من الحشريين الأول الذين وصفوا أعضاء السمع فى الحشرات .

وأبسط أعضاء السمع تتركب من غشاء على شكل الطبق Sense plate يغذيه ثلاثة خلايا هى الخلية المغطية Cap cell والخلية المغلفة Sheath cell والخلية الحسية الأولى Primary sense cell ، والذى يتصل بها قضيب حس Sense rod أو Scolopale ، ومن اسم القضيب الأخير سمى هذا النوع من أعضاء السمع باسم اسكولوبيديا Scolopidia . ويوجد هذا الأسكولوبيديا فى كثير من اليرقات والحشرات الكاملة لأغلب الرتب الحشرية منغمسا بين خلايا هيبورمس جدار الجسم (شكل ٨٩ جـ) . ووجود الأسكولوبيديا فى هذا الوضع يوضح أن وظيفته الأساسية هى تسجيل اهتزازات الجزء الموجود فيه من جدار الجسم ، وفى حالات أخرى كثيرة يكون هذا الجهاز ملازما لعضو السمع ذو الطبلة الخارجية Tympanal organ حيث يسجل اهتزازات غشاء الطبلة فى عضو السمع المذكور .

وعلى العموم فيوجد بالحشرات خمسة أنواع من أعضاء السمع هى :

١ ــ أعضاء السمع ذات الطبلة الخارجية Tympanal organs .

٢ ــ عضو جونستون (وهو عضو سمع بدون طبلة خارجية) Johnston's organ .

٣ ــ مجاميع الخلايا الحسية السمعية الموجودة على أرجل الحشرات (وبدون الطبلة الخارجية Subgenual organa) .

٤ ــ الأطباق الحسية السمعية (وبدون الطبلة الخارجية) والمبعثرة على جدار الجسم Scattered scolopale organs .

٥ ــ الشعرات الحسية السمعية المنتشرة على سطح الجسم Scattered hair chordofonal organs .

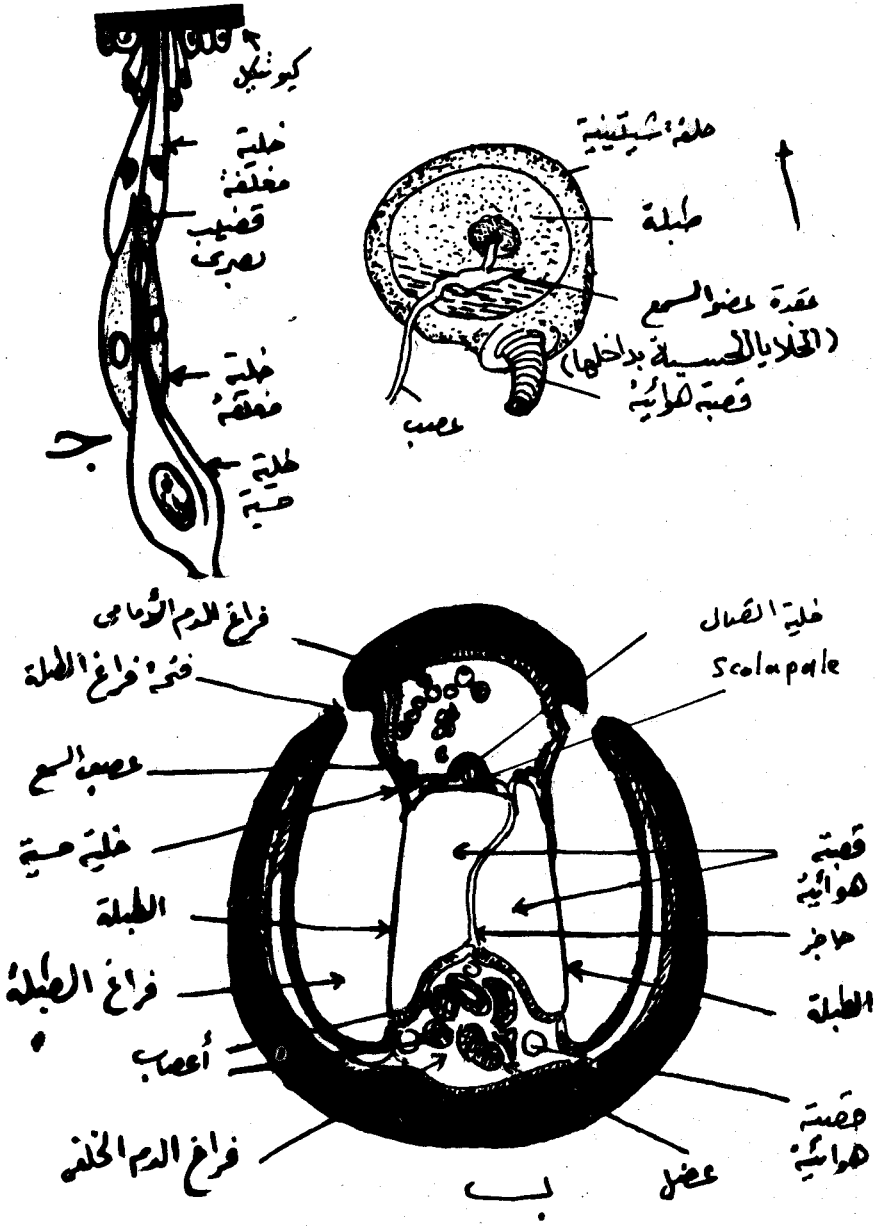
وسنتناول فيما يلى شرح الأنواع الخمسة المذكورة :

١ ــ أعضاء السمع ذات الطبلة الخارجية :

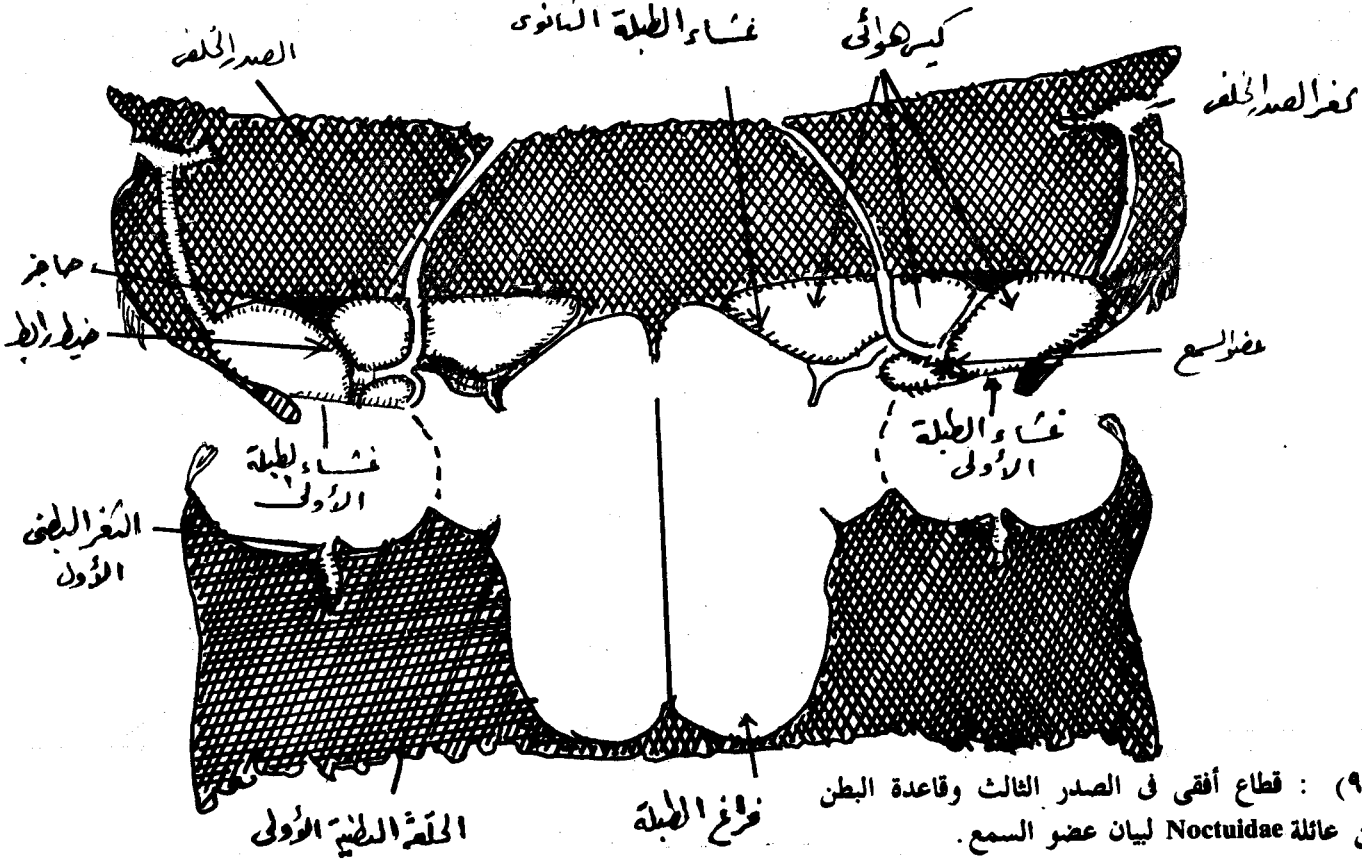
هى فى الواقع أطباق حسية عليها طبلة أو غشاء خارجى دائما فى أزواج على جانبى الجسم فى رتبة مستقيمة الأجنحة وحرشفية الأجنحة ونصفية الأجنحة .

ففى رتبة مستقيمة الأجنحة توجد أعضاء السمع المذكورة فى الحوريات والحشرات الكاملة على السواء فى الذكور وفى الاناث وذلك على جانبى الحلقة البطنية الأولى فى فوق عائلة الجراد والنطاط Acridoidea وعلى رسغ الأرجل الأمامية فى فوق عائلتى الحفار وصراصير الغيط Grylloidea والجراد ذو القرون الطويلة فى فوق عائلة Tettigonioidea (شكل ٨٩ ب). ويتركب العضو فى الجراد الصحراوى Locusta migratoria من طبلة غشائية معرضة للهواء ومحملة على حلقة شيتينية . وتوجد قرب الطبلة من الداخل مجموعة من الخلايا السمعية التى يطلق عليها اسم عضو مولر Muller's organ والذى يتصل بها عصب سمعى يذهب إلى العقدة العصبية للحلقة الصدرية الثالثة ، كما يوجد خلف السطح الداخلى للطبلة أكياس هوائية لابعاد اتصال غشاء الطبلة بالدم الموجود فى فراغ الحشرة أو بأى نسيج داخلى آخر ، ويتصل بعضو السمع فى الجراد الصحراوى من الداخل عضل يطلق عليه اسم Tensor tympani ووظيفته غير معروفة حتى الآن ، كما قد يوجد عضل آخر مقابل للعضل المذكور فى بعض أنواع الجراد والنطاط الأخرى .

أما عضو السمع ذو الطبلة الخارجية الموجود فى الحفار وصرصار الغيط والنطاط ذو القرون الطويلة فيوجد داخل تجويف (فى حالة الحفار) أو تجويفين (فى حالة النطاط ذو القرون الطويلة) على ساق الرجل الأمامية ، وفى كل تجويف يتركب عضو السمع من غشاء أسفله كيس هوائى كما توجد خلايا السمع الحسية عند الحافة الأمامية للرسغ .



شكل (٨٩) : (أ) منظر داخلى لعضو السمع فى النطاط.
(ب) قطاع عرضى لعضو السمع فى ساق الرجل الأمامية فى نطاط من عائلة **Tettigoniidae**.
(ج) نوع من أعضاء الحس السمعية البسيط المسمى اسكولوبيديا (Scolopale organ).



شكل (٩٠) : قطاع أفقى فى الصدر الثالث وقاعدة البطن لفراشة من عائلة Noctuidae لبيان عضو السمع.

وفى رتبة حرشفية الأجنحة توجد أعضاء السمع على جانبى الحلقة الصدرية الثالثة فى فوق عائلة Noctoidea وعلى جانبى الحلقة البطنية الأولى فى فوق عائلة الديدان القياسة Geometroidea (فيما عدا عائلة Axilidae حيث توجد أعضاء السمع على جانب الحلقة البطنية السابعة)، وكذلك فيما عدا بعض حشرات عائلة Pyralidae . ويتركب عضو السمع فى إحدى فراشات فوق عائلة Noctoidea من تجويف كبير موجود بين الحلقة الصدرية الثانية والحلقة الأولى على كل جانب من جانبى الجسم ، وبهذا التجويف غشاء طبلة أولى جهة الخارج وغشاء طبلة ثانوى جهة الداخل وبين الغشائين يوجد الكيس الهوائى ، ويلامس سطح غشاء الطبلة الأولى من الداخل مجموعة من الخلايا السمعية الحسية (شكل ٩٠) .

٢ ــ عضــو جونســتون :

سمى هذا العضو نسبة إلى العالم جونستون الذى وصفه لأول مرة فى البعوضة كيولكس Culex ولو أن هذا العضو معروف الآن فى معظم الحشرات فى الحشرات الأولية كالسمك الفضى . ويوجد عضو جونستون داخل عقلة العذق Pdicel فى قرن الاستشعار ، ويتكون من عدد مختلف من مجاميع الخلايا السمعية الحسية ، علما بأن خلايا المجموعة الواحدة تكون مرتبة داخل مجموعتها ترتيبا شعاعيا ، وتسجل الخلايا السمعية اهتزازات عقل الشمروخ المحملة على عقله العذق . ويبلغ عضو جونستون أقصى درجات نموه فى عائلتى الهاموش Chironomidae والبعوض Culicidae من رتبة الذباب (شكل ٩١) ، ويوجد أيضا فى عائلة النحل Apidae من رتبة غشائية الأجنحة ، وفى فراشات الديدان القارضة التابعة لعائلة Noctuidae من رتبة حرشفية الأجنحة . وفى كل الحشرات السابقة الذكر يوجد على سطح قرن الاستشعار أيضا أطباق وشعرات حسية سمعية لتوصيل الاحساس بالسمع إلى عضو جونستون .

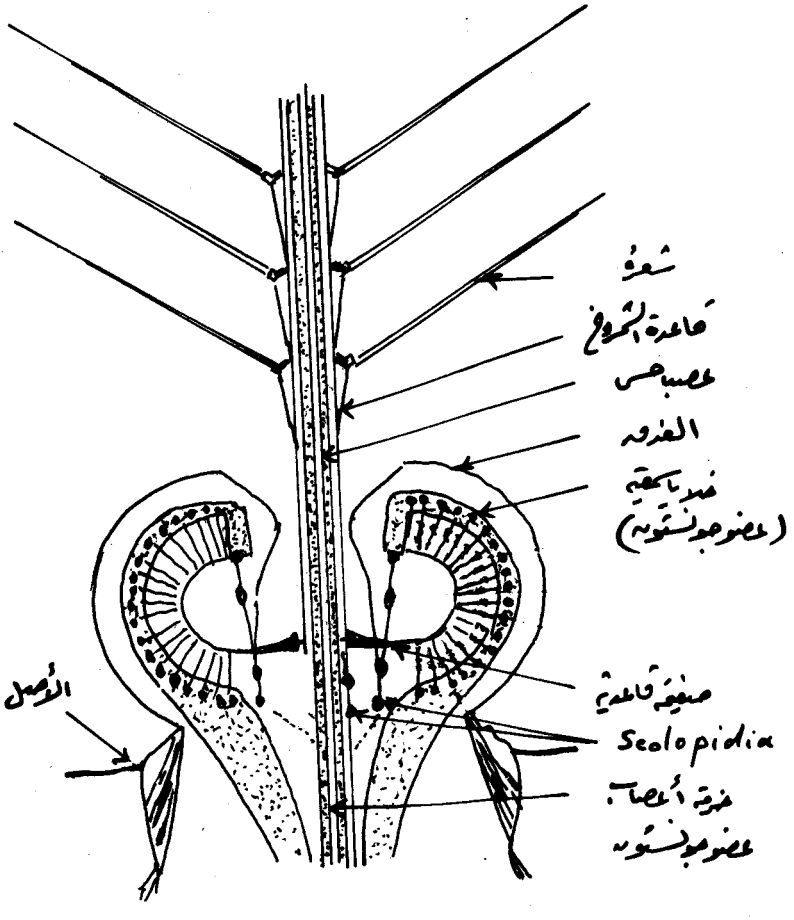
٣ ــ مجاميع الخلايا السمعية الحسية الموجودة بأرجل الحشرات :

توجد هذه المجاميع داخل طرف الساق الموجود جهة الفخذ فى رتب مستقيمة الأجنحة ومطبقة الأجنحة وحرشفية الأجنحة وغشائية الأجنحة ونصفية الأجنحة ، وتستجيب هذه المجاميع السمعية لاهتزازات سطح ساق الأرجل ، أو قد تصل الاحساسات بالسمع إلى الأطباق والشعيرات الحسية السمعية أولا وهذه تنقلها إلى عضو جونستون ثم ينقل عضو جونستون الاحساس بالسمع إلى المجاميع السمعية الموجودة فى الأرجل . ويختلف هذا النوع من أعضاء السمع عن نوع الأطباق السمعية الحسية فى أن

الخلايا الطرفية من مجاميع السمع الحسية الموجودة فى ساق رجل الحشرة توجد منغمسة فى كتلة من النسيج الضام التى تنتهى أطرافها على جدار جسم الساق ، هذا كما لا توجد المجاميع السمعية الحسية بالمرة عند فواصل حلقات الرجل .

٤ ــ الأطباق الحسية المبعثرة على جدار الجسم :

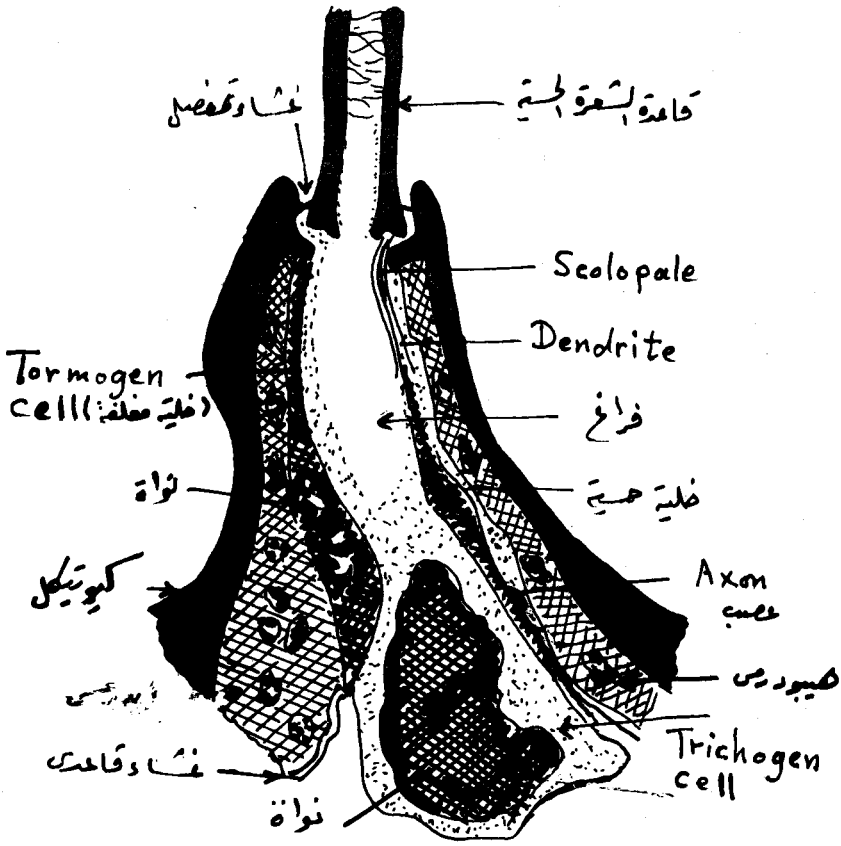
ينتشر هذا النوع من أعضاء السمع فى الحشرات ، وهو يتأثر بالموجات الصوتية الضعيفة التى لا يتيسر سماعها عن طريق اهتزاز غشاء طبلة ، ولذا يكثر وجود هذا النوع فى الحشرات المائية .



شكل (٩١) : عضو جونستون فى عقلة العذق بقرن استشعار ذكر البعوض.

٥ ـ الشعرات السمعية الحسية المنتشرة على سطح الجسم :

توجد هذه الشعرات السمعية ضمن الشعرات الحسية الأخرى المختلفة التى تغطى جسم الحشرة . وتعتبر هذه الشعرات السمعية شعرات حسية بالملامسة ولكن المؤثر الخارجى فى هذه الحالة هو الموجات الصوتية . وعلى هذا فيتركب عضو السمع هنا من الشعرة السمعية الحسية التى تغذيها خلية حسية مدببة الطرفين (شكل ٩٢) . ويتسبب عن اهتزاز الشعرة السمعية الحسية نتيجة الموجات الصوتية توصيل الاحساس بالسمع إلى الخلية الحسية التى توصل بدورها الاحساس عن طريق عصب حسى إلى الجهاز العصبى المركزى .



شكل (٩٢) : قاعدة شعرة حسية باللمس والسمع فى أبى دقيق الخبازى .

ويرجع الفضل فى اكتشاف وجود هذا النوع من الشعرات السمعية الحسية على أجسام يرقات رتبة حرشفية الاجنحة وعلى القرون الشرجية وأجسام كثير من حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة إلى العلماء زهلر (Sihler ، ١٩٢٤) ، منيش (Minnich ، ١٩٢٥ و ١٩٣٦) ، هاسكل (Haskell ، ١٩٥٦) .

وقد أمكن حديثا (الابراشى ، ١٩٧٨) تقدير مدى استجابة أعضاء السمع فى الحشرات للموجات الصوتية باستخدام أحد المسجلات الالكترونية ، فوجد أنها تستجيب لجميع الموجات فى مدى يصل من ٣٠٠ إلى ١٠,٠٠٠ تردد / ثانية ، وقد يصل فى بعض الحشرات الأخرى من ٨٠٠ إلى ٤٠,٠٠٠ ، وجدير بالذكر هنا أن أذن الانسان تستجيب فقط إلى ٢٠,٠٠٠ كحد أقصى والخفافيش إلى ١٠٠,٠٠٠ .

الباب السابع

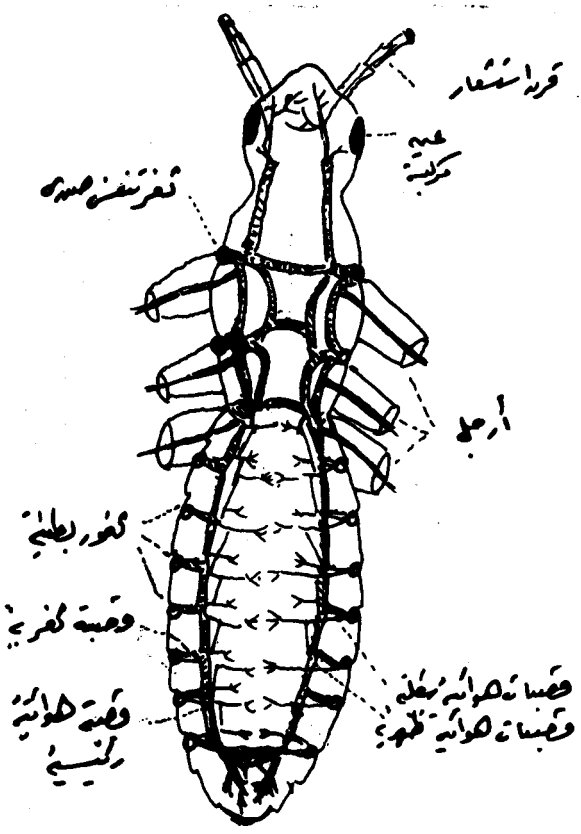
الجـــهاز التنفـــسى

The Respiratory System

لا بد للكائنات الحية من الحصول على الأكسجين اللازم لحياتها والتخلص من ثانى أكسيد الكربون الناتج من عملية التمثيل الغذائى داخل جسمها ، ولهذا فلقد زودت هذه الكائنات بالجهاز التنفسى للقيام بهذه الوظيفة .

وكثير من الحشرات الرهيفة كحشرة الكولمبولا وبعض الحشرات المتطفلة داخليا على غيرها Endoparasites يحصل بها تبادل الغازات عن طريق جدار الجسم حيث يقوم الدم بعملية تبادل الغازات . أما الغالبية العظمى من الحشرات فجدار جسمها سميك وعلى هذا فنجد أن هذا الجدار قد انبعج للداخل عند أماكن معينة هى الثغور التنفسية وتفرع كثيرا على هيئة أنابيب تسمى بالقصبات الهوائية Tracheae (شكل ٩٣) ، ونهايات هذه القصبات تذهب تقريبا إلى جميع خلايا الجسم مباشرة ، أى لا يحصل تبادل الاكسجين عن طريق الدم كما هو الحال فى الحيوانات الراقية ولكن يحصل الدم فى الحشرات على نصيبه فقط الذى يلزمه من الاكسجين لاستعماله الخاص كأى نسيج آخر من أنسجة جسم الحشرة .

وتفتح القصبات الهوائية فى الحشرات للخارج عن طريق الثغور التنفسية Spiracles وهى فتحات موجودة على جوانب الصدر والبطن (البلورا) . ولو أنه قد توجد هذه الثغور التنفسية فى بعض الحشرات على الترجات كما فى حالة الثغور البطنية فى النحل والذباب . ويختلف عدد الثغور التنفسية باختلاف الحشرات ، ولكنها فى العادة لا تزيد عن عشرة أزواج ، زوجان منها فى الصدر أحدهما بين الصدر الأول والثانى ، والزوج الثانى بين الصدر الثانى والثالث ، بينما تقع أزواج الثغور الثمانية الباقية على حلقات البطن الثمانية الأولى كما فى الصرصار . ونادرا ما يزيد عدد الثغور التنفسية عن عشرة أزواج كما فى السمك الفضى ولكن كثيرا ما يقل هذا العدد عن العشرة أزواج .



شكل (٩٣) : نظام تفرع القصبات الهوائية داخل جسم الحشرة.

وتقسم الحشرات بالنسبة إلى عدد الثغور التنفسية الموجودة بها إلى الأقسام التالية :

١ ــ حشرات يقل فيها عدد الثغور العاملة (Functional) ، والمقفلة - Non) (Functional عن عشرة أزواج ويطلق عليها اسم Hypopneustic .

٢ ــ حشرات يوجد بها عشرة أزواج من الثغور التنفسية (عاملة ومقفلة) وهذه تقسم حسب عدد ونظام توزيع الثغور العاملة فقط فى الحشرة الواحدة إلى :

(ا) **توجد أكثر من عشرة أزواج من الثغور التنفسية العاملة Hyperpneustic** إذ قد يوجد على كل من الحلقتين الصدريتين الثانية والثالثة زوجان من الثغور التنفسية العاملة بدلا من زوج واحد .

(ب) **يوجد عشرة أزواج من الثغور التنفسية العاملة Holopneustic** : ويوجد من هذه الثغور ثمانية على البطن واثنان على الصدر ، ويوجد هذا القسم فى

الحوريات والحشرات الكاملة لكثير من الرتب ويوجد كذلك فى يرقات عائلة Bibionidae ، (رتبة الذباب) وبعض يرقات رتبة غشائية الأجنحة .

(جـ) **عدد الثغور العاملة أقل من عشرة أزواج Hemipneustic** : وهذا القسم يغلب وجوده فى يرقات الحشرات ، ويقسم هذا القسم بدوره إلى الأنواع الآتية نظرا لاختلاف نظام توزيع الثغور العاملة كما يلى :

(جـ ١) عدد الثغور العاملة يتراوح عددها ما بين خمسة وتسعة أزواج Peripneustic وفيه زوج ثغور الصدر الأول وجميع أو بعض الثغور البطنية مفتوحة وعاملة . ويوجد هذا النوع فى يرقات رتب شبكية الأجنحة وحرشفية الأجنحة وكثير من غشائية الأجنحة (تحت رتبة Symphyta) وكثير من غمدية الأجنحة وبعض عائلة Bibionidae وأغلب يرقات عائلتى Cecidomyidae , Mycetophilidae (رتبة الذباب) .

(جـ ٢) عدد الثغور العاملة يتراوح ما بين زوجين إلى أربعة أزواج Amphipneustic ، وفيه يكون زوج الثغور التنفسية للصدر الأول والزوج الأخير من الثغور التنفسية البطنية وبعض الثغور البطنية الأخرى مفتوحة وعاملة بينما تكون باقى الثغور مقفلة . وهذا النوع هو الغالب فى يرقات الذباب .

(جـ ٣) زوج واحد عامل فقط Metapneustic ، وفيه الزوج الأخير فقط من الثغور التنفسية البطنية مفتوح وعامل . وهذا النوع هو السائد فى يرقات عائلات Culicidae, Tipulidae (رتبة الذباب) وفى العمر اليرقى الأول فقط ليرقات الذباب التابعة لتحت رتبة Cyclorrhapha ، كما يوجد أيضا فى اليرقات المائية لبعض عائلات رتبة غمدية الأجنحة كما فى عائلتى Helodidae, Dytiscidae وغيرهما .

(جـ ٤) زوج الثغور التنفسية فى الحلقة الصدرية الأمامية مفتوح وباقى الثغور مقفلة Propneustic .

(جـ ٥) جميع الثغور التنفسية مقفلة Branchiopneustic ، حيث يكون التنفس خلال جدار الجسم أو عن طريق خياشيم خاصة ، وعلى هذا فيوجد هذا النوع من الثغور التنفسية فى الحشرات المائية أو المغمورة فى سوائل مثل حوريات رتب ذباب مايو والرعاشات ويرقات بعض عائلات رتبة الذباب مثل عائلات Ceratopogonidae, Simulidae,

Chironomidae ، وبعض يرقات الخنافس كاليرقات التابعة لعائلات Elmidae, Hygroblidae, Holipiidae ، كما يوجد أيضا فى بعض الأعمار اليرقية للمتطفلات الداخلية Endoparasites التابعة لرتبة غشائية الأجنحة ويرقات ذباب التاكينا .

٣ــ الثغور التفسية غير موجودة بالمرة Apneustic : اذ يكون التنفس كما فى النوع السابق عن طريق جدار الجسم أو عن طريق خياشيم تنفس.

الثغر التنفـــسى : The Spiracle

قد يتركب الثغر التنفسى من فتحة عادية موجودة على جدار جسم الحشرة وتؤدى إلى القصبة الهوائية مباشرة (شكل ٩٤ ج) ، أو قد تؤدى فتحة الثغر إلى حجرة واسعة نوعا ما تسمى Atrium قبل اتصالها بالقصبة الهوائية (شكل ٩٤ هـ) . وفتحة الثغر قد تكون مستديرة أو بيضاوية أو على هيئة شق صغير ضيق أو عدة شقوق (شكل ٩٤ د) . وقد تغطى هذه الفتحة من الخارج بأشواك أو شعيرات كثيرة (شكل ٩٤ هـ) وظيفتها منع دخول الاتربة والأجسام الغريبة داخل الثغر وكذلك تقليل الفقد من الماء الموجود داخل الحشرة .

ويوجد ببعض يرقات حشرات رتبة غمدية الأجنحة (كما فى عائلات Elateridae, Curculionidae, Dryopidae, Histeridae وغيرها) نوع من الثغور التنفسية يطلق عليه اسم Uniforous (حماد ، ١٩٥٥) أو نوع آخر يسمى Biforous (حماد ١٩٥٦ ، ١٩٥٧) ، وفى النوع الأول Uniforous توجد للثغر فتحة واحدة على هيئة شق ضيق جدا تؤدى إلى أنبوبة تفتح بدورها فى غرفة الثغر ، بينما يوجد فى النوع Biforous أنبوبتان مستقلتان لكل منهما فتحة ضيقة خارجية ثم تؤدى الانبوبتان من الداخل إلى غرفة الثغر التى تفتح بدورها فى القصبة الهوائية .

وعادة يكن الزوج الأول من الثغور التنفسية الصدرية أكبر الثغور جميعا فى الحجم ، كذلك يصغر حجم الثغور التنفسية تدريجيا كلما اتجهنا نحو نهاية البطن ، وقد تتشابه الثغور التنفسية الصدرية والبطنية فى التركيب أو قد تختلف ، كما أن الثغور التنفسية البطنية نفسها قد يختلف بعضها عن البعض الآخر .

ولكل ثغر تنفسى جهاز يتحكم فى فتحه وقفله Spiracular regulatory apparatus ، وهذا الجهاز إما أن يكون خارجيا أى ملاصقا لجدار الجسم من الداخل تحت الثغر مباشرة كما فى الجراد والصرصار (شكل ٩٤ جـ) ويرقات رتبة حرشفية

الأجنحة (شكل ٩٥ ا) ، أو أن يكون داخليا ويقع فى هذه الحالة بين غرفة الثغر والقصبة الهوائية المتصلة بها كما فى رتبة غمدية الأجنحة (شكل ٩٤ هـ) وخافية الأجنحة (الراغيث) مثلا . وفى كل من النوعين السابقين يتكون جهاز الفتح والقفل من عضلة واحدة أو أكثر عند انقباضها تقفل فتحة الثغر الخارجية أو تقفل الفتحة الموجودة بين غرفة الثغر والقصبة الهوائية . وتتصل هذه العضلة (أو العضلات) الفاتحة والقافلة بجدار الثغر أو بجدار القصبة الهوائية مباشرة أو قد تتصل برافعة أو قضيب أو قنطرة شيتينية مرنة ، وعند انقباض هذه العضلة (أو العضلات) تقفل الفتحة التنفسية المذكورة وعند انفراجها تفتح تلك الفتحة التنفسية .

هذا ولا يوجد فى الحشرات بسيطة التطور Apterygota جهاز الفتح والقفل المذكور بل تحاط فتحة الثغر من الداخل بألياف بيضاء ومطاطه (شكل ٩٤ ا) .

القصبة الهوائيـــة : The Trachea

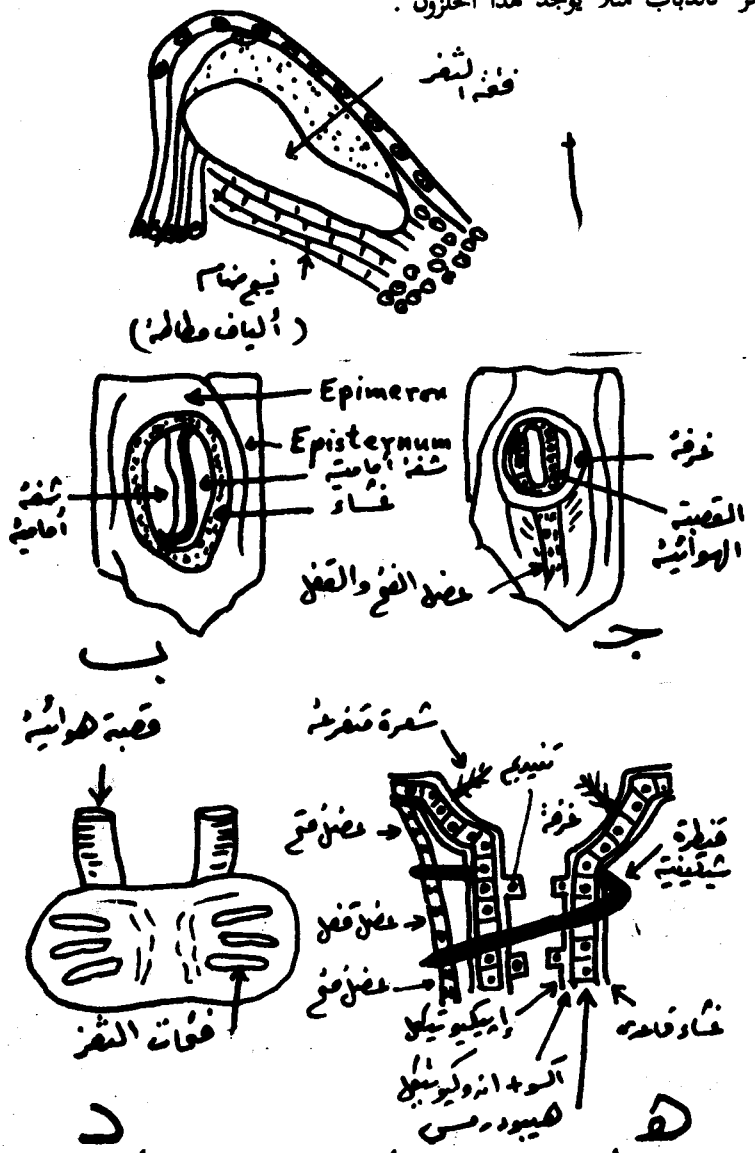
ولها نفس تركيب جدار الجسم بصفة عامة فهى عبارة عن أنبوبة مكونة من خلايا الهيبودرمس التى تقوم بافراز الكيوتيكل الموجود داخلها وهذا الكيوتيكل هو استمرار لمثيله المغطى لجدار الجسم ومشابه له إلا أنه ليس به أو به قليل من القنوات المسامية Pore canals . ويتكون كيوتيكل القصبة الهوائية من كيوتيكل داخلى Endocuticle داخل خلايا الهيبودرمس مباشرة وكيوتيكل خارجى Exocuticle وأخيرا فى الداخل طبقة الابيكيوتيكل Epicuticle ، وعلى هذا فان ترتيب الطبقات المكونة لجدار القصبة الهوائية يكون بعكس ترتيب نفس الطبقات فى جدار جسم الحشرة . ويوجد بين الابيكيوتيكل والاكسوكيوتيكل تغليظات حلزونية تسمى تنيديا Taenidia تعمل على تقوية القصبة الهوائية وتضمن جعلها مفتوحة باستمرار (شكل ٩٤ هـ) .

وتشاهد على السطح الخارجى للابيكيوتيكل (جهة فراغ القصبة الهوائية) بواسطة الميكروسكوب الالكترونى زوائد وبروزات مختلفة الاشكال .

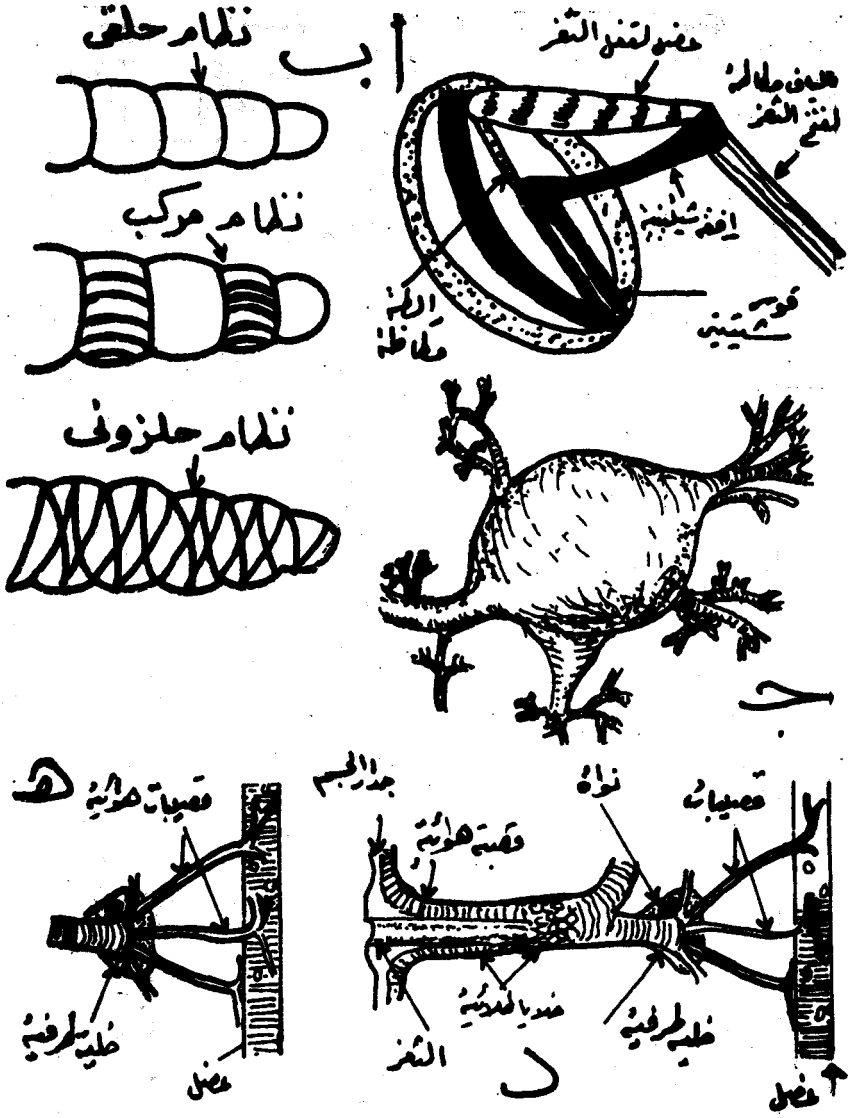
الاكيـــاس الهوائيـــة : The Air-sacs

يحتوى الجهاز القصبى على انتفاخات كبيرة نسبيا تعرف بالاكياس الهوائية (شكل ٩٥ جـ) وهى تقوم بعملية التهوية الميكانيكية ، حيث أن انفراج هذه الاكياس يعمل على دفع الهواء إلى داخل القصبات الهوائية ، وعند انقباضها يضغط هذا الهواء للداخل فى الفروع التى تخرج من هذه الاكياس الهوائية وهكذا . وتظهر جدر هذه الاكياس الهوائية تحت الميكروسكوب مجعدة وهذا التجعيد يسمح لجدرها بالاتساع .

وتركيب جدار الكيس الهوائى يشابه تركيب جدار القصبة الهوائية تماما إلا أنه فى بعض الحشرات كالنحل مثلا لا يوجد بجدار أكياسها الهوائية حلزون التنيديا ولكن فى البعض الآخر كالذباب مثلا يوجد هذا الحلزون .



شكل (٩٤) : (أ) ثغر تنفس فى حشرة أولية (يفتح ويقف الثغر بأنسجة ضامة).
(ب) ثغر الصرصار من الخارج. (ج) ثغر الصرصار من الداخل.
(د) الثغور التنفسية فى نهاية بطن يرقة ذبابة.
(هـ) قطاع طولى فى ثغر ذو غرفة وجهاز فتح وقفل داخلى.



شكل (٩٥) : (أ) ثغر تنفس فى يرقة من رتبة حرشفية الأجنحة (من الداخل).
(ب) نظام أو طرق توزيع حلزون التدعيم داخل القصيبات الهوائية.
(ج) كيس هوائى.
(د) القصيبات الهوائية عند اتصالها بالأنسجة وقت الراحة.
(هـ) القصيبات عند اتصالها بالأنسجة وقت النشاط.

سلوك الجهاز القصبى عند الانسلاخ (هنتون ، ١٩٤٧) :

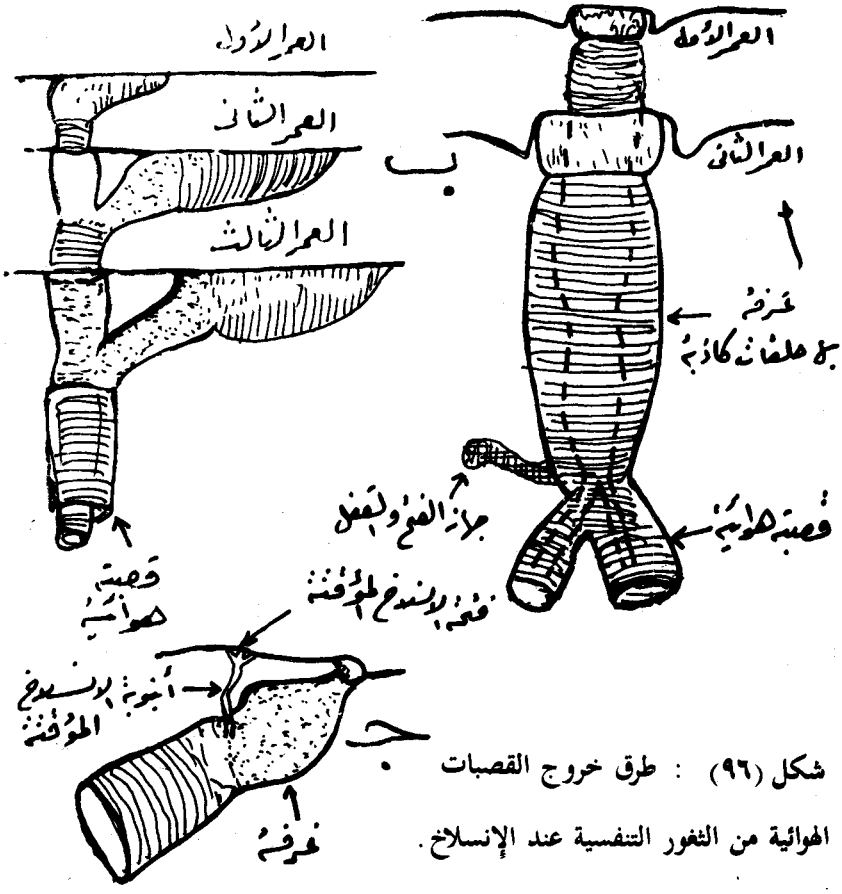
فى الحالات التى تكون فيها فتحة الثغر التنفسى واسعة وعاملة باستمرار يخرج منها كيوتيكل الجهاز القصبى القديم بعد تكوين الكيوتيكل الجديد تحته (شكل ٩٦) . وفى الثغور التنفسية من النوعين Uniforous و Biforous ، قد يكون لهذا الثغر التنفسى فتحة ولكنها تكون مقفلة (خلاف الشق أو الشقين الضيقين اللذين يدخل خلالهما الهواء من الخارج إلى الانبوبتين ثم إلى الغرفة الثغرية ومنها إلى القصبة الهوائية) ولا تفتح إلا عند الانسلاخ فقط ليخرج منها الكيوتيكل القديم للقصبة الهوائية ، ولذا سميت مثل هذه الفتحة باسم فتحة الانسلاخ Ecdysial opening (شكل ٩٦ ب) . وقد لا توجد بالمرة فتحة الانسلاخ هذه فى النوعين المذكورين الاخيرين وعندئذ تنمو أنبوبة جانبية عند قاعدة القصبة الهوائية (جهة غرفة الثغر) وتفتح هذه الانبوبة للخارج بفتحة مؤقتة (شكل ٩٦ جـ) وتسمى هذه الانبوبة الجديدة بأنبوبة الانسلاخ E cdysial tube حيث يخرج عن طريقها كيوتيكل القصبات الهوائية القديم ثم لا تلبث هذه الانبوبة أن تضمحل وتزول وتقفل الفتحة المؤقتة ولا يظهر من أثرها إلا ندبة شيتينية Scar غامقة على جدار جسم الحشرة من الخارج بجوار الثغر التنفسى وكذلك ندبة أخرى داخلية عند مكان اتصالها بالقصبة الهوائية .

ميكانيكية التنفس :

عند الراحة تكون نهايات القصبات الهوائية (والمسماه بالقصيبات الهوائية Tracheoles) والتى تنتهى بين خلايا النسيج فى الحشرة وجدارها ذات تركيب بروتينى وليس كيتينى كما هو الحال فى جدار القصبات حيث أن القصيبات تنشأ أثناء النمو الجنينى من بروتوبلازم الخلية اللهبية Flsme or End Cells ، وبداخل القصيبات يوجد الحلزون Taenidium على هيئة حلقات أو لولب أو مجموعة من اللولبات (كما فى شكل ٩٥ ب) ، ويبلغ قطر القصبة عند مبدئها ٤ر٠ ــ ٢ ر٠ من الميكرون وعند نهايتها نحو ٠٥ر٠ من الميكرون ، والقصيبات مملوءه بسائل معين (ماء أو محلول ملحى ١ ٪ ويعطى ضغطاً أسموزيا لا يزيد عن ١٠ ضغط جوى) . أما عند الطيران أو عند قيام النسيج بعمل ما أو بمعنى آخر عند زيادة التمثيل الغذائى لهذا النسيج يترتب على هذه الزيادة ارتفاع الضغط الاسموزى للسائل الموجود داخل القصيبات فينتقل هذا السائل ومعه كل الأكسيجين الذائب فيه إلى داخل النسيج (شكل ٩٥ هـ) وعند رجوع التمثيل الغذائى إلى ما كان عليه قبل النشاط يرجع السائل السابق ذكره ليملأ نهايات القصيبات الهوائية ثانية (شكل ٩٥ د) .

ومن جهة أخرى يعتقد بيمنت (Beament ١٩٦٤) أنه لا دخل للضغط الأسموزى (Osmosis) فى انتقال السائل من نهايات القصيبات الهوائية إلى أنسجة الحشرة أو العكس بل يرجع هذا إلى قوى طبيعية (Physical Forces) حيث توجد القصيبات منفتحة داخل الخلايا ولا يحجبها عن تلك الخلايا أية أغلفة خلوية.

أما بالنسبة لغاز ثانى أكسيد الكربون الناتج عن التمثيل الغذائى فإنه لا يدخل مطلقاً نهايات القصيبات بل يطرد من الأنسجة المختلفة التى تفرزه خلال جدرها ليذهب إلى الدم مباشرة وذلك بخاصية الانتشار Diffusion، ومن الدم ينفذ الغاز إلى الخارج عن طريق جدار جسم الحشرة الرقيق أو عن طريق، الأغشية الموجودة بين الحلقات المختلفة Intersegmental Membranes أو قد يخترق هذا الغاز بعد طرده إلى الدم جدر القصبات الهوائية ومنها يذهب إلى الخارج عن طريق الثغور التنفسية، وكل ذلك يتم عن طريق خاصية الانتشار أيضاً.



شكل (٩٦) : طرق خروج القصبات الهوائية من الثغور التنفسية عند الإنسلاخ.

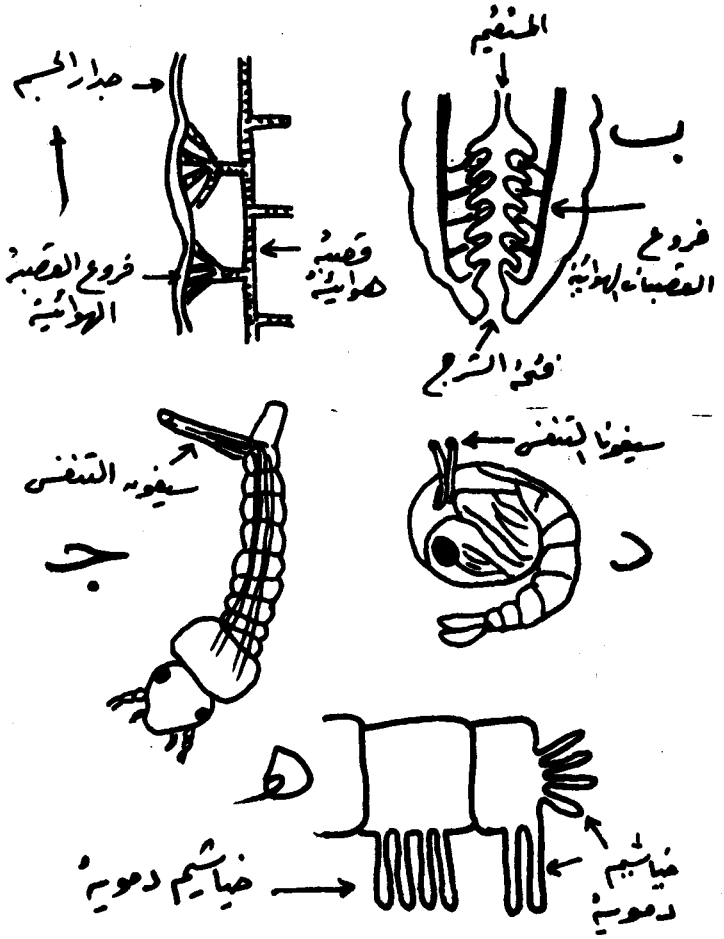
التنفس فى الحشرات المائية : Respiration in Aquatic Insects

تتنفس بعض الحشرات المائية الأكسجين الذائب عن طريق جدار الجسم إذا لا توجد لها ثغور تنفسية، وفى مثل هذه الحشرات المائية يكون جدار الجسم رقيقاً بدرجة تسمح بإنتشار الغازات الذائبة فى الماء خلال جدرها (شكل ٩٧ أ). وفى بعض الحوريات المائية يتم التنفس بواسطة خياشيم مزودة من الداخل بقصبات هوائية، ولذا فهى تسمى بالخياشيم القصبية Tracheal gills، وتوجد هذه الخياشيم القصبية داخل كيس المستقيم كما فى حوريات الرعاش الكبير (شكل ٩٧ ب) أو فى نهاية البطن وعلى جوانبها كما فى حوريات الرعاش الصغير وحوريات ذبابة مايو. وفى بعض اليرقات المائية كالبعوض مثلا يوجد فى مؤخرة بطنها أنبوبة طويلة توجد فى طرفها الفتحة التنفسية تمتص الهواء الجوى، ولكن عندما تريد يرقة البعوض أن تتنفس فعليها أن تصعد قرب سطح الماء وتخرج الأنبوبة المذكورة لتتنفس الهواء الجوى مباشرة (شكل ٩٧ ج). وفى اليرقات التابعة لعائلة الهاموش Chironomida وهى يرقات تعيش فى الماء توجد زوائد على هيئة أنابيب مملوءة بالدم الأحمر الذى به هيموجملوبين فى نهاية بطنها (شكل ٩٧ هـ) وتسمى هذه الزوائد بالخياشيم الدموية Blood gills وتعمل هذه الأنابيب على حمل أكسجين الماء إلى أنسجة الجسم المختلفة. وعندما تريد بعض الخنافس المائية مثل خنفساء Dytiscus التنفس فلا بد لها من أن تصعد فوق سطح الماء وتأخذ الهواء الجوى بين أجنحتها وتخزنه على هيئة فقاقيع هوائية Air bubbles لحين الحاجة إليه، وبعض الخنافس المائية الأخرى يمكنها أن تحجز هذه الفقاقيع الهوائية بين الشعر الموجود على أماكن خاصة من أجسامها (شكل ٩٨). كما أن لبعض اليرقات التى تعيش فى الماء فتحات تنفسية على نهاية جسمها المدبب، ويمكن لمثل هذه اليرقات أن تثقب سيقان النباتات المائية بواسطة مؤخر جسمها وذلك للحصول على الأكسجين الموجود بين فراغات الخلايا الداخلية للأنسجة النباتية وذلك كما فى يرقة Donocia.

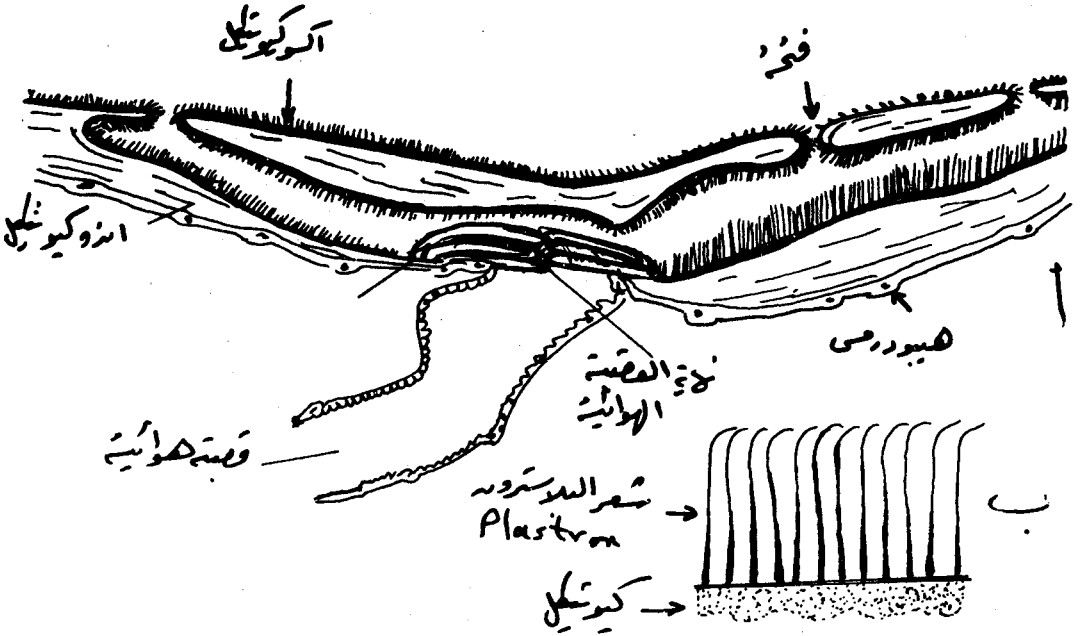
التنفس فى الحشرات المتطفلة داخل أجسام حشرات أو حيوانات أخرى :

تحصل الطفيليات الحشرية التى تعيش داخل أجسام عوائلها على الأكسجين اللازم لحياتها بطرق عدة، فمنها مايكون جدار جسمها رقيق جداً فيحصل تبادل الغازات بين جدار جسمها هذا وبين الأكسجين الموجود فى دم العائل كما هو الحال فى بعض الحشرات المائية ويخرج ثانى أكسيد الكربون بنفس الطريقة من الطفيل إلى دم العائل. ولبرقات ذبابة التاكينا فتحتان تنفسيتان فى نهاية بطنها المدببة وبهذه النهاية لليرقة أن تثقب أحد القصبات الهوائية للعائل وتدخل فى هذا الثقب الفتحتين التنفسيتين (شكل ٩٩ ج)

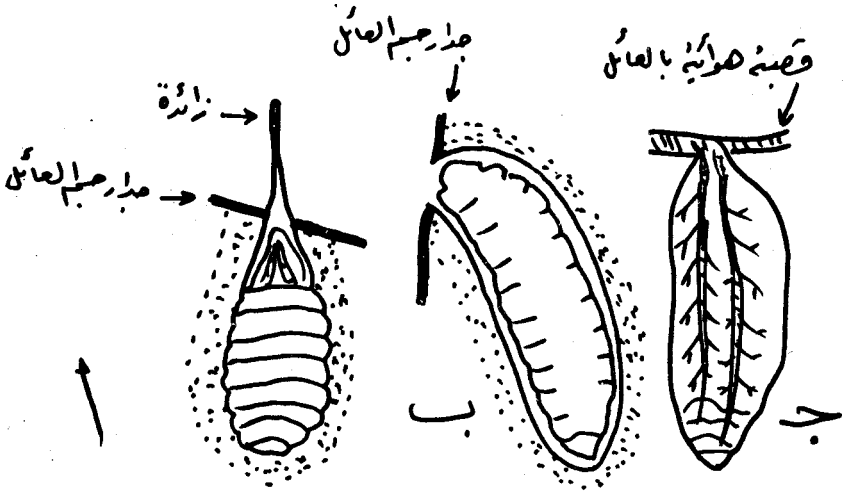
وبذلك يمكن ليرقات التاكينا تنفس الهواء الجوى الذى يتنفسه العائل. وفى يرقة نغف جلد البقر Hypoderma (رتبة الذباب) أو غيرها والتى تعيش تحت جلد المواشى نجد أن مؤخرة بطن اليرقة المذكورة مدببة وبها فتحتان تنفسيتان ويمكن لليرقة ثقب الجلد بهذه النهاية لكى تتنفس الهواء الجوى مباشرة (شكل ٩٩أ، ب).



شكل (٩٧) : (أ) التنفس خلال جدار جسم الحشرة.
(ب) نهاية بطن حورية الرعاش الكبير (التنفس خلال جدر المستقيم).
(ج) يرقة البعوضة (التنفس عن طريق السيفون).
(د) عذراء البعوضة (التنفس عن طريق السيفون).
(هـ) نهاية بطن يرقة الهاموش (التنفس عن طريق الخياشيم الدموية).



شكل (٩٨) : (أ) قطاع فى مكان فتحات الثغر لبيان إتصال القصبة الهوائية بالممرات المؤدية إلى جدار جسم حشرة **Aphelocheirus** .
(ب) جزء مكبر من البلاسترون .



شكل (٩٩) : (أ) يرقة **Blatothrix** فى عمرها الأول.
(ب) يرقة **Thrixion** محاطة بغلاف من جدار جسم العائل.
(ج) يرقة ذبابة التاكينا متصلة بالقصبة الهوائية ليرقة حفار ساق الذرة الأوروبى.

الباب الثامن

الجهاز الهضمى

أولاً : القناة الهضمية : The Alimentary Canal

القناة الهضمية هى أنبوبة يختلف طولها بإختلاف الحشرات، فقد يبلغ طولها طول الجسم أو يزيد هذا الطول كثيراً عن جسم الحشرة مما يجعلها تلتف وتلتوى على بعضها داخل الجسم. وأبسط وأكثر أنواع القنوات الهضمية هى الموجودة فى يرقات رتب حرشفية الأجنحة (شكل ١٠٠ أ) وغشائية الأجنحة والحوريات والحشرات الكاملة لرتب الحشرات بسيطة التطور Apterygota وجلدية الأجنحة وبعض مستقيمة الأجنحة (شكل ١٠٠ ب). أما أطول أنواع القنوات الهضمية فهى التى توجد فى الحوريات والحشرات الكاملة لرتب متشابهة ونصفية الأجنحة (شكل ١٠١) ويرقات الذباب التابعة لتحت رتبة Cyclorrhapha حيث تفوق القناة الهضمية طول الجسم عدة مرات (شكل ١٠٠ ج) وكقاعدة عامة تطول القناة الهضمية فى الحشرات التى تتغذى على سوائل (بإستثناء يرقات رتبة غشائية الأجنحة حيث تقصر قنواتها الهضمية مع أنها تتغذى على السوائل).

وتتكون القناة الهضمية فى الحشرات (شكل ١٠٠) من ثلاث مناطق رئيسية هى:

١ ــ القناة الهضمية الأمامية : The Fore-gut (or Stomdaeum)

وتبدأ بفتحة الفم الذى يؤدى إلى البلعوم الذى يعرف بوجود عضلات قابضة متصلة بسطحه وهذه العضلات تنشأ على صفيحة رأس الحشرة.

يلى البلعوم المرىء وهو ضيق نوعاً ثم يتسع فى نهايته الخلفية ليكون ما يسمى بالحوصلة. هذا فى الصرصار، أما فى الذباب وأبى دقيق والفراشات فتنشأ الحوصلة كأنبعاج جانبى يتصل بالمرىء بقناة رفيعة (شكل ١٠٢ ب)، وتعتبر الحوصلة كمخزن مؤقت للغذاء لحين انتقاله إلى المعدة عند الحاجة أو كما فى الصرصار تعتبر الحوصلة مكاناً يبقى فيه الغذاء فترة حتى يهضم أغلبة وذلك برجوع انزيمات الهضم التى تفرزها المعدة للخلف خلال القونصه لتصل إلى الحوصلة حيث تقوم بعملية الهضم المذكورة. يلى الحوصلة القونصة وهو جزء عضلى سميك ومبطن من الداخل بأسنان شيينية حادة، وتعمل القونصة كمنخل لا تسمح بمرور الغذاء إلى المعدة إلا إذا كان هذا الغذاء مفتتاً إلى

أجزاء صغيرة، كما تقوم القونصة أيضاً بتفتيت وتكسير الطعام، وفى نحلة العسل تقوم القونصة بغربلة الغذاء (حبوب اللقاح من الرحيق).

تدخل نهائة القونصة (أو الحوصلة فى الحشرات التى ليس لها قونصة كاليرقات مثلا) فى داخل المعدة كما ينثنى مقدم المعدة على مؤخرة القونصة فيتكون بذلك صماماً مريئياً Oesophageal valve (شكل ١٠٣ ب)، ويحاط هذا الصمام المريئى بعضلات دائرية قوية ويعمل على تنظيم مرور الغذاء من القناة الهضمية الامامية إلى القناة الهضمية الوسطى أو العكس.

وتتركب القناة الهضمية الأمامية هستولوجيا من خلايا طلائية (ابثليم) صغيرة الحجم لا تظهر الفواصل الموجودة بينها فى أغلب الأحوال، وغالباً ما تكون الخلايا مموجه فى ستة إنثناءات (شكل ١٠٤ أ)، وتبطن الخلايا من الداخل بطبقة من الشيتين المسمى إنتيما Intima وتغلف من الخارج بطبقة من العضلات الطولية فوقها طبقة أخرى من العضلات الدائرية وقد لا توجد طبقة العضلات الطولية بالمرة.

القناة الهضمية الوسطى: The Mid-gut (or Mesenteron)

وهى المعدة Stomach وتتكون هستولوجيا (شكل ١٠٤ ب) من طبقة من الخلايا الطلائية العمودية أو المكعبة التى يوجد على حوافها الداخلية أهداب عبارة عن امتدادات بروتوبلازمية من نفس الخلايا الطلائية، ويطلق على هذه الأهداب Brush-border or Striated-border، ويحيط بخلايا المعدة من الخارج طبقة رقيقة من العضلات الدائرية وخارجها طبقة أخرى من العضلات الطولية، وتوجد عند قواعد الخلايا الطلائية العادية الكبيرة خلايا صغيرة تعرف بالخلايا الجنينة Embryonic or Replacement or Imaginal cells، وتوجد هذه الخلايا الجنينية إما فردية أو فى مجاميع صغيرة فى الأطوار الغير كاملة كالحوريات واليرقات، وفائدة هذه الخلايا الجنينية تكوين القناة الهضمية الوسطى للحشرة الكاملة وذلك أثناء عملية التطور Metamorphosis، وفى الحالات التى تشاهد فيها هذه الخلايا الجنينية فى القناة الهضمية الوسطى للحشرة الكاملة سببه راجع إلى انتقالها كما هى إلى طور الحشرة الكاملة أثناء عملية التطور بدون أن يحدث بها أى تغيير. وفى بعض الحشرات كما فى رتب حرشفية الأجنحة والذباب وغشائية الأجنحة تظهر القناة الهضمية الوسطى مقسمة إلى ثلاثة أجزاء واضحة، جزء أمامى يسمى Pro-enteron مكون من عدد قليل جداً من الخلايا الصغيرة الحجم ملاصقة لنهاية القناة الهضمية الأمامية مباشرة، وجزء وسطى يسمى Mes-enteron يشمل أغلب خلايا المعدة ويتكون من خلايا كبيرة الحجم وهى التى سبق وصفها هستولوجيا، أما الجزء

الثالث ويسمى Met-enteron فهو صغير ومكون من عدد قليل جداً من الخلايا تصل بين الجزء الأخير من الـ Mes-enteron ومقدم القناة الهضمية الخلفية، وغالباً ما يقع هذا الجزء الأخير خلف مكان خروج أنابيب ملبيجى ويستدل من هذا على أن منشأ أنابيب ملبيجى هو من القناة الهضمية الوسطى وليس من القناة الهضمية الخلفية كما يذكر بعض الحشريون (هنسون Henson، ١٩٣٢، ١٩٤٦). وفى رتب الحشرات التى تظهر فيها القناة الهضمية الوسطى كجزء واحد فقط وهو Mes-enteron فإن ذلك لا يرجع إلى غياب كل من Pro-enteron والـ Met-enteron ولكن يرجع ذلك إلى أنهما قد يكونا مختزلين لدرجة أنه قد لا يكون موجوداً من كل منهما إلا خلية واحدة فقط أو عدة خلايا كما فى رتبة غمدية الأجنحة.

الزوائد الأعورية : The Enteric or Gastric Caeca

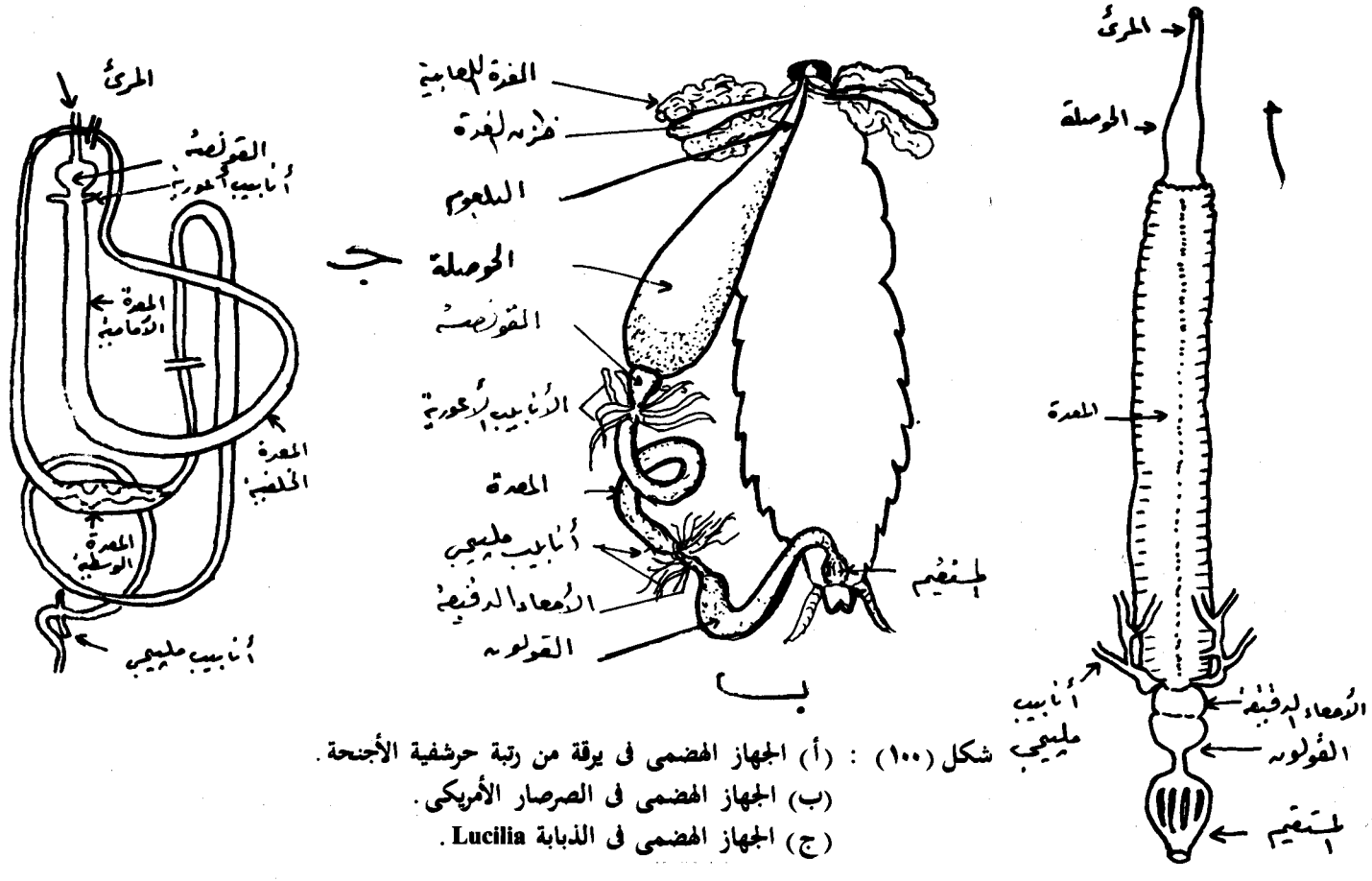
فى بعض الحشرات قد توجد زوائد أعورية عند مقدم المعدة أو على طول امتدادها وذلك لزيادة السطح الداخلى للمعدة، وتركيب هذه الزوائد الأعورية يشابه تماماً تركيب المعدة، وقد تحتوى هذه الزوائد الأعورية على بكتيريا لها صلة بعمليات الهضم والتغذية، كما أنها تفرز نفس الإنزيمات الهضمية التى تفرزها خلايا القناة الهضمية الوسطى.

الغشاء المحيط بالغذاء : The Peritrophic Membrane

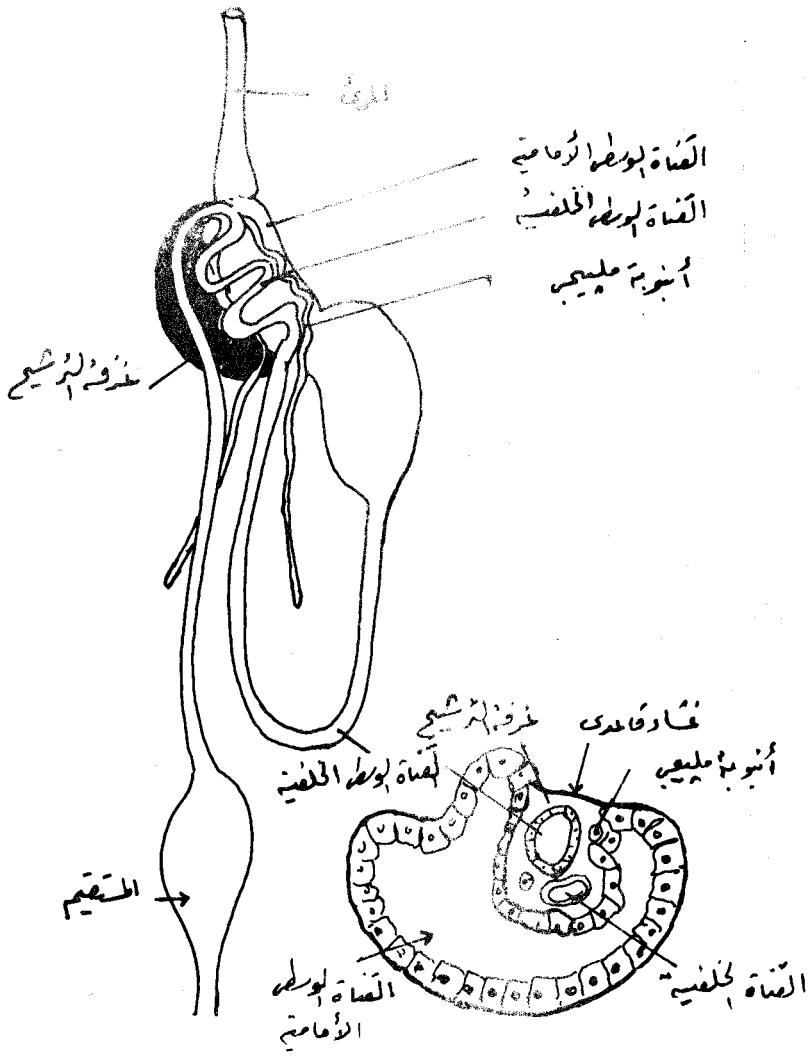
فى أغلب الحشرات يحيط بالغذاء الموجود فى فراغ المعدة الداخلى غشاء شيتينى بروتينى شبكى الشكل Reticular، وهذا الغشاء رفيع جداً إذ يبلغ سمكه أقل من نصف ميكرون، ويتكون من طبقة واحدة فى الغالب ولكن فى بعض الحشرات قد يكون مكونا من أكثر من طبقة، ويفرز هذا الغشاء بواسطة خلايا المعدة الموجودة جهة الصمام المريئى كما فى رتب حرشفية الأجنحة والذباب أو قد تفرزه جميع خلايا المعدة كما فى حشرات رتب مستقيمة الأجنحة والرعاشات وغمدية الأجنحة وغشائية الأجنحة.

ويعمل هذا الغشاء على حماية خلايا المعدة من التأكل بسبب احتكاك حبيبات الغذاء بها، وهو يسمح بمرور إنزيمات الهضم التى تفرزها خلايا المعدة لهضم الطعام خلاله، كما يسمح فى نفس الوقت بمرور الطعام المهضوم إلى خلايا المعدةومنها إلى الدم بخاصية الإنتشار.

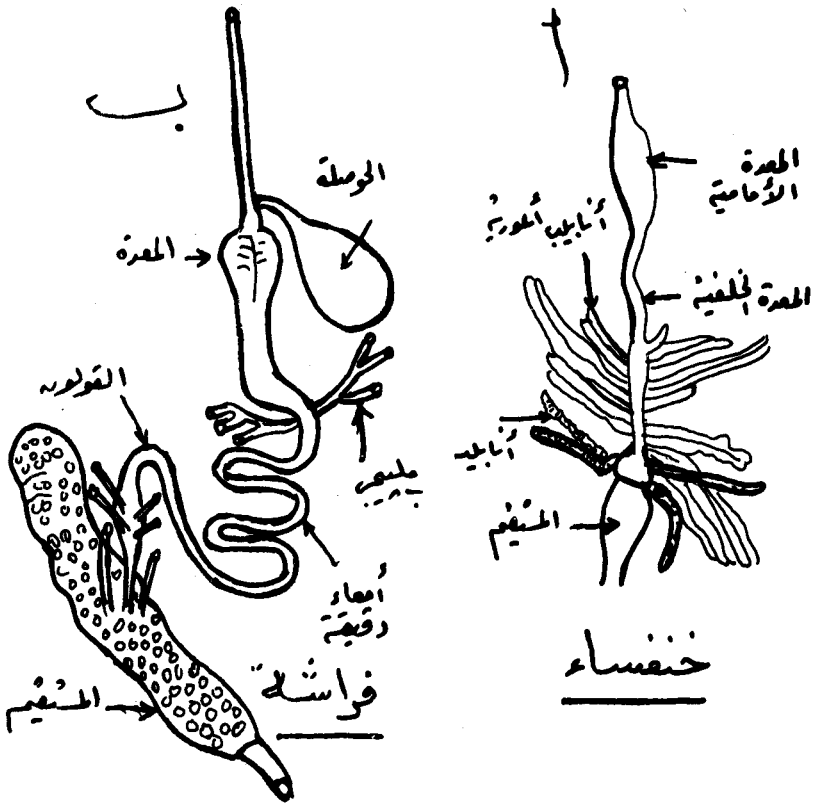
ولا يوجد هذا الغشاء بطبيعة الحال فى الحشرات التى تتغذى على سوائل كأغلب الفراشات وأبى دقيق وكل الحشرات التابعة لرتبة نصفية الأجنحة (ماعدا عائلة Corixidae)، وهو غير موجود أيضاً فى يرقات خنافس السجاد (فى جنس Anthrenus) وخنافس عائلة Carabidae.



شكل (١٠٠) : (أ) الجهاز الهضمى فى يرقة من رتبة حرشفية الأجنحة.
(ب) الجهاز الهضمى فى الصرصار الأمريكى.
(ج) الجهاز الهضمى فى الذبابة Lucilia.



شكل (١٠١) : القناة الهضمية في حشرة من رتبة نصفية الأجنحة.



شكل (١٠٢) : (أ) الجهاز الهضمى فى خنفساء.
(ب) الجهاز الهضمى فى فراشة ورق القطن Spodoptera sp. .

