المحاضرة الاولى

مبـــــادئ حشـــــرات / 1

موقـــع الحشـــرات مـن المملكـــة الحيـــوانـــيـــــة

Place of Insects in the Animal Kingdom

* الصـــفـــات العـــامـــة لشـــعبـــة مفصـــليـــات الأرجـــــل

General Characteristics of Phylum Arthropoda

تتكون المملكة الحيوانية من عدد كبير من الحيوانات إذ يزيد عدد الأنواع المعروفة على 1,350,000 نوع تقريباً موزعة على عدد من القبائل أو الشعب Phyla ، وشعبة مفصليات الأرجل Phylum: Arthropoda التي تندرج تحتها صف الحشرات Class: Insects إحداها. وتُعد هذه الشعبة أكبر الشعب الحيوانية على الإطلاق. وربما أكثرها نجاحاً في الحياة. وعلى الرغم من أن مفصليات الأرجل تختلف أفرادها من حيث الشكل والتركيب وطريقة المعيشة إلا أنها تتفق جميعها في بعض صفات عامة من أهمها ما يلي :

1. يغطى الجسم هيكلا خارجيا صلبا يتكون معظمه من الكايتين ويكون مرنا في بعض أجزائه ليسمح بحريه حركه الحيوان.
2. الجسم مقسم إلى عده مناطق.
3. تحمل عقل الجسم زوجا من الزوائد الصلبة.
4. لها القدرة على الانسلاخ على فترات أثناء النمو، ويكون نموها في سلسلة متتابعة من الأطوار التي قد تختلف كثيراً في الشكل.
5. الجهاز الدوري من النوع المفتوح ، والقلب ظهري الوضع مزود بفتحات جانبية ، وفراغ الجسم فراغ دموي.
6. يتم التنفس بواسطة الخياشيم Gills أو الجهاز القصبي Tracheal system أو الرئات الكتبية Book Lungs أو من خلال جدار الجسم نفسه.
7. يتكون الجهاز العصبي المركزي من مركز عقدي فوق المريء يُعرف بالمخ ، يتصل بحبل عصبي بطني يحمل عقداً عصبية.
8. يتم الإخراج أساساً بواسطة الأجسام الكلوية (النفريديات) أو أنابيب مالبيجي.
9. أن الجسم متماثل جانبياً ، ينقسم إلى عدة حلقات قد يندمج بعضها ليكون مناطق مميزة. وتحمل هذه الحلقات أو بعضها أزواجاً من الزوائد المفصلية تنتهي بمخالب.
10. القناة الهضمية كاملة التكوين تبدأ بفتحة فم وتنتهي بالإست (فتحة الشرج). وللفم فكوك جانبية متحورة للقرض أو الامتصاص.
11. عضلات الجسم من النوع المخطط غالباً.

12.الأجناس منفصلة (حيوانات وحيدة الجنس) غالباً ، وحالة التخنث نادرة الوجود.

*** تقسيم شعبة مفصليات الأرجل :**

وتجمع معظم المراجع على أن شعبة مفصليات الأرجل تنقسم على الصفوف الخمسة الآتية :

1. **صف المخلبيات** Class : Onychophora

وهي حيوانات صغيرة دودية الشكل وهي اوطا تطورا من بقية افراد الشعبة ، كما في حيوان *Peripatus* . تتنفس هذة الحيوانات بواسطة القصبات الهوائية اذ انها تعيش معيشة برية تحت الاشجار في الاماكن الرطبة او تحت قلف الاشجار او الاخشاب المتحللة. يتقدم الحيوان المخلبي راس غير متميز وعلية زوج من قرون الاستشعار وزوج من العيون الصغيرة. جدار الجسم رقيق والجسم اسطواني الشكل غير مقسم خارجيا الى قطع ولكن يوجد تقسيم داخلي ينسجم مع توزيع العقد العصبية واعضاء الاخراج (النفريديا) وارجل الجسم. لكل حلقة زوج من الارجل التي تبدو ظاهريا كانها مقسمة الى قطع ولكنها في الحقيقة غير مقسمة بل ذات حزوز سطحية.

2. **صف العنكبوتيات** Class : Arachnida

هذا الصف هو ثاني اكبر صفوف شعبة مفصليات الارجل بعد صف الحشرات من حيث عدد الانواع المعروفة التي تضم العناكب والعقارب والحلم وغيرها. تضم مفصلية أرجل مائية تتنفس بالخياشيم إلى جانب الكثير من الأنواع الأرضية التي تتنفس بالقصبات التنفسية والكتب الرئوية . ولهذه الصف صفات مورفولوجية (خارجية) تميزها عن بقية الصفوف الأخرى. فهي تسمى بذوات الكلابات Chelicerata حيث أن الزوج الأول من زوائدها متحور إلى ملاقط أو كلابات تعرف بالقرون الكلابية Chelicera بينما يشار إلى الصفوف الأخرى جميعها بـ ذوات الفكوك Mandibulata لأن بعض زوائد الرأس فيها تتحور إلى فكوك Mandibles. وتتميز العنكبوتيات أيضاً بخلوها من قرون الاستشعار التي توجد في كل الصفوف الأخرى لمفصلية الأرجل. والجسم مقسم في الغالب إلى منطقتين : مقدمة الجسم (الراس الصدري Cephalo-Thorax) التي يتصل بها ستة ازواج من الزوائد ، الزوج الاول هي الكلاليب Chelicerae تستعملان في التغذية ويوجدان في مقدمة الجسم يليهما زوج من من الملاقط Pedipalpi تليها اربعة ازواج من ارجل المشي والمنطقة الثانية هي مؤخرة الجسم (البطن Abdomen) ما عدا رتبة القراد والحلم Acarina . اجزاء فم هذة المفصليات وجهازها الهضمي محورة للمص ولبعضها غدد سامة. الاخراج بواسطة انابيب مالبيجي او الغدد الحرقفية او بكليهما. الجهاز العصبي يتكون من عقد عصبية علوية (الدماغ) وحبل عصبي بطني ذي عقد عصبية مزدوجة ، والعيون بسيطة عادة وتوجد بشكل ازواج كما وتوجد على الجسم شعيرات حسية ، الجنسان منفصلان عادة والاخصاب داخلي ومعظمها بيوض ، اغلب العنكبوتيات برية المعيشة تعيش

منفردا (معيشة غير اجتماعية ولا تجمعية) اما حرا او مفترسا او طفيليا ، مثل أنواع العقارب والعناكب والقراد والحلم .

3. **صف الحيوانات القشرية** Class : Crutacea

معظم أفرادها مائية المعيشة غالبا ، يتكون الراس في الاصل من خمس قطع التحمت مع بعضها اثناء النمو الجنيني ، الجسم مقسم إلى ثلاثة مناطق هي الرأس والصدر والبطن ويدمج الرأس مع الصدر كثيراً ليكونا الرأس الصدري ، وعلى الراس زوجان من قرون الاستشعار مع زوج من الفكوك الجانبية وزوجين من الفكوك المساعدة. يتكون الصدر من 2 – 60 قطعة ملتحمة او غير ملتحمة. البطن واضحة القطع وتنتهي بالدبر Telson . ولهذة الحيوانات في الغالب درع Carapace يغطي الراس وجزء من الصدر او على جانبيها. زوائد الجسم محورة بصور مختلفة لاداء وظائف متعددة وبعضها ثنائي التفرع Biramous . تتنفس القشريات بواسطة الخياشيم ونادرا بواسطة جدار الجسم ، وتوجد في بعض الحيوانات القشرية البرية المعيشة قصبات هوائية كاذبة على ارجلها الاخيرة. الاخراج يتم عن طريق زوج او زوجين من الغدد الخضر اذ لا توجد فيها انابيب مالبيجي. الجنسان منفصلان (غالبا) ويحدث في بعضها تكاثر عذري (لاتزاوجي). مثال الروبيان وسرطان الماء.

4. **صف ثلاثية الفصوص** Class : Trilobita

يمثل هذا الصف مفصليات بحرية بسيطة انقرضت ولم يبق منها الا متحجراتها. هذة الحيوانات تشبة لحد ما صف العنكبوتيات فهي لها صلة قرابة تطورية. امتازت ثلاثية الفصوص باجسامها البيضية المسطحة وبانة كان للحيوان زوج من قرون الاستشعار وعديد من الزوائد المفصلية. الجسم مخططا طوليا من الجهة الظهرية بخطين شكلا ثلاثة فصوص ، يغطي الجسم جدار صلب قابل للتكور ، والجسم مكون من راس وصدر ومنطقة عجزية Pygidium ، الصدر مكون من 2-29 قطعة ، بينما قطع البطن التحمت مكونة صفيحة ذنبية ، وكل القطع حملت زوائد ثنائية التفرع Biramous ذات شعيرات.

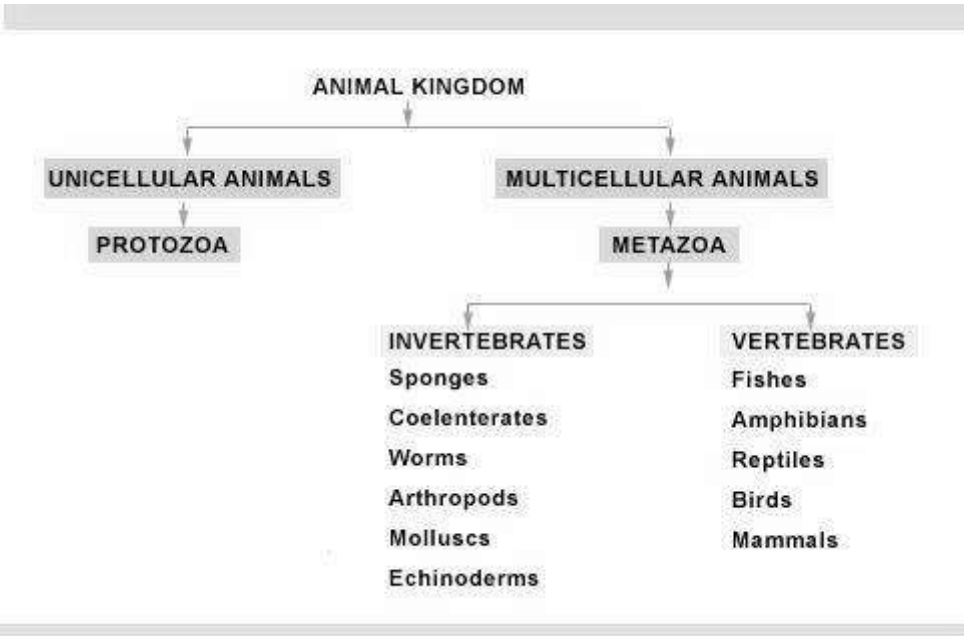
5. **صف ذوات المائة رجل** Class : Chilopoda

تتصف اجسامها بكونها طويلة ورفيعة ومسطحة (مضغوطة من الجهتين العلوية والسفلية) ويحمل الراس زوجا من قرون الاستشعار الطويلة وزوجا من الفكوك وزوجين من الفكوك المساعدة ، اما الجذع فيختلف عدد قطعة اذ يتراوح بين 15 – 173 قطعة حسب الانواع ولذلك فقد يصل طولها الى 30 سم في بعض الانواع الاستوائية شديدة السمية ، وتحمل كل قطعة منها زوج واحد من الارجل ، ان كثير من هذة الحيوانات نافعة لانها تفترس الحشرات الضارة كالذباب والصرصر وغيرها. مثال : أم 44 (السكولوبندرا) Scolopendra sp .

6. **صف ذوات الألف رجل** Class : Diplopoda

جميع هذة الحيوانات أرضية المعيشة ، تتنفس بالقصبات التنفسية. الجسم ممدود يتكون من الرأس الذي يحمل قرون استشعار اقصر من ذوات المئة رجل وجذع يتركب من عقل متعددة وتحمل كل عقلة زوجان من الارجل المفصلية ، كما انها تعيش في الاماكن الرطبة وتتغذى على المواد النباتية المتحللة ولبعضها القدرة على التغذي على نباتات حية. مثال ابو سبعة وسبعين.

The animal kingdom is classified as follows



7. **صف الحشرات** Class : Insecta

تمثل صف الحشرات حوالي 71% من الأعداد الفعلية لأنواع المملكة الحيوانية ، ونجد أن الحشرات ينتشر وجودها في كل بقعة من بقاع العالم فوق سطح الأرض أو تحت سطح التربة ومنها ما يعيش في الماء وقد وجدت الحشرات أيضاً في القطب الجنوبي حيث يصعب الحياة هناك لعدم وجود النباتات.

والحشرات هي إحدى صفوف شعبة مفصليات الأرجل. وتشترك الحشرات مع بقية صفوف شعبة مفصليات الأرجل في الصفات العامة كوجود الهيكل الكايتيني الخارجي وتقسيم الجسم إلى حلقات، والانسلاخ ، وفراغ الجسم الدموي، ووجود زوائد مفصلية إلى غير ذلك .....

تُعد الحشرات أكبر الصفوف التي تنتمي إلى مفصليات الأرجل إذ يزيد عدد الأنواع المعروفة منها على ثلاثة أرباع مجموع عدد الحيوانات جميعها (المملكة الحيوانية) ويعتقد البعض أن هذا العدد لا يمثل في الحقيقة سوى خمس عدد الحشرات التي يحتمل أن توجد فعلاً في الطبيعة. تعتبر الحشرات هي اللافقاريات الوحيدة التي تقوى على الطيران.

وبالإضافة إلى الصفات العامة لمفصليات الأرجل التي سبق الإشارة إليها فإن

*** الحشرات تتميز ببعض الصفات الاخرى وأهمها :**

1. ينقسم الجسم إلى ثلاث مناطق واضحة هي الرأس Head ، والصدر Thorax، والبطن Abdomen ، ويرتبط الرأس بالصدر بعنق غشائي صغير.
2. يتكون الرأس من ست حلقات جنينية ويحمل بعض أعضاء الحس ، وهي زوج من قرون الاستشعار، وزوج من العيون المركبة عادة ، وقد توجد أو لا توجد عيون بسيطة. وقد ينعدم وجود الأعين كما في الحشرات التي تعيش في الكهوف. كما يحمل الرأس أجزاء الفم التي تختلف تبعاً لطبيعة تغذية الحشرة.
3. ينقسم الصدر إلى ثلاث حلقات هي : الصدر الأمامي ، والصدر الأوسط ، والصدر الخلفي. ويحمل الصدر أعضاء الحركة التي تضم ثلاثة أزواج من الأرجل المفصلية (زوج بكل حلقة من حلقات الصدر) ، وزوجين من الأجنحة عادة (يرتبط الزوج الأمامي منهما بالصدر الأوسط ويرتبط الزوج الخلفي بالصدر الخلفي). وقد يختزل عدد الأجنحة إلى زوج واحد فقط وهو الأمامي ليحل محل الزوج الخلفي دبوسا الاتزان.
4. تتكون البطن من عدد من الحلقات (6 -11 حلقة). ولا تحمل حلقات البطن في الحشرات الكاملة في معظم الحشرات زوائد جانبية باستثناء الاقلام الشرجية والقرون الشرجية وأعضاء التناسل الخارجية.
5. يتم التنفس بواسطة القصبات الهوائية في الحشرات الأرضية ، وبالخياشيم في الحشرات المائية ، وعن طريق جدار الجسم الرقيق في الحشرات الطفيلية واطوار الحشرات المائية المعيشة .
6. غالبية الحشرات لها صفة التطور اي ان نموها يمر بمراحل متعددة من البيضة لحين الوصول الى الطور البالغ.

*** أهميـــــة الحشـــــرات** Insect's Importance

اولا : اضرار الحشرات Insects injuries

تسبب الحشرات اضرار مختلفة للانسان وممتلكاتة ومنها الاتي :

A. اضرر الحشرات للمحاصيل والنباتات الاخرى ذات القيمة الاقتصادية :

1. اصابة الاوراق والبراعم والسيقان والقلف والثمار من قبل الحشرات ذوات اجزاء الفم القارض كالجراد بانواعة المختلفة والخنافس مثل خنفساء كولورادو وخنفساء القثاء ويرقات الحشرات التابعة لرتبة حرشفية الاجنحة مثل دودة اوراق اللهانة ودودة ثمار التفاح والرمان .....وغيرها.
2. امتصاص العصارة من الانسجة النباتية المختلفة من قبل الحشرات ذوات اجزاء الفم الثاقبة الماصة Piercing & sucking insects عن طريق ثقب طبقة البشرة للنبات وامتصاص العصير الخلوي مثل انواع المن Aphids والحشرات القشرية Scale insects وانواع البق

Bugs والذباب الابيض White flies مما ينتج عنها تبقع واصفرار الاوراق وتجعدها او احمرار وتشوة الثمار.

3. حفر انفاق او قنوات في القلف او الساق او البراعم من قبل الحفارات Borers مثل خنفساء قلف الفستق او حفار ساق المشمش وكابنودس الفستق والخوخ Peach capnodis وحفار ساق الذرة وحفارات سيقان النخيل ... وغيرها. او عمل انفاق في الثمار والحبوب مثل دودة درنات البطاطا وانواع السوس Weevils التي تصيب الحبوب المخزونة او صانعات الانفاق بين بشرتي الورقة النباتية Leaf miners مثل ناخرة اوراق البنجر السكري وناخرة اوراق الجنار .....وغيرها.
4. احداث تهيج في الانسجة او نموات سرطانية Cancerous growths على النباتات من قبل الحشرات المسببة للاورام Gall insects ومعظمها يتبع رتبة غشائية الاجنحة.
5. مهاجمة الجذور واجزاء الساق تحت سطح التربة من قبل انواع مختلفة من الحشرات مثل الديدان السلكية Wire worms ويرقات الجعال White grubs وبعض يرقات ذباب الجذور Root maggots .
6. اتخاذ بعض اجزاء النباتات كاعشاش لوضع البيض وبالتالي الحاق اضرار بالغة فيها ، فبعض انواع السيكادا Cicada تضع بيضها في النموات النباتية بعمر السنة مما ينتج عنه تشقق في القلف والخشب وموت الاجزاء التي تلي مكان الاصابة ، وبعد الفقس تهاجم الحوريات اجزاء النبات الخضرية الاخرى لتزيد من نسبة الضرر.
7. نقل ونشر الامراض الفايروسية والبكتيرية والفطرية من النباتات المصابة الى السليمة ، ويتم بعدة طرق منها الاتي :
   أ. النقل غير المباشر Passive transmission : عن طريق احداث جروح في النباتات اثناء عملية التغذية او اثناء عمليات وضع البيض مما يسهل من دخول بعض المسببات الممرضة التي لا تنقل عادة بواسطة تلك الحشرات مثل العفن Mold والعفن الطري Rot .
   ب. النقل الميكانيكي المباشر Active mechanical transmission : تحمل بعض الحشرات المسببات الممرضة على اجسامها ثم تنقلها الى الاجزاء الحساسة من النباتات كالمجاميع الزهرية او الى الجروح التي احدثتها مسببات اخرى ، وغالبا ما يتم نقل البكتريا Bacteria والابواغ الفطرية Fungal spores بهذة الطريقة ، فقد وجد ان بعض الابواغ الفطرية ذات قوام لزج او تحمل شحنة كهربائية مغايرة لشحنة شعيرات جسم الحشرة مما يمكنها من الالتصاق بشدة على تلك الاجزاء.

ت. النقل الحيوي Biological transmission : ويتم النقل الحيوي لمسببات الامراض النباتية بعدة طرق اهمها :

i. حمل المسببات الممرضة على جسم الحشرة او داخلة ثم حقنها داخل انسجة النباتات السليمة اثناء التغذية.

ii. توفير الحماية والملجا للمسببات الممرضة داخل اجسامها اثناء الفترات غير المناسبة كالبرودة الشديدة والجفاف او عند قلة العائل الغذائي ، فالبكتريا التي تسبب مرض الذبول خاصة مرض ذبول الذرة البكتيري او ما يسمى بمرض ستيوارت Stewart's disease تمضي طيلة فصل الشتاء داخل القناة الهضمية لبعض الخنافس.

iii. تعد بعض الحشرات مضيفا Host مهما لفترة حضانة او تكاثر المسببات الممرضة او لاكمال جزء مهم من دورة حياتها بحيث يتعذر اكمالة في اي كائن اخر.

ان نقل وانتشار الفايروسات Viruses بواسطة الحشرات يفوق النقل الحشري لبقية المسببات الممرضة الاخرى مجتمعة ، فبعض الفايروسات ينقل ميكانيكيا بواسطة الحشرات ذوات اجزاء الفم القارض والبعض الاخر ينقل حيويا بواسطة الحشرات ذوات اجزاء الفم الثقب الماص مثل انواع البسليد التي تنقل فايروس البطاطا والطماطة الاصفر ، وقفازات الاوراق Leaf hoppers التي تنقل مرض التقزم الياباني Japanese dwarf disease ومرض لفحة القمة Tip burn للبطاطا وفول لبصويا والجت والبرسيم ، وانواع المن Aphids التي تنقل امراض الموزائيك الفايروسية Mosaic s viruses ، وقد وجد بان حشرة من الخوخ الاخضر *Myzus persicae* Sulz. تنقل لوحدها اكثر من 50 مرضا فايروسيا مختلفا للنباتات.

ومن الحشرات الاخرى الناقلة للفيروسات هي انواع البق والذباب الابيض والحشرات القشرية التابعة لرتبة نصفية الاجنحة.

بصورة عامة فان النقل الفايروسي بواسطة الحشرات ذوات اجزاء الفم القارض يعتبر اقل اهمية من الحشرات ذوات اجزاء الفم الثاقب الماص ، فقد لا تنشا حالة الاصابة في النوع الاول نتيجة لجفاف الاجزاء النباتية المتاكلة بسرعة بينما يوفر النوع الثاني من الحشرات الحماية الكافية وضمان ادخال جسيمة الفايروس مباشرة الى داخل الخلايا اثناء امتصاص الحشرات للعصارة النباتية ، وتعتبر حشرات المن وقفازات الاوراق من اهم الحشرات الناقلة للامراض الفايروسية.

B. اضرر الحشرات للانسان والحيوان :

تسبب الحشرات في ازعاج الانسان بعدة طرق منها :

أ. وجودها في المساكن واحداثها اصواتا مضايقة اثناء اوقات استراحة الانسان او عند خلودة للنوم كالطنين Buzzing الذي ينشا من طيرانها.

ب. شم الروائح الكريهة الناتجة من افرازاتها او اجسامها المتحللة او تلك التي تبقى على النباتات اثناء تغذيتها كالفواكة والحبوب مثل خنافس الستافيلينيد Staphylinid والحشرات الصغيرة الاخرى التي تتبع رتبة نصفية الاجنحة او عند سيرها على الاواني وموائد الطعام كالصراصر.

ت. تحدث بعض الحشرات تهيجا والاما اثناء سيرها على الجلد ، وتحمل بعض يرقات التابعة لرتبة حرشفية الاجنحة على اجسامها شعيرات مجوفة سامة مثل يرقة ذات السرج *Sibins stimulea* Clemend. .

ث. وضع البيض على الجسم او الشعر او الريش.

ج. دخولها احيانا لاجزاء الجسم الحساسة كالعيون او الاذان او الانف او دخولها الى الفم مما ينتج عنة احمرار وتقيؤ ، وبعض الحشرات تدخل القناة الهضمية للحيوان وتغزو اليرقات الناتجة معظم اجزاء الجسم محدثة المرض الذي يسمى التنغيف Myiasis كما ان لبعضها اثرا ساما عند تناولها مع الغذاء خاصة البق القارص Pinching bugs .

ح. تحدث بعض الحشرات الاما موجعة للانسان والحيوان اما دفاعا عن النفس او لغرض التغذية عن طريق :

i. عض الجسم Biting بواسطة اجزاء الفم القارضة كما في النمل.

ii. ثقب الجلد والانسجة التي تحتة Piercing بواسطة اجزاء الفم الثاقبة الماصة كما في البعوض وذبابة التسي تسي Tse tse وذبابة الاسطبل Stable fly لغرض التغذية.

iii. لسع الجسم Stinging بواسطة الة اللسع الموجودة في نهاية بطن الحشرة وافراغ السم فية دفاعا عن النفس او الطائفة كما في النحل والزنابير.

iv. امتصاص الدم من جسم الانسان وحيواناتة كما في القمل والبعوض والبرغوث وغيرها.

v. وضع بعض انواع الذباب لبيضها على الجروح الموجودة في الجسم وعند الفقس تبقى اليرقات في موقع الاصابة وتتغذى على الانسجة محدثة التهابات مؤلمة غير قابلة للالتئام.

vi. نقل وانتشار الامراض سواء اكان ذلك بصورة مباشرة ام غير مباشرة ، ومن اهم الامراض التي تنقلها الحشرات هي :

- مرض الحمى التيفوئيدية والباراتيفوئيدية Typhoid & paratyphoid fever وتسببها مسببات ممرضة بكتيرية تنقل بواسطة الذباب من الاماكن الملوثة الى اغذية الانسان.
- مرض الحمى التيفوسية Typhus fever الذي ينشا عن جرثومة الريكتيسيا Rickettsiae ويقوم بنقلها الى الانسان قمل الجسم *Pediculus humanus* .
- الطاعون Plague او يسمى بالموت الاسود Black death وهو مرض بكتيري ينقل بواسطة برغوث الجرذ الشرقي *Xenopsylla cheopis* والانواع الاخرى وقد تسبب في موت 100 مليون نسمة خلال القرن 16 .
- الحمى الصفراء Yellow fever وهو مرضفايروسي ينقل بواسطة البعوض خاصة النوع *Aedes aegypti* L. .
- مرض النوم الافريقي African sleeping sicking وينشا عن البروتوزوا التي تنقل بواسطة ذبابة التسي تسي *Glossina* sp. .
- الملاريا Malaria وتسببها بروتوزوا تصيب المجاري البولية للانسان ، ينقلها اكثر من 85 نوعا من بعوض الانوفيلس ويموت جراء الاصابة بها اكثر من 2.5 نسمة سنويا خاصة في دول العالم الثالث.
- البثرة الشرقية (حبة بغداد) اللشمانيا Leishmaniasis ويسببها نوع من السوطيات الذي ينقل بواسطة ذبابة الرمل *Phlebotomus papatasii* Scop.

C. اضرر الحشرات للمواد المخزونة :

1. اصابة وتلف الحبوب المخزونة من قبل خنافس الطحين الصدئية والمتشابهة والمنشارية وخنافس البقول وانواع السوس وغيرها من الحشرات التي تتبع رتبة غمدية الاجنحة ، وكذلك بعض الحشرات التابعة لرتبة حرشفية الاجنحة مثل فراشة الطحين الهندية *Plodia interpunctella* Hub. .
2. تلف الاخشاب والملابس والادوية من قبل حشرة الارضة Termites .
3. تلف السجاد والفرو والملابس من قبل خنافس السجاد وعث الملابس.
4. تلف الكتب والصور واوراق الجدران Wall paper بواسطة حشرة السمك الفضي Silver fish .
5. اتلاف الاسس الشمعية لخلايا النحل في المخزن وداخل الطائفة من قبل دودة الشمع Wax moth والنمل Ant .

6. اصابة الجلود والسكائر المختلفة بواسطة خنافس التبغ Tobacco beetles .

ثانيا : منافع الحشرات Insects advantages

تناولت الكثير من الدراسات الاهمية الاقتصادية للحشرات من حيث الضرر واغفل البعض الاخر فوائدها العديدة ، وتشير اغلب الدراسات الى ان عدد الانواع الضارة منها في الطبيعة لا يتجاوز 10- 30 الف نوع ، اما بقية الانواع فهي على الاغلب مفيدة او عديمة الضرر على الاقل ، اما اهم فوائدها ماياتي :

1. انتاج الشمع Wax الذي تفرزة الخلايا الغذية لطبقة البشرة الداخلية Hypodermal glands عند الجهة السفلية لبطن شغالة نحل العسل ، ويستخدم شمع النحل في انتاج اجود الشموع عديمة الدخان ومعجون الحلاقة والعازلات الكهربائية.
2. انتاج الشيلاك Shellac من الخلايا الغدية للبشرة الداخلية لبعض الحشرات القشرية الهندية ، والذي يستخدم كدهان لتلميع الاخشاب والمعادن والجلود ولعمل اسطوانات التسجيل كما يستخرج صمغ اللاك من حشرة البق الدقيقي الهندية .*Laccifer lacca* Kerr التي تعيش على اشجار الغابات في الهند وبورما.
3. انتاج الحرير من الغدد اللعابية لبعض يرقات حرشفية الاجنحة خاصة دودة الحرير *Bombyx mori* (L.) والذي يستخدم في غزل اجود انواع الانسجة الحريرية كما تستخدم خيوطة في العمليات الجراحية.
4. انتاج بعض الصبغات مثل صبغة Cochineal القرمزية اللون والتي تستخرخ من بطون الاجسام الجافة لحشرة الصبير القشرية *Dactylopius coccus* (Costa) حيث تستخدم في تزيين بعض المعجنات الغذائية كما ان لها استخدامات طبية في معالجة بعض الامراض مثل السعال الديكي Whooping cough .
5. انتاج العسل Honey من رحيق الازهار وحبوب اللقاح والذي يعتبر مادة غذائية وطبية هامة.
6. تلعب الحشرات دورا بارزا في عملية التلقيح الخلطي للازهار وتعتبر شغالات نحل العسل من اهم الملقحات Pollinators الحشرية المسؤولة عن زيادة نسب الاخصاب وعقد الثمار وانتاج البذور وتحسين نوعيتة.
7. انتاج الاورام النباتية Galls التي تستخدم كمواد دابغة للجلود لاحتوائها على حامض التانيك Tannic acid والذي تتراوح نسبتة 30- 70% في بعض الاورام كما يستخرج منها بعض اصباغ الجلود والشعر والصوف وتمتاز بثبات الوانها عادة.
8. بعض الحشرات تهاجم الحشرات الضارة لغرض التغذية مثل المتطفلات Parasitoids والمفترسات Predators الحشرية وبذلك تقلل من اضرارها.

9. تعتبر الحشرات المائية المائية من اهم المصادر الغذائية للاسماك كما يستخدم بعضها طعوما لصيد الاسماك.
10. تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية كحفر الانفاق وزيادة التهوية او عن طريق زيادة المادة العضوية الناتجة من اجسامها المتحللة.
11. تتخصص بعض الحشرات بالتغذية على الادغال وبذلك تقلل من اضرارها.
12. تساهم بعض الحشرات في تنظيف البيئة من الاجسام الميتة مثل الحشرات الكانسة Scanvengers التي تتغذى على لحوم وعظام الحيوانات الميتة.
13. استخدامها في دراسة العلوم الاخرى كعلم الوراثة مثل ذبابة الدروسوفلا كما ان اساسيات تعدد الاجنة والتوالد اللاتزاوجي (البكري) درست على الحشرات اولا.
14. تستخدم بعض افرازات الحشرات كغذاء للانسان مثل مادة الّمّنا Manna التي تفرزها الحشرات القشرية والمّن والسيكادا خاصة خلال اشهر الصيف الحارة وكذلك مّن السما الذي ينتج عن افرازات الحشرة القشرية *Trabutina mannipara* التي تتغذى على التاماركس وتستعمل افرازات انواع الّمّن في شمال العراق والتي تتغذى على البلوط في صناعة اشهر انواع حلويات مّن السما.
15. العديد من الحشرات يمتلك بعض المكونات الطبية ذات المواصفات العلاجية المهمة مثل :
   أ. مادة Allantoin التي تستخلص من افرازات بعض يرقات الذباب وتستخدم كمادة معقمة للجروح العميقة والتهابات العظام والتقرحات الجلدية.
   ب. مادة Cantharidin التي تستخلص من دم حشرة الذبابة الاسبانية *Lytta vesicantoria* (L.) وتستخدم كعلاج داخلي لامراض الجهاز البولي والتناسلي Urinogenital system
   ت. مادة Apis التي تستخرج من اجسام حشرات النحل وقد استخدمت من قبل عدد كبير من اطباء الباطنية في العالم لمعالجة بعض الامراض الخطيرة مثل مرض الخناق Diphtheria والحمى القرمزية Scarlet fever وداء الاستسقاء Dropsy والتهابات المجاري البولية.
   ث. الغذاء الملكي Royal jelly وهو عبارة عن مستخلصات خارجية لشغالات نحل العسل وهو غني بالفيتامينات خاصة Biotin و Pantothenic acid ويقدم عادة بكميات قليلة لمعالجة حالات انخفاض نسبة الاخصاب عند الانسان.
   ج. يستخدم سم نحل العسل عند اللسع في معالجة التهابات المفاصل والروماتيزم.

*** العوامل التي ساعدت على توزيـــــع الحشرات والانتشـــــار في البيئة :**

Factors Affecting Insects Distribution

إن ظهور الحشرات وتطورها على سطح الكرة الأرضية قبل الإنسان بملايين السنين أتاح لها التعرض للظروف القاسية للعصور الجيولوجية المختلفة التي ساهمت في انتشار الحشرات المبكر وتوزيعها على سطح الكرة الأرضية ففي العصور الجليدية مثلاً تحركت الحشرات باتجاه المناطق الاستوائية وعندما أعقبت تلك العصور عصور دافئة تحركت الحشرات بالاتجاه المعاكس وفي كل مرة تكون الحشرات قد تأقلمت في أماكنها الجديدة فاتسعت بذلك رقعة توزيعها وانتشارها ، وعلى هذا الأساس نجد اليوم أن الحشرات تتوزع في كل مكان تجد فيه الغذاء والملجأ عدا بعض المناطق كأعماق البحار وعليه فان الأنواع المختلفة من الحشرات تتباين في مدى توزيعها وانتشارها استناداً للعديد من العوامل.

1- **الغذاء** (العائل الغذائي) Food : تتباين الأنواع المختلفة من الحشرات في احتياجاتها الغذائية من حيث الكمية والنوعية فمن الحشرات ما يتغذى على النبات أو الحيوان أو المواد العضوية وعليه فان الأنواع ذات المدى الغذائي الواسع أو التي تتغذى على محصول واسع الانتشار سيكون انتشارها واسعاً والعكس يمكن أن يحدث ، فبعض حشرات الحنطة مثلا وهو نبات واسع الانتشار تكون ذات توزيع واسع ايضا. والحشرات الطفيلية اتي تصيب الطيور المهاجرة تكون ذات توزيع واسع جدا يتفق مع توزيع انواع الطيور العوائل نفسها. كما ان تعدد عوائل الحشرة او النباتات التي تتغذى عليها او تخصصها لعائل واحد او نبات واحد لة علاقة بمدى توزيع الحشرة ، فالانواع التي تتغذى على انواع متعددة من الحيوانات او النباتات تتوزع عادة على رقع جغرافية اكبر من تلك التي تتغذى على نوع واحد.

2- **التحمل** Tolerance : الحشرات ذات القدرة على تحمل الظروف البيئية المهمة كالحرارة والرطوبة غير الملائمة أو التي تتمكن من العيش في ظروف ذات مدى واسع من التباين تكون لها القدرة على الانتشار والتوزع في مناطق جغرافية وبيئية واسعة.

3- **القابلية على الحركة والانتشار** Movement Capability : فقابلية نوع الحشرة على الحركة وخاصة الطيران ، فالانواع الكفوءة في عملية الطيران تتوزع على مساحات اكبر من تلك غير الطائرة او ضعيفة الطيران.

تنتشر الحشرات اما بوسائلها الذاتية للحركة كالطيران والجري والسباحة او نقلها بواسطة الانسان او الحيوان (الطيور) او بواسطة عوامل البيئة كالرياح والمياة وغيرها ، فضلاً عن نشاط الإنسان في البيئة والذي كان له الأثر الكبير في نشر وتوزيع الحشرات كما يتضح مما يلي :

أ. وسائل النقل Transportation : ساعدت وسائل النقل الحديثة كالطائرات والقطارات والسيارات والسفن على ربط أنحاء المعمورة مما ساعد على نقل الحشرات بطريقة غير

مقصودة من مواطنها الأصلية إلى بلدان أخرى إما مع النباتات أو بذورها وثمارها وأبصالها أو مع مواد أخرى كالأخشاب والجلود والأصواف والمنسوجات أو مع الحيوانات المصابة.

ب. زراعة المحصول الواحد Monoculture : أدى التوسع في الزراعة وخاصة زراعة المحصول الواحد إلى زيادة انتشار الحشرات نتيجة توفر الغذاء بمساحات واسعة.

ت. تربية النبات Plant Breeding : إن إنتاج سلالات جديدة من النباتات ذات الإنتاجية العالية أدى في كثير من الحالات إلى أن تكون هذه السلالات ضعيفة فتصاب بالحشرات بشدة وذلك لما توفره هذه السلالات من غذاء ذو قيمة عالية يدفعها إلى التكاثر والنمو السريع.

ث. تدخل الإنسان في البيئة Human Activities : إن التغير الحاصل في البيئة جراء تدخل الإنسان بامتلاكه للتقنيات الحديثة وتجفيفه للعديد من البحيرات والمستنقعات وقطع الغابات أدى إلى اختفاء العديد من الحشرات من هذه المناطق وانتقالها إلى البيئات الجديدة التي استحدثها الإنسان.

*** العوامل التي ساعدت الحشرات على النجـــــاح والبقـــــــــاء في البيئة :**

لو تحرينا عن اسباب هذا النجاح لوجدناها في تركيب ومظهر الحشرات وفي حياتيتها وفي عاداتها كما يتبن ذلك فيما يلي :

1. وجود الهيكل الخارجي الصلب Exoskeleton

تمتاز الحشرات بجدار جسمها الصلب الذي يقي اعضاءها الداخلية الحيوية من الاضرار الخارجية ، والاحتفاظ بالماء داخل انسجة الجسم من التبخر نظرا لما يحتوية من طبقات شمعية غير منفذة. وعملية التبخر تكون على أشدها في الحيوانات الصغيرة التي تكون فيها نسبة مساحة سطح الحيوان إلى حجمه كبيرة جدا فعملية التبخر هي وظيفة سطح لا وظيفة حجم ولهذا فإن عامل التبخر كان من الممكن أن يكون مميتا للحشرات برية المعيشة لولا وقاية الهيكل الخارجي . كما يعتبر جدار الجسم الدعامة الرئيسية التي ترتبط بها العضلات الداخلية في الجسم وباكبر مساحة ممكنة تماما كما يفعل الهيكل الداخلي (العظام والغضاريف) في الإنسان والحيوانات الحبلية. ورغم صلابة الجدار ومناعتة فانة لا يعيق الحشرة من الحركة السهلة نتيجة لوجود مفاصل على هيئة اغشية رقيقة ومتينة تربط بين اجزائة الصلبة. هذا وترتبط أعضاء الحس في الحشرة بالهيكل الخارجي فالعيون وأعضاء الشم والتذوق واللمس تقع على أجزاء مختلفة من هذا الهيكل .

2. صغر حجم الحشرة The Small Size

تمتاز الحشرات بصغر حجمها ولو ان بعض الحفريات تشير الى وجود بعض الحشرات الكبيرة الحجم والتي جاوز طولها المتر تقريبا عند فرد اجنحتها كما ان بعض الحشرات العصوية قد يبلغ طولها 25 سم . لكن اغلب الحشرات الكبيرة قد انقرضت انواعها ولم يبق منها الا القليل بحيث كان صغر الحجم هو السائد بين الحشرات. وقد تبلغ الحشرات اطوالا متناهية في الدقة حيث تقاس بالميكرون او اجزاء المليمتر كما هو الحال في بعض انواع الطفيليات التي تتبع رتبة غشائية الاجنحة Hymenoptera . وقد مكن صغر الحجم في الحشرات من معيشة اعداد كبيرة منها في حيز محدود وحاجة قليلة من الغذاء والى مكان صغير تختبئ فيه من الأعداء الحيوية والظروف البيئية القاسية.

3. تباين الحركة Variability of Locomotion

تتميز الحشرات عن غيرها من الكائنات الحية بقدرتها على الحركة بطرق مختلفة فبعضها يمتلك زوجين من الاجنحة الفاعلة التي تمكنها من الطيران والانتشار فهي أقدر على الهروب من أعدائها ومن الظروف غير الملائمة كالازدحام وقلة الغذاء وأنها تستطيع الاستفادة من الغذاء القليل الموزع علي مساحات متباعدة والحشرة المجنحة تتمكن بشكل أفضل من السعي والتفتيش عن الجنس الأخر لغرض التزاوج وعن أماكن مناسبة لوضع البيض وتربية صغارها خاصة في الحشرات التي تختلف بيئة الاطوار غير البالغة فيها عن بيئة بالغاتها. وبعضها يستطيع الجري بسرعة وتستطيع انواع اخرى على القفز والطيران معا او السباحة والجري على اليابسة حسبما اتفق ذلك وهذا يساعد على قدرة أكبر للبقاء.

4. ملائمة اجهزة الحشرات المختلفة Suitability of the Different System

تؤدي الاجهزة المختلفة لاجسام الحشرات وظائفها في سهولة ويسر بعيدا عن التعقيد سواء كانت مائية المعيشة ام على اليابسة. فجهازها التنفسي يمكنها من الحصول على الاوكسجين ويكفل لانسجتها ما تحتاجة دون وساطة كما هو حادث في الحيوانات الاخرى حيث يدخل الدم والانسجة الاخرى في عملية التنفس. كما تحورت بعض الاجهزة التنفسية في الحشرات بما يلائم معيشة الحشرة إن كانت برية أو مائية أو كلا الاثنين معا ، كما تتخلص الحشرة من الفضلات التنفسية بسهولة في وقت وجيز. اما الجهاز العضلي فلتوزيعة وطريقة ارتباطة بجدار الجسم ميزة هامة في تسهيل الحركة ببساطة وكفاءة عالية ، كذلك نوع العضلات المخطط الذي يتسم بسرعة الاستجابة ورد الفعل السريع. تتحور أحيانا تراكيب معينة من الجسم لتؤدي أما وظائف إضافية لوظائفها الأصلية أو لتلائم حياة الحشرة وبيئتها ففي بعض الحشرات المفترسة كعائلة فرس النبي Mantidae وبق الماء الضخم Belostomatidae تحورت الأرجل الأمامية لاداء وظيفة قنص ومسك الفرائس بالإضافة إلى المشي أو تحورت الأرجل للسباحة أو للحفر إضافة إلى وظيفة المشي أي أن العضو الواحد أصبح يؤدي أكثر من وظيفة واحدة ، وتتحور أيضا أجزاء فم الحشرة بما يتفق وطبيعة تغذيتها.

5. التطور الكامل Complete Metamorphosis

تنفرد كثير من الحشرات عن بقية الحيوانات بطريقة نموها فتمر الحشرة بأطوار أربعة مختلفة الأشكال – في حالة التشكل الكامل – وهي البيضة Egg ثم اليرقة Larva وهو الطور المتغذي Feeding stage فالعذراء Pupa وهو الطور الساكن فالحشرة الكاملة Adult وهو طور التكاثر والانتشار وفي هذا النوع من تاريخ الحياة يعتمد النمو الحقيقي علي الغذاء الذي تأخذة اليرقة أما تغذية الطور الكامل – في بعض أنواع الحشرات لا تتغذى الحشرات الكامل – فأنها قد تكون ضرورية لإنضاج البيض أو الحيوانات المنوية ولتوفير الطاقة اللازمة لنشاط الحشرة ومعيشتها لقد مكن النمط من حياة الحشرات إلى أن تعيش اليرقات في معظم أنواع الحشرات في مكان يختلف عن معيشة الحشرة الكاملة وتتناول أغذية مختلفة فيساعد ذلك علي تقليل التنافس بين أطوار الحشرة الواحدة علي الغذاء والمكان فتعيش اليرقة في بيئة تلائم نموها السريع وتعيش الحشرات الكاملة في بيئة أخرى تلائم انتشارها وتكاثرها حيث تكون أكثر قدرة علي التنقل والتفتيش عن أماكن مناسبة لتغذية اليرقات بعد فقس البيض ويساعد الطور الساكن (العذراء) علي تجاوز الظروف البيئية الصعبة وتفادي مهاجمة الأعداء باختباء الحشرة في أماكن محمية في التربة أو تحت قلف الأشجار أو داخل شرنقة تصنعها اليرقة قبل تحولها إلى عذراء . وإذا مرت ظروف غير ملائمة على الحشرة وهي في طور العذراء فإن مدة هذا الطور تطول حتى تمضي الفترة الصعبة فتنجو الحشرة من تلك الظروف .

6. الخصوبة العالية High Fecundity

وخصوبة الحشرة هي كفاءتها لإنتاج أفراد جديدة وهي من العوامل المهمة التي تساعد علي زيادة أعداد الحشرات فملكة الحشرات الاجتماعية كالنمل أو نحل العسل مثلا تضع عدة مئات الألوف من البيض في فترة حياتها وتضع أنثى الذباب المنزلي عدة مئات من البيض طيلة فترة حياتها ولو ضربنا مثلا على الكفاءة التناسلية للحشرات بالذبابة المنزلية لوجدنا أنه لو قدر لأنثى وذكر منه أن يتزاوجا في بداية يناير وينتجا البيض والصغار التي تكبر وتتكاثر من جديد وهكذا ، ولو قدر لكل هذا الإنتاج أن يحيا بأكمله إلى شهر أغسطس من نفس السنة لأصبح عدد هذه الذرية. 191,000,000,000,000,000,000 فردا تكفي لتغطية الكرة الأرضية إلى ارتفاع حوالي (11) سم وبالرغم من خصوبة الحشرات العالية هذه فلا تصل ،عدادها إلى مثل هذه الأرقام لأن العوامل البيئية المتعددة مثل الظروف الجوية والغذاء والمكان اللازمين لمعيشتها والتنافس بين أنواعها المختلفة وضمن أفراد النوع الواحد والأعداء الطبيعية وغيرها، كل هذه العوامل تلعب دورها لحفظ توازن معين لأعدادها ومع هذا فلا تزال أعدادها كبيرة تساهم في انتشار الحشرات ومعيشتها.

7. سرعة تكاثر الحشرات وتنوع أنماطه

Rapidity & Various Types of Insects Reproduce

للحشرات مقدرة كبيرة على التكاثر بإعداد هائلة في زمن قصير، بطرق وأنماط مختلفة تحت ظروف ملائمة أو غير ملائمة وبدرجات متفاوته ، فقد تتكاثر الحشرات جنسياً Sexually بأن تتزاوج الإناث والذكور كي تضع الإناث بيضاً مخصباً يفقس إلى أطوار غير بالغة Immature بإعداد كبيرة حتى يمكنها تعويض ما قد يموت منها نتيجة الظروف غير المواتية التي قد تواجهها أثناء نموها حتى نضجها الجنسي وبلوغها طور الحشرة الكاملة Imago or Adult بإعداد كافية لاستمرارها في الحياة وبقائها. كذلك لبعض إناث الحشرات القدرة على إنتاج البيض أو أفراد خصبة دون التلقيح بواسطة الذكور ويعرف هذا النوع من التكاثر بالتكاثر اللاجنسي (اللاتزاوجي) Asexual reproduction أو التكاثر البكري Parthenogenesis وفي هذا النوع من التكاثر قد تنتج الأنثى إما ذكوراً فقط في بعض الحشرات أو إناثاً فقط في أنواع أخرى أو كلا الجنسين في أنواع ثالثة. وهذا النوع من التكاثر لا يكون دائماً وإنما يحدث فقط تحت ظروف بيئية معينة. كذلك هناك ظاهرة تكاثر الأطوار غير الكاملة Paedogenesis حيث تنتج هذه الأطوار صغاراً من نفس الطور وتكرر الأخيرة نفس الشيء وذلك تحت ظروف معينة ، وعندما تصبح الظروف ملائمة تتحول هذه الأطوار غير البالغة إلى الطور البالغ الذي يتكاثر بعد ذلك طبيعياً. وقد تكون الإناث في بعض الحشرات واضعة للبيض Oviparous أو واضعة لبيض يفقس مجرد وضعه Ovoviviparous أو واضعة للأحياء Viviparous ، كما أن بعض الحشرات تتكاثر خنثوياً Hermaphroditically مثل البق الدقيقي الأسترالي *Icerya purchase* ولكن هذه الأنواع نادرة.

8. دورة الحياة القصيرة Short Life – Cycle

وهذا ما يؤدي إلى إنتاج أجيال عديدة متعاقبة وبسبب قصر دورة حياة الحشرات فأنها تستطيع الاستفادة من الظروف البيئية الحسنة التي تستمر حتى لفترة قصيرة فخصوبة الحشرات العالية وقصر دورة حياتها تؤديان معا إلى تزايد أفراد الأجيال التالية فتنتشر الحشرات لتحتل كل ما يلائمها من بيئات فإذا هلكت من بيئة معينة لسبب ما تستمر في البيئات الأخرى وتستمر أنواعها في الوجود.

9. الإصرار او المثابرة اوالالحاح Persistence

لو راقبنا بعوضة وهي تتغذى على جسم الإنسان تقترب لتتغذى على طعامه أو نحلة تروم ارتشاف الرحيق مثلا نجد كل منها يثابر ويلح ويعود مرات عديد بالرغم من طردها لأخذ غذائها وفي النهاية لابد أن تصل إلى أهدافها إن لم تقتل فتسد حاجتها. وتتصرف الحشرة بنفس الأسلوب في الوصول إلى أهدافها المختلفة سواء كان غذاء أوملجا أو جنسا أو غيرها وما دامت الحشرة قادرة بهذه الطريقة على سد حاجتها فإنها ستعيش وتتكاثر ويستمر نوعها.

وكذلك الذبابة المنزلية *Musca domestica* أوضح مثال على هذه الظاهرة فهي عندما تحوم حول الغذاء فإنه يصعب جداً إخافتها أو إرجاعها عن إصرارها مما يؤمن لها الحصول على احتياجاتها الغذائية والأعداد لأجيالها القادمة أيضاً وقد اشتق الاسم العربي لهذه الحشرة وهو (الذباب) من خاصية إصرارها هذه ، فكلمة ذباب تتكون من مقطعين هما (ذب) أي طرد و (آب) أي عاد فالذباب إذن هو ذلك الكائن الذي كلما (ذب) أو طُرد (آب) أو عاد.

10. السكون والبيات الشتوي والبيات الصيفي Diapause, Hibernation & Aestivation

يساعد السكون والبيات في الحشرات على تحمل الظروف غير المناسبة حيث يسكن أحد أطور الحشرة في الظروف غير المناسبة ولا يتغذى لحين تحسن الظروف مرة أخرى فيعود للتغذية والتكاثر من جديد .

11. قدرة الحشرات على حماية نفسها Protection

من الحشرات ما يعيش مختبئاً في أماكن بعيدة المنال عن أعدائها الطبيعية Natural enemies أو الظروف البيئية غير الملائمة. فهناك حشرات تعيش يرقاتها داخل شرانق Cocoons إما لفترة محدودة كيرقات الغالبية العظمى من الفراشات التي تتحول داخلها اليرقة إلى طور العذراء السابق لطور الحشرة الكاملة أو البالغة Adult. وقد تعيش اليرقة داخل الشرنقة طوال فترة حياتها كما في فراشة الملابس ذات الكيس *Tineola bisseliella* حيث تتحرك اليرقة مصطحبة معها شرنقتها.

كذلك قد تحتمي الحشرات داخل أعشاش Nests فتقوم ببنائها كما هو الحال في الحشرات الاجتماعية Social insects كبعض أنواع النمل Ants والنحل Bees والزنابير Wasps كما أن هناك حشرات أخرى بإمكانها إفراز مواد طاردة أو قاتلة لأعدائها الطبيعية مثل المواد السامة التي تحقنها نحلة العسل بواسطة أجهزة لسعها Stings في أجسام أعدائها.

الهيكل الخارجي أو جدار الجسم في الحشرات

Insect Exoskeleton, Integument or Body-wall

يعمل جدار الجسم في الحشرات كهيكل خارجي يقابل الهيكل الداخلي أي الهيكل العظمي في الفقريات ، ومن وظائفه :-

1. صيانة الأعضاء الداخلية للحشرة.
2. التقليل من فقد ماء الجسم.
3. استقبال المؤثرات الخارجية بما يحمله من شعرات وأعضاء حسية.

*** يتكون جدار الجسم من ثلاث مناطق رئيسية هي :**

1. طبقة الكيوتكل Cuticle الذي يوجد داخله جهة فراغ الجسم طبقة واحدة من الخلايا.
2. طبقة البشرة الداخلية Hypodermis.
3. الغشاء قاعدي Basement membrane.

أولاً : طبقة الكيوتكل (الجليد) Cuticle

يتكون من مواد كيميائية تفرز بواسطة خلايا البشرة الداخلية ، وهو يتكون من مادة شديدة الثبات ناتجة من اتحاد الكايتين Chitin مع البروتين Protein بنسبة معينة. والكايتين عبارة عن سلاسل من عديد من وحدات الاسيتيل كلوكوز أمين N-Acetyl Glucose Amine تشبه سلاسل السليلوز أما البروتين فيتكون من :

1. بروتينات قابلة للذوبان في الماء تسمى Arthropodin.
2. وبروتينات لا تذوب في الماء تسمى Sclerotin.

ويشتمل الكيوتكل على طبقتين أساسيتين ترتيبهما من خارج الجسم إلى جهة فراغه الداخلي كما يلي :-

1. طبقة الكيوتكل السطحية Epicuticle

وهي طبقة رقيقة جداً يبلغ سمكها 1-4 ميكرون ولا تحتوي على الكايتين ولكنها تتكون اساسا من البروتين الدهني Lipoproteins ويعزى لهذة الطبقة خاصية منع تبخر ماء جسم الحشرة لانها غير نفاذة للماء ، وهي تتكون في بعض الحشرات من أربع طبقات مرتبة من الخارج إلى الداخل كما يلي :

أ) الطبقة الاسمنتية Cement layer : تفرزها غدد البشرة وهي غير معروفة التركيب في أغلب الحشرات لكنها في الصرصر الأمريكي تكون عبارة عن مادة راتنجية Fesinous تشبه مادة الشيلاك Shellac.

