الباب الثانى

التشريح الخارجى للحشرات

External Anatomy

الجدار الجسمى او الاديم الخارجى

Body - wall or Integument

من الجلى أن جسم أى حشرة يكون مزوداً من الخارج فقط بغطاء جلدى يحيط بالجسم كله وبما عليه من زوائد فهو يعمل كهيكل خارجى (exoskeleton) يحفظ للجسم هيئته العامة ويقوم بصيانة ما تحته من الأعضاء الجسمية الداخلة . ومع أن التغليف هو الوظيفة الأصلية لذلك الجدار الجسمى الخارجى فان موضعه يلقى عليه مسئوليات أخرى جمة ، فعليه أن يقوم بتحمل تأثير ما يقع على الجسم من قوى خارجية وأن يستقبل جميع الإشارات الواردة إليه بناء على ما يجرى فى البيئة من تغيرات قد يكون من مصلحة الحشرة المحاوبة عليها ، وعليه فى نفس الوقت ألا يعوق الحشرة فى حركتها وأن يقلل من تبخر ماء الجسم إلى أبعد الحدود . والواقع فعلا أن الجدار الجسمى الخارجى يتحلى بصفات تؤهله لأن يقوم بتلك المهام جميعاً فهو يجمع بين المتانة والخفة كما أنه لا ينفذ الماء ويحتوى على خلايا عصبية حسية ، مما جعله واحدا من الأجهزة العضوية الهامة فى الحشرات حيث قد جعلها تتمتع بمجموعة من المزايا التى لا تتوافر معا فى غيرها من الحيوانات الأرضية وهى سهولة الحركة والقدرة على الاحتفاظ بمياه الجسم واحتمال الظروف الجوية المحيطة . وتلك أمور كان لها جميعاً الفضل فى

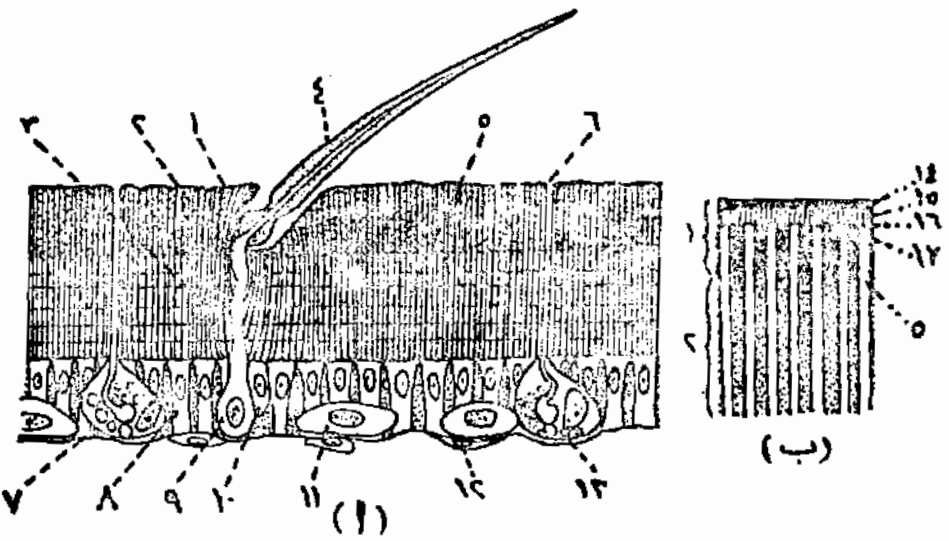
جعل الحشرات متفوقة على سائر منافسيها من ساكنى الأرض . زد على ذلك أن ما يتصف به هذا الجدار الجسمى من صلابة ويبوسة وبالتالى عدم سماحه للحشرة بالنمو فى داخله كان له أثر عميق فى فسيولوجيا نمو الحشرة نفسها إذ جعلها غير قادرة على الإزدياد فى الحجم إلا فى الأوقات التى تتم فيها عمليات مخصوصة تعرف بالانسلاخات (moultings or ecdyses) حيث تنزع الحشرة عن نفسها جلدها القديم فى كل مرة بعد أن تصنع تحته جلداً جديدا أوسع منه .

وبفحص قطاع عرضى فى هذا الجدار الجسمى الخارجى تحت المجهر يتبين أنه يتركب من ثلاثة مكونات رئيسية مصطفة تحت بعضها البعض (شكل ١٢ أ) وهى :

(١) الجليد أو الكيوتيكل (Cuticula or cuticle) : — وهو أول جزء من ناحية السطح الخارجى ولا يرى فيه أى أثر لخلايا مطلقاً لأنه فى الواقع عبارة عن مجرد إفراز .

(٢) البشرة الحتانية أو الهايبوديرمس (hypodermis) : — وهذه يفضل بعض الثقاة أن يسموها البشرة الخارجية أو الإبيديرمس (epidermis) بحكم موضعها ، وهى عبارة عن طبقة خلوية واقعة أسفل الجليد ومؤلفة من صف واحد مستمر من خلايا تعرف بالخلايا الهايبوديرمية أو الإبيديرمية (hypodermal or epidermal cells) والتى تقوم بافراز مادة الجليد ثم ترسبها شيئاً فشيئاً فوق سطوح جدرانها الخارجية حتى يتكون منها أخيرا الجليد التام .

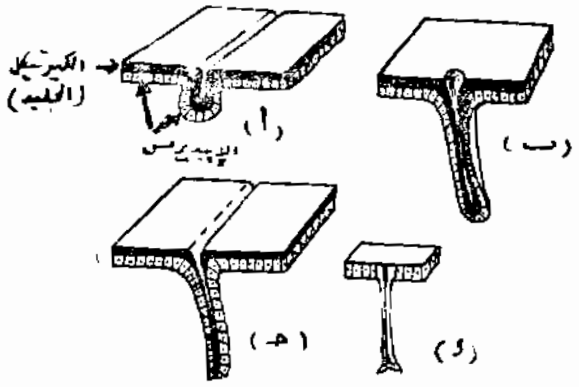
(٣) الغشاء القاعدى (basement membrane) : — وهو غشاء رفيع جدا ممتد باستمرار فى محاذاة السطوح الداخلية من الجدران السفلية للخلايا الهايبوديرمية لكى يحميها من الأحشاء الداخلية .



شكل (١٢) (أ) قطاع فى الجدار الجسمى النموذجى لحشرة . (ب) شكل تخطيطى يوضح تفاصيل الجليد السطحى . [١ — الابيكوتيكل (الجليد السطحى) ، ٢ — الاكسوكيوتيكل (الجليد الخارجى) ، ٣ — الاندوكيوتيكل (الجليد الداخلى)، ٤ — شعرة متحركة (ماكروتريكيا) ، ٥ — قناة مسامية ، ٦ — فتحة قناة الغدة الابيدرمية فوق سطح الجليد السطحى ، ٧ — الغشاء القاعدى ، ٨ — خلية من خلايا طبقة البشرة الخارجية (الابيديرمس)، ٩ — الخلية مولدة الشعرة (ترايكوجن) ، ١٠ — خلية الغشاء الشعرى (تورموجن) ، ١١ — خلية نبيذية (اينوسايت) ، ١٢ — خلية دسوية ملتصقة بالغشاء القاعدى ، ١٣ — غدة ابيدرمية ، ١٤ — الطبقة السمنتية (الملاطية) من الجليد السطحى ، ١٥ — الطبقة الشمعية ، ١٦ — طبقة البوليفينول ، ١٧ — طبقة الكيوتيكيولين] .

الجليد أو الكيوتيكل (Cuticle) : هو عبارة عن إفراز تخرجه الخلايا الهايبوديرمية وترسبه فوق سطوحها الخارجية . وفى جميع الحشرات لايكون ذلك الجليد مغلفاً لجميع الجسم وزوائده من الخارج فحسب بل إنه كذلك يكون صانعاً لهيئة بطانة داخلية تبطن جدر الأعضاء الجسمية الداخلية التى

تكونت فى الأصل نتيجة انبعاج الإكتوديرم الجنينى نحو الداخل مثل القصبات الهوائية التنفسية والغدد اللعابية ومقدم القناة الهضمية ومؤخرها والقنوات التناسلية الوسطية وما يتبعها من غدد . زد على ذلك أنه فى مواضع مخصوصة من جسم الحشرة يصير ذلك الحليد منبعجاً إلى الداخل بحيث يصنع كمرات أو أذرع هيكلية (apodemes) (شكل ١٣) بارزة بداخل التجويف الجسمى الداخلى حيث يتكون عنها جميعاً ما يعرف بالهيكل الجسمى الداخلى (endoskeleton) وفائدته تقوية الجسم كما يعمل كدعامة تصون بعض الأعضاء الجسمية الداخلية الهامة وخاصة المخ وكذلك يوفر سطوحا فسيحة لكى ترتبط إليها عضلات جسمية معينة .



شكل (١٣) : أشكال توضيحية لأنواع النتوءات الهيكلية الداخلية (apodemes) الناتئة للداخل من الجدار الجسمى . (أ) ، (ب) ، (جـ) أشكال مختلفة من النتوءات الهيكلية الداخلية عديدة الخلايا (multicellular apodemes)، (د) نتوء هيكلى داخلى وحيد الخلية (unicellula apodeme).

وإذا فحص هذا الحليد بشىء من التدقيق فى القطاع العرضى لوجد مبدئياً أنه يتميز إلى قسمين أساسيين واقعين تحت بعضهما . فمن ناحية الخارج

يقع قسم فوقانى رفيع جدا ويعرف بالجليد السطحى أو الإبيكوتيكل (epicuticle) ، ثم تحته يقع القسم الثانى الأسمك منه بكثير والذى يدعى الجليد الأساسى أو البروكيوتيكل (procuticle) . فإذا فحص كل من هذين القسمين بإمعان لوجد الآتى :

(١) الجليد السطحى أو الإبيكيوتيكل (epicuticle) : وهو يظهر فى القطاع العرضى الميكروسكوبى كخط رائق رفيع فى أعلى الجليد . وقد تبين من فحص حشرات كثيرة متباينة أن سمك هذا الجليد السطحى لم يزد بأى حال عن أربعة ما يكرونات (المايكرون micron يساوى ٠,٠٠١ من المليمتر) بل ولم يتجاوز ميكرونا واحداً فقط فى بعض الأحيان .

كما تبين من التحاليل والاختبارات الكيماوية أن الجليد السطحى لا يحتوى أبدا على مادة الكيتين (chitin) المشهورة ولذا فهو يسمى أيضاً الكيوتيكل اللاكيتينى (non-chitinous cuticle) .

ووجد كذلك أن الجليد السطحى مقاوم جدا لفعل الأحماض ولا ينفذ الماء ويكسر الضوء ويحمى الجسم ضد كثير من المؤثرات الخارجية غير الملائمة كالجفاف الزائد أو الرطوبة الزائدة أو الأمراض الفطرية والبكتيرية مما ساعد على معيشة الحشرات بنجاح فى بيئات مختلفة متباينة .

ولقد كان معروفاً قديما أن الجليد السطحى ليس متكونا إلا من طبقة واحدة فقط ، ولكن بفضل التقدمات الحديثة فى وسائل البحث وأجهزته تبين أنه يتألف من أكثر من طبقة واحدة . ففى الصرصار تبين بطرق هيستولوجية أن الجليد السطحى ينقسم إلى طبقتين مختلفتين بعضهما من حيث المادة الكيماوية السائدة فأطلق على القسم الفوقانى إسم طبقة الجليد

السطحى الدهنية (lipid epicuticle) وعلى القسم التحتانى إسم طبقة الحليد السطحى البروتينية (protein epicuticle) .

وفى بقة رودنياس (Rhodnius) والحنفساء تنبريو (Tenebrio) والفراشة دياتاراكسيا (Diataraxia) تبين أن الحليد السطحى يتألف من أربعة طبقات متعاقبة فوق بعضها (شكل ١٢ ب) وتختلف كل منها عن الأخرى من حيث التركيب الكيماوى وهى على الترتيب كالآتى :

١ — الطبقة السمنتية أو الملاطية (Cement layer) : وقد سميت أيضاً الحليد الحافظ أو التكتوكيوتيكل (tectocuticle) بوصفها الطبقة السطحية الملاطية المغطية للجسم خارجياً ، ولم يعرف عنها حتى الآن أكثر من كونها ربما تتركب من بروتين مع دهن (أى ليبوبروتين lipoprotein) .

٢ — الطبقة الشمعية (wax layer) : وهى تقع تحت السابقة وتتكون من مادة شمعية جزيئاتها متراصة ومتناسقة مع بعضها البعض بكيفية تجعلها تمنع تنفيذ الماء من الحليد .

٣ — الطبقة البولينينولية (polyphenol layer) : وهى تقع تحت طبقة الشمع وتتكون من مادة عديدة الفينول (بوليفينول) .

٤ — الطبقة الكيوتيكيولينية (cuticulin layer) : وهى آخر طبقات الحليد السطحى من الداخل وتتكون من ليبوبروتين متيبس اختير له اسم كيوتيكيولين (cuticulin) واستنتج من مجريات الأحداث أنه يصنع بواسطة خلايا مخصوصة بداخل تجويف الجسم وتعرف بالخلايا النبيذية (oenocytes) ثم ينقل بعدئذ خلال الخلايا الهايبوديرمية نحو الخارج .

والرأى لغاية الآن أميل إلى إعتبار أن الطبقة الشمعية من الجليد السطحى هى المسئولة عن صفة عدم تنفيذ الماء من جليد الحشرة . ولكن هذا لم يثبت بعد بصفة قاطعة . ولذا فكل ما يمكن التصريح به عن ثقة ويقين فى الوقت الحاضر هو أن الجليد السطحى (ولا سيما طبقته الشمعية) هو ذلك الجزء الذى يضفى على الجليد ما يتحلى به من صفة عدم تنفيذ الماء وهى الصفة الحيوية التى مكنت الحشرات من تقليل ضياع المياه من أجسامها وبالتالى عاونتها فى المعيشة بنجاح كبير على ظهر الأرض .

(٢) الجليد الأساسى أو البروكيوتيكل (procuticle) : وهو أسمك بكثير من الجليد السطحى إذ يؤلف نحوا من ٩٥٪ من السمك الكلى للجليد، وتبين من التحاليل والاختبارات الكيماوية أنه هو الجزء الذى يتضمن مادة الكيتين ولذا فقد سمى أيضاً بالجليد الكيتينى (chitinous cuticle) .

واتضح من الفحص الميكروسكوبى الدقيق لهذا الجليد الأساسى مايأتى :

١ — أنه يحتوى على عدة ألواح رقيقة ممتدة فيه أفقياً وتكون موازية لبعضها وكذلك موازية للسطح الخارجى العام للجليد الأساسى ولذا فهى تكسبه مظهرا طباقياً (متعدد الطبقات) فى القطاع العرضى . وقد أطلق على هذه الألواح الرقيقة اسم الرقائق أو الشرائح (lamellae or laminae) ووجد أن الرقيقة أو الشريحة الواحدة منها تتراوح فى السمك من ٠,٢ إلى ١٠ مايكرون .

٢ — أنه يحتوى على عدد ضخم جدا من قنوات متناهية الاستضاقة وممتدة فيه عمودياً على سطحه وأطلق عليها القنوات المسامية (pore - canals) وقد تبين أن هذه القنوات المسامية تكون فى أغلب الأحيان جارية فى الجليد الأساسى ابتداء من سطحه الداخلى (الملامس للسطح الفوقانى من

جدر الخلايا الهايبوديرمية) لغاية سطحه الخارجى ، ولكن فى أحيان قليلة تمتد القنوات المسامية أكثر من ذلك فتتجاوز السطح الخارجى من الجليد الأساسى ثم تدخل لمسافة بسيطة بداخل الجليد السطحى ولكنها لا تصل أبدا إلى السطح الخارجى للأخير .

وقد اتضح من الفحص بالألترا ميكروسكوب (Ultramicroscope) أن عدد القنوات المسامية يبلغ بضعة آلاف فى كل ملليمتر مربع واحد من الجليد الأساسى ، وأن القناة المسامية الواحدة قطرها أقل من مايكرون واحد ولا تمتد فى خط مستقيم بل تجرى فى مسار حلزونى (قوقعى) وقد ينتهى طرفها الخارجى بتفرعات شجيرية الشكل . وكذلك وجد أيضاً أن جميع القنوات المسامية تكون فى بداية تكوينها مملوءة بخيوط سيتوبلازمية آتية كامتدادات من سيتوبلازم الخلايا الهايبوديرمية . ولكن بعد فترة وجيزة تصبح تلك القنوات مليئة بعصى من نفس مادة الجليد .

والواقع أنه إلى الآن لم تعرف وظيفة هذه القنوات المسامية بالضبط . بل المقترح أنها تعمل كركائز أو كدعامات لكى تترسب حواليها مادة الجليد ، أو لعلها تقوم بنقل إحدى المواد الداخلة فى تكوين الجليد لغاية الجزء الخارجى من الجليد الأساسى أو لغاية الجزء الداخلى من الجليد السطحى بمعنى أنها لربما تساهم فى بناء جزء من الجليد .

٣ — لوحظ أن الجليد الأساسى المفرز حديثاً يكون بأجمعه رخوا مطاطا فاتح اللون ثم بعد برهة يطرأ عليه بعض التغير ، فيتعرض جزءا خارجياً صغيرا منه إلى عملية بيوكيمائية مخصوصة تدعى عملية التصليب (sclerotization) وعلى أثرها يصير ذلك الجزء يابساً جامدا داكن اللون ، بينما الجزء الباقى من الجليد الأساسى والأكبر فى السمك فلا تجرى فيه مثل

هذه العملية ولذا فهو يبقى على حالته الأصلية الرخوة المطاطة الفاتحة اللون . فمن جراء ذلك يلاحظ فى القطاع العرضى أنه فيما عدا الأجزاء الغشائية الرخوة من الجليد يظهر الجليد الأساسى المتقدم التشكيل منقسما إلى قسمين واقعين أسفل بعضهما ومختلفين من ناحيتى السمك والمظهر العام وهما :

ا — الجليد الخارجى أو الإكسوكيوتيكل (exocuticle) : وهو أول القسمين من ناحية الخارج وأقلهما سمكاً ومادته تبدو يابسة جامدة غامقة إذ يميل لونها إلى البنى الداكن أو الأسود .

ب — الجليد الداخلى أو الإندوكيوتيكل (endocuticle) : وهو القسم الداخلى الأسمك ومادته تبدو رخوة مطاطة وأفتح لونا بكثير .

وأما فى الأجزاء الغشائية الرخوة من جليد الحشرة فيلاحظ أن الجليد الأساسى قد بقى بأجمعه رخوا مطاطاً فاتح اللون بسبب عدم حدوث عملية تصليب فى أى جزء منه ، وتبعاً لذلك يبدو الجليد الأساسى فى هذه الحالة مكونا من قسم واحد فقط كله عبارة عن جليد داخلى (إندوكيوتيكل) .

وقد دلت التحاليل الكيماوية على أن الجليد الخارجى (الإكسوكيوتيكل) يتركب من كيتين وبروتين كما أنه مشرب بمادة ثالثة أطلق عليها اسم سكليروتين (sclerotin) . وثبت أن هذا الاسكليروتين هو الذى يعطى الجليد الخارجى ما يتصف به من صلابة ويبوسة وانمقاق فى اللون ، وبناء عليه يمكن القول بأن الجليد الخارجى بفضل ما يحتويه من مادة الاسكليروتين هو الذى يكسب جليد الحشرة صفة الصلابة والمتانة وشدة الاحتمال . كما وجد أن مرونة الأغشية الواقعة بين الحلقات الجسمية وغيرها

من المناطق الغشائية المرنة بجسم الحشرة إنما تعزى إلى غياب طبقة الجليد الخارجى منها أو إلى وجوده على هيئة طبقة رفيعة جدا .

وأما الجليد الداخلى (الإندوكيوتيكل) فلا يحتوى إلا على كيتين وبروتين فقط إذ أنه خال من الاسكليروتين . وهذا هو السبب فى كونه أكثر رخاوة ومطاطية وأفتح لونا من الجليد الخارجى .

وقد تبين من فحص حشرات مختلفة أن نسبة الكيتين الموجودة فى الجليد الأساسى تتراوح من ٢٥٪ إلى ٥٠٪ من الوزن الجاف للجليد ، وأن نسبة الكيتين تكون دائماً أعلى فى الجليد الداخلى عما فى الجليد الخارجى فمثلا فى الصرصار وجد ان الكيتين يصنع نحواً من ٦٠٪ من الوزن الجاف للجليد الداخلى ونحواً من ٢٢٪ فقط من الوزن الجاف للجليد الخارجى .

كما تبين أيضاً أن صلابة جليد الحشرة ليست مرتبطة بأى حال بارتفاع نسبة محتوياته من الكيتين بدليل أن الجليد الداخلى مع كونه أغنى فى كمية الكيتين من الجليد الخارجى فانه أكثر منه رخاوة ومرونة . وكذلك اتضح أن صفة عدم نفاذ الماء من جليد الحشرة ليس لها علاقة على الاطلاق بارتفاع نسبة الكيتين فيه بل ربما كان العكس هو الأصح بدليل أنه عندما يتواجد الكيتين بمفرده فى جزء ما من حشرة [كما هو الحال فى الحلمات الشرجية (anal papillae) لبرقات الناموس وفى الغشاء الواقى لخلايا معدة الحشرات (peritrophic membrane)] لشوهد فعلا أن هذا الجزء يكون أكثر تنفيذا للماء عن غيره من الأجزاء .

وقد وجد أن مادة الكيتين عبارة عن مركب عديد السكر نتروجينى (nitrogenous polysaccharide) عديم اللون ورمزه الكيماوى الفعلى غير معروف بالضبط ولكن رمزه الابتدائى هو (ك١٠ يد٨ ا٥ ن) س .

والكيتين مادة عنيدة لا تذوب فى الماء ولا فى الكحول أو الإثير ولا فى أى مذيب عضوى موجود حالياً ولا فى القلويات الكاوية سواء المركزة أم المخففة ولا فى الأحماض المعدنية ولكنها تذوب مع التحلل مائياً فى الأحماض المعدنية المركزة وفى هايبوكلوريت الصوديوم . كما لا يتأثر الكيتين بفعل انزيمات العصارات الهضمية للثدييات ، غير أنه يتحلل بفعل بعض أنواع البكتيريا مثل باسيللس كيتينوفوراس (Bacillus chitinovorus) التى ربما كانت هى المسئولة عن تحلل كيتين الحشرات فى الطبيعة بعد موتها . والغليان فى القلويات الكاوية يزيل من الكيتين المواد الملونة وغيرها من الشوائب ولكنه لا يحدث تغيرا فى التركيب الأساسى للكيتين .

ووجد أيضاً أن البروتين المحتوى فى الجليد الأساسى جزء منه يقبل الذوبان فى الماء فأطلق عليه اسم ارثروبودين (arthropodin) أما الجزء الباقى منه فلا يمكن استخلاصه بالماء بل يستخلص بقلوى أو حمض مخفف .

وأما مادة الاسكليروتين الموجودة فى الجليد الخارجى فهى عبارة عن أرثروبودين قد انديغ بالبوليفينول فصار جامدا يابساً غامق اللون .

البشرة التحتانية (الهايبوديرمس) أو البشرة الخارجية (الإبيديرمس)

(Hypodermis or epidermis) : هى عبارة عن الطبقة الخلوية الوحيدة فى الجدار الجسمى الخارجى للحشرة ، وتتكون من صف واحد مستمر من خلايا يختلف شكلها من رصيفى (مبطط) إلى مكعبى أو عمودى ، وفى أثناء فترات نمو الحشرات تكون الحواجز الفاصلة بين تلك الخلايا ظاهرة ومحددة وتكون نواياها موجودة بالقرب من قواعدها ، ولكن فى الحشرات الكاملة التى تم فيها تكوين الجليد كثيرا ما يصعب تمييز الخلايا عن بعضها البعض نظرا لتحلل الحواجز الجانبية التى تفصل بين كل خلية

وأخرى فلا يدل على كل خلية عندئذ إلا نواتها . وقد ثبت أن لهذه الخلايا الهايبوديرمية وظائف كثيرة وهى :

(١) تعطى الحشرة هيئتها الخارجية المخصوصة و ذلك بطريقة اصطفافها حول الجسم .

(٢) تقوم بافراز القسط الأعظم من المواد التى يتركب منها الجليد .

(٣) تقوم بترميم ولأم ما قد يحدث فى الجليد من خدوش أو جروح .

(٤) تقوم أثناء عملية الانسلاخ بافراز وصب سائل خاص يدعى سائل الانسلاخ (moulting fluid) ووظيفته هضم وإذابة طبقة الجليد الداخلى من الجليد القديم توطئة لنزعه من فوق جسم الحشرة .

(٥) تقوم بامتصاص نواتج ذلك الهضم توطئة لاستعمالها ثانية فى بناء جليد جديد أوسع من القديم وبذلك تتمكن الحشرة من النمو والازدياد فى الحجم بداخله .

وبين آن وآخر تشاهد فيما بين الخلايا الهايبوديرمية غدد خاصة تسمى الغدد الإبيديرمية (epidermal glands) . وكل غدة منها عبارة عن خلية كبيرة الحجم مزودة بقناة طويلة تمتد مخترقة الجليد بأجمعه حتى تفتح أخيرا بفتحة مخصوصة واقعة فوق السطح الخارجى من الجليد السطحى (الإبيكيوتيكل) . والمعتقد فى الوقت الحاضر أن الوظيفة العمومية لهذه الغدد هى إفراز وإخراج المادة التى تتشكل عنها أولى طبقات الجليد السطحى وهى الطبقة السمنتية . ولكن لوحظ فى بعض الحشرات أن هذه الغدد قد أصبحت متخصصة فى انتاج شمع يكسو الجسم من الخارج بكيفية معينة أو فى إفراز مواد جاذبة لحشرات أخرى أو فى إفراز مواد طاردة للأعـــداء .

وكذلك فيما بين الخلايا الهايبوديرمية وبعضها يشاهد بين آونة وأخرى خلايا متخصصة تدعى الخلايا العصبية الحسية (sensory nerve cells) وهى مغزلية الشكل ولديها اتصال بأحد أجزاء الجهاز العصبي وفائدتها العمل على استقبال المؤثرات الواقعه على جسم الحشرة من البيئة المحيطة ، وسيأتى ذكرها عند وصف أعضاء الحس فيما بعد .

وهناك أيضاً خلايا تسمى الخلايا النبيذية (oenocytes) وهى تنشأ من خلايا هايبوديرمية وتبقى أحيانا وثيقة الارتباط بهـا .

الغشاء القـاعدى (Basement membrane) : ويظهر فى القطاع العرضى كغشاء رفيع جداً يحدد الجدار الجسمى الخارجى من الداخل ويمتد باستمرار فى محاذاة الجدر التحتانية من الخلايا الهايبوديرمية لكى يصونها ويفصلها عن الأحشاء الجسمية الداخلية . وهو غشاء متجانس عديم التركيب فلا تظهر به أية خلايا ولكن قد تظهر ملتصقة به بعض الخلايا الدموية (blood cells) التى كانت سابحة فى التجويف الجسمى الداخلى ثم التصقت به بعد أن نفذت بطريق الصدفة خلال ثقوب بالغشاء . ويمتد هذا الغشاء أيضاً حول جدر الألياف العضلية المتصلة بالجدار الجسمى كما تمتد إليه أو بينه القصيبات الهوائية (trachcoles) . ولا تعرف للان كيفية نشوء هذا الغشاء القاعدى بالضبط ، ولكن قدمت فى هذا الصدد الاقتراحات التالية :

(١) احتمال نشأته من خلايا دموية .

(٢) احتمال نشأته من خلايا هايبوديرمية قد اضمحلت .

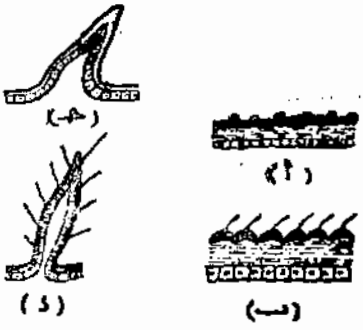
(٣) احتمال تكونه نتيجة لتكثف نتوءات بروتوبلازمية دقيقة خارجة من الخلايا الهايبوديرمية .

نتوءات الجدار الجسمى الخارجى

Integumentary Processes

السطح الخارجى لجدار جسم الحشرة قلما يكون أملس أو خالياً من الزوائد والنتوءات ، بل دائما تبدو عليه نقر أو مرتفعات أو خطوط تجعله خشن المظهر ، وكذلك توجد عليه دائماً نتوءات بارزة من سطحه نحو الخارج بأشكال متعددة (شكل ١٤). ويمكن اجمالياً تقسيم هذه النتوءات على أساس أن الخلايا الهايبوديرمية داخلة أو غير داخلة فى بنيانها إلى النوعين الرئيسيين التاليين :

(١) النتوءات الحليدية اللاخلوية (non-cellular cuticular processes) :



شكل (١٤): أشكال تخطيطية توضح أنواع النتوءات البارزة للخارج من الجدار الجسمى . (أ) ، (ب) شكلان مختلفـــان من النتوءات الجليـــدية اللاخلوية (non-cellular cuticular processes). (جـ) ، (د) شكلان مختلفان من النتوءات الأديمية عديدة الخلايا (multicellular integumentary processes).

وهى عبارة عن مجرد بروزات دقيقة الحجم صماء فليس لها تجويف فى وسطها ومصنوعة من جليد فقط بدون أن تساهم الخلايا الهايبوديرمية بأى

شيء فى بنيانها ، كما وأنها نتوءات ثابتة غير قابلة للتحرك نظرا لكونها متصلة بسطح الجليد اتصالا مباشرا بدون أن تتوسط بينهما مفصلة غشائية . ومثل هذه النتوءات اللاخلوية توجد على أشكال مختلفة فتتخذ شكل تدرنات أو مرتفعات أو تجعـدات أو عقيدات مخروطية أو قرون أو شويكات . ولكن أشيع شكل منها هو الشعيرات الدقيقة الثابتة المعروفة باسم الشعيرات أو المايكروتريكيا (microtrichia) كتلك التى تقع فوق أجنحة حشرات رتبة ميكوبترا (Mecoptera) وبعض من حشرات رتبة ذات الجناحين (Diptera) .

(٢) النتوءات الأديمية الخلوية (cellular integumentary processes) :

وهى عبارة عن نتوءات لديها تجويف فى وسطها ، وجدارها مكون من جليد مبطن من الداخل بعدد من الخلايا الهايبوديرمية . وتنقسم هذه النتوءات الخلوية على حسب عدد الخلايا الهايبوديرمية الداخلة فى بنيانها إلى صنفين أساسيين وهما النتوءات عديدة الخلايا والنتوءات وحيدة الخلية .

١ — النتوءات عديدة الخلايا (multicellular processes) : وهى عبارة عن نتوءات جوفاء جدارها من جليد مبطن بصف من الخلايا الهايبوديرمية العديدة . ومنها يوجد نوعان يختلفان أحدهما عن الآخر من حيث كيفية الاتصال بالجليد وهما :

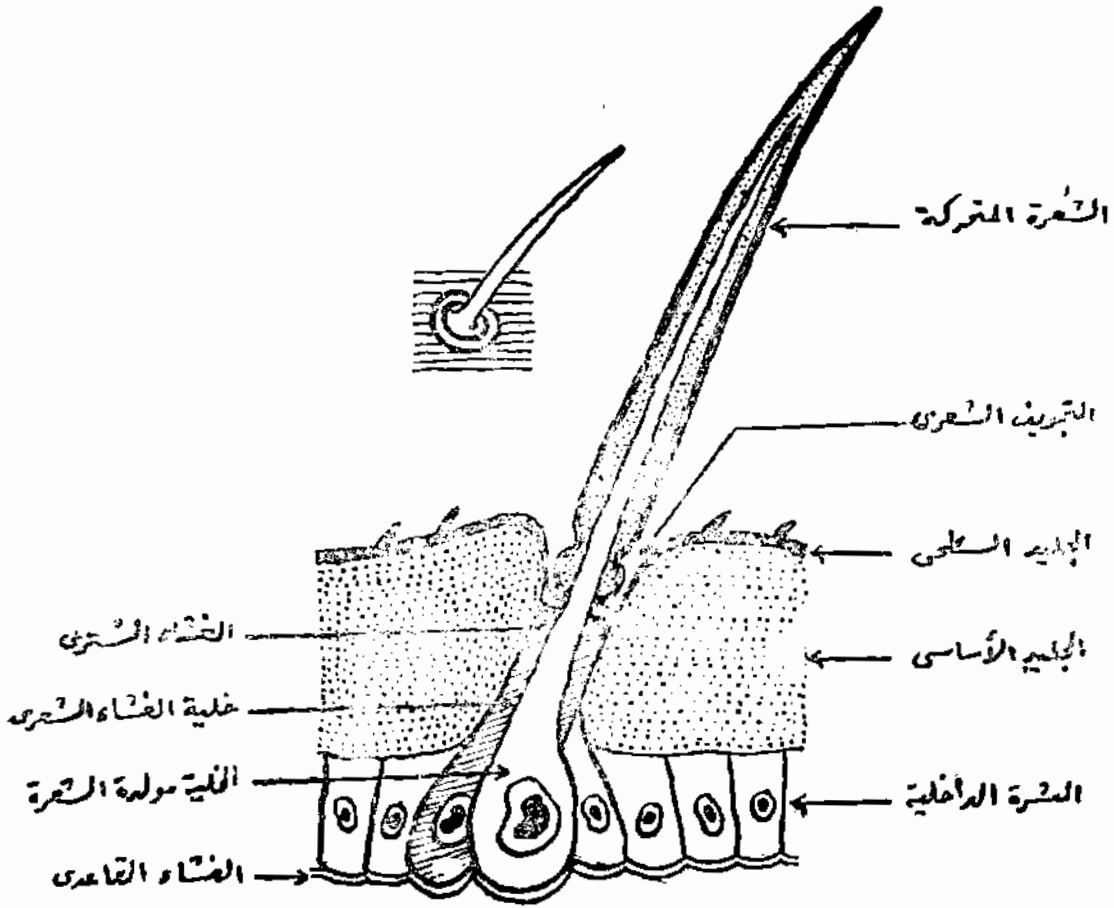
(ا) الشوكات (spines) : وهى نتوءات كبيرة الحجم شديدة التصلب وشبيهة بالأشواك وثابتة لا تتحرك لأنها متصلة بسطح الجليد اتصالا مباشرا تاماً . ومن أمثلتها الشوكات الموجودة على أرجل الجعارين التابعة لفصيلة سكارابيدى (Scarabaeidae) .

(ب) المهاميز(spurs) : وهى نتوءات شبيهة بالشوكات إلا أنها أكبر منها حجماً وأسمك جدراً كما وتختلف عنها أيضاً بكونها قابلة للتحرك بفضل اتصالها بالجليد اتصالا مفصلياً بتأثير غشاء حلقى مفصلى موجود عند قاعدتها . ومن أمثلتها تلك المهاميز التى توجد على سيقان أرجل كثير من الحشرات كالجراد والصراصير .

٢ — النتوءات وحيدة الخلية (unicellular processes) : وهى عبارة عن نتوءات جوفاء شبيهة بالشعرات ولايدخل فى بنائها إلاخلية هايبوديرمية واحدة . كما وأنها قابلة للتحرك نظرا لكونها متصلة بالجليد اتصالا مفصليا عن طريق غشاء مفصلى حلقى الشكل واقع غالباً فى نقرة بالجليد فنجانية الشكل وتسمى التجويف الشعرى (alveolus or socket) .

والمعتاد أن يطلق على هذه النتوءات الوحيدة الخلية اسم الشعرات المتحركة أو المايكروتريكيا (setae or macrotrichia) . وتتركب الشعرة المتحركة النموذجية (شكل ١٥) من نتوء أجوف جداره مكون من امتداد من الجليد ويفرز بواسطة إمتداد بروتوبلازمى آت من خلية هايبوديرمية شديدة التضخم وتدعى الخلية المولدة للشعرة أو الترايكوجين (trichogen) ، وتنفصل قاعدة الشعرة على سطح الجليد عن طريق غشاء مفصلى حلقى الشكل يفرز بواسطة خلية هايبوديرمية أخرى مجاورة للسابقة ومتضخمة أيضاً مثلهـــا وتدعى الخلية المولدة للغشاء الشعرى أو التورموجين (membrane cell or tormogen) ، وتبقى أطراف هذه الخلية الأخيرة محيطة بنهاية الخلية المولدة للشعرة بعد تمام تكوين الشعرة .

ومن هذه الشعرات المتحركة أو الماكروتريكيا ما يوجد كاسياً لسطح الجسم وزوائده بقصد الوقاية فتسمى عندئذ بالشعرات الواقية (clothing hairs)



شكل (١٥) : شكل توضيحى لقطاع فى نتوء أديمى وحيد الخلية (unicellular integumentary process) وهو شعرة متحركة (ماكروتريكيا) نموذجية .

ومنها ما يكـــون على شكل شعرات متفرعة فتسمى الشعرات الريشية (plumose hairs) كالتى ترى على أجسام النحل ، ومنها ما يكون غليظاً نوعاً وشبيها بالشوكة فتسمى السلاءات (bristles) كتلك التى ترى فوق جسم الذباب التابع للفصيلة تاكاينيدى (Tachinidae) ، ومنها مايوجد عند فوهات غدد مخصوصة فتسمى الشعرات الغدية (glandular setae) مثل الشعرات اللاسعة المهيجة للجلد (urticating hairs) التى توجد على يرقات حشرات معينة من رتبة حرشفية الأجنحة (Lepidoptera) حيث تعمل كمخارج لإفرازات الغدد اللاسعة ، ومنها ما يوجد عند أقطاب خلايا عصبية حسية تسمى الشعرات الحسية (sensory setae) وهى تتـأثر بالمنبهات الواقعة على جسم الحشرة ، ومنها أيضاً ما يتحور فيصبح قصيرا غليظاً مبططا وعلى جدره خطوط شديدة التقارب من بعضها البعض فتسمى عندئذ بالحراشيف (scales) كالتى ترى على أجسام أوأجنحة الفراشات أو أبو دقيقات فتعطيها ألوانها الزاهية الجميلة .

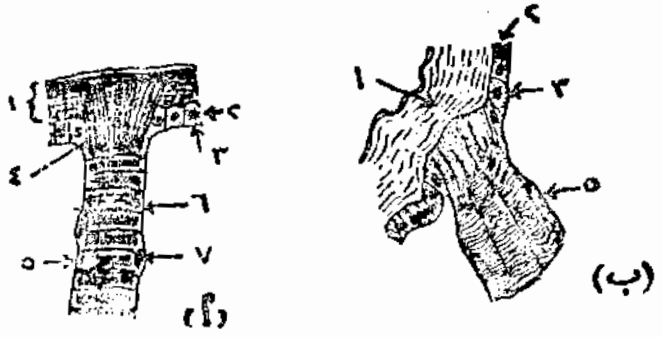
هذا ودراسة كيفية اصطفاف أهم الشعرات وغيرها من النتوءات الأديمية الخارجية على مختلف أجزاء جسم الحشرة [وهو ما يعرف بنظام توزيع الشعرات (chaetotaxy)] كثيرا ما استفيد منه علمياً حيث استخدم كصفة من الصفات التقسيمية التى يعول عليها كثيرا فى التفرقة بين أنواع بعض الحشرات وخصوصا تلك المنتمية إلى رتبـــة ذات الجناحين (ديبترا Diptera) وكذلك الأطوار اليرقية من حشرات رتبة حرشفية الأجنحة (ليبدوبترا Lepidoptera) .

اتصالات العضلات على الجدار الجسمى

Muscle attachments on the body-wall

لا ريب أن مفصليات الأرجل بوجه عام والحشرات بوجه خاص تتحلى بصفة ميكانيكية هامة وهى وجود ارتباط وثيق بين الجدار الجسمى والعضلات (شكل ١٦) ، وذلك على الرغم من أن الطبقة الهايبوديرمية والنسيج العضلى يختلفان عن بعضهما اختلافاً تاما من ناحية المنشأ إذ تشتق الأولى من الإكتوديرم بينما الثانى فيشتق من الميزوديرم .

فى جنين الحشرة يلاحظ أن الخلايا الميزودرمية لألياف العضل الآخذ فى التكوين تكون مثبتة إلى الوجه الداخلى من الطبقة الهايبوديرمية . ومن الواضح أن هذه الحالة تستمر كما هى فى بعض يرقات الحشرات (شكل ١٦ ب) مع فارق واحد هو أن الغشاء القاعدى يختفى عند نهاية العضل ويصير



شكل (١٦): اتصالات العضلات على الجدار الخارجى . (أ) شكل توضيحى يبين اللويفات المثبتة مخترقة الطبقة الهايبوديرميـــــة من العضل إلى الجليد . (ب) نهاية عضلة باحدى اليرقات مرتبطة بالوجه الداخلى من الهايبوديرمس . [١ - الجليد (الكيوتيكل) ، ٢ — الهايبوديرمس ، ٣ — الغشاء القاعدى ، ٤ — اللويفات المثبتة ، ٥ — العضل ، ٦ — الغلاف العضلى ، ٧ — نواة] .

على استقامة الغلاف العضلى . ولكن فى معظم الحشرات الأخرى فيلاحظ فى المرحلة التالية للجنين أن ألياف العضل تكون مرتبطة إلى الجليد (الكيوتيكل) بواسطة لويفات رفيعة تمتد مجتازة الطبقة الهايبوديرمية وتسمى اللويفات المثبتة (tonofibrillae) (شكل١٦ ا)، وكثيرا ما يلاحظ أن اللويفات المثبتة قد تجاوزت الطبقة الهايبوديرمية ودخلت لمسافة ما بداخل الجليد .

وتنتج تلك اللويفات المثبتة من تحول الخلايا الهايبوديرمية عند طرف العضل إلى لويفات جليدية (كيوتيكلية) متصلة من ناحية بالجليد ومن الناحية الأخرى باللويفات العضلية . وقد لوحظ أن الأجزاء البلازمية من تلك الخلايا الهايبوديرمية المتحولة إما أن تختفى كلية أو تظل منها بقايا ذات نوايات واقعة بين مجموعة اللويفات المثبتة .

هذا وقد لوحظ أنه عند كل انسلاخ تنفصل العضلات من اللويفات المثبتة ، وأن الأخيرة تنتزع مع الجليد (الكيوتيكل) المسلوخ ، وأن خلايا الطبقة الهايبوديرمية تتجدد عند طرف العضل إما من البقايا الخلوية التى لم تزل موجودة أو من النسيج الطلائى المجاور ، وأنه عقب ذلك يتولد طاقما جديدا من اللويفات المثبتة .