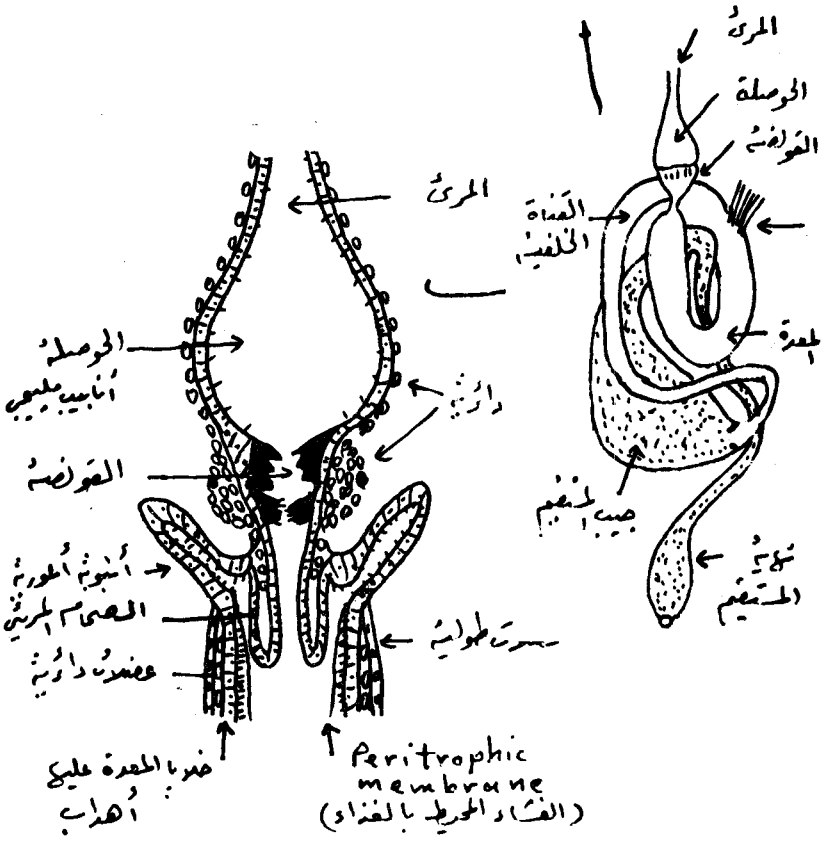
٣ ـ القناة الهضمية الخلفية : The Hind-gut (or Proctodaeum)

ويتكون من الأمعاء الدقيقة Ileum يليها القولون Colon ثم المستقيم Rectum الذى يفتح للخارج فى فتحة الشرج Anus . ويوجد بين المعدة والأمعاء الدقيقة صمام آخر يسمى الصمام البوابى Pyloric valve وحوله عضلات دائرية قوية لتنظيم مرور الغذاء الغير مهضوم من المعدة إلى القناة الهضمية الخلفية، كما تفتح عند منطقة اتصال المعدة بالأمعاء الدقيقة أو فوق هذه المنطقة بقليل (فى حالة وجود منطقة الـ Met-enteron) أنابيب مليجى Malpighian tubes

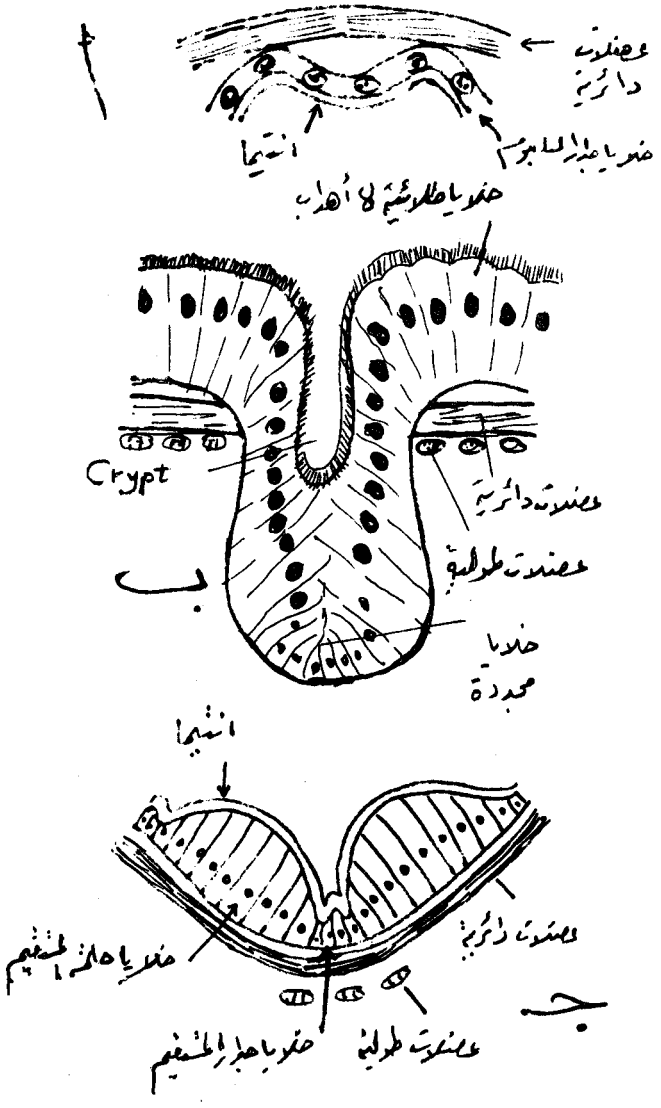
وتتكون القناة الهضمية الخلفية هستولوجيا (شكل ١٠٤ ج) من خلايا طلائية تظهر أو لا تظهر الفواصل الموجودة بينها، وتوجد هذه الخلايا فى الغالب فى ستة انثناءات Folds

كما هو الحال فى القناة الهضمية الأمامية، وتبطن الخلايا الطلائية بالشيتين المسمى انتيما Intima وتغلف من الخارج بطبقة عضلات طولية تحتها طبقة أخرى من العضلات الدائرية.

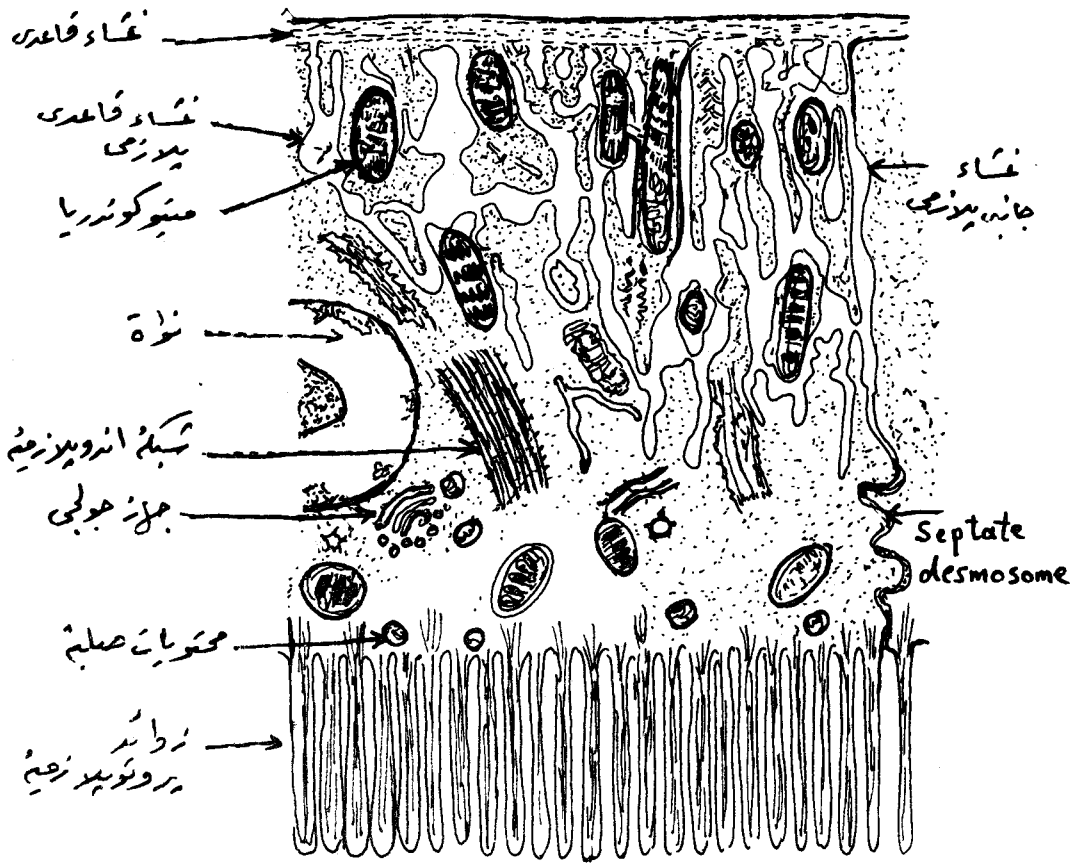
وفى كثير من الحشرات تكبر خلايا المستقيم كثيراً فى بعض مناطقه مكونة ستة أشرطة طولية تعرف بحلمات المستقيم Rectal papillae (شكل ١٠٤ ج) فائدتها امتصاص الماء الموجود فى البراز قبل خروجه من فتحة الشرج وإرجاعه إلى الجسم ثانية كما فى رتب مستقيمة الأجنحة وحرشفية الأجنحة وغشائية الأجنحة.



شكل (١٠٣) : (أ) الجهاز الهضمى فى النمل الأبيض.
(ب) القناة الهضمية الأمامية فى الصرصار الشرق.



شكل (١٠٤) : (أ) جزء من قطاع عرضى فى البلعوم.
(ب) جزء من قطاع عرضى فى المعدة.
(ج) جزء من قطاع عرضى فى المستقيم ويشمل حلمتين من حلمات المستقيم.



شكل (١٠٥) : جزء مكبر من خلية من خلايا المعدة أو الأنبوبة الأعورية

ثانياً : الهضم فى الحشرات : Digestion in Insects

غالباً ما تكون عصارة المعدة حامضية خفيفة (رقم الحموضه من ٦ ــ ٧)، أما اللعاب فهو متعادل فى الغالب. وفى الحشرات التى تتغذى على النباتات تكون عصارة المعدة قلوية (رقم الحموضة من ٤ و ٨ ــ ٣ و ١٠)، وفى الحشرات آكلة اللحوم تميل عصارة المعدة إلى الحموضة كما فى بعض يرقات الذباب (رقم الحموضه ٣). وعصارة الحوصلة فى الصراصير دائماً حمضية نظراً لإحتوائها على حمض اللكتيك الناشىء عن السكريات.

وفى الحشرات الرمية التى تتغذى على أغذية نباتية وحيوانية كالصرصار الأمريكى تحوى معدته أنزيمات المالتيز واللاكتيز والأميليز والأنفرتيز والليبيز والبروتينيز وبيتيدات Peptides، والحوصلة فى الصرصار المذكور هى المكان الرئيسى للهضم حيث تنتقل إليها إنزيمات الهضم من المعدة، ويعد الهضم ينتقل الغذاء المهضوم إلى المعدة حيث تمتص السكريات الأحادية والأحماض الأمينية والدهنية وتنتقل إلى الدم وخاصة فى الأنابيب الأعورية.

وفى الحشرات التى تمتص الدم كبعض أنواع الذباب والبعوض تفرز الغدد اللعابية مادة تمنع تجلط الدم Anti-coaguline ولكنها لا تفرز إنزيمات هاضمة، وفى مثل هذه الحشرات تفرز المعدة كميات كافية من إنزيم البروتييز Protease داخلها لهضم البروتين الموجود فى الدم، ومعدة مثل هذه الحشرات يوجد بها أنزيم الأميليز Amylase بكميات بسيطة جداً.

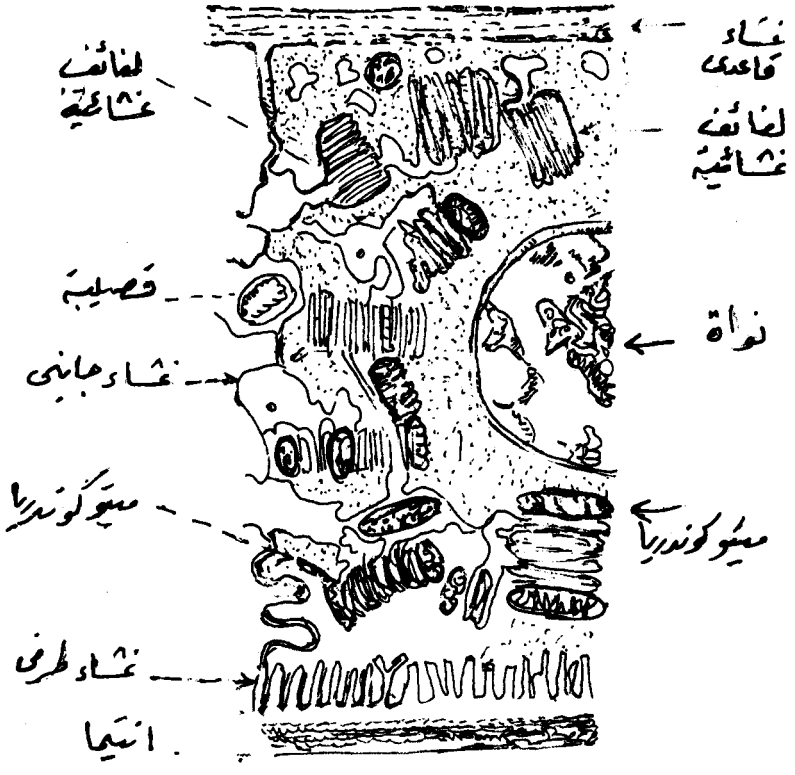
وفى أنواع الذباب التى تتغذى على السكريات نجد أن إنزيم البروتينيز فى معدتها ضعيف جداً فى حين أنه توجد إنزيمات الأميليز والأنفرتيز Invertase والمالتيز Maltase بكثرة. وفى معدة الفراشات وأبى دقيق حيث يتكون الغذاء من رحيق الأزهار فقط نجد أن الأنزيم الوحيد الموجود فى لعابها وكذلك فى معدتها هو إنزيم الأنفرتيز الذى يحلل السكر الموجود فى الرحيق.

وبينما نجد أن أكثر الحشرات الآكله للأوراق أو فروع النباتات تترك السليلوز يخرج مع البراز بدون هضم وبدون الاستفادة منه نجد أن البعض الآخر الذى يتغذى على مثل هذه المواد السليلوزية يمكنها أن تستفيد بالسليلوز وهو المكون الأساسى لهذه الأوراق والأفرع إذ أن هذه الحشرات يمكنها إفراز إنزيم السليليز Cellulase الذى يهضم مادة السليلوز كما فى يرقات الحفارات التابعة لعائلة Buprestidae (رتبة غمدية الأجنحة). وبعض حفارات الأخشاب التى لا يمكنها إفراز إنزيم السليليز مثل يرقات عائلة Lyctidae ويرقات عائلة

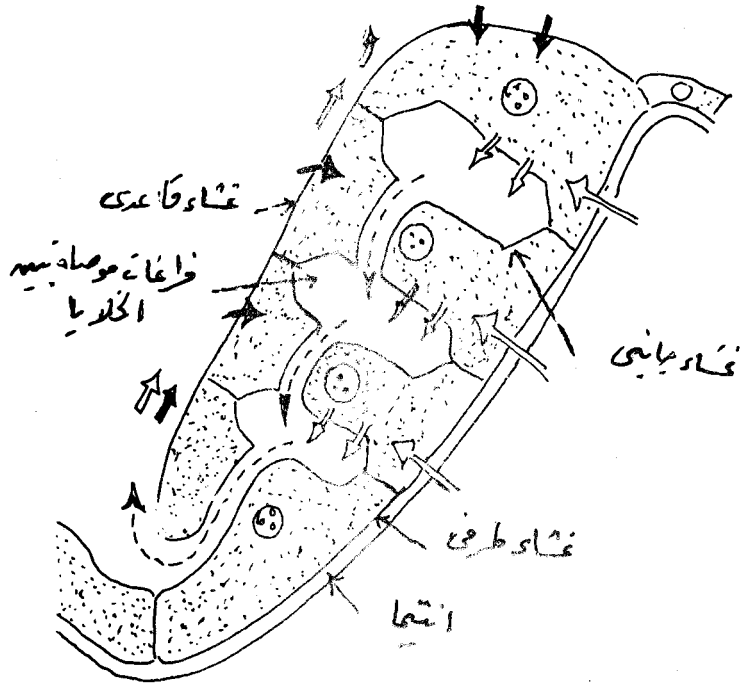
Bostrichidae (رتبة غمدية الأجنحة) تتغذى فقط على الخشب القريب من سطح الساق والغنى بمادتى النشا والسكر حيث يمكنها الإستفادة بهما فقط دون مادة السليلوز نفسها (يرقات حفارات الخشب من عائلة Cerambycidae التابعة لرتبة غمدية الأجنحة أيضاً تستفيد من محتويات الخلايا وكذلك من فعل إنزيم النصف سليلوز الموجود بها).

وحفارات ساق الصفصاف Cossus sp. والكازوا رينا Stromatium sp. التى تتغذى على الخشب يوجد بمعدتها إنزيم الليكينيز Lichenase الذى يحلل الليكين وهو من السكريات العديدة السداسية ويقرب السليلوز فى تركيبه ويجعله قابلا للذوبان فى الماء ولكن لا يحلل هذا الإنزيم السليلوز.

أما الإنزيمات التى تهضم الدهون فى الحشرات فهى إنزيم الليبير الموجود فى معدة الصرصار وإنزيم الاستريز الذى يوجد فى الذباب المنزلى وفى بعض الحشرات التى تمتص الدم وإنزيم الأرايل سلفتيز Aryl sulphatase الذى يوجد فى حوصلة الجراد وإنزيمى الليسيثينيز والكولين استريز اللذان يوجدان فى دودة الشمع.



شكل (١٠٦) جزء مكبر من خلية من خلايا حلمات المستقيم.



شكل (١٠٧) : منظر عام لحلمة من حلمات المستقيم لبيان سير السوائل من فراغ الجسم إلى الدم ولبيان اتصال هذه الفراغات بفراغ الجسم. الأسهم الفارغة تشير إلى دخول الماء من فراغ القناة الهضمية إلى حلمة المستقيم. والأسهم المصمتة تشير إلى تعويض الماء ثانية للحلمة من فراغ الجسم.

وفى القناة الهضمية الخلفية للنمل الأبيض Termites (رتبة متساوية الأجنحة ؛ شكل ١٠٣ أ) والقناة الوسطى لبعض أنواع الصراصير والخنافس توجد بروتوزوا Protozoa تقوم بإفراز إنزيم السليليز لهضم سليلوز الخشب الذى تتغذى عليه هذه الحشرات. وتوجد حشرات أخرى تحوى خلايا أنسجتها الداخلية مثل خلايا المعدة أو الأنابيب الأعورية أو الأجسام الدهنية أو أجسام خاصة تسمى Mycetomes بكتيريا أو خميرة أو فطر كما فى القمل وأنواع البق وبعض الخنافس، أو قد توجد هذه الكائنات الدقيقة سائبة فى فراغ القناة الهضمية، ومثل هذه الكائنات الدقيقة تعيش معيشة تبادل منفعة Symbiosis التى تساعد على هضم سليلوز الخشب، كما تمد هذه الكائنات الدقيقة عائلها الحشرى بالفيتامينات والبروتينات ومواد نمو أخرى غير معروفة، ولو أن يرقات خنافس الخشب من

عائلتى Anobiidae، Cerambycidae توجد بقناتها الهضمية إنزيمى السليليز والنصف سليليز ولا تستفيد فى هضم الخشب من البكتريا الموجودة فى معدتها ولكنها تستفيد بها فى سد احتياجاتها من الفيتامين. وتحوى معدة فراشة الحرير (Bombyx sp.) إنزيم السريسينيز Sericinase الذى يحلل مادة الحرير اللاصقة Silk cement ، كما يوجد إنزيم الكيتينيز Chitinase فى يرقات بعض حشرات رتبة غشائية الأجنحة التى تتغذى على العناكب ويسمح لها هذا الإنزيم بهضم جدار جسم العائل.

وبعض الحشرات التى تعيش على الصوف والفراء كفراش الملابس Tineola sp. يمكنها تحليل الصوف بواسطة إنزيمات كثيرة مثل إنزيم Dipeptidase وإنزيم Aminopoiypeptidase وإنزيم Carboxy polypeptidase كما وأن حشرات مثل القمل القارض Order Mallophaga التى تتغذى على الشعر والريش وخنافس الأناث من جنس Anthrenus التى تتغذى على المواد القرنية فتحوى عصارات معدتها مواداً مختزلة لم تعرف بعد تكسر المواد المذكورة وبذلك يمكن لهذه الحشرات الإستفادة منها. وليرقات دودة الشمع القدرة على تحليل الشمع الذى تتغذى عليه وذلك لوجود بكتيريا بداخلها تمكنها من هضم هذا الشمع والإستفادة بمكوناته. ومادة الكولاجين Collagen تقاوم الهضم بعصارات الحشرات ولا تهضمها إلا يرقات الذباب فى جنس Lucilia التى يمكنها إفراز إنزيم الـConagenase

أما عن احتياجات الحشرات من الفيتامينات فقد دلت الأبحاث على أنها تحتاج للفيتامينات التى تذوب فى الماء مثل الثيامين Thiamin والريبوفلافين Riboflavin والنياسين Niacin وحمض البنتاثونيك Pantathonic acid والبيريدوكسين Pyridoxin والبيوتين Biotin وحمض الفوليك Folic acid والكولين Choline ، وتحصل الحشرات على هذه الفيتامينات من الغذاء الذى تتناوله أو من البكتيريا أو الفطر أو الخميرة أو البروتوزوا الموجودة داخل أجسامها.

ومن المعادن تحتاج الحشرات جميعاً إلى الفوسفور والكوبالت والمغنسيوم والمنجنيز، وتحتاج يرقات البعوض إلى الكالسيوم، كما تعتبر أملاح الصوديوم والزنك والحديد والنحاس هامة أيضاً.

أما عن امتصاص نواتج هضم وإنحلال الغذاء فاتضح أن الكربوهيدراتات تتحلل إلى سكريات أحادية قبل امتصاصها فى خلايا المعدة(Mid-gut). وتمتص بعض الدهون دون تحللها أو هضمها رغماً عن وجود إنزيم الليبيز، ولكن من المحتمل أنها تتحلل بعد

امتصاصها ثم يعاد تركيبها مرة أخرى لتخزينها فى جسم الحشرة، وعلى العموم يكون امتصاص الدهون فى القناة الهضمية الأمامية Fore-gut والمعدة والأنابيب الأعورية (كما فى بعض الصراصير) بل وحتى فى القناة الهضمية الخلفية Hind-gut (كما فى بعض حشرات رتبة غشائية الأجنحة). أما عن البروتينات فهى تتحلل بواسطة إنزيمات [illegible] السابق ذكرها إلى أحماض أمينية قبل امتصاصها.

ويمتص الماء والأملاح (الصوديوم والبوتاسيوم) والكلور واليود والحديد والأحماض الأمينية والسكريات الأحادية والأصباغ فى القناة الهضمية الخلفية، كما يمكن للمعدة أيضاً امتصاص الماء وأيونات الكلور والبوتاسيوم والصوديوم والحديد والنحاس.

أما عن الجوع وأثره على الحشرة فقد أتضح أن النقص فى كمية غذاء اليرقة لا يمنعها من إتمام دورة حياتها ولكن الفراشة الناتجة تكون صغيرة، كما ظهر أن التجويع الجزئى لدودة فراش الملابس تطيل من عمر اليرقة وتزيد عدد الإنسلاخات وتقلل حجم الفراشة وعدد البيض الناتج، كما يؤدى التجويع الكلى أو الجزئى أثناء الجزء الأخير من حياة اليرقة إلى الأسراع فى التعذير فى معظم الحشرات الكاملة التطور، كما تفقد اليرقات والحوريات نسبة كبيرة من الجليكوجين والدهن بسبب التجويع. وقد يغير التجويع الجزئى أحياناً الصفات الخارجية للحشرة كلون الأعين ونسب أجزاء الأجنحة واختزال قرون الاستشعار والتغيير فى جنس العائل (تحت تأثير طفيل بجانب الجوع) وغير ذلك.

ويقوم الجهاز الهضمى بتقلصاته دورياً وتلقائياً Rhythmically، إذ يغذى القناة الهضمية الأمامية وربما مقدم المعدة كذلك أعصاب آتية من العقدة الجبهية Frontal ganglion بينما يغذى القناة الهضمية الخلفية أعصاب آتية من العقدة العصبية البطنية الأخيرة، هذا وقد يكون الاسيتايل كولين هاماً فى حركة القناة الهضمية الخلفية وكذلك فى إفرازات عقدتى c c ، c a وكذلك إفرازات العقدة تحت المرىء.

ثالثاً: أنابيب ملبيجى: The Malpighian Tubules (or Tubes)

ولو أن خروج غازك أم الناتج عن عملية التمثيل الغذائى من جسم الحشرة للخارج يعتبر عملية إخراجية إلا أنه يعد من المسائل الثانوية التى يأتى ذكرها فى أماكن أخرى كما فى الجهازين التنفسى والدورى مثلا. ولكن أهم المواد التى يتم إخراجها عن طريق أنابيب ملبيجى هى الماء والأملاح والمواد الآزوتية التالفة كحمض اليوريك Uric acid (الناتج عن التمثيل الغذائى لهضم البروتين) وكذلك بعض المواد العضوية الغير مرغوب فيها. هذا علماً

بأنه توجد فى الحشرات أنسجة أخرى وظيفتها إخراجية أيضاً مثل الجسم الدهنى Fat body والخلايا النبيذية Oenocytes والخلايا الجار قلبية Nephrocytes أو Pericardial cells (والتى يأتى ذكرها مع الجهازين الدورى والعصبى) والغدد الصماء Corpora allata و C. cardiaca . كما أن بعض المواد التالفة الناتجة عن التمثيل الغذائى تحول إلى حبيبات Pigments ترسب فى حراشيف أجنحة بعض الحشرات حرشفية الأجنحة كما فى أبى دقيق الكرنب أو ترسب فى جدار الجسم كما فى خنفساء الكلورادو وتعطيها الألوان الصفراء الزاهية المميزه لها . هذا وتعتبر غدد الحشرات التى تفرز الشمع أو الروائح المختلفة أماكن تركب فيها المواد المذكورة من مواد تالفة وعلى ذلك فهى تقوم بعملية إخراجية بطريقة غير مباشرة .

وتفرز أنابيب ملبيجى لبعض الحشرات من عائلة Cercopidae (رتبة نصفية الأجنحة Homoptera) الحرير والرغوة التى تغطى بها البيض أو توجد تحتها الحوريات ، وفى حشرات أخرى من عائلة Chrysomelidae (رتبة غمدية الأجنحة) تفرز أنابيب ملبيجى مادة لزجة على الرجل الخلفية الكاذبة لتساعدها على التقدم أثناء السير .

وتتكون أنبوبة ملبيجى هستولوجيا (شكل ١٠٨ أ ، ج) من خلايا طلائية (٣ ــ ٨ خلايا غالباً فى القطاع العرض) تشبه خلايا المعدة إذ أن لها أهداب داخلية Brush-border ، كما يوجد عند قواعد خلاياها فى الأطوار الغير كاملة كاليرقات والحوريات بعض الخلايا الجنينية الصغيرة Replacement cells التى تنشط عند التطور وتكون أنابيب ملبيجى الحشرات الكاملة كما فى رتب حرشفية الأجنحة وغمدية الأجنحة مثلا . والخلية العادية فى أنبوبة ملبيجى كبيرة الحجم وذات نواة كبيرة وتشاهد عند حافتها الخارجية منطقة مخططة ، وتغلف أنبوبة ملبيجى من الخارج بغلاف بريتونى Peritoneal membrane مكون من نسيج ضام .

وتقسم الحشرات بالنسبة إلى وجود ألياف عضلية غير إرادية فى جدار أنبوبة ملبيجى إلى أربعة أقسام هى :

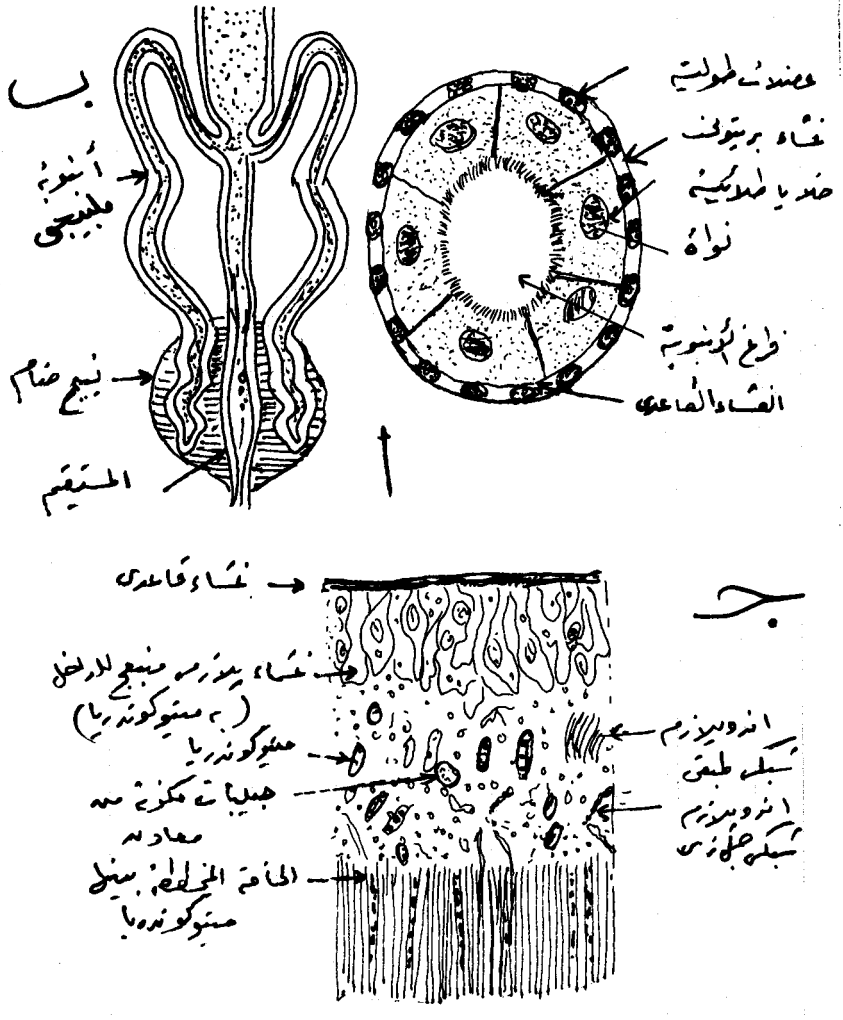
١ ــ فى رتب ذات الذنب الشعرى وجلدية الأجنحة وهدبية الأجنحة لا توجد عضلات فى جدر الأنابيب .

٢ ــ فى رتب حرشفية الأجنحة وذات الجناحين وترايكبترا وبعض نصفية الأجنحة توجد العضلات عند قواعد الأنابيب فقط .

٣ ــ فى رتب غمدية الأجنحة وشبكية الأجنحة لا توجد العضلات على طول جدار الأنبوبة بأكملها .

٤ ـــ فى رتبتى مستقيمة الأجنحة والرعاشات توجد ليفة عضلية واحدة أو ليفتان تلتفان حلزونياً حول طول الأنبوبة كلها.

وتعمل العضلات المذكورة فى النوعين الأخيرين (٣ ، ٤) على تدفق الدم فوق الأسطح الخارجية للأنابيب وربما أيضاً للعمل على حركة المواد داخل الأنابيب.



شكل (١٠٨) : (أ) قطاع عرضى فى أنبوبة ملبيجى.
(ب) نهايات أنابيب ملبيجى مرتبطة بجدار المستقيم.
(ج) جزء مكبر من خلية من خلايا أنبوبة ملبيجى.

وقد يكون التركيب الهستولوجى لكل أنبوبة ملبيجى متشابه أو قد تقسم إلى مناطق مختلفة التركيب والوظيفة.

وفى بعض الرتب الحشرية كمستقيمة الأجنحة وغشائية الأجنحة يزيد عدد أنابيب ملبيجى بإستمرار عند كل إنسلاخ وأيضاً عند التطور ثم يزيد العدد أيضاً عند خروج الحشرة الكاملة من الحورية أو من العذراء وترجع هذه الزيادة فى عدد أنابيب ملبيجى إلى أن الأنابيب الجديدة تنشأ من بعض الخلايا الجنينية الموجودة عند أماكن نشوئها، وتعرف أنابيب ملبيجى الناشئة من الخلايا الجنينية بعد تمام النمو الجنينى (أى فى أثناء تطور اليرقة أو الحورية) بأنابيب ملبيجى الثانوية Secondary M.T. تمييزاً لها عن الأنابيب الأولية Primary M.T. التى تكونت أثناء النمو الجنينى قبل الفقس. وغالباً ما توجد أنابيب ملبيجى فى أزواج يختلف عددها بإختلاف الحشرات كما فى الجدول (٣).

هذا ولا يوجد برتبة ذات الذنب القافز (Collembola) أنابيب ملبيجى بالمرة بينما تمثل هذه الأنابيب فى رتب بروتيورا ودبلورا بحلمات صغيرة.

ويختلف شكل أنابيب ملبيجى فى الحشرات المختلفة، فقد يكون على هيئة أنبوبة بسيطة كما فى الصرصار أو شجريا كما فى دودة الشمع، أو قد يخرج منها تفرعات قصيرة مقفلة كما فى حشرة Melolontha.

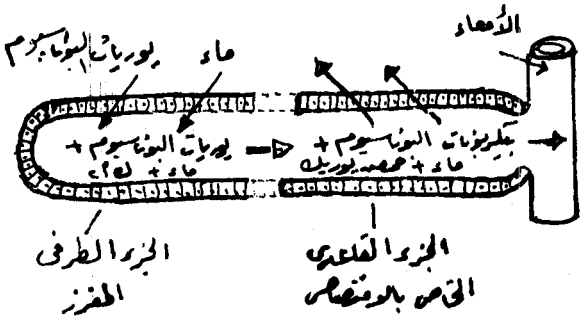
وتفتح كل أنبوبة من أنابيب ملبيجى عادة فى القناة الهضمية بفتحة مستقلة، كما فى الصرصار، أو قد يتحد أكثر من أنبوبة واحدة لتكوين قناة واحدة مشتركة تفتح فى القناة الهضمية كما فى يرقات رتبة حرشفية الأجنحة، وفى عائلة الحفار Gryllidae تفتح كل أنابيب ملبيجى مجتمعة فى فتحة واحدة مشتركة.

وفى الغالب يكون الطرف السائب لكل أنبوبة من أنابيب ملبيجى سابحاً فى فراغ الجسم كما فى الصرصار. وفى بعض الحشرات الأخرى تلتصق نهاية الأنبوبة بجدار القناة الهضمية الخلفية ولكن لا تفتح فيها مطلقاً كما فى كثير من يرقات غمدية الأجنحة (شكل ١٠٨ ب) وحرشفية الأجنحة، ويطلق على هذا النوع الأخير من أنابيب ملبيجى Cryptonephric system، ويعتقد بعض الحشريون أن هذا النوع الأخير من أنابيب ملبيجى يساعد على زيادة امتصاص الماء من البراز الخارج عن طريق الإنتشار خلال القناة الهضمية الخلفية، ويستدل على ذلك بوجود هذا النوع من أنابيب ملبيجى فى الحشرات التى تتغذى على أغذية جافة، ولكن ثبت خلاف ذلك إذ وجد أيضاً فى الحشرات التى تتغذى على غذاء سائل، كما وجدت الأنابيب السائبة الأطراف فى حشرات تتغذى على أغذية جافة.

(جدول رقم ٣): عدد أنابيب ملبيجى فى الحشرات المختلفة

الرتبـــــــــــــــــة	عدد أنابيب ملبيجى
١ ــ الحشرات القشرية واليرقات المتطفلة من رتبة غشائية الأجنحة	٢
٢ ــ القمل الماض وهدبية الأجنحة ونصفية الأجنحة والذباب .	٤
٣ ــ عائلة البعوض (رتبة الذباب) ورتبة خافية الأجنحة (البراغيث) .	٥
٤ ــ قمل الكتب وغمدية الأجنحة .	٤ ــ ٧
٥ ــ متساوية الأجنحة .	٢ ــ ٨
٦ ــ ذات الذنب الشعرى .	٤ ــ ١٦
٧ ــ حرشفية الأجنحة .	٦
٨ ــ شبكية الأجنحة .	٦ ــ ٨
٩ ــ جلدية الأجنحة .	٨ ــ ٢٠
١٠ ــ ذبابة مايـــو .	٨ ــ ١٠٠
١١ ــ الرعاشـــات .	٥٠ ــ ٢٠٠
١٢ ــ مستقيمة الأجنحة .	٣٠ ــ ٣٠٠
١٣ ـ غشائية الأجنحة : ا - النحل	٦ ــ ٢٠
ب - الكثير من أفراد تحت رتبة أبكريتا	اكثر من ١٠٠

وتعمل أنابيب ملبيجى أساساً على إخراج حمض اليوريك إلى الخارج (على هيئة ملح صوديوم أو بوتاسيوم) إذا أن هذا الحمض يتكون داخل خلايا الجسم نتيجة نواتج التمثيل الغذائى للبروتينات ثم من خلايا الجسم ينتقل إلى الدم وتقذفه فى محلول مائى إلى قنواتها الداخلية ومنها إلى القناة الهضمية الخلفية إلى الخارج مع البراز (شكل ١٠٩) . ولقد وجد أن أنابيب ملبيجى فى بعض الحشرات تحتوى على أملاح كربونات بدلا من أملاح حمض اليوريك (شكل ١٠٩) .



شكل (١٠٩) : رسم توضيحي لبيان فسيولوجية أنبوبة ملبيجي.

الباب التاسع

الجهـــاز العضـــلى
The Muscular System

يتكون الجهاز العضلى فى الحشرات من نوعين :

١ ــ جهاز عضلى هيكلى : Somatic or Skeletal M.System

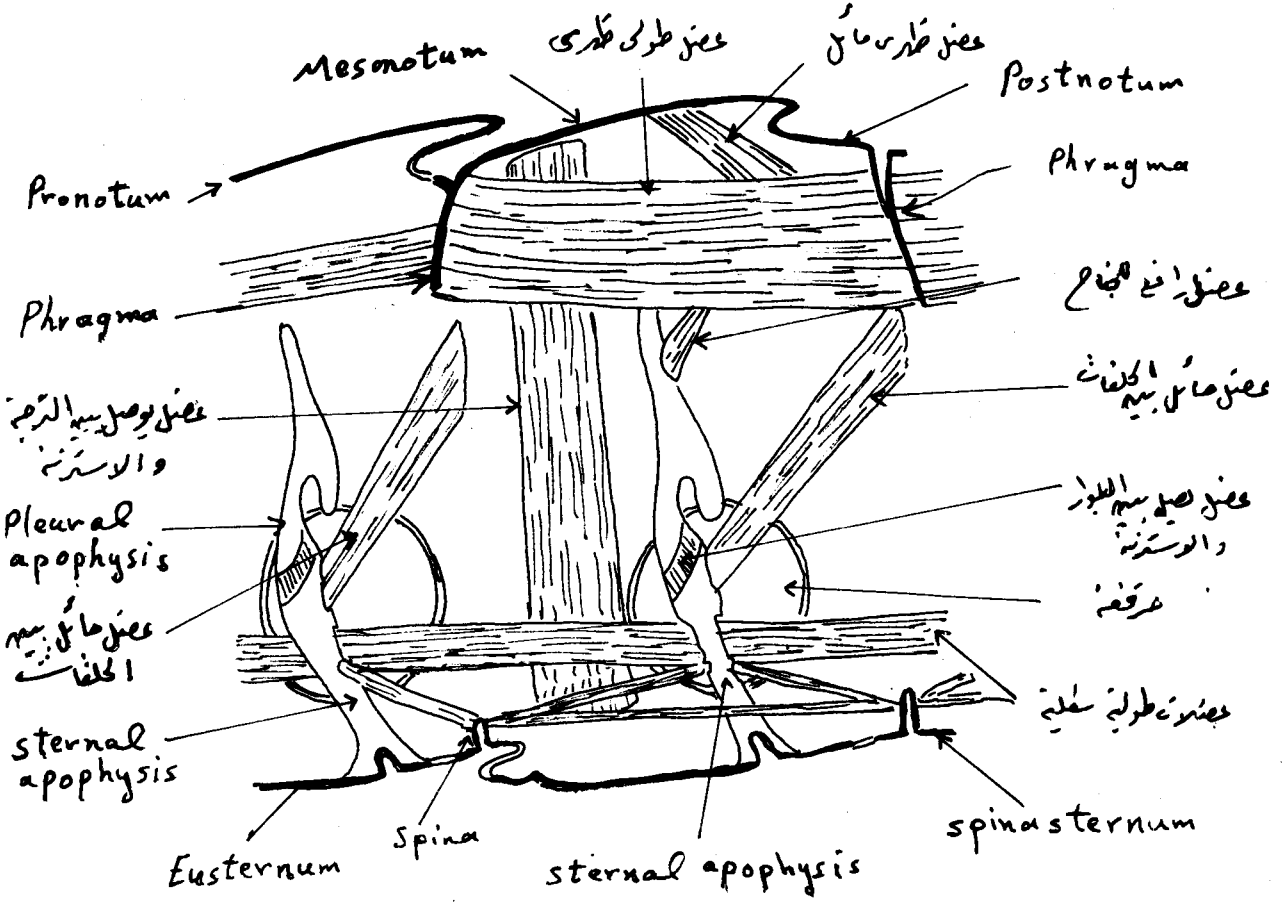
وهو الذى يغطى جدار الجسم من الداخل (شكل ١١٠ ، ١١١) وفائدته تحريك حلقات الجسم ، ويتكون العضل هنا من ألياف Fibres كبيرة الحجم ومتوازية .

٢ ــ جهاز عضلى حشوى : Splanchnic or Visceral M.System

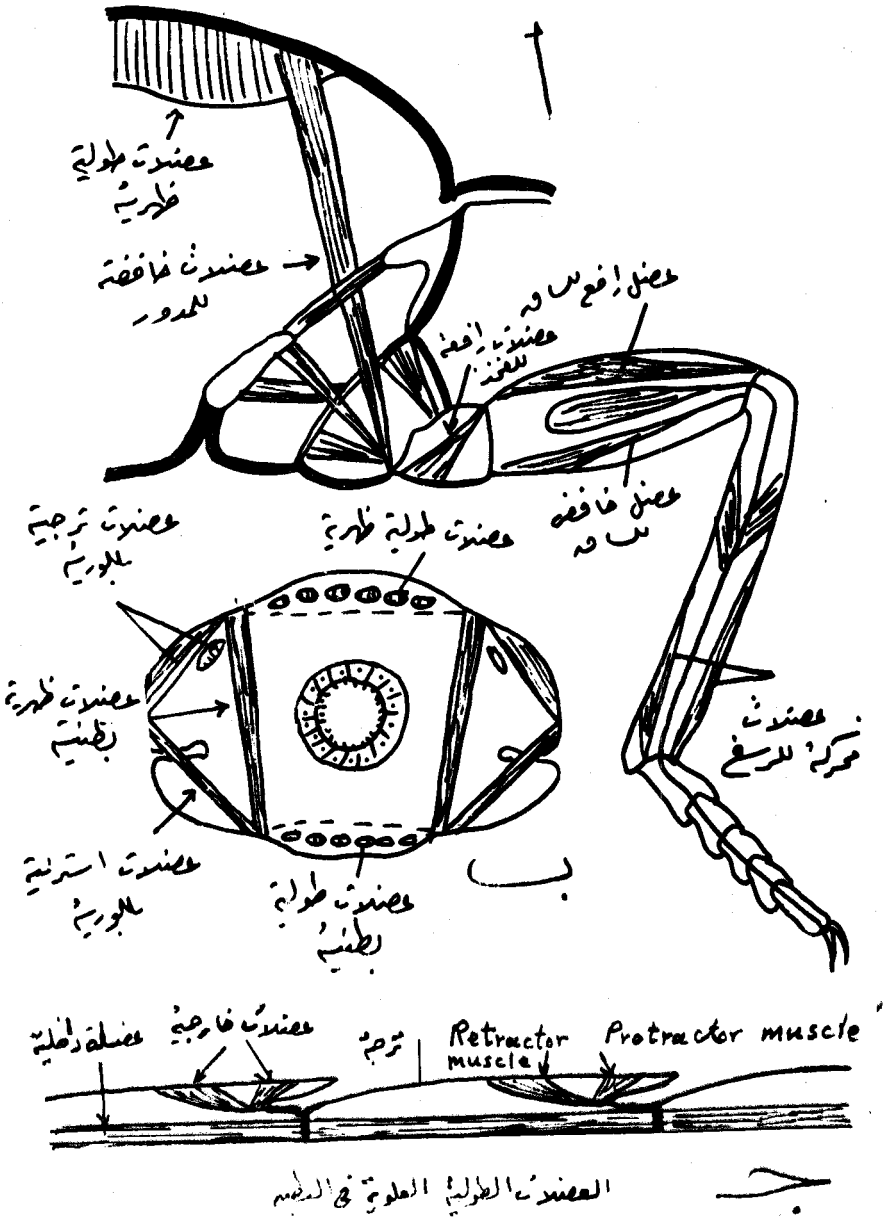
وهو الذى يغلف الأجهزة الداخلية المختلفة ، ويتكون العضل فيه من ألياف طولية ودائرية ، وقد تكثر الطولية فى مكان ما والدائرية فى مكان آخر ، أو قد يتداخل النوعان (الطولية والدائرية) مع بعضهما البعض .

والعضلات التابعة لكل من النوعين السابقين (الهيكلى والحشوى) عديمة اللون أو رمادية فاتحة ولو أن عضلات الأجنحة تكون مصفرة أو برتقالية أو بنية خفيفة ، وهى أيضاً مخططة تخطيطاً عرضياً Cross-striated إلا أن هذا التخطيط غير موجود فى بعض الألياف العضلية المكونة لجدار القلب وكذلك فى العضلات المغلفة للقناة الهضمية وأعضاء الأجهزة التناسلية .

وتتركب كل ليفة عضلية Fibre من ألياف كل الجهاز العضلى الهيكلى أو الحشوى من لفيفات Fibrillae (Myofibrils of Sarcostyles) موازية لبعضها البعض ، وهذه اللفيفات توجد مغمورة فى سيتوبلازم Matrix or Sarcoplasm الليفة العضلية ، ويوجد بالسيتوبلازم أنوية Naclei وجليكوجين ، وتحاط الليفة العضلية من الخارج بغلاف سميك يسمى ساركولما Sarcolemma عبارة عن نسيج ضام .



شكل (١١٠) : العضلات الهيكلية فى الصدر المتوسط لحشرة مجنحة (بخلاف عضلات الأرجل).



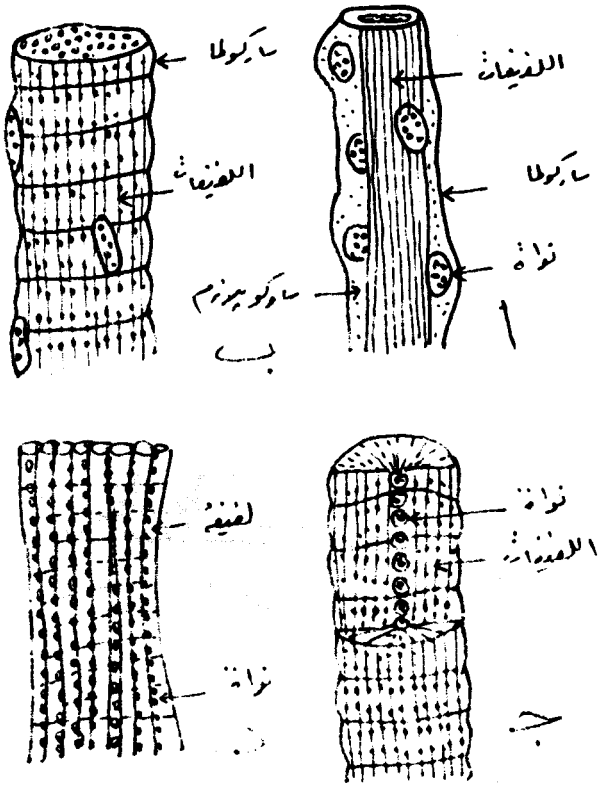
شكل (١١١) : (أ) قطاع يبين العضلات الخارجية والداخلية للرجل.
(ب) قطاع عرضى لحلقة بطنية يبين العضلات البطنية.
(ج) قطاع طولى لحلقتين بطنيتين لبيان العضلات الظهرية الخارجية والظهرية الداخلية.

أنواع الألياف العضلية الهيكلية :

يختلف ترتيب اللفيفات (Fibrils) فى أى ليفة عضلية (Fibre) تابعة للجهاز العضلى الهيكلى بإختلاف الحشرات، وعادة تتبع أحد الأشكال الآتية :

١ ــ عضلات الطيران الكبيرة اللفيفات :

وتوجد فى رتب الذباب والخنافس وغشائية الأجنحة ونصفية الأجنحة. تبلغ اللفيفة أكثر من ١٠٠ ميكرون فى القطر بل وقد يزيد القطر عن ١ ملم، والميتوكوندريا عديدة الأوجه فى مقطعها العرضى وتوجد بين اللفيفات، وخطوط التلوفراجا (Z)، الميزوفراجما (M) ومنطقة الـ H واضحة، كما توجد فواصل واضحة بين كل مجموعة من مجاميع اللفيفات الكبيرة. وعلى العموم فمجاميع اللفيفات هذه تكون مرتبة وسط الليفة العضلية ومحاطه بطبقة سميكه من الساركوبلازم (شكل ١١٢ أ).



شكل (١١٢) : أنواع الألياف العضلية الهيكلية.

٢ ــ العضلات الهيكلية :

نجد فى هذا النوع أن اللفيفات الموجودة داخل الليفه العضلية الواحدة تكون أكثر عدداً مما فى النوع السابق ، وعلى ذلك تملأ اللفيفات جميع مساحة الساركوبلازم ، وتوجد الأنوية إما مبعثرة داخل الليفة أو توجد منضغطة بين اللفيفات والساركولما .

يوجد هذا النوع فى عضلات أرجل وبطون الحشرات ، وتبلغ اللفيفة نحو ١٠ ميكرون إلى ١ ملم فى القطر ، واللفيفة مربعة أو عديدة الأوجه فى مقطعها العرضى ، قد تكون الميتوكوندريا كثيرة أو قليلة وموجودة بين اللفيفات أو مرتبة حول خط الـZ ، خطوط الـ M غائبة وأشرطة الـ H غير واضحة (شكل ١١٢ ب) .

٣ ــ الألياف الأنبوبية :

وفيها توجد الأنوية مرتبة فى صف واحد تحت بعضها البعض فى فجوة وسط الليفة العضلية ، وترتب اللفيفات حول هذه الفجوة الوسطية بشكل شعاعى ، تبلغ اللفيفات ١٠ ــ ٢٥ ميكرون فى القطر ، وتوجد الميتوكوندريا فى أعمدة بين اللفيفات .

يوجد هذا النوع فى عضلات رتب الصراصير والرعاشات ، خط الميزوفراجما (M) غير موجود (شكل ١١٢ ج) .

٤ ــ الألياف المنضغطة :

هذا النوع من الألياف العضلية أصفر اللون أو بنى فاتح بخلاف الأنواع الثلاثة السابقة التى تكون عديمة اللون أو رمادية . اللفيفات فى الليفة العضلية كبيرة الحجم إذ تبلغ ١٠ ــ ١٠٠ ميكرون فى القطر ، وتوجد سائبة بدون ساركولما يحيط بها إذ ترتبط اللفيفات ببعضها البعض بواسطة القصبات الهوائية ، كما توجد الأنوية المفلطحة على سطح الليفة العضلية ، توجد الميتوكوندريا المستديرة الشكل أو المتعددة الأوجه فى صفوف طولية . ويوجد هذا النوع من الألياف العضلية فى رتب مستقيمة الأجنحة وترايكوبترا وسرشفية الأجنحة ، أشرطة الميزوفراجما (M) غير موجودة (شكل ١١٢ د) .

التخطيط العرضى فى العضلات الهيكلية :

يعزى التخطيط العرضى فى العضلات الهيكلية إلى أن كل لفيفة عضلية مكونة من منطقة مضيئة وأخرى معتمة بالتبادل وراء بعضها البعض بطول الليفة ، وبتلاصق هذه المناطق المضيئة والمعتمة فى الليفة العضلية الواحدة تظهر الليفة العضلية

(وبالتالى العضلة كلها) مقسمة إلى مناطق مضيئة وأخرى معتمة متتالية. وتفاصيل هذه المناطق المضيئة والمعتمة تختلف بإختلاف نوع العضل وبإختلاف الحشرات نفسها، ولكن فى أقصى حالاتها تتكون الليفة العضلية من المناطق المبينة فى (شكل ١١٣ أ).

وعلى العموم فإنه يوجد من اللفيفات نفسها Fibrils داخل الليفة العضلية Fibre نوعان، أحدهما سميك Thick myofilaments يحيط بها النوع الثانى الرفيع Thin myofilaments فى أشكال متعددة الأوجه Hexagona كما هو موضح فى شكل (١١٣ ج)، والنظام المتعدد الأوجه المذكور واضح فى عضلات الطيران ولكنها غير منتظمة أو غير ظاهرة فى العضلات الجناحية وعضلات القلب والعضلات الحشوية وبعض العضلات الهيكلية حيث تقل بكثرة اللفيفات الرفيعة. هذا ولقد وجد نوع ثالث من اللفيفات أرفع من النوع الثانى الرفيع السابق يطلق عليه T - filaments موجود فى لفيفة القشريات وفى عضلات سيفون البقه المائية الكبيرة Benacus sp

خط التلوفراجما (Z) : وصف خط التلوفراجما من قبل بأنه غشاء يقسم الليفة العضلية وسمى لمدة طويلة باسم غشاء كراوس Krause's membrane ، ولكن أظهر الميكروسكوب الإلكترونى أن خط التلوفراجما هذا ليس بغشاء بل منطقة ربط بين اللفيفات بعضها ببعض كما هو واضح فى شكل (١١٣ ب).

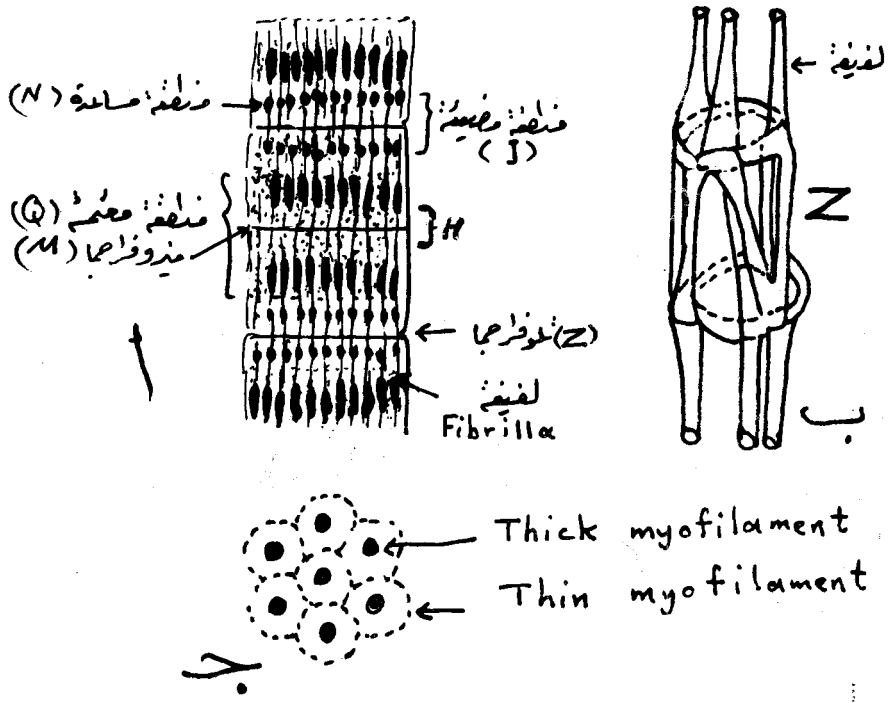
هذا وتغذى الألياف العضلية فى الحشرات شبكة كبيرة من القصيبات الهوائية التى تخترق الساركولما لتتفرع داخل الليفة العضلية، كما توجد بين اللفيفات أنابيب Tubules.

أنواع الألياف العضلية الحشوية:

قد يوجد من الألياف العضلية الحشوية المخطط وغير المخطط كما سبق القول، والألياف المخططة منها تتشابه فى تخطيطها ونظام تفرعها مع الألياف العضلية فى قلب الفقريات.

اتصال العضلات الهيكلية بجدار الجسم:

لكل عضلة جسمية نقطة اتصال Attachment إحداهما ثابتة وتتصل بجدار الجسم وهى نقطة الأصل أو المنشأ أو المنبت Origin والأخرى متحركة وتتصل بأى عضو أو جهاز من أجهزة الجسم المختلفة وهى نقطة الإرتكاز Insertion. وفى كثير من الحالات تنتهى نهايتا العضلة فى جزء ما من أجزاء الجسم بحيث لا يوجد فارق بين نقطة الأصل ونقطة الإرتكاز.



شكل (١١٣) : (أ) ليفة من عضل إرادى لبيان المناطق المضيئة والمناطق المعتمة.
(ب) نموذج للنظام المحتمل الذى يوضح اتصال اللفيفات العضلية عند منطقة الميزوفراجما.
(ج) نظام ترتيب اللفيفات المختلفة داخل الليفة العضلية (موضحاً وجود اللفيفات السمكية واللفيفات الرفيعة فى أشكال متعددة الأوجه).

وفى حالات كثيرة يوجد بين نقطة منبت العضلة وبين العضلة نفسها حبل Cord أو منطقة شيتينية تسمى Apodeme كما فى حالة عضلات الفكوك العليا (شكل ١١٥).

وتتصل العضلة بجدار الجسم عند نقطة الأصل أو المنبت بطرق مختلفة هى:

١ ــ منبت العضلة قد يكون عند قاعدة خلايا الهيبودرمس.
٢ ــ منبت العضلة قد يكون عند النهاية الداخلية للابيكيوتيكل.
٣ ــ منبت العضلة قد يكون عند النهاية الداخلية للاكسوكيوتيكل.
٤ ــ منبت العضلة قد يكون عند الحاقة العلوية للاكسوكيوتيكل.

٥ ــ قد تجذب العضلة عند اتصالها بجدار الجسم خلايا الهيبودرمس للداخل.

٦ ــ قد تجذب العضلة عند اتصالها بجدار الجسم طبقة الأندوكيوتيكل للداخل والتى تسحب معها بدورها للداخل خلية أو أكثر من خلايا الهيبودرمس.

وأجزاء اللفيفة العضلية التى تخترق خلية الهيبودرمس أو منطقة البروكيوتيكل والتى تسمى Tonofibrilla ماهى إلا استمرار للفيفة ومسابهة تماما فى الشكل إلا أنها تختلف عنها فى منشئها وتركيبها الكيماوى حيث يغيب فيها التخطيط العرضى، وربما تكون الـ Tonofibrilla إفرازا شيتينيا داخلياً لخلية الهيبودرمس.

أنواع العضلات المحركة لزوائد الجسم (شكل ١١١ ، ١١٤ ، ١١٥ ، ١١٦)

تنقسم العضلات من حيث اتصالها بالجزء الذى تحركه إلى:

(أ) Extrinsic muscles : وهى التى تنشأ خارج العضو عند قاعدته وتحركه بأكمله كوحدة واحدة.

(ب) Intrinsic muscles : وهى التى توجد بداخل العضو نفسه ولكنها تعمل على تحريك بعض أجزائه أو حلقات منه.

وتسمى العضلات باسم موقعها أى مكان منبتها واتصالها كالعضلة المسماه بالعضلة البلورية الحرقفية Pleurocoxal muscle لأنها تصل ما بين البلورا Pleuron والحرقفة Coxa.

وتسمى العضلات أيضاً باسم الوظيفة التى تؤديها كما يلى:

(أ) عضلة رافعة Levator m. : أى الخاصة برفع أى زائدة أو جزء من زوائد الجسم كساق الرجل مثلا.

(ب) عضلة خافضة Depressor m. والتى تخفض زائدة من الزوائد.

(ج) عضلة محركة للأمام Retractor or premotor m. وتعمل على تحريك العضو إلى الخلف.

(د) عضلة محركة للخلق Retractor or remotor m. وتعمل على تحريك العضو إلى الخلف.

(هـ) وعضلات مقربة ومنها نوعين:

(هـ١) عضلات تعمل على جذب عضو أو زائدة إلى زميلتها المقابلة لها وتسمى Adductor m.

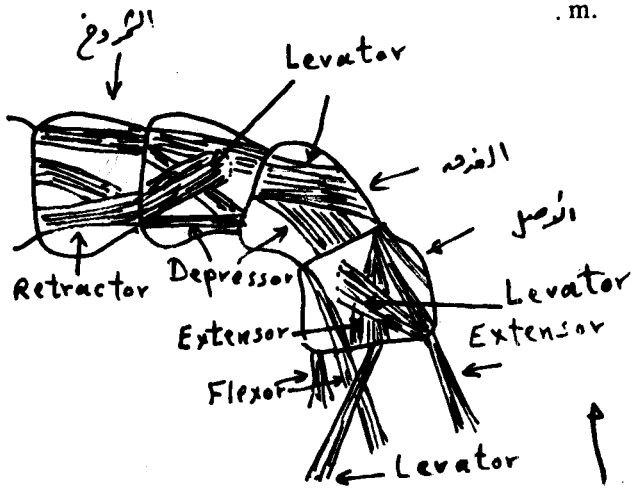
(هـ٢) عضلات تعمل على جذب جزء من عضو آخر من نفس العضو لتقربه منه وتسمى Flexor m. .

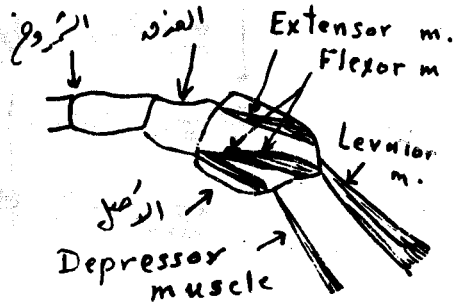
(و) عضلات مبعدة ومنها نوعين أيضاً :

(و١) عضلات تعمل على سحب عضو أو زائدة بعيداً عن زميلتها المقابلة لها وتسمى Abductor m. .

(و٢) عضلات تعمل على أبعاد جزء من عضو عن جزء آخر من نفس العضو وتسمى Extensor m. .

(ز) عضلات تعمل على لف العضو أو الزائدة حول نفسها وتسمى Rotator m. .





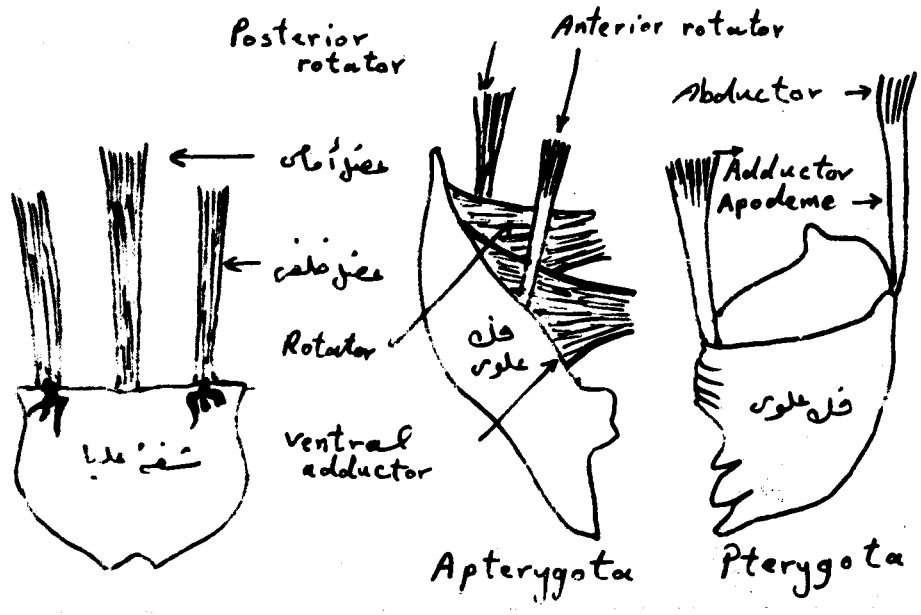
قاعدة قرن الاستشعار لـ

Locusta (Orthoptera) • Japyx (Diplura)

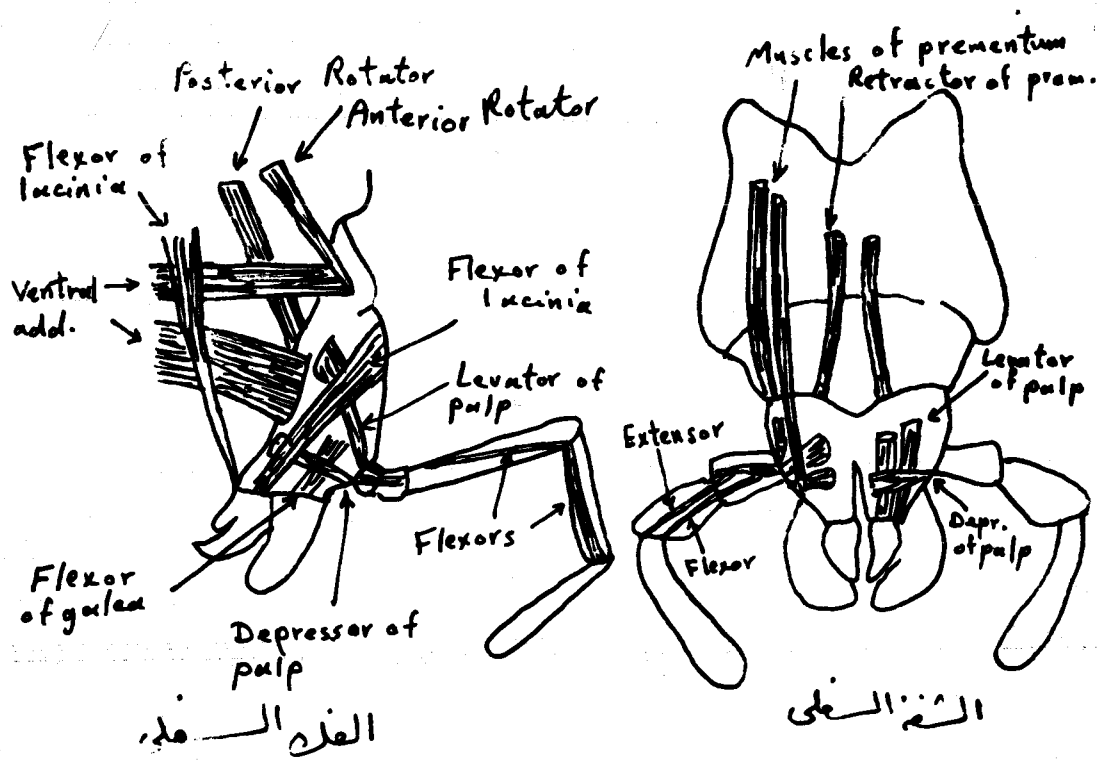
شكل (١١٤) :

(أ) عضلات قرن الاستشعار فى حشرة من تحت صف الحشرات العديمة الأجنحة Apterygota (الأولية).

(ب) عضلات قرن الاستشعار فى حشرة مجنحة Pterygota .



شكل (١١٥) : عضلات الشفة العليا والفك العلوى.



شكل (١١٦) : عضلات الفك السفلى والشفة السفلى.

البـــاب العاشـــر

الجهاز الدورى والأنسجة المتصلة به
The Circulatory System and Associated Structures

ينقسم فراغ جسم الحشرة إلى ثلاث تجاويف Sinuses بواسطة حجابين حاجزين علوى وسفلى (شكل ١١٧ أ) وهذه التجاويف الثلاث هى :

(أ) التجويف العلوى : Dorsal or Pericardial Sinus
وتجرى فيه أنبوبة الوعاء الظهرى المكونة من القلب والأورطة .

(ب) التجويف الأوسط أو التجويف الحشوى : Visceral Sinus
وبه الجهاز الهضمى .

(ج) التجويف السفلى : Ventral or Perineural Sinus
ويوجد به الحبل العصبى البطنى .

ويلاحظ فى الحشرات أن الدم يملأ جميع هذه الفراغات ويحيط بالأنسجة المختلفة الموجودة بها .

الوعاء الظهرى : The Dorsal Vessel

ويتكون هذا الوعاء (شكل ١١٧ ب) من جزئين الخلفى منهما هو القلب والأمامى هو الأورطة . ويتكون القلب من حجرات يختلف عددها بإختلاف الحشرات . وفى العادة يوجد بين كل حجرتين متتاليتين زوج من الفتحات (فتحة على كل جانب) تسمى أوستيا Incurrent Ostia فائدتها إدخال الدم من فراغ الجسم إلى داخل القلب . وقد يكون لكل حجرة من حجر القلب أكثر من زوج واحد من هذه الفتحات قد يصل إلى سبعة فى بعض الأحيان .

وفائدة الوعاء الظهرى هو حمل الدم وجمعه من البطن ودفعه إلى الرأس .

فى أغلب الحشرات تكون نهاية القلب مقفلة ولكن فى بعض الأحيان توجد فتحة وسطية فى نهاية القلب من الخلف (شكل ١١٨ ج) . وفى حوريات ذبابة مايو يتصل

بالغرفة الأخيرة من القلب ثلاث صمامات على هيئة ثلاثة أنابيب تصب فى زوائد البطن الخلفية (شكل ١١٨ هـ).

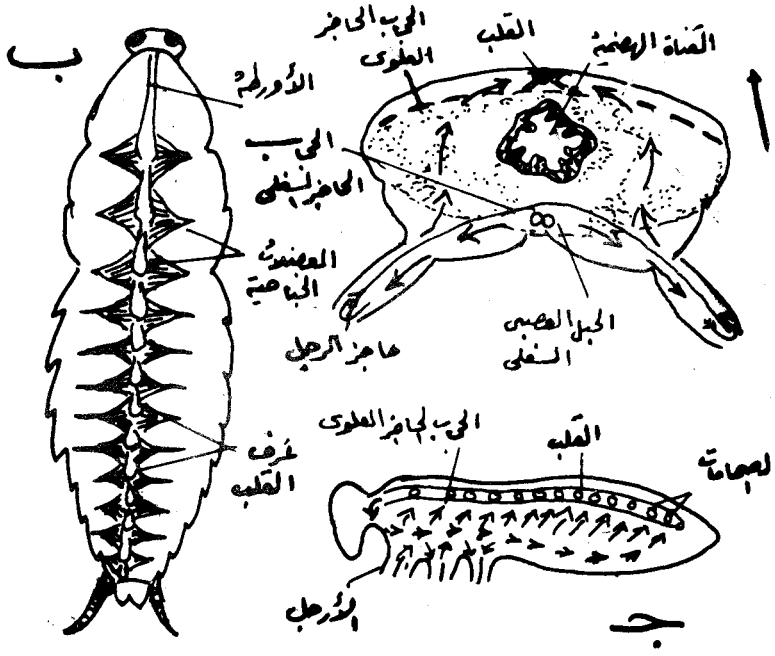
وقد توجد فى جدار القلب السفلى فى بعض حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة فتحات سفلية يدخل منها الدم مباشرة من الفراغ الحشوى إلى داخل القلب.

ويتكون جدار الوعاء الظهرى من طبقة واحدة من الخلايا ذات النويات الكبيرة الحجم ومادة هذه الخلايا عبارة عن ألياف عضلات دائرية فقط أو دائرية وطولية. ويحاط جدار القلب من الخارج ومن الداخل أنبوبة أخرى تحيط به تسمى Adventita وهى مكونة من نسيج ضام. كما يتصل القلب أيضاً بجدار الجسم الجانبى عن طريق العضلات الجناحية The Alary Muscles أو بالحجاب الحاجز العلوى إذ فى الغالب يقع القلب فوق هذا الحجاب الحاجز العلوى مباشرة ويتصل به بواسطة ألياف مطاطة (شكل ١١٧ أ).

أما عن الأورطة فلا يوجد به فتحات أوستيا (أى صمامات) ولكن يوجد بينه وبين القلب زوج من الصمامات الأورطية Aortic Valves ويصب فى الغالب خلف أو تحت المخ مباشرة. والنهاية الطرفية (الأمامية) للأورطة تكون فى بعض الأحيان على شكل القمع ولكنها فى الغالب تكون متفرعة إلى عدد من الأوردة الرأسية Cephalic Arteries كما قد ينقسم كل وريد رأسى بدوره إلى أوردة أصغر.

ويتحكم فى حركة القلب أعصاب يختلف منشؤها من حشرة لأخرى، ففى الصرصار الأمريكى مثلا يغذى الأورطة عصبان جانبيان آتيان من العقدة الجبهية والعصب الراجع بينما يغذى غرف القلب أعصاب آتية من العقد العصبية الموجودة فى حلقات الجسم (Treherne et al., ١٩٦٥).

وتفرز عقدة Corpora cardiacum (CC) ثلاثة إفرازات مختلفة هى السيروتونينى، أدرينالين ومادة دهنية ثالثة تؤثر أولاً فى الخلايا الجار قلبيه وتجعلها تفرز بدورها مادة Indolalky lamine التى تتحكم فى ضربات القلب عند التغذية حيث أن أعضاء الحس الموجوده على الشفه العليا ترسل الأشارة إلى المخ والذى بدوره يرسل الأشارة إلى العقدة الجبهية فتنتقل بدورها تلك الأشارة عن طريق العصب الراجع إلى عقدة CC فتفرز إفرازاتها كما سبق القول. هذا يؤثر على ضربات القلب كذلك أربعة إفرازات ــ خلاف الأسيتايل كولين ــ صادرة من الجهاز العصبى المركزى ومن عقدتى CC . CA أيضاً (والإفرازات المذكورة كلها هى (Neurohormones).



شكل (١١٧) : (أ) قطاع عرضى فى حلقة صدرية.
(ب) منظر علوى للوعاء الظهرى فى الصرصار.
(ج) قطاع طولى فى حشرة لبيان الدورة الدموية.

الحجابان الحاجزان العلوى والسفلى:

جدارهما عضلى ليفى. ويوجد فوق الحجاب الحاجز العلوى فقط أزواج من العضلات على شكل مثلثات على جانبى القلب هى العضلات الجناحية. وقاعدتا كل زوج متقابل من أزواج العضلات الجناحية تتقابل مع بعضها البعض تحت جدار القلب أو أن يكون هذا الاتصال بجدار القلب الجانبى نفسه كما فى رتبة الكولمبولا (ذات الذنب القافز) ويرقات الذباب والقمل الماص، أما الأطراف المدببة للعضلات الجناحية فهى متصلة بجدار الجسم وغالباً عند الفواصل الموجودة بين الحلقات. ويوجد فى الحجاب الحاجز العلوى والسفلى فتحات يدخل منها الدم إلى الفراغات المختلفة. والعضلات الجناحية تتكون من ألياف عضلية مخططة وألياف مطاطه يختلف عددها من ٤ أزواج فى نحلة العسل إلى ١٢ زوجاً فى الصرصار.

هذا ويوجد الحجاب الحاجز السفلى كاملاً تام النمو فى رتب مستقيمة الأجنحة والرعاشات وذبابة مايو وغشائية الأجنحة وحرشفية الأجنحة، بينما نجده فى باقى الرتب مضمحلاً أو غائباً، ويتحكم فى حركته أعصاب تخرج من العقد العصبية الموجودة بحلقات الجسم، ويعمل هذا الحجاب الحاجز السفلى من ٨ ــ ١٢ ضربة فى الدقيقة.

الفتحات الجانبية التى تسمح بدخول الدم : The Incurrent Ostial Valves

الفتحة الجانبية عبارة عن شق رفيع فى جدار القلب الجانبى امتدت حافتاه العلوية والسفلية للداخل وكونتا صماما Incurrent Valve لمنع خروج الدم من الوعاء الظهرى لفراغ الجسم عند انقباض القلب، وكل حافة من حافتى كل صمام تسمى شفة Lip، والشفة لها سمك مكون من خلية واحدة ثم تستدق هذه الشفة بعد هذا السمك وتنتهى فى الداخل بخيط رفيع (شكل ١١٨ ز) .عند إنفراج القلب تفتح الصمامات ويدخل الدم (شكل ١١٨ ز)، وعند اكتمال الإنفراج تقفل الصمامات وتعمل شفتا الصمام زاوية ٩٠° مع جدار القلب (شكل ١١٨ ح)، وعند إنقباض القلب تنبعج جدر الصمامات للخارج حتى تلتصق شفتا كل صمام جيداً فلا يخرج دم للخارج (شكل ١١٨ ط).

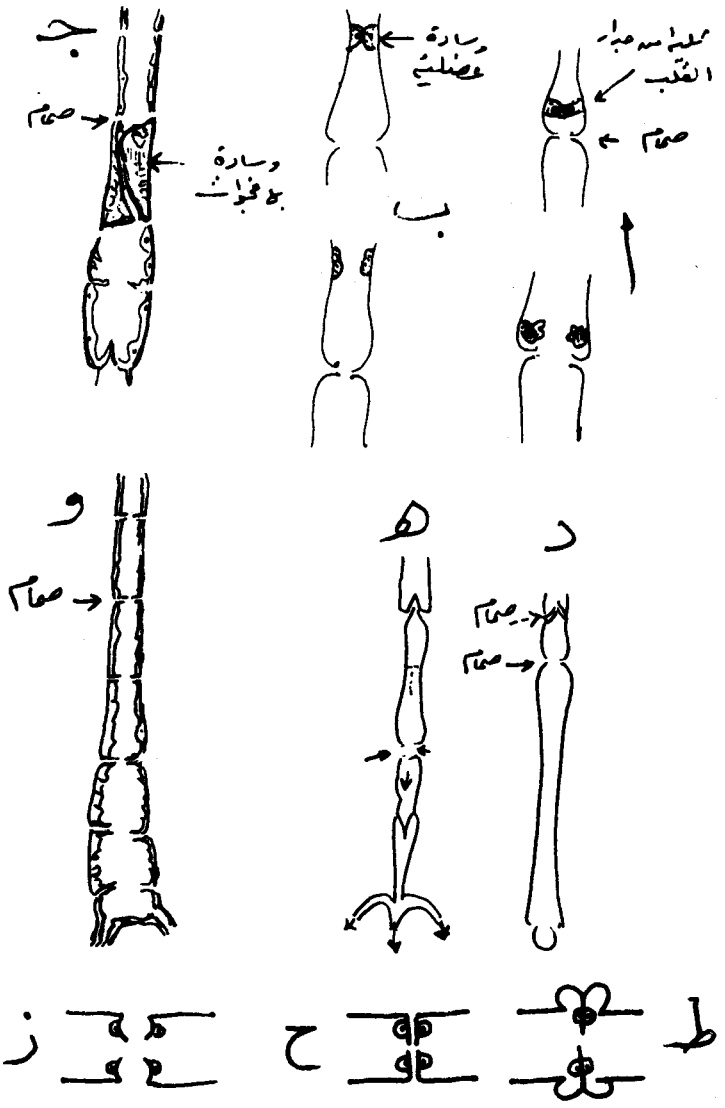
الفتحات الجانبية التى تسمح بخروج الدم : The Excurrent Ostial Valves

فى كثير من حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة توجد بالقلب صمامات أخرى غير الصمامات الموجودة بين غرف القلب،وهذه الصمامات الجديدة يمكن أن يخرج منها الدم من داخل القلب إلى خارجه. ففى أنواع الحفار Gryllotalpa يوجد من هذه الصمامات الأخيرة زوجان فى الصدر وثمانية أزواج فى البطن.