ب) الطبقة الشمعية Wax Layer : تتكون من الشموع Waxes التي تختلف في درجة انصهارها باختلاف الحشرات وهي المسؤولة عن خاصية مقاومة جدار الجسم للابتلال بالماء Water proofing.

ج) طبقة عديدة الفينولات Polyphenol layer : وهي تتحول إلى غروية بالتأكسد واسمها يدل عليها فهي تتكون من مركبات عديد الفينولات.

د) طبقة الكيوتكيولين Cuticulin Layer : تتكون من بروتين دهني Lipoprotein ويوجد بها البروتين المتصلب Tanned protein الموجود في طبقة الكيوتيكل الخارجية Exocuticle التالية.

2. طبقة الكيوتكل الأولي (البروكيوتكل) Procuticle

وهي تلي طبقة الكيوتكل السطحية إلى الداخل جهة فراغ الجسم وهي تكون حوالي 95% من سمك الكيوتكل يصل سمكها 200 ميكرون ، وهي الجزء الذي يحتوي على مادة الكيتين. الكيوتكل الأولي المفرز حديثاً يكون رخواً فاتح اللون ثم يتعرض الجزء الخارجي منه لعملية التصلب Sclerotization بينما لا تحدث هذه العملية في الجزء الداخلي.

وبذلك يتميز **الكيوتكل الأولي** إلى طبقتين هما :-

أ) طبقة الكيوتكل الخارجية Exocuticle

وهي اسمك من الطبقة الاولى واصلب منها وقاتمة اللون كما تكثر فيها الصبغات مثل الكاروتين Carotin والميلانين Melanin وتتركب أساساً من البروتين المتصلب Tanned protein أو Sclerotin والذي فيه ترتبط سلاسل البروتين جانبياً بجزيئات الكينون Quinine والذي يعزى إليه صلابة الكيوتكل.

ب) طبقة الكيوتكل الداخلية Endocuticle

وهي تلي الطبقة السابقة للداخل جهة فراغ الجسم كما انها اكثر ليونة من طبقة الكيوتكل الخارجي لاحتوائها على نسبة عالية من الكايتين فيها وتتكون أساساً من البروتين الدهني الرخو Soft lipoprotein (ويوجد بها نوعي البروتين الأرثروبودين Arthropodin غير المتشعب السلسة والريزيلين Resilin ذو السلاسل الثلاثية التشعب والأخير إسفنجي القوام ويكثر بصورة نقية في مناطق تمفصل الأجنحة مع الصدر وغيرها كي يزيد من مرونتها) ، وقلة ترسب المواد الصلبة والصبغات فيها. وهذه الطبقة أسمك وأفتح لوناً من الطبقة السابقة وتظهر فيها طبقات عرضية فاتحة متبادلة مع طبقات أدكن منها لوناً.

ويتخلل طبقة الكيوتكل الأولي قنوات دقيقة حلزونية الشكل تعرف بالقنوات المسامية Pore canals وهي تمتد عمودياً من طبقة خلايا البشرة الداخلية وتنتهي أسفل طبقة الكيوتكل السطحية Epicuticle ، ولكن لا تفتح الى الخارج. وفي بعض الحشرات تتفرع النهايات الطرفية للقنوات المسامية تفرعاً شجيرياً. ووظيفة هذه القنوات فهي تعتبركوسيله لنقل المواد اللازمه لتصلب الكيوتكل السطحي من خلايا البشرة الداخلية ، كما تنقل أيضاً إنزيمات الأكسدة والمواد البروتينية اللازمة لتصلب جدار الجسم، ويعتقد البعض انها في الجليد التام التكوين تكون بمثابة الرباط بين تحت البشره والجليد، وتمتاز هذه القنوات بكثرة عددها فقد يخرج من كل خليه من خلايا تحت البشره من (50 – 70) قناة ثقبيه كما في يرقة ذبابة اللحم. ويوجد بين طبقتي الكيوتكل الداخلي والبشرة الداخلية طبقة رقيقة محببة غير متميزة إلى ألياف أو طبقات تسمى Subcuticle أو Schmidt's تبعاً لاسم مكتشفها ويحتمل أنها تمثل طبقة الكيوتكل الداخلي في طور التكوين.

ومن المهم أن نشير هنا إلى أن كل الأعضاء والتراكيب التي توجد في أي حشرة تكون مغطاة أو مبطنة بطبقة من الجليد ماعدا منطقة المعي المتوسط حيث تحدث عملية الإمتصاص.

وللجليد عدة **وظائف** من أهمها :

1. يحدد شكل جسم الحشره حيث يمثل الهيكل الخارجي لها، كما انه يساعد العضلات في حركة الزوائد المفصليه، كما تعمل الانبعاجات الداخليه من الجليد كموضع لاتصال العضلات ودعامات داخليه هيكليه لجسم الحشره.
2. يكون اجنحه الحشره وبذلك تساعد في عملية الطيران بطريقه غير مباشره.
3. يقوم بوقاية او حماية الحشره من اعدائها كالمفترسات او المتطفلات والظروف الطبيعيه البيئيه غير الملائمه، كما ان وجود الجليد في المعي الامامي والخلفي يحمي طبقة الخلايا الطلائيه من الاحتكاك بالطعام.
4. تقوم الطبقه الشمعيه بالجليد بالمحافظه على المحتوى المائي لجسم الحشره.
5. تعمل بعض الاجزاء المتحوره من الجليد كاعضاء للحس وقد يوجد لها تراكيب طبيعيه خاصه بانتاج الضوء.

تتواجد عادة مناطق غشائيه مرنه في الجليد Cuticle تخلو من الجليد الخارجي لتعطي بعض المرونه في حركة الاجزاء المتصلبه من الجليد الخارجي والتي تعرف بالصفائح Sclerites ، ويتوقف مدى حركة هذه الصفائح على المساحات الغشائيه وطريقة التمفصل بين هذه الصفائح المتصلبه. فمثلا في حلقات البطن تكون الاغشيه واسعه الامتداد وبالتالي تكون ذات حركه واسعه. غالبا ما تتصل الصفائح المتصلبه مع بعضها في مفاصل Joints اما ان تكون ذات نتؤ مفصلي واحد Monocondylic articulation او ذات نتوئين مفصليين Bicondylic articulation تبعا لوجود نقطه او نقطتين للتمفصل. والتمفصل ذو النتوء الواحد مثل اتصال قرن الاستشعار بالراس يكون اوسع حركه من ذات النتوئين مثل تمفصل عقل الرجل ، وقد تكون سطوح التمفصل داخليه Intrinsic كما في عقل الرجل او قد تكون خارجيه Extrinsic كما في تمفصل الفكوك العليا مع الراس.

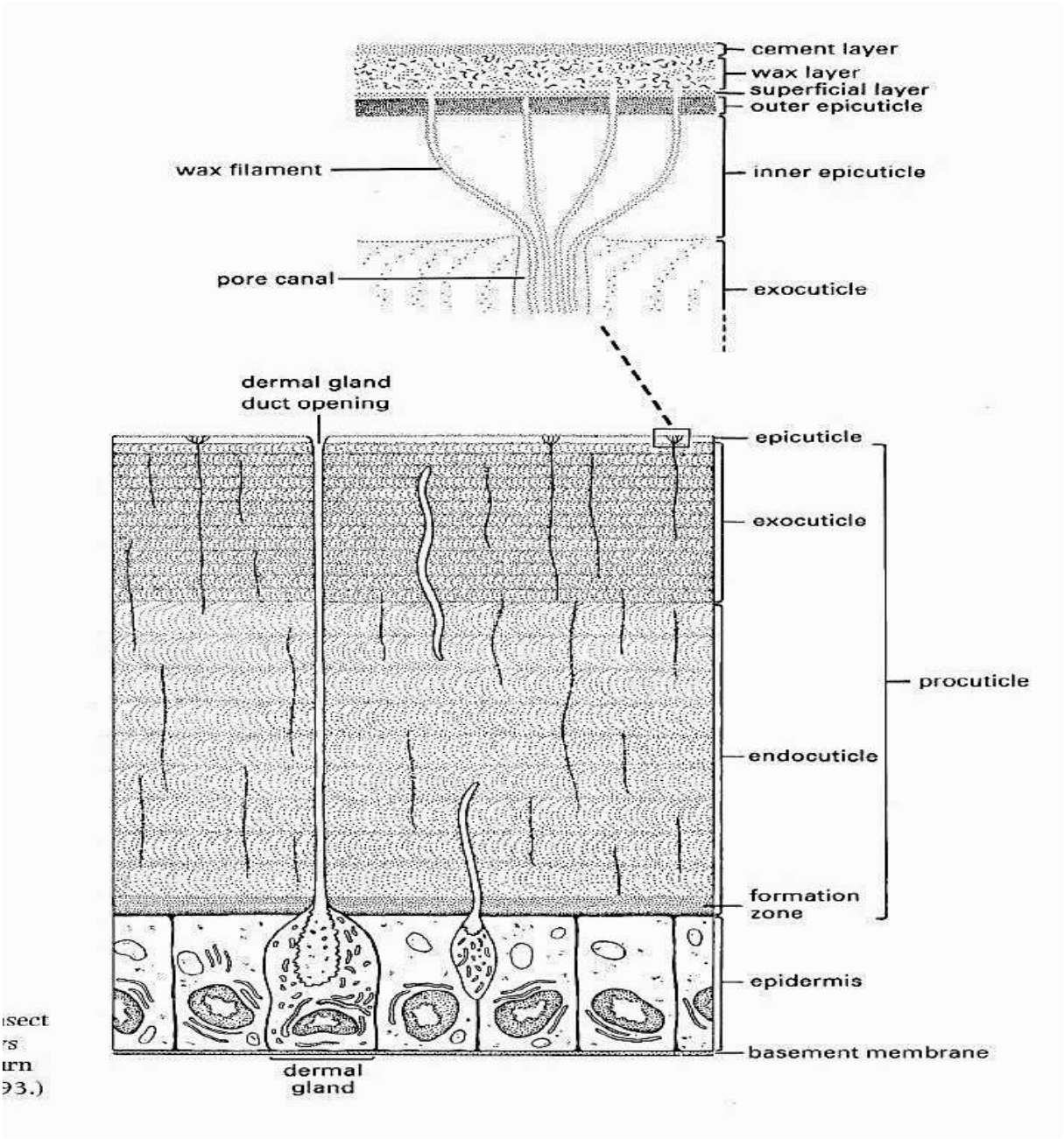
ويغيب الجليد الخارجي من خطوط الانسلاخ Ecdysial line ويتكون الجليد على طول هذه الخطوط من جليد اولي فقط وجليد سطحي وعلى ذلك فان هذه الخطوط تكون ضعيفه ينشق فيها الجليد في عملية الانسلاخ.

يبقى الجليد الاولي Procuticle مرنا غير مميزا الى طبقاته في اليرقات مما يسهل نموها اضافة الى اكساب اجسامها مرونه في حركتها اثناء الزحف.

ويهضم سائل الانسلاخ الجليد الاولي غير المتصلب او الجليد الداخلي عند كل انسلاخ ولكنه لا يؤثر على الجليد الخارجي المتصلب ولذلك فيمكن ان تستفيد اليرقه باكبر قدر ممكن من الجليد الاولي في الانسلاخات المتعدده، وفي بعض الحالات الشاذه للاطوار الكامله لحشرات رتبة ذات الذنب القافز Collembola حيث يستمر حدوث الانسلاخ في اطوارها الكامله ونجد ان الجليد في مثل هذه الحالات

يتكون غالبيته من جليد اولي تستفيد منه الحشره في تكوين جليدها الجديد علاوة على عاداتها في اكلها للجليد المنسلخ.

ينبعج الجليد للداخل في صورة اذرع تعمل كمراكز للاتصال العضلي وحماية وتقوية لبعض الاعضاء الهامه في الراس او الصدر.



Figures. The general structure of insect cuticle; the enlargement above shows details of the epicuticle.(After Hepburn 1985; Hadley 1986; Binnington 1993).

جدار الجسم أو الجليد Body wall or Integument

ثانياً : طبقة خلايا البشرة الداخلية (الهيبودرمس) Hypodermis

وهي الغلاف الخلوي الخارجي لجدار جسم الحشرة والواقع تحت الجليد ، وهي عبارة عن طبقة واحدة من الخلايا سميكة مرنة يصعب تمييز الفواصل بين خلاياها ترتبط مع بعضها باغشية غاية في الدقة تعرف Desmosomes وتبرز من خلايا تحت البشرة امتدادات سايتوبلازمية Cytoplasmic processes خاصة اثناء فترة الانسلاخ على شكل قنوات ثقبية Pore canals تفتح على سطح الجليد وغالبا ما تنسحب هذة الامتدادات السايتوبلازمية الى الداخل عند تمام تكوين الجليد. وهي الخلايا التي تفرز الكيوتيكل وسائل الانسلاخ وقد تتحور بعضها إلى أعضاء حس Sense organs لاتصالها بالجهاز العصبي وقد تتحور الى خلايا غدية تفرز مواد معينة مثل سائل الانسلاخ والجليد الحديث والافرازات التي تساعد على التئام الجروح ، او قد تتحور الى غدد تحيط بالثغور التنفسية Peristigmatic glands وتفرز مادة تمنع دخول الماء الى الجهاز القصبي كما في يرقات ذات الجناحين أو إلى خلية خاصة لتكوين الشعرة الحسية تسمى Trichogen وأخرى خاصة لتكوين الغلاف المحيط بقاعدة هذه الشعرة تسمى Tormogen .

وكذلك قد يكون لها دور في الإخراج التخزيني للمواد النيتروجينية التالفة Storage excretion.

وهناك خلايا تنشأ من خلال البشرة الداخلية وتبقى قريبة منها تسمى الخلايا النبيذية Oenocytes وهي كبيرة الحجم توجد في مجموعات ويزيد عددها اثناء عملية الانسلاخ ومن المحتمل أنها تختص بإفراز مواد تدخل في تكوين طبقة الكيوتكل السطحي (الابيكوتيكل) كالبروتين الدهني أو الشمع.

ومن أهم وظائفها :

1- إفراز طبقة الجليد 2- إفراز سائل الإنسلاخ

3- تساعد على إلتئام الجروح 4- تمتص نواتج هضم الجليد القديم

وترتكز خلايا البشرة على غشاء رقيق غير خلوي يعرف بالغشاء القاعدي.

ثالثاً : الغشاء القاعدي Basement membrane

وهو يحد طبقة خلايا البشرة الداخلية من الداخل ويفصلها عن فراغ الجسم ، وتتصل به عضلات الجسم لذلك فإنه يكون مستمراً مع الأغشية العضلية Sarcolemma ، وتنتهي عنده القصيبات الهوائية Tracheoles.

*** زوائد ونتوءات وبروزات جدار الجسم (الخلوية وغير الخلوية)** Integument Processes

من اهم مايميز جدار الجسم في الحشرات انقسامه الى العديد من الصفائح المختلفة الاشكال وحمله للعديد من الزوائد والنموات الكايتينية الخارجية ولهذه التراكيب اهمية بالغة عند تقسيم وتصنيف الحشرات.

وتسمى المساحات الصلبة بجدار الجسم بالصفائح ويفصل الصفائح عن بعضها كالدرقة والشفة العليا انتثناءات من جدار الجسم او خطوط من الاغشية الضعيفة (تنشأ من مناطق ضعف في الكيوتيكل نتيجة

غياب طبقة الكيوتيكل الخارجي) يطلق على هذا الجدار الدروز Sutures وقد تنقسم الصفائح الرئيسية بواسطة ادراز الى صفائح ثانوية مثلما تنقسم الدرقه بدرز عرضي الى درقة امامية واخرى خلفية وقد تلتحم الصفائح فتتلاشى الادراز كإندماج الجبهة بالجمجمة في الجراد.

* تسمى خطوط أو دروز الانسلاخ Ecdysial lines حيث تنشق عندها طبقة الكيوتكل السطحي بعد هضم الكيوتيكل الداخلي أثناء الانسلاخ.

* كذلك توجد خطوط تنشأ نتيجة انبعاجات من جدار الجسم الداخلي تعرف بالدروز Sutures.

* تسمى النموات الداخلية الناتجة عن هذه الانبعاجات بالنتوءات الداخلية أو الأبوديمات Apodemes، قد تظهر بشكل مخروطي أو أنبوبي ، هذه الحالة تبدو خارجياً على سطح الجسم بشكل نقر Pits ، فائدة هذه الأبوديمات أنها تعمل كنقاط ارتكاز Attachment أو انغماد Msertion لعضلات الجسم الداخلية.

* **يحمل السطح الخارجي لجدار الجسم** زوائد أو نتوءات مختلفة تظهر على شكل تجمعات أو شعيرات أو حراشف.

1. الزوائد الكايتينية Cuticular appendages :

هي تراكيب كايتينية دقيقه تتصل بجدار الجسم بواسطة حلقة غشائيه تفرزها خلايا متخصصه في طبقة البشرة الداخيلة وهذه الزوائد اما :

أ. بسيطة التركيب وتسمى الشعيرات المتحركة Setae التي تظهر بإمتداد خارجي مجوف من جذر الجسم يتحرك على غشاء مرن بنتؤ في تجويف عند قاعدة الشعيرت يطلق عليه التجويف الـشعري.

وتتنوع اشكال الشعيرات المتحركة في الحشرات حيث تظهر شعيرات كأسية متفرعة كما في النحل او قد تتفلطح وتتصل بجدار الجسم ويطلق عليها الحراشيف Scales التي تغطي اجنحة وبعض اجزاء الفراشات وابي الدقيقات .

وقد تتصل الشعيرات المتحركة داخليا بالجهاز العصبي لتصبح ضمن الشعيرات الحسية Sensory التي تختص بإستقبال المؤثرات الخارجية.

ب. المهاميز المتحركة Spurs التي تنتشر على ارجل العديد من الحشرات مثل الجراد ، وتختلف عن الشعرات بانها تتكون من عدد من الخلايا Multicellular وتختلف عن الاشواك بكونها متمفصلة مع جدار الجسم.

2. البروزات الجليدية Cuticular processes توجد على جدار الجسم وتتصل بة اتصالا قويا ثابتا فلا تتحرك لعدم وجود اغشية مفصلية Articular membranes وهذا ما يميزها عن الزوائد الجليدية Cuticular appandages ، والانواع الرئيسية من البروزات الجليدية هي :

أ. الشعرات الثابتة Microtrichia or Fixed hairs برزوات صغيرة شبيهة بالشعر وتوجد على اجنحة بعض الحشرات من رتبة ذات الجناحين ورتبة Mecoptera .

ب. الاشواك Spines نموات خارجية شبيهة بالاشواك وتنشا من جدار الجسم وتتالف من خلايا البشرة والجليد الذي يغطيها وهي غير قابلة للحركة.

توجد بروزات جليدية اخرى تاخذ اشكالا مختلفة فقد تكون على شكل مخاريط Conical او حلمات Tubercles وقد تبدو بشكل امتدادات كبيرة تشبة القرون Horns وتشترك جميعها في صفة الاتصال الثابت او غير المتحرك مع جليد الجسم.

3. النموات الداخلية Internal processes وتعرف بالاذرع Apodemes وتتكون نتيجة انبعاج جدار الجسم الى الداخل وتعمل كمراكز لاتصال العضلات ويظهر اماكن هذة الانبعاجات على السطح الخارجي لجار الجسم على هيئة نقر Pits او دروز Sutures .

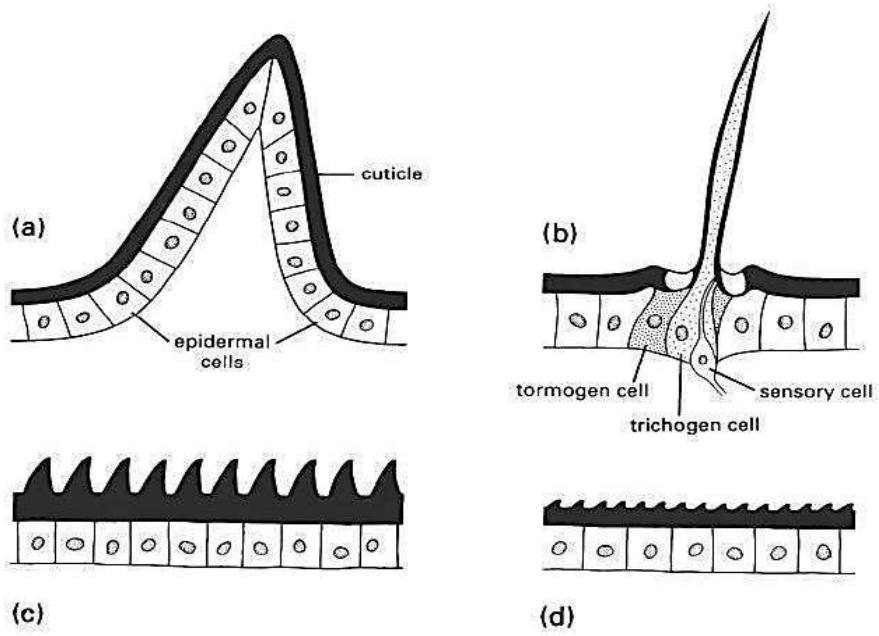
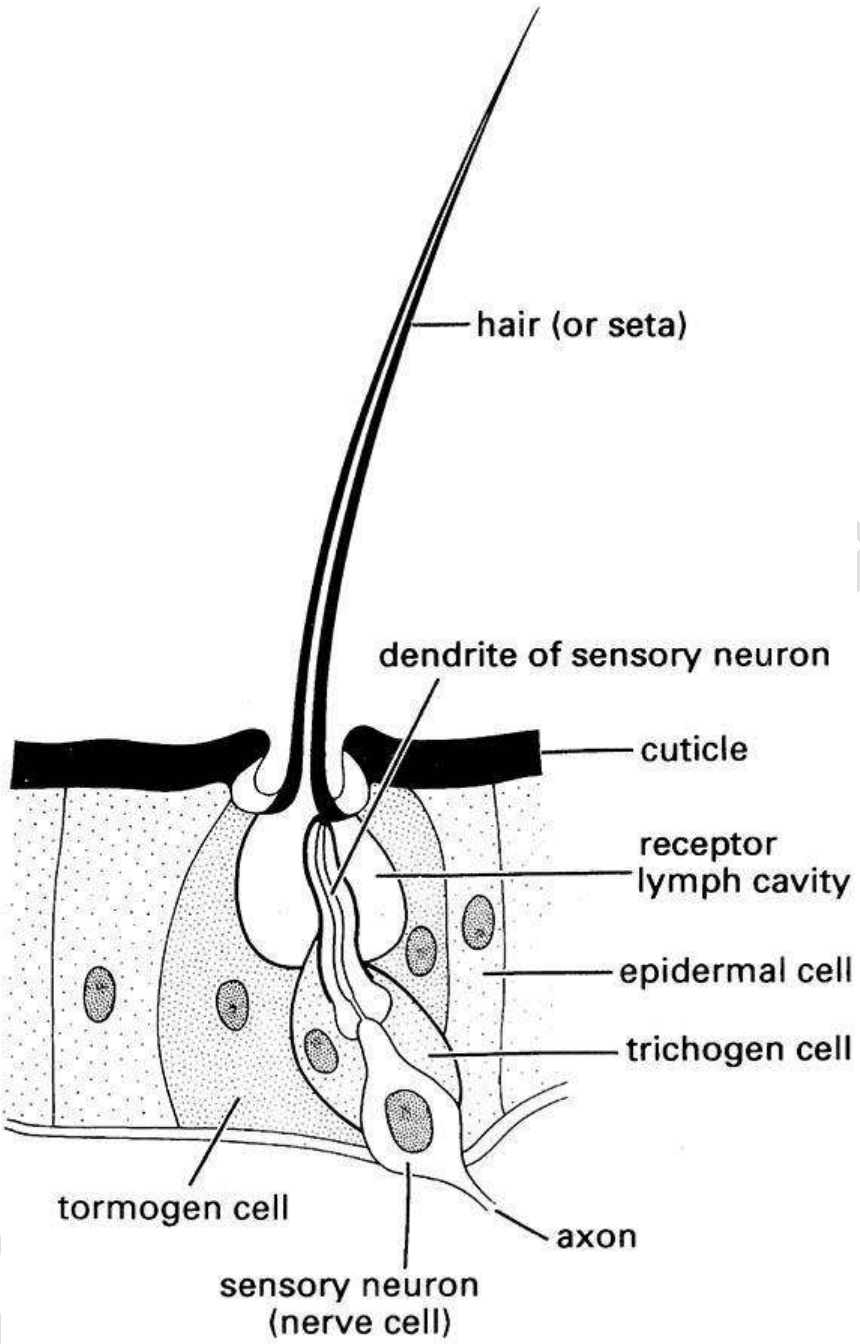
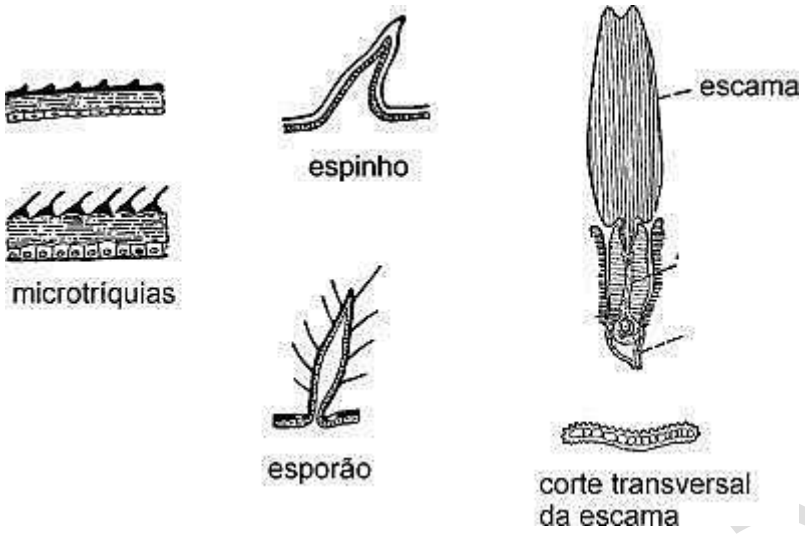


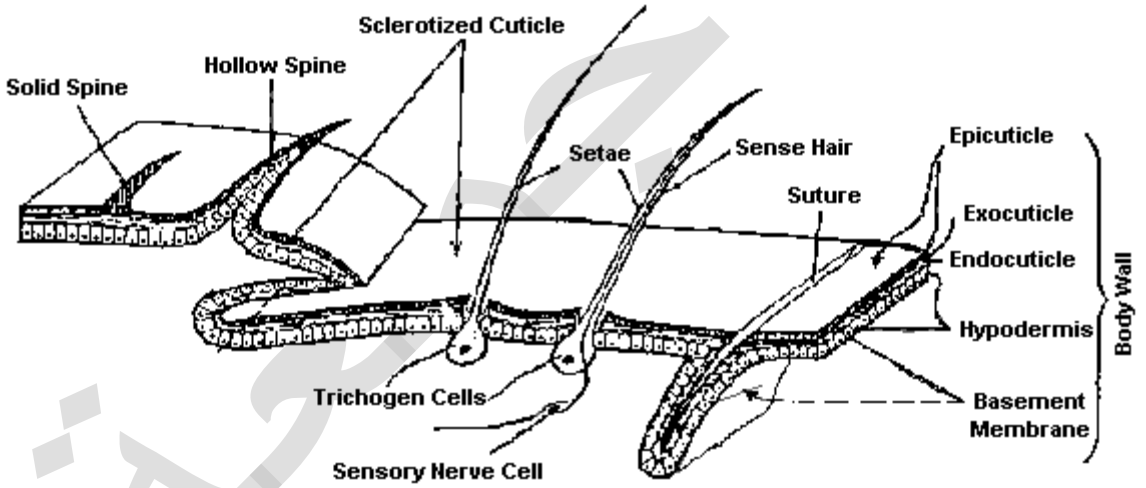
Fig.The four basic types of cuticular protuberances:(a) multicellular spine;(b) a seta, or trichoid sensillum; (c) acanthae; and (d) microtrichia. (After Richards & Richards 1979).



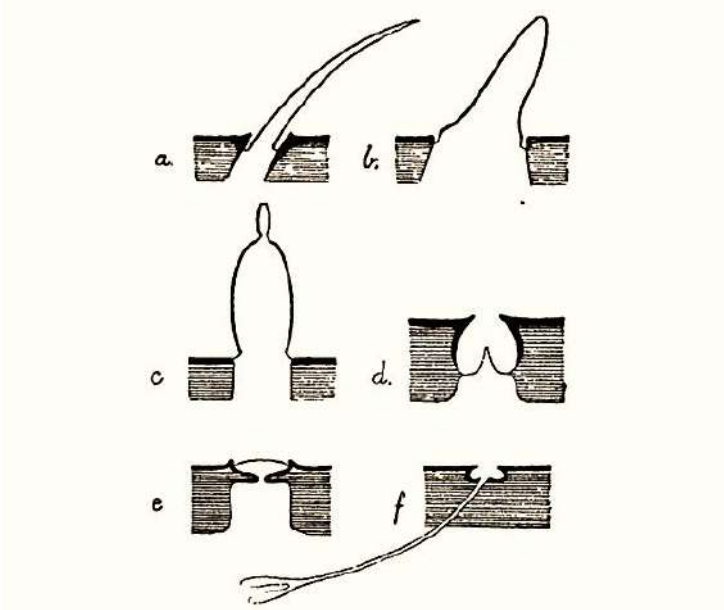
Figures. Longitudinal section of a trichoid sensillum showing the arrangement of the three associated cells.(After Chapman 1991).



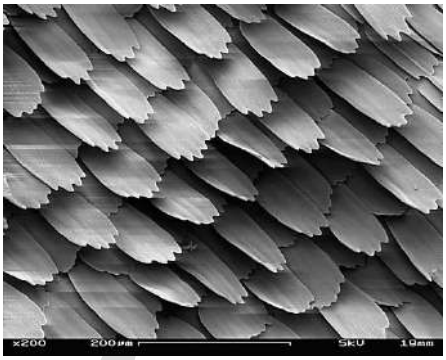
انواع الشعيرات في جدار الجسم



انواع الشعيرات في جدار الجسم



Cuticular Portions of Sensillæ of Various Types
a., trichoid; *b.*, basiconic; *c.*, styloconic; *d.*, coeloconic; *e.*, placoid; *f.*, ampullaceous. From Imms.



الحراشف Scales

*** التلوين في الحشرات** : Colouration

يمكن تقسيم لون الحشرات إلى :

أ- الألوان الكيميائية : وهي نتيجة لوجود مواد ذات تركيب كيميائي معين لها القدرة على إمتصاص بعض موجات الضوء وعكس البعض الآخر وتنشأ هذه المواد غالباً من عمليات التحول الغذائي أو تكوين مواد إخراجية وتشمل اللون الأسود والبني والأصفر والبرتقالي.

ب- الألوان الفيزيائية : وهي تحدث نتيجة لحدوث إنعكاسات ضوئية على بعض أجزاء جسم الحشرة ومثال ذلك اللون الأبيض.

ت- الألوان الكيميائية والفيزيائية : وهي تحدث نتيجة لبعض التحورات التركيبية مضافاً إليها طبقة من الصبغة. مثال ذلك اللون الأخضر الزمردي والذهبي.

تحليق (تعقيل) مناطق الجسم في الحشرات

Metamerism or Segmentation of Insect Body Regions

1. تتكون كل حلقة من حلقات الجسم من صفيحة ظهرية تعرف بالترجه Tergum وجمعها Terga تتصل بصفيحة أخرى سفلية تعرف بالاسترنه Sternum وجمعها Sterna عن طريق مناطق غشائية تعرف بأغشية البلورا pleuron وجمعها pleura
2. تتصل الزوائد Appendages التي قد توجد على الحلقة إما بالمنطقة المحصورة بين الترجه والبلورا وتسمى هذه المنطقة Trego-Pleural Region كما هو الحال في إتصال الأجنحة بالصدر، وقد تتصل بالحلقة عند المنطقة المحصورة بين الاسترنه والبلورا وتسمى Sterno-Pleural Region كما هو الحال في اتصال الأرجل بالصدر أيضاً.
3. يعتبر وجود أغشية البلورا المرنة بين الترجات والاسترنات هام جداً في تسهيل الحركة وإكساب الجسم المرونة الكافية حتى يمكنه أن يتمدد أو ينثني خاصة عند امتلاء البطن بالغذاء أو بطن الأنثى بالبيض.
4. علاوة على أغشية البلورا يوجد نوع آخر من الأغشية المرنة تصل بين الصفائح الترجية الظهرية بعضها ببعض والاسترنيه بعضها ببعض في حلقات الجسم المتتالية ، تعرف هذه الأغشية بأغشية بين الحلقات Inter Segmental Membranes وعن طريق هذه الأغشية يمكن لحلقات الجسم أن تتداخل مع بعضها البعض تلسكوبياً وذلك بانثناء هذه الأغشية فتقصر البطن أو بفردها فتطول عند الحاجة.
5. يؤدي اتصال الصفائح الصلبة القوية لحلقات الجسم بعضها البعض عن طريق هذه المناطق الغشائية المرنة ، إلى اكتساب الحشرات لإمكانية تغير ليس فقط أحجامها بل أيضاً أشكال أجسامها عند الحاجة ، فمثلاً يمكن للحشرة أن تجعل جسمها مفلطح إذا ما أرادت المرور خلال أضيق الشقوق Cervices أو أصغر الفراغات Spaces.

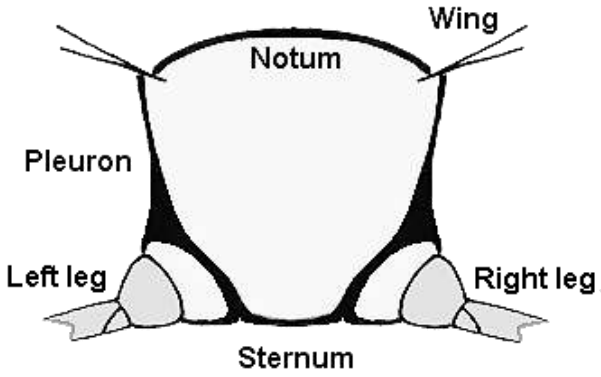
يتركب جسم الحشرة في الحالة المثالية من 20 حلقة تندمج الستة الأولى منها معاً بعد انتهاء المرحلة الجنينية لتكون الرأس Head بينما تظل الثلاث حلقات التالية متميزة عن بعضها البعض لتكون منطقة الصدر Thorax وكذلك أيضاً الإحدى عشر الأخيرة لتكون منطقة البطن Abdomen.

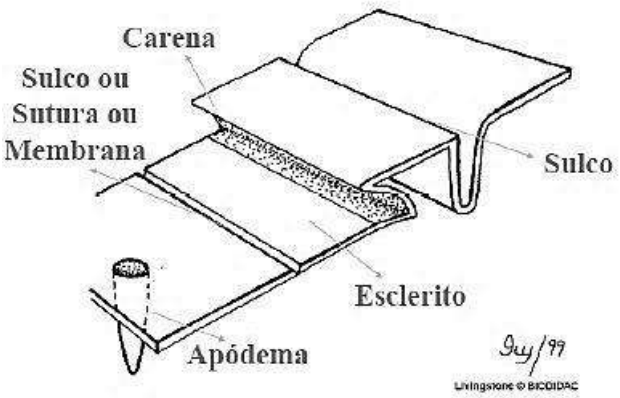
*** مناطق جسم الحشرة** Body regions of the insect

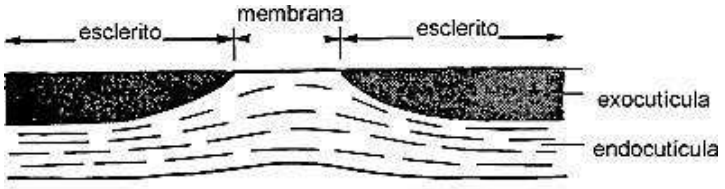
يتكون جسم الحشرة من حلقات عددها عشرون وهذه الحلقات تتجمع لتكون ثلاث مناطق رئيسية هي :

1. **الرأس** Head ويتكون من ستة حلقات مندمجة .
2. **الصدر** Thorax ويتكون من ثلاث حلقات.
3. **البطن** Abdomen ويتكون من إحدى عشر حلقة.

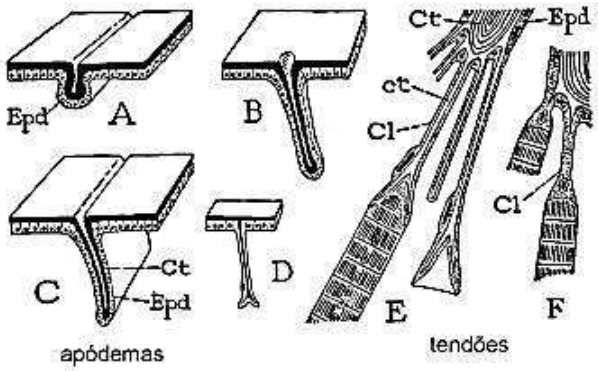
ويتصل بكل حلقة من حلقات الجسم زوج من الزوائد يكون واضحاً في الجنين ولكن تختفي أو تختزل بعض هذه الزوائد بعد خروج الحشرة من البيضة.



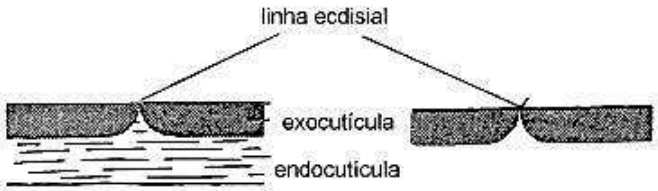




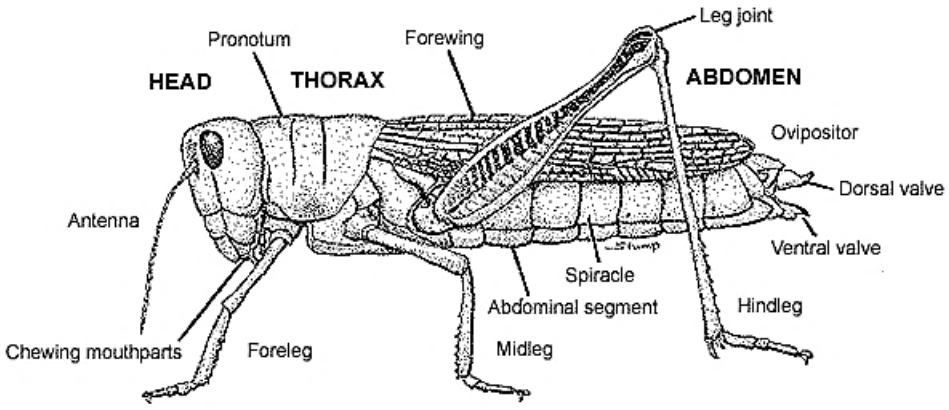
Áreas membranosas (flexíveis) e endurecidas (escleritos) da cutícula

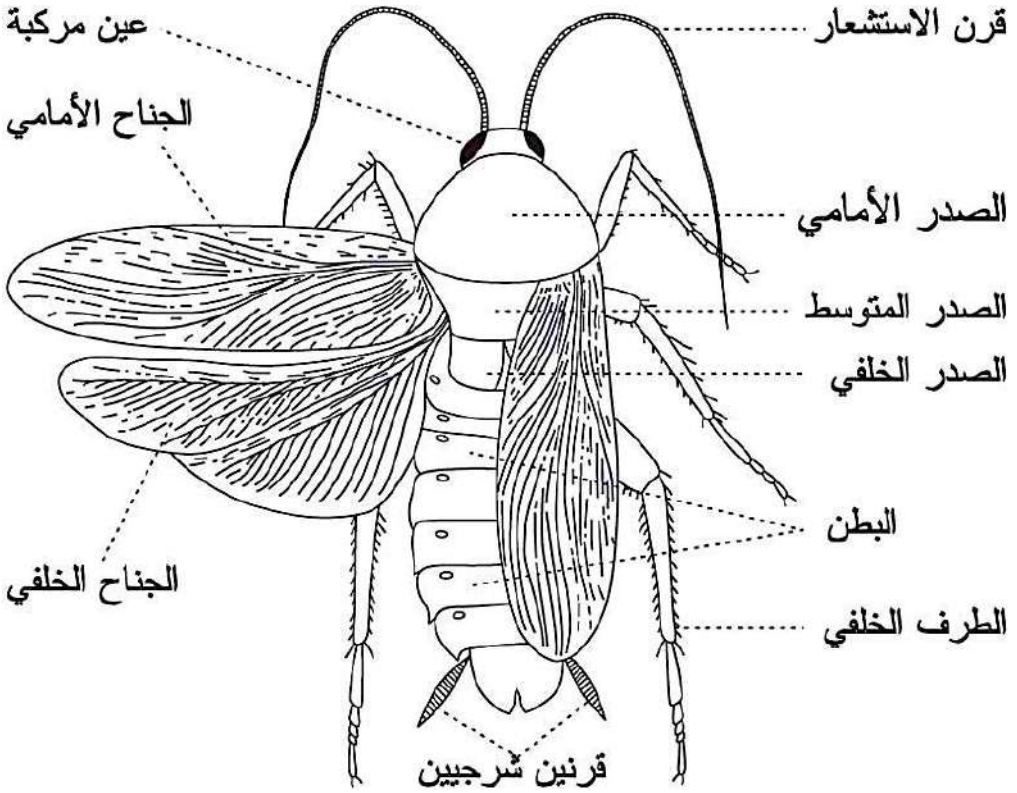


Estruturas internas do exoesquelo



Linha mais fraca da cutícula, onde ela se rompe durante a muda





مناطق الجسم في الحشرات

الرأس وزوائده Head and its appendages :

يتركب رأس الحشرة من عدد من الصفائح تكاد تلتحم بعضها ببعض تماماً ليتكون غلافاً متماسكاً صلباً يعرف بـ علبة الرأس تحمي الأجزاء التي في داخلها وأهمها المخ. وهناك صعوبة كبيرة جداً في تمييز عدد حلقات الرأس الستة لأنها إندمجت مع بعضها ولكن يمكن تميزها في الأطوار الجنينية. ويفصل الرأس عن الصدر جزء غشائي رقيق هو العنق ويشتمل على صفائح مزدوجة تعمل كنقطة إتصال أو إرتكاز بين الرأس والصدر الأمامي. ويحمل الرأس أعضاء الحس وهي زوجاً من قرون الإستشعار وزوجاً من العيون المركبة وقد توجد عيون بسيطة، كما يحمل أجزاء الفم.

علبة الرأس Head capsule : تتركب علبة الرأس من الصفائح الآتية :

أ- من السطح العلوي أو الأمامي :

1- الجمجمة Epicranium : وهي عبارة عن المنطقة الظهرية من الرأس وتغطي الرأس من أعلى وتمتد إلى الخلف حتى منطقة الثقب المؤخري ، ويقسم الجمجمة – في أغلب الحشرات – في الوسط الدرز الجمجمي الذي يتفرع إلى فرعين يتجهان إلى الأمام أو إلى أسفل (حسب اتجاه الرأس) يعرفان بـ الدرزين الجبهيين والجبهة هي الجزء المحصور بين هذين الفرعين من الأمام ويحمل العين البسيطة الوسطية.

2- قمة الرأس Vertex : وهي عبارة عن الجزء العلوي من الجمجمة فوق الجبهة مباشرة بين العينين المركبتين.

3- الدرقة Clypeus : وهي الجزء الضيق الذي يقع أسفل الجبهة مباشرة وتحمل في أسفلها الشفة العليا.

4- الشفة العليا Labrum : وهي الجزء الذي يلي الدرقة مباشرة من أسفل كما أنها تغطي الفكين العلويين من الأمام.

5- الوجنة (الخد) Gena : وتشمل كل المساحة الجانبية أسفل وخلف العينين على كل جانب ، ويتصل بها كل من الفكين العلويين (اللحييان)

6- القفا Occipt : وهو الجزء الذي يصل بين قمة الرأس والرقبة من الخلف.

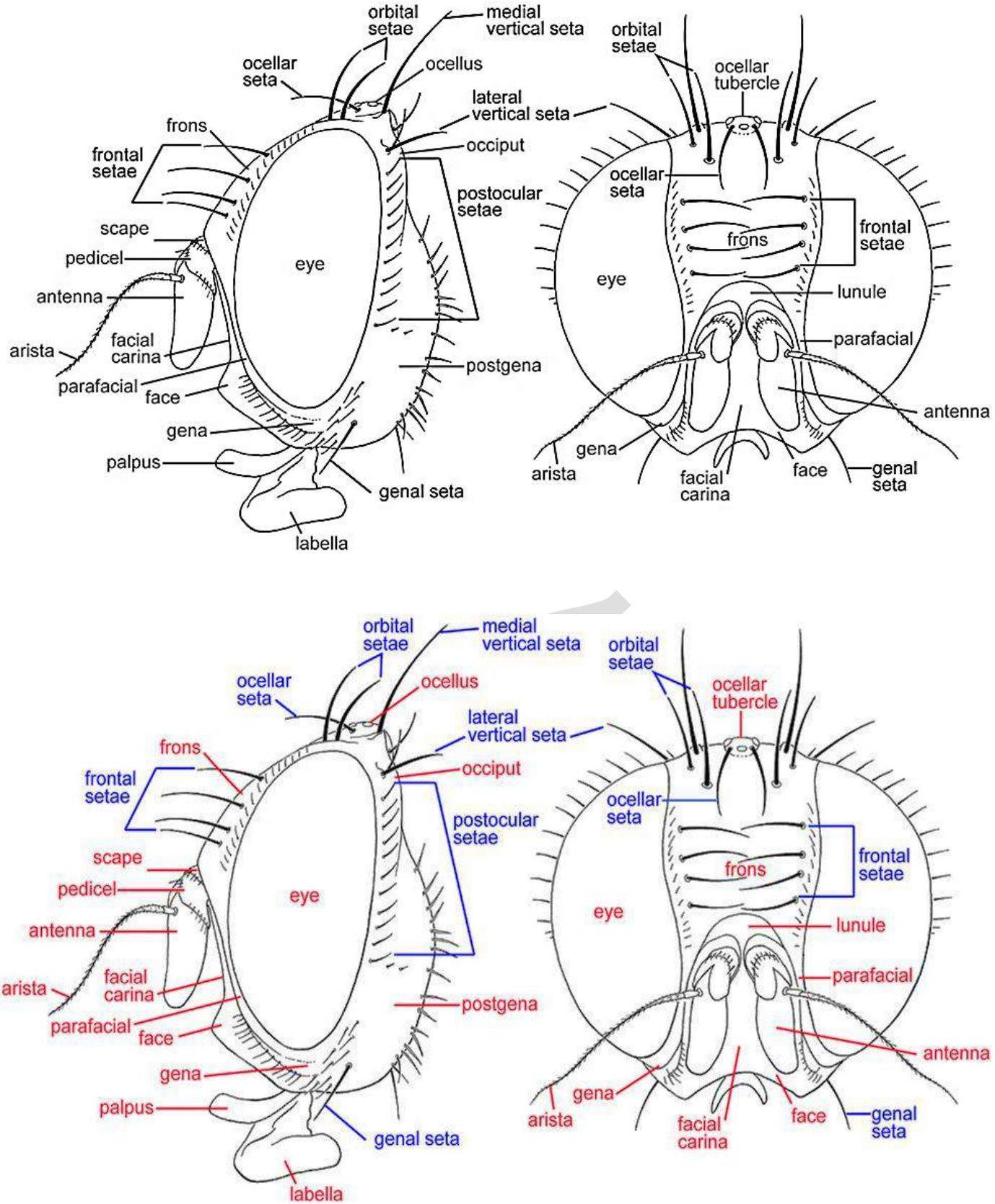
ب- من السطح السفلي أو الخلفي :

1- الجمجمة : تمتد نحو الخلف حتى الثقب المؤخري.

2- الثقب المؤخري Occiptal foramen : وهو الفتحة التي يمر منها المرئ والحبل العصبي وتتصل حوافها بالعنق الغشائي الذي يربط الرأس بالصدر.

3- الشفة السفلى Labium : وتوجد في وسط مقدمة الرأس من أسفل ، وهي تحمل الملامس الشفوية.

4- الفكان السفليان Maxillae : وهما عبارة عن الجزئين الموجودين على جانبي الشفة السفلى ويحمل كل منهما ملمساً فكياً.



المنظر الامامي والجانبي للراس في الذبابة المنزلية

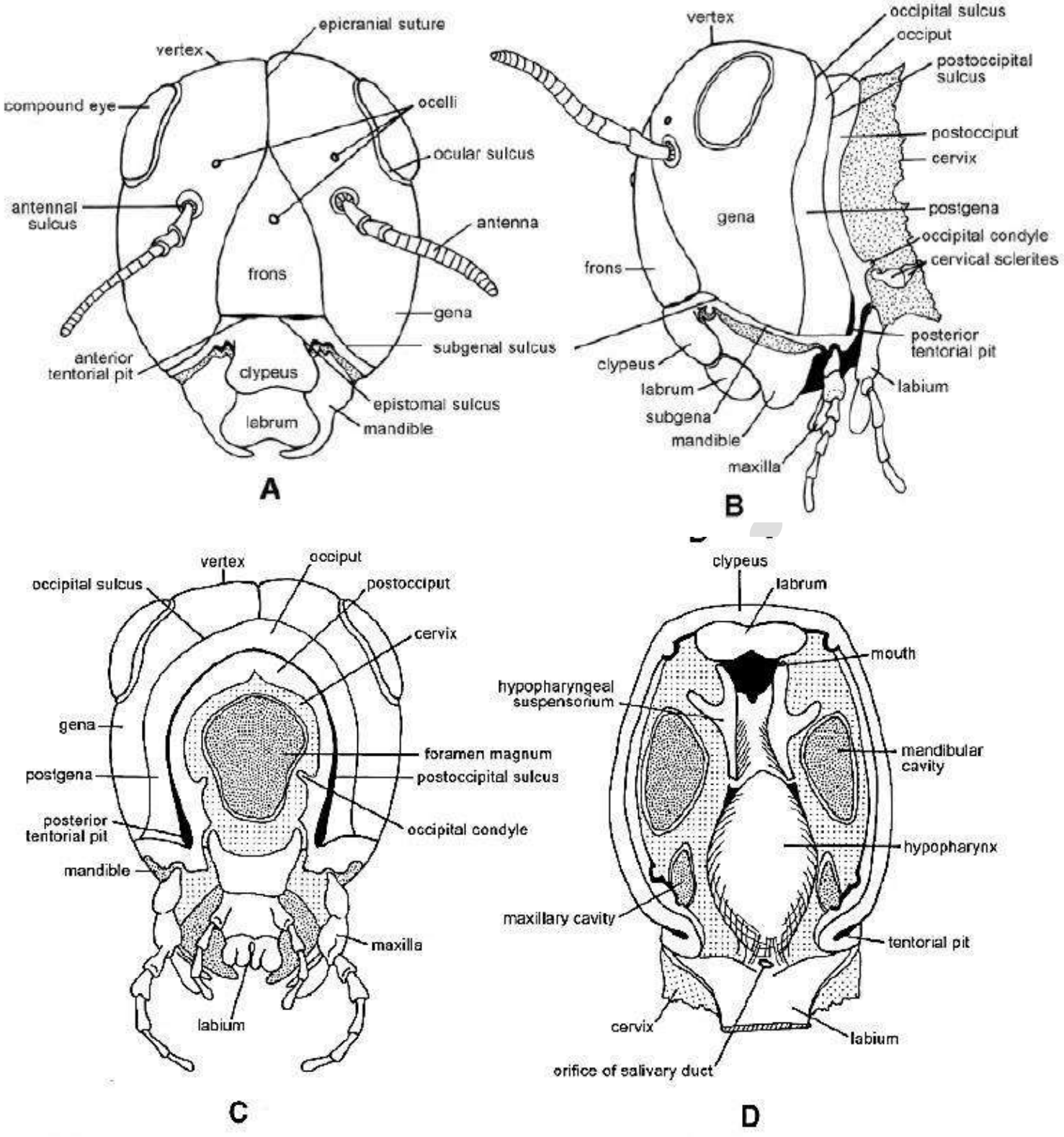


FIGURE 3.3. Structure of the typical pterygotan head. (A) Anterior; (B) lateral; (C) posterior; and (D) ventral (appendages removed). [From R. E. Snodgrass. *Principles of Insect Morphology.* Copyright 1935 by McGraw-Hill, Inc. Used with permission of McGraw-Hill Book Company.]