الوان الحشرات وتلوينها
colour and Colouration

لما كانت ألوان الحشرات يقع معظمها فى الجدار الجسمى الخارجى بينما لا يقع إلا القليل منها فى داخلية الجسم ، فمن الأجدر أن يبحث موضوع الألوان هذا بعد الجدار الجسمى مباشرة نظرا لما بينهما من علاقة وثيقة . ويمكن على وجه الاجمال أن تقسم ألوان الحشرات فى جميع أطوارها

إلى ثلاثة أقسام رئيسية وهى الألوان الكيماوية والألوان الفيزيقية والألوان الفيزيقوكيمائية .

(١) الألوان الكيماوية أوالخضابية (Chemical or Pigmentary colours) : وهذه يعزى وجودها إلى مواد ذات تركيب كيماوى خاص من شأنه أن يجعل بعض الموجات الضوئية تمتص وبعضها الآخر يعكس فيترتب على ذلك نشوء اللون الخاص بالحشرة . وغالباً ما تكون تلك المواد الكيماوية أو الخضاب (pigments) ناجمة عن عمليات الأيض الغذائى (الميتابوليزم) ولكنها أحيانا تكون ناجمة عن أملاح اليوريا الناتجة عن عمليات الإخراج البـــولى .

ويمكن بوجه عام تقسيم الألوان الكيماوية بحسب المكان الذى توجد فيه بالحشرة إلى ثلاثة أقسام وهى الألوان الجليدية أو الكيوتيكلية والألوان الهايبوديرمية والألوان تحت الهايبوديرمية ، ولكن المعتاد أن يكون لون الحشرة ناجماً عن لون بطانى واقع فى الطبقة الهايبوديرمية مع لون آخر فوقانى واقع فى الجليد .

ا ــ الألوان الجليدية أو الكيوتيكلية (Cuticular colours) : وهذه توجد إعتيادياً فى طبقة الجليد الخارجى ،ومنها اللون البنى والأسمر والأسود ، والمعتاد ألا تزول تلك الألوان بعد موت الحشرة بل تظل باقية ثابتة .

ب ــ الألوان الهايبوديرمية (Hypodermal colours) : وهذه توجد فى خلايا الطبقة الهايبوديرمية متمركزة فى النقط والحبيبات الدهنية الواقعة

بتلك الخلايا ، ومنها اللون الأحمر والبرتقالى والأصفر والأخضر ، وتتلاشى هذه الألوان فى المعتاد بسرعة بمجرد أن تموت الحشرة .

جـ — الألوان تحت الهايبوديرمية أو الداخلية (Subhypodermal colours):

وهذه لا توجد فى الجدار الجسمى الخارجى بل تقع فى داخلية الجسم متمركزة فى الدم أو الأجسام الدهنية .

هذا ويمكن إجمال الخضاب التى تنتج عنها الألوان الكيماوية تحت أربع مجاميع وهى الخضاب الكلوروفيلية والكاروتينية وأخواتها (وهى آتية من أصل نباتى ثم امتصت كما هى من الغذاء بدون أن يطرأ على تركيبها تغير يذكر) والخضاب الهيموجلوبينية وأخواتها والخضاب الميلانينية والخضاب البيورينية الأصل [وهى ناتجة عن ترسب نواتج ميتابوليزم البيورينات (purines) وهى حمض اليوريك ومشتقاته فى حراشيف الأجنحة] .

(٢) الألوان الفيزيقية أو التركيبية (Physical or structural colours):

وهى عبارة عن الألوان المعدنية القزحية الجميلة الموجودة فى كثير من الحشرات حيث تقع فى أجزاء خالية من الخضاب كما وأنها تظل باقية فى الأجزاء الملونة بها بعد محاولة قصر اللون غير أنها تتلاشى إذا ما غمرت تلك الأجزاء فى سوائل لها نفس معامل الإنكسار ثم تعود للظهور ثانية بمجرد الغسيل فالتجفيف . وتشير أحدث الأبحاث إلى أن هذه الألوان تنشأ من جراء تفاعل الأشعة الضوئية مع سطح جليد الحشرة أو مع ما يوجد عليه من نقر أو خطوط أو نتوءات كالشعرات والحراشيف أو مع ما يوجد على الحراشيف من خطوط متوازية متقاربة أو مع ما يوجد على الأجنحة الغمدية من خطوط بحيث تكون النتيجة حدوث انعكاسات وانكسارات وتداخلات وتبعثرات للاشعة الضوئية مما يترتب عليه نشوء

ألوان ليس للمواد الكيماوية أى دخل فيها . ويكثر شيوع هذه الألوان الفيزيقية فى حشرات رتبتى حرشفية الأجنحة وغمدية الأجنحة .

(٣) الألوان المختلطة أو الفيزيقوكيميائيـة :

(Combination or Physico - chemical colours)

وهذه أكثر شيوعا فى الحشرات من الألوان الكيماوية أو الفيزيقية الصرفة . وهى تتكون من عنصر فيزيقى تركيبى على الجدار الجسمى بالاشتراك مع طبقة من خضاب كيماوية . فمثلا فى أبى دقيق تيراكولس فليجياس (Teracolus phlegyas) يوجد فى جدار الحرشفة (ولبن فى خطوطها) خضاب حمراء ينتج عنها لونا كيميائياً أحمر وهذا يتحد مع لون بنفسجى تركيبى ناشىء عن انعكاس الضوء على خطوط الحرشفة فيتكون عن ذلك لونا قرمزياً مغنيطياً (magenta) . وتختفى هذه الألوان المختلطة بسرعة عندما تجف الحشرة ولكنها تعود للظهور ثانية بعد النقع فى الماء بشرط ألا تكون مدة الجفاف قد طالت .

هذا والمعلوم أن ألوان الحشرات تتأثر تأثرا كبيرا بالغذاء وبالضوء وبدرجتى الحرارة والرطوبة ، وأن تلوين نفس الحشرة قد يختلف باختلاف الجنسين (الذكر والأنثى) أو باختلاف فصول السنة . وأن تلوين الحشرة قد يكون وقائياً (Protective) أى محاكيا لألوان البيئة التى تعيش فيها بحيث يساعدها على الاندماج فى تلك البيئة وبالتالى يعاونها على الاختفاء والاختباء لكى تتمكن إما من افتراس حيوانات أخرى صغيرة أو من الاحتماء من أعدائها الذين يسعون إلى الفتك بها .

انقسام الجسم الى حلقات ومناطق
Segmentation and Body Regions

المناطق الجسمية (Body regions or tagmata) : تتركب أجسام الحشرات المثالية من عشرين حلقة متتالية ومتجمعة بعضها مع بعض بكيفية يترتب عليها أن يبدو الجسم منقسما إلى ثلاثة مناطق واضحة المعالم وهى الرأس والصدر والبطن . وهذا التكرار الحلقى الذى يظهر بوضوح فى الشكل الخارجى للحشرة تبدو له بقايا فى بعض الأجهزة الداخلية مثل الجهاز العصبى الذى يتكون من عقد عصبية متكررة بالحلقات وكذلك الجهاز التنفسى الذى يتكون من فتحات تنفسية وقصبات هوائية متكررة أيضاً فى كثير من الحلقات وكذلك القلب الذى يتكون من غرف أو مقاصير متكررة بمعظم الحلقات .

فالرأس (Head) وهى المنطقة الجسمية الأمامية تكونت فى الأصل من ستة حلقات جنينية ولكن من بعد انتهاء المرحلة الجنينية فصاعداً تمتزج تلك الحلقات ببعضها امتزاجا تاما لدرجة أن الرأس تبدو فى الحشرة الكاملة النمو كعلبة جامدة لا يبدو فيها أى أثر للحلقات الأصلية . وتحمل الرأس أعضاء حسية هى عبارة عن زوج من قرون الاستشعار (antennae ، وهما ناشئان عن زائدتى الحلقة الجنينية الثانية) وزوج من العيون المركبة (compound eyes) الجانبية الوضع وثلاثة من العينات أى العيون البسيطة (ocelli or simple eyes) الظهرية الوضع . وعلى الرأس توجد أيضاً أعضاء مختصة بتناول الغـــذاء تعرف بالأجزاء الفمية أو المعالف (mouth-parts or trophi) وهى عبارة عن زوج من الفكوك العلوية (mandibles ، وهما ناشئان عن زائدتى الحلقة الجنينية الرابعة) وزوج من الفكوك السفلية الأولى (first maxillae ، وهما ناشئان عن زائدتى

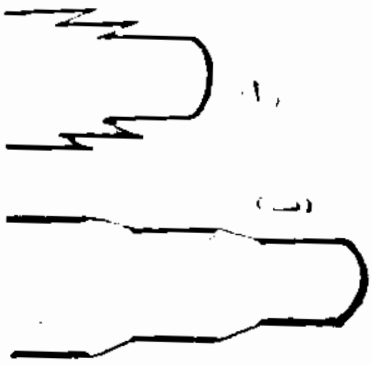
الحلقة الحنينية الخامسة) ثم الشفة السفلى [labium ، وهى ناشئة عن التحام زوج من الفكوك السفلية الثانية (second maxillae) ببعضهما واللذين هما زائدتى الحلقة الحنينية السادسة] .

والصدر (Thorax) وهو المنطقة الجسمية الوسطى يكون متصلا بالرأس اتصالا متحركاً عن طريق غشاء يطلق عليه العنق أو الرقبة (Neck or cervicum)، ويتركب الصدر من ثلاثة حلقات متعاقبة تحمل كل منها من جهتها السفلية زوجا من الأرجل المفصلية المستعملة فى الانتقال، كما وتحمل كل من الحلقة الصدرية الثانية والثالثة زوجاً من نموات غشائية رقيقة تستعمل فى الطيران وتدعى الأجنحة (Wings) والتى تكون مدعمة بجهاز من أنابيب مكيتنة تدعى العروق (Veins) . ومن ذلك يتضح أن الصدر هو المنطقة المختصة بالحركة .

والبطن (Abdomen) وهى ثالثة المناطق الجسمية وآخرها من الخلف تكون متصلة بالصدر اتصالا مباشرا ، وتتألف نموذجياً من أحد عشرة حلقة متتالية ولكن كثيرا ما لا يظهر بتلك البطن إلا أقل من ١١ حلقة وذلك نتيجة لالتحام بعض الحلقات البطنية ببعضها أو لاضمحلال وضمور بعض آخر منها . ولا تحمل أى من الحلقات البطنية زوائد تستخدم فى الحركة أو الانتقال . ولكن غالباً ما تحمل الحلقة البطنية الحادية عشر زوجا من القرون الشرجية (anal cerci) الجانبية الوضع المقسمة إلى مفاصم والحسية فى وظيفتها . وكثيرا أيضاً ما تحمل الحلقة البطنية التاسعة فى الذكر أو الحلقتين البطنيتين الثامنة والتاسعة فى الأنثى زوائد متعلقة بالتناسل وتعرف فى جملتها بآلة التناسل الخارجية (external genitalia) وهى عبارة عن آلة السفاد فى الذكر أو آلة وضع البيض فى الأنثى . والبطن هى المنطقة الجسمية المختصة بالتناسل ومعظم عمليات الأيض (الميتابوليزم metabolism).

تلك الصفات المذكورة تنطبق على الأطوار الكاملة (البالغة) من الحشرات ولكن الكثير منها لا ينطبق على الأطوار غير التامة . فالأخيرة مثلا ليس لديها أجنحة والاستثناء الوحيد لذلك يوجد فى رتبة ذباب مايو (إفيميروبترا Ephemeroptera) حيث العمر الأخير القصير الأجل من الطور غير التام (الحورية) تكون لديه أجنحة عاملة . كما أن الأطوار غير التامة من بعض الحشرات قد تكون مخالفة تماما للأطوار الكاملة منها من حيث المظهر العام وأيضاً قد تكون مفتقرة إلى أرجل وخالية من رأس واضحة المعالم مثل يرقات الذباب المنزلى أو قد تكون الرأس واضحة غير أن حلقات كل من الصدر والبطن تكون متماثلة تماما فى مظهرها بحيث تتشكل عندئذ منطقة جسمية مشتركة تدعى الجذع (trunk) . وكذلك فى الأطوار غير التامة من بعض حشرات أخرى كيرقات رتبة حرشفية الأجنحة ويرقات رتبة سيمفايتا (Suborder Symphyta) من رتبة غشائية الأجنحة تكون بعض الحلقات البطنية حاملة لأرجل تستخدم فى الحركة ويطلق عليها الأرجل البطنية الأولية أو الأقدام الكاذبة (prolegs or pseudopodia) .

الحلقات الجسمية (Body segments) : ولو أن الجليد يصنع فوق الحشرة هيكلا خارجياً متينا جامدا يغلف الجسم بأجمعه بما عليه من زوائد إلا أنه عند مواضع معينة واقعة بعرض الجسم يظل هذا الجليد غشائياً مرنا مطاطاً كما ينطوى نحو الداخل ، ونتيجة لذلك أصبح الجسم منقسم إلى عدد من القطع المتتالية التى تعرف بالحلقات (segments) وأصبحت كل حلقتين متتاليتين منفصلتين عن بعضهما بغشاء مفصلى مطاط منثن إلى الداخل ويدعى غشاء ما بين الحلقات (intersegmental membrane) (شكل ١٧ ا) وهو الأمر الذى أكسب الحشرة حرية تحريك جسمها كيفما شاءت وحرية تحريك حلقاتها حركة تلسكوبية (telescopic) فى بعضها البعض فتجعلها متداخلة فى بعضها فى الظروف العادية أو تباعد بين



شكل (١٧) : شكل تخطيطى يوضح الحلقات المتداخلة تلسكوبيا وأغشية ما بين الحلقات. (ا) الأغشية وهى مطوية . (ب) الأغشية وهى مفرودة .

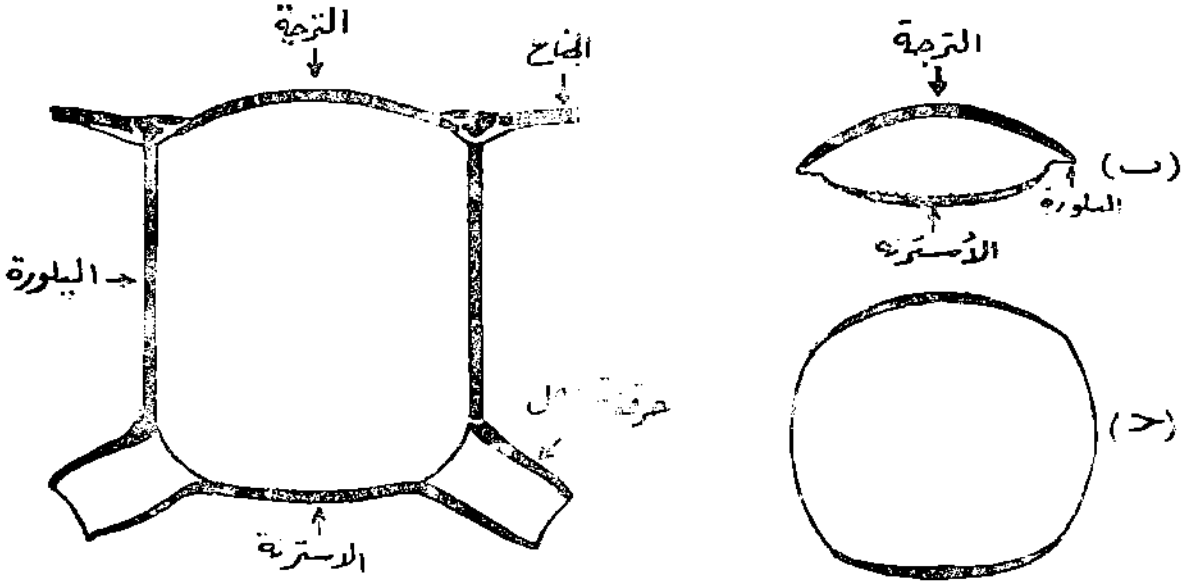
بعضها البعض بفرد الأغشية البينية لكى تتمكن من تطويل جسمها كلما اقتضت الضرورة ذلك (شكل ١٧ ب) كعند امتلاء القناة الهضمية بالأكل أو عند اكتظاظ الجهاز التناسلى الأنثوى بالبيضات .

وكذلك يبقى الجليد غشائياً مرنا شفافا فى المناطق التى تتمفصل عندها الأرجل مع جدار الجسم لكى تتمكن بذلك تلك الأرجل من تحريك جسم الحشرة بكيفية تلائم مصلحتها فى معيشتها بالبيئة . كما يبقى الجليد غشائياً مرنا أيضاً فى المنطقة الواقعة بين كل مفصمين متتاليين من مفاصم كل رجل صدرية وبذلك تتمكن تلك المفاصم من التحرك بسهولة فوق بعضها البعض . وأيضاً يبقى الجليد مرنا غشائياً عند منطقة اتصال أى زائدة متحركة بجدار الجسم وخصوصا عند مناطق اتصال الأجزاء الفمية المختلفة بجدار علبة الرأس لكى تتمكن تلك الأجزاء من حرية الحركة بسهولة مؤدية وظائفها نحو تناول الغذاء ودفعه إلى الفتحة الفمية ونحو تكسيره إلى قطع صغيرة إذا كان صلباً .

أجزاء الحلقة الجسمية (Divisions of a body segment) : فى قليل من الحشرات مثل اليرقات ذات الأجسام الطرية كبعض يرقات رتبة

ذات الجناحين (Diptera) تكون كل حلقة جسمية عبارة عن مجرد طوق بسيط محيط بالجسم ولاتتميز فيه أية أقسام مستقلة عن بعضها . ولكن فى بقية الحشرات تكون كل حلقة جسمية متجزئة إلى أربعة أجزاء رئيسية واضحة المعالم (شكل ١٨) ، فيوجد بالحلقة جزء علوى أو فوقانى يسمى الظهارة أو الترجة (tergum . وجمعها ترجات terga) ثم جزء آخر سفلى أو تحتانى يسمى القص أو الاسترنة (sternum ، وجمعها استرنات sterna) ثم جزءان جانبيان غشائيان مطاطان يوصل كل منهما بين الترجة والاسترنة على كل من الجانبين ويسمى الجنبة أو البلورة (pleuron ، وجمعها بلورات pleura) . فانفراد هذان الغشاءان البلوريان المرنان يسمح أيضاً بزيادة حجم كل حلقة جسمية وبالتالى يعطى الحشرة إمكانية توسيع جسمها كلما استلزم الأمر ذلك . وعلى العموم فهذه الأجزاء الأربعة المذكورة تكون على أوضح صورة فى الحلقة الصدرية (شكل ١٨ ا) حيث تقع الترجة بين قاعدتى الجناحين وتقع الاسترنة بين قاعدتى الرجلين وتظهر البلورة واضحة وموصلة بين طرفى الترجة والاسترنة المتباعدتين عن بعضهما على كل من الجانبين. وأما فى الحلقة البطنية فيكون طرف الترجة منطبقاً على طرف الاسترنة على كل من الجانبين (شكل ١٨ب) لدرجة أن البلورة تصير غير ظاهرة بل متموجة ومنطوية للداخل فعند انفراد تموجات هذه البلورة (شكل ١٨ جـ) تعمل أيضاً على توسيع الحلقة عند الضرورة .

وفى أغلب الأحيان يكون جليد (كيوتيكل) كل جزء من تلك الأجزاء الأربعة منقسماً بدوره إلى أقسام ثانوية تبدو أكثر تصلباً من غيرها ويطلق عليها الأصلاب (sclerites ، ومفردها صلبية sclerite) . فالأصلاب المؤلفة للترجة تسمى الأصلاب الترجية أو الترجايتات



شكل (١٨) : (أ) شكل تخطيطى لقطاع عرضى فى حلقة صدرية مجنحة موضحاً أجزاءها.

(ب) شكل تخطيطى لقطاع عرضى فى حلقة بطنية موضحاً البلورة مطوية ومتموجة .

(حـ) شكل تخطيطى لنفس الحلقة البطنية بعد انفراد غشاء البلورة لكى يوسع الحلقة.

(tergites or tergal sclerites) . والأصلاب المؤلفة للاسترنة تسمى الأصلاب الاسترنية أو الاسترنايات (sternites or sternal sclerites) ، والأصلاب المؤلفة للبلورة تسمى الأصلاب البلورية أو البلورايتات (pleurites or pleural sclerites) . وفى العادة تكون الأصلاب المتناخمة منفصلة عن بعضها بفواصل على هيئة خطوط رفيعة أو أغشية مرنة ضيقة أو متسعة ، فيطلق على مثل تلك الفواصل اسم الدروز (sutures ، ومفردها درز suture) وهى تسمح بتحرك الأصلاب على بعضها البعض كما تمكن الحشرة من زيادة حجم جسمها إلى حد ما .

وفى بعض الأحيان قد يوجد كذلك فى الغشاء الكائن بين حلقتين جسميتين متتاليتين ألواح أو أصلاب تسمى ألواح ما بين الحلقات (intersegmentalia) وهذه هى الأخرى تسمى ترجايتات بينية (intertergites) أو استرنايتات بينية (intersternites) أو بلورايتات بينية (interpleurites) وذلك على حسب كونها واقعة على الترتيب بين ترجتين أو استرنتين أو بلورتين .

زوائد الحلقات (Appendages) : فى جنين الحشرة يلاحظ أن كل حلقة جسمية حقيقية تحمل على جهتها السفلية زوجا من النموات الناتئة من جدار الجسم نحو الخارج والتى تعرف بزائدتى الحلقة . ولكن فى المرحلة التالية للجنين يحدث أن تتلاشى أغلب تلك الزوائد بحيث لا يبقى منها إلا القليل كما سيوضح ذلك فيما بعد فى مكانه المناسب .

والزائدة (appendage) عبارة عن أنبوبة جوفاء مغلفة من خارجيتها بجليد (كيوتيكل) سميك ومؤلفة من جملة مفاصم ، وبين كل مفصمين متتاليين من تلك المفاصم يظل الجليد غشائياً وينثنى نحو الداخل مكوناً ما يعرف بالغشاء المفصلى (articular membrane) ، كما وتكون تلك الأنبوبة متصلة إلى الحلقة الجسمية المختصة فى الجزء الواقع ما بين الاسترنة والبلورة على أحد الجانبين (شكل ١٨ ا) .

وبما أن الزائدة مقسمة إلى مفاصم لكل منها عضلاته الخاصة فقد أصبح فى مقدور الحشرة أن تحرك الزائدة برمتها أو جزء منها فحسب كيفما ترغب.

وتتركب زائدة الحشرة فى الحالة المثالية من جزء قاعدى يسمى القدمة الحرقفية أو الكوكسربودايت (coxopodite) وهو يحمل على أقصى طرفه البعيد فرعا واحدا فقط مؤلفاً من جملة مفاصم وهو يقابل القدمة الطرفية و التيلوبودايت (telopodite) بزائدة القشريات . هذا ولم يعثر إطلاقاً فى أية زائدة من زوائد أية حشرة على الحالة المعروفة بذات الشعبتين(biramous) والشائعة فى أغلب زوائد الكراستيسيا (القشريات) .

بعض المصطلحات المتداولة فى دراسة الحشرات :

فى أثناء وصف الأجزاء المتعددة من حشرة تستخدم عدة مصطلحات علمية للدلالة على الاتجاه (direction) أو الموضع (position) وهى كالآتى :

١ — الجزء الأمامى (anterior portion) : هو الجزء من الجسم الذى يحمل الرأس ، أو بالنسبة لأى عضو جسمى هو ذلك الجزء منه الموجود تجاه رأس الحشرة .

٢ — الجزء الخلفى (posterior portion) : هو الجزء من الجسم الذى يحمل النهاية الذنبية من البطن ، أو بالنسبة لأى عضو جسمى هو ذلك الجزء منه الموجود تجاه النهاية الخلفية للحشرة .

٣ — الظهر (dorsum) : هو الجانب الفوقانى أو العلوى من الجسم أو من أحد أجزائه .

٤ — السفل (venter) : هو الجانب التحتانى أو السفلى من الجسم أو من أحد أجزائه .

٥ — المستوى الأوسط (meson) : هو الخط المركزى الطولى من الجسم أو من أحد أجزائه سواء من الناحية الظهرية أم من الناحية السفلية .

أو هو المستوى الوهمى الذى يقطع وسط الجسم من الظهر إلى السفل ابتداء من بداية الرأس إلى نهاية البطن فيقسم الجسم طولياً إلى نصفين أيمن وأيسر.

٦ - الجزء الجانبى (lateral portion) هو ذلك الجزء الواقع على أحد الجانبين من الجسم أو من أحد أجزائه .

٧ - الجزء القاصى (distal portion) : هو ذلك الجزء من أى زائدة جسمية الواقع بعيدا عن منطقة اتصالها بالجسم أو بالنسبة لمفصم من مفاصم زائدة هو ذلك الجزء منه الأبعد ما يكون عن الجسم .

٨ - الجزء الدانى (proximal portion) : هو ذلك الجزء من أى زائدة جسمية الواقع قريباً من منطقة اتصالها بالجسم ، أو بالنسبة لمفصم من مفاصم زائدة هو ذلك الجزء منه الأقرب ما يكون إلى الجسم .

٩ - الجزء الإنسى أو الداخلى (internal portion) : هو ذلك الجزء من عضو جسمى أو زائدة جسمية الواقع نحو الداخل قريباً من الجسم .

١٠ - الجزء الوحشى أو الخارجى (external portion) : هو ذلك الجزء من عضو جسمى أو زائدة جسمية الواقع نحو الخارج بعيدا عن الجسم .

١١ - القاعدة أو الركيزة (base) : بالنسبة للزوائد الجسمية كقرون الاستشعار أو الأرجل هى نقطة أو منطقة اتصالها بالجسم ، وبالنسبة لجزء من أجزاء زائدة مثل مفصم من مفاصم إحدى الأرجل هى ذلك الجزء الدانى منه والمتصل أقرب ما يكون إلى الجسم .

١٢ - القمة أو الذروة (apex) : بالنسبة لزائدة جسمية هى النقطة منها الأبعد ما تكون عن نقطة اتصالها بالجسم ، وبالنسبة لمفصم من مفاصم زائدة هو ذلك الجزء القاصى منه والمنفصل أبعد ما يكون عن الجسم .

الرأس وزوائدها
The Head and its appendages

فى المرحلة الجنينية من حياة الحشرة تكون الرأس منقسمة إلى حلقات متميزة عن بعضها البعض . ولقد اختلفت الآراء كثيراً فيما مضى بالنسبة لعدد هذه الحلقات . ولكن استنادا على شواهد وقرائن ووقائع معينة وهى وجود زوج من الزوائد على كل حلقة جنينية حقيقية ووجود زوج من العقد العصبية (neuromeres) وكذا زوج من الأكياس السيلومية (coelom sacs) يداخل كل حلقة منها فإن الآراء مجمعة حاليا على اعتبار الرأس متألفة من ستة حلقات جنينية بيانها كالآتى :

(١) الحلقة الأولى وتسمى الحلقة قبل القرنية (Pre-antennary segment)، وهى تحوى زوجاً من العقد العصبية التى تصنع فيما بعد الجزء الأول أو الأمامى من المخ (protocerebrum) كما تحوى زوجاً من الأكياس السيلومية ، وكذلك تحمل زوجاً من الزوائد الجنينية التى تختفى فيما بعد فلاتكون ممثلة فى المرحلة التالية للجنين .

(٢) الحلقة الثانية وتسمى حلقة قرنى الاستشعار (Antennary segment) وهى تحوى زوجاً من العقد العصبية التى تصنع فيما بعد الجزء الثانى أو الوسطى من المخ (deutocerebrum) ، كما تحوى زوجاً من الأكياس السيلومية ، وكذلك تحمل زوجاً من الزوائد الجنينية التى تتحول فيما بعد إلى قرنى الاستشعار (antennae) .

(٣) الحلقة الثالثة وتسمى الحلقة البينية أو الكبيسة (Intercalary segment) وهى تحوى زوجا من العقد العصبية التى تصنع فيما بعد الجزء الثالث أو الخلفى من المخ (tritocerebrum) كما تحوى زوجاً من الأكياس اليلومية ،

وكذلك تحمل زوجاً من الزوائد الجنينية التى تختفى فيما بعد فلا تكون ممثلة فى المرحلة التالية للجنين .

(٤) الحلقة الرابعة وتسمى حلقة الفكين العلويين (Mandibular segment)، وهى تحوى زوجاً من العقد العصبية (mandibular ganglion) وزوجا من الأكياس السيلومية ، كما وتحمل زوجا من الزوائد الجنينية التى تتحول فيما بعد إلى فكين علويين (mandibles) .

(٥) الحلقة الخامسة وتسمى حلقة الفكين السفليين (Maxillary segment)، وهى تحوى زوجاً من العقد العصبية (maxillary ganglion) وزوجا من الأكياس السيلومية ، كما وتحمل زوجاً من الزوائد الجنينية التى تتحول فيما بعد إلى فكين سفليين (maxillae) .

(٦) الحلقة السادسة وتسمى حلقة الشفة السفلى (Labial segment)، وهى تحوى زوجاً من العقد العصبية (Labial ganglion) وزوجا من الأكياس السيلومية ، كما وتحمل زوجا من الزوائد الجنينية التى تتحول فيما بعد إلى الشفة السفلى (labium) .

ولكن منذ خروج الجنين من البيضة وبدء المرحلة التالية للجنين فصاعدا حتى نهاية طور الحشرة الكاملة (البالغة) فيشاهد أن حلقات الرأس قد صارت مندمجة فى بعضها اندماجا تاما لدرجة أنه لم يبق هناك أى أثر يم عليها اللهم إلا بقاء بعض أزواج معينة من الزوائد بل وتبدو الرأس طوال الآونة المذكورة فى هيئة صندوق جامد الجدران محكم البنيان يطلق عليه محفظة الرأس (Head-capsule) وذلك لكى تحمى ما بداخلها من أعضاء هامة ولاسيما المخ .

أصلاب الرأس و رؤوسها (Head sclerites and sutures) :

فى الحشرة الكاملة (البالغة) ولو أن محفظة الرأس لا تظهر عليها أية

حلقات إلا أن سطحها الخارجي يرى منقسماً إلى جملة أصلاب (sclerites) هي عبارة عن مجرد أجزاء متصلبة ولا تمت للحلقات الأصلية بأي صلة كما وتظهر تلك الأصلاب متلاحمة مع بعضها فلا يفصلها عن بعضها البعض إلا دروز (sutures) في هيئة خطوط أو أغشية رفيعة وهي أيضاً ليس لها علاقة على الاطلاق بفواصل الحلقات الأصلية اللهم إلا الدرز منها الموجود في الجهة الخلفية وهو المسمى بالدرز المؤخرى الخلفي (postoccipital suture) إذ يقال بأنه عبارة عن مكان التحام حلقة الفكين السفليين بحلقة الشفة السفلى.

فاذا فحص السطح الخارجي لمحفظة الرأس في إحدى الحشرات غير المتخصصة (مثل الصرصار أو الجرادة) لوجد عليه ما يأتي :

أولا — من الجهة الأمامية (شكل ١٩) :

(١) على كل جانب من الجانبين توجد عين مركبة (compound eye) وهي كبيرة كلوية الشكل تقريباً مع اتجاه تقعيرها ناحية الداخل وسطحها الخارجي منقسم إلى عدد كبير من أقسام صغيرة متلاصقة كعيون الشبكة وتعرف بالسطيحات (facets) وكل سطيح منها هو عبارة عن عدسة لوحدة عينية إبصارية واحدة .

(٢) في منتصف المسافة بين هاتين العينين المركبتين توجد ثلاثة عينات ظهرية (dorsal ocelli) وهي عيون بسيطة (simple eyes) مستديرة الشكل تقريباً ولكل منها سطيح واحد فقط . كما وأن ثلاثتها موضوعة بحيث تصنع مع بعضها هيئة مثلث متساوي الساقين رأسه نحو الأمام وقاعدته نحو الخلف بمعنى أن هناك عينا بسيطة مفردة وسطية في الأمام عند رأس المثلث ثم وراءها من على الجانبين قليلا توجد العينان البسيطتان الباقيتان عند طرفي قاعدة المثلث .

(٣) إلى الداخل من تقعير كل عين مركبة على كل جانب توجد صليبة صغيرة متخذة شكل حلقة دائرية ضيقة الجدران وتعرف باسم صليبة قرن الاستشعار (antennary sclerite) لأن بداخلها توجد نقرة مثبت بها غشاء تنطمر فيه العقلة الأولى القاعدية من مفاصم أحد قرنى الاستشعار .

(٤) على هذه الجهة الأمامية توجد أيضاً ثلاثة دروز خطية واضحة المعالم وهى على جانب كبير من الأهمية لأنها تتخذ كشواخص تحدد على أساسها تسمية بقية أصلاب السطح الأمامى من جدار محفظة الرأس وأطلق عليها على الترتيب الدرز الجمجمى العلوى والدرز الجبهى الدرقى (أو الدرز فوق الفمى) والدرز الدرقى الشفوى .

(ا) الدرز الجمجمى (epicranial suture) : وهو يظهر بأعلى السطح الأمامى من جدار محفظة الرأس فى وسط المسافة بين العينين المركبتين حيث يصنع هيئة حرف Y مقلوبة الوضع . إذ أنه يتكون من ساق وسطية مستقيمة ممتدة عمودياً (بالطول) فى وسط الجزء الفوقانى من السطح الأمامى كما وتمتد أيضاً قليلا للخلف فى وسط الجزء الفوقانى من السطح الخلفى لجدار محفظة الرأس وهى تعرف باسم الدرز التاجى أو السهمى (coronal or sagittal suture) ، ثم من أقصى مقدمة هذه الساق الوسطية يخرج درزان فرعيان يمتد كل منهما جانبياً نحو الخارج بانحراف بسيط نحو الأمام حتى يصل أخيرا لغاية إحدى العينين البسيطتين الورانيتين أو لغاية إحدى صليبتى قرن الاستشعار ويعرف كل من هذين الفرعين باسم الدرز الجبهى (frontal suture) . والواقع أن هذا الدرز الجمجمى العلوى بأجزائه المذكورة عبارة عن خطوط الضعف التى ينشق عندها الجدار الأمامى الصلب لمحفظة الرأس لكى تندفع من خلالها الرأس الجديدة خارجة من الجليد (الكيوتيكل) القديم أثناء عملية الإنسلاخ ، ولذا فالملاحظ أن

ذلك الدرز المذكور يكون على أوضح درجة فى الأطوار غير الكاملة (أى اليرقات والحوريات) حيث تجرى عمليات الانسلاخ بينما فى طور الحشرة الكاملة التى لاتنسلخ فلا يكون بمثل ذلك الوضوح بل وقد يكون متلاشياً فى كثير من الأحيان . وعلى أى حال فالدرز الجمجمى العلوى وأجزائه تستخدم فى تجديد معالم صليبتين واقعتين بالجهة الأمامية من جدار محفظة الرأس وهما :

١ — الجمجمة العلوية (epicranium) : وتعرف أيضاً باسم الهامة (vertex) ، وهى المنطقة الواقعة إلى الخلف من الدرزين الجبهيين فيما بين العينين المركبتين والممتدة قليلا أيضاً بالجزء الفوقانى من السطح الخلفى لجدار محفظة الرأس ، كما وأن هذه المنطقة تكون مقسومة بواسطة الدرز التاجى إلى نصفين طوليين متساويين يطلق عليهما اللوحان الجمجميان العلويان (epicranial plates) .

٢ — الجبهة (frons or front) : وهى المنطقة الواقعة إلى الأمام من الدرزين الجبهيين لغاية الدرز التالى وهو الدرز الجبهى الدرقى ، كما وبقرب حدها للقاعدى (الخلفى) تقع العين البسيطة الأمامية المفردة .

(ب) الدرز الجبهى الدرقى أو الدرز فوق الفمى (frontoclypeal or epistomal suture) : وهو عبارة عن درز خطى مستعرض يمتد فيما بين نقرتين غامقتين ظاهرتين دائما على جانبى الهامش الأمامى من الجبهة وتسميان النقرتان التنتوريتان الأماميتان (anterior tentorial pits) وهما المكانان اللذان ينبعج منهما الجدار الأمامى لمحفظة الرأس نحو الداخل مكونا ذراعين هيكليين داخليين يعرفان بالذراعين التنتوريين الأماميين (anterior tentorial arms) وهما جزء من الهيكل الداخل للرأس . فذلك

الدرز الجبهى الدرقى يصنع الحد الأمامى من الجبهة كما ويفصل بينها وبين المنطقة الواقعة أمامها والتى يطلق عليها الدرقة (clypeus) . وفى بعض الحشرات يكون الدرز الجبهى الدرقى (فوق الفمى) غير تام الوضوح أو حتى غير ظاهر بالمرة . فعندئذ يمكن تعيين الحد الفاصل بين أقصى الجبهة وأدنى الدرقة برسم خط عرضى وهمى يصل بين النقرتين الغامقتين الأماميتين المذكورتين آنفاً . وكثيرا ما تكون نفس الدرقة مقسومة بدرز عرضى ثانوى إلى قسمين ، الأول قاعدى (خلفى) ويسمى الدرقة الخلفية (posterior clypeus or postclypeus) . والثانى طرفى (أمامى) ويسمى الدرقة الأمامية (anterior clypeus or anteclypeus) وهو المتصل بالشفة العليا.

(ج) الدرز الدرقى الشفوى (clypeo-labral suture) :

وهو عبارة عن درز مستعرض ثان واقع قدام الدرز الجبهى الدرقى بحيث يصنع الحد الأمامى للدرقة كما ويفصل بينها وبين الجزء الواقع أمامها وهو الشفة العليا (labrum) التى هى فى الواقع آخر ما يظهر من أصلاب الجهة الأمامية لجدار محفظة الرأس لأنها ملتصقة من مقدمتها ويمكن للحشرة أن تحركها فوق الدرقة حركة محدودة فبواسطة عضلات داخلية مخصوصة ترفعها قليلا إلى أعلى ثم تخفضها ثانية من عند الدرز الدرقى الشفوى ، ومما ييسر تلك الحركة أيضاً اتصال الدرقة بالشفة العليا بواسطة منطقة غشائية مرنة . ويخرج من السطح الداخلى لكل من جانبى الهامش القاعدى للشفة العليا عند اتصالها بالدرقة صلبية جامدة رفيعة ذراعية الشكل تسمى التورمة (torma) وهى التى تتصل إليها العضلات الداخلية المحركة للشفة العليا. ويعمل السطح الداخلى (الفمى) لهذه الشفة العليا كسقف

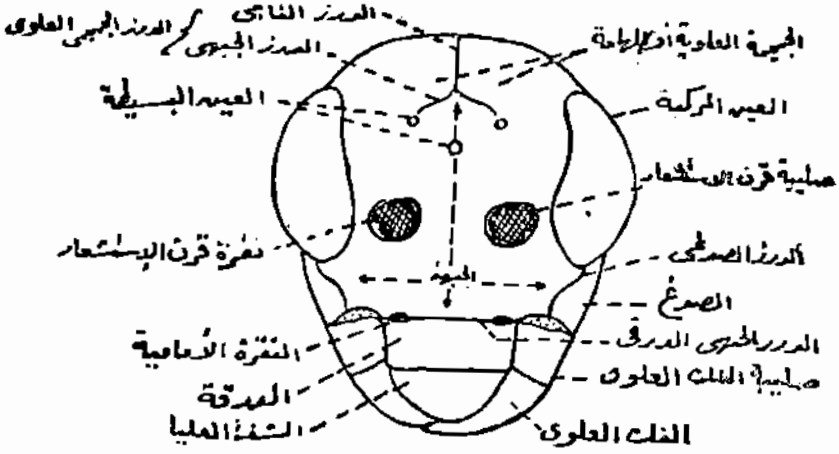
للتجويف الداخلي المؤدى من جهته الظهرية إلى الفتحة الفمية والمعروف بالتجويف قبل الفمي (preoral cavity) ، ولذا فيطلق على ذلك السطح سقف الحلق أو الإبيفارينكس (epipharynx) وهو يحمل شعيرات حسية وحلمات حساسة تستخدم فى تذوق الطعام .

(٥) فى بعض الحشرات قد تظهر أيضاً بالجهـــة الأمامية من جدار محفظة الرأس دروزا أخرى أقل أهمية وهى :

(ا) الدرزان تحت العينين (subocular sutures) : وكل منهما ممتد من إحدى العينين المركبتين إلى أسفل .

(ب) الدرزان تحت القرنين (subantennal sutures) : وكل منهما ممتد من أحد قرنى الاستشعار إلى أسفل .

(ج) الدرزان العينيان (ocular sutures) : ويمتد كل منهما محيطاً باحدى العينين المركبتين وموازيا لإطارها الخارجى عن قرب فيحصر بينه وبينها صلبية دائرية تدعى الصلبية العينية (ocular sclerite) .



شكل (١٩) : رسم تخطيطى يبين الدروز والأصلاب الرئيسية لجدار محفظة الرأس من الجهة الأمامية .

ثانياً — من كل من الجهتين الجانبيتين (شكل ٢٠) :

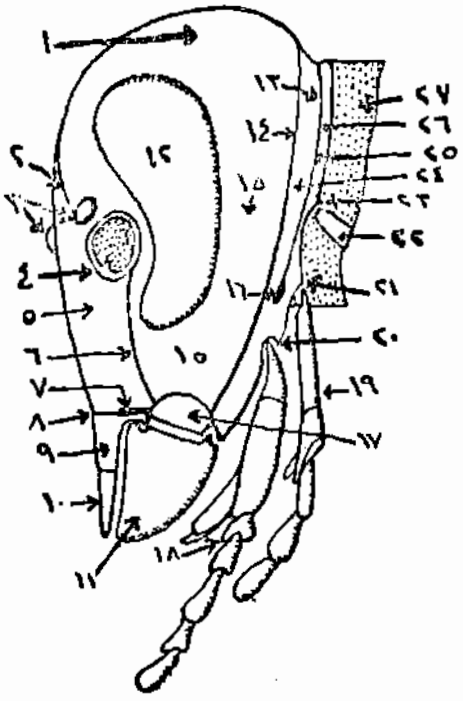
(١) تحت كل عين مركبة وكذلك إلى الخلف منها قليلا على كل من جانبي الجبهة توجد صلبية صغيرة مستطيلة الشكل تسمى الصدغ أو الخد (gena) . وفى بعض الأحيان يكون كل صدغ مفصولا عن جانب الجبهة المجاور له بواسطة درز خطى يسمى الدرز الصدغى أو الخدى (genal suture) ولكن فى بقية الأحيان يكون هذا الدرز غائباً بحيث يصبح الصدغان والجبهة سائحة فى بعضها .