وفى فوق عائلة النطاط ذو القرون الطويلة Tettigonioidea يؤدى كل صمام من هذه الصمامات إلى أنبوبة مقفلة يمكن للدم أن يرشح خلال جدرها.

وفى الصرصار المسمى Blaberus يوجد من الصمامات المذكورة زوجان فى الصدر وأربعة أزواج فى البطن وتؤدى جميعها إلى أوعية دموية.

وفى حشرات رتبة ذات الذنب الشعرى توجد من ١ ــ ٦ فتحات فردية على السطح السفلى لجدار القلب وتؤدى هذه الفتحات الفردية إلى فراغ الجسم.



شكل (١١٨) : أمثلة للصمامات المختلفة فى القلب.

(أ) يرقة الذبابة **Tipula**.

(ب) يرقة نوع آخر من الهاموش.

(ج) يرقة هاموش.

(هـ) حورية ذبابة مايو **Cloeon**.

(و) يرقة التاكينا **Thrixion**.

(ز، ط) الصمامات فى درجات مختلفة من ضربات القلب.

غـــرف القلب : The Heart Chambers

فى أغلب الحشرات يتكون القلب من أنبوبة مقسمة إلى حجر أو غرف ، أو تتكون هذه الغرف من إنبعاج جدر الفتحات الجانبية (الصمامات) للداخل. وفى بعض الحشرات توجد الفتحات الجانبية ولكنها لا تعمل كصمامات وفى هذه الحالة تتكون الصمامات داخل غرف القلب من إنثناء جدار الغرفة الداخلى فيوجد عندئذ زوج من هذه الإنثناءات فى كل غرفة فوق الفتحات الطبيعية (شكل ١١٨ أ ، د) ويحدث قفل الصمام الداخلى فى هذه الحالة بإنقباض جدار القلب عند مكان هذه الإنثناءات فيحدث اتصالها فى وسط القلب. وقد يوجد بدلا من هذين الإنثنائين فى كل غرفة وسادتان عضليتان (شكل ١١٨ ب) أو وسادتان كل منهما مكونة من خلية واحدة كبيرة مملوءة بالفراغات الهوائية (شكل ١١٨ ج) ويمتدان داخل غرفة القلب.

وعلى العموم ينحصر وجود القلب فى أغلب الحشرات على البطن فقط بينما يوجد الأورطة فى الصدر والرأس. وتختلف عدد الغرف المكونة للقلب بإختلاف الحشرات ، ففى مستقيمة الأجنحة يبلغ ١٣ غرفة وفى السمك الفضى ١٠ غرف وفى بعض الخنافس ٧ غرف وفى بعض حشرات رتبة غشائية الأجنحة (تحت رتبة أبكريتا) ٥ غرف وفى بعض الذباب ٣ غرف ، وفى قليل من الحشرات يتكون القلب من غرفة واحدة (كما فى بعض أفراد عائلة السوس من رتبة غمدية الأجنحة).

الدورة الدموية (شكل ١١٧ ج) : The Circulation of the Blood

يدخل الدم القلب من الفتحات الجانبية عند إنفراج جدار القلب بواسطة إنقباض العضلات الجناحية التى تعمل على خفض الحجاب الحاجز العلوى قليلاً إلى أسفل فيزيد حجم الفراغ العلوى الذى يندفع إليه الدم ومنه إلى القلب ، كما وأن إنخفاض هذا الحجاب الحاجز العلوى يعمل فى نفس الوقت على جذب جدار القلب السفلى معه فيزداد بذلك إنفراج القلب نفسه. وعند إمتلاء أنبوبة القلب بالدم تمر موجة إنقباض لجدار القلب من الخلف إلى الأمام فيندفع الدم إلى الرأس حيث يصب فيها ثم يتجه الدم من الرأس إلى الخلف فى تجاويف جسم الحشرة الثلاثة المذكورة إذ أن وجود الدم بكميات كبيرة فى الرأس تضطره إلى الرجوع إلى الخلف ، وفى نفس الوقت يسبب خروج الدم من الأورطة فراغاً داخل القلب فيندفع الدم فى نهاية الجسم إلى القلب وبذلك نرى أنه فى نفس الوقت الذى تندفع فيه كمية من الدم داخل أنبوبة القلب نجد أنه توجد كمية أخرى من الدم راجعة إلى الخلف داخل تجاويف الجسم المختلفة للدخول فى القلب ثانية.

ويعمل الحجاب الحاجز السفلى (الذى يغطى الحبل العصبى) بحركاته الذاتية المستمرة Rhythmic Movements التى تكون دائماً جانبية وللخلف على دفع الدم فى الفراغ العصبى للخلف والجوانب، بينما يعمل الحجاب الحاجز العلوى حركة ذاتية مستمرة أيضاً ولكن حركته دائماً تكون للأمام وللجوانب وبذلك يعمل هذا الحجاب العلوى على دفع الدم فى فراغ القلب العلوى للأمام وللجوانب. وفى بعض الحشرات قد يكون الحجاب الحاجز السفلى مقعراً وبإنقباضه يكبر حجم الفراغ العصبى، وفى بعض الحشرات الأخرى يكون محدباً وإنقباضه يسبب طرد الدم من الفراغ العصبى وبالتالى دفعه لأعلى خلال ثقوبه إلى الفراغ الحشوى ثم إلى فراغ القلب عن طريق الحجاب الحاجز العلوى. وفى بعض الحشرات لا يوجد هذا الحجاب السفلى كلية.

القلوب المساعدة : Accessory Hearts

تتغذى زوائد الجسم المختلفة كالأجنحة والأرجل وقرون الاستشعار بالدم الموجود فى الفراغ الحشوى إذ أن كلا من الحجاب الحاجز العلوى والسفلى لا يصل إلى منطقة الصدر، ويدفع الدم فى هذه الزوائد بواسطة طلمبات خاصة Pumps تسمى بالقلوب المساعدة.

نبضات القلب : Heart Beats

تتأثر عدد نبضات قلب الحشرات بدرجة الحرارة ونشاط الحشرة وحالتها الفسيولوجية كما تختلف من نوع إلى آخر. فتبلغ عدد نبضات قلب يرقة Lucanus ١٤ نبضة فى الدقيقة الواحدة تحت درجة حراره ١٨°م، وفى حشرة Campodea تبلغ عدد النبضات أكثر من ١٥٠ عند درجة حرارة ٢٠°م، فى الحشرة الواحدة قد يختلف النبض فى الأعمار أو فى الأطوار المختلفة كما يحدث فى دودة الحرير Bombyx mori مثلاً.

الدم : The Blood or Haemolymph

يتكون الدم فى الحشرات من بلازما Plasma وكرات دموية Blood cells or Haemocytes وتتكون البلازما من ٩٠٪ ماء وبجانب الماء تحتوى البلازما على بروتين (البيومين وجلوبيولين) وأحماض أمينية (جلوتامين وبرولين وأرجنين وليسين وهستيرين وتيروسين وميثونين) ونتروجين غير أمينى وحامض اليوريك ويوريا وأمونيا و Allantion وحامض الستريك وحامض السكسينيك Succinic Acid وسكر جلوكوز أو فركتوز ومواد مختزلة أخرى. ويوجد فى البلازما كذلك دهن على شكل حبيبات دقيقة جداً، كما

توجد بالبلازما أملاح كالكلوريدات والفوسفات (رتبة مستقيمة الأجنحة) والكاربونات ويوجد الصوديوم (وهو قليل فى رتب غمدية وحرشفية وغشائية الأجنحة) والبوتاسيوم (الذى تزيد نسبته فى البلازما كثيراً قبل كل إنسلاخ) والكالسيوم والمنجنيز (ونسبته مرتفعة فى دم الحشرات) والفوسفور، وتوجد بعض العناصر النادرة فى بلازما دم الحشرات مثل النحاس والحديد والزنك والمغنسيوم.

كما اكتشف فى دم عذراء حشرة Platysamia مواد الكاروتين ـــ أ ونوعى الكلورفيل أ، ب والريبوفلافين والتاراكسانثين Taraxanthin. ودرجة تركيز أيون الأيدروجين بالبلازما (pH) غالباً حامضى ضعيف أو قلوى ضعيف. ويوجد أيضاً بالبلازما خلاف ما سبق مواد أخرى ملونة على شكل حبيبات كالهيموجلوبين (والذى يعتبر أيضاً مخزناً للماء لتعويض ما يفقده الدم من هذا الماء) الذى يعطى الدم اللون الأحمر الفاقع كما فى حشرات الهاموش Fam. Chironomidae أو حبيبات خضراء اللون تعطى الدم اللون الأخضر (عبارة عن كلوروفيل محلول). ويوجد فى دم يرقة الحرير مواد الكاروتين والزانثوفيل والفلافين، كما يحوى دم المن مواداً ألوانها أحمر قرمزى تسمى Aphins. ويوجد كذلك بالبلازما إنزيمات مثل إنزيمات البروتييز والأميليز والسكريز والليبيز والتيروسينيز والتريهاليز والكربوهيدراتات. ويوجد فى البلازما سكر التريهالوز والسكروز وبدم نحلة العسل نسبة كبيرة من الجلوكوز والفركتوز، ويوجد فى دم الحشرات التى تتحمل التجمد مادة الجليسيرول Glycerol.

وقد وجد أن دم بعض الحشرات يتجلط والبعض الآخر لا يتجلط. أما عن درجة أيون الأيدروجين فى الدم (pH) فهى فى أغلب الحشرات من ٦ ـــ ٧ ولكن فى بعض الحشرات (مثل الهاموش) فهى ٦٫٢ ـــ ٧٫٧، هذا وترتفع الـ pH قليلاً وقت الإنسلاخ.

أما الكرات الدموية والتى نشأت من نسيج الميزودرم فى الجنين فيختلف عددها فى الدم بإختلاف الحشرات، وعلى العموم فيتراوح هذا العدد من ١٠٠٠ ـــ ١٠٠٫٠٠٠ فى الميلمتر المكعب الواحد، ويميل هذا العدد إلى الزيادة فى الأناث عنه فى الذكور، وتحوى يرقات الحشرات كاملة التطور عدداً من الكرات الدموية أكثر مما تحويها حشراتها الكاملة والعكس صحيح بالنسبة إلى حوريات الحشرات ناقصة التطور. ويزداد عدد كرات الدم فى الحشرة إذا ما حقنت بالبكتريا أو دخل جسمها طفيل وكذلك عند وضع البيض.

ويوجد من كرات الدم (شكل ١١٩) الأنواع الآتية:

١ ــ خلايا الدم الأولية: Prohaemocytes or Proleucocytes

وهى خلايا دم صغيرة الحجم (ذات قطر يتراوح بين ٦ ــ ١٢ ميكرون) مستديرة الشكل ذات سيتوبلازم غامق غنى بحامض الريبونيوكليك Ribonucleic acid وتملأ النواة كل الخلية تقريباً (شكل ١١٩ أ). يوجد هذا النوع من خلايا الدم فى جميع رتب الحشرات ويكثر فى اليرقات الصغيرة من رتبة حرشفية الأجنحة، وهى ترى دائماً فى حالة انقسام ولذا فهى تعتبر أصل خلايا الدم الأخرى.

٢ ــ خلايا الدم الانتقالية: Plasmatocytes

وهى الأشكال الإنتقالية التى تنشأ عن خلايا الدم الأولية، وهنا صغرت النواة عما كانت عليه فى الخلايا الأولية وازدادت كمية الستيوبلازم. وتوجد خلايا الدم الإنتقالية فى أشكال متعددة، فمنها المستدير والمغزلى والكمثرى عند وجودها حرة فى الدم ومنها المفلطح والمستدق كثيراً عند اتصالها بالأجهزة الداخلية للحشرة (شكل ١١٩ ب). يكثر هذا النوع من الخلايا فى رتبة حرشفية الأجنحة (حتى أن بعض الحشريين قسموها إلى ١٠ أنواع مقسمة بدورها إلى ٣٢ شكلاً فى يرقات Prodenia تبعاً لأشكالها). وتحوى هذه الخلايا سكريات مركبة Mucopolysaccharides ويظهر فيها خيوط مستطيلة كثيرة عند رؤيتها فى الحالة الطبيعية Fresh State أو عند تثبيتها فى مادة الأوزميوم Osmium. وهذا النوع من كرات الدم قادر على إلتهام الأنسجة القديمة (عند التطور) أو الدخيلة أى أنها Phagocytic.

٣ ــ خلايا الدم المحببة: Granular Haemocytes

ويبدو أنها أيضاً مشتقة من النوع الثانى (من الخلايا الإنتقالية) ولكنها ذات سيتوبلازم أكثر إمتلاء بالحبيبات الكبيرة الحجم (وهى سكريات مركبة شكل ١١٩ ج). يوجد هذا النوع من الخلايا فى كثير من حشرات رتبة حرشفية الأجنحة والذباب وغمدية الأجنحة. هذا النوع من خلايا الدم له أيضاً صفه الـ Phagocytosis.

٤ ــ خلايا الدم التوتية: Oenocytoides

وهى خلايا كبيرة الحجم (٨ ــ ١٢ ميكرون) بيضاوية أو مستديرة الشكل وذات نواة غامقة ولكنها صغيرة نسبياً والسيتوبلازم خال من الحبيبات الكبيرة الواضحة. يوجد هذا

النوع من خلايا الدم فى رتب نصفية الأجنحة وغمدية الأجنحة وحرشفية الأجنحة وذات الجناحين (الذباب). ولا ينشأ هذا النوع من خلايا الدم الأولى مثل الخلايا الإنتقالية والمحببة بل يعتقد أنها تنشأ من الخلايا النبيذية Oenocytes .

٥ ــ يوجد خلاف ما سبق أنواع أخرى من خلايا الدم أهمها :

أ ــ خلايا الدم الشمعية Wax Cells : والتى توجد فى المن والحشرات القشرية والخلية فى هذا النوع تكون مملوءة بالدهن.

ب ــ خلايا الدم الدهنية Adipohaemocytes : حيث تكون الخلية مملوءة بنقط دهنية كما فى بعض أنواع البق والذباب وحرشفية الأجنحة، وتبلغ الخلية نحو ١٢ ــ ٣٥ ميكرون فى القطر (شكل ١١٩ هـ).

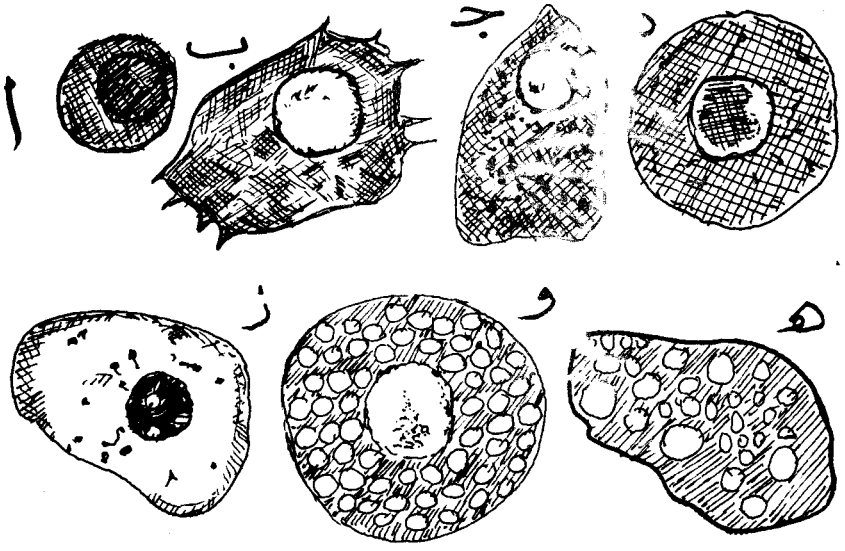
ج ــ خلايا الدم الحوصلية Cystocytes :

وهى خلايا ذات نواة صغيرة محددة غامقة والسيتوبلازم باهت اللون هلامى يحوى حبيبات سوداء صغيرة، علماً بأن جميع الأنواع الأخرى من الكرات الدموية نواتها أكبر حجماً وأبهت لوناً والسيتوبلازم بها أغمق، وربما يكون هذا النوع من كرات الدم نوع متخصص من النوع المحبب (Granular) (شكل ١١٩ ز).

د ــ خلايا الدم الكروية Spherule Cells :

وهى خلايا مستديرة أو بيضاوية مملوءة بمحتويات تظهر واضحة عند صبغها بالأصباغ الحمضية، وتوجد فى رتبتى حرشفية الأجنحة والذباب (شكل ١١٩ و).

فائدة الدم أنه ينتقل خلاله الهرمونات وكذلك الغذاء المهضوم الآتى من القناة الهضمية والمواد التالفة التى يراد من الدم توصيلها إلى أعضاء الإخراج لطردها للخارج. ويلعب الدم دوراً فى عملية التنفس وكذلك فى نقل الضغط من منطقة إلى أخرى فى الجسم كالذى يحدث عند فقس الجنين من البيضة أو كالذى يحدث فى عملية الإنسلاخ وفى عملية فرد الأجنحة عند خروج الحشرة الكاملة من العذراء. ويعمل الدم كذلك كمخزن للماء الذى يسحب من الدم ثانية عند الحاجة إليه وذلك بدون حدوث جفاف الأنسجة وخلايا الجسم نفسها وكمخزن للغذاء (تخزين سكر الدم فى نحلة العسل).



شكل (١١٩) : أنواع خلايا الدم الموجودة فى الحشرات.

الخلايا الجارقلبية : The Pericardial Cells (or Nephrocytes)

تشغل هذه الخلايا مكاناً ثابتاً وهو حول القلب وهى لا تتحرك داخل الجسم مثل كرات الدم. وتوجد هذه الخلايا فى فراغ التجويف العلوى مستقرة على الحجاب الحاجز العلوى أو على العضلات الجناحية، وقد توجد داخل القلب نفسه عند وجودها بكثرة. وقد توجد بالخلية الواحدة نواة واحدة أو أكثر (لغاية ٦ نوايات). وتحتوى الخلية كذلك على فراغات Vacuoles وحبيبات صغيرة Granules، ولونها أحمر أو أخضر أو بنى أو أصفر. فى رتبة حرشفية الأجنحة يوجد تخطيط حول سطحها الخارجى.

تقوم هذه الخلايا بوظيفة جمع وتخزين المواد الغريبة الموجودة فى الدم داخلها أى أنها تقوم بوظيفة إخراجية كما أن لها وظائف أخرى.

الخلايا النبيذية : The Oenocytes

يوجد فى الحشرات مجاميع من الخلايا بجوار كل ثغر تنفسى هى الخلايا النبيذية وذلك فى الفراغ الحشوى من الجسم.

وقد توجد هذه المجاميع من الخلايا بين خلايا الهيبودرمس فى جدار الجسم وبين الطبقة العضلية التى تحتها ولكن بجوار الثغور النفسية أيضاً، أو قد توجد الخلايا منفردة (وليست

فى مجاميع) سابحة فى جميع فراغات الجسم من الداخل أو بين خلايا هيبودرمس جدار الجسم وبين الغشاء القاعدى Basement Membrane الذى يوجد تحتها أو بين خلايا النسيج الدهنى فى الفراغ الحشوى (شكل ١٢٠ ج) كهذا وقد توجد الخلايا النبيذية فى مجاميع طويلة Ribbons تمتد بين القصبات الهوائية داخل الجسم.

والخلية النبيذية كبيرة الحجم إذ يبلغ قطرها من ١٥ ــ ٣٠ ميكرون وبها نواة عادية مستديرة وليست كبيرة إذا ما قورنت بحجم الخلية والسيتوبلازم سميك وكثيف الصبغ ويوجد فى السيتوبلازم فراغات صغيرة وحبيبات لونها أصفر أو عديمة اللون وقد تشاهد بالخلية بللورات طويلة.

وللخلايا النبيذية وظيفة إخراجية إذ أنها تنظف الدم من المواد الغريبة، كما وأنها تفرز هرموناً يساعد فى حدوث الإنسلاخ كما فى دودة الحرير Bombyx mori لدرجة القول بأن هذا الهرمون ربما يكون هو بنفسه هرمون الأكدايزون الذى تفرزه غدد الصدر الأمامى Prothoracic glands (Locke، ١٩٦٩؛ Romer، ١٩٧١)، كما قد تفرز تلك الخلايا النبيذية مادة البروتين الدهنى Lipoprotein التى تكون إحدى محتويات الكيوتيكل فى الحشرات كما فى حشرة الرودنيس Rhodnius، كما تفرز أيضاً المادة الشمعية التى تغطى جدار جسم الصرصار وبعض الفراشات، ويقال إنها تفرز فى الحشرات البالغة مواداً لها علاقة بنضج الأجهزة التناسلية كما فى حشرات الهاموش، وفى حشرات أخرى تفرز هذه الخلايا النبيذية المواد البروتينية الدهنية Lipoproteins التى تدخل فى تركيب قشرة البيضة كما فى حشرة الرودنيس.

الجسم الدهنى: The Fat-body

يوجد الدهن فى الحشرات فى طبقتين:

١ ــ الطبقة الأولى: وهى الموجودة بين خلايا هيبودرمس جدار جسم الحشرة وبين العضلات الموجودة أسفلها والمبطنة لجدار الجسم وهذه الطبقة كميتها بسيطة وخلاياها توجد فردية أو فى مجاميع كل مجموعة مكونة من عدد قليل من الخلايا.

الطبقة الثانية: وهى الموجودة فى فراغات الجسم الثلاثة وحول الأحشاء الداخلية المختلفة، وهذه الطبقة موجودة بكميات كبيرة وخلاياها تكون فى كتل أو مجموعات كبيرة وكل كتلة على هيئة فص سميك غير منتظم الشكل أو رقيق كالورقة أو على هيئة شريط طويل أو غير ذلك، والكتلة أو المجموعة من الخلايا يغلفها من الخارج غشاء من نسيج ضام (شكل ١٢٠ أ). والخلية الدهنية عامة (المسماه Trophocyte) شكلها غير منظم وتحوى نواة

واحدة أو أكثر مستديرة أو بيضاوية أو متفرعه، وتحوى كذلك أجسام جولجى وريبوسومات وميتوكوندريا، وتكبر الخلية الدهنية أثناء النمو ما بعد الجنينى نتيجة التغذية فيمتلىء السيتوبلازم بالدهن الموجود على حالة نقط زيتية Oil-like droplets ويوجد بين هذه الفراغات الزيتية حبيبات بروتينية صغيرة وحبيبات جليكوجين (يتركز الجليوكوجين فى الدهن الموجود بالبطن وفى دبوس التوازن فى رتبة الذباب وفى عضلات الطيران وفى خلايا القونصة والمعدة)، وكلها مخزنة أثناء نمو الحشرة لاستهلاكها عند الإنسلاخ أو عند التطور أو لكى تستهلكها الحشرات الكاملة فى انتاج البيض أو عند البيات الشتوى. ويقال أن الجسم الدهنى يقوم فى بعض الحشرات بهضم وابتلاع الأنسجة المندثرة أثناء عملية التطور أى أنها تتشابه فى عملها هذا عمل كرات الدم التى تلتهم الأجهزة المختلفة فى اليرقات والحوريات لتحل محلها أجهزة الحشرات الكاملة أى أنها Phagocytic. بعض الخلايا الدهنية تحوى بكتريا وتسمى عندئذ Mycetomes (شكل ١٢٠ ب) وبعضها يحوى حبيبات قد تؤثر فى لون الحشرة وتسمى الخلية عندئذ Chromatocyte. ويفرز الجسم الدهنى فى بعض الحشرات هرمونا يساعد على نضج المبايض (Ivanov وزملاؤه، ١٩٣٥).

وقد لا يوجد جسم دهنى بالحشرة بالمرة بل توجد الخلايا الدهنية عائمة فى الدم كما فى الذباب الأبيض. ولون الجسم الدهنى إما أن يكون أبيض لامع كما فى يرقات Calliphora أو أصفر غامق كما فى الجرد Schistocerca أو أخضر فاتح.

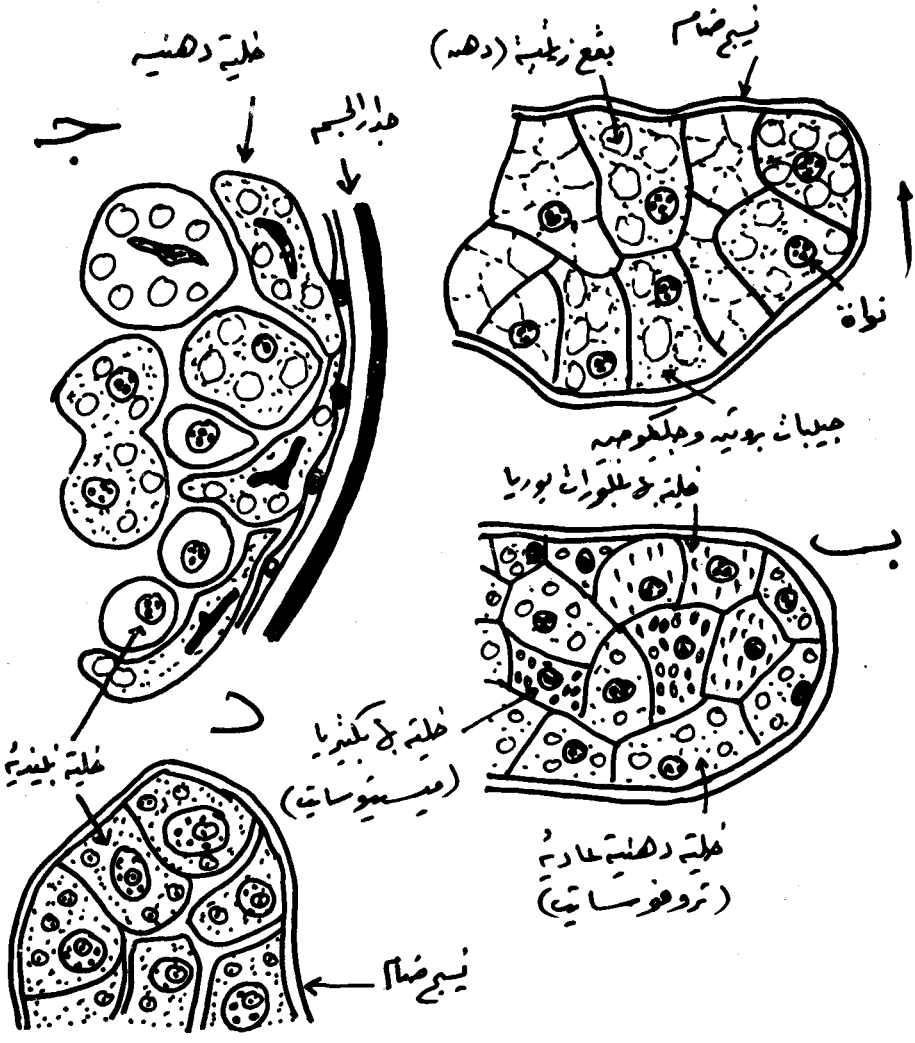
ويجدر بالذكر الأشارة هنا إلى الكربوايدراتات الموجودة بالحشرة خلاف الجليكوجين السابق ذكره وهى:

(أ) **الجلوكوز**: ويوجد فى دم الحشرات ولو أن الفركتوز يوجد على وجه الخصوص فى نحل العسل البالغ وفى يرقات نغف معدة الخيل.
هذا ويوجد الجلوكوز والسكريات الأحادية فى الحشرات بمعدل ٣٠ ملجم/ ١٠٠ ملم^{٣} من الدم.

(ب) **التريهالوز**: الثنائى ويوجد فى دم الحشرات بمعدل ١٥٠٠ ملجم/ ١٠٠ ملم^{٣} من الدم فى الجراد الصحراوى وهو هام للطيران.

(ج) **الجلوكوسيدات** Glucosides: وتوجد فى الجسم الدهنى (إذ لم تشاهد فى الدم) أو أنابيب مليجى أو عضلات الطيران، ويوجد نسبة طليقه منها فى القناة الهضمية.

(د) **حمض الأسكوربيك** Ascorbic acid : ويتكون فى الخلايا الدهنية التى تحتوى على أحياء دقيقة حيث أن الأخيرة هى المسئولة عن تكوين هذا الحمض.



شكل (١٢٠) : (أ) جزء من جسم دهنى.

(ب) جزء من جسم دهنى يحوى خلايا بها بللورات يوريا وأخرى بها بكتريا.

(ج) الخلايا النبيذية فى اليرقة (منتشرة بين الخلايا الدهنية).

(د) جزء من مجموعة من الخلايا النبيذية فى خنفساء من عائلة السوس **Curculionidae**.

التركيب الكيماوى لدهن الحشرات :

يكون الدهن نحو ٢٥ ٪ من الوزن الكلى لعذراء دودة الحرير ، ٤٩ ــ ٦٩٪ من الوزن الجاف لذكر الجراد ، ويتكون الدهن من جليسريدات متعادلة Glycerides وأحماض دهنية حرة تعادل ٧٥٪ من الدهن . وكثير من دهن الحشرات تحوى ٦٠ ــ ٨٥٪ من الأحماض الدهنية الغير مشبعه خاصة أحماض بالموليك Palmoleic ، أوليك Oleic ، ليموليك Limoleic ، لينولنيك Linolenic ، بينما تمثل أحماض البالمتيك Palmitic ، استريك Stearic أهم الأحماض الدهنية المشبعة (١٥ ــ ٣٥٪) . ويوجد فى المن أحماض دهنية ذات السلسلة القصيرة مثل بوتيريك Butyric ، كابرليك Caprylic .

هذا ولقد وجد أن دهن حشرة Taeniopoda (رتبة مستقيمة الأجنحة) الموجودة فى المكسيك سام للفئران إذ أنه يحوى مركبات كبريتية . ويتكون الدهن فى الحشرات من غذائها المكون من البروتينات والأحماض الأصلية والكربوايدراتات والاسيتات . ويتركز الدهن فى الحشرات فى الخلايا الدهنية والخلايا النبيذية .

حمض اليوريك والجسم الدهنى :

شوهدت حبيبات حمض اليوريك فى بعض خلايا الجسم الدهنى للصرصار وليرقات وعذارى النمل ، ويتكون حمض اليوريك من منتجات تحلل الأحماض الأمينية والبروتينات الموجودة فى الجسم الدهنى ، وعلى هذا فإن الجسم الدهنى هو مكان تكوين حمض اليوريك بإستخدام النيتروجين الموجود على حالة جليسين Glycine ، حمض الاسبارتيك Aspartic acid والنتروجين الأميدى للجلوتامين Glutamine . هذا ويحوى الجسم الدهنى إنزيمات الأدينيز Adenase والجوانيز Guanase والزانثين أوكسيديز Xanthine oxidase والتى تمكن الجسم الدهنى من تكوين حمض يوريك من بيورينات Purines أقل أكسدة .

هذا ولو أن حمض اليوريك هو الناتج الأساسى والنهائى للتمثيل الغذائى للنترجين فى معظم الحشرات ، فإن بعض المركبات مثل هيبوكسانتين Hypoxanthine ، زانثين Xanthine قد وجدت فى إفرازات بعض الحشرات ، كما وجدت مادة الالانتوين Allantoin فى بعض الحشرات المائية فى رتبة نصفية الأجنحة ، وحمض الالانتويك Allantoic acid فى بعض حشرات رتبة حرشفية الأجنحة ، واليوريا فى بقة الردونيس Rhodnius والأمونيا فى يرقات بعض الذباب ، وكل المواد المذكورة ما هى إلا منتجات وسطية من منتجات التمثيل الغذائى للبيورينات Purines .

مواد التريرينز Pteridines والجسم الدهنى :

توجد مركبات تريدينية فى الحشرات على هيئة حبيبات حمراء أو بيضاء أو صفراء موجودة فى حراشيف حشرات رتبة حرشفية الأجنحة أو في خلايا هيبودرمس حشرات رتبة غشائية الأجنحة وخاصة فى العيون المركبة، ويعتقد أن الجسم الدهنى هو موقع تكوين مثل هذه المواد.

أعضاء إحداث الضوء : Light Producing Organs

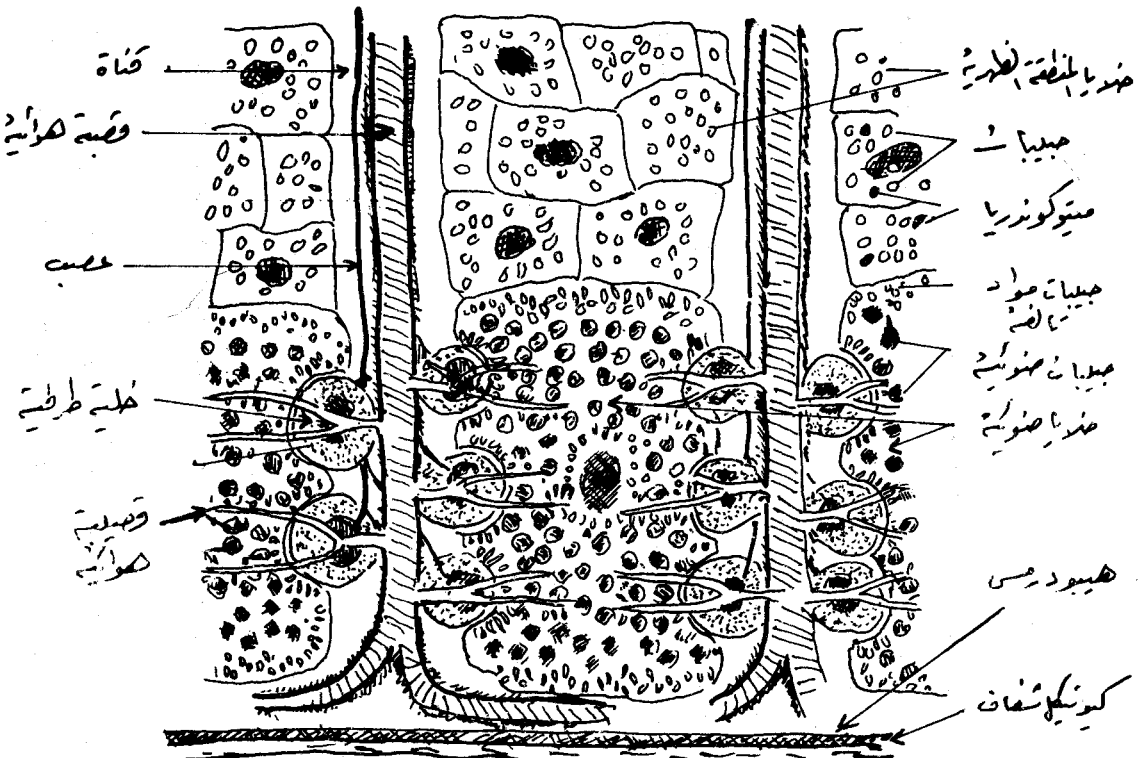
توجد خاصة الإضاءة فى كثير من الحشرات مثل الكولمبولا وبعض يرقات تحت رتبة نيماتوسيرا (رتبة الذباب) واليرقات والحشرات الكاملة لبعض الخنافس (خاصة عائلة فرقع لوز Fam. Elateridae). وقد تشاهد إضاءة مؤقته فى بعض الحشرات كما يحدث فى يرقات رتبة حرشفية الأجنحة نتيجة احتوائها على بكتريا مضيئة، أما الإضاءة المستمرة والتى تهمنا فى هذا الموضوع فهى نتيجة تحول غذائى Metabolism داخل أجسام الحشرات المولدة لها.

وقد تعم الإضاءة جميع مناطق الجسم فيها عدا الأرجل وقرون الاستشعار كما فى بعض أنواع الكولمبولا، والأجسام الدهنية عندئذ هى مصدر الإضاءة. وفى بعض يرقات الذباب (عائلة Mycetophilidae) تعطى طبقتا الدهن السطحية والحشوية ضوءاً مستمراً باهتاً.

وفى حشرة Ceroplatus يكون فيها الطور اليرقى وطور العذراء مضيئان ولكن ينعدم الضوء فى طور الحشرة الكاملة بعد انتهاء استهلاك الأجسام الدهنية بإنتهاء طور العذراء.

وفى الحشرات التى توجد فيها أعضاء خاصة بإحداث الضوء، يختلف تركيب ومكان هذه الأعضاء من حشرة إلى أخرى. ففى بعض الخنافس يتكون عضو إحداث الضوء من خلايا كبيرة متفرقة ومبعثرة داخل الحشرة ولا يتصل بها قصبات هوائية وربما نشأت هذه الخلايا من الخلايا النبيذية Oenocytes.

وفى خنافس أخرى قد يتكون عضو الضوء من مجاميع مستديرة من الخلايا تغذيها قصبات هوائية خاصة. وقد يكون مكان أعضاء إحداث الضوء على استرنات الحلقات البطنية الأخيرة، وفى خنافس فرقع لوز يوجد عضو إحداث الضوء على الجانبين الخلفيين لترجة الحلقة الصدرية الأولى وكذلك فى وسط استرنة الحلقة البطنية الأمامية.



شكل (١٢١) : عضو إحداث الضوء.

ويتكون عضو إحداث الضوء هستولوجيا (شكل ١٢١) من منطقة من الخلايا العاكسة للضوء Reflector cells والمملوء سيتوبلازمها بحبيبات يوريا. وتوجد بين هذه المنطقة العاكسة وهيبودرس جدار الجسم منطقة أخرى من الخلايا الغنية بالأعصاب وبالقصبات والقصيبات الهوائية، وكيوتيكل جدار الجسم الذى يعلو هذه الطبقة الأخيرة يكون شفافاً وخاليا من الحبيبات. هذا وتنشأ خلايا عضو الضوء المذكور من الجسم الدهنى.

وتوجد أعضاء إحداث ضوء غير عادية فى بعض يرقات عائلة Mycetophilidae (رتبة الذباب) حيث تتحول الأطراف النهائية لأنابيب ملبيجى إلى أعضاء إحداث الضوء، وبما أن هذه اليرقات تعيش داخل خيوط عنكبوتية تنسجها حولها فأعضاء الضوء تعمل إذن على إنجذاب الحشرات الأخرى إلى الخيوط العنكبوتية حيث تفترسها اليرقات المذكورة.

الحبيبات الأخرى الموجودة فى الجسم الدهنى:

(أ) الكاروتين Carotine: وهى المسئولة عن اللون الأصفر فى يرقات بعض الزنابير ويرقات رتبة حرشفية الأجنحة والجراد، وهو يؤخذ من المواد التى تتغذى عليها الحشرات ويخزن فى الجسم الدهنى.

(ب) الهيموجلوبين: ويوجد فى دم القليل من الحشرات كيرقات الهاموش (Fam. Chironomidae) وفى الغدد الزائدة للجهاز التناسلى لحشرة Macrocrixa وفى الجسم الدهنى ليرقات نغف معدة الخيل ولكن أثناء وجود تلك اليرقات بمعدة الخيل.

(ج) الانثوسيانين: Anthocyanin

يحوى الجسم الدهنى ليرقات الخنفساء Cionus التى تتغذى على الأزهار حبيبات قرمزية اللون تشابه الانثوسيانين الموجود فى نفس الأزهار.

الباب الحادى عشر

الجهاز التناسلى

The Reproductive System

سنتناول بالشرح هنا الجهاز التناسلى الداخلى فقط دون ذكر أجهزة التناسل الخارجية التى تكون فى الأنثى آلة وضع البيض وفى الذكر آلة السفاد.

أولاً ــ الجهاز التناسلى فى الأنثى

يتكون الجهاز التناسلى فى الأنثى من مبيضين Ovaries ، ويخرج من كل مبيض قناة مبيض جانبية Lateral oviduct تفتح بفتحة مستقلة فى نهاية الاسترنه السابعة البطنية فى الحشرات الأولية مثل ذبابة مايو ، ولكن فى الحشرات الراقية تصب قناتاً المبيضين فى قناة مبيض مشتركة Median oviduct وهذه تؤدى إلى مهبل Vagina (شكل ١٢٢ أ) الذى يفتح للخارج فى الفتحة التناسلية Oviporus الموجودة فى نهاية الاسترنة التاسعة البطنية (والتى تكون أرضية الجيب التناسلى المنطوى فوق الاسترنة الثامنة البطنية كما فى الصرصار).

ويفتح فى السطح العلوى لقناة المبيض المشتركة أو المهبل قابلة منوية Sperma theca أو Receptaculum seminis لتخزين الحيوانات المنوية أثناء التلقيح ، ويوجد بطرف القابلة المنوية غدة تفرز مواداً مغذية وأخرى جاذبة للحيوانات المنوية أثناء وجودها بالقابلة لفترة قد تصل إلى عدة أشهر حتى يحين خروجها لتلقيح البعض أثناء نزوله للخارج ، كما يفتح فى السطح العلوى للمهبل أيضاً زوج أو أكثر من الغدد الزائدة Accessory glandsفائدتها إفراز كيس يحيط بالبيض أو إفراز المادة التى تلصق البيض بعضه ببعض أو تلصقه بالسطح الموضوع عليه. هذا وليكن من المعروف أن الغدد الحمضية والغدد القلوية فى شغالة نحل العسل ما هى إلا غدد زائدة (قد تفتح القابلة المنوية والعدد الزائدة بفتحات مستقلة فى الجيب التناسلى كما فى الصرصار)

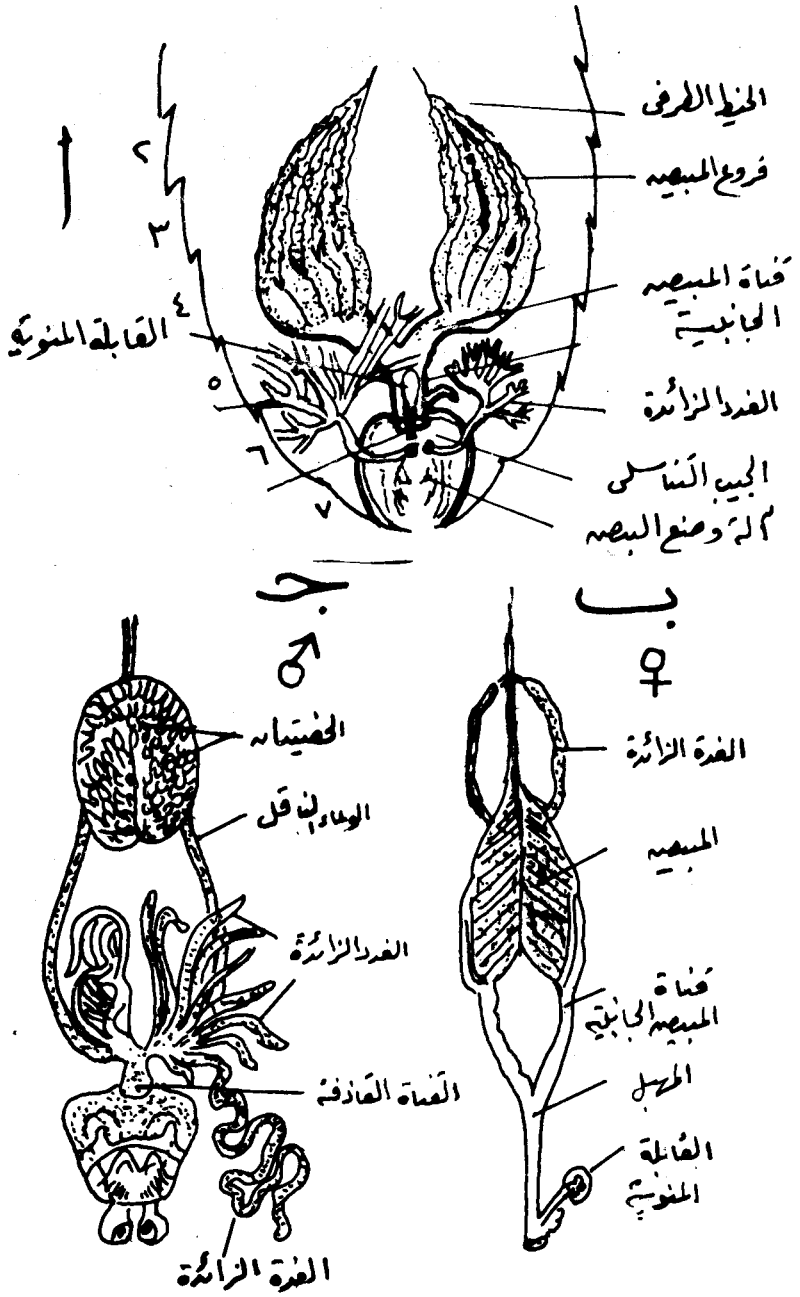
وفى رتبة حرشفية الأجنحة (شكل ١٢٣ د) توجد فتحتان من الفتحات التناسلية، الفتحة الأمامية وهى فتحة البورسا أو فتحة التلقيح Vulva وتفتح فى نهاية الاسترنة البطنية الثامنة وتؤدى هذه الفتحة إلى كيس مقفل يسمى Bursa copulatrix (والتى تعتبر نمو خارجى من قناة المبيض المشتركة)، وتصل البورسا بقناة المبيض المشتركة قناة رفيعة تسمى بالقناة المنوية Seminal duct . أما الفتحة التناسلية الثانية Oviporus فتقع فى النهاية الخلفية للاسترنة البطنية التاسعة وهى الفتحة التناسلية الحقيقة التى يخرج منها البيض عند وضعه إذ أنها نهاية المهبل، وعند مرور البيض من قناة المبيض المشتركة تلقح كل بيضة بحيوان منوى من الحيوانات المخزنة فى القابلة المنوية. ويذكر Riddiford وزملاؤه (١٩٧٣) أن البورسا تفرز فى الأنثى الملقحة (أى لا بد من وجود حيوانات الذكر المنوية بداخلها) مواداً تزيد من عدد البيض الذى تضعه الحشرة.

المبيض: The Ovary

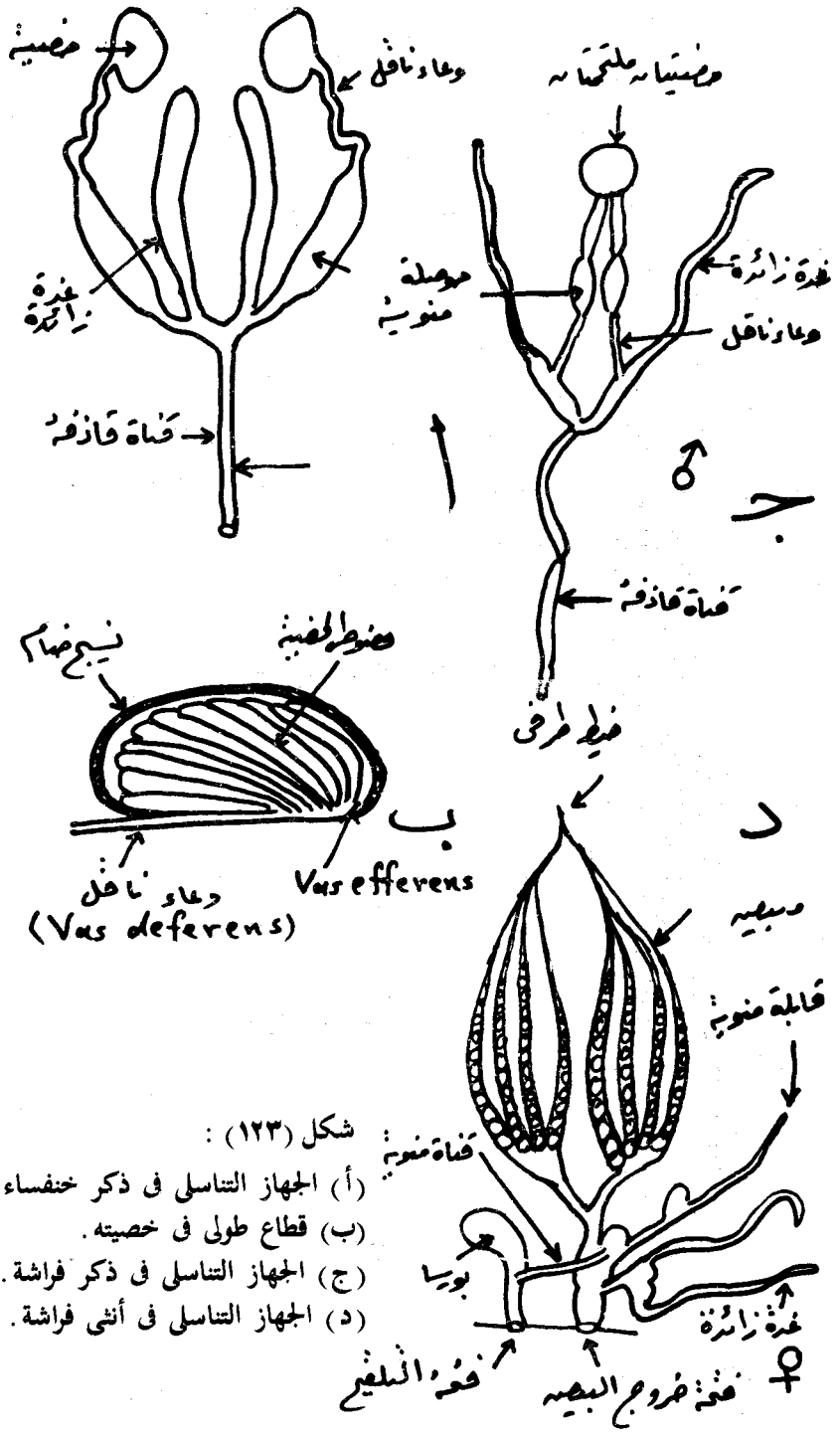
يتكون مبيض الحشرات من قنوات أو فروع مبيض Ovarioles أو Egg-tubes وكلها تفتح فى قناة المبيض الجانبية التى تتبعها. وعدد فروع أى مبيض تبلغ حوالى ٤ ــ ٨ ولكنها قد تبلغ حوالى ٢٠٠ فى رتبة غشائية الأجنحة أو أكثر من ذلك فى ملكات النمل الأبيض، وفى بعض أنواع الذباب التى تلد أحياء قد يتكون المبيض من فرع واحد فقط.

ويتكون فرع المبيض النموذجى (شكل ١٢٤) من خيط طرفى Terminal Filament يليه منطقة النمو والتكوين Germarium ثم منطقة البيض Vitellarium . وجميع الخيوط الطرفية لفروع المبيض الواحد تتحد مع بعضها البعض مكونة خيطاً رابطاً واحداً Suspensory Filament يتحد مع مثيله فى المبيض الآخر ويكونان سوياً خيطاً مشتركاً يرتكز على أحد الأجهزة الداخلية. ومنطقة النمو والتكوين هى نهاية فرع المبيض الطرفية وتحوى خلايا فى دور التكوين Oogonia أو Germ cells (والتى سيتكون منها فيما بعد البيض Oocytes) والخلايا المغذية Trophocytes أو Nurse cells وكذلك خلايا بينية غير تناسلية Interstitial cells . أما عن منطقة البيض Vitellarium فيوجد بها البيض فى أدوار مختلفة من النمو، فالبيضة الموجودة عند قاعدة فرع المبيض هى أكبر البيض عمراً وهى التى ستخرج للخارج قبل غيرها. ونظراً لوجود البيض خلف بعضه البعض فى فرع المبيض فلقد أصبح كل فرع مبيض مقسماً إلى حجر متعاقبة

Follicles أو Egg-chambers يتكون جدارها من خلايا تسمى Follicular cells .
ويفتح كل فرع مبيض فى أنبوبة قصيرة تسمى حامل فرع المبيض Ovariole stalk أو Calyx تفتح فى قناة المبيض الجانبية ، كما يغلف فرع المبيض من الخارج ينسيج ضام .



شكل (١٢٢) : (أ) الجهاز التناسلى فى أنثى الصرصار الأمريكى.
(ب) الجهاز التناسلى فى أنثى الجراد الصحراوى.
(ج) الجهاز التناسلى فى ذكر الجراد الصحراوى.



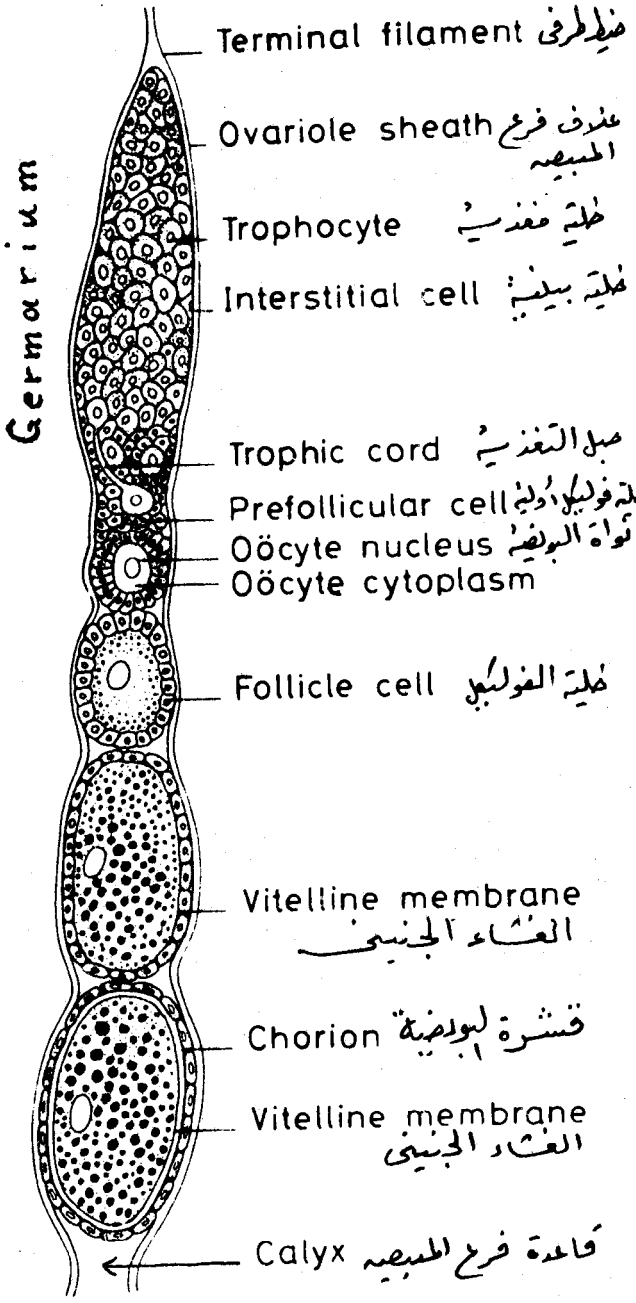
شكل (١٢٣) :

(أ) الجهاز التناسلى فى ذكر خنفساء.

(ب) قطاع طولى فى خصيته.

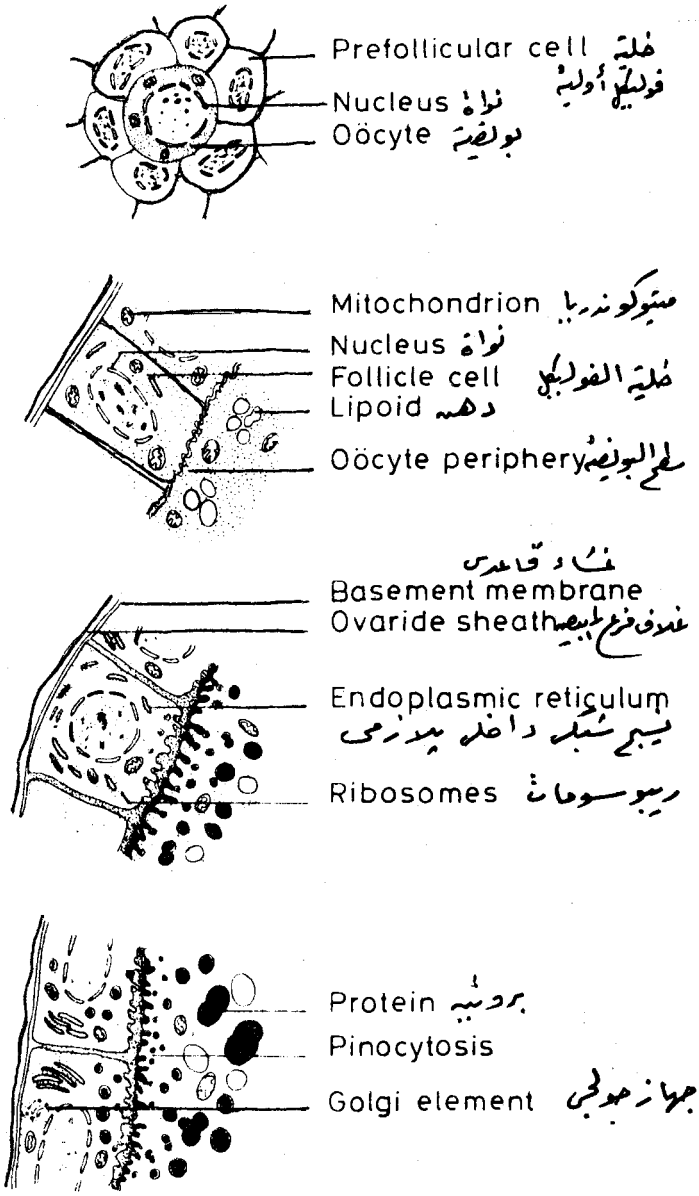
(ج) الجهاز التناسلى فى ذكر فراشة.

(د) الجهاز التناسلى فى أنثى فراشة.



شكل (١٢٤) : خطوات تطور ونمو البويضة داخل فرع المبيض.

(عن د . محمد صالح الخليفة ، ١٩٨١)



شكل (١٢٥) : التطورات التى تحدث فى خلية الفوليكل عند تحول البويضة Oocyte إلى بيضة Egg. (عن د . محمد صالح الخليفة ، ١٩٨١)

ويوجد من المبايض ثلاثة أنواع حسب تركيب فرع المبيض هى :

١ ــ النوع الأول : The panoistic type

ولا يوجد به خلايا مغذية بالمرة (شكل ٢٦ أ) ويتغذى البيض فى هذا النوع من الدم المحيط به عن طريق خلايا الفوليكل Follicular cells التى تأخذ المواد المغذية الموجودة بالدم وتعطيها للبيض . يوجد هذا النوع فى حشرات عديمة الأجنحة Apterygota وفى رتبة مستقيمة الأجنحة وبعض الرتب الأخرى التابعة لقسم الحشرات ناقصة التطور Exopterygota .

٢ ــ النوع الثانى : The polytrophic type

وترى به غرف المبيض متبادلة مع غرف تحتوى على الخلايا المغذية (شكل ١٢٦ ب) ويوجد هذا النوع فى أكثر الحشرات كاملة التطور Endopterygota . ويلاحظ أن حجم غرفة الخلايا المغذية جهة قاعدة فرع المبيض أصغر منها جهة الطرف لأن المبيض عند القاعةد أكبر منه جهة الطرف ويستنفذ خلايا مغذية أكثر مما فى الطرف السائب لفرع المبيض .

٣ ــ النوع الثالث : The acrotrophic type

وفيه توجد الخلايا المغذية فى منطقة النمو بطرف فرع المبيض السائب ولكن تتصل هذه الخلايا المغذية بالبيض النامى بواسطة خيوط بروتو بلازمية Trophic cords لتوصل الغذاء إلى هذا البيض (شكل ١٢٦ ج) ويوجد هذا النوع فى رتبة نصفية الأجنحة ورتبة متشابهة الأجنحة وبعض حشرات رتبة غمدية الأجنحة .

وليكن من المعلوم أنه فى النوعين الثانى والثالث تحصل الخلايا المغذية على المواد المغذية التى تحتاج إليها من الدم وتنقله إلى البيض الذى يحولها بدوره إلى مح Yolk (ولو أنه فى قليل من الأحيان قد يتكون المح من سيتوبلازم البويضه النامية نفسها) . والبيضة الناضجة تماماً والتى توجد فى الغرفة السفلى من فرع المبيض يتكون لها قشرة Chorion تفرزها خلايا الفوليكل المحيطة بالغرفة المذكورة وأسفل القشرة يتكون الغشاء الجنينى Vitelline membrane والذى ينشأ من سطح البويضة نفسها . ولا تتكون القشرة فى المنطقة الوسطى العلوية من البيضة حيث يتكون النقير Micropyle الذى تمر خلاله الحيوانات

المنوية لتلقيح البيضة . وبعد تكوين القشرة والغشاء الجنينى مباشرة تمر البيضة لأسفل إلى قناة المبيض الجانبية فقناة المبيض المشتركة حيث تخصب بحيوان منوى يأتى لها من القابلة المنوية أثناء مرورها للخارج ثم تذهب البيضة إلى المهبل فإلى الخارج

وفى الحشرات التى تحيط فيها الحشرة البيض بكيس Ootheca وتحتفظ الأنثى بهذا الكيس داخلها بعض الوقت نجد أنه فى مثل هذه الحشرات لا ينضج البيض مطلقاً أثناء وجود هذا الكيس داخل الأنثى وذلك بفضل إفراز هرمون من النهاية السفلية لفرع المبيض أى فى مكان وجود الـ Corpus Iuteum .

ثانياً ــ الجهاز التناسلى فى الذكر

يتكون الجهاز التناسلى فى الذكر (شكل ١٢٣ ، ١٢٧) من زوج من الخصى (Testes ومفردها Testis) ويخرج من كل خصية وعاء ناقل Vas deferens (وجمعها Vasa deferentia). ويفتح الوعاءان الناقلان فى القناة القاذفة Ejaculatory duct التى تفتح للخارج فى الفتحة التناسلية الموجودة على نهاية الاسترنة التاسعة البطنية وفوق صفيحة القضيب Penis . وتتسع نهاية كل وعاء ناقل قبل أن يفتح فى القناة القاذفة مكونة بذلك خزاناً يسمى بالحوصلة المنوية Vesicula seminalis (وجمعها Vesiculae seminales). ويفتح فى القناة القاذفة أيضاً غدد زائدة Accessory glands فائدتها إفراز السائل الذى تسبح فيه الحيوانات المنوية أو إفراز جدار الكيس الذى يحيط بمجموعة من الاسبرمات كإنبعاجات خارجية تشبه الأنابيب القصيرة المقفلة مشابهة بذلك الغدد الزائدة المحيطة بها والموجودة على الجزء المنتفخ الموجود أعلى القناة القاذفة والمسمى عرفياً فى الصرصار « بعش الغراب » (شكل ١٢٧) .

الخصية : The testis

تتكون كل خصية من أنابيب صغيرة Follicles يختلف عددها بإختلاف نوع الحشرة . وتفتح كل أنبوبة من هذه الأنابيب بممر ضيق قصير جداً يسمى Vas efferens فى الوعاء الناقل (شكل ١٢٨ ب) ولو أن هذا الممر يكون دائماً مقفولاً نظراً لوجود غشاء متين من النسيج الضام الذى قد تتخلله بعض الألياف العضلية . ويتكون جدار كل أنبوبة من أنابيب الخصية من خلايا طلائية Epithelial cells ومن هذه الخلايا الطلائية تنشأ الخلايا التناسلية التى سيتكون منها فى النهاية الحيوانات المنوية Spermatozoa

(ومفردها Spermatozoon). كما تتكون محتويات كل أنبوبة من مناطق Zones متعاقبة من طرفها المقفل إلى أن تفتح فى الوعاء الناقل كما يلى (شكل ١٢٨ ب):

١ ــ منطقة التكاثر : Zone of spermatogonia أو Germarium

وهى المنطقة الطرفية وتحوى خلايا تناسلية حديثة التكوين مختلطة مع خلايا جسمية Somatic cells . وفى النهاية السفلية للمنطقة المذكورة ترى كل خلية من خلايا التكاثر محاطة بحوصلة (Cyst). وبإنقسام الخلية الواحدة (إنقسام غير إختزالى) من خلايا منطقة التكاثر هذه (والمسماه إسبرماتوجونيا) إنقسامات متتالية يتكون منها حوالى ٦٤ ــ ٢٥٦ خلية من خلايا المنطقة التالية والمسماة بمنطقة الاسبرماتوسيتات Spermatocytes .

٢ ــ منطقة الإسبرماتوسيتات (أو منطقة النضج) : Zone of maturation (Spermatocytes)

وهى المنطقة التى تلى المنطقة السابقة وتقوم خلاياها بإنقسامات إختزالية وعلى ذلك فيصبح عدد كروموسوماتها نصف عددها فى المنطقة السابقة وكل خلية اسبرماتوسايت تتكون منها ٤ خلايا اسبرماتيدات Spermatides وهى خلايا المنطقة التالية:

٣ ــ منطقة الاسبرماتيدات (أو منطقة التحول) : Zone of transformation (Spermatids)

وفيها لازالت كل اسبرماتيد محاطة بكبسولة أو حوصلة Cyst وداخل هذه الحوصلة تتحول الاسبرماتيد إلى عدد من الحيوانات المنوية Spermatozoa التى تخترق جدر حوصلاتهاللتجمع داخل فراغات هذه الحوصلات. وفى أول الأمر تكون الحيوانات المنوية ملتصقة ببعضها البعض مكونة حزماً منوية ولكنها ما تلبث أن تنفصل ويصبح كل حيوان منوى حراً بنفسه.

٤ ــ منطقة الحيوانات المنوية (الاسبرماتوزوا) : Zone of spermatozoa

وهى المنطقة التى تكون فيها الحيوانات المنوية حرة ومستعدة للخروج إلى الوعاء الناقل.

وفى ذبابة مايو يفتح كل وعاء ناقل بفتحة مستقلة إلى الخارج كما فى حالة الأنثى وفى هذه الحالة يوجد خارج كل فتحة تناسلية على كل جانب من جانبى الجسم قضيب مستقل Penis ، ولكن فى أغلب الحشرات نشأت قناة إكتودرمية واحدة هى القناة القاذفة

التى يصب فيها الوعاءان الناقلان . والغدد الزائدة فى ذكور الحشرات بعضها قد ينشأ فى الجنين من الميزودرم والبعض الآخر قد ينشأ من الاكتودرم والنوع الأخير يصب فى السطح العلوى للقناة القاذفة ويبطن من الداخل بالشيتين Intima كأى نسيج داخلى آخر اكتودرمى الأصل .

ثالثاً ــ الخلايا التناسلية The sex cells

١ ــ البيضـــة The egg

(أ) شكل البيضة (شكل ١٢٩)

قد تكون البيضة بيضاوية وملتوية قليلاً كما فى رتبة مستقيمة الأجنحة وكثير من أنواع الذباب وحشرات رتبة غشائية الأجنحة (تحت رتبة ابكريتا) أو تكون مستدير أو اسطوانية قليلاً ومفلطحة عند أحد الأطراف كما فى رتبة حرشفية الأجنحة . وفى كثير من الحشرات الطفيلية التابعة لرتبة غشائية الأجنحة وشبكية الأجنحة والذباب الأبيض (رتبة متشابهة الأجنحة) تحمل البيضة على قلم Pedicel طويل رفيع . ويوجد لبيضه بعض الحشرات غطاء فى الجهة الأمامية يسمى قلنسوة Operculum يمكن رفعه أثناء خروج الحورية من البيضة كما فى رتب نصفية الأجنحة والقمل القارض والقمل الماص .

(ب) تركيب البيضة (شكل ١٢٦ د)

ويوجد داخل الغشاء الجنينى سيتوبلازم البيضة الذى يحوى المح Yolk والنواة Nucleus . والمح هو المادة المسئولة عن إمداد الجنين النامى بالغذاء إذ أنه يحوى كربوايدراتات (خاصة الجليكوجين) وبروتين ودهون (دهن عادى وأحماض دهنية وليسثين Lecithin وكوليسترول Cholesterol) . ويتكون المح بدوره من طبقتين إحداهما خارجية رقيقة متجانسة تسمى بيربلازم Periplam والأخرى داخلية شبكية الشكل تسمى ديتوبلازم Deutoplasm . ويحيط بالنواة طبقة متجانسة من السيتوبلازم النووى . وينشأ المح كما سبق الذكر فى الغالب فى الدم المحيط بفروع المبيض ويخترق المح خلايا الفوليكل ليدخل البويضات النامية ، ويلعب الجسم الدهنى هنا الدور الأساسى فى تكوين بروتينات الدم التى تكون المح .

(ج) قشرة البيضة (شكل ١٣٠ أ) :

يوجد على قشرة البيضة من الخارج فى أغلب الحشرات تضاريز مميزة على هيئة خطوط طولية متوازية أو حفر سداسية كما فى رتبة حرشفية الأجنحة أوقد تحمل قشرة البيضة زوائد

مختلفة الأشكال كما فى رتب الذباب ونصفية الأجنحة وذلك لمساعدة البيضة فى التعلق بشعر أو سطح العائل وكالعوامات الجانبية فى بيض بعوض الأنوفيليس التى تساعده على الطفو فوق سطح الماء، وعلى العموم فالبيض الذى يوضع فى أماكن معرضة تكون قشرته مجعدة من الخارج.

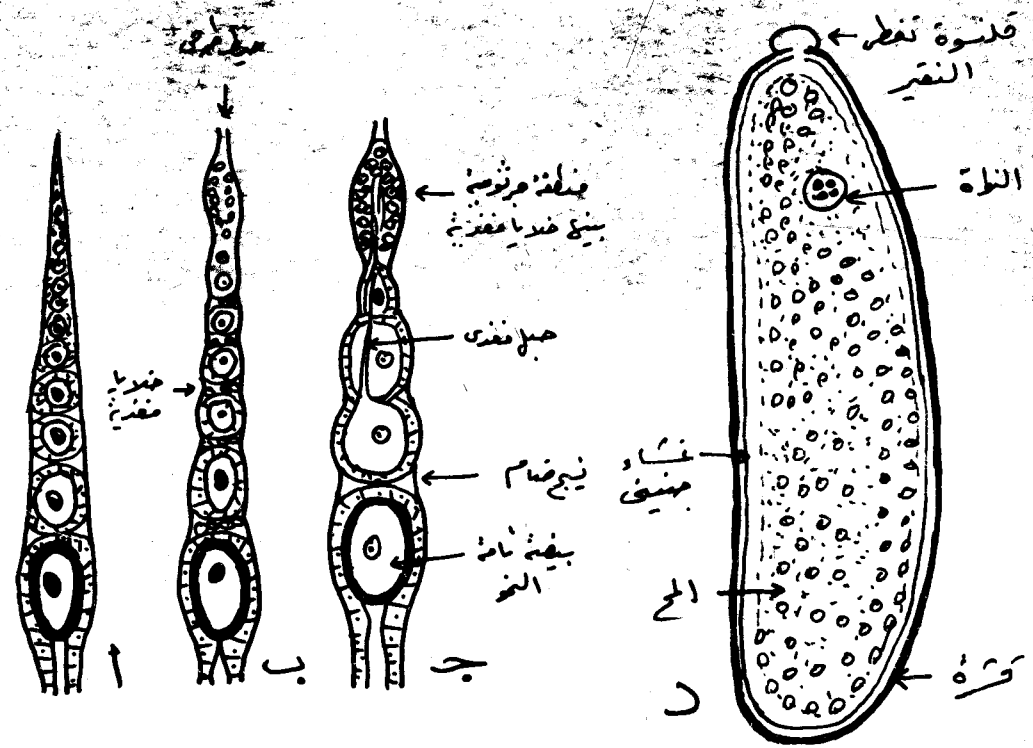
وقد تكون قشرة البيضة رقيقة جداً غشائية ومطاطه كما فى بيض الحشرات المتطفلة التابعة لرتبة غشائية الاجنحة أو تكون القشرة غائبة كلية كما فى بيض بعض الحشرات واضعة الاحياء، ولكن العادة فى أغلب الحشرات أن تتكون القشرة عادة من طبقتين رئيسيتين هما :

١ ــ **القشرة الخارجية Exochorion** : وتتكون بدورها من طبقتين كلاهما مكون من مادة الكوريونين Chorionin التى تماثل مادة الكيوتيكيولين الموجودة فى ابيكيوتيكل جدار جسم الحشرة .

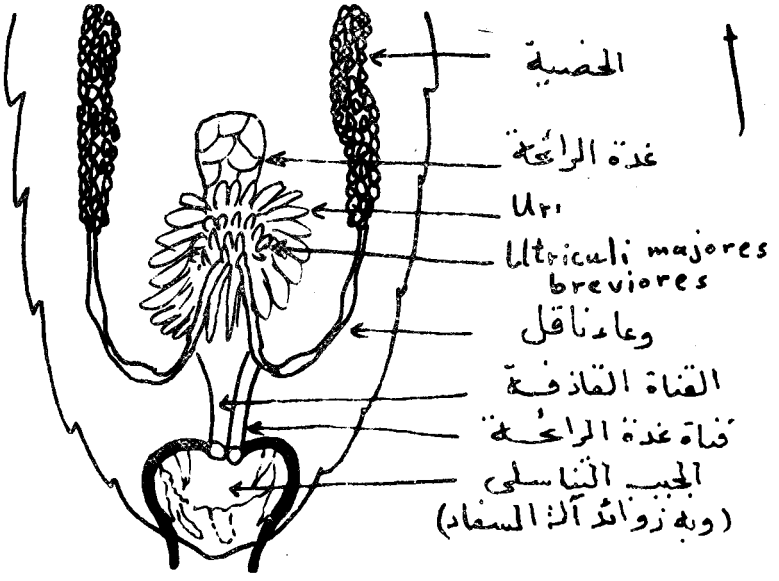
٢ ــ **القشرة الداخلية Endochorion** : وتتكون من خمسة طبقات وتشابه فى تركيبها أيضاً طبقة الابيكيوتيكل فى الحشرات لاحتوائها على نسبة عالية من عديديات الفينولات Polyphenols .

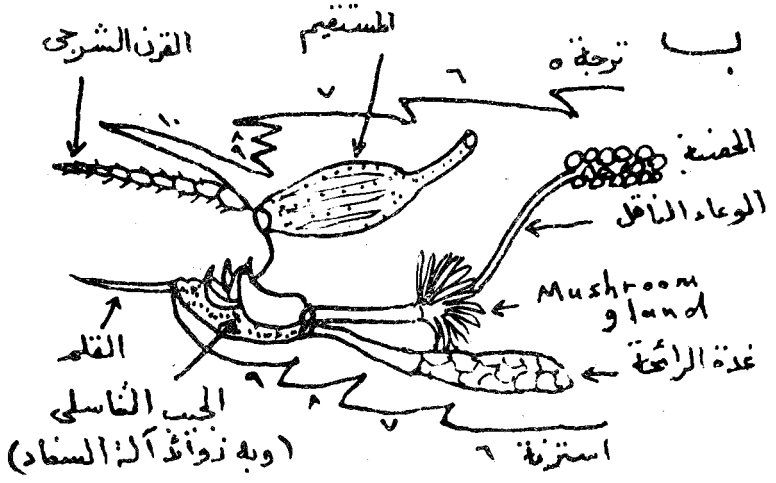
وقد يغلف قشرة البيضه من الخارج فى بعض الحشرات طبقة رقيقة اسمنتية Cement layer تفرزها الغدد الزائدة فى الأنثى، وتساعد هذه الطبقة الأسمنتية على لصق البيض بالسطوح التى يوضع عليها أو على تجميعه مع بعضه البعض فى كبسولة Capsule كما فى حشرة فرسة النبى أو فى كيس Ootheca كما فى الصرصار. وفى عائلة الحشرات العصوية Phasmidae تقوى قشرة البيضة باحتوائها على الجير.

وفائدة أغطية البيضة هو حمايتها من فقد الماء بعملية التبخير وخاصة فى الاماكن الجافة، اذ أنه وجد أن قشرة الحشرة المائية رودنيس Rhodnius (رتبة نصفية الاجنحة) منفذة للماء. وخاصية عدم نفاذية قشرة بيضة الحشرات للماء قد يكون سببه وجود طبقة شمعية Wax Layer رقيقة جداً تبلغ فى السمك حوالى ثلث ميكرون وتفرزها البيضة Oocyte نفسها قبل وضعها وتوجد هذه الطبقة الشمعية بين الغشاء الجنينى كما فى حشرة Lucilia وتقابل هذه الطبقة الشمعية فى البيضة مثيلتها فى ابيكيوتيكل جدار جسم الحشرة. وفى بيض بعوض الكيولكس توجد طبقة زيتية Oily layer بين القشرة الخارجية والقشرة الداخلية .

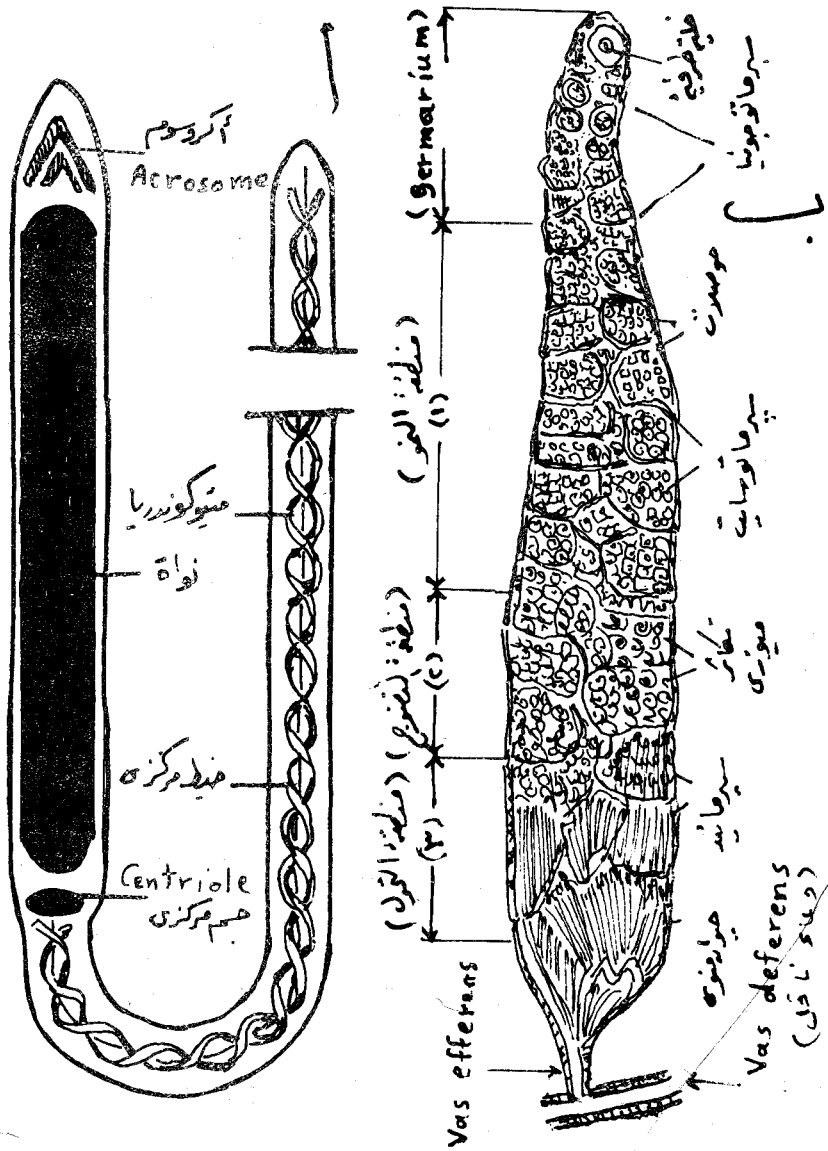


شكل (١٢٦) : أ، ب، ج ــ أشكال مختلفة لفرع المبيض فى الحشرات.
(د) قطاع طولى فى بيضة حشرة.