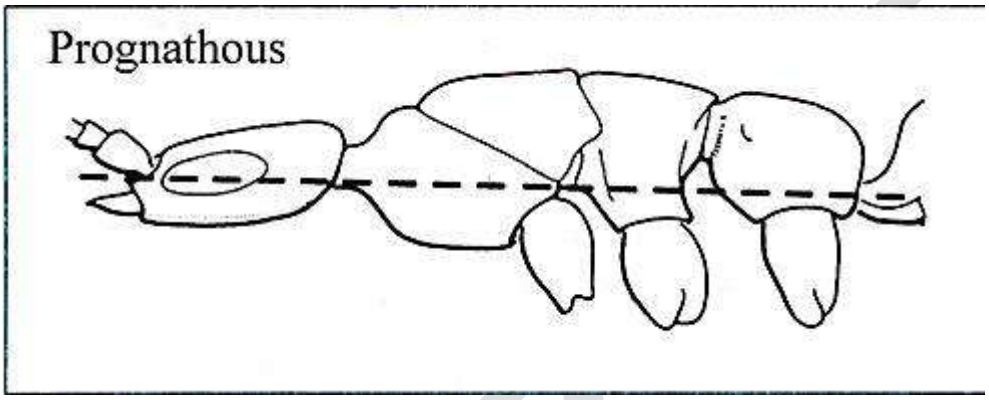
*** أوضاع الرأس بالنسبة للمحور الطولي لجسم الحشرة**

Head Position in Relation to the Longitudinal Axis of the Insect Body

تأخذ رأس الحشرات وقت الراحة أوضاعاً مختلفة بالنسبة للمحور الطولي للجسم وذلك في المجاميع أو الرتب المختلفة ، وفيما يلي الثلاث أوضاع Positions الرئيسية :-

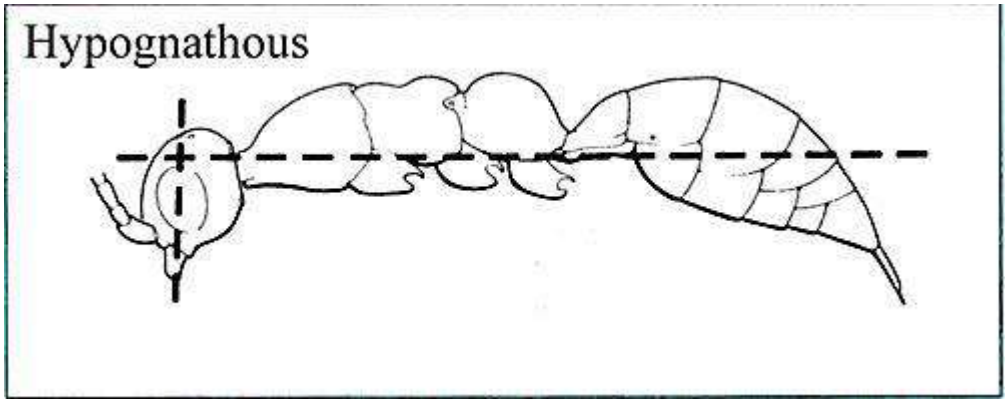
1. **الرأس ذات أجزاء الفم الامامية** Prognathous Position

في هذا الوضع يكون المحور الطولي للراس على امتداد المحور الطولي للجسم وبالتالي تكون أجزاء الفم أمامية الوضع وقت الراحة، ويوجد هذا النوع عادة في الحشرات المفترسة Predatory insects حيث أنه يسهل عليها سرعة متابعة الفريسة والقبض عليها والتهامها، كما يوجد هذا الوضع أيضاً في السوس والنمل الأبيض وبعض يرقات رتبة غمديه الأجنحة Order : Coleoptera.



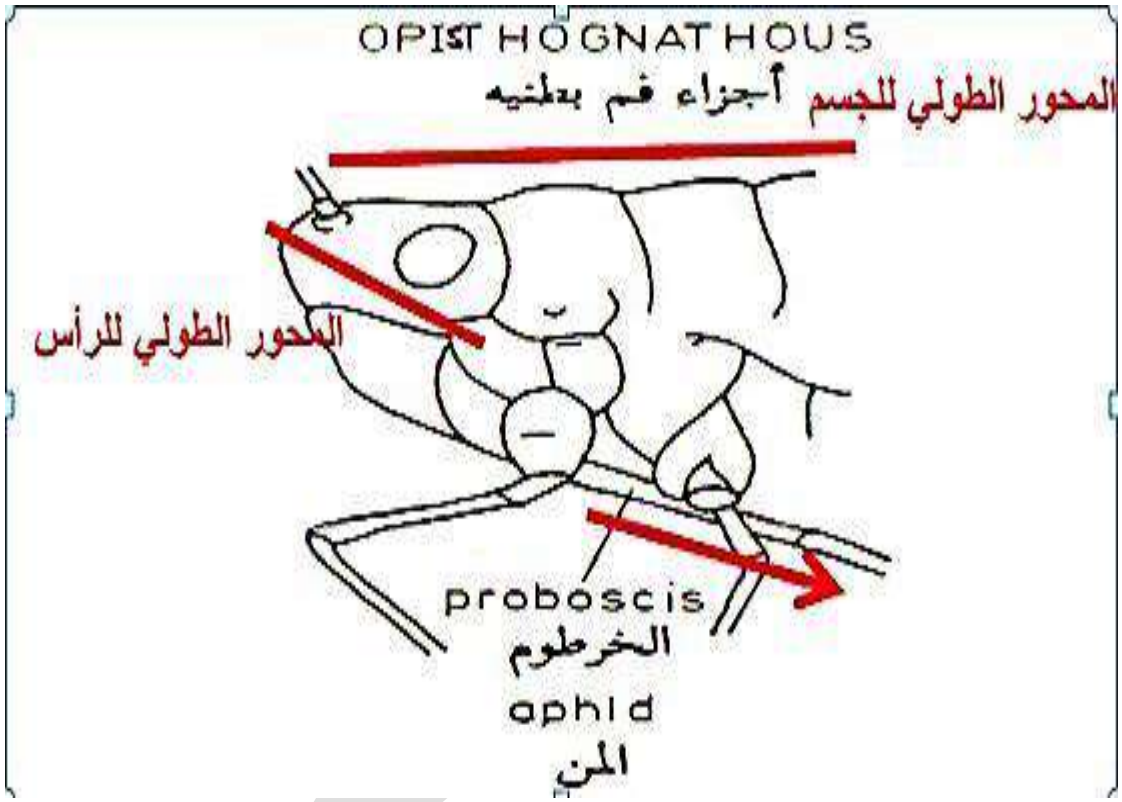
2. **الرأس ذات أجزاء الفم السفلية (العمودية)** Hypognathous Position

في هذا الوضع يكون المحور الطولي للرأس عمودياً على المحور الطولي للجسم، وبالتالي تكون أجزاء الفم على الجهة البطنية سفلية الوضع وقت الراحة. ويوجد هذا الوضع عادة في الحشرات المتغذية على النبات Phytophagous insects مثل أنواع النطاطات Hoppers والجراد Locusts والذبابة المنزلية House fly.



3. الرأس ذات أجزاء الفم السفلية البطنية المائلة Opisthognathous Position

في هذا الوضع يكون المحور الطولي للرأس مائلاً للخلف بالنسبة للمحور الطولي للجسم وقت الراحة وبالتالي تكون أجزاء الفم المتحورة غالباً إلى خرطوم ممتدة للخلف أسفل الصدر بين حرقفتي الزوج الأمامي من الأرجل ويوجد هذا النوع في رتبة نصفية الأجنحة Hemiptera كأنواع البق بناتية التغذية ورتبة ومتشابهة الأجنحة Homoptera كأنواع المن Aphids والذباب الأبيض Aleyrodids.



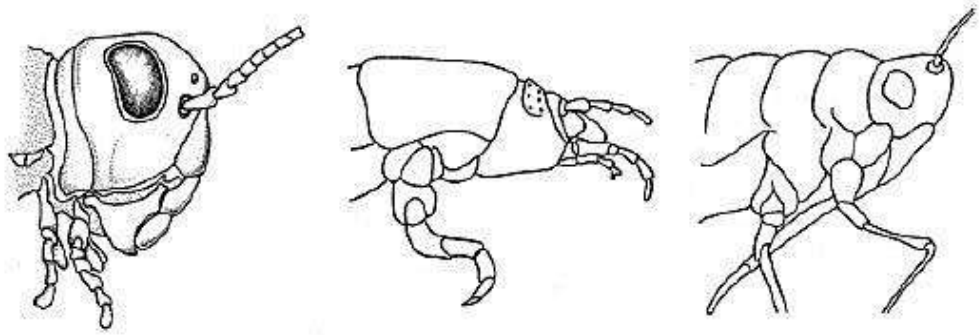


Figure 10 Three different types of insect heads From left to right, hypognathous, prognathous and opisthognathous

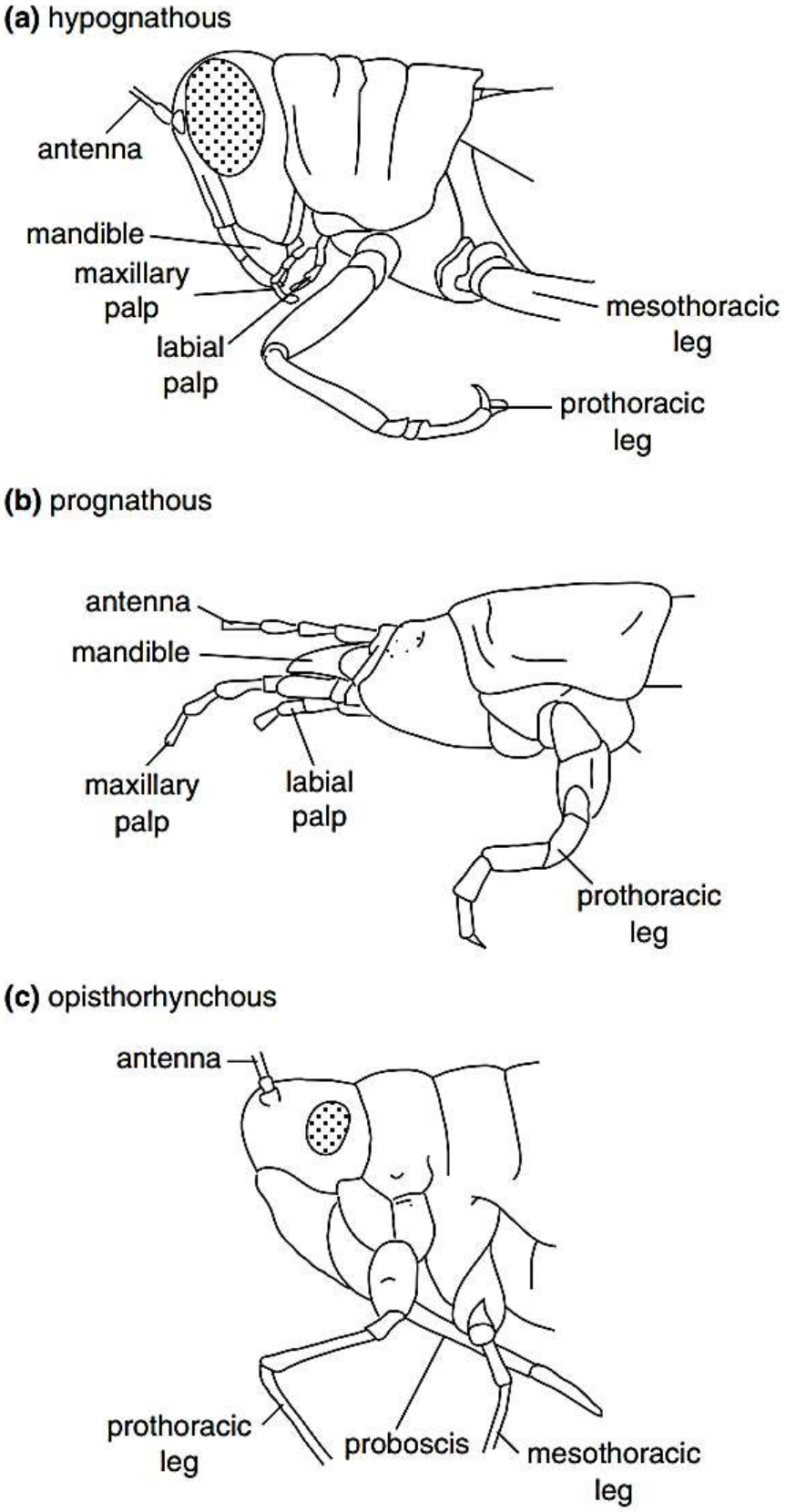


Figure 1.1 Orientation of the head. (a) Hypognathous – mouthparts ventral, in a continuous series with the legs (grasshopper). (b) Prognathous – mouthparts in an anterior position (beetle larva). (c) Opisthorhynchous – sucking mouthparts with the proboscis extending back between the front legs (aphid).

الجولا Gula : عبارة عن منطقة متصلبة في السطح الخلفي للجمجمة تفصل بين الثقب المؤخري وقاعدة الشفى السفلى يليها استطالة الدرزين خلف القفوين الى الامام ومعهما النقرتين الخلفيتين للهيكل الداخلي للراس. توجد بصفة عامة في رؤوس الحشرات ذات اجزاء الفم الامامية حيث تكون منطقة الراس مبططة وممتدة الى الامام حاملة اجزاء الفم في طرفها.

الهيكل الداخلي للراس The Tentorium

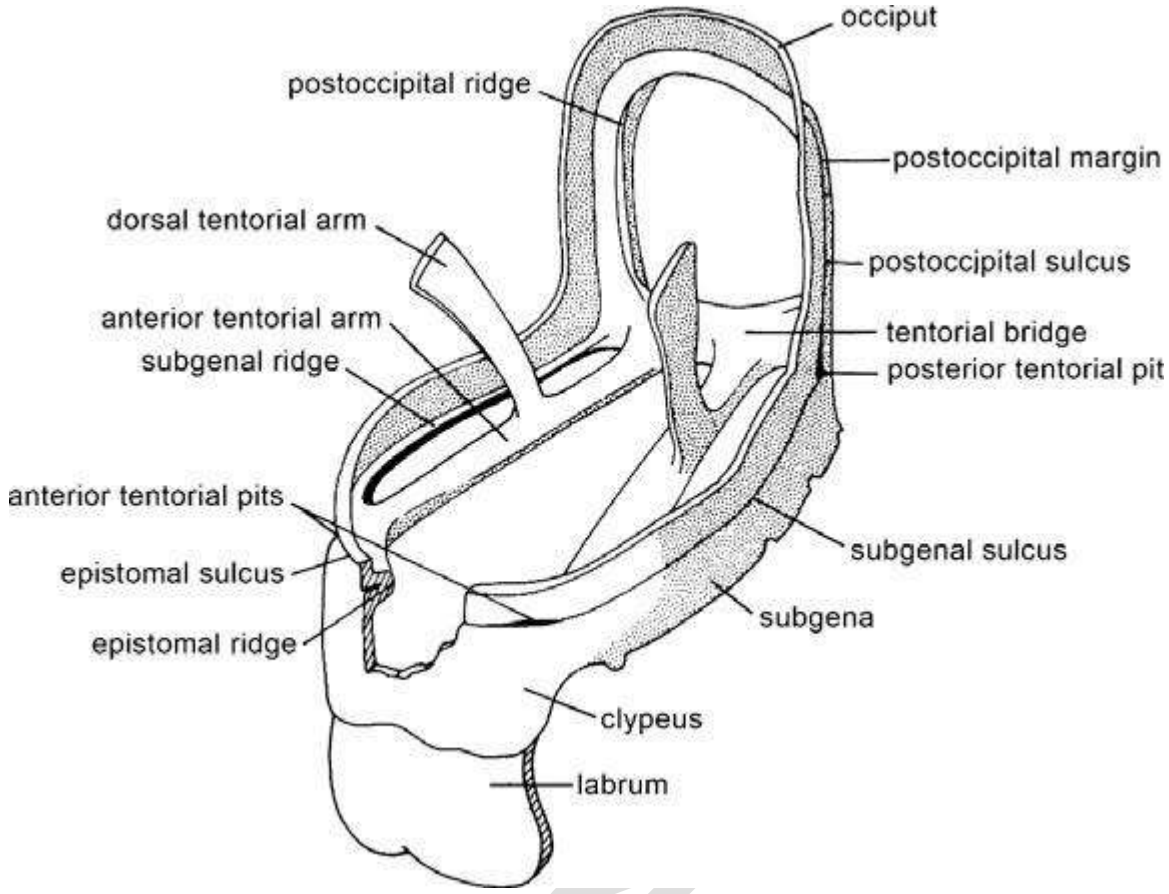
يدعم الحواف الداخليه للراس ويربط جوانبها هيكل كيتيني يعرف باسم Tontorium ، يتكون اساسا من زوجين من الزوائد او الاذرع الكيتينيه تمثل انبعاجات داخليه من الجمجمه تتحد داخل علبة الراس لتكون شبكه مقوسه فوق الحبل العصبي في جزء وسطي هو جسم الهيكل الداخلي Corporotentorium وتتمثل بزوج من الاذرع الاماميه Anterior tentorial arms وزوج من الاذرع الخلفيه Posterior tentorial arms ويستدل على مواقع انبعاج الاذرع الاماميه بوجود نقرتين Anterior tentorial pits على الدرز الجبهي الدرقي (الدرز فوق الفمي) بينما تظهر نقرتا الاذرع الخلفيه Posterior tentorial pits على الدرز الخلف قفوي Postoocipital suture وقد يشمل الهيكل الداخلي كذلك زوج من الاذرع يعرف بالاذرع العلويه او الظهريه Superior or Dorsal arms التي تعتبر نموات او نتوءات ثانويه من الاذرع الاماميه، حيث لا يظهر لها اي اثر خارجي يبين انبعاج جدار الجسم للداخل الا انها قد تتحد احيانا بشدة مع الهيكل الجمجمي في صوره منطقة قاتمة اللون مجاوره لكل من قرني الاستشعار.

وتتلخص فوائد الهيكل الداخلي للراس فيما ياتي :

أ. يكسب الراس صلابه ويعمل كمواضع اتصال لعضلاته.

ب. يقوي مواضع بعض اجزاء الفم.

ت. يحافظ على المخ والجزء الامامي من القناة الهضميه.



الهيكل الداخلي للراس

تعقيل الراس في الحشرات Segmention of the head

تعتمد النظريات والاراء المختلفه لتعقيل الراس على اسس تشريحيه مبينه في ادناه. وقد اختلفت الاراء في عدد وصفات العقل التي يتكون منها راس الحشره وتعتبر نظرية Goodrich 1897 من اقدم النظريات واكثرها اقناعا حيث تشير الى ان راس الحشره مكون من 6 عقل تتميز كل عقله جنينيه سواء كانت عقله راسيه او جسميه بالعلامات الاتيه :

أ. وجود قطعه عصبيه (عقد عصبيه مزدوجه) Neuromere .

ب. وجود زوج من الزوائد Appendages .

ت. وجود زوج من الاكياس السيلوميه (الجوفيه) Coelom sacs .

يوضح الجدول الاتي التركيب العقلي لراس الحشره تبعا لهذه النظريه :

ت	العقله Segment	القطعه العصبيه Neuromere	الزوائد Appendages	الاكياس الجوفيه Coelom sacs
.1	قبل قرن الاستشعار Pre – Antennary Segment	المخ الامامي (الاول) Protocerebrum	جنينيه	موجودة
.2	قرن الاستشعار Antennary	المخ الوسطي (الثاني) Deutocerebrum	قرنا الاستشعار	موجودة
.3	بينيه Intercalary	المخ الخلفي (الثالث) Tritocerebrum	جنينيه	موجودة
.4	الفكيه Mandibular	عقدة الفك العلوي	الفكان العلويان	موجودة
.5	الفكيه المساعده Maxillary	عقدة الفك المساعد	الفكان المساعدان	موجودة
.6	الشفويه السفليه Labial	عقدة الشفه السفلى	الشفه السفلى	موجودة

*** زوائد الرأس** Head appendages

أولاً : قرون الاستشعار Antennae

عباره عن زوج من الزوائد المفرده المقسمه المتحركه تقع امام العينين المركبتين وبينهما عادة الا انها قد تحتل مكانا جانبيا فوق قواعد الفكوك مباشرة كما في كثير من يرقات حرشفية الاجنحه وبعض الحشرات الكامله وقد تختفي قرون الاستشعار تماما كما في رتبة Protura، ورؤوس يرقات بعض حشرات غشائية الاجنحه الراقيه (المتطفله داخليا) حيث يوجد في مكانها قرص او انتفاخ بسيط فوق طرف العضو الذي ينمو تحت الجليد لتكوين قرن الاستشعار في الحشره الكامله فيما بعد.

ويختلف شكل قرن الاستشعار كما نعلم تبعا للبيئه التي تعيش فيها الحشره وطبائعها المختلفه ولكن التركيب العام يكاد يكون واحدا في الحشرات الراقيه حيث يتركب من ثلاثة اجزاء هي :

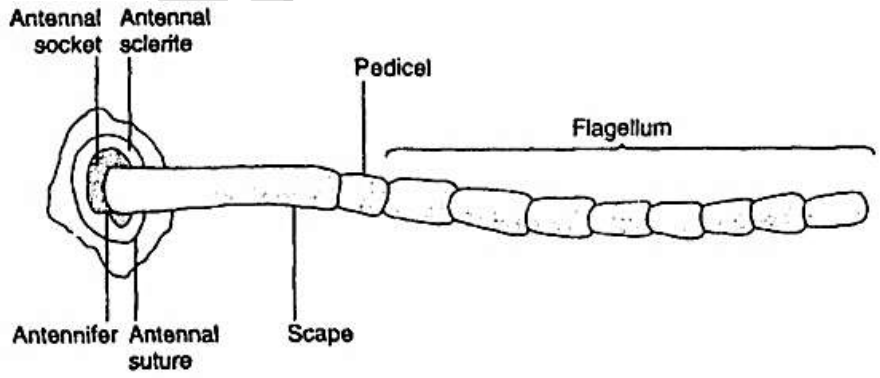
*** ويتركب قرن الإستشعار من ثلاثة أجزاء رئيسية هي** :

1. **الأصل** Scape : وهو العقلة الأولى أو القاعدية لقرن الإستشعار وهو أطول العقل، ويوجد في حفره قرن الاستشعار Antennal socket وتحاط بصفيحة قرن الاستشعار Antennal sclerite التي يوجد على سطحها السفلي بروز او محور يعرف Antennnifer or Pivot ترتكز عليه عقلة الاصل ويسمح بالتالي لقرن الاستشعار بالحركه في جميع الاتجاهات وقد يحمل قرن الاستشعار على نتوئين جانبيين فتكون حركة قرن الاستشعار في مستوى واحد فقط.

2. **العذق** Pedicel : وهو العقلة التالية للأصل وهي أصغر قليلاً من الأصل، وتحمل عضوا للحس يعرف بعضو جونستون Johnston's organ ، ويختفي هذا العضو في بعض الحشرات عديمة الاجنحه كما في رتبة Collembola.
3. **السوط** (**الشمروخ**) (Clavola) Flagellum : وهو الجزء الباقي من قرن الإستشعار ويتكون عادة من عدد من العقل التي قد تتحور لتكون الأشكال المختلفة لقرون الإستشعار في الحشرات المختلفه وقد يكون عقلة واحدة في بعض الأحيان. ويتحرك قرن الاستشعار بعضلات اهمها :

أ. عضلة الأصل Scape muscle وتنشا من الاذرع الاماميه للهيكل الداخلي للراس او من السطح الداخلي Tentorium لجدار الجمجمه وتنغمد في عقلة الاصل، وهذه العضلات تمكن الأصل أن يتحرك وحده، كما هو الحال في تحت صف الحشرات المجنحة Subclass : Pterygota ورتبة ذات الذنب الشعري Thysanura من تحت صف الحشرات عديمة الأجنحة Subclass: Apterygota .

ب. عضلة العذق (الحامل) Pedicle muscle وتنشا من عقلة الاصل وتنغمد في العذق. بينما الشمروخ ليس له عضلات خاصة به ويستمد حركته تبعاً لحركة الاصل والعذق. كما في بعض الحشرات البدائية التابعة لرتبتي Diplura, Collembola من عديمة الأجنحة Subclass: Apterygota .



الاجزاء الرئيسية لقرن الإستشعار

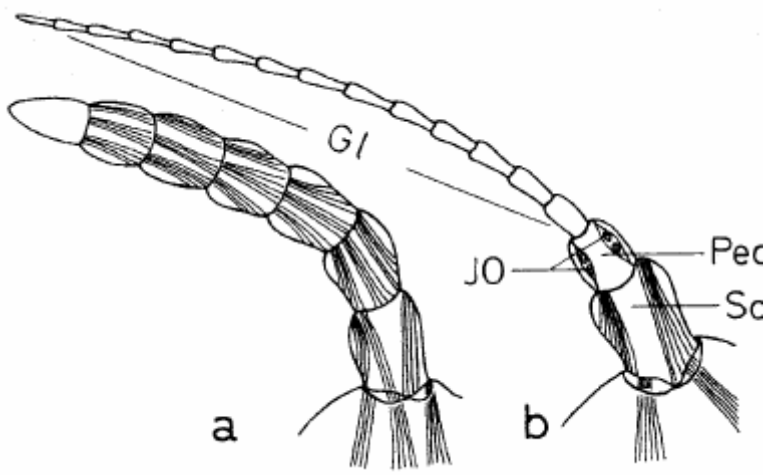


Fig. Schematic drawings of a segmented antenna (**a**), which is characteristic for primitive insect orders that belong to the Entognatha, and of a flagellar antenna (**b**), which is characteristic for the Ectognatha, including all higher insect orders. Segmented antennae contain muscles in each segment; each segment can be moved relative to the neighbours. In contrast, flagellar antennae have three functional segments, only the first of which (scape) contains muscles. The pedicel contains Johnston's organ and is connected to the flagellum via a passively deflectable junction. **Gl**: Flagellum, **JO**: Johnston's organ, **Pec**: pedicel, **Sc**: scape. (Fig.166 from [186]) flagellum differs considerably (Fig. 23). Although all insects can actively move their antennae and potentially can use them as tactile sensors.

*** وظائف قرون الاستشعار :**

1. عموماً تعمل قرون الاستشعار كأعضاء حس لما تحمله من مستقبلات حسية مختلفة Sensill، ولكن أحياناً يكون لها وظائف أخرى فمثلاً في الخنفساء المائية من جنس *Hydrophillus* فإن قرون الاستشعار تكون مع ميازيب على سطح الرأس أنابيب تملأ الحشرة من خلالها مخازن على سطح جسمها السفلي بالهواء لتستعمله في التنفس تحت الماء ، وفي يرقات هذه الخنفساء تقوم قرون الاستشعار بمساعدة الفكوك العليا في تقطيع الفريسة بما تحمله من أشواك حادة على سطحها الداخلي.
2. تستخدم قرون الاستشعار أحياناً في القبض على الأنثى أثناء التزاوج كما في الكولمبولا والبراغيث.
3. تحمل قرون الاستشعار أعضاء الحس الشمية واللمسية.
4. وفي بعض الحشرات تحمل قرون الاستشعار شعيرات سمعية تتأثر بالحركات الذبذبية في الهواء كما في البعوض ، أو شعيرات تتأثر بتغير رطوبة الجو كما في بعض الخنافس ، أو كوسيلة للتفاهم كما في النمل.
5. يمكن تمييز الجنس في بعض الحشرات بواسطة قرن الاستشعار فهو مشطي في أنثى بعض الفراشات ومشطي مضاعف في الذكور ، وريشي Plumose في ذكر البعوض و Pilose في أنثاه.

ثانيا : أجزاء الفم Mouth parts : تتركب أجزاء الفم أساساً من الأجزاء التالية :

أ. **الشفى العليا** Labrum

ب. **زوج من الفكوك العلوية** Mandibles

ت. **زوج من الفكوك السفلية (المساعدة)** Maxillae

ث. **الشفى السفلى** Labium

ويخرج من أرضية الفم جزء آخر يطلق عليه **اللسان** Hypopharynx

وتعتبر اجزاء الفم اكثر اجزاء الجسم عرضه للتحور نظرا لارتباطها الوثيق بطبيعة الحشره وطريقة تغذيتها. **وغالبا ما تقع في احدى المجموعتين :**

I. مجموعة الحشرات الماضغه او القارضه (Mandibulate (Biting

II. مجموعة الحشرات الشافطه او الماصه (Haustellate (Suctorial

وقد تجتمع الصفتان معا كما في معظم حشرات رتبة ذات الذنب القافز Collembola والحشرات غشائية الاجنحه Hymenoptera . وقد تتحور اجزاء الفم لثقب انسجة النبات او الحيوان كما في رتبة نصفية وهدبيه الاجنحه وبعض حشرات ذات الجناحين. أو أحياناً تكون مختزلة عديمة الفائده تبعاً لطبيعة تغذية الحشرة ونوع الغذاء كما في حشرات رتبة ذباب مايو Ephemeroptera وبعض حشرات رتبة حرشفية الاجنحه Lipedoptera .

أ. الشفى العليا Labrum

وهي عباره عن صفحه بسيطه تتصل بالحافه الاماميه للدرقه وحركتها محدوده الى اعلى والى الاسفل وتغطي قواعد الفكوك وتكون سقف الفراغ قبل الفمي Pre – oral cavity ويعرف الغشاء المبطن لها تجاوزا بسقف الحلق او فوق البلعوم Epipharynx ، وقد يمتد هذا الغشاء على شكل رمح طويل كما في بعض حشرات رتبة ذات الجناحين، وتتحرك الشفه العليا بواسطة العضلات الشفويه الاماميه والخلفيه Anterior and Posterior labral muscles التي تنشا من السطح الداخلي للجمجمه في منطقة الجبهة وتنغمد في السطح الامامي والخلفي للشفه العليا ويقترب السطح الداخلي والخارجي للشفه العليا عن طريق عضله تعرف بالعضله الضاغطه Compressor muscle .

ب. زوج من الفكوك العلوية Mandibles

يتركب الفك العلوي بصفه عامه في الحشرات القارضه من قطعه صلبه مثلثة الشكل لها سطح امامي قاطع ذو اسنان حاده Incisor area وسطح خلفي خشن طاحن Molar area ، تتصل الفكوك العليا في جميع الحشرات المجنحه وفي عائلة Lepismatidae فقط من رتبة ذات الذنب الشعري Thysanura بعلبة الراس في نقطتين تمفصل حيث يوجد في القاعده الداخليه للفك

العلوي تجويف يسمى Ginglymus يدخل فيه نتوء بارز من حافة الدرقه، بينما يوجد في قاعدته الخارجيه نتوء لقمي Condyle مستدير يدخل في تجويف عند قاعدة الخد او خلف الخد ، اما في الحشرات عديمة الاجنحه فيتمفصل الفك العلوي بالراس بمفصل واحد فقط ويتحرك كل فك بواسطة زوج من العضلات تتغمد اطرافها في الجدار الداخلي لعلبة الراس وتتصل باذرع كايتينه عند طرفي الفك وهذه العضلات هي :

i. العضله المقربه الظهريه Dorsal adductor muscle (Remotor) .

ii. العضله المبعده الظهريه Dorsal abductor muscle (Promotor) .

وقد توجد علاوه على العضلتين السابقتين عضله مقربه بطنيه Ventral adductor muscle وتنشا من الهيكل الداخلي للراس وتنغمد في السطح الداخلي للفك العلوي.

ت. زوج من الفكوك السفلية (المساعدة) Maxillae

وتتركب من

i. الوصله Cardo (الجمع Cardines)

وهي العقله القاعديه المتصله بالراس بين اسفل صليبة القفا وبين الحد الخلفي للدرز تحت الخدي Subgenal suture .

ii. الساق Stipes (الجمع Stipites)

وهو يتصل اتصالا مفصليا بالطرف البعيد للوصله وتحمل من سطحها الخارجي صفحه جانبيه خارجيه تعرف بحامل الملمس Palpifer وقد تحمل من سطحها الداخلي صفحه اخرى صغيره تعرف بتحت القلنسوه او بجار الساق Subgalea or Parastipes يحمل حامل الملمس الفكي ملمسا Maxillary palp مقسم الى عدد من 1 – 7 عقله ووظيفته حسيه.

iii. الخوذه (القلنسوه) Galea

وهي زوج من الفصوص تحمل على الساق من طرفه البعيد، والقلنسوه عادة مقسمه الى عقلتين وتنمو فوق الشرشره.

iv. الشرشره Lacinia

وهو الفص الداخلي المحمول على عقلة الساق، ويلاحظ ان حافة الشرشره الداخليه عادة مزوده باشواك او اسنان.

ولذلك تعتبر الفكوك السفليه بصفه عامه فكوك مساعده للفكوك العليا في القبض على الغذاء ومضغه وقد يحمل الساق فصا طرفيا واحدا يعرف باسم Mala كما في معظم يرقات غمدية الاجنحه، وقد تتحور الفكوك السفليه لتصبح رمحيه الشكل وتختفي ملامسها تماما كما في الحشرات الثاقبه.

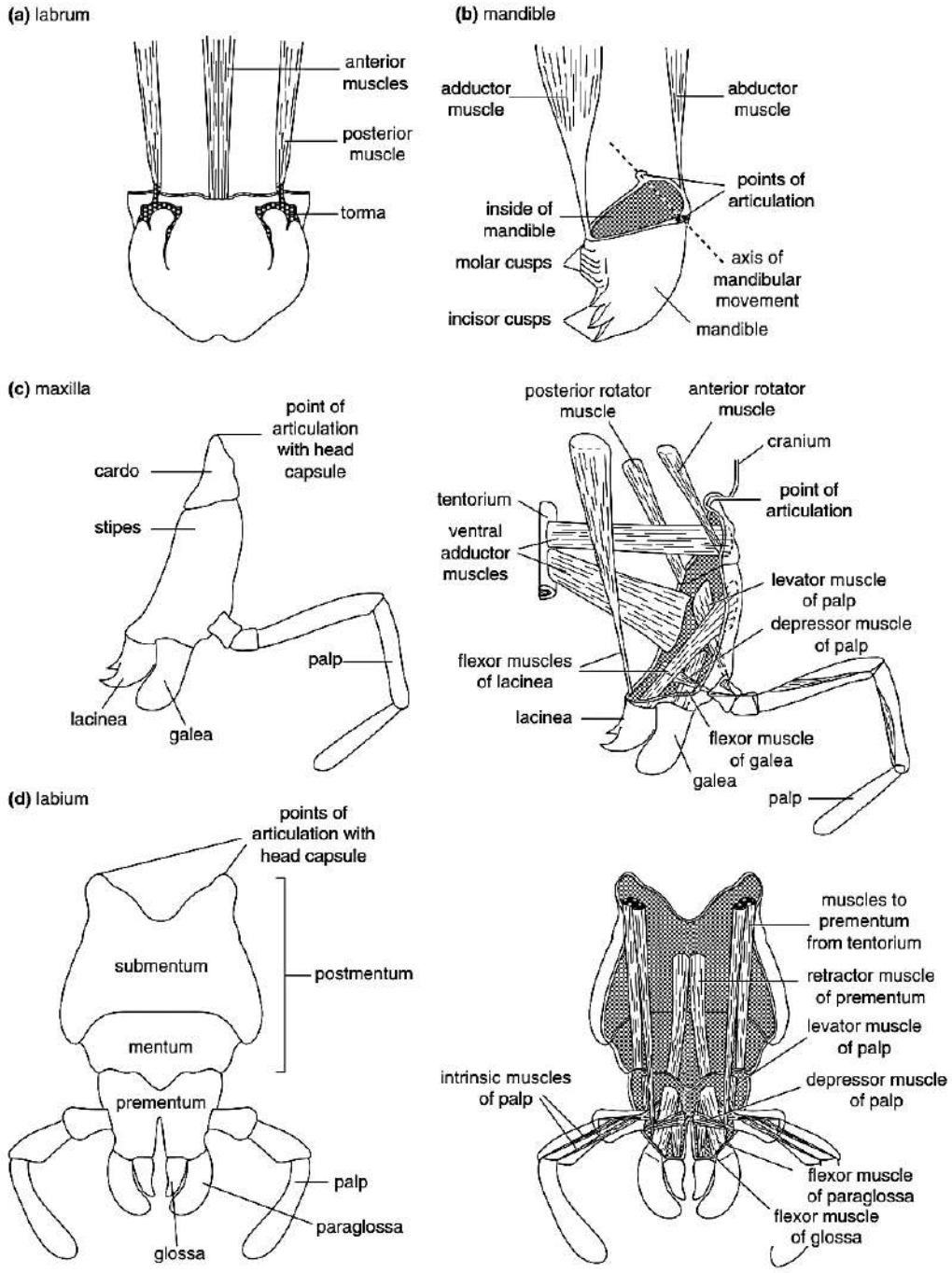


Figure 2.2 Biting and chewing mouthparts of a pterygote insect. Surfaces normally in contact with the hemocoel, the inside of the cuticle, are shaded (after Snodgrass, 1935, 1944). (a) Labrum seen from the posterior, epipharyngeal surface. (b) Mandible – notice the dicondylic articulation. (c) Maxilla from the outside (left) and inside (right). (d) Labium from the outside (left) and inside (right).

والعضلات المحركه للفكوك السفليه هي :

a. عضلات الكاردو : وتشمل :

i. زوج من العضلات المديره الاماميه والخلفيه Anterior and Posterior rotator muscles ينشا عادة من الجدار الداخلي لعلبة الراس.

ii. وهناك عضله ثالثه مقربه بطنيه Ventral adductor muscle وتنشا من الهيكل الداخلي للراس وتنغمد في الوصله.

b. عضلات الساق : عباره عن عضله مقربه بطنيه Ventral adductor muscle وتنشا من الهيكل الداخلي للراس وتنغمد في الساق من الجهه الداخليه.

c. عضلات الجاليا واللاسينيا : وهي تنشا من الساق وتتمثل في

i. العضله الساقيه الثانيه للقلنسوه Stipital flexor muscle of galea .

ii. العضله الساقيه الثانيه للشرشره Stipital flexor muscle of lacinia وهناك

iii. عضله جمجميه ثانيه للشرشره Cranial muscle of Lacinia وتنشا من الجدار الداخلي لعلبة الراس وتنغمد في الحافه السفليه الخارجيه للشرشره، وتعتبر العضله الاخيره هي المميزه لمنطقة الشرشره تركيبيا.

d. عضلات الملمس : وهي تنشا من الساق ايضا وتنغمد في قاعدة الملمس وتتمثل في زوج من العضلات هما :

i. العضله الرافعه (المبعده) Levator muscle .

ii. العضله الخافظه (المقربه) Depressor muscle .

وغالبا ما توجد عضلات فرديه بين عقل الملمس تساعده على الحركه.

ث. الشفى السفلى Labium

تتكون الشفه السفلى نتيجة اندماج زوج من الزوائد المماثله في تركيبها للفكوك السفليه ويظهر هذا التركيب المزدوج بوضوح في الحشرات الاوليه كما تدل عليه دراسة الاتصال العضلي للشفه السفلى، اما في معظم الحشرات فقد اصبح هذا الاندماج تاما ولا يظهر اثر للازدواج.

تنقسم الشفه السفلى بوضوح الى قسمين :

a. قسم طرفي يعرف بمقدم الشفه السفلى او مقدم الذقن Prelabium or Prementem

b. وجزء قاعدي يعرف بمؤخر الشفه السفلى او مؤخر الذقن Postlabium or Postmentum

ويفصل بينهما درز يعرف بالدرز الشفوي Labial suture ، وقد يبقى مؤخر الذقن كصفحه واحده كما في ذات الذنب الشعري والنمل وبعض رتب الحشرات الراقيه ، ولكنه ينقسم الى صفيحتين هما الذقن Mentum وتحت الذقن Submentum كما في كثير من حشرات رتبة مستقيمة الاجنحه.

يوجد على قاعدة مقدم الذقن وعلى كلا الجانبين حامل للملمس Palpiger وهذا بدوره يحمل ملمسا شفويا Labial palp يتكون من 1 – 4 عقل ووظيفته حسيه. ويحمل مقدم الذقن من

حافته الطرفيه زوجان من الفصوص يعرفان باللسين وهما عباره عن زوج خارجي يعرف بالـ Paraglossae والزوج الداخلي يعرف بالـ Glossae .

اما من حيث العضلات المتصله بالشفه السفلى فهي عباره عن مجموعتين :

i. العضلات المحركه للزوائد : (الجلوسا والباراجلوسا والملامس الشفويه)

وجميعها تنشا من مقدم الذقن امام الدرز الشفوي مباشرة وتنغمد في قاعدة الاجزاء المقابله وهي تشمل :

- العضله المثنيه للجلوسا Flexor muscle of glossae .
- والعضله المثنيه للباراجلوسا Flexor muscle of paraglossae .
- والعضلات الرافعه والخافظه للملمس الشفوي Levator and depressor muscle of maxillary palp .

ii. العضلات المحركه لمقدم الذقن : وتتمثل في زوجين من العضلات

- ينشا الزوج الاول من منطقة تحت الذقن وتنغمد كل عضله في مقدم الذقن امام الدرز الشفوي وتعرف بالعضله القابضه (الساحبه) Retractor muscle
- والزوج الثاني ينشا من الهيكل الداخلي للراس وتنغمد في مقدم الذقن وتعرف بالعضله الشفويه المقربه Labial adductor muscle

اما منطقة الذقن فليس لها عضلات محركه.

ج. زائدة تحت البلعوم (اللسان) Hypopharynx

وهي عباره عن فص وسطي كبير جزؤه القاعدي مغلظ والطرفي غشائي ، تفتح فتحة الفم الوظيفيه عند قاعدة اللسان الاماميه وعادة تفتح قناة اللعاب Salivary duct في تجويف يعرف بالملعبه Salivarium يقع بين اللسان وقاعدة الشفى السفلى ، وقد تفتح هذه القناة في القاعده الخلفيه للسان نفسه كما في حشرات نصفية وزوجية الاجنحه ، في الحشرات غير المجنحه وحوريات رتبة ذباب مايو وجلدية الاجنحه يحمل اللسان زوجا من الفصوص عند قاعدته تعرف بالفصوص فوق اللسانيه Superlinguae .

على جانبي اللسان يوجد زوج من الصفائح القاعديه Hypopharyngeal bars or Basal plates احداها طويله تمتد الى اعلى حتى فراغ فتحة الفم حيث تتصل بها العضلات الموسعه للفراغ الفمي Dilator muscle of Buccal cavity والتي تنشا من الجبهه والاخرى يتصل بها العضله القابضه (الساحبه) Retractor muscle والتي تنشا من الهيكل الداخلي للراس وبانقباض وارتخاء هاتين العضلتين يتحرك اللسان الى الامام والخلف. قد يوجد بين الصفيحتين القاعديتين السالف ذكرهما صفائح اخرى تعمل على ربطهما مفصليا وتعرف بـ Suspensoria .

منطقة العنق او الرقبه The Cervix or Neck

العنق هو المنطقه الغشائيه التي توجد بين الراس والصدر الامامي ، وكانت تعتبر قديما حلقه مستقله من حلقات الجسم سميت Microthorax الى ان اثبت العالم Snodgrass 1932 بالفحص الجنيني انها مجرد التحام الجزء الخلفي الغشائي من عقلة الشفه السفلى مع الجزء الامامي من الصدر.

ويوجد في غشاء الرقبه عدد من الصليبات الصغيره تعرف بصليبات او صفائح العنق Cervical plates وتكون اكثر وضوحا في رتب الحشرات الاوليه عنها في رتب الحشرات الارقى وتشمل الصليبات العنقيه في ابسط صورها على

- زوج من الصفائح الظهريه Dorsal cervical plates
- زوج من الصفائح الجانبيه Lateral cervical plates
- زوج من الصفائح البطنيه Ventral cervical plates

وللصفائح الجانبيه اهميه خاصه في حركة الراس الى الاعلى او الاسفل ، فهي عباره عن صفيحتين على كل جانب متصلتين احداهما بالاخرى اتصالا مفصليا عل شكل زاويه وتتصل الاماميه منها اتصالا مفصليا بالنتوء القفوي Occipital condyle ، بينما تتصل الخلفيه بالجزء الامامي من بلورا الصدر الامامي Episternum .

وتوجد عضلات رافعه تنشا من منطقة خلف القفا لتنغمد في الصفائح الخلفيه بينما تنشا عضلات الصفيحه الاماميه من ترجة الصدر الامامي ، ولذلك فبانقباض هذه العضلات تتغير الزاويه بين الصليبتين فيتحرك الراس الى الاعلى او الاسفل.

الصدر وزوائده Thorax and its appendages

يقع الصدر Thorax بين منطقتي الرأس والبطن من جسم الحشرة وان Audouin 1824 اول من اثبت ان الصدر في الحشرات يتكون من ثلاثة حلقات متتاليه هي :

1- الحلقة الصدرية **الأولى** Prothorax
2- الحلقة الصدرية **الثانية** Mesothorax
3- الحلقة الصدرية **الثالثة** Metathorax

* ويتركب الهيكل الخارجي لكل منها من ظهر علوي وقص بطني وصفيحتين بلوريتين أو جانبيتين. ويتصل الصدر بالرأس بعنق قصير قابل للتثني ، تغطيه صلبية عنقية واحدة أو أكثر على كل جانب.

ويحمل الصدر أعضاء الحركة وهي تشمل الأرجل والأجنحة.

* كل عقلة صدرية تحمل زوجاً من أرجل المشي وكذلك يتصل بكل من الحلقتين (العقلتين) الصدريتين الوسطى والخلفية زوجاً من الأجنحة. وقد يختفي الزوج الخلفي من الأجنحة في بعض الحشرات ليحل محله دبوسا إتزان كما في رتبة ذات الجناحين أو قد ينعدم وجود الأجنحة بالمرة إما لأنها تعتبر صفة

أصلية (وراثيه) كما في الحشرات عديمة الأجنحة Apterygota مثل ذوات الذنب الشعري أو السمك الفضي ، أو غياب الأجنحة لكونها صفة مكتسبة او صفه ثانويه نتيجة للظروف البيئية (التطفل) مثال القمل والبراغيث.

* ويوجد الصدر في ابسط صوره في الحشرات عديمة الأجنحة التي يتساوى فيها حجم حلقات الصدر الثلاث تقريباً أما في الحشرات المجنحة فإنة يمكن تقسيم الحلقات الصدرية الى جزء امامي يعرف بـ Prothoracic part وجزء خلفي Meso – Metathoracic part الحاملة للأجنحة حيث تندمج الحلقتان الصدريتان الوسطى والخلفيه مع بعضهما اندماجا كبيرا حتى انه يصعب تمييز الحد الفاصل بينهما ، وقد يطلق عليهما معا الصدر المجنح Pterothorax. وفي الحشرات التي يكون فيها الزوجين من الأجنحة متساوية مثل النمل الابيض رتبة Isoptera والرعاشات Odonata نجد أن حلقة الصدر الأوسط تساوي حلقة الصدر الخلفي في الحجم، أما في الحشرات التي يكون فيها الجناح الامامي كبيرا نسبيا فإن الحلقة الصدرية الوسطى تكون أكبر حجماً من الحلقة الصدرية الخلفية كما في حشرات غشائية الاجنحه وحشرات ذات الجناحين ، وفي الحشرات التي يكون فيها الجناح الامامي صغيرا او لا يستعمل للطيران فينعكس ذلك على صغر حجم الصدر الاوسط عن الخلفي. ومن المهم أن نشير هنا إلى أن الصدر الأمامي لا يحمل أجنحة على الإطلاق وما هو الا حلقه صغيره دائريه وقد ينمو في بعض الحشرات بدرجات متفاوتة فقد يكون سطحه العلوي شبيها بالدرع كما في مستقيمة الاجنحه Orthoptera وغمدية الاجنحه Coleoptera ونصفية الاجنحه Hemiptera. ويوجد بالصدر عضلات قوية تتحكم في حركة الأرجل والأجنحة.

* كما ويوجد في الغالب زوجين من الفتحات التنفسية في منطقة الصدر يفتح الزوج الأول منها عند الجانب الأمامي للحلقة الصدرية الثانية والزوج الثاني عند الجانب الأمامي للحلقة الصدرية الثالثة.

* ونظرا لان الصدر يحمل الارجل والاجنحه فهو يعتبر المركز الحركي للحشره الكامله ويكون تركيبه الهيكلي ملائما لذلك حيث يمتليء تجويفه بالعضلات المحركه. وفي الحالات التي تختفي فيها الارجل بحيث تصبح الحشره الكامله عديمة الارجل كما في اناث الحشرات القشريه او احد اطوارها كما في يرقات الذباب والنحل ، فتعتبر هذه الحاله مكتسبه وليست صفه اساسيه.

*** صفائح (صليبات) حلقات الصدر** Sclerites of Thorax Segments

يتركب الجدار الخارجي لكل حلقه من حلقات الصدر من ثلاثة مناطق رئيسيه هي الترجه Tergum (الجمع Terga) من الاعلى والبلورا Pleuron (الجمع Pleura) على كل جانب والاسترنه Sternum (Sterna)من الاسفل، وعادة يضاف المقطع Pro و Meso و Meta ليدل على الحلقه ، فمثلا الاصطلاح Protergum يدل على ترجة الحلقه الصدريه الاماميه وهكذا، ويستعمل المقطع Pre قبل و Post خلف ليدل على صليبه معينه.

صلييات الترجة (الترجيتات) Tergites

تتركب الترجه في الحلقه الصدريه من صلييه ظهريه واحده تسمى Notum ، ولكنها تنقسم في كل من الصفيحة الظهرية الثانية والثالثة في الحشرات المجنحة الى قسمين القسم الامامي كبير تدعى الصفيحة الجناحية الظهرية Alinotum والتي تتصل بها الاجنحة ، والقسم الخلفي يدعى خلف الصفيحة الظهرية Postnotum لا تتصل بها الاجنحة.

نلاحظ ان المنطقة الامامية من الصفيحة الظهرية Alinotum في الحشرات المجنحة تنقسم الى ثلاثة صفائح ثانوية هي كالاتي :

- الصلييه قبل الوسطيه Prescutum الجزء الامامي وتكون بشكل شريط ضيق.
- الصلييه الوسطيه Scutum الجزء الوسطي وتكون ذات مساحه كبيره.
- الصلييه الخلفيه Scutellum الجزء الخلفي وتكون مثلثة وذات فصين جانبيين يدعى بالدريع.

هناك انثناءة تظهر من مقدمة الصفيحة الظهرية الامامية الى الداخل بشكل وسادة تكون هيكل داخلي تتصل بة العضلات الصدرية الطولية تدعى بالحاجب وقد يوجد تركيب مماثل خلفي للغرض ذاتة.

صلييات الاسترنة (الاسترنيتات) Sternites

تتصل هذة الصفيحة من الامام ومن الخلف بالصفيحتين الجانبيتين Pleura كي تكون على كل جانب تجويفا تستقر فية قاعدة الرجل الصدرية.

تتكون الصفيحة البطنية من جزئين رئيسين يدعى الاول الاسترنة الحقيقية (الصفيحة الرئيسية البطنية) Eusternum وصلييه بين عقليه تعرف بالاسترنه الشوكيه Spinasternum او قد تسمى بالصلييه خلف الاسترنه الصغرى Poststernellum . وتنقسم الاسترنة الحقيقية Eusternum في الحشرات المجنحة الى ثلاث مناطق هي منطقة امامية تدعى الاسترنية الاماميه (مقدمة القص) Presternum ومنطقة وسطية تدعى الاسترنة القاعدية (قاعدة القص) Basisternum وثالثة خلفية تدعى الاسترنة الصغرى (القصيص) Sternellum . وعلى ذلك تصبح صفائح الاسترنه اربعه هي على الترتيب من الامام الى الخلف Sternellum و Poststernellum و Presternum و Basisternum .

وتتلاقى الصفيحه القاعديه Basisternum بالصفيحه الاسترنيه الصغرى Sternellum في درز عرضي يمتد بين نقرتي الهيكل الداخلي للاسترنه Apophyseal pits كما ان الصلييه خلف الاسترنيه الصغرى Poststernellum تنمو الى الداخل في صوره شوكه Furca ذات فرعين ولذلك يطلق عليها الاسترنه الشوكيه Spina sternum تتصل بة العضلات الداخلية.

يعمل الهيكل الداخلي مع الصفيحة الظهرية والصفيحة الجانبية والبطنية مع العضلات التي تربط بين الاجزاء مركزا للسيطرة على حركة الارجل والاجنحة ، ومجموع الانبعاجات الداخلية للصفائح البطنية تشكل هيكلا داخليا Endosternites .

تحدث درجات مختلفة من الالتحام اذ توجد أربعة نظم مختلفة :

1. كل المكونات منفصلة (الاسترنة الحقيقية للصدر الأمامي ، الشوكة الاولى ، الاسترنة الحقيقية للصدر الأوسط ، الشوكة الثانية ، الاسترنة الحقيقية للصدر الخلفي) وتنقسم الاسترنة الحقيقية الى استرنة قاعدية واسترنة مصغرة.
2. تلتحم الاسترنة الحقيقية للصدر الأوسط والشوكة الثانية أما باقي المكونات فتبقى منفصلة.
3. تلتحم الاسترنة الحقيقية للصدر الأمامي والشوكة الاولى وبذلك توجد ثلاث مكونات هي (الاسترنة الامامية المركبة ، الاسترنة الوسطى المركبة ، الاسترنة الحقيقية للصدر الخلفي).
4. التحام كامل لمكونات الصدر الأوسط والصدر الخلفي ليكونا الصفيحة الصدرية المجنحة.