(٢) أمام الصدغ على كل جانب توجد صلبية أخرى صغيرة تسمى صلبية الفك العلوى (mandibular sclerite) .

(٣) على مقدمة صلبية الفك العلوى على كل جانب يتصل عضواً غليظاً جامدا مسننا من جانبه الداخلى ويسمى الفك العلوى (mandible) وهو عبارة عن أحد الأجزاء الفمية المستعملة فى تناول الطعام . هذا ويوجد بكل صدغ من نهايته البعيدة تجويف مقعر معد لاستقبال وإيلاج بروز محدب مقابل له يدعى اللقمة أو النتوء اللقمى (condyle) وموجود بالجانب الخلفى من الفك العلوى الواقع على نفس الجانب . وكذلك تحمل الدرقة على كل جانب من جانبيها الخارجيين بروزاً محدباً معداً لكى يتعشق فى تقعير مقابل له يدعى الحقة أو التجويف الحقى (ginglymus) وموجود بالجانب الأمامى من الفك العلوى الواقع على نفس الجانب . وبذلك يكون لكل من الفكين العلويين مفصلتين إحداهما أمامية مع جانب الدرقة والأخرى خلفية مع نهاية الصدغ .

ثالثاً — من الجهة الخلفية (شكل ٢١) : —

(١) فى وسط الجهة الخلفية (الورانية) من السطح الخارجى لجدار



شكل (٢٠): رسم تخطيطى يوضح الدروز والأصلاب الرئيسية لجدار محفظة الرأس من الجهة الجانبية .

[١ — الجمجمة العلوية أو الهامة ، ٢ — الدرز الجبهى ، ٣ — عين بسيطة ، ٤ — صليبة قرن الاستشعار وبداخلها نقرة القرن ، ٥ — الجبهة ، ٦ — الدرز الجبهى الصدغى ، ٧ — النقرة التنتورية الأمامية ، ٨ — الدرز الجبهى الدرقى ، ٩ — الدرقة ، ١٠ — الشفة العليا ، ١١ — الفك العلوى ، ١٢ — العين المركبة ، ١٣ — مؤخر الجمجمة أو القفا ، ١٤ — الدرز المؤخرى ، ١٥ — الصدغ ، ١٦ — النقرة التنتورية الخلفية ، ١٧ — صليبة الفك العلوى ، ١٨ — الفك السفلى ، ١٩ — الشفة السفلى ، ٢٠ — تمفصل الفك العلوى ، ٢١ — تمفصل الشفة السفلى ، ٢٢ — صليبة عنقية جانبية ، ٢٣ — النتوء القمى المؤخرى ، ٢٤ — الصدغ الخلفى ، ٢٥ — الدرز المؤخرى الخلفى ، ٢٦ — مؤخر القفا ، ٢٧ — الغشاء العنقى .] .

محفظة الرأس يوجد ثقب واسع يدعى الثقب المؤخرى (occipital foramen) وهو عبارة عن الممر الذى ينفذ منه الحبل العصبى والقناة اللعابية والأورطة والقصبات الهوائية والسائل الدموى ماضية من الرأس نحو الصدر .

(٢) على كل جانب من جانبى الهامش الأمامى لهذا الثقب المؤخرى يوجد عضو متعدد الأجزاء يسمى الفك السفلى (maxilla) وهو عبارة عن أحد الأجزاء الفمية المستعملة فى تناول الأكل .

(٣) فى وسط هذين الفكين السفليين من أمام الهامش الأمامى للثقب المؤخرى يوجد عضو آخر متعدد الأجزاء أيضاً ويسمى الشفة السفلى (labium) وهى أيضاً من الأجزاء الفمية المستخدمة فى تناول الطعام .

(٤) نظراً لوجود الثقب المؤخرى والفكين السفليين والشفة السفلى فى أمكنتها المذكورة من السطح الخلفى لجدار محفظة الرأس فان بقية ذلك السطح تصبح متخذة شكل حدوة الحصان . فالجزء من تلك الحدوة الواقع فوق (خلف) الثقب المؤخرى يطلق عليه مؤخر الجمجمة أو القفا (occiput) وهو فى الحقيقة عبارة عن الجزء الورانى من الجمجمة العلوية أو الهامة (epicranium or vertex) . وأما كل جزء من جزأى الحدوة الواقعين على جانبى الثقب المؤخرى من الخارج فيما بين القفا والصدغ فيطلق عليه الصدغ الخلفى أو مؤخر الصدغ (postgena) وهو الذى يوجد عليه نتوء يتمفصل مع أحد الفكين السفليين .

(٥) من حول الهامش الأمامى والهامشين الجانبيين من الثقب المؤخرى توجد شقة ضيقة ومرتفعة لأعلى قليلا ويطلق عليها خلف مؤخر الجمجمة أو مؤخر القفا (postocciput) وهى التى يتصل بها غشاء العنق إتصالا مباشرا كما وأنها تحمل على كل جانب من جانبيها نتوءاً يسمى النتوء اللقمى المؤخرى

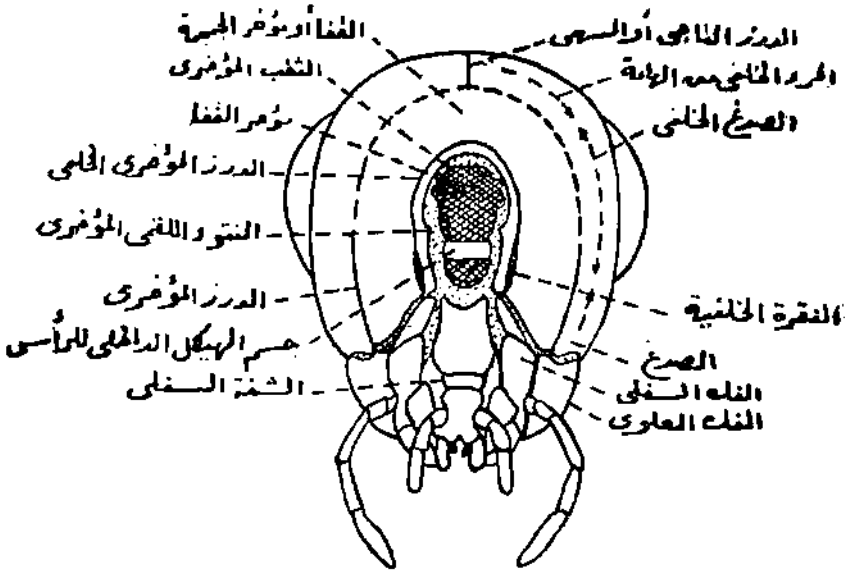
(occipital condyle) وهو يتمفصل جانبياً مع إحدى الأصلاب العنقية (cervical sclerites) الموجودة جانبياً بالغشاء العنقى . وكذلك يكون مؤخر القفا مفصولا عن بقية حدوة السطح الخلفى من جدار محفظة الرأس بواسطة درز فى هيئة أخدود ضيق يطلق عليه الدرز المؤخرى الخلفى (postoccipital suture) وهو الذى يقال بأنه الفاصل ما بين حلقة الفكين السفليين وحلقة الشفة السفلى من حلقات الرأس الأصلية . وبقرب النهايتين القاصيتين من الجزئين الجانبيين من ذلك الدرز المؤخرى تقع دائماً نقرتان مطاولتان غامقتان نوعاً ويطلق عليهما النقرتان التنتوريتان الخلفيتان (posterior tentorial pits) وهما المكانان اللذان ينبعج منهما الجدار الخلفى لمحفظة الرأس نحو الداخل مكونا راعين هيكليين داخليين يسميان الذراعين التنتوريين الخلفيين (posterior tentorial arms) وهما جزء آخر من الهيكل الداخلى للرأس .

(٦) كثيراً ما يوجد أيضاً بالجهة الخلفية من الجدار الخارجى لمحفظة الرأس درز آخر يسمى الدرز المؤخرى أو القفوى (occipital suture) وهو يفصل منطقة مؤخر الجمجمة (القفا) عن منطقة الهامة من أعلى وعن منطقتى الصدغين من الجانبين . وفى بعض الأحيان يكون هذا الدرز مختزلا وغير ظاهر فتصبح آنئذ جميع تلك الصفائح المذكورة سائحة فى بعضها بدون فواصل فيما بينها .

أنواع رؤوس الحشرات :

بتأمل رؤوس مختلف الحشرات يتبين أنها تنتمى على حسب وضع محورها الطويل بالنسبة لبقية الجسم إلى واحد من نوعين رئيسيين وهما :

(١) الرأس سفلية الفكوك (Hypognathous head) : وفيها



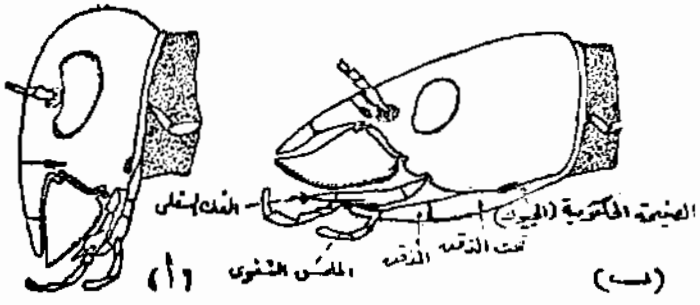
شكل (٢١) : رسم تخطيطى يوضح الدروز والأصلاب الرئيسية لجدار محفظة الرأس من الجهة الخلفية .

(شكل ٢٢ أ) يكون المحور الطويل للرأس عمودياً على بقية جسم الحشرة ، وبالتالى تكون الأجزاء الفمية متخذة وضعاً سفلياً كما ويكون الثقب المؤخرى واقعاً فى مستوى رأسى تقريباً . وهذا هو النوع الشائع فى أغلبية الحشرات ومن أمثلته رأس الصرصار والجرادة .

(٢) الرأس أمامية الفكوك (Prognathous head) : وفيها (شكل ٢٢ ب) يكون المحور الطويل للرأس أفقياً وعلى استقامة بقية الجسم أو مائلا قليلا نحو الأسفل ، وبالتالى تكون الأجزاء الفمية متخذة وضعاً أمامياً أوما يقرب من ذلك . كما ويترتب على ذلك أيضاً أن يميل الثقب المؤخرى نحو اتخاذ مستو أفقى تقريباً أو أن هذا الثقب المؤخرى يظل محتفظاً بوضعه الرأسى نظراً لحدوث استطالة بالمنطقة الخلفية من السطح السفلى لجدار محفظة الرأس ويتم ذلك عن طريق أحد التحورين الآتيين :

(ا) بواسطة امتداد مؤخر الذقن (postmentum) والصدغين (genae) نحو الخلف ، كما هو ملاحظ فى رأس طائفة العسكرى (soldier caste) من حشرات النمل الأبيض التابع لرتبة متساوية الأجنحة (أيسوبترا Isoptera)

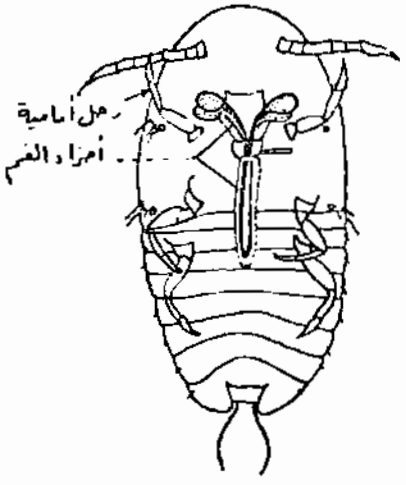
(ب) أو بواسطة وجود صليبة سفلية وسطية تدعى الصليبة الزورية (أى الحلقومية) أو الجيولا (gula) وهى ممتدة من الثقب المؤخرى لغاية قاعدة تحت الذقن (submentum) وتشغل الرقعة الواقعة بين الجزئين الجانبيين من الدرز المؤخرى الخلفى واللذين قد امتدا بما عليهما من نقرتين تنتوريتين خلفيتين نحو الأمام على جدار محفظة الرأس ، كما هو مشاهد فى كثير من أنواع الخنافس التابعة لرتبة غمدية الأجنحة (كوليوبترا Coleoptera) مثل الخنفساء المنزلية (Blaps polychresta) .



شكل (٢٢) : رسمان تخطيطيان للنوعين الرئيسيين من رؤوس الحشرات .
(ا) الرأس سفلية الفكوك ، (ب) الرأس أمامية الفكوك .

وإلى جانب هذين النوعين الرئيسيين من الرؤوس هناك فى حشرات معينة مثل أنواع البق الدقيقى (mealy bugs) وإناث أنواع الحشرات القشرية (scale insects) طراز فريد من الرأس مشتق من النوع السفلى

الفكوك ويجوز اعتباره كنوع ثالث ويطلق عليه الرأس مدبرة الفكوك (Opisthognathous head) حيث يلاحظ (شكل ٢٣) أن الرأس قد انتقل موضعها نوعا ما تجاه مؤخر الجسم وبالتالى اتخذت الأجزاء الفمية وضعاً متأخرا للوراء عما فى النوع سفلى الفكوك إذ تقع تقريباً فيما بين حرقفتى الرجلين الأماميتين .



شكل (٢٣) : أنثى أحد أنواع الحشرات القشرية كمثل للرأس مدبرة الفكوك .

زوائد الرأس (Head appendages) :

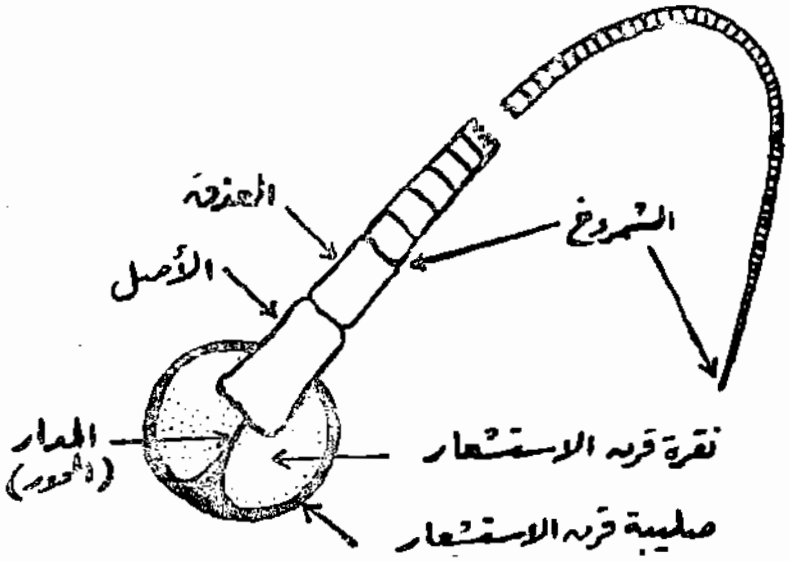
تحمل رأس الحشرة زوجاً من قرون الاستشعار ثم مجموعة من الزوائد تعرف معاً بالأجزاء الفمية .

قرون الاستشعار (Antennae) :

يوجد منها فى كل حشرة زوج واحد فقط وهما ناشئان عن زائدتى الحلقة الجنينية الثانية . ووظيفتها العامة أنها تعمل كأعضاء حس خاصة لأجل

اللمس والشم وذلك بفضل ما عليها من شعيرات حساسة ونقر حسية مكيفة لاستقبال المؤثرات المتعلقة بهاتين الحاستين . فبواسطة قرنى الاستشعار تستطيع الحشرة أن تتحسس طريقها وأن تهتدى إلى غذائها أو إلى الجنس الآخر للتزاوج أو إلى الأفراد الأخرى للتفاهم معها . ولكن فى بعض الأحيان توجد على قرنى الاستشعار أعضاء لأجل السمع كما هو الحال فى ذكور الناموس. وفى أحيان أخرى قليلة يستخدم قرنا الاستشعار فى القبض على الفريسة كما فى يرقات حشرة تشاوبوراس (Chaoborus sp.) . وكذلك قد يستعمل الذكر قرنى استشعاره فى تشديد القبضة على الأنثى أثناء عملية الجماع كما هو الحال فى ذكر حشرة ميلووى (Meloe sp.) .

وقرن الاستشعار (شكل ٢٤) هو عبارة عن زائدة معقلة قابلة للحركة فى جميع الاتجاهات نظرا لاتصالها بالرأس اتصالا مفصلياً عن طريق إنطمار عقلتها الأولى القاعدية فى غشاء مفصلى مرن واقع فى نقرة مخصوصة يطلق عليها نقرة قرن الاستشعار (antennal socket) وهى محتواة فى داخل الصليبة الضيقة المسماة بصليبة قرن الاستشعار (antennary sclerite) والتى أشير من قبل إلى كونها واقعة على كل من جانبى السطح الأمامى من الجدار الخارجى لمحفظة الرأس إما إلى الداخل مباشرة من تقعير العين المركبة أو إلى الأمام منها بقليل . ومن حافة نقرة قرن الاستشعار يمتد نحو مركزها نتوء صغير متصلب مدبب الطرف ويطلق عليه المدار أو المحـور (pivot) أو حامل قرن الاستشعار (antennifer) والذى يمتد بحيث تكون قمته المدببة ملامسة لقاعدة أول عقلة قاعدية من العقل المكونة للقرن . وبهذا الشكل فان انطمار عقلة القرن القاعدية فى الغشاء المفصلى المرن وارتكازها أيضاً فوق القمة المدببة للمحـور يكسب القرن مقدرة على الدوران متحركاً بسهولة فى جميع الاتجاهات .



شكل (٢٤) : رسم يوضح التركيب الأساسى العام لقرن الاستشعار فى الصرصار الأمريكى (Periplaneta americana)

ويتركب قرن الاستشعار ذاته من جملة عقل أو مفاصم تختلف فى عددها وشكلها وأوصافها باختلاف الحشرات . ولكن بوجه عام يمكن تقسيم تلك العقل إلى ثلاثة أجزاء متتالية وهى على الترتيب كالآتى :

(١) الأصل (scape) : وهو أول عقلة من العقل من ناحية الرأس وتكون فى المعتاد أطول من أى واحدة من العقل التالية كما تكون مرتكزة من قاعدتها فوق قمة المحور المدببة .

(٢) العذق (pedicel) : وهو ثانى عقلة تلو الأصل من ناحية الخارج ، وتكون فى المعتاد أقصر بقليل من الأصل وإنما أطول من أى واحدة من العقل التالية لها . وفى جميع الحشرات تقريباً يوجد بداخلية هذه العقلة جهاز حسى مخصوص يسمى عضو جونستون (Johnston's organ) ووظيفته أن يعمل كعضو اتزان .

(٣) الشمروخ أو السوط (flagellum) : وهو عبارة عن بقية العقل الأصغر حجماً الواقعة فوق قمة العذق مهما كان عددها . وعموما يتراوح هذا الشمروخ فى مختلف الحشرات من شمروخ طويل مؤلف من عقل عديدة إلى شمروخ قصير مؤلف من عقلة واحدة فقط .

وعلى أى حال فالملاحظ دائماً أن تحرك قرن الاستشعار يكون إما من عند الأصل أو من عند العذق فقط وليس من عند الشمروخ الذى لا يستطيع الحركة بمفرده بل يتحرك مع تحرك الأصل أو مع تحرك العذق . فالقرن بأكمله يستطيع أن يتحرك كقطعة واحدة ابتداء من الأصل حتى نهاية الشمروخ وذلك كلما تحرك الأصل بتأثير عضلاته الداخلية المخصوصة المرتبطة بداخلية جدار قاعدته والناشئة إما من أذرع الهيكل الداخلى للرأس أو من الوجه الداخلى لجدار الرأس نفسها . كما ويمكن للعذق والشمروخ أن يتحركا معا كقطعة واحدة بدون الأصل وذلك بتأثير عضلات داخلية أخرى خاصة بالعذق فهى مرتبطة بداخلية جدار قاعدته وناشئة من داخلية جدار الأصل . وأما الشمروخ فليس فى استطاعته أن يتحرك لوحده وذلك لخلوه من العضلات الخاصة به ما عدا فى الحشرات البدائية التابعة لرتبتى ديبلورا (Diplura) وكوليمبولا (Collembola) من عديمات الأجنحة .

أنواع قرون الاستشعار فى الحشرات :

تختلف الحشرات عن بعضها البعض من حيث أشكال وأوصاف ومميزات ما عليها من قرون الاستشعار . وكثيراً ما استغلت تلك الاختلافات الشكلية بين أنواع القرون فاتخذت كصفة من الصفات التقسيمية الهامة التى تصنف على أساسها كثير من أنواع الحشرات . فمن أهم أنواع قرون الاستشعار المشاهدة فى الحشرات ما يأتى :

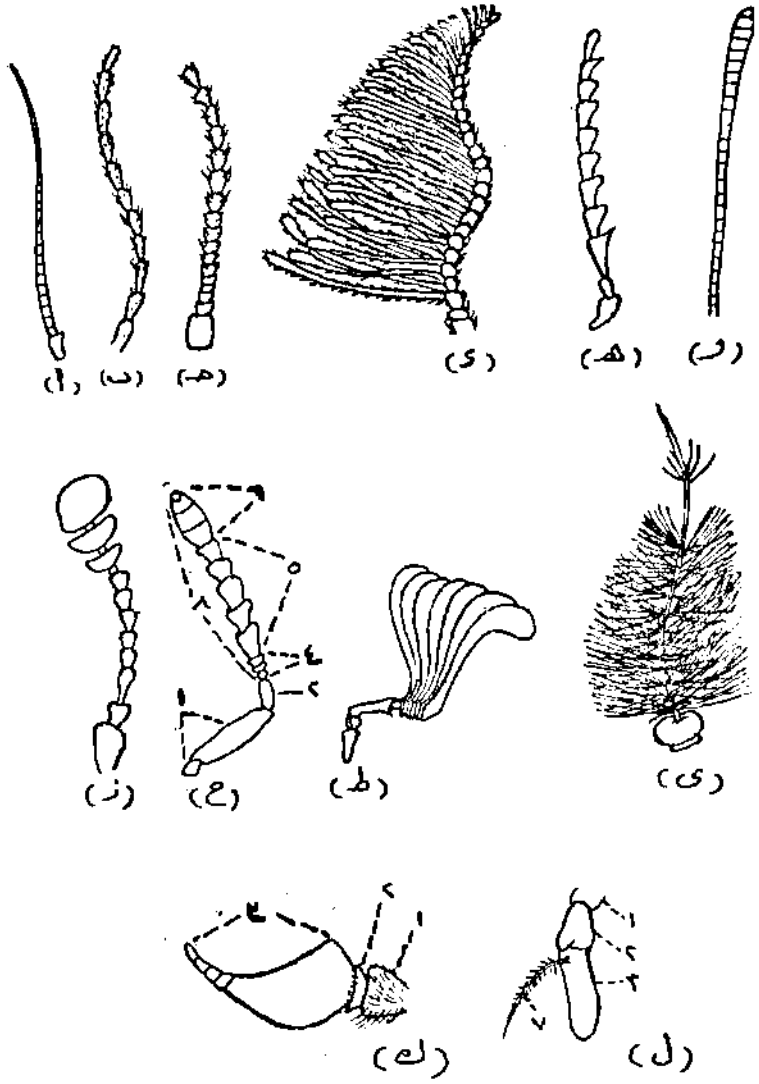
(١) الشعرى (setaceous) : كما فى أنواع الصراصير (شكل ٢٥ أ) وهو غالباً متناهى الطول وممشوق القوام إذ تستدق فيه مفاصم الشمروخ وتقل أقطارها تدريجياً كلما اقتربت من نهايته البعيدة بحيث يتخذ القرن شكل الشعرة .

(٢) الخيطى (filiform): كما فى أنواع الجراد العادى (locusts) وفى خنفساء الكالوسوما (Calosoma sp.) (شكل ٢٥ ب) ، وفيه تكون العقل مستطيلة الشكل نوعا ومتساوية الأقطار والأطوال ومتوازية الأضلاع كما ولا توجد أى استضافة (اختناق) بين كل عقلتين متتاليتين .

(٣) العقدى أو القلادى (moniliform) : كما فى النمل الأبيض (termites) (شكل ٢٥ جـ) ، وفيه تكون العقل مستديرة (كروية) تقريباً ومتساوية فى أحجامها كما ويوجد بين كل عقلتين متتاليتين منها اختناق واضح بحيث تظهر العقل أشبه بحبات العقد أو القلادة .

(٤) المشطى (pectinate) : كما فى أنثى فراش دودة الحرير (Bombyx mori) (شكل ٢٥ د) ، وفيه يكون لكل مفصم من مفاصم الشمروخ نتوء طويل رفيع كسنة المشط مع بروز جميع النتوءات من على جانب واحد من جانبى الشمروخ فيظهر القرن كالمشط فى شكله . وأحيانا كما فى ذكر فراش دودة الحرير يكون لكل عقلة سنة مشطية على كل جانب من جانبيها فيسمى القرن عندئذ مشطياً متضاعفاً (bipectinate). وفى أحيان أخرى تكون النتوءات الجانبية طويلة جدا وتصنع مع بعضها هيئة مروحة فيسمى القرن عندئذ مروحياً (flabellate) .

(٥) المنشارى (serrate) : كما فى حشرة فرقع لوز أو الخنفساء



شكل (٢٥) : أنواع قرون الاستشعار فى الحشرات . (ا) الشعرى فى الصرصار، (ب) الخيطى فى خنفساء الكالوسوما ، (جـ) العقدى فى النمل الأبيض ، (د) المشطى فى أنثى فراشة دودة الحرير ، (هـ) المنشارى فى الخنفساء المطقطقة ، (و) الصولجانى فى أبى دقيق الكرنب ، (ز) الرأسى فى خنفساء نيكروبيا ، (ح) المرفقى فى حشرة من فصيلة كالسيديدى ، (ط) الورق أو الرقائقى فى الجعل المقدس ، (ى) الريشى فى ذكر الناموسة ، (ك) الخزازى فى ذبابة النبر Tabanus sp. ، (ل) الأريستى أو الشوكى فى ذبابة اللحم Sarcophaga sp. [١ — الأصل، ٢ — العنق، ٣ — الشمروخ ٤ — العقل الحلقية (ring-joints)، ٥ — منطقة الحبل السرى (funicle)، ٦ — الصولجان (club)، ٧ — السفاءة أو الاريستا (arista)].

المطقطقة (Agrypnus notodonta) (شكل ٢٥ هـ) ، وفيه يكون لكل مفصم من مفاصم الشمروخ استطالة جانبية مثلثة الشكل مع وقوع جميع الاستطالات على جانب واحد من جانبي الشمروخ بحيث يظهر القرن عندئذ فى شكل المنشار .

(٦) الصولجانى (clavate) : كما فى أبى دقيق الكرنب (Pieris rapae) (شكل ٢٥ و) . وفيه تكبر العقل الواقعة فى أقصى الشمروخ كبرا تدريجياً كلما اقتربت من قمته بحيث يظهر القرن أشبه ما يكون بالصولجان أو النبـــوت (الزخمة) .

(٧) الرأسى (capitate or clubbate) : كما فى خنفساء نيكروبيا (Necrobia sp.) (شكل٢٥ز) ، وفيه تكبر عقلة أو أكثر من عقل أقصى الشمروخ كبرا فجائياً فيظهر القرن كأنه يحمل فى طرفه رأساً متضخمة كرأس الدبوس .

(٨) المرفق (geniculate) : وفيه يكون الأصل طويلا والعذق صغيرا مستديرا غالباً والشمروخ منحن بزاوية فوق الأصل من عنـد العذق مثلما ينحنى المرفق على الساعد . ومن أمثلة هذا النوع قرن استشعار دبور البلح (Vespa orientalis) ونحلة العسل (Apis mellifera) . كما ويوجد هذا النوع أيضاً فى حشرات فصيلة كالسيديدى (Chalcididae) (شكل ٢٥ ح) حيث يكون الأصل الطويل متمفصلا مع الرأس بواسطة قاعدة كروية أو بصلية الشكل والعذق عقلة صغيرة منحن عليها الشمروخ المتكون من بضعة عقل قاعدية كروية ولذا تسمى العقل الحلقية (ring-joints) ثم يليها بضعة عقل أكبر حجماً وأكثر استطالة وتصنع منطقة تعرف بالحبل السرى (funicle) ثم يلى هذا بضعة عقل قاصية متضخمة وتصنع منطقة نهائية تعرف بالصولجان (club) .

(٩) الورقى أو الرقائقى (lamellate) : كما فى الجعل المقدس

(Scarabaeus sacer) (شكل ٢٤ط) ، وفيه تكون العقل القصوى من الشمروخ شديدة الاستطالة ورقيقة مبططة بحيث تتحول إلى هيئة وريقات أو رقائق (lamellae) مصفوفة جنباً إلى جنب ومستقرة من قواعدها فوق آخر عقلة عادية المظهر من عقل الشمروخ ، وكثيرا ما تكون هذه الوريقات مصطفة معاً على شكل المروحة .

(١٠) الريشى (plumate or plumose) : كما فى ذكور الناموس (شكل ٢٥ ى) ، وفيه يوجد حول موضع اتصال كل عقلتين متتاليتين من عقل الشمروخ (أى عند محل كل عقدة) دائرة من شعرات طويلة جدا ومتكاثفة معاً بحيث يظهر القرن كأنه مكسو بها وأشبه ما يكون بريشة طير .

(١١) المخرازى أو الخنجرى (stylate) : كما فى ذبابة النبر (Tabanus sp.) (شكل ٢٥ ك) ، وفيه تكون أول عقلة قاعدية من عقل الشمروخ عريضة جدا بينما العقل التالية لها فتستدق تدريجياً إلى أن تصبح العقلة القاصية منها مدببة بحيث يبدو القرن فى هيئة المخراز أو الخنجر .

(١٢) الشوكى أو السفائى أو الأريستى (aristate) : كما فى بعض الذباب مثل الذبابة المنزلية (Musca sp.) وذبابة اللحم (Sarcophaga sp.) (شكل ٢٥ ل) ، وفيه تكون أول عقلة قاعدية من عقل الشمروخ متضخمة عن الأصل أوالعذق بينما بقية عقله فقد اضمحلت وتحورت إلى هيئة شوكة طويلة تدعى السفاءة أو الأريستا (arista) والتى ترى محمولة على العقلة الشمروخية القاعدية سواء من على جانبها أو ظهرها أو طرفها البعيد ، كما وتكون هذه الأريستا إما عارية من الأهداب تماماً أو مكسوة بشعيرات سواء على جميع طولها أو على جزء منه فقط .

وكما تختلف أنواع قرون الاستشعـــار باختلاف أنواع الحشرات فانها قد تختلف كذلك باختلاف الجنسين فى نفس النوع الحشرى الواحد ،وفى

مثل هذه الأحوال يعتبر شكل القرن صفة من الصفات الجنسية الثانوية (secondary sexual character) بمعنى أنه يستخدم آنئذ كقرينة للتفرقة بين الذكر والأنثى . ومن أمثلة ذلك الحشرة الكاملة من الناموس حيث يكون القرن فى الذكر ريشيا وفى الأنثى مشطياً . وكذا فراش دودة الحرير حيث يكون القرن فى الذكر مشطيا متضاعفاً وفى الأنثى مشطياً فقط .

الأجزاء الفمية أو المعالف (Mouth-parts orTrophi) :

الأجزاء الفمية هى عبارة عن مجموعة الأعضاء المحيطة بحيز يؤدى من جداره الظهرى إلى فتحـــــة الفم ويطلق عليه التجويف قبل الفمى (preoral cavity) ، وهى تستخدم فى تناول الغذاء .

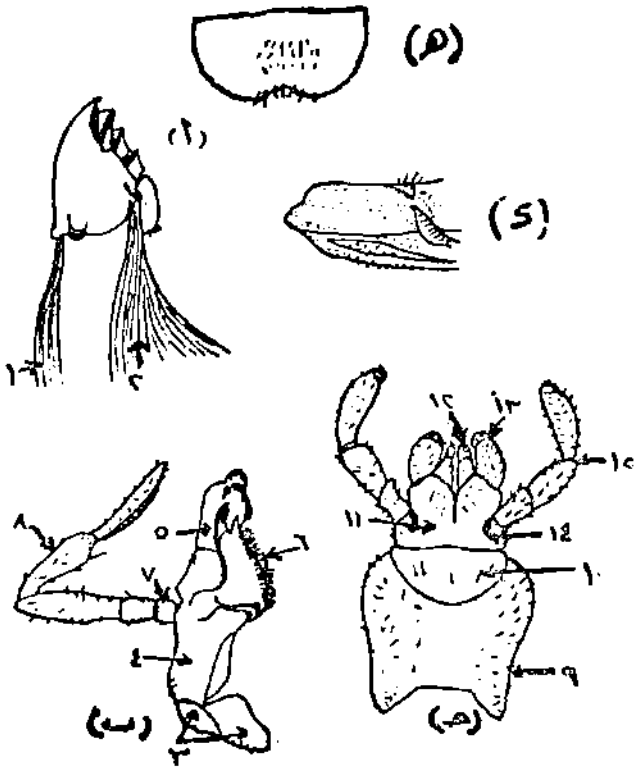
فى الأحوال النموذجية حيث تكون الأجزاء الفمية موجودة بكامل هيئتها يلاحظ أنها تتكون من شفة عليا (Labrum) وفكين علويين (mandibles) وفكين سفليين (maxillae) وشفة سفلى (labium) وتحت بلعوم أو هايبوفارينكس (hypopharynx) . فمن هذه الأجزاء الفمية ما هو فى الواقع زوائد حقيقية وهى الفكان العلويان (وهما ناشئان عن زائدتى الحلقة الجنينية الرابعة) والفكان السفليان (وهما ناشئان عن زائدتى الحلقة الجنينية الخامسة) والشفة السفلى (وهى ناشئة عن التحام فكين سفليين ثانيين وهما عبارة عن زائدتى الحلقة الجنينية السادسة) ، وأما للشفة العليا وتحت البلعوم فليسا بزوائد حقيقية لأن الشفة العليا هى فى الواقع عبـارة عن آخـر جـــزء من السطح الأمامى لجدار محفظة الرأس كما وأن تحت البلعوم هو فى الحقيقة عبارة عن مجرد نتوء بارز من وسط أرضية التجويف قبل الفمى .

وفى الحشرات المختلفة يلاحظ أن هذه الأجزاء الفمية تختلف كثيراً من حيث شكلها وتركيبها ودرجة تحورها تبعا لنوع وطبيعة غذاء كل

حشرة وكيفية تناوله . بمعنى أن هناك بين مختلف أنواع الحشرات اختلافات جمة فى أنواع أجزائها الفمية . ولكن لا شك فى أن أقدم هذه الأنواع وأكثرها بدائية هو ذلك النوع المعروف بالاجزاء الفمية القارضة أو القاضمة أو الماضغة (mandibulate, or biting, or chewing, mouth-parts) كما هو الحال فى الصراصير والجراد وغيرهما من الحشرات التى تتغذى بقرض أغذية صلبة وحيث تكون جميع الأجزاء المذكورة آنفاً موجودة بكامل هيئتها ويكون كل منها متخذاً الوصف التالى (شكل ٦) :

(١) الشفة العليا (labrum) : وهى ليست بزائدة حقيقية بل هى عبارة عن امتداد نهاية السطح الأمامى (أو العلوى) لجدار محفظة الرأس فى شكل صفيحة مميزة طليقة من نهايتها البعيدة ولكن قاعدتها متمفصلة مع الدرقة بدرز خطى وغشاء مما يجعل فى استطاعتها أن تتحرك حركة علوية عند الدرز الدرقى الشفوى أو فوق الفمى . وتتركب هذه الشفة العليا من قطعة واحدة غير متجزئة تحد التجويف قبل الفمى من الجهة الأمامية إذا كانت رأس الحشرة من الطراز سفلى الفكوك (hypognathous) أو من الجهة الفوقانية (العلوية) إذا كانت رأس الحشرة من الطراز أمامى الفكوك (prognathous) . ويوجد دائماً على السطح الخارجى (البرانى) من الشفة العليا شعرات حسية تذوقية ، كما ويكون سطحها الداخلى (الجوانى أو الفمى) مزودا بغشاء محتو على أعضاء حسية مختلفة الأشكال تستعمل فى تذوق الطعام وبما أنه يصنع السقف الغشائى للتجويف قبل الفمى فقد أطلق عليه سقف الحلق أو الابيفارينكس(epipharynx) .

(٢) الفكان العلويان (mandibles) : وهما يحدا ، التجويف قبل الفمى من الجهتين الجانبيتين الأماميتين إذا كانت رأس الحشرة من النوع



شكل (٢٦) : الأجـــــزاء الفميـــــة القارضـــة فى الصرصار الأمريكى (Periplaneta americana). (أ) أحد الفكين العلويين ، (ب) أحد الفكين السفليين ، (جـ) الشفة السفلى ، (د) تحت البلعوم ، (هـ) الشفة العليا . [١ — العضلة المبعدة ، ٢ — العضلة المقربة ، ٣ — الكاردو (الوصلة) ، ٤ — الساق ، ٥ — الجاليا (الخوذة أو القلنسوة) ، ٦ — اللاسينيا (الشرشرة) ، ٧ — حامل اللمس الفكى ، ٨ — اللمس الفكى ، ٩ — تحت الذقن ، ١٠ — الذقن ، ١١ — مقدم الذقن ، ١٢ — الجلوسا (اللسان) ، ١٣ — الباراجلوسا (جار اللسان) ، ١٥ — حامل اللمس الشفوى ، — ١٥ ، اللمس الشفوى] .

سفلى الفكوك أو من الجهتين الجانبيتين العلويتين إذا كانت رأس الحشرة من النوع أمامى الفكوك . ويكون كل من هذين الفكين العلويين متمفصلا مع

أحد جانبي جدار محفظة الرأس بواسطة مفصلتين إحداهما أمامية مع جانب الدرقة والأخرى خلفية مع الصدغ. وتفاصيل ذلك قد ذكرت من قبل . ويتركب كل فك علوى منهما من قطعة واحدة غير متجزئة وغليظة جامدة ومزودة بأسنان قاطعة من جانبها الداخلى . ويوجد لكل فك علوى عضلتان داخليتان كبيرتان متصلتان بقاعدته وناشئتين من السطح الداخلى للجدار العلوى من محفظة الرأس ، وتعرف العضلة الخارجية منهما بالعضلة المبعدة أو المخفية أو الفاتحة (abductor muscle) وهى تعمل على إبعـــاد الفك أفقياً عن زميله الآخر ، بينما العضلة الثانية الداخلية فتعرف بالعضلة المقربة أو القافلة (adductor muscle) وهى تعمل على تقريب الفك أفقيـــاً نحو زميله . ويترتب على اشتغال عضلتى كل من الفكين العلويين بالتبادل وباستمرار أن يبتعد الفكان عن بعضهما تارة ثم يقتربان من بعضهما فيتقاطعان تارة أخرى فيكون من نتيجة ذلك أن تتداخل أسنانهما فى بعضها البعض وبالتالى يتحطم بينها الطعام الصلب ويتفتت إلى قطع صغيرة من السهل ابتلاعها .

والمعتقد أن جسم الفك العلوى إنما يمثل القديمة الحرقفية (coxopodite) التى لم يحدث بها أى انقسام ، وأن الأسنان هى عبارة عن النمو الداخلى (endite) لتلك القديمة الحرقفية ، وأن القديمة النهائية (telopodite) غير موجودة وليست ممثلة بشىء .

(٣) الفكان السفليان (maxillae) : وهما يحدان التجويف قبل الفمى من الجهتين الجانبيتين الخلفيتين إذا كانت رأس الحشرة من الطراز سفلى الفكوك أو من الجهتين الجانبيتين السفليتين إذا كانت رأس الحشرة من الطراز أمامى الفكوك . والوظيفة الأساسية لهذين الفكين السفليين هى كنس الطعام المقطع إلى قطع صغيرة ثم دفعه وتوجيهه تجاه فتحة

الفم وكذلك المعاونة على احتجاز الطعام بينهما لكى لا يسقط فى أثناء انفراج الفكين العلويين عن بعضهما. ويتركب كل فك سفلى منهما من جملة أجزاء متصلة ببعضها وهى :

(ا) الوصلة أو الكاردو (cardo) : وهو الجزء القاعدى الصغير المثلث الشكل غالباً والمتصل بالسطح الخلفى (أو التحتانى) من جدار محفظة الرأس على أحد جانبى الهامش الأمامى من الثقب المؤخرى .

(ب) الساق (stipes) : وهو جزء كبير مستطيل الشكل غالباً ومتصل فوق الطرف البعيد من الكاردو .

(ج) حامل الملمس الفكى (palpifer) : وهو جزء صغير يشبه العقلة موجود بقرب قمة الساق من جانبها الخارجى وهو فى الحقيقة عبارة عن قطعة متخصصة من الساق نفسه .

(د) الملمس الفكى (maxillary palpus) : وهو جزء طويل محمول على قمة حامل الملمس الفكى ويتركب من جملة عقل تختلف عددها باختلاف الحشرات فيتراوح بين عقلة واحدة وسبعة عقل ، فمثلا فى الصرصار يتألف الملمس الفكى من أربعة عقل متتالية . وعلى هذا الملمس الفكى توجد دائماً شعرات حسية تستخدم لأجل اللمس والذوق .

(ه) القلنسوة أو الخوذة أو الجاليا (galea) : وهى فص كبير يوجد فوق قمة الساق من ناحية الخارج ويحمل كثيرا من الشعرات الحسية . وكثيرا ما تكون هذه القلنسوة متجزئة إلى قطعتين متتاليتين .

(و) الشرشرة أو اللاسينيا (lacinia) : وهى فص ثان كبير يوجد فوق قمة الساق إلى جانب الجاليا من ناحية الداخل وكثيرا ما ما يكون محتضنا بداخل تجويف فى تلك الجاليا . وهذه اللاسينيا تكون

مزودة بأشواك جامدة من جانبها الداخلي وبأسنان قوية من قمتها مما يشير إلى كونها ربما تعاون الفكين العلويين فى تفتيت الطعام الصلب .

والمعتقد أن الكاردو والساق إنما يمثلان القديمة الحرقفية (coxopodite) التى طرأ عليها بعض الانقسام ، و أن الحاليا واللاسينيا يمثلان النمو الداخلى (endite) لتلك القديمة الحرقفية بعد أن طرأ عليه تحور ، وأن الملمس الفكى يمثل مفاصم القديمة النهائية (telopodite) بعد تحورها .