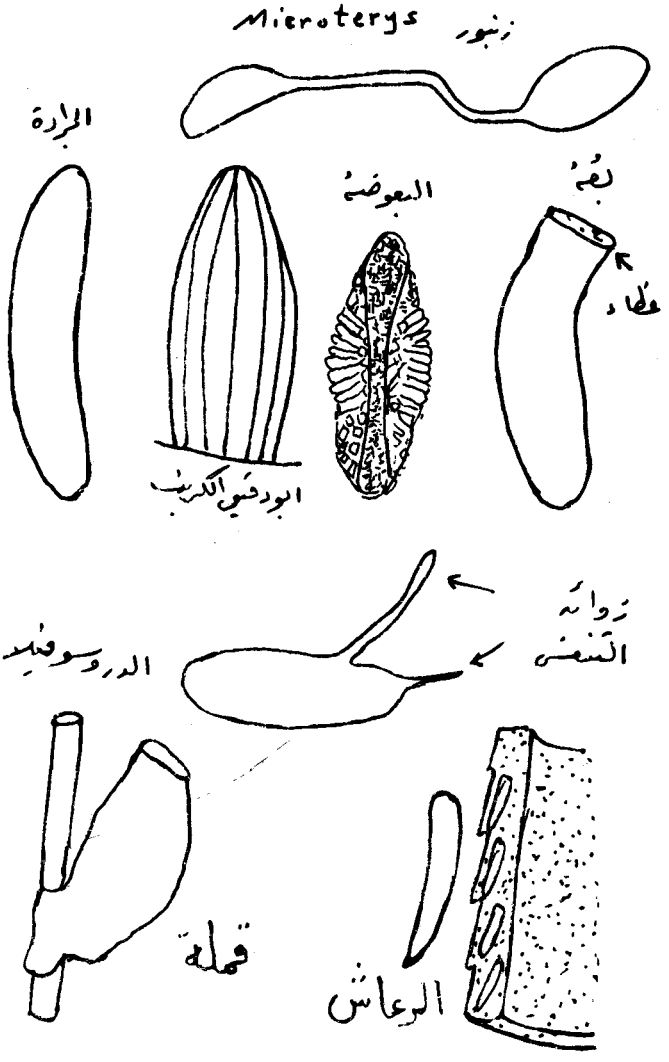




شكل (١٢٧) : (أ) الجهاز التناسلى فى ذكر الصرصار الأمريكى (منظر علوى).
(ب) الجهاز التناسلى فى ذكر الصرصار الأمريكى (منظر جانبى).



شكل (١٢٨) : (أ) الحيوان المنوى فى الحشرات .
(ب) قطاع طولى فى فص من فصوص الخصية فى الحشرات لتوضيح مناطق تكوين الحيوانات المنوية المختلفة .



شكل (١٢٩) : بعض الأشكال لبيض الحشرات .

ومع هذا لايمكن لقشرة أى بيضة أن تكون غير منفذة تماما للماء اذ أنه يشاهد أنه اذا حفظت بيضة أى حشرة تحت ظروف شديدة الجفاف فانها لا تفقس وهذا راجع إلى جفاف الجنين أو راجع إلى أن القشرة تصبح شديدة الصلابة بحيث يصعب كسرها عند فقس الجنين .

ويتخلل قشرة البيضة فتحة أو أكثر من الفتحات التى تسمى بالنقير Micropyle الذى غالباً مايقع فى الجزء الامامى من البيضة لاخصابها .

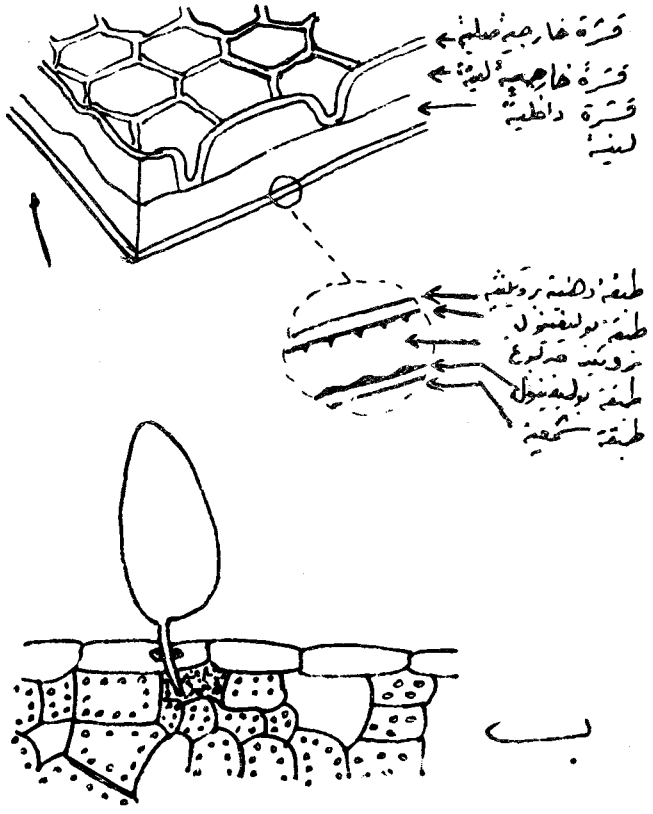
(د) تنفس البيضة :

تتنفس البيضة من سطحها فى حالة وجود قشرة رقيقة لها ، أما فى الحشرات التى تكون فيها القشرة سميكة فإنه توجد بهذه القشرة تحورات خاصة تسهل لها عملية التنفس . ففى بعض أنواع الذباب توجد بالقشرة قنوات أو أعمدة رأسية صغيرة بينها فراغات مملوءة بالسوائل التى تحل محلها الهواء أو سائل هوائى فيما بعد . وفى عائلة النطاط من عائلة Tettigoniidae نجد أن بالقشرة فراغات تحوى الهواء أو قد تكون هذه الفراغات فى أماكن معينة فقط وتعمل عندئذ كمخزن للهواء بدلاً من وجودها فى القشرة كلها . وفى القمل يوجد مخزن الهواء هذا فى غطاء البيضة Cap . وفى بعض حشرات نصفية الأجنحة توجد زوائد خاصة جانبيه بها هذه المخازن الهوائية . كما يوجد فى حشرات كثيرة أخرى فيلم هواء تحت القشرة ويحيط هذا الفيلم بمحتويات البيضة إحاطة تامة ، ويعمل هذا الفيلم الهوائى على تبادل الغازات بين جميع الأجزاء الداخلية للبيضة وبين الهواء الخارجى .

(هـ) امتصاص البيضة للماء :

إذا ما وضع البيض فى بيئة رطبة فإنه يمتص منها الماء خلال أغشيته المختلفة . وفى بيضة الخنفساء المائية Dytiscus يؤدى إمتصاصها للماء إلى سهولة تغير شكلها فتصبح صلبة مشدودة وتزداد فى الحجم كثيراً ثم تتمزق قشرتها وتنفصل عنها وتصبح البيضة محاطة فقط بالغشاء الجنينى Vitelline Membrane وكذلك غشاء الكيوتيكل السيروزى . أما عن بيضة الجراد الرحال Locusta migratoria التى لا يتم نموها الطبيعى إلا فى الأراضى الرطبة فقط فإنها بامتصاصها الماء تزداد فى الوزن من ٣ر٦ ملليجرام إلى ١٤ ملليجرام ، كما تزداد محتوياتها المائية من ٥٢٪ إلى ٨٢٪ ويترتب على انتفاخ البيضة تشقق القشرة .

وفى بعض حشرات عائلة Capsidae (رتبة نصفية الاجنحة) تمتص البيضة الماء من أنسجة النبات الذى توضع فيه . وفى بيض الذباب الابيض Fam Aleurodidae (من رتبة متشابهة الاجنحة) تغرس البيضة فى أوراق النبات بواسطة حامل توجد عند قاعدته المنغرسة فى النبات مثانة رقيقة تساعد على امتصاص الماء من النبات (شكل ١٣٠ ب) وبذلك تعوض البيضة فقد الماء الذى يحدث من سطحها المعرض للجو الخارجى .



شكل (١٣٠) : (أ) قطاع فى قشرة بيضة بقة الرودنيس Rhodnius.
(ب) بيضة حشرة. Trisleurodes sp بزائدتها التى تمتص بواسطتها الماء منغرسة فى ورقة ومحاطة بمادة أسمنتية.

وفى بيضة الحشرات المتطفلة داخلياً من رتبة غشائية الأجنحة والتى توضع دائماً داخل سوائل أجسام الحشرات الأخرى فإن قشرتها عبارة عن غشاء رقيق جداً يسمح بتمرير كثير من المواد من دم العائل إلى الجنين المتكون داخل البيضة ومثل هذا النوع من البيض يوضع وهو فقير فى المخ.

أ ـــ تركيب الحيوان المنوى The Spermatozoon

أ ـــ تركيب الحيوان المنوى

يتركب الحيوان المنوى عامة فى الحشرات كما فى الحيوانات الاخرى من رأس التى تشغل النواه أكبر جزء من مساحتها وذيل متموج ذو تركيب مختلف ومعقد(شكل ١٢٨ و ١٣١) ، والجزء الوسطى الذى يوجد فى الحيوانات الاخرى غير موجود والجسم

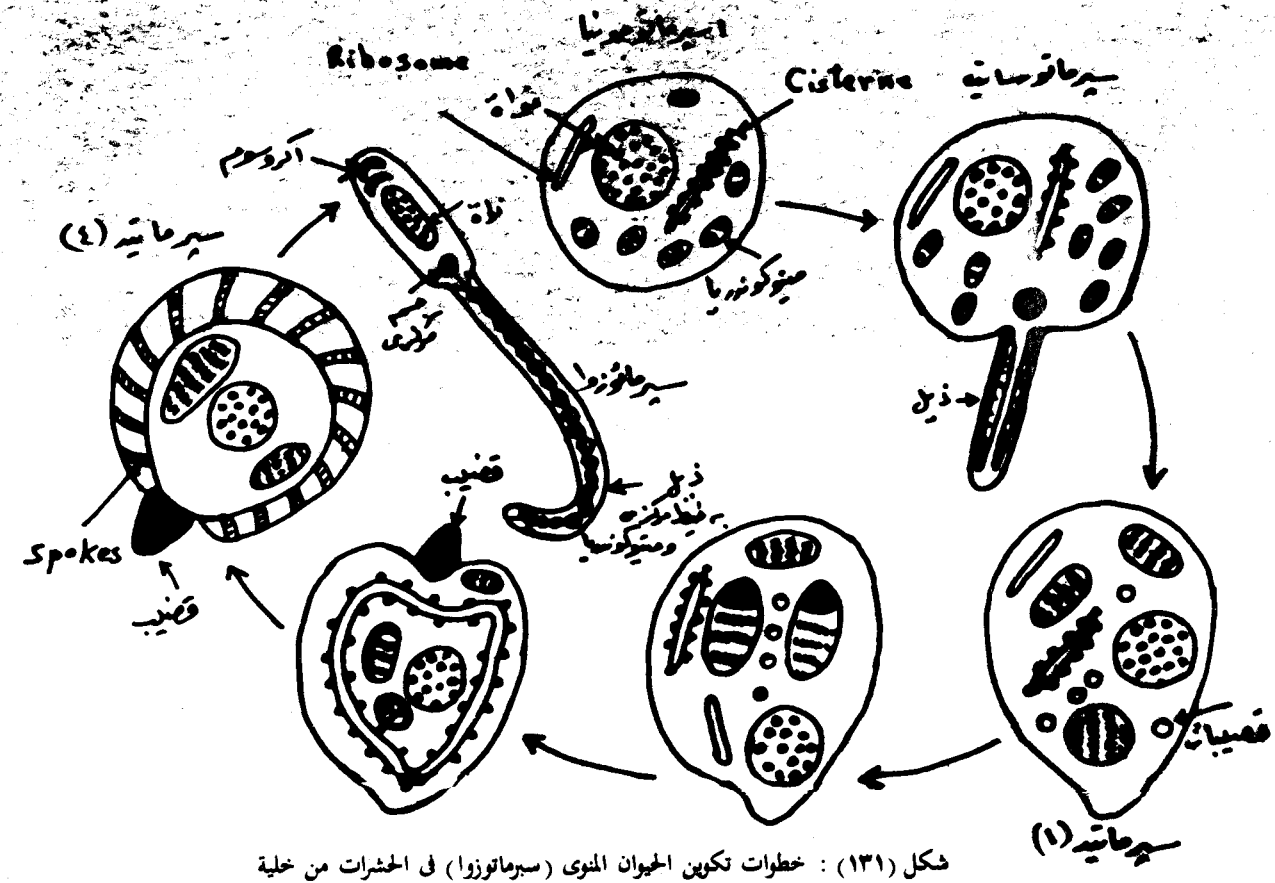
المركزى Centriole هو الذى يعطى الخيط المركزى . هذا وفى الحشرة العصوية Lepisma وبعض الخنافس Cicindela يهاجر الجسم المركزى إلى أمام النواة ساحبا معظم الخيط المركزى والميتوكوندريا . ويرى فى شكل (١٣١) خطوات تكوين الحيوان المنوى من الخلية التناسلية الاولية للذكر Spermatogonia .

(ب) طرق انتقال الحيوانات المنوية من الذكور إلى الاناث :

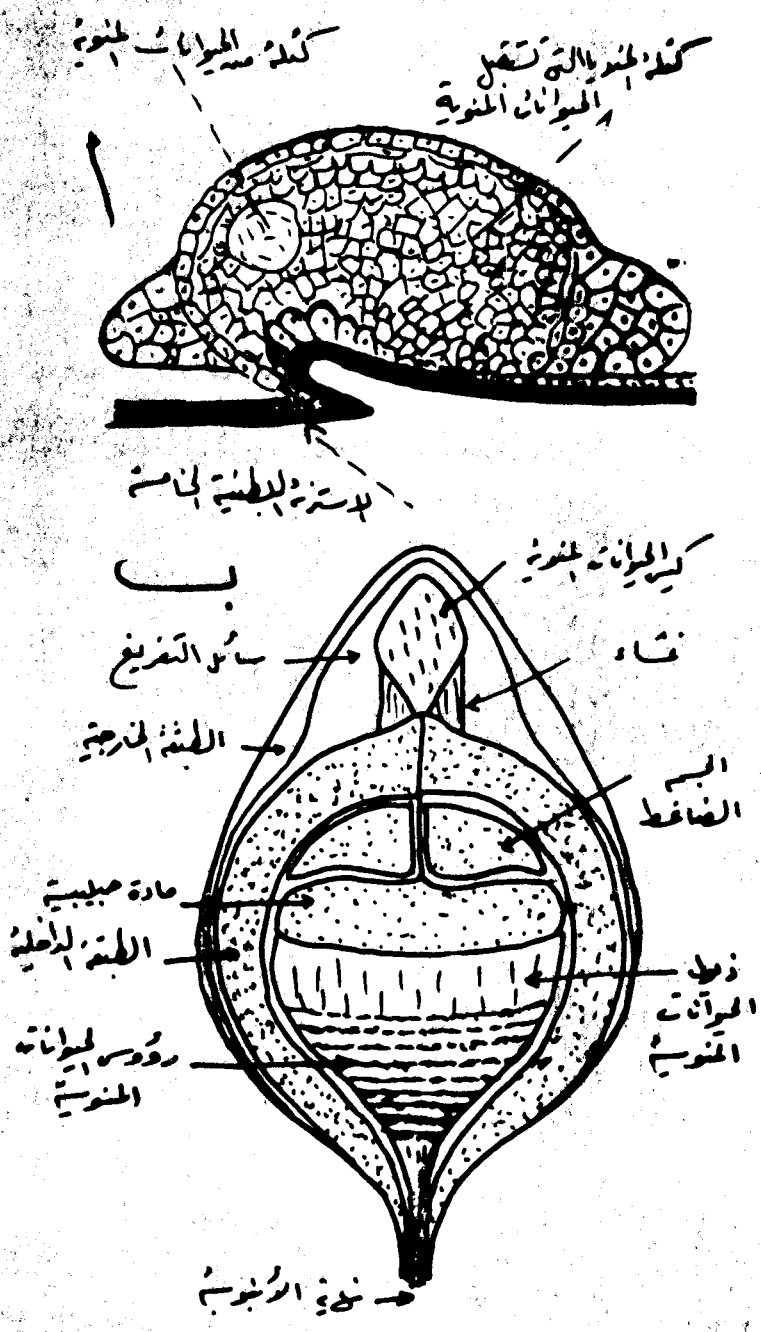
تنتقل الحيوانات المنوية من الذكر إلى الاناث بطرق مختلفة . فالطريقة العادية هى أن تنتقل الحيوانات المنوية إلى مهبل الانثى عن طريق قضيب الذكر وفى رتبة نصفية الاجنحة قد يكون هذا القضيب مزودا بزائدة خيطية طويلة على شكل هدب Flagellum تستطيع أن تصل إلى القابلة المنوية بالانثى وتتزحلق فوقها الحيوانات المنوية وبذلك يمكن أن يضعها داخل القابلة المنوية مباشرة بدلا من وضعها بالمهبل .

وتوضع الحيوانات المنوية إما حرة أو داخل كيس بروتينى يسمى أسبرماتوفور Spermatophore (تفرزه الغدة الزائدة)(شكل ١٣٢ ب) وذلك فى مهبل أو رحم الأنثى أو فى البورسا Bursa Copulatrix ، فإذا وضعت حرة لا تلبث أن تسبح من أماكنها فى المهبل أو الرحم وتذهب إلى القابلة المنوية ولا تتركها الا عند اخصاب البيضة ، أما إذا وضعت داخل اسبرماتوفور فينفجر الاخير داخل البورسا أو داخل المهبل وتخرج منه الحيوانات المنوية لتذهب إلى المقابلة المنوية .

وفى عائلة النطاط والجراد Acridiidae يوضع الاسبرماتوفور داخل قناة القابلة المنوية نفسها وفى عائلة النطاط ذو القرون الطويلة Tettigoniidae يوضع الاسبرماتوفور فى فوهة الفتحة التناسلية ويشاهد جزء من الاسبرماتوفور ظاهراً وبارزا من الفتحة المذكورة بعد انتهاء عملية التلقيح . وفى حشرة السمك الفضى Thermobia يضع الذكر الاسبرماتوفور فوق الارض ويغزل خيوطا بالقرب منه وهذه الخيوط تعتبر بمثابة علامات تدل الانثى على مكان وجود الاسبرماتوفور وسرعان ما تحضر الانثى التى تلتقط الاسبرماتوفور بواسطة آلة وضع البيض . وفى حشرة أخرى تابعة لنفس حشرة السمك الفضى يضع الذكر الحيوانات المنوية على هيئة نقط فوق الخيط الذى يغزله ويصل هذاا الخيط إلى نهاية بطنه حتى سطح الارض وعند حضور الانثى بمجرد رؤيتها للخيط يرشدها الذكر بنفسه إلى اماكن الحيوانات المنوية بواسطة قرون استشعاره وقرونه الشرجية وذلك بتوجيهه لالة وضع بيضها فتلتقط الأنثى الحيوانات المنوية بآلة وضع البيض .



شكل (١٣١) : خطوات تكوين الحيوان المنوى (سبرماتوزوا) فى الحشرات من خلية جرثومية (اسبرماتوجونيا).



شكل (١٣٢) : (أ) عضو برليز فى أنثى بقة الفراش.
(ب) قطاع أفقى فى اسبرماتوفور مملوء بالحيوانات المنوية.

وفى حشرة Sminthurus توضع الحيوانات المنوية داخل الفتحة التناسلية للانثى بواسطة أجزاء فم الذكر . وفى الرعشات توجد أعضاء التناسل الخارجية فى الذكر (آلة السفاد) على الاسترنتين البطيين الثانية والثالثة (ولو أن الفتحة التناسلية فى الذكر تفتح على الاشترنه التاسعة) . وعند التلقيح لابد أن تنتقل الحيوانات المنوية من الفتحة التناسلية للذكر إلى آلة السفاد أولا ثم تنقلها الاخيرة إلى الانثى .

الاخصاب عن طريق فراغ الجسم Haemocoleic Insemination .

فيعائلة بق الفراش Cimicidae يضع الذكر الحيوانات المنوية عند التلقيح فى عضو صغير موجود على الجهة اليمنى للخط الوسطى بين الاسترنة البطنية الخامسه والاسترنه البطنية السادسة فى الانثى ويعرف هذا بعضو برليز Berlese organ أو Spermalege وبعد انتهاء التلقيح تخترق الحيوانات المنوية الجدار الداخلى المقفل لعضو برليز لتصل إلى فراغ الجسم Haemocoele فى الانثى ومنه تذهب الحيوانات المنوية إلى القابلة المنوية . ويقال أن القابلة المنوية فى بق الفراش لا تتصل بقناة المبيض المشركة ولذلك فلابد للحيوانات المنوية من أن تخترق جدار قناة المبيض المشتركة أيضا كى تصل إلى البيض الناضج لاخصابه . وفى بق الفراش أيضاً تستعمل الحيوانات المنوية المتبقية فى القابلة المنوية بعد اخصاب البيض كمصدر لغذاء الانثى أثناء فترة وضع البيض . وفى حشرة Lyctocoris توضع الحيوانات النوية فى المهبل ثم تخترق تلك الحيوانات المنويةجدار المهبل لتصل إلى فراغ الجسم ومنه تخترق المبيض أيضا للقيام بعملية اخصاب البيض . وفى أحد أنواع بق الفراش يثقب الذكر جدار جسم الانثى من الخارج ليضع حيواناته المنوية داخل فراغ جسم الانثى مباشرة ، وبالطبع تذهب الحيوانات المنوية بعد ذلك لاخصاب البيض .

(ج)الاسبرماتوفراجما : Sphragis أو The Spermatophragma .

قد يتجمد جزء من السائل المنوى فى الفقريات ويأخذ شكل كتلة جيلاتينية صلبة لقفل فتحة المهبل أو الرحم لحفظ بقية السائل المنوى داخل الجهاز التناسلى وعدم تسربه للخارج بعد عملية التلقيح ، وتسمى كتلة السائل المنوى المتجمد بالاسبرماتوفراجما . وفى رتبة حرشفية الاجنحة تتكون هذه الاسبرماتوفراجا اثناء عملية التلقيح ، وقد تعيق كتلة الاسمباتوفراجما المتكونة هذه تكملة عملية التلقيح بالطريقة السليمة . ولقد وجد الباحثون أن كتلة الاسبرماتوفراجا قابلة للذوبان فى الماء .

(د) مرور الحيوانات المنوية داخل القنوات التناسلية للذكر :

وكما ذكر سابقاً فى وصف أنبوبة الخصبة Follicle فى الذكر والتى تحوى المنطقة القاعدية منها الحيوانات المنوية حرة طليقة فى حالة استعداد للخروج إلى الوعاء الناقل بعد هروبها من حويصلاتها Cysts التى كانت محيطة بها بعد ذوبان أو تمزيق جدار هذه الحويصلات ، ويكون وجود الحيوانات المنوية فى هذه القاعدية فى حزم وقد تكون رؤوس جميع حيواناتها المنوية منغرسة فى طاقية جيلاتينية . وتخترق الحيوانات المنوية الخلوى الموجود بين الـ Vas Efferens وبين الوعاء الناقل Vas Deferens وذلك يعمل ثقوب به (يبلغ قطر الثقب الذى تحدثه الحزمة المنوية الواحدة ما يعادل قطر نواة خلية واحدة من خلايا هذا الحاجز الخلوى الذى تثقبه الحزمة) . ويتكون فى خصبة فراشة دودة الحرير Bombyx mori من ٣٠٠٠ ــ ٤٠٠٠ حزمة من حزم الحيوانات المنوية المذكورة ويتكون فى الأنبوبة الواحدة من أنابيب الخصبة Follicle من ٨٠٠ ــ ١٠٠٠ حزمة .

وتخرج الحيوانات المنوية إلى الوعاء الناقل وهى منغمسة فى سائل تفرزه أنابيب الخصية Follicles ثم يفرز الوعاء الناقل نفسه سائلا يساعد الحزمة المنوية على المرور بداخله ونقلها إلى الحوصلة المنوية .

ويساعد سير الحزمة المنوية داخل القناة القاذفة انقباضات جدر القناة القاذفة ولو أنه يساعد افراز الغدد الزائدة حركة الحزم المنوية داخل الطرف الخارجى للقناة القاذفة . وعملية قذف حزم الحيوانات المنوية من النهاية الخارجية للقناة القاذفه (وذلك أما داخل أسبرماتوفور يوضع خارجيا قرب الفتحة التناسلية للأنثى أو يوضع داخل البورسا أو تقذف الحزم المنوية حرة داخل القابلة المنوية للأنثى) تسببها انقبضات العضلات القوية المغلفه للقناة القاذفة .

(هـ) مرور الحيوانات المنوية داخل القنوات التناسلية للأنثى :

إذا أخذت حيوانات منوية من أنثى الصرصار الأمريكى ووضعت فى محلول ملح فسيولوجى فإنها تظل نشطه وتسبح بسرعة ١٦ ميكرون فى الثانية تحت درجة حرارة ١٥ ــ ١٦°م وتزداد هذه السرعة إلى ٩٠ ــ ١٠٧ ميكرون فى الثانية إذا ما ارتفعت درجة الحرارة إلى ٢٩°م .

بعد وصول الحيوانات المنوية إلى القابله أو المهبل فى الانثى فانها تعتمد فى سيرتها داخل هذه الاعضاء فى معظم الحشرات على حركتها الذاتية ، وفى بعض الحشرات (كما فى

رتبة حرشفية الاجنحة) تعتمد الحيوانات المنوية فى سيرها وانتقالها داخل الانثى على انقبضات جدر القنوات التناسلية للانثى . وسبب خروج الحيوانات المنوية من البورسا لتذهب إلى القابله المنوية هو وجود مادة طاردة تفرزها البورسا تعمل على طرد تلك الحيوانات إلى خارج البورسا وفى نفس الوقت تفرز غدة القابلة المنوية Spermathecal Gland مادة جاذبة تعمل على جذب الحيوانات المنوية اليها فتجعل الاخيرة تصعد خلال القناة المنوية الموصلة بين البورسا والمهبل ومن القناة المنوية تذهب الحيوانات المنوية إلى القابلة المنوية . وانقباضات جدر القناة المنوية بواسطة عضلاتها القوية تسبب (فى بعض حشرات رتبة حرشفية الاجنحة) فى افراز القناة المنوية سائلا منويا يتجه إلى البورسا ويملؤها وربما يكون لهذا السائل المنوى علاقة بسير الحيوانات المنوية .

وعلى العموم فقد وجد خليفة (١٩٥٠) أن المادة التى تتسبب فى سير الحيوانات المنوية داخل الانثى تفرزها غدد خاصة موجودة بالقنوات التناسلية للذكر فى فراشه الشمع Galleria mellonella وبالقناة القاذفة فى فراشة الحرير . وفى بقة الرودنيس Rhodnius تسير الحيوانات المنوية داخل قنوات الانثى التناسلية بمساعدة انقبضات عضلات جدر هذه القنوات ولكن العامل الاساسى المسبب لقيام العضلات المذكوره بانقباضاتها هو افراز الغدد الزائدة فى الذكور .

ومن الطرق الفريدة لانتقال الحيوانات المنوية داخل جهاز الانثى التناسلى هو الموجود فى حشرة Aspidictus التى يحدث فيها اخصاب البويضات عند الاطراف العليا لفروع المبيض ، ففى هذه الحشرة تشاهد خلايا كبيرة تنفصل من النهاية العلوية لقناة المبيض المشتركة أو من قواعد المبيض الجانبية وتهاجر هذه الخلايا المنفصلة إلى الاجزاء العليا من فروع المبيض . وبما أن القابلة تفتح فى هذه الحشرة عند النهاية العليا لقناة المبيض المشتركة فتتعلق بعض الحيوانات المنوية بالخلايا الكبيرة المهاجرة وتصعد معها إلى قمم فروع المبيض حيث يحدث اختصاب البويضات .

(و) **الاسبروماتوفور** : The Spermatophore .

تختلف طرق خروج أو طرد الحيوانات المنوية من الاسبرماتوفور باختلاف الحشرات . فوجد خليفة (١٩٤٩) فى صرصار الغيط الاليف حيث يضع الذكر الاسبرماتوفور قرب فتحة الانثى التناسلية أن هذا الاسبرماتوفور يحوى كتلة من البروتين ضغطها الاسموزى يعادل ٣ ضغطا جويا ويحوى سائلا آخرا ضغطه الاسموزى يعادل ٩و٠ ضغطا جويا فامتصاص كتلة البروتين للسائل المذكور يجعلها تزداد كثيرا فى الحجم وتدفع الحيوانات المنوية لخارج الاسبرماتوفور لتذهب إلى دخل القنوات التناسلية للانثى

(شكل ١٢٥ ب) . ولكن فى أغلب الحشرات تنقبض جدر البورسا فتمزق الاسنان الشيشتينة الموجودة على الكيوتيكل المبطن للبورسا من الداخل جدر الاسبرماتوفور ، وهذه الاسنان قد تكون موزعة على السطح الداخل للكيوتيكل المبطن للبورسا أو مركزه على صفيحة شيتينيه تسمى Signum أو Lamina dentata ، وقد تحوى البورسا الواحدة صفيحة أو صفحتين من هذه الصفائح والتى عند وجودها لابد من أن تتصل بها عضلات البورسا القوية .

ولقد عدد الحشريون فوائد صفيحة الـ Signum هذه فيما يلى :

١ ــ تسبب تهيج الذكر عند التلقيح وتجعله يقذف حيواناته المنوية (أو الاسبرماتوفور) داخل البورسا .

٢ ــ تكسير جدار الاسبرماتوفور لخروج الحيوانات المنوية منه .

٣ ــ تثبيت الاسبرماتوفور فى مكانه عند وضعه داخل البورسا .

٤ ــ تعمل كمرشح لخروج الحيوانات المنوية دون غيرها من البورسا إلى القناة المنوية ولا تسمح بخروج المواد الكبيرة الحجم التى قد تتسبب فى غلق وسد القناة المنوية .

هذا وتغيب صفيحة الـ Signum فى الحشرات التى يكون جدار الاسبرماتوفور فيها رقيقا .

ويوجد على طرف القضيب فى ذكور كثير من حشرات عائلة Noctuidae (ربية حرشفية الاجنحة) اشواك تسمى Cornuli فائدتها دفع وتثبيت الاسبرماتوفور داخل البورسا فى مكانه الملائم (كالاهان وشابان ١٩٦٠) . وغالبا ما تنتزع أشواك القضيب منه وتترك داخل البورسا بعد سحب القضيب عند الانتهاء من عملية التلقيح . كما قد تؤدى هذه الاشواك عمل الـ Signum ولو أن البعض يعتقد أن هذه الأشواك قد تعمل على تهيج الذكر عند عمليات التلقيح التالية بوجودها داخل البورسا بعد عملية التلقيح الاولى .

وتفرز كل أو بعض خلايا الابثيليم المكونة لجدار البورسا إفرازا يتجمع داخل البورسا ، ويتحول هذا الافراز إلى اللون الاصفر أو الاحمر أو البنى اذا ما تعرض للهواء اذ يحوى هذا الافراز بروتين ، ودرجة تركيز أيون الايدروجين لهذا الافراز (pH) هو ٤ ــ ٦ أى حامضى ضعيف جدا أو ٧ أى متعادلا كما فى فراشة الشمع Galleria حيث يحتوى هذا الافراز على مواد دهنية (خليفة ١٩٥٠) . وعلى العموم فلقد عدد الحشريون فوائد إفراز البورسا فيما يلى : .

١ ــ يسبب هذا الافراز تصلب جدار الاسبرماتوفور .

٢ ــ يذيب جدار الاسبرماتوفور أو بالأحرى يسبب هروب الحيوانات المنوية وكذلك فى اخلاء موضع داخل البورسا لاسبرماتوفور آخر (وجد داخل البورسا الواحدة لغاية ٧ اسبرماتوفورات) .

٣ ــ يتسبب فى انتفاخ جدار الاسبرماتوفور وهذا يسبب بدوره فى خروج الحيوانات المنوية خارجة .

٤ ــ يعمل كمادة طارة لطرد الحيوانات المنوية خارج الاسبرماتوفور وخارج البورسا نفسها .

٥ ــ يجعل جدار الاسبرماتوفور مرنا يسهل تشكيله عندما ينقبض جدار البورسا .

٦ ــ يعمل كمادة مالئة بين السطح الداخلى لجدار البورسا والسطح الداخلى لجدار الاسبرماتوفور مما يسهل انتقال انقباضات جدار البورسا إلى الاسبرماتوفور وتساعد هذه الانقبضات على الضغط على الاسبرماتوفور لتخرج الحيوانات المنوية منها .

٧ ــ لهذا الافراز تأثير بكتيرى .

رابعا : أوضاع التزواج فى الحشرات (شكل ١٣٣)

يأخذ كل من الذكر والانثى اثناء عملية التلقيح وضعا معينا يختلف من رتبة إلى أخرى وقد يختلف داخل الرتبة نفسها . وكان يعتبر وجود الذكر فوق الانثى أثناء عملية التلقيح هو الوضع الاولى Primitive فى الحشرات ذات التطور Pterygota ولكن تأكد الان أن الوضع الاولى هو الذى تكون فيه الانثى موجودة فوق الذكر أثناء عملية التلقيح بشرط أن يكون سطحاهما السفليان متقابلين Venter to venter ، كما يعتبر الوضع الذى يكون فيه الذكر بجوار الانثى أثناء عملية التلقيح من الاوضاع الاولية وهذا الوضع الاخير موجود فى أغلب الرتب الحشرية الان . وعلى العموم ففى كلتا الحالتين السابقتين لابد من أن تصل نهاية بطن الذكر إلى أسفل بطن الانثى لامكان نقل الحيوانات المنوية من الذكر إلى الانثى .

وفى الرعاشات Order Odonata لابد من وجود الذكر فوق الأنثى أثناء عملية التلقيح أذ لابد للذكر أولا من نقل حيواناته المنوية من فتحته التناسلية الموجودة على الاسترنة البطنية التاسعة إلى آلة السفاد الموجودة على الاسترنتين البطنيتين الثانية والثالثه لجعل انتقال هذه الحيوانات إلى الانثى مؤكدا وسهلا .

وفى رتبة ذات الذنب الشعرى Or. Thysanura يوجد الذكر تحت أو جانب الأنثى أثناء عملية التلقيح ، والسر فى ذلك (كما وجد ميلز Mills ١٩٤٠ فى حشرة Nicoletio

التابعة لهذه الرتبة) هو وجود غدة هيبودرمية على السطح العلوى لبطن الذكر وإفراز هذه الغدة هو الذى يعمل على إغراء الأنثى للصعود فوقه أثناء عملية التلقيح وهذا مما جعل أغلب الحشريين يعتقدون فى وجود الغدة الهيبودرمية على السطح العلوى لجسم الذكر فى جميع الحشرات التى يوجد فيها هذا الوضع من أوضاع التلقيح (الانثى فوق الذكر) لتشجيع الاناث على الصعود فوق ظهور الذكور أثناء عملية التلقيح وبعض ذكور هذه الرتبة لاتجامع الاناث وانما تضع كيس الاسبروماتوفور (المملوء بالحيوانات المنوية) فى مكان ما ثم يقوم بغزل خيوط حريرية تمتد إلى مسافات كعلامة تقود الاناث إلى الاسبرماتوفور وعندما تقترب الانثى من الكيس تتجه نحوه بفتحتها التناسلية لتلتقطه ويحدث الاختصاب داخليا .

وفى فوق عائلات Phasmoidea, Mantoidea, Acridoidea (رتبة مستقيمة الاجنحة Or . Orthopera) وكذلك فى نحل العسل (رتبة غشائية الاجنحة Or. Hymenoptera) يوجد الذكر فوق الانثى أثناء عملية التلقيح ولو أنه يعتقد أن هذا الوضع فى الحشرات المذكورة نشأ أصلا وتحور من الوضع الطبيعى الاول السابق ذكره (وهو وجود الانثى فوق الذكر بطنا لبطن) . ولذا سمى هذا الوضع فى الحشرات التابعة لفوق العائلات المذكورة وفى نحل العسل بالوضع العلوى الكاذب للذكر False male-position .

وهذا وتوجد أوضاع أخرى من أوضاع التلقيح خلاف الاوضاع السابق ذكرها وهى أن تتقابل نهاية الانثى End - to - end كما فى بعض الفراشات .

كذلك قد تبدأ عملية التلقيح بوضع ما مثل وجود الانثى فوق الذكر مثلا تنتهى بوضع آخر وهو أن تكون النهايتان للذكر والانثى متقابلتان كما فى فوق عائلات Blattoidea, Grylloidea ,Tettigonioidea (رتبة مستقيمة الاجنحة) .

وفى حشرة Borus (رتبة Mecoptera) يقبض الذكر على الانثى الموجودة فوقه جيدا بأجنحته الطويلة أثناء عملية التلقيح .

وفيما يلى الاوضاع المختلفة التى يتخذها كل من الذكر والانثى أثناء عملية التلقيح فى الرتب المختلفة :

١ ــ الأنثى فوق الذكر (بطن الأنثى تقابل ظهر الذكر) :

يوجد هذا النوع فى الرتب خافية الاجنحة (البراغيث) والذباب وشبكية الاجنحة والقمل القارض والقمل الماص وقمل الكتب ومستقيمة الاجنحة (فوق عائلات Tettigonioidea, Blattoidea) وذبابة مايو .

٢ ــ الانثى فوق الذكر (بطن الانثى تواجه بطن الذكر) .

يوجد هذا النوع فى رتبة الذباب .

٣ ــ الذكر فوق الانثى (بطن الذكر تواجه بطن الانثى ونهاية الذكر تصل لاسفل الانثى) :

يوجد هذا النوع فى رتب الذباب وغشائية الاجنحة وغمدية الاجنحة وهديبة الاجنحة ومتشابهة الاجنحة ومستقيمة الاجنحة (فوق عائلة Mantoidea) .

٤ ــ الذكر بجانب الانثى (ونهاية الذكر تصل إلى أسفل الانثى) :

يوجد هذا النوع فى رتب الذباب وحرشفية الاجنحة وغشائية الاجنحة وغمدية الاجنحة ومتشابهة الاجنحة ومستقيمة الاجنحة (فوق عائلة Tettiogoniodea) .

٥ ــ نهاية الذكر مقابلة لنهاية الانثى :

(أ) ظهر كل من الذكر والانثى لاعلى :

يوجد هذا النوع فى رتب الذباب وحرشفية الأجنحة وغشائية الأجنحة وغمدية الأجنحة وقمل الكتب ونصفية الأجنحة ومتشابهة الأجنحة ومستقيمة الأجنحة (فوق عائلة Tettigoniodea) .

(ب)ظهر الانثى لاعلى وظهر الذكر لاسفل :

ويشاهد هذا النوع من طرق التزاوج فى رتب الذباب وجلدية الاجنحة ومستقيمة الاجنحة (فوق عائلتى Acridoidea , Tettigoniodea) .

خامسا : التكاثر فى الحشرات

يعتمد التكاثر فى الحشرات أساسا على تلقيح الانثى بالذكر وإخصاب البيضة بالحيوان المنوى . ومعظم الحشرات من واضعات البيض الذى يفقس بعد وضعه ، ويشذ عن ذلك حالات كثيرة سنذكرها فيما يلى :

١ ــ واضعات الأحياء : Viviparous insects

تضع بعض الحشرات يرقات أو حوريات بدلا من البيض فى الخارج مباشرة ، ويطلق على هذه الحالة « واضعات الاحياء » . وسبب ذلك هو بقاء البيض داخل جسم الحشرة إلى أن يفقس ثم تخرج نواتج فقس البيض إلى الخارج مباشرة ، وتوجد الحالة المذكورة فى رتب الذباب (شكل ١٣٤ ب) ونصفية الاجنحة ومتشابهة الاجنحة .

ففى أنوع من المن مثلاً (متشابهة الأجنحة) تبقى البويضات فى أماكنها فى فروع المبيض إلى أن تفقس إلى حوريات تخرج للخارج . أما فى الذباب فيمر البيض من فروع

المبيض إلى المهبل الذى يكبر كثيراً مكوناً ما يسمى بالرحم Uterus حيث يفقس البيض الذى يخرج منه اليرقات إلى الخارج فى عمرها الأول أو حتى فى عمرها الأخير، ففى ذبابة مرض النوم Tsetse Fly (شكل ١٣٤ ب) تخرج اليرقة من الرحم إلى الخارج (المهبل) عندما تكون اليرقات تامة النمو فتعذر فور خروجها مباشرة.

وتتغذى اليرقة أو الحورية التى تفقس داخل جسم حشرتها إلى تخرج للخارج من البيض تلتهمه قبل خروجها منها أو كما فى ذبابة مرض النوم تتغذى اليرقات داخل المهبل من افرزات خاصة تفرزها الغدد الزائدة Accessory glandsوالمسماه أيضا Milk glands التى تصب افرازاتها هذه داخل المهبل قرب أجزاء فم اليرقات وهذه وظيفة أخرى من وظائف الغدد الزائدة فى إناث الحشرات .

٢ ـ التوالد البكرى : Parthenogenesis

وفيه تضع الاناث البيض بدون عملية الاخصاب أى بدون تقابل الذكر مع الأنثى ويفقس هذا البيض وتنتج عنه إفراد صغيرة قد تكون ذكوراً فقط وتسمى هذه الظاهرة Arrhenotoky أو إناثاً فقط Theiytoky أو كلا الجنسين معاً Amphitoky . وعلى العموم تسمى الحشرات التى تنتج أفراداً بالتوالد البكرى ويمكنها أيضاً التوالد جنسياً Holocyclic . أما الحشرات التى تتوالد بكريا فقط دون استطاعتها التوالد جنسياً فتسمى Anholocyclic . وقد يكون التوالد البكرى دائماً أى مستمراً كما فى نحل العسل حيث تضع الملكة باستمرار بيضاً مخصباً تنتج عنه إناث (شغالة وملكات) وبيضاً غير مخصباً تنتج عنه دائماً ذكور، أو قد يكون هذا التوالد البكرى مؤقتاً أى يحدث فى الحشرات من وقت لآخر بدون نظام كلما دعت الحاجة وبدون تقابل الذكر مع الأنثى وذلك بالرغم من وجود الذكر كما فى فراش دودة الحرير. ويوجد تكاثر بكرى دورى فى حشرة المن حيث تتناسل هذه الحشرات تناسلاً جنسياً بالتبادل (أى دورياً) (إذ تظهر فى الخريف ذكور وإناث تتلاقح وتضع بيضاً مخصباً يبقى طول فصل الشتاء، وفى الربيع التالى تفقس هذا البيض ويعطى إناثاً فقط تتوالد لا جنسياً أى بكرياً وهذه تتوالد بدورها أيضاً بكريا، وفى نهاية فصل الصيف تعطى هذه الإناث أيضاً بكرياً إناثاً وذكوراً تتزاوج وتضع الإناث الملقحة بيضها المخصب الذى يفقس فى الربيع التالى وهكذا تعاد دورة الحياة.

ويستمر ذلك عدة أجيال (يرقات تنتج يرقاتا) حتى تتحول فى النهاية بعض هذه اليرقات إلى عذراى تخرج منها حشرات كاملة (ذكور وأناث) وهذه تتزواج وتضع بيضا مخصبا ينتج عنه يرقات تتوالد وتعيد نفس تاريخ الحياة كما سبق .

٣ ــ تكاثر الأطوار غير الكاملة : Paedogenesis

العادة فى الحشرات أن تتزاوج أنثى كاملة النمو مع ذكر كامل النمو أيضا ولكن فى بعض الاحوال النادرة جدا يكون لليرقات القدرة على انتاج يرقات أخرى كما فى يرقات ذبابة الـ Miaster وحشرة Oligarces فيتكون البيض داخل أعضاء التأنيث الحديثة النمو لليرقة الاصلية (وتعتبر الام فى هذه الحالة) ثم يفقس هذا البيض إلى يرقات وهذه تكبر داخل اليرقة الاصلية (الام) إلى أن يتم نموها فتأكل أنسجة الام الداخلية وكذا جدار جسمها لكى تخرج إلى الخارج ، وهذه اليرقات الحديثة الخروج تبدأ أيضا فى وضع يرقات بنفس الطريقة ..

وتسمى أنواع المن التى تتغذى على نبات واحد فقط طوال العام Monoecy أما الأنواع التى تتغذى على نباتات فى الشتاء وأخرى فى الصيف بالتبادل يطلق عليها Heterocy .

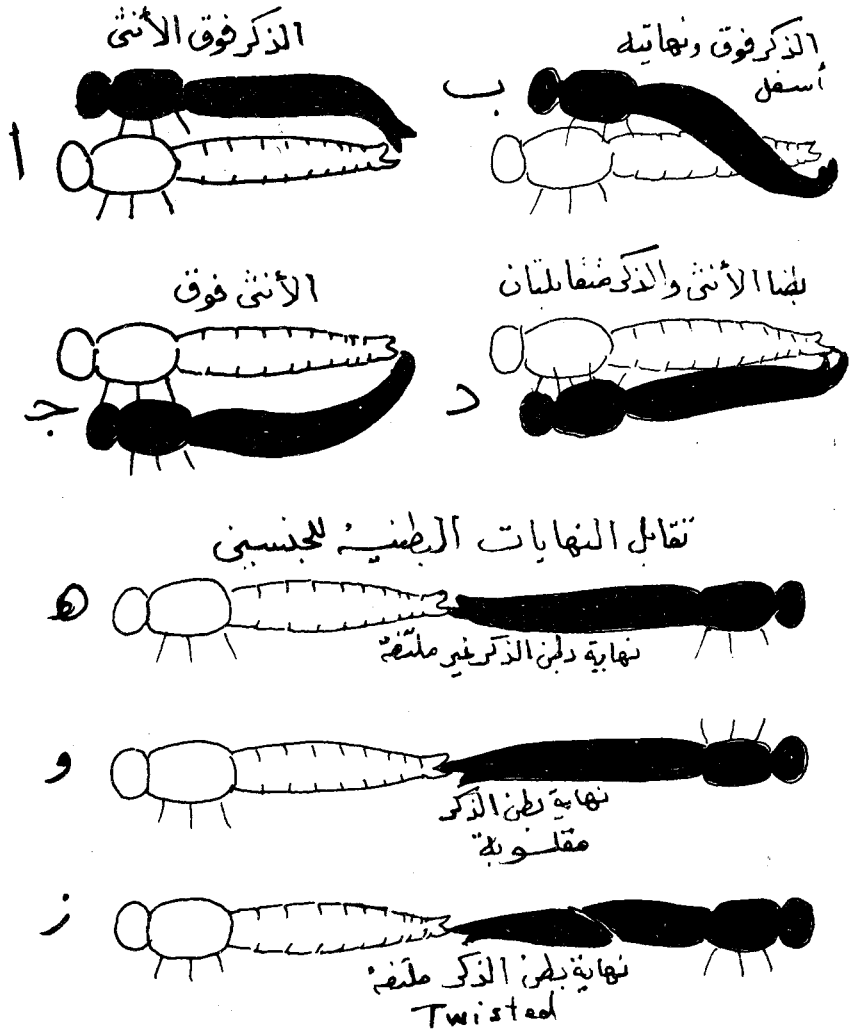
ولعذارى بعض أنواع الهاموش Fam . Chironomidae (من رتبة ذات الجناحين) القدرة على انتاج يرقات داخل جسمها وهذه اليرقات تتغذى على محتويات العذراء (أى الام) ثم تخرج اليرقات إلى الخارج وتتحول إلى عذارى وهكذا .

٤ ــ تعدد الاجنة فى الحشرات : Polyembryony

تحدث هذه الظاهرة فى الغالب فى بيض الحشرات النافعة من رتبة غشائية الأجنحة التى تتطفل على غيرها من الحشرات كما تحدث هذه الظاهرة أيضاً ولكن بقلة فى حشرات تابعة لرتب أخرى ، وفى هذه الحشرات ينتج من كل بيضة (فى الغالب موضوعة بطريقة التوالد البكرى أى غير ملقحة) عدة يرقات بدلا من يرقة واحدة أذ أحيانا ينتج من البيضة الوحدة من ٢٠٠ ــ ١٥٠٠ جنين أو أكثر (شكل ١٣٤ أ) .

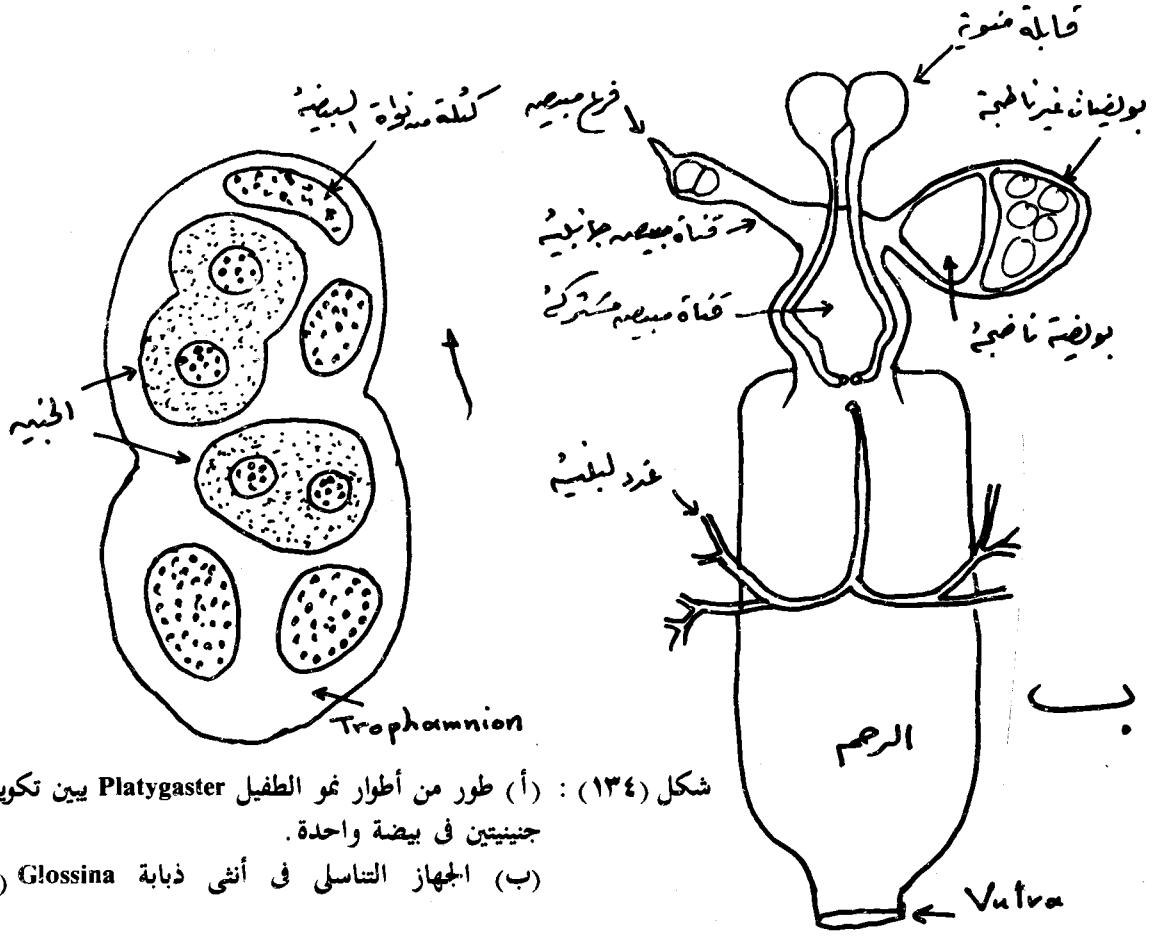
عند تكوين الجنين فى البيضة تهاجر نواتها إلى طرفها العلوى استعدادا لاستقبال الحيوان المنوى وتنقسم النواة المذكورة انقسامين متتالين لينتج عنهما أربعة نوايا والتى تعرف بالاجسام القطبية Poler Bodies ، وفى الحشرات التى توجد فيها ظاهرة تعدد الاجنحة تتحد نواة واحدة من الاربعة نوايا بنواة الحيوان المنوى لتكوين الجنين ، أما النويات الثلاثة الباقية فتتكاثر ويهاجر أغلبها إلى سطح البيضة لتكوين الشريط الجنينى Germ Band ولكن فى حالة تعدد الاجنحة نجد أن جميع النويات القطبية تحاط كل منها بجزء من سيتوبلازم البيضة كما تعطى كل نواة غشاء يسمى Trophomnion يحيط بها وما حولها من السيتوبلازم وكل من هذه الخلايا الجديدة تنقسم بدورها إلى قسمين وهكذا حتى يتكون عدد كبير من الأجنة . وتفقس هذه الاجنة فى حالة أولية من النمو تتغذى على

أنسجة العائل الذى تفقس بداخله وتخرج للخارج فى طورها اليرقى الاخير أو فى طور العذراء أو حتى فى طور الحشرة الكاملة . والافراد الناتجة عن طريق تعدد الاجنحة تكون إما ذكورا وإناثا أو ذكورا فقط أو إناثا فقط .



شكل (١٣٣) : أوضاع التزاوج المختلفة فى الحشرات .

(أ) الذباب .
(ب) الجراد .
(ج) بعض حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة
(د) البعوض .
(هـ) غشائية الأجنحة .
(و) بعض أنواع النطاط
(ز) متشابهة الأجنحة .



شكل (١٣٤) : (أ) طور من أطوار نمو الطفيل **Platygaster** يبين تكوين منطقتين جنينيتين فى بيضة واحدة.

(ب) الجهاز التناسلى فى أنثى ذبابة **Glossina** (ذبابة مرض النوم)

٥ ـــ صفة الخنثى فى الحشرات : Hermaphroditism

فى حشرة البق الدقيق الاسترالى مثلا ينتج جهازها التناسلى الداخلى بيضا وحيوانات منوية فى نفس الفرد الواحد وتعرف هذه الخاصة بخاصية الخنثى . وقد يفقس بيض البق الدقيقى هذا بكريا أو يلقح قبل وضعه بحيوانات منوية من الموجودة معه فى نفس الجهاز التناسلى . وفى حشرات أخرى فى عائلة Phoridae يوجد فى نفس الفرد الواحد زوج من المبايض وزوج من الخصى وكل زوج منها له قنواته وفتحاته التناسلية الخاصة المستقلة . وعلى العموم فقد وجد أن الأفراد الخناث لا تلقح بعضها البعض .

ووجدت صفة الخنثى الثانوية فى حشرات رتبة Plecoptera حيث يوجد بالفرد الواحد خصى عاملة تنتج حيوانات منوية ويتصل بهذه الخص مبايض ولكنها لاتنتج بيضا .

العقم فى الحشرات : Castration .

ليس لبعض الحشرات القدرة على تكوين جاميطات (بيضا مخصبا) حيث أن أعضاء التناسلية مختزلة ، أو قد تكون الاعضاء التناسلية موجودة ونامية جيدا بالفعل ولكنها غير فعالة وهذا مايسمى بالعقم .

وللعقم فى الحشرات سببان :

(أ) سبب فسيولوجى : ويوجد فى الحشرات التى تعيش معيشة اجتماعية فى مستعمرات كالنمل الابيض مثلا حيث يوجد منها أفراد مذكرة وأخرى مؤنثة ولكنها كلها عقيمة (الشغالة و العساكر) إذ تفرز الافراد التناسلية هرمونا خارجيا Ectohormone تتناوله الحوريات الصغيرة وهذا الهرمون الخارجى يمنع نمو الغدد التناسلية فى الافراد التى تتناوله .

وفى النحل نجد أن اليرقات التى ستنشأ عنها ملكات (أفراد خصبة) تتناول غذاء يختلف فى الكمية والنوع عن نوع وكمية غذاء اليرقات التى سينتج عنها أفراد عقيمة (الشغالات) ، ومثل الغذاء الاول يسمى بالغذاء الملكى Royal Jelly وهو الذى ينمى الغدد التناسلية فى اليرقات التى تتناوله حتى اذا ما أصبحت عذارى ثم حشرات كاملة (ملكات) تكون خصبة وقادرة على وضع البيض ، كما وأن الشغالة (أفراد عقيمة) فى خلية النحل تلعق جدار جسم ملكتها التى تفرز هرمون يعرف بالهرمون المانع Inhiting hormone من غدد فكوكها العلوية يمنع نمو مبايض هذه الشغالات . أما إذا امتنعت الشغالات عن المعيشة مع الملكة فإنها تنتج بيضها بكرياً ينتج عنه ذكور فقط .

ووجد أن فى الدبور الاصفر (Fam . Vespidae , Polistes sp) أنه بعد ٢٤ ساعة من موت الملكة أو ابعادها عن العش تبدأ الشغالات التى كانت عقيمة فى وضع بيضا بكريا (بدون ذكر) .

(ب) سبب طفيلى : قد يسبب تطفل حشرة على عائل ما أن يصبح هذا العائل عقيما وربما يرجع ذلك إلى نقص كمية الغذاء داخل جسم العائل والكافية لنضوج أجهزته التناسلية كما هو الحال فى بعض الزنابير الانفرادية من جنس Andrenaأو إلى ادخال مواد (هرمونات) داخل جسم العائل بواسطة هذه الحشرة المتطفلة وتسبب فى عقم هذا العائل . وتحدث هذه الخاصية عندما تتطفل حشرات من رتب Sterpsiptera وغشائية الاجنحة ومتشابهة الاجنحة ، فتمضحل المبايض فى اناث العائل وتتأثر الخصى قليلا فى الذكور بسبب هذا التطفل . وفى بعض الحالات قد يسبب دخول الطفيل إلى داخل جسم العائل من تغيير فى ألوان وأشكال وقرون الاستشعار وأعضاء التناسل الخارجية وأعضاء جمع حبوب اللقاح فى الحشرة العائل (والذى يكون تابعا فى الغالب لرتبة غشائية الاجنحة) . ويتطفل داخل جسم الحشرات أيضا ديدان ثعبانية تسبب العقم أيضا لعوائلها من الحشرات .

الغزل فى الحشرات : (الابراشى ، ١٩٧٨)

لوحظ أن معظم الإناث لا تستجيب إلى إجماع الجنسى مباشرة بمجرد التقائها بالذكر ، بل لا بد من مغازلتها والتودد إليها أولاً . فعندما يثار الذكر فى بعض أنواع الفراشات وأبى دقيق بالمادة الجاذبة الجنسية التى تفرزها الأنثى من الغدد الموجودة قرب نهاية بطنها فإنه يبتعد قليلاً عن أنثاه وينشر أجنحته للكشف عن غدد مفرزة لمادة جاذبة جنسية ذكرية تدفع الأنثى إلى الاقتراب منه فينحنى إليها وبذلك تتمكن الأنثى من تلامس منطقة الغدد الذكرية بقرون استشعارها وهنا تسمح للذكر بعد الالتفاف حولها بالجماع .

وفى بعض أنواع الصراصير ، تتعلق الانثى على ظهر الذكر كى تتغذى على أفراز غدده الجنسية وعندئذ يتمكن الذكر من الجماع بها .

وفى بعض ذباب الفاكهة وصرصار الغيط ، يربت الذكر على أنثاه بأرجله الامامية على حين تقف الانثى بلا حراك ، ثم يعود الذكر فيربت على رأسها وهنا يبدأ الشريكان فى الرقص وهو عبارة عن خطوات إلى الجانبين على حين يقفان وجها لوجه ، وفى أثناء الرقص يبدأ الذكر فى نشر أجنحته بالتدريج وبانتهاء نشرهما إلى الحد الاقصى يقف مختالا

على حين تقف الأنثى فى استعداد كامل للجماع وعندئذ يلف الذكر حولها عدة مرات تنتهى بالقفز إلى ظهرها ويتم الجماع.

وفى بعض الذنابير يحمل الذكر أنثاه الغير مجنحة إلى مصدر الغذاء مهما بعد حيث يغذيها بغية أرضائها وذلك قبل عملية الجماع.

الباب الثانى عشر

تكوين الجنين في الحشرات (النمو الجنينى)

Insect Embryology

لكى يتم تكون الجنين فى الحشرات تحدث خطوات النمو التالية على التوالى داخل البيضة

١ ــ تكوين الاجسام القطبية : Formation of thePolar Bodies .

توجد النواة التناسلية فى وسط البيضة بين النسيج الشبكى للمح ، وعند استعدادها للاخصاب تهاجر إلى طرف البيضة الامامى Antertior pole وتبدأ فى الانقسام مرتين ، والأنوية الناتجة عن ذلك تكون مايسمى بالاجسام القطبية Polar bodies نظرا لوجودها جهة الطرف الامامى للبيضة . يدخل الحيوان المنوى البيضة عن طريق النقير ويحدث الاخصاب .

٢ ــ تكوين البلاستودرم والشريط الجنينى : Formation of Blastoderm and Germ Band

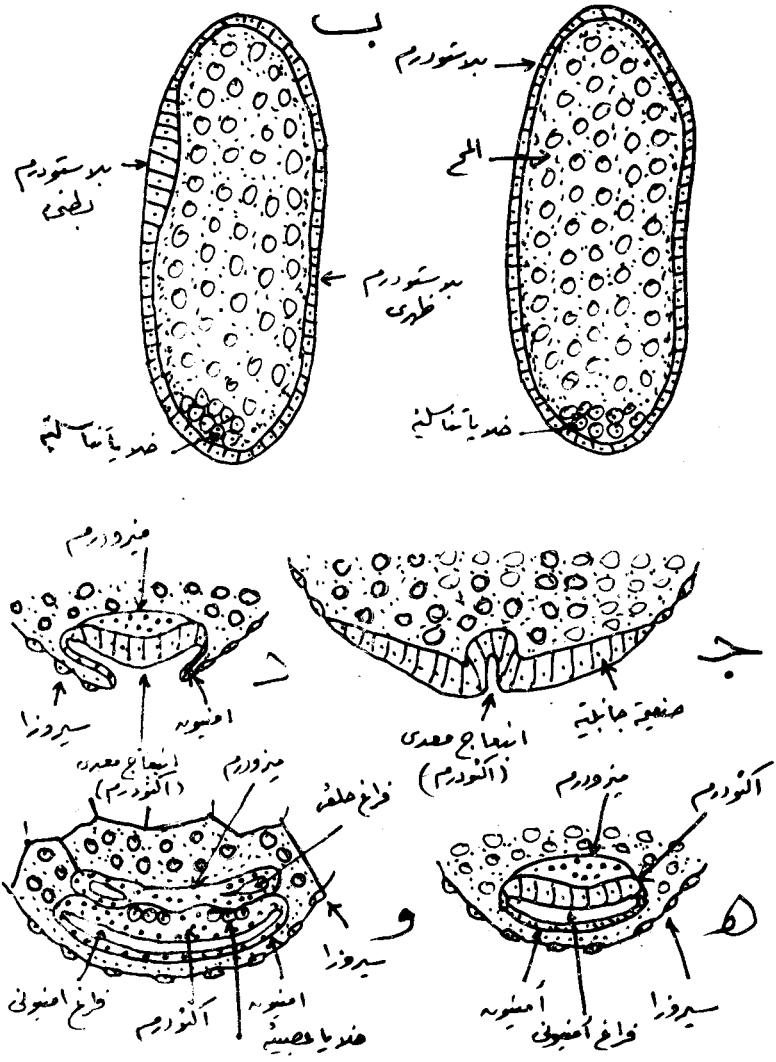
بعد الاخصاب تنقسم نواة الزيجوت وتتجه نحو السطح وتكون مع البريبلازم طبقة متصلة تسمى البلاستودرم تبقى بعض الانوية محاطة بالسيتوبلازم وتعرف بخلايا المح . قبل ما يكتمل تكوين البلاستودرم يحدث أن تتجه بعض هذه الخلايا المنقسمة نحو مؤخرة البيضة وتكون الخلايا التناسلية الاولية . وباستمرار النمو يسمك البلاستودرم فى المنطقة الوسطية البطنية (بالنسبة للبيضة) حيث يتكون الشريط الجنينى Germ Band الذى ينشأ عنه كل أنسجة الجنين وعندئذ ترى أن البيضة كلها تحتوى أساسا على المح محاطا بالبلاستودرم الجنينى ومن أسفل بالشريط الجنينى (شكل ١٣٥ ا،ب) .

٣ــ تكون الأغشية الجنينية وعملية الانبعاج للداخل فى سطح الجنين

Formation of Embryonic Envelopes and Gastrulation

ينشأ عند طرفى الشريط الجنينى Germ band إنبعاجان امنيوتيان Amniotic Folds يتصلان ببعضهما البعض بعد ذلك ويحيطان بالشريط الجنينى تاركان فراغاً هو

الفراغ الامنيوتى Amniotic Cavity فيصبح الجنين عندئذ محاطاً بغشائين جنينين الخارجى منهما يسمى بالسروزا Serosa وهو استمرار لطبقة البلاستودرم والداخلى يسمى بالامنيون Amnion وهو استمرار لحواف الشريط الجنينى (شكل ١٣٥ ج، د، هـ). وفائدة هذه الأغشية الجنينة تغلفها للجنين النامى لحمايته.



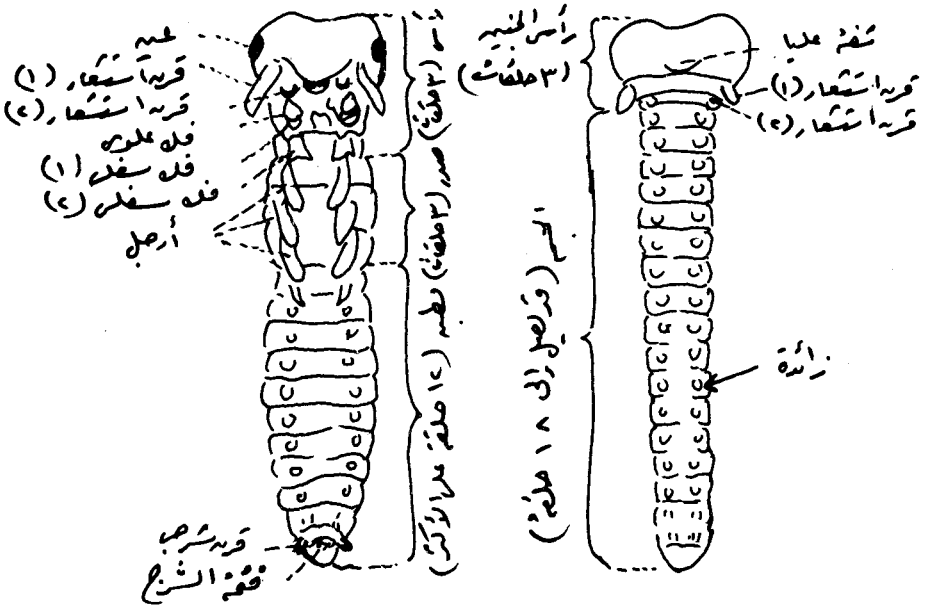
شكل (١٣٥) : تكوين البلاستودرم والشريط الجنينى والأغشية الجنينية.

وأثناء نمو الانبعجان الامنيوتيان السابق ذكرهما تبدأ عملية الـ Gastulation على شكل انبعاج داخلى فى الخط الوسطى للشريط الجنينى بطول الجنين . وتنشأ القناة الهضمية الامامية Stomodaeum من طرف هذا الانبعاج الامامى عند مقدم البيضة أما القناة الهضمية الخلفية Proctodaeum فتنشأ من طرف الانبعاج الخلفى عند مؤخرة البيضة . بعد ذلك تتميز خلايا الشريط الجنينى إلى طبقتين ، الخارجية منها طبقة الاكتودروم والداخلية هى طبقة الميزودرم (شكل ١٣٥ و) .

٤ ـ ظهور حلقات الجسم (شكل ١٣٦)

Segmentation of the Embryo

بمجرد انتهاء تكوين الشريط الجنينى يظهر تقسيم على طول الجنين بواسطة خطوط أو فواصل عرضية تقسم الجنين عشرين حلقة . ويبدأ ظهور الفواصل من المقدمة ثم تظهر على التوالى تدريجيا كلما اتجهنا إلى مؤخرة الجنين ثم يتميز الجنين إلى منطقتين : ، الاولى هى منطقة الرأس Primary head region (أو Protocromic region) ويبدو الجنين فى هذه المرحلة وكأنه مكون من ثلاث حلقات فى الرأس وعديد من الحلقات فى الجذع . وباستمرار النمو تبدأ الثلاث حلقات الامامية من الجذع فى الانضمام إلى الرأس ويتكون من الثلاث حلقات التالية من حلقات الجذع (الحلقات الرابعة والخامسة والسادسة) حلقات الصدر ، اما باقى حلقات الجذع وعددها احدى عشر فتكون البطن . وجميع حلقات الجنين ماعدا الحلقة الاولى والاخيرة ، ينشأ عليها زوجان من الزوائد تعرف بزوائد الجنين . والحلقة الاولى من حلقات جسم الجنين Ocular segment والمسماة بحلقة الفصوص الأمام رأسية Procephalic lobes لاتعتبر حلقة حقيقية اذ أنها تنشأ أمام الرأس ويتكون منها الشفة العليا . وأول زوج من الزائد على الرأس ينشأ عنه زوج من قرون الاستشعار ويوجد على حلقة الرأس الثانية ، ومن الحلقة الثالثة ينشأ الزوج الثانى من قرون الاستشعار ولكنه يكون صغيرا جدا فى جنين الحشرات وما يلبث أن يختفى ، أما الحلقات الرابعة والخامسة والسادسة من حلقات الرأس فيتكون من زوائدها الفكوك العليا والفكوك السفلى والشفة السفلى على التوالى . يلى ذلك الارجل الصدرية التى تتكون من زوائد الحلقات الصدرية ثم يعقبها زوج من الزوائد الصغيرة على كل من حلقات البطن تختفى كلها قبل الفقس ولا يبقى منها إلا الزواج الذى يكون القرون الشرجية . فى بعض الحشرات يفقس الجنين من البيضة وبه عدد حلقات البطن كما هو بدون نقصان ، وفى البعض الآخر قد تضمحل أو تختفى بعض الحلقات البطنية الأخيرة قبل خروج الجنين من البيضة .



شكل (١٣٦) : خطوات ظهور حلقات جسم الجنين.

٥ ــ طبقة الميزودرم : The Mesoderm

تبدأ بعض خلايا الطبقة الداخلية من طبقات الشريط الجنينى فى الانتظام وترتيب نفسها فى طبقين طوليتين ثم يبدأ بعد ذلك تقسيم هاتين الطبقتين الطوليتين إلى أقسام مماثلة لحلقات الجنين التى تحمل الزوائد، ومعظم هذه التقسيمات أو الحلقات الميزودرمية تحوى داخلها فى جميع الحشرات زوجاً من الفراغات الحشوية Coelomic cavities (شكل ح)، والجدار الظهرى Splanchnic wall لكل من هذه الفراغات ينشأ عنه الأعضاء التناسلية Gonads والعضلات الحشوية والاجسام الدهنية، بينما نجد أن الجدار السفلى Somatic wall أو البطنى لكل من هذه الفراغات ينشأ منها عضلات زوائد الجسم المختلفة كالأرجل والأجنحة وأجزاء الفم وقرون الاستشعار وأعضاء التناسل الخارجية والقرون الشرجية وغيرها.

٦ ــ تكون جدار الجسم والفراغ الداخلى (شكل ١٣٧ ط) :

ينشأ جدار الجسم مباشرة من طبقة الاكتودرم ومعه بطبيعة الحال خلايا أعضاء الحس Sense organs . أما فراغ الجسم فيبدأ بتكون التجويف العصبى أولا وهذا ينشأ

بانفصال المخ عن جدار الجنين من الداخل فى الجزء الوسطى البطنى للجنين (شكل ط) ويمتد هذا التجويف أو الفراغ العصبى Epineural sinus الى الجوانب والى أعلى ومتحدا أيضا فى نفس الوقت مع الفراغات الحشوية Coelomic cavities المتكونة سابقا فيتكون منها جميعا فراغ الجسم Body - cavity .

٧ ــ الوعاء الظهرى (شكل ط) :

عند امتداد التجويف العصبى إلى أعلى يدفع امامه بعض خلايا الميزودرم التى سيتكون منها الوعاء الظهرى ، وتتقابل هذه الخلايا عند الخط الوسطى الظهرى للجنين وترتب نفسها على شكل أنبوبة طولية هى أنبوبة القلب التى يتصل بها على الجانبين خلايا جسمية ميزو درمية مرتبة فى صف واحد على كل جانب تكون بعد ذلك الحجاب الحاجز العلوى . أما الاورطة فينشأ من اتصال الفراغين الحشويين للحلقة الرأسية الثالثة أو الثانية وذلك من الجهة الظهرية للجنين ، وبامتداد هذا الفراغ الموحد الجديد للخلف يتصل الأورطة بأنبوبة القلب .

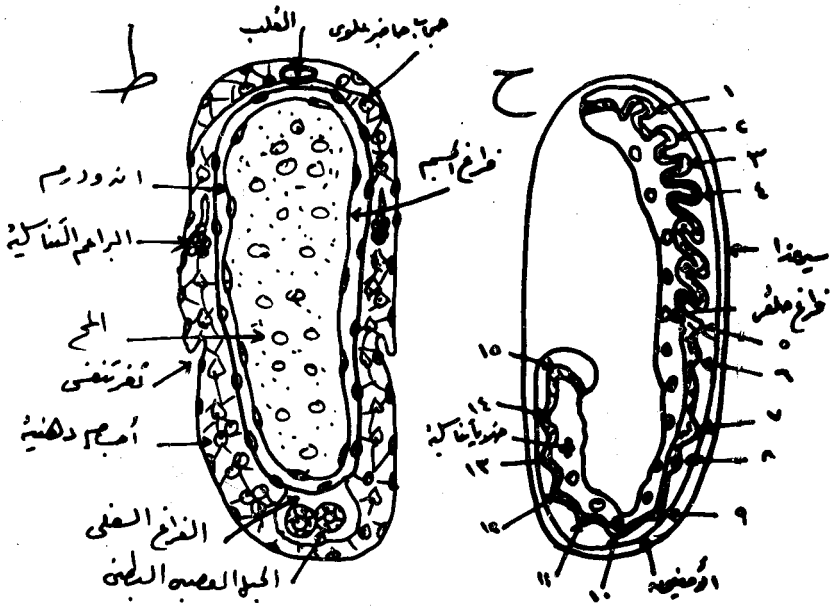
٨ ــ الاجهزة التناسلية (شكل ط) :

تنشط الخلايا التناسلية Germ cells المتكونة مبكرا عند البلاستودرم فى الجنين والموجودة فى طرف البيضة الخلفى فى نفس الوقت الذى تكون قد تكونت فيه الفراغات الحشوية ، ثم تهاجر هذه الخلايا التناسلية للامام قليلا وتكون مجموعتين تستقر كل منها فى مبيض أو فى خصية مكونة الخلايا التناسلية فى جهاز الحشرة التناسلى ، أما الخلايا الجسمية المكونة لبقية أنسجة الأعضاء التناسلية وقنواتها فتتكون من ميزودرم بعض الحلقات البطنية (فى الصرصار من الحلقات البطنية ٢ ــ ٧) .

٩ ــ الجهاز العصبى (شكل ١٣٧ ط) :

بعد عملية الـ Gastrulation بفترة قصيرة ينشأ على الشريط الجنين نثوءان طوليان Neural ridges يمتدان بطول الجسم وذلك فى نفس الوقت الذى يجرى فيه تقسيم الشريط الجنينى الى حلقات Segmentation ، وتتكون بعد ذلك على هذا النتوء العصبى المزدوج عقد عصبية مزدوجة Ganglia أو Neuromeres أما المسافات الموجودة بين العقد العصبية المزدوجة فينشأ عنها الاحبال العصبية المزدوجة فى الحشرة Connective . والزوج الاول من العقد العصبية يكون المخ الاول Protocerebrum والزوج الثانى يكون المخ الثانى Deutocerebrum والزوج الثالث يكون المخ الثالث Tritocerebrum ، ويتحد أزواج العقد العصبية الثلاث المذكورة فيما بينهما مكونة المخ Brain . وتتحد

الثلاث أزواج التالية وهى الرابعة والخامسة والسادسة مكونة العقدة تحت المرىء . وبعد ذلك تبدو أزواج العقد العصبية المزدوجة الصدرية والبطنية واضحة وعددها من ٩ ــ ١١ عقدة مزدوجة . ودائماً ما يقل عددها عن ذلك نظراً لاتحاد بعضها ببعض بصور متفاوته فى الرتب المختلفة . أما العقد العصبية للجهاز العصبى السمبثاوى فتنشأ من خلايا ابثيليم السطح العلوى للقناة الهضمية الأمامية .



شكل (١٣٧) : (ح) قطاع أفقى لبيان الفراغات الحلقية أو الحشوية (١ ــ ٤ زوائد الرأس، ٥ ــ ١٥ زوائد حلقات البطن).
(ط) قطاع عرضى فى البطن بعد إحاطة المخ بالشريط الجنينى.