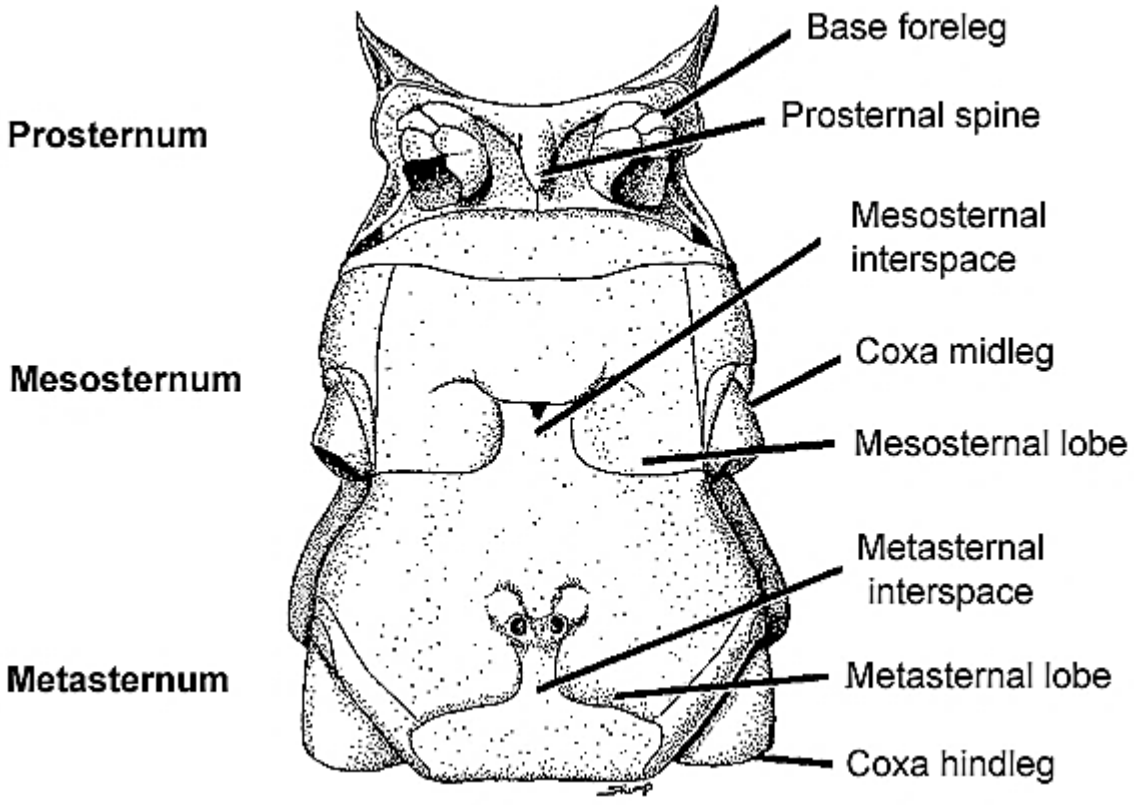


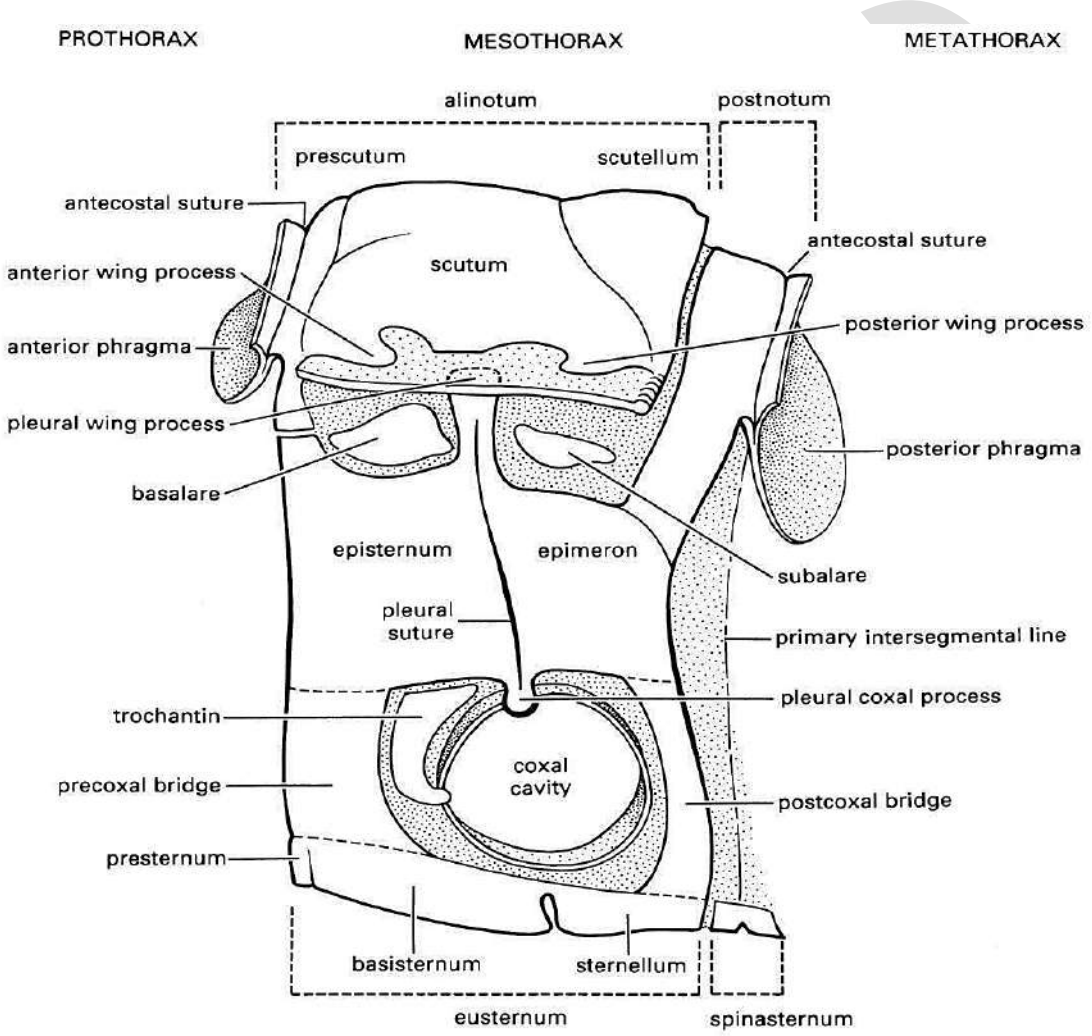
Figure . Ventral aspect of the thorax (Orthoptera: Acrididae).

صليبات البلورا (البلورينات) Pleurites

تتركب الصفيحة الجانبية (البلورا) من صليبتين ، هما الصليبه الاماميه تعرف بصفيحة فوق الصفيحة البطنية (الاسترنية) Episternum وصليبه خلفيه تعرف بفوق حرقفة الرجل Epimeron يفصل بينهما درز يدعى الدرز البلوري (الجانبي) Pleural suture ويمتد هذا الدرز من اعلى النتوء البلوري الحرقفي Pleural coxal process الى النتوء البلوري الجناحي Pleural wing process بصورة مائلة.

تكون صفيحة البلورا غشائية في كثير من يرقات الحشرات ولكنها من الناحية النموذجية تصبح متصلبة في الحشرات الكاملة وتتوسع صفيحة البلورا في الحلقات الصدرية التي تحمل اجنحة بصورة كبيرة. يمتد منها نتوء بطني (سفلي) يدعى النتوء البلوري الحرقفي Pleural coxal process والذي تتمفصل علية رجل الحشرة ويمتد نتوء ظهري يدعى النتوء البلوري الجناحي (الظهري) Pleural wing process الذي يتمفصل علية الجناح.

وقد تلتحم الصليبه الاماميه ايضا مع الاسترنه لتكون صليبه البلورا الاسترنيه Sternopleura ، واحيانا تلتحم البلورا جميعها مع الاسترنه لتكون الصفيحه الجانبيه البطنيه Pectus .



Figures. Diagrammatic lateral view of a wing-bearing thoracic segment, showing the typical sclerites and their subdivisions.(After Snodgrass 1935).

صفائح الصدر في الحشرة

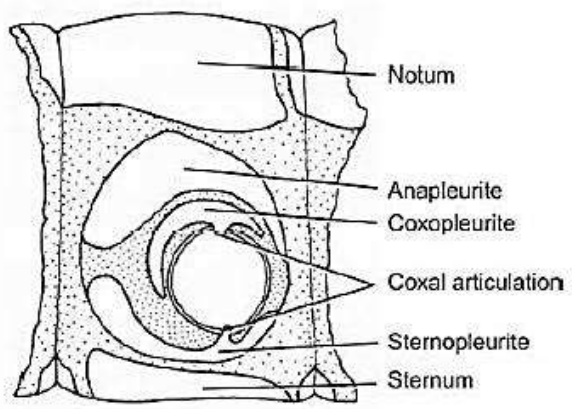


Figure 4 Major sclerites and sutures of the prothoracic segment of an insect

الهيكل الداخلي للصدر Endothorax

وهو عباره عن امتدادات او اذرع داخليه Apodemes من الترجات والاسترنات والبلورات ولذلك يطلق عليها داخل صليبات الترجه Endotergites وداخل صليبات البلورا Endopleurites وداخل صليبات الاسترنه Endosternites .

اولا : الاذرع الداخليه للترجه Endotergites (Phragmata)

وهي تنشا كامتدادات داخليه بين حلقات الصدر تكون اكثر وضوحا في الحشرات المجنحه ، ويوجد عادة ثلاثه منها وهي :

الاولى بين الصدر الامامي والوسطي ، **والثانيه** بين الوسطي والخلفي ، **والثالثه** بين الخلفي والحلقه البطنيه الاولى. وهي تعمل كمواضع لاتصال العضلات الترجيه الطوليه Longitudinal tergal muscles ، وتنشا اما من الصليبه الخلف ظهريه Postnotum (مثل الفراجما الثالثه في الجراد)، واذا لم توجد الصليبه خلف ظهريه فتنشا من الصليبه الظهريه Notum (مثل الفراجما الاولى والثانيه في الجراد)، وتكون هذه الامتدادات مزدوجه ونادرا ما تكون منفرده.

ثانيا : الاذرع الداخليه للاسترنه Endopleurites (Apophysis)

وهي تتمثل غالبا في الذراع الوسطي ويعرف بالشوكه المزدوجه Furca او Sternal apophysis ويكون جزؤه القاعدي مفردا اما الطرفي فمزدوج، يظهر اثر هذين الذراعين من الخارج في صورة نقرتين بين حورقفات الارجل تعرفان Apophysis pits ، وفي الحشرات المجنحه تتصل نقرتا الشوكه المزدوجه بحافة داخليه تعرف بالحافه الاسترنيه الاماميه Sterno – Coxstal ridge تظهر كدرز خارجي يعرف بالدرز الاسترني الامامي Sterno – Coxtal suture ، وفي بعض حشرات رتبة مستقيمة الاجنحه يوجد Apodem اخر غير متفرع خلف الشوكه المزدوجه يعرف بالشوكه المفرده Spina sternum .

وفي رتبة الرعاشات تميل الاذرع الاسترنيه لدرجه انها تكون شبه قنطره تحيط بالحبل العصبي Neural cord وتعرف بالقنطره فوق العصبيه Supra neural bridge بينما تكون شوكتا الصدرين الوسطي والخلفي قنطره مشتركه اخرى.

ثالثا : الاذرع الداخليه للبلورا Endopleurites (Pleurodema)

وهي عباره عن امتدادات داخليه من البلورا مقابله الدرز البلوري الخارجي Pleural suture وتعرف بالحافه البلوريه Pleural ridge او البلوروديما Pleurodema ، في الحلقات الحامله للاجنحه تتصل من الاعلى بالنتوء الجناحي Wing process بينما تتصل من الاسفل بالنتوء الحرقفي Coxal process ، كما تمتد عادة حافتها السفلى الى الداخل في صورة ذراع يعرف بالذراع البلوري Pleural arm .

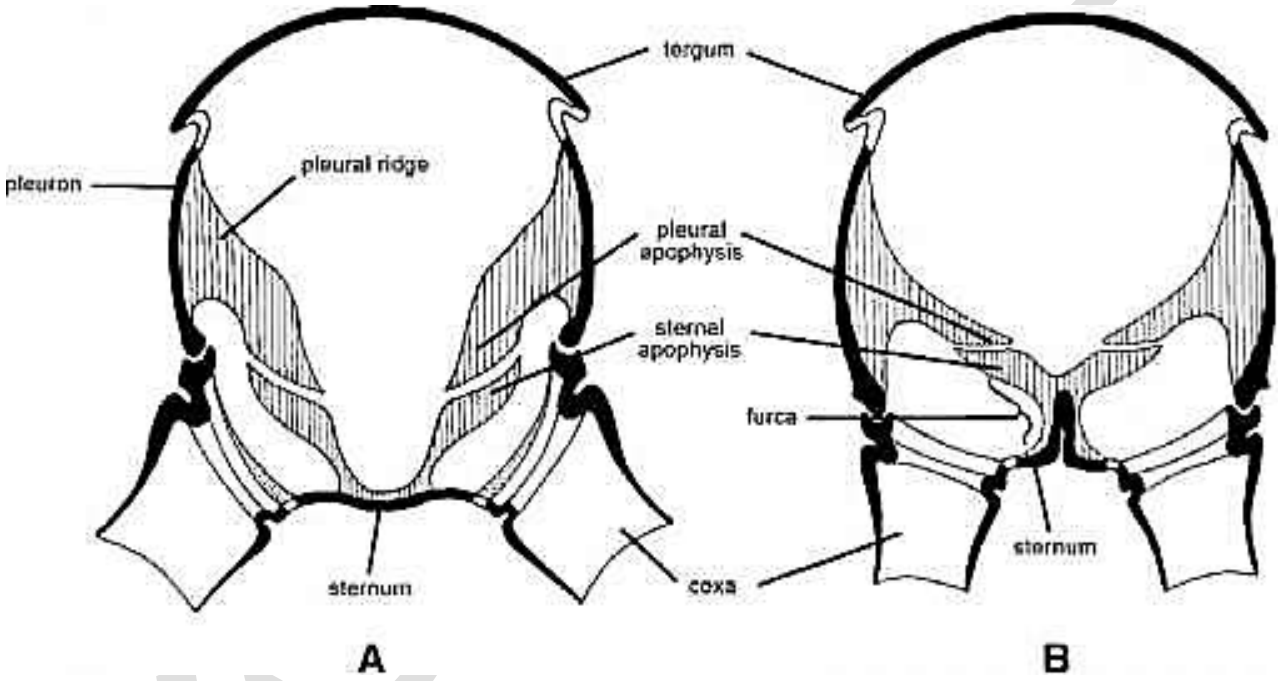


Figure. Diagrammatic cross-sections of the thorax to show the endoskeleton. (**A**) Normal condition; and (**B**) condition when furca present. [From R. E. Snodgrass, Principles of Insect Morphology. Copyright 1935 by McGraw-Hill, Inc. Used with permission of McGraw-Hill Book Company.]

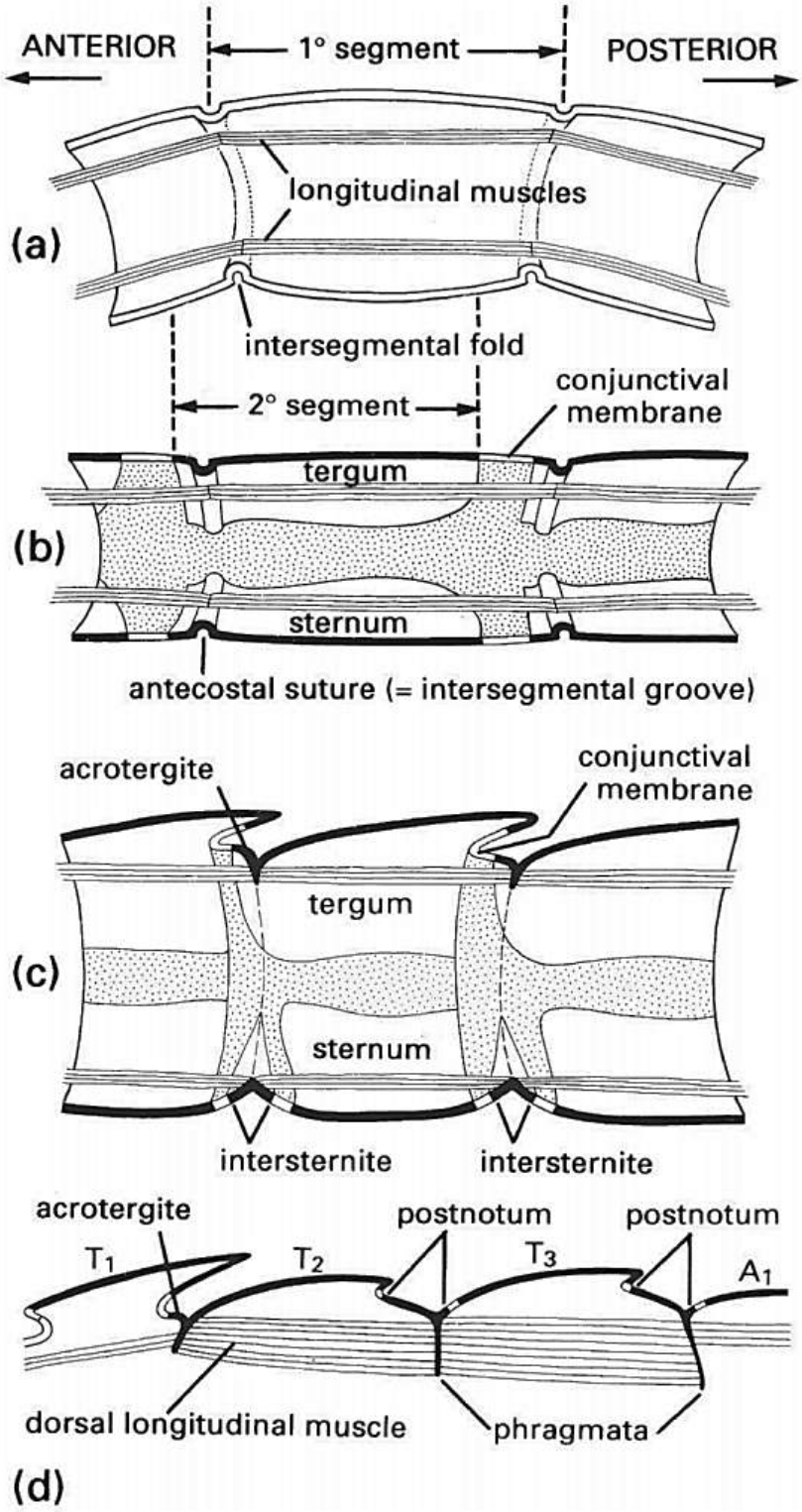


Fig. 2.7 Types of body segmentation. (a) Primary segmentation, as seen in soft-bodied larvae of some insects. (b) Simple secondary segmentation. (c) More-derived secondary segmentation. (d) Longitudinal section of dorsum of the thorax of winged insects, in which the acrotergites of the second and third segments have enlarged to become the postnota. (After Snodgrass 1935.)

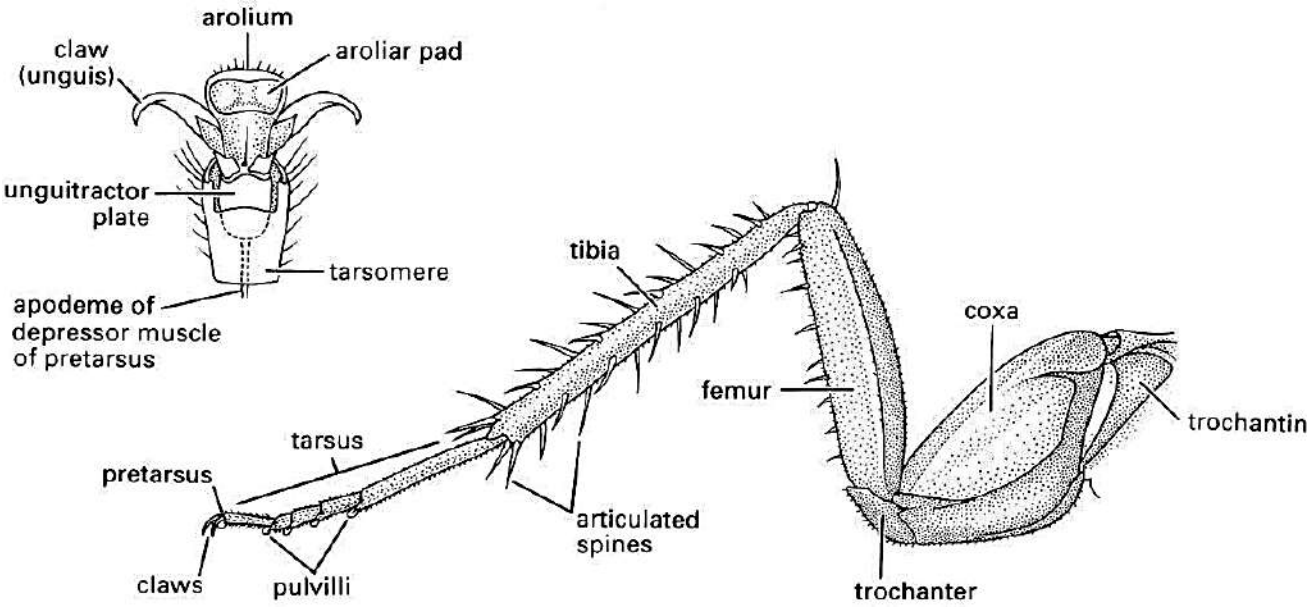
ويحمل الصدر اعضاء الحركة في الحشرات وهي :

I. الأرجل The Legs

تتميز الحشرات الكاملة بوجود ثلاثة أزواج من الأرجل الصدرية ووظيفة الأرجل في الحشرات أصلاً هي للمشي او الجري على الأرض ولكنها كثيراً ماتتحور لأداء وظائف أخرى حسب معيشة الحشرة (كالحفر او العوم او القبض على الفريسه او القفز ... وغيرها) ويحدث التحور عادة في الأرجل الأمامية أو الخلفية أما الأرجل الوسطى فهي غالباً غير متحورة.

الارجل الصدرية في اليرقات True legs تتكون من حرقفه ومدور وفخذ وساق ورسغ ، والرسغ يتكون من عقله واحده ويحمل مخلبا واحدا. بينما في يرقات حرشفية وغشائية توجد زوائد لحميه هي الارجل البطنيه الكاذبه Prolegs ، ففي يرقات حرشفية الاجنحه توجد خمسة ازواج من الارجل البطنيه الكاذبه على الحلقات البطنيه 3 و4 و5 و6 و10 وكل رجل عباره عن بروز لحمي مخروطي الشكل ذات حافه طرفيه مزوده بعدد كبير من الخطاطيف Crochets or Hooks موزعه بنظام خاص تساهد اليرقه على التثبت بالاسطح التي تسير عليها. وتتطور الارجل الصدرية في اليرقات لتكون الارجل في الطور البالغ اما الارجل البطنية الكاذبة فتختفي في الطور البالغ.

تتركب رجل الحشرة النموذجيّة من 6 حلقات او عقل تتمفصل على بعضها عن طريق اغشيه تسمى Corim وهي الحرقفة Coxa والمدور Trochanter والفخذ Femur والقصبة (الساق) Tibia والرسغ Tarsus والقدم (الرسغ الامامي) Pretarsus.



Figures 2.19. The hind leg of a cockroach, *Periplaneta americana* (Blattodea: Blattidae), with enlargement of ventral surface of pretarsus and last tarsomere.(After Cornwell 1968; enlargement after Snodgrass 1935).

التمفصل القاعدي للرجل The Basal Articulation of Leg

تتصل الحرقفه بالصدر اتصالا مفصليا بين البلورا والاسترنه ، يحدها من الامام صفيحه تعرف بالقنطره الحرقفيه الاماميه Precoxal bridge تفصل بين الصليبه الاماميه Episternum والاسترنه ، كما يحدها من الخلف صفيحه اخرى هي القنطره الحرقفيه الخلفيه Postcoxal bridge كما توجد صفيحه ثالثه تمتد في القنطره الاماميه وتسمى المدوريه Trochantin .

ويتكون المفصل من نتوء لقمي يخرج من نهاية الدرز البلوري ويعرف بالنتوء الحرقفي Coxal process يدخل في تجويف خاص بالحافه الاماميه للحرقفه يعرف بالتجويف المفصلي Articulating socket، وفي بعض الحشرات قد يوجد نتوء لقمي اخر يقع اما في نهاية الصفيحه المدوريه Trochantin او يخرج من الحافه العليا للاسترنه ولذلك يعرف الاتصال الاول بذي النتوء الواحد Mono – Condylic Articulation بينما يعرف الاتصالان الاخران بذي النتوئين Di – Condylic Articulation ومن الطبيعي ان تكون الحرقفه ذات الاتصال بالنتوء الواحد اوسع حركه من حركة الحرقفه ذات الاتصال بالنتوئين.

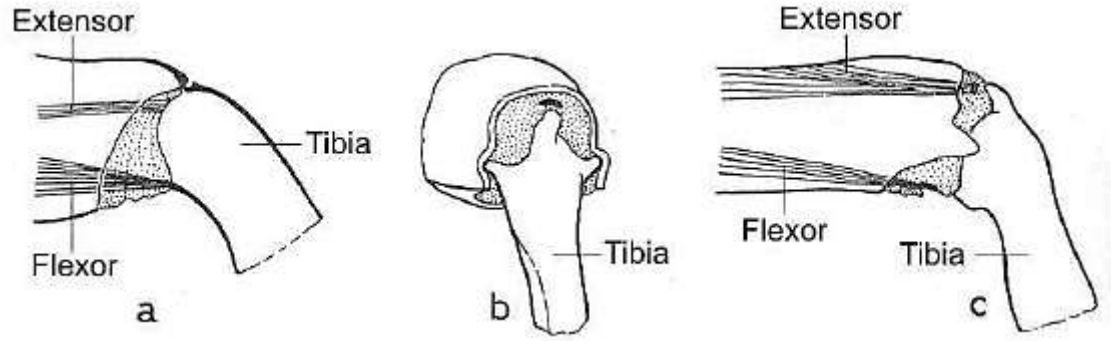


Fig. The knee joint of an insect illustrates that the two segments of arthropod joints are connected by a membrane of soft, elastic cuticle (arthrodial membranes: dotted regions). The muscles, in this case the extensor and flexor of the tibia, connect to long tendons made of stiff cuticle, the so-called apodemes. These apodemes connect to the arthrodial membranes, not to the stiff cuticle of the other segment. Thus, there is an elastic material between the muscle and the segment to be moved. (Fig. 122 from [186]).

تتركب رجل الحشرة النموذجيّة من :

1. الحرقفة Coxa

هي العقله الاولى للرجل وقد تكون اسطوانيه او مثلثه او بيضاويه او كرويه ويوجد عند حافتها القاعديه درز يعرف بالدرز القاعدي الحرقفي Basi – Coxal Suture ، يغور الى الداخل ليكون حافه تعرف Basicosta تعمل على تقوية الجزء القاعدي من الحرقفه وكذا كمواضع لاتصال العضلات ويعرف

الجزء الذي يعلوه بالحرقفه القاعديه Basicoxite ، كما يوجد درز اخر على امتداد الدرز البلوري يعرف بالدرز القاعدي Costal suture ، وفي بعض الحشرات يغور الدرز القاعدي الى الخلف ويفصل الحرقفه الى صفيحتين ، صفيحه خلفيه كبيره تعرف بالحرقفه الخلفيه Meron وتكون على صورة فص على درجه كبيره من النمو كما في الصراصر والنمل الابيض وحشرات حرشفية الاجنحه وجزء امامي يعرف بالحرقفه الحقيقيه Vera .

2. المدور Trochanter

وهي العقله التاليه وعادة تتصل اتصالا مفصليا بالحرقفه واتصالا ثابتا بالفخذ ، وفي الرعاشات Odonata يوجد درز يقسم المدور الى صفيحتين ، وفي بعض حشرات غشائية الاجنحه المتطفله تنشا من الفخذ عقله مدور ثانيه اي ان المدور في هذه الحاله يتكون من عقلتين تتمفصلان على بعضهما.

3. الفخذ Femur

يعتبر الفخذ اكبر واقوى مناطق الرجل ويظهر ذلك بوضوح في الارجل المتحوره للقفز كما في الارجل الخلفيه للجراد والنطاطات.

4. الساق Tibia

الساق عباره عن عقله رفيعه تتساوى في طولها مع الفخذ وقد تكون اقصر او اطول منه قليلا ، وتتصل من طرفها القاعدي بالطرف الامامي للفخذ اتصالا مفصليا مزدوجا Di – Condylic ولذلك تكون حركته راسيه مع الفخذ Vertical .

ويحمل الساق عادة عند طرفه الامامي مهمازا او اكثر تعرف بمهماز الساق Tibial spurs وفي كثير من حشرات غشائية الاجنحه ينحني المهماز الطرفي امام حفره مبطنه بشعيرات في عقلة الرسغ الاولى ويمرر قرن الاستشعار بينهما لتنظيفه كما في نحل العسل.

5. الرسغ Tarsus

وهو القطعه قبل الطرفيه وتتركب عادة من مجموعه عقل رسغيه Tarsomeres يتراوح عددها بين 2 – 5 ، تتصل ببعضها بواسطة اتصالات غشائيه مرنه تجعلها قابله للحركه حيث لا توجد لها عضلات محركه ، قد تختزل عقل الرسغ الى عقله واحده كما في حشرات رتبتي Protura و Diplura وبعض حشرات رتبة القمل الماص Siphunculate ، توجد على السطح السفلي لعقل الرسغ في بعض الحشرات زوائد تشبه الوسائد تسمى الخف Plantula .

6. القدم او الرسغ الامامي Pretarsus

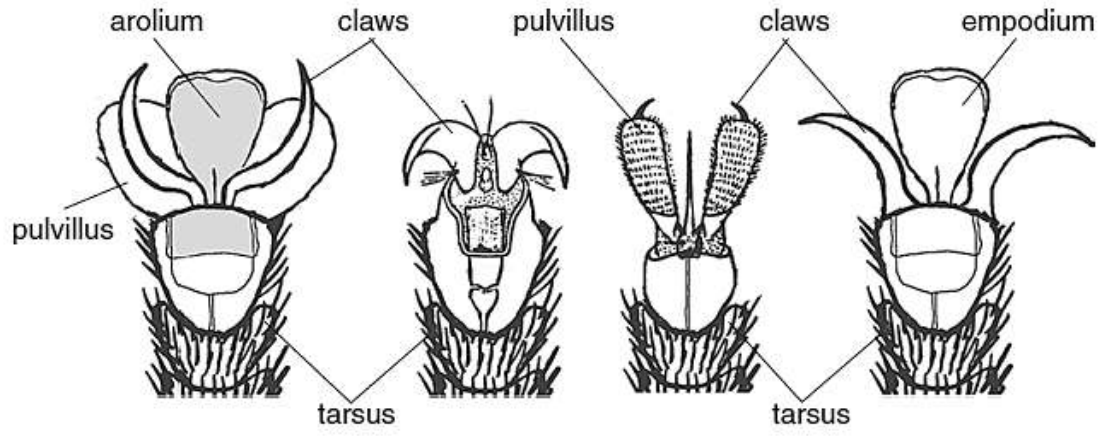
وهو الجزء الطرفي من الرجل الذي يعقب اخر عقله رسغيه وكثيرا ما يكون على شكل مخلب Claw (Ungues) وقد يكون مفردا كما في ذوات الذنب القافز Collembola او مزدوجا كما في غالبية الحشرات الاخرى.

وترتكز المخالب على صفيحه وسطيه ظهريه في النهايه الطرفيه للرسغ تعرف بحامل المخلب Unguifer .

توجد عند قاعدة المخلب صفائح صغيره تعرف بحامل الوساده Auxiliae ويحمل عليها الوساده الطرفيه Arolium ، وفي النهايه الطرفيه للرسغ توجد صفيحه اخرى مربعه تعرف بالصفيحه الثانيه او ساحبة المخلب Unguitractor flexor plate يتصل بها وتر شبيه بالذراع Tendon – like apodeme تتصل به العضلات القابضه والباسطه للمخلب ، ويمتد هذا الوتر من قاعدة المخلب مخترقا منطقة الرسغ والساق والفخذ حيث يتصل بالعضلات المحركه للمخلب وتشمل العضلات الرافعه والخافظه Levator & Depressor muscles .

يمتد الرسغ امام هذه الصفيحه في فص وسطي اجوف على شكل وسادة تسمى الوسادة الطرفيه Arolium بين المخالب كما في الصرصر ، وعند وجود تركيبين وساديتين جانبيتان عند قاعدة المخلبين كما في الذباب المنزلي فانها تدعى Pulvilli ويوجد بينهما الـ Arolium ، اما في حالة وجود شوكة وسطية بين المخالب او الوسادات يطلق عليها شوكة القدم Empodium كما في رسغ الذبابة المنزلية.

الوسادات اينما كان موضعها تساعد الحشرات على السير على السطوح الملساء او السير بصورة مقلوبة بسبب التفريغ الهوائي الذي يحدث بين هذة التراكيب وبين السطوح الملساء كما في الذبابة المنزلية.



تحورات الرسغ الامامي

وقد ثبت تشريحيا ان الـ Plantulae و Pulvilli و Arolium ما هي الا وسائد جوفاء مملوءه بالدم ويوجد عليها عادة شعيرات غديه لاصقه تفرز مواد لزجة تساعد الحشرة في تثبيت ارجلها والالتصاق بالاجسام التي تعلق بها وكذلك التسلق على السطوح الملساء التي تسير عليها.

عضلات الرجل Muscles of the leg

وتتمثل في مجموعتين من العضلات وهما :

1. العضلات الخاصه بقاعدة الرجل (الحرقفه) Muscles of the leg base

وهي العضلات التي تحرك الحرقفه نفسها او الرجل كوحدة واحده ، وهذه العضلات تنشا من الهيكل الداخلي للترجات او البلورات او الاسترنات وتنغمد في حافة الحرقفه ، وتتوقف حركة الرجل عادة على نوع اتصال الحرقفه وهل هي من النوع ذو النتوء الواحد او النتوئين.

وتتمثل في العضلات الاتية :

أ. عضلات Tergal promotor & Tergal remotor وتنشا من الترجه.

ب. عضلات Sternal promotor & Sternal remotor عضلة Adductor مقربه وتنشا من الاسترنه.

ت. عضله مبعده Pleural adductor muscle وتنشا من البلورا.

بالاضافه الى ذلك يتصل بقاعدة الحرقفه العضلات المحركه لقواعد الجناح وتشمل عضلات صفائح الجناح Basaler muscle وعضلات صفائح اسفا الجناح Subalar muscle .

2. عضلات عقل الرجل Muscles of the segment leg وتشمل

أ. عضلات المدور Trochanter muscles عضله رافعه واخرى خافضه Levator & depressor muscle تنشا من الحرقفه وتنغمد في الحافه الاماميه للمدور وبانقباضها يتحرك المدور على الحرقفه.

ب. عضلات الفخذ Femur muscles عادة غير موجوده اذ ان اتصال الفخذ مع المدور يكون ثابتا فبالتالي لا يتحرك على المدور الا في حالات قليله وحينئذ تكون هذه العضله صغيره وتنشا من المدور وتنغمد قرب قاعدة الفخذ.

ت. عضلات الساق Tibial muscles وهي العضله الثانيه (الضاغطه) Flexor muscle والعضله الباسطه Extensor muscle وتعتبران اكبر عضلات الرجل وتشغل كل حيز الفخذ اذ تنشا بالقرب من قاعدته وتنغمد عند قاعدة الساق ويختلف حجمها في الحشرات المختلفه تبعا لوظيفة الرجل.

ث. عضلة الرسغ Tarsal muscle وهي عباره عن عضله رافعه واخرى خافضه Levator & depressor muscles تنشا من طرف الساق وتنغمد في قاعدة العقله الاولى من الرسغ وبانقباضها يتحرك كل من الرسغ كوحده واحدة ولا توجد عضلات بين عقل الرسغ المختلفه.

ج. عضلة القدم Pretarsal muscle وهي تنشا من الوتر الشبيه بالذراع المتصل بالصفيحه الثانيه Flexor plate وتعرف بالعضله الخافضه Depressor muscle وقد تكون عضله مفرده او مزدوجه حسب عدد المخالب وبانقباضها وارتخائها تتحرك المخالب.

II. الأجنحة The Wings

يعتبر وجود الاجنحه صفه مميزه لصف الحشرات تميزها عن باقي صفوف الحيوانات المفصليه الاخرى، ونظرا لكثرة تحورها فانها تعتبر من اهم الاسس التي يعتمد عليها في تصنيف الحشرات، ونظرا لان الجناح غالبا ما ياخذ شكلا يقرب من * شكل المثلث لذلك يكون له حواف تحصر بينها ثلاثة زوايا كما ياتي :

أ. **الحواف** The Margins

1. الحافة ألامامية أو الضلعية Anterior or Costal margin الجهة الامامية للجناح عند الانبساط
2. الحافة الخارجية أو القمية Apical or Outer margin الجهة الخارجية للجناح.
3. الحافة الداخلية او الخلفية أو الشرجية Inner , Posterior or Anal margin وهي الحافة القريبة للخط الوسطي للحشرة عندما تكون الاجنحة منطبقة في وضعها الطبيعي على الجسم.

ب. **الزوايا** The Angles

1. الزاوية ألابطية (القاعديه) Humeral angle : وهي عند قاعدة الحافة الأمامية.
2. الزاوية الخارجية او القمية او الاماميه Apical angle : وهي الزاوية المحصورة بين الحافة الأمامية والخارجية.
3. الزاوية الخلفية او الشرجية Anal angle : وهي الزاوية المحصورة بين الحافة الخارجية والخلفية.

في معظم الحشرات تكون الاجنحه عاريه ولكنها كثيرا ما تكون مكسوه بالشعيرات او الحراشيف وتوجد الشعيرات الدقيقيه غير المتحركه Microtrichia على كل غشاء الجناح والعروق، بينما توجد الشعيرات الكبيره المتحركه Macrotrachia بكثره على العروق وبندره على الغشاء الجناحي، وفي كثير من الحشرات توجد بقعه قاتمه بالقرب من الحافه الاماميه للجناح تعرف بالنقطه العينيه او العينيه الجناحيه Stigma or Pterostigma ، قد توجد على حافة الجناح الامامي فقط كما في حشرات غشائية الاجنحه او على زوجي الاجنحه كما في رتبة الرعاشات.

وغالباً يكون الزوج الخلفي من الأجنحة له الدور المهم في عملية الطيران ويقوم الجناح الأمامي بحماية ما تحته من أجزاء الحشرة أكثر من المساعدة في عملية الطيران.

يعتبر وجود الأجنحة في الحشرات من أهم الصفات التي جعلت الحشرات تسود على غيرها. ويوجد لمعظم الحشرات زوجان من الأجنحة على الصدر الأوسط والصدر الخلفي ، وفي بعض الحشرات لا

يوجد إلا زوج واحد من الأجنحة هو الزوج الأمامي مثال الذباب ، حيث أن الزوج الخلفي من الأجنحة قد تحور إلى دبوسا إلاتزان. وفي بعض الحشرات تختفي الأجنحة تماماً وتصبح الحشرات عديمة الأجنحة (صفة أصيلة مثل السمك الفضي أو مكتسبة مثل القمل).

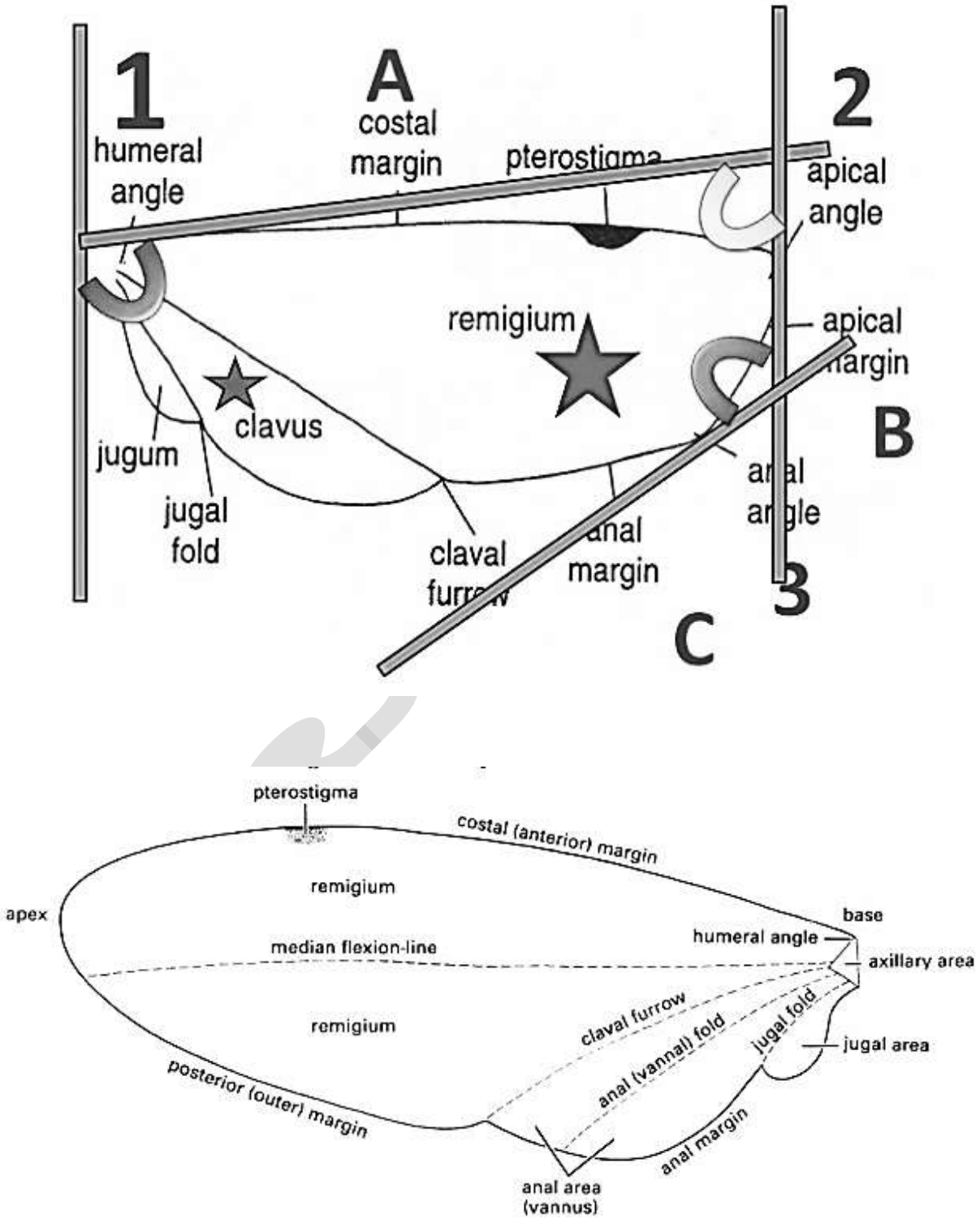


Fig. 2.22 Nomenclature for the main areas, folds and margins of a generalized insect wing.

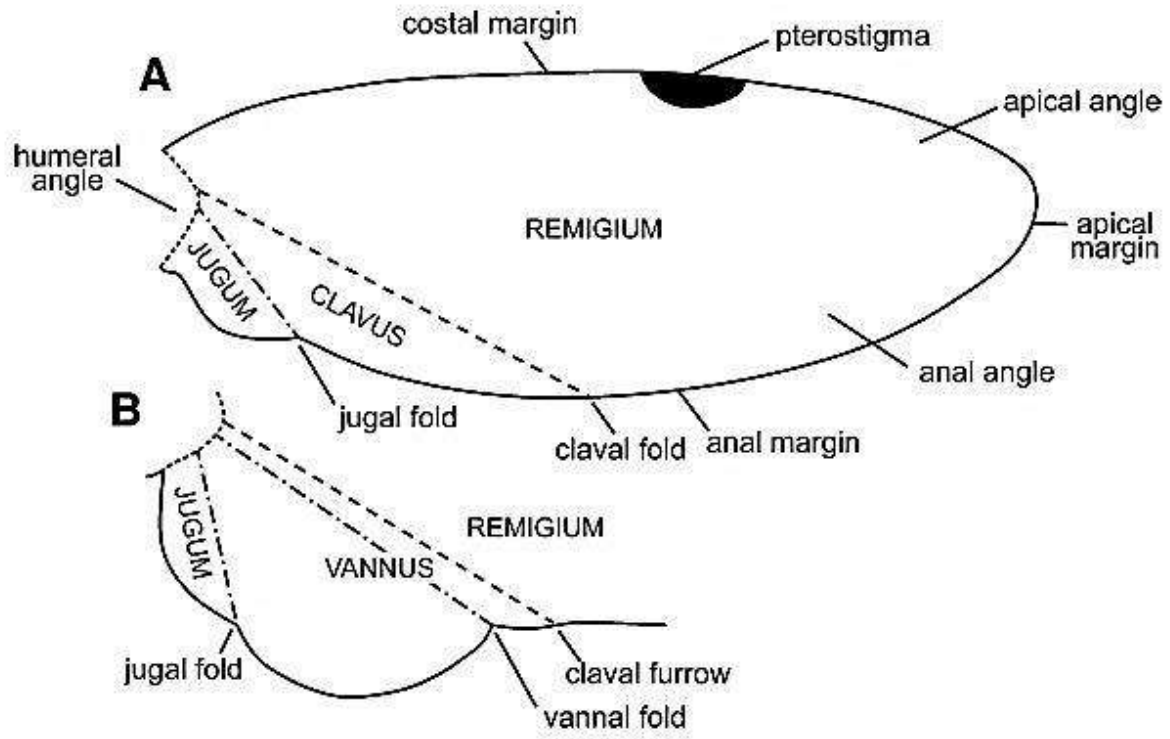


FIGURE 3.27. Diagram showing the major areas, margins and angles of a generalized wing. (A) Fore wing or hind wing without vannus; and (B) vannal area of hind wing [Partly after R. J. Wootton, 1979, Function, homology and terminology in insect wings, *Syst. Entomol.* 4:81–93. By permission of the Royal Entomological Society.]

حواف وزوايا ومناطق الجناح Wing margin and angles

* **الجناح** Wing عبارة عن كيس غشائي مجوف يتكون من طبقتين عليا وسفلى تمتد بينهما العديد من الخطوط الطولية والعرضية تدعى العروق Veins ، نظام توزيعها في الاجنحة يسمى Veination الذي يستخدم في تصنيف الحشرات ، تسمى الحشرات الحاوية على الاجنحة بالحشرات المجنحة Pterygota اما الحشرات بدون الاجنحة فتسمى بالحشرات عديمة الاجنحة Apterygota (فقدت اجنحتها بسبب معيشتها الطفيلية {صفة مكتسبة} او ان عدم امتلاكها للاجنحة هي صفة اساسية). ان شكل وعدد ونظام توزيع العروق وكذلك وضع الجناح على الجسم وقت الراحة يختلف تبعا لاختلاف الحشرات.
* **الوظيفة** الاساسية للاجنحة هو الطيران ، وتستعمل الاجنحه الخلفيه فقط في الطيران كما في الحشرات غمدية وجلدية ونصفية الاجنحه بينما تعمل الاجنحه الاماميه على حماية الاجنحه الخلفيه، بعض الحشرات تصدر اصواتا متميزة مثل ذكر الكاروب وكذلك انواع من الجراد بتحريك اجنحتها ، ينتج هذا الصوت اما

عن طريق احتكاك الجناحين الاماميين سوية كما في الصرصر او احتكاك الجناح الامامي بالرجل الخلفية كما في الجراد ، وكثير من الحشرات تتحرك اجنحتها (تتذبذب بسرعة فائقة جدا) وينتج بذلك ازيز Buss او طنين Hum كما في الذباب والبعوض....

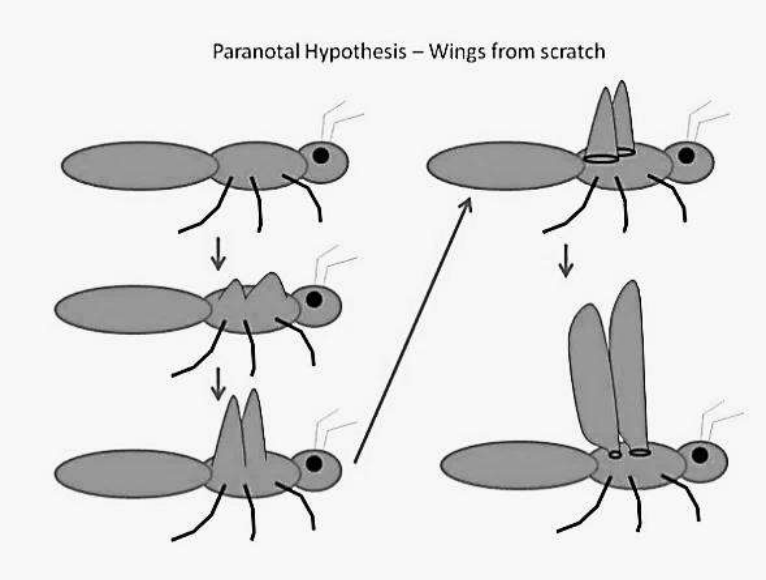
*** تركيب ونمو الاجنحة** Structure and Development of the Wings

الاجنحة في الحشرات عبارة عن امتدادات رقيقه لجدار الجسم الخارجي الواقعة في الناحية الظهرية الجانبية للحلقتين الصدريتين الثانية والثالثة. هذة الامتدادات ذات شكل يشبة الصفيحة الخارجية ممتدة من الجدار الخارجي، تتكون من غشاء علوي واخر سفلي بينهما عروق تدعى بعروق الجناح Veins . ونمو الجناح الوظيفي Functional wing يكون في الاطوار الكامله فقط بالرغم من ان النمو المبكر له يبدا منذ الاطوار اليرقيه (غير الكامله).

* يمكن تقسيم الحشرات حسب تكوين (نشأة) الاجنحة الى قسمين وهما :

1. قسم الحشرات خارجية الاجنحة Exoptergota وتضم الحشرات ذوات التطور الناقص Hemimetabola .
2. قسم الحشرات داخلية الاجنحة Endopterygota وتضم الحشرات ذوات التطور التام (الكامل) Holometabola .

- تنشا الاجنحه في مجموعة الحشرات خارجية الاجنحة (ناقصة التطور) في مرحلة الحورية المبكرة Nymph بشكل امتدادات جانبيه خارجيه مع جدار الترجه للحلقتين الصدريتين الثانية والثالثة ولا يعتري هذه الامتدادات اي تغيير خلال الاطوار المختلفة للحورية اكثر من نموها التدريجي اثناء كل انسلاخ، ويحدث التغير الكبير حين وصول الحورية الى دور البلوغ بحيث ياخذ الجناح شكلة النهائي.



- اما في الحشرات داخلية الاجنحة (ذات التطور التام) فتنشا الاجنحة مبكرا في الدور اليرقي Larva وتبدا بشكل براعم او ازرار داخليه Imaginal buds من خلايا تحت البشرة (الطبقة المولدة) Hypodermis لجدار الجسم بجوار احدى القصبات الهوائيه الرئيسية ثم تنمو هذه البراعم وتتضخم في جانب منه وتنغمد نحو الداخل مكونه جيوبا او اكياسا تعرف Peripodial cavities ، تحتفظ حوافها بالاتصال الرقيق مع البشرة الداخليه وتتدلى هذه الاكياس داخل الجلد اليرقي ولا تظهر خارج الجسم الا في طور العذراء حيث تبدو منكمشه ثم تنفرد عند خروج الحشره الكامله بعد نصف ساعه تقريبا نتيجة لاندفاع الدم فيها.

اما من حيث دخول القصبات الهوائيه في براعم الاجنحه فهي لا تدخل عادة الا في الاطوار الاخيرة من تكوينها وليس من البدايه كما في الحشرات ناقصة التطور.

ويظهر الجناح اثناء تكوينه محاطا بالكيوتكل تليه طبقة خلايا تحت البشرة Hypodermis cells التي تستطيل معظم خلاياها في امتدادات داخليه تعرف Processes of hypodermal ترتكز من الداخل على الغشاء القاعدي Basement membrane وتدخل فروع القصبات الهوائيه Trachea في امتدادات الاجنحه ويكون دخولها الى الجناح في مجموعتين من القصبات الهوائيه الواردة من جسم الحشرة احداهما امامية يطلق عليها المجموعة الضلعيه الكعبريه Costa – Radial Group ومجموعه خلفيه تسمى الزنديه الشرجيه Cubital – Anal Group وهي تمد الجناح النامي بالهواء. وعادة تلتحم طبقتا الغشاء القاعدي الا في المواضع المحيطه بالقصبات الهوائيه حيث تبقى متباعدة محددة بذلك اماكن العروق Veins ، وينفرد الجناح عند تمام تكوينه في الحشرة الكاملة لاندفاع الدم في داخله، ثم تفرز خلايا البشرة الداخليه عند نهاية تكوينه غشاء الجناح والجدر السميكه المحيطه بالعروق ثم تتلاشى ولا يبقى منها الا

اثار بسيطه. ويعزى دخول القصبات الهوائية من جسم الحشرة الى الجناح لمده بالاوكسجين اثناء تكوينه ولتدعيم الجناح وتقويته عند تمام نموه. ولما كانت العروق الطوليه والتي تنشا من القصبات الهوائيه تختلف كثيرا في الرتب المختلفه لذلك فلدراستها اهمية خاصه في علم تصنيف الحشرات اذ انه ثابت في الرتبة والعائلة.

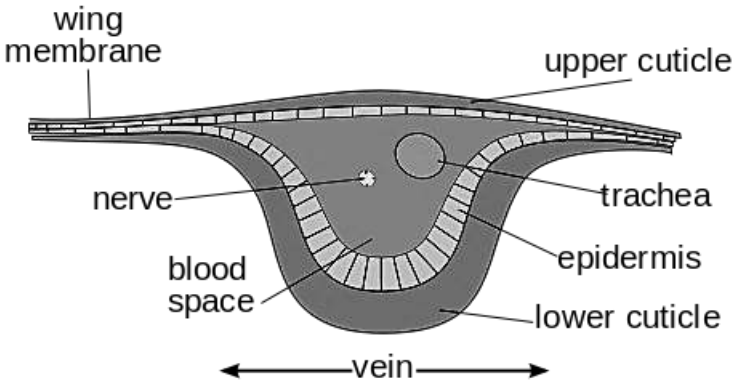
ويختلف هذا النمو تبعا لانواع الحشرات المختلفة.

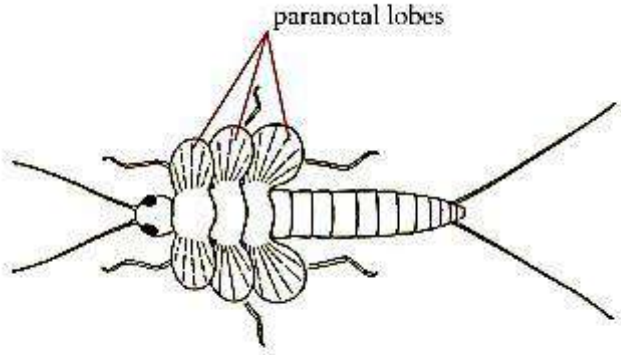
* تمر مراحل تكوين الاجنحة بالخطوات الاتية :

1. تقعر البشرة الداخلية (في جدار الجسم) الى الداخل بشكل كيس او جيب ثم نمو هذا التقعر.
2. يحدث تحدب لهذا الجزء المتقعر مندفعا الى داخل التركيب الكيسي خلال مرحلة قبل العذراء Prepupal period .
3. يحدث دوران لهذا النمو الكيسي الشكل ويتصل من جهة بالبشرة الداخلية ثانية ، اما الجهة الاخرى فتبقى سائبة ، ويكون الجناح بشكل برعم Bud ومازال محاطا بالكيوتكل الخارجي لليرقة.
4. ينسلخ الجليد الاخير لليرقة وتدخل اليرقة دور العذراء Pupa .