(٤) الشفة السفلى (labium) : وهى ناشئة أصلا عن التحام فكين سفليين ثانيين مع بعضهما من جانبيهما الداخليين ليكونا عضوا واحدا وسطياً . وهذه الشفةالسفلى تحد التجويف قبل الفمى من الجهة الخلفية إذا كانت رأس الحشرة من الطراز سفلى الفكوك أو من الجهة السفلية (التحتانية) إذا كانت رأس الحشرة من الطراز أمامى الفكوك . ووظيفتها الأساسية أن تعمل كمائدة (ترابيزة) يوضع ويسند فوقها الطعام أثناء عملية تقطيعه بواسطة الفكين العلويين أو أثناء عمليـة كنسه وهو مفتت نحو فتحة الفم بواسطة الفكين السفليين . وتتكون الشفة السفلى من جملة أجزاء متصلة ببعضها وهى :

(ا) مؤخر الذقن (postmentum) : وهو جزء كبير الحجم قاعدته متصلة بالسطح الخلفى (أوالتحتانى)من جدار محفظة الرأس إلى الأمام من الهامش الأمامى من الثقب المؤخرى وفى وسط الفكين السفليين ، وفى بعض الأحيان تكون مؤخر الذقن هذه عبارة عن لوح واحد غير متجزىء بينما فى أحيان أخرى وهى الأغلب كما فى الصرصار فتكون مؤخر الذقن منقسمة بدورها إلى قسمين ثانويين ، فالقسم القاعدى (الخلفى) منهما يطلق عليه تحت الذقن (submentum) ، والقسم الأمامى (الطرفى) يسمى الذقن (mentum) . وأحيانا تكون مؤخر الذقن ملتحمة مع

الصلبية الزورية أو الحلقومية (أى الجيولا gula) بحيث لا يبدو بينهما فاصل فتسمى الصفيحة المشتركة آنئذ بالصلبية الزورية الذقنية (gulamentum).

(ب) مقدم الذقن (prementum) : وهى جزء أصغر حجماً من مؤخر الذقن ويقع متصلا بالهامش الأمامى منها حيث يوجد بينهما درز فاصل على شكل خط واضح يدعى درز الشفة السفلية (labial suture) وهو يجعل لمقدم الذقن قدرة على التحرك حركة بسيطة فوق مؤخر الذقن . وفى أغلب الأحيان تكون مقدم الذقن منقسمة انقساماً جزئياً بالطول إلى نصفين متساوين ومتناظرين .

(ج) حاملا الملمسين الشفويين (palpigers) : وهما متصلان على جانبي مقدم الذقن بقرب قمتها ، وكل منهما يشبه عقلة صغيرة ولكنها فى الحقيقة عبارة عن جزء متخصص من مقدم الذقن .

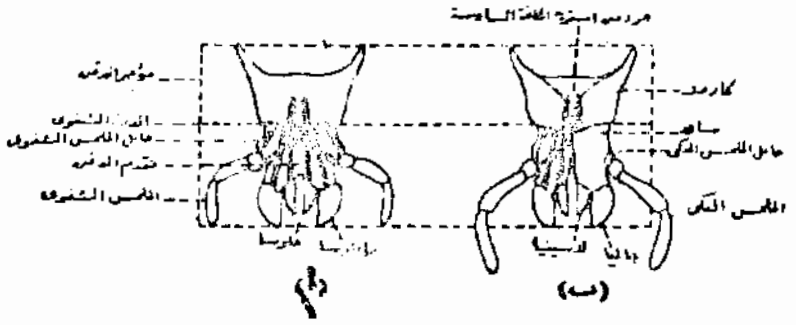
(د) الملمسان الشفويان (labial palps) : وكل منهما محمول فوق قمة أحد الحاملين سابقى الذكر وتوجد عليه شعيرات حسية تستخدم فى تذوق الطعام ويتركب من عدد من العقل يختلف باختلاف الحشرات فيتراوح بين عقلة واحدة إلى أربعة عقل ، فمثلا فى الصرصار يتكون الملمس الشفوى من ثلاثة عقل .

(هـ) اللسينة أو الليجيولا (ligula) : وهى عضو مركب محمول على قمة الهامش الأمامى من مقدم الذقن ويتركب من زوجين من الفصوص الشبيهة بالألسن فى شكلها ، فالزوج الداخلى فصيه صغيرين ويطلق على كل منهما اللسان أو الجلوسا (glossa) ، بينما الزوج الخارجى ففصيه أكبر حجماً ويطلق على كل منهما جار اللسان أو الباراجلوسا (paraglossa).

ولكن فى بعض الحشرات تكون الجلوستان ملتحمتين ومندمجتين ببعضهما ليكونا فصاً واحداً مشتركاً متوسطاً بين الباراجلوستين ويدعى آنئذ اللسان المشترك أو الألاجلوسا (alaglossa) ، وفى بعض آخر من الحشرات تكون الباراجلوستان والجلوستان ملتحمة جميعاً ببعضها مكونة فصاً واحدا فقط يطلق عليه آنئذ المجمع اللسانى (totoglossa) كما يمكن تسميته أيضاً بالاسم الأصلى العمومى وهو اللسينة أو الليجيولا (ligula) .

فمن هذا الوصف المذكور يتضح أنه حتى فى هذه الشفة السفلية المكتملة التكوين ما يزال تركيبها ينم على أنها نشأت فى المبدأ من زوج ثان من الفكوك السفلى . إذ من الجلى أن هناك تشابهاً تاماً بين أجزاء الشفة السفلى وأجزاء فكين سفليين . فإذا تصورنا أن فكين سفليين قد اقتربا نحو بعضهما إلى أن التحما ببعضهما من جانبيهما الداخليين ثم اندمجا معا أو تخيلنا أن خطا طولياً قد مر بوسط الشفة السفلى بحيث قطعها إلى نصفين متساويين أيمن وأيسر لوجدنا ذلك التطابق فى الأجزاء جلى الوضوح (شكل ٢٧) ، إذ أن نصف مؤخر الذقن تطابق الكاردو ونصف مقدم الذقن تطابق الساق وأحد حاملى الملمسين الشفويين يطابق حامل الملمس الفكى وأحد الملمسين الشفويين يطابق الملمس الفكى وإحدى الباراجلوستين تطابق الجاليا وإحدى الجلوستين تطابق اللاسينيا . ومما يزيد هذا التطابق ثبوتا كون مواضع اتصالات العضلات متشابهة تماما فى الحالتين .

(٥) تحت البلعوم أو الهايبو فارينكس (Hypopharynx) : وهو ليس بزائدة حقيقية بل عبارة عن بروز صغير لسانى الشكل ناتىء نحو الداخل من حوالى وسط أرضية التجويف قبل الفمى وغالباً ما يكون ملتصقاً بقاعدة الشفة السفلى . ودائما عند قاعدة هذا الهايبوفارينكس أو



شكل (٢٧) : رسمان تخطيطيان يوضحان تطابق أجزاء وعضلات الشفة السفلى (ا) مع أجزاء وعضلات فكين سفليين متدمجين ببعضهما (ب) .

بالقرب منها توجد فتحة القناة اللعابية المشتركة الناجمة عن التقاء قناتين لعابيتين ممتدتين من غدتين لعابيتين موجودتين بداخل الصدر . ووظيفته الأساسية هى تحريك وتلويك الطعام بداخل التجويف قبل الفمى حيث يتم خلطه باللعاب كما وأن الأعضاء الحسية الموجودة عليه تستخدم فى الذوق . وفى بعض الحشرات البدائية مثل بعض حشرات رتبة ثايزانيورا (Thysanura) يوجد على جانبى تحت البلعوم نتوءان يطلق على كل منهما اللسان الاضافى (superlingua) .

أنواع الأجزاء الفمية فى الحشرات (Types of mouth-parts) :

تلك الأوصاف المذكورة آنفاً هى مواصفات الأجزاء الفمية التقليدية المعروفة بالأجزاء الفمية القارضة والتى وجدت أصلا فى الحشرات القديمة وما تزال موجودة حالياً فى الحشرات المتغذية بقرض أغذية صلبة وحيث تكون أهم مميزة هى وجود فكان علويان غليظان جامدان مسننان لكى يقوما بتقطيع الطعام الصلب وتفتيته إلى أجزاء صغيرة يسهل ابتلاعها .

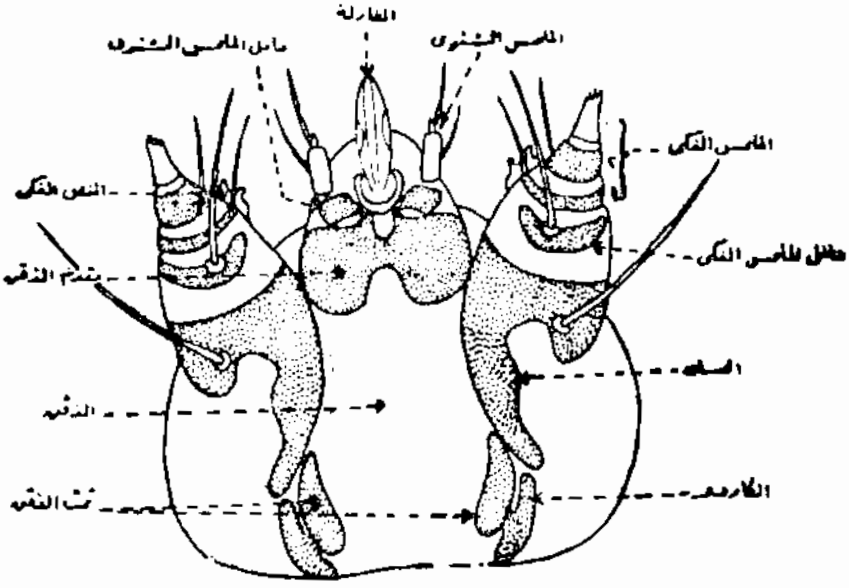
ولكن فى بقية الحشرات الحية فى الوقت الحاضر من الجلى أن هناك أنواعاً أخرى من الأجزاء الفمية حيث فى كل منها قد طرأت على أشكال مختلف الأجزاء تغيرات وتحورات مختلفة الدرجات وذلك تلاؤما مع نوع وطبيعة الغذاء الذى تتناوله كل حشرة وطريقة حصولها عليه . ويمكن إجمال هذه التحورات فيما يلى :

(ا) الأجزاء الفمية القارضة فى يرقات رتبة حرشفية الأجنحة (لبيدوبترا) :

فهذه اليرقات تتغذى على أغذية صلبة كأوراق النباتات الخضراء مثل يرقى دودةورق القطن ودودة القز ، وفيهايرى أن أجزاء الفم قارضة وما زالت محتفظة بالمميزة الأساسية لذلك النوع وهى وجود شفة عليا عادية بسيطة التركيب وفكين علويين غليظين جامدين مسننين ليؤديا عملية تقطيع وتهشيم الغذاء الصلب غير أن بقية الأجزاء الفمية (كما هو مبين فى شكل ٢٨) قد حدثت بها التحورات الشكلية التالية :

(ا) التحم الفكان السفليان بالحانيين الخارجيين من الشفة السفلى وكذلك اندمج تحت البلعوم مع مقدمة الشفة السفلى بحيث نتج عنها جميعاً عضوا واحـــداً مركباً يسمى المجموع الفكى الشفـــــوى تحت البلعـــــومى (maxillolabial-hypopharyngeal complex) .

(ب) فى كل من الفكين السفليين الكاردو ممثل بقطعة متصلبة صغيرة موجودة عند قاعدة الساق الضخم ، والملمس الفكى كبير نسبياً ومؤلف من ثلاثة عقل متتالية ومتناقصة الحجم نحو الطرف ومحمولة فوق حامل (palpifer) عريض . وأما الجاليا واللاسينيا فمضمحلتين وممثلهما فص صغير مستقر على الجانب الداخلى من الملمس الفكى ويدعى الفص الفكى (maxillary lobe) وهو يظهر فى شكل عقـــلة صغيرة حاملة لنتوئين ضئيلين .



شكل (٢٨) : الفكان السفليان والشفة السفلى فى أجزاء الفم القارضة ليرقة دودة ورقة القطن Spodoptera littoralis من رتبة حرشفية الأجنحة .

(ج) فى الشفة السفلى أصبحت تحت الذقن ممثلة بقطعتين مثلثتين صغيرتين منفصلتين عن بعضهما وموجودتين على جانبى قاعدة الذقن الضخمة التى تشغل أكبر مساحة ، بينما مقدم الذقن فواضحة على قمة الذقن وتحمل على جانبيها ملمسين شفويين صغيرين محمولين على حاملين (palpigers) ويتألف كل منهما من عقلتين السفلية منهماأكبر واسطوانية والثانية صغيرة رفيعة . وأما الحلوستان والباراجلوستان فقد اندمجوا جميعاً معاً ليؤلفوا عضوا واحداً وسطياً يدعى الغازلة (spinneret) وهى تركيب اسطوانى الشكل محمول على قمة مقدم الذقن فيما بين الملمسين الشفويين وتفتح على قمته القناة اللعابية المشتركة المتكونة عن التقاء القناتين اللعابيتين الآتيتين من الغدتين اللعابيتين الداخليتين اللتين تفرزان سائلا لعابياً حريريا يتحول عند خروجه من فتحة الغازلة إلى خيوط حريرية

تستعملها اليرقة فى التدلى من ورقة إلى أخرى أو فى إحاطة نفسها عند اكتمال نموها بنسيج واق يسمى الشرنقة (cocoon) لكى تتحـــول بداخله إلى عـذراء (pupa) .

(٢) الأجزاء الفمية القارضة اللاعقة (Lapping-biting mouth-parts): وهى توجد فى الحشرات التى من طبيعتها أن تتغذى على غذاء يابس وآخر سائل معا كما هو الحال فى شغالة نحلة العسل (worker honeybee) التى تتغذى على حبوب اللقاح والرحيق المجموعين من أزهار النباتات وحيث تلاحظ بالأجزاء الفمية التحورات التالية (كما هو مبين فى شكل ٢٩) :

(ا) الشفة العليا ولو أنها ما زالت محتفظة بالطابع العام كما فى أجزاء الفم القارضة إلا أنها أصبحت صغيرة نسبياً وضيقة الاتساع .

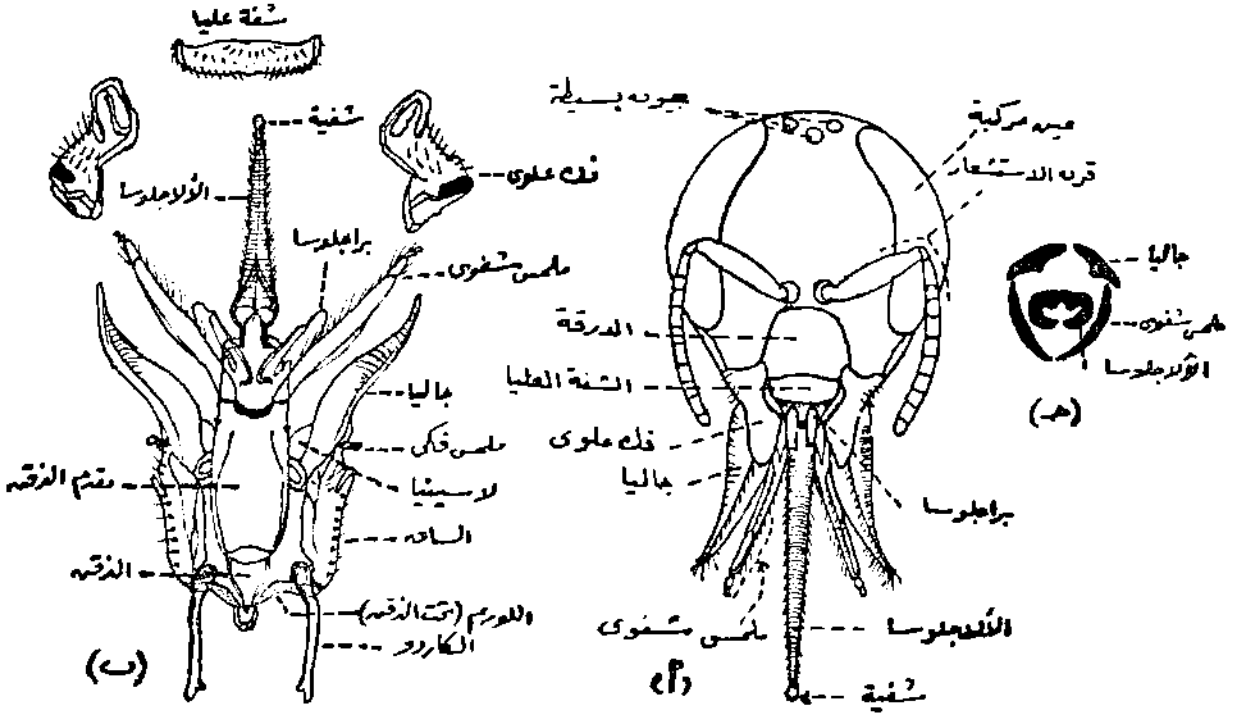
(ب) الفكان العلويان ما زالا غليظين قويين غير أنهما أصبحا خاليين من الأسنان التقطيعية لأن وظيفتهما قاصرة على عجن حبوب اللقـاح وعلى عجن الشمع المستخدم فى بناء نخاريب الأقراص الشمعية التى تربى فيها الحضنة ويخزن العسل .

(جـ) الفكان السفليان وكذلك الشفة السفلى قد استطالت معظم أجزائها لكى تستطيع الوصول إلى الرحيق المختزن عميقاً فى قيعان أزهار النباتات ثم امتصاصه .

(د) بكل فك سفلى أصبح الكاردو (الوصلة) جزء رفيع مطاول يشبه العظمة الطويلة ، كما واستطال الساق كثيرا ، وكذلك الحاليا (القلنسوة) صارت طويلة جدا وخنجرية الشكل فهى مفلطحة من جزئها القاعدى ثم مدببة من طرفها البعيد، ولكن اللاسينيا (الشرشرة) أصبحت مضمحلة إلى فص غشائى صغير موجود على الجانب الداخلى من قمة الساق ، وكذلك الملمس الفكى اضمحل إلى عقلتين صغيرتين موجودتين على جانب قمة الساق من الناحية الخارجية :

(هـ) بالشفة السفلى أصبحت مقدم الذقن شديدة الاستطالة ومرتكزة على جزء مثلث الشكل صغير نسبياً وهو عبارة عن الذقن ، بينما تحت الذقن فقد تحورت إلى هيئة شريطين كيتينيين يعرف كل منهما باسم لورم (lorum) وهو يربط قاعدة الذقن بمقدمة الكاردو الواقع على نفس الجانب وبذلك يرتبط الفكان السفليان بالشفة السفلى لكى يتحركوا جميعاً معاً ، وأما الحلوستان فقد اندمجتا ببعضهما فكونتا عضوا واحدا طويلا اسطوانيا يسمى اللسان المشترك أو الألاجلوسا (alaglossa) وأحيانا يطلق عليه خطأ اسم ليجيولا (ligula) وهو لسانى الشكل وينتهى من طرفه البعيد الطليق بفص صغير يشبه الملعقة ويسمى المروحة أو الشفية (flabellum) ، فى حين أن كل من الباراجلوستين قد اضمحلت إلى جزء صغير نسبياً موجود على أحد جانبى الألاجلوسا ، والملمسان الشفويان أصبحـــا طويلين ويحصران بينهما الباراجلوستين والألاجلوسا ويتركب كل منهما من أربعة عقل متتالية .

فى أثناء الراحة وعدم الاستعمال تنطوى الحاليتان على الساق والألاجلوسا على مقدم الذقن . ولكن عند التغذية تنفرد تلك الأجزاء وتولج بداخل إحدى الأزهار لكى تصل إلى الرحيق الموجود فى قاعها حيث تنطبق الحاليتان والملمسان الشفويان انطباقا شديدا على جانبى الألاجلوسا فتتكون بذلك قناة (مجرى) تعرف بالقناة الغذائية ، ثم تفرز الحشرة كمية من لعابها فوق الرحيق فتحوله إلى سائل غذائى مائى القوام يملأ فراغ تلك القناة الغذائية ، ثم بتأثير خفض ضغط الدم بداخل فراغ الألاجلوسا تأخذ الأخيرة فى الانكماش محركة معها المروحة (الشفية) وبذلك يصل السائل الغذائى إلى البلعوم الذى يقوم بعملية شفط فيرفع الغذاء إلى داخل بقية القناة الهضمية .



شكل (٢٩) : (أ) منظر أمامى للرأس فى شغالة نحلة العسل (Apis mellifera) موضحاً عليه أجزاء الفم القارضة اللاعقة فى وضعها الطبيعى.
(ب) أجزاء الفم القارضة اللاعقة فى شغالة نحل العسل وهى مفصولة عن بعضها لتوضيح تركيب كل منها.
(جـ) قطاع عرضى فى أجزاء الفم المذكورة أثناء عملية التغذية.

(٣) الأجزاء الفمية الثاقبة الماصة (piercing-sucking mouth-parts) :

وهى توجد فى الحشرات التى من طبيعتها أن تتغذى على أغذية سائلة ولكنها مستورة ومحجوبة تحت أغطية يابسة مثل بقة الفراش (Cimex lectularius) وأنثى أنواع الناموس وغيرهما من الحشرات التى تتغذى بامتصاص دم الانسان أو الحيوان من تحت الجلد ومثل أنواع التربس (Thrips) وإناث الحشرات القشرية (scale insects) وأنواع المن (Aphids) والبق الدقيقى (mealy bugs) وأنواع بق النباتات (plant bugs) كالبقة الخضراء (Nezara viridula) وبق بذرة القطن (Oxycarenus hyalinipennis) وكلها تتغذى بامتصاص عصارات الأنسجة الداخلية لمختلف أجزاء النباتات الخضراء من تحت بشرتها الخارجية . فمثل تلك الحشرات جميعاً لابد لها من أن تقوم أولا بثقب الغطاء الساتر الجامد (سواء كان جلد انسان أوحيوان أم بشرة جزء من نبات) لكى تصل إلى النسيج الداخلى المحتوى على السائل الغذائى (سواء كان دم أم عصارة نباتية) ثم تأخذ بعدئذ فى شفط ذلك السائل ورفعه إلى البلعوم فالقناة الهضمية . ولذا فقد حدثت بأجزاء الفم تحورات ضخمة أهمها تحول الفكين السفليين والفكين العلويين إلى أربعة إبر أو رماح طويلة رفيعة حادة لكى تقوم بعملية ثقب الغطاء الفوقانى ثم التغلغل إلى النسيج التحتانى حيث تجتمع الإبر مع بعضها البعض فى شكل حزمة فتحصر فى وسطها قناة غذائية يشفط خلالها السائل الغذائى صاعدا إلى البلعوم بفعل عضلات الأخير .

فى أجزاء فم أنثى الناموسة (شكل ٣٠) تلاحظ التحورات التالية :

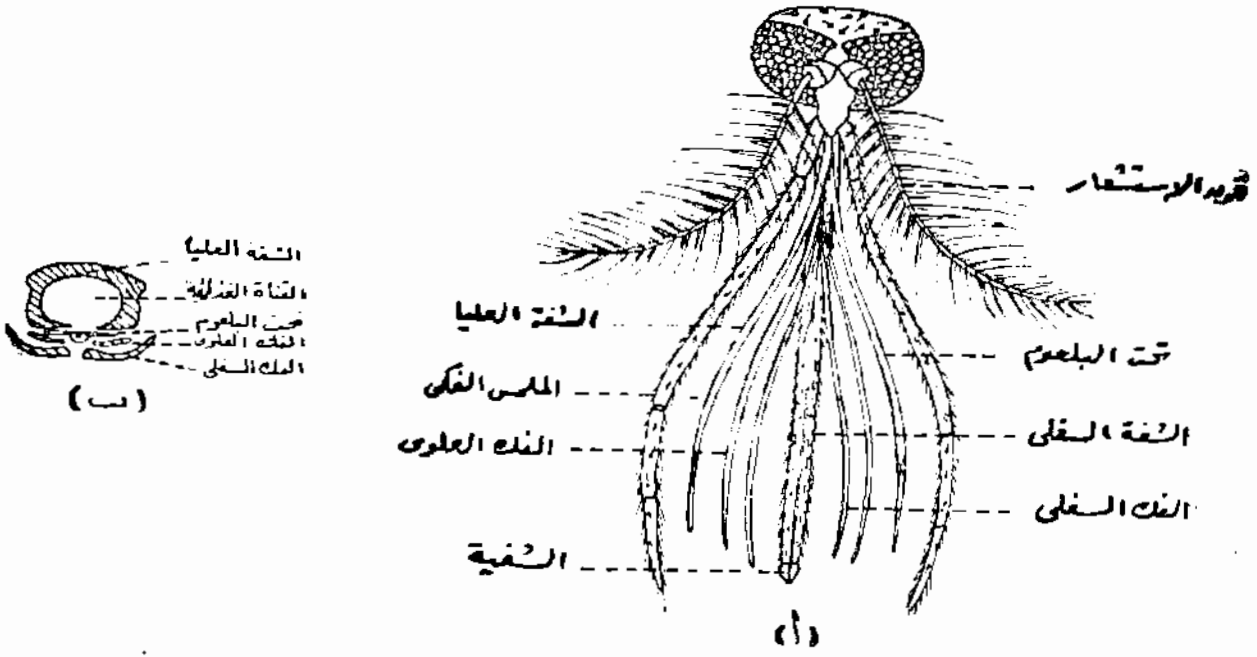
(ا) الشفة العليا تحورت إلى رمح إبرى الشكل مدبب الطرف وجداره العلوى (الخارجى) متحدب على شكل قبوة . وكذلك تحت البلعوم

(الهايبوفارينكس) تحور إلى رمح إبرى مدبب الطرف تخترقه من الوسط القناة اللعابية وممتد تحت الشفة العليا مع تقعرجداره العلوى (المواجه للسطح الداخلى من الشفة العليا) قليلا . وبانطباق الشفة العليا فوق تحت البلعوم تتكون بينهما قناة تعرف بالقناة الغذائية .

(ب) الفكان العلويان تحورا أيضاً إلى إبرتين حادتين مدببتى الطرف ولكنهما ارفع من الشفة العليا أو تحت البلعوم ، وهما واقعان على جانبى السطح السفلى من تحت البلعوم وبالتالى فهما يحيطان بالقناة الغذائية سفلياً من على الجانبين .

(جـ) الفكان السفليان تحورا أيضاً إلى إبرتين حادتين مماثلتين لإبرتى الفكين العلويين ولكنهما يتميزان بتسنن نهايتيهما الطرفيتين المدببتين ، وهما واقعان أسفل الفكين العلويين على الجانبين ، والمعتقد أن هاتين الإبرتين تمثلان الحاليتين واللاسينيتين ، ولكل إبرة منهما قاعدة سميكة عريضة واقعة بداخل الراس وهى تمثل الكاردو والساق . كما ويظهر من الفكين السفليين أيضاً ملمسان فكيان متألف كل منهما من أربعة عقل .

(د) الشفة السفلى تحورت إلى هيئة خرطوم اسطوانى طويل ينتهى من نهايته البعيدة بفص صغير مزود بشعرات حسية ومشقوق من وسطه ويدعى الشفية (labellum) . وفى وسط السطح العلوى (الفوقانى) من خرطوم الشفة السفلى يوجد مجرى يعمل كغمد تبيت فيه جميع الأجزاء الأخرى الرمحية والإبرية ، كما ويسمح الشق الوسطى الموجود بالشفية بأن تبرز منه تلك الأجزاء الرمحية والإبرية فى وقت التغذية . والملمسان



شكل (٣٠) : (أ) أجزاء الفم الثاقبة الماصة فى أنثى ناموسة أنوفيلس Anopheles sp.
(ب) قطاع عرضى فى أجزاء الفم المذكورة أثناء عملية التغذية .

الشفويان غير موجودين . ولا تشترك الشفة السفلى فى عملية ثقب نسيج العائل عند التغذية بل يحدث بها عندئذ انثناء إلى الخلف .

فعند التغذية تجمع الناموسة الأجزاء الرمحية والإبرية مع بعضها على شكل حزمة محيطة بالقناة الغذائية ثم تضع شفية خرطومها على سطح جلد العـــائل ثم تضغط بذلك الخرطوم على الجلد مع ثنيه نحو الخلف وبذلك تندفع الأجزاء الرمحية والإبرية خارجة بقوة من شق الشفية حيث تصنع بالجلد جرحاً كما تندفع القناة الغذائية خلال ذلك الجرح بداخل النسيج التحتانى حيث يوجد الدم ثم بفعل عضلات البلعوم القوية ينشفط ذلك الدم صاعدا خلال القناة الغذائية ومنها إلى البلعوم فبقية القناة الهضمية . وفى أثناء امتصاص الدم تفرز الحشرة فوقه كمية من لعابها عن طريق القناة اللعابية الممتدة فى وسط تحت البلعوم لكى تمنع التجلط وبالتالى لا يحدث انسداد بالقناة الغذائية .

وأما فى أجزاء فم البقة الخضراء (Nezara viridula) (شكل ٣١) فتلاحظ نفس التحورات الأساسية التى ذكرت بخصوص انثى الناموسة مع بعض الفوارق الهامة وهى :

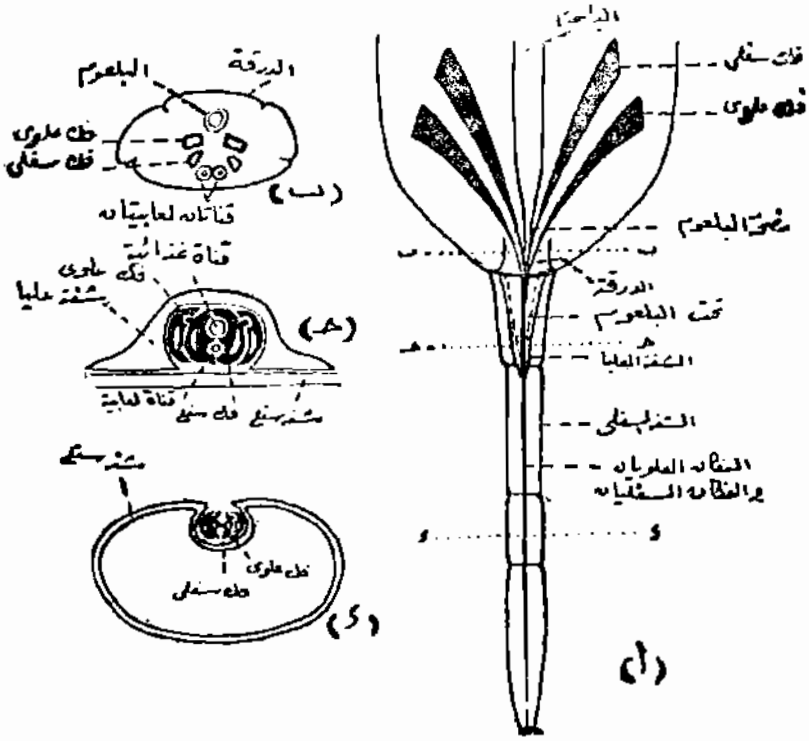
(ا) الشفة العليا أصبحت مطاولة ولكنها قصيرة نسبيا فلا تغطى إلا الجزء القاعدى من السطح العلوى لخرطوم الشفة السفلى .

(ب) الشفة السفلى اتخذت شكل خرطوم أو بالأحرى منقار منقسم إلى أربعة عقل وبوسط سطحه العلوى يوجد مجرى غائر تبيت فيه الفكوك العلوية والسفلية فى حالة عدم الاستعمال ، والملامس الشفوية غير موجودة .

(ح) تحت البلعوم يقع عند قاعدتى الفكين السفليين ولكنه صغير جداً وتصعب رؤيته فهو يعمل بداخل الرأس كسنادة ترتكز عليها أرضية البلعوم.

(د) الفكان العلويان رفيعان طويلان وإبريى الشكل .

(هـ) الفكان السفليان إبريان أيضاً وبكل منهما على طول امتداد سطحه الداخلى تقعيرين متوازيين . فبانضمام الفكين على بعضهما تتكون بينهما قناتين ، العلوية منهما هى القناة الغذائية التى تصعد فيها عصارة النسيج النباتى الممتصة إلى البلعوم ، والقناة الأخرى السفلية لمرور اللعاب المفرز من الغدد للعابية وصبه فى الجرح . والملامس الفكية غير موجودة .



شكل (٣١) : (ا) أجزاء الفم الثاقبة الماصة والمنطقة المتاخمة لها من الرأس فى البقة الخضراء (Nezara viridula). (ب) قطاع عرضى فى المنطقة ب — ب . (جـ) قطاع عرضى فى المنطقة جـ — حـ . (د) قطاع عرضى فى المنطقة د — د .

وعند التغذية تبقى العقلة القاعدية من الشفة السفلى موازية لسطح الحشرة بينما تميل عقلها الباقية إلى أسفل فتحدث بهذا الشكل زاوية بينهما وتكون النتيجة بروز الفكوك العلوية والسفلية من مقدمة الشفة السفلى ثم تتكرر تلك العملية مراراً وعلى أثر ذلك تحدث الفكوك جرحاً فى بشرة النسيج النباتى ثم تستقر الفكوك فى ذلك الجرح حيث تبدأ عملية امتصاص كالمذكورة سابقاً.

(٤) الأجزاء الفمية اللاعقة أو الراشفة :

(lapping or sponging mouth-parts)

وهى توجد فى الحشرات التى من طبيعتها ألا تتغذى إلا على أغذية سائلة مكشوفة (ليست محجوبة بغطاء) وقريبة المنال (أى سطحية) كما هو الحال فى الذبابة المنزلية (Musca sp.) حيث تلاحظ بأجزاء الفم (شكل ٣٢) التحورات الضخمة التالية :

(ا) العناصر المستبقاة من الأجزاء الفمية تحورت لتصنع خرطوم يسمى المماص أو الهوستلم (haustellum) وهو يتدلى من بروز مخروطى بهيئة الزورق المقلوب متحور عن جـــزء من الرأس ويدعى البوز أو الروسترم (rostrum) .

(ب) تلاشى الفكان العلويان واندثرا بالمرة ولم يعد لهما وجود لعدم حاجة الحشرة إلى وظيفتهما .

(ج) اضمحل الفكان السفليان أيضاً فتلاشت معظم أجزائهما ولم يبق منهما إلا الملمسين الفكيين اللذين يتكون كل منهما من عقلة واحدة خارجة من على أحد جانبى قاعدة الهوستلم وإلاعضوين دبوسيين ممتدان من قاعدة الهوستلم ومتجهان إلى أعلى على جانبى الروسترم وهما يمثلان ساقى الفكين السفليين .

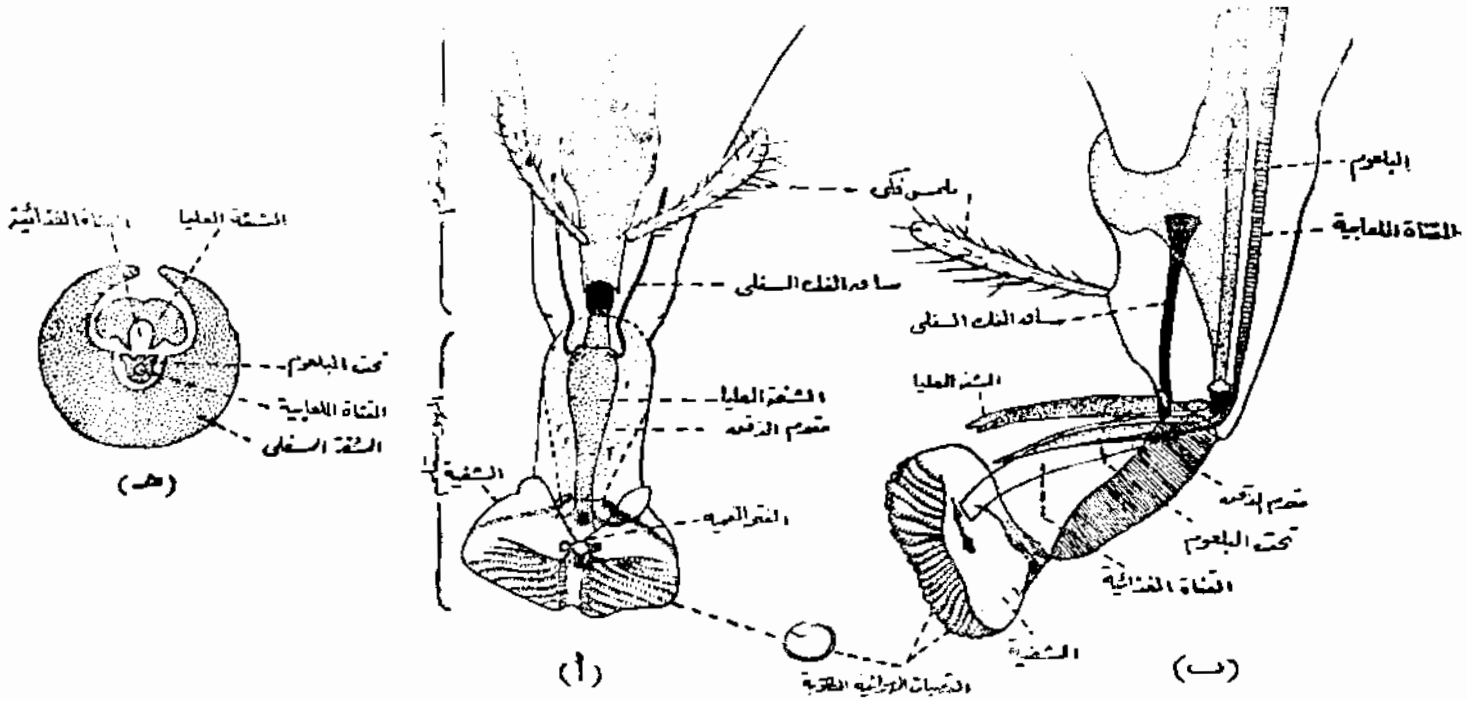
(د) الشفة العليا وهى متصلة بقاعدة الهوستلم أصبحت مطاولة رمحية الشكل (عريضة من القاعدة ورفيعة أمامياً) ومتصلبة من سطحها الظهرى

(الخارجى) بينما سطحها السفلى (الداخلى) فغشائى ومتقعر نوعا ومشغول بسقف الحلق (الإبيفارينكس) .

(هـ) تحت البلعوم (الهايبوفارينكس) وهو أيضاً متصل بقاعدة الهوستلم بحيث يمتد أسفل الشفة العليا مباشرة وقد استطال أيضاً فأصبح رمحى الشكل وبوسطه تمتد القناة اللعابية . فكون الشفة العليا وتحت البلعوم الرمحي الشكل متراكبين فوق بعضهما يخلق بينهما قناة تعرف بالقناة الغذائية وهى تمتد فوق السطح الأمامى (الفوقانى) من الهوستلم متجهة إلى أسفل وتفتح من قاعدتها فى البلعوم الممتد بداخل الروسترم وتعمل كمجرى يصعد فيه الغذاء الممتص إلى البلعوم .

(و) الشفة السفلى أصابها تحور كبير بل لم يبق منها إلا مقدم الذقن التى تحورت فكونت جسم الهوستلم الخرطومى الشكل الذى يقبع فوق قاعدته تحت البلعوم ومن فوقه الشفة العليا كما ويحمل ذلك الجسم من نهايته القاصية زوجاً من فصوص متضخمة يطلـــق عليهما الشفيتان (labella) وهما متحورتان عن الملمسين الشفويين ويحتوى سطح كل شفية منهما على مجموعة من قنوات أنبوبية رفيعة جدرها الداخلية مقواة بحلقات كيتينية غير كاملة الاستدارة بل تنقصها الأجزاء المتصلة للدوائر من الخارج ما يجعل تلك القنوات متخذة هيئة القصبات الهوائية ولذا أطلق عليها القصبات الهوائية الكاذبة (pseudoracheae) .

فعند التغذية تغمر هاتان الشفيتان فى السائل الغذائى المكشوف الذى يصعد حينئذ بفعل الخاصة الشعرية إلى داخل القصبات الهوائية الكاذبة ومنها يصل إلى الفتحة الفمية الكائنة عند نقطة تقابل الشفيتين من الخلف وإلى الأسفل مباشرة من النهاية البعيدة من القناة الغذائية المحصورة بين الشفة العليـــا



شكل (٣٢) : أجزاء الفم اللاعقة أو الراشفة فى الذبابة المنزلية (Musca domestica) . (أ) منظر أمامى .
(ب) منظر جانبى . (جـ) قطاع عرضى فى أجزاء الفم المذكورة أثناء عملية التغذية .

وتحت البلعوم ، ثم بفعل عضلات البلعوم الخاصة يعمل البلعوم الكائن بداخل الروسترم كالمضخة فينضغط ذلك السائل الغذائى وينشفط من تلك الفتحة الفمية صاعدا إلى القناة الغذائية ومنها إلى البلعوم فبقية القناة الهضمية .

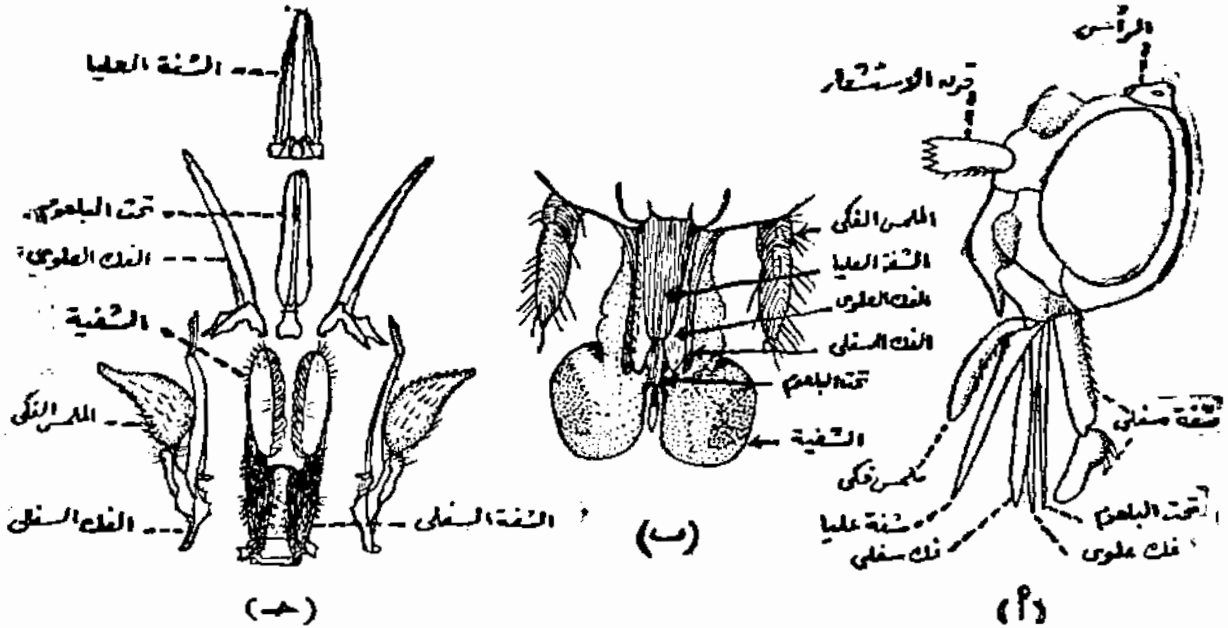
هذا ويمكن للذبابة أيضاً أن تتغذى بالامتصاص من غذاء صلب قابل للذوبان فى اللعاب كالسكر وذلك بكونها تصب عليه أولا قليلا من لعابها لكى تحوله إلى سائل ثم تقوم بعدئذ بارتشاف ذلك السائل ولعقه كالعادة .