١٠ ــ الجهاز الهضمى وملحقاته (شكل ١٣٨) :

ويبدأ بإنبعاج اكتودرمى للداخل خلف قرن الاستشعار ليكون القناة الهضمية الامامية Stomdaeum فى الجنين وفتحتها الى الخارج هى فتحة الفم Mouth وكذلك انبعاج اكتودرمى للداخل أيضا فى النهاية الخلفية للجسم لتكون القناة الهضمية الخلفية فى الجنين

Proctodaeum وفتحتها للخارج هى فتحة الشرج Anus . أما القناة الهضمية الوسطى Mesenteron فتتكون فى بعض الحشرات (هنسون ١٩٤٦) من مجموعتين من الخلايا Polar rudiments أحدهما تنشأ من النهاية الداخلية لانبعاج القناة الهضمية الخلفية Proctodaeum والثانية تنشأ من النهاية الداخلية لإنبعاج القناة الهضمية الأمامية Proctodaeum وعلى هذا فتكون منشأ القناة الهضمية الوسطى فى نظر هنسون ومؤيديه من الحشريين اكتودرمى . وفى حشرات أخرى يكون منشأ هذه القناة الهضمية الوسطى ميزودرمى وليس اكتودرمى ، وفى هذه الحالة تنشأ هذه القناة الوسطى بتكاثر بعض خلايا الميزودرم واتحادها مع بعضها البعض مكونة حلقة بيضاوية تحيط بالمخ ، ويتلامس الطرف الامامى لهذه الحلقة بنهاية القناة الهضمية الخلفية ، قبل الفقس مباشرة تنفتح القنوات الهضمية الثلاث (الاماميه والوسطى والخلفية) على بعضها البعض بعد اختفاء الفاصل الذى يفصل القناة الهضمية الامامية عن الوسطية Stomodaeal membrane والفاصل الاخر الذى يفصل القناة الوسطى عن الخلفية Proctodaeal membrane وتصبح القناة الهضمية كلها عندئذ أنبوبة واحدة متصلة تبدأ بفتحة الفم وتنتهى بفتحة الشرج.

أما أنابيب مليحى فتشأ كنموات خارجية من مقدم القناة الهضمية الخلفية (أى اكتودرمية المنشأ) ولو أن هنسن (١٩٤٦) يعتقد أنها تنشأ من النهاية الخلفية للقناة الهضمية الوسطى . وفى أول الامر تكون النهايات الطرفية لانابيب ملبيجى مفتوحة وتنتهى عند السطح الخارجى لجسم الجنين ثم لاتلبث أن تنكمش هذه النهايات المفتوحة الى الدخل وتصبح مقفلة وموجودة فى فراغ الجسم .

وتنشأ كل من الغدتين اللعابيتين كنمو اكتودرمى مستقل للداخل بجوار إحدى زائدتى الحلقة السادسة من حلقات الجنين (حلقة الشفة السفلى) ، وقد تتحد قناتا الغدتين أثناء النمو ويتكون من اتحادهما قناة واحدة مشتركة تصب فوق اللسان ، أما الغدتان نفسهما فتبقان مستقلتان .

١١ ــ القصبات الهوائية

تنشأ القصبات الهوائية كأزواج من الانبعاجات الداخلية قرب قواعد أزواج زوائد الصدرين المتوسط والخلفى وكذلك أزواج زوائد الحلقات البطنية الثمانية الاولى وذلك بعد الانتهاء من ظهور العقد العصبية Neuromeres بقليل . والفتحة الخارجية لكل من هذه الانبعاجات الداخلية تكون الثغر التنفس Spiracle ، أما النهاية الداخلية لكل منها

فينشأ منها نمو داخلى على شكل حرف T أفقـى ، وبإتصال هذه النموات الداخلية مع بعضها البعض يتكون زوج من القصبات الهوائية Tracheae الرئيسية الأولية على جانبى الجسم وبعد ذلك تتكون الفروع الاخرى من القصبات الهوائية وهذه تتفرع الى فروع أصغر وهكذا حتى تتكون فى النهاية القصيبات الهوائية Tracheoles التى تنفصل عنها بعض خلايا الهيبودرمس المحيطة بها لتكون الخلايا الطرفية End cells .

١٢ ــ مراحل النمو الاخيرة :

فى أغلب الحشرات نجد أن تكوين الجنين يكون بالقرب من سطح البيضة السفلى وتكون الجهة البطنية من الجنين مواجهة لهذا السطح السفلى من البيضة . ولكن فى بعض الحشرات ناقصة التطور Exopterygota نجد أن الجنين يهاجر أثناء فترة من فترات نموه إلى مركز البيضة فى الداخل ويستدعى ذلك قيام الجنين بحركة تقوس حتى تصبح جهته البطنية مواجهة للجهة الظهرية ، وبعد فترة من السكون يرجع الجنين إلى الوضع الاصلى ثانية لتصبح جهته البطنية مواجهة للسطح السفلى للبيضة . وتعرف هذه الحركات التى يحدثها الجنين أثناء نموه داخل البيضة بالحركات الانقلابية Blastokinesis .

وخلاصة ماتقدم فى تكوين الجنين فى الحشرات فإنه بعد الانتهاء من تكوين الشريط الجنينى واتجاه حواف هذا الشريط للجوانب ولأعلى لتكوين جوانب وظهر الجنين يتم فى نفس الوقت تكوين حلقات الجسم (شكل ١٣٦) ونمو التجويف العصبى إلى أعلى وإلى الجوانب . كما ينشأ من اتحاد هذا التجويف العصبى المذكور مع التجاويف الحشوية الحلقية فراغ الجسم . كما أن نمو التجويف العصبى لاعلى وإلى الجوانب يدفع معه لأعلى خلايا ميزودرمية ليتكون منها القلب والحجاب الحاجز العلوى . ويتكون من خلايا الميزودروم أيضا العضلات وباقى أنسجة الجهاز الدورى والغدد التناسلية وقنواتها . كما تتكون فى نفس الوقت القناة الهضمية . وقبل خروج الجنين من البيضة مباشرة تتمزق وتمتص الأغشية الجنينية المحيطة به ويفقس الجنين من البيضة .

طرق الفقس من البيضة Hatching Methods

تختلف طرق فقس الجنين من البيضة باختلاف الحشرات كما يأتى :

١ ــ قد يقرض الجنين جزء من قشرة البيضة لكى يخرج منها وأحيانا يأكل الجنين هذا الجزء المقروض كما فى بعض أنواع السوس التابعة لرتبة غمدية الاجنحة وكذلك يرقات رتبة حرشفية الاجنحة .

٢ ــ فى بعض أنواع القمل والبق والرعاشات يوجد لكل بيضة الغطاء المعروف باسم القلنسوة Operulum والتى يدفعها الجنين بقوة نبض أعضاء خاصة Pulsatory organs فتنفتح القلنسوة .

٣ ــ فى بعض يرقات رتبة حرشفية الاجنحة يحدث كسر القشرة بواسطة حدوث ضغط بداخل الجسم بواسطة الدم يتسبب فى زيادة حجم الجسم ، وقد يحدث هذا الضغط الداخلى فى حشرات أخرى بواسطة ضغط العضلات أو امتصاص الهواء أو ابتلاع السائل الامنيوتى لزيادة حجم الجسم فيعمل ذلك كله على كسر قشرة البيضة .

٤ ــ يوجد بجسم الجنين أشواك فقس Egg - bursters فائدتها شق قشرة البيضة لخروج الجنين ، وتكون هذه الاشواك موجودة على الرأس أو الصدر أو البطن كما يلى (شكل ١٣٩) :

(أ) أشواك أو كاسرات توجد على جبهة رأس الجنين ــ Acral or Front egg bursters وتزول مع الأغشية الجنينية بمجرد خروج الجنين من البيضة مباشرة أى أنها توجد ملازمة لمرحلته الجنينية فقط . ويوجد هذا النوع من الكاسرات فى الرتب والعائلات الآتية :

رتبة مستقيمة الاجنحة : عائلات

Mantidae , Phaneropteridae , Locustidae, Gryllotalpidae .

رتبة جلدية الاجنحة ورتبة القمل القارض ورتبة القمل الماص .

رتبة نصفية الاجنحة : عائلات

Reduviidae, Pyrrhocoridae, Comptosmidae, Pentatomidae, Lygaeidae, Cimicidae, Careidae

رتبة شبكية الأجنحة : عائلات :

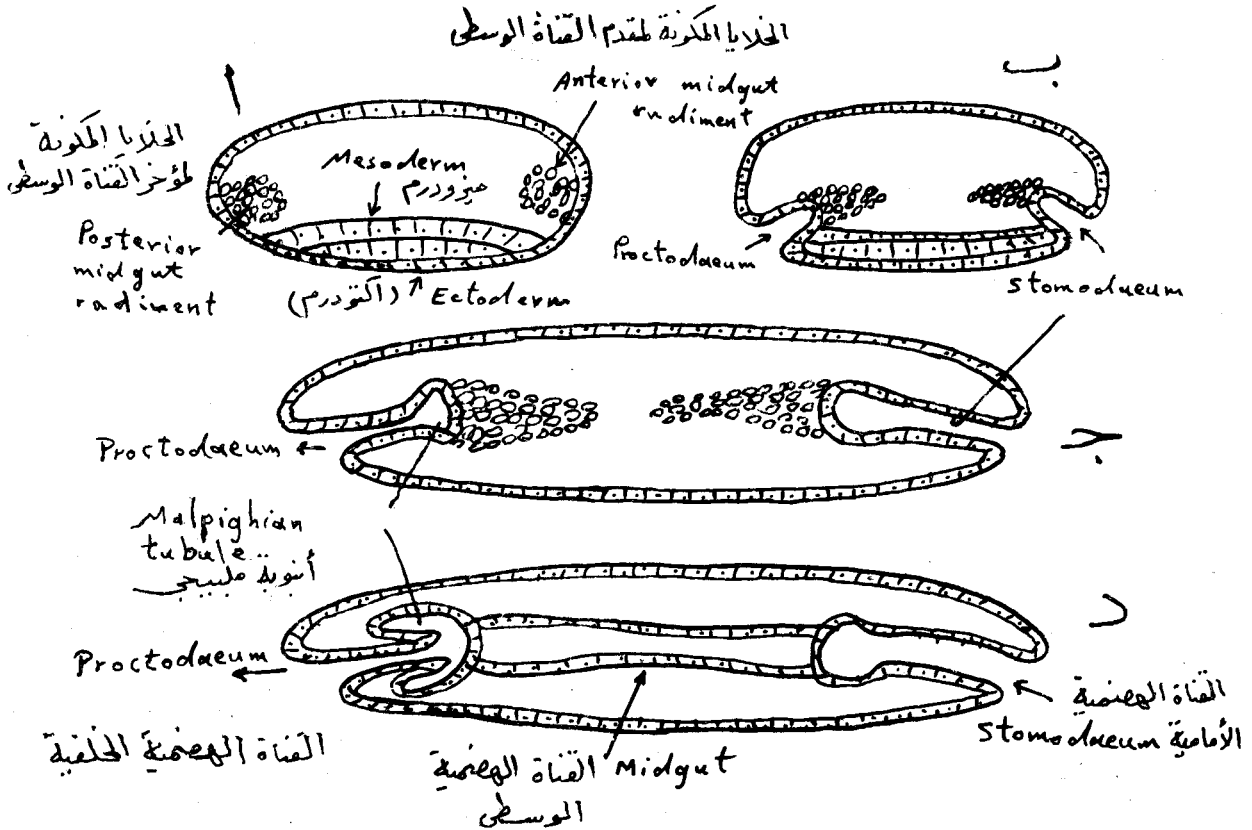
Conioptarygidae, Sisyridae, Osmylidae, Chrysopidae, Heterobiidae

رتبة ميجالبترا : Order Megaloptera

رتبة ترايكبترا : Order Trichoptera

(ب) كاسرات بيض جبهيه مستديمة وهى متشابهة للنوع الاول ولكن الجزء الذى تحمل عليه هذه الكاسرات يبقى حتى الانسلاخ الاول . ويوجد هذا النوع فى الرتب الاتية :

رتبة ذات الذنب الشعرى : عائلة Lepismidae .


الخلايا المكونة لمقدم القناة الوسطى
ب
Anterior midgut rudiment
الخلايا المكونة لمؤخر القناة الوسطى
Mesoderm
ميزودرم
Posterior midgut rudiment
(الكتودرم) Ectoderm
Proctodaeum
Stomodaeum
جـ
Proctodaeum
Malpighian tubule
أنبوبة ملبيجي
د
Proctodaeum
القناة الهضمية الخلفية
القناة الهضمية الأمامية
Stomodaeum
القناة الهضمية الوسطى
Midgut

رتبة الذباب (تحت رتبة نيماتوسيرا) : عائلات :

Mycetophilidae, Tipulidae, Anisopodidae, Culicidae, Chironomidae

رتبة خافية الاجنحة (البراغيث) : Order Siphonaptera

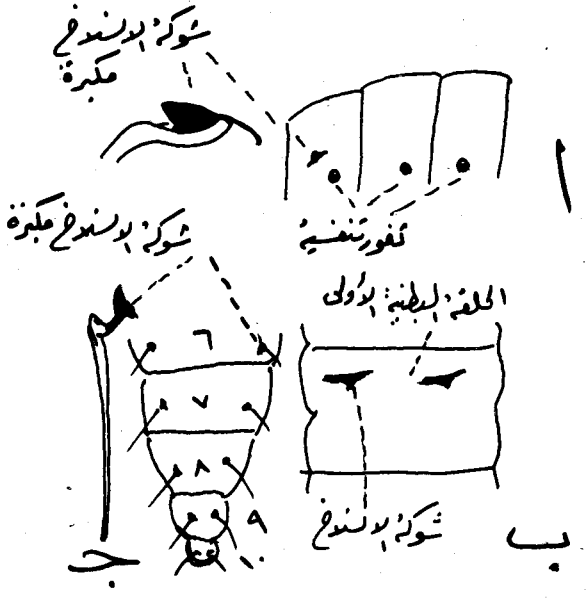
رتبة غمدية الاجنحة (تحت رتبة أديفاجا) : عائلات :

Carabidae, Dytiscidae, Coccinellidae

(ج) كاسرات بيض توجد على الصدر والبطن وتبقى حتى الإنسلاخ الأول وتوجد :

فى رتبة غمدية الأجنحة فى العائلات الآتية :

Hydrophilidae, Coccinellidae, Nititulidae, Lucanidae, Passalidae, Staphylinidae, Cerambycide, Scarabaeidae, Tenebrionidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Melondrydae, Lyctidae, Ptinidae.



شكل (١٣٩) : بعض الأشكال لأشواك الفقس فى رتبة غمدية الأجنحة .

(أ) يرقة Attetabus .

(ب) يرقة Carcinops .

(ج) يرقة Tenebrio .

الباب الثالث عشر

النمو الذى يلى النو الجنينى فى الحشرات (التطور)

Postembryonic Development in Insects (Metamorphosis)

تقسم الحشرات بالنسبة الى تطورها الى :

١ ــ حشرات بسيطة أو عديمة التطور Ametabola وفيها يوجد طورى البيضة Egg والحشرة الكاملة Adult أو Imago .

٢ ــ وحشرات ناقصة التطور Hemimetabola وفيها يوجد أطوار البيضة والحورية والحشرة الكاملة وتقسم هذه الحشرات بدورها إلى حشرات ذلك تطور ناقص تدريجى Paurometabola وتعيش الحورية فى نفس البيئة التى تعيش فيها الحشرة الكاملة وتتغذى من نفس غذائها وحشرات ذات تطور ناقص غير تدريجى Archimetabola وحورياتها تعيش فى الماء بينما الحشرات الكاملة فى الهواء.

٣ ــ الحشرات الكاملة التطور Holometabola التى تفقس فيها البيضة لتخرج منها اليرقة التى تختلف عن الابوين كل الاختلاف وبعد أن تأخذ االيرقة فى التغذية تنمو مع الانسلاخ حتى تبلغ أقصى حد النمو ، وقرب نهاية آخر عمر أو دور من عمرها Last instar (or stadium) تهيىء اليرقة نفسها للتحور الى عذراء ولذلك فهى (فى الغالب) تحيط نفسها بشرنقة Cocoon من الحرير أو الطين أو من نشارة الخشب أو غير ذلك ، ويحدث لهذه اليرقة التامة النمو عدة تغيرات كأن تصبح ساكنة لاتتغذى ويتغير لونها قليلا وتتضخم ويقصر جسمها ويطلق عليها فى هذه الحالة اسم « ما قبل العذراء » (موجودة داخل الشرنقة) يخرج منها طور العذراء ثم تتحول العذراء الى طور الحشرة الكاملة .

وحيث أن الطريقة الشائعة لتكاثر الحشرة الكاملة هى وضع البيض ، اذن فيمكن معرفة الاطوار Stages المختلفة للحشرة والتى تبدأ من طور البيضة واليرقة أو الحورية والعذراء والحشرة الكاملة . ولكى تصل البيضة إلى طور الحشرة الكاملة لابد لها من أن تمر بالسلسلة المذكورة من التغيرات والتى يطلق عليها جميعا اسم التطور Metamorphosis أى أن كلمة التطور تعبر عن جميع مراحل النمو المختلفة التى تلى مرحلة النمو الجنينى ، وسنتكلم فيما يلى عن كل مرحلة من مراحل النمو المذكورة .

طور البيضة : The Egg - stage

ولقد وصف من قبل بالتفصيل مع الجهاز التناسلى

طور اليرقة : The Larval - stage

للطور اليرقى القدرة على أن ينسلخ ، ويطلق على طور اليرقة بعد كل انسلاخ (عمر Instar) ، فيقال لليرقة بعد انسلاخها الاول بانها فى العمر الاول Ist Instar والمدة نفسها أى طول العمر الاول تسمىIst stadium ، وبعد انسلاخها الاول تصبح اليرقة فى عمرها الثانى Snd Instar والفترة الثانية 2nd Stadium وهكذا حتى تتحول اليرقة الى طور العذراء .

ويوجد من اليرقات أنواع كثيرة (شكل ١٤٠) منها اليرقات الاولية Protopoda واليرقات العديدة الارجل Polypoda واليرقات عديمة الأرجل Apoda (وهذه بدورها تقسيم حسب درجة تكامل الرأس بها الى ذات رأس تامة التكوين Eucephalus ويرقات ذات رأس غير تامة التكوين Hemicephalus ويرقات ليس لها رأس بالمرة Acephalus .

طور الحورية : The Nymphal - stage

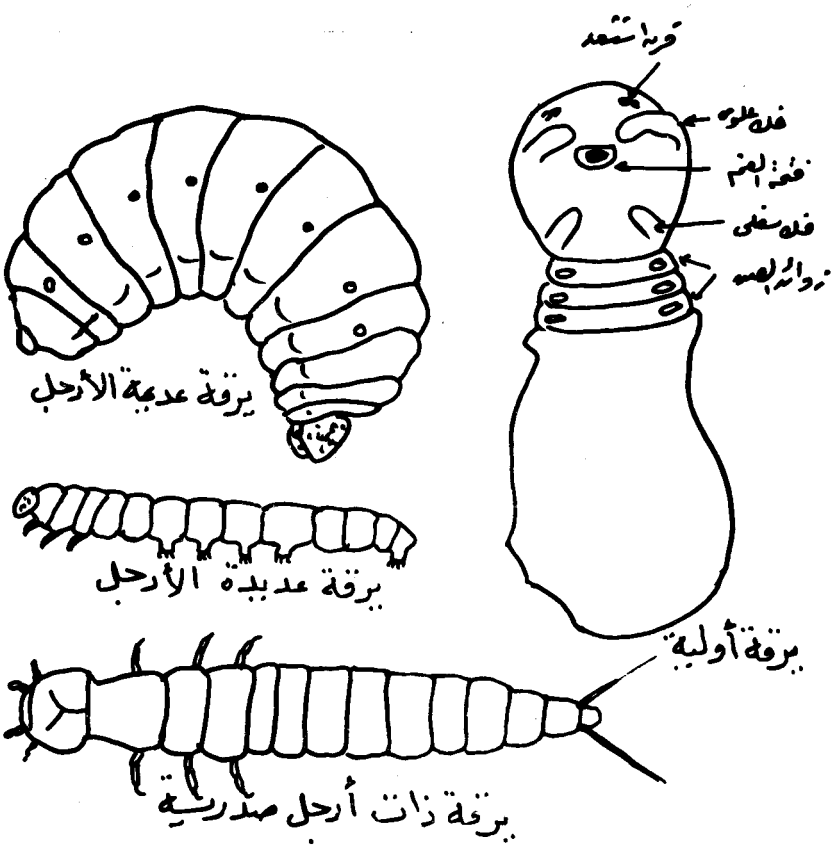
وهو الطور الذى يحل محل اليرقة فى الحشرات الناقصة التطور ، والحورية تفقس من البيضة على درجة كبيرة من النمو لدرجة انها تشبه الى حد كبير شكل حشراتها الكاملة فأرجلها المفصلية وعيونها المركبة وقرون استشعارها وأجزاء فمها كلها تشبه مثيلاتها فى الحشرة الكاملة . وطور الحورية مثل طور اليرقة له القدرة على أن ينسلخ لكى يصل الى طور الحشرة الكاملة .

طور العذراء : The Pupal-stage

وهو طور ساكن ضعيف فى الغالب ولكنه قد يكون نشطا فى بعض الحشرات كما فى عذراء البعوض (ولو أن أرجله وأجنحته غير متحركة) . وتحدث عدة تغيرات مورفولوجية وهستولوجية كثيرة خارجية وداخلية فى جسم العذارء وكذلك فى جسم الحورية وينشأ عن هذه التغيرات نمو وتطور العذراء الى طور الحشرة الكاملة وسنتكلم عن هذه التغيرات بالتفصيل فيما بعد .

وتقسيم هنتون (١٩٧٦) طور العذراء Pupal-stage إلى مرحلتين Phases ، المرحلة الاولى ويسميها هنتون Pharate pupaوتبدأ من وقت انفصال كيوتيكل اليرقة التامة النمو

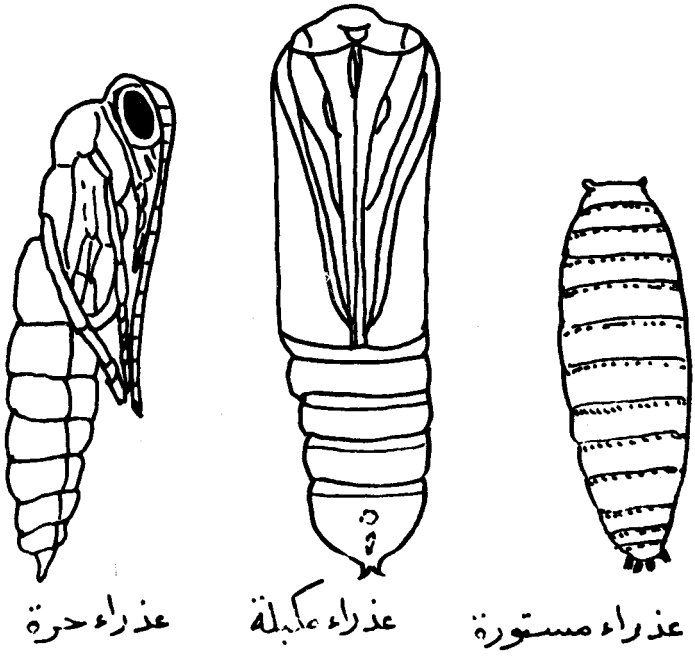
عن الهيبودرمس عند إفراز الأخيرة لسائل الانسلاخ وابتداء إفراز كيوتيكل العذراء تحت سائل الانسلاخ والتى يسميها هنتون Apolysis وتنتهى بعملية الانسلاخ الفعلية Ecdysis الظاهرة التى تخرج منها العذراء من جدار جسم اليرقة وعندئذ تبدأ المرحلة الثانية لطور العذراء والمسماه Pupa . ويسرى نفس الشيء على طور الحشرة الكاملة التى يقسمها هنتون أيضا إلى Pharate adult وتبدأ من وقت انفصال كيوتيكل العذراء عن خلايا الحشرة الكاملة الجديدة (Apolysis) وتنتهى عند عملية الانسلاخ الفعلية الظاهرية والتى تخرج فيها الحشرة الكاملة من جدار حجم العذراء Ecdysis ، وبعد ذلك تبدأ المرحلة الثانية من مرحلتى الحشرة الكاملة والمسماه Adult .



شكل (١٤٠) : أنواع اليرقات فى الحشرات .

للعذراء أشكال مختلفة (شكل ١٤١) منها العذراء المكبلة Obtect pupa Obtect) adecticous pupa) والعذراء الحرة Exarate pupa أو Free pupa أو Exarate) adecticous والعذراء المستورة Coarctate (Coarctate adecticous pupa)

كما توجد عذراء حرة الحركة وزوائد جسمها غير ملتصقة بها وفكوكها العليا قوية شيتينية منفصلة وتسمى مثل هذه العذراء Decticous pupa وتوجد فى الحشرات الاولية من الحشرات كاملة التطور Endopterygota مثل حشرات رتب شبكية الاجنحة وميكوبترا Mecoptera وعائلتى Mricropterygidae و Eriocraniidae من رتبة حرشفية الاجنحة.



شكل (١٤١) : أنواع العذارى فى الحشرات.

ولخروج الحشرة الكاملة من الشرنقة أو العذراء طرق كثيرة نذكر منها مايلى (عن عزب ١٩٦٠):

١ ـ فى الحشرات ذات أجزاء الفم القارضة تقرض الحشرة الكاملة لها طريقها للخروج.

٢ ـ فى الحشرات ذات أجزاء الفم الماص (رتبة حرشفية الاجنحة) تقوم العذراء نفسها بتسهيل خروج الحشرة الكاملة منها بعدة طرق كالآتى:

(أ) للعذراء فى كثير من حشرات رتبة حرشفية الاجنحة عضو خاص يوجد فى الرأس تشق به العذراء الشرنقة لتخرج منها الحشرة الكاملة.

(ب) يوجد على جانبى العذراء فى المنطقة الصدرية وعند قاعدة الجناح الأمامى زوج من الأشواك القوية تشق بواسطته العذراء الشرنقة لكى تخرج منها الحشرة الكاملة.

(ج) تخرج العذراء سائلا من الفم ترطب به جزءا من الشرنقة تنفذ منه الحشرة الكاملة بدفع نفسها خلاله كما فى فراشة الحرير.

(د) بعض اليرقات عندما تنسج لنفسها شرنقة لتعذر فيها تبنى فى أحد أطراف هذه الشرنقة صماما مخروطى الشكل تدفعه الحشرة الكاملة أمامها إلى الخارج عند خروجها من الشرنقة.

٣ ـ فى الحشرات ذات أجزاء الفم اللاعق كالذباب تخرج الحشرة الكاملة من الجلد اليرقى الأخير المحيط بالعذراء الحرة الموجودة داخله بأحدى طريقتين:

(أ) يوجد على الجهة الظهرية بالقرب من منطقة الرأس لبعض عذارى الذباب (أى الجلد اليرقى الأخير الخارجى) شق على شكل حرف T تخرج منه الذبابة.

(ب) يوجد فى بعض أنواع الذباب عند مقدمة الرأس عضو على شكل مثانة صغيرة يسمى Ptilinum تدفعه الذبابة خارج رأسها أثناء خروجها من الجلد اليرقى الأخير فيساعدها على الخروج ثم تعود هذه المثانة داخل الرأس مرة ثانية كما كانت قبل خروج الذبابة.

فرط التطور

Hypermetamorphosis

يوجد قليل من الحشرات الكاملة التطور Holometabola تأخذ فيها اليرقة أثناء نموها أشكالا مختلفة، فبعد الفقس من البيضة مباشرة تكون اليرقة منبسطة لها أرجل

صدرية منبسطة لها أرجل صدرية طويلة سريعة الحركة وأجزاء فمها قوية ، ولكن بعد الانسلاخ الاول تصبح هذه اليرقة رخوة ضعيفة الحركة ذات أرجل قصيرة وبعد الانسلاخ الثانى تصبح شكل العذراء (الكاذبة) مع أنها مازالت فى طور اليرقة ويتصلب الجسم وتقصر أطرافه بشكل واضح ثم تقضى اليرقة بياتها الشتوى على هذا النحو ، وفى الربيع التالى تنسلخ هذه اليرقة للمرة الثالثة ثم للمرة الرابعة لتصبح عذراء حقيقية ، ثم تنسلخ لتعطى الحشرة الكاملة . هذه التغيرات هى مايعبر عنها بظاهرة فرط التطوراى أن أحد أطوار الحشرة وهو الطور اليرقى يأخذ أشكالا متعددة كما فى حشرات عائلة **Meloidae** من رتبة غمدية الاجنحة .

الباب الرابع عشر

تكوين ونشوء الحشرة الكاملة

The Development of the Imago

تتكون الحشرة الكاملة كنتيجة نهائية للتطور . ففى الحشرات ناقصة التطور يحدث التحول الى الحشرة الكاملة بعد تغيرات خارجية وداخلية تدريجية والتى يمكن تتبعها أثناء الاعمار المختلفة لطور الحورية ، ولو أن التغير الذى يحدث عند آخر انسلاخ للحورية يكون أكبر بكثير من التغيرات التى تحدث عند الانسلاخات السابقة .

وفى الحشرات كاملة التطور يحدث معظم التحول من طور اليرقة الى طور الحشرة الكاملة أثناء طور العذراء الساكن ، وتختلف درجة هذا التغير من حشرة إلى أخرى ومن نسيج إلى آخر . وقد تنتقل خلايا نسيج معين من أنسجة اليرقة الى نفس النسيج فى الحشرة الكاملة ، وفى مثل هذه الحالة يحدث الانتقال بدون تغير . وفى أحوال أخرى قد يتلاشى نسيج اليرقة كله (عملية الهدم هذه تسمى Histolysis) ويتكون النسيج الذى سيحل محله فى الحشرة الكاملة (عملية البناء هذه تسمى Histogenesis) من براعم مكونة من كتل من الخلايا المحددة المسماه Histoblasts أو Imaginal discs أو Imaginal buds .

ودرجة تجديد أنسجة الحشرة الكاملة بعد زوال وتلاشى مثيلاتها فى اليرقة تختلف أيضا من حشرة إلى أخرى ، إن أول مايحدث فى جميع الحالات هو التهام نسيج اليرقة (الذى سيكون مثيله) أولا بواسطة كرات دموية آكله Phagocytic blood cells .

وتعتبر البراعم المجددة أنسجة جنينية تكون ساكنة أثناء الطور اليرقى ولكن عندما يتغير التوازن الهرمونى الذى يتحكم فى التطور فى نهاية عمر الطور اليرقى تبدأ هذه الخلايا الجنينية فى النمو وتعطى أنسجة الحشرة الكاملة المماثلة لها وذلك أثناء نهاية عمر اليرقة Prepupa وأثناء طور العذراء Pupa .

وفيما يلى ملخص للتغيرات التى يمكن أن تحدث للانسجة والاجهزة المختلفة فى الحشرات الكاملة التطور أثناء تحولها من أنسجة وأجهزة اليرقة إلى الأنسجة والأجهزة المماثلة لها فى الحشرة الكاملة .

١ ــ الهيبودرس :

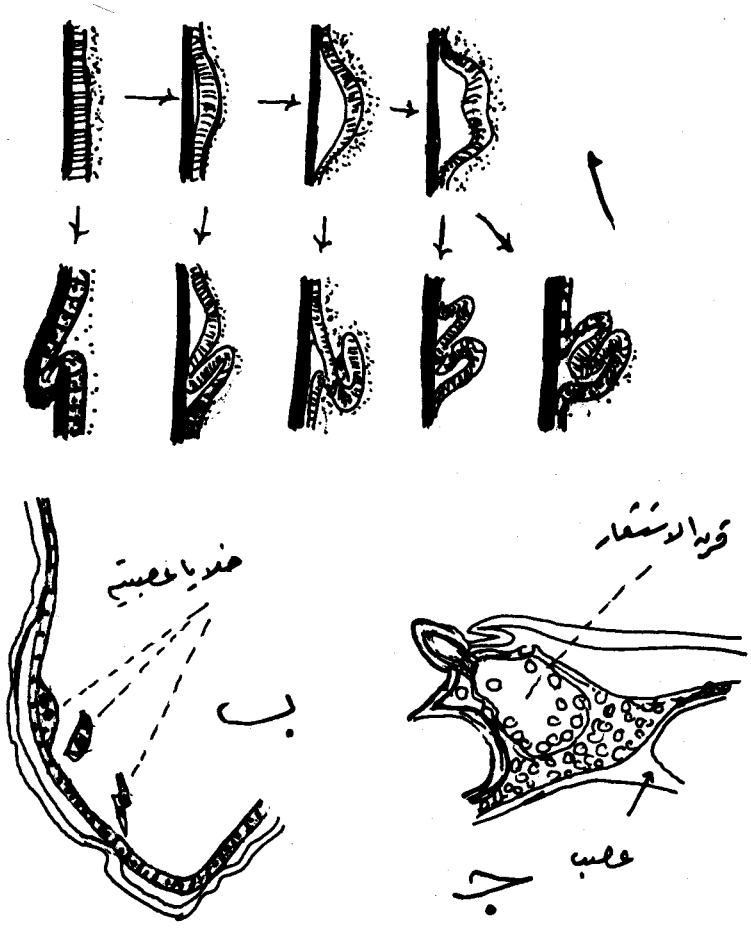
إن عملية نمو هيبودرمس الحشرة الكاملة من العمليات الهامة إذ يرتبط بها أيضا نمو أرجل وأجنحة وقرون استشعار وزوائد التناسل الخارجية فى الحشرة الكاملة والتى تبدأ فى الانبعاج والظهور خارجيا أثناء طور العذراء . وفى رتبة غمدية الاجنحة ينتقل أغلب خلايا هيبودرمس اليرقة الى الحشرة الكاملة بدون أن تحدث لها أى تدمير . وفى رتبة غشائية الاجنحة ورتبة الذباب يحدث تغير تدريجى لهيبودرمس اليرقة وينمو هيبودرمس الحشرة الكاملة من براعم مجددة Imaginal discs ، وفى هاتين الرتبتين تنشأ خلايا هيبودرمس الرأس والصدر من البراعم المجددة لزوائد الرأس والارجل بينما ينشأ الهيبودرمس الجديد للبطن من مراكز مجددة منفصلة أى مستقلة ، ففى ذبابة الدروسوفيلا مثلا توجد ست من هذه المركز المجددة على الحلقات البطنية التى تحمل أزواج الثغور التنفسية .

وفى الرتب الأقل رقيا التابعة للحشرات كاملة التطور حيث تكون زوائد الرأس والصدر فى اليرقات مشابهة إلى حد كبير لمثيلاتها فى العذراء أو الحشرة الكاملة نجد أن هذه الزوائد المذكورة فى العذراء والحشرة الكاملة تنمو داخل مثيلاتها فى اليرقة (شكل ١٤٢) ، وفى حالات أخرى لاتوجد البراعم المجددة ملازمة لزوائد اليرقة بل ان الزوائد المذكورة فى الحشرات الكاملة تنشأ أثناء طور العذراء من جيوب هيبودرمية موجودة فى اليرقة . وتظهر البراعم المجددة بصورة ميسرة فى يرقة البعوضة التابعة لجنس أنوفيليس حيث توجد هذه البراعم عند قواعد زوائد اليرقة المماثلة لها والتى ينتظر أن تحل محلها أثناء طور العذراء .

٢ ــ القناة الهضمية :

قد ينتقل إبثيليم القناة الهضمية الأمامية والقناة الهضمية الخلفية من اليرقة إلى الحشرة الكاملة بعد تغيير بسيط كما فى رتبة غمدية الاجنحة .

وفى دودة الحرير Bombyx mori وكذلك فى الحشرة التابعة لتحت رتبة سليكرهافا من رتبة الذباب توجد خلايا مجددة حول النهاية الداخلية للقناة الهضمية الأمامية Fore-gut أو Stomodaeum وأخرى عند النهاية الداخلية للقناة الهضمية الخلفية Hind-gut أو Proctodaeum ، وتسمى كل من هذه الخلايا المجددة بالحلقة الجنينية الأمامية Anterior imaginal ring والحلقة الجنينية الخلفية Posterior imaginal ring على التوالى ، وأثناء طور العذراء تندثر وتزول القناة الهضمية الأمامية والخلفية وتتكاثر خلايا الحلقة الجنينية الأمامية والخلفية وتكون قناة هضمية أمامية وخلفية جديدتين .



شكل (١٤٢) : (أ) تطورات نمو الجناح فى بعض اليرقات .
(ب) برعم الرجل فى يرقة من يرقات عائلة السوس Curculionidae
(رتبة غمدية الأجنحة) .
(ج) برعم قرن الاستشعار فى نفس اليرقة .

أما بالنسبة للقناة الهضمية الوسطية Mid-gut أو Mesenteron فغالبيتها تزول ويحل محلها قناة وسطى جديدة من الخلايا المجددة الموجودة عند قواعد خلايا الإبثيليم العادية المكونة للقناة الوسطى فى اليرقة (كما فى رتب ترايكبترا وحرشفية الأجنحة والذباب وغشائية الأجنحة (شكل ١٤٣ أ) وكثير من حشرات رتبة غمدية الأجنحة) أو من براعم مجددة موجودة عند النهاية الخلفية لهذه القناة الوسطى (كما فى بعض حشرات رتبة غمدية

الأجنحة). وفى بعض الحشرات (كما فى السيبستر مثلا من رتبة غمدية الأجنحة) تزول هذه القناة الجديدة مرة أخرى ويحل محلها قناة جديدة ثانية نهائية وذلك فى نهاية طور العذراء وقبل خروج الحشرة الكاملة.

٣ ــ أنابيب ملبيجى:

فى بعض أنواع رتبة الذباب (حشرة Heterogenea) ورتبة غمدية الأجنحة (حشرة Leptinotarsa من عائلة Chrysomelidae) تنتقل أنابيب ملبيجى فى اليرقة كما هى بدون تغير يذكر إلى الحشرة الكاملة، ولكن فى بعض الحشرات الأخرى قد تتلاشى أنابيب اليرقة كلياً أو جزئياً وتتكون أنابيب الحشرة الكاملة من الخلايا الموجودة عند قواعد خلايا الايثيليم العادية لأنابيب ملبيجى ولو أن الجزء القاعدى لهذه الأنابيب الجديدة فى الحشرة الكاملة تنشأ فى هذه الحالة من الحلقة الحنينية الخلفية Posterior imaginal ring.

٤ ــ الغدد اللعابية (وغدد الحرير):

تتلاشى الغدد اللعابية فى اليرقة كلية بطريقة الـ Phagocytosis وتتكون غدد الحشرة الكاملة بواسطة نمو وتكاثر خلايا زوج من البراعم الجلقية موجود حول الفتحة الخارجية لقناة الغدة المشتركة (أو قناة كل غدة فى حالة انتهاء كل غدة فى خارج الجسم بفتحة مستقلة).

وفى حشرة Galleruceliа (من عائلة Chrysomelidae من رتبة غمدية الأجنحة) تنمو الغدد الجديدة بعد إندثار غدد اليرقة كإنبعاجات للداخل من جدار الجسم عند قواعد الفكوك السفلى.

٥ ــ الخلايا النبيذية: Oenocytes

تتلاشى خلايا اليرقة النبيذية وتنشأ الخلايا النبيذية الجديدة من بعض خلايا هيبودرمس جدار الجسم بعد انفصالها عن زميلاتها المكونة لجدار الجسم.

٦ ــ الجهاز القصبى:

تنتقل خلايا الهيبودرمس المغلفة للقصبات الهوائية فى اليرقة كما هى إلى الحشرة الكاملة ولو أنه قد يحدث أن تنشأ أفرع جديدة أو أن تفتح أخرى فى ثغور تنفسية جديدة عاملة. وفى حشرة Marmoniella (رتبة غشائية الأجنحة) يحدث تغير كبير للقصبات الهوائية فى اليرقة وتنشأ القصبات الجديدة من خلايا خاصة موجودة عند قواعد القصبات الهوائية الرئيسية المتصلة بالثغور النفسية Spiraculsr trunks فى اليرقة. وفى حشرة

Calliphora يحدث بعض التغير للقصبات فى اليرقة وتنمو القصبات الجديدة من براعم مجددة مبعثرة على جدار القصبات الهوائية لليرقة.

٨ ــ الوعاء الظهرى : Dorsal vessel

غالباً ينتقل الوعاء الظهرى من اليرقة إلى الحشرة الكاملة بدون تغير يذكر ومع استمرار نبضه وذلك أثناء طور العذراء الساكن، ولكن فى حشرة Mormoniella يندثر الوعاء الظهرى لليرقة ويحل محله وعاء ظهرى جديد من براعم مجددة مبعثرة.

٩ ــ الجهاز العصبى المركزى :

المعروف عما يحدث للجهاز العصبى المركزى فى اليرقة أثناء طور العذراء هو تغير موضع العقد عند انتقالها إلى الحشرة الكاملة وذلك لقصر الأحبال العصبية Connectives الموصلة بينها، ولكن بعض الحشريين (Tiegs ، ١٩٢٢) وجد أنه يحدث إندثار للجهاز العصبى المركزى فى اليرقة ويحل محله جهاز عصبى مركزى جديد من خلايا مجددة Neuroblasts موجودة على السطح الخارجى لكل عقدة عصبية فى اليرقه ومحيطه بخلايا عصبية أخرى أكبر حجماً موجودة جهة الداخل فى نفس العقدة العصبية هى الخلايا العصبية لليرقة.

١٠ ــ الجهاز العضلى :

توجد إختلافات كثيرة متباينة لما يحدث للجهاز العضلى أثناء التطور(أثناء طور العذراء) فى الحشرات المختلفة، وعلى ذلك فتنشأ عضلات الحشرة الكاملة تبعاً لعدة طرق منها :

(أ) بعض عضلات اليرقة تنتقل بدون تغير يذكر إلى الحشرة الكاملة.
(ب) البعض الآخر يحدث له بعض التجديد عند انتقاله من اليرقه إلى الحشرة الكاملة.
(ج) بعض عضلات اليرقة تندثر بدون أن تعود ثانية أو يتجدد غيرها.
(د) بعض عضلات اليرقة تندثر ويتكون غيرها لتحل محلها فى الحشرة الكاملة.
(هـ) بعض العضلات لا توجد إلا فى الحشرة الكاملة فقط وتنشأ لأول مرة أثناء طور العذراء.

فى جميع الأحوال السابقة التى يحدث فيها تكوين عضلات جديدة تحل محل العضلات المندثرة فى اليرقة أو يتكون فيها عضلات لأول مرة أثناء طور العذراء، تتكون مثل هذه العضلات الجديدة من نوايات مجددة صغيرة موجودة بداخل أو حول الألياف العضلية فى اليرقة (كما فى حشرة Mormoniella وأنواع الذباب التابعة لتحت رتبة سيكلر هافا).

وفى حشرة Calliphora تنشأ بعض عضلات الحشرة الكاملة لأول مرة أثناء طور العذراء والبعض الآخر ينشأ بعد اندثار عضلات اليرقة ثم بناء غيرها من جديد بواسطة الخلايا المجددة المسماة Myoblasts (شكل ١٤٤).

١١ ــ الجهاز التناسلى:

تنشأ زوائد أعضاء التناسل الخارجية الموجودة بالحشرة الكاملة (آلة وضع البيض فى الأنثى وآلة السفاد فى الذكر) من ثخانات هيبودرمية (Hypodermal thickenings) موجودة فوق استرنات الحلقتين البطنيتين الثامنة والتاسعة فى اليرقة فى حالة الأنثى وفوق استرنة الحلقة التاسعة فقط فى اليرقة فى حالة الذكر.

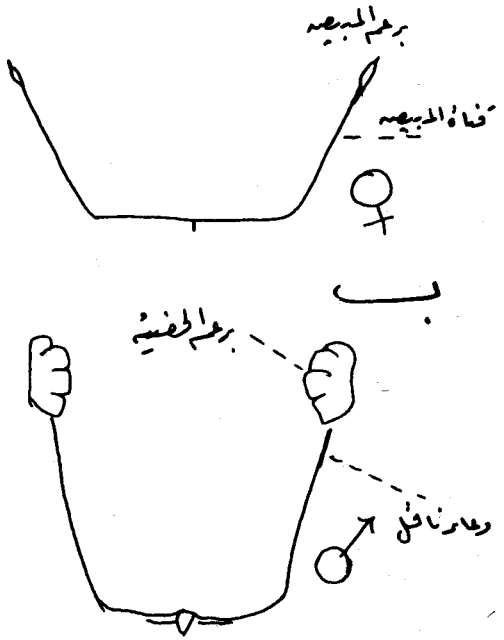
أما أجهزة التناسل الداخلية فتنشأ من براعم تناسلية Gonads تظهر فى اليرقة (شكل ١٤٣ ب) ومن هذه البراعم والخيوط Cords المتصلة بها تنشأ المبايض وقنواتها الجانبية والمشتركة فى حالة الأنثى أو الخصى والأوعية الناقلة وحوصلاتها المنوية فى حالة الذكر.

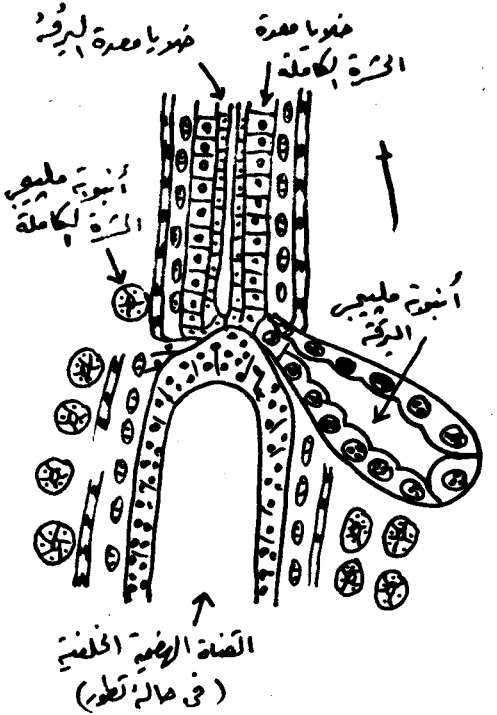
وبخصوص قناة المهبل وما تحمله من غدد زائدة وقابلة منوية فى حالة الأنثى أو القناة القاذفة وغددها الزائدة فى حالة الذكر فتنشأ كلها كإنبعاجات للداخل من جدار الجسم وذلك أثناء طورى اليرقة والعذراء.

النمو الذى قد يحدث بعد إنتهاء عملية التطور
Postmetamorphic Development

ولو أن القاعدة هى ألا تنسلخ الحشرة الكاملة فى الحشرات ناقصة وكاملة التطور Pterygota إلا أن العادة أن تستمر بعض الأنسجة فى النمو بعد خروج الحشرة الكاملة من العذراء أو من الحورية. فالتلوين وصلابة جدار الجسم لا يكتملان إلا بعد مرور فترة من خروج الحشرة الكاملة. وفى أغلب الحشرات الكاملة تحتاج الأعضاء والغدد التناسلية بعض الوقت للوصول إلى حجمها النهائى لكى تصبح نشطة.

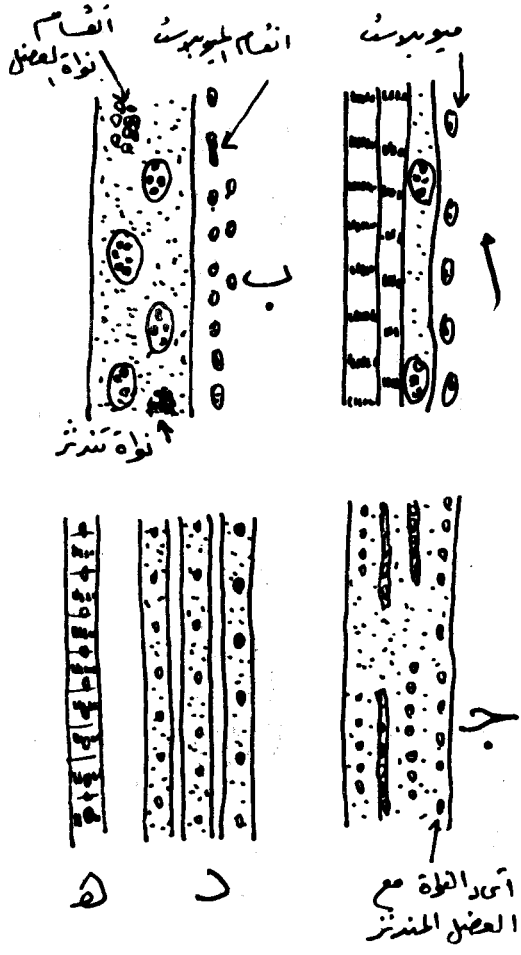
وفى قليل من الحشرات الكاملة يصحب اكتمال نضج الأعضاء التناسلية تغيرات ظاهرة، ففى النمل الأبيض مثلا تصحب هذه الظاهرة سقوط الأجنحة وإندثار عضلات الفكوك العليا وعضلات الصدر. وتكون أيضاً ظاهرة سقوط الأجنحة وإندثار عضلات الصدر مصاحبة لوصول طور الحشرة الكاملة إلى النضوج الجنسى فى النمل العادى (Fam. Formicidae) وفى أنواع البرغش (رتبة الذباب)، كما يصحب ظاهرة إندثار عضلات الصدر فى بعض أنواع المن والبعوض بلوغ النضوج الجنسى فى الحشرة الكاملة التى تفقد عندئذ القدرة على الطيران.





شكل (١٤٣) : (أ) جزء من القناة الهضمية الوسطى والقناة الهضمية الخلفية فى طور ماقبل العذراء Propupa لشغالة نحل العسل أثناء عملية التطور.

(ب) براعم الجهاز التناسلى فى أنثى وذكر يرقة فراشة القطن Spodoptera Littoralis .



شكل (١٤٤) : تطور عضل فى ذبابة **Calliphora**.

(أ) طور اليرقة.

(ب) ابتداء التطور أثناء نهاية طور اليرقة.

(ج) الإنقسام المباشر لنوايات الحشرة الكاملة إلى سلاسل متصلة أثناء طور العذراء.

(د) إنقسام العضل إلى ألياف عضلية منفصلة أثناء طور العذراء.

(ه) آخر مرحلة لمراحل تكوين العضلة أثناء للحشرة الكاملة أثناء طور العذراء.

ومن الظواهر التى تصاحب ظاهرة النضوج الجنسى فى بعض أنواع البراغيث والحشرات القشرية وملكات النمل الأبيض وبعض أنواع الذباب والخنافس كبر المبايض وتضخمها أو تضخم القناة الهضمية.

وتتغير بعض الحشرات كثيراً فى الشكل بعد بلوغها طور الحشرة الكاملة كما فى إناث حشرة Aoscdipteron (رتبة الذباب) إذ بعد خروج الحشرة الكاملة من العذراء تدفن الذبابة نفسها فى جرح تحدثه بأجزاء فمها فى جسم عائلها (الوطواط) ثم لا تلبث أن تسقط أرجلها وأجنحتها وتنمو ثنية من سطح بطنها الخارجى للأمام لتحيط بجسم الحشرة.

الباب الخامس عشر

الحشرات والبيئة

Insects and the Environment

تتأثر حياة الكائنات الحية عموماً والحشرات خصوصاً بالبيئات التى تعيش فيها. وبيئة أى كائن حى هى عبارة عن مجموعة العوامل الجوية والجغرافية والتربية (أى المتعلقة بالتربة) والغذائية والإحيائية (ولا سيما الأعداء الطبيعية) التى تكتنفه وتحيط به وتؤثر كثيراً على نواحى نشاطه وحيويته وعلى مدى تكاثره وإنتشاره (انظر الصواف وآخرون ١٩٧٢).

والعلم الذى يبحث فى العلاقات المعيشية الجارية بين الكائنات الحية وبين عوامل بيئاتها وما يترتب على ذلك من تصرفات وأحداث يطلق عليه علم البيئة أو الايكولوجى (Ecology). وينقسم علم البيئة هذا إلى قسمين رئيسيين هما:

١ ــ علم البيئة الذاتى أو الفردى: Autecology

وهو مختص بدارسة تأثير عامل أو أكثر من عوامل إحدى البيئات على نوع واحد أو فرد واحد فقط بالذات من الكائنات الحية التى تعيش فيها، ومن أمثلة ذلك دراسة تأثير درجة الحرارة أو درجة الرطوبة أو كليهما معاً على عدد وحيوية البيض الذى تضعه أنثى إحدى الحشرات وعلى مايلى ذلك من أطوار النمو المختلفة.

٢ ــ علم البيئة الجماعى أو الإجمالى: Synecology

وهو مختص بتأثير عامل أو أكثر من عوامل إحدى البيئات على جميع الجاليات (Communities) أو الجماعات (Associations) من الكائنات الحية التى تشترك فى المعيشة فيها وعلى علاقاتها بعضها ببعض.

العوامل المؤثرة فى حياة الحشرات وحيويتها وتكاثرها وإنتشارها:

تنقسم العوامل التى تلعب دوراً هاماً فى التأثير على حياة كل حشرة ومقدار أعدادها فى الطبيعة إلى قسمين رئيسيين وهما:

أولاً : عوامل داخلية خاصة بالحشرة نفسها، وهى وراثية تنتقل من الآباء إلى الأبناء

وتختلف من حشرة إلى أخرى ولكنها تعمل جاهدة على إكثار أعداد الحشرة إلى الحد الذى يضمن على الأقل بقاء نوعها. وتعرف هذه بعوامل الكفاءة الحيوية (Biotic potential factors).

ثانياً : عوامل خارجية متعلقة بمكونات البيئة التى تعيش فيها الحشرة وتعرف بالعوامل البيئية (Environmental factors)، وهى ليست ثابتة على مدار السنة بل تتغير بتغير فصولها كما وتتغير أيضاً من سنة إلى أخرى، فإن تصادف وكانت هذه العوامل البيئية ملائمة للحشرة لازدادت حيويتها وكثرت أعدادها ولشاع أثرها من ضرر أو نفع، والعكس بالعكس.

أولاً ــ الكفاءة الحيوية : Biotic potential

الكفاءة الحيوية لأى حشرة هى عبارة عن مجموع قدرتها على إنتاج ذرية من الصغار (وهو ما يعبر عنه بالكفاءة التناسلية) وقدرة تلك الصغار على الكفاح فى معترك الحياة من أجل البقاء والوصول إلى طور البلوغ (وهو ما يطلق عليه الكفاءة البقائية).

(أ) الكفاءة التناسلية : Reproductive potential

الكفاءة التناسلية لكل حشرة أى مقدار ما تنتجه أنثاها من الصغار تتوقف على العوامل الآتية:

(أ١) عدد البيض الذى تنتجه كل أنثى:

يختلف عدد ما تضعه إناث الحشرات من بيض بإختلاف إنواعها، فهناك حشرات تضع الأنثى فيها أعداداً كبيرة من البيض، مثل دودة ورق القطن التى قد يزيد ما تضعه الأنثى الواحدة منها على ألف بيضة. ومثل ملكة النمل الأبيض التى تضع إناثها أعداداً بسيطة نسبياً من البيض، مثل أنثى سوسة المخزن فهى تضع فى مدة حياتها حوالى ٧٠ بيضة فقط. وبديهى أنه كلما كثر عدد البيض الذى بمقدور أنثى حشرة أن تضعه كلما ازدادت أعداد هذه الحشرة بسرعة أعظم.

(أ٢) نسبة الفقس:

من الواضح أن البيض الذى تضعه أنثى حشرة لا يفقس بأجمعه بل تفقس منه نسبة خاصة محدودة تختلف بإختلاف أنواع الحشرات، فمثلا تصل نسبة الفقس فى دودة ورق القطن إلى حوالى ٨٠٪ بينما فى التربس (Thrips) فلا تزيد عن ٢٠٪. وبديهى أيضاً أنه كلما ارتفعت نسبة الفقس كلما ازدادت أعداد الحشرة بسرعة أعظم، كما وأن خاصية

تعدد الأجنة (Polyembryony) المشاهدة فى بعض أنواع الحشرات ولا سيما بعض الحشرات المتطفلة من رتبة غشائية الأجنحة لا شك تعمل على رفع كفاءتها التناسلية وذلك بإنجاب أكثر من جنين صغير واحد من كل بيضة واحدة بل وقد يخرج من كل بيضة بضعة مئات أو حتى آلاف من الأجنة.

(أ٣) مدة الجيل:

المدة التى يستغرقها نمو الحشرة من وقت وضع البيض حتى خروج الحشرات الكاملة وهى التى تعرف بمدة الجيل تختلف بإختلاف أنواع الحشرات ففى بعضها تكون طويلة تصل إلى عدة سنوات وفى بعض آخر تكون قصيرة فقد لا تزيد عن بضعة أيام وبديهى أيضاً أنه كلما قصرت هذه المدة كلما تعددت أجيال الحشرة فى السنة الواحدة وبالتالى ازدادت أعدادها بسرعة أعظم، والعكس بالعكس. فمثلا لبعض أنواع المن أكثر من خمسين جيلا فى السنة، لأن الجيل الواحد يتم فى حوالى أسبوع، ولدودة ورق القطن سبعة أجيال فى العام، وللدودة القارضة خمسة أجيال سنوياً، بينما يطول الجيل فى بعض أنواع الجعال فالجيل الواحد يمتد ليستغرق حوالى ثلاثة سنوات، وفى حشرة السايكادا يتم الجيل فى مدة قد تصل إلى ١٧ سنة فى بعض أنواعها وإلى خمسة أعوام فى أنواع أخرى منها.

(أ٤) النسبة الجنسية: Sex-ratio

النسبة بين عدد الإناث إلى عدد الذكور فى الحشرات الكاملة الناتجة فى كل جيل من أجيال الحشرة وهى التى يعبر عنها بالنسبة الجنسية تختلف أيضاً بإختلاف أنواع الحشرات، ومن البديهى أنه كلما ارتفعت هذه النسبة كلما إزدادت الكفاءة التناسلية للحشرة وكثرت أعدادها بسرعة أعظم. وقد لوحظ أن النسبة الجنسية فى الغالبية العظمى من الحشرات تقرب من ١ : ١، ولكنها فى الأقلية الباقية تختلف عن ذلك. فمثلا فى الدبابير المنشارية ينتج من كل مائة بيضة وضعتها الأنثى الأم ٩٦ أنثى مقابل ٤ ذكور فقط، كما وأنه فى بعض الحشرات التى تتولد بكريا قد لا تنتج ذكور قط أو تتواجد الذكور بنسبة قليلة جداً وتكون غالبية النتاج من الإناث كما فى بعض أنواع المن وبالتالى تزداد أعداد هذه الحشرات بسرعة فائقة.

ب ــ الكفاءة البقائية: Survival potential

الكفاءة البقائية هى مقدرة الصغار الناجمة عن الكفاءة التناسلية على الكفاح فى سبيل العيش والبقاء والتغلب على ما يصادفها فى بيئتها من صعوبات حتى يكتمل نموها. وهى

تختلف أيضاً بإختلاف أنواع الحشرات فتتوقف على عاملين معينين هما الكفاءة الناتجة عن التغذية والكفاءة الوقائية :

(ب١) الكفاءة الناتجة عن التغذية : Nutritive potential

وهى مقدرة كل حشرة على إستخدام ما يوجد فى بيئتها من مواد غذائية والإنتفاع منها بتحويلها إلى غذاء صالح لها . فلكى تستمر صغار الحشرة فى البقاء حتى تستكمل دورة حياتها فتصل إلى الطور الكامل القادر على إستئناف التناسل يلزم أن تكون لديها قدرة على تخليق أو تدبير المركبات اللازمة لتغذيتها من مختلف المواد الغذائية المتاحة لها فى البيئة التى تعيش فيها ، ولا شك أن مثل هذه الصغار تكون أقدر على البقاء من صغار حشرة أخرى لا تستطيع الإستفادة إلا من مواد غذائية جاهزة . كما وأن إنعدام المواد الغذائية الصالحة البيئة أو عدم عدم المقدرة على الإستنفاع بالمواد الغذائية المتوفرة بتلك البيئة لا شك سوف يؤدى بالحشرة إلى الموت جوعاً ثم الإنقراض . فالحشرات التى تتغذى بإمتصاص دم الحيوانات مثلا ينبغى أن يتوفر لها فى مكان معيشتها العائل المناسب وأن تتمكن من الوصول إلى ذلك العائل بسهولة لكى تتغذى منه . ولا ريب أيضاً فى أن الحشرات التى من عاداتها أن تتغذى على عدة عوائل (Polyphagous) مثل دودة ورق القطن (Spodoptera littoralis) أو التى يمكنها أن تتعود على عائل جديد بسهولة فى وقت قصير إذا لم يتوفر عائلها الأصلى تكون أقدر على البقاء من الحشرات وحيدة العائل (Monophagous) التى لا يمكنها التغذية على غير عائلها الخاص . كما وأن بعض الحشرات تزيد من كفاءتها الغذائية بفضل ما تدخله فى أجسامها من كائنات دقيقة لكى تتبادل معها المنفعة ، ومن أمثلة ذلك حشرات النمل الأبيض التى تتغذى على الأخشاب مع أنها لا تستطيع بنفسها هضم السليولوز غير أن جهازها الهضمى يحتوى على كائنات دقيقة بروتوزوية أو بكتيرية تقوم بتحليل سليولوز الخشب وتحويله إلى مواد أقل تعقيداً يستطيع النمل الأبيض أن يهضمها ويمتصها ويستفيد منها كغذاء ، . ولولا وجود تلك الكائنات الدقيقة لمات النمل الأبيض جوعاً على الرغم من توفر الخشب .

(ب٢) الكفاءة الوقائية : Protective potential

فمن أهم العوامل المؤثرة على كفاءة الحشرات فى البقاء قدرتها على حماية أنفسها من العوامل البيئية المناوئة لها ولا سيما ضد أعدائها الطبيعية من طفيليات أو مفترسات حشرية كانت أم حيوانية ، وتعرف تلك القدرة بالكفاءة الوقائية وهى وراثية وتختلف أيضاً بإختلاف أنواع الحشرات فلكل نوع وسيلته الخاصة فى ذلك . فهناك حشرات مثل بعض أنواع البق تفرز روائح كريهة تعمل على طرد مفترساتها وأعدائها الأخرى . وهناك

أيضاً حشرات كالنحل والدبابير مجهزة بآلات لسع تدافع بها عن أنفسها ضد الأعداء. وهناك كذلك حشرات تحمل أجسامها أشواكاً وشعرات غدية تفرز سوائل لاذعة تسبب آلاماً لمن يلامسها كبعض يرقات حرشفية الأجنحة. كما وأن بعض الحشرات القشرية الرخوة الأجسام تقى أنفسها بغطاء شمعى سميك تفرزه فوقها وتعيش تحته طيلة حياتها فيحميها من الأعداء ومن المؤثرات الجوية. وبعض الحشرات الجماعية المعيشة مثل النمل الأبيض تخصص للدفاع عن مستعمراتها طاقماً خاصاً من الأفراد تعرف بالجنود أو العساكر (Soldiers) وهى مزودة بفكوك علوية حادة قوية تردع بها المهاجمين والدخلاء، وأنواع أخرى من الحشرات كالحفار (كلب البحر) تعيش بداخل عشوش أو أنفاق بالتربة يصعب على أعدائها الوصول إليها فيها. كما وتحمى كثير من الحشرات أنفسها ضد أعدائها عن طريق إمتلاكها لظاهرة التلون الوقائى (Protective colouration) إذ تكون ألوان هذه الحشرات محاكية للون أجزاء من البيئة التى تعيش فوقها وبذلك تصبح فى أمان من اهتداء الأعداء إليها. كما وأنه حشرات أخرى ضعيفة الحيلة ومعرضة لهجوم كثير من الأعداء تقى أنفسها بمحاكاتها فى اللون والشكل لحشرات أخرى قوية ومجهزة بخصائص ووسائل دفاعية وبذلك تهرب من هجوم الأعداء بالتبعية، فمثلا بعض أنواع الذباب تحاكى النحل فى لونه وشكله، وتعرف هذه الخاصية بالمحاكاة الاحتمائية (Protective mimicry).

هذا والملاحظ فى الطبيعة أن هناك نوعاً من التوازن بين الكفاءة التناسلية والكفاءة البقائية فى مختلف الحشرات، فكلما كانت الكفاءة البقائية فى الحشرة ضعيفة كلما كانت كفاءتها التناسلية مرتفعة لكى تنجب أعداداً كبيرة من الأفراد فتعوض الفاقد من الذرية نتيجة ضعف الكفاءة البقائية، والعكس بالعكس فالحشرة التى كفاءتها البقائية عالية تكون كفاءتها التناسلية واطئة لكى لا تنتج نسلاً كثيراً يطغى على ما عداه.

ثانياً : العوامل البيئية : Environmental factors

تعيش الحشرات فى بيئات متباينة تتضمن عوامل مختلفة تؤثر تأثيراً كبيراً على حياتها وحيويتها وتكاثرها ومدى إنتشارها. فعوامل البيئة متغيرة تختلف بإختلاف المكان والزمان، وقد تكون ملائمة لمعيشة الحشرات فتؤدى إلى زيادة أعدادها، أو قد تكون مناهضة لها فتعمل عندئذ كعامل مضاد لتكاثر الحشرات وتقضى على أعداد كبيرة من أفرادها وتعرف فى هذه الحالة بالمقاومة البيئية (Environmental resistance).

فأهم العوامل البيئية التى تؤثر على حياة الحشرات ما يأتى :

(أ) العوامل الجوية : Climatic factors

وأهمها الحرارة والرطوبة والضوء والرياح والأمطار والضغط الجوى :

(أ١) درجة الحرارة : Temperature

فالحشرات من الحيوانات ذات الدم البارد أى التى تتكيف درجة حرارة أجسامها تبعاً لدرجة حرارة الوسط الذى تعيش فيه ، فلو ارتفعت درجة حرارة البيئة لارتفعت معها درجة حرارة أجسام ما يعيش فيها من حشرات وإزدادت على أثر ذلك حيوية تلك الحشرات كما ويزداد عدد البيض الذى تضعه إناثها وتقل المدة اللازمة لنمو أطوارها المختلفة ، والعكس بالعكس.وللحرارة فى تأثيرها على الحشرات مراحل مختلفة كالآتى :

١ ــ لكل نوع من أنواع الحشرات بل لكل طور من أطوار النوع الواحد مجالاً حرارياً معيناً يلائمه فتمارس فيه الأفراد أوجه نشاطها المختلفة وعملياتها الحيوية على خير وجه ، ويطلق على هذا المجال الحرارى الملائم **منطقة النشاط الحرارى** (Zone of heat activity) أو منطقة درجات الحرارة المواتية (Zone of effective temperatures) ، وقد لوحظ بصفة عامة أن هذه المنطقة المذكورة تقع ما بين درجتى ٢٢° ــ ٣٢° مئوية وفى داخل ذلك المجال المذكورة توجد درجة حرارة واحدة معينة خاصة بكل نوع من أنواع الحشرات وعندها يبلغ نشاط الحشرة أقصاه وتضع أنثاها أكبر عدد من البيض وتقل فترة نمو أطوارها إلى أقصر مدة ولذا يطلق عليها **درجة الحرارة المثلى** (Optimum temperature) . كما وأن الحد الأعلى لمنطقة النشاط الحرارى يسمى **درجة الحرارة المؤاتية القصوى** (Maximam effective temperature) ، بينما حدها الأدنى فيسمى **درجة الحرارة المؤاتية الدنيا** (Minimum effective temperature) **أوعتبة النمو** (Threshold of development) .

٢ ــ إذا ارتفعت درجة حرارة البيئة عن الحد الأعلى لمنطقة النشاط الحرارى للحشرة فإن نشاطها يقل تدريجياً ثم تصاب بنوع من التخدر أو الغشية المؤقته لدخولها مجالاً حرارياً يدعى منطقة الخمول الحرارى (Zone of heat inactivity) أو منطقة النوم الحرارى (Zone of heat dormancy) ويتمثل ذلك فى حالة البيات الصيفى (Aestivation) التى تدخلها بعض الحشرات فى فصل الصيف ، ومن خصائص هذه المنطقة أنه إذا عادت درجة الحرارة إلى الإنخفاض إلى ما دون الحد الأعلى لمنطقة النشاط الحرارى فإن الحشرة تستعيد نشاطها كاملاً ثانية .

٣ ــ إذا استمرت درجة حرارة البيئة فى الارتفاع فوصلت إلى ما فوق الحد الأعلى لمنطقة الخمول أو النوم الحرارى التى تصاب فيها الحشرة بغشية حرارة مؤقتة فإن الحشرة تدخل حينئذ فى منطقة تدعى **منطقة الحرارة العالية المميتة** (Zone of fatal high temperature) حيث يتوقف نشاطها تماماً وينتهى الأمر بموتها إن عاجلاً أو آجلاً حتى ولو عادت درجة الحرارة إلى الإنخفاض عن حدود تلك المنطقة قبل حدوث الوفاة وذلك لسريان تغيرات كيميائية وفسيولوجية بالأعضاء والأنسجة الجسمية يترتب عليها ألا تستطيع العودة إلى حالتها الأصلية مطلقاً بعد ذلك. ثم فى أقصى حدود منطقة الحرارة العالية المميتة يوجد حد أعلى يسمى **درجة الحرارة المميتة القصوى** (Maximum fatal temperature) وهى التى تموت عندها الحشرة فجأة أو بعد برهة وجيزة جداً وقد لوحظ أنها تبلغ بالنسبة لكثير من الحشرات حوالى ٦٠° مئوية.

٤ ــ إذا إنخفضت درجة الحرارة من حول الحشرة عن الحد الأدنى لمنطقة النشاط الحرارى (أى عتبة النمو) فإن نشاط الحشرة يقل كذلك تدريجياً ثم تصاب بنوع من التخدر أو الغشية المؤقتة لدخولها منطقة يطلق عليها **منطقة الخمول نتيجة البرودة** (Zone of cold inactivity) أو **منطقة الغشية نتيجة البرودة المؤقتة** (Zone of temporary cold stuper) ويتمثل ذلك فى حالة البيات الشتوى (Hibernation) التى تدخلها كثير من الحشرات شتاء، وتتميز منطقة الخمول نتيجة البرودة هذه بأن الحشرة تستعيد نشاطها كاملاً مرة أخرى إذا عادت درجة الحرارة إلى الإرتفاع إلى ما فوق عتبة النمو.

٥ ــ إذا استمرت درجة الحرارة فى الإنخفاض عن الحد الأدنى لمنطقة الخمول نيتجة البرودة فإن الحشرة تدخل حينئذ فى منطقة تدعى **منطقة الحرارة المنخفضة المميتة** (Zone of fatal low temperature) حيث تصاب بتوقف كلى فى أوجه نشاطها ويكن مآلها حتماً إلى الموت فلا يمكنها إستعادة حالتها الطبيعية حتى لو عادت درجة الحرارة فارتفعت عن حدود تلك المنطقة قبل حدوث الوفاة. ثم إذا استمر إنخفاض الحرارة فجاوز الحد الأدنى لمنطقة الحرارة المنخفضة المميتة فإن الحشرة تموت عندئذ فى الحال أو بعد برهة وجيزة على أكثر تقدير لأنها تكون قد مرت بدرجة حرارة تدعى **درجة الحرارة المميتة الدنيا** (Minimum fatal temperature) والتى لوحظ أنها تصل إلى حوالى ــ ٥٠° مئوية (أى درجة ٥٠ تحت الصفر المئوى) بالنسبة لبعض الحشرات.

(أ٢) درجة الرطوبة : Moisture or Humidity

تتأثر الحشرات وقدرتها على التكاثر والنمو تأثراً كبيراً أيضاً بكمية الرطوبة الموجودة فى الوسط الذى تعيش فيه سواء كان تربة أم هواء أم مادة غذائية، ذلك لأن رطوبة الوسط تؤثر على التوازن المائى فى أجسام الحشرات.

والمجالات التى تؤثر بواسطتها الرطوبة على الحشرات تشبه إلى حد كبير مجالات الحرارة. فيوجد لكل حشرة مجال يدعى **منطقة الرطوبة المؤاتية** (Zone of effective humidity)، ثم داخل هذا المجال المذكور توجد درجة رطوبة معينة يكون نشاط الحشرة عندها على أحسن حال وتضع الإناث أكبر عدد من البيض وتقل فترات نمو الأطوار المختلفة إلى أدنى حد، ويطلق على تلك الدرجة درجة الرطوبة المثلى (Optimum humidity)، ثم إذا ارتفعت درجة الرطوبة عن الحد الأعلى لمنطقة الرطوبة المؤاتية لدخلت الحشرة عندئذ فى منطقة تدعى **منطقة الرطوبة العالية المعوقة** (Zone of ineffective low humidity) حيث تستمر الحشرة فى نشاطها ولكن بمعدلات أقل بمعنى أنها تكون أقل نشاطاً وحيوية. ثم إذا ارتفعت درجة الرطوبة عن الحد الأدنى لمنطقة الرطوبة العالية المعوقة لتوقف نشاط الحشرة تماماً ثم تموت فى النهاية لأنها تكون قد دخلت منطقة تدعى **منطقة الرطوبة العالية المميتة** (Zone of fatal high humidity). وأما إذا انخفضت الرطوبة عن الحد الأدنى لمنطقة الرطوبة المؤاتية فإن الحشرة تدخل عندئذ فى منطقة تدعى **منطقة الرطوبة المنخفضة المعوقة** (Zone of ineffective low humidity) حيث تستمر الحشرات فى القيام بأوجه نشاطها ولكن بمعدلات أقل. ثم إذا استمرت الرطوبة فى الإنخفاض عن الحد الأدنى لمنطقة الرطوبة المنخفضة المعوقة بحيث يصبح الجو المحيط بالحشرة جافاً تقريباً فإن النشاط يتوقف ثم تموت الحشرة لدخولها منطقة تسمى **منطقة الجفاف القاتل** (Zone of fatal dryness).

والواقع أنه من الناحية العملية يصعب الفصل بين تأثير كل من الحرارة والرطوة على الحشرات نظراً لما هناك من إرتباط وثيق بين هذه العاملين فى الطبيعة. فالرطوبة النسبية فى الجو تتوقف إلى حد كبير على درجة الحرارة كما وأن معدل تبخر الماء من أجسام الحشرات مرتبط بصفة مباشرة بدرجة الحرارة وبصفة غير مباشرة بسرعة الرياح التى تعتمد على الضغط الجوى الذى يتأثر هو الآخر بالحرارة. ففى الجو الحار الجاف تكون درجة الحرارة العالية المميتة لإحدى الحشرات أقل منها فى الجو الحار الرطب لأن الحشرة فى الحالة الأولى تعانى من الجفاف علاوة على معاناتها من درجة الحرارة العالية، فمثلا بالنسبة لسوسة المخزن تكون درجة ٥٢٦ مئوية ملائمة لحياتها عند توفر الرطوبة المناسبة غير أن هذه الدرجة مميتة لها تحت ظروف الجفاف.

(أ٣) **الضوء والرياح والأمطار والضغط الجوى**: فهذه كلها عوامل بيئية جوية لها تأثير ملموس على حياة الحشرات ولكن ليس بدرجة تأثير العاملين السابقين (الحرارة والرطوبة) وحتى هذه العوامل المذكورة فتتوقف إلى حد ما على درجة حرارة البيئة.

ب ــ عوامل التربة: Edaphic factors

فنوع التربة وتركيبها الطبيعي والكيماوى ومقدار ما تحتويه من رطوبة تؤثر تأثيراً ملحوظاً مباشراً على ما يستطيع أن يعيش فيها من أنواع الحشرات، كما أن نوع التربة يؤثر على ما يمكن أن ينمو فيها من أنواع النباتات وبالتالى يؤثر ذلك بطريق غير مباشر على حياة الحشرات المتغذية على تلك النباتات.

ج ــ العوامل الجغرافية: Geographical factors

وهى تشمل الموانع الطبيعية كالجبال الشاهقة والأنهار أو البحار الواسعة والصحارى الشاسعة التى تقف حائلاً دون تسرب الحشرات من بقعة إلى أخرى.

د ــ العوامل البيولوجية أو الحيوية: Biological or biotic factors

وهى تشمل الغذاء والأعداء الإحيائية الطبيعية:

(د١) **عامل الغذاء**: (Trophic factors)

فمن العوامل البيئية التى تؤثر فى حياة الحشرات وتكاثرها توفر النوع الصالح من المواد الغذائية أو العوائل فى بيئاتها. وإنعدام المادة الغذائية المناسبة أو العائل المناسب أو قلة كمية ما يتوفر من أحدهما فى البيئة لا بد وأن يؤدى إلى قلة أعداد الحشرات أو إلى إنقراضها تماما. فكثيراً ما يشاهد فى الطبيعة أنه على الرغم من صلاحية جميع العوامل البيئية الأخرى لحياة حشرة ما فإن مجرد عدم توفر عائلها أو مادتها الغذائية المناسبة يكون وحده سبباً فى عدم تواجدها فى بيئة خاصة، ومن أمثلة ذلك حشرة البلاستوفاجا (دبور التين البرى) فهى ليست موجودة بجمهورية مصر العربية مثلاً لسبب وحيد هو غياب عائلها الأوحد وهو التين البرى. كما وأن توفر المادة الغذائية الصالحة بكثرة وتواجدها بإستمرار طوال أوقات السنة لا بد وأن يؤدى إلى سرعة إزدياد أعداد الحشرات وتحولها إلى آفات اقتصادية كما هو الحال مع دودة ورق القطن بمجهورية مصر العربية حيث الزراعة الكثيفة بمحاصيل متتالية طوال العام وفرت العوائل الصالحة لتغذيتها بإستمرار فكان لذلك أثراً أساسياً فى إنتشارها إلى الحد الذى أصبحت معه من الآفات الزراعية الوخيمة الضرر.

(د٢) الأعداد الإحيائية الطبيعية : (Natural enemies)

تعتبر الأعداء الحيوية الطبيعية للحشرات من أهم العوامل البيئية التى تؤثر أثراً بالغاً على مبلغ تكاثرها وإنتشارها. وهى إما مفترسات (Predators) كالأسماك والضفادع والزواحف والطيور والعناكب والحشرات المفترسة لغيرها من أنواع الخنافس مثل الكالوسوما (Calosoma spp.) وأسد المن (Chrysopa valgaris) أو طفيليات (Parasites) كالحشرات المتطفلة على حشرات غيرها والتابعة لرتبتى غشائية الأجنحة وذات الجناحين مثل ذبابة التاكاينا (Tachina larvarum)وحشرة البمبلا (Pimpla roborator) أو كائنات دقيقة مسببة للأمراض (Pathogenic organisms) كأنواع خاصة من الفطر والبكتريا والبروتوزوا والفيروس. ففى البيئات الطبيعية التى لم تمتد يد الإنسان إليها بالتغيير والتبديل توجد للحشرات وخصوصاً الضارة منها أعداد طبيعية من المفترسات والطفيليات التى تهلك الكثير منها كما وتصاب بالأمراض الفطرية والبكتيرية والبروتوزوية والفيروسية التى تقضى على كثير من أفرادها خصوصاً وأن الظروف البيئية غالباً ماتكون ملائمة لتفشى هذه الأمراض فى مواسم معينة من العام. فكلما إزدادت أعداد حشرة فى البيئة الطبيعية الأصلية إزدادت تبعاً لذلك أعداد أعدائها الطبيعية فتقضى على كثير من أفرادها وبذا تعيدها ثانية إلى حالتها العددية الإبتدائية وهكذا يكون هناك بإستمرار حالة من التوازن بين أعداد الحشرات وبين أعداد أعدائها الطبيعية.