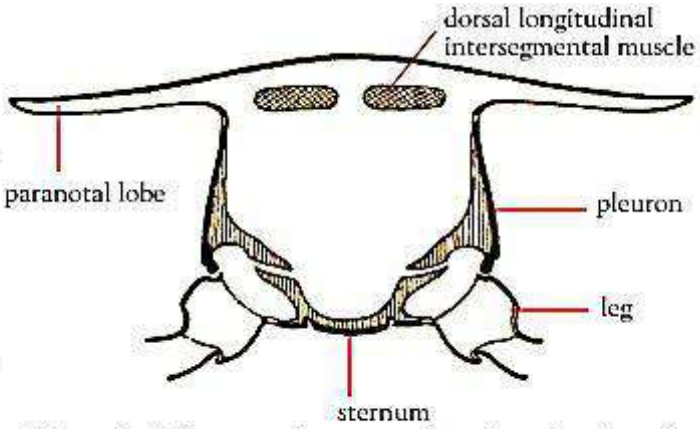
تظهر الاجنحة للمرة الاولى كتراكيب خارجية ثم تنمو شيئا فشيئا الى ان تتلاقى طبقتا الغشاء القاعدي من الجهتين ، ونشاهد ان خلايا البشرة الداخلية تتمركز حول محيط القصبات وفي الحالة الاخيرة تبدو وكان الاجنحة تتالف من طبقة الكيوتكل فقط ، هذا مع العلم اننا نشاهد جريان الدم ووجود الاعصاب في الاجنحة بوضوح.

مخطط لنمو ونشوء الاجنحة





A suggestion of possible structure of a primitive insect with three pairs of paranotal lobes that may have been used in gliding.



Theoretical diagrammatic cross section through a thoracic segment of a hypothetical insect with paranotal lobes in place of wings.

التمفصل القاعدي للجناح Basal articulation of wing

يشتبك كل جناح بجسم الحشره عن طريق مساحه غشائيه تحتوي على مجموعه من الصفائح التمفصليه Articulator Sclerites تساعد في حرية حركة الجناح على حلقة الصدر، وهي تتمفصل بدورها بنتوئين من ترجة الحلقه الصدريه الخاصه بها وهي النتوء الترجي الجناحي الامامي Anterior notal wing process والنتوء الترجي الجناحي الخلفي Poeterior notal wing process كما تتصل من الاسفل بنتوء يمتد من البلورا يعرف بالنتوء البلوري الجناحي Pleural wing process ، وفي كثير من الاجنحه تصبح للحافه الخلفيه للجناح شكل حبل اجوف يعرف بالحبل الابطي Axillary cord الذي يرتبط بالحافه الخارجيه الجانبيه للترجه وهو يعمل على تقوية الحافه الخلفيه للجناح او كقناة لرجوع الدم من الاجنحه الى الصدر.

وتتمثل الصفائح التمفصليه في :

1. الصليبات القاعديه العلويه او الجار جناحيه Tegula or Parapteral

وهي عباره عن صليبه شبيهة بالحرشفه وتوجد عند قاعدة الحافه الاماميه لكل جناح امامي ويندر ان توجد بالجناح الخلفي ، وهي اكثر وضوحا في الحشرات حرشفية وغشائية وذات الجناحين.

2. الصفيحه القاعديه Humeral plate

وهي صفيحه توجد في قاعدة العرق الضلعي Costa (C) عند قاعدة الحافه الاماميه وخلف الـ Tegula .

3. الصفائح الابطيه Axillaries or Pteralia

وهي التي تكون مفصل الجناح من الجهة الظهريه وتوجد في الغشاء الابطي لجميع الحشرات المجنحه ولكنها تكون بصوره مختلفه في الحشرات التي لا تطبق اجنحتها على الجسم مثل ذباب مايو Ephemeroptera والرعاشات Odonata وابو دقيقات Lepidopera ، ففي الرعاشات يوجد فقط زوج من الصفائح ملتحمه مع الترجه ومدعمه بزوج من الاذرع للنتوء البلوري الجناحي.

وتعرف هذة الصفائح بالعضد والابط Plates humeral & axillary وهي :

أ. الصفيحه الاولى Axillary I ويتمفصل جزؤها الامامي الاسطواني مع النتوء الترجي الامامي وجزؤها الخلفي يتصل مع ترجة الحلقه الصدريه من جهة ومع العرق تحت الضلعي Subcosta (SC) من الجهة الاخرى.

ب. الصفيحه الثا نيه Axillary II توجد بين الصفيحه الاولى وبين العرق الكعبري Radius (R) . وتتمفصل من الاسفل محوريا مع النتوء البلوري الجناحي Pleural wing process

ت. الصفيحه الثالثه Axillary III وتاخذشكل حرف Y وتقع في الجزء الخلفي من المنطقه المفصليه للجناح حيث تتمفصل مع النتوء الترجي الخلفي وتصل بينه وبين العرق الشرجي Anal (A) .

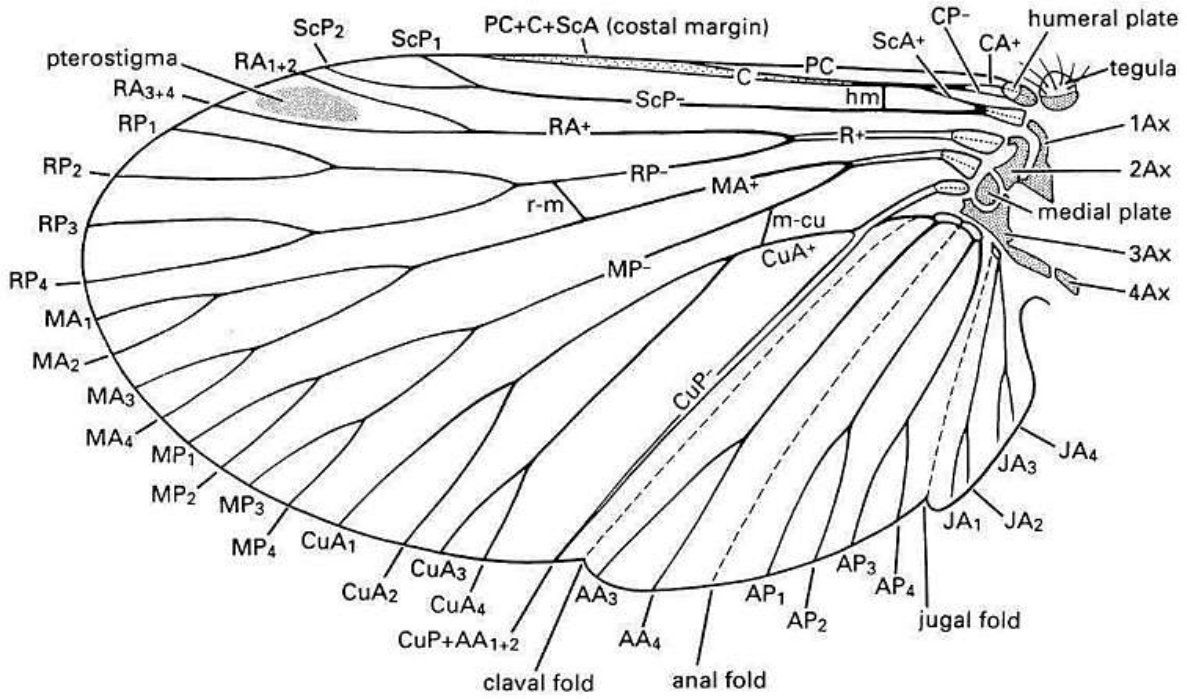
وفي بعض حشرات رتبة مستقيمة وغشائية الاجنحه توجد صفيحه ابطيه رابعه بين الصفيحه الثالثه وبين النتوء الترجي الجناحي الخلفي، وبالاضافه الى الصفائح الابطيه السابقه توجد صفيحه او صفيحتان وسطيتان Median plates يتصلان بالصفيحه الابطيه الثالثه ومن الجهة الخارجيه مع العرق الوسطي Media (M) والعرق الزندي Cubitus (CU) .

4. الصفائح فوق البلوريه Epipleurites

وتوجد في بعض الحشرات وتستقر في ابط الجناح من الجهة البطنيه على جانبي النتوء البلوري الجناحي Pleural wing process وهي عبارة عن :

أ. صفائح قاعدة الجناح Basalare Sclerites وهي زوج من الصفائح تقع فوق البلورا الاماميه Episternum امام النتوء البلوري.

ب. صفيحة اسفل الجناح Subalar sclerite وهي صليبه واحدة تقع فوق البلورا الخلفيه Epimeron خلف النتوء البلوري.



Figures. A generalized wing of a neopteran insect (any living winged insect other than Ephemeroptera and Odonata), showing the articulation and the Kukalová-Peck nomenclatural scheme of wing venation.

Notation as follows: **AA**, anal anterior; **AP**, anal posterior; **Ax**, axillary sclerite; **C**, costa; **CA**, costa anterior; **CP**, costa posterior; **CuA**, cubitus anterior; **CuP**, cubitus posterior; **hm**, humeral vein; **JA**, jugal anterior; **MA**, media anterior; **m-cu**, cross-vein between medial and cubital areas; **MP**, media posterior; **PC**, precosta; **R**, radius; **RA**, radius anterior; **r-m**, cross-vein between radial and median areas; **RP**, radius posterior; **ScA**, subcosta anterior; **ScP**, subcosta posterior. Branches of the anterior and posterior sector of each vein are numbered, e.g. CuA $_{1\text{-}4}$. (After CSIRO 1991).

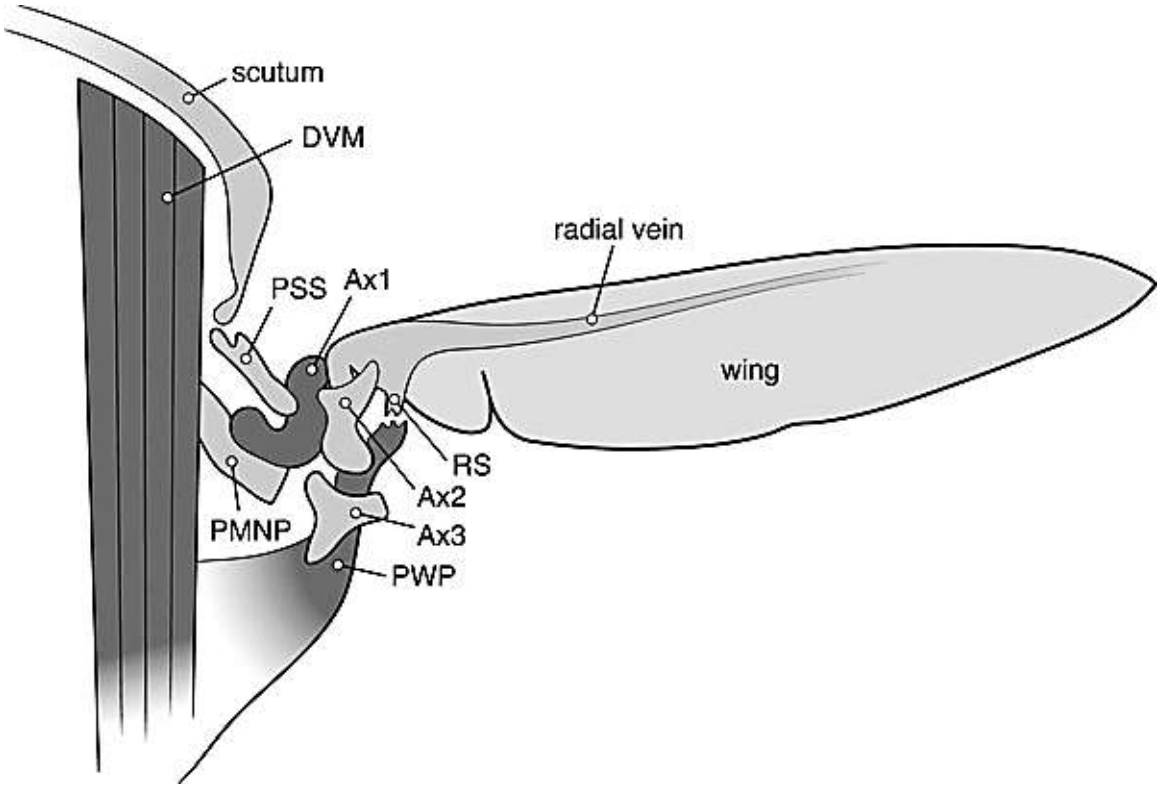


Figure. Cartoon illustration of a transverse section of the thorax of a fly in rear view, showing some elements of the complex wing hinge of a fly, consisting of ridges and protrusions on the thorax and a number of hardened plates of cuticle (sclerites) between the body (thorax) and the wing root.

*** تحورات الأجنحة** Modification of wings

يعتبر وجود الاجنحه في الحشرات صفه اساسيه الا ان مجموعه منها تنعدم فيها الاجنحه ، وفي هذه الحاله يكون اختفاء الاجنحه اما صفه اصيله كما في مجموعة الحشرات عديمة الاجنحه Apterygota ، او صفه ثانويه او مكتسبه كما في الحشرات المجنحه التي فقدت اجنحتها لملائمة البيئه وتعرف Pterygota wingless كما في الحشرات المتطفله كالقمل والبراغيث.

وقد يختزل كلا الزوجين من الاجنحه وتعرف حينئذ Brachypterous او Micropterous كما في بعض حشرات رتبة مستقيمة ونصفية الاجنحه، وقد يكون كلا الجنسين عديم الجناح او قد يكون قاصرا على احداهما، فقد يكون الذكر مجنح والانثى عديمة الجناح كما في عائلة Coccidae من رتبة متجانسة الاجنحه Homoptera او قد تكون الذكور عديمة الجناح بينما الانثى مجنحه كما في حشرة التين الاذمرلي Plastophaga من عائلة Chalcididae رتبة غشائية الاجنحه. وفي النمل والنمل الابيض تكون الافراد المخصبه هي المجنحه فقط ولكنها بعد طيران الزفاف Nuptial تقوم بقصف اجنحتها تاركة الجزء القاعدي من الجناح في صورة حرسفه صغيرة.

ويختلف نمو الاجنحة جغرافيا او موسميا في بعض انواع الحشرات وتعدد المظاهر Polymorphism ويحدث هذا في مجاميع مختلفه وخاصة رتبة نصفية الاجنحة Hemiptera فقد يكون للحشرة اثناء جيل الشتاء جناح نامي كبير Macropterous بينما في الجيل الصيفي يكون الجناح صغيرا مختزلا Micropterous وفي هذة الحالة يتحدد طول الجناح بالظروف البيئية الى حد كبير وكذا بالصفات الوراثية.

وقد يختفي الجناح الخلفي فقط كما في رتبة ثنائية الاجنحه Diptera وذكور الحشرات القشريه والبق الدقيقي حيث يتحور الى ما يعرف بدبوس الاتزان Blancer or Haltere وقد يحدث العكس ويختفي الجناح الامامي كما في ذكور *Stylops* .

اما من حيث قوام الجناح فقد يكون غشائيا Hymenous كما في رتبة غشائية وثنائية الاجنحه وقد يكون جلديا Tegmina كما في الاجنحه الاماميه لرتبة مستقيمة الاجنحه ورتبة الصراصر وفرس النبي وقد يكون قرنيا Elytera كما في الاجنحه الاماميه لرتبة غمدية الاجنحه وقد تتصلب قواعد الاجنحه فقط وتصبح غمديه بينما باقي الجناح يكون غشائيا ويسمى نصف غمدي Hemielytera كما في رتبة نصفيه الاجنحه.

* ويعتبر شكل الجناح من أهم الصفات التي اعتمد عليها علم تصنيف الحشرات ، فعلى حسب عدد الأجنحة وشكلها وضعت الحشرات في رتب مختلفة Orders فمثلاً الحشرات التي لها أجنحة جلدية وضعت في رتبة جلدية الأجنحة Dermaptera والحشرات ذات الأجنحة الصلبة الغمدية وضعت في رتبة غمدية الأجنحة Coleoptera والحشرات التي أجنحتها مغطاة بحراشيف تعرف برتبة حرشفية الأجنحة Lepidoptera والحشرات التي لها زوج واحد من الأجنحة وضعت في رتبة ذات الجناحين Diptera .... وهكذا.

*** جهاز شبك الأجنحة** Wing – Coupling Apparatus

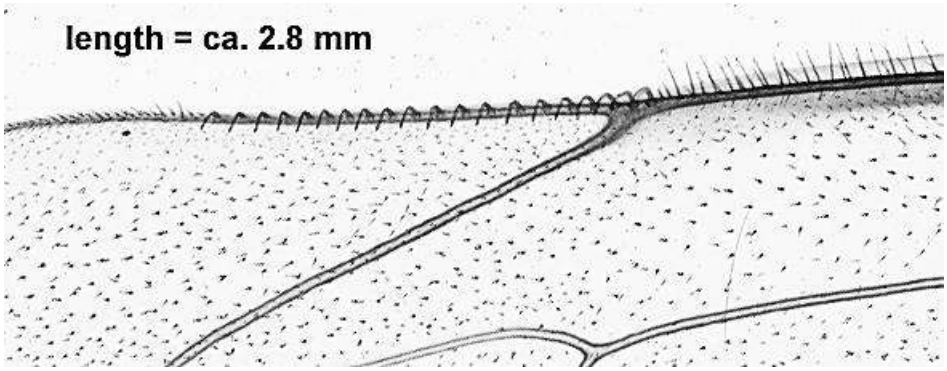
هناك بعض التراكيب الموجودة في اجنحة بعض الحشرات تختلف تبعا لانواع الحشرات المختلفة ، تعمل على شبك الاجنحة الأمامية مع الاجنحة الخلفية ويتحركان معاً كوحدة واحدة أثناء عملية الطيران ، وهذا يوفر مجهوداً كبيراً للحشرة ويزيد من كفاءة الطيران ، ولكن هناك حشرات مثل النمل الأبيض والرعاش يتحرك كل جناح منفصلاً عن الآخر الا انهما يتحركان بنفس التردد تقريبا مع زيادة طفيفه في حركة الجناح الخلفي عن الامامي ، وهذة الرابطه الميكانيكيه لحركة الاجنحه تشمل ايضا ميقات التنبيه العصبي لعضلات الطيران.

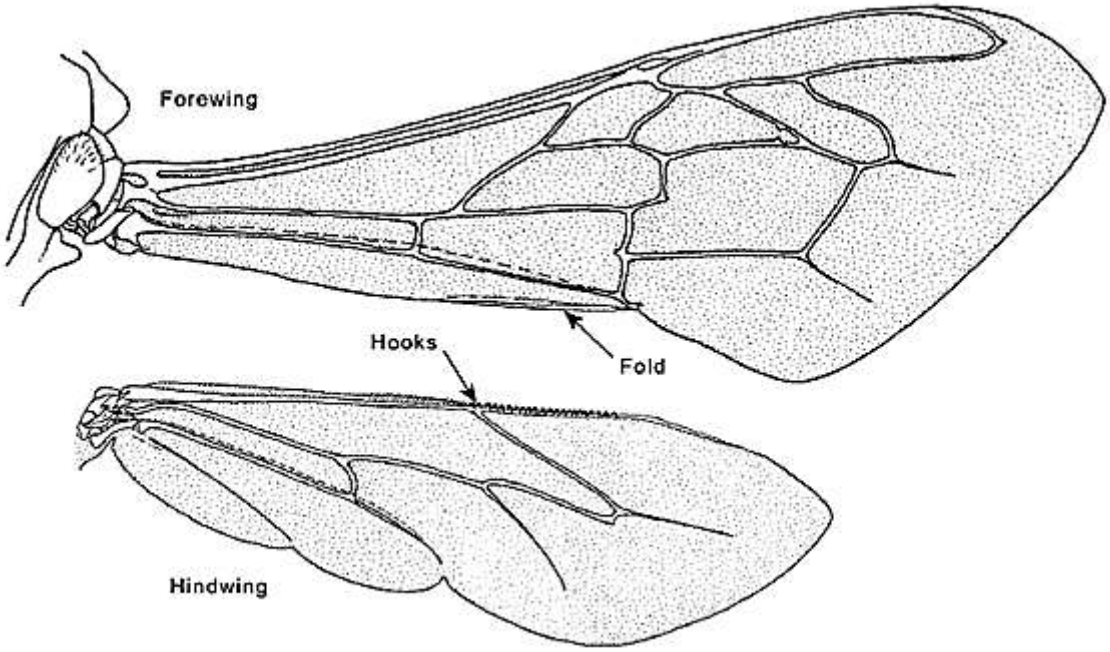
تكون الحشرات ثنائية الاجنحه اكثر كفاءة عن ذات الاربعة اجنحه وفي غالبية الحشرات تزود بجهاز شبك يربط الجناح الامامي والخلفي حيث يتحركان معا كوحدة واحدة.

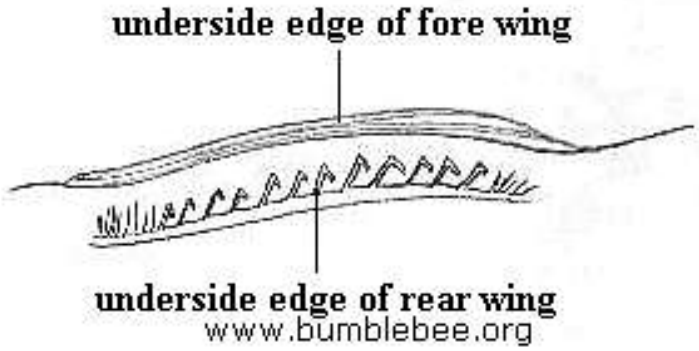
يوجد **خمسة** أنواع مهمة لشبك الأجنحة في الحشرات وهي :

1 – **جهاز الشبك الخطافي** Hamulat type

ويخرج من وسط الحافة الأمامية للجناح الخلفي صف من الخطاطيف الدقيقة تعرف بـ Hamuli المنحنية تتشابك مع جزء سميك من الحافة الخلفية للجناح الأمامي ، كما في حشرات رتبة غشائية الأجنحة (النحل والزنابير).



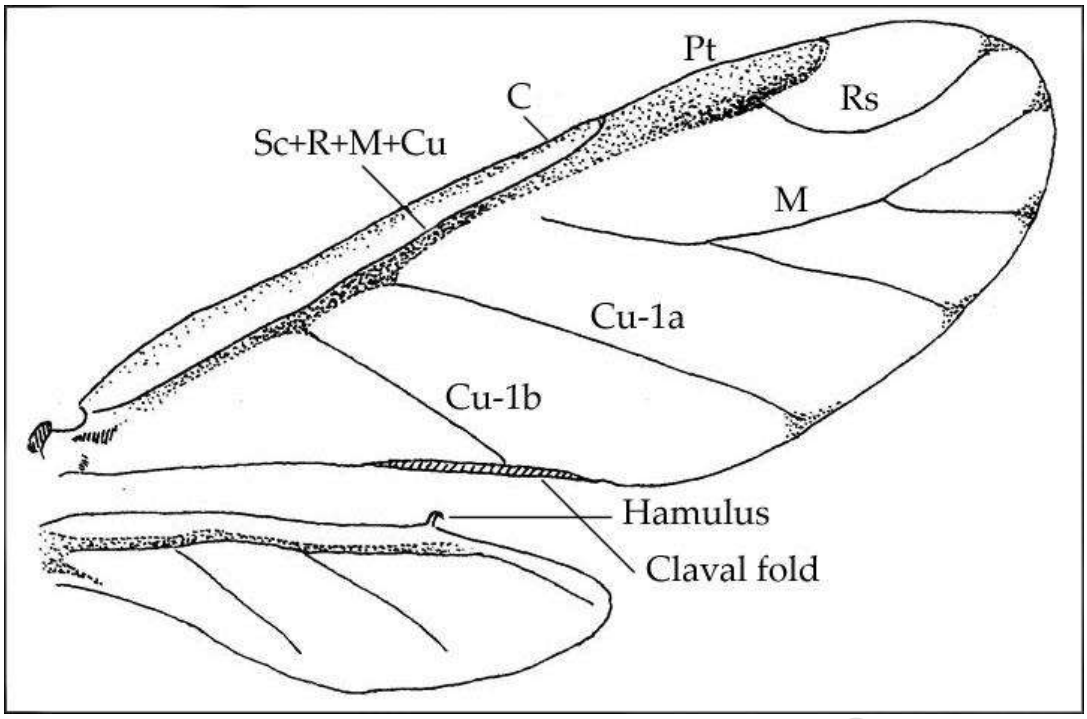




2 – **جهاز الشبك الشوكي** Frenulate type

توجد شوكة كبيرة واحدة او مجموعة من الاشواك عند حافة قاعدة الجناح الثاني الامامية تعرف Frenulum تساعد على سند الجناح الامامي اثناء الطيران ، وتشتبك هذة التراكيب اما بخطاف (المشبك) يسمى Retinaculum تقع على الحافه الخلفيه للجناح الامامي في حالة الشوكة الواحدة ، او بمجموعة من الشعيرات في حالة وجود مجموعة من الاشواك تقع على الحافه الخلفيه للجناح الامامي ، كما في بعض عائلات رتبة حرشفية الاجنحة مثل Noctuidae و Sphingidae .

وهو يختلف نوعاً ما حسب الجنس ففي الإناث الشويكات القوية تشتبك مع خصلة من الشعر تخرج من السطح السفلي للجناح الأمامي وتعرف بالمشبك ، أما في الذكور فتلتحم شويكات الجناح الخلفي في شوكة واحدة قوية تشتبك مع نتوء منحني من السطح السفلي للجناح الأمامي. يوجد في كثير من أنواع الفراشات. في رتبة Thysanoptera تتشابه الة شبك الاجنحه مع السابق الا ان Frenulum يكون على صورة اشواك مخلبيه في قاعدة الجناح الخلفي تتعلق بثنيه غشائيه في الجناح الامامي.



C - Costa; **Sc** - Subcosta; **Rs** - Radial sector; **M** - Median; **Pt** - Pterostigma; **Cu** – Cubitus

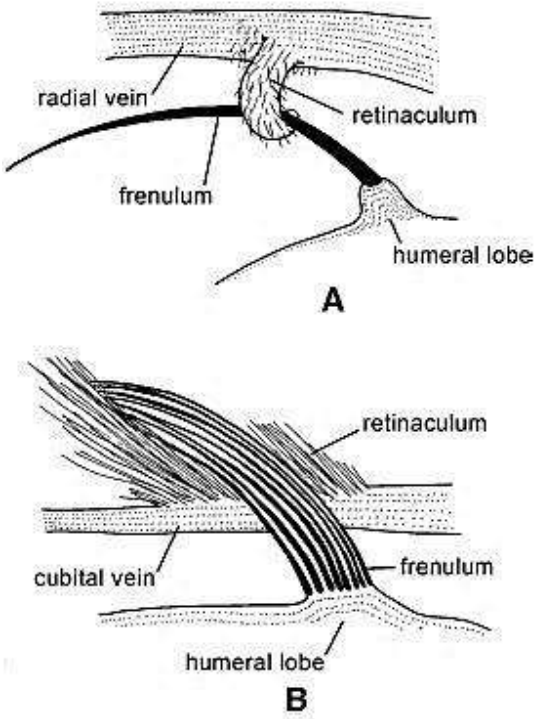
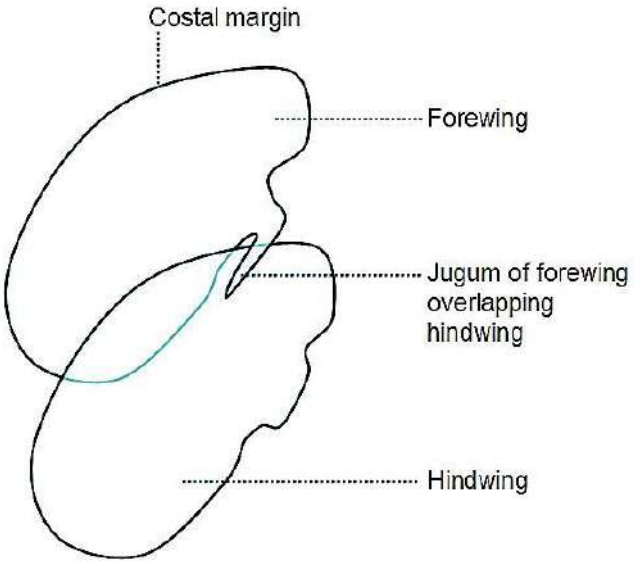


FIGURE 3.28. Wing-coupling mechanism in *Hippotion scrota* (Lepidoptera). (A) Male; and (B) female. [After R. J. Tillyard, 1918, The panorpoid complex. Part I. The wing-coupling apparatus, with special reference to the Lepidoptera. *Proc. Linn. Soc. N.S.W.* 43:286–319. By permission of the Linnean Society, N.S.W.]

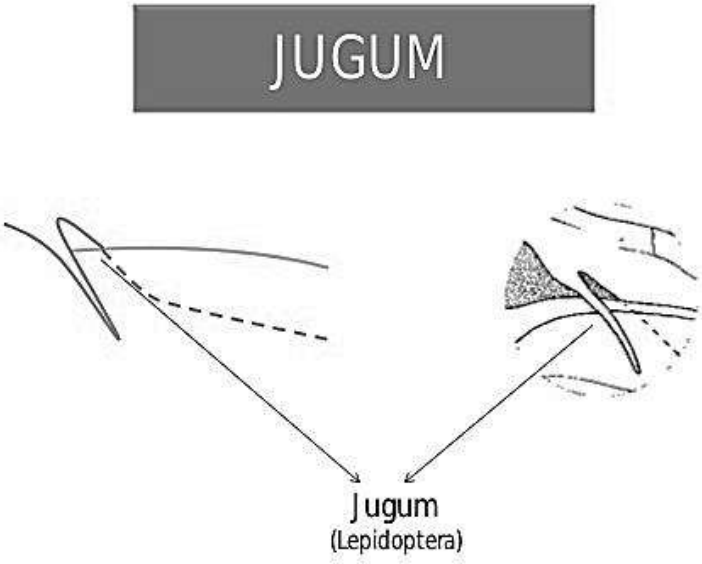
3 – **جهاز الشبك الاصبعي او اللجامي** Jugate type

تخرج من قاعدة الحافة الخلفية للجناح الأمامي زائدة تشبه الإصبع (فص) ويظهر بشكل اللجام Jugum تمتد تحت الجناح الخلفي بينما يكون باقي الجناح الأمامي ممتداً فوق الجناح الخلفي وبذلك يتم التماسك بين

الجناحين خلال عملية الطيران بحيث تظهر حركة الجناحين الامامي والخلفي كحركة واحدة وكانهما جناح واحد ، كما في بعض أنواع الفراشات.



Jugal coupling



4 – **جهاز الشبك التراكب** Amplexiform type

وتوجد في حشرات فوق عائلة Papilioniodea وبعض فوق عائلة Bombyciodea من رتبة حرشفية الاجنحه حيث تمتد الحافه الاماميه للجناح الخلفي الى الامام تحت الجناح الامامي فيعمل هذا التراكب على انسجام حركة الطيران.

5 – **جهاز الشبك القابض** Clippate type

ينتشر هذا النوع في رتبة غير متجانسة الاجنحه Heteroptera حيث يوجد اسفل الجناح الامامي عند منتصف الحافه الخلفيه قابض كايتيني Clip عباره عن نتوئين موازيين لحافة الجناح يقبض اثناء الطيران على جزء مرتفع من الحافه الاماميه للجناح الخلفي.

مناطق الجناح Wing regions

تعرف المنطقة القاعدية في معظم الاجنحة والتي تحمل الصفائح القاعدية والتي تبدو كمنطقة مستقلة مثلثة الشكل باسم المنطقة الابطية Axillary region اما باقي الجناح فيختلف في شكله كثيرا ، ففي الاجنحة الضيقة يكون غشاء الجناح عبارة عن منطقة واحدة في حالة الاجنحة العريضة فغالبا ما ينقسم الجناح الى عدة مناطق تنثني على بعضها عند انطباقها في خطوط تعرف بخطوط الانثناء Furrow او Folds واهم مناطق الجناح واكثرها وجودا هي :

1. المنطقة الامامية Remigium وتحتوي على جميع العروق الطولية ما عدا العرو الشرجية Anal veins اي تشمل العروق الطولية من C الى CU .
2. المنطقة الخلفية Vannus وهي المنطقة التي تحتوي على العروق الشرجية وتعرف الثنية الفاصلة بين هاتين المنطقتين بالثنية الشرجية Anal or Vannal furrow .

وكثيرا ما توجد منطقة ثالثة خلف المنطقة الخلفية تسمى الاصبعية Jugum يفصلها عن المنطقة الخلفية الثنية الاصبعية Jugal furrow وهي منطقة خالية من العروق ولكنها تحتوي على تغلضات تساعد على تقوية اشتباك الجناحين الامامي والخلفي.

وفي الحشرات ذات الجناحين Diptera وفي الاجنحة الخلفية لبعض حشرات غمدية الاجنحة توجد منطقة غشائية رابعة تحت ابط الجناح تسمى Alula او Squama او Calyptere .

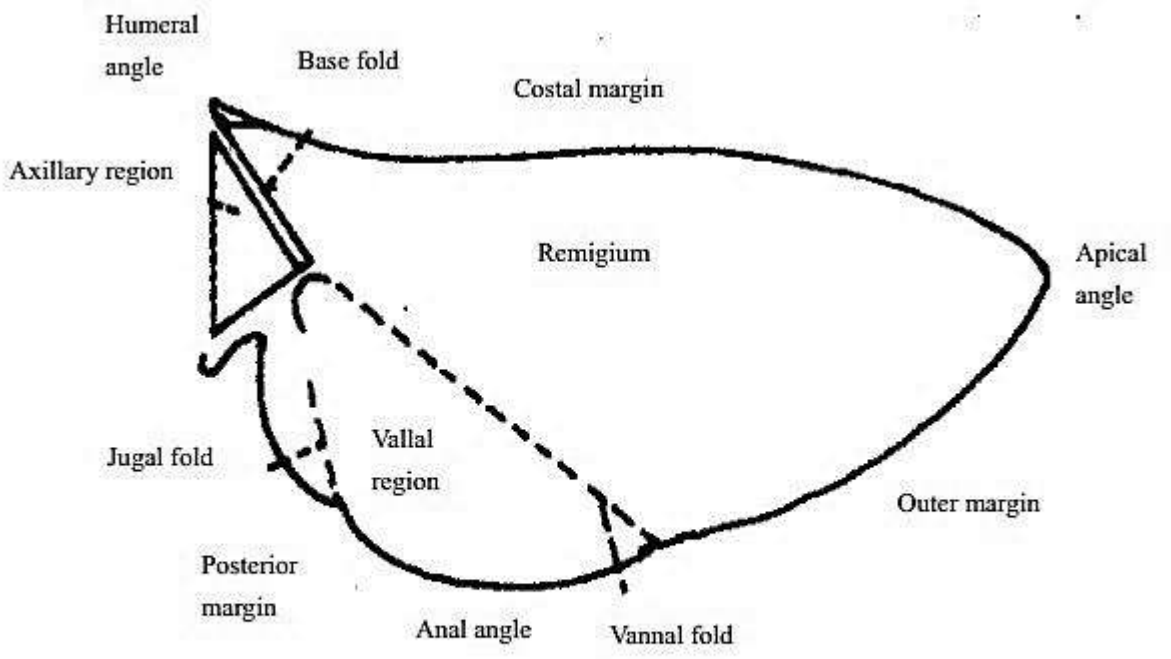


Figure 1. Basic structure of wings (Sun, 2004, P.11)

*** ميكانيكية الطيران** Mechanism of flight

هناك عدة عوامل تتحكم بعملية الطيران ونوعيتة ، اهمها *الصفيحة الظهرية وهي الاهم *والصفائح الابطية *وتركيب الجناح نفسة.

تتأثر حركة الجناح أثناء الطيران بنوعين من العضلات الصدرية :

1. **العضلات المباشرة** Direct muscles

هي مجموعة من العضلات تنشأ من البلورا وتتصل إتصالاً مباشراً بالصفائح الموجودة عند قواعد الأجنحة (عضلات تمتد من الصفائح الجانبية والابطية وقاعدة الجناح الى الصفيحة البطنية) ومنها :

أ. العضلات الابطية Axillary muscles وهي تنشا من الهيكل الداخلي للبلورا وتنغمد في الصفيحة الابطية الثالثة Axillary III وفي حشرات رتبة ذات الجناحين توجد عضلة ابطية اخرى تنغمد في الصفيحة الابطية الاولى، وتعرف بالعضلة الثانية Flexor muscle .

ب. عضلات الصفائح القاعدية للجناح Basalar muscles وتتمثل في ثلاثة ازواج من العضلات

- الاولى تخرج من منطقة الصليبة الامامية للبلورا Episternum وتعرف باسم Pleurobasalar muscle .
- والثانية تخرج من الاسترنة وتعرف باسم Sternobasalar muscle .
- اما الثالثة فتخرج من القنطرة الامامية للحرقفة وتعرف باسم Coxabasalar muscle .

ت. عضلات صفائح اسفل الجناح Subalar muscle وتتمثل في عضلة تنشا من الجزء السفلي للصفيحة الخلفية للبلورا Epimeron وتعرف بـ Pleurosubalar وقد تنشا عضلة اخرى من الجزء العلوي للحرقفة وتعرف Coxosubalar muscle وكلاهما ينغمد في صليبة اسفل الجناح Subalar .

وبإنقباض وإنبساط هذه العضلات تعمل الصفائح الابطية لتغيير اتجاة الطيران نحو اليمين او الشمال حسب رغبة الحشرة ، وتساعد ايضا في حركة الاجنحة بصورة عامة ، اما الصفيحتين فوق الجانبية (الموجودتين على جانبي نتوء الجناح) Epipleurite فتساعدان في تحريك الاجنحة حركة موضعية (دوران الجناح حول محوره) Rotating .

2. **العضلات غير المباشرة** : Indirect muscles

وهي أكبر العضلات في جسم الحشرة وتتصل بالصدر فقط دون أن تتصل بقواعد الأجنحة وتشمل مجموعتين هما :

أ. العضلات الظهرية Dorsal muscles : وهي عبارة عن العضلات الطولية العادية في الحلقات الصدرية الحاملة للاجنحة، يمكن تمييزها الى مجموعتين :

- العضلات الطولية الوسطية Median longitudinal muscles وهي التي تربط الفراجماتا ببعض.
- العضلات الجانبية المائلة Lateral oblique muscles وهي التي تربط الفراجماتا والترجات.

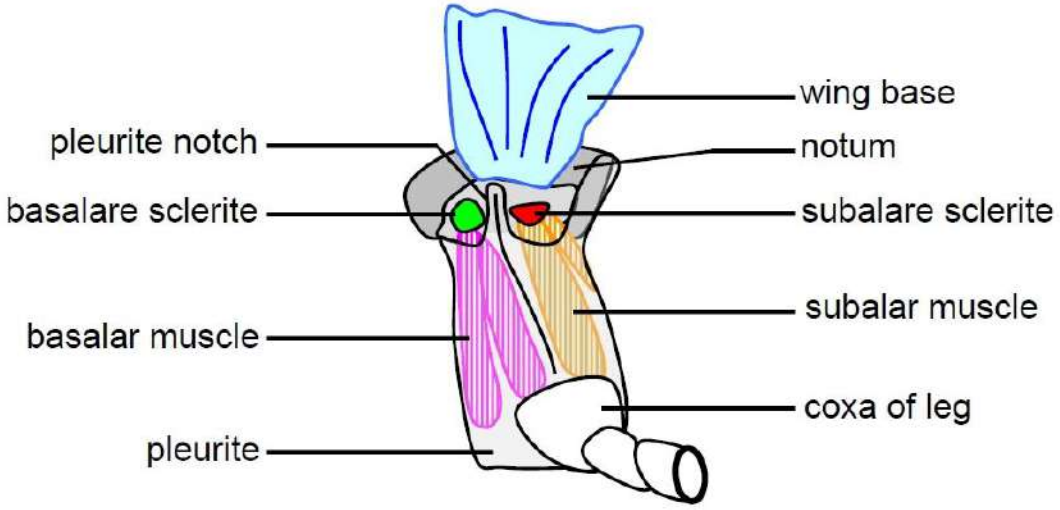
وكلا النوعين يعتبر خافظا للجناح الى الاسفل اذ بإنقباض هاتين المجموعتين من العضلات يؤدي إلى تقوس ظهر الحشرة إلى أعلى وإنخفاض الأجنحة بالتالي إلى أسفل.

ب. العضلات الظهرية البطنية (العمودية) Tergo – Sternal muscles : وهي التي تربط الترجات بالإسترنات (الظهر والقص) وتوجد على جانبي العضلات الطولية الوسطية وتعتبر رافعة للجناح اذ بانقباض هذه المجموعة من العضلات يؤدي إلى انخفاض ظهر الحشرة إلى أّسفل فيرتفع الجناح إلى أعلى نظراً لاتصالها المفصلي بالصدر.

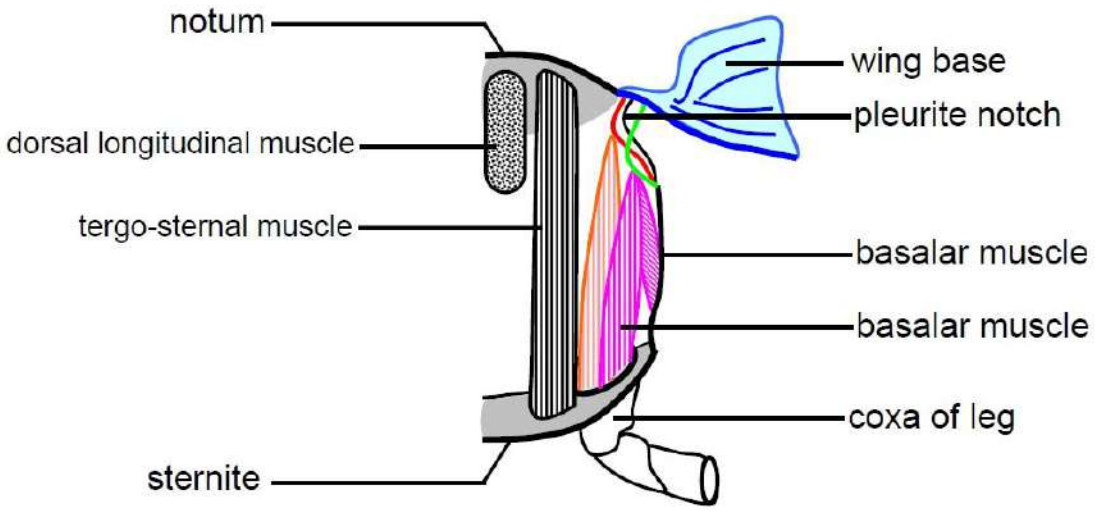
وعليه فبتوالي انقباض وارتخاء هاتين المجموعتين من العضلات غير المباشرة يرتفع وينخفض الجناح بسرعة كبيرة.

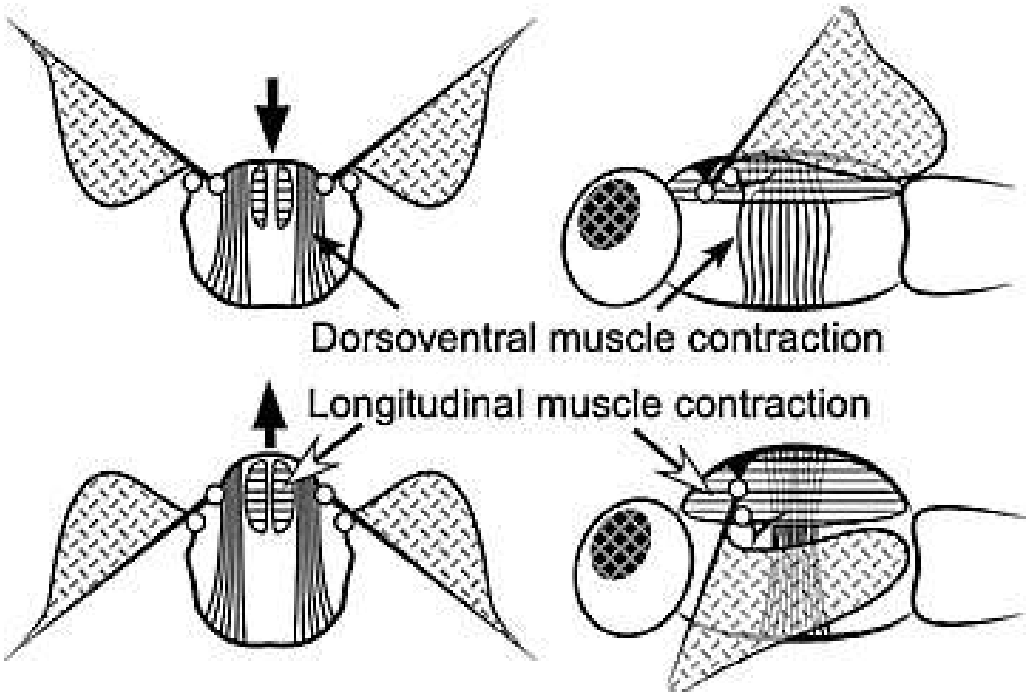
Insect Flight Muscles

Left side of winged thoracic segment



Front view of winged thoracic segment





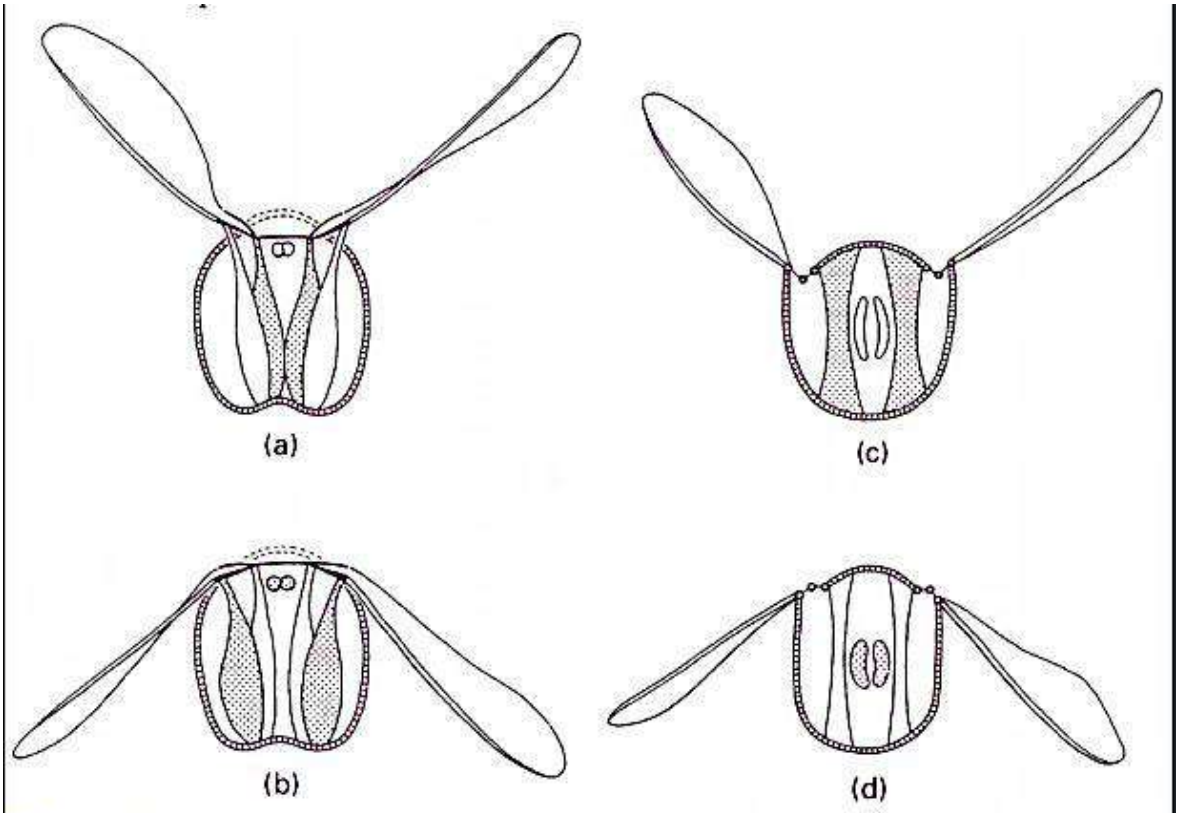


Fig. 3.4 Direct flight mechanisms: thorax during (a) upstroke and (b) downstroke of the wings. Indirect flight mechanisms: thorax during (c) upstroke and (d) downstroke of the wings. Stippled muscles are those contracting in each illustration. (After Blaney 1976.)

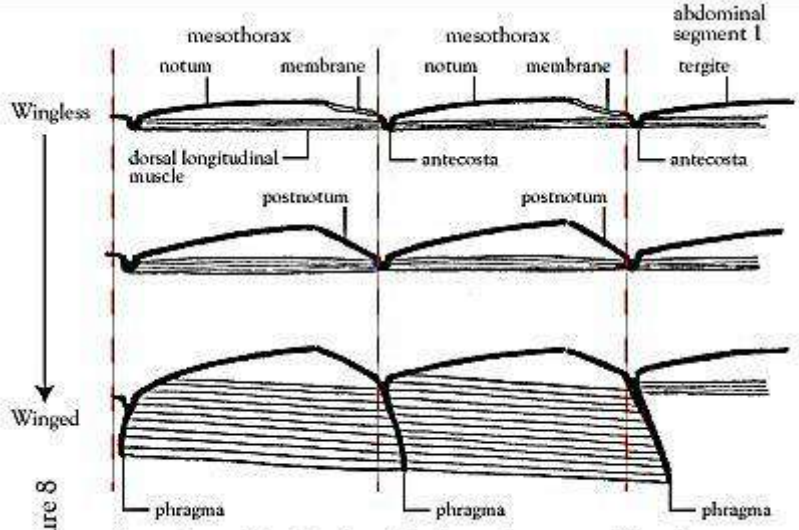
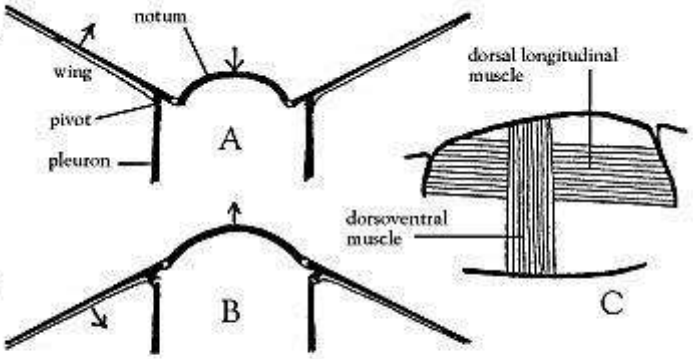
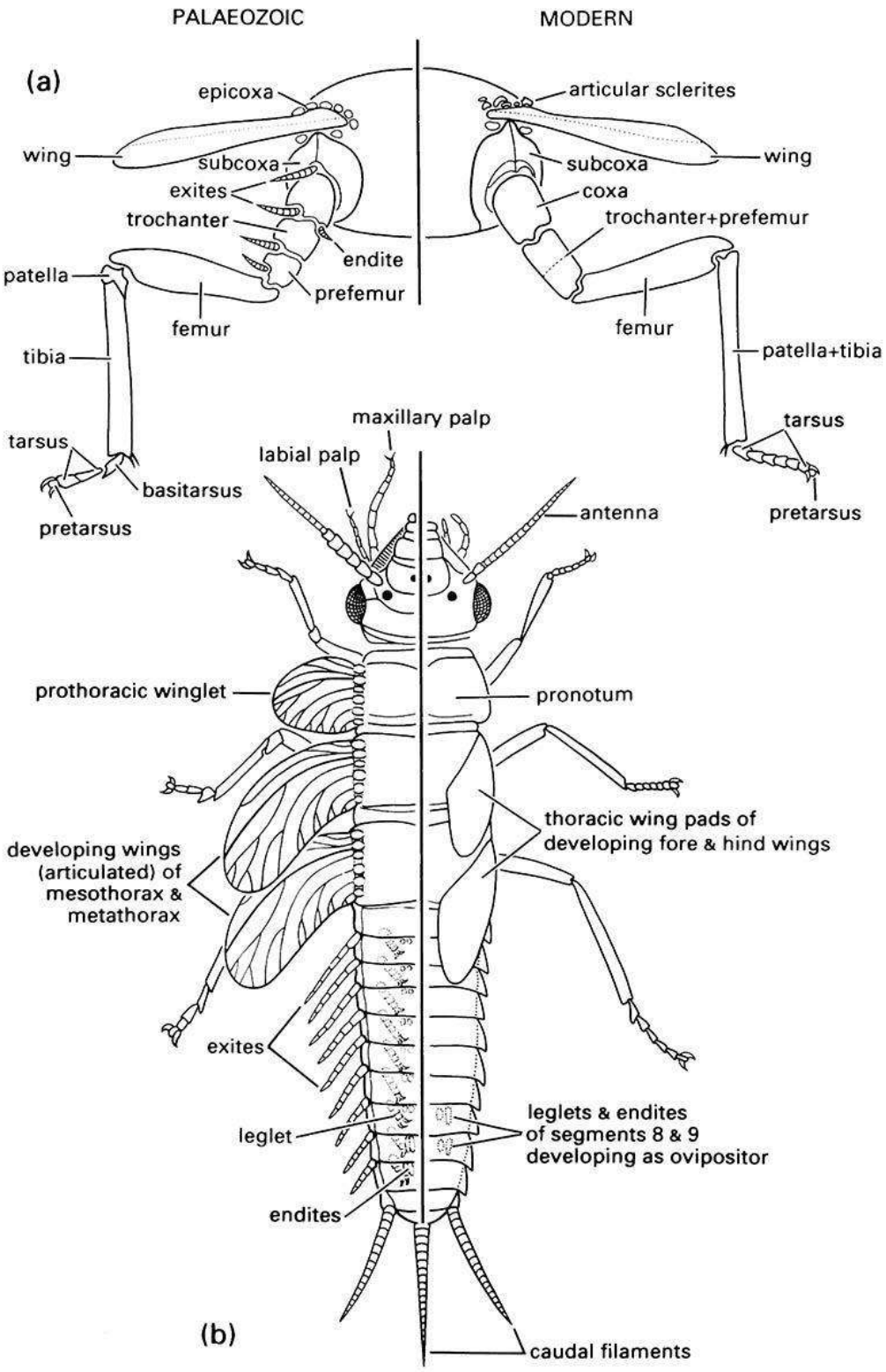


Figure 8

Sagittal view of dorsal surface of the thorax showing possible evolution from the non-winged to winged insects.