(٥) الأجزاء الفمية القاطعة اللاعقة (cutting-lapping mouth-parts) : وهى توجد فى الحشرات التى تتغذى بتمزيق جلد بعض الثدييات لعمل جرح فيه ثم ارتشاف (لعق) الدم المنبثق منه على خارج الجلد كما هو الحال فى ذبابة النيرأو ذبابة مسرى (Tabanus taeniola) حيث يلاحظ أن التحورات التى طرأت على الأجزاء الفمية (شكل ٣٣) تماثل تلك التى حدثت فى الأجزاء الفمية اللاعقة للذبابة المنزلية مع إضافتين هامتين وهما :

(ا) الفكان العلويان لم يتلاشيا بل تحورا إلى زائدتين صلبتين متطاولتين ومستقرتين فوق السطح الفوقانى من الهوستلم على جانبى الشفة العليا وتحت البلعوم .

(ب) الفكان السفليان لم يضمحلا بل تحورا أيضاً إلى زائدتين رمحيتين صلبتين مسننتين ومستقرتين فوق السطح الفوقانى من الهوستلم على الجانبين الخارجيين من الفكين العلويين ، كما وبقى منهما الملمسان الفكيان وهما يستعملان فى تحسس الموضع من الجلد الذى سوف يعمل فيه الجرح .

فهذه الفكوك العلوية والسفلية المتحورة إلى أربعة رماح قاطعة تستخدم فى عمل قطع أو مزق فى جلد الحيوان الثدي ثم بواسطة الشفيتين يلعق الدم المنبثق من ذلك الجرح فيصل بالخاصة الشعرية إلى الفتحة الفمية ومنها يصل بفعل عضلات البلعوم إلى القناة الغذائية فالبلعوم فبقية القناة الهضمية بنفس



شكل (٣٣) : (ا) منظر جانبى للرأس فى ذبابة النبر (Tabanus taeniola) مبينا عليها أجزاء الفم القاطعة اللاعقة.

(ب) منظر أمامى لأجزاء الفم القاطعة اللاعقة والمنطقة المتاخمة لها من الرأس فى نفس الحشرة السابقة .

(حـ) أجزاء الفم القاطعة اللاعقة فى نفس الحشرة مفصولة عن الرأس لتوضيح تركيب كل منها .

الطريقة السابق شرحها فى الذبابة المنزلية . ولكى يظل دم الجرح سائلا أثناء عملية لعقه فان الحشرة تفرز عليه وهو فى الخارج كمية من لعابها عن طريق القناة اللعابية الممتدة خلال تحت البلعوم .

(٦) الأجزاء الفمية الماصة أو ذات الأنبوبة السيفونية :

(Sucking, or siphoning-tube, mouth-parts) وهى توجد فى الحشرات التى من طبيعتها أن تتغذى فقط على أغذية سائلة مكشوفة (غير محجوبة بغطاء) ولكنها بعيدة المنال كما هو الحال فى فراش دودة اللوز العادية (Earias insulana) وكثير غيره من الفراشات وأبى دقيقات التابعة لرتبة حرشفية الأجنحة (لبيدوبترا) والتى تتغذى بامتصاص السائل الرحيق القابع بعيدا فى قيعان الأزهار ، فى مثل هذه الحشرات يلاحظ أنه قد حدثت بالأجزاء الفمية (شكل ٣٤) التحورات الضخمة التالية :

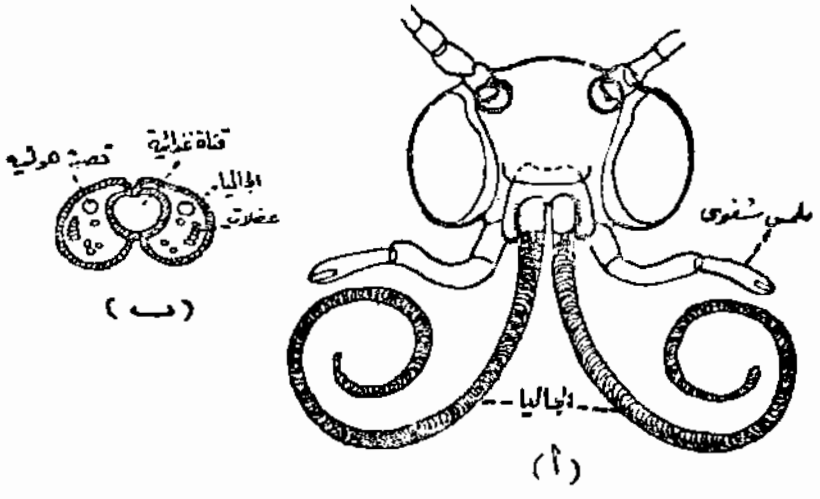
(ا) الشفة العليا أصابها اختزال شديد فتحولت إلى هيئة شريط ضيق مستعرض يقطع الحافة الأمامية من السطح العلوى (الفوقانى) للرأس .

(ب) الفكان العلويان إما غير موجودين بالمرة أو موجودين بحالة ضامرة مضمحلة .

(ح) الشفة السفلى قد تلاشت جميع أجزائها ما عدا صفيحة صغيرة موجودة بالجهة السفلية من الرأس والتى تحمل ملمسين شفويين واضحين ومؤلف كل منهما من ثلاثة عقل .

(د) الغالبية العظمى من أجزاء الفكين السفليين قد تلاشت ولم يبق منها إلا الحوذتين (الجاليتين) اللتين اتخذت كل منهما شكل خرطوم طويل به تقعير (مجرى) من على طول جانبه الداخلى بحيث أنه عند التغذية تفرد

الحشرة خرطومها الطويلين على آخرهما مع ضمهما تماما إلى بعضهما من جانبيهما الداخليين فيشتبكان معاً بقوة بتأثير ما يوجد على تجويفيهما من خطاطيف ثم تدخلهما الحشرة فى الزهرة حيث يصلا لشدة طولها إلى الرحيق القابع فى قاعها وبذلك تنغمس فتحتهما المشتركة الطرفية فى ذلك السائل الرحيقى ثم تأخذ فى امتصاصه فترفعه صاعدا إلى البلعوم عن طريق القناة الوسطية السيفونية الشكل المتكونة آنئذ نتيجة انطباق تقعيرى الخرطومين على بعضهما ، وبما أن هذه القناة تؤدى من نهايتها الداخلية بالرأس إلى البلعوم فانه بفعل عضلات البلعوم الخاصة تحدث عملية تفريغ ينتج عنها امتلاء القناة الوسطية بالسائل ثم يعقب ذلك حدوث عملية ضغط يترتب عليها رفع ذلك السائل إلى البلعوم فبقية القناة الهضمية . وأما فى حالة عدم الاستعمال فيظل الخرطومين متباعدين عن بعضهما من معظم طولها كما ويلتوى كل منهما على نفسه عدة مرات بشكل الزنبرك .



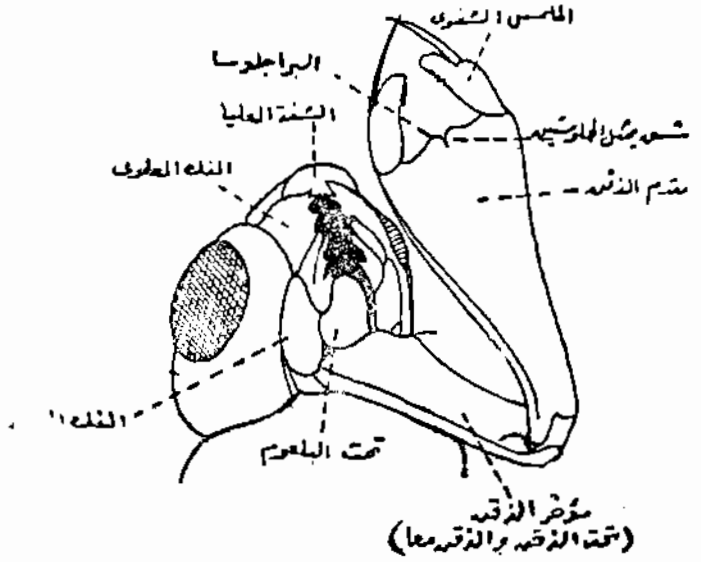
شكل (٣٤): (ا) منظر سفلى للرأس فى فراشة دودة اللوز العادية (Earias insulana) مبيناً عليها أجزاء الفم الماصة . (ب) قطاع عرضى فى الخرطومين (الجاليتين) بنفس الحشرة السابقة فى حالة التغذية .

هذا وتفترق عمليتى اللعق والامتصاص عن بعضهما فى كون الأولى عملية مستمرة بينما الثانية فمتقطعة ، فالفراشة عندما تتناول غذاءها تضع فيه خرطومها المضمومين بصفة مستمرة ولا ترفعهما منه إلا بعد أخذ كفايتها من السائل الغذائى ، بينما الذبابة المنزلية فعندما تتغذى تضع شفية خرطومها فى الغذاء فترة ثم ترفعها ثانية وبعد ذلك تضعها فى الغذاء فترة أخرى وهكذا على التوالى إلى أن تأخذ كفايتها .

(٧) الأجزاء الفمية المفترسة (predaceous mouth-parts): وهى توجد فى الحشرات النافعة التى تتغذى بافتراس حشرات أخرى ضارة فتساهم بذلك تلقائياً فى مكافحتها والحد من انتشارها. فى مثل هذه الحشرات قد حدثت بأجزاء الفم تحورات لا ترتبط فحسب بتناول الغذاء بل أيضاً بعملية القبض على الفريسة ولذا يوجد بها نوعان مختلفان من الأجزاء الفمية المفترسة وهما :

١ — الأجزاء الفمية المفترسة بالقرض (predaceous-biting mouth-parts): وهى توجد فى حورية الرعاش التى تتغذى بافتراس ما يسبح فى الماء الذى تعيش فيه من حشرات وحيوانات أخرى صغيرة . فى هذه النوع من الأجزاء الفمية المفترسة (شكل ٣٥) يرى أن الشفة السفلى قد تحورت لتناسب وظيفة اقتناص الفريسة فأصبحت على شكل جزء عريض منثن على نفسه ويطلق عليه القناع (mask) لأنه فى وقت الراحة يخفى تحته بقية الأجزاء . وتتكون هذه الشفة السفلى من جزء قاعدى طويل وهو عبارة عن مؤخر الذقن (تحت الذقن والذقن معاً) ومن جزء طرفى أطول وهو عبارة عن مقدم الذقن التى تكون متفلطحة وعريضة من مقدمتها حيث تصنع ما يطلق عليه الفص الوسطى (median lobe) الذى يحمل على

جانبي حافته القاصية ملمسين شفويين يتكون كل منهما من عقلة واحدة منتهية بشوكة حادة تستخدم في اقتناص الضحية ، وبوسط الحافة الأمامية من ذلك الفص الوسطى يوجد شق يمثل الجلوستين المضمحلتين وعلى جانبي هذا الشق يوجد نتوءان قصيران نسبياً وهما يمثلان الباراجلوستين . فعند الراحة أو عدم الاستعمال تكون مؤخر الذقن منثنية بين الأرجل الصدرية كما وتكون مقدم الذقن منطوية على مؤخر الذقن من الجهة السفلية ، ولكن عند الشروع في الافتراس تنفرد تلك الأجزاء عن بعضها فيصبح طولها وقتئذ كطول الجسم تقريباً ثم تقبض الحشرة بملمسيها الشفويين على الضحية . وتحت الشفة السفلى القناعية الشكل توجد بقية الأجزاء الفمية وهي الشفة العليا وتحت البلعوم (الهايبوفارينكس) والفكين العلويين والفكين السفليين . وبما أن جميع هذه الفكوك مزودة بأسنان حادة فهي تقوم بتقطيع جسم الضحية وتمزيقه إرباً قبل ابتلاعه .

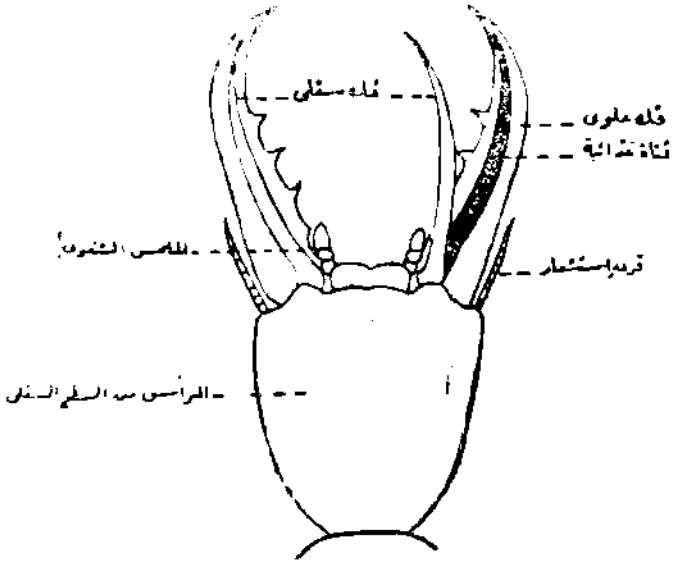


شكل (٣٥): أجزاء الفم المفترسة بالقرض في حورية الرعاش (Ischnura senegalensis).

٢ — الأجزاء الفمية المفترسة بالامتصاص :

(predaceous-suctorial mouth-parts)

وهى توجد مثلا فى يرقات أسد النمل (ant-lion larvae) التى تتغذى بافتراس النمل الذى يقوده حتفه إلى حفرة بالتربة قد صنعتها تلك اليرقات حيث تختبىء تحت ترابها وتكون طريقـــة التغذية بامتصاص عصارة محتويات جسم النمل بعد أن تصب عليها انزيمات تساعد على هضمها . ففى هذا النوع من أجزاء الفم (شكل ٣٦) يلاحظ أنه يمتد من على رأس اليرقة زوجان متشابهان من الزوائد الملقطية الشكل وهما عبارة عن الفكين العلويين من الناحيتين الخارجيتين والفكين السفليين من الداخل . وبكل فك علوى من على طول حافته الداخلية يوجد مجرى ، وبانطباق الفك السفلى الخاص بنفس الجانب على ذلك المجرى تتكون بينهما قناة غذائية يصعد فيها السائل الناتج عن هضم المحتويات الداخلية لجسم الفريسة ثم ينتقل منها



شكل (٣٦) : أجزاء الفم المفترسة بالامتصاص فى برقة أسد النمل (Cueta variegata). [الفك السفلى الأيسر (وهو الموجود فى الرسم بناحية اليمين) منقول عن مكانه لاظهار القناة الغذائية اليسرى].

إلى البلعوم فبقية القناة الهضمية بتأثير عملية ضخ (pumping) تقوم بها عضلات جدار البلعوم . وعند عمليـة الافتراس تدخل الفكوك العلوية والسفلية معاً فى جسم الفريسة .

ومن أمثلة هذا النوع أيضاً أجزاء فم يرقة خنفساء سايبيستر (Cybister sp.) التى تعيش فى الماء وتتغذى بافتراس وامتصاص عصارة أجسام ما فيه من حشرات وحيوانات أخرى صغيرة ولكن طريقة الامتصاص تختلف عما فى المثل السابق ، إذ يلاحظ فيها زوج من الزوائد المدببة الملقطية الشكل وهما الفكان العلويان اللذان يستعملان فى قنص الفريسة ويخرج كل منهما من على أحد جانبى الرأس حيث يوجد مفصل يساعد الفك على القيام بحركة نصف دائرية . ويخترق كل فك منهما قنـاة وسطية تصب من نهايتها الداخلية فى البلعوم وتفتح من نهايتها الخارجية بفتحة خارجية واقعة على الطرف الأقصى من الفك . فاليرقة تدخل فكيها العلويين فى جسم الفريسة ثم تفرز من قناتها الهضمية الوسطى إفرازات هاضمة تخرج من فتحتى الفكين الطرفيتين حيث تصب على محتويات جسم الفريسة لكى تهضم أكبر كمية منها ثم ينشفط السائل الناتج عن ذلك الهضم خلال القناتين الوسطيتين للفكين فيصل منهما إلى البلعوم فبقية القناة الهضمية بفعل عضلات جدار البلعـوم .

ونظراً لهذه الاختلافات الكبيرة فى نوع أجزاء الفم بين مختلف الحشرات فقد استخدمت أنواع الأجزاء الفمية كصفة من الصفات التقسيمية الهامة التى تصنف على أساسها طائفة الحشرات إلى رتب مختلفة .

هذا ويعتبر فحص أجزاء الفم فى الحشرات المختلفـة وخصوصا الضارة بالمحاصيل الزراعية من ألزم الأمور لمعرفة الطريقة القويمة لمكافحتها لأنه يرشد إلى طبيعة غذاء كل حشرة وكيفية تغذيتها عليه وعلى أساس

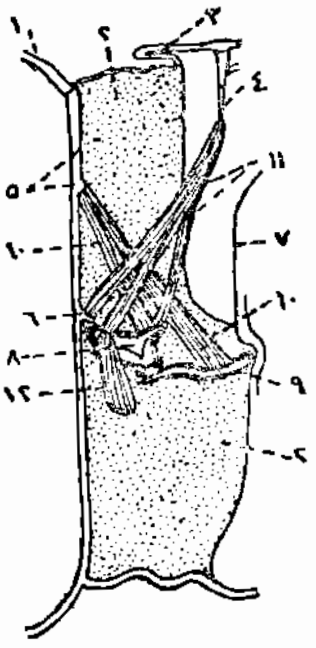
ذلك يمكن اختيار نوع وطريقة استخدام المادة الكيماوية التى تصلح لمكافحة. فمثلا إذا وجد أن أجزاء فم الحشرة المراد مكافحتها من النوع القارض فيجب أن يستخدم ضدها إحدى السموم المعدية (stomach poisons) بطريقة الرش أو التعفير فوق سطح أجزاء النبات المصاب لكى تأكلها الحشرة مع غذائها فتموت بطريقة التسمم المعدى . ولكن إذا وجد أن أجزاء فم الحشرة من النوع الثاقب الماص فلا يصح أن تستخدم ضدها سموما معدية لأن الحشرة تتناول غذاءها من الداخل بعيدا عن السم الموضوع فوق سطح النبات بل من المحتم عندئذ أن تستعمل فى مكافحتها إما مبيدات بالملامسة (Contact insecticides) ترش أو تعفـــر على الأماكن التى ترتادها الحشرة لكى تقتلها عندما تلامسها أو مهلكات بالأبخـرة (fumigants) وهى مواد تتصاعد منها بعد المعاملة بها غازات أو أبخرة سامة تخنق الحشرة بدخولها إلى جهازها التنفسى من خلال الثغور التنفسية . وبديهى أن المبيدات بالملامسة أو المهلكات بالأبخرة تفيد أيضاً ضد الحشرات ذات الأجزاء الفمية القارضة .

العنق او الرقبة

Neck, or cervicum, or cervix

يوجد بالحشرات بين الرأس وأول حلقة صدرية (الأمامية) منطقة غشائية مرنة يطلق عليها العنق أو الرقبة ، والمعتقد أن هذه المنطقة قد نشأت عن حلقة الشفة السفلى (الحلقة السادسة من حلقات الرأس الجنينية) وحلقة الصدر الأمامى لكى تعمل كمنطقة اتصال مرنة تستطيع بها الرأس أن تتحرك بسهولة فوق مقدمة الحلقة الصدرية الأولى .

وبفحص هذا الغشاء العنقى يتضح أنه مقوى بعدد من صفائح زوجية متصلبة صغيرة يطلق عليها الأصلاب العنقية (cervical sclerites) . ومع أن هذه الأصلاب العنقية تختلف نوعاً باختلاف الحشرات فان أهمها على كل حال تلك الواقعة على جانبي الرقبة لأنها تعمل كمحور ارتكاز بين الرأس والحلقة الصدرية الأمامية . فالمعتاد (كما هو مبين فى شكل ٣٧) أن يوجد على كل جانب من جانبي الرقبة صلبيتان عنقيتان جانبيتان (lateral cervical sclerites) واحدة منهما أمامية والأخرى خلفية وهما متمفصلتان مع بعضهما ، كما وتتمفصل الصليبة الأمامية منهما من مقدمتها مع مع نتوء واقع بالجهة الخلفية من محفظة الرأس ويسمى النتوء الناقمى المؤخرى (occipital condyle) ، بينما الصليبة الأخرى الخلفية فتكون متمفصلة من مؤخرتها مع مقدمة الصفيحة الأمامية من صفيحتى بلورة الحلقة الصدرية الأولى [أى مع الحافة الإمامية من ابيسترنة (episternum) الصدر الأمامى] . فهاتين الصليبيتين المذكورتين تتصل إليهما عضلات داخلية بعضها ناشىء من الوجه الداخلى لجدار محفظة الرأس وبعضها الآخر ناشىء من الوجه الداخلى لترجة واسترنة أول حلقة صدرية ، وانقباض هذه العضلات يعمل على تغيير الزاوية المحصورة بين الصليبتين فيكون من نتيجة ذلك أن تمتد الرأس قليلا نحو الأمام أو نحو الخلف .



شكل (٣٧) : رسم تخطيطي يوضح منظراً جانبياً للغشاء العنقي وما يحتويه من أصلاب عنقية جانبيـــة وما يتصل إليها من عضلات داخليـــة محركة للرأس .
[١ — الرأس ، ٢ — الغشاء العنقي ، ٣ — ترجة الصدر الأمامي ، ٤ — الحاجز الهيكلي الداخلي لترجة الصدر الأمامي ، ٥ — حافة مؤخر القفا ، ٦ — النتوء اللقمي المؤخري ، ٧ — الصليبة الأمامية (الابيسترنة) من بلورة الصدر الأمامي ، ٨ — الصليبة العنقية الجانبية الأولى ، ٩ — الصليبة العنقية الجانبية الثانية ، ١٠ — العضلات الرأسية للاصلاب العنقية ، ١١ — العضلات الترجية للاصلاب العنقية ، ١٢ — العضلات الاسترنية للاصلاب العنقية] .

الصدر وزوائده

The Thorax and its Appendages -

الصدر هو المنطقة الجسمية الثانية من بعد الرأس والتى تتصل بها عن طريق الغشاء العنقى . ويتركب هذا الصدر من ثلاثة حلقات متتالية ومتصلة ببعضها اتصالا مباشرا . فالحلقة الصدرية الأولى (الأمامية) وهى المتصلة بالعنق تسمى الصدر الأمامى (Prothorax) . والحلقة الصدرية الثانية وهى الوسطية تسمى الصدر المتوسط (Mesothorax) . والحلقة الصدرية الثالثة (الخلفية والأخيرة) وهى المتصلة بأول حلقة بطنية تسمى الصدر الخلفى (Metathorax) .

والقاعدة العامة فى جميع الحشرات أن يوجد دائماً على ذلك الصدر من ناحيته السفلية ثلاثة أزواج من الأرجل الصدرية بواقع زوج واحد على كل من الحلقات الصدرية الثلاث. ولكن فى عدد قليل جداً من الحشرات لا تكون الأرجل الصدرية موجودة لأنها قد تلاشت ترتباً على استمرار المعيشة فى ظروف بيئية مؤاتية مخصوصة من شأنها أن تجعـــل تلك الحشرات فى غير حاجة إلى أرجل ؛ فمثلا يرقات الذباب انعدمت منها الأرجل تماماً بسبب معيشتها الدائمة فى قلب البيئة اللازمة لتغذيتها وإيوائها ومن ثم فهى ليست محتاجة إلى أرجل لكى تسعى بها وراء الغذاء والمأوى. وإذن فالواقع هو أن وجود الأرجل الصدرية صفة أصلية فى جميع الحشرات بينما حالة انعدام الأرجل المشاهدة فى قليل من الحشرات فهى صفة ثانوية مستجدة مترتبة على المعيشة المستمرة فى ظروف بيئية خاصة .

وفى الغالبية العظمى من الرتب الحشرية يوجد على صدر الحشرة الكاملة (البالغة) من ناحيته العلوية زوجان (وأحيانا زوج واحد فقط) من الأجنحة

المستخدمة فى الطيران ، ولذا وضعت هذه الرتب فى طويئفة الحشرات ذوات الأجنحة أى تريجوتا (Subclass Pterygota) . بينما فى الأقلية الباقية من الرتب الحشرية وهى المشتملة على أقدم الحشرات الحية حالياً وأقلها رقياً فلا يحمل صدر الحشرة الكاملة أية أجنحة على الاطلاق ولم يكن عليه أجنحة من قبل فى أى زمن من الأزمان الماضية ، ولذا وضعت هذه الرتب فى طويئفة أخرى سميت طويئفة الحشرات عديمة الأجنحة أى إبتريجوتا (Subclass Apterygota) . وعلى العموم فالحال بالنسبة للاجنحة عكسه بالنسبة للأرجل الصدرية ، إذ من المؤكد أن حالة انعدام الأجنحة إنما هى صفة أصلية وجدت فى جميع حشرات الأزمان الماضية العتيقة وما تزال موجودة للآن فى قليل من الحشرات الحالية ، بينما حالة وجود الأجنحة فهى فى الواقع صفة ثانوية مستجدة اكتسبتها الحشرات من قديم الأزل وما تزال سائدة فى معظم الحشرات الحية فى الوقت الحاضر .

وفى الأغلبية الساحقة من رتب طويئفة الحشرات ذوات الأجنحة (تريجوتا) يوجد على الجهة العلوية من صدر الحشرة الكاملة زوجان من الأجنحة بواقع زوج من أجنحة أمامية (forewings) على جانبى الصدر المتوسط وزوج آخر من أجنحة خلفية (hindwings) على جانبى الصدر الخلفى . ولكن فى رتبة واحدة فقط من رتب طويئفة الحشرات ذوات الأجنحة وهى رتبة ذات الجناحين (ديبترا Order Diptera) المشتملة على أنواع الذباب لا يوجد على صدر الحشرة الكاملة إلا زوجاً واحدا من الأجنحة وهو الزوج الأمامى الواقع على جانبى الصدر المتوسط وذلك لأن زوج الأجنحة الخلفى التابع للصدر الخلفى قد تحور إلى عضوين دبوسى الشكل لا يمتـــان بأى شبه للأجنحة ويطلق عليهما دبوسا التـــوازن (halteres or balancers) .

وكذلك فى ثلاثة رتب أخرى من رتب طويئفة الحشرات ذوات الأجنحة الموجودة حالياً وهى رتبة القمل القارض(ماللوفاجا Mallophaga) ورتبة القمل الماص (سايفانكيولاتا Siphunculata) ورتبة البراغيث (خافية الأجنحة أو أفانيبترا Aphaniptera) فلا يشاهد على الصدر أية أجنحة مطلقاً وذلك لأن الأجنحة التى كانت موجودة عليه فى عصور ماضية قد أخذت تتلاشى على مر السنين ثم فقدت فى النهاية من قديم الزمان نتيجة للظروف البيئية الملائمة التى تعيش فيها تلك الحشرات فهى تحيا باستمرار فوق عوائلها ومن ثم فهى فى غنى عن الطيران بالأجنحة بحثاً عن الغذاء والمأوى . كما وأنه فى الحشرات التى تمتلك زوجين من الأجنحة يشاهد أن الأحجام النسبية للاجنحة تختلف باختلاف الرتب الحشرية ، ففى بعضها يكون زوجا الأجنحة مساويين لبعضهما فى الحجم ، وفى بعض آخر يكون الزوج الأمامى من الأجنحة أكبر حجماً من الزوج الخلفى ، وفى بعض ثالث يكون الزوج الأمامى من الأجنحة إما أصغر حجماً من الزوج الخلفى أو غير مستخدم فى عملية الطيران . ومهما يكن الحال فى جميع الحشرات ذوات الأجنحة لا يكون الصدر الأمامى حاملا لأية أجنحة على الأطلاق .

هذا ومن الملاحظ أن الأحجام النسبية للحلقات الصدرية الثلاث فى الحشرات المختلفة تكون متناسبة دائماً مع وجود أو عدم وجود الأجنحة ومع عدد الأجنحة وأحجامها إن كانت موجودة ، فى الحشرات عديمة الأجنحة (إبتريجوتا) تكون أحجام الحلقات الصدرية الثلاث مساوية لبعضها تقريباً لأنها جميعاً خالية من الأجنحة . وأما فى الحشرات ذوات الأجنحة (تريجوتا) فدائماً يكون الصدر الأمامى أقل حجماً من الصدر المتوسط أو الصدر الخلفى لأنه لا يحمل أجنحة أبدا ، بينما الصدر المتوسط

والصدر الخلفى فيكون حجمهما بالنسبة لبعضهما متناسباً مع ما يحملانه من أجنحة ومع حالة هذه الأجنحة ، ففى الحشرات التى تمتلك زوجان من أجنحة مساويين لبعضهما فى الحجم مثل الرعاشات والنحل الأبيض يكون الصدر المتوسط مساوياً للصدر الخلفى فى الحجم ، وأما فى الحشرات التى تمتلك زوجان من أجنحة أكبرهما الزوج الأمامى مثل النحل والدبابير وكذلك فى الحشرات التى انعدم منها الزوج الخلفى من الأجنحة مثل الذباب فيكون الصدر المتوسط أكبر حجماً بكثير من الصدر الخلفى ، بينما فى الحشرات التى تمتلك زوجان من أجنحة أكبرهما الزوج الخلفى مثل الجراد وكذلك فى الحشرات التى بها الزوج الأمامى من الأجنحة غير مستخدم فى عملية الطيران مثل الخنافس والجعارين فيكون الصدر الخلفى أكبر حجماً بكثير من الصدر المتوسط .

الأصلاب المكونة لحلقة صدرية (Sclerites of a thoracic segment) :

بفحص إحدى الحلقات الصدرية فى حشرة يتضح أنها تتكـون من الأربعة أجزاء المعتادة وهى الظهارة أو الترجة (tergum) من أعلى والقص أو الأسترنة (sternum) من أسفل ثم الجنبة أو البلورة (pleuron) على كل جانب من الجانبين فيما بين الترجة والاسترنة . كما وغالباً ما يكون كل جزء من تلك الأجزاء الأساسية المذكورة منقسما بدوره إلى جملة أصلاب واضحة عن بعضها كالآتى :

(ا) أصلاب الترجة (tergal sclerites) :

فى الحشرات عديمة الأجنحة (إبتريجوتا) وفى كثير من يرقات وعذارى الحشرات ذوات الأجنحة (تريجوتا) يلاحظ أن ترجة أى حلقة صدرية عبارة عن لوح بسيط غير متجزىء إلى أية أصلاب . ولكن فى الأطوار الكاملة من الحشرات ذوات الأجنحة فيلاحظ أن ترجة الصدر الأمامى

دائماً تكون فى شكل لوح بسيط كالمذكور آنفاً بينما ترجة كل من الصدر المتوسط والصدر الخلفى الحاملة للأجنحة فتكون متجزئة (كما هو مبين فى شكل ٣٨ ا) إلى صلبيتين رئيسيتين احداهما أمامية والأخرى خلفية وهما :

(ا) الظهرية أو النوتم (notum) : وهى الصلبية الأمامية الأكبر حجماً والتى تشغل معظم مساحة الترجة .

(ب) الظهرية الخلفية أو الدريع الخلفى (postontum or postscutelum) : وهى الصلبية الخلفية الاصغر حجماً من السابقة والتى تقع فى الواقع بالغشاء الموصل بين ترجة الحلقة وترجة الحلقة الصدرية التالية .

وكذلك غالباً ما تكون الصلبية الظهرية (النوتم) منقسمة بدورها إلى ثلاثة أصلاب متوالية خلف بعضها وهى :

١ ــ الدرع الأمامى أو البريسكيوتم (prescutum) : وهو أول الأصلاب الثلاثة من الناحية الأمامية .

٢ ــ الدرع أو السكيوتم (scutum) : وهو الصلبية الثانيـــة (الوسطية) الأكبر حجماً من الأثنتين الأخريين .

٣ ــ الدريع أو السكيوتلم (scutellum) : وهو الصلبية الثانية الخلفية .

(٢) أصلاب البلورة (pleural sclerites) :

فى كثير من الأحيان (كما هو مبين فى شكل ٣٨ أ) تكون بلورة الحلقة الصدرية المجنحة مقسومة بالطول بواسطة درز خطى ممتد من أعلى إلى أسفل فيما بين قاعدة الرجل وقاعدة الجناح ويسمى الدرز الجنبى أو البلورى (pleural suture) إلى صلبيتين رئيسيتين وهما :

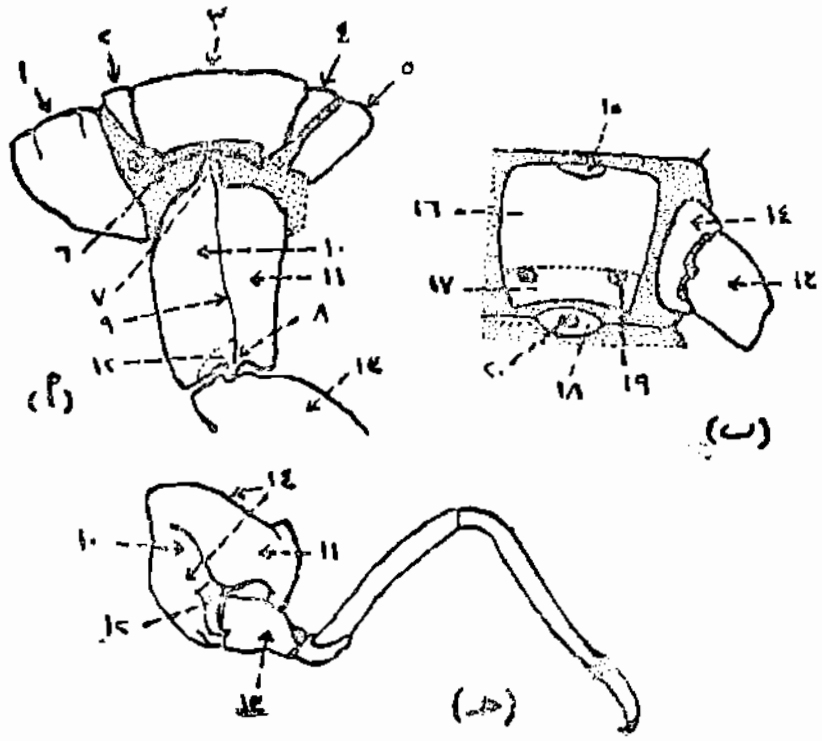
(ا) الصلبية فوق القصية أو الإبيسترنة (episternum): وهى أولى الصليبتين من الأمام من ناحية الرأس وتقع فوق استرنة الحلقة .

(ب) الصلبية فوق الحرقفية أو الابيميرة (epimeron) : وهى الصليبة الثانية (الخلفية) الممتدة فوق الجزء الخلفى من حرقفة الرجل والذى يسمى ميرون (meron) .

ولكن فى أحيان أخرى لا تظل بلورة الحلقة الصدرية المجنحة على هذه الدرجة من البساطة بل قد تكون كل من الإبيسترنة والإبيميرة منقسمة بدورها إلى أصلاب ثانوية جزئية أو قد تكون الإبيسترنة أو الابيميرة متحدة بمناطق أخرى من نفس الحلقة الصدرية . وفى بعض الأحيان (كما هو موضح فى شكل ٣٨ ج) يوجد عند الهامش السفلى من الإبيسترنة صليبة بلورية أخرى تسمى المدورية أو التروكانتين (trochantin).

والمعتقد أن بلورة الحلقة الصدرية قد نشأت من عقلة بدائية كانت موجودة قديماً بقاعدة الرجل قبل مفصم الحرقفة وأطلق عليها تحت الحرقفة (subcoxa) . ومما يدل على ذلك أن هذه التحت حرقفة ما تزال مرئية كقاعدة فعلية للرجل الصدرية فى بعض الحشرات عديمة الأجنحة الموجودة حالياً وفى قليل من الأطوار غير التامة من بعض الحشرات ذوات الأجنحة الحالية . ولكن فى بقية الحشرات الحالية حيث لا ترى تحت الحرقفة فالمتصور أن الذى حدث هو أن تحت الحرقفة قد تضخمت ثم اندمجت اندماجا تاماً مع الجدار الجانبى من الحلقة الصدرية لكى تدعمه وتقويه ثم انقسمت بعدئذ بواسطة درز خطى عمودى إلى صليبتين وهما الابيسترنة والابيميرة .

وعلى أى حال فى الحلقة الصدرية المجنحة يوجد دائماً على البلورة نتوءان منفصليان ، النتوء الأول منهما علوى ويوجد عند الطرف العلوى



شكل (٣٨) : (أ) رسم تخطيطى يوضح الأصلاب المكونة لترجة الحلقة الصدرية المجنحة وتلك المكونة لبلورتها . (ب) رسم تخطيطى يوضح الأصلاب المكونة لاسترنة الحلقة الصدرية . (جـ) الرجل الخلفية والبلورة فى حورية السايكادا (Magicicada septendecim) . [١ — ترجة الصدر الأمامى ، ٢ — الدرع الأمامى ، ٣ — الدرع ، ٤ — الدريع ، ٥ — الدرع الخلفى ، ٦ — قاعدة الجناح ، ٧ — النتوء البلورى الجناحى ، ٨ — النتوء البلورى الحرقفى ، ٩ — الدرز البلورى ، ١٠ — الابيسترنة ، ١١ — الابيميرة ، ١٢ — التروكانتين ، ١٣ — حرقفة الرجل ، ١٤ — تحت الحرقفة ، ١٥ البريسترنة ، ١٦ — البازيسترنة ، ١٧ — الاسترنلة ، ١٨ — اليوسترنة ، ١٩ — النقرة المؤدية إلى النتوء الاسترنى الداخلى ، ٢٠ — النقرة المؤدية إلى الشوكة الاسترنية الداخلية] .

من الدرز البلورى ويسمى النتوء البلورى الجناحى (pleural wing process) لأنه يتمفصل مع السطح السفلى للجناح الموجود على نفس الجانب ، بينما النتوء الثانى فسفلى الموضع ويسمى النتوء البلورى الحرقفى (pleural-coxal process) لأنه يتمفصل مع أول مفصم قاعدى من مفاصم الرجل الصدرية الواقعة على نفس الجانب وهو الحرقفة (coxa) . وأما فى الحلقة الصدرية التى لا تحمل أجنحة فلا يوجد بالبلورة إلا النتـــوء البلورى الحرقفى فقـط .

(٣) أصلاب الأسترنة (Sternal sclerites) :

فى كثير من حوريات الحشرات ناقصة التبدل تكون استرنة الحلقة الصدرية عبارة عن لوح بسيط غير متجزىء إلى أصلاب . ولكن فى أغلب الحشرات الأخرى فتكون استرنة الحلقة الصدرية (كما هو مبين فى شكل ٣٨ ب) منقسمة إلى صليبتين رئيسيتين وهما :

(ا) القصية الأساسية أو الحقيقية (البازيسترنة basisternum أو اليوسترنة eusternum) : وهى الصليبة الأولى (الأمامية) الأكبر حجمـا .

(ب) القصيصية أو الاسترنلة (sternellum) : وهى الثانية من الخلف والأصغر حجماً .

وعلى الحز الفاصل بين البازيسترنة والاسترنلة توجد نقرتان غامقتان غائرتان وهما المكانان اللذان ينبعج منهما جدار الاسترنة نحو الداخل مكونا نتوئين هيكليين داخليين (sternal apophyses) يصنعان جزءاً من الهيكل الداخلى لاسترنة الحلقة الصدرية .

وكثيراً ما يوجد أيضاً قبل البازيسترنة من الأمام صليبة أخرى صغيرة تسمى القصية الأمامية أو البريسترنة (presternum) . كما وقد توجد

خلف الاسترنلة صلبية أخرى صغيرة تسمى القصيصية الخلفيـــة أو اليوستسترنلة (poststernellum) وهذه كثيرا ما يطلق عليها أيضاً اسم القصية الشوكية أو الاسبيناسترنة (spinasternum) بالنسبة لكونها تحمل نقرة غامقة غائرة هى عبارة عن المكان الذى ينبعج منه جدار الاسترنة نحو الداخل مكونا شوكة هيكلية داخلية (spina) وهى تصنع جزءا آخر من الهيكل الداخلى لاسترنة الحلقة الصدرية .

وكذلك فى الحشرات المتقدمة التخصص قد يكون تركيب الاسترنة أقل تعقيدا من ذلك وقد تكون الاسترنة ملتحمة بالبلورة بحيث يصعب وقتئذ تعيين وتمييز الهوامش الفاصلة بينهما .

الأرجل الصدرية (Thoracic legs) :

فى كل حشرة لابد من وجود ثلاثة أزواج من الأرجل الصدرية بواقع زوج واحد على الجهة السفلية من كل حلقة من الحلقات الصدرية الثلاث . فالرجلين المحمولتين على الحلقة الصدرية الأولى (الأمامية) يطلق عليهما الرجلين الأماميتين (forelegs) ، والرجلين المحمولتين على الصدر المتوسط تسميان الرجلين الوسطانيتين (middle legs or midlegs) ، والرجلين المحمولتين على الصدر الخلفى تسميان الرجلين الخلفيتين (hindlegs).

وتتركب كل رجل صدرية من جملة مفاصم متصلبة متتالية وبين كل مفصمين متتاليين يوجد غشاء مفصلى مرن يسمح لهما بالتحرك بحرية فوق بعضهما .

تركيب رجل المشى أو الجرى :

تتميز الرجل الصدرية التقليدية أو البدائية (الأصلية) وهى المستخدمة فى السير أو الجرى كما هو الحال فى رجل الصرصار مثلا (شكل ٣٩ أ) بكونها متناسبة الأجزاء ومكونة على الترتيب من المفاصم التالية :

(١) الحرقفة (coxa) : وهى المفصم الأول الذى يعمل كقاعدة فعلية للرجل فى الغالبية العظمى من الحشرات والذى يتمفصل مع بلورة الحلقة الصدرية المختصة بواسطة النتوء البلورى الحرقفى (pleural-coxal process) .