التوازن الحيوى : Biotic equilibrium

تتضمن حياة الحشرة صراعاً مستمراً بين كفاءتها الحيوية وقوة المقاومة البيئية، فالكفاءة الحيوية للحشرة بعواملها المختلفة تعمل جاهدة على إزدياد أعدادها، بينما قوة المقاومة البيئية بمختلف عواملها فتقوم بالقضاء على كثير من أفراد الذرية الناتجة. ولا ريب فى أنه لو تركت تلك الكفاءة الحيوية لشأنها بدون أن تتصدى لها قوة المقاومة البيئية لامتلأ العالم أجمع بالحشرات، فمثلاً إذا فرض أن أنثى واحدة ملقحة من الذباب بدأت تناسلها فى شهر إبريل ثم عاش نسلها بدون أن يفقد منه شيء لبلغت الذرية الناتجة عنها فى شهر أغسطس من السنة نفسها عدداً يكفى لتغطية كل سطح الكرة الأرضية، ولكن هذا لا يحدث فى الواقع فى الطبيعة لأن العوامل البيئية المختلفة غالباً ماتكون غير ملائمة لتكاثر الحشرات فتعمل على قتل أعداد كبيرة من أفراد ذريتها. ففى البيئات الطبيعية التى لم يتدخل الإنسان فى تغيير معالمها مثل الغابات والأحراش يلاحظ أن أعداد الحشرات تبقى ثابتة بإستمرار عند حد معقول معين فلا تزداد عنه، ويرجع ذلك إلى أن قوة المقاومة تكون دائماً مساوية أو معادلة للكفاءة الحيوية للحشرات وهى حالة تعرف بحالة التوازن الحيوى

حيث تظل أعداد مختلف الحشرات ثابتة فلا تزداد إلى الحد الذى تصير معه آفات ، ولكن لو حدث فى وقت ما أن ضعفت قوة المقاومة البيئية عن طريق ضعف أحد عواملها فإن الكفاءة الحيوية تكون لها عندئذ الغلبة وبالتالى ينكسر ذلك التوازن الحيوى فتأخذ الحشرة فى الإزدياد جيلاً بعد جيل متحولة آنئذ إلى آفة ضارة يجب مكافحتها بوسائل صناعية من شأنها تقوية عوامل المقاومة البيئية إلى الحد الذى يمكنها من إرجاع حالة التوازن الحيوى ثانية .

الباب السادس عشر

تصنيف الحشرات وتسميتها

Insect Classification and Nomenclature

المخلوقات الحيوانية أو النباتية عديدة جداً، وحافظة الإنسان محدودة الطاقة، فلكى يسهل على الذاكرة البشرية إستيعاب كل ذلك العدد الهائل من الكائنات المتباينة الأشكال كان ولا بد من ترتيبها فى مجاميع، وقد أطلق على هذا الترتيب لفظ التصنيف أو التقسيم (Classification or Taxonomy)، وعلاوة على ذلك فالتصنيف أيضاً وسيلة لغاية علمية هامة وهى إظهار التشابهات التى تجمع المتقارب والإختلافات التى تفرق المتباين من الكائنات مما يساعد الثقاة فى تتبع خطى تسلسل الكائنات وإقتفاء آثار خطوات نشوئها.

وللتصنيف أو التقسيم هيكل عام يقوم عليه بناؤه ويتلخص فى أن الأفراد المتماثلة فى الصفات تجمع معاً فى مجموعة واحدة تسمى النوع (Species)، والأنواع (Species) المتقاربة تجمع فى جنس (Genus) واحد، والأجناس (Genera) التى تمت إلى بعضها بصلة معينة تجمع فى عائلة أو فصيلة (Family) واحدة، والعائلات (Families) ذوات القربى تجمع فى رتبة (Order) واحدة، والرتب (Orders) المتشابهة تجمع فى طائفة أو صف أو (Class) واحد، والصفوف (Classes) المتناسبة تجمع فى قبيلة أو شعبة (Phylum) واحدة تدعى المملكة النباتية (Plant Kingdom) كما وتجمع كل قبائل الحيوانات فى مملكة أخرى تدعى المملكة الحيوانية (Animal Kingdom) (انظر الصواف وآخرون، ١٩٧٢ وإمز، ١٩٦٣).

ففى الحيوانات حين يختلف ضربان منها عن بعضهما فى صفة أو صفات تركيبية معينة واضحة ولكنها ليست برئيسية نسبياً فيقال عندئذ أنهما من نوعين مختلفين، وذلك على شرط أن تكون تلك الفروقات التركيبية بمثابة دلائل على وجود مانع يحول دون إمكانية التزاوج المتبادل (Interbreeding) بين هذين الضربين المذكورين. والأنواع تجمع معاً فى أجناس حيث الجنس الواحد عبارة عن جملة أنواع متحلية بصفات مشتركة تدل على كونها وثيقة القربى.

والأجناس بدورها توضع فى مراتب أعلى تدعى العائلات حيث الفصيلة الواحدة تشتمل على جملة أجناس متحلية جميعاً بنفس الصفات المعينة الهامة. والعائلات تجمع معاً فى رتب حيث الرتبة الواحدة تتضمن جميع تلك العائلات المتصفة بصفات مشتركة رئيسية يمكن بواسطتها الجمع بينها فى مجموعة طبيعية واحدة. وعلى هذا المنوال بنفس الترتيب التصاعدى فإن الرتب المتشابهة فى بعض الصفات تجمع معاً فى نفس الصف، والصفوف تجمع معاً بناء على إشتراكها فى صفات رئيسية فى قبيلة واحدة والقبائل المختلفة من الحيوانات تجمع معاً فى نفس المملكة وهى المملكة الحيوانية. وعلاوة على ذلك ففى تصنيف الحيوانات تستخدم مراتب أخرى واقعة فيما بين بعض تلك المراتب السابقة الرئيسية ومن أهمها ما يأتى:

١ ــ تحت العائلة (Subfamily) وهى تضم جملة أجناس تؤلف جزءاً فقط من تحت عائلة.

٢ ــ فوق العائلة (Superfamily) وهى عبارة عن مجموعة عائلات تصنع معاً مرتبة أصغر من رتبة.

٣ ــ الرتيبة أى تحت الرتبة (Suborder) وهى تتضمن مجموعة من العائلات أو فوق العائلات تؤلف معاً جزءاً فقط من رتبة. ويكفى لتوضيح كل ذلك أن يذكر المثال الآتى عن حشرة فورميكا ريوفا لينيس (**Formica rufa** Linnaeus):

Species: **rufa**	النوع: ريوفا
Genus: **Formica**	الجنس: فورميكا
Subfamily: Formicinae Formicinae	تحت العائلة: فورميسينى
Family: Formicidae	العائلة: فورميسيدى
Superfamily: Formicoidea	فوق العائلة: فورميسيويديا
Suborder: Apocrita	تحت الرتبة: ابوكريتا
Order: Hymenoptera	الرتبة: هايمينوبترا (غشائية الأجنحة)
Class: Insecta	الصف: انسكتا (الحشرات)
Phylum: Arthropoda	القبيلة: أرثروبودا (مفصليات الأرجل)
Kingdom: Animalia	المملكة: أنيماليا (الحيوانية)

وأولى الخطوات فى تصنيف أى جماعة من الحيوانات هى أعطاؤها إسماء علمية (Scientific names)، وذلك تلافياً لتعدد الأسماء الدارجة المطلوقة على نفس الحيوان فى مختلف البلدان والتى يتسبب عنها كثيراً من اللبس والحيرة والخطأ. والطريقة الشائعة

الإستخدام عالمياً للتسمية العلمية هى التسمية ذات الأسمين (Binomial Nomen-calture) حيث يعطى كل نوع من الحيوانات اسماً مكوناً من كلمتين متتاليتين ، الكلمة الأولى هى اسم الجنس (Generic name) وتكتب بدايتها دائماً بحروف كبيرة (Capital letter) والكلمة الثانية هى اسم النوع (Specific name) وتكتب بدايتها دائماً بحرف صغير حتى ولو كانت إسم علم. وغالباً ما يردف هذان الاسمان بلقب (أو بمختصر من لقب) المؤلف وهو الشخص الذى قام بوصف وتسمية ذلك النوع. وإذا أريد كتابة إسم الجنس فقط بدون إسم النوع فلابد من أن يلحق باسم الجنس كلمة Species مكتوبة بصيغة مختصرة هى .sp ، فمثلا Spodoptera sp تدل على نوع واحد من أنواع جنس Spodoptera ، وأما إذا أريد أن ينسب إلى الجنس أكثر من نوع واحد فيجب أن تلحق باسم الجنس الكلمة المختصرة .spp وهى صيغة الجمع للمختصر .sp ، فمثلاً Spodopteraspp. تدل على نوعين أو أكثر من جنس Spodoptera . والاسماء العلمية تطبع دائماً بحروف مائلة ما عدا اسم المؤلف فهو يكتب بالحروف العادية ، وأما إذا كتب الاسم العلمى باليد أو بالآلة الكاتبة فيلزم تمييزه بأن يوضع تحته خط.

ولأجل توحيد النظام الذى يجب إتباعه فى تسمية الحيوانات بالمراتب المختلفة من التصنيف فقد اعتمدت لائحة لقواعد التسمية العلمية (Code of Rules of Nomenclature) منذ عام ١٩٠١ بناء على تصديق دولى من علماء الحيوان.

فقواعد التسمية العلمية تقضى بأن الاسماء العلمية للحيوانات لابد وأن تكون كلمات لاتينية أو محولة إلى اللاتينية أو تعتبر وتعامل كأنها كذلك إذا لم تكن من أصل كلاسيكى عريق ، وأن يشكل اسم الفصيلة (العائلة) أو اسم الفصيّلة (تحت العائلة) بإضافة اللاحقة «ـــ يدى» (idae) أو اللاحقة «ـــ ينى» (inae) على الترتيب إلى جذع اسم الجنس النمطى (type genus) ، ومثال ذلك فورميسيدى (Formicidae) وفورميسينى (Formicinae) من فورميكا (Formica) . ولم ينص على قواعد بالذات للأسماء الخاصة بالمراتب الأعلى من مرتبة العائلة. ولكن جرت العادة على أن يشكل اسم فوق العائلة بإضافة اللاحقة «ـــ أويديا» (oidea) إلى جذع اسم الجنس النمطى ، ومن القواعد التى نص عليها أيضاً ما يأتى :

١ ـــ أن يكون اسم الجنس عبارة عن موصوف (Substantive) فى صيغة المفرد الفاعل (Nominative singular).

٢ ــ لا بد وأن يكون اسم النوع إما صفة (أى نعمت Adjective) متمشية نحواً مع اسم الجنس ومثال ذلك Musca domestica ، أو موصوف متناسق مع إسم الجنس ومثال ذلك **Stratiomys chamaeleon**. أو موصوف فى صيغة المضاف إليه (Genitive) ومثال ذلك **Psila rosae** ، كما وأنه عند استعمال أسماء جغرافية أو أسماء أشخاص كمسميات للنوع فيجب أن تصاغ أيضاً فى صورة المضاف إليه ومثال ذلك **Phormica terranovae, Odontotermes horni, Paederus alfierii.**

٣ ــ إذا ذكر إسم المؤلف عقب إسم النوع فيكتب بدون علامة تعجب ومثال ذلك: **Tabanus rusticus** Linn.

٤ ــ إذا ما نقل نوع إلى جنس غير الجنس الذى كان موضوعاً فيه أصلاً فحينئذ يذكر اسم مؤلف ذلك النوع بين قوسين، ومثال ذلك: Blatta lapponica Linn. قد أصبح Ectobius lapponicus (Linn.) ، مع مراعاة أن يكون اسم النوع متمشياً نحوياً مع الاسم الجنسى الجديد كما هو واضح فى المثل المذكور.

٥ ــ الاسم الصحيح أى السارى المفعول (Valid name) لنوع أو جنس هو ذلك الاسم الذى لقب به أولا على نحو سليم، وعلى ألا يعتبر صحيحاً ولا سارى المفعول أى اسم قد نشر قبل صدور الطبعة العاشرة من كتاب «نظام الطبيعة» (Systema Naturae) ، وعلى أن يطلق على الاسم النوعى أو الجنس الذى استبدل بسبب كونه غير صحيح (Invalid) لفظ اسم مرادف (Synonym).

ومن الجدير بالذكر أيضاً أن العينات (Specimens) التى أخذت منها الأوصاف المنشورة لنوع قد اصطلح على أن يطلق عليها الأنماط (Types) ، وأعطيت لهذه الأنماط فى المراتب التقسيمية المتعددة أسماء مخصوصة، فكلما وصف أحد الباحثين نوعاً جديداً أو مرتبة تقسيمية أخرى جديدة وجب عليه أن يميز منها نمطاً (Type) وهو نموذج أصلى يستعمل كمرجع يلجأ إليه كلما دعت الحاجة إلى معرفة ما يشتمل عليه النوع أو المرتبة من صفات، فنمط النوع هو إحدى العينات ونمط الجنس هو النوع ونمط العائلة هو الجنس. وتتجلى أهمية شدة الإعتناء بحفظ وصيانة المحفوظ من هذه الأنماط من واقع أن تنقيح قدر كبير من الأعمال التصنيفية الموجودة حالياً إنما يعتمد على الرجوع إليها فحسب. فالأوصاف التى اعتبرت كافية فى وقت ما كثيراً ما يتضح فى سنوات تالية أنها ليست وافية فى ضوء معايير أدق وأحصف وعندئذ يكون النمط المحفوظ هو الملاذ والمرجع الأخير للبت فى مواضيع مشكوك فى أمرها.

وكثيراً ما يقوم باحثان أو أكثر كل على حدة بوصف نفس النوع أو الجنس أو العائلة أو غير ذلك من المراتب التقسيمية مما يترتب عليه وجود أكثر من اسم لنفس النوع أو المرتبة، ففى مثل هذه الأحوال يجب تطبيق قاعدة الأسبقية (Priority rule) التى تقضى بأن الاسم الأسبق هو الذى يعمل به على شرط أن يكون الواصف قد اتبع فى التسمية القواعد السليمة المطلوبة.

وأما بالنسبة لتصنيف الحشرات بالذات قد وضعت جميع حشرات الكون فى صف إنسيكتا أو ذوات الستة أرجل (Hexapoda أو Class Insecta) وهى إحدى الصفوف العديدة المنسوبة إلى فصيلة أرثروبودا أى مفصليات الأرجل (Phylum Arthropoda). ففضلاً عن اشتراك صف الحشرات فى الخواص العامة المميزة لقبيلة مفصليات الأرجل فإنها تتميز أيضاً بصفات خاصة قد سبق ذكرها. وكما فى أى صف آخر من صفوف شعبة من شعب المملكة الحيوانية فإن صف الحشرات قسم إلى رتب (Orders) والرتب إلى عائلات (Families) والعائلات إلى أجناس (Genera) والأجناس إلى أنواع (Species)، كما استخدمت أيضاً مراتب تقسيمية أخرى متوسطة بين تلك المراتب الرئيسية المذكورة. فبين الصف والرتبة استخدم تحت الصف (Subclass) ثم فوق العائلة (Super family). وبين العائلة والجنس استخدم تحت العائلة (Subfamily) ثم القبيلة (Tribe) على أن تنتهى الأخيرة دائماً باللاحقة "-ini". وبين الجنس والنوع استخدم تحت الجنس (Subgenus)، والنوع أحياناً يقسم إلى تحت أنواع (Subspecies).

والأساس فى ذلك التقسيم السابق هو النوع (Species) الذى يعرف بأنه مجموعة من الأفراد التى تسكن بيئة طبيعية واحدة مع تميزها بما يأتى:

١ ــ التشابه الأساسى فى تركيبها.
٢ ــ المقدرة على التزاوج فيما بينها مع إنجاب ذرية خصبة.
٣ ــ عدم إمكانية التزاوج الطبيعى مع أفراد الأنواع الأخرى.

وأما تحت النوع (Subspecies) فهو سلالة جغرافية (Geographical Race) من النوع. والفروقات بين تحت أنواع النوع الواحد ليست قاطعة فى العادة بل قد تكون متداخلة ولا سيما فى الأحوال التى يتأتى فيها تلاقى سلالات ببعضها من أمكنة متقاربة حيث يشتد التداخل لدرجة يستحيل معها أن ينسب فرد معين إلى تحت نوع أو سلالة بالذات. فإذا ما وجدت تحت أنواع فإن الاسم العلمى لا يتألف عندئذ من كلمتين فقط

بل من ثلاثة كلمات ثالثتها تعبر عن اسم تحت النوع فى صورة صفة أو مميزة للسلالة. فمثلاً نوع القمل الماص المتطفل على الإنسان وهو المسمى **Pediculus humanus** يتبعه سلالتين إحداهما تعيش على الرأس فتسمى **Pediculus humanus capitis** والأخرى تعيش على الجسم فتسمى **Pediculus humanus corporis**. غير أن بعض الحشريين قد استعملوا أسماء ثلاثية للدلالة على مرتبة أخرى بخلاف السلالة الجغرافية سموها الصنف (Variety) مخالفين بذلك القواعد الحديثة للتسمية، ولكن لما كان الواقع أن الكثير من مثل هذه الأصناف هى إما أفراد متخصصة نتيجة لأحوال غذائية أو جوية خاصة وإما مظاهر موسمية وإما مظاهر إختلاف لونى فلا يجوز إستعمال التسمية الثلاثية للدلالة عليها، فالنظام المتبع فى الوقت الحاضر فى تسمية الحشرات أو غيرها من الحيوانات لا يجيز استخدام التسمية الثلاثية إلا للسلالات الجغرافية بينما الأصناف فلا تعطى إلا أسماء عامة.

هذا وقد مر تصنيف الحشرات بأدوار مختلفة وأن تكن هامة من الوجهتين العلمية والتاريخية فهنا ليس مجال ذكرها. فقد تناول تصنيف الحشرات علماء كثيرون اختلفوا فيما بينهم قليلاً أو كثيراً من حيث نظام وترتيب وتسمية الرتب الحشرية المختلفة، إلا أن الآراء مجمعة حالياً على إتباع النظام التقسيمى التالى وهو المبنى على أسس وأركان معينة يتلخص أهمها فيما يلى:

١ ــ الأجنحة، أهى موجودة أم غائبة، وإن وجدت فأين موضعها أثناء التكوين أهو خارج أم داخل الجسم وكم عددها وما شكلها وما نظام التعريق فيها.

٢ ــ التبدل الشكلى (Metamorphosis)، وما نوعه أهو معدوم أم ناقص تدريجى أم ناقص غير تدريجى أم تام.

٣ ــ الأجزاء الفمية، من حيث نوعها وتركيبها وما يعتريها من تغيرات أثناء مراحل نمو الفرد.

٤ ــ بعض الصفات الخارجية الهامة، كعدد الحلقات الجسمية وأشكالها وأصلابها، وكيفية اتصال المناطق الجسمية الثلاثة ببعضها وأشكال بعض الزوائد الجسمية مثل قرون الاستشعار والأرجل والقرون الشرجية وآلة السفاد وآلة وضع البيض، وكذلك عدد عقل رسوغ الأرجل، ووجود أو عدم وجود العيون المركبة والعيون البسيطة وغير ذلك.

٥ ــ بعض الصفات الداخلية، كنوع التنفس وشكل القصبات الهوائية، وشكل الأجهزة التناسلية الباطنية، ووجود أو غياب أنابيب ملبيجى وعددها وصفاتها إن وجدت.

فعلى هذه الأسس المذكورة قسم صف الحشرات أولاً إلى تحت صفين هما أبتريجوتا (الحشرات عديمة الأجنحة) وتريجوتا (الحشرات ذوات الأجنحة) وذلك كالآتى:

أولا تحت صف أبتريجوتا (أى عديمات الأجنحة) Subclass Apterygota

وهى تتضمن حشرات نشأت أصلاً وليس لها أجنحة ثم ظلت كذلك أى أن إنعدام الأجنحة فيها صفة أصلية أولية (Primitive) وليست ثانوية ولا مكتسبة كما وأن التبدل الشكلى فيها طفيف أو معدوم، ولها زوج أو أكثر من الزوائد البطنية القلمية الشكل بخلاف أعضاء التناسل الخارجية (آلة السفاد أو آلة وضع البيض) والقرنين الشرجيين.

ويتبع هذا التحت صف (إيتريجوتا) أربعة رتب وهى:

١ ــ رتبة ثايزانيورا أى ذات الذنب الشعرى أو الهدبى Order Thysanura

٢ ــ رتبة دبلورا أى ذات الذنب المزدوج. Order Diplura

٣ ــ رتبة بروتيورا أى ذات الذنب الأولى. Order Protura

٤ ــ رتبة كوليمبولا أى ذات القضيب اللاصق. Order Collembola

ثانيا تحت صف أبتريجوتا أى الحشرات ذوات الأجنحة:

Subclass Pterygota

وهذه تشتمل على حشرات تمتلك أجنحة ماعدا البعض القليل منها مثل القمل والبراغيث فليس لها أجنحة، غير أن جميع الشواهد البيولوجية والقرائن المورفولوجية إما تثبت أو تدل دلالة قاطعة على أن أجداد هذه الحشرات الغير مجنحة كانت تمتلك أجنحة فى أول خلقتها ثم فقدت أجنحتها بصفة ثانوية مكتسبة نتيجة الإضمحلال والضمور بدليل أنه ماتزال تشاهد بالموجود منها الآن خصائص تركيبية لا تتواجد إلا فى الحشرات المجنحة مثل إنقسام بلورة الحلقة الصدرية بواسطة درز بلورى إلى صليبتين واحدة أمامية والأخرى خلفية، وإنقسام ترجة كل من الحلقتين الصدريتين الثانية والثالثة إلى جملة أصلاب مستقلة، وكون جدار الصدر مقوى من الداخل بسدائب هيكلية داخلية، كما وأن التبدل الشكلى فى هذا التحت صف يختلف كثيراً فيكون عادة إما ناقصاً أو تاماً ونادراً ما يكون طفيفاً أو معدوماً، وكذلك فالبطن لا تحمل أية زوائد خلاف آلة السفاد أو آلة وضع البيض وغير القرنين الشرجيين.

ولقد قسم تحت صف بتريجوتا إلى قسمين أو فرقتين هما اكسوبتريجوتا واندوبتريجوتا وذلك كالاتى :

أ ــ قسم إكسوبتريجوتا أى الحشرات ذوات الاجنحة الخارجية النمو

(Division: Exopterygota) : وهذه يطلق عليها أيضا قسم هميميتابولا أى الحشرات ذوات التبدل الناقص (Hemimetabola) وهى تضم حشرات تمر فى تبدل شكلى بسيط ناقص تدريجى أو ناقص غير تدريجى ، فمراحل النمو المتتالية هى عبارة عن البيضة (Egg) ثم الحورية (Nymph) ثم الحشرة الكاملة أو البالغة أو اليافعة (Adult) ، ونادرا ما يكون ذلك التبدل مصحوبا بطور يشبه العذراء ، كما وتنمو الاجنحة فيها خارجيا فتكون ظاهرة فوق الصدر باستمرار ابتداء من مرحلة الحورية .

ويتبع هذا القسم (اكسوبتريجوتا) ستة عشر رتبة وهى :

٥ ــ رتبة افيميروبترا أى ذات الجناح اليومى البقاء	Order Ephemeroptera
٦ ــ رتبة أودناتا أى ذات الاجزاء الفمية المسننة	Order Odonata
٧ ــ رتبة بليكوبترا أى مطبقة الاجنحة	Order Plecoptera
٨ ــ رتبة أورثوبترا أى مستقيمة الاجنحة	Order Orthoptera
٩ ــ رتبة فازميدا أى الحشرات الشبحية	Order phasmida
١٠ ــ رتبة ديرمابترا أى جلدية الاجنحة	Order Dermaptera
١١ ــ رتبة امبيوبترا	Order Embioptera
١٢ ــ رتبة ديكتيوبترا أى مشبكة الاجنحة	Order Dictyoptera
١٣ ــ رتبة أيسوبترا أى متساوية الاجنحة	Order Isobtera
١٤ ــ رتبة زوابترا أى الحشرات الرائقة غائبة الاجنحة	order Soraptera
١٥ ــ رتبة سوكوبترا	Order Psocoptera
١٦ ــ رتبة ماللوفاجا أى آكلات الشعر	Order Mallophaga
١٧ ــ رتبة سايفنكيو لاتا أى ذات الانبوبة الماصة	Order Siphunculata
١٨ ــ رتبة هيمبترا أى نصفية الاجنحة	Order Hemiptera
١٩ ــ رتبة هومبترا أى متشابهة الاجنحة	Order Homoptera
٢٠ ــ رتبة ثايزانوبترا أى هدبية الاجنحة	Order Thysanoptera

ب ــ اندوبتريجوتا أى الحشرات ذوات الاجنحة الداخلية النمو .

(Division : Endopterygota) : وهذه يطلق عليها أيضا قسم هولوميتا بولا أى الحشرات ذات التبدل التام(Holometabola) ، وهى تضم حشرات تمر فى تبدل شكل معقد مصحوب دائما بطور عذرائى فمراحل النمو المتتالية فيه هى البيضة(Egg) ثم اليرقة(Larva) ثم العذراء(Pupa) ثم الحشرة الكاملة(Adult) ، كما وأن الاجنحة تنمو داخليا فلا تظهر فوق الصدر خارجيا إلا ابتداء من طور العذراء ، واليرقات متخصصة عادة .

ويتبع هذا القسم (إندوبتريجوتا) تسعة رتب وهى :

٢١ ــ رتبة نيوروبترا أو شبكية الأجنحة	Order Neuroptera
٢٢ ــ رتبة مكبترا أى طويلة الأجنحة	Order Mecoptera
٢٣ ــ رتبة لبيدوبترا أى حرشفية الاجنحة	Order Lepidoptera
٢٤ ــ رتبة ترايكوابترا أى شعرية الاجنحة	Order Trichoptera
٢٥ ــ رتبة ديبترا أى ذات الجناحين	Order Diptera
٢٦ ــ رتبة سايفوتابترا أى غائية الأجنحة ذات المماص	Order Siphonaptera
٢٧ ــ رتبة هايمينوا أى غشائية الأجنحة	Order Hymenoptera
٢٨ ــ رتبة كوليوبترا أى غمدية الاجنحة	Order Coleoptera
٢٩ ــ رتبة ستربسيبترا أى ملوية الأجنحة	Order Sterpsiptersa

تحت صف أبتريجوتا (الحشرات عديمة الاجنحة) (Order Thysanura) .

رتبة ثايزانيورا (ذات الذنب الشعرى أو الهدبى) (Order Thysannra)

[Finger or Tassel; Thysanos **أى هدابة أو ثرابه** ، Tail = Oura أى ذيل أو ذنب] .

وتعرف حشرات هذه الرتبة (شكل ١٤٥) بذوات الأذناب الشعرية Bristle) tails) وهى تتميز بالصفات العامة التالية :

١ ــ حشرات صغيرة الأحجام لديها فى العادة عيون مركبة وأجسامها فى الغالب مزودة بحراشيف .

٢ ــ قرون الاستشعار طويلة شعرية وعديدة المفاصل ولكن مفاصلها خالية من العضلات .

٣ ــ الاجزاء الفمية قارضة من النوع العادى وبارزة خارج الرأس(Ectognathous)

٤ ــ البطن مكونه من ١١ حلقة وتنهى بقرنين طويلين خيطيين إما مقسمين أو غير مقسمين إلى حلقات ، ولترجة الحلقة البطنية الحادية عشر امتداد خلفى طويل بشكل خيط ذنبى ثالث ممتد فى وسط القرنين الشرجيين ، كما توجد على الحلقات البطنية أقلام ومجسمات (Styli) وحويصلات قابلة للانفراد (Protrusible vesicles) . وكذلك توجد آلة وضع بيض طويلة .

٥ ــ الارجل بها الرسغ يتألف من ٢إلى ٤ عقل .

٦ ــ التبدل الشكلى معدوم أو طفيف .

وتوجد حشرات هذه الرتبة غالبا تحت الاحجار أو قرمات الخشب (Logs) أو بين الأوراق النباتية المتساقطة أو بالمنازل بين الكتب وخلف الصور المعلقة على الحوائط أو تحت السجاجيد .

رتبة ديبلورا (ذات الذنب المزدوج)
(Order Diplura)

[Dauble = diplos أى مزدوج ، Tail = Oure أى ذيل أو ذنب]

وتحتوى هذه الرتبة على حشرات صغيرة الاحجام عديمة العيون وليست مخضبة بالوان غالبا وتتميز بالصفات الاتية (شكل ١٤٦) :

(١) قرون الاستشعار عقدية (قلادية) ومفاصلها مزودة بعضلات .

(٢) الاجزاء الفمية معدة للقرض ولكنها غائرة بداخل الرأس (Entogathous) .

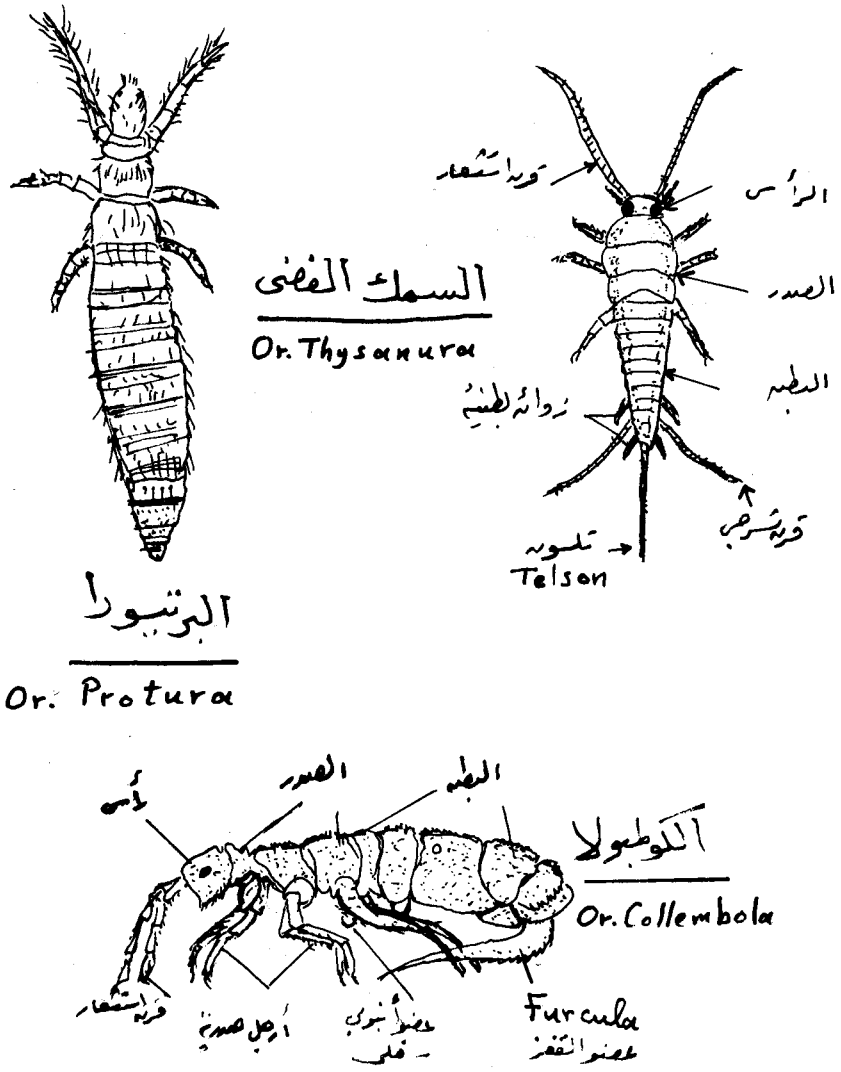
(٣) البطن تنتهى من مؤخرتها إما بزوج من القرون الشرجية المتباينة الاشكال أو بزوج من الملاقط الغير مقسمة إلى عقل . ولا يوجد خيط ذنبى وسطى ، ولكن توجد أقلام (مجسات) وعادة حويصلات قابلة للانفراد .

(٤) لا توجد آلة وضع بيض .

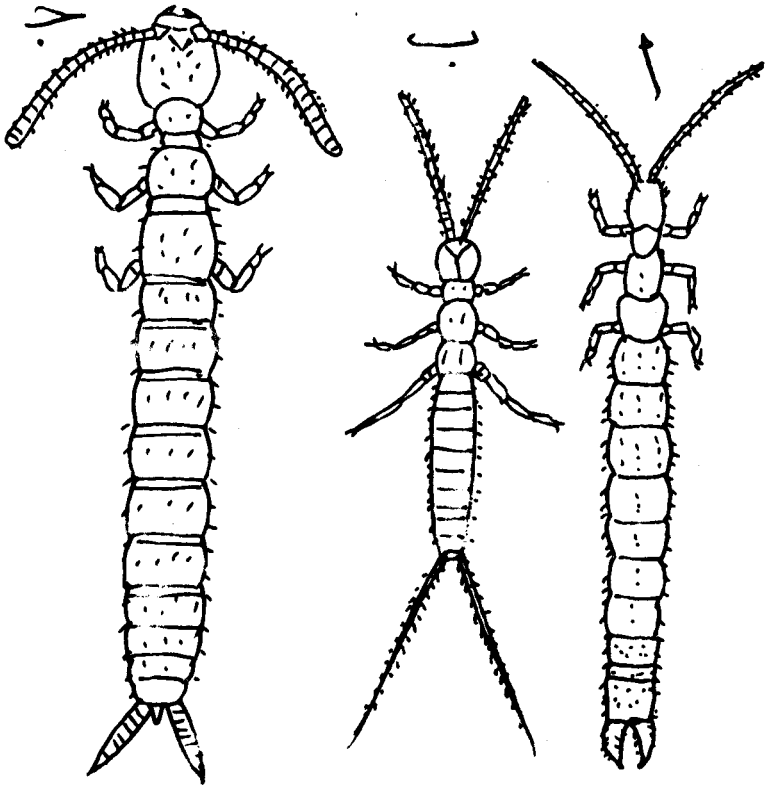
(٥) رسوغ الارجل الصدرية مؤلفة من عقلة واحدة فقط .

(٦) التبدل الشكلى طفيف أو معدوم .

وحشرات هذه الرتبة ليس لها أهمية اقتصادية وهى تقطن الرتبة وكثيرا ايضا ماترتاد مختلف أصناف المواد النباتية المتحللة . وأضخم الأشكال قد تصل الى حوالى ٥٠ ملليمتر طولا ولكن المتوسط هو ٢ ــ ٥ ملليمتر فى الطول .



شكل (١٤٥) : الرتب الحشرية التابعة لتحت صف Apterygota .



شكل (١٤٦) : حشرات من رتبة ديبلورا .
(أ) جابيكس (Japyx) .
(ب) كامبوديا (Campodea) .
(ج) أناجابيكس (Anajapyx) .

رتبة برتيورا (ذات الذنب الاولى)
(Order Protura)

[First = Protos أى الاول ، Tail = Oura أى ذيل أو ذنب] .

وتشتمل هذه الرتبة على حشرات دقيقة الاحجام عديمة الالوان وهى تتميز بالصفات العمومية الاتية .

١ ــ لاتواجد عيون ولا قرون استشعار .

٢ ــ الاجزاء الفمية غائرة بداخل الرأس (Entognathous) ومعدة للثقب .
٣ ــ البطن فى الحشرة الكاملة متألفة من ١١ حلقة يليها تيلسون (Telson) واضح ، ولا يوجد قرنان شرجيان .
٤ ــ التبدل الشكلى طفيف أو معدوم .

وحشرات هذه الرتبة (شكل١٤٥) مخلوقات دقيقة الاحجام فنادرا ما تبلغ أكثر من ملليمتر واحد فى الطول ، وهى موضعية وتقضى رؤيتها البحث والتنقيب عنها فى التربة أو بين الجذور السطحية للحشائش والنخيل أو تحت قلف الاشجار أو تحت قلف الاشجار أو أسفل الاحجار وغير ذلك .

رتبة كوليمبولا (ذات القضيب اللاصق)
(Order Collembola)

[Clue = Kola أى غراء ، Peg = Embolon أى وتد أو قضيب]

وتشتمل هذه الرتبة على حشرات صغيرة جدا مشهورة بذوات الذنب الزنبركى (Spring tails) وهى تتميز بالصفات العمومية الاتية :

١ ــ الاجزاء الفمية قارضة وغائرة بداخل الرأس (Entognathous) .
٢ ــ بكل من قرنى الاستشعار أربعة مفاصم ، وخلف كل قرن منها يوجد عضو خلف قرنى متميز .
٣ ــ لاتوجد عينان مركبتان بل غالبا ما توجد فى مكانها مجموعة من العيون البسيطة على كل جانب من جانبى الرأس .
٤ ــ لاتوجد بالارجل الصدرية رسوغ على الاطلاق بل ينتهى الساق مباشرة بمخلب واحد .
٥ ــ البطن مؤلفة من ستة حلقات قد تكون أحيانا ملتحمة ببعضها البعض ، وتكون الحلقة الاولى منها مزودة بأنبوبة سفلية (Ventral tube) على هيئة الممص تساعد على الالتصاق بالسطوح ، كما وتكون الحلقة البطنية الرابعة مجهزة بعضو زنبركى (Springing organ) يستعمل فى جعل الحشرة تقفز فى الهواء .
٦ ــ يندر أن توجد قصبات هوائية بل يتم التنفس عن طريق جدار الجسم .
٧ ــ أنابيب ملبيجى ليست موجودة على الاطلاق .
٨ ــ التبدل الشكلى معدوم أو طفيف جداً

والحشرات فى هذه الرتبة (شكل ١٤٥) نادرا ماتتجاوز خمسة ملليمترات طولا . وهى توجد فى كل مكان ابتداء من القطبين الى خط الاستواء . والافراد غالبا ماتوجد متجمعة معا بأعداد كبيرة فوق أو تحت سطح التربة أو بين الاعشاب أو فى المواد العضوية المتحللة أو تحت قلف الاشجار وأغماد السيقان أو بداخل عشوش النمل الابيض .

تحت صف بتريجوتا (الحشرات ذوات الاجنحة)
(Subclass Pterygota)

قسم اكسوبتريجوتا (الحشرات ذوات الاجنحة خارجية النمو)
(Division Exopterygota

رتبة افيميروبترا (ذات الاجنحة اليومية البقاء)
(Order Ephemeroptera)

[Living a day = Ephemeros أى يعيش يوما واحد ، Wing = Pteron أى جناح] .

تشمل هذه الرتبة على الحشرات المعروفة بذباب مايو (May flies) (شكل ١٤٧) والتى تتميز بالصفات العمومية التالية :

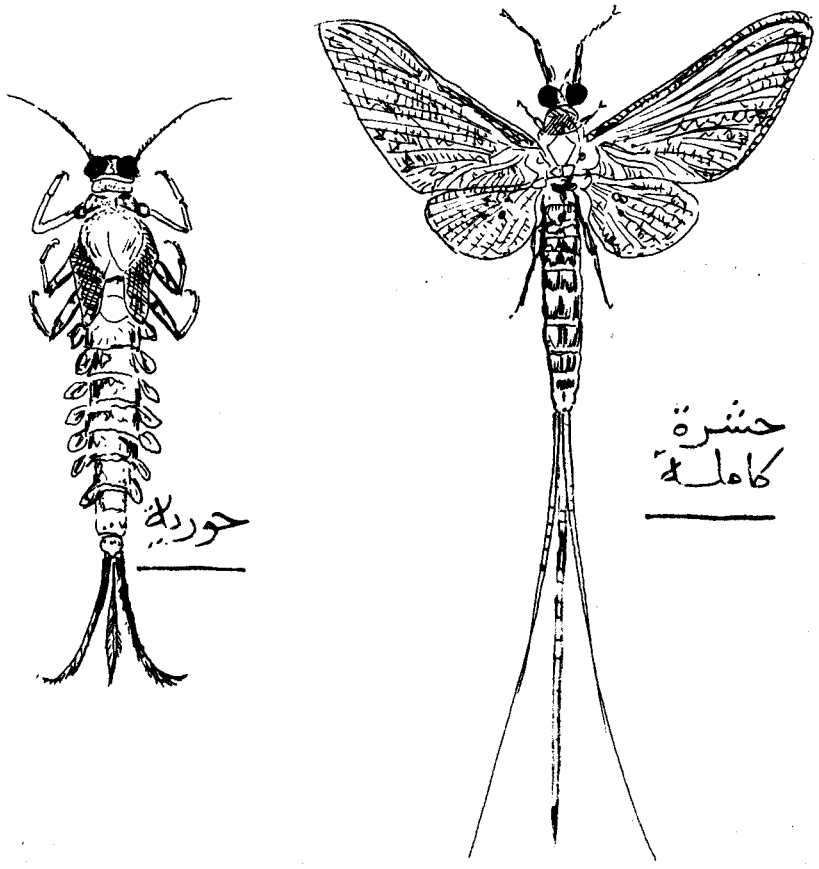
١ ــ الحشرات الكاملة رخوة الأجسام ذات عيون مركبة ضخمة وقرون استشعار قصيرة رفيعة وأجزاء فمية مضمحلة .

٢ ــ الأجنحة زوجان غشائيان رقيقان وكل جناح منها مثلث الشكل تقريباً وبه انطواءات طولية كطيات المروحة ، والزوج الخلفى من الأجنحة أصغر بكثير من الزوج الأمامى وأحياناً ضامر مضمحل .

٣ ــ القرنان الشرجيان نحيفان وطويلان جداً وعديدى المفاصم ويتوسطها عادة خيط ذنبى طويل .

٤ ــ التبدل الشكلى ناقص غير تدريجى ، فالحوريات مائية المعيشة ومزودة بخياشيم قصبية (Tracheal gills) إما صفيحية أو خيطية الشكل .

والمعروف من هذه الرتبة يبلغ نحو ١٠٠٠ نوع ليس لها أهمية اقتصادية .



شكل (١٤٧) : رتبة ذبابة ماير Ephemeroptera (ذات الأجنحة اليومية البقاء).

رتبة أودوناتا (ذات الأجزاء الفمية المسننة)

(Order Odonata)

[Odontos = Tooth أى تسنينة أو سنة]

وتعرف حشرات هذه الرتبة بالرعاشات الكبيرة أو التنينية (Dragon Flies) والرعاشات الصغيرة أو النسوية (Damsel Flies) وهى تتميز بالصفات العامة التالية :

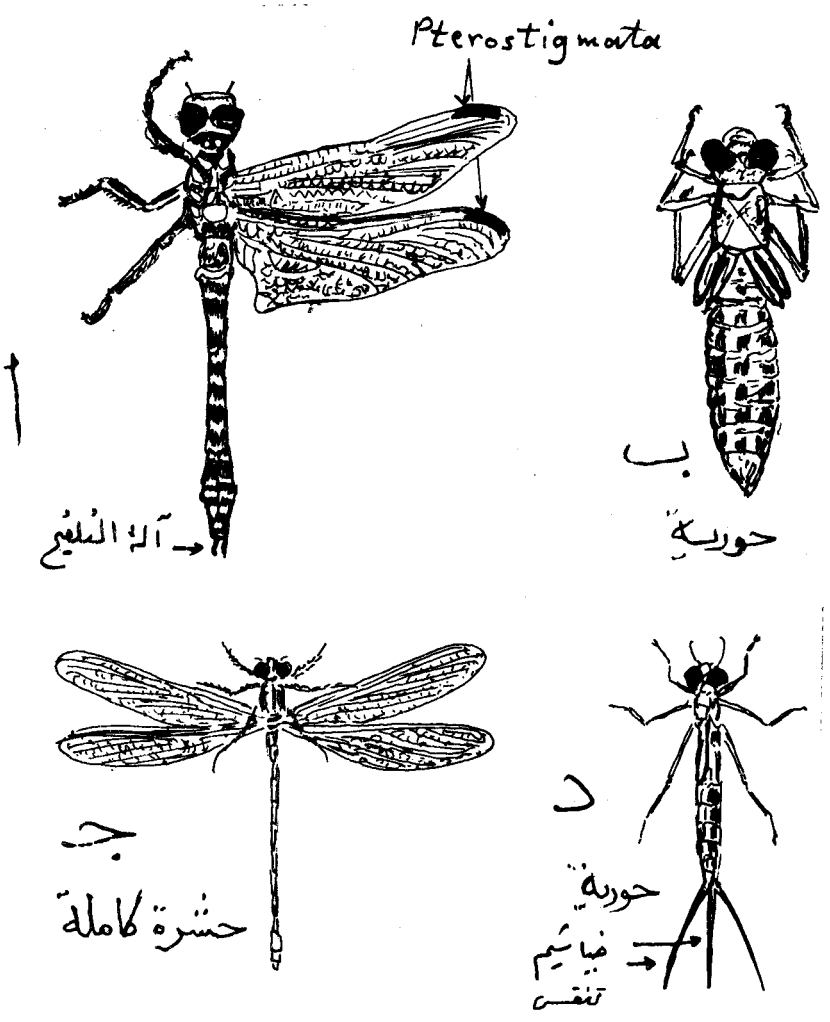
حشرات كبيرة الأحجام ذات أجسام مطاولة جداً ورؤوسها ضخمة ومزودة بعيون مركبة ضخمة وقرون استشعار صغيرة دقيقة .

٢ ــ الأجزاء الفمية قارضة متخصصة ومجهزة بأسنان قوية.
٣ ــ يوجد قرنان شرجيان صغيران وكل منهما يتكون من مفصم واحد.
٤ ــ يوجد زوجان متماثلان تقريباً من أجنحة غشائية زجاجية المظهر، ولكل جناح وصمة جناحية (Pterostigmata) سمراء وكذلك عروق عابرة كثيرة العدد.
٥ ــ التبدل الشكلى ناقص غير تدريجى، فالحوريات مائية المعيشة وتتنفس بواسطة خياشيم وبها الشفة السفلى متحورة إلى عضو قابل للامتداد يدعى القناع (Mask) وهو يستخدم فى اقتناص الفرائس.

وجميع الحشرات الكاملة لهذه الرتبة مفترسة وتلتهم حشرات من أصناف متباينة فتقتنصها أثناء طيرانها فى الهواء، ويتم الإقتناص بواسطة الأرجل المسلحة لهذا الغرض بأشواك قوية على الإفخاذ والسيقان. والصدر الأمامى صغير جداً. بينما الصدر المتوسط والصدر الخلفى ففيهما تكون الأصلاب البلورية (Pleurites) متضخمة جداً ومنحرفة بإنحدار شديد للوراء مما ترتب عليه أن أصبحت الترجات والأجنحة مدفوعة نحو الخلف بعكس الاسترنات فمتقدمة بعيداً للأمام، فنجم على أثر ذلك أن صارت الأرجل واقعة خلف الفم بقليل وهو الأمر الذى يجعلها تستطيع أن تقبض بسهولة على الفريسة. والأرجل ليست من أجل الإنتقال ورسوغها تتألف من ثلاثة مفاصم. وتعريق الأجنحة لا يستعرض أى قرابة وثيقة لتعريق أجنحة الحشرات الأخرى. والأجنحة شأنها كشأن أجنحة ذباب مايو (إفيميروبترا) ليس فى استطاعتها أن تنطوى بحيث يقع هامشها الخلفى فوق الظهر.

وتتألف البطن من عشرة حلقات بالإضافة إلى آثار من حلقة حادية عشر. والعضو الذكرى (القضيب) فريد فى كونه يقع على الجهة السفلية من الحلقة البطنية الثانية بينما الفتحة التناسلية فواقعة على الحلقة البطنية التاسعة ومنها ينقل المنى إلى القضيب، ويوجد بالأنثى غالباً آلة وضع بيض قصيرة ذات ثلاثة صمامات.

والحوريات مائية المعيشة دائماً وتسمى أيضاً حوريات الماء أو عرائس البحر (Naiads)، وهى تتغذى بإقتناص وإفتراس ما تعثر عليه هناك من حيوانات صغيرة كقشريات أو حشرات أخرى مثل يرقات الناموس أو خلافه، ولكنها كسولة بطيئة الحركة نوعاً ومزودة إلى حد ما بتلوين إحتمائى. ومن أهم خصائص هذه الحوريات تحور شفتها السفلى إلى عضو إقتناص يدعى القناع (Mask) وهو مزود بمفصلة بين مؤخر الذقن ومقدم الذقن كما ويكون مندساً بين الأرجل فى حالة عدم الاستعمال، ولكن عند القبض على ضحية فالقناع يفرد فجأة وبسرعة فائقة تقبض على الفريسة فوق أشواك الملمسين الشفويين.



شكل (١٤٨) : رتبة الرعاشات Odonata

(أ) الرعاش الكبير. (ج) الرعاش الصغير.

(ب) حورية الرعاش الكبير. (د) صورية الرعاش الصغير.

وتقسم رتبة أودوناتا إلى تحت رتبتين أساسيتين وهما زايجوبترا وأنيسوبترا وذلك كالآتى :

١ ــ تحت رتبة زايجوبترا أى متماثلات الأجنحة : (Suborder Zygoptera)

وهى تتضمن الرعاشات الصغيرة أو النسوية (Damsel flies) (شكل ١٤٨ ج ، د) ، وتتميز بكون أجسامها نحيفة جداً وبأن زوجى الأجنحة متماثلان وقواعدها ضيقة وتتخذ وضعا عمودياً فوق الجسم فى وقت الاستراحة . والحوريات فى هذه التحت رتبة (شكل ١٤٨ د) نحيفة القوام وجسمها ينتهى بثلاثة خياشيم ذنبية (Tracheal caudal gills) طويلة .

٢ ــ تحت رتبة أنيسوبترا أى مختلفات الأجنحة : (Suborder Anisoptera)

وهى تتضمن الرعاشات الكبيرة أو التنينية (Dragon flies) (شكل ١٤٨ أ ، ب) وتتميز بكون أجسامها أغلظ وأضخم وبأن الجناحين الخلفيين أعرض قاعدياً من الجناحين الأماميين وبأن زوجى الأجنحة يتخذان وضعاً أفقياً على جانبى الجسسم أثناء الاستراحة . والحوريات فى هذه التحت رتبة (شكل ١٤٧ ب) أقوى بنياناً وليس لها خياشيم ذنبية ولكن يوجد بها جهاز مكون من خياشيم قصبية (Rectal tracheal gills) بارزة فى صفوف طولية داخل فراغ القناة الهضمية الخلفية .

رتبة بليكوبترا (مطبقة الأجنحة)

(Order Plecoptera)

[Pleikein = To fold أى يطوى ، Pteron = Wing أى جناح]

وحشرات هذه الرتبة (شكل ١٤٩) تعرف بذباب الأحجار (Stoneflies) وتتميز بالصفات العامة التالية :

١ ــ الحشرات الكاملة رخوة الأجسام وبها قرون الاستشعار والقرون الشرجية طويلة خيطية الشكل .

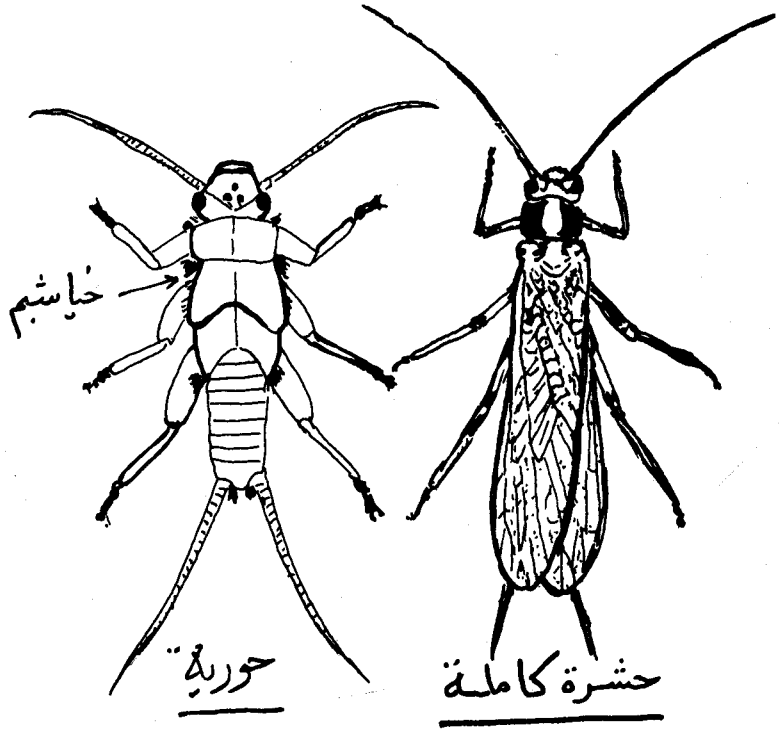
٢ ــ رسوغ الأرجل مؤلفة من ثلاثة مفاصم .

٣ ــ الأجنحة زوجان غشائيان ، ولكل من جناحى الزوج الخلفى فص خلفى أو شرجى (Anal lobe) منطوى .

٤ ــ الأجزاء الفمية معدة للقرض ، والليجيولا ذات أربعة فصوص .

٥ ــ التبدل الشكلى ناقص غير تدريجى ، فالحوريات مائية ولها خياشيم خيطية .

وتتضمن هذه الرتبة الصغيرة نحواً من ١٣٠٠ نوع ليس لها أهمية اقتصادية .



شكل (١٤٩) : رتبة بليكوبترا Plecoptera .

رتبة أورثوبترا (مستقيمة الأجنحة)

(Order Orthoptera)

[Straight = Orthos أى مستقيم ، Wing = Pteron أى جناح]

وتتضمن هذه الرتبة الحشرات المعروفة بالجراد والنطاطات (Grasshoppers, Locusts) وصراصير الغيط (Crickets) وغيرها ، وهى تتميز بالصفات العامة الآتية :

١ ــ الأجنحة زوجان ، والجناحان الأماميان متحوران إلى غطائين جلديين (Tegmina) فهما سميكان يحميان تحتهما الجناحين الخلفيين الغشائيين الكبيرين فى وقت الاستراحة وإنطباق الأجنحة فوق الجسم. والتعريق عام والعروق مستقيمة فى الجناحين إلا أنها تكون مرتبة ترتيباً شعاعياً فى الجناح خلفى.

٢ ــ الأجزاء الفمية معدة للقرض.

٣ ــ الرجلان الصدريتان الخلفيتان متحورتان عادة للقيام بوظيفة القفز ، والرسوغ دائماً تقريباً مؤلفة من ثلاثة أو أربعة مفاصم .

٤ ــ للأنثى آلة وضع بيض حسنة النمو وظاهرة فى نهاية البطن .

٥ ــ يوجد قرنان شرجيان وهما على الدوام تقريباً غير مقسمين إلى عقل .

٦ ــ غالباً ما توجد أجهزة إحداث الصوت (Stridulatory organs) لأصدار أصوات وأجهزة سمعية (Auditory organs) متخصصة .

٧ ــ التبدل الشكلى ناقص تدريجى .

ويطلق على حشرات هذه الرتبة أحياناً اسم القافزات (Saltatoria) نظراً لكونها جميعاً قادرة على القفز بدرجة صغيرة أو كبيرة ، وهى تقع فى ثلاثة مجاميع رئيسية ضخمة جداً وهى مجموعة الجراد الطويل القرون ثم مجموعة صراصير الغيط وكلاب البحر أو الحفارات (شكل ١٥٠ أ) ثم مجموعة النطاطات والجرادات قصيرات القرون (شكل ١٥١) .

رتبة فازميدا (الحشرات الشبحية أو العصوية)
(Order Phasmida)
[Phasma = Apparition أى شبح أو خيال]

وتعرف الحشرات المنتمية إلى هذه الرتبة بالحشرات العصوية والورقية (Stick - and Leaf - insects) وهى تتميز بالصفات العمومية التالية :

(١) حشرات كبيرة الأحجام وغالبًا غير مجنحة ، وفى أغلب الأحيان يكون شكلها اسطوانى مطاول وأرجلها رفيعة طويلة بحيث تصير محاكية لأغصان النباتات التى تقف فوقها (شكل ١٥٢ ا) ، ولكن فى أحيان أندر تكون أجسامها مضغوطة من أعلى إلى أسفل وورقية الشكل بحيث تصير محاكية لأوراق ما تعيش عليه من نباتات (شكل ١٥٢ ب) .

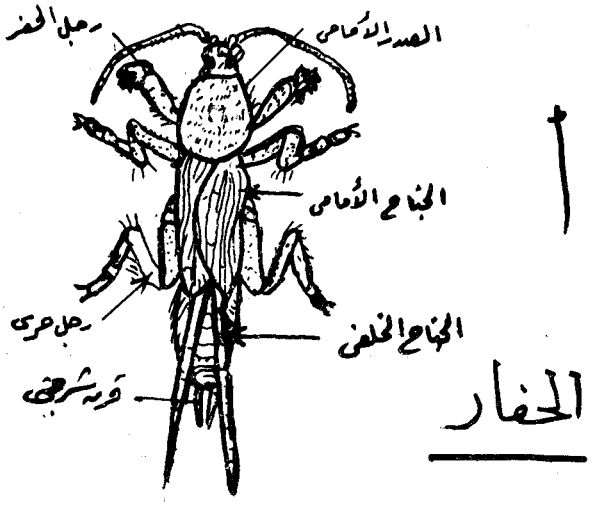
(٢) الأجزاء الفمية قارضة .

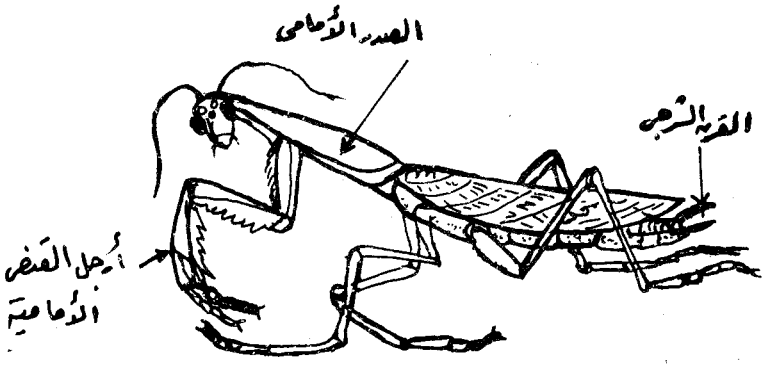
(٣) الصدر الأمامى قصير ، وجميع الأرجل مشابهة لبعضها .

(٤) يوجد قرنان شرجيان قصيران وغير مقسمين إلى مفاصم .

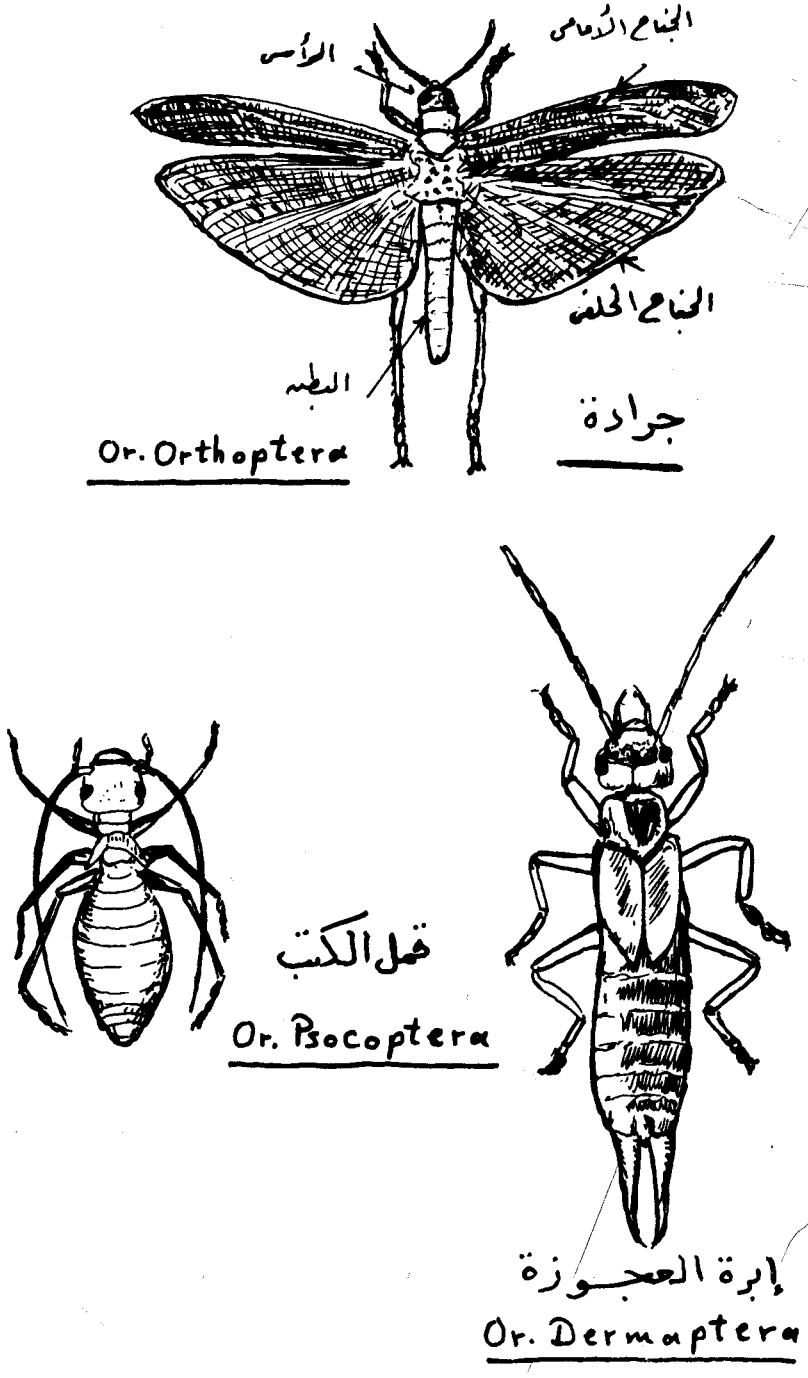
(٥) توجد آلة وضع البيض ولكنها مخبوءة فى الداخل وغير ظاهرة .

(٦) التبدل الشكلى ناقص تدريجى .

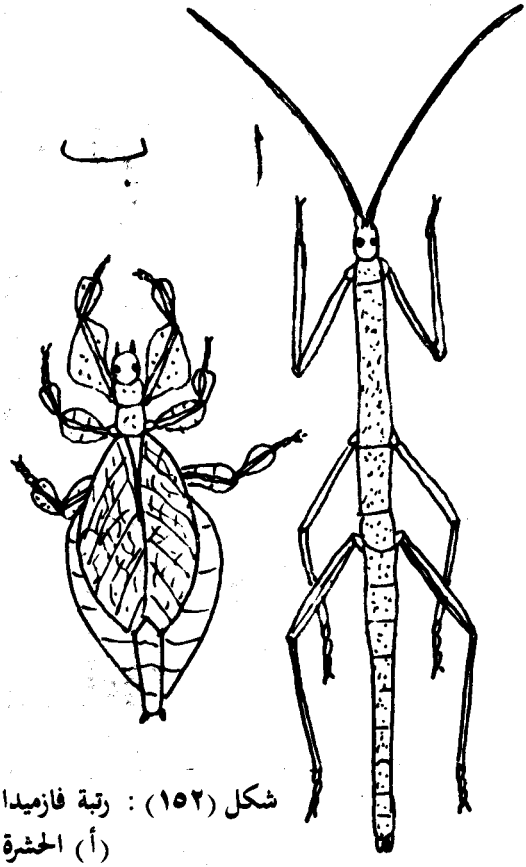




شكل (١٥٠) : (أ) الحفار (رتبة Orthoptera).
(ب) فرسة النبي (رتبة Dictyoptera).



شكل (١٥١) : بعض الرتب الحشرية.



شكل (١٥٢) : رتبة فازميدا .
(أ) الحشرة العصوية Carausius sp. .
(ب) الحشرة الورقية Phyllium sp. .

رتبة ديرمابترا (جلدية الأجنحة)

(Order Dermaptera)

[Skin = Derma أى جلد ، Wing = Pteron أى جناح]

وتشتمل هذه الرتبة على الحشرات الملقبة بداخلات الآذان (Earwigs) ، وقد اشتق هذا الاسم من الاعتقاد الخاطىء بأنها تختبىء فى أذن الإنسان ولا سيما الأطفال ولكن الواقع أنها غير ضارة مطلقًا . وهى تتميز بالصفات العامة الآتية (شكل ١٥١) :

(١) حشرات مطاولة الأجسام ولها زوجان من الأجنحة ، فالجناحين الأماميين قصيرين جلدى القوام (Tegmina) ، بينما الجناحان الخلفيان فكبيرين غشائيين

وينطويان إنطواء مروحيًا فى وقت الراحة بحيث يصيران محميين جزئيًا تحت الجناحين الأماميين الجلديين .

(٢) الأجزاء الفمية قارضة ، والليجيولا مكونة من فصين .

(٣) بمؤخرة البطن زوج من قرون شرجية غير مقسمة لحلقات ومتحورة إلى ملقطين قرنيين (Horny Forceps) .

(٤) التبدل الشكلى ناقص تدريجى .

ويبلغ ما عرف من أنواع هذه الرتبة نحو ٩٠٠ نوع كلها عديمة الأهمية .

رتبة إمبيوبترا (إمبياوية الأجنحة)

(Order Embioptera)

[أى إمبياوى وذلك نسبة إلى جنس إمبيا (Embia) ، Wing = Pteron أى جناح]

وتعرف حشرات هذه الرتبة باسم غازلات النسيج العنكبوتى (Web-spinners) (شكل ١٥٣) وهى تتميز بالصفات العامة التالية :

(١) حشرات مطاولة رخوة الاجسام وتعيش فى أنفاق حريرية كنسيج العنكبوت .

(٢) يوجد من الاجنحة زوجان جميعها متساوية الاحجام وطويلة دخانية اللون وتحتوى على اشارات عن اضمحلال بالتعريق .

(٣) الاجزاء الفمية قارضة ، والليجيولا ذات أربعة فصوص .

(٤) رسوغ الارجل مؤلفة من ثلاثة مفاصم ، والمفصم الأول من رسغ كل من الرجلين الاماميتين متضخم للغاية .

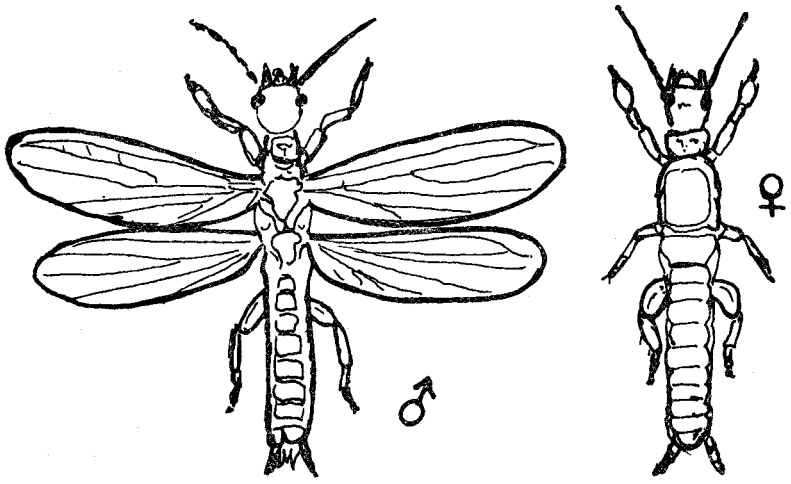
(٥) يوجد قرنان شرجيان متألف كل منهما من مفصمين . وفى الذكر غالبا ما يكون القرنان الشرجيان غير متماثلين .

(٦) الاناث غير مجنحة .

(٧) التبدل الشكلى ناقص تدريجى .

وهذه الرتبة الصغيرة تعيش حشراتها بداخل أنفاق حريرية منسوجة تحت الاحجار أو أسفل قلف الاشجار السائب ، وهى حشرات تجمعية (Gregarious) إذ تسكن أفراد عديدة منها ومعها حورياتها وبيضاتها فى نفس النفق الواحد . ويفرز حرير النسيج من غدد عديدة كائنة بالعقلة الاولى المتضخمة من رسغ كل من الرجلين الاماميتين ، ومن

كل غدة تخرج قناة صغيرة (Ducteola) تفتح سفليا عند قمة شوكة مقابلة. وتوجد تلك الغدد المذكورة فى أفراد من كل من الجنسين (الذكور والاناث) ومن جميع الأعمار.



شكل (١٥٣) : رتبة امبيوبترا **Embioptera**.

رتبة ديكتيوبترا (مشبكة الاجنحة)

(Drder Dictyoptera)

[Dictyon = Network أى هيئة شبكية ، Pteron = Wing أى جناح]

تشتمل هذه الرتبة على الحشرات المعروفة بالصراصير (Cockroaches) (شكل ١٥٤) وأفراس النبى (Mantids)(شكل ١٥٠ ب) ، وهى تتميز بالصفات العمومية التالية :

(١) قرون الاستشعار دائمًا تقريبًا خيطية الشكل أو شعرية كثيرة المفاصم .

(٢) الأجزاء الفمية معدة للقرض .

(٣) الأرجل متشابهة لبعضها البعض أى أرجل جرى أو أن الرجلين الأماميتين محورتان للقنص والصيد (Raptorial) ، والرسوغ مؤلفة من خمسة مفاصم .

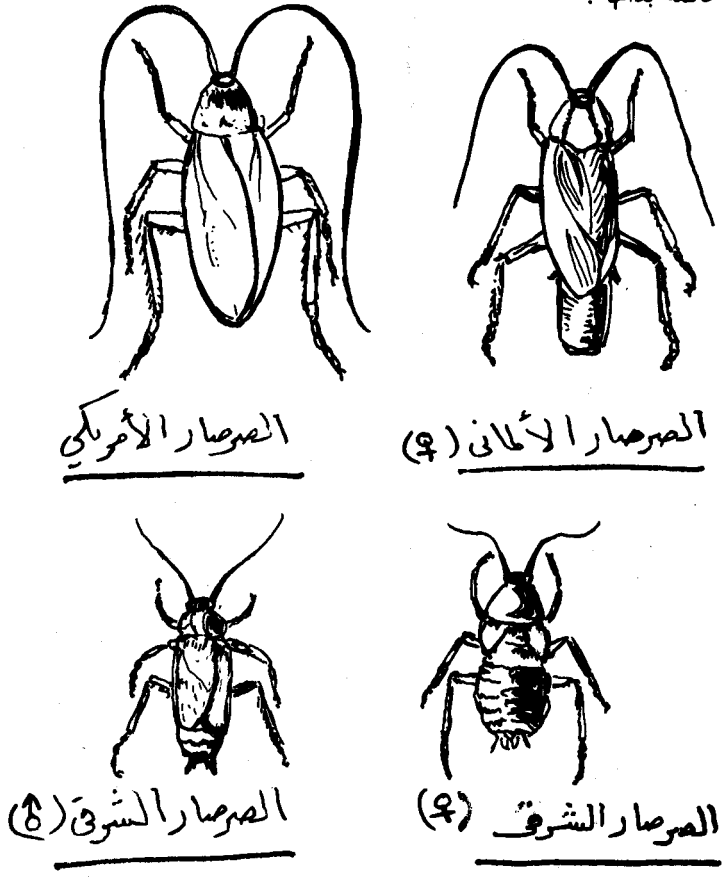
(٤) يوجد من الأجنحة زوجان ، فالجناحين الأماميين متغلظين سميكين ومتحورين إلى جناحين جلديين(Tegmina) وبكل منهما يكون العرق الضلعى منطبقًا على الحافة الأمامية للجناح .

(٥) يوجد قرنان شرجيان قصيران ولكنهما كثيرى المفاصم .

(٦) آلة وضع البيض مختزلة ومخبوءة بداخل الجسم ، والبيضات ترص بداخل كيس بيض (Ootheca) .

(٧) التبدل الشكلى ناقص تدريجى .

وكثيرًا ما كانت حشرات هذه الرتبة توضع مع حشرات رتبتى أورثوبترا وفازميدا فى رتبة واحدة شاملة ، إلا أن الفروقات المميزة الموضحة أعلاه تستأهل وضعها فى رتبة مستقلة قائمة بذاتها .



شكل (١٥٤) : رتبة ديكتيوبترا (الصراصير) .

رتبة أيسوبترا (متساوية ارجنحة)

(Order Isoptera)

[Equal = Isos أى متساو ، Wing = Pteron أى جناح]

تعرف حشرات هذه الرتبة بالنمل الأبيض (White ants) أو قراضات الخشب الأرضية (Termies) ، إلا أن تسميتها بالنمل الأبيض لا تبرر فى الواقع أى علاقة مطلقًا بالنمل العادى الحقيقى الذى يتبع رتبة غشائية الاجنحة فالفروقات بينهما عديدة واضحة . وهى تتميز بالصفات العامة التالية :

(١) حشرات اجتماعية (Social insects) تعيش فى مستعمرات ضخمة وأجسامها رخوة وعادة باهتة اللون .

(٢) الأجزاء الفمية معدة للقرض ، والليجيولا ذات أربعة فصوص .

(٣) القرنان الشرجيان قصيران جدًا .

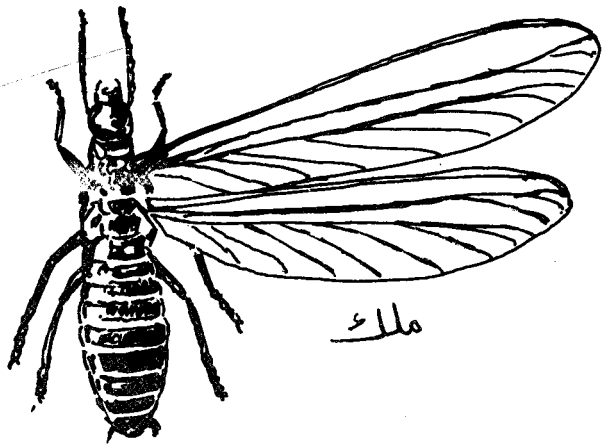
(٤) الحشرات إما ذات زوجين من أجنحة مطاولة متشابهة وسرعان ما تنقصف من عند قواعدها وتسقط ، أو بدون أجنحة بالمرة .

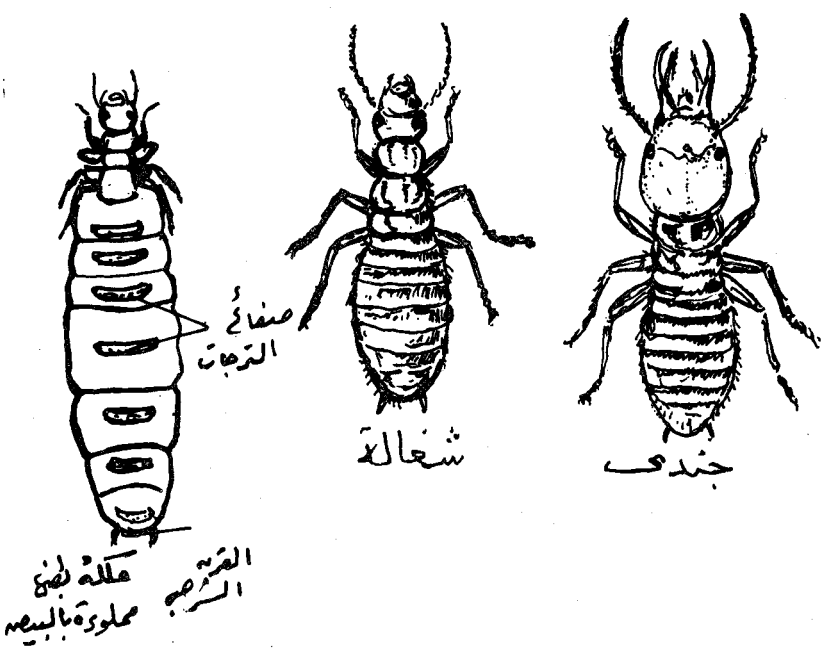
(٥) الاشكال المجنحة هى ملكات (إناث خصبة) وملوك (ذكور خصبة) ولها عيون ، والأشكال الغير مجنحة إما لديها عيون أثرية أو لا عيون لها إطلاقًا ويوجد منها أساسيًا طرازان ، الطراز الأول هو الجنود (ذكور وإناث عقيمة) أو العساكر (Soliders) وهى إما ذات رؤوس وفكوك ضخمة أو ذات منقار مدبب بالرأس ، والطراز الثانى هو الشغالات (ذكور وإناث عقيمة) (Workers) التى لها رؤوس وفكوك اعتيادية الاحجام .

(٦) التبدل الشكلى ناقص تدريجى .

والحشرات المنتمية إلى هذه الرتبة (شكل ١٥٥) تعد من حيث الناحية التركيبية وثيقة القرابة لصراصير فصيلة بلاتيدى . وجميع أنواع النمل الأبيض إجتماعية ومتعددة الأشكال (Polymorphic)وتعيش على صورة مستعمرات راقية التنظيم فى عشوش أو مساكن خاصة تدعى تيرميتاريا (Termitaria) وهى تبنى تحت سطح الأرض أو فوقه أو بداخل الأخشاب ، فالأنواع البدائية تعيش فى أنفاق محفورة بداخل الخشب فقط (حيًا كان أم ميتًا) ، بينما أنواع أخرى فتنشىء عشوشًا مخصوصة كبيرة الاحجام غالبًا ومكونة من سراديب وحجرات مقامة من تراب وخشب مخلوطين باللعاب وبفضلات المادة البرازية ، وقد تبنى هذه العشوش تحت سطح الأرض فقط أو يكون لها أيضًا جزء

بارز بوضوح فوق سطح الأرض إما على شكل أكوام أو روابى صغيرة أو على هيئة تلال عالية قد يصل إرتفاعها إلى بضعة أمتار كما فى بعض الأنواع الاستوائية .





شكل (١٥٥) : رتبة متساوية الأجنحة Isoptera (أفراد مستعمرة النمل الأبيض).

رتبة زورابترا (الحشرات الرائقة غائبة الأجنحة)

(Order Zoraptera)

[Pure = Zoros أى رائق أو نقى ، Wingless = Apteros أى بدون أجنحة]

وتتميز هذه الرتبة بالصفات العمومية الآتية (شكل ١٥٦) :

(١) حشرات دقيقة الأجسام إما مجنحة أو غير مجنحة وقرون إستشعارها عقدية مؤلفة من تسعة مفاصم .

(٢) الأجزاء الفمية معدة للقرض ، وبها الفكان السفليان اعتياديين ، وكل من الملمسين الشفويين يتألف من ثلاثة عقل .