Insect flight mechanism. A. Wings are raised by lowering the notum through contraction of dorsoventral muscles. B. Wings are lowered by elevating the notum by contraction of dorsal longitudinal muscles. C, Sagittal view of the mesothorax of a winged insect showing arrangement of dorsoventral and dorsal longitudinal muscles.



Figures. Appendages of hypothetical primitive Palaeozoic (left of each diagram) and modern (right of each diagram) pterygotes (winged insects):
(a) Thoracic segment of adult showing generalized condition of appendages; (b) dorsal view of nymphal morphology. (Modified from Kukalová-Peck 1991; to incorporate ideas of J.W.H. Trueman)(unpublished).

*** تعريق الأجنحة** Wing Venation or Neuration

هو نظام توزيع العروق داخل الاجنحه، وقد مرت دراسة هذا التوزيع على عدة مراحل اخذت اثناءها اسماء مختلفه حتى استقر الراي بعد دراسة النظام الافتراضي الذي وضعه Gomstock و Needham 1889والذي اصبح اساسا للتعريف في الرتب المختلفه لا سيما بعد التعديلات التي ادخلها عليه Tillyard 1918 و Lameere 1922 ، فقد حددت اسماء العروق واعطيت لها رموز معينه، ومما هو جدير بالذكر ان الاجنحه في الحشرات الاوليه تنطبق على نفسها بطريقه مروحيه وبذلك تصبح بعض العروق علويه ويطلق عليها اسم العروق المحدبه Convex ويرمز لها بعلامة (+) واخرى سفليه تسمى بالعروق المقعرة Concave ويرمز لها بعلامة (-).

يتركب جناح الحشرة من طبقتين غشائيتين رقيقتين تقويهما شبكة من الأنابيب المجوفة تسمى بالعروق تكون مملوءة بالدم عند خروج الحشرة الكاملة من العذارى أو الحوريات . وتعتبر دراسة هذه العروق ذات أهمية قصوى في تقسيم الحشرات حيث أن لكل رتبة بل لكل عائلة أو لكل نوع من الحشرات نظام تعريق معين يميزه عن غيره.

وقد وضع نظام خاص لتعريق الأجنحة إعتبر النظام الأساسي أو الأولي لدراسة العروق في الأجنحة ويمكن تلخيصه فيما يلي :

*** العروق الطولية** Longitudinal veins

1- العرق الضلعي Costa (C+) : وهو العرق الاول ومحاذيا للحافة الأمامية للجناح وهو محدب ومفرد غير متفرع ويكون عادة سميك وواضح.

2- العرق تحت الضلعي Sub costa (SC-) : وهو العرق الثاني ووهو مقعر يقع خلف العرق الضلعي ويتفرع (ينقسم) قبل وصوله إلى حافة الجناح إلى فرعين هما تحت الضلعي الاول (Sc_1) وتحت الضلعي الثاني (Sc_2) .

3- العرق الكعبري Radius (R+) : وهو العرق الرئيس الثالث يلي العرق تحت الضلعي وساقه الاصليه محدبه ويتفرع أولاً إلى فرعين رئيسيين هما الفرع الأول الكعبري الأمامي (الاول) (R_1) وهو محدب غير متفرع ، والفرع الثاني يسمى الكعبري القاطع (الجذع الكعبري) Radial sector (Rs) وهذا بدوره يتفرع إلى فرعين وكل فرع يتفرع الى فرعين فتتكون بذلك أربعة فروع هي R_2 و R_3 و R_4 و R_5. اما من الناحية القاعدية فانة يتمفصل مع الصفيحة الابطية Axillary sclerite .

4- العرق الوسطي Media (M -) : ساقه الاصليه مقعرة وهو يتفرع إلى فرعين رئيسيين هما

أ. الأول يسمى الوسطي الأمامي Anterior Media (MA+) وهو محدب يتفرع الى فرعين هما العرق الوسطي الامامي الاول 1^{st} Anterior Media (MA_1) والعرق الوسطي الامامي الثاني 2^{nd} Anterior Media (MA_2) .

ب. والثاني يسمى العرق الوسطي الخلفي (-Posterior Media (MP . وهو مقعر ويتفرع مرتين ليكون اربعة فروع MP_1 و MP_2 و MP_3 و MP_4 .

5- العرق الزندي (-Cubitus (CU : وساقه الاصلي مقعر ويتفرع هذا العرق إلى فرعين هما

أ. العرق الزندي الأول (+First Cubitus (Cu_1 وهو محدب ويتفرع بدورة إلى فرعين هما العرق الزندي الاول الامامي (Cu_1a) والعرق الزندي الاول الخلفي (Cu_1b).

ب. أما العرق الزندي الثاني (- Cu_2) وهو مقعر ولا يتفرع. اما قاعدة هذا العرق فهي الاخرى تتمفصل مع الصفائح القاعدية.

6- العروق الشرجية (Anal (A : توجد في النهاية الخلفية للجناح ثلاثة عروق لاتتفرع وتسمى بالعروق الشرجية +1A و +2A و +3A وغالبا ما تكون محدبه ولو ان العرق الشرجي الثاني قد يكون مقعرا. وتتمفصل مع الصفيحة الابطية الخلفية.

وهذا هو النظام الذي يعتبر اساسا للتعريق في الرتب المختلفه والذي يمكن به مقارنة اي نظام اخر، واقرب الرتب الحشريه الى هذا النظام هي رتبتي Plecoptera و Trichoptera .

ويلاحظ ان التعريق الطولي قد يزيد او ينقص عن النظام الاساسي وتحدث الزيادة لاحد السببين الاتيين:

أ. زيادة تفرع العروق الطوليه وتسمى هذة الفروع بالفروع الاضافيه Accessory Veins وفي هذة الحاله يطلق الاسم الاصلي مع اضافة الاحرف A و B وC ... وهكذا. حسب العروق الاضافيه فمثلا اذا تفرع R2 الى ثلاث فروع اضافيه تسمى R_2A و R_2B و R_2C وهكذا.

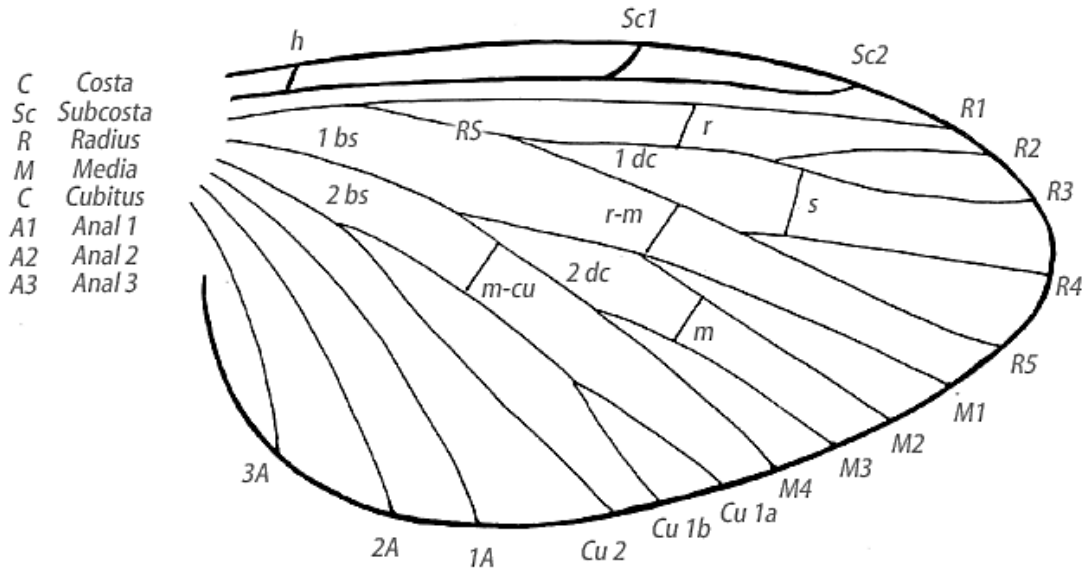
ب. وجود عروق طوليه ثانويه تمتد بين العروق الرئيسيه ولذلك يطلق عليها بالعروق البينيه Intercallary Veins وهذة لا تندمج مع العروق الرئيسيه الطوليه المحيطه الا عن طريق العروق المستعرضه فقط.

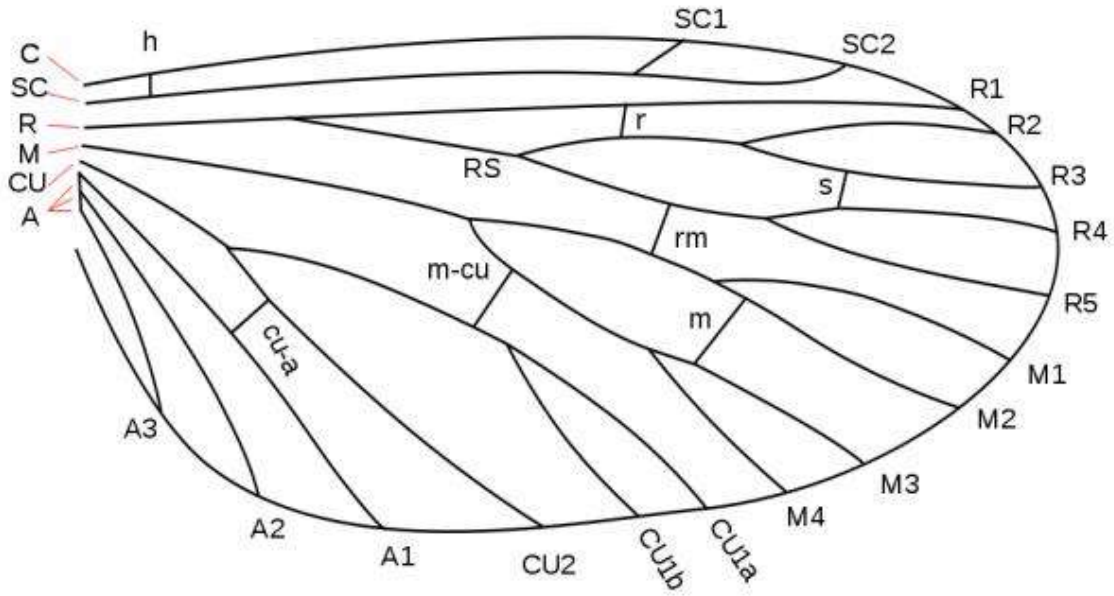
ويحدث النقص في عدد العروق الطوليه لاحد السببين الاتيين هما :

أ. اندماج العروق الطوليه المتجاورة مع بعضها حتى تظهر كعرق واحد او قد تندمج قواعد العروق فقط بينما تكون باقي العروق منفصله ويسمى العرق في هذه الحاله باسم العروق الاساسيه المشتركه فيه فعند التحام العرقين Media و Radius يسمى العرق الناتج Radio – Media ويرمز لة (R – M).

ب. تلاشي بعض العروق اثناء تطور الحشرة وقد توجد اثار لهذة العروق الغائبه كقطع منها او خطوط باهته.

وقد يحدث زيادة في عروق احدى مناطق الجناح ونقص في مناطق اخرى، وقد يتشعب التعريق الى درجه يصعب فيها تتبعه وحينئذ يجب التعرف على احد العروق ثم يفسر توزيع باقي العروق بالنسبة له، ولعل ابرز عرقين وضوحا هما R_1 و CU_1 اذ يسهل تمييزهما وحينئذ يمكن التعرف على باقي العروق.





WING VENATION
Comstock-Needham System

* **العروق المستعرضة** Cross veins

وهي عدد من العروق المستعرضة تمتد بين العروق الطولية ويرمز لها بنفس اسم العروق الطولية القريبة منها والتي تحصر ذلك العرق المستعرض ، بحيث يحمل اسم العرق الامامي يلية اسم العرق الخلفي ، وقد تختفي تماما في بعض الرتب وقد يزيد عددها في البعض الاخر الى درجه ان يصبح تعريق الجناح فيها على شكل شبكه معقدة من العروق وتعرف باسم Archedictyon كما في رتبة شبكية الاجنحه Neuroptera وتكتب عادة بالحروف الصغيرة.

واهم العروق **العرضيه** الموجودة في التعريق النموذجي للجناح هي كما يلي :

1. القاعدي Humeral (h) : يصل بين العرق C والعرق SC بالقرب من الزاويه القاعديه للجناح.
2. الكعبري Radial (r) : ويمتد بين R1 و R2 .
3. القاطع Sectorial (s) : ويمتد بين ساق R2+3 وساق R4+5 او بين R3 و R4 .
4. الكعبري الوسطي Radio – Medial (r – m) : ويمتد بين MA و RS بالقرب من وسط الجناح.
5. الوسطي Medial (m) : ويمتد بين MA_2 و MP_1 .
6. الوسطي الزندي Medio – Cubital (m – cu) : ويمتد بين M و CU .
7. القوسي Arculus (a) : يوجد بالقرب من قاعدة الجناح ممتدا بين العرق R و CU ومن هذا العرق العرضي ينشا العرق M ويطلق على الجزء الامامي منه بالقوسي الامامي Anterior Arculus ويقع امام العرق M وجزؤه الخلفي يسمى بالقوسي الخلفي Posterior Arculus ويقع خلف العرق M .

وينتج عن وجود العروق العرضيه ان ينقسم سطح الجناح الى مساحات تحددها العروق من جميع الجوانب وتعرف هذه المساحات بالخلايا Cells ويطلق على هذة الخلايا اسم العرق الذي يحددها من الامام ويرمز لها بنفس الرمز ، ويوجد نوعين من خلايا الجناح هي :

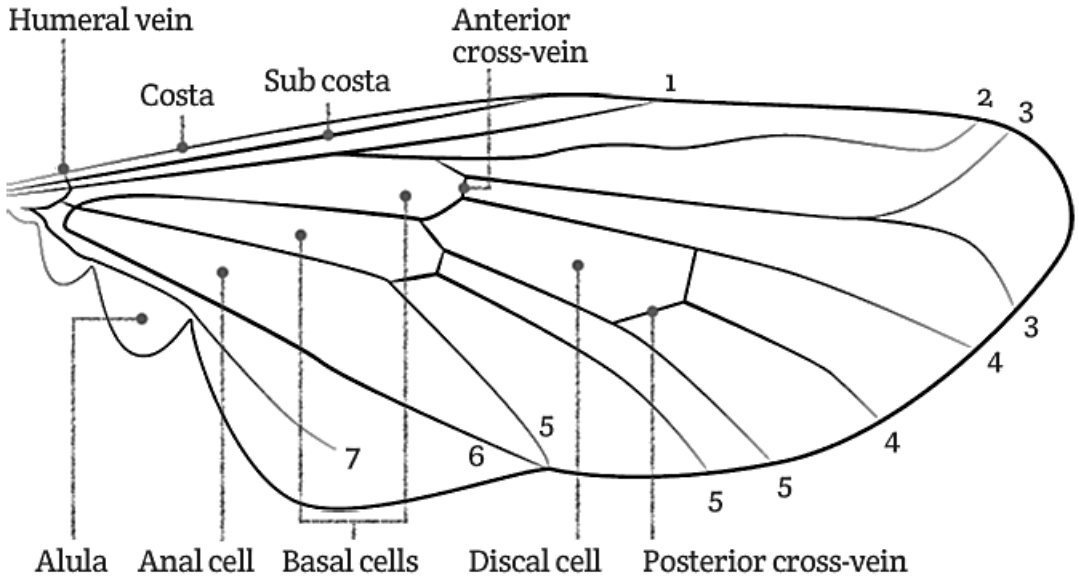
أ. خلايا قاعديه Basal cells وتكون محصورة بين السيقان الرئيسيه للعروق.

ب. خلايا طرفيه Distal cells وتقع بين فروع هذة العروق الرئيسية.

عندما يندمج عرقان متجاوران (R_{2+3}) مثلا يطلق اسم الخليه خلفهما على اسم العرق الاخير (R_3) ولا يطلق عليها (R_{2+3}).

اذا تلاشى العرق العرضي الذي يفصل بين خليتين تسمى الخليه باسم هذين العرقين ، فمثلا اذا اندمجت الخليتين R و M نتيجة لاختفاء العرق العرضي R – M يطلق على الخلية الناتجه (R – M).

قد يقسم عرق عرضي خلية واحدة الى خليتين وفي هذه الحاله تسمى الخليه الموجودة في اتجاه قاعدة الجناح بالخليه الاولى والخليه الطرفية بالخلية الثانية ، فمثلا اذا ما قسمت الخلية M بعرق عرضي الى خليتين تسمى القاعدية 1^{st} M والطرفية 2^{nd} M .



البطن The Abdomen

البطن هي المنطقة الثالثة من مناطق الجسم الحشرة تلي منطقة الصدر ، يتركب البطن من سلسلة من الحلقات المتتالية المتساوية في الحجم تقريباً وهي متداخلة في بعضها البعض على شكل تليسكوبي يُمكن الحشرة من أن تمتد وتنكمش حسب إحتياجها فمثلاً تمتد عندما يكون جهازها الهضمي مملوءاً بالغذاء أو أن جهازها التناسلي ممتلئ بالبيض.

في معظم الأحيان نجد أن كل حلقة بطنية عبارة عن حلقة بسيطة ، بمعنى أن الترجة والإسترنة عبارة عن صفائح بسيطة غير مقسمة غالبا وكذلك البلورا تكون غشائية ولا تتميز بها اي صفائح، ومع ذلك فقد يحدث التحور في بعض الحلقات الامامية والخلفية من البطن خاصة الحلقة الاخيرة التي تحمل الاعضاء التناسلية الخارجية.

وتدل الدراسات ألجنينية أن عدد حلقات البطن التي تعرف بالقطع الجنينية Uromeres هو 12حلقة وقد يختفي او يندمج بعضها مع البعض الاخر او يتحور في المجاميع الحشرية المختلفة، فالحلقة الاخيرة التي تعرف بالدبر (عُجب) Telson تختفي في الاطوار الكاملة وغير الكاملة لمعظم الحشرات ولكنها قد تبقى في بعض الرتب الاخرى كما في رتبة Protura وهذه القطعة النهائية لا تعتبر حلقة حقيقية.

وفي بعض الحالات تكون حلقات البطن مختزلة عند الطرف الأمامي والخلفي ، ويزداد هذا الإختزال في الرتب العليا من الحشرات. والحلقة الحادية عشر لاتوجد إلا في الأطوار الكاملة لبعض الرتب الاولية مثل

رتبة مستقيمة الاجنحة Orthoptera حيث تلتحم ترجتها مع ترجة الحلقة العاشرة مكونة الصفيحة فوق الشرجية Epiproct وتظهر استرنتها في صورة فصين من الصفائح على جانبي الشرج وتعرف بالصفائح الدبرية او الصفائح حول الشرجية Paraproct ، اما الحلقة البطنية العاشرة فهي عادة واضحة وتمثل الحلقة الطرفية في الحشرات الراقية.

تختلف عدد الحلقات البطنية في الحشرات المختلفة ففي ذوات الذنب القافز Collembola مثلا يكون عددها ستة في كل من الجنين والحشرة الكاملة.

تختزل الحلقة البطنية الاولى في معظم الحشرات، حيث تنعدم استرنتها تماما.

اما في غشائية الجنحة فتتحد هذة الحلقة مع الصدر الخلفي مكونة ما يسمى بالحلقة الوسطية او الخصر Median segment, Epinotum or Propodeum ويحدث هذا الاندماج اثناء فترة التحول من طور اليرقة الى طور العذراء تضيق الحلقة البطنية الثانية او جزء منها مكونة حلقة رفيعة تسمى بالحامل Petiole وخلفه باقي حلقات البطن المنتفخة والتي تعرف Gaster حيث تكسب البطن حرية اوسع في الحركة كما في الزنابير ذات الخصر النحيل من رتبة غشائية الاجنحة.

تصبح الحلقات البطنية الطرفية مدببة في كثير من الحشرات لا سيما التي تضع بيضها في داخل انسجة النبات او في الاماكن المخفية وتتداخل حلقاتها البطنية تلسكوبيا لتنفرد وتتمدد اثناء عملية وضع البيض كما في عائلة Muscidae و Trypetidae من رتبة ذات الجناحين Diptera .

تقسم حلقات البطن الى ثلاثة مناطق كما ياتي :

I. الحلقات الحشوية او الحلقات قبل التناسلية Visceral or Pregenital segments
تشمل السبع حلقات البطنية الاولى وهي تبدو بسيطة متماثلة التركيب ، باستثناء الحلقة البطنية الاولى والثانية في بعض الحشرات كما سبق ذكره وقد يقل عدد الحلقات الحشوية الى خمسة كما في رتبة ذات الجناحين.

II. الحلقات التناسلية Genital segments
تمثل الحلقات البطنية الثامنة والتاسعة ، وتحمل كل منها زوجا من الزوائد تعرف بالاقدام التناسلية Gonopods تقع الفتحة التناسلية Gonopore المؤنثة في نهاية الاسترنة الثامنة بينما تقع الفتحة التناسلية الذكرية في نهاية الاسترنة التاسعة.

III. الحلقات خلف التناسلية Postgenital segments
هما الحلقتان العاشرة والحادية عشرة والاخيرة تحمل زوجا من الزوائد الحسية هما القرنان الشرجيان Anal cerci .

*** زوائد البطن** Abdominal appendages

تحمل كل حلقة من حلقات البطن في الطور الجنيني زوجا من الزوائد المفصلية عدا الدبر فهو خالي من الزوائد، وتختفي غالبية هذة الزوائد بعد هذا الطور، ولا يبقى الا بعضها التي تتحور للقيام بوظائف خاصة معينة.

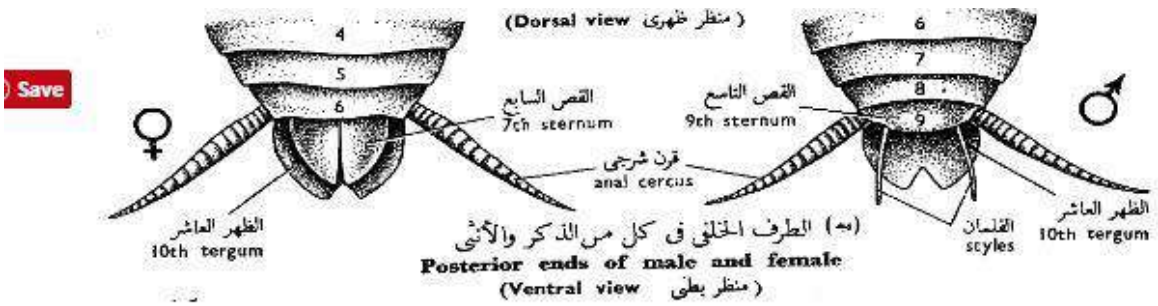
تتحور زوائد الحلقتين الثامنة والتاسعة (الحلقات التناسلية) الى زوائد تدخل في تكوين الة وضع البيض Ovipositor في الانثى بينما في الذكر تتحور زوائد الحلقة البطنية التاسعة لتكوين اعضاء التناسل الخارجية او الة السفاذ Genitalia في حين تتحور زوائد الحلقات الحشوية (الحلقات قبل التناسلية) وزوائد الحلقات البطنية خلف التناسلية للقيام بوظائف ليس لها علاقة بالوظائف التناسلية.

وتقسم زوائد البطن في الحشرات الى مجموعتين :

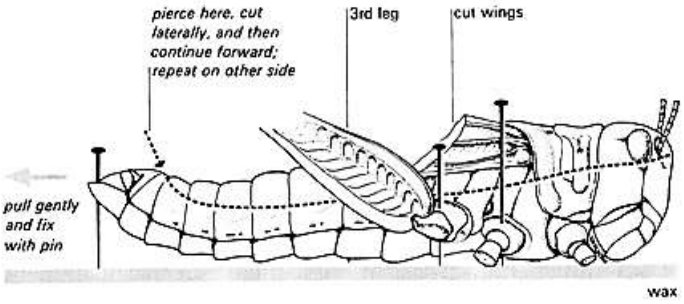
I. **الزوائد اللاتناسلية** Non- Genital appendages وتشمل :

1. **الاقلام الشرجية** Anal stylets توجد في الذكور فقط.
2. **القرون الشرجية** Anal cerci تمثل زوائد الحلقة البطنية الحادية عشرة ، حيث تحتفظ بها معظم الحشرات الكاملة ، وتوجد في الذكور والاناث ، وتاخذ اشكالا متعددة انواع وهي :

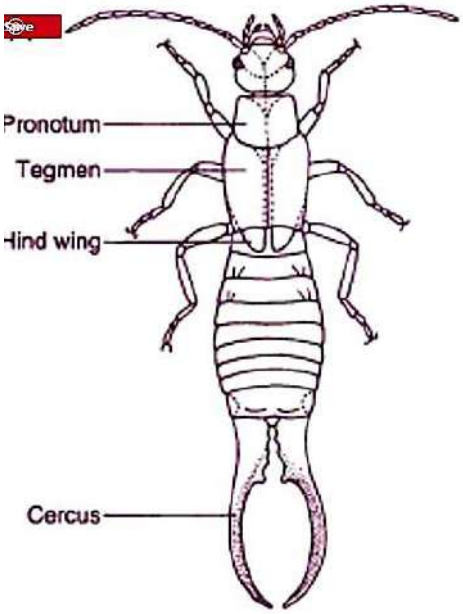
- طويلة ومقسمة كما في السمك الفضي Thysanura .
- طويلة غير مقسمة في الحفار Orthoptera .
- قصيرة ومقسمة في الصرصر الامريكي Dictyoptera .
- قصيرة غير مقسمة (قطعة واحدة) في الجراد Orthoptera .
- محورة الى ملاقط كما في ابرة العجوز Dermaptera .
- أو تتحور إلى خياشيم شرجية (للتنفس) كما في النياد (حورية مائية) الرعاش الصغير الذي يعيش في الماء.



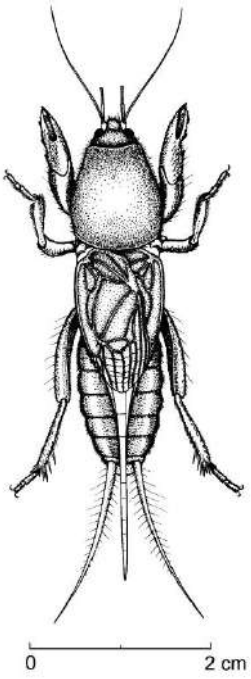
قرن شرجي قصير ومقسم (الصرصر)



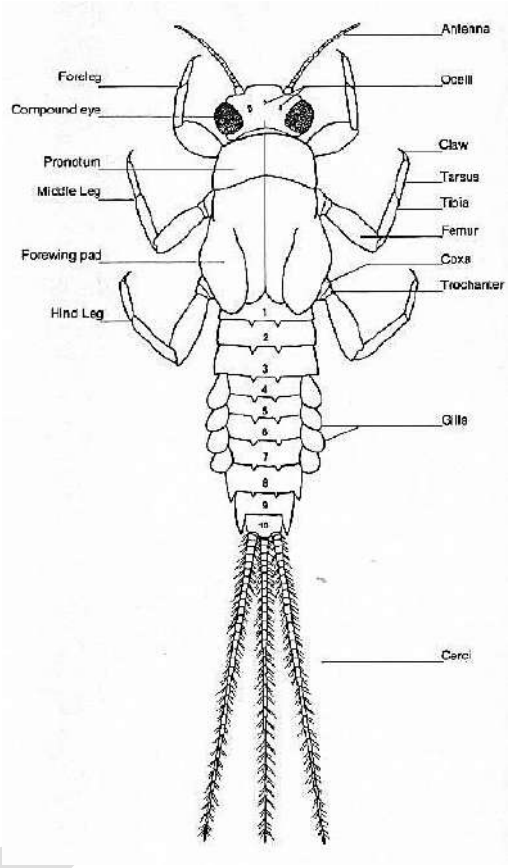
قرن شرجي قصير غير مقسم (الجراد)



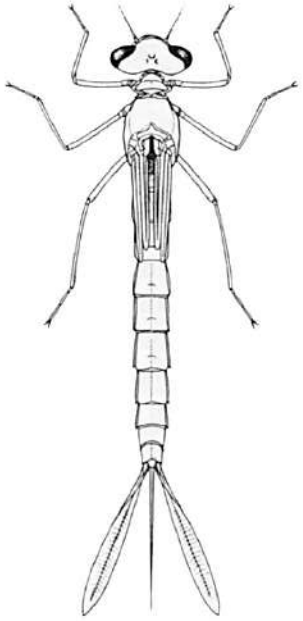
قرن شرجي متحور الى ملاقط (ابرة العجوز)



قرن شرجي طويل غير مقسم (الحفار)



قرن شرجي طويل مقسم (السمك الفضي)



قرن شرجي متحور الى خياشيم شرجية (ذيلية) للتنفس (الرعاش الصغير)

3. **الزوائد البطنية في الحشرات عديمة الاجنحة** Apterygota

تحتفظ البطن في الحشرات غير المجنحة بعدد كبير من الزوائد ذات الاهمية التقسيمية في تمييز هذه المجموعة من الحشرات.

- ففي بعض الحشرات ذات الذنب الشعري Thysanura تكون الزوائد على الحلقات البطنية من 2 – 9 مختزلة اثرية، وتتركب من جزء قاعدي Base – Limb يعرف بالحرقفة Coxite او الحرقفة القدمية Coxopodite تحمل ساقا قصيرة Stylus وكثيرا ما تندمج قواعد هذه الزوائد مع الاسترنة فتسمى الاسترنة في هذه الحالة بالاسترنة الحرقفية Coxosternum وقد يبرز نتوءان انبوبيان Vesicles من السطح الداخلي لكل حريقفة.
- وتحمل البطن في حشرات رتبة ذات الذنب القافز Collembola زوائد على الحلقات البطنية الاولى والثالثة والرابعة تعرف باللاصقة Collophore والقابظة Retinaculum or Hamuli والقافزة Furcula على التوالي.

4. **الزوائد البطنية في الحشرات المجنحة غير الكاملة**

Appandages of Immature Pterygota Insects

قد تحتفظ الاطوار غير الكاملة في الحشرات المجنحة ببعض الزوائد البطنية ففي حوريات ذباب مايو تبقى الزوائد البطنية في صورة خياشيم على حلقات البطن السبعة الاولى ، وفي يرقات حشرات حرشفية الاجنحة تبقى زوائد البطن على الحلقات 3 و4 و5 و6 و10 في صورة ارجل بطنية او تسمى بالارجل الكاذبة Prolegs .

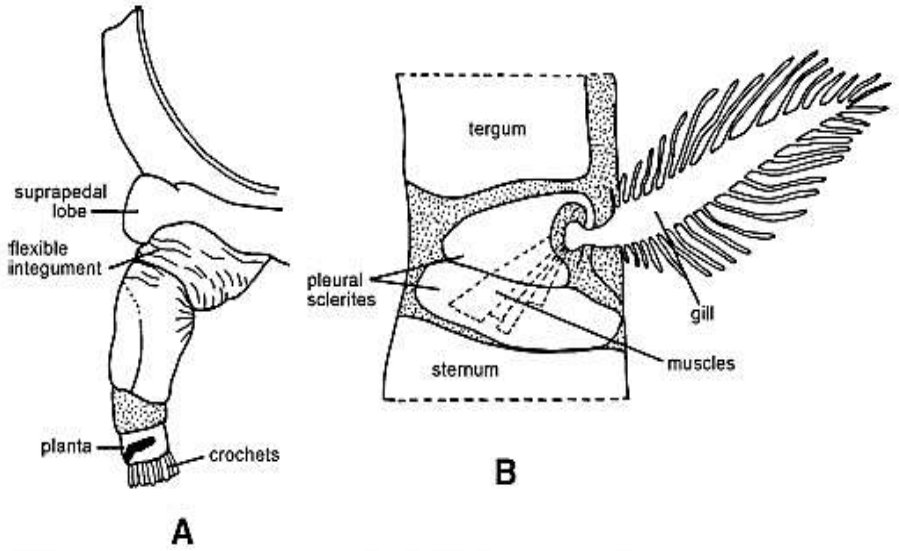


FIGURE 3.35. Secondary segmental appendages. (A) Proleg of a caterpillar; and (B) gill of a mayfly larva. [From R. E. Snodgrass, *Principles of Insect Morphology*. Copyright 1935 by McGraw-Hill, Inc. Used with permission of McGraw-Hill Book Company.]

II. الزوائد التناسلية Genital appendages

تحتفظ حلقات البطن في الحشرات الكاملة بزوائد الحلقات 8 و9 في الانثى و9 فقط في حالة الذكر وتعرف هذه الزوائد بالزوائد الجنسية Gonopods وتتركب من

- الصفائح القاعدية او الحريقفات Coxites يخرج من حافتيها الخارجيتين زوج من الاقلام Styli كما ينمو من وسطها زوج من الزوائد الطويلة تعرف بالنتوءات التناسلية Gonapophyses (تماثل النتوءات الانبوبية في الزائدة المختزلة Vesicles)، وتشترك هذه الزوائد في تكوين اعضاء التناسل الخارجية External genitalia ممثلة بالة وضع البيض Ovipositor في الانثى والة السفاذ Male genitalia في الذكر.

1. الة وضع البيض Ovipositor

ويختلف شكل وتركيب آلة وضع البيض باختلاف الحشرات. فهي غير موجودة كما في الحشرات الاولية والقمل والرعاشات وقد تكون طويلة واضحة كما في النطاطات او قد

تكون قصيرة ومفككة كما في الصرصر أو قد تتحور للحفر كما في الجراد حيث تكون آلة وضع البيض طويلة وقوية ومتداخلة مع بعضها بحيث تكون متماسكة او تتحور للوخز كما في شغالة النحل والزنابير، وفي حشرات الثربس نجد أن الصمامات تحولت إلى إبر مسننة (أنابيب) يمر من خلالها البيض وهذه الإبر تُمكّن الحشرة من ثقب جسم النباتات بواسطها (آلة وضع البيض) ثم تضع البيض داخل النبات.

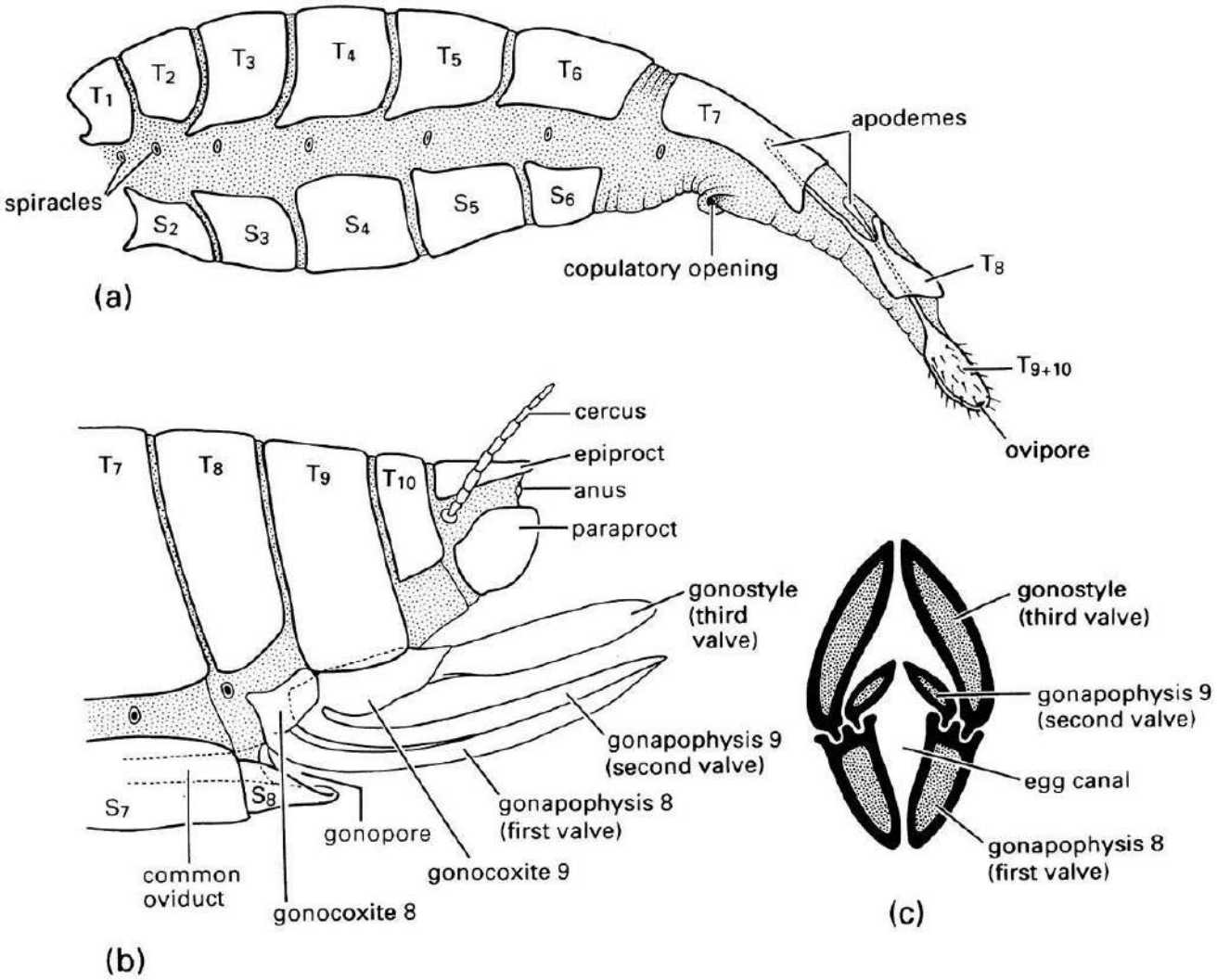
وعموما تتركب من ثلاث ازواج من الصمامات Valvulae (تمثل النتوءات التناسلية Gonapophyses في الزائدة الجنسية) وتحمل هذه الصمامات على زوج من الصفائح القاعدية تعرف بحاملات الصمامات Valvifer (تمثل حريقفات Coxites الزائدة التناسلية) وهي كما يلي :

a. زوج من الصمامات البطنية او الامامية Ventral or Anterior valvulae وهي تمثل النتوءات التناسلية للحلقة البطنية الثامنة.
b. زوج من الصمامات الداخلية او الخلفية Inner or Posterior valvulae وهي تمثل الزوائد التناسلية للحلقة البطنية التاسعة.
c. زوج من الصمامات الجانبية او العلوية Dorsal or Lateral valvulae وهي تمثل استطالة حريقفات الحلقة البطنية التاسعة.

اما الاقلام Styli الموجودة في الزائدة التناسلية فانها تختفي تماما في الة وضع البيض وحتى عند وجودها فانها لا تشترك في تكونها، وفي بعض الحشرات تتكون الة وضع البيض من زوجين فقط من الصمامات يتبعان الحلقتين الثامنة والتاسعة كما في نصفية وغمدية الاجنحة.

وبانضمام هذه الزوائد مع بعضها تتكون انبوبة يمر فيها البيض وتوجد الفتحة التناسلية في نهاية الحلقة البطنية الثامنة.

أو بمعنى آخر أن الزوج الثاني والزوج الثالث يخرجان من أسترنة العقلة البطنية التاسعة (زوج واحد متفرع إلى زوجين).



Figures. The female abdomen and ovipositor:
(a) lateral view of the abdomen of an adult tussock moth (Lepidoptera: Lymantriidae) showing the substitutional ovipositor formed from the extensible terminal segments; (b) lateral view of a generalized orthopteroid ovipositor composed of appendages of segments 8 and 9; (c) transverse section through the ovipositor of a katydid (Orthoptera: Tettigoniidae). T_1—T_{10}, terga of first to tenth segments; S_2—S_8, sterna of second to eighth segments. ((a) After Eidmann 1929; (b) after Snodgrass 1935; (c) after Richards & Davies 1959).

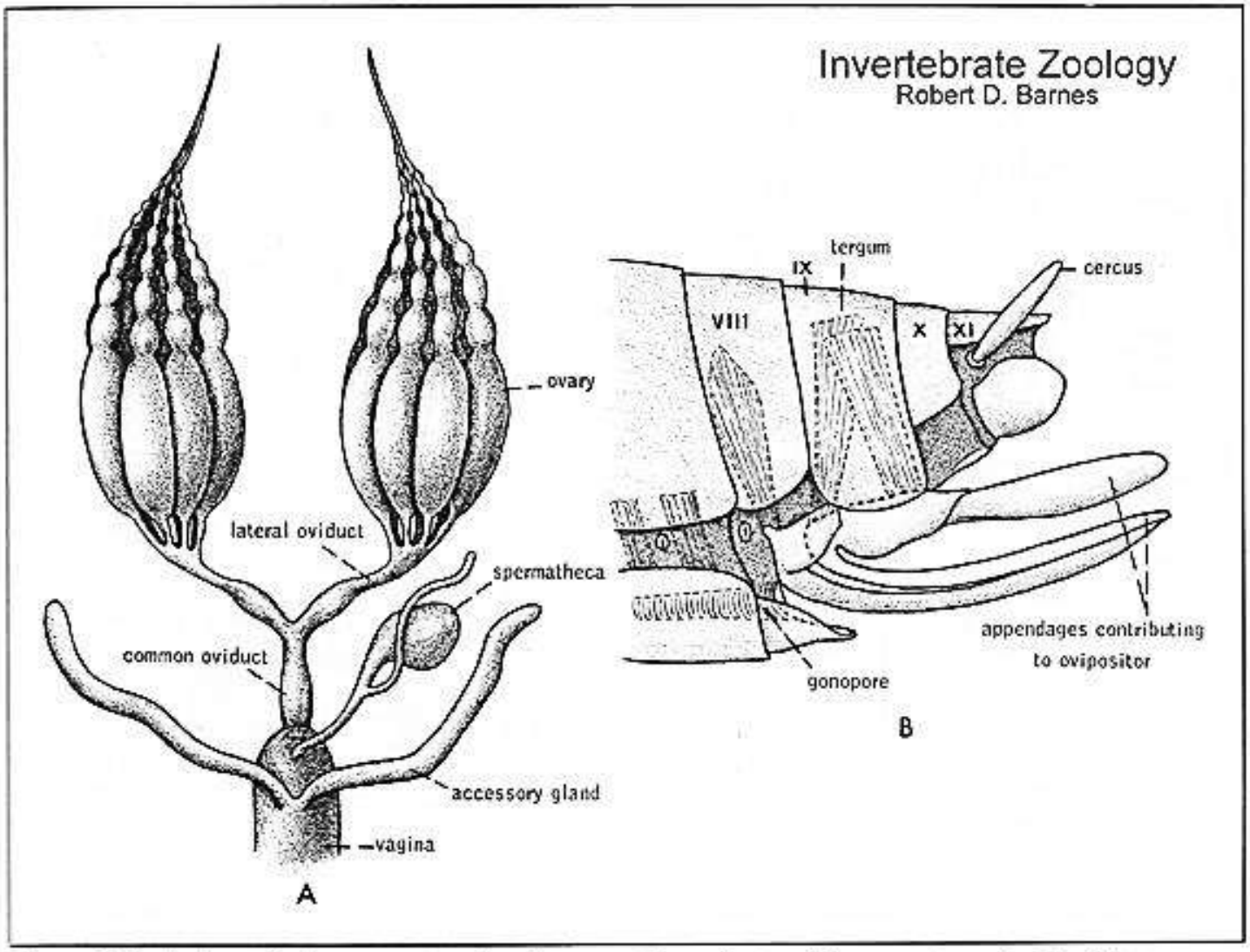


Figure 16–8 *A*, Reproductive system in a female insect. *B*, Lateral view of the posterior end of the abdomen, showing reproductive opening and appendages, forming ovipositor. (Both after Snodgrass.)

وفي كثير من الحشرات غشائية الأجنحة مثل شغالة نحل العسل تتحور فيها آلة وضع البيض إلى **آلة لسع** (حيث أن شغالة نحل العسل لاتتكاثر) لتدافع بها الحشرة عن نفسها وعن الطائفة وهي تتركب من الأجزاء الآتية :

1. الصفائح الكايتينية : وهي التي تقابل الحريقفات أو حوامل الصمامات في آلة وضع البيض وهي عبارة عن

أ. زوج من الصفائح يقابل حريقفات العقلة البطنية الثامنة ويعرف بـ الصفائح المثلثة Triangulat plates.

ب. خمسة صفائح تقابل حريقفات العقلة البطنية التاسعة وهي عبارة عن زوج من الصفائح المربعة Quadrate plates وزوج من الصفائح المستطيلة Oblang plates وصفيحة واحدة متوسطة Median.

1- الأجزاء الحادة المستعملة في عملية الوخز (اللسع) وهي تقابل الصمامات في آلة وضع البيض وهي عبارة عن :

أ- الرمحان Stylets : يخرجان من الطرف الأمامي للصفيحتين المثلثتين وينحنيان إلى الخلف وأطرافها بها تسنين دقيق وهما يقابلان زوج الصمامات السفلي في آلة وضع البيض.

ب- الغمد Stylets sheath : زائدتان تخرجان من الطرف الأمامي للصفيحتين المستطيلتين ثم تلتحمان إلى الخلف ، وتكونان عند بدايتهما إنتفاخاً يعرف بإنتفاخ الغمد Sting bulb ثم تمتدان فوق الرمحان. ويوجد على السطح السفلي لكل جانب بروز طولي ينزلق داخل تجويف طولي يمتد على السطح العلوي لكل من الرمحين بحيث يتحركان إلى الأمام وإلى الخلف مع احتفاظها بوضعها ويكون الثلاثة في وسطها قناة يمر منها إفراز الغدد السامة إلى جسم الفريسة. ويقابل الغمد الزوج الداخلي في آلة وضع البيض.

جـ- الزائدة الشبيهة بالملمس Plap-like appendage : زوج من زوائد تخرجان من الطرف الخلفي للصفيحتين المستطيلتين وتقابلان الزوج العلوي في آلة وضع البيض وهما غير مقسمتين وتشبهان الملامس.

2- الغدد السامة Poison glands : وهي التي تفرز الإفرازات السامة وهي :

أ- الغدة الحامضية Acid gland : وهي أنبوبية الشكل تصب إفرازاتها في مخزن يعرف بكيس السم Poison sac.

ب- الغدة القلوية Alkaline gland : وهي أنبوبية الشكل وتصب في قناة بالقرب من فتحة كيس السم.

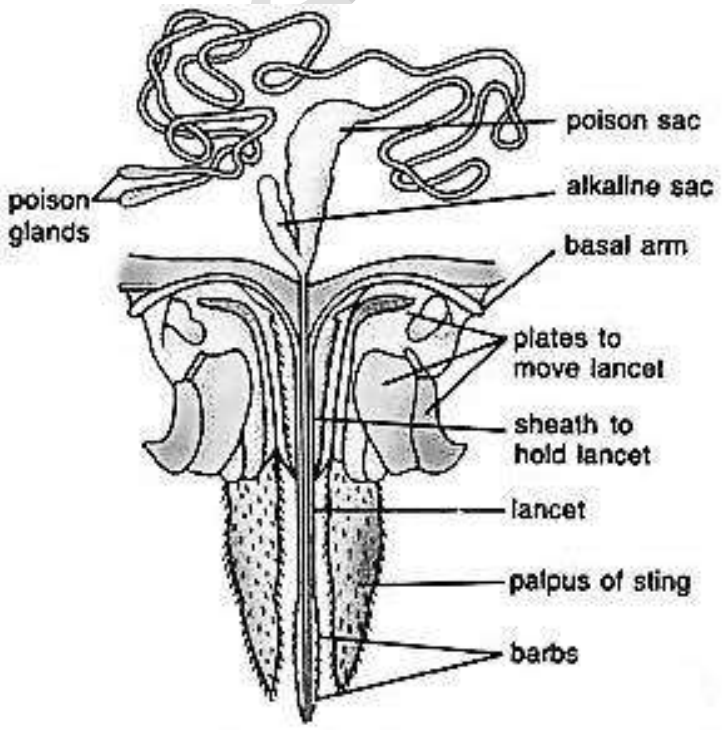
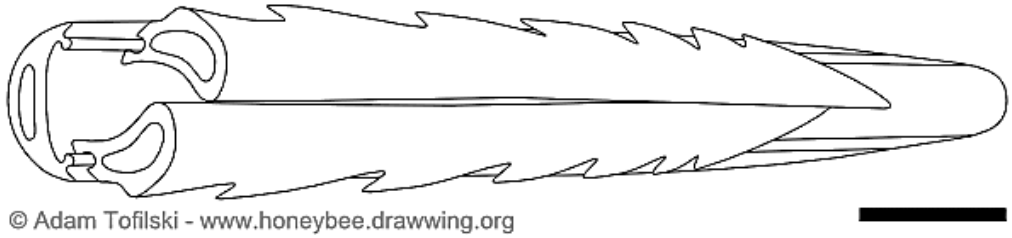


Fig. 77.6. Honeybee, Sting.



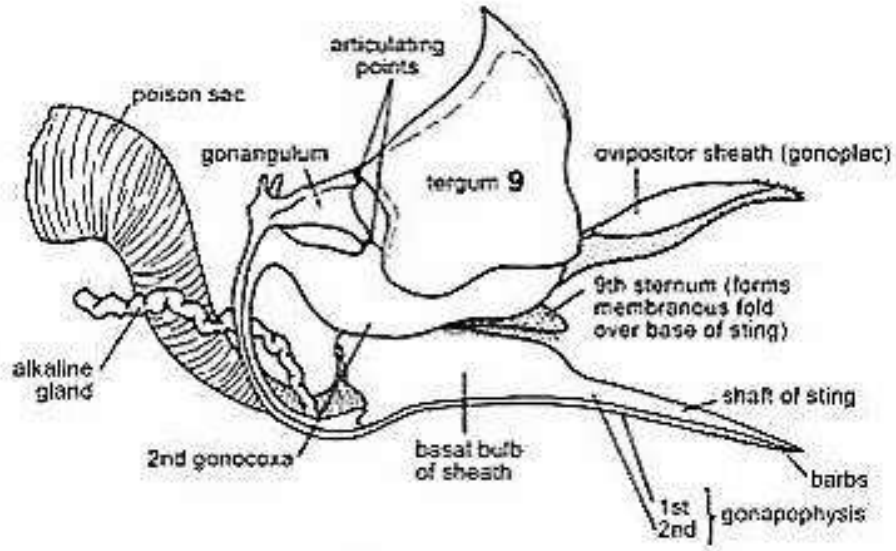
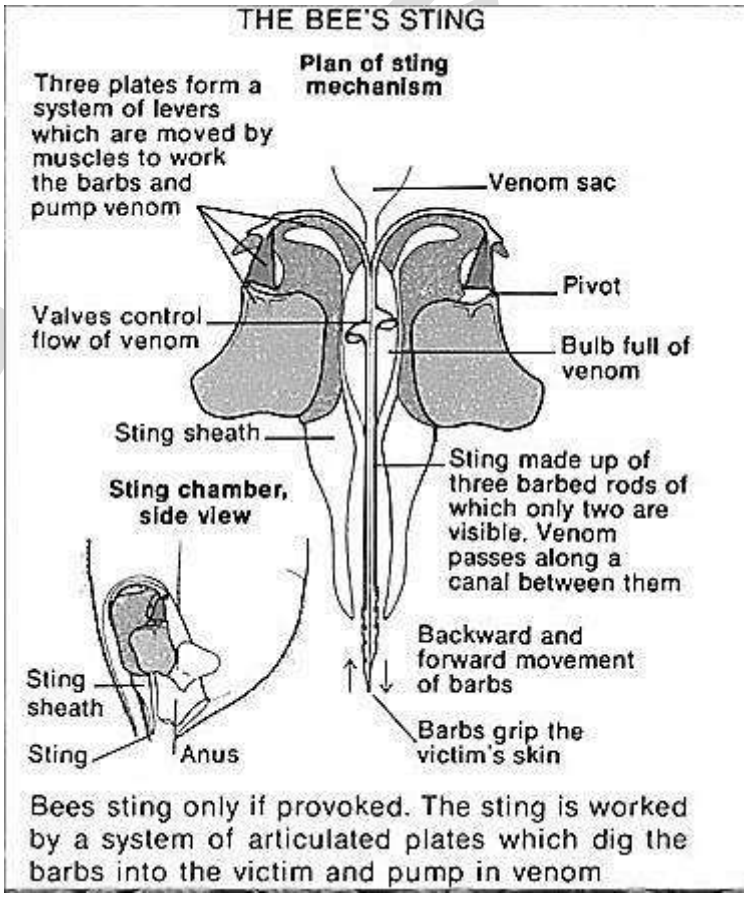


FIGURE 3.32. Sting of the honey bee. [After R. E. Snodgrass, 1925. Anatomy and Physiology of the Honey bee. McGraw-Hill Book Company.]