هذا وفى رجل بعض الحشرات عديمة الأجنحة (إيتريجوتا) يسبق الحرقفة مفصما آخر يسمى تحت الحرقفة (subcoxa) وهى المفصم القاعدى الأصلى للرجل البدائية . بينما فى غير ذلك من الحشرات فلا يمكن تمييز تحت الحرقفة وذلك لأنها قد انضمت إلى الجدار الجانبى للحلقة الصدرية حيث صنعت هناك الأصلاب المؤلفة للبلورة كما أوضحنا من قبل . وفى بعض الأحيان يبقى من تحت الحرقفة جزءا صغيرا لم يندمج بالجدار الجانبى للحلقة الصـــدرية وهو يدعى الصليبـــة المدورية أو التروكانتين (trochantin) وفى هذه الحالة يكون التروكانتين هو الصليبة القاعدية التى تتمفصل عليها حرقفة الرجل .

(٢) المـدور (trochanter) : وهو مفصم مثلث الشكل صغير يلى الحرقفة ويتصل بها اتصالا مفصلياً . وفى النادر ما يكون ذلك المدور منقسما إلى عقلتين كما هو الحال فى رجل الرعاش .

(٣) الفخذ (femur) : وهو أضخم مفاصم الرجل ويتصل من قاعدته بالمدور اتصالا ثابتاً .

(٤) الساق (tibia) : وهو المفصم التالى للفخذ ويبلغ طوله كطوله ولكنه أرفع منه قليلا فى السمك ، وفى كثير من الحشرات تحمل الساق على نهايتها البعيدة شوكة او أكثر تعرف كل منها بالمهماز (spur) .

(٥) الرسغ (tarsus) : وهو المفصم التالى للساق والذى يتألف فى بعض الأحيان من عقلة واحدة كما هو الحال فى رجل الحشرات عديمة الأجنحة (إيتريجوتا) وفى رجل كثير من يرقات الحشرات

المجنحة ، بينما فى بقية الأحيان فيكون الرسغ متجزئا إلى أكثر من عقلة واحدة فيتراوح العدد بين اثنتين وخمسة عقل وذلك باختلاف الحشرات ، فى رجل الصرصار مثلا يتألف الرسغ من خمسة عقل متتالية أولها أطولها وخامستها أقصر قليلا من الأولى وأطول قليلا من الثلاثة الباقين المتساوين فى الطول .

وعلى أى حال فمهما كان حال الرسغ من حيث عدد عقله فدائماً لايكون فى مقدور إحدى تلك العقل أن تتحرك لوحدها مستقلة عن الباقين لأن ليس لإحداها عضلات خاصة بها بل إن جميع عقل الرسغ تتحرك معاً كوحدة واحدة وذلك بتأثير عضلات داخلية ناشئة من الجدار الداخلى للساق او الفخذ ومتصلة بقاعدة أول عقلة قاعدية من العقل الرسغية .

وفى أغلب الحشرات يوجد فيما بين كل عقلتين متتاليتين من عقل الرسغ كيس غشائى يسمى الخف أو الوسادة الشعراء الرسغية (plantula, or pad, or tarsal pulvillus) فى رجل الصرصار مثلا توجد أربعة خفوف لأن الرسغ مكون من خمسة عقل .

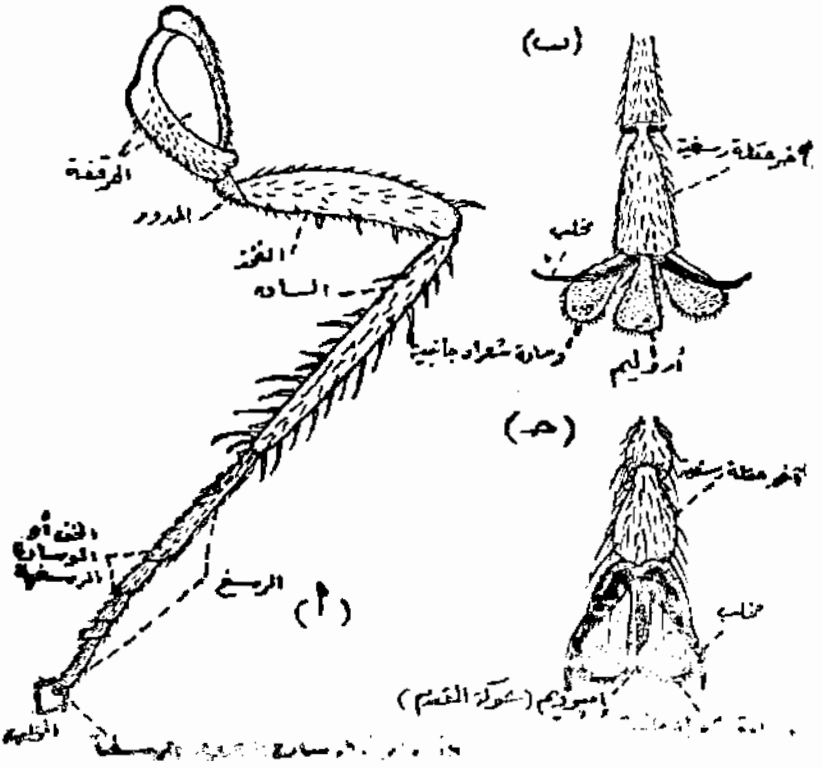
(٦) الرسغ الأقصى (pretarsus or distitarsus) : وهو الجزء الأخير المحمول فوق قمة الطرف القاصى من آخر عقلة رسغية . وفى قليل من الأحيان يتكون ذلك الرسغ الأقصى من مخلب واحد فقط مثلما هو الحال فى رجل بعض الحشرات عديمة الأجنحة التابعة لرتبتى كوللمبولا (Collembola) وبروتيورا (Protura) وفى رجل كثير من يرقات الحشرات المجنحة . ولكن فى بقية الأحيان فيكون الرسغ الأقصى متألفاً من أكثر من مجرد مخلب . فى أغلب الحشرات كما هو الحال فى رجل الصرصار مثلا يتألف الرسغ الأقصى من مخلبين جانبيين (ungues or claws) يحصران بينهما كيساً غشائياً يسمى الوسادة الشعراء الوسطية أو الأروليم(arolium) .

وأما فى بعض من حشرات رتبة ذات الجناحين (ديبترا Diptera) فيكون الرسغ الأقصى مكوناً من مخلبين جانبيين يحصران بينهما أروليم ثم تحت كل مخلب من المخلبين يوجد كيس غشائى آخر يسمى الوسادة الشعراء الجانبية (pulvillus) كما هو الحال فى رجل ذكور ذبابة راجيونوتاتا (Rhagio notata) حيث يوجد إذن (كما هو مبين فى شكل ٣٩ ب) مخلبان وأروليم ووساداتان شعراوتان جانبيتان . بينما فى بعض آخر من حشرات تلك الرتبة (ديبترا) فيوجد بالرسغ الأقصى مخلبان جانبان وتحت كل منهما وسادة شعراء جانبية ثم بدلا من الأروليم الغشائى يوجد بين المخلبين شوكة وسطية غليظة طويلة جامدة وتسمى شوكة القدم أو الإمبوديم (empodium) كما هو الحال فى رجل ذكور ذبابة أسيلس كرابرونيفورمس (Asilus crabroniformis) حيث يوجد إذن (كما هو مبين فى شكل ٣٩ جـ) مخلبان وإمبوديم ووسادتان شعراوتان جانبيتان

ميكانيكية أو نظام المشى (mechanism of walking) :

طالما كانت الحشرة ماشية فوق سطح خشن كالأرض فانها تستعمل مخالب أرجلها فى التشبث إليه فتمد أرجلها أولا للأمام ثم تثبت مخالب هذه الأرجل فى ذلك الوضع الأمامى ثم تجر جسمها إليه وراء الأرجل فتتقدم بذلك خطوة للأمام ثم تكرر تلك العملية من جديد باستمرار فتأخذ فى المشى أو الجرى .

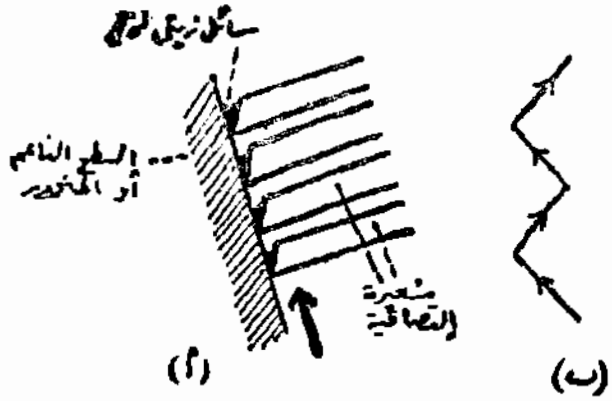
ولكن إذا كان السطح الذى تنوى أن تمشى الحشرة عليه زائد النعومة كالزجاج أو شديد الانحدار كحائط غرفة فالحشرة لا يمكنها وقتئذ استخدام المخالب فى التشبث إليه بل تستعين بما يوجد على الخفوف والأروليم والوسادات الشعراء من أعضاء التصاق (adhesive organs) وهى عبارة عن مجاميع هائلة العدد من شعيرات غدية (glandular hairs) أنبوبية الشكل ومتكاثفة ومتناهية الدقة والنعومة وتحت نهاياتها القاصية المقطوشة



شكل (٣٩) : (أ) شكل يوضح أجزاء رجل المشى أو الجرى فى الصرصار الأمريكى (Periplaneta americana) . (ب) شكل مكبر يوضح أجزاء الرسغ الأقصى فى رجل الذكر من ذبابة Rhagio notata . (حـ) شكل مكبر يوضح أجزاء الرسغ الأقصى فى رجل الذكر من ذبابة Asilus crabroniformis .

بميل يوجد دائماً سائل زيتى لزج مفرز من غدد الشعيرات . ومن المرجح أن الكيفية التى تلتصق بها هذه الشعيرات إلى السطح الناعم أوالشديد الانحدار هى أن دقتها المتناهية وشدة نعومتها يسمحان لقممها القاصية المقطوشة بميل بأن توضع فى ملامسة السطح بالضبط لدرجة أن مجرد قوة التوتر السطحى لجزيئات الكمية القليلة من السائل الزيتى المفرز تحتها تكون كافية آنئذ لإتمام التصاقها بالسطح كما هو موضح تخطيطياً فى شكل (٤٠ أ) الذى يتجلى منه

أيضاً أن الحركة الانزلاقية ممكنة بسهولة فى اتجاه السهم نحو الأمام وأما الحركة فى الاتجاه المضاد (إلى الخلف) فمتعذرة جدا بسبب القوى التوترية السطحية المترتبة على وجود غشاوات الإفراز الزيتى تحت القمم المقطوشة للشعيرات الالتصاقية .



شكل (٤٠) : (ا) رسم تخطيطى يوضح كيفية التصاق قمم الشعيرات الالتصاقية على سطح ناعم أو منحدر ، ومنه يتضح أن الحركة الانزلاقية تتم بسهولة فى اتجاه السهم بينما الحركة فى الاتجاه المضاد فمتعذرة بتأثير القوى التوترية السطحية المترتبة على وجود غشاوة من افراز زيتى تحت القمة المقطوشة بميل لكل شعيرة التصاقية . (ب) رسم تخطيطى يوضح شكل الخط المتعرج الذى ترسمه أرجل الحشرة أثناء مشيها أو جريها على الأرض .

وإذا ما روقبت حشرة بدقة أثناء مشيها على الأرض لتبين بوضوح أنها تحرك أرجلها الستة بترتيب ونظام ثابت وذلك فى مجموعتين متناوبتين مع بعضهما . فى البداية يلاحظ أنها قد رفعت عن الأرض ثلاثة من أرجلها فجعلتها ممدودة للأمام وهى الرجل الأمامية لأحد الجانبين والرجل الخلفية لنفس الجانب والرجل الوسطية للجانب الآخر مع ترك الأرجل الثلاث

الباقية مرتكزة على الأرض فى شكل حامل ثلاثى يستند عليه الجسم . ثم يعقب ذلك أن الرجل الأمامية المرتكزة على الأرض تمد مخلبها وتثبتهما فى الأرض ثم تقبض عضلاتها فتعمل بذلك كجرار يجر الجسم معه قليلا للأمام، وفى نفس تلك اللحظة تأخذ الرجل الخلفية المرتكزة على الأرض فى دفع الجسم أمامها نحو الأمام مع إمالته قليلا نحو الجانب الخارجى فى مستو أفقى . وفى نفس الآونة أيضاً تقوم الرجل الوسطية المرتكزة على الأرض بسند الجسم من ناحيتها مع رفعه إلى أعلى قليلا . فعلى أثر هذه الحركات المذكورة تتقدم الحشرة خطوة نحو الأمام مع انتقال مركز ثقلها من وسط مثلث الحامل الثلاثى تدريجياً نحو قمته بميل قليل نحو الخارج حتى يكاد يتجاوز قمة المثلث وعندئذ تبادر الحشرة إلى إنزال أرجلها الثلاثة الممدودة أماماً فتضعها على الأرض مع رفع أرجلها الثلاثة التى كانت مرتكزة على الأرض فتمدها للأمام . ثم تكرر الحشرة نفس العملية السابقة من جديد وتستمر فى تكرارها بكل سرعة فتكون النتيجة أنها تتقدم للأمام فوق الأرض ولكن ليس فى خط مستقيم بل فى خط متعرج مائل من اليمين إلى اليسار ثم من اليسار إلى اليمين وهكذا (كما هو موضح فى شكل ٤٠ ب). وفعلا يمكن مشاهدة ذلك المسار المتعرج (zigzag) عملياً بكل وضوح إذا أجبرت الحشرة على المشى فوق ورقة بيضاء سطحها معامل بطبقة من مادة سوداء كهباب المصابيح مثلا .

تحورات الأرجل (Modifications of insect legs) :

من المؤكد أن الوظيفة التقليدية الأصلية لأرجل الحشرات عموما كونها أداة للسير أو الجرى كما هو الحال مثلا فى أرجل الصراصير والخنافس وحيث تكون أجزاء الرجل متناسبة جميعاً مع بعضها وليس بها تحور كما سبق وصفه .

ولكن فى بعض حشرات معينة يشاهد أن بعضاً من الأرجل الصدرية قد تحورت بأشكال متنوعة لكى تقوم بوظائف مخصوصة تتطلبها وتقتضيها طريقة المعيشة أو إحدى طبائع الحياة . فمن التحورات الحادثة بأرجل بعض الحشرات ما يأتى :

(١) أرجل القفز أو الوثب (leaping legs): كما هو الحال فى الرجلين الخلفيتين للجرادة وصرصار الغيط (شكل ٤١ أ) حيث قد أصبح فخذ كل منهما أطول وأضخم بكثير عن المعتاد لكى يسع ما يحتويه من العضلات القوية التى تمكن الحشرة من القيام باحدى عاداتها الهامة وهى التحرك بالقفز قفزات واسعة فعند القفز تأخذ الرجل شكل حرف z ثم تنفرد فجأة فتحدث عملية القفـــز .

(٢) أرجل الصيد أو القنص (raptorial or grasping legs) : كما هو الحال فى الرجلين الأماميتين لفرسة النبى (Mantis religiosa) التى تتغذى باقتناص ثم افتراس حيوانات صغيرة حية وحيث يلاحظ (كما هو مبين فى شكل ٤١ ب) أن الحرقفة قد استطالت كما وأصبح الفخذ والساق شديدى الاستطالة ومزودين بأشواك غليظة حادة كما ويوجد فى وسط الحافة الداخلية من الفخذ تجويف (مجرى) معد لأن تستقر فيه الساق عند انطباقها فوق الفخذ لكى تقبض بينهما الحشرة على الفريسة الحية بعد اقتناصها ، وأما الرسغ فقد أصبح مختزلا وصغير الحجم نسبياً . ومن أمثلة هذا النوع من الأرجل أيضاً الرجلين الأماميتين من بقة الأرز (Belostoma niloticum) حيث يلاحظ (كما هو مبين فى شكل ٤١ جـ) أن أجزاء كل منهما قد أصبحت غليظة قوية فالفخذ متضخم عريض والساق مقوسة نوعا وتنطبق على الفخذ حيث يقبض بينهما على الضحية كما وأن الرسغ الأقصى قد أصبح مكونا من مخلب غليظ حاد يستعمل فى قنص الفريسة .

(٣) أرجل الحفر (burrowing or digging legs): كما هو الحال فى الرجلين الأماميتين للحفار أو كلب البحر (Gryllotalpa gryllotalpa) حيث فى كل منهما يلاحظ (كما هو مبين فى شكل ٤١ د) أن جميع أجزاء الرجل ما عدا الرسغ قد أصبحت غليظة قصيرة جامدة وأغلبها مسنن لكى تتمكن بواسطتها الحشرة من تأدية إحدى طبائعها الهامة وهى حفر أنفاق فى داخل التربة حيث تمضى معظم حياتها وتضع بيضها وتنجب ذريتها ، أما الرسغ فقد ضمر وصغر حجمه نسبياً وذلك لعدم الحاجة إليه وكثيرا ما يسقط من تلقاء نفسه بعد فترة من استعمال الرجل فى الحفر.

(٤) أرجل العوم (Swimming legs) : كما هو الحال فى الرجلين الخلفيتين لأنواع الخنافس التى تعيش فى الماء مثل خنفساء سايبيستر (Cybister tripunctatus) حيث يلاحظ (كما هو مبين فى شكل ٤١ هـ) أن جميع أجزاء الرجل قد أصبحت عريضة مبطلطة ومزودة بكثير من الشعرات الطويلة على جانبيها وبذلك تعمل الرجل كمجداف يضرب فى الماء إلى الخلف فيجعل الحشرة تندفع سابحة إلى الأمام كما وأن وجود الشعرات يزيد من اتساع السطح الدافع للماء .

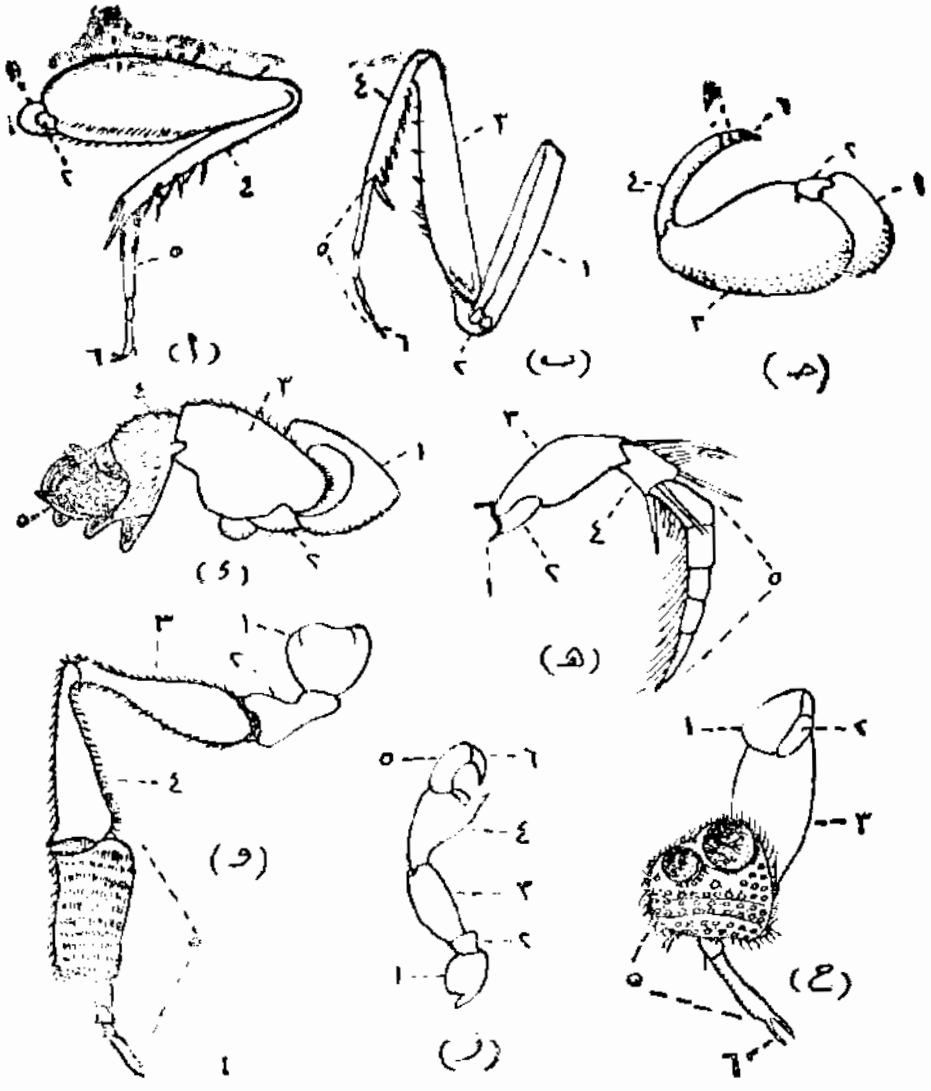
(٥) أرجل الجمع (gathering or collecting legs): كما هو الحال فى الرجلين الخلفيتين من شغالة نحلة العسل (worker honeybee) حيث يلاحظ فى كل منهما (كما هو مبين فى شكل ٤١ و) أن أول عقلة قاعدية من عقل الرسغ الخمسة قد أصبحت متضخمة ومتفلطحة ومزودة من سطحها الخارجى بعشرة صفوف منتظمة من الأشواك التى تستعمل كفرشاة لجمع حبوب اللقاح الملتصقة بجسم الحشرة على أثر زيارتها لأزهار النباتات كما ويوجد بالساق عند موضع اتصالها بأول عقلة رسغية تجويف مزود بشعرات كثيفة ويسمى سلة اللقاح (pollen basket) وهو

يعمل كجيب يختزن فيه ما جمع من حبوب اللقاح على شكل كرة مستديرة إذ أن العقلة الرسغية المتضخمة تكشط حبوب اللقاح بحيث تدفعها لتخزن فى السلة الخاصة بالرجل الخلفية الواقعة على الجانب الآخر من الحشرة .

(٦) أرجل التعلق أو التشبث (Clinging legs): كما هو الحال فى أرجل قمل الانسان (Pediculus humanus) التى تستعمل فى التعلق بشعر العائل وحيث يلاحظ (كما هو مبين فى شكل ٤١ ز) أن الرسغ يتكون من عقلة واحدة منتهية برسغ أقصى مؤلف من مخلب حاد متقوس بحيث يكاد يلاصق نتوءا صلباً ممتدا من النهاية البعيدة للساق . وبهذا الشكل يصير هناك تجويف منحصر بين تلك الأجزاء . وتشبث الرجل باحدى شعرات العائل يتم بدخول الشعرة فى ذلك التجويف وانحصارها بين الأجزاء المحيطة به .

(٧) أرجل التنظيف (cleaning legs) : ولو أن الحشرات عموماً تستعمل أرجلها فى تنظيف أعضائها إلا أن هناك حشرات معينة قد تحورت فيها بعضاً من الأرجل خصيصاً لتؤدى عملية التنظيف . فمثلا تكون كل من الرجلين الأماميتين فى أبى دقيق الخبازى (Vanessa cardui) مكسوة بشعرات كثيرة متكاثفة على بعضها . وكذلك بكل من الرجلين الأماميتين من النحل البرى التابع لجنس أندرينا (Andrena sp.) تكون العقلة الرسغية القاعدية مجهزة من قاعدتها بتجويف صغير محفوف بشعرات طويلة وعلى طرف الساق البعيد يوجد نتوء محمل بالشعرات وممتد بحيث يتعشق فى التجويف السابق ذكره . فبتمرير قرن الاستشعار أو خرطوم أجزاء الفم بينهما مع سحبه إلى الخلف يتم تنظيفه من الأتربة والشوائب العالقة به .

(٨) أرجل التزاوج (mating legs) : كما هو الحال فى الرجلين الأماميتين من ذكر خنفساء دايتيسكس (Dytiscus fasciventris) التى تعيش



شكل (٤١) : الأشكال المختلفة من محورات الأرجل فى الحشرات .
(ا) رجل القفز الخلفية فى صرصار الغيط (Gryllus domesticus). (ب) رجل القنص الأمامية فى فرسة النبى (Mantis religiosa) . (ج) رجل القنص الأمامية فى بقة الأرز (Belostoma niloticum). (د) رجل الحفر الأمامية فى الحفار أو كلب البحر (Gryllotalpa gryllotalpa). (هـ) رجل العوم الخلفية فى خنفساء سايبيستر المائية (Cybister tripunctatus). (و) رجل الجمع الخلفية فى شغالة نحلة العسل (Apis mellifera). (ز) رجل التعلق فى قملة الانسان (Pediculus humanus). (ح) رجل التزاوج الأمامية فى ذكر خنفساء دايتيسكس (Dytiscus fasciventris).
[١ — الحرقفة ، ٢ — المدور ، ٣ — الفخذ ، ٤ — الساق ، ٥ — الرسغ ، ٦ — الرسغ الأقصى ، ٧ — سلة حبوب اللقاح] .

فى الماء (شكل ٤١ ح) وحيث فى كل منهما تكون العقل الرسغية الثلاثة القاعدية متضخمة بحيث تصنع خفاً مزودا بشعرات غدية وممصات بواسطتها تلتصق رجل الذكر التصاقا شديدا بترجة الصدر الأمامى للأنثى أثناء عملية الجماع .

هذا وتستخدم الأنواع المختلفة من تحورات الأرجل كصفة تقسيمية يعول عليهما كثيرا فى التفرقة بين مختلف أنواع الحشرات . .

الأجنحة (Wings) :

لقد سبق التنويه إلى أن هناك من الحشرات أقلية لا تحمل أية أجنحة ولم يكن لها أجنحة أبدا من الأصل فسميت بالحشرات عديمة الأجنحة (إبتريجوتا Apterygota) ، وأن الغالبية العظمى من الحشرات تمتلك أجنحة فسميت بالحشرات ذوات الأجنحة (تريجوتا Pterygota) ، وأن الأغلبية الساحقة من الحشرات ذوات الأجنحة تمتلك زوجين من الأجنحة واحد على الصدر المتوسط والثانى على الصدر الخلفى ، وأن من الحشرات ذوات الأجنحة رتبة واحدة هى رتبة ذات الجناحين (ديبترا) يوجد بكل حشرة من حشراتها زوج واحد من أجنحة أمامية على الصدر المتوسط لأن جناحى الصدر الخلفى قد تحورا إلى دبوسى توازن ، وأن من الحشرات ذوات الأجنحة ثلاثة رتب أخرى وهى القمل القارض والقمل الماص والبراغيث قد فقدت أجنحتها من قديم الزمان نتيجة لمعيشتها باستمرار فوق عوائلهـا .

وهكذا فالحشرات تختلف عن بعضها سواء من حيث وجود أو عدم وجود الأجنحة أو من حيث عدد الأجنحة . وعلاوة على ذلك فالحشرات تختلف عن بعضها أيضاً من حيث أشكال وصفات ما يوجد عليها من أجنحة ، ولذلك اتخذت الأجنحة كصفة من الصفات الأساسية التى يعتمد

عليها فى تقسيم الحشرات وتصنيفها . فعلى حسب وجود الأجنحة أو عدم وجودها قسمت طائفة الحشرات إلى طويئفتين وهما طويئفة الحشرات عديمة الأجنحة (إيتريجوتا) وطويئفة الحشرات ذوات الأجنحة (تريجوتا). وكذلك على حسب عدد وشكل وصفات ما يوجد من أجنحة قسمت طويئفة الحشرات ذوات الأجنحة إلى رتب (orders) مختلفة . فمثلا الحشرات التى لها زوجين من أجنحة والزوج الأمامى منهما جلدى سميك وضعت فى رتبة جلدية الأجنحة (ديرمابترا Dermaptera) ، والحشرات التى لها زوجين من أجنحة والزوج الأمامى منهما غمدى صلب وضعت فى رتبة غمدية الأجنحة (كوليوبترا Coleoptera) ، والحشرات التى لها زوجين من أجنحة وكل من جناحى الزوج الأمامى مكون من جزء قاعدى سميك وجزء طرفى غشائى وضعت فى رتبة نصفية الأجنحة (هيميبترا Hemiptera) ، والحشرات التى لها زوجين من أجنحة مغطاه بحراشيف (scales) كالفراشات وأبى دقيق وضعت فى رتبة حرشفية الأجنحة (ليبيدوبترا Lepidoptera) ، والحشرات التى لها زوجين من أجنحة غشائية والزوج الخلفى منهما أصغر حجماً من الزوج الأمامى وضعت فى رتبة غشائية الأجنحة (هايمينوبترا Hymenoptera) ، والحشرات التى ليس لها إلا زوجا واحدا أماميا من أجنحة غشائية وضعت فى رتبة ذات الجناحين (ديبترا Diptera) ، وحشرات البراغيث التى تلاشت منها الأجنحة ولم يعد لها أثر فـــوق الجسم وضعت فى رتبة خافية الأجنحة (أفانيبترا Aphaniptera) ؛ وهكذا .

هذا ولمعظم الحشرات القدرة على ثنى أجنحتها فوق البطن عند الاستراحة ما عدا الرعاشات الكبيرة والصغيرة (من رتبة أودوناتا Odonata) وذباب مايو (من رتبة إفيميروبترا Ephemeroptera) فهى لا تقوى على

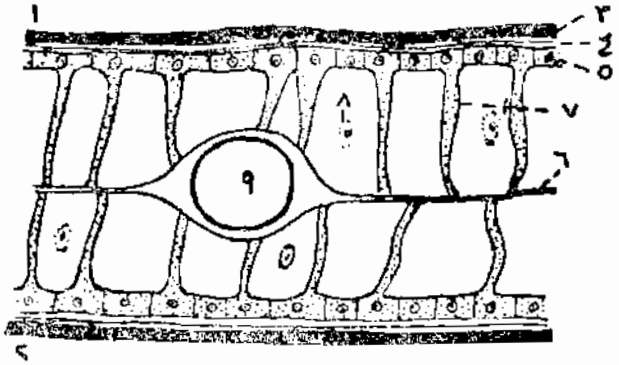
ذلك بل تحفظ أجنحتها فى حالة الاستراحة إما مبسوطة على جانبى الجسم أو منطبقة بعضها على بعض عموديا على الجسم . كما وأن لبعض الحشرات مثل ذكور صراصير الغيط والجراد القدرة على إصدار أصوات مخصوصة بواسطة أجنحتها وذلك من نتيجة احتكاك الجناحين الأماميين أحدهما بالآخر أو نتيجة احتكاك الجناحين الأماميين بالرجلين الخلفيتين . كما وتحرك بعض الحشرات كالنحل أجنحتها بسرعة فائقة بحيث يصدر عنها أزيزا يشبه الطنـــين .

تركيب الجناح واتصالاته ومفصلاته القاعدية :

(Structure, attachment and articular sclerites of the wing)

جناح الحشرة ما هو إلا نتوء ممتد من الجدار الجسمى الخارجى وخارج من ترجة الحلقة الصدرية المختصة من عند نقطة التقائها بالبلورة على أحد الجانبين . والجناح التام التكوين عبارة عن كيس رقيق مثلث الشكل تقريباً ومؤلف من طبقتين احداهما علوية والأخرى سفلية ، ويمكن فصل هاتين الطبقتين عن بعضهما بسهولة فى جناح حشرة كاملة خارجة توا من العذراء (شكل ٤٢) أو من الحورية ، ولكن بعد هذه الآونة مباشرة يتعذر ذلك نظرا لأن الطبقتين تلتحمان ببعضهما ثم تلتصقان معا تمام الالتصاق . وبداخل كل جناح توجد مجموعة من الأنابيب الطولية الجوفاء المتغلظة الجدر والتى تسمى عروق الجناح (wing veins) ، وقد يوجد أيضاً فيما بين تلك العروق الطولية وبعضها عروق أخرى عرضية تسمى العروق العابرة (cross - veins) . والقاعدة العامة أن يوجد ممتـدا بداخل تجويف كل عرق من العروق الطولية الرئيسية فرع من قصبة هوائية وفرع دقيق من عصب كما ويشاهد بداخله دما جارياً .

وبما أن الجناح كالكيس المثلث الشكل تقريبـاً فيكون له إذن ثلاثة حواف وثلاثة زوايا (كما هو مبين فى شكل ٤٣) وهى تستعمل كشواخص



شكل (٤٢) : قطاع عرضى فى جزء من الجناح بحشرة فى طور العذراء (pupa) .
[١ — السطح العلوى ، ٢ — السطح السفلى — ، ٣ — جليد (كيوتيكل) العذراء ، ٤ — جليد (كيوتيكل) الجناح الأمامى ، ٥ — الطبقة الخلوية الهايبوديرمية للجناح ، ٦ — الغشاء القاعدى ، ٧ — بروزات الخلايا الهايبوديرمية ، ٨ — خلية دموية ، ٩ — قصبة هوائية بداخل تجويف عرق آخذ فى التكوين] .

أثناء وصف الجناح . فالثلاثة حواف هى : (١) الحافة أ ب وتسمى الحافة الأمامية أو الضلعية (anterior or costal margin) و هى التى تكون متجهة أمامياً عند انبساط الجناح جانبياً على الحلقة الصدرية ، (٢) الحافة ب جـ وتسمى الحافة الخارجية أو القمية (Outer or apical margin) وهى التى تكون فى الوضع المذكور متجهة نحو خارج الحشرة ، (٣) الحافة جـ د وتسمى الحافة الداخلية أو الخلفية أو الشرجية (inner or anal margin) وهى التى تكون فى الوضع المذكور متجهة خلفياً نحو مؤخرة جسم الحشرة أو تكون عند انطباق الجناح فوق الجسم متجهة نحو داخل الحشرة . وأما الزوايا الثلاث فهى : (١) الزاوية القاعدية أو العضدية (humeral angle) وهى الواقعة عند تقابل قاعدة الحافة الأمامية بالحافة الداخلية ، (٢) الزاوية الخارجية أو القمية (apex, or outer or apical angle) وهى الواقعة

شكل (٤٣) : رسم يوضح حواف الجناح وزواياه . [أ ب — الحافة الأمامية أو الضلعية ، ب جـ — الحافة الخارجية أو القمية ، جـ د — الحافة الداخلية أو الشرجية].

بين الحافة الأمامية والحافة الخارجية ، (٣) الزاوية الخلفية أو الشرجية (anal angle or tornus) وهى الواقعة بين الحافة الخارجية والحافة الداخليـــة .

وإذا فحص الجناح بكل دقة بقصد التعرف على اتصالاته وتمفصلاته مع حلقته الصدرية لتبين ما يأتى (كما هو موضح فى شكل ٤٤) :

أولا : أن الجناح متصل إلى ترجة حلقته الصدرية بواسطة نتوئين مفصليين ، الأول منهما أمامى ويطلق عليه النتوء الترجى الجناحى الأمامى (anterior notal wing process) ، والثانى خلفى ويسمى النتوء الترجى الجناحى الخلفى (posterior notal wing process) .

ثانيا : أن الجناح يكون متمفصلا من سطحه السفلى (التحتانى) مع النتوء الذى أتى ذكره من قبل والذى أطلق عليه النتوء البلورى الجناحى (pleural-wing process) .

ثالثا : لما كانت هذه المفصلات الثلاثة البسيطة ليست كافية قطعا وحدها لتمكين الجناح من تأدية ما يجب عليه القيام به من حركات معقدة أثناء انطوائه فوق الجسم أو أثناء عملية الطيران . فبالإضافة إليها يوجد أيضاً الآتى :

(١) أن إبط كل جناح يكون متصلا إلى جانب ترجة حلقته الصدرية

بواسطة منطقة غشائية هامشها الخلفى كثيرا ما يكون مقوى بحيث يصنع تركيباً حبلى الشكل يطلق عليه الحبل الإبطى (axillary cord) وهو ينشأ من الزاوية الخلفية من جانب ترجة الحلقة الصدرية المختصة .

(٢) أن تلك المنطقة الغشائية المذكورة تكون محتوية على عدد من صفائح صغيرة متصلبة وواقعة دائماً فى أماكن ثابتة لا تتغير وتعرف فى جملتها باسم الأصلاب المفصلية الجناحية (pteralia or articular sclerites) وهى فى المعتاد تتألف من الآتى :

(ا) القرميدة أو التيجيولا (tegula) : وهى صلبية صغيرة حرشفية الشكل وواقعة عند أقصى قاعدة الحافة الأمامية (الضلعية) من كل جناح أمامى ونادرا ما توجد فى الأجنحة الخلفية ، وتكون على أحسن درجة من التكوين فى أجنحة حشرات رتبة غشائية الأجنحة (هايمينوبترا) ورتبة حرشفية الأجنحة (لبيدوبترا) ورتبة ذات الجناحين (ديبترا) وخصوصا فى الرتبة الثانية .

(ب) الصفيحة الكتفية أو العضدية (humeral plate) : وهى تقع عند قاعدة أول عرق من عروق الجناح الطولية من ناحية الحافة الأمامية وهو العرق المسمى بالضلعى (Costa) .

(جـ) الصفيحتان الوسطانيتان (median plates) : وهما موجودتان إلى جانب بعضهما عند قواعد العرق الرابع (المسمى بالعرق الوسطى Media) والعرق الخامس (المسمى بالعرق الزندى Cubitus) وأول عرق من عروق المنطقة الخلفية (الشرجية) من الجناح (وهو المسمى بالعرق الشرجى الأول First anal) .

(د) الأصلاب الإبطية (axillaries or axillary sclerites) : وهى مجموعة من أصلاب غامقة متجاورة غير منتظمة الأشكال وتوجد فى جميع الحشرات المجنحة ولكنها متحورة بشدة فى رتبتى إفيميروبترا (ذباب مايو) وأودوناتا (الرعاشات) نظرا لأن حشراتهما لا تثنى الأجنحة فوق الجسم عند الاستراحة . والقاعدة أن يوجد من هذه الأصلاب الإبطية ثلاثة ، ولكن توجد صلبية إبطية رابعة فى حشرات رتبتى مستقيمة الأجنحة (أورثوبترا) وغشائية الأجنحة (هايمينوبترا) ، وفيما يلى بيان هذه الأصلاب الأربعة ومواضعها . :

١ — الصلبية الإبطية الأولى (first axillary) : وهى تتمفصل مع لتوء الترجى الجناحى الأمامى من جهة ومع قاعدة ثانى عرق طولى من عروق الجناح (وهو المسمى بالعرق تحت الضلعى Subcosta) من الجهة الأخرى .

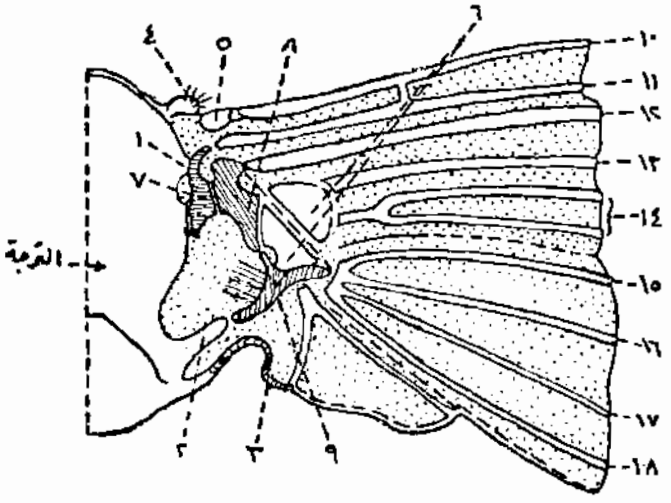
٢ — الصلبية الإبطية الثانية (second axillary) : وهى تتمفصل من ناحية مع الصلبية الإبطية الأولى ومن الناحية الأخرى مع قاعدة ثالث عرق طولى من عروق الجناح (وهو المسمى بالعرق الكعبرى Radius) .

٣ — الصلبية الإبطية الثالثة (third axillary) : وهى تتمفصل فى المعتاد مع التوء الترجى الجناحى الخلفى من جهة ومن الجهة الأخرى مع قواعد مجموعة عروق المنطقة الخلفية (الشرجية) من الجناح وهى المعروفة بالعروق الشرجية (Anals) .

٤ — الصلبية الإبطية الرابعة (fourth axillary) : وفى حالة وجودها تكون متمفصلة من جهتها الدانية مع التوء الترجى الجناحى الخلفى ومن جهتها القاصية مع الصلبية الإبطية الثالثة .

رابعا : بالاضافة إلى هذه الأصلاب المذكورة آنفاً توجد فى كثير من

الحشرات أصلاب أخرى صغيرة تسمى الأصلاب فوق البلورية (epipleural sclerites) وهى تقع أسفل قاعدة الجناح فى المساحة الغشائية المحصورة بين القاعدة وبين بلورة الحلقة الصدرية . فهذه الأصلاب تعتبر كأجزاء من البلورة ولكنها ذات صلة وثيقة بالأجنحة لأن إليها تتصل عضلات داخلية معينة من العضلات المحركة للأجنحة . وتكون هذه الأصلاب مفصولة بواسطة النتوء البلورى الجناحى إلى سلسلتين ، السلسلة الأولى أمامية وتتكون من صليبتين على الأكثر يطلق عليهما



شكل (٤٤) : رسم يوضح قاعدة الجناح وتمفصلاتها مع ترجة الحلقة الصدرية المختصة . [١ — النتوء الترجى الجناحى الأمامى ، ١ — النتوء الترجى الجناحى الخلفى ، ٣ — الحبل الابطى ، ٤ — القرميدة (تيجيولا) ، ٥ — الصفيحة الكتفية (العضدية) ، ٦ — الصفيحتان الوسطانيتان ، ٧ — الصليبة الابطية الأولى ، ٨ — الصليبة الابطية الثانية ، ٩ الصليبة الابطية الثالثة ، ١٠ — العرق الضلعى ، ١١ — العرق تحت الضلعى ، ١٢ — العرق الكعبرى ، ١٣ — العرق الوسطى ، ١٤ — العرق الزندى ، ١٥ — العرق الشرجى الأول ، ١٦ — العرق الشرجى الثانى ، ١٧ — العرق الشرجى الثالث ، ١٨ — العرق الشرجى الرابع].

الصليبتين القاعديتين الجناحيتين (basalars clerites) وهما واقعتان مباشرة فوق الصفيحة الأمامية (الإبيسترنة) من صفيحتى البلورة، والسلسلة الثانية خلفية وتتكون دائماً تقريباً من صليبة واحدة تسمى الصليبة تحت الجناحية (subalar sclerite) وهى تقع خلف التـــوء البلورى الجناحى وفوق الصفيحة البلورية الخلفية (الإبيميرة) .