(٣) الصدر حلقاته الثلاثة متساوية الأحجام تقريبًا،إذ أن الحلقة الصدرية الأمامية نامية إلى حجم كل من الحلقتين الأخريين .

(٤) الأجنحة إن وجدت فتكون عبارة عن زوجين غشائيين وفيهما التعريق متخصص للغاية بالنقصان الشديد فى عدد العروق ، ويمكن لهذه الأجنحة أن تنتزع (تنقصف) عن طريق حزوز قاعدية (Basal fractures) .

(٥) رسوغ الأرجل متألف كل منهما من مفصمين .

(٦) يوجد قرنان شرجيان قصيران جدًا وكل منهما متكون من عقلة واحدة .

(٧) لا توجد بالأنثى آلة وضع بيض ، ولكن بالذكر توجد آلة سفاد متخصصة وأحيانًا غير متماثلة الجانبين .

(٨) التبدل الشكلى ناقص التدريج .

رتبة سوكوبترا (Order Psocoptera)

[Psocoوذلك نسبة إلى جنس سوكس (Psocus) ، Wing = Pteron أى جناح]

وتعرف حشرات هذه الرتبة بقمل الكتب وأقربائه (Book - lice & Allies) **وهى تتميز بالصفات الآتية (شكل ١٥١) :**

(١) حشرات صغيرة جدًا رخوة الأجسام إما مجنحة أو غير مجنحة ، وقرون استشعارها خيطية طويلة ذات ١٢ ــ ٥٠ عقلة ، وهناك بالرأس درز جمجمى علوى (Epicranial suture) واضح ودرقة خلفية (Post - clypeus) متضخمة .

(٢) الأجزاء الفمية قارضة ولكن متحورة ، فالفك السفلى به اللاسينيا عصوية وغائرة جزئيًا بداخل محفظة الرأس ، كما وأن كل من الملمسين الشفويين صغير للغاية ومؤلف من عقلة أو عقلتين .

(٣) الحلقة الصدرية الأولى صغيرة الحجم بالنسبة للحلقتين الصدريتين التاليتين .

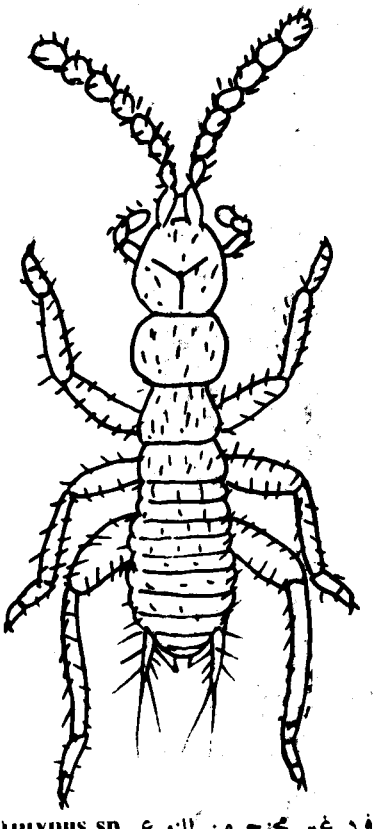
(٤) رسوغ الأرجل مؤلفة من مفصمين أو ثلاثة مفاصم .

(٥) فى الأفراد المجنحة يوجد زوجان من الأجنحة الغشائية وبكل من الجناحين الأماميين وصمة جناحية (Pterostigma) ، والتعريق فى تلك الأجنحة مضمحل ونادرًا ما توجد عروق عابرة .

(٦) لا يوجد قرنان شرجيان إطلاقًا .

(٧) التبدل الشكلى ناقص تدريجى .

والحشرات المنتمية إلى هذه الرتبة حشرات صغيرة الأحجام واسعة الإنتشار فى العالم كله ، وأهميتها الإقتصادية ضئيلة جدًا .



شكل (١٥٦) : فرد غير مجنح من النوع Zorotypus sp. من رتبة زوزرابترا .

رتبة ماللوفاجا (آكلات الشعر)

(Order Mallophaga)

[Hair = Mallos أى الشعر ، To eat = Phagein أى يأكل]

وتعرف حشرات هذه الرتبة بالقمل الطيرى أو القارض (Biting or Bird lice) الذى يعيش على الطيور والقطط والكلاب وغيرها من الحيوانات ، وهى تتميز بالصفات العامة التالية (شكل ١٥٧) :

(١) حشرات صغيرة غير مجنحة وتعيش أثناء جميع مراحل نموها كطفيليات خارجية غالبًا على الطيور وأحيانًا على الثدييات وتتغذى بقرض شظايا من الريش أو الشعر وغير ذلك من المواد التى ينتجها جلد الحيوان العائل .

(٢) العيون المركبة مختزلة ، ولا توجد عيون بسيطة ، وقرون الاستشعار مؤلفة من ٣ إلى ٥ عقل .

(٣) الأجزاء الفمية من نوع قارض متحور ، والملمسان الفكيان إما غائبان بالمرة أو موجودان ومؤلف كل منهما من أربعة مفاصم ، الليجيولا إما غير مقسمة أو منقسمة إلى فصين ، والملمسان الشفويان أثريان .

(٤) الحلقة الصدرية الأولى طليقة الحركة ، والحلقة الصدرية الثانية غالبًا ما تكون منفصلة إنفصالاً غير تام عن الحلقة الصدرية الثالثة .

(٥) رسوغ الأرجل مكونة من عقل أو عقلتين ومنتهية بمخلب واحد أو مخلبين .

(٦) الثغور التنفسية الصدرية سفلية الوضع .

(٧) لا يوجد قرنان شرجيان .

(٨) التبدل الشكلى طفيف وناقص تدريجى ، فالبيضات تفقس إلى حوريات شديدة الشبه بالحشرات الكاملة .

رتبة سايفانكيولاتا (ذات الأنبوبة الماصة)

(Order Siphunculata)

[Little tube = Siphunculus أى أنبوب أو مصاص صغير]

وتعرف حشرات هذه الرتبة بالقمل المصاص (Sucking lice) ، وهى تتميز بالصفات العامة التالية (شكل ١٥٨) :

---

(١) حشرات صغيرة أجسامها مبططة من أعلى إلى أسفل وغير مجنحة وتعيش أثناء

جميع مراحل نموها كطفيليات خارجية على الثدييات وتتغذى منها بامتصاص دمها.

(٢) العيون المركبه إما موجودة بحالة مختزلة أو غائبة بالمرة، ولا توجد عيون بسيطة، وقرون الاستشعار ذات ٣ إلى ٥ مفاصم.

(٣) الأجزاء الفمية معدة لأجل الثقب والمص ولكنها شديدة التحور وتكون منسحبة بداخل الرأس فى وقت عدم إستخدامها.

(٤) الحلقات الصدرية الثلاثة ملتحمة ببعضها.

(٥) رسوخ الأرجل مؤلفة من علقة واحدة منتهية بمخلب واحد.

(٦) الثغور التنفسية الصدرية ظهرية الوضع.

(٧) لا يوجد قرنان شرجيان.

(٨) التبدل الشكلى طفيف وناقص التدريج، فالحوريات الفاقسة من البيضات تكاد لا تفترق شكلاً عن أبويها.

رتبة هيميبترا (نصفية الأجنحة)
(Order Hemiptera)

[Half = Hemi أى نصف ، Wing = Pteron أى جناح]

وتحتوى هذه الرتبة على الحشرات المعروفة بالبق النباتى (Plant bugs) وهى

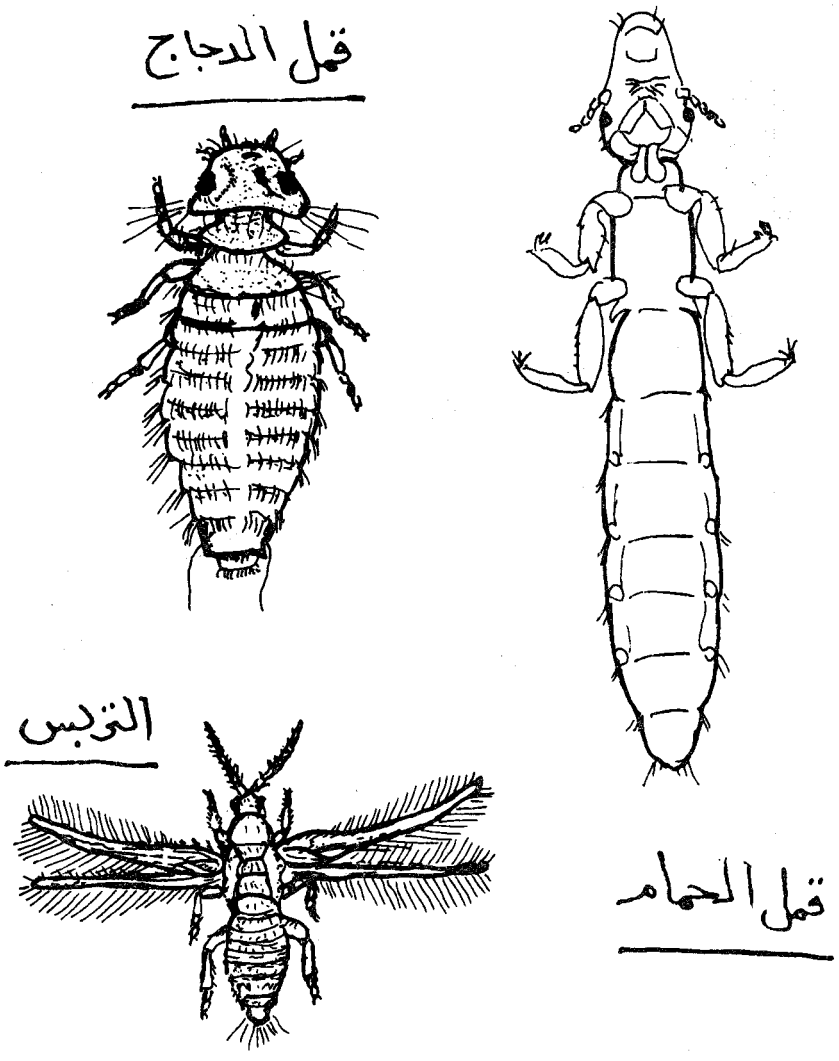
تتميز بالصفات العامة الآتية (شكل ١٥٩) :

(١) الجناحان الأماميان متحوران فى العادة إلى جناح نصف غمدى (Hemelytra)، وعند الاستراحة ينطبق هذان الجناحان على بعضهما فى شكل حرف × مع انبطاحهما أفقيًا فوق البطن .

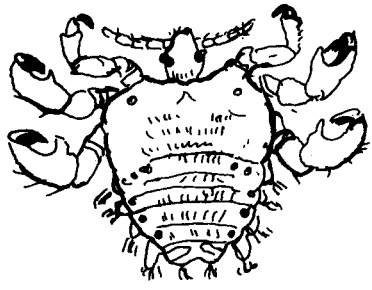
(٢) كما وتكون قاعدة الشفة السفلى مفصولة عن حرقفتى الرجلين الأماميتين بواسطة منطقة متصلبة من جدار محفظة الرأس .

(٣) التطور ناقص تدريجى .

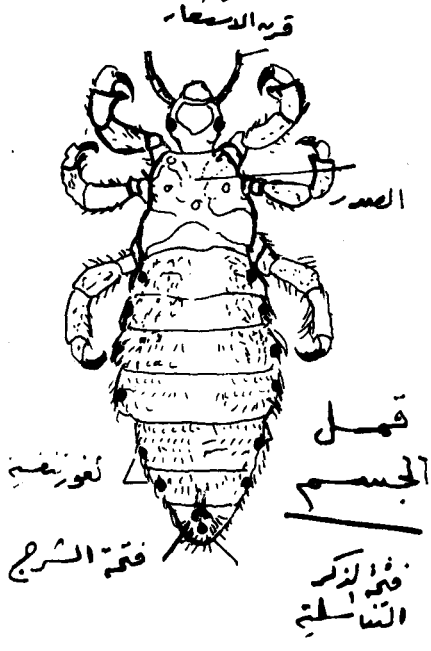
وأغلبية أنواع الحشرات المنتمية إلى هذه الرتبة تتغذى على عصارة نباتات وكثير منها ضار بالمحاصيل المنزرعة بمختلف بقاع العالم .



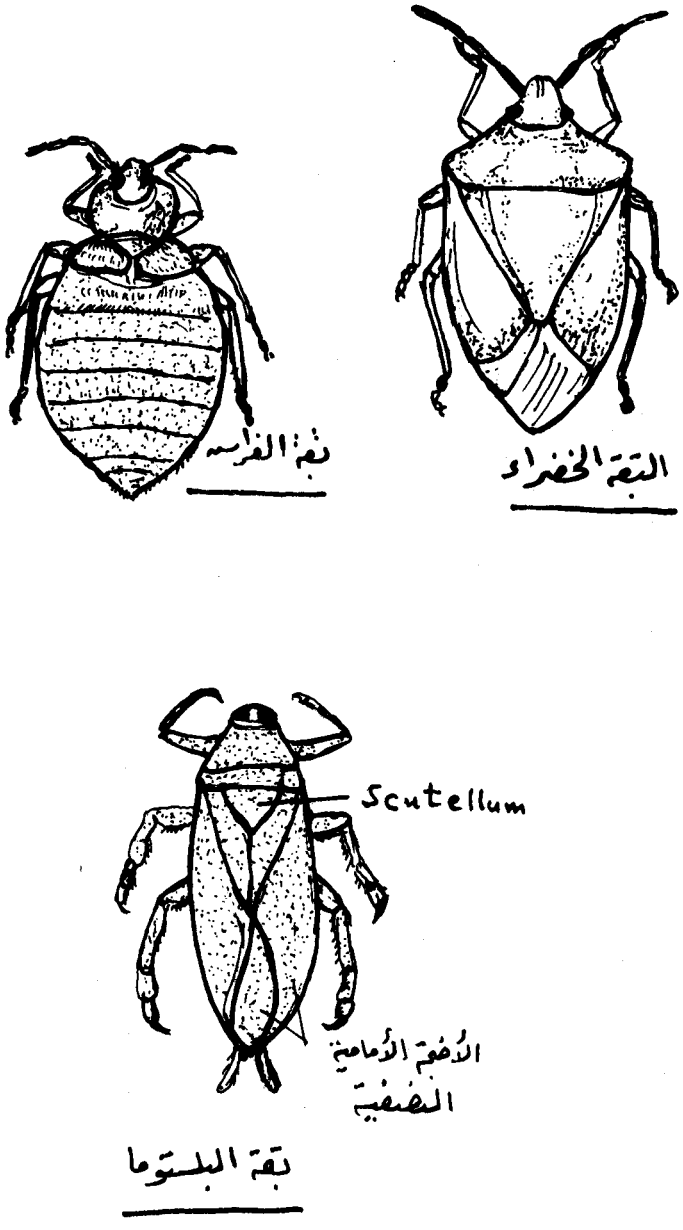
شكل (١٥٧) : بعض الرتب الحشرية.



قمل المعانة



شكل (١٥٨) : رتبة القمل الماص **Anoplura** .



شكل (١٥٩) : رتبة نصفية الأجنحة **Hemiptera** .

رتبة هومبترا (متشابهة الأجنحة)
(Order Homoptera)

تتميز أفراد الرتبة (شكل ١٦٠) بالصفات التالية :

(١) كل من الجناحين الأماميين إما جلديًا أو غشائيًا ولكنه متجانس القوام وعند الاستراحة يطوى هذان الجناحان بحيث يصنعان هيئة السقف (الجمالون) فوق ظهر الجسم .

(٢) الشفة السفلى تخرج بعيدًا للوراء من على الرأس أو حتى من بين حرقفتى الرجلين الأماميتين .

(٣) التطور ناقص تدريجى وفيه يكون كاملاً أحيانًا كما فى ذكور الحشرات القشرية والبق الدقيقى .

ومن الخصائص المميزة لحياة حشرات رتبة هوموبترا ثلاثة طبائع هامة وهى :

(١) القيام بقذف مادة سكرية تدعى الندوة العسلية (Honey-dew) وذلك عن طريق الفتحة الشرجية وهو أمر ملحوظ على الأخص فى أنواع المن.

(٢) القيام غالبًا بإخراج شمع إما فى هيئة دقيقة أو كخيوط .

(٣) إحتواء البطن على نسيج مخصوص يدعى الميسيتوم (Mycetome) وهو يأوى كائنات دقيقة يرجح بأن وظيفتها هى تبادل المنفعة مع الحشرات .

رتبة ثايزانوبترا (هدبية الأجنحة)
(Order Thysanoptera)

[Thsanos = Fringe أى شرشوبة الأهداب ، Pteron = Wing أى جناح]

وتشتمل هذه الرتبة على الحشرات الملقبة باسم التربس (Thrips) وهى تتميز بالصفات العامة التالية (شكل ١٥٧) :

(١) حشرات دقيقة الأحجام نحيفة القوام ولها قرون استشعار مؤلفة من ٦ إلى ٩ مفاصم .

(٢) الأجزاء الفمية ثاقبة ماصة رمحية الشكل ومكيفة للكحت (Rasping) ، وغالبًا ما تكون غير متماثلة فى جهتيها اليمنى واليسرى .

(٣) يوجد زوجان متشابهان من أجنحة مطاولة شديدة الاستضافة وهوامشها مزودة بشرشوبة من أهداب طويلة ، والتعريق فيها مضمحل ، وفى حالة عدم الطيران توضع الاجنحة على الظهر موازية لبعضها وموازية لسطح الجسم .

(٤) رسوغ الأرجل قصيرة جدًا وتنتهى بحويصلة (Vesicle) وليس بمخلب .
(٥) لا يوجد قرنان شرجيان .
(٦) التبدل الشكلى ناقص تدريجى ولكن توجد فى دورة حياة الفرد مبادىء من طور عذرائى .

وحشرات هذه الرتبة تؤم كثيرًا من أنواع النباتات كما وتوجد فى الخشب المتحلل ومع الفطريات وغير ذلك . ونادرًا ما تزيد هذه الحشرات عن أربعة ملليمترات فى الطول إلا أن أعداد الأفراد وافرة الكثرة . ونظرًا لكونها تمتص العصارة النباتية بشراهة فإن كثيرًا منها تعد أعداء ضارة للمحاصيل الزراعية ولأشجار الفاكهة ونباتات الزينة .

ولقد قسمت رتبة ثايزانوبترا إلى تحت رتبتين هما تيريبرانشيا وتيوبيوليفرا وذلك كالآتى :
١ ــ تحت رتبة تيربر انشيا (Suborder Terebrantia) : وفيها يوجد للإناث آلة وضع بيض منشارية يوضع البيض بواسطتها فى داخل الأنسجة النباتية ، كما وتكون القمة القاصية للبطن مخروطية فى الأنثى ومستديرة فجائيًا فى الذكر ، ويوجد بالجناحين الأماميين على الأقل عرق طولى واحد واصل لغاية الحافة الخارجية .
٢ ــ تحت رتبة تيوبيوليفرا (Suborder Tubulifera) : وفيها لا توجد بالإناث آلة وضع بيض ولذا فالبيض يوضع فوق أجزاء النباتات ، كما وتكون القمة القاصية للبطن أنبوبية الشكل ومقطوشة بغتة فى كل من الذكر والأنثى والتعريق بالجناحين الأماميين يكاد يكون معدمًا .

قسم إندوبتريجوتا (الحشرات ذات الأجنحة الداخلية النمو)
Division: Endopterygota

رتبة نيوروبترا (معصبة أو شبكية الأجنحة)
(Order Neuroptera)

[Neuron = nerve A أى عصب ، Pteron = Wing أى جناح]

وتشتمل هذه الرتبة الحشرات الملقبة بالذباب الرومى (Alder flies) والذباب الثعبانى (Snake Flies) والحشرات الدنتلية الأجنحة (Lace Wings) وأسود المن (Aphid lions) وأسود النمل (Ant lions) وغيرها وهى تتميز بالصفات العامة الآتية (شكل ١٦١) :
(١) حشرات صغيرة إلى كبيرة ذات أجسام رخوة وقرون الاستشعار فيها جيدة النمو .

(٢) الأجزاء الفمية معدة للقرض ، والملامس الشفوية مؤلفة من ثلاثة حلقات بينما الملامس الفكية فلها خمسة حلقات .

(٣) يوجد زوجان من أجنحة غشائية لا تحتوى على فصوص خلفية (شرجية) والتعريق فيها عادة يتضمن فروعًا إضافية كثيرة وعريقات ضلعية (Costal Veinlets) عديدة وعروقًا عرضية وفيرة مما يجعل التعريق يبدو كالشبكة كما ويكون العرق ك ق (Rs) فى العادة متشعبًا تشعبًا مشطيًا ، وفى حالة عدم الطيران توضع الأجنحة على الجسم مائلة فوق الظهر على هيئة جمالون .

(٤) الرسغ فى الأرجل مؤلف من خمسة عقل .

(٥) لا يوجد قرنان شرجيان .

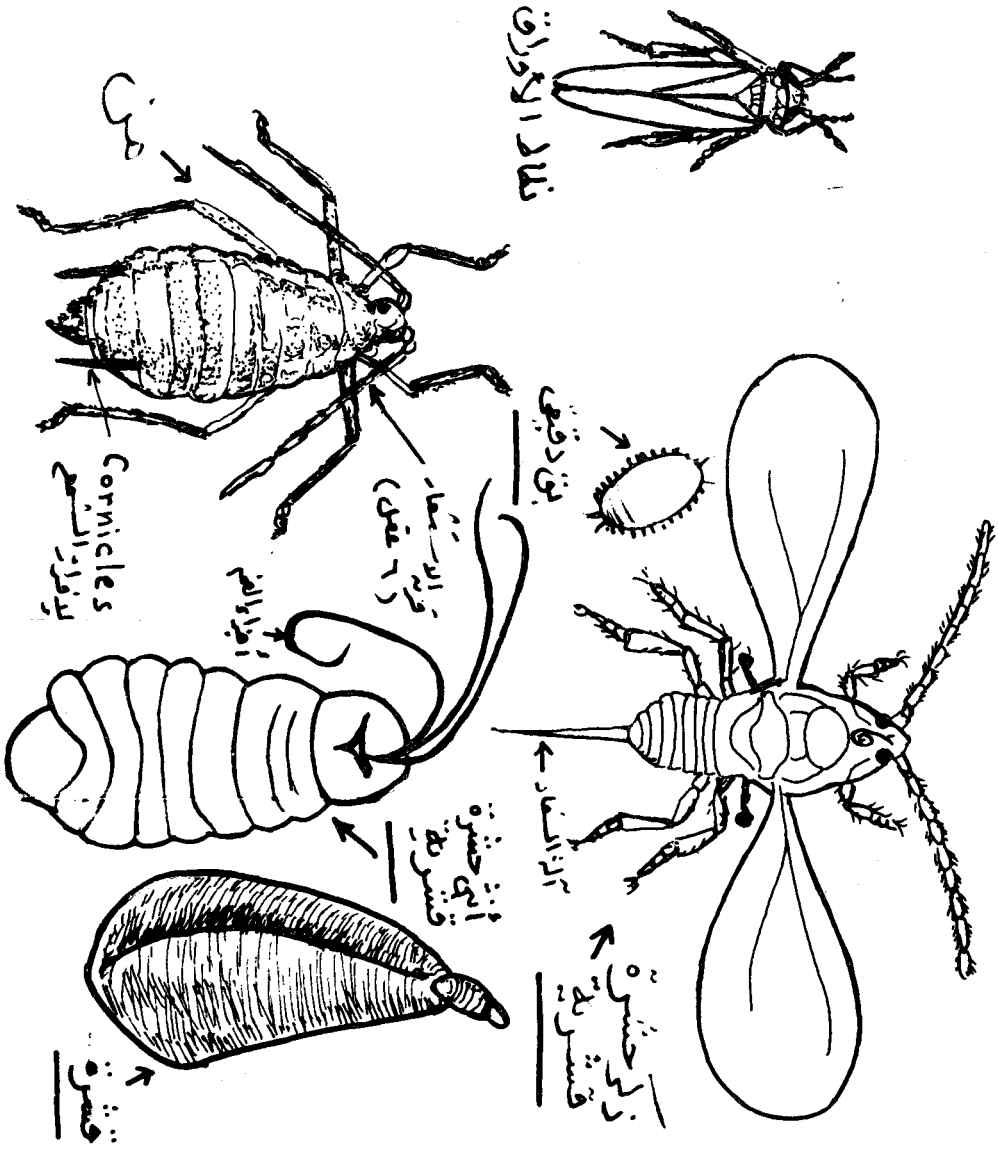
(٦) التبدل الشكلى تام أو كامل ، واليرقات كامبودية الشكل (Campodie form) وأجزاؤها الفمية قارضة أو ماصة ، وهى مفترسة وتعيش إما فى الماء أو على الأرض .

ولقد قسمت رتبة نيروبترا إلى تحت رتبتين وهما ميجالوبترا وبلانيبينيا وذلك كالآتى :

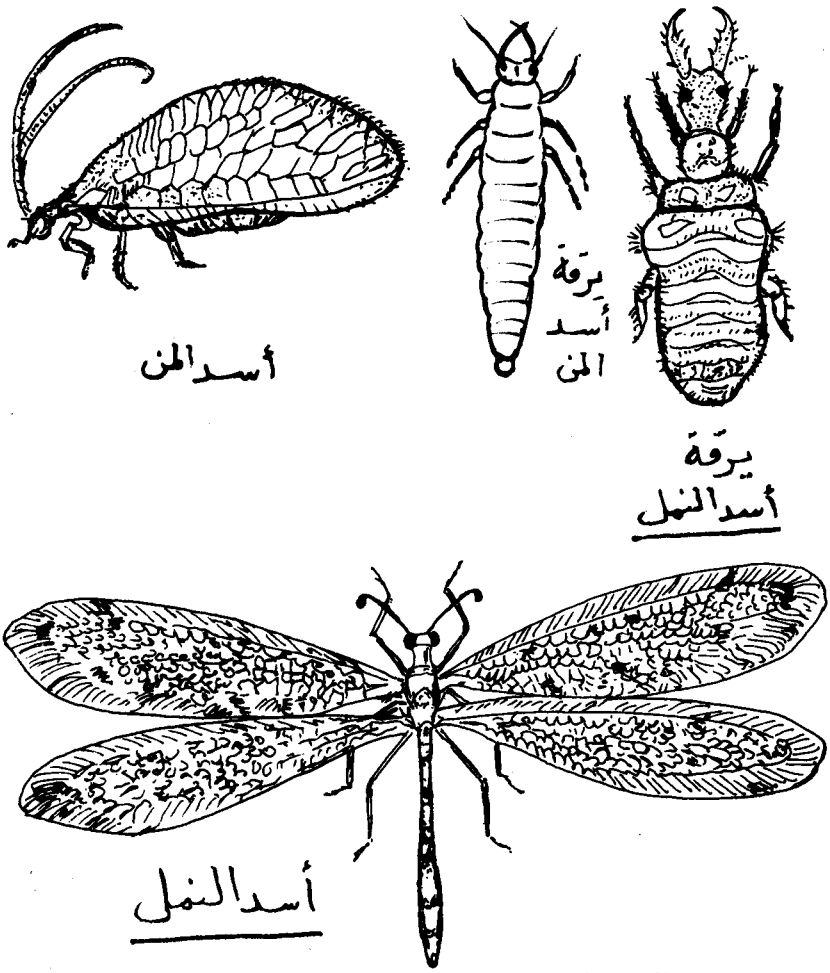
١ ــ تحت رتبة ميجالوبترا (Suborder Megaloptera) : وفيها يكون التعريق أكثر بدائية مع وجود عروق إضافية أقل ، كما ويكون تمشط (تفرع) العرق ك ق (Rs) عادةً غير موجود ، وليرقاتها أجزاء فمية قارضة .

٢ ــ تحت رتبة بلانيبينيا (Suborder Planipennia) : وهى تشتمل على غالبية أنواع رتبة نيروبترا . وفيها يتميز التعريق بكون العرق ك ق (Rs) مشطيًا وبكثرة تكوين تفريع ثانوى وخاصة على هيئة تشعبات ثنائية بالقرب من هوامش الأجنحة . واليرقات إما توجد على النباتات الخضراء أو فى التربة أو تعيش فى الماء ، وجميعها تمتلك أجزاء فمية ثاقبة إمتصاصية بارزة موحدة التصميم الأساسى فالفكين العلويين والفكين السفليين متآزرة وتحصر داخلها قناة مص أخدودية الشكل تشفط خلالها السوائل الجسمية للضحية . كما وأن ستة من أنابيب ملبيجى الثمانية قد صارت غددًا حريرية بواسطتها تنسج اليرقات شرانقها عن طريق غازلة شرجية (Anal spinneret) . وكما فى تحت رتبة ميجالوبترا فتكون العذارى بدائية والحشرة الكاملة الفنارية (Pharate adult) تكون قادرة على المشى أو التسلق قبل أن تنبثق منها الحشرة الكاملة .

وأفراد رتبة نيوروبترا منتشرة فى الأنحاء المختلفة من العالم ، والكثير منها هام من وجهة المكافحة الحيوية إذ تفترس يرقاته حشرات ضارة رخوة الأجسام كالمن والحشرات القشرية والتربس والنمل ، وبعضها أيضًا يتغذى على المواد العسلية التى تفرزها النباتات أو تفرزها بعض الحشرات من رتبة هومبترا .



شكل (١٦٠) : رتبة متشابهة الأجنحة **Homoptera** .



شكل (١٦١) : رتبة شبكية الأجنحة Neuroptera .

رتبة ميكوبترا (طويلة الأجنحة)

(Order Mecoptera)

[Length = Mekos أى الطول ، Wing = Pteron أى جناح]

وتعرف حشرات هذه الرتبة بالذباب العقربى (Scorpion flies) ، وهى تتميز بالصفات العامة التالية (شكل ١٦٢) :

(١) حشرات رخوة الأجسام ولرؤوسها إمتداد على شكل المنقار ، والأجزاء الفمية معدة للقرض .

(٢) يوجد زوجان من أجنحة طويلة متماثلة وتعريقها بدائى والعريقات الضلعية قليلة .
(٣) يوجد قرنان شرجيان قصيران .
(٤) التبدل الشكلى تام ، واليرقات إما صدرية الأرجل (Oligopod) والعذارى تحمى بداخل حجرات ترابية .

وتوجد حشرات هذه الرتبة فى جميع أنحاء العالم وليس لها أهمية اقتصادية تذكر . وتتميز الحشرات المنتمية إليها بالرأس ذات المنقار وبالأجنحة الملطخة بالبقع وبآلة السفاد البارزة فى الذكور . وهى تفترق عن رتبة نيوربترا فى كون العريقات الضلعية (Costal veinlets) عددها قليل وفى تشعب العرق ك ق (Rs) تشعبًا ثنائيًا وفى عدم إنقسام ز ١ (Cu1) واعتياد الذكور على رفع نهاية بطنها ملوية إلى أعلى قد جعل لقب الذباب العقربى يطلق على أنواع جنس بانوربا (Panorpa) (شكل ١٦٢) وأقربائه .

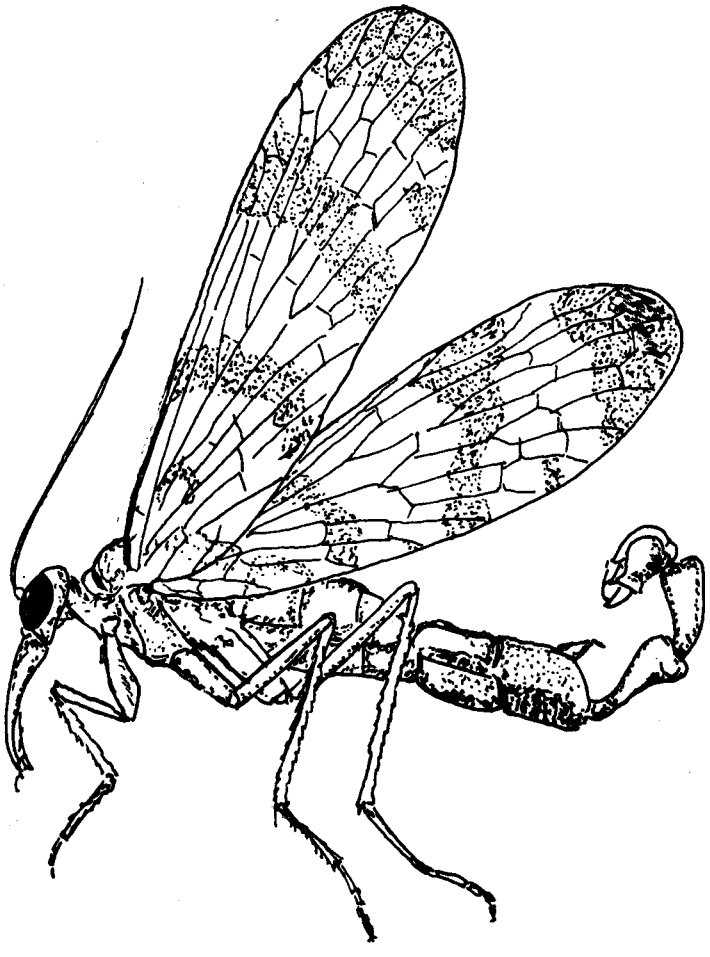
والحشرات الكاملة تفضل الأماكن الظليلة ، وهى وكذلك يرقاتها مفترسة آكلة لحوم أساسيًا . وتعيش اليرقات غالبًا تحت سطح التربة . وتحمل يرقات جنس بانوربا (Panorpa) ثلاثة أزواج من الأرجل الصدرية وثمانية أزواج من الأرجل البطنية الكاذبة ، بينما فى يرقات جنس بورياس (Boreus) فلا توجد إلا الأرجل الصدرية فقط . وفى الجنس المذكور أخيرًا تكون للحشرات الكاملة أجنحة مختزلة ، كما وأن يرقاته شاذة فى كونها تتغذى على طحالب .

رتبة ليبدوبترا (حرشفية الأجنحة)
(Order Lepidoptera)
[Lepidos = Scale أى حرشفة ، Pteron = Wing أى جناح]

وتشتمل هذه الرتبة على الحشرات المعروفة بالفراشات (Moths) وأبى دقيقات (Butter flies) ، وهى تتميز بالصفات العمومية التالية :

(١) حشرات صغيرة إلى ضخمة الأحجام وأجسامها مكسوة بحراشيف هى عبارة عن شعيرات متحورة .
(٢) الأجزاء الفمية بها جاليتى الفكين السفليين متحورتين إلى خرطوم مصاص ملتفة على نفسه زنبركيًا فى وقت عدم الاستعمال ، ونادرًا ما يكون الفكان العلويان موجودين .
(٣) يوجد زوجان من أجنحة مغطاة بحراشيف ملونة تعطى الحشرات ألوانًا زاهية غالبًا .

(٤) التبدل الشكلى تام . واليرقات عديدة الأرجل (Poly podus) وتتغذى على نباتات وتسمى Caterpillars . والعذارى إما مكبلة (Obtect) أو حرة جزئيًا (Partially free) ، وتوجد غالبًا داخل شرانق (Cocoons) مصنوعة إما من حرير أو من طين معجون باللعاب .



شكل (١٦٢) : ذكر من رتبة ميكوبترا **Mecoptera** .

وأفراد هذه الرتبة تكون فيها الأجنحة والزوائد وجميع الجسم مغطاه بحراشيف ملونة ، وينجم عن وجود هذه الحراشيف فوق سطوح الأجنحة مظاهر لونية مميزة لكل نوع . وتتغذى الحشرات الكاملة عادةً على رحيق الأزهار وعصارة الثمار الزائدة النضج أو على الندوة العسلية وغير ذلك . بينما اليرقات فجميعها ما عدا شواذ قليلة تتغذى فقط على النباتات الزهرية (البذرية) فتأكل أوراقها أو ثمارها أو بذورها أو أخشاب سيقانها ، ولها فى هذا الصدد أهمية إقتصادية كبرى .

ولقد اختلف الثقاة فى طريقة تقسيم رتبة لبيدوبترا واتبعوا فى ذلك قواعد مختلفة ، وأهم هذه التقسيمات ما يأتى :

أولا : اتبع البعض طريقة تقسيم الرتبة إلى تحت رتبتين وهما تحت رتبة روبالوسيرا (Suborder Rhopalocera) وتحت رتبة هيتروسيرا (Suborder Heterocera) وذلك على أساس أن تحت الرتبة الأولى (روبالوسيرا) تشتمل على الأبى دقيقات التى تتميز بكونها تهوى الشمس وتكثر رؤيتها فى الجو الصحو ولا تطير عادةً ليلاً وبكون قرون استشعارها صولجانية (Clavate) وبكونها عندما تقف على الأوراق أو الأشجار تجعل أجنحتها مطبوقة على بعضها مع وضعها عمودية على الجسم (شكل ١٦٣) ، بينما تحت الرتبة الثانية (هيتيروسيرا) فتشتمل على الفراشات التى تتميز بكونها ليلية وبكون قرون إستشعارها خيطية أو مشطية وبكون أجنحتها فى حالة عدم الطيران لا توضع عمودية على الجسم (شكل ١٦٤) .

ثانيًا : اتبع آخرون طريقة تقسيم الرتبة إلى تحت رتبتين هما تحت رتبة ماكرولبيدوبترا (Subor . Macrolepidoptera) أى حرشفية الأجنحة الكبيرة وتحت رتبة مايكرولبيدوبترا (Subor . Microlepidoptera) أى حرشفية الأجنحة الصغيرة ، وذلك على أساس الحجم ، فالأولى ذات أحجام كبيرة ، والثانية أحجامها صغيرة .

ثالثًا : اتبع آخرون طريقة تقسيم الرتبة إلى تحت رتبتين هما تحت رتبة جيوجاتا (Subor . Jugatae) وتحت رتبة فرينيولاتا (Subor . Frenulatae) وذلك على أساس تركيب آلة تركيب شبك الأجنحة ، ففى حشرات تحت الرتبة الأولى (جيوجاتا) توجد آلة من النوع المزواجى (Jugate) إذ يوجد على الحافة الخلفية للجناح الأمامى عند زاويته المرفقية نتوء متجه للخلف ويسمى المزواج (Jugum) وهو يشبك أثناء الطيران فى ثنية بالحافة الأمامية للجناح الخلفى ، بينما فى حشرات تحت الرتبة الثانية (فرينيولاتا) فتوجد آلة من النوع الشنكلى (Frenate) حيث يوجد على الحافة الأمامية

للجناح الخلفى شوكة (فى الذكر) أو عدة شوكات (فى الأنثى) تدعى الشنكل أو الفرينيولم (Frenulum) وهى تشبك أثناء الطيران فى جهاز يوجد بالجناح الأمامى ويسمى المشبكية وهو عبارة عن خصلة من شعرات طويلة متكاثفة ومعقوفة الأطراف .

رابعًا : اتبع آخرون طريقة تقسيم الرتبة إلى تحت رتبتين وهما تحت رتبة أوبتكتى (Subor . Obtectae) وتحت رتبة انكومبليتى (Subor . Incompletae) وذلك على أساس صفات طور العذراء ، ففى تحت الرتبة الأولى (أوبتكتى) تكون العذراء من النوع المكبل (Obtect) حيث الزوائد (قرون الاستشعار والأرجل والأجنحة) ملتصقة بالجسم تمامًا ولا يستطيع التحرك من الحلقات البطنية إلا ثلاثة حلقات فقط وهم الرابعة والخامسة والسادسة ولا تخرج العذراء من الشرنقة ، بينما فى تحت الرتبة الثانية (إنكومبليتى) فتكون العذراء حرة جزئيًا حيث زوائدها أقل إلتصاقًا بالجسم وبالبطن أكثر من ثلاثة حلقات فى استطاعتها التحرك وتخرج العذراء من الشرنقة فتسعى إلى سطح الأرض أو قلف الشجرة لكى تيسر على الحشرة الكاملة الخروج فيما بعد إلى العالم الخارجى .

خامسًا : اتبع آخرون طريقة تقسيم الرتبة إلى تحت رتبتين هما تحت رتبة هومنيورا (Subor . Homoneura) وتحت رتبة هيتيرونيورا (Subor . Heteroneura) وذلك على أسس شكل التعريق فى الجناحين الأمامى والخلفى ، ففى تحت الرتبة الأولى (هومنيورا) يكون تعريق الجناح الخلفى مشابهًا لتعريق الجناح الأمامى ، بينما فى تحت الرتبة الثانية (هيتيرونيورا) فيكون التعريق مختلف فى الجناح الخلفى عما فى الجناح الأمامى .

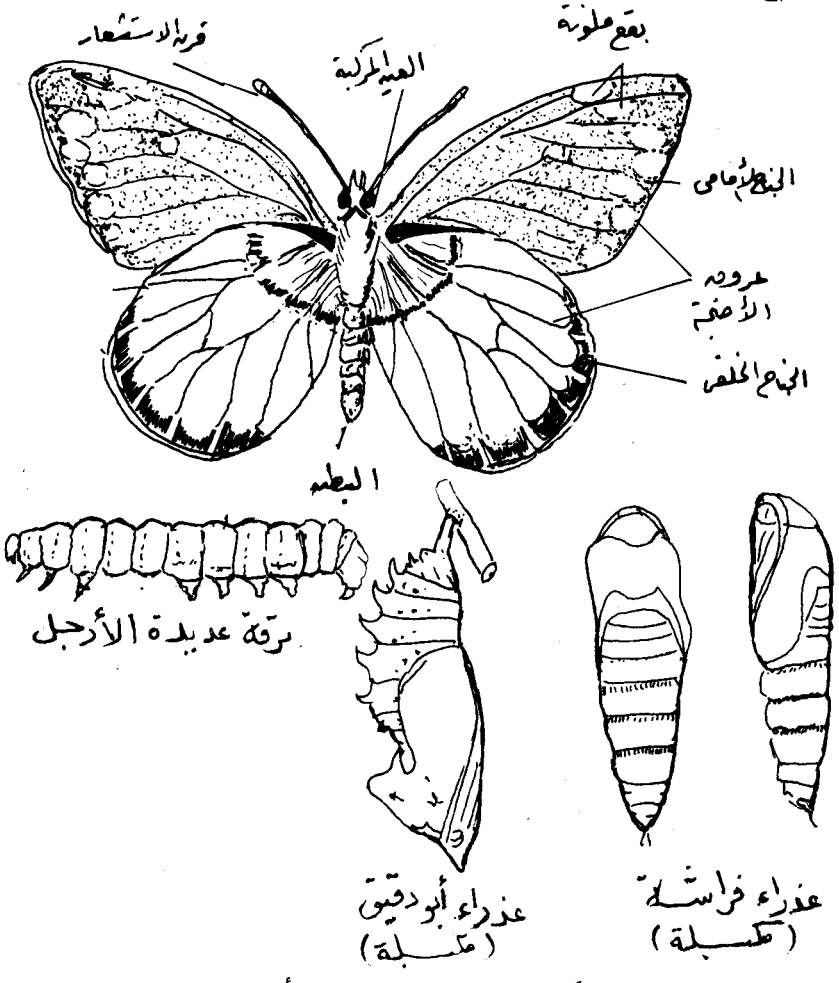
سادسًا : حديثًا اتبعت طريقة تقسيم الرتبة إلى ثلاثة تحت رتب وهى تحت رتبة زيوجلوبترا (Subor . Zeugloptera) وتحت رتبة مونوتريزيا (Subor . Monotrysia) وتحت رتبة دايتريزيا (Subor . Ditrysia) ، وذلك على أساس الأتى :

١ ــ **تحت رتبة زيوجلوبترا (Subor . Zeugloptera)** : وهى لا تتضمن إلا عائلة مايكوتريجيدى (Family Micropterygidae) حيث التعريق بدائى والأجزاء الفمية قارضة وفى الأنثى يفتح المهبل والمستقيم معا فى مجمع (Cloaca) مشترك على الاسترنة التاسعة البطنية .

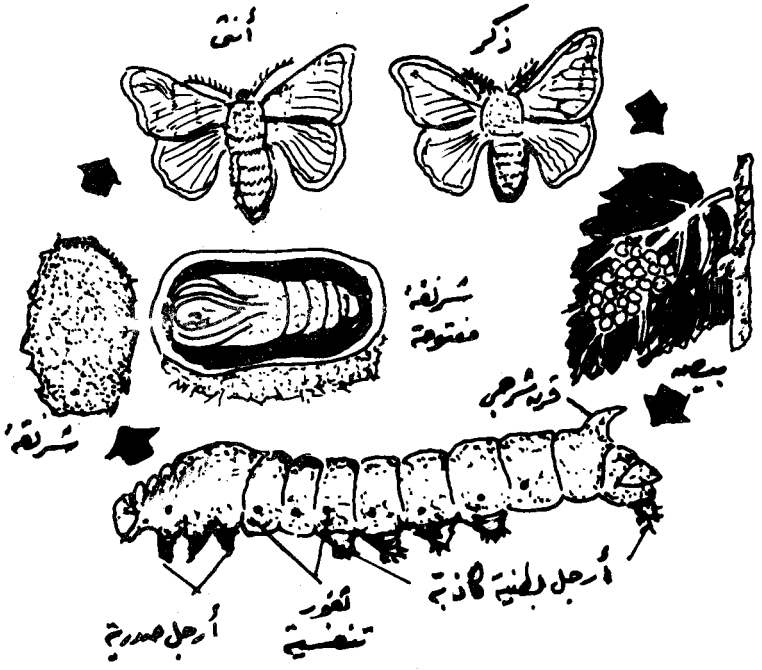
٢ ــ **تحت رتبة مونوتريزيا (Suborder Monotrysia)** : وفيها يوجد الخرطوم المصاص بحالة بدائية على الأقل وفى الأنثى يوجد إما فتحة مجمع أو فتحات تناسلية على

الاسترنة التاسعة البطنية ، والتعريق غالبًا بدائى كما فى عائلة ايريوكرانيايدى (Fam . Eriocraniidae) وعائلة هبياليدى (Fam . Hepialidae) إلا أنه قد يكون مختزلاً .

٣ ــ تحت رتبة دايتريزيا (Suborder Ditrysia) : وهى تتضمن ما يزيد عن ٩٨ ٪ من حشرات الرتبة . وفيها يكون التعريق فى الجناحين الأماميين مختلف عما فى الجناحين الخلفيين حيث فى الأخيرين يكون العرق ك ق (Rs) مختزل إلى عرق واحد ، وفى الأنثى توجد فتحة سفادية Opening of the bursa copulatrix على الاسترنة البطنية الثامنة ثم فتحة شرجية Anus فى نهاية البطن (الحلقة الحادية عشر) وفتحة لخروج البيض (Ovipore) على الاسترنة البطنية التاسعة .



شكل (١٦٣) : رتبة حرشفية الأجنحة .



شكل (١٦٤) : دورةحياة دودة الحرير Bombyx mori (رتبة حرشفية الأجنحة) .

رتبة ترايكوبترا (شعرية الأجنحة)

(Order Trichoptera)

[Hair = Trichos أى شعرة ، Wing = Pteron أى جناح]

وتشتمل هذه الرتبة على الحشرات الشهيرة بذباب الكاديس (Caddis flies) وهى تتميز بالصفات العامة التالية (شكل ١٦٥) :

(١) حشرات فراشية الشكل لديها زوجين من أجنحة مغطاة بغزارة بالشعر وبها العروق الطولية سائدة فلا توجد إلا عروق عابرة قليلة العدد .

(٢) الأجزاء الفمية مختزلة ، والفكان العلويان غير عاملين .

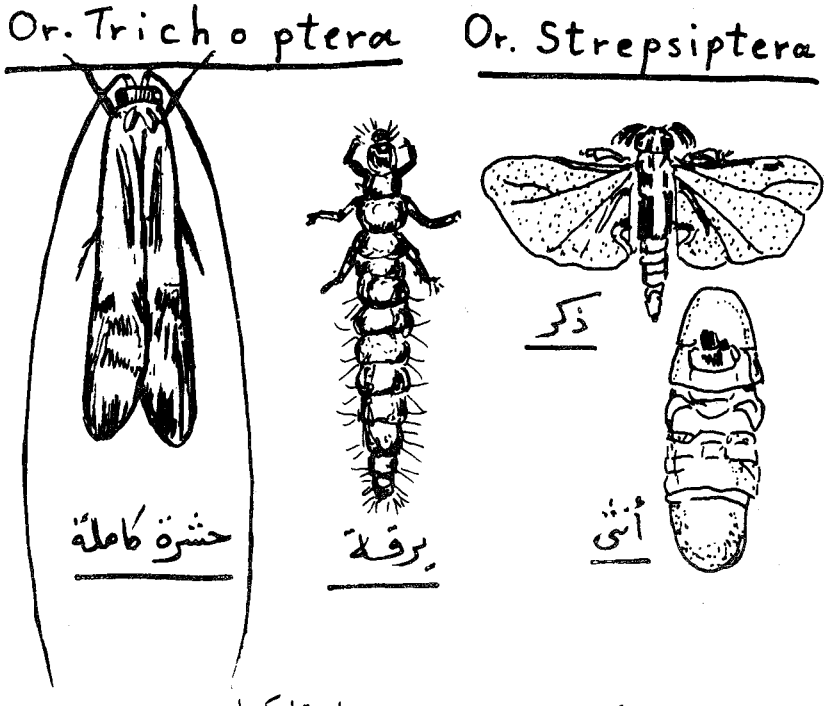
(٣) التبدل الشكلى تام . واليرقات مائية وتسكن عموميا فى أكياس تحملها معها أثناء تجوالها ، وتوجد بها أرجل صدرية وأزواج من زوائد ذنبية منتهية بخطاطيف . والعذارى مائية أيضًا ولها فكين علويين قويين .

والحشرات الكاملة فى هذه الرتبة (شكل ١٦٥) ضعيفة الطيران وغالبًا ليلية وتوجد اعتياديًا بجوار الماء ، وهى مكفهرة الألوان إذ تشوبها عمومياً ظلال بنية أو رمادية ، وفى وقت الاستراحة تطبق الأجنحة على شكل سقف (جمالون) فوق الظهر . وتوضع البيضات فى كتل إما فى الماء أو بالقرب منه وتكون محمية عادة بمادة مخاطية .

ولجميع اليرقات رأس شديد التصلب تحمل قرنى إستشعار قصيرين للغاية ، والزوج الأول فى الأرجل أقصر وأغلظ من الزوجين الباقيين ، والبطن تتكون من تسعة حلقات تحمل الأخيرة منها زوجًا من زوائد ذنبية مقسمة لحلقات ومنتهية بخطاطيف .

والعذارى فى هذه الرتبة تتنفس إما تنفسًا جلديًا أو بواسطة خياشيم كما فى اليرقة ، وتكون محمية إما بواسطة الأكياس الأصلية التى سبق أن صنعتها اليرقات أو بواسطة مآوى مخصوصة تكون اليرقات قد بنتها خصيصًا لهذا الغرض ، ويوجد بالعذراء فكان علويان قويان تستطيع بهما أن تشق طريقهما نحو الخارج توطئة لانبثاق الحشرة الكاملة . وفى كثير من الأنواع تكون الحشرات الكاملة الفنارية (Pharat adults) قادرة على السباحة لكى تصل إلى سطح الماء وهى تستعمل فى هذا الشأن رجلى العذراء الوسطانيتين الطويلتين المجهزتين بشراشيب من شعرات عوامة .

وجميع أنواع هذه الرتبة عديمة الأهمية الاقتصادية .



شكل (١٦٥) : رتبتى ستربسبترا ، ترايكبترا .

رتبة ديبترا (ذات الجناحين)

(Order Diptera)

[Two = Di أى إثنان ، Wing = Pteron أى جناح]

تحتوى هذه الرتبة على الحشرات المعروفة بالذباب الحقيقى (True flies) وهى تتميز بالصفات العامة التالية (شكل ١٦٦) :

(١) حشرات تتراوح أحجامها من متوسطة إلى متناهية الصغر ولديها زوج واحد من أجنحة غشائية هو الزوج الأمامى وذلك نظرًا لتحور الزوج الخلفى من الأجنحة إلى دبوسى توازن (Balancers or Haltres) وهما زائدتين صولجانيتين بكل منهما أعضاء حسية تستطيع بواسطتها الحشرة أن تتعرف على مركزها فى الهواء أبان الطيران .

(٢) الأجزاء الفمية إما لاعقة أو ثاقبة ماصة أو ثاقبة لاعقة وتكون عادةً على هيئة خرطوم .

(٣) التبدل الشكلى تام . واليرقات دودية الشكل (Vermiform) ويطلق عليها إسم الوسواسة (Maggot) وهى إما أرضية أو مائية أو طفيلية والعذارى إما مكبلة بصورة ضعيفة (Weakly obtect) أو حرة (Exarate) وتوجد داخل خدر عذرائى (Puparium) متشكل عن آخر انسلاخة لليرقة فهو لا ينتزع بل يستبقى ويتصلب صانعًا غلافًا حول العذراء . والمعتاد ألا توجد للعذراء شرنقة .

والذباب معظمه نهارى (Diurnal) وكثير منه يزور الأزهار من أجل لعق الرحيق بينما الكثير منه أيضًا فيتغذى على المواد العضوية المتحللة ومواد سائلة متباينة . وكذلك من الذباب أيضًا أنواع تتغذى إما بافتراس حشرات أصغر منها أو بامتصاص دم الحيوانات الفقارية . والزوج الوحيد من الأجنحة محمول على الحلقة الصدرية الثانية . وأما جناحا الحلقة الصدرية الخلفية فقد تحورا إلى دبوسين توازنيين . والأجزاء الفمية تختلف كثيرًا باختلاف الفصائل (العائلات) غير أنه فى معظم الأحوال تكون الشفة السفلى المطاولة هى التى تصنع الجزء الرئيسى من الخرطوم .

ولقد قسمت رتبة ديبترا إلى ثلاثة تحت رتب وهى نيماتوسيرا وبراكيسيرا وسايكلورافا وذلك كالآتى :

١ ــ تحت رتبة نيماتوسيرا أو خيطيات القرون (Suborder Nematocera) :

وهى تتميز بوجود قرون إستشعار كثيرة المفاصم وعادةً أطول من الرأس والصدر معًا وليس بها أريستا (Arista) كما وتكون الملامس الفكية مؤلفة من ٤ أو ٥ عقل .

واليرقات فى العادة كاملة الرأس (Eucephalous) ويعمل فكاها العلويان أفقيًا فيقومان بالقرض فى حركة عرضية . والعذارى حرة (Exarate) .

٢ ــ تحت رتبة براكيسيرا أو قصيرات القرون (Suborder Brachycera) :

وهى تتضمن ١٤ عائلة مشتملة على ذباب يتميز بكون أجسامه غليظة وقرون استشعاره خنجرية قصيرة لا تصل إلى منتهى الصدر ومؤلفة عموميًا من ثلاثة مفاصم منها المفصم الأخير ممتد فى هيئة مخراز أو خنجر (Style) كما وتكون الملامس الفكية مؤلفة من عقلة واحدة أو عقلتين . واليرقات نصفية الرأس (Hemicephalous) وفيها الفكان العلويان قارضان عموديًا (حركتهما رأسية) ، والعذارى حرة .

٣ ــ تحت رتبة سايكلورافا أو دائريات الدروز (Suborder Cyclorrhapha) :

وهى أكبر التحت رتب الثلاث وتشتمل على أرقى حشرات رتبة ديبترا . وتتميز بكون قرون الاستشعار مكونة من ثلاثة مفاصم ويحمل المفصم الطرفى منها شوكة ظهرية يطلق عليها الأريستا (Arista) ، كما ويكون الملمس الفكى مؤلفًا من عقلة واحدة . واليرقات عديمة الرأس (Acephalous) وعادةً ثنائية الثغور التنفسية (Amphipneustic) وبها الفكين العلويين مستبدلين بخطافين فميين (Mouth hooks) لا يتحركان إلا فى المستوى العمودى،والعذارى مستورة داخل الجلد اليرقى الأخير (Puparium) .

رتبة سايفونابترا (غائبة الأجنحة ذات الفم المصاص)
(Order Siphonaptera)

[Tube or Pipe = Siphon أى أنبوبة أو مصاص ، Wingless = Apterous أى غير مجنح]

وتشتمل هذه الرتبة على الحشرات المعروفة بالبراغيث (Fleas) وهى تتميز بالصفات العامة الآتية (شكل ١٦٧) :

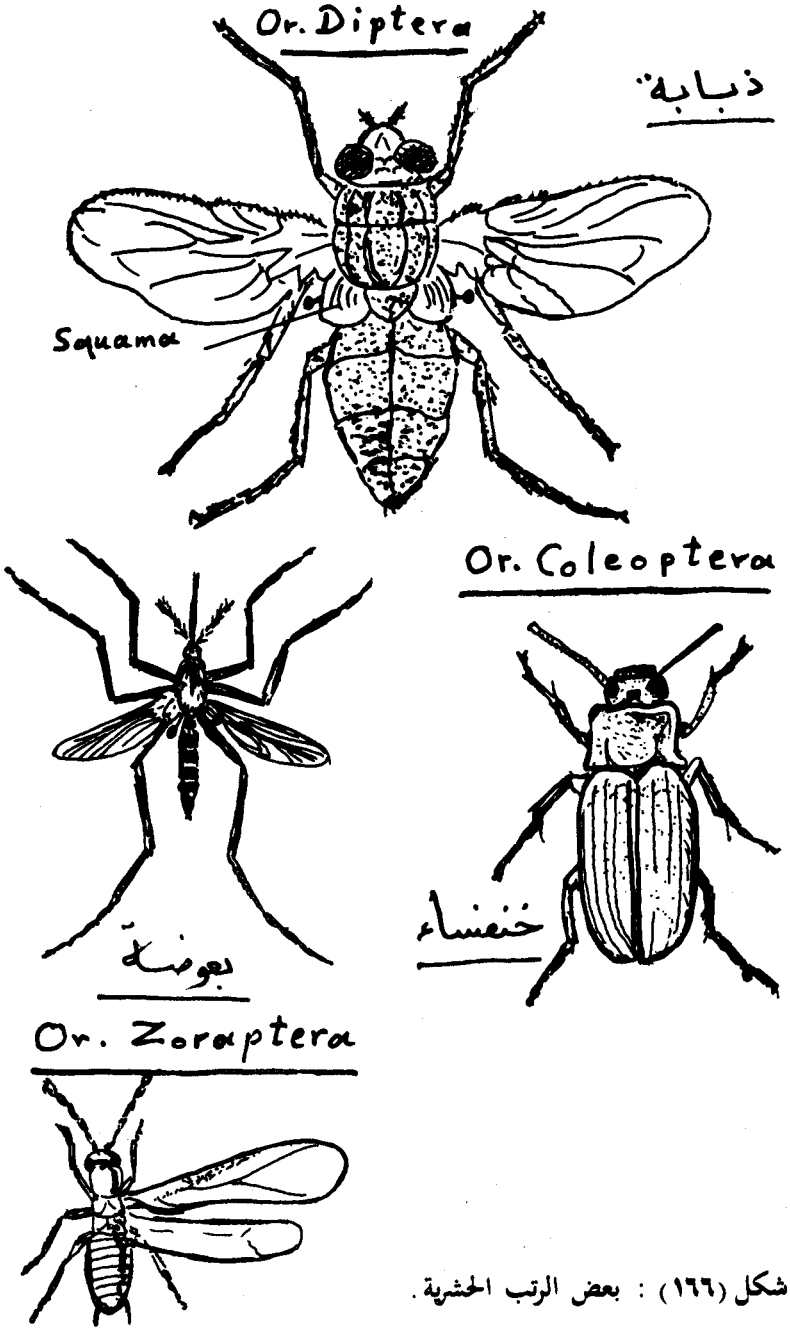
(١) حشرات صغيرة جدًا غير مجنحة ومنضغطة الأجسام جانبيًا وتعيش فى الطور الكامل كطفيليات خارجية ماصة لدم الحيوانات ذوات الدم الحار كالإنسان والأرانب والكلاب والقطط والفيران والطيور وغيرها .

(٢) قرون الاستشعار قصيرة توجد فى تجويف خاص خلف الأعين التى لا تكون مركبة بل وقد تكون معدومة بالمرة .

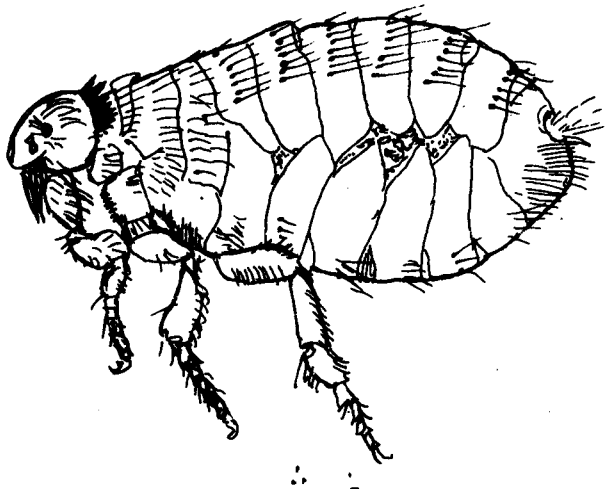
(٣) الأجزاء الفمية معدة للثقب والمص .

(٤) إتصال الرأس بالصدر مباشر وعريض ، والأرجل الصدرية معدة للقفز والرسغ ذو خمسة عقل .

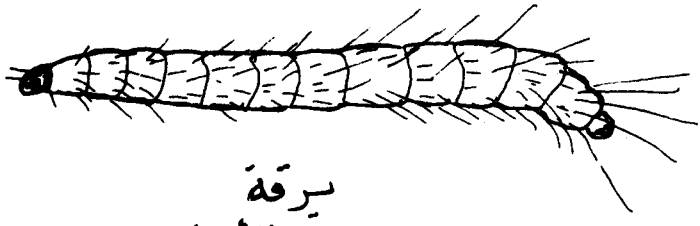
(٥) التبدل الشكلى تام ، واليرقات دودية الشكل (Vermiform) عديمة الأرجل ، والعذارى حرة (Exarate) وتوجد بداخل شرانق حريرية خفيفة .



شكل (١٦٦) : بعض الرتب الحشرية .



برغوث



يرقة
(عديمة الأرجل)

شكل (١٦٧) : رتبة خافية الأجنحة (البراغيث) **Aphaniptera**.

رتبة هايمينوبترا (غشائية الأجنحة)
(Order Hymenoptera)

[**Membrane = Hymen** أى غشاء ، **Wing = Pteron** أى جناح]

تشتمل هذه الرتبة على الحشرات الملقبة بالدبابير المنشارية (**Sawflies**) والنمل (**Ants**) والنحل (**Bees**) والدبابير الحقيقية (**Wasps**) وغيرها . وهى تتميز بالصفات العامة التالية :

(١) حشرات دقيقة إلى متوسطة الأحجام ذات زوجين من أجنحة غشائية والزوج الخلفى منهما أصغر من الأمامى وبالحافة الأمامية للجناح الخلفى سلسلة من الخطاطيف

الصغيرة (Hamulae) التى تشبك فى ثنية مواجهة لها بالحافة الخلفية من الجناح الأمامى ومتجهة إلى الجهة الظهرية وبذلك تحكم اشتباك جناحى نفس الجانب ببعضهما .

(٢) الأجزاء الفمية معدة للقرض واللعق (شغالة نحل العسل) أو القرض .

(٣) البطن بها الحلقة الأولى ملتحمة مع الحلقة الصدرية الأخيرة فتظهر كأنها جزء صغير .

(٤) توجد آلة وضع بيض إما ناشرة (Sawing)أو ثاقبة (Piercing) أو متحورة إلى زبان أو آلة لسع (Sting) .

(٥) التبدل الشكلى تام . واليرقات فى المعتاد إما عديدة الأرجل (Polypodous) أو عديمة الأرجل (Apodous) . والعذارى عموميا حرة ومحتواه بداخل شرانق ، وغالبًا ما يسبق العذراء طور يعرف بطور ما قبل العذراء (Prepupa) .

ولعل أثبت صفة من الصفات المميزة لرتبة هايمينوبترا هى التحام الحلقة البطنية الأولى الملقبة بالبروبوديوم أو الخصر الأولى (Propodeum) مع الحلقة الصدرية الخلفية ، وهو حدث يجرى فى طور ما قبل العذراء غير أن هذا الخصر غير واضح فى تحت رتبة سيمفايتا (Suborder Symphyta) ، ومما هو جدير بالملاحظة أن هذا البروبوديم يحمل الزوج الأول من الثغور التنفسية البطنية .

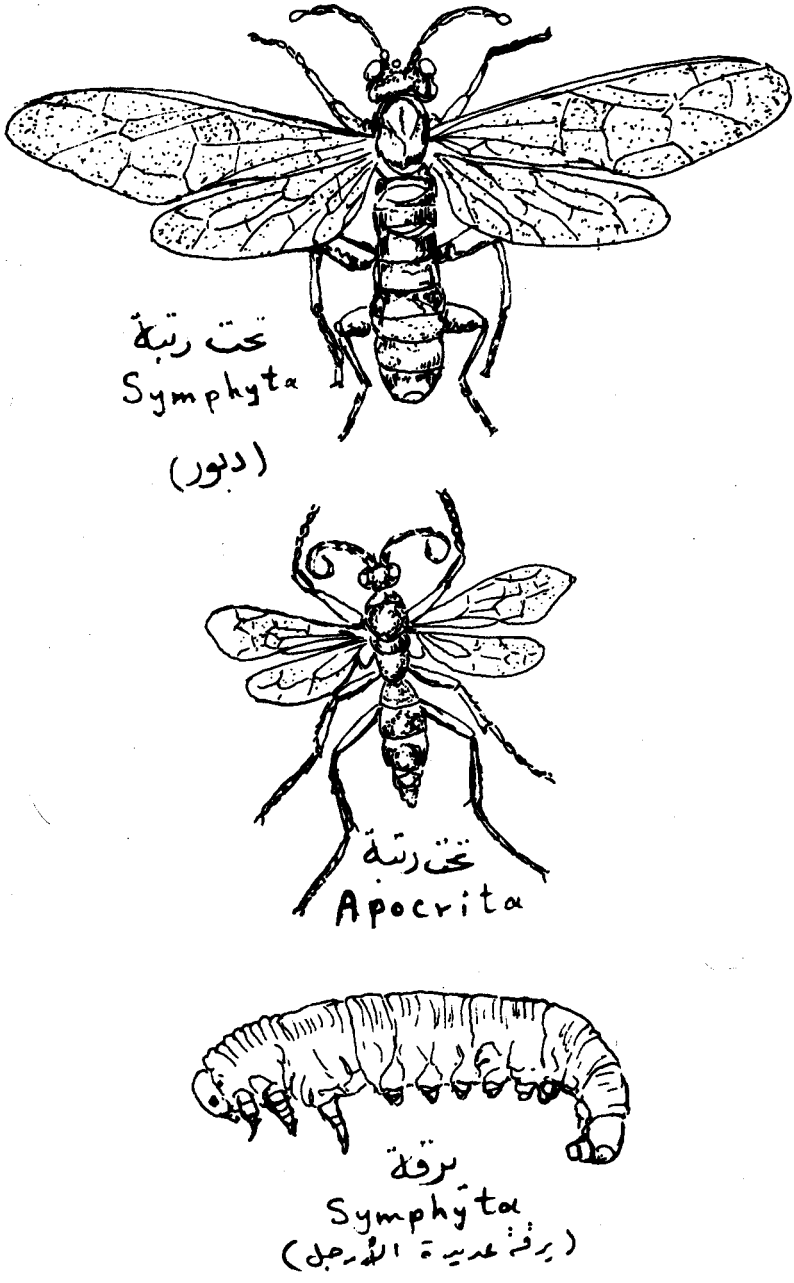
ولقد قسمت رتبة هايمينوبترا إلى تحت رتبتين هما سيمفايتا وأبوكريتا وذلك كالآتى :

١ ــ تحت رتبة سيمفايتا **(Suborder Symphyta)** :

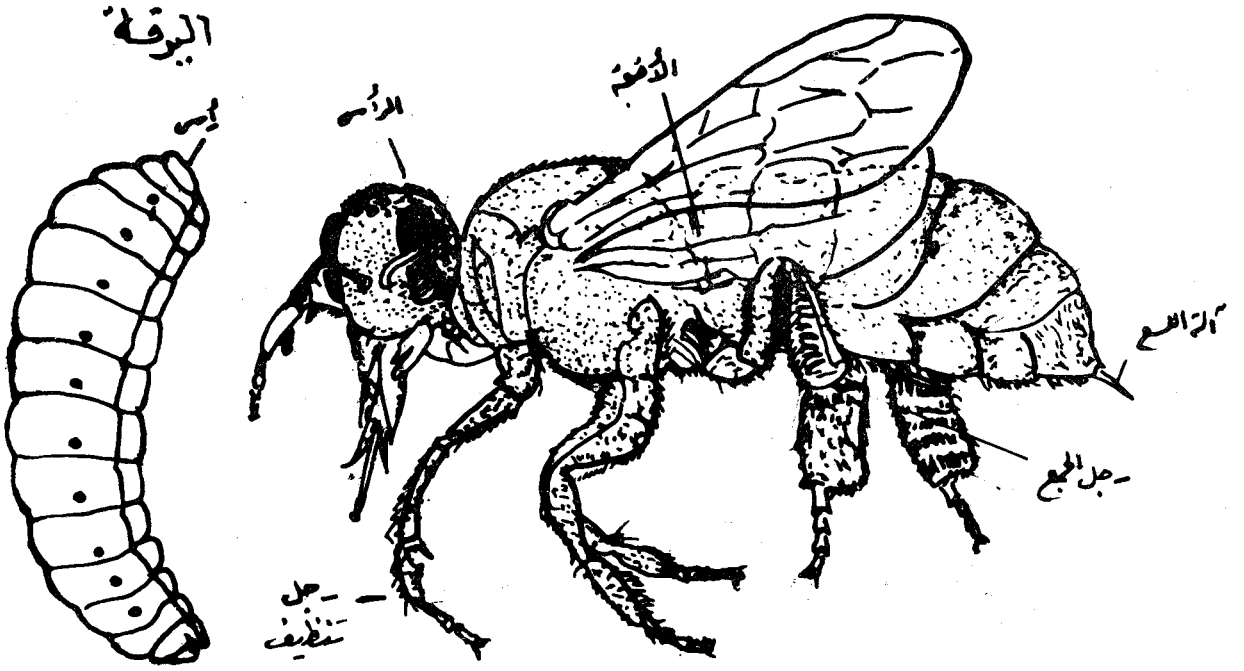
وفيها تكون البطن عريضة وليس لها الاختناق القاعدى المسمى بالخصر أو العنيق (Petiole) وراء البروبوديم الذى يكون مندمجًا اندماجًا جزئيًا فقط مع الحلقة الصدرية الخلفية (شكل ١٦٨) كما ويكون مدور الرجل مؤلفًا من عقلتين وتكون آلة وضع البيض مستخدمة فى النشر . واليرقات فى هذه التحت رتبة آكلة نباتات وتملك أرجلاً صدرية وكذلك غالبًا ما توجد بها أرجل بطنية كاذبة (شكل ١٦٨) .

٢ ــ تحت رتبة أبوكريتا (Suborder Apocrita) :

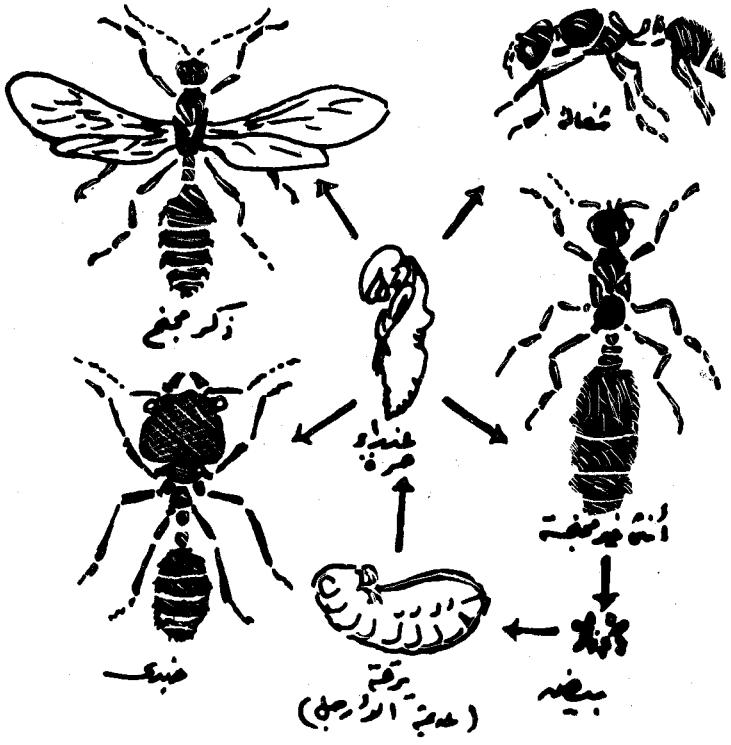
وهى تشتمل على غالبية حشرات الرتبة . وتتميز بكون البطن معنقة (مختصرة) القاعدة بسبب وجود انقباض واضح يدعى الخصر أو العنيق (petiole) فيما بين البروبوديم والحلقة البطنية الحقيقية الثانية ، كما وأن مدور الرجل يتركب من عقلة أو عقلتين ، وآلة وضع البيض تستخدم إما فى الثقب أو فى اللسع . واليرقات فى هذه التحت رتبة عديمة الأرجل (شكل ١٦٩ ، ١٧٠) .



شكل (١٦٨) : رتبة غشائية الأجنحة.



شكل (١٦٩) : شغالة نحلة العسل ويرقة نحلة العسل (عديمة الأرجل)
ـــ رتبة غشائية الأجنحة.



شكل (١٧٠) : أفراد مستعمرة النمل (رتبة غشائية الأجنحة).

رتبة كوليوبترا (غمدية الأجنحة)

(Order Coleoptera)

[Sheath = Koleos أى غمد أو غلاف ، Wing = Pteron أى جناح]

وتشتمل هذه الرتبة على الحشرات المعروفة بالخنافس (Beetles) على اختلاف أشكالها . وهى تتميز بالصفات العامة التالية (شكل ١٦٦) :

(١) حشرات دقيقة إلى كبيرة الأحجام ولها زوجين من أجنحة ، الزوج الأمامى محور إلى غمدين (Elytra) سميكين صلبين ويلتقى هامشيهما الداخليين معًا فى خط مستقيم طولى فوق الظهر فى حالة عدم الطيران بحيث يصنعان غطاءً يقى الجسم ، وأما الجناحان الخلفيان فغشائيين كبيرين وفى حالة الراحة يطويان على نفسيهما بحيث ينطويان تحت الغمدين تمامًا ، وأما فى حالة الطيران فالجناحين الأماميين ينفردان ليفسحا المجال لانفراد

الجناحين الخلفيين اللذين يقومان وحدهما بعملية الطيران بدون مساعدة من الجناحين الأماميين .

(٢) الصدر الأمامى كبير الحجم بالنسبة لكل من الصدر المتوسط والصدر الخلفى .

(٣) الأجزاء الفمية معدة للقرض ، والفكان العلويان كبيران .

(٤) التبدل الشكلى تام . واليرقات من طرز متباينة ولكنها لا تكون أبدًا من الطراز عديد الأرجل (Polypodous) . والعذارى غالبًا حرة وقليل منها مكبل ، وبعضها معرى وبعضها الآخر محمى إما بداخل أنسجة النباتات أو الأشجار العائلة أو فى صومعة من الطين تحت سطح الأرض ، ولكثير من العذارى شرانق ولكنها غير متقنة الصنع والمادة التى تنسج منها هذه الشرانق لم يعرف كنهها بعد ولا مصدرها بالضبط ما عدا فى بعض السوس حيث عرف أن الشرانق التى تصنع من إفراز ناتج من أنابيب ملبيجى .

ولقد قسمت رتبة كوليوبترا إلى ثلاثة تحت رتب وهى أركوستيماتا وأديفاجا وبوليفاجا وذلك كالآتى :

١ — تحت رتبة أركوستيماتا (Suborder Archostemata) :

وهى تحت رتبة صغيرة جدًا ولكنها عتيقة (Archaia) وإلى حد ما شبيهة بتحت الرتبة الثانية من حيث الحشرة الكاملة وبتحت الرتبة الثالثة من حيث اليرقة .

٢ — تحت رتبة أديفاجا (Suborder Adephaga) :

وفيها تكون قرون الاستشعار عادةً خيطية ويكون تجويفا حرقفتى الرجلين الخلفيتين كبيرين لدرجة أنهما يقسمان استرنة الحلقة البطنية الأولى تمامًا ، كما ويحوى الجناح الخلفى خلية مستطيلة الشكل قصيرة تدعى الخلية المنحرفة (Oblongum) . واليرقات كامبودية الشكل (Campodei form) وبها رسوغ الأرجل واضحة الانعزال عن سيقانها ومنتهية عادةً بزوج من مخالب .

تحت رتبة بوليفاجا (Suborder Polyphaga) :

وهى تحتوى على الغالبية العظمى من حشرات الرتبة . وفيها تكون قرون الاستشعار متباينة الأشكال ولكنها غالبًا صولجانية أو رقائقية أو مرفقية ، كما وأن تجويفى حرقفتى الرجلين الخلفيتين لا يقسمان تمامًا أول استرنة بطنية ظاهرة ، وكذلك فالجناحين الخلفيين لا توجد بهما الخلية المنحرفة ويحتويان على عروق عابرة قليلة . واليرقات على طرز متباينة للغاية إلا أن بأرجلها يتحد الرسغ مع الساق مكونًا قطعة مشتركة تعرف بالساق الرسغية (Tibiotarsus) وهى منتهية بمخلب واحد .

رتبة ستريبسيبترا (ملوية الأجنحة)

(Order Strepsiptera)

[Twisting = Strepsis أى ملتوية، Wing = Pteron أى جناح

وتعرف حشرات هذه الرتبة باسم الأستايلوبسيات (Stylopids) وهى تتميز بالصفات العامة التالية:

(١) حشرات دقيقة الأحجام تعيش فى أطوارها اليرقية كطفيليات داخلية فى حشرات أخرى.

(٢) للذكور قرون استشعار متفرعة وأجزاء فمية قارضة مضمحلة وزوجان من أجنحة منهما الجناحين الأماميين متحورين إلى نتوئين صغيرين صولجانيى الشكل بينما الجناحين الخلفيين فكبيرين جداً وبهما طيات شبيهة بطيات المروحة.

(٣) الإناث دائماً تقريباً عبارة عن طفيليات مضمحلة بداخل أجسام حشرات أخرى.