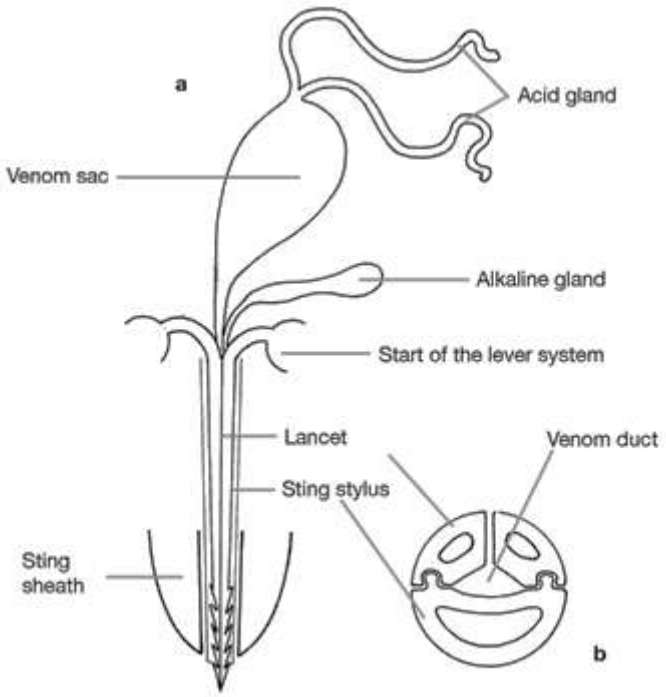
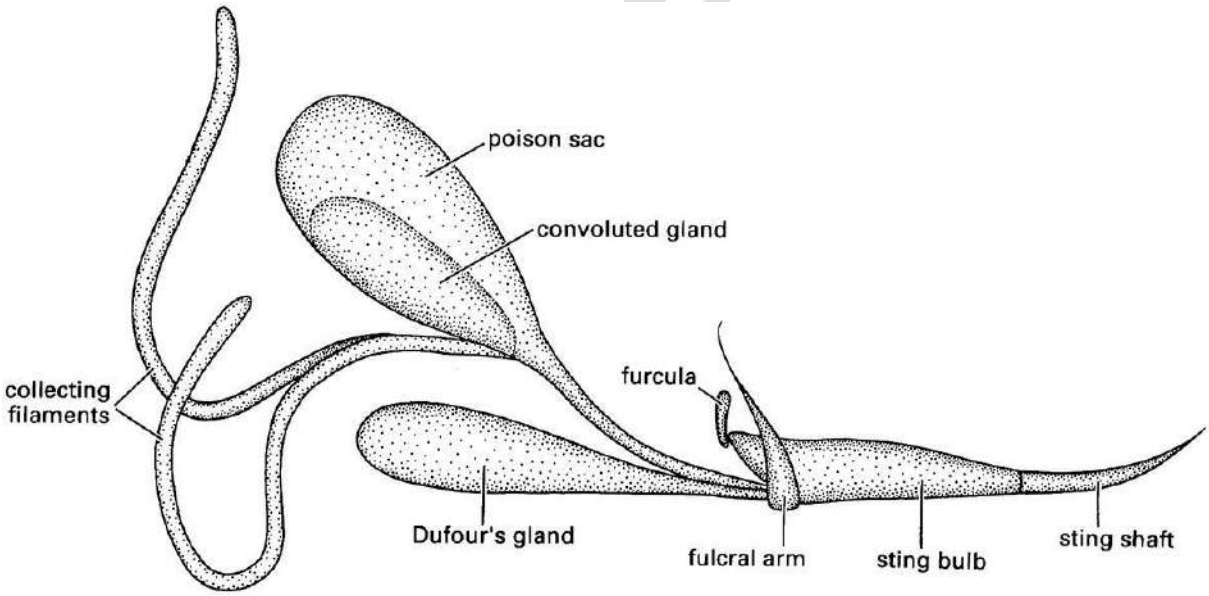


Fig. Schematic representation of the sting apparatus in the *Aculeata*.**a** Overview (adapted from Müller 1988).**b** Cross-section of the sting (adapted from Edery et al. 1978).



Figures. Diagram of the major components of the venom apparatus of a social aculeate wasp.(After Hermann & Blum 1981).

2. **آلة السفاد (أعضاء التناسل الخارجية في الذكور)** Male genitalia

تاخذ آلة السفاد اشكالا مختلفة في الأنواع المختلفة للحشرات وفي بعض الحشرات من الممكن غياب المقبضان اللذان يستعملان أساساً في القبض على الأنثى أثناء السفاد، الا انها ثابتة في النوع الواحد ولذلك تستعمل آلة السفاد كصفة تقسيمية مهمة يعول عليها في التفرقة بين الأجناس في الأنواع المتقاربة.

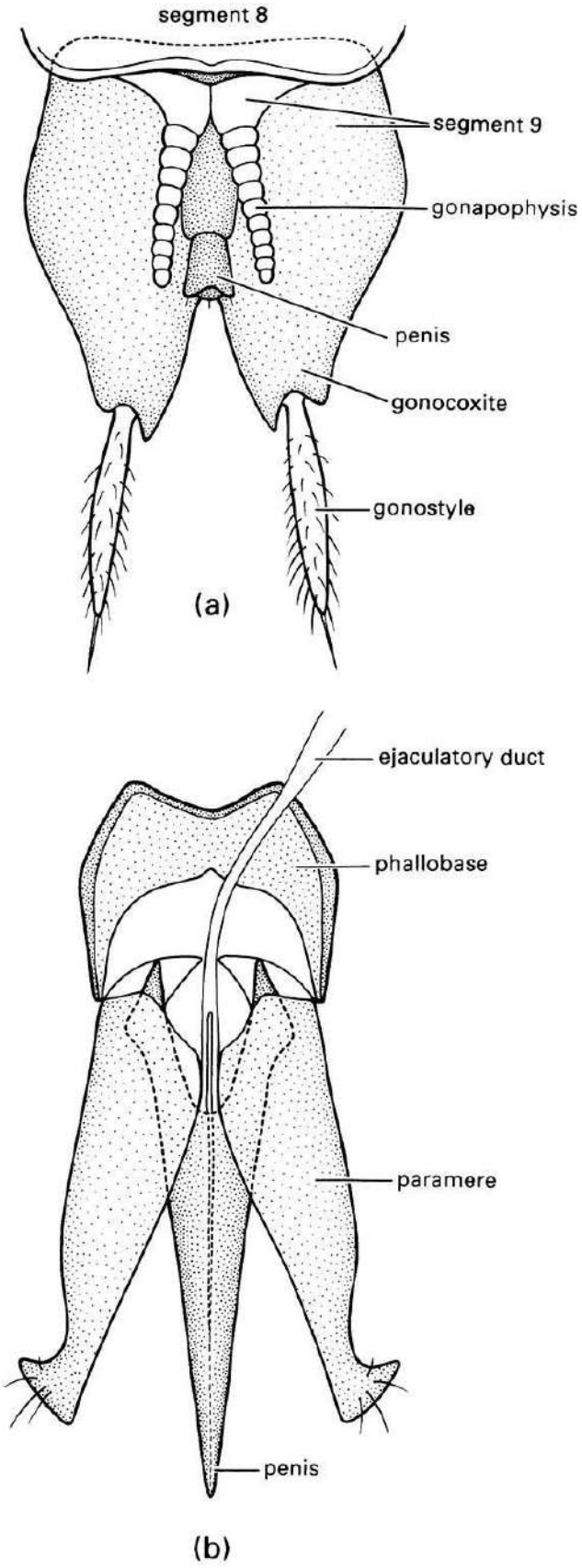
تتكون آلة السفاد التامة التكوين من زوج من المقابض Claspers وتعرف بـ Harpes او Harpagones وهي تمثل الاقلام في الزائدة التناسلية ويستعملها الذكر في الامساك بالانثى اثناء السفاد، ويختلف شكلها في الحشرات المختلفة فقد تكون من عقلة واحدة او عقلتين او اكثر وقد تختفي بالمرة في حشرات اخرى.

اما النتوءات فهي توجد في جميع الحشرات ما عدا رتبتي Collembola و Plecoptera ، وهي عادة تنقسم طوليا الى زوجين من الفصوص

- الزوج الداخلي او الوسطي Inner or Median lobe الذي يكون القضيب Penis او الجزء الطرفي من القناة القاذفة، وقد يحتفظ بالطبيعة المزدوجة كما في رتب Protura وذباب مايو Ephemeroptera وجلدية الاجنحة Dermaptera او قد يلتحم فصا الزوج الداخلي في قطعة واحدة وتسمى حينئذ بـ القضيب الوسطي Median Penis (Phallus) في غالبية الحشرات.
- اما الزوج الخارجي فيكون غلافا للقضيب Parameres.

وتعرف مجموعة هذين الزوجين بعضو التلقيح Aedeagus وتعرف الفتحة التي توجد في طرف القضيب باسم Phallotreme ، اما الفتحة التناسلية Gonopore فتوجد في نهاية القناة القاذفة.

وتختلف الة السفاد في ذكور الرعاشات حيث يكون القضيب Penis في استرنة الحلقة البطنية الثالثة بينما تكون الاعضاء القابضة Clasper في نهاية الحلقة البطنية العاشرة.



Figures. Male external genitalia.
(a) Abdominal segment 9 of the bristletail *Machilis variabilis* (Archaeognatha: Machilidae).
(b) Aedeagus of a click beetle (Coleoptera: Elateridae). (a) After Snodgrass 1957)

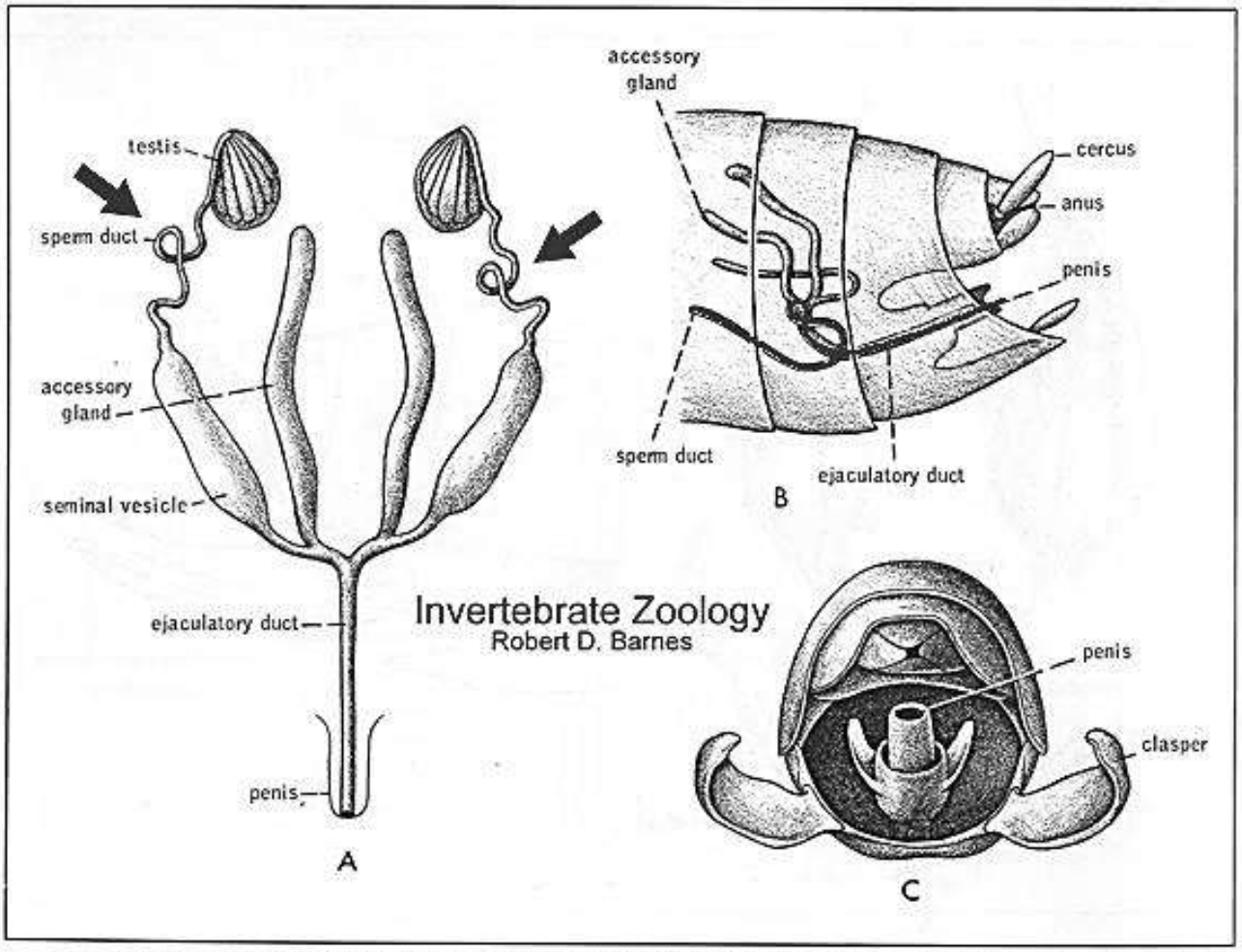
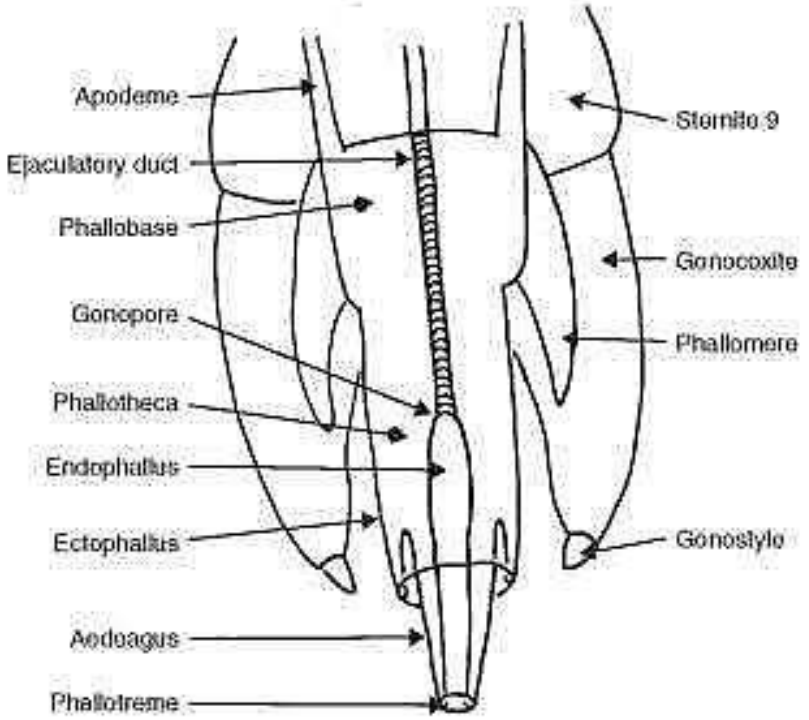


Figure 16–9 Reproductive system in a male insect. *A*, General plan of system. *B*, Lateral view of the posterior end of the abdomen, showing reproductive opening and other structures. *C*, Posterior view of the abdomen, showing penis and claspers. (All after Snodgrass.)



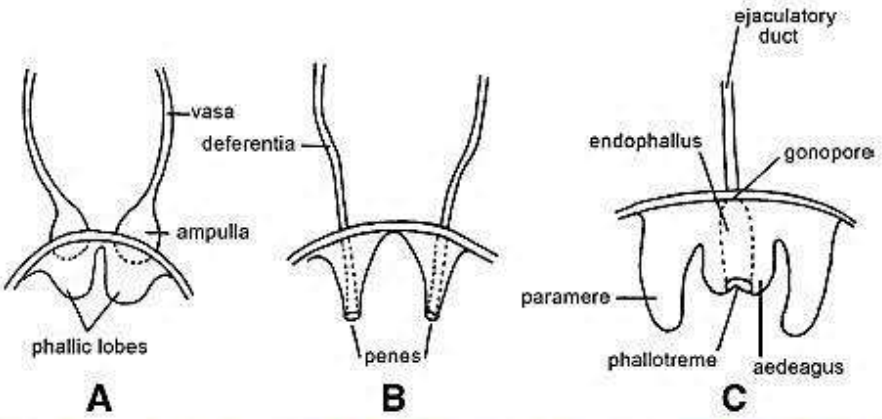


FIGURE 3.33. Origin and development of the phallic organs. (A) Primary phallic lobes; (B) paired penes of Ephemeroptera; and (C) formation of the aedeagus. [Reproduced by permission of the Smithsonian Institution Press from *Smithsonian Miscellaneous Collections*, Volume 135, "A revised interpretation of the external reproductive organs of male insects," Number 6, December 3, 1957, 60 pages, by R. E. Snodgrass: Figures 1A–C, page 3. Washington, D.C., 1958, Smithsonian Institution.]

الهيكل الداخلي للبطن Abdominal Endoskeleton

تنمو معظم الترجات البطنية للداخل في صورة اذرع هي الفراجماتا Phragmata كما قد تنشا اذرع من الاسترنات Apophyses كما هو الحال في الصدر نادرا ما تكون هناك اذرع داخلية لمنطقة البلورا، ويستعمل الهيكل الداخلي للبطن كمواضع لاتصال العضلات الطولية والظهرية والبطنية والعضلات الخاصة بالة وضع البيض والة السفاد.

عضلات البطن Abdominal Muscles

ويمكن تقسيمها الى المجاميع الثلاثة الاتية :

1. **العضلات الطولية** Longitudinal muscles

وتشمل العضلات الطولية التي توجد في الترجة والاسترنة وكل منها تنقسم الى مجموعتين

أ. مجموعة خارجية وهي قصيرة وتصل بين نهاية الحلقة الى بداية الحلقة التي تليها

ب. اما المجموعة الداخلية فتكون اطول من السابقة وتمتد من بداية الحلقة الى بداية الحلقة التي تليها.

وتتمثل العضلات **الظهرية** او الترجية الطولية

- العضلة الظهرية الوسطية الخارجية Median Exteral Dorsals
- والعضلة الظهرية الوسطية الداخلية Median Internal Dorsals
- والعضلة الظهرية الجانبية الخارجية Lateral Exteral Dorsals
- والعضلة الظهرية الجانبية الداخلية Lateral Exteral Dorsals

اما العضلات **البطنية** او الاسترنية الطولية فتتكون من العضلات

- العضلة البطنية الوسطية الخارجية Median Exteral Ventrals
- العضلة البطنية الوسطية الداخلية Median Internal Ventrals
- العضلة البطنية الجانبية الخارجية Lateral Exteral Ventrals
- العضلة البطنية الجانبية الداخلية Lateral Internal Ventrals

وتعمل العضلات الطولية بحركتها مع بعضها (الترجية والاسترنية) على تقصير البطن وتداخل حلقاتها، اما اذا عملت كل على حدة فان انقباض العضلات الترجية يحني البطن الى الاعلى اما الاسترنية فالى الاسفل.

2. **العضلات الجانبية** Lateral muscles

وتشمل هذة المجموعة العضلات الظهرية البطنية وتوجد داخل الحلقات او بينها وهي عبارة عن العضلات الترجية الاسترنية ، تنشا من الترجة وتتجة الى اسفل لتنغمد في استرنة نفس الحلقة ،

ولكن عند وجود صفائح بلورية مميزة فقد يكون هناك عضلات ترجية بلورية او استرنية بلورية او عضلات بلورية ظهرية.

تعمل هذة العضلات عند انقباضها على تقريب الترجة من الاسترنة او ابعادها عنها وعلية فهي تساعد في الحركات التنفسية Respiratory movements للحشرة.

3. **العضلات المستعرضة** Transverse muscles

توجد للداخل بالنسبة لموضع العضلات الطولية على السطحين العلوي والسفلي وتعرف بعضلات الاغشية الحاجزة الظهرية والبطنية Muscles of Dorsal and Ventral Diphragm

أ. العضلات المستعرضة الظهرية Transverse Dorsals

ب. العضلات المستعرضة البطنية Transverse Ventrals

وهذة العضلات لها علاقة بالدورة الدموية.

توجد عضلات اخرى خاصة بحركة الاعضاء التناسلية الخارجية والقرون الشرجية وفتح وغلق الثغور التنفسية.

B. اضرر الحشرات للانسان والحيوان :

تسبب الحشرات في ازعاج الانسان بعدة طرق منها :

أ. وجودها في المساكن واحداثها اصواتا مضايقة اثناء اوقات استراحة الانسان او عند خلودة للنوم كالطنين Buzzing الذي ينشا من طيرانها.

ب. شم الروائح الكريهة الناتجة من افرازاتها او اجسامها المتحللة او تلك التي تبقى على النباتات اثناء تغذيتها كالفواكة والحبوب مثل خنافس الستافيلينيد Staphylinid والحشرات الصغيرة الاخرى التي تتبع رتبة نصفية الاجنحة او عند سيرها على الاواني وموائد الطعام كالصراصر.

ت. تحدث بعض الحشرات تهيجا والاما اثناء سيرها على الجلد ، وتحمل بعض يرقات التابعة لرتبة حرشفية الاجنحة على اجسامها شعيرات مجوفة سامة مثل يرقة ذات السرج *Sibins stimulea* Clemend. .

ث. وضع البيض على الجسم او الشعر او الريش.

ج. دخولها احيانا لاجزاء الجسم الحساسة كالعيون او الاذان او الانف او دخولها الى الفم مما ينتج عنة احمرار وتقيؤ ، وبعض الحشرات تدخل القناة الهضمية للحيوان وتغزو اليرقات الناتجة معظم اجزاء الجسم محدثة المرض الذي يسمى التنغيف Myiasis كما ان لبعضها اثرا ساما عند تناولها مع الغذاء خاصة البق القارص Pinching bugs .

ح. تحدث بعض الحشرات الاما موجعة للانسان والحيوان اما دفاعا عن النفس او لغرض التغذية عن طريق :

i. عض الجسم Biting بواسطة اجزاء الفم القارضة كما في النمل.

ii. ثقب الجلد والانسجة التي تحتة Piercing بواسطة اجزاء الفم الثاقبة الماصة كما في البعوض وذبابة التسي تسي Tse tse وذبابة الاسطبل Stable fly لغرض التغذية.

iii. لسع الجسم Stinging بواسطة الة اللسع الموجودة في نهاية بطن الحشرة وافراغ السم فية دفاعا عن النفس او الطائفة كما في النحل والزنابير.

iv. امتصاص الدم من جسم الانسان وحيواناتة كما في القمل والبعوض والبرغوث وغيرها.

v. وضع بعض انواع الذباب لبيضها على الجروح الموجودة في الجسم وعند الفقس تبقى اليرقات في موقع الاصابة وتتغذى على الانسجة محدثة التهابات مؤلمة غير قابلة للالتئام.

vi. نقل وانتشار الامراض سواء اكان ذلك بصورة مباشرة ام غير مباشرة ، ومن اهم الامراض التي تنقلها الحشرات هي :

- مرض الحمى التيفوئيدية والباراتيفوئيدية Typhoid & paratyphoid fever وتسببها مسببات ممرضة بكتيرية تنقل بواسطة الذباب من الاماكن الملوثة الى اغذية الانسان.
- مرض الحمى التيفوسية Typhus fever الذي ينشا عن جرثومة الريكتيسيا Rickettsiae ويقوم بنقلها الى الانسان قمل الجسم *Pediculus humanus* .
- الطاعون Plague او يسمى بالموت الاسود Black death وهو مرض بكتيري ينقل بواسطة برغوث الجرذ الشرقي *Xenopsylla cheopis* والانواع الاخرى وقد تسبب في موت 100 مليون نسمة خلال القرن 16 .
- الحمى الصفراء Yellow fever وهو مرضفايروسي ينقل بواسطة البعوض خاصة النوع *Aedes aegypti* L. .
- مرض النوم الافريقي African sleeping sicking وينشا عن البروتوزوا التي تنقل بواسطة ذبابة التسي تسي *Glossina* sp. .
- الملاريا Malaria وتسببها بروتوزوا تصيب المجاري البولية للانسان ، ينقلها اكثر من 85 نوعا من بعوض الانوفيلس ويموت جراء الاصابة بها اكثر من 2.5 نسمة سنويا خاصة في دول العالم الثالث.
- البثرة الشرقية (حبة بغداد) اللشمانيا Leishmaniasis ويسببها نوع من السوطيات الذي ينقل بواسطة ذبابة الرمل *Phlebotomus papatasii* Scop.

C. اضرر الحشرات للمواد المخزونة :

1. اصابة وتلف الحبوب المخزونة من قبل خنافس الطحين الصدئية والمتشابهة والمنشارية وخنافس البقول وانواع السوس وغيرها من الحشرات التي تتبع رتبة غمدية الاجنحة ، وكذلك بعض الحشرات التابعة لرتبة حرشفية الاجنحة مثل فراشة الطحين الهندية *Plodia interpunctella* Hub. .
2. تلف الاخشاب والملابس والادوية من قبل حشرة الارضة Termites .
3. تلف السجاد والفرو والملابس من قبل خنافس السجاد وعث الملابس.
4. تلف الكتب والصور واوراق الجدران Wall paper بواسطة حشرة السمك الفضي Silver fish .
5. اتلاف الاسس الشمعية لخلايا النحل في المخزن وداخل الطائفة من قبل دودة الشمع Wax moth والنمل Ant .

6. اصابة الجلود والسكائر المختلفة بواسطة خنافس التبغ Tobacco beetles .

ثانيا : منافع الحشرات Insects advantages

تناولت الكثير من الدراسات الاهمية الاقتصادية للحشرات من حيث الضرر واغفل البعض الاخر فوائدها العديدة ، وتشير اغلب الدراسات الى ان عدد الانواع الضارة منها في الطبيعة لا يتجاوز 10- 30 الف نوع ، اما بقية الانواع فهي على الاغلب مفيدة او عديمة الضرر على الاقل ، اما اهم فوائدها ماياتي :

1. انتاج الشمع Wax الذي تفرزة الخلايا الغذية لطبقة البشرة الداخلية Hypodermal glands عند الجهة السفلية لبطن شغالة نحل العسل ، ويستخدم شمع النحل في انتاج اجود الشموع عديمة الدخان ومعجون الحلاقة والعازلات الكهربائية.
2. انتاج الشيلاك Shellac من الخلايا الغدية للبشرة الداخلية لبعض الحشرات القشرية الهندية ، والذي يستخدم كدهان لتلميع الاخشاب والمعادن والجلود ولعمل اسطوانات التسجيل كما يستخرج صمغ اللاك من حشرة البق الدقيقي الهندية .*Laccifer lacca* Kerr التي تعيش على اشجار الغابات في الهند وبورما.
3. انتاج الحرير من الغدد اللعابية لبعض يرقات حرشفية الاجنحة خاصة دودة الحرير *Bombyx mori* (L.) والذي يستخدم في غزل اجود انواع الانسجة الحريرية كما تستخدم خيوطة في العمليات الجراحية.
4. انتاج بعض الصبغات مثل صبغة Cochineal القرمزية اللون والتي تستخرخ من بطون الاجسام الجافة لحشرة الصبير القشرية *Dactylopius coccus* (Costa) حيث تستخدم في تزيين بعض المعجنات الغذائية كما ان لها استخدامات طبية في معالجة بعض الامراض مثل السعال الديكي Whooping cough .
5. انتاج العسل Honey من رحيق الازهار وحبوب اللقاح والذي يعتبر مادة غذائية وطبية هامة.
6. تلعب الحشرات دورا بارزا في عملية التلقيح الخلطي للازهار وتعتبر شغالات نحل العسل من اهم الملقحات Pollinators الحشرية المسؤولة عن زيادة نسب الاخصاب وعقد الثمار وانتاج البذور وتحسين نوعيتة.
7. انتاج الاورام النباتية Galls التي تستخدم كمواد دابغة للجلود لاحتوائها على حامض التانيك Tannic acid والذي تتراوح نسبتة 30- 70% في بعض الاورام كما يستخرج منها بعض اصباغ الجلود والشعر والصوف وتمتاز بثبات الوانها عادة.
8. بعض الحشرات تهاجم الحشرات الضارة لغرض التغذية مثل المتطفلات Parasitoids والمفترسات Predators الحشرية وبذلك تقلل من اضرارها.

9. تعتبر الحشرات المائية المائية من اهم المصادر الغذائية للاسماك كما يستخدم بعضها طعوما لصيد الاسماك.
10. تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية كحفر الانفاق وزيادة التهوية او عن طريق زيادة المادة العضوية الناتجة من اجسامها المتحللة.
11. تتخصص بعض الحشرات بالتغذية على الادغال وبذلك تقلل من اضرارها.
12. تساهم بعض الحشرات في تنظيف البيئة من الاجسام الميتة مثل الحشرات الكانسة Scanvengers التي تتغذى على لحوم وعظام الحيوانات الميتة.
13. استخدامها في دراسة العلوم الاخرى كعلم الوراثة مثل ذبابة الدروسوفلا كما ان اساسيات تعدد الاجنة والتوالد اللاتزاوجي (البكري) درست على الحشرات اولا.
14. تستخدم بعض افرازات الحشرات كغذاء للانسان مثل مادة الّمّنا Manna التي تفرزها الحشرات القشرية والمّن والسيكادا خاصة خلال اشهر الصيف الحارة وكذلك مّن السما الذي ينتج عن افرازات الحشرة القشرية *Trabutina mannipara* التي تتغذى على التاماركس وتستعمل افرازات انواع الّمّن في شمال العراق والتي تتغذى على البلوط في صناعة اشهر انواع حلويات مّن السما.
15. العديد من الحشرات يمتلك بعض المكونات الطبية ذات المواصفات العلاجية المهمة مثل :
   أ. مادة Allantoin التي تستخلص من افرازات بعض يرقات الذباب وتستخدم كمادة معقمة للجروح العميقة والتهابات العظام والتقرحات الجلدية.
   ب. مادة Cantharidin التي تستخلص من دم حشرة الذبابة الاسبانية *Lytta vesicantoria* (L.) وتستخدم كعلاج داخلي لامراض الجهاز البولي والتناسلي Urinogenital system
   ت. مادة Apis التي تستخرج من اجسام حشرات النحل وقد استخدمت من قبل عدد كبير من اطباء الباطنية في العالم لمعالجة بعض الامراض الخطيرة مثل مرض الخناق Diphtheria والحمى القرمزية Scarlet fever وداء الاستسقاء Dropsy والتهابات المجاري البولية.
   ث. الغذاء الملكي Royal jelly وهو عبارة عن مستخلصات خارجية لشغالات نحل العسل وهو غني بالفيتامينات خاصة Biotin و Pantothenic acid ويقدم عادة بكميات قليلة لمعالجة حالات انخفاض نسبة الاخصاب عند الانسان.
   ج. يستخدم سم نحل العسل عند اللسع في معالجة التهابات المفاصل والروماتيزم.

*** العوامل التي ساعدت على توزيـــــع الحشرات والانتشـــــار في البيئة :**

Factors Affecting Insects Distribution

إن ظهور الحشرات وتطورها على سطح الكرة الأرضية قبل الإنسان بملايين السنين أتاح لها التعرض للظروف القاسية للعصور الجيولوجية المختلفة التي ساهمت في انتشار الحشرات المبكر وتوزيعها على سطح الكرة الأرضية ففي العصور الجليدية مثلاً تحركت الحشرات باتجاه المناطق الاستوائية وعندما أعقبت تلك العصور عصور دافئة تحركت الحشرات بالاتجاه المعاكس وفي كل مرة تكون الحشرات قد تأقلمت في أماكنها الجديدة فاتسعت بذلك رقعة توزيعها وانتشارها ، وعلى هذا الأساس نجد اليوم أن الحشرات تتوزع في كل مكان تجد فيه الغذاء والملجأ عدا بعض المناطق كأعماق البحار وعليه فان الأنواع المختلفة من الحشرات تتباين في مدى توزيعها وانتشارها استناداً للعديد من العوامل.

1- **الغذاء** (العائل الغذائي) Food : تتباين الأنواع المختلفة من الحشرات في احتياجاتها الغذائية من حيث الكمية والنوعية فمن الحشرات ما يتغذى على النبات أو الحيوان أو المواد العضوية وعليه فان الأنواع ذات المدى الغذائي الواسع أو التي تتغذى على محصول واسع الانتشار سيكون انتشارها واسعاً والعكس يمكن أن يحدث ، فبعض حشرات الحنطة مثلا وهو نبات واسع الانتشار تكون ذات توزيع واسع ايضا. والحشرات الطفيلية اتي تصيب الطيور المهاجرة تكون ذات توزيع واسع جدا يتفق مع توزيع انواع الطيور العوائل نفسها. كما ان تعدد عوائل الحشرة او النباتات التي تتغذى عليها او تخصصها لعائل واحد او نبات واحد لة علاقة بمدى توزيع الحشرة ، فالانواع التي تتغذى على انواع متعددة من الحيوانات او النباتات تتوزع عادة على رقع جغرافية اكبر من تلك التي تتغذى على نوع واحد.

2- **التحمل** Tolerance : الحشرات ذات القدرة على تحمل الظروف البيئية المهمة كالحرارة والرطوبة غير الملائمة أو التي تتمكن من العيش في ظروف ذات مدى واسع من التباين تكون لها القدرة على الانتشار والتوزع في مناطق جغرافية وبيئية واسعة.

3- **القابلية على الحركة والانتشار** Movement Capability : فقابلية نوع الحشرة على الحركة وخاصة الطيران ، فالانواع الكفوءة في عملية الطيران تتوزع على مساحات اكبر من تلك غير الطائرة او ضعيفة الطيران.

تنتشر الحشرات اما بوسائلها الذاتية للحركة كالطيران والجري والسباحة او نقلها بواسطة الانسان او الحيوان (الطيور) او بواسطة عوامل البيئة كالرياح والمياة وغيرها ، فضلاً عن نشاط الإنسان في البيئة والذي كان له الأثر الكبير في نشر وتوزيع الحشرات كما يتضح مما يلي :

أ. وسائل النقل Transportation : ساعدت وسائل النقل الحديثة كالطائرات والقطارات والسيارات والسفن على ربط أنحاء المعمورة مما ساعد على نقل الحشرات بطريقة غير

مقصودة من مواطنها الأصلية إلى بلدان أخرى إما مع النباتات أو بذورها وثمارها وأبصالها أو مع مواد أخرى كالأخشاب والجلود والأصواف والمنسوجات أو مع الحيوانات المصابة.

ب. زراعة المحصول الواحد Monoculture : أدى التوسع في الزراعة وخاصة زراعة المحصول الواحد إلى زيادة انتشار الحشرات نتيجة توفر الغذاء بمساحات واسعة.

ت. تربية النبات Plant Breeding : إن إنتاج سلالات جديدة من النباتات ذات الإنتاجية العالية أدى في كثير من الحالات إلى أن تكون هذه السلالات ضعيفة فتصاب بالحشرات بشدة وذلك لما توفره هذه السلالات من غذاء ذو قيمة عالية يدفعها إلى التكاثر والنمو السريع.

ث. تدخل الإنسان في البيئة Human Activities : إن التغير الحاصل في البيئة جراء تدخل الإنسان بامتلاكه للتقنيات الحديثة وتجفيفه للعديد من البحيرات والمستنقعات وقطع الغابات أدى إلى اختفاء العديد من الحشرات من هذه المناطق وانتقالها إلى البيئات الجديدة التي استحدثها الإنسان.

*** العوامل التي ساعدت الحشرات على النجـــــاح والبقـــــــــاء في البيئة :**

لو تحرينا عن اسباب هذا النجاح لوجدناها في تركيب ومظهر الحشرات وفي حياتيتها وفي عاداتها كما يتبن ذلك فيما يلي :

1. وجود الهيكل الخارجي الصلب Exoskeleton

تمتاز الحشرات بجدار جسمها الصلب الذي يقي اعضاءها الداخلية الحيوية من الاضرار الخارجية ، والاحتفاظ بالماء داخل انسجة الجسم من التبخر نظرا لما يحتوية من طبقات شمعية غير منفذة. وعملية التبخر تكون على أشدها في الحيوانات الصغيرة التي تكون فيها نسبة مساحة سطح الحيوان إلى حجمه كبيرة جدا فعملية التبخر هي وظيفة سطح لا وظيفة حجم ولهذا فإن عامل التبخر كان من الممكن أن يكون مميتا للحشرات برية المعيشة لولا وقاية الهيكل الخارجي . كما يعتبر جدار الجسم الدعامة الرئيسية التي ترتبط بها العضلات الداخلية في الجسم وباكبر مساحة ممكنة تماما كما يفعل الهيكل الداخلي (العظام والغضاريف) في الإنسان والحيوانات الحبلية. ورغم صلابة الجدار ومناعتة فانة لا يعيق الحشرة من الحركة السهلة نتيجة لوجود مفاصل على هيئة اغشية رقيقة ومتينة تربط بين اجزائة الصلبة. هذا وترتبط أعضاء الحس في الحشرة بالهيكل الخارجي فالعيون وأعضاء الشم والتذوق واللمس تقع على أجزاء مختلفة من هذا الهيكل .

2. صغر حجم الحشرة The Small Size

تمتاز الحشرات بصغر حجمها ولو ان بعض الحفريات تشير الى وجود بعض الحشرات الكبيرة الحجم والتي جاوز طولها المتر تقريبا عند فرد اجنحتها كما ان بعض الحشرات العصوية قد يبلغ طولها 25 سم . لكن اغلب الحشرات الكبيرة قد انقرضت انواعها ولم يبق منها الا القليل بحيث كان صغر الحجم هو السائد بين الحشرات. وقد تبلغ الحشرات اطوالا متناهية في الدقة حيث تقاس بالميكرون او اجزاء المليمتر كما هو الحال في بعض انواع الطفيليات التي تتبع رتبة غشائية الاجنحة Hymenoptera . وقد مكن صغر الحجم في الحشرات من معيشة اعداد كبيرة منها في حيز محدود وحاجة قليلة من الغذاء والى مكان صغير تختبئ فيه من الأعداء الحيوية والظروف البيئية القاسية.

3. تباين الحركة Variability of Locomotion

تتميز الحشرات عن غيرها من الكائنات الحية بقدرتها على الحركة بطرق مختلفة فبعضها يمتلك زوجين من الاجنحة الفاعلة التي تمكنها من الطيران والانتشار فهي أقدر على الهروب من أعدائها ومن الظروف غير الملائمة كالازدحام وقلة الغذاء وأنها تستطيع الاستفادة من الغذاء القليل الموزع علي مساحات متباعدة والحشرة المجنحة تتمكن بشكل أفضل من السعي والتفتيش عن الجنس الأخر لغرض التزاوج وعن أماكن مناسبة لوضع البيض وتربية صغارها خاصة في الحشرات التي تختلف بيئة الاطوار غير البالغة فيها عن بيئة بالغاتها. وبعضها يستطيع الجري بسرعة وتستطيع انواع اخرى على القفز والطيران معا او السباحة والجري على اليابسة حسبما اتفق ذلك وهذا يساعد على قدرة أكبر للبقاء.

4. ملائمة اجهزة الحشرات المختلفة Suitability of the Different System

تؤدي الاجهزة المختلفة لاجسام الحشرات وظائفها في سهولة ويسر بعيدا عن التعقيد سواء كانت مائية المعيشة ام على اليابسة. فجهازها التنفسي يمكنها من الحصول على الاوكسجين ويكفل لانسجتها ما تحتاجة دون وساطة كما هو حادث في الحيوانات الاخرى حيث يدخل الدم والانسجة الاخرى في عملية التنفس. كما تحورت بعض الاجهزة التنفسية في الحشرات بما يلائم معيشة الحشرة إن كانت برية أو مائية أو كلا الاثنين معا ، كما تتخلص الحشرة من الفضلات التنفسية بسهولة في وقت وجيز. اما الجهاز العضلي فلتوزيعة وطريقة ارتباطة بجدار الجسم ميزة هامة في تسهيل الحركة ببساطة وكفاءة عالية ، كذلك نوع العضلات المخطط الذي يتسم بسرعة الاستجابة ورد الفعل السريع. تتحور أحيانا تراكيب معينة من الجسم لتؤدي أما وظائف إضافية لوظائفها الأصلية أو لتلائم حياة الحشرة وبيئتها ففي بعض الحشرات المفترسة كعائلة فرس النبي Mantidae وبق الماء الضخم Belostomatidae تحورت الأرجل الأمامية لاداء وظيفة قنص ومسك الفرائس بالإضافة إلى المشي أو تحورت الأرجل للسباحة أو للحفر إضافة إلى وظيفة المشي أي أن العضو الواحد أصبح يؤدي أكثر من وظيفة واحدة ، وتتحور أيضا أجزاء فم الحشرة بما يتفق وطبيعة تغذيتها.

5. التطور الكامل Complete Metamorphosis

تنفرد كثير من الحشرات عن بقية الحيوانات بطريقة نموها فتمر الحشرة بأطوار أربعة مختلفة الأشكال – في حالة التشكل الكامل – وهي البيضة Egg ثم اليرقة Larva وهو الطور المتغذي Feeding stage فالعذراء Pupa وهو الطور الساكن فالحشرة الكاملة Adult وهو طور التكاثر والانتشار وفي هذا النوع من تاريخ الحياة يعتمد النمو الحقيقي علي الغذاء الذي تأخذة اليرقة أما تغذية الطور الكامل – في بعض أنواع الحشرات لا تتغذى الحشرات الكامل – فأنها قد تكون ضرورية لإنضاج البيض أو الحيوانات المنوية ولتوفير الطاقة اللازمة لنشاط الحشرة ومعيشتها لقد مكن النمط من حياة الحشرات إلى أن تعيش اليرقات في معظم أنواع الحشرات في مكان يختلف عن معيشة الحشرة الكاملة وتتناول أغذية مختلفة فيساعد ذلك علي تقليل التنافس بين أطوار الحشرة الواحدة علي الغذاء والمكان فتعيش اليرقة في بيئة تلائم نموها السريع وتعيش الحشرات الكاملة في بيئة أخرى تلائم انتشارها وتكاثرها حيث تكون أكثر قدرة علي التنقل والتفتيش عن أماكن مناسبة لتغذية اليرقات بعد فقس البيض ويساعد الطور الساكن (العذراء) علي تجاوز الظروف البيئية الصعبة وتفادي مهاجمة الأعداء باختباء الحشرة في أماكن محمية في التربة أو تحت قلف الأشجار أو داخل شرنقة تصنعها اليرقة قبل تحولها إلى عذراء . وإذا مرت ظروف غير ملائمة على الحشرة وهي في طور العذراء فإن مدة هذا الطور تطول حتى تمضي الفترة الصعبة فتنجو الحشرة من تلك الظروف .

6. الخصوبة العالية High Fecundity

وخصوبة الحشرة هي كفاءتها لإنتاج أفراد جديدة وهي من العوامل المهمة التي تساعد علي زيادة أعداد الحشرات فملكة الحشرات الاجتماعية كالنمل أو نحل العسل مثلا تضع عدة مئات الألوف من البيض في فترة حياتها وتضع أنثى الذباب المنزلي عدة مئات من البيض طيلة فترة حياتها ولو ضربنا مثلا على الكفاءة التناسلية للحشرات بالذبابة المنزلية لوجدنا أنه لو قدر لأنثى وذكر منه أن يتزاوجا في بداية يناير وينتجا البيض والصغار التي تكبر وتتكاثر من جديد وهكذا ، ولو قدر لكل هذا الإنتاج أن يحيا بأكمله إلى شهر أغسطس من نفس السنة لأصبح عدد هذه الذرية. 191,000,000,000,000,000,000 فردا تكفي لتغطية الكرة الأرضية إلى ارتفاع حوالي (11) سم وبالرغم من خصوبة الحشرات العالية هذه فلا تصل ،عدادها إلى مثل هذه الأرقام لأن العوامل البيئية المتعددة مثل الظروف الجوية والغذاء والمكان اللازمين لمعيشتها والتنافس بين أنواعها المختلفة وضمن أفراد النوع الواحد والأعداء الطبيعية وغيرها، كل هذه العوامل تلعب دورها لحفظ توازن معين لأعدادها ومع هذا فلا تزال أعدادها كبيرة تساهم في انتشار الحشرات ومعيشتها.

7. سرعة تكاثر الحشرات وتنوع أنماطه

Rapidity & Various Types of Insects Reproduce

للحشرات مقدرة كبيرة على التكاثر بإعداد هائلة في زمن قصير، بطرق وأنماط مختلفة تحت ظروف ملائمة أو غير ملائمة وبدرجات متفاوته ، فقد تتكاثر الحشرات جنسياً Sexually بأن تتزاوج الإناث والذكور كي تضع الإناث بيضاً مخصباً يفقس إلى أطوار غير بالغة Immature بإعداد كبيرة حتى يمكنها تعويض ما قد يموت منها نتيجة الظروف غير المواتية التي قد تواجهها أثناء نموها حتى نضجها الجنسي وبلوغها طور الحشرة الكاملة Imago or Adult بإعداد كافية لاستمرارها في الحياة وبقائها. كذلك لبعض إناث الحشرات القدرة على إنتاج البيض أو أفراد خصبة دون التلقيح بواسطة الذكور ويعرف هذا النوع من التكاثر بالتكاثر اللاجنسي (اللاتزاوجي) Asexual reproduction أو التكاثر البكري Parthenogenesis وفي هذا النوع من التكاثر قد تنتج الأنثى إما ذكوراً فقط في بعض الحشرات أو إناثاً فقط في أنواع أخرى أو كلا الجنسين في أنواع ثالثة. وهذا النوع من التكاثر لا يكون دائماً وإنما يحدث فقط تحت ظروف بيئية معينة. كذلك هناك ظاهرة تكاثر الأطوار غير الكاملة Paedogenesis حيث تنتج هذه الأطوار صغاراً من نفس الطور وتكرر الأخيرة نفس الشيء وذلك تحت ظروف معينة ، وعندما تصبح الظروف ملائمة تتحول هذه الأطوار غير البالغة إلى الطور البالغ الذي يتكاثر بعد ذلك طبيعياً. وقد تكون الإناث في بعض الحشرات واضعة للبيض Oviparous أو واضعة لبيض يفقس مجرد وضعه Ovoviviparous أو واضعة للأحياء Viviparous ، كما أن بعض الحشرات تتكاثر خنثوياً Hermaphroditically مثل البق الدقيقي الأسترالي *Icerya purchase* ولكن هذه الأنواع نادرة.

8. دورة الحياة القصيرة Short Life – Cycle

وهذا ما يؤدي إلى إنتاج أجيال عديدة متعاقبة وبسبب قصر دورة حياة الحشرات فأنها تستطيع الاستفادة من الظروف البيئية الحسنة التي تستمر حتى لفترة قصيرة فخصوبة الحشرات العالية وقصر دورة حياتها تؤديان معا إلى تزايد أفراد الأجيال التالية فتنتشر الحشرات لتحتل كل ما يلائمها من بيئات فإذا هلكت من بيئة معينة لسبب ما تستمر في البيئات الأخرى وتستمر أنواعها في الوجود.

9. الإصرار او المثابرة اوالالحاح Persistence

لو راقبنا بعوضة وهي تتغذى على جسم الإنسان تقترب لتتغذى على طعامه أو نحلة تروم ارتشاف الرحيق مثلا نجد كل منها يثابر ويلح ويعود مرات عديد بالرغم من طردها لأخذ غذائها وفي النهاية لابد أن تصل إلى أهدافها إن لم تقتل فتسد حاجتها. وتتصرف الحشرة بنفس الأسلوب في الوصول إلى أهدافها المختلفة سواء كان غذاء أوملجا أو جنسا أو غيرها وما دامت الحشرة قادرة بهذه الطريقة على سد حاجتها فإنها ستعيش وتتكاثر ويستمر نوعها.

وكذلك الذبابة المنزلية *Musca domestica* أوضح مثال على هذه الظاهرة فهي عندما تحوم حول الغذاء فإنه يصعب جداً إخافتها أو إرجاعها عن إصرارها مما يؤمن لها الحصول على احتياجاتها الغذائية والأعداد لأجيالها القادمة أيضاً وقد اشتق الاسم العربي لهذه الحشرة وهو (الذباب) من خاصية إصرارها هذه ، فكلمة ذباب تتكون من مقطعين هما (ذب) أي طرد و (آب) أي عاد فالذباب إذن هو ذلك الكائن الذي كلما (ذب) أو طُرد (آب) أو عاد.

10. السكون والبيات الشتوي والبيات الصيفي Diapause, Hibernation & Aestivation

يساعد السكون والبيات في الحشرات على تحمل الظروف غير المناسبة حيث يسكن أحد أطور الحشرة في الظروف غير المناسبة ولا يتغذى لحين تحسن الظروف مرة أخرى فيعود للتغذية والتكاثر من جديد .

11. قدرة الحشرات على حماية نفسها Protection

من الحشرات ما يعيش مختبئاً في أماكن بعيدة المنال عن أعدائها الطبيعية Natural enemies أو الظروف البيئية غير الملائمة. فهناك حشرات تعيش يرقاتها داخل شرانق Cocoons إما لفترة محدودة كيرقات الغالبية العظمى من الفراشات التي تتحول داخلها اليرقة إلى طور العذراء السابق لطور الحشرة الكاملة أو البالغة Adult. وقد تعيش اليرقة داخل الشرنقة طوال فترة حياتها كما في فراشة الملابس ذات الكيس *Tineola bisseliella* حيث تتحرك اليرقة مصطحبة معها شرنقتها.

كذلك قد تحتمي الحشرات داخل أعشاش Nests فتقوم ببنائها كما هو الحال في الحشرات الاجتماعية Social insects كبعض أنواع النمل Ants والنحل Bees والزنابير Wasps كما أن هناك حشرات أخرى بإمكانها إفراز مواد طاردة أو قاتلة لأعدائها الطبيعية مثل المواد السامة التي تحقنها نحلة العسل بواسطة أجهزة لسعها Stings في أجسام أعدائها.

الهيكل الخارجي أو جدار الجسم في الحشرات

Insect Exoskeleton, Integument or Body-wall

يعمل جدار الجسم في الحشرات كهيكل خارجي يقابل الهيكل الداخلي أي الهيكل العظمي في الفقريات ، ومن وظائفه :-

1. صيانة الأعضاء الداخلية للحشرة.
2. التقليل من فقد ماء الجسم.
3. استقبال المؤثرات الخارجية بما يحمله من شعرات وأعضاء حسية.

*** يتكون جدار الجسم من ثلاث مناطق رئيسية هي :**

1. طبقة الكيوتكل Cuticle الذي يوجد داخله جهة فراغ الجسم طبقة واحدة من الخلايا.
2. طبقة البشرة الداخلية Hypodermis.
3. الغشاء قاعدي Basement membrane.

أولاً : طبقة الكيوتكل (الجليد) Cuticle

يتكون من مواد كيميائية تفرز بواسطة خلايا البشرة الداخلية ، وهو يتكون من مادة شديدة الثبات ناتجة من اتحاد الكايتين Chitin مع البروتين Protein بنسبة معينة. والكايتين عبارة عن سلاسل من عديد من وحدات الاسيتيل كلوكوز أمين N-Acetyl Glucose Amine تشبه سلاسل السليلوز أما البروتين فيتكون من :

1. بروتينات قابلة للذوبان في الماء تسمى Arthropodin.
2. وبروتينات لا تذوب في الماء تسمى Sclerotin.

ويشتمل الكيوتكل على طبقتين أساسيتين ترتيبهما من خارج الجسم إلى جهة فراغه الداخلي كما يلي :-

1. طبقة الكيوتكل السطحية Epicuticle

وهي طبقة رقيقة جداً يبلغ سمكها 1-4 ميكرون ولا تحتوي على الكايتين ولكنها تتكون اساسا من البروتين الدهني Lipoproteins ويعزى لهذة الطبقة خاصية منع تبخر ماء جسم الحشرة لانها غير نفاذة للماء ، وهي تتكون في بعض الحشرات من أربع طبقات مرتبة من الخارج إلى الداخل كما يلي :

أ) الطبقة الاسمنتية Cement layer : تفرزها غدد البشرة وهي غير معروفة التركيب في أغلب الحشرات لكنها في الصرصر الأمريكي تكون عبارة عن مادة راتنجية Fesinous تشبه مادة الشيلاك Shellac.

ب) الطبقة الشمعية Wax Layer : تتكون من الشموع Waxes التي تختلف في درجة انصهارها باختلاف الحشرات وهي المسؤولة عن خاصية مقاومة جدار الجسم للابتلال بالماء Water proofing.

ج) طبقة عديدة الفينولات Polyphenol layer : وهي تتحول إلى غروية بالتأكسد واسمها يدل عليها فهي تتكون من مركبات عديد الفينولات.

د) طبقة الكيوتكيولين Cuticulin Layer : تتكون من بروتين دهني Lipoprotein ويوجد بها البروتين المتصلب Tanned protein الموجود في طبقة الكيوتيكل الخارجية Exocuticle التالية.

2. طبقة الكيوتكل الأولي (البروكيوتكل) Procuticle

وهي تلي طبقة الكيوتكل السطحية إلى الداخل جهة فراغ الجسم وهي تكون حوالي 95% من سمك الكيوتكل يصل سمكها 200 ميكرون ، وهي الجزء الذي يحتوي على مادة الكيتين. الكيوتكل الأولي المفرز حديثاً يكون رخواً فاتح اللون ثم يتعرض الجزء الخارجي منه لعملية التصلب Sclerotization بينما لا تحدث هذه العملية في الجزء الداخلي.

وبذلك يتميز **الكيوتكل الأولي** إلى طبقتين هما :-

أ) طبقة الكيوتكل الخارجية Exocuticle

وهي اسمك من الطبقة الاولى واصلب منها وقاتمة اللون كما تكثر فيها الصبغات مثل الكاروتين Carotin والميلانين Melanin وتتركب أساساً من البروتين المتصلب Tanned protein أو Sclerotin والذي فيه ترتبط سلاسل البروتين جانبياً بجزيئات الكينون Quinine والذي يعزى إليه صلابة الكيوتكل.