آلة شبك الأجنحـة (The Wing-coupling Apparatus) :

فى قليل من الحشرات ذوات الزوجين من الأجنحة مثل حشرات رتبة شبكية الأجنحة (نيوروبترا) ورتبة النمل الأبيض (أيسوبترا أى متساوية الأجنحة) ورتبة الرعاشات (أودوناتا) يتحرك الزوج الأمامى من الأجنحة مستقلا عن الزوج الخلفى . ولكن فى بقية الحشرات ذوات الزوجين من الأجنحة فجناحى كل جانب من الجانبين يتحركان معاً كوحدة واحدة أثناء الطيران وذلك بفضل اشتباكهما ببعضهما بواسطة جهاز خاص يدعى آلة شبك الأجنحة وهو يختلف فى التركيب باختلاف الحشرات فيوجد منه الطرز الآتية :

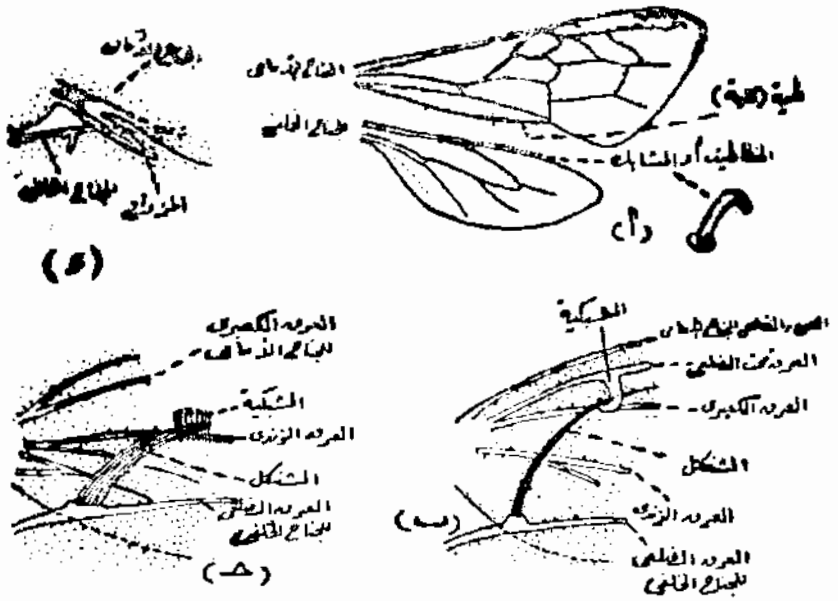
(١) الطرز ذو الخطاطيف أو الصنانير (hamulate type) : كما هو الحال فى حشرات رتبة غشائية الأجنحة (هاميتوبترا) كالنحل والدبابير حيث تتكون آلة شبك الأجنحة (شكل ٤٥ أ) من مشابك (hamuli) هى عبارة عن صف من خطاطيف معقوفة الأطراف شبيهة بالصنانير وخارجة من الجزء الوسطى من الحافة الأمامية للجناح الخلفى وهى تشبك فى ثنية أو طية (fold) مخصوصة مواجهة لها وموجودة بغشاء الجناح الأمامى عند حافته الخلفية . ومتى تم اشتباك الجناحين بهذا الشكل أصبح من الصعب فصلهما عن بعضهما بدون أن يتمزقا .

(٢) الطراز ذو الشنكل أو اللجام (frentate type) : كما هو الحال فى كثير من حشرات رتبة حرشفية الأجنحة (لبيدوبترا) مثل فراشات فصيلة سفينجيدى (Sphingidae) حيث تتكون آلة شبك الأجنحة (شكل ٤٥ ب ، ج) من شوكة واحدة أو مجموعة من عدة أشواك غليظة تعرف معا بالشنكل أو الفرينيولم (frenulum) وهى خارجة من قرب قاعدة الحافة الأمامية للجناح الخلفى من سطحه العلوى ثم فى مواجهة الشنكل من على قاعدة الحافة الخلفية للجناح الأمامى من سطحه السفلى يوجد عضو يسمى المشبكية أو الرتيناكيولم (retinaculum) وهو عبارة عن نتوء خطافى الشكل أو خصلة من شعرات متكاثفة معقوفة الأطراف ، فبدخول الشنكل وتعشقه فى اثناء المشبكية يتم اشتباك الجناحين جيدا ببعضهما ، كما ويزداد ذلك الاشتباك عنفاً بكون الحافة الخلفية للجناح الأمامى دائماً راكبة قليلا فوق الحافة الأمامية للجناح الخلفى .

(٣) الطراز ذو المزواج (jugate type): وهو يوجد فى بعض فراشات فصيلة هيباليدى (Hepialidae) من رتبة حرشفية الأجنحة(لبيدوبترا) حيث (كما فى شكل ٤٥ د) غشاء الجناح الأمامى من عند زاويته القاعدية يمتد فى صورة بروز أصبعى الشكل يسمى المزواج (jugum) ، فبامتداد هذا المزواج أسفل قاعدة الجناح الخلفى يحدث الاشتباك كما وأن تراكب الحافة الخلفية للجناح الأمامى فوق الحافة الأمامية للجناح الخلفى يزيد ذلك الاشتباك متانة .

تعريق الأجنحة (Wing-venation) :

يطلق على جميع العروق الممتدة فى جناح أى حشرة تعريق ذلك الجناح (venation or neuration) . فالحشرات المختلفة تختلف عن بعضها لا من حيث أشكال وأوصاف أجنحتها فحسب بل أيضاً من حيث نظم التعريق



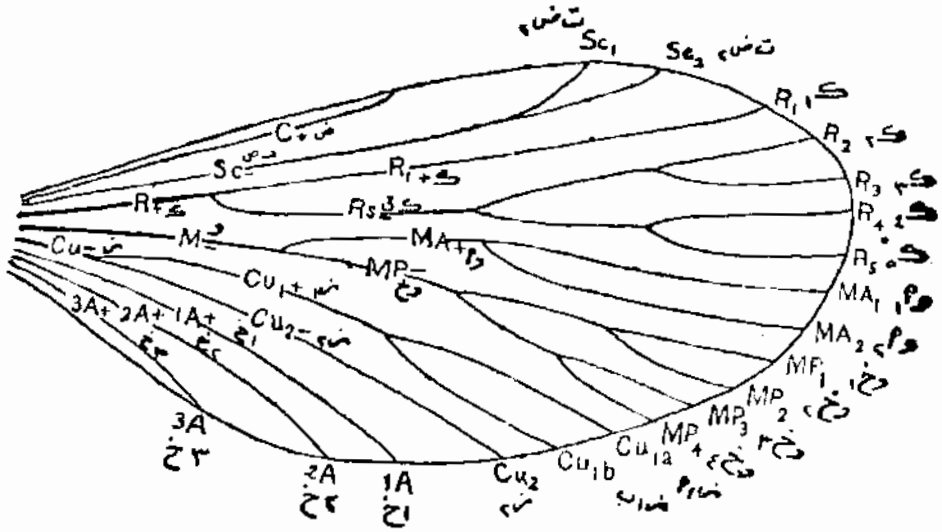
شكل (٤٥) : أشكال آلة شبك الأجنحة فى الحشرات : (ا) الطراز ذو الخطاطيف أو الصنانير فى نحلة العسل (Apis mellifera) ، (ب) الطراز ذو الشنكل أو اللجام فى ذكور فراشات فصيلة سفينجيدى (Sphingidae) ، (جـ) الطراز ذو الشنكل فى إناث فراشات فصيلة سفينجيدى ، (د) الطراز ذو المزواج فى فراشة من فصيلة هيباليدى (Hepialidae).

فى أجنحتها . إذ الواقع أن أجنحة الحشرات المختلفة تفترق عن بعضها البعض من ناحية عدد واتجاهات ما يوجد فيها من عروق وكذلك من ناحية ما تتفرع إليه تلك العروق وما تصنعه مع بعضها من زوايا ، ولكن فى النوع الحشرى الواحد يكون تعريق الأجنحة دائما بنفس النظام المعين . ولذلك اتخذ تعريق الأجنحة أيضاً كصفة من الصفات التقسيمية الهامة التى يعول عليها كثيرا فى تصنيف الحشرات إلى فصائل أو أجناس أو غير ذلك .

ومع أن المشاهد فى الحشرات الحية حالياً أن أجنحتها تحتوى على نظم

شديدة التباين من التعاريق كما وأن بعضها متخصص للغاية ، فإن العلماء قد تمكنوا بعد دراسات عميقة وأبحاث مستفيضة من استخلاص رسم تخيلي للنظام العام الأصلي المفروض أن كان عليه تعريق الجناح فى الحشرات العتيقة الأصلية والذى يظن أن قد اشتقت منه جميع نظم التعريق الموجودة فى حشرات الوقت الحاضر ، ولذا أطلقوا عليه النظام التخيلي أو الافتراضي أو البدائي لتعريق الجناح (hypothetical or primitive type of wing-venation) .

فى هذا الرسم أعطى لكل عرق إسما معيناً وعلامة اختصارية مخصوصة وبجانب هذه العلامة وضعت إما علامة زائد (+) لتدل على كونه محدباً أو علامة ناقص (—) لتدل على كونه مقعرا وذلك فى حسب كون هذا العرق واقعاً على الترتيب فوق رابية (ارتفاع) او بداخل أخدود (انخفاض) إذا ما نظر إليه من السطح العلوى للجناح ، وكذلك أعطيت الفروع العروق الطوليـــة أرقاما عددية تكتب بأسفـل نفس رموزها . فابتداء من الحافة الأمامية للجناح نحو الخلف يوجد بذلك النظام التخيلي العروق الطولية الآتية :



شكل (٤٦) : النظام الافتراضى أو البدائى لتعريق الأجنحة فى الحشرات القديمة (+ عروق محدبة ، — عروق مقعرة) .

(١) العرق الضلعى (Costa) : وهو أول عرق ويوجد ملاصقاً للحافة الأمامية للجناح وغالباً ما يصنع تلك الحافة فعلا ، وعلامته ض(C)، وهو محدب (+) ، ويمتد لغاية الحافة الخارجية للجناح بدون أن يتفرع.

(٢) العرق تحت الضلعى (Subcosta) : وهو ثانى عرق ويقع تحت العرق الضلعى ، وعلامته ت ض (Sc) ، وهو مقعر (—) ، ويتفرع بالقرب من حافة الجناح الخارجية إلى فرعين وهما ت ض١ (Sc_1) ، ت ض٢ (Sc_2) .

(٣) العرق الكعبرى (Radius) : وهو ثالث عرق ويقع أسفل العرق تحت الضلعى ، وعلامته ك (R) ، وهو محدب (+-) ، ويتفرع أولا إلى فرعين وهما :

(ا) الكعبرى الأمامى (anterior radius) : وهو الفرع الأول الأمامى وعلامته ك١ (R_1) ، وهو شديد التحدب (+) ، ويستمر حتى الحافة الخارجية للجناح بدون أن يتفرع ثانية .

(ب) القاطع أو الجذع الكعبرى (radial sector): وهو الفرع الثانى الخلفى ، وعلامته ك ق (R_S) ، وهو مقعر (—) ، ويتفرع إلى فرعين مرتين متتاليتين وبذلك تكون له على حافة الجناح الخارجية أربعة فروع وهى على الترتيب ك٢ (R_2) ، ك٣ (R_3) ك٤ (R_4) ، ك ٥ (R_5) .

(٤) العرق الوسطى (Media) : وهو رابع عرق ويقع بعد العرق الكعبرى ، وعلامته و (M) ، وهو مقعر (—) ، ويتفرع أولا إلى فرعين وهما :

(ا) الوسطى الأمامى (anterior media) : وهو أول الفرعين

من الأمام ، وعلامته و أ (MA) ، وهو محدب (+) ، ويتفرع بدوره إلى فرعين واصلين لغاية الحافة الخارجية للجناح وهما و أ ١ (MA_1) ، و أ ٢ (MA_2) .

(ب) الوسطى الخلفى (Posterior media) : وهو الفرع الثانى الخلفى ، وعلامته وخ (MP) ، وهو مقعر (—) ، ويتفرع بدوره إلى فرعين مرتين متتاليتين فيكون له على حافة الجناح الخارجية أربعة فروع وهى على الترتيب وخ ١ (MP_1) ، وخ ٢ (MP_2) ، و خ ٣ (MP_3) ، و خ ٤ (MP_4).

(٥) العرق الزندى (Cubitus) : وهو خامس عرق ويقع تحت العرق الوسطى ، وعلامته ز (Cu) ، وهو مقعر (—) ، ويتفرع أولا إلى فرعين وهما :

(ا) الزندى الأمامى أو الأول (anterior or first cubitus) : وهو أول الفرعين من الأمام ، وعلامته ز ١ (Cu_1) ، وهو شديد التحدب (+) ، ويتفرع بدوره إلى فرعين واصلين لغاية حافة الجناح الخارجية وهما ز ١ أ (Cu_{1a}) ، ز ١ ب (Cu_{1b}) .

(ب) الزندى الخلفى أو الثانى (posterior or second cubitus) : وهو الفرع الثانى الخلفى ، وعلامته ز ٢ (Cu_2) ، وهو مقعر (—) ، ويمتد حتى الحافة الخارجية للجناح بدون أن يتفرع ثانية .

(٦) مجموعة العروق الخلفية أو الشرجية (Anals) : وهى مجموعة من عروق متشابهة ومتتالية خلف بعضها وكل منها مستقل بذاته ويختلف عددها من واحد إلى اثنى عشر تبعاً لمساحة المنطقة الخلفية من الجناح ولكن غالباً ما يوجد منها ثلاثة ، وأطلق على كل منها اسم العرق الشرجى أو الخلفى (Anal) وهو محدب (+) وغير متفرع وعلامته خ (A) ، وللتفرقة بينها سميت على الترتيب ١ خ ($_1A$) ، ٢ خ ($_2A$) ، ٣ خ ($_3A$).

والواقع أن هذا النظام التخيلى للتعريق لايرى له بحذافيره مثيل فى أجنحة أى حشرة من الحشرات الحية فى الوقت الحاضر حيث توجد انحرافات كثيرة عن ذلك النظام نتيجة لحدوث تخصص إما بالزيادة أو بالنقصان فقد تكون بعض من تلك العروق المذكورة متغيبة أو أن عروقاً أخرى قد استحدثت بينها . ففى حالة النقصان يكون ذلك ناجماً إما عن ضمور وتلاشى واحد أو أكثر من العروق الرئيسية أو فرع أو أكثر من فروعها أو عن انضمام عرقين متتاليين رئيسيين إلى بعضهما والتئامهما معاً وفى هذه الحالة يعطى العرق المندمج إسما يجمع بين أسماء العروق المكونة له فمثلا إذا كان الفرعان الأولانيان من الجذع الكعبرى مندمجين ببعضهما فيسمى العرق المشترك آنئذ ك٢+٣ . بينما فى حالة الزيادة فيكون ذلك ناجماً إما عن استضافة فروع جديدة إلى فروع أحد العروق الطولية الرئيسية أو عن تكوين عروق ثانوية إضافية فيما بين العروق الطولية الرئيسية الأصلية .

وعلى أى حال فهذا النظام التخيلى لتعريق الجناح يعاون كثيرا فى تسمية العروق الموجودة بالنظم المتخصصة من تعاريق أجنحة الحشرات الحالية وخصوصاً إذا ما استعين فى ذلك بالشواهد الهامة التالية :

١ — مراعاة ما إذا كان كل عرق محدباً أم مقعراً لأن ذلك يعطى فكرة عن شخصية ذلك العرق ، ومن الشواخص الهامة فى هذا الصدد أنه على عكس القاعدة العامة الواضحة وهى وجود عرق محدب وآخر مقعر بالتوالى فان هناك عرقين مقعرين متتاليين وهما الوسطى والزندى ولذا فهما يتخذان كأساس يتعرف بواسطته على شخصيات ما قبلهما وما بعدهما من عروق .

٢ — مراعاة فحص الأصلاب المفصلية الواقعة فى إبط الجناح المراد تسمية عروقه لأنه من الجلى أن لكل منها علاقة ثابتة بعرق مخصوص ومن ثم فيمكن اتخاذها كشواهد للتعرف على شخصية مختلف العروق فكون أحد العروق واقعاً أمام الصليبة المفصلية الفلانية إنما هو دليل كاف على أنه هو العرق الفلانى بالذات .

٣ — مراعاة فحص نظام توزيع القصبات الهوائية التى ترى ممتدة فى مبادىء الأجنحة بعذراء أو حورية الحشرة المراد تسمية تعريقها لأن تلك القصبات الهوائية تجرى فى القنوات التى سوف تتشكل منها عروق الجناح مستقبلا وبالتالى فهى تفيد كثيرا فى تحديد شخصيات عروق الجناح المكتمل التكوين .

٤ — إجراء دراسات مقارنة بفحص التعريق فى أجنحة حشرات أقل رقياً وتخصصاً لكى يتسنى الكشف عن التدرجات التى قد أدت إلى التعريق المتخصص المراد تسميته .

هذا وفى أجنحة الحشرات الحالية توجد أيضاً عروق مستعرضة ممتد كل منها بين عرقين متتاليين من العروق الطولية الرئيسية أو بين فرعين متجاورين من فروع تلك العروق الرئيسية وهى تعرف بالعروق العابرة (Cross veins) ، ففى بعض من الرتب الحشرية الموجودة حالياً مثل رتبة أودوناتا (الرعاشات) تكون العروق العابرة الموجودة بالجناح كثيرة جدا لدرجة أنها تصنع فيه شكل شبكة غير منتظمة . ولكن فى بقية الرتب الحشرية الحية حاضرا تتكون العروق العابرة قليلة وممتدة فقط بين عروق طولية رئيسية كما وأنها تنزع نحو اتخاذ أمكنة ثابتة حيث تكون لها فوائد ميكانيكية معينة . وقد اصطلح على إعطاء كل عرق عابر إسما مأخوذا من اسم العرق الطولى القدمانى أو من إسمى

العرقين الطوليين الممتد هو بينهما كما ويعبر عن كل اسم برمز كرمز العرق الطولى مكتوباً بحرف صغير ، فمثلا العرق العابر الممتد بين ك، ، ك٢ يسمى العرق العابر الكعبرى (radial cross-vein) ويعطى الرمز ك (r) والعرق العابر الممتد من ك إلى و يسمى العرق العابر الكعبرى الوسطى (radio-medial cross-vein) ويعطى الرمز ك -- و (r - m) ، وهكذا . وعلى العموم فالعروق العابرة المشاهدة فى أجنحة أغلب الحشرات هى الآتية :

١ — العرق العابر الضلعى (costal) ، ورمزه ض (c) ويمتد بين العرق الضلعى وبين العرق تحت الضلعى أو العرق الكعبرى الأمامى .

٢ — العرق العابر الكعبرى (radial) ، ورمزه ك (r) ويمتد بين أفرع العرق الكعبرى .

٣ — العرق العابر الكعبرى الوسطى (radio - medial) ، ورمزه ك— و (r — m) ويمتد بين العرق الكعبرى والعرق الوسطى .

٤ — العرق العابر الوسطى (medial) ، ورمزه و (m) ويمتد بين أفرع العرق الوسطى .

٥ — العرق العابر الوسطى الزندى (medio-cubital) ، ورمزه و— ز (m — cu) ويمتد بين العرق الوسطى والعرق الزندى .

٦ — العرق العابر الزندى (cubital) ، ورمزه ز (cu) ويمتد بين أفرع العرق الزندى .

٧ — العرق العابر الزندى الشرجى (cubito-anal) ورمزه ز — خ (cu — a) ويمتد بين العرق الزندى وأول عرق من العروق الشرجية .

٨ — العرق العابر الشرجى (anal) ، ورمزه خ (a) ويمتد بين عرقين متتاليين من العروق الشرجية .

فوجود هذه العروق العابرة فيما بين العروق الطولية يجعل مساحة الجناح تبدو منقسمة أيضاً إلى جملة حجرات يطلق عليها الخلايا الجناحية (wing-cells) . وقد اصطلح على أن تسمى كل خلية منها باسم العرق الذى يصنع حائطها أو هامشها الأمامى ، فمثلا الخلية التى تقع تحت الجذع الرئيسى من العرق الوسطى يطلق عليها « خلية و » (cell M) ، والخلية التى يعمل لها العرق ك ١ (R_1) كهامش أمامى تسمى « خلية ك ١ » (cell R1) ، وهكذا .

ميكانيكية أو نظام الطيران (Mechanism of flight) :

تتم الحركات الأساسية التى تعملها الأجنحة أثناء الطيران بواسطة طاقمين من العضلات (كما هو مبين فى شكل ٤٧) وهما :

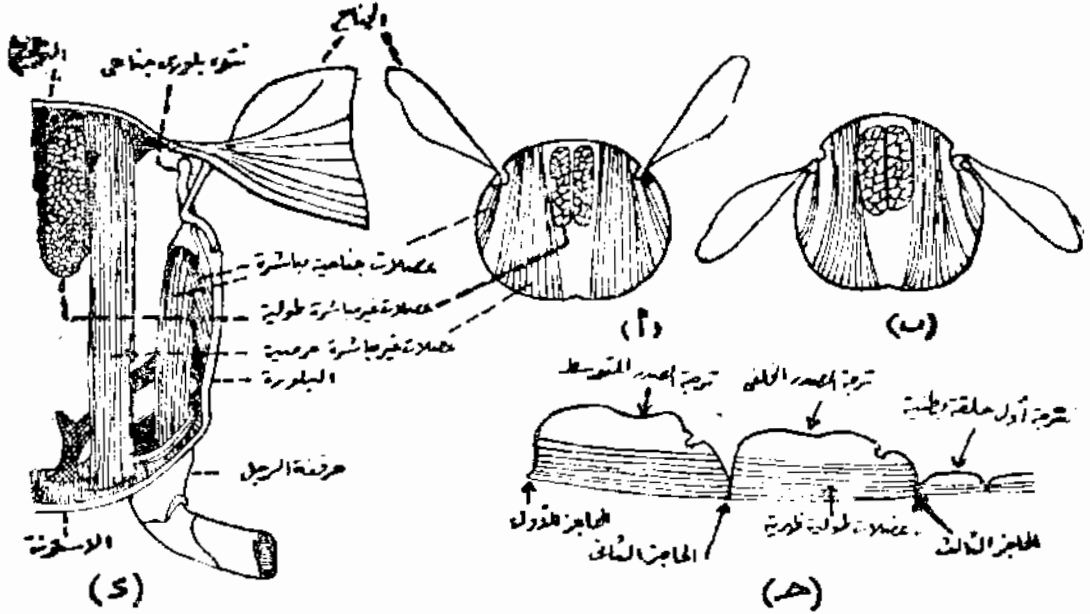
١ — العضلات الجناحية المباشرة (direct wing muscles) : وهى عبارة عن أزواج من عضلات داخلية ناشئة من استرنة وبلورة الحلقة الصدرية المحنحة ومتصلة مباشرة بقاعدتى الجناحين إما إلى الأصلاب الإبطية الواقعة هناك أو إلى الأصلاب فوق البلورية . فعندما تنقبض هذه العضلات المباشرة فهى تجبر الجناح على التحرك نحو الخلف ، ثم عندما تعود تلك العضلات إلى حالتها الأصلية بزوال الانقباض عنها فان الجناحين لا يعودان إلى وضعهما الأصلى فقط بل أيضاً يندفعان قليلا نحو الأمام بقوة الاندفاع .

٢ — العضلات الطيرانية غير المباشرة (indirect flight muscles) : وهى عبارة عن أزواج من عضلات داخلية ليس لها أى اتصال بقواعد الأجنحة ولكنها تؤثر على الطيران بصورة غير مباشرة . وهى على نوعين وهما :

(ا) عضلات غير مباشرة عرضية : وهى عبارة عن زوج من عضلات داخلية ضخمة ممتدة على جانبى الحلقة الصدرية المجنحة فيما بين ترجتها واسترنتها أى أنها عضلات ترجية استرنية(tergo-sternal muscles). فعندما تنقبض هذه العضلات العرضية فهى تجبر الترجة على الاقتراب من الاسترنة أو بمعنى آخر فهى تجعل الترجة تنخفض إلى أسفل فيكون من نتيجة ذلك ان يرتفع الجناحان إلى أعلى .

(ب) عضلات غير مباشرة طولية : وهى عبارة عن زوج من عضلات طولية ظهرية (dorsal longitudinal muscles) قوية وممتدة فى جانبى ترجة كل حلقة صدرية مجنحة ما بين النتوء الهيكلى الداخلى الواقع عند مقدمتها والبروز الهيكلى الداخلى الواقع عند مؤخرتها (كما هو موضح تماما فى شكل ٤٧ جـ) . فعندما تنقبض هذه العضلات الطولية الظهرية تجعل ترجة الحلقة الصدرية المجنحة تتقوس إلى أعلى فيكون من نتيجة ذلك أن ينخفض الجناحان إلى أسفل .

وإذن عندما تشتغل جميع هذه العضلات معا بنظام تكون النتيجة أن العضلات غير المباشرة بنوعيها تعمل على دفع الأجنحة إلى أعلى ثم إلى أسفل وأن العضلات المباشرة تعمل على تحريك الأجنحة إلى الخلف ثم إلى الأمام . ولكن الواقع أن حركات الأجنحة أثناء الطيران ليست قاصرة على ذلك فحسب بل تحدث حركات أعقد ، فى أثناء كل خبطة سفلية (downstroke) يلاحظ أن كل جناح إبان تحركه إلى أسفل يتحرك أيضاً فى نفس الوقت إلى الأمام مع انقلاب حافته الأمامية إلى الوراء وارتفاع منطقته الخلفية إلى أعلى وكذلك فى أثناء كل خبطة علوية (upstroke) يلاحظ أن كل جناح إبان تحركه إلى أعلى يتحرك أيضاً فى نفس الوقت إلى الخلف مع ارتفاع حافته الأمامية إلى أعلى وانخفاض منطقته الخلفية إلى أسفل . فمن تأثير كل هذه الحركات تكون النتيجة أنه فى كل خبطة



شكل (٤٧) : أشكال تخطيطية توضح العضلات المؤثرة على حركات الأجنحة أثناء الطيران .

(أ) الأجنحة وهي مدفوعة إلى فوق بتأثير انخفاض الترجة ، (ب) الأجنحة وهي مدفوعة إلى أسفل بتأثير تقوس الترجة إلى أعلى ، (جـ) قطاع طولي في الجزء العلوي من الصدر المتوسط والصدر الخلفي وأول حلقة بطنية ليبين العضلات الطولية الظهرية ، (د) قطاع عرضي في حلقة صدرية مجنحة مبيناً عضلات الطيران المختلفة .

كاملة (complete stroke) يأخذ الجناح فى الدوران على نفسه دورانا جزئياً حول محوره الطويل فيكون لذلك تأثيراً كتأثير دوران محرك السيارة بمعنى أنه يجعل الحشرة تندفع إلى الأمام فى الهواء . وفى أثناء ذلك الاندفاع يحدث دائماً أن الحشرة توجه وتنسق أجنحتها بكيفية يترتب عليها أن يهب الهواء على الأجنحة بنظام ثابت وهو أن يكون ضغط الهواء على سطوحها السفلية أكبر باستمرار منه على سطوحها العلوية فتكون النتيجة أن يظل جسم الحشرة محلقاً فى الهواء على الدوام طوال مدة اندفاعه إلى الأمام . وهكذا يحدث الطيران .

هذا ويساعد فى عملية الطيران أيضاً عضلات أخرى تسمى العضلات غير المباشرة المساعدة (accessory indirect muscles) وهى عبارة عن أزواج من عضلات ممتدة فى كل حلقة صدرية مجنحة فيما بين البلورة والاسترنة وفيما بين الترجة والاسترنة ، وهى تؤثر أيضاً على حركات الأجنحة وقت الطيران بتغيير أوضاعها النسبية أو بتغيير أشكال الأجزاء المرنة وغير المرنة من جليد (كيوتيكل) الحلقة وهو أمر له دوره الهام فى إجبار الأجنحة على التحرك بتأثير ما يتولد فى الجليد آنئذ من انشدادات أو تقلصات .

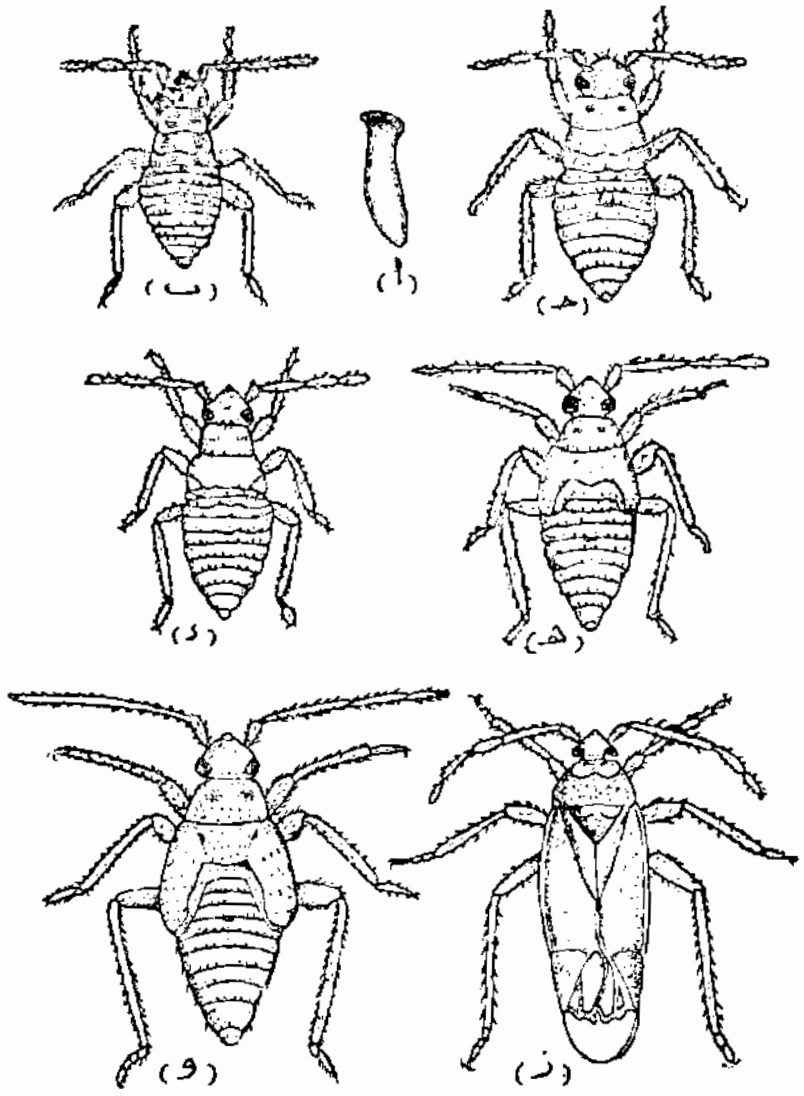
وقد قام البعض بتقدير عملى لعدد مرات تذبذب الأجنحة فى عدد من الحشرات فاتضح أنها تختلف كثيراً باختلاف الأنواع ، إذ وجد أن الذباب والنحل والناموس والهاموش من أكثر الحشرات ذبذبة لأجنحتها . فمثلا بلغ عدد الضربات فى الثانية الواحدة ١٠٠٠ فى بعض أنواع الهاموش و ٢٨٠ — ٣١٠ فى الناموسة و ١٨٠ — ٢٠٠ فى الذبابة المنزلية ، بينما الرعاش الكبير فيذبذب أجنحته ببطء بحيث لا يتجاوز عدد ضرباتها عن ٢٨ ضربة فى الثانية ، وأما أبى دقيق الكرنب فهو من أقل الحشرات ذبذبة لأجنحتها إذ لم تزد عدد الضربات فيه عن ٩ ضربات فقط فى الثانية .

وكذلك قام البعض أيضاً بتقديرات عملية لسرعة الطيران فى عدد من الحشرات فوجد أيضاً أنها تختلف باختلاف الأنواع. فمثلا اتضح أن الرعاش الكبير من أسرع الحشرات طيرانا إذ بلغت سرعته حوالى ٢٠ ميل فى الساعة أى بما يعادل نحو ٩ متر فى الثانية الواحدة ، كما وجد أن نحلة العسل تطير بسرعة ٣ متر فى الثانية بينما الذبابة المنزلية فسرعتها فى الطيران تبلغ نحو مترين فى الثانيـــة .

كيفية نمو الأجنحـة وتكوينها (Development of wings) :

بتتبع الأجنحة أثناء نموها اتضح أنها تأخذ فى التكوين ابتداء من الأطوار غير الكاملة للحشرة حيث تكون الأجنحة أولا على شكل نتوءات صدرية يطلق عليها مبادىء الأجنحة (wing rudiments) وهذه تأخذ بعدئذ فى النمو والازدياد فى الحجم تدريجياً بحيث أنه فى نهاية المطاف بتحول الطور غير الكامل إلى طور الحشرة الكاملة (البالغة) تكون تلك النتوءات قد وصلت أيضاً إلى أقصى حجم لها واتخذت شكل وحجم الأجنحة العادية . غير أن الميعاد الذى يبدأ فيه ظهور تلك المبادىء الجناحية على خارجية صدر الحشرات ذوات الأجنحـة (تريجوتا) يختلف تبعاً لنوع تبدلها (metamorphosis) إن كان ناقصاً أم تاماً .

فالحشرات التى تبدلها من النوع الناقص (incomplete) وهى التى تنتمى إلى فريق الحشرات ذوات الأجنحة خارجية النمو (إكسوتريجوتا Exopterygota) حيث تكون أطوار النمو المتتالية هى بيضة (egg) ثم حورية (nymph) ثم حشرة كاملة (adult) تصبح نتوءات الأجنحة فيها ظاهرة للعيان على جانبى الصدر من الخارج منذ الأعمار المبكرة للحورية (كما هو مبين فى شكل ٤٨) ثم يزداد حجمها تدريجياً مع كل انسلاخة من انسلاخات الحورية

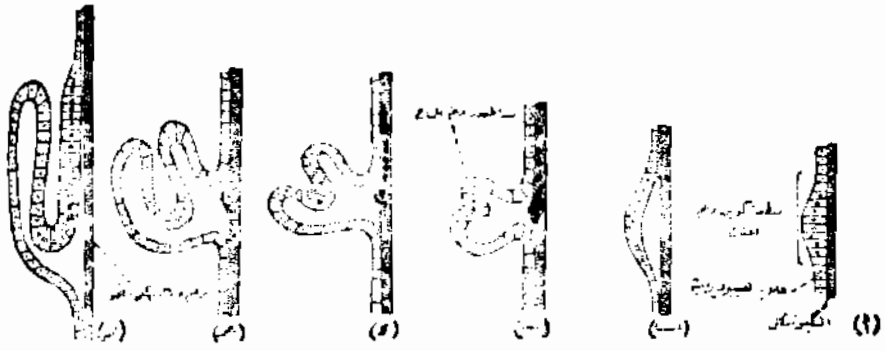


شكل (٤٨) : أطوار النمو المختلفة فى حشرة Plesiocoris rugicollis من رتبة نصفية الأجنحة (هيميبترا). (أ) البيضة. (ب) الحورية فى العمر الأول . (جـ) الحورية فى العمر الثانى . (د) الحورية فى العمر الثالث و تظهر على صدرها مبادىء الأجنحة بشكل نتوءات دقيقة الحجم . (هـ) ،(و) الحورية فى العمر الرابع ثم الخامس حيث كبرت فيهما مبادىء الأجنحة. (ز) الحشرة الكاملة المجنحة.

بحيث أنه عقب الانسلاخ الأخير الذى تتحول به الحورية إلى حشرة كاملة تكون تلك النتوءات الجناحية الخارجية قد وصلت إلى أقصى حجمها واتخذت شكل الأجنحة العادية .

وأما الحشرات التى تبدلها من النوع التـام (complete) وهى التى تنتمى إلى فريق الحشرات ذوات الأجنحة الداخلية النمو (إندوتريجوتا Endopterygota) حيث تكون أطوار النمو المتتالية هى بيضة (egg) ثم يرقة (larva) ثم عذراء (pupa) ثم حشرة كاملة (adult) فلا تصبح نتوءات الأجنحة فيها ظاهرة للعيان من أول الأمر بل إنها منذ فقس اليرقة من البيضة أو حتى منذ الجنين بداخل البيضة ثم طوال الأعمار المختلفة من طور اليرقة تظل مخبوءة تحت الجليد (الكيوتيكل) داخل جيوب داخلية مخصوصة تسمى البراعم أو الأزرار الجناحية اليافعية (imaginal wing-buds) فكل برعم أو زر جناحى ينشأ فى اليرقة الحديثة الفقس عن تغاظ (تضخم) بخلايا طبقة الهايبوديرمس (كما هو مبين فى شكل ٤٩ أ) عند منطقة معينة واقعة بجوار إحدى القصبات الهوائية الكبيرة وأسفل الموضع الذى سوف يظهر فيه الجناح مستقبلا ، ثم يزداد تضخم هذا الجزء الخلوى فيكبر فى السمك ويأخذ فى الابتعاد عن طبقة الكيوتيكل ليصنع جيباً داخلياً (كما هو مبين فى شكل ٣٩ ب) ، ثم يأخذ جانب من جدار هذا الجيب فى التمدد مندفعاً بداخل تجويف الجيب (كما هو مبين فى شكل ٤٩ جـ . د) حيث ينطوى تدريجياً ليصنع كيساً مزدوج الجدار (كما هو مبين فى شكل ٤٩ هـ) يطلق عليه البرعم الجناحى (wing-bud) . ثم فى أثناء فترة تحـــول اليرقة إلى عذراء وهى الفـترة المعروفة بفترة ما قبل العذراء (prepupal period) تحدث بداخل ذلك البرعم الجناحى تغيرات معقدة فيكتسب أنابيب جوفاء محتوية على قصبات هوائية وموزعة طبقاً لنظام

التعريق الخاص بالحشرة بالذات ثم فى النهاية يندفع هذا البرعم نحو الخارج بحيث ينبسط وهو ما يزال ممتدا بأسفل طبقة الكيوتيكل مباشرة (كما هو مبين فى شكل ٤٩ و) . ثم عندما ينتزع ذلك الكيوتيكل أثناء الانسلاخ الأخير للبرقة المؤدى إلى طور العذراء (pupa) يصبح الجناح على أثر ذلك ظاهرا لأول مرة على خارجية جسم العذراء ويظل كذلك طوال مدة طور العذراء . ثم بعد الانسلاخ الذى يؤدى بالعذراء إلى طور الحشرة الكاملة (اليافعة) يظهر الجناح على خارجية صدر الأخيرة فى شكل كيس صغير متغضن ثم يندفع الدم بداخل هذا الكيس فينبسط الأخير تدريجياً بفعل ضغط الدم بحيث أنه بعد ذلك ببضعة ساعات يكون قد انبسط إلى أقصى مدى واتخذ الحجم والشكل الكاملين للجناح النهائى .



شكل (٤٩) : أشكال تخطيطية (من أ إلى و) توضح خطوات نمو أحد الأزرار اليافعية الجناحية فى يرقة من يرقات رتبة حرشفية الأجنحة (ليبدوبترا) .

أصل الأجنحة وكيفية نشوئها تطورها (Origin and evolution of wings):

من الأمور المؤكدة بلا ريب أن الحشرات فى بداية نشأتها بالخليقة كانت خالية من الأجنحة ولم تكن تتحرك إلا بالمشى أو الجرى على الأرض. إلا أن تنازع البقاء والرغبة فى اتقاء شر الأعداء قد حملا معظم الحشرات

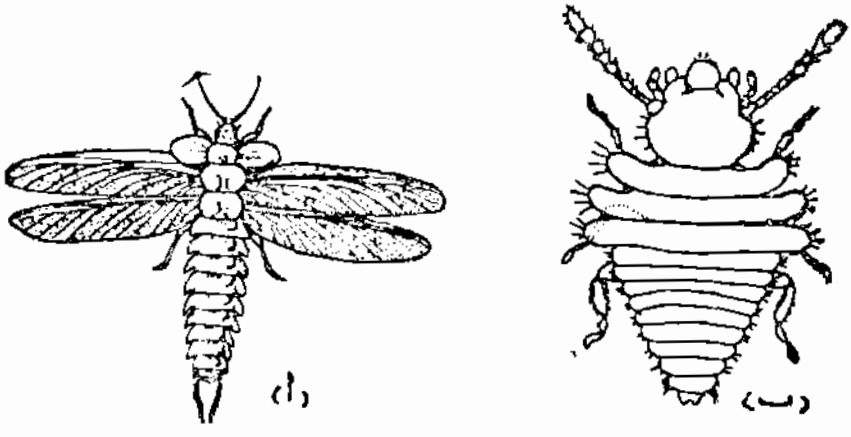
منذ قديم الأزل على أن تلجأ إلى الحركة بوسيلة جديدة وهى الطيران وذلك بواسطة ما نبت على صدرها من أجنحة ناشئة نتيجة لإزدياد فى نمو أعضاء كانت موجودة عليها فعلامن قبل ثم أعقب ذلك أن دخلت على هذه الأعضاء تحويرات وتحسينات على مر السنين بحيث تحولت فى النهاية إلى أجنحة بشكلها المعهود المرئى فى معظم الحشرات الحية فى الوقت الحاضر .

وفى صدد تفسير نشوء وتطور تلك الأجنحة قدمت نظريات من أشهرها النظريتين الآتيتين :

١ — نظرية النتوءات الترجية الجانبية (Paranotal Theory) : وهى تزعم بأن الأجنحة قد تشكلت فى أول الأمر عن امتدادات على شكل فصوص خارجة من جانبى ترجات الحلقات الصدرية وتدعى النتوءات الترجية الجانبية (paranota) ، وبأن الفصين المرئيين على جانبى ترجة الصدر الأمامى فى بعض من أقدم حفريات الحشرات المستحجرة (fossil insects) (شكل ٥٠ أ) إنما هما نتوءان من نفس الصنف قد ظلا على حالهما الأصلى بعد أن تحولت نتوءات ترجتى الصدر المتوسط والصدر الخلفى إلى أجنحة . كما وتنادى هذه النظرية أيضاً بأن تحول تلك النتوءات الترجية الجانبية إلى أجنحة قد بدأ أولا بكونها ازدادت كثيرا فى الحجم لدرجة أنها مكنت الحشرة من أن تستعملها كأشرعة لأجل الانزلاق على الهواء بعد القفز من فوق ربوة عالية ، ثم أعقب ذلك أن اكتسبت قواعد تلك الأعضاء الانزلاقية تمفصلات مع ترجتى الحلقتين الصدريتين المختصتين كما وتكونت لها عضلات خاصة بها جعلت فى استطاعتها أن تتحرك لوحدها وبذلك أصبحت أخيرا أجنحة مستخدمة فى عملية الطيران ؛

ولما كان الواقع أن هناك فعلا نزعة غريزية نحو وجود مثل هذه النتوءات الرجية الجانبية فى حشرات مختلفة من حشرات الوقت الحاضر مثل حشرة السمك الفضى (Lepisma) وحورية النوع Calotermes dilatatus من النمل الأبيض (شكل ٥٠ ب) ، وحيث أن تلك النتوءات الجانبية تكون فى بعض الأحوال على الأقل مزودة بقصبات هوائية مصطفة فى نظام كالنظام المصطفة به القصبات الهوائية فى نتوء جناحى آخذ فى النمو والتكوين، ومما أن الأساس الذى بنيت عليه هذه النظرية سليم ويتفق مع الحقيقة العلمية المؤكدة وهى أن قدماء أجداد الحشرات كانت تعيش على الأرض وليس فى الماء ، فلكل هذه الأسباب المذكورة اعتبرت هذه النظرية متفقة مع المنطق والحقائق نالت كل التأييد .