وحشرات هذه الرتبة تعيش فى أطوارها اليرقية كطفيليات داخلية وخصوصاً بداخل أجسام حشرات معينة تابعة لذوات آلات اللسع من رتبة هايمينوبترا (غشائية الأجنحة) ولرتبة هيميبترا. فاليرقات فى العمر الأول تكون عبارة عن مخلوقات نشيطة تدعى التريانجيولينات (Triungulins) ثم متى قابلت العائل فهى تحفر فيه داخلة إلى جوفه حيث يعتريها فرط تبدل (Hypemetamorphosis)، والحشرات الكاملة الإناث تستمر فى الحياة كطفيليات بداخل العائل مع بروز الرأس والصدر المندمجين معاً من بين حلقتين متتاخمتين من حلقات بطن العائل ما عدا فى أحوال قليلة جداً حيث تكون الإناث نشيطة وطليقة المعيشة، أما الذكور (شكل ١٦٥) فتعيش لمدة قصيرة وهى تطير إلى العائل لكل تتزاوج مع الإناث.

المفاتيح التقسيمية
Taxonomic Keys

المفاتيح التقسيمية ما هى إلا سجل للصفات التقسيمية للمجموعات الحشرية تدون فيها بعد فصلها بطريقة ما بقصد اختيار بعض الصفات دون الأخرى لتعريف هذه الحشرات، فالمفاتيح تتعرف على المراتب التقسيمية والرتب والعائلات والأجناس والأنواع وهكذا. وتكوين المفاتيح يعتبر إمتداد لخطوة الوصف.

وتصميم المفاتيح عملية شاقة وتحتاج إلى مجهود ووقت كبيرين، ويعتمد فيها على الصفات التقسيمية الشديدة الأهمية والأكثر وضوحاً عن غيرها. ويتوقف إنشاء المفتاح النموذجى على الشروط التالية (انظر المنشاوى، ١٩٧٤):

١ ــ الصفات المثالية التى توضع فى مفتاح التقسيم لا بد أن تنطبق بالتساوى على جميع الأفراد الداخلة فى نطاق الجماعة المتماثلة، ويجب أن تكون الصفة ظاهرة خارجية على الحشرة بحيث يمكن رؤيتها بسهولة كما يجب أن تكون ثابتة لا تدخل فى نطاق الإختلافات الفردية لأفراد هذه المجموعة المتماثلة.

٢ ــ عند تصميم مفتاح يتضمن أنواعاً لم توصف من قبل يراعى أن يرتب هذا المفتاح بطريقة تجعل الأنواع الشديدة القرابة تقسيميا قريبة من بعضها فى هذا المفتاح، وبهذه الوسيلة يسهل تمييز وتوضيح الأنواع الجديدة.

٣ ــ المفتاح النموذجى هو الذى لا يمد القارىء بأكثر من صفتين متضادتين عند أية نقطة معينة فيه، فيجب اختصار الصفات المتضادة بقدر الإمكان.

٤ ــ يجب أن تتمكن من التعريف عند قراءة المفتاح دون الإشارة أو الإعتماد على الجنس المضاد أو الأطوار غير الكاملة مثل اليرقات والعذارى والتى تسجل صفاتها دائماً فى مفاتيح خاصة.

٥ ــ لغة المفتاح كلغة الوصف يجب أن تكون مختصرة وتلغرافية وخالية من الأفعال وألفاظ وصل الجمل وتفضل فيه العبارات بفصلات منقوطة.

طريقة إنشاء المفاتيح:

قبل البدء فى إنشاء المفتاح يجب حصر الصفات التقسيمية الهامة ثم ترتب هذه الصفات فى جدول كما هو مبين فى المثال الآتى، ومنه نستطيع بسهولة معرفة أوجه التشابه

والإختلاف فى جماعات الحشرات الموصوفة. والجدول الآتى يحصر الصفات المثالية المختارة لثمانية أنواع مختلفة تابعة لجنس ما وعلى أساسها سيبنى المفتاح التقسيمى.

النوع	الأجنحة	قرون	لون قرون	الأعين	عقل الرسغ	لون الأرجل
smithi	شفافة	خيطى	سوداء	كاملة الإستدارة	مستقيمة	سوداء
completa	معتمة	منشارى	سوداء	كاملة الإستدارة	مستقيمة	سوداء
emarginata	معتمة	منشارى	سوداء	غير كاملة الإستدارة	مستقيمة	سوداء
rufipes	معتمة	خيطى	سوداء	كاملة الإستدارة	مستقيمة	حمراء
nigiripes	معتمة	خيطى	صفراء	كاملة الإستدارة	مستقيمة	سوداء
flavicornis	شفافة	خيطى	صفراء	كاملة الإستدارة	مستقيمة	سوداء
ruficornis	شفافة	خيطى	حمراء	كاملة الإستدارة	مستقيمة	سوداء
californica	شفافة	خيطى	سوداء	كاملة الإستدارة	ذات فصين	سوداء

وقد روعى التبسيط الزائد فى هذا المثال، والصفات التى يوجد تحتها خط هى الصفات المستعملة فى عمل المفتاح.

أنواع المفاتيح Types of Keys

توجد فى المراجع المختلفة لعلم التقسيم عدة نماذج من المفاتيح تنحصر أنواعها فيما يلى:

١ ــ المفتاح المتعرج Indented Key
٢ ــ المفتاح ذو الأقواس Bracket Key
٣ ــ المفتاح المسلسل Serial Key
٤ ــ المفتاح المتفرع Branching Key
٥ ــ المفتاح الدائرى Circular Key
٦ ــ المفتاح الصندوق Box-type Key
٧ ــ المفتاح المصور Pictorial Key

وأكثر هذه المفاتيح استعمالا فى مراجع التقسيم المختلفة هى الثلاث أنواع الأولى.

١ ــ المفتاح المتعرج
Indented Key

يمكن ترتيب الصفات الموجودة فى الجدول للأنواع الثمانية فى مفتاح متعرج كالآتى :

أ ــ الأجنحة معتمة

ب ــ قرون الاستشعار منشاوية .

ج ــ الأعين كاملة الإستدارة

completa

جـ جـ ــ الأعين غير كاملة الإستدارة

emarginata

ب ب ــ قرون الاستشعار خيطية

ج ــ الأرجل حمراء .

rufipes

جـ جـ ــ الأرجل سوداء

nigripes

أ أ ــ الأجنحة شفافة .

ب ــ عقل الرسغ مستقيمة .

ج ــ قرون الاستشعار سوداء .

smithi

ج ج ــ قرون الاستشعار حمراء .

ruficornis

ب ب ــ عقل الرسغ ذات فصين .

ج ــ قرون الاستشعار سوداء .

californica

ج ج ــ قرون الاستشعار صفراء .

flavicornis

٢ ــ المفتاح ذو الأقواس.

The Bracket Key

وفى هذا النوع من المفاتيح التقسيمية ترتب نفس الصفات السابقة كما يلى:

١ الأجنحة معتمدة ٢

الأجنحة شفافة ٥

٢ (١) قرون الاستشعار منشارية ٣

قرون الاستشعارخيطية ٤

٣ (٢) الأعين كاملة الإستدارة ..... completa

الأعين غير كاملة الإستدارة ..... emarginata

٤ (٢) الأرجل حمراء ..... rufipes

الأرجل سوداء ..... nigripes

٥ (١) عقل الرسغ مستقيمة ٦

عقل الرسغ ذات فصين ٧

٦ (٥) قرون الاستشعار سوداء ..... smithi

قرون الاستشعار حمراء ..... ruficournis

٧ (٥) قرون الاستشعار سوداء ..... californica

قرون الاستشعار صفراء ..... flavicornis

ويستعمل النوعين السابقين من المفاتيح التقسيمية ويتميزان بكثرة استعمالهما فى المراجع المختلفة ولكل منهما خصائصه من عيوب ومميزات وإن كان من الصعب على رجل التقسيم وضع مفتاح خالى من العيوب. وفى هذا الجدول مقارنة بين النوعين السابقين.

المفتاح المتعرج	المفتاح ذو الأقواس
١ ــ أقسام هذا المفتاح أكثر وضوحاً وتتبعاً للنظر.	العلاقة بين أقسامه غير ظاهرة للنظر

المفتـــاح المتعرج	المفتاح ذو الأقواس
٢ ــ تظهر فيه الصفات المتضادة بعيدة عن بعضها وهذا عيب من شأنه أن يأخذ المفتاح مساحة كبيرة إذا كان كبيراً.	تسجل فيه الصفات المتضادة متجاوره مما يسهل مقارنة الأنواع بعضها ببعض لذلك يعتبر مفتاحاً نموذجياً كما أنه يشغل مساحة أصغر إذا كان المفتاح طويلاً.
٣ ــ للعيب السابق يفضل استعماله فى حالة المفاتيح الصغيرة والتى تشمل المراتب العليا كالعائلات بقصد التعريف لا التشخيص، أى لا يصلح لمقارنة الأنـــواع وتحت الأنـــــواع.	يفضل استعماله فى حالة التشخيص أى مقارنة الأنواع وذلك لسهولة تتبع الصفات التقسيمية فيه صعوداً ونزولاً وذلك بمتابعة الأرقام التى تشير إلى هذه الصفات بالنسبة للنوع تحت الفحص.

٣ــ المفتاح المسلسل
The Serial Key

يقع المفتاح المتسلسل فى المرتبة الثالثة بين أنواع المفاتيح التقسيمية وقد أنشأ هذا النوع بقصد الجمع بين مميزات المفتاحين السابقين (المتعرج وذو الأقواس) فهو يشارك المفتاح المتعرج فى ترتيبه للجماعات فى أقسام واضحة، ويفى فى نفس الوقت بغرض المفتاح ذو الأقواس من ناحية قلة المساحة التى يشغلها هذا النوع من المفاتيح، لذلك يفضل فى حالات المفاتيح الطويلة. ومن أهم عيوبه ظهور الصفات المتضادة فيه متباعدة جداً عن بعضها كما هو ظاهر فى المثل الآتى الذى يبنى على أساس نفس الصفات التقسيمية فى المفتاحين السابقين.

١ (٨) الأجنحة معتمة .....

٢ (٥) قرون الاستشعار منشارية .....

٣ (٤) العيون كاملة الإستدارة ..... completa

٤ (٣) العيون غير كاملة الإستدارة ..... emarginata

٥ (٢) قرون الاستشعار خيطية .....

٦ (٧) الأرجل حمراء ..... rufipes

٧ (٦) الأرجل سوداء ..... nigripes

٨ (١) الأجنحة شفافة .....

٩ (١٢) عقل الرسغ مستقيمة .....

١٠ (١١) عقل الرسغ ذات فصين ..... smithi

١١ (١٠) قرون الاستشعار حمراء ..... ruficornis

١٢ (٩) عقل الرسغ ذات فصين .....

١٣ (١٤) قرون الاستشعار سوداء ..... californica

١٤ (١٣) قرون الاستشعار صفراء ..... flavicornis

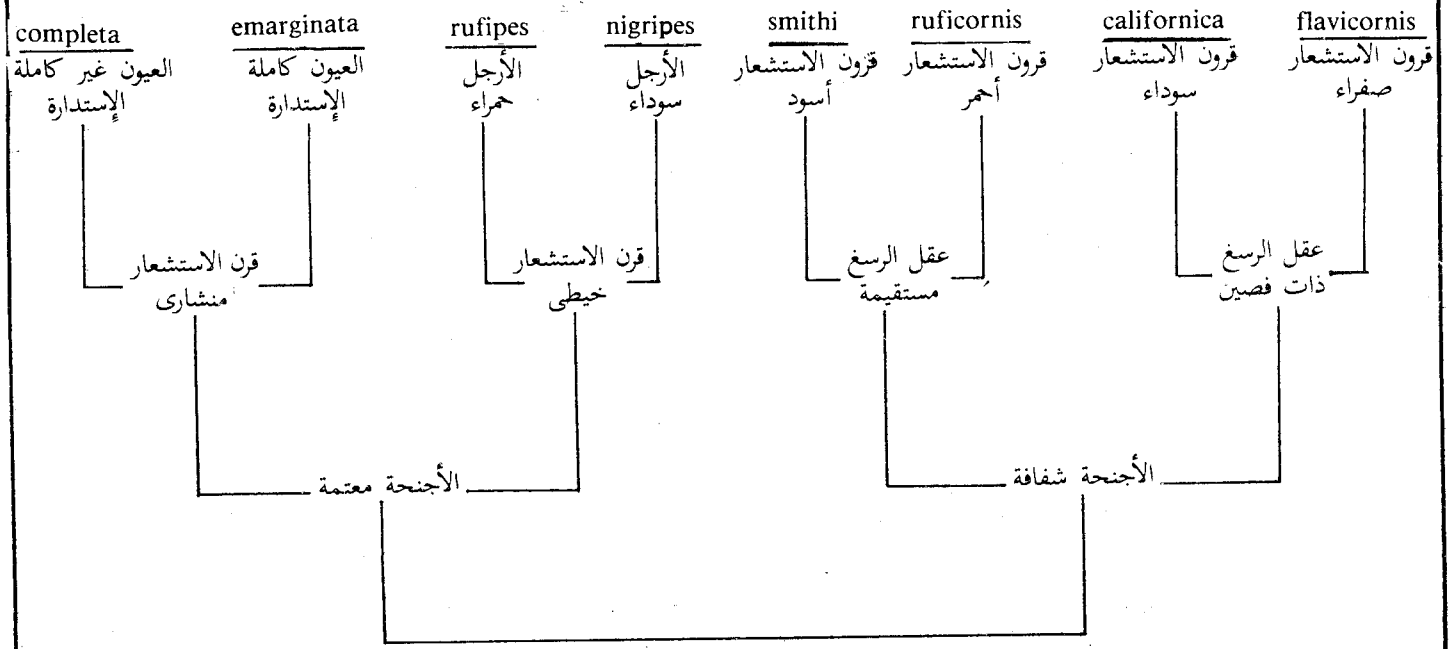
وقد سمى هذا المفتاح مفتاحاً متسلسلاً لتسلسل الأرقام الأولى منه.

أما بقية أنواع المفاتيح التقسيمية فقد وضعت لأغراض خاصة أهمها محاولة تعريف الحشرات لغير المختصين فى دراسة هذه الكائنات،فالمفتاح المصور Pictorial Key ما هو إلا محاولة لتصوير بعض الصفات التقسيمية الظاهرة وترتيب هذه الرسوم مع توضيحها كتابة بطريقة ما يسهل تعريف الجماعات المختلفة لمن يهمهم الأمر من غير الحشريين.

أما الأنواع الأخرى الباقية كالمفتاح والدائرى والصندوق ماهى إلا محاولات ذهنية لربط العلاقة بين جماعات الحشرات المختلفة بطريقة يدل عليها اسم المفتاح إذا كان دائرياً أو متفرعاً أو صندوقياً، فتوزع الصفات السابقة فى مفتاح متفرع بالطريقة الآتية:

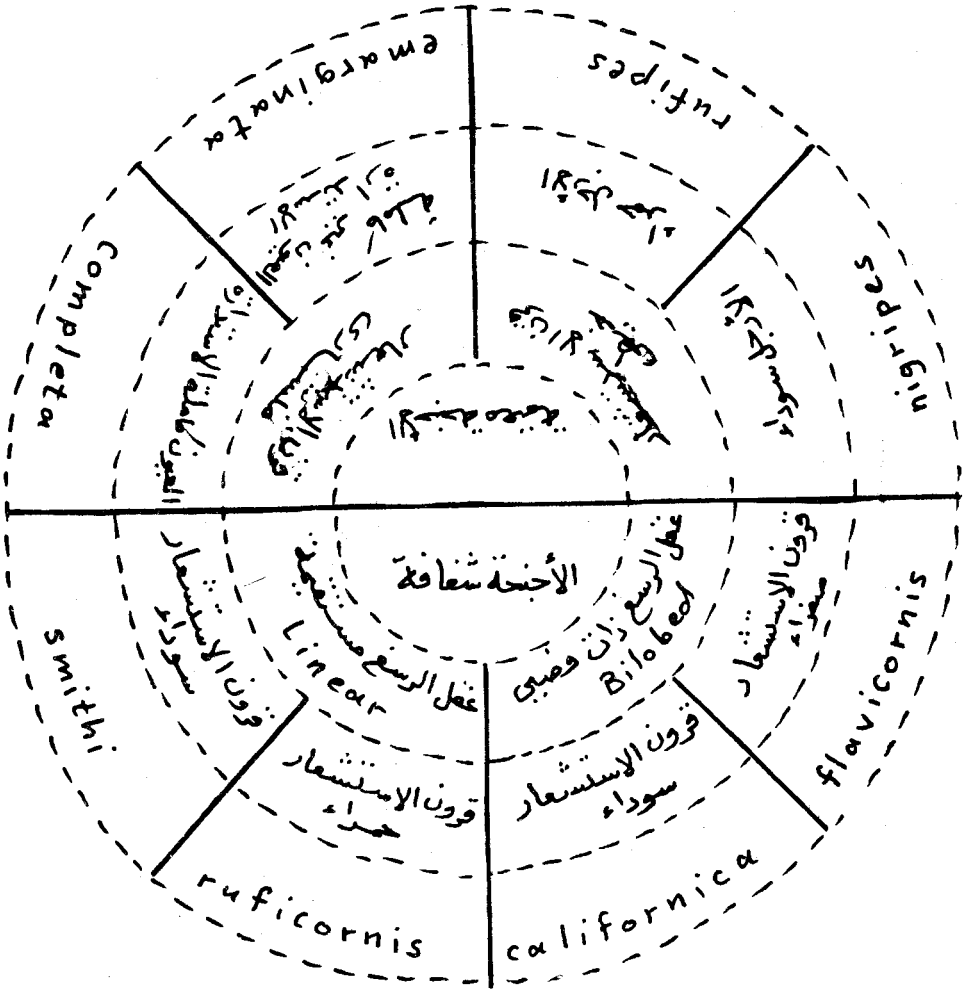
٤ ـــ المفتاح المتفرع

The Branched Key



٥ ــ المفتاح الدائرى

Circuler Key

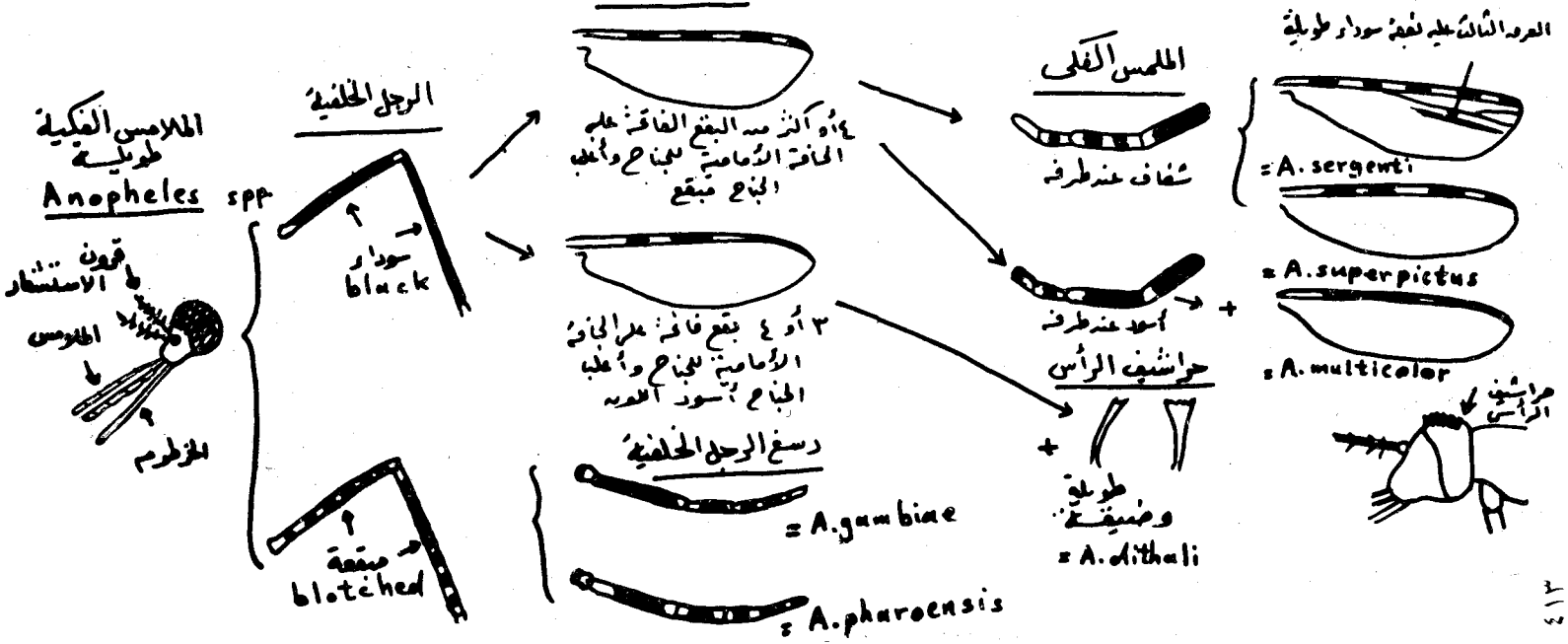


flavicornis	californica	ruficornis	smithi	nigripes	rufipes	emarginata	completa
قرون الاستشعار صفراء	قرون الاستشعار سوداء	قرون الاستشعار أحمر	قرون الاستشعار أسود	الأرجل سوداء	الأرجل حمراء	العيون غير كاملة الإستدارة	العيون كاملة الإستدارة
عقل الرسغ ذات فصين		عقل الرسغ مستقيمة		قرن الاستشعار خيطى		قرن الاستشعار منشارى	
الأجنحة شفافة				الأجنحة معتمة			

٦ ــ المفتاح الصندوق Box - typekey

٧ - المفتاح المصور Pictorial Key

المثل: مفتاح لإناث النبوض التابعة لجنس Anopheles



الباب السابع عشر

علم الاحافير الحشرية

(Insect Palaeontology)

لعل من الاليق أن نختم المواضيع السابقة بذكر نبذة مفيدة عما تمخضت عنه الدراسات المضنية التى أجريت على أحافير (مستحجرات) الحشرات التى اكتشفت فى صخور مختلف العصور الجيولوجية يهدف محاولة التوصل إلى معرفة وقت ابتداء ظهور الحشرات فى الكون والأصل الذى تطورت عنه تلك الطائفة (الصف) وتسلسل تطور رتبها المختلفة عن طريق استقصاء العلاقات المشتركة بين الرتب الحشرية القديمة المنقرضة وبين الرتب الحشرية الحديثة الحية حاليا (انظر الصواف وآخرون ، ١٩٧٢) .

فالحشرات فى الحالة الاحفورية (المستحجرة) لم تلاق الا فى طبقات جيولوجية معينة مواتية خصيصا لأن تحفظها وتصونها ، فهى قد وجدت بوفرة غالبا تحت تلك الظروف حيث يبدو أن ذلك راجع إلى الاحتمال بأن العينات قد تعرضت للغرق ثم غطيت على وجه السرعة بالغرين (Silt) أو غيره من المواد الرسوبية قبل أن يتسع أمام بقاياها الوقت لان تبلى بالكامل . وتبعا لذلك فان بعضا من أغنى المستودعات بالحشرات المستحجرة قد وجدت إما فى المتخلفات النباتية مثل الفحم والليجنايت والدبال وإما فى أحواض المياه العذبة سابقا . وكذلك وجدت أيضا حشرات كثيرة للغاية فى الكهرمان (العنبر Amber) حيث لاقت مصيرها فى الراتينج (Resin) الذى غلفها فى التو قبل أن تجد ثمة فرصة لتخليص أنفسها ، والواقع أن العينات التى دمغت وشربت بذلك الوسيط الطبيعى قد بقيت محفوظة بكامل هيئتها على أبدع حال .

وفى أكثرية الأحوال وجد أن المستحجرات الحشرية ممثلة بأجنحة فقط ، والظاهر أنه تحت ظروف الاستحجار كان البلى يدب بسرعة مما أفضى إلى أن أجسام الحشرات قد تحطمت فورا وصارات مفصولة عن الاجنحة التى استطاعت بفضل خفتها أن تطفو مبتعدة وأن تتراكم فى مهاد معينة حيث مكنها بنيانها الامتن من التصدى للتلف . وكانت النتيجة الطبيعية لذلك أن اعتمدت دراسة الاحافير الحشرية أساسيا على فحص تعريق الأجنحة وصار للمعلومات المستقاة من الاجسام والأجزاء الأخرى من معظم المستحجرات شأن ثانوى القيمة . ولم تتوافر الحشرات بكامل أجسامها الا فيما يختص بالمستحجرات

العنبرية للعصر الميوسينى ، ولكن نظرا لحداثة عهدها نسبيا فانها لم تقابل بمثل الاهمية الاستثنائى اللذين حظيت بهما البقايا الأبكر الاقل اكتمالا . وعلى العموم فكل المعروف من المستحجرات الحشرية قد بلغ فى الوقت الحاضر ١١٥٠٠ نوع منها نحو خمسها ينتمى إلى رتب وفصائل ليست موجودة فى يومنا هذا .

ومع أن التقدمات الحديثة فى علم الأحافير الحشرية قد ملأ إلى درجة محسوسة بعض النقائض فى معلوماتنا عن تطور أغلب الرتب الرئيسية ، الا أننا مازلنا محتاجين من المستحجرات إلى دلائل مباشرة فيما يتعلق بأهم معضلتين فى التاريخ التطورى الشعبى القبائلى للحشرات ألا وهما أصل الحشرات كطائفة (صف) وأصل الاجنحة . فأقدم ما اكتشف من الحشرات المجنحة ينتمى إلى العصر الكربونى الاعلى أى الأحدث (Upper Carboniferous) لأمريكا الشمالية ، ولكن واقع أن هذه الانواع وفيرة وكذلك متخصصة بالفعل فى بعض الحالات يدفع إلى الاستنتاج بأن أبكر البتيريجوتا (الحشرات المجنحة) لابد لم يتأخر ظهورها عن العصر الديفونياوى (Devonian) أو العصر الكربونى الاسفل أى الأقدم (Lower Carboniferous) . فالبقايا الارثروبودية التى وجدت فى دقائق راينى تشيرت (Old red of scotland) كان من بينها كسرات مما يبدو عليه أنه أبتريجوتا (حشرات عديمة الاجنحة) ، وإذا كان هذا القرار صحيحا فان هذه البقايا تعد أقدم المعروف من الحشرات المستحجرة ، وأما أقدم الحشرات الحية حاليا فهى فصيلة (عائلة) الصراصير (بلاتيدى) التى ثابرت عبر العصور الجيولوجية بدون أن تعتريها إلا تغييرات تطورية طفيفة منذ الازمان الكربونية إلى اليوم الحالى .

والطبقات الأرضية التى وجدت فيها أغنى الاكتشافات الحديثة فى الحشرات المستحجرة تعود إلى العصر البرمياوى (Permian) والعصر الترياسى (Triassic) ، فالمستحجرات التى باحت بها تلك الصخور قد أماطت اللثام عن فونا حشرية مذهلة لدرجة أنها انتابت كل توقعاتنا بتغيرات محسوسة . وبالاختصار فيمكن القول بأن هذه الاكتشافات قد تسببت فى كون سجلات الازمان البرمياوية والترياسية من الحياة الحشرية قد نقلت من مصاف أقل الاحقاب الجيولوجية صيتا إلى أذيعها شهرة بخصوص تلك الحيوانات .

الرتب الحشرية المعروفة على صورة مستحجرات فقط :

ان الحشرات المستحجرة التى وجدت بصخور العصرين الميزوزوى (Mesozoic) والباليوزوى (Palaeozoic) تتضمن ممثلين من رتب تعد موجودة فى الوقت الحاضر .

جدول رقم (١)

يبين الرتب الحشرية مرتبة بحسب تسلسل ظهورها على صورة مستحجرات
فى العصور الجيولوجية المتتالية (الرتب المنقرضة مكتوبة بين قوسين)

الرتب الحشرية	الرباعى والحديث	الثلاثى	الطباشيرى	الجيوراسى	الترياس	البرمياوى الأعلى	البرمياوى الأسفل	الكربون الأعلى	الكربون الأسفل	الديفونياوى
كوليمبولا										
(باليوديكتيوبترا)، (بروتودوناتا)(هيجاسيكوبترا)										
(بروتورثوبترا)										
أورثوبترا										
أودوناتا، أفيميروبترا، سوكوبترا هيميبترا، هيكوبترا، نيوروبترا.										
(بروتوهيمبترا)										
(بروتوبيرلاريا) (بروتيليتروبترا)										
(بروتوكوليوبترا)										
بليكوبترا										
ديرمابترا، ثايز انوبترا، دييترا، ترايكوبترا، هايمينوبترا										
ثايزانيورا، أيسوبترا، امبيوبترا، ليبدوبترا.										

وينحصر أهم تلك الرتب المنقرضة فيما يلى :

١ ــ رتبة باليوديكتيوبترا (Order Palaeodicyoptera)

أى رتبة مشبكة الاجنحة العتيقة ، وهى أقدم رتب الحشرات المجنحة وأقربها إلى البدائية . وتتميز توابعها بالخصائص التالية :

١ ــ الرأس مدورة وتحمل زوجا من قرون الاستشعار الشعرية .

٢ ــ الصدر الامامى مجهز عموميا بنتوئين جانبيين شبيهين بالأجنحة المختزلة خارجين من الترجة .

٣ ــ الصدر المتوسط والصدر الخلفى مساويان لبعضهما تقريبا فى الحجم ومربعان فى الشكل .

٤ ــ الاجنحة مطاولة ومتصلة مع الصدر بقواعد عريضة . والزوجان متماثلان تماما من حيث الشكل والتعريق . ولا يحتوى الجناحان الخلفيان على الفص الشرجى المروحى الشكل المميز لكثير من المجاميع المبكرة .

٥ ــ التعريق أكمل مما فى أية حشرات أخرى . وصفاته البارزة هى كثرة تفرع أغلب العروق الرئيسية،ووجود فرعين واضحين للعرق الاوسط واستبقاء ثلاثة على الاقل (بل أكثر من ثلاثة فى المعتاد) من العروق الشرجية ، ووجود شكل شبكى غير منتظم يدعى الشكل الشبكى العتيق (أركيد يكتيون Archedictyon)والذى يتألف من عريقات دقيقة فوق غشاء الجناح بأجمعه .

٦ ــ البطن مطاولة ومحتوية على عشرة حلقات ، وبكل حلقة يوجد غالبا فصان جانبيان من طابع شبيه بفصى الصدر الأمامى إلا انهما أقل وضوحا بكثير ، وعلى قمة البطن يوجد زوج من قرون شرحية نحيفة وغالبا مطاولة بشدة كما ويوجد أيضا فى بعض الاجناس خيط ذنبى وسطى .

والرتبة تكاد تقتصر فقط على الطبقات الدنيا والوسطى من العصر الكربونى الاعلى ، ويبلغ المعروف منها حوالى ١٦٠ نوع ، ويبدو أنها انحدرت فجائيا نسبيا حيث أنه يوجد لها ممثلون قلائل جدا فى صخور أواخر العصر الكربونى والعصر البرمياوى .

٢ ــ رتبة بروتورثوبترا (Order Protorthoptera)

أى رتبة مستقيمة الاجنحة الأولية . وتشتمل هذه الرتبة على مجموعة من أنواع أورثوبتراوية تمثل الاسلاف القديمة لبعض من المجاميع الجارية والقافزة الحية حاليا من رتبة أورثوبترا . وهى عبارة عن فصيلة جانبية مبكرة من رتبة الباليوديكتيوبترا بدليل احتفاظ

توابعها بكثيرا من خصائص نظام التعريق الخاص بالرتبة الاخيرة ، إلا أن هؤلاء التوابع يمتازون بالصفات التالية :

(١) الامتدادان الخارجان جانبيا من ترجة الصدر الامامى (وهما بارزان جدا فى الباليوديكتيوبترا) يوجدان فى أنواع معينة فقط دون الباقى .

(٢) الحلقة الصدرية الأمامية أكثر تخصصا فتكون مطاولة بنحوملحوظ فى بعض الأنواع وأعرض وأقرب إلى هيئة الدرع فى بقية الانواع .

(٣) الجناحان الأماميان أعرض من الجناحين الخلفيين نظرا بالاخص لنمو فص شرجى مروحى الشكل .

(٤) التعريق محتفظ بالشكل الشبكى العتيق البدائى ، والعرق الاوسط منقسم إلى فرعية الاساسيين .

ولقد تواجدت أنواع هذه الرتبة ابتداء من العصر الكربونى الاعلى لغاية العصر الترياسى ويقدر عددها بحوالى ٢٠٠ نوع .

٣ رتبة ميجاسيكوبترا (Or. Megasecoptera)

وهى تمت بقرابة لرتبة البروتودوناتا (الرعاشات الاولية) ولكن تتميز عنها بالقرنين الشرجيين المطاولين وبكون قواعد الاجنحة مستفيضة أو مختصرة وبوجود عرق شرجى للبروتودوناتا . وقد وجدت بقايا هذه الحشرات فى العصر الكربونى الاعلى بفرنسا وانجلترا وأمريكا الشمالية وفى العصر البرمياوى الاسفل بأمريكا الشمالية .

٤ ــ رتبة بروتودوناتا (Or. Protodonata)

أى رتبة الرعاشات الأولية وتوابعها وتفرق بسهولة عن الأودوناتا الحالية بغياب العقدة (Nodus) الوصمة الجناحية (Pterostigma) من على الاجنحة . كما ويتميز تعريقها عن تعريق الباليوديكتيوبترا بكون العريقات العابرة المكونة للشبكة واقعة على زاوية قائمة مع العروق الاساسية وفروعها (بدلا من أن تكون غير منتظمة وممتدة بميل) وبوجود عرق شرجى وحيد . وحشرات هذه الرتبة من حيث الصفة الأخيرة تقارب حشرات الميجاسكوبترا غير أن القواعد العريضة للاجنحة والشبكة المتضامة من العروق العابرة سرعان ما تفرق بين الاثنين . ضمن الرتبة أضخم الحشرات المستحجرة على الاطلاق إذ يزيد عرض الاجنحة وهى مفرودة فى بعض الانواع عن قدمين . وقد وجدت الرتبة فى العصر الكربونى الاعلى بفرنسا وانجلترا وفى العصر البرمياوى الاسفل بأمريكا الشمالية والمانيا .

٥ — رتبة بروتوبيرلاريا (Or . Protoperlaria) :

أى رتبة بيلاريا أو بليكوبترا (مطبقة الاجنحة) الأولية . وتختلف هذه الرتبة عن رتبة بيرلاريا أو بليكوبترا الحالية فى وجود خمسة عقل برسوغ الأرجل وفى وجود امتدادين كبيرين خارجين جانبيا من ترجة الصدر الامامى وفى وجود الفرعين الرئيسيين للعرق الأوسط . حتى الآن لم يعثر على ممثلى هذه الرتبة إلا فى الصخور البرمياوية بكانساس (بأمريكا الشمالية) وبشمال روسيا . وتوابع هذه الرتبة تتفق مع التوابع الأميل للبدائية من رتبة بليكوبترا الحالية من حيث القسمات العمومية بما فى ذلك وجود القرنين الشرجيين وغياب الامتداد الذنبى الأوسط ومن حيث الشكل العام للأجنحة واحتواء الزوج الخلفى منها على منطقة شرجية ضخمة مروحية الشكل . ومن السهل التفرقة بين هذه الرتبة وبين رتبة باليوديكتيوبترا بالفص الشرجى الكبير وبغياب الشبكة الغير منتظمة من العريقات العابرة المصطفة بميل .

٦ — رتبة بروتوهيميبترا (Or . Protohemiptera) :

أى رتبة نصفية الاجنحة الأولية . وقد وجدت حشرات هذه الرتبة فى العصر البرمياوى الأسفل بالمانيا وفى العصر الترياسى الأوسط والأعلى بنيوساوث ويلز (بأستراليا) . وتعد حشرات الرتبة ضمن أضخم ما اكتشف للآن من المستحجرات الحشرية إذ قدر امتداد الأجنحة فى أحد أنواعها بنحو ١٦ سنتيمترا . وتتميز الرتبة بوجود امتدادين خارجين جانبيا من ترجة الصدر الأمامى ومشابهين جدا للموجودين فى البياليوديكتيوبترا والبروتوبيرلاريا . والرأس صغيرة نوعا وبها أجزاء فمية بارزة من الطراز الثاقب الماص . والجناح برمته مشغول بشبكة من عريقات عريضة رهيفة وثيقة التجاور .

٧ — رتبة بروتوكوليوبترا (Or . Protocoleoptera) :

أى رتبة غمدية الاجنحة الاولية . وقد أسست هذه الرتبة فى أول الأمر بناء على اكتشاف نموذج لجناح غمدى يبلغ طوله ٢٤ ملليمترا فى صخور العصر البرمياوى الأعلى بنيوساوث ويلز . والظاهر أن هذه العينة وما اكتشف بعدها من عينات أخرى تشير إلى تواجد رتبة بدائية سلفية لرتبة كوليوبترا الحالية إلا أنها تملك أجنحة غمدية مبططة ذات هامش درزى الشكل وجهاز كامل من التعريق غير أن الاخير مخالف تماما لتعريق الجناح الغمدى لأية واحدة من خنافس كوليوبترا الحقيقة المعروفة حاليا حيث تكون العروق الرئيسية بسيطة وغير متفرعة على طول امتدادها والمنطقة الشرجية مختزلة للغاية بينما فى البروتوكوليوبترا فالمنطقة الشرجية ممدودة قاعديا والعروق الرئيسية كثيرة التفرع .

٨ ـ رتبة بروتيليتروبترا (Or . Protelytroptera) :

وقد أطلق هذا الأسم أولا على البقايا الحشرية التى وجدت فى الحجر الجيرى لصخور العصر البرمياوى الاسفل بكانساس (أمريكا الشمالية) ، ثم اكتشفت بعد ذلك عينات أخرى مكنت من التوسع فى دراسة هذه المستحجرات مما أدى إلى معرفة قدر كبير من المعلومات عن شكلها الخارجى بعكس الاجزاء الفمية فلم يسلط للآن أى ضوء على طابعها . ففى الاجناس الاقل تخصصا كان الجناحان الأماميان عبارة عن جناحين غمديين محدبين ومنطقتهما الضلعية متسعة ومحتويين على ثلاثة عروق شرجية بسيطة بينما العروق العابرة فغائبة . وأما فى الاجناس الاخرى فكان التعريق أشد تخصصا بطريق النقصان . وكان الجناحان مهيئين بجلاء للانطواء ومحتويين كالحال فى رتبة ديرمابترا (جلدية الاجنحة) الحالية على عروق أمامية متحورة للغاية وعلى مروحة شرجية كبيرة مشتملة على عدد من العروق الشرجية المتشععة ، وكان الصدر الامامى كبيرا ، والرسوغ مؤلفة من خمس عقل ، وقرنا الاستشعار متألفين من حوالى ٢٢ علقة .

التاريخ الجيولوجى للحشرات :

يقصد بذلك بيان تسلسل ظهور البقايا الحشرية فى الأزمان الجيولوجية المتتالية ثم تقصى ما فى الماضى البعيد لهذه الحيوانات من وقائع أساسية على ضوء مختلف الاكتشافات الحديثة . والجدول المرفق يوضح ذلك التسلسل ومنه يتبين أنه للآن لم تكشف أية مستحجرات حشرية فى صخور العصور السابقة للعصر الديفونياوى . وفيما يلى نبذة مختصرة من المستحجرات الحشرية التى اكتشفت فى مختلف العصور الجيولوجية :

(١) العصر الديفونياوى : Devoninan

البقايا الحشرية المنتمية لهذا العصر عبارة عن كسرات صغيرة للغاية وجدت فى رقاقات راينى تشيرت من الحجر الرملى الأحمر المتوسط القدم باسكتلندا ويتألف أكمل تلك البقايا من أجزاء من محفظة الرأس والاجزاء الفمية وقرون الاستشعار لنوع معين أعتبر كحشرة كولمبولية قديمة . أما بقية المستحجرات فتتألف فقط من فكوك علوية قد أحيلت إلى نوع معين ينتمى بالارجحية إلى رتبة ثايزانيورا . ومع أن هناك احتمالا قويا بأن هذه الانواع تنتمى بحق إلى تحت صف أبتريجوتا (الحشرات عديمة الاجنحة) فمن الجدير بالملاحظة أنه لم يماط اللثام للآن عن أية بينة عن وجود مثل هذه الحشرات فى صخور مختلف العصور التالية لغاية فترة الاوليجوسين (Oligocene) .

(٢) العصر الكربونى : Carboniferous

لقد وجدت بقايا حياة حشرية بقدر أوفر فى أثناء هذه الفترة . فقد تواجدت أبكر النماذج التى لا يتطرق إليها شك من صف الحشرات فى الطبقات السفلية من صخور العصر الكربونى الأعلى لأمريكا الشمالية . وكانت هذه الفونا المبكرة متألفة تقريبا من اليوديكتيوبترا وبروتورثوبترا وبروتودوناتا وميجاسيكوبترا وبلاتيدى . وباستثناء الرتبة المذكورة أخيرا (بلاتيدى) فكل تلك المجاميع منقرضة فى الوقت الحاضر ، فهى أشكال أسلافية قد اشتقت منها طرز أحدث . ولا تقدم أى من تلك الرتبة أية دلالة عن أصل الحشرات كصف ، الا أن وفرتها بالاضافة الى مرتبتها التخصصية العالية نسبيا فى بعض الاحوال إنما تدل بجلاء على أن رُفات أمعن فى القدم من الحياة الحشرية ما تزال تنتظر الكشف عنها فى صخور عصور سابقة . ويبدو أن كثيرا من حشرات العصر الكربونى كانت ضخمة الحجم بطيئة الحركة ضعيفة الطيران ، وهى صفات لربما تكون قد ساهمت نحو إندثارها المبكر ، وذلك باستثناء البلاتيدى التى احتفظت بقسماتها العامة مع تحويرات طفيفة نسبيا لغاية وقتنا الحالى .

(٣) العصر البرمياوى : Permian

لقد أثبتت الاكتشافات الحديثة أن الأزمان البرمياوية كانت حافلة بالمستحجرات الحشرية المثيرة لاعظم الاهتمام .ففى صخور العصر البرمياوى الأسفل وجد أبكر الحشرات المعروفة من الهولوميتابولا (الحشرات كاملة التبدل) ممثلا بعدد من رتبتى نيوروبترا (شبكية الاجنحة) وميكروبترا (طويلة الاجنحة) . كما اقتصرت البروتيليتروبترا الشبية بالخنافس على شتى صخور تلك الفترة التى احتوت أيضا على سلاسل وفيرة من الميجاسيكوبترا . وفى نفس تلك الطبقات وجد أيضا أبكر الأنواع المعروفة من ذباب مايو الحقيقى وكذلك عدد من الأنواع الأعم التى تؤلف رتبة بروتوبيرلاريا علاوة على مستحجرة لنوع ينتمى إلى رتبة بروتوهيميبترا . ومن الجدير بالذكر أن أقدم المسجل من المستحجرات الهيميبترا الحقيقة والذى وجد فى العصر البرمياوى الاسفل بكانساس بأمريكا الشمالية يعد نفس العمر تقريبا . والرعاشات الكبيرة (التنينية) الحقيقية ظهرت أيضا فى الازمان البرمياوية الأقدم إلا أنها تختلف بما فيه الكفاية عن الانواع الحية حاليا لدرجة أنها وضعت فى تحت رتبة مستقلة تدعى بروتوزايجوبترا (Suborder Prtozygopera) حيث أنه فى هذه الرعاشات التنينية المبكرة لم تكن توجد الخلية الشبيهة بالقرص ولا الوصمة الجناحية اللتين هما من خصائص الأنواع الحالية . وكذلك كانت السوكوبترا (Or . Psocoptera) قديمة العهد للغاية فوجدت منها نماذج لأنواع يبدو أنها تحت رتبتين إضافيتين منقرضتين .

وأما من ناحية الازمان البرمياوية الأحدث فقد كشفت صخورها فى استراليا وروسيا الشمالية عن سجلات وفيرة لحياة حشرية . ففى استراليا قدمت مهاد بيلمونت (Belmont beds) بنيو ساوث ويلز مزيداً من الأدلة عن وجود حشرات من رتبة هيميبترا ، كما ظهرت أبكر البليكوبترا الحقيقية فى هذه الفترة ، وكذلك بدأت تظهر البارامیكوبترا (وهى الاسلاف المحتملة لرتبتى تريكوبترا ولبيدوبترا سويا) بمصاحبة أبكر المعروف من مستحجرات كوليوبترا . وكذلك وجدت النيوروبترا فى أثناء العصر البرمياوى الأحدث . وفى روسيا وجدت نماذج من رتبتى نيوروبترا وهيميبترا كما سجلت أيضا بقايا لحشرات يعتقد بأنها من رتب ذباب مايو وميكوبترا وسوكوبترا .

وجميع رتب العصر الكربونى القديمة قد امتدت إلى أزمان برمياوية ، فالبروتورثوبترا والبلاتيدى كانت وفيرة . ولكن الميجاسيكوبترا على الرغم من شيوعها فى باكورة العصر البرمياوى فيبدو أنها انقرضت وتلاشت عند أواخر ذلك العصر . والباليوديكتيوبترا التى خطت فعلا خطوات كبيرة نحو الاضمحلال قد مثلت بنماذج فى صخور العصر البرمياوى الاسفل بكانساس ولربما كذلك ببعض كسرات من أجنحة بصخور العصر البرمياوى الأعلى بروسيا ، والبروتودوناتا التى كانت بالمثل فى سبيل الاضمحلال مثلت بآخر نماذج فى مهاد كانساس .

(٤) العصر الترياسى : Triassic

لقد كشفت الإكتشافات الحديثة فى الصخور الإسترالية من العصر الترياسى عن وجود فونا حشرية غنية . ففى مهاد إيبسويتش (Ipswich beds) بنيوساوث ويلز أظهرت الهيمبترا تقدماً وتخصصاً أكثر مما فى الحقب السابق كما كانت مجموعة سائدة حيث مثلت بأنواع عظيمة التباين ، ومثلت الميكوبترا بنموذج محفوظ بحالة سليمة تثير الدهشة ، كما وجدت أيضاً فى مهاد إيبسويتش مستحجرات لحشرات اعتبرت بمثابة رتبة مستقلة سميت باراترايكوبترا (Paratrichoptera) . وفى هذا العصر وجدت عينات من رتبة نيوروبترا ومن الرعاشات الكبيرة كما كانت الكوليوبترا الحقيقية وفيرة . ومن الجدير التنوية إلى أن الرتبة الكربونية بروتورثوبترا إمتدت إلى العصر الترياس . وأن بعضاً من البلاتيدى الترياسية لا تختلف إلا قيلاً جداً عن تلك الموجودة أثناء الحقب الباليوزوى ، وأن فى مصاحبة تلك الطرز الاورثوبترية البدائية وجدت أيضاً نماذج تابعة بحق لعائلة الجراد قصير القرون وأنواع تمت بقرابة إلى عائلتى أفراس النبى والجراد طويل القرون .

٥ ــ العصر الجيوراسى : Jurassic

لقد نال العصر الجيوراسى شهرة من واقع أن كل الرتب الحشرية الرئيسية ماعدا رتبة لبيدوبترا قد أتت إلى الوجود قبل انتهائه. فقد وجدت أبكر الهايمينوبترا الحقيقية فى طبقات العصر الجيوراسى الأعلى بإنجلترا وبافاريا وأسبانيا وتركستان، والديبترا الحقيقية المنتمية إلى سلسلة أورثورافا ظهرت لأول مرة فى العصر اللياسى الأعلى بأوروبا (Upper Lias of Europe) ومعها أبكر المعروف من مستحجرات الترايكوبترا. وفى الأزمان اللياسية (Liassic Times) بأوروبا كانت الرعاشات الكبيرة من تحت رتبة أنيسوزايجوبترا (Subor. Anizozygoptera) المنقرضة تقريباً الآن موجودة بكثرة، كما ظهرت الانيسوبترا الحقيقية لأول مرة فى العصر الجيوراسى الأعلى. وفى صخور تعود للعصر الجيوراسى الأوسط وجد قليل من الأجنحة والحوريات لبعض البليكوبترا المبكرة فى سايبيريا، والنيورويترا مثلت جيداً فى العصر اللياسى والعصر الجيوراسى الكوليوبترا (وجدت بكثرة فى صخور ذلك العصر فى أوروبا)، بينما كل من تحت رتبتى رتبة هيميبترا فقد مثلت فيه ببقايا مستحجرة محفوظة جيداً، وكذلك وجدت الميكوبترا بكثرة فى العصر اللياسى الأسفل بإنجلترا.

٦ ــ العصر الطباشيرى : Cretaceous

لم يوجد فى صخور هذا العصر إلا بقايا متناثرة لكسرات من حشرات. وعلى وجه العموم فالكوليبترا سادت فى العصر الطباشيرى الأسفل بإنجلترا والعصر الطباشيرى الأعلى فى بوهيميا. وفى طبقات العصر المذكور أخيراً كشف النقاب عن كسرات من حشرات يمكن أن تعزى إلى رتب أخرى ولكنها كانت محفوظة برداءة لدرجة يستحيل معها تحديد تبعيتها بالضبط. وكذلك أميط اللثام فى الصين فى طبقات العصر الطباشيرى عن سلسلة واسعة ومبعثرة جدا من نماذج تنتمى إلى رتب حشرية موجودة حاليا. وإنما لاينبغى أن يعزى ذلك إلى القلة الفعلية لتلك الحيوانات أثناء تلك الفترة بل على الأصح إلى غياب رواسب المياه القلة الفعلية لتلك الحيوانات أثناء تلك الفترة بل على الأصح إلى غياب رواسب المياه العذبة الملائمة التى كان يتأتى أن تتجمع فيها النماذج وتصبح مستحجرة. والواقع أن الظهور الفجائى نسبياً لنماذج راقية من لبيدوبترا وهايمينوبترا الاكيولياتية وديبترا السايكلورافية فى باكورة العصر الثلاثى توحى إلى أن تلك المجاميع لابد وأن كانت ممثلة بسوابق فى الأزمان الطباشيرية.

٧ ــ العصر الثلاثى : Tertiary

كثير من الطبقات الرسوبية للعصر الثلاثى كانت حافلة بالحشرات فهى قد أمدتنا بحوالى ثلاثة أرباع المعروف من الأنواع المستحجرة حيث الرتب العصرية ممثلة بأجمعها تقريباً . فالواقع أن فونا تلك الأزمان مأخوذة ككل لم تختلف بنحو محسوس من حيث التركيب عن فونا الوقت الحاضر ، وحتى فى أثناء الأوليجوسين (Oligocene) وهو فترة مبكرة نسبياً فى العصر الثلاثى فقد كانت الحشرات شبيهة تماماً بالحشرات السائدة حالياً . فالكو ليمبولا والثايزانيورا كانت ممثلة جيداً فى المهاد العنبرية البلطيكية (Baltic amber beds) للفترة الاوليجوسينية . وأبكر الايسوبترا تواجدت فى الازمان الايوسينية (Eocene) ثم صارت أكثر شيوعاً فى الاوليجوسين والميوسين (Miocene) ، وأما لبيدوبترا فقد تواجدت فى صخور الزمن الميوسينى فما فوق ، ولكن من المؤكد تقريباً أن هذه الرتبة قد نشأت قبل العصر الثلاثى ، بل ويمكن أن نضيف قائلين أن الانفاق الورقية المعينة الراجعة للعصر الطباشيرى الأعلى هى على الأرجح جداً من عمل يرقاتها ، ووجدت الكوليوبترا بكثرة للغاية فى صخور العصر الثلاثى ، إذ أن عدداً من أجناس الوقت الحاضر كانت متواجدة فى الأزمان الايوسينية كما استخرج ما ينوف على ٤٣٠ نوع من الخنافس من المهاد العنبرية البلطيكية للعصر الاوليجوسينى بل وقد جمع عدداً أكبر من ذلك من الرواسب الميوسينية لفلوريسانت (Florrissant) فى كولورادو (بأمريكا الشمالية) . بينما أبكر المعروف هايمينوبترا الاكيولياتية (اللاسعة) فقد ظهر ابتداء من فترة الايوسين وواضح أن هذه المجموعة كانت واحدة من أواخر ما تطور من المجاميع الحشرية الكبرى ، وكذلك كانت مستحجرات جميع كبار عائلات هايمينوبترا الطفيلية موجودة بكثرة فى صخور العصر الاوليجوسنى الأسفل ، والديبترا الراقية وجدت على صورة مستحجرات فى الصخور الايوسينية ثم صارت وفيرة فى الأوليجوسين ، وكذلك كان أغلب بقية الرتب الحشرية ممثلاً فى العصر الثلاثى بما فى ذلك رتب امبيوبترا وستربسيبترا وأفانيبترا .

التاريخ التطورى للرتب الحشرية الحديثة والمستحجرة :
The Phylogene of Recent and Fossil Order Of Insectes

منذ الاكتشافات الأولى توالت اكتشافات جديدة تجمع على أثرها قدر كبير من المعلومات المستجدة فى الأعوام الاخيرة . وفى ضوء هذه التقدمات الحديثة يمكن تلخيص النتائج الهامة التى توصل إليها العلماء بشأن السيرة التطورية للرتب الحشرية المنقرضة والحديثة فيما يلى :

١ ــ أبكر ما وجد فى صخور العصر الكربونى من بقايا حشرية مستحجرة كانت

عبارة عن أنواع إكسوتريجوتية متمتعة بأجنحة ضخمة على درجة مقبولة من الكفاءة ، كما كانت هذه مصحوبة بكسرات من حوريات معاصرة ، وهو أمر يشير إلى أن تلك الحشرات كانت خاضعة لتبدل شكلى غير تام (ناقص) ، وقد وضعت هذه الحشرات القديمة فى رتبة الباليوديكوتيوبترا التى تعد أقدم الرتب المنقرضة .

٢ — تبدى رتبة بروتورثوبترا تقدمًا أكيدًا على الباليوديكتيوبترا ، ويتضح ذلك مثلا من تركيب صدرها الذى يدل على أنها اكتسبت بعض المقدرة على الجرى بعكس الرتبة السلفية (الباليوديكتوبترا) فكانت لديها على الأرجح قدرات ضعيفة على المشى الأرضى إذ كانت تلجأ إلى الطيران طيرانات فجائية قصيرة ، بل إن هذه الأنواع المبكرة الشبيهة بالاورثوبترا تظهر إزديادًا فى درجة نماء الجناحين الخلفيين كما وأن المنطقة الشرجية المتسعة لهذين العضوين تعد خطوة تقدمية واضحة على الباليوديكتيوبترا حيث الأجنحة الأمامية والأجنحة الخلفية مماثلة لبعضها إلى حد كبير .

٣ — الميجاسيكوبترا كانت رتبة متخصصة وبنحو جلى ، فاستضافة قواعد أجنحتها واختزال تعريقها يدل على أنها لابد كانت عبارة عن فسيلة جانبية مخصوصة من الباليوديكتيوبترا . ويعتقد تيليارد (١٩٢٨) بأن أحد أجناس هذه الرتبة وهو جنس بروديا (Brodia) عبارة عن طراز سلفى للبروتودوناتا والأودوناتا وأن هاتين الرتبتين عبارة عن نمائين حائدين من الميجاسيكوبترا إلا أن هذا الرأى ليس مبنيًا إلا على أسانيد واهية جدًا ولذا لقى معارضة شديدة من جانب باقى علماء الاحافير واعتبر مرفوضًا .

٤ — يبدو أن الباليوديكتيوبترا قد نشأت من فسيلة جانبية أخرى هى البروتوبيرلاريا التى تستعرض طراز من التعويق يسرح بالخيال إلى البليكوبترا .
ومن البروتوبيرلاريا توجد طرز أكثر تقدمًا تبدى صفات تعد سلفية بالنسبة للأنواع البدائية من البيرلاريا (أى البليكوبترا) الحية حاليًا مما يشير إلى أن الأخيرة لربما كانت سليلة من الأولى . كما وقد اكتشفت محفوظا فى الصخور الباليوزية المنتمية للعصر البرميّاوى الأعلى جنس بليكوبتراوى أصيل هو جنس ستينوبيرليديم (Stenoperlidum) الذى ينتمى بجلاء إلى عائلة (فصيلة) يوسثينيايدى (Eustheniidae) الحية حاليًا ، وهو حدث ليس له نظير إلى بخصوص فصيلة بلاتيدى (Blattidae) .

٥ — تكشف رتبة أفيميروبترا الحالية من حيث تعريقها البدائى وقرونها الشرجية الطويلة عن صفات تعد مميزة لرتبة الباليوديكتيوبترا المستحجرة والمعتقد أن الجنس تريفلوسوبا (Triphlosoba) المنتمى للعصر الكربونى الأعلى والمؤلف لرتبة مستحجرة

تسمى بروتوإيفيميرويديا (Protoephemeroidea) والذى يبدو أنه يمت إلى جنس من أجناس الباليوديكتيوبترا بصلة قرابة قد أدى إلى ما اكتشف فى صخور العصر البرمياوى الأسفل من مستحجرات لذباب مايو حقيقى لا يختلف كثيرًا عن توابع عائلة (فصيلة) سيفلونيوريدى (Siphlonuridae) العتيقة الحية حاليًا .

٦ ــ كان للرتبة بروتوهيميبترا (وهى رتبة قديمة أخرى) طراز من تعريق الأجنحة يوحى إلى احتمال كونها قد نشأت من فصيلة متخصصة من رتبة الباليوديكتيوبترا ، ولكنها تجمع بين صفات تعريقية بدائية وأجزاء فمية متخصصة كالموجودة فى رتبة هيميبترا الحالية . ولكن لغاية الوقت الحاضر لم يتبرع السجل الأحفورى بأية قرينة عن كيف أن تلك الأجزاء الفمية الهيميبترية كانت مشتقة من أجزاء فمية قارضة غير متخصصة . وسواء أن البروتوهيميبترا كانت أو لم تكن على نفس خط إنحدار الهيميبترا الحالية فإنها تشير إلى الارجحية بأن الرتبة الأخيرة كان لها سلسلة نسب مشتركة مع الاكسوبتريجوتا الأخرى المذكورة آنفًا .

٧ ــ ما اكتشف فى صخور العصر البرمياوى الأسفل من هوموبترا منقرضة قد أظهرت تشابهًا من ناحية التعريق مع الطرز المبكرة من السوكوبترا (Psocoptera) التى وجدت برفقتها ، والراجح على ما يبدو أن الهيميبترا والسوكوبترا هما تكوينان متشعبان من أصل واحد مشترك وأن الانوبلورا قد طورت بعدئذ فى الزمن الجيولوجى كسليلات من أفراد سوكوبترية غير مجنحة ثم أصبحت مهيأة لحياة طفيلية على فقاريات ذات دم حار .

٨ ــ السجل الأحافيرى لرتبة أمبيوبترا ضئيل لدرجة أنه لم يلق أى ضوء عن أسلافها ، وكذلك بالمثل لم تترك رتبة أيسوبترا أية قرائن عن أجدادها ولكنها من الناحية التركيبية تنم بجلاء عن صفات شبيهة بصفات عائلة بلاتيدى بل وهناك شك ضئيل فى كونها نشأت من أنواع صراصيرية الشكل قد اكتسبت بعدئذ نظامًا معقدًا من الحياة الاجتماعية ، ففى الأزمان الثلاثية كانت أجناسها بنفس الشكل الذى نجدها عليه حاليًا ومن البديهى إذن أنه يجب التنقيب عن أشكالها السلفية فى صخور أقدم عمرًا من ذلك بكثير .

٩ ــ لم تكشف السجلات الاحافيرية أيضًا عن أى شىء بخصوص قرابات ثايزانوبترا إلا أن دراسة الأنواع الحديثة تقودنا إلى الاستنتاج بأن لديها أوجه شبه مع الهيميبترا عما مع أية رتبة أخرى ، ويحتمل أنها نشأت كفسائل جانبية من إحدى المجاميع السوكوبترية المبكرة ، إلا أن هذا الرأى مازال يفتقر إلى قرائن إثباتية .

١٠ — إن أقدم رتب الهولوميتابولا (الحشرات كاملة التبدل) هى الميكوبترا التى كانت ممثلة تمثيلاً جيدًا من قبل فى العصر البرمياوى الأسفل ، إلا أن تعريق تلك الميكوبترا المبكرة يختلف بدرجة جوهرية عن تعريق كل من الباليوديكتيوبترا والبروتورثوبترا إلى حد يدفعنا إلى الاستنتاج بأنه لابد قد تواجدت فى بواكير الأزمان الكربونية مسلسلة طويلة من الأشكال الانتقالية التى لم نستدل عليها حتى الآن . ومع أن أصول تلك الرتبة ما زالت إذن خافية فإن للرتبة نفسها أهمية عظمى من وجهة التاريخ التطورى الشعبى ، نظرًا لأن جميع الرتب الرئيسية من الهولوميتابولا (ما عدا كوليوبترا وهايمينوبترا) تحال بالارجح إلى أجداد ميكوبترية . فتحت رتبة بروتوميكوبترا (Protomecoptera) المنقرضة قد تضمنت أنوعًا تليق لأن تكون سلفًا لرتبة نيوروبترا ، بينما تحت رتبة باراميكوبترا (Paramecoptera) المنتمية للعصر البرمياوى الأعلى فتستعرض صفات تعد سلفية بالنسبة لرتبتى ترايكوبترا ولبيدوبترا من جهة كما تصاهرها مع الميكوبترا من الجهة الأخرى . عائلة ميزوسايكيدى (Mesopsychidae) التى وجدت فى صخور العصر الترياسى تجمع بين صفات توحى إلى كونها على خط إنحدار البروتوديبترا (Protodiptera) ومع ذلك فالديبترا الحقيقية لا تعرف باحتوائها على اشكال وسيطية تربط بينها وبين البروتوديبترا .

١١ — ضمن الهايمينوبترا يكون التعريف متخصصًا إلى درجة تدعو إلى اعتبار الرتبة ذات وضع معزول بمفرده . وحتى فى أعظم الدبابير المنشارية بدائية فلا توجد أية قرينة على صلة قربى بأية رتب أخرى .

١٢ — البروتيليتروبترا عبارة عن رتبة حشراتها مجهزة بجناحين أماميين غطائيين (لتغطية الجناحين الخلفيين) إلا أن قراباتها ما تزال بعيدة كل البعد عن الوضوح . ولكن بما أنها تمت بشبه وثيق لرتبة ديرمابترا من حيث الجناح الخلفى فيمكن إعتبارها كأسلاف مبكرة لحشرات إبرة العجوز أو دخالات الاذن (Earwigs) الحالية ، كما وأن تعريق الجناحين الأماميين الغطائيين يوحى إلى كونها اشتقت من صراصير معينة من العصر الكربونى الأعلى . وأما رتبة البروتوكوليوبترا فالمعتقد أنها من متخلفات رتبة بروتيليروبترا ، إلا أن البقايا الشحيحة المكتشفة حتى الآن من بروتركوليوبترا لا تتيح استخلاص استنتاجات ذات قيمة موضوعية .

١٣ — هناك من بين الرتب الحديثة تسعة على الأقل عرفت بكونها قد تواجدت منذ الأزمان الباليوزية ، وأما الرتب الباقية فمنها الترايكوبترا والهايمينوبترا والديبترا اكتشفت

مستحجراتها فى طبقات العصر الجيوراسى بينما ثايزانيورا وأيسوبترا ولبيدوبترا فالمعروف حتى الآن أن تاريخها يعود إلى العصر الثلاثى فقط .

١٤ ــ هناك ثلاثة عائلات (فصائل) حديثة قد استدامت على ما يبدو منذ الأزمان الباليوزية وهى البوديوريدى (Poduridae) (من رتبة كوليمبولا) منذ العصر الديفونياوى الأوسط ، والبلاتيدى (Blattidae) (من رتبة أورثوبترا) منذ العصر الكربونى الأعلى ، واليوستنيايدى (Eustheniidae) (من رتبة بليكوبترا) منذ العصر البرمياوى الأعلى .

١٥ ــ تعتبر رتبة باليوديكتيوبترا المستحجرة أقرب الجميع إلى الصورة المتخيلة عن الحشرات المجنحة السلفية ، ولكن بما أن الرتب بروتودوناتا وميجاسيكوبترا والبروتورثوبترا كانت متعاصرة مع الباليوديكتيوبترا فى العصر الكربونى الأعلى وأن هذه الرتب الثلاثة كانت بالفعل آنئذ متميزة بنحو قاطع عن الباليوديكتيوبترا فإن هذا يدعو إلى الاستنتاج بأن الحشرات السلفية الفعلية ما تزال تنتظر إماطة اللثام عنها فى طبقات عصور أبكر من ذلك .

١٦ ــ يبدو أن الأفيميروبترا الحالية هى أقرب الجميع قرابة للباديوديكتيوبترا بينما الاورثوبترا والبليكوبترا فواضح أنهما مشتقتان من البروتورثوبترا ، كما يظهر أن الاودوناتا قد نشأت عن طريق البروتودوناتا ، فى حين أن أسلاف الهيميبترا والسوكوبترا ما تزال غامضة .

١٧ ــ يبدو أن غالبية الرتب الهولوميتابولية (التامة التبدل) قد نشأت من أسلاف ميكوبتراوية وأن منشأ الأخيرة ربما كان من أصل باليوديكتيوبترى ، أما صلات قربى الهايمينوبترا فليست معروفة ، بينما صلات قربى الكوليوبترا فما تزال محفوفة بالشك ولكن يجوز أنها قد نشأت من بروتورثوبترا عن طريق البروتوكوليوبترا .

إنتهى بحمد الله

* *

*

المراجع العربية :

١ ــ دكتور أحمد ثابت عبد المنعم الدركزلى (١٩٨٢) : علم فسلجة الحشرات . وزارة التعليم العالى والبحث العلمى ، العراق .

٢ ــ دكتور أحمد كامل عزب (١٩٦٠) : علم الحشرات العام . مكتبة الانجلو المصرية بالقاهرة .

٣ ــ دكتور أ . د . إمز (١٩٧٤) : حياة الحشرات . ترجمة الدكتورة سمية الزيادى . رقم ٤٧٢ من سلسلة الألف كتاب بإشراف الإدارة العامة للثقافة بوزارة التعليم العالى . دار الفكر العربى بالقاهرة .

٤ ــ دكتور شاكر محمد حماد (١٩٧٤) : مورفولوجيا علم الحشرات (أساسيات ومتقدم) . دار المطبوعات الجديدة بالاسكندرية .

٥ ــ دكتور شاكر محمد حماد ، دكتور ابراهيم عبده رواش ، دكتور مراد محمد سامى الهلالى (١٩٧٥) : مورفولوجيا وتقسيم الحشرات . دار الكتب الجامعية بالاسكندرية .

٦ ــ دكتور صالح كامل الصواف ، دكتور محمد حسين زعزوع ، دكتور شاكر محمد حماد ، دكتور عبدالرحمن أحمد دنيا (١٩٧٢) : مبادىء علم الحشرات . دار المعارف بالاسكندرية .

٧ ــ دكتور طلعت محمد الابراشى (١٩٧٨) : غرائب الحشرات . دار المعارف (كتابك ــ مسلسل رقم ١٠٧) بالقاهرة .

٨ ــ دكتور عبد العزيز محمد المنشاوى (١٩٧٤) : أساسيات تقسيم الحشرات . كلية الزراعة ، جامعة الاسكندرية .

٩ ــ دكتور محمد فؤاد توفيق (١٩٦٩) : علم الحشرات العام . دار المعارف بالقاهرة .

١٠ ــ دكتور أرنست ماير ، مورتون لينسلى ، روبرت يوسنجر (١٩٦٥) : طرق وأسس علم تصنيف الحيوان ــ ترجمة دكتور يحيى عزت ، دكتور على المرسى ، دكتور محمد رشاد الطوبى (وزارة التربية والتعليم) جمهورية مصر العربية .

المراجـــع الأجنبية :

Abdel-fattah, M.I. (1963) Studies on the morphology of the adult flea-beetle **Phyllotreta crucifera** (Col,, Chrysomelidae) and the morphology and histology of its alimentary canal. M.Sc. Thesis, Fac. of Agr., Univ. of Alexandria.

Abul-Naga, A. (1965): The external morphology, anatomy and histology of the mature larvae of the three different castes of the honeybee **Apis mellifera.** Ph.D. Thesis, Fac. of Agric., Univ. of Alexandria.

- AL Khalifa, Mohammed Saleh (1981)An: electron microscopical and histological Study of the egg devilopment of the flour beetle Tribolium castanerisy Herrbst (Tenebrionidae Col.). Bull of Feculty of Saence King Saud University. Vol. 13. .

Armanious, N. (1965): Studies on the morphology and biology of **Oxycarenus hyalinipennis** Costa. M.Sc. Thesis, Fac. of Agric., Univ., of Alexandria.

Azmy, A.M. (1958): The external morphology of the adult weevil **Rhyncolus cylindricus** Boh., with a detailed study of its alimentary canal. Bull. Soc. Entom. Egypte. 62: 34-62.

Beament, J.W., J.E. Treherne& V.B. Wigglesworth (1965-1978): Advances in insect physiology (1-13), Academic press, London& New York.

Bodenheimer, F.S. (1951): Insects as human food.

Bodenheimer, F.S. and Seirski (1957): Aphidoidea of the Middle East.

Calahan, P.S. and Chapin J.B. (1960): Morphology of the reproductive systems and mating in two representative members of the family Noctidae, **Pseudaletia unipunctata** and **Peridroma margaritosa,** with comparison to **Heliothis zea.** Ann. ent. Soc. Amer., 51: 413-428.

Chapman, R.F. (1969): The insects, structure and function. American Elsevier Publishing Co. Inc., New York.

Chuman, T., Kato, K. and Noguchi, M. (1979): Agric. Biol. Chem. 43: 2005.

Clausen, C.R. (1940): Entomophagous Insects.

Counce, S.J. and Waddington, C.H. (1972&1973): Developmental systems: Insects. Vols. 1&2. Academic Press. London&New York.

Davey, K.G. (1965): Reproduction in the insects (University Reviews in biology). Oliver&Boyd (Edinburgh&London).

El-Mofty, M.M. (1955): The anatomy and histology of **Polyphaga aegyptiaca** Linn. (Orthoptera, Blattidae). M.Sc. Thesis, Fac. of Science, Univ., of Alexandria.

El-Sawaf, S.K., Hammad, S.M. and El-Minshawy, A.M. (1964): The external morphology of **Spodoptera exigua** Hb. and **S. latebrosa** Letd. (Lep., Noctuidae). Alex. Journ. Agric. Res. 12 (No.2): 61-170.

El-Sawarf, S.K., Hammad, S.M. and Allam, Somia (1964): The external morphology and internal anatomy of the adult moth of **Prodenis litura** F. (Lep., Noctuidae). Alex. Journ. Agric. Res. 12 (No. 2): 171-194.

El-Shatoury, H. H. (1955): The structure of the lymph glands of **Drosophils** larvae. Roux, Archiv fur Entwickungsmechanik, 147: 489-495.

_____ (1965): Lethal no ____ differentiation and the development of the imaginal disc during larval stage in **Drosophia**. Ibid., 17: 523-538.

Erick, K.E. (1952): A generic revision of the family Agromyzidae (Diptera) with a catalogue of new world species.

Hall, S.A. (1963): New approaches to pest control and eradication. Advances in chemistry, series 41. American Chemical Society. Washington. D.C.

Hammad, S.M. (1955): The morphology of three weevil larvae from Egypt. Bull. Entom. Soc. Egypt, 39: 385-389.

_____ (1956): The external morphology of two Curculionid larvae (Coleoptera). Alex. Journ. Agric. Res., 4: 27-32.

_____ (1957): The anatomy of the mature larva of **Pentarthrum huttodi** Woll. (Coleoptera, Curculionidae). Alex. Journ, Agric. Res. 5 (No.1): 3-36.

_____ (1958): The morphology ad histology of the sexual

scent glands in the female moth of **Prodenia litura** F. (Lep, Noctuidae). Bull, Entom. Soc. Egypte, 62: 253-251.

_____ (1961): The morphology and histology of the sexual scent glands in certain female Lepidopterous moths. Bull. Entom. Soc. Egypte, 65: 471-482.

_____ (1965): Studies on the scent glands of Hymenoptera. I.The scent glands of **Vespa orientalis** (Vespidae) and **Cataglyphus bicolor** (Formicidae). Bull. Soc. Entom. Egypte, 49: 1-4.

Hammad, S.M. and El-Sherif, S. (1963): The external morphology of the adult beetle **Stephanoderes vulgaris** Shauf. (Col., Scolytidae), newly recorded from Egypte. Alex Journ. Agric. Res. 10 (No.2): 147-158.

Haskell, P.T. (1956a): J. exp. Biol., 33: 756-765.
_____ (1956b): J. exp. Biol. 33: 767-776.

_____ (1961): Insect Sounds.

Hassan, A:S, Shehata, A.E., and Hammad S.M. (1958): The morphology and anatomy of the mature larva of **Prodinia litura** F. Bull. Entom. Spc. Egypte 62: 291-309.

Hassan, A.A.G. (1943): The structure and mechanism of the spiracular regulatory apparatus in adult Diptera and certain other groups of insects. Trans. R. ent. Soc. Lond., 94: (103-153).

Henson, H. (1949): Embryology and metamorphosis. Biol. Rev., 21: 1-14.

Highnaw, K. C. (1965): Insect reproduction. Symposium No. 2. Trans. Roy. ent. Soc. London.

Hinton, H.E. (1947): On the reduction of functional spiracles in the aquatic larvae of Holometabela with notes on the moulting process of spiracles. Trans. R. ent. Soc. Lond. 98: 449-473.

_____ (1976): Notes on neglected phases in metamorphosis. Ann. Entom. Soc. Am.: 69 (no.): 560-566.

_____ (1948): Entomologist. 81: 254-269.

_____ (1951): The structure and function of the endocrine glands of the Lepidoptera. The Proceedings of the South London Entomological and Natural History Society for 1950-1961.

Hoppe, T. and Levinson, H.Z. (1979): The use of adhesive Pheromone traps for the detection and surveilance of storage moths (Phycitidae) in a chocolate factory. Anz. Schadlings Kunde., Pflanzenschutz, Umwelt-Schutz 52: 177-183.

Imms, A.D. (1960): Textbook of Entomology.

Jacobson, Martin (1967): Insect sex attractants. Interscience Publishers (New York and London).

_____ (1972: Insect sex pheromones. Academic Press.

_____ et al. (1978): Science, 159 (3811): 208-209.

Johannson, O.A. and Butt, F.H. (1941): Embryology of Insects and Myriapoda.

Khalifa, A. (1949a): The mechanism of insemination and the mode of action of the spermatophore in **Gryllus domesticus.** Quart. J.micr., Sci. 90: 281-292.

Khalifa. A. (1949b): Spermatophore production in Trichoptera and some other insects. Trans. Roy. ent. Soc. Lond., 100: 449-479.

Khalifa. A. (1950): Spermatophore production in **Galleria mellonella** (Lepidoptera). Trans Roy. ent. Soc. Lond. (A). 25; 33-42.

Levinson, H.Z. **et al** (1981): The pheromone activity of Anhydroserricornin and Serricornin for male Cigarette beetles **(Lasioderma serricorre).** Naturwissen schaften. 68: 148-149.

Metcalf, C.L, Flint, W.P. and Metcalf, R.C. (1962): Destructive and useful insects.McGrow-Hill Book Company

Minnich, D.W. (1925): J. exp., Zool., 42: 442-469.

_____. (1936): J. exp. Zool. 72: 439-453.

Muller, J. (1826): Zur bergleichenden Physiologie des Gesichtsinnes des Menschen und der Tiere. Leipzig.

Mills, H.B. (1940): A new **Nicoletia** (Thysanura, Lepismidae).Ent. News, 51: 271-272.

Novak, V.J.A. (1975): Insect hormones. Chapman and Hall, London.

Neville, A.C. (1970): Insect ultrastructure. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Nour El-Din, I.T. (1963): Comparative study of the external morphology and internal anatomy of the alimentary canals and the reproductive systems of the queen, worker, and drone of the hornet wasp **Vespa orientalis** Fab. (Hym. Vespidae). M.Sc. Thesis, Fac. Agric., Univ. Alexandria.

Novak, V.S.A. (1966): Insect hormones. Bulter and Tanner, London.

Rees, H.H. (1977): Insect biochemistry. Chapman & Hall, London.

Richards, A.G. (1951): The integument of Arthropods.

Rockstein, Morris (1973-1974): The physiology of insecta. Vols. 1-6. Academic press, London, New York.

Roshdy, H.M. (1950): Elementary Practical Zoology, Vol. 1.Protozoa and Invertebrates.

Ross, H.H. (1948): A Textbook of Entomology.

Saunders, D.S. (1976): Insect clocks. Pergamon Press, Oxford & New York.

Shorey, H.H. and Mcltelvey, J.J. (1977): Chemical control of insect behaviour. John Wiley & Sons, New York & London.

Siebold, C.T. (1841): Arch. Naturg., 10: 52-81.

Sihler, H. (1924): Zool. Jahrb, Anat. Oent. Tiere, 45: 519-580.

Salma, K. Romanuk, M. and Form, F. (1974). Insect hormones and bioanalogues. Springer-Verlag. New York & Wien.

Smith, D.S. (1968): Insect cells: their structure and function. Oliver and Boyd, Edinburg.

Snodgrass, R.E. (1925): Ann. Dept. Smithsonian Institute (1923): 405-452.

_____ (1935): Principles of insect morphology.

_____ (1951): Comparative studies of the head of mandibulate Arthrohods.

_____ (1956): Anatomy of the honebee.

Treherne, J.E. and Beament, J.W. (1965). The Physiology of the

insect central nervous system. Academic Press, London and New York.

Tuxen, S.C. (1956): Taxonomist's glossary of genitalia of insects.

Usherwood, P.N.R. (1975): Insect muscle. Academic Press, London & New York.

Van Emden, F.I. (1945): Egg-busters in some families of polyphagous beetles and some general remarks on egg-busters. Trans. Roy. ent, Soc, Lond., 21: 73-108.

Weber, Herman (1947: Grundriss der Insektenkunde (Verlag von Gustav Fischer Jena).

Wigglesworth, V.B. (1961): The Principles of insect physiology.

_____ (1964): The life of insects.

_____ (1970): Insect hormones. W.H. Freeman & Co. San Francisco.

Woods, E.F. (1956): Bee world. 37: 185-195, 216-226.

_____ (195): Nature. London, 84: 842-841.

Yeager, J.F. (1945): The blood picture of the southern army-worm **Prodenia eridanta.** J. agric. Res., 71: 1-40.

رقم الإيداع بدار الكتب ٤٤٩١ / ١٩٨٤
الترقيم الدولى ١ - ٠٧٧ - ١٤٢ - ٩٧٧

دار النصر للطباعة الإسلامية
١٢ شارع نشاطى .. شبرا مصر ت ٧٧٣٢٢١