٢ — نظرية الخياشيم القصبية (Tracheal-gill Theory) : وهى تقترح بأن أجنحة الحشرة قد نشأت أثناء مراحل النشوء والتطور مما كان موجودا على الصدر من خياشيم مزودة بقصبات هوائية (tracheal gills)



شكل (٥٠) : (أ) حشرة ستينوديكتيا لوباتا (Stenodictya lobata) المستحجرة من العصر الكربونى وتظهر بها الامتدادات الجناحية الشكل على الصدر الأمامى (ب) حورية النمل الأبيض كالوتيرمس داياناتس (Calotermes dilatatus) وتظهر على صدرها الامتدادات الجناحية الشكل .

كذلك المرئية حالياً فى الحوريات المائية المعيشة من ذباب مايو (رتبة إفيميروبترا Ephemeroptera) . ولكن هذه النظـرية لم تلق تأييدا ونبذت لتعارض الأساس الذى بنيت عليه مع الحقيقة الثابتة وهى أن المعيشة الأصلية للحشرات كانت أرضية وليست مائية بينما مثل تلك الخياشيم فلا توجد إلا فى الحشرات المائية وحتى فى الأخيرة لا يقتصر وجود الخياشيم على صدر الحورية فقط بل أنها تتواجد أيضاً على بطنها مع أن المعروف عن جميع الحشرات أنها لا تحمل أية أجنحة إطلاقاً على منطقة البطن .

البطن وزوائدها

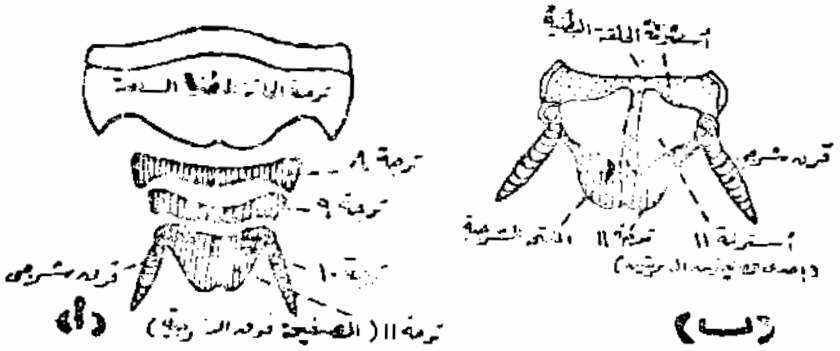
The Abdomen and its Appendages

البطن هى المنطقة الجسمية الأخيرة الواقعة بعد الصدر والتى تتكون من سلسلة من حلقات متتالية متصلة ببعضها بأغشية رقيقة وتكاد تكون مساوية لبعضها من حيث الحجم خلافاً لما هو الحال فى أى منطقة أخرى من المناطق الجسمية . كما وأن نهايات هذه الحلقات البطنية تكون متداخلة نوعا فى بعضها البعض على غرار تداخل عقل المنظار التليسكوبى وهو أمر ييسر للبطن أن تزداد فى الطول والاتساع بانفراد تلك التداخلات والأجزاء الغشائية عند الاقتضاء كما هو ضرورى مثلا عند امتلاء الجهاز الهضمى بالأكل ووقت اكتظاظ الجهاز التناسلى الأنثوى بالبيضات أو وقت وضع البيض فى الأمكنة الملائمة البعيدة نسبياً .

وفى أغلب الأحيان يلاحظ أن كل حلقة بطنية تكون على هيئة طوق بسيط فقط فهى تتركب من ترجة واسترنة منطبقتين تقريباً على بعضهما من الجانبين ومن بلورة غشائية غير ظاهرة للعيان لاتنائها للداخل على كل

من الجانبين فيما بين طرفى الترجة والاسترنة ، كما وتكون كل من الترجة والبلورة عبارة عن لوح واحد غير متجزىء إلى أصلاب منفصلة .

ولقد تبين من فحص أجنة حشرات كثيرة أن بطن الجنين توجد بها ١١ حلقة حقيقية تحمل كل منها زوجاً من الزوائد الجنينية ثم عقب الحلقة البطنية الحادية عشر توجد قطعة ذنبية تسمى الذنب أو التيلسون (telson) وهى ليست بحلقة حقيقية لأنها على عكس الحلقات الحقيقية السابقة لا تحمل أية زوائد مطلقاً . كما تبين أيضاً أن هذه التيلسون لا تستديم أبدا بل تمحى منذ خروج الجنين من البيضة فصاعدا ما عدا فى حالة واحدة شاذة وهى حشرات رتبة بروتيورا (Protura) . بمعنى أنه فى الأطوار الحشرية التالية للجنين لا يشاهد بالبطن إلا ١١ حلقة فقط على الأكثر بل وفى كثير من الأحيان لا يرى حينئذ إلا أقل من ١١ حلقة بطنية وذلك من نتيجة أن الحلقات البطنية من الأولى إلى الثالثة من ناحية المقدمة قد طرأ على عدد منها اختزال وضمور يزداد شدة كلما ازداد التخصص أو من نتيجة أن عددا آخر من الحلقات البطنية الواقعة فى المؤخرة (وخصوصا الحلقتين ١٠ و ١١) قد حدث فيما بينها اندماج وتخصص . وحتى فى الحشرات التى ما زال يظهر ببطنها فى الأطوار التالية للجنين ذلك العدد الكامل من الحلقات البطنية وهو ١١ حلقة كالصرصار مثلا فيلاحظ (كما هو مبين فى شكل ٥١ أ ، ب) أن الحلقات البطنيـــة من ٨ إلى ٩ تكون مختزلة غشائية ومنطوية تحت الحلقة السابعة وأن الحلقة العاشرة رقيقة ومندمجة مع الحلقة الحادية عشر التى تكون أيضاً ضامرة وعلى درجة شديدة من الاختزال إذ تكون ترجتها ممثلة بلوح رقيق مفلوج من وسطه ويسمى الصفيحة فوق الشرجية (suranal plate or epiproct) بينما استرنتها فتكون ممثلة بصفيحتين غشائيتين منفصلتين عن بعضهما بالفتحة الشرجية ويطلق عليهما الصفيحتان الدبريتان أو جار الشرجيتين (podical plates or paraprocts) .



شكل (٥١) : الحلقات البطنية الأخيرة فى الصرصار Blatta. (أ) منظر علوى للحلقات (الترجات) من ٧ — ١١ . (ب) منظر سفلى للحلقتين البطنيتين ١٠، ١١ (الاسترنات) .

وعلى أى حال فى الحشرات الكاملة (البالغة) يلاحظ دائماً أن هناك حلقات بطنية خاصة متميزة عما عداها بكونها تحمل زوائد متعلقة بعمليتى التناسل والتزاوج ويطلق عليها الحلقات التناسلية (genital segments) وهى عبارة عن الحلقة البطنية التاسعة فى الذكر أو الحلقتين البطنيتين الثامنة والتاسعة فى الأنثى ، وتوجد الفتحة التناسلية (gonopore) على مؤخرة استرنة الحلقة البطنية الثامنة فى الأنثى أو على مؤخرة استرنة الحلقة البطنية التاسعة فى الذكر . وأما الحلقات البطنية من الأولى إلى السابعة فى الأنثى أو إلى الثامنة فى الذكر وهى التى تسبق الحلقات التناسلية فيطلق عليها الحلقات قبل التناسلية أو الحشوية (pregenital, or visceral, segments) وهى تحوى معظم الأحشاء الداخلية ولا تحمل أية زوائد وتكون متشابهة وبسيطة التركيب. بينما الحلقات البطنية العاشرة والحادية عشر وهى تلى الحلقات التناسلية فيطلق عليها الحلقات بعد التناسلية (postgenital segments) ومنها الحلقة الحادية عشرة تحمل على جانبى استرنتها فى كل من الشقين (الذكر والأنثى) زوجا من الزوائد يطلق عليهما القرنان الشرجيان (anal cerci) وهما عضوان لاعلاقة لهما بالتناسل .

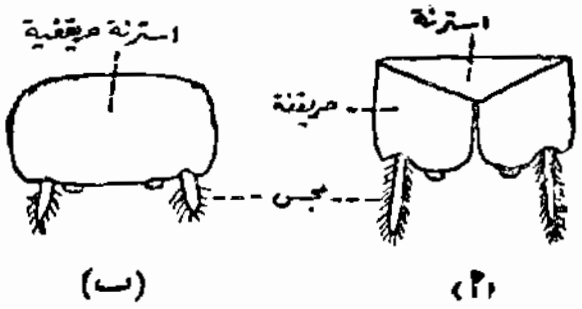
هذا وبعض الحشرات تشذ عن القواعد العامة المعهودة فى الجميع ، فحشرات رتبة بروتيورا (Protura) من عديمات الأجنحة (إبتريجوتا Apterygota) تشذ عما عداها من الحشرات فى شيئين وهما : (١) أن التيلسون تستديم فيها فلا تتلاشى بل تظل موجودة طوال المرحلة الجنينية والمرحلة التالية للجنين على السواء ، (٢) أن الحلقات البطنية تعتريها ظاهرة الإزدياد العددى (anamorphosis) أثناء المرحلة التالية للجنين فى الحورية الفاقسة حديثاً من البيضة يوجد بالبطن ثمانية حلقات زائد تيلسون بينما فى الأطوار التالية لذلك فيرى أن البطن قد اكتسبت ثلاثة حلقات أخرى جديدة قبل التيلسون . كما وأن حشرات رتبة كوليمبولا (Collembola) من عديمات الأجنحة (إبتريجوتا) أيضاً تشذ عن بقية الحشرات بأجمعها فى كون البطن لايرى بها إلا ستة حلقات فقط سواء فى الجنين أو فى المرحلة التالية للجنين بما فى ذلك طور الحشرة الكاملة (البالغة) .

الزوائد البطنيـة (Abdominal Appendages) :

فى جنين الحشرة تحمل كل من الحلقات البطنية الحقيقية الإحدى عشر زوجاً من الزوائد الجنينية الصغيرة وأما التيلسون وهى القطعة الذنبية الجنينية فلاتحمل أية زوائد . ولكن الحال لا يستمر طويلا بهذا الشكل إذ أنه منذ خروج الجنين من البيضة وطوال الأطوار التالية للجنين فيرى أن أكثر تلك الزوائد البطنية الجنينية قد اضمحلت وتلاشت بحيث لم يبق منها أى أثر بينما الأقلية الباقية منها فلم يعتريها ضمور بل بقيت إما فى حالتها الأصلية المختزلة أو فى حالة معدلة أو متحورة بحيث نشأت عنها أعضاء عاملة مخصوصة .

فى الأطوار غير الكاملة والأطوار الكاملة (البالغة) من الحشرات عديمة الأجنحة (إبتريجوتا) يشاهد أن عددا من تلك الزوائد البطنية قد

استبقى بحالة مختزلة أو معدلة. فمثلا فى حشرات فصيلة ماكيليدى (Machilidae) من رتبة ذات الذنب الشعرى (ثايزانيورا Thysanura) يلاحظ أن كثيرا من الحلقات البطنية يوجد على استرنة كل منها زوج من ألواح يطلق عليهما الحريقفتان (Coxites) وأن كل حريقفة منهما تحمل على طرفها القاصى زائدة قلمية الشكل تسمى المحس (stylus) (شكل ٥٢ أ) . كما وأنه فى حشرة كامبوديا (Campodea) من رتبة ديبلورا (Diplura) يلاحظ أن بعض الحلقات البطنية تحمل كل منهـــا محسين واضحين بينما الحريقفتين فقد صارتا مندمجتين تماماً باسترنة الحلقة بحيث نشأ عنها جميعاً لوحاً واحداً مركباً يسمى الاسترنة الحريقفية (coxosternum) (شكل ٥٢ ب) .



شكل (٥٢) : (ا) استرنة إحدى الحلقات البطنية فى حشرة ماكيليس (Machilis) من رتبة ثايزانيورا مبينا عليها زوائدها ، (ب) استرنة احدى الحلقات البطنية فى حشرة كامبوديا (Campodea) من رتبة ديبلورا مبينا عليها زوائدها .

وفى بعض الأطوار غير الكاملة من بعض الحشرات ذوات الأجنحة (ترنجوتا) مثل يرقات رتبة حرشفية الأجنحة (ليبدوبترا) ويرقات رتبة سيمفايتا (Suborder Symphyta) من رتبـــة غشائية الأجنحة (هايمينوبترا) يشاهد على استرنات بعض الحلقات البطنية أزواج من

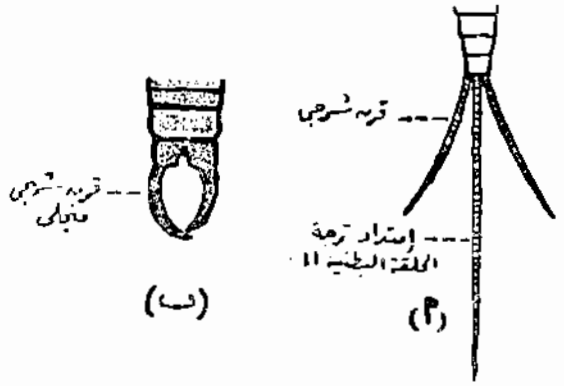
نتوءات تدعى الأقدام الكاذبة أو الأرجل الأولية (pseudopodia or prolegs) وهذه ليس بمستبعد أن تكون زوائد بطنية حقيقية .

وأما فى طور الحشرة الكاملة من جميع الحشرات ذوات الأجنحة (ترنجوتا) فيلاحظ أنه لم يتبق من كل الزوائد البطنية إلا زائدتى الحلقة البطنية الحادية عشر وهما القرنان الشرجيان (anal cerci) وإلا وزوائد الحلقات التناسلية معدلة ومتحورة بحيث صنعت معاً ما يعرف بآلة التناسل الخارجية (external genitalia) وهى عبارة عن آلة وضع البيض (ovipositor) فى الأنثى أو آلة السفاد (copulatory apparatus) فى الذكر .

القرنان الشرجيان (Anal cerci) : وهما عبارة عن زائدتى استرتة الحلقة البطنية الحادية عشر ويوجدان فى كثير من الحشرات وخصوصا تلك الأقل رقياً وتخصصاً . والمعتاد كما هو الحال فى الصرصار (كما هو مبين فى شكل ٥١) أن يكون القرنان الشرجيان خارجين من على الجانبين الخارجين للصفيحتين الدبريتين أو جار الشرجيتين (paraprocts or podical plates) الممثلتين لاسترنة الحلقة البطنية الحادية عشر . ولكن فى حشرات اخرى كالجرادة حيث تكون الحلقة البطنية الحادية عشرة ضامرة فيبدو كأن القرنين الشرجيين خارجين من على جانبى استرنة الحلقة البطنية العاشرة .

وتختلف أشكال وأوصاف القرون الشرجية باختلاف الحشرات فقد يكونا قصيرين نوعا ومنقسم كل منهما إلى عديد من العقل كما هو الحال فى الصراصير بأنواعها (شكل ٥١) . أو قد يكونا قصيرين وغير مقسمين إلى عقل كما هو الحال فى الجراد . أو قد يكونا طويلين جداً وخيطي الشكل كما هو الحال فى ذباب مايو (رتبة إفيميروبترا) وفى بعض حشرات رتبـــة ذات الذنب الشعرى (ثايزانيورا) حيث

تكون ترجة الحلقة البطنية الحادية عشر (وهى اللوح فوق الشرجى) ممتدة أيضاً فى شكل خيط طويل يشبه القرنين الشرجيين مما يجعل النهاية البعيدة للبطن تبدو وكأنها تحمل ثلاثة ذيول طويلة (شكل ٥٣ أ) . أو قد يكونا جامدين غليظـــــين ومتقوسين على هيئة منجلين أو ملقطين قرنيين (horny forceps) نهاية البطن كما هو الحال فى حشرات رتبة جلدية الأجنحة (ديرمابترا) وحشرات فصيلة جابايجيدى (Japygidae) من رتبة ذات الذنب الشعرى (ثايزانيورا) (شكل ٥٣ ب) .

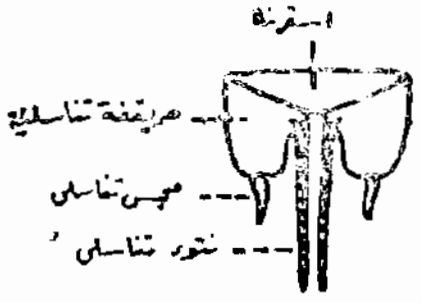


شكل (٥٣) : مؤخرة البطن فى حشرة السمك الفضى (Lepisma saccharina) من رتبة ثايزانيورا مبيناً عليها القرنين الشرجيين والامتداد الوسطى من ترجة الحلقة الحادية عشر . (ب) القرنان الشرجيان فى إبرة العجوز (Labidura riparia) من رتبة جلدية الأجنحة (ديرمابترا) .

هذا وكثيراً ما تتخذ القرون الشرجية كصفة من الصفات التقسيمية التى يعول عليها فى التمييز بين مختلف الحشرات .

آلة التناسل الخارجية (External Genitalia) : وهى متشكلة فى الشقين (الذكر والأنثى) عن زوائد الحلقات التناسلية بعد أن دخلت عليها تعديلات وتحويرات شديدة . فالمظنون (كما هو موضح فى شكل ٥٤)

أن كل حلقة تناسلية كان لها فى الأصل زوجا من أقدام تناسلية بدائيـــة (primitive gonopods) وأن كل قدم تناسلى بدائى كان يتركب من حريقنة تناسلية (gonocoxite) تحمل مجساً تناسليا (gonostylus) ، كما وأن الحريقنة التناسلية نفسها كان يمتد من جانبها الداخلى نتوء أنبوبى طويل يطلق عليه النتوء التناسلى (gonapophysis) . ولكن فى الحشرة الكاملة من الصعب أن يميز بعض أو كل تلك الأجزاء المذكورة نظرا لما دخل عليها من تحويرات شديدة بحيث صنعت آلة عاملة هى آلة وضع البيض فى الأنثى أو آلة السفاد فى الذكر.



شكل (٤٥) : شكل توضيحى يبين تركيب زوج من الأقدام التناسلية البدائية .

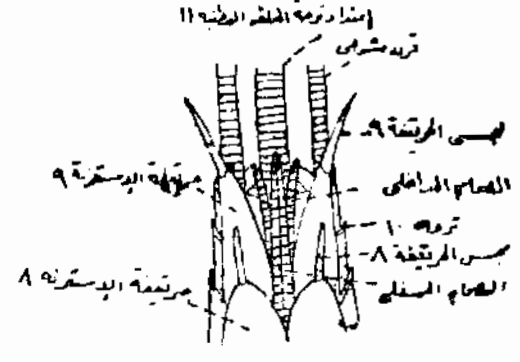
(١) آلة وضع البيض (Ovipositor or egg-laying organ) :

فى إناث الحشرات يلاحظ أن هناك حلقتان تناسليتان وهما الحلقتان البطنيتان الثامنة والتاسعة وأن زوائد هاتين الحلقتين قد دخلت عليها تحورات شديدة بحيث صنعت آلة تناسل خارجية أنثوية عاملة تسمى آلة وضع البيض.

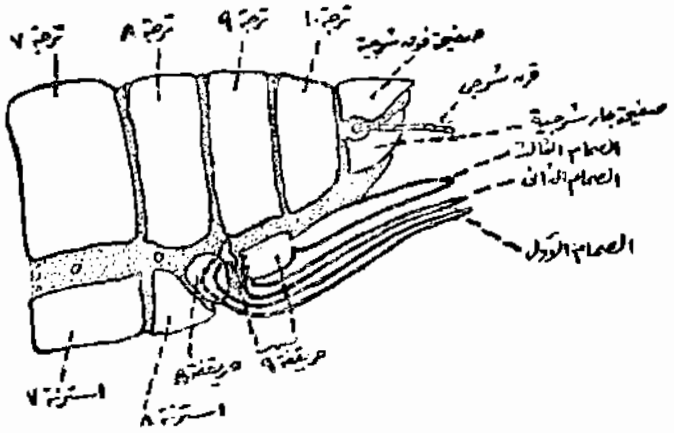
فى إناث حشرات فصيلة ماكيليدى (Machilidae) من رتبـــة ثايزانيورا (ذات الذنب الشعرى) يلاحظ أن آلة وضع البيض تتركب من زوجين من النتوءات التناسلية (gonapophyses) الوثيقة التجاور

وأن كل نتوء من هذه النتوءات مقسم إلى مفاصم وناشيء من قاعدة حريقفة تناسليـــة (gonocoxite) لم يدخل عليها أى تحور (كما هو مبين فى شكل ٥٥) .

وأما فى أغلب بقية الحشرات فيلاحظ أن آلة وضع البيض النموذجية تتركب (كما هو موضح فى شكل ٥٦) من ثلاثة أزواج من المصاريع أو الصمامات (valves) التى تحيط بالفتحة التناسلية الأنثوية الكائنة على مؤخرة استرنة الحلقة البطنية الثامنة . فالزوج الأول من تلك المصاريع عبارة عن صمامين أماميين أو سفليين (anterior or ventral valves) ويخرج كل منهما من قاعدة خاصة تسمى حامـــل المصراع الأمامى (anterior valvifer) وهى موجودة على أحد جانبى استرنة الحلقة البطنية الثامنة . والزوج الثـــانى عبارة عن صمامين خلفيـــين أو داخليين (posterior or inner valves) ويخرج كل منهما من قاعدة تسمى حامل المصراع الخلفى (posterior valvifer) وهى موجودة على أحد جانبى استرنة الحلقة البطنية التاسعة . والزوج الثالث عبـــارة عن صمامين جانبيين أو ظهريين (lateral or dorsal valves) ويخرج كل منهما من نفس حامل المصراع الخلفى . أو بمعنى آخر أن أحد الصمامين الخلفيين



شكل (٥٥) : منظر سفلى لمؤخرة البطن فى أنثى حشرة ماكيليس (Machilis) مبيناً عليها آلة التناسل الخارجية (آلة وضع البيض) .



شكل (٥٦) : رسم تخطيطى لمنظر جانبى لمؤخرة البطن فى أنثى حشرة عادية موضحاً عليه تركيب آلة وضع البيض النموذجية .

أو الداخلين وأحد الصمامين الجانبيين أو الظهريين يخرجان معاً من قاعدة مشتركة هى حامل المصراع الخلفى الموجود على أحد جانبى استرنة الحلقة البطنية التاسعة .

وهناك اتفاق فى الرأى حالياً على الآتى : (١) أن الصمامين الأماميين أو السفليين ربما يمثلان النتوئين التناسليين (gonapophyses) لحريقفتى استرنة الحلقة البطنية الثامنة ، (٢) أن حاملى المصراعين الأماميين مشتقان من حريقفتى الاسترنة الثامنة ، (٣) أن المصراعين الخلفيين أو الداخليين هما النتوءان التناسليان لحريقفتى استرنة الحلقة البطنية التاسعة ، (٤) أن حاملى المصراعين الخلفيين وكذلك نفس الصمامين الجانبيين أو العلويين هى أجزاء من حريقفتى الاسترنة التاسعة ، (٤) أن زوجى المجسات (styli) الخاصة بالاسترنة الثامنة والتاسعة قد اضمحلت جميعاً وفقدت .

وعلى أى حال فالملاحظ أن درجة تكشف تلك الصمامات المذكورة المكونة لآلة وضع البيض وما يعتريها من تحورات وتكيفات إنما تختلف باختلاف الحشرات تبعاً لاختلاف عادات وطبائع وضع البيض فيها . فمن هذه الاختلافات ما يلى :

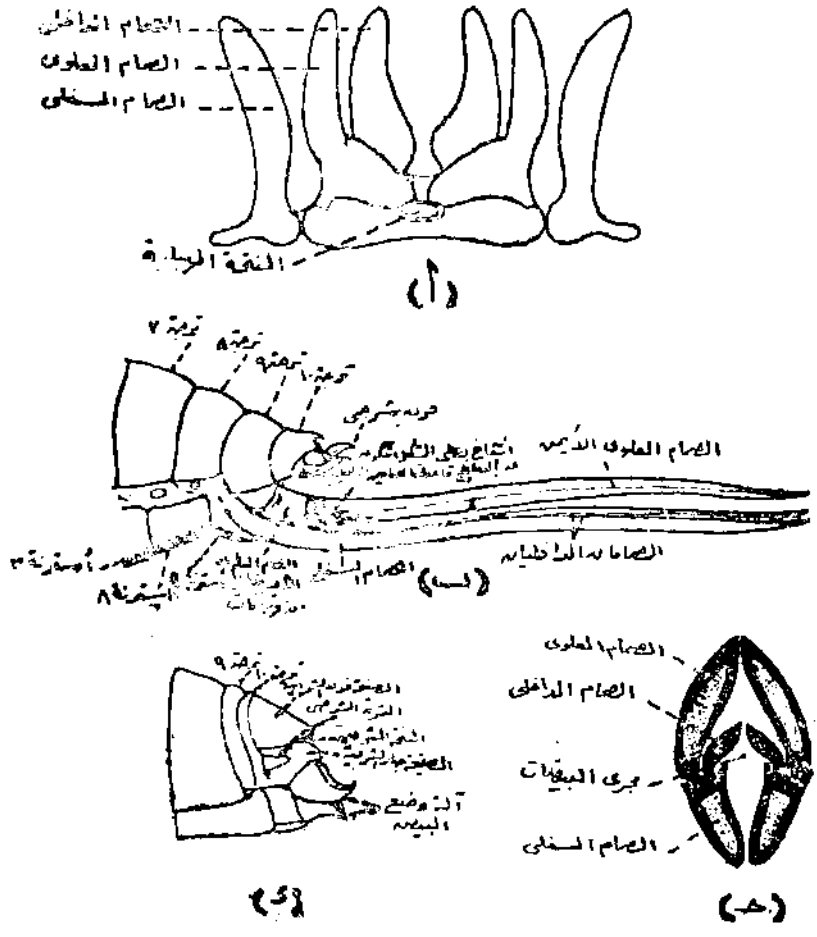
(١) فى الصرصار الأمريكى (Periplaneta americana) (شكل ٥٧ أ) تكون الصمامات قصيرة نوعاً وغير متصلبة كما وأنها سائبة عن بعضها لأن آلة وضع البيض لا تستعمل إلا لمجرد توجيه البيضات أثناء خروجها من الفتحة التناسلية الأنثوية حتى تدخل فى الأكياس (oothecae) الخاصة التى تفرزها الأنثى لكى تحفظ فيها بيضاتها .

(٢) فى الجراد ذو القرون الطـويلة (Long-horned grasshoppers) (شكل ٥٧ ب ، جـ) تكون صمامات كل جانب من جانبى آلة وضع البيض طويلة رمحية الشكل ومتعشقة بشدة فى بعضها بتأثير ما يوجد عليها من بروزات وتقعيرات متطابقة بحيث يتشكل عنها هى وصمامات الجانب الآخر آلة طويلة قوية حادة متماسكة تعمل بواسطتها الحشرة شقاً فى قشرة نبات ثم تضع فيه بيضاتها لكى تخفيها وتصونها .

(٣) فى الجراد العادى ذو القرون القصيرة (short-horned grasshoppers) تكون جميع الصمامات قصيرة غليظة متصلبة (شكل ٥٧ د) بحيث تتشكل عنها آلة وضع بيض حفارة قادرة على حفر نقرة بالتربة ووضع البيض بداخلهـــا .

(٤) فى أنواع كثيرة من التربس (Thrips) مثل تربس القطن (Thrips tabaci) تكون الصمامات رمحية الشكل ومشرشرة من نهاياتها البعيدة بحيث تتشكل عنها آلة وضع بيض حادة ثاقبة قادرة على ثقب أنسجة النبات والتغلغل بداخليتها حيث تضع فيها البيض .

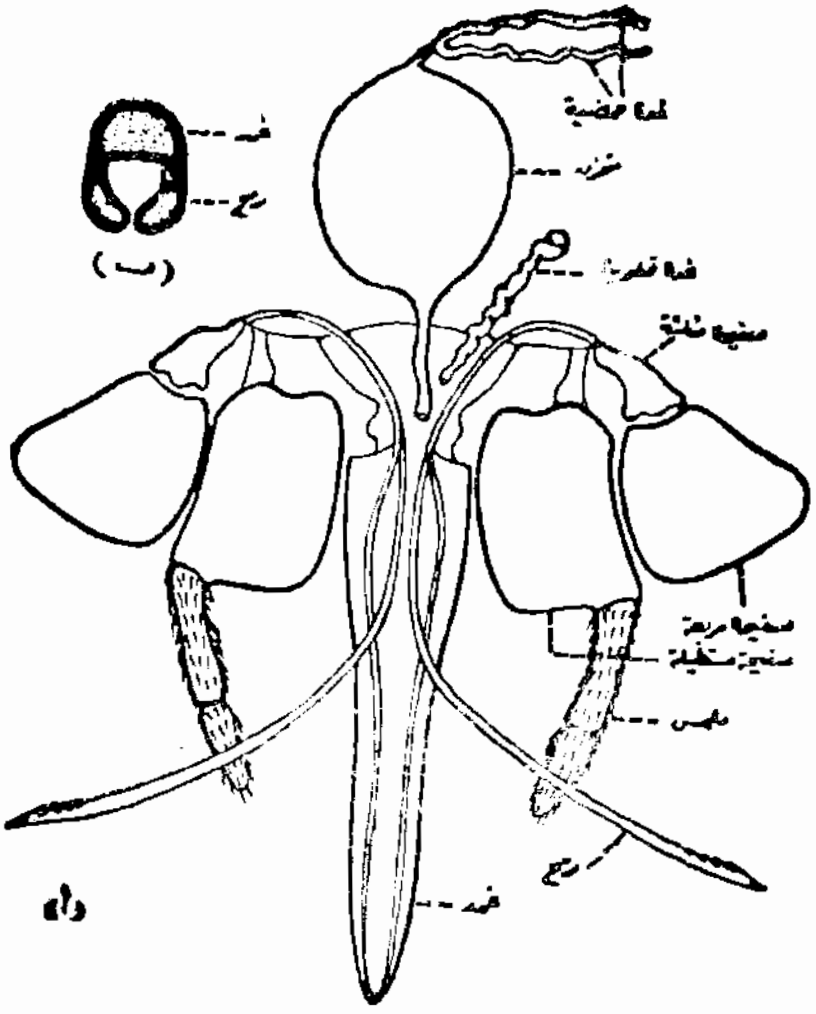
وأما فى معظم حشرات رتبة غشائية الأجنحة (هايمينوبترا) كالنحل والدبابير فلم تعد آلة وضع البيض تؤدى وظيفتها الأصلية بل طرأت عليها تحورات شديدة فتحولت إلى آلة تدافع بها الحشرات عن نفسها ضد من يهاجمها أو يعاديها وتسمى آلة اللسع (stinging organ) . ونظراً لأن



شكل (٧٥) : أشكال آلة وضع البيض فى إناث بعض الحشرات .

(أ) فى أنثى الصرصار الأمريكى (Periplaneta americana) ، (ب) فى أنثى الجرادة ذات القرون الطويلة (Conocephalus sp.) حيث يلاحظ أن الصمام العلوى الأيسر مقطوع من قرب قاعدته لاظهار الصمامين الداخليين المزودين بانتفاخ بصلى الشكل يتكون عن اندماج قاعدتيهما ، (جـ) قطاع عرضى فى آلة وضع البيض بالحشرة السابقة يوضح كيفية تعشق صمامات كل من الجانبين بشدة فى بعضها ، (د) فى أنثى الجرادة المصرية (Anacridium aegyptium) .

آلة اللسع هى فى الواقع آلة وضع بيض متحورة فإنها أيضاً تتركب من ثلاثة أزواج من الزوائد (شكل ٥٨) . فالزوج الأول هو عبارة عن الغمد (stylet-sheath) الذى يمثل الزوج الجانبى أو العلوى من الصمامات فى آلة وضع البيض بعد أن تحورت فاندمجت فرديته ببعضهما من الطرف الخارجى حيث تصنعان غمداً واحدا مسحوبا بحيث يصير مدبب النهاية وأما من القاعدة الداخلية فتكون الفردتان منفصلتين عن بعضهما بحيث تكونان فرعين وذراعين (arms) منفرجين عن بعضهما نحو الجانبين الخارجيين ، وفى بعض الأحيان كما هو الحال فى شغالة نحلة العسل يكون الغمد مزودا من قرب قاعدته الداخلية بتضخم أو انتفاخ يسمى بصلة الغمد (sheath-bulb). وأما الزوج الثانى فهو عبارة عن الرمحين (lancets or stylets) اللذين يمثلان الزوج السفلى أو الأمامى من الصمامات فى آلة وضع البيض ، فكل رمح منهما عبارة عن ابرة طويلة مزودة من مقدمتها بأسنان (barbs) متجهة مؤخراتها إلى الخلف على غرار صنارة صيد السمك ، ويتصل كل رمح من طرفه الداخلى بأقصى الطرف الجانبى الداخلى من ذراع الغمد الواقع على نفس الجانب ، كما ويعمل الغمد على حفظ هذين الرمحين فى مكانهما نظراً لأنه يوجد بالغمد على طول امتداد كل جانب من جانبيه من السطح العلوى بروز مؤهل لكى يتعشق فى تقعير مقابل له موجود على طول امتداد السطح السفلى من الرمح الواقع بنفس الجانب وبذلك يستطيع الرمحان أن ينزلقا نزولا وصعودا بسهولة فوق الغمد وهى الحركة المشاهدة أثناء عملية اللسع والتى بواسطتها يعمل الجرح فى جسم المعتدى ، كما ويحصر الغمد والرمحين فيما بينهم قناة (مجرى) تعرف بقناة السم وهى التى ينزل عن طريقها السم فى الجرح . وأما الزوج الثالث فهو عبارة عن الملمسين (palps) اللذين يمثلان الزوج الخلفى أو الداخلى من الصمامات فى آلة وضع البيض ، وهما عبارة عن قلمين حسيين خارجين من صفيحتين مستطيلتين وتتحسس



شكل (٥٨) : (ا) آلة اللسع فى دبور النبح (Vespa orientalis) .
(ب) قطاع عرضى فى آلة اللسع السابقة يوضح طريقة انزلاق الرمحين فوق جانبى الغمد لاحداث اخرح .

بهما الحشرة الموضع الذى سوف تلدغه ، ويتكون كل ملمس منهما من عقلة واحـدة فى حالة شغالة نحلة العسل ومن عقلتين متتاليتين فى حالة دبور النبح . وملحـــق بآلة اللسع هـذه ثلاثة أزواج من الصفائح إذ أن موضع

اتصال أحد فرعى الغمد بأحد الرمحين على كل جانب من الجانبين يكون متمفصلا أيضاً مع صفيحة صغيرة مثلثة الشكل وتسمى الصفيحة المثلثة (triangular or fulcral plate) وهذه الأخيرة تكون متمفصلة على كل جانب من الجانبين مع صفيحتين أخريين أكبر منها وهما الصفيحة المربعة (quadrate or outer plate) والصفيحة المستطيلة (oblong or inner plate). فهذه الأزواج الثلاثة من الصفائح هى فى الواقع عبارة عن تحورات باسترنتى الحلقتين البطنيتين الثامنة والتاسعة . فالاسترنة الثامنة انقسمت إلى زوج من الصفائح وهما الصفيحتان المثلثتان المتصلة كل منهما من طرفها الداخلى (وهو رأس المثلث) بموضع اتصال أحد فرعى الغمد بالرمح الواقع على نفس الجانب . وأما الاسترنة التاسعة فقد انقسمت إلى خمسة أجزاء وهى جزء وسطى غشائى يغطى الطرف القاعدى الداخلى من الغمد ثم زوجين من الصفائح المتصلة بواقع زوج منها على كل جانب من جانبى ذلك الجزء الغشائى ، فالصفيحة الخارجية من كل زوج وهى الصفيحة المربعة تتمفصل من زاوية قاعدتها الداخلية مع مقدمة الصفيحة المثلثة ، بينما الصفيحة الداخلية وهى الصفيحة المستطيلة فتتصل من قاعدتها بأحد ذراعى الغمد كما ويتصل بمقدمتها أحد الملمسين . و العضلات الداخلية القوية المتصلة بتلك الصفائح تعمل على تحريكها حركة التفافية يتسبب عنها اختراق الغمد والرمحين لجلد المعتدى وتوغلها تحته . وفى أثناء وجود الغمد والرمحين بداخل الجرح تفرز فيه الحشرة سما لا يؤتى فعله إلا إذا كان عبارة عن مزيج من إفراز غدتين حمضيتين (acid glands) مع إفراز غدة قلوية (alkaline gland) واحدة . فكل من الغدتين الحمضيتين عبارة عن غدة أنبوبية الشكل ثم تتحد الانبوبتان ببعضهما لتصنعا قناة مشتركة تصب فى كيس متضخم يسمى مخزن السم (poison-sac or reservoir) وهذا بدوره له قنـاة تخرج من طرفه الخارجى ثم تنتهى بفتحة تصب فى

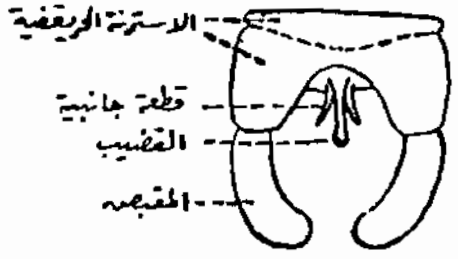
الغشاء الواقع بين فرعى الغمد . وأما الغدة القلوية فهى غدة واحدة تصب بفتحة مستقلة فى الغشاء الواقع بين فرعى الغمد . فزيج إفرازات هذه الغدد ينزل إلى الغشاء الواقع بين فرعى الغمد ومنه ينتقل فى قناة السم المحصورة بين الغمد والرمحين حتى يصل إلى داخل الجرح محدثا التسمم .

هذا وفى بعض حشرات رتبتى حرشفية الأجنحة (ليبدوبترا) وغمدية الأجنحة (كوليوبترا) لا توجد آلة وضع بيض حقيقية بل إن الحلقات البطنية تكون متداخلة فى بعضها البعض فتصنع شكل أنبوبة قابلة للامتداد والارتداد وتحمل الفتحة التناسلية على قمتها البعيدة ، فعند الاقتضاء تنطلق هذه الأنبوبة من جرابها ويوضع بواسطتها البيض فى داخل شقوق أو أماكن أخرى مخبوءة .

(٢) آلة السفـاد (Copulatory Apparatus) :

توجد فى الذكر حلقة تناسلية واحدة وهى الحلقة البطنية التاسعة . فزائدتى هذه الحلقة قد تحورتا بشدة بحيث تشكل عنهما آلة تناسل خارجية عاملة تسمى آلة السفاد .

فى الأحوال النموذجية تتركب آلة السفاد التامة التكوين (شكل ٥٩) من مقبضين (claspers) واقعين على جانبى الحافة الخلفية من استرنة الحلقة



شكل (٥٩): شكل تخطيطى يوضح تركيب آلة السفاد النموذجية فى ذكور الحشرات.

البطنية التاسعة ومن عضو تذكير (aedeagus) واقع فى وسط هذين المقبضين على نفس الاسترنة . فالمقبضين يستعملان فى تشديد القبضة على الأنثى أثناء عملية الجماع . وأما عضو التذكير فيتركب من قضيب (penis) موجود فى وسط فصين جانبيين يسميان القطعتان الجانبيتان أو البراميرتان (parameres) وهما يساعدان المقبضين فى تأدية وظيفتهما . وعلى القضيب وهو العضو الذى يولج فى الأنثى تقع الفتحة التناسلية الذكرية التى تنفذ عن طريقها الحيوانات المنوية إلى داخل مهبل الأنثى . وهناك اعتقاد بأن هذا القضيب المفرد قد نجم عن اندماج نتوئين أصليين بدليل أنه فى الحشرات الكاملة الذكور من رتبة إفيميروبترا (ذباب مايو) ما يزال يلاحظ أن القضيب مكون فعلا من جزئين منفصلين .

هذا هو التركيب النموذجى لآلة سفاد الذكر والذى لا يوجد إلا فى بعض الحشرات فقط . بينما فى كثير من الحشرات الأخرى فيلاحظ أن آلة السفاد قد دخلت عليها اشكال مختلفة من التحورات والانحرافات عن ذلك التركيب النموذجى ، فقد يكون بعض من تلك الأجزاء المذكورة قد تعرض لدرجات مختلفة من التحور أو الاختزال أو قد يكون المقبضان أو البراميرتان غير موجودين على الاطلاق ، وقد تكون آلة السفاد الفعلية محتوية إلى جانب الأجزاء سابقة الذكر على تراكيب أخرى ليست مشتقة عن زائدتى الحلقة التناسلية . ونظرا لهذه الاختلافات فى آلة السفاد بين الحشرات المختلفة فقد استعملت هذه الآلة فى بعض الرتب الحشرية كصفة من الصفات التقسيمية التى يعول عليها فى التفرقة بين الأجناس أو الأنواع المتقاربة .

وعلى أى حال فالمعتقد حالياً أن كلا من المقبضين يمثل أحدى حريقفى (coxites) استرنة الحلقة البطنية التابعة ملتحمة بأحد سيها (styli) أو

أنه يمثل أحد مجسى هذه الاسترنة فقط إذا كانت الحريقفتين مندمجتين مع تلك الاسترنة . وأن عضو التذكير يمثل النتوئين التناسليين (gonapophyses) لحريقفتى الاسترنة التاسعة وذلك على اعتبار أن هذين النتوئين قد انقسما أولا إلى أربعة نتوءات وأن النتوئين الداخليين منها قد انضما إلى بعضهما ثم اندمجا ليصنعا القضيب المفرد بينما النتوئين الخارجيين فقد بقيا على حالهما وتشكل عنهما البراميرتين .