ب) طبقة الكيوتكل الداخلية Endocuticle

وهي تلي الطبقة السابقة للداخل جهة فراغ الجسم كما انها اكثر ليونة من طبقة الكيوتكل الخارجي لاحتوائها على نسبة عالية من الكايتين فيها وتتكون أساساً من البروتين الدهني الرخو Soft lipoprotein (ويوجد بها نوعي البروتين الأرثروبودين Arthropodin غير المتشعب السلسة والريزيلين Resilin ذو السلاسل الثلاثية التشعب والأخير إسفنجي القوام ويكثر بصورة نقية في مناطق تمفصل الأجنحة مع الصدر وغيرها كي يزيد من مرونتها) ، وقلة ترسب المواد الصلبة والصبغات فيها. وهذه الطبقة أسمك وأفتح لوناً من الطبقة السابقة وتظهر فيها طبقات عرضية فاتحة متبادلة مع طبقات أدكن منها لوناً.

ويتخلل طبقة الكيوتكل الأولي قنوات دقيقة حلزونية الشكل تعرف بالقنوات المسامية Pore canals وهي تمتد عمودياً من طبقة خلايا البشرة الداخلية وتنتهي أسفل طبقة الكيوتكل السطحية Epicuticle ، ولكن لا تفتح الى الخارج. وفي بعض الحشرات تتفرع النهايات الطرفية للقنوات المسامية تفرعاً شجيرياً. ووظيفة هذه القنوات فهي تعتبركوسيله لنقل المواد اللازمه لتصلب الكيوتكل السطحي من خلايا البشرة الداخلية ، كما تنقل أيضاً إنزيمات الأكسدة والمواد البروتينية اللازمة لتصلب جدار الجسم، ويعتقد البعض انها في الجليد التام التكوين تكون بمثابة الرباط بين تحت البشره والجليد، وتمتاز هذه القنوات بكثرة عددها فقد يخرج من كل خليه من خلايا تحت البشره من (50 – 70) قناة ثقبيه كما في يرقة ذبابة اللحم. ويوجد بين طبقتي الكيوتكل الداخلي والبشرة الداخلية طبقة رقيقة محببة غير متميزة إلى ألياف أو طبقات تسمى Subcuticle أو Schmidt's تبعاً لاسم مكتشفها ويحتمل أنها تمثل طبقة الكيوتكل الداخلي في طور التكوين.

ومن المهم أن نشير هنا إلى أن كل الأعضاء والتراكيب التي توجد في أي حشرة تكون مغطاة أو مبطنة بطبقة من الجليد ماعدا منطقة المعي المتوسط حيث تحدث عملية الإمتصاص.

وللجليد عدة **وظائف** من أهمها :

1. يحدد شكل جسم الحشره حيث يمثل الهيكل الخارجي لها، كما انه يساعد العضلات في حركة الزوائد المفصليه، كما تعمل الانبعاجات الداخليه من الجليد كموضع لاتصال العضلات ودعامات داخليه هيكليه لجسم الحشره.
2. يكون اجنحه الحشره وبذلك تساعد في عملية الطيران بطريقه غير مباشره.
3. يقوم بوقاية او حماية الحشره من اعدائها كالمفترسات او المتطفلات والظروف الطبيعيه البيئيه غير الملائمه، كما ان وجود الجليد في المعي الامامي والخلفي يحمي طبقة الخلايا الطلائيه من الاحتكاك بالطعام.
4. تقوم الطبقه الشمعيه بالجليد بالمحافظه على المحتوى المائي لجسم الحشره.
5. تعمل بعض الاجزاء المتحوره من الجليد كاعضاء للحس وقد يوجد لها تراكيب طبيعيه خاصه بانتاج الضوء.

تتواجد عادة مناطق غشائيه مرنه في الجليد Cuticle تخلو من الجليد الخارجي لتعطي بعض المرونه في حركة الاجزاء المتصلبه من الجليد الخارجي والتي تعرف بالصفائح Sclerites ، ويتوقف مدى حركة هذه الصفائح على المساحات الغشائيه وطريقة التمفصل بين هذه الصفائح المتصلبه. فمثلا في حلقات البطن تكون الاغشيه واسعه الامتداد وبالتالي تكون ذات حركه واسعه. غالبا ما تتصل الصفائح المتصلبه مع بعضها في مفاصل Joints اما ان تكون ذات نتؤ مفصلي واحد Monocondylic articulation او ذات نتوئين مفصليين Bicondylic articulation تبعا لوجود نقطه او نقطتين للتمفصل. والتمفصل ذو النتوء الواحد مثل اتصال قرن الاستشعار بالراس يكون اوسع حركه من ذات النتوئين مثل تمفصل عقل الرجل ، وقد تكون سطوح التمفصل داخليه Intrinsic كما في عقل الرجل او قد تكون خارجيه Extrinsic كما في تمفصل الفكوك العليا مع الراس.

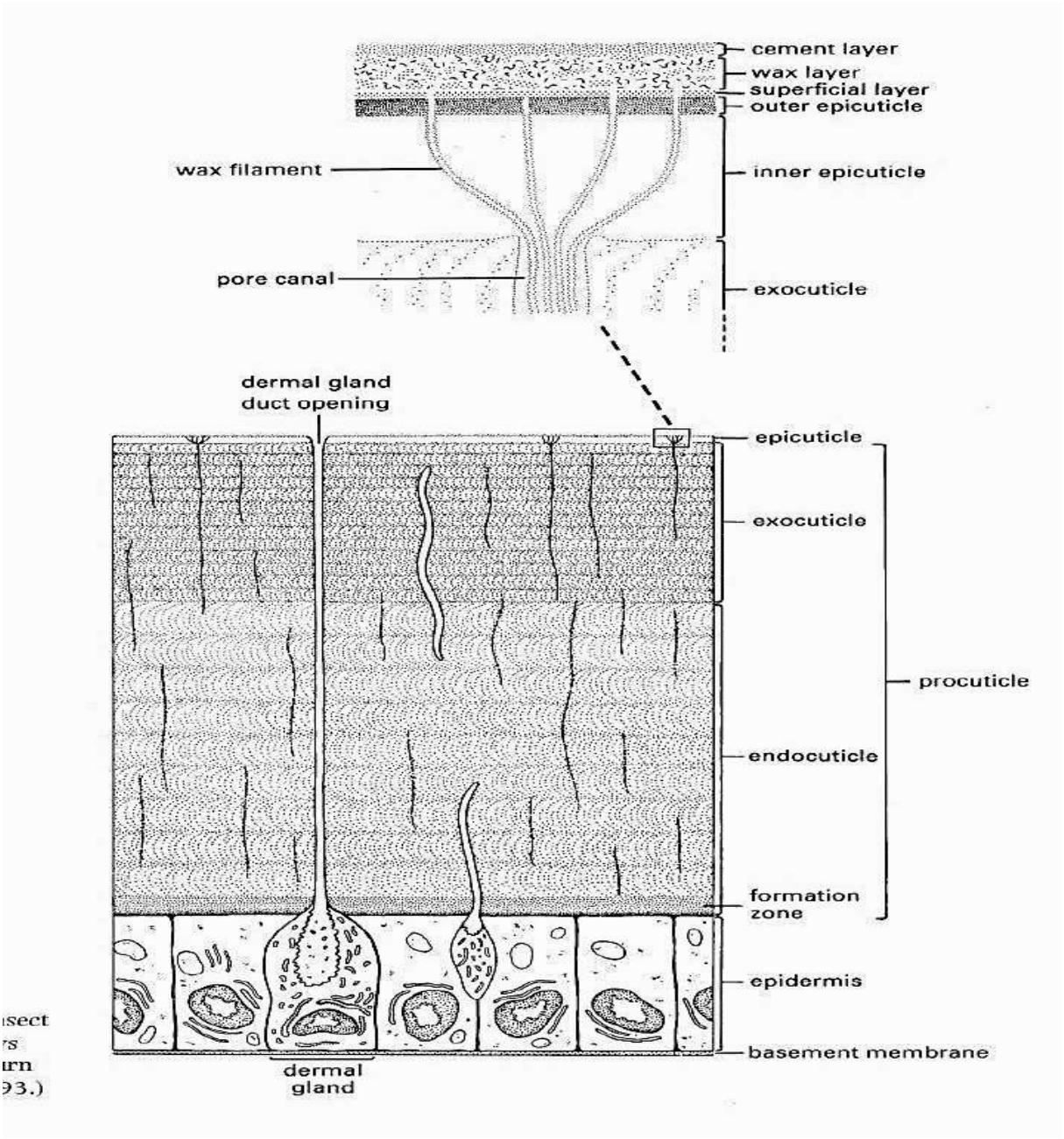
ويغيب الجليد الخارجي من خطوط الانسلاخ Ecdysial line ويتكون الجليد على طول هذه الخطوط من جليد اولي فقط وجليد سطحي وعلى ذلك فان هذه الخطوط تكون ضعيفه ينشق فيها الجليد في عملية الانسلاخ.

يبقى الجليد الاولي Procuticle مرنا غير مميزا الى طبقاته في اليرقات مما يسهل نموها اضافة الى اكساب اجسامها مرونه في حركتها اثناء الزحف.

ويهضم سائل الانسلاخ الجليد الاولي غير المتصلب او الجليد الداخلي عند كل انسلاخ ولكنه لا يؤثر على الجليد الخارجي المتصلب ولذلك فيمكن ان تستفيد اليرقه باكبر قدر ممكن من الجليد الاولي في الانسلاخات المتعدده، وفي بعض الحالات الشاذه للاطوار الكامله لحشرات رتبة ذات الذنب القافز Collembola حيث يستمر حدوث الانسلاخ في اطوارها الكامله ونجد ان الجليد في مثل هذه الحالات

يتكون غالبيته من جليد اولي تستفيد منه الحشره في تكوين جليدها الجديد علاوة على عاداتها في اكلها للجليد المنسلخ.

ينبعج الجليد للداخل في صورة اذرع تعمل كمراكز للاتصال العضلي وحماية وتقوية لبعض الاعضاء الهامه في الراس او الصدر.



Figures. The general structure of insect cuticle; the enlargement above shows details of the epicuticle.(After Hepburn 1985; Hadley 1986; Binnington 1993).

جدار الجسم أو الجليد Body wall or Integument

ثانياً : طبقة خلايا البشرة الداخلية (الهيبودرمس) Hypodermis

وهي الغلاف الخلوي الخارجي لجدار جسم الحشرة والواقع تحت الجليد ، وهي عبارة عن طبقة واحدة من الخلايا سميكة مرنة يصعب تمييز الفواصل بين خلاياها ترتبط مع بعضها باغشية غاية في الدقة تعرف Desmosomes وتبرز من خلايا تحت البشرة امتدادات سايتوبلازمية Cytoplasmic processes خاصة اثناء فترة الانسلاخ على شكل قنوات ثقبية Pore canals تفتح على سطح الجليد وغالبا ما تنسحب هذة الامتدادات السايتوبلازمية الى الداخل عند تمام تكوين الجليد. وهي الخلايا التي تفرز الكيوتيكل وسائل الانسلاخ وقد تتحور بعضها إلى أعضاء حس Sense organs لاتصالها بالجهاز العصبي وقد تتحور الى خلايا غدية تفرز مواد معينة مثل سائل الانسلاخ والجليد الحديث والافرازات التي تساعد على التئام الجروح ، او قد تتحور الى غدد تحيط بالثغور التنفسية Peristigmatic glands وتفرز مادة تمنع دخول الماء الى الجهاز القصبي كما في يرقات ذات الجناحين أو إلى خلية خاصة لتكوين الشعرة الحسية تسمى Trichogen وأخرى خاصة لتكوين الغلاف المحيط بقاعدة هذه الشعرة تسمى Tormogen .

وكذلك قد يكون لها دور في الإخراج التخزيني للمواد النيتروجينية التالفة Storage excretion.

وهناك خلايا تنشأ من خلال البشرة الداخلية وتبقى قريبة منها تسمى الخلايا النبيذية Oenocytes وهي كبيرة الحجم توجد في مجموعات ويزيد عددها اثناء عملية الانسلاخ ومن المحتمل أنها تختص بإفراز مواد تدخل في تكوين طبقة الكيوتكل السطحي (الابيكوتيكل) كالبروتين الدهني أو الشمع.

ومن أهم وظائفها :

1- إفراز طبقة الجليد 2- إفراز سائل الإنسلاخ

3- تساعد على إلتئام الجروح 4- تمتص نواتج هضم الجليد القديم

وترتكز خلايا البشرة على غشاء رقيق غير خلوي يعرف بالغشاء القاعدي.

ثالثاً : الغشاء القاعدي Basement membrane

وهو يحد طبقة خلايا البشرة الداخلية من الداخل ويفصلها عن فراغ الجسم ، وتتصل به عضلات الجسم لذلك فإنه يكون مستمراً مع الأغشية العضلية Sarcolemma ، وتنتهي عنده القصيبات الهوائية Tracheoles.

*** زوائد ونتوءات وبروزات جدار الجسم (الخلوية وغير الخلوية)** Integument Processes

من اهم مايميز جدار الجسم في الحشرات انقسامه الى العديد من الصفائح المختلفة الاشكال وحمله للعديد من الزوائد والنموات الكايتينية الخارجية ولهذه التراكيب اهمية بالغة عند تقسيم وتصنيف الحشرات.

وتسمى المساحات الصلبة بجدار الجسم بالصفائح ويفصل الصفائح عن بعضها كالدرقة والشفة العليا انتثناءات من جدار الجسم او خطوط من الاغشية الضعيفة (تنشأ من مناطق ضعف في الكيوتيكل نتيجة

غياب طبقة الكيوتيكل الخارجي) يطلق على هذا الجدار الدروز Sutures وقد تنقسم الصفائح الرئيسية بواسطة ادراز الى صفائح ثانوية مثلما تنقسم الدرقه بدرز عرضي الى درقة امامية واخرى خلفية وقد تلتحم الصفائح فتتلاشى الادراز كإندماج الجبهة بالجمجمة في الجراد.

* تسمى خطوط أو دروز الانسلاخ Ecdysial lines حيث تنشق عندها طبقة الكيوتكل السطحي بعد هضم الكيوتيكل الداخلي أثناء الانسلاخ.

* كذلك توجد خطوط تنشأ نتيجة انبعاجات من جدار الجسم الداخلي تعرف بالدروز Sutures.

* تسمى النموات الداخلية الناتجة عن هذه الانبعاجات بالنتوءات الداخلية أو الأبوديمات Apodemes، قد تظهر بشكل مخروطي أو أنبوبي ، هذه الحالة تبدو خارجياً على سطح الجسم بشكل نقر Pits ، فائدة هذه الأبوديمات أنها تعمل كنقاط ارتكاز Attachment أو انغماد Msertion لعضلات الجسم الداخلية.

* **يحمل السطح الخارجي لجدار الجسم** زوائد أو نتوءات مختلفة تظهر على شكل تجمعات أو شعيرات أو حراشف.

1. الزوائد الكايتينية Cuticular appendages :

هي تراكيب كايتينية دقيقه تتصل بجدار الجسم بواسطة حلقة غشائيه تفرزها خلايا متخصصه في طبقة البشرة الداخيلة وهذه الزوائد اما :

أ. بسيطة التركيب وتسمى الشعيرات المتحركة Setae التي تظهر بإمتداد خارجي مجوف من جذر الجسم يتحرك على غشاء مرن بنتؤ في تجويف عند قاعدة الشعيرت يطلق عليه التجويف الـشعري.

وتتنوع اشكال الشعيرات المتحركة في الحشرات حيث تظهر شعيرات كأسية متفرعة كما في النحل او قد تتفلطح وتتصل بجدار الجسم ويطلق عليها الحراشيف Scales التي تغطي اجنحة وبعض اجزاء الفراشات وابي الدقيقات .

وقد تتصل الشعيرات المتحركة داخليا بالجهاز العصبي لتصبح ضمن الشعيرات الحسية Sensory التي تختص بإستقبال المؤثرات الخارجية.

ب. المهاميز المتحركة Spurs التي تنتشر على ارجل العديد من الحشرات مثل الجراد ، وتختلف عن الشعرات بانها تتكون من عدد من الخلايا Multicellular وتختلف عن الاشواك بكونها متمفصلة مع جدار الجسم.

2. البروزات الجليدية Cuticular processes توجد على جدار الجسم وتتصل بة اتصالا قويا ثابتا فلا تتحرك لعدم وجود اغشية مفصلية Articular membranes وهذا ما يميزها عن الزوائد الجليدية Cuticular appandages ، والانواع الرئيسية من البروزات الجليدية هي :

أ. الشعرات الثابتة Microtrichia or Fixed hairs برزوات صغيرة شبيهة بالشعر وتوجد على اجنحة بعض الحشرات من رتبة ذات الجناحين ورتبة Mecoptera .

ب. الاشواك Spines نموات خارجية شبيهة بالاشواك وتنشا من جدار الجسم وتتالف من خلايا البشرة والجليد الذي يغطيها وهي غير قابلة للحركة.

توجد بروزات جليدية اخرى تاخذ اشكالا مختلفة فقد تكون على شكل مخاريط Conical او حلمات Tubercles وقد تبدو بشكل امتدادات كبيرة تشبة القرون Horns وتشترك جميعها في صفة الاتصال الثابت او غير المتحرك مع جليد الجسم.

3. النموات الداخلية Internal processes وتعرف بالاذرع Apodemes وتتكون نتيجة انبعاج جدار الجسم الى الداخل وتعمل كمراكز لاتصال العضلات ويظهر اماكن هذة الانبعاجات على السطح الخارجي لجار الجسم على هيئة نقر Pits او دروز Sutures .

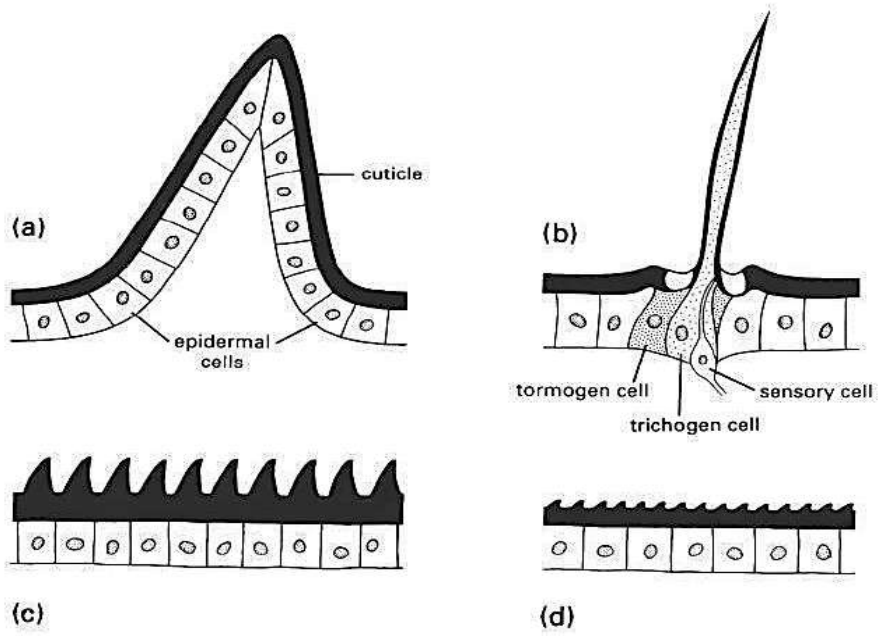
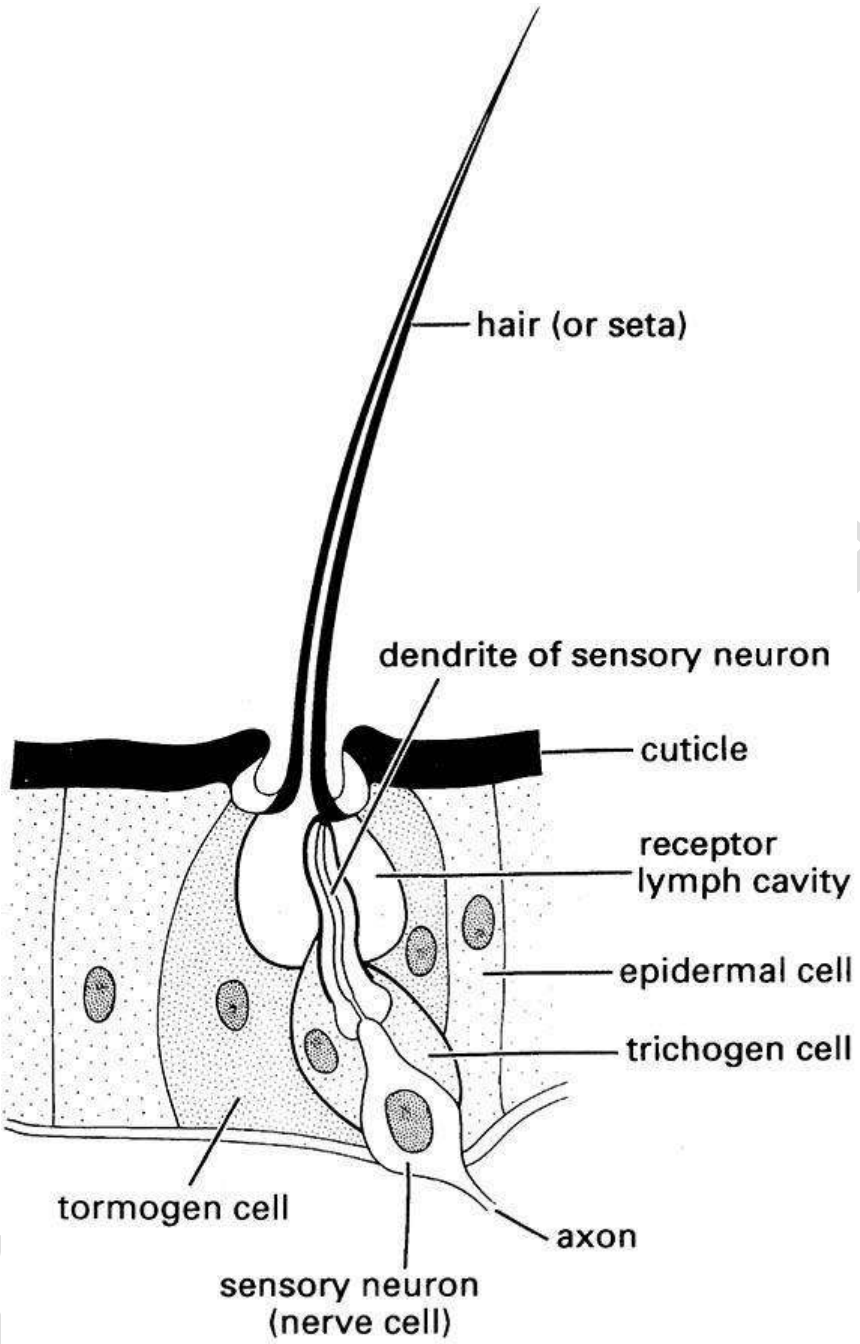
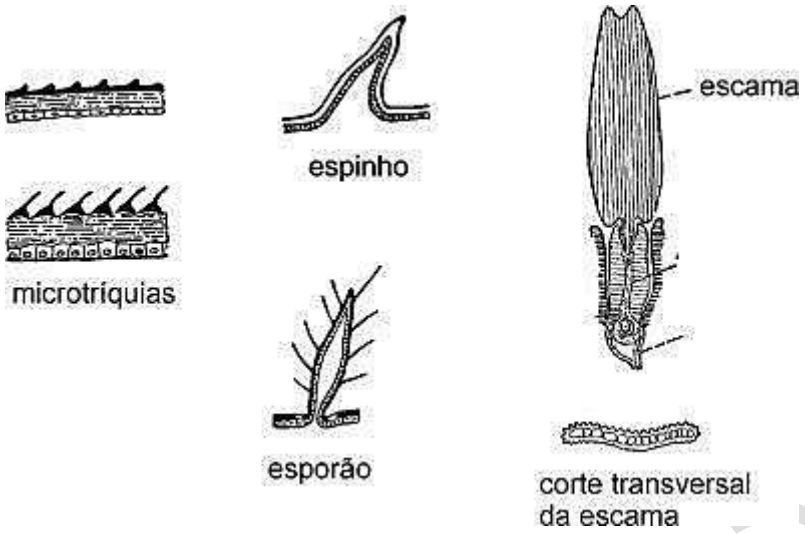


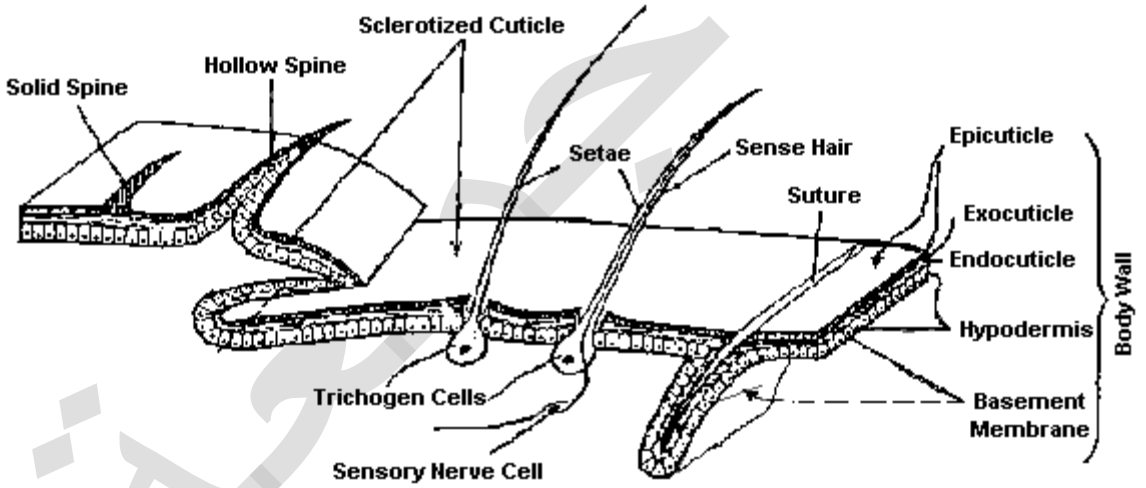
Fig.The four basic types of cuticular protuberances:(a) multicellular spine;(b) a seta, or trichoid sensillum; (c) acanthae; and (d) microtrichia. (After Richards & Richards 1979).



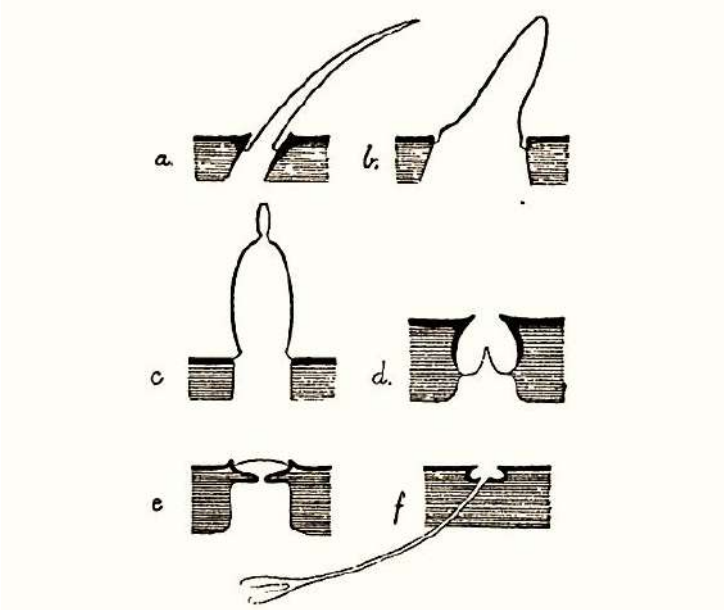
Figures. Longitudinal section of a trichoid sensillum showing the arrangement of the three associated cells.(After Chapman 1991).



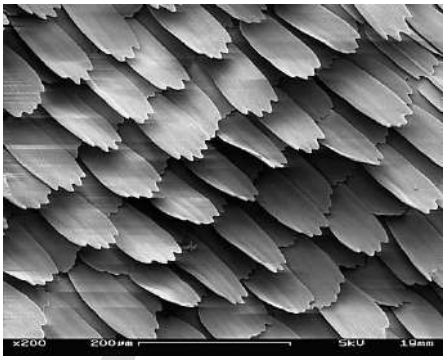
انواع الشعيرات في جدار الجسم



انواع الشعيرات في جدار الجسم



Cuticular Portions of Sensillæ of Various Types
a., trichoid; *b.*, basiconic; *c.*, styloconic; *d.*, coeloconic; *e.*, placoid; *f.*, ampullaceous. From Imms.



الحراشف Scales

*** التلوين في الحشرات** : Colouration

يمكن تقسيم لون الحشرات إلى :

أ- الألوان الكيميائية : وهي نتيجة لوجود مواد ذات تركيب كيميائي معين لها القدرة على إمتصاص بعض موجات الضوء وعكس البعض الآخر وتنشأ هذه المواد غالباً من عمليات التحول الغذائي أو تكوين مواد إخراجية وتشمل اللون الأسود والبني والأصفر والبرتقالي.

ب- الألوان الفيزيائية : وهي تحدث نتيجة لحدوث إنعكاسات ضوئية على بعض أجزاء جسم الحشرة ومثال ذلك اللون الأبيض.

ت- الألوان الكيميائية والفيزيائية : وهي تحدث نتيجة لبعض التحورات التركيبية مضافاً إليها طبقة من الصبغة. مثال ذلك اللون الأخضر الزمردي والذهبي.

تحليق (تعقيل) مناطق الجسم في الحشرات

Metamerism or Segmentation of Insect Body Regions

1. تتكون كل حلقة من حلقات الجسم من صفيحة ظهرية تعرف بالترجه Tergum وجمعها Terga تتصل بصفيحة أخرى سفلية تعرف بالاسترنه Sternum وجمعها Sterna عن طريق مناطق غشائية تعرف بأغشية البلورا pleuron وجمعها pleura
2. تتصل الزوائد Appendages التي قد توجد على الحلقة إما بالمنطقة المحصورة بين الترجه والبلورا وتسمى هذه المنطقة Trego-Pleural Region كما هو الحال في إتصال الأجنحة بالصدر، وقد تتصل بالحلقة عند المنطقة المحصورة بين الاسترنه والبلورا وتسمى Sterno-Pleural Region كما هو الحال في اتصال الأرجل بالصدر أيضاً.
3. يعتبر وجود أغشية البلورا المرنة بين الترجات والاسترنات هام جداً في تسهيل الحركة وإكساب الجسم المرونة الكافية حتى يمكنه أن يتمدد أو ينثني خاصة عند امتلاء البطن بالغذاء أو بطن الأنثى بالبيض.
4. علاوة على أغشية البلورا يوجد نوع آخر من الأغشية المرنة تصل بين الصفائح الترجية الظهرية بعضها ببعض والاسترنيه بعضها ببعض في حلقات الجسم المتتالية ، تعرف هذه الأغشية بأغشية بين الحلقات Inter Segmental Membranes وعن طريق هذه الأغشية يمكن لحلقات الجسم أن تتداخل مع بعضها البعض تلسكوبياً وذلك بانثناء هذه الأغشية فتقصر البطن أو بفردها فتطول عند الحاجة.
5. يؤدي اتصال الصفائح الصلبة القوية لحلقات الجسم بعضها البعض عن طريق هذه المناطق الغشائية المرنة ، إلى اكتساب الحشرات لإمكانية تغير ليس فقط أحجامها بل أيضاً أشكال أجسامها عند الحاجة ، فمثلاً يمكن للحشرة أن تجعل جسمها مفلطح إذا ما أرادت المرور خلال أضيق الشقوق Cervices أو أصغر الفراغات Spaces.

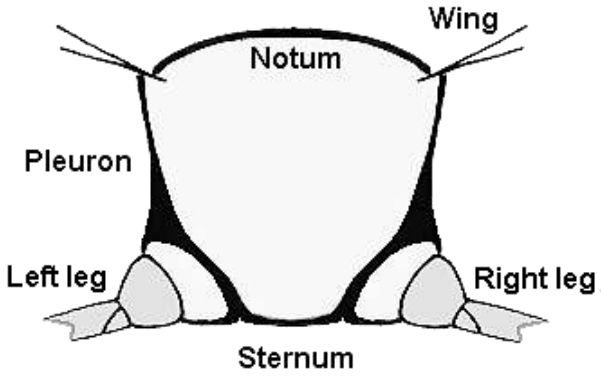
يتركب جسم الحشرة في الحالة المثالية من 20 حلقة تندمج الستة الأولى منها معاً بعد انتهاء المرحلة الجنينية لتكون الرأس Head بينما تظل الثلاث حلقات التالية متميزة عن بعضها البعض لتكون منطقة الصدر Thorax وكذلك أيضاً الإحدى عشر الأخيرة لتكون منطقة البطن Abdomen.

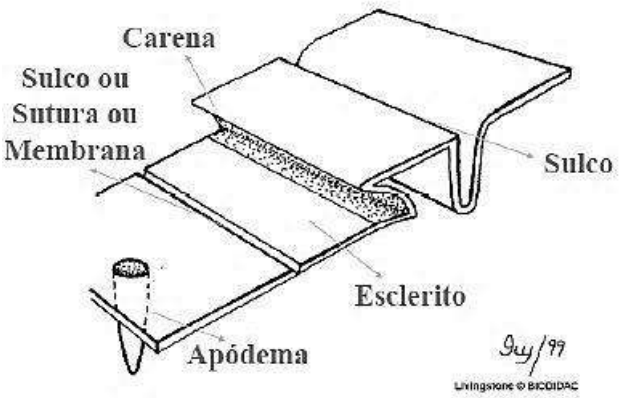
*** مناطق جسم الحشرة** Body regions of the insect

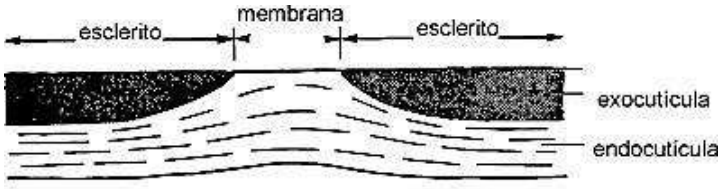
يتكون جسم الحشرة من حلقات عددها عشرون وهذه الحلقات تتجمع لتكون ثلاث مناطق رئيسية هي :

1. **الرأس** Head ويتكون من ستة حلقات مندمجة .
2. **الصدر** Thorax ويتكون من ثلاث حلقات.
3. **البطن** Abdomen ويتكون من إحدى عشر حلقة.

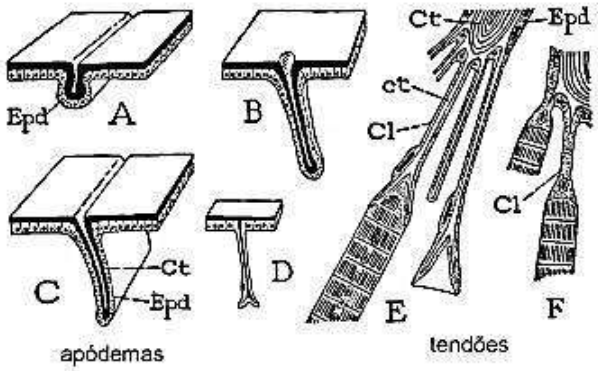
ويتصل بكل حلقة من حلقات الجسم زوج من الزوائد يكون واضحاً في الجنين ولكن تختفي أو تختزل بعض هذه الزوائد بعد خروج الحشرة من البيضة.



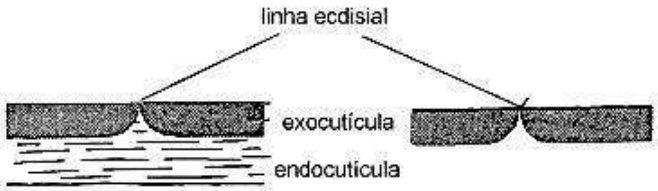




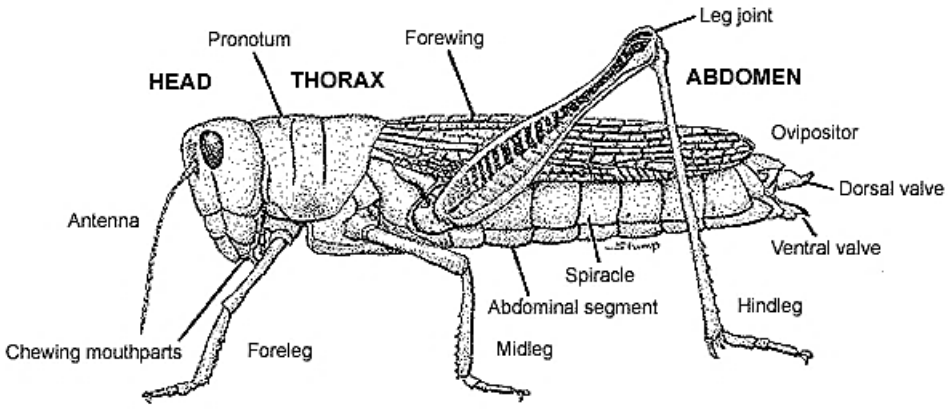
Áreas membranosas (flexíveis) e endurecidas (escleritos) da cutícula

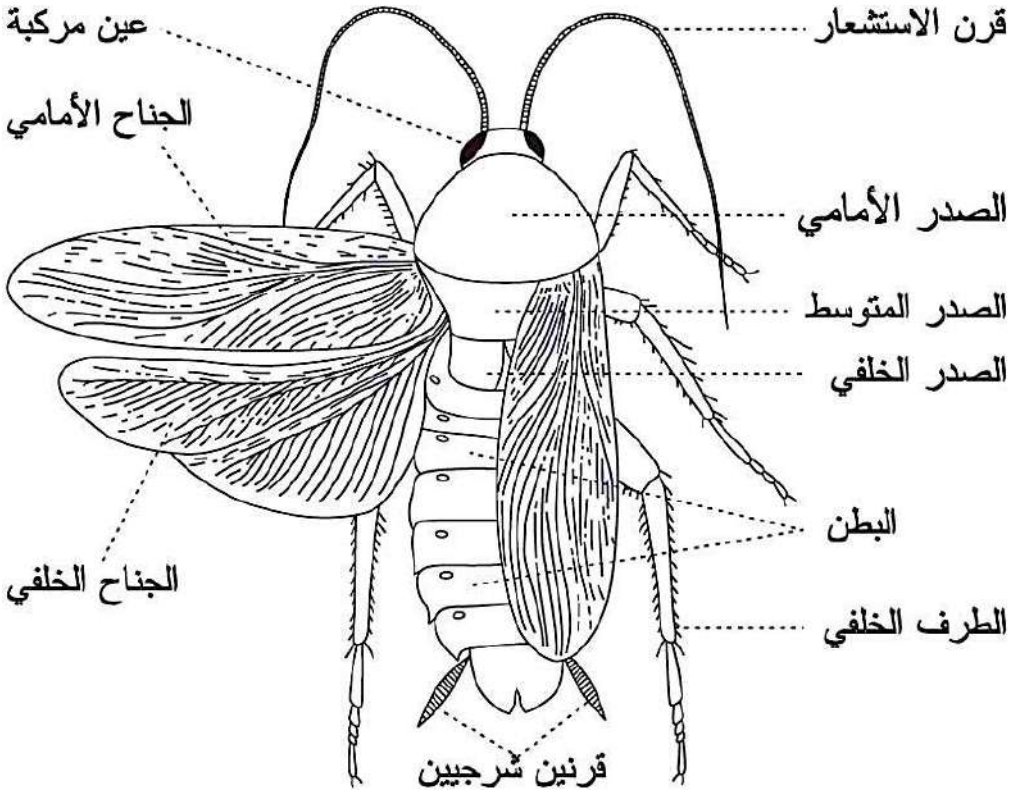


Estruturas internas do exoesquelo



Linha mais fraca da cutícula, onde ela se rompe durante a muda





مناطق الجسم في الحشرات

الرأس وزوائده Head and its appendages :

يتركب رأس الحشرة من عدد من الصفائح تكاد تلتحم بعضها ببعض تماماً ليتكون غلافاً متماسكاً صلباً يعرف بـ علبة الرأس تحمي الأجزاء التي في داخلها وأهمها المخ. وهناك صعوبة كبيرة جداً في تمييز عدد حلقات الرأس الستة لأنها إندمجت مع بعضها ولكن يمكن تميزها في الأطوار الجنينية. ويفصل الرأس عن الصدر جزء غشائي رقيق هو العنق ويشتمل على صفائح مزدوجة تعمل كنقطة إتصال أو إرتكاز بين الرأس والصدر الأمامي. ويحمل الرأس أعضاء الحس وهي زوجاً من قرون الإستشعار وزوجاً من العيون المركبة وقد توجد عيون بسيطة، كما يحمل أجزاء الفم.

علبة الرأس Head capsule : تتركب علبة الرأس من الصفائح الآتية :

أ- من السطح العلوي أو الأمامي :

1- الجمجمة Epicranium : وهي عبارة عن المنطقة الظهرية من الرأس وتغطي الرأس من أعلى وتمتد إلى الخلف حتى منطقة الثقب المؤخري ، ويقسم الجمجمة – في أغلب الحشرات – في الوسط الدرز الجمجمي الذي يتفرع إلى فرعين يتجهان إلى الأمام أو إلى أسفل (حسب اتجاه الرأس) يعرفان بـ الدرزين الجبهيين والجبهة هي الجزء المحصور بين هذين الفرعين من الأمام ويحمل العين البسيطة الوسطية.

2- قمة الرأس Vertex : وهي عبارة عن الجزء العلوي من الجمجمة فوق الجبهة مباشرة بين العينين المركبتين.

3- الدرقة Clypeus : وهي الجزء الضيق الذي يقع أسفل الجبهة مباشرة وتحمل في أسفلها الشفة العليا.

4- الشفة العليا Labrum : وهي الجزء الذي يلي الدرقة مباشرة من أسفل كما أنها تغطي الفكين العلويين من الأمام.

5- الوجنة (الخد) Gena : وتشمل كل المساحة الجانبية أسفل وخلف العينين على كل جانب ، ويتصل بها كل من الفكين العلويين (اللحييان)

6- القفا Occipt : وهو الجزء الذي يصل بين قمة الرأس والرقبة من الخلف.

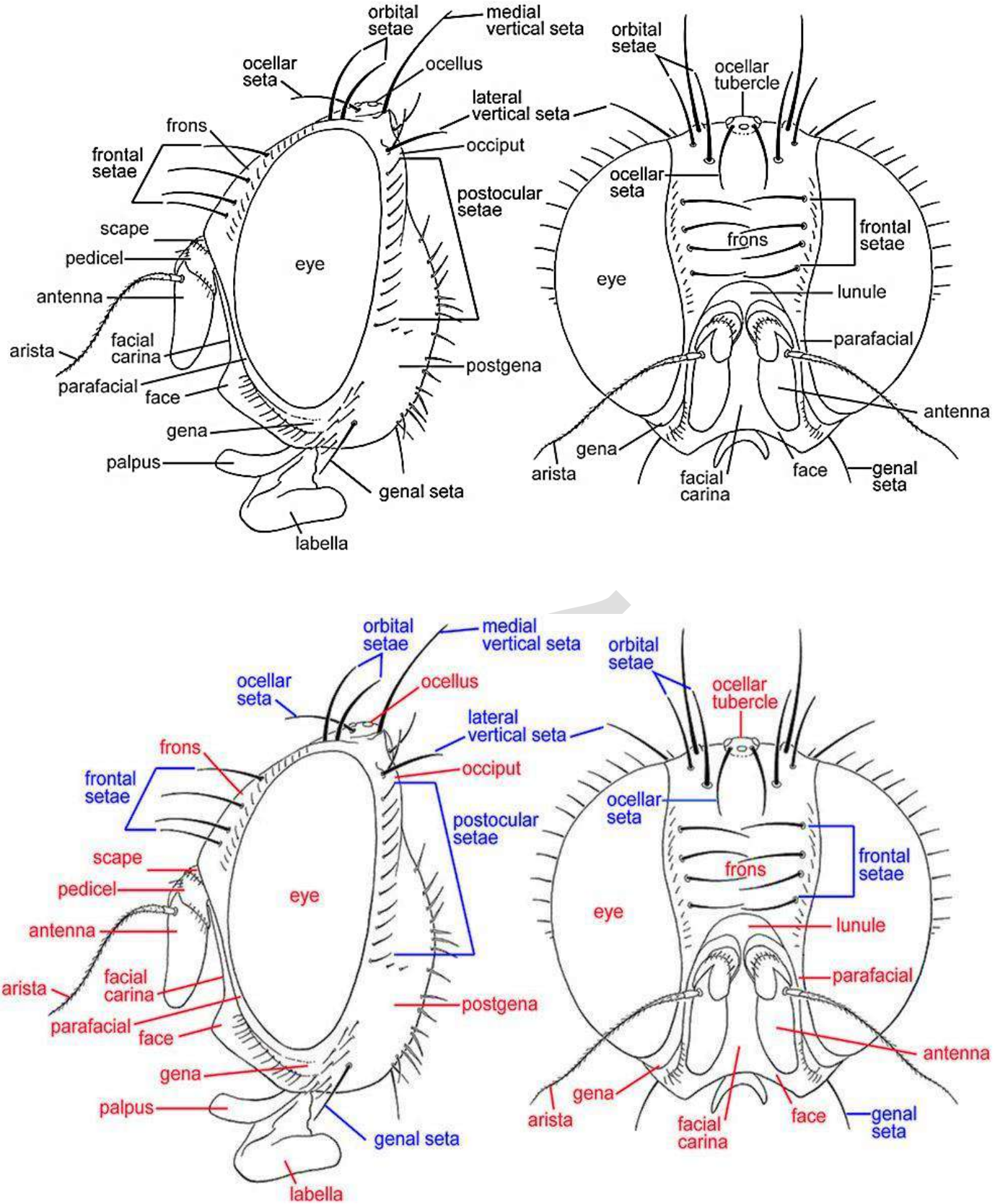
ب- من السطح السفلي أو الخلفي :

1- الجمجمة : تمتد نحو الخلف حتى الثقب المؤخري.

2- الثقب المؤخري Occiptal foramen : وهو الفتحة التي يمر منها المرئ والحبل العصبي وتتصل حوافها بالعنق الغشائي الذي يربط الرأس بالصدر.

3- الشفة السفلى Labium : وتوجد في وسط مقدمة الرأس من أسفل ، وهي تحمل الملامس الشفوية.

4- الفكان السفليان Maxillae : وهما عبارة عن الجزئين الموجودين على جانبي الشفة السفلى ويحمل كل منهما ملمساً فكياً.



المنظر الامامي والجانبي للراس في الذبابة المنزلية

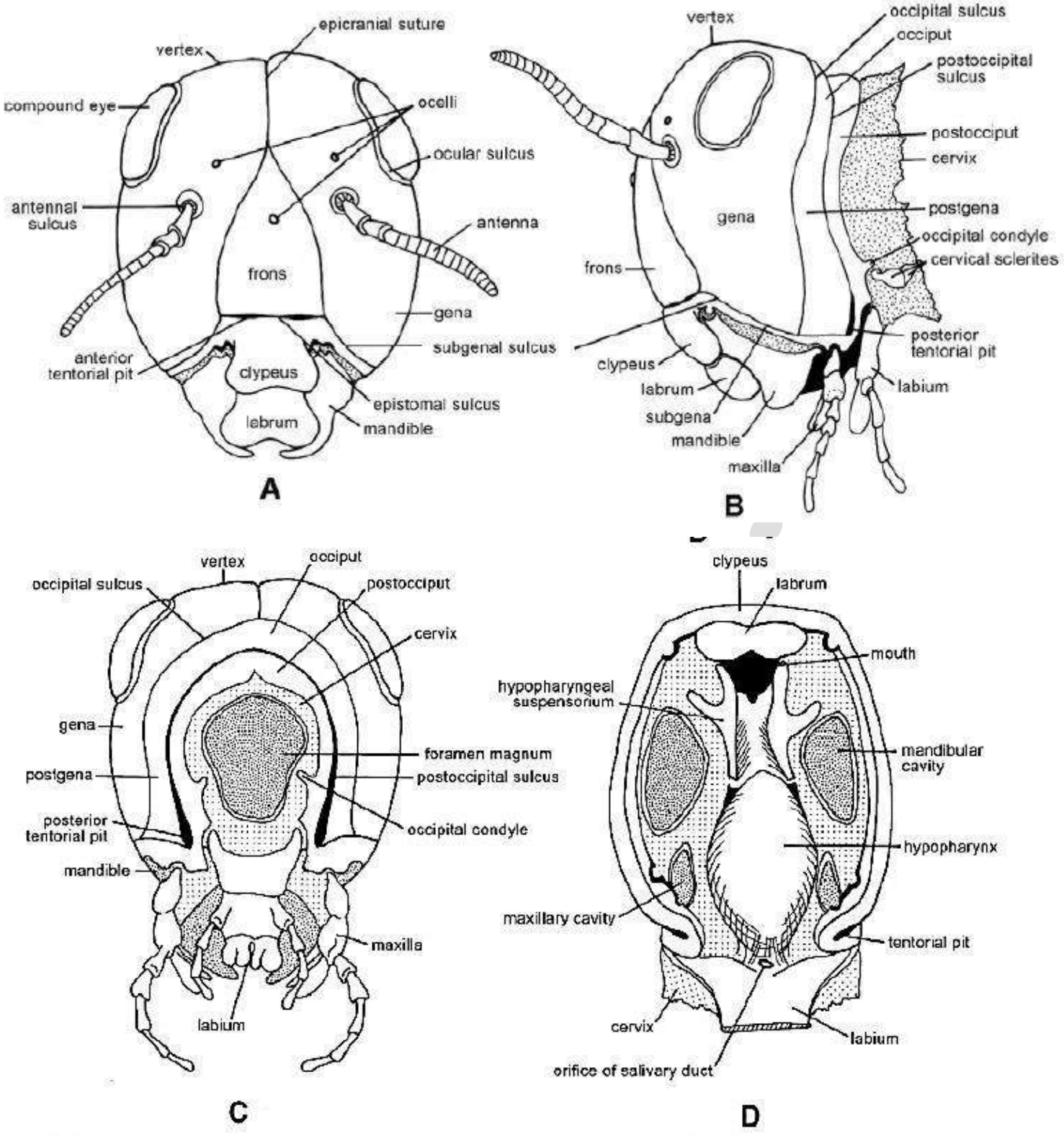


FIGURE 3.3. Structure of the typical pterygotan head. (A) Anterior; (B) lateral; (C) posterior; and (D) ventral (appendages removed). [From R. E. Snodgrass. *Principles of Insect Morphology.* Copyright 1935 by McGraw-Hill, Inc. Used with permission of McGraw-Hill Book Company.]

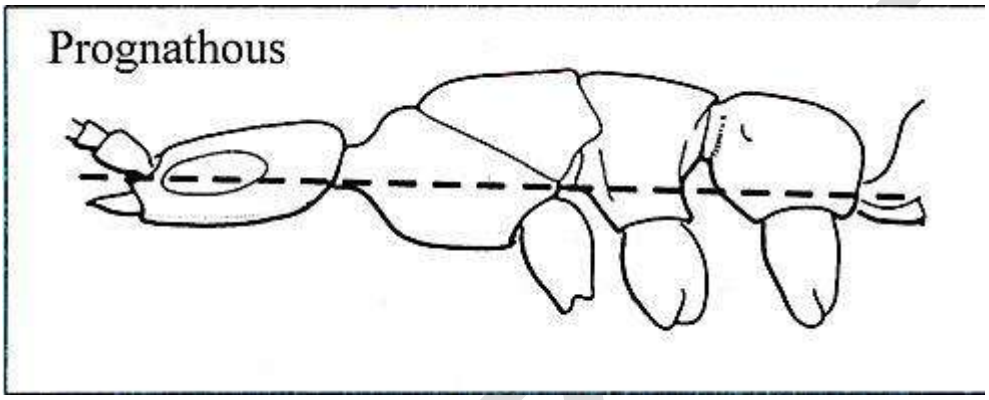
*** أوضاع الرأس بالنسبة للمحور الطولي لجسم الحشرة**

Head Position in Relation to the Longitudinal Axis of the Insect Body

تأخذ رأس الحشرات وقت الراحة أوضاعاً مختلفة بالنسبة للمحور الطولي للجسم وذلك في المجاميع أو الرتب المختلفة ، وفيما يلي الثلاث أوضاع Positions الرئيسية :-

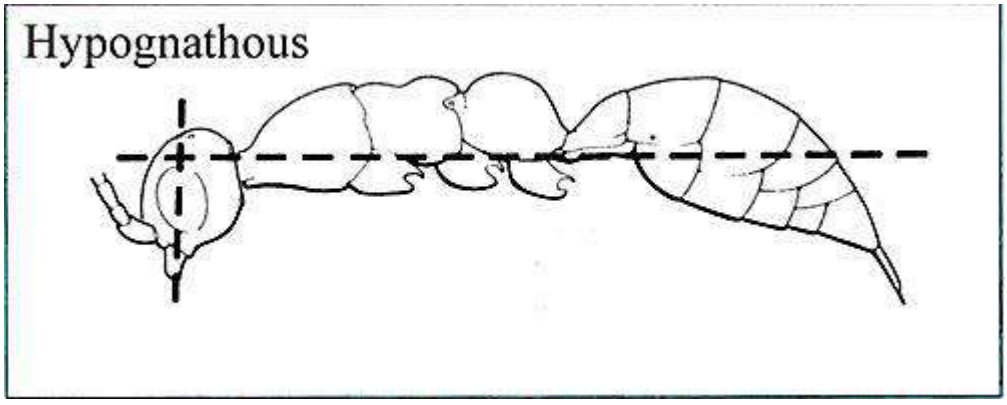
1. **الرأس ذات أجزاء الفم الامامية** Prognathous Position

في هذا الوضع يكون المحور الطولي للراس على امتداد المحور الطولي للجسم وبالتالي تكون أجزاء الفم أمامية الوضع وقت الراحة، ويوجد هذا النوع عادة في الحشرات المفترسة Predatory insects حيث أنه يسهل عليها سرعة متابعة الفريسة والقبض عليها والتهامها، كما يوجد هذا الوضع أيضاً في السوس والنمل الأبيض وبعض يرقات رتبة غمديه الأجنحة Order : Coleoptera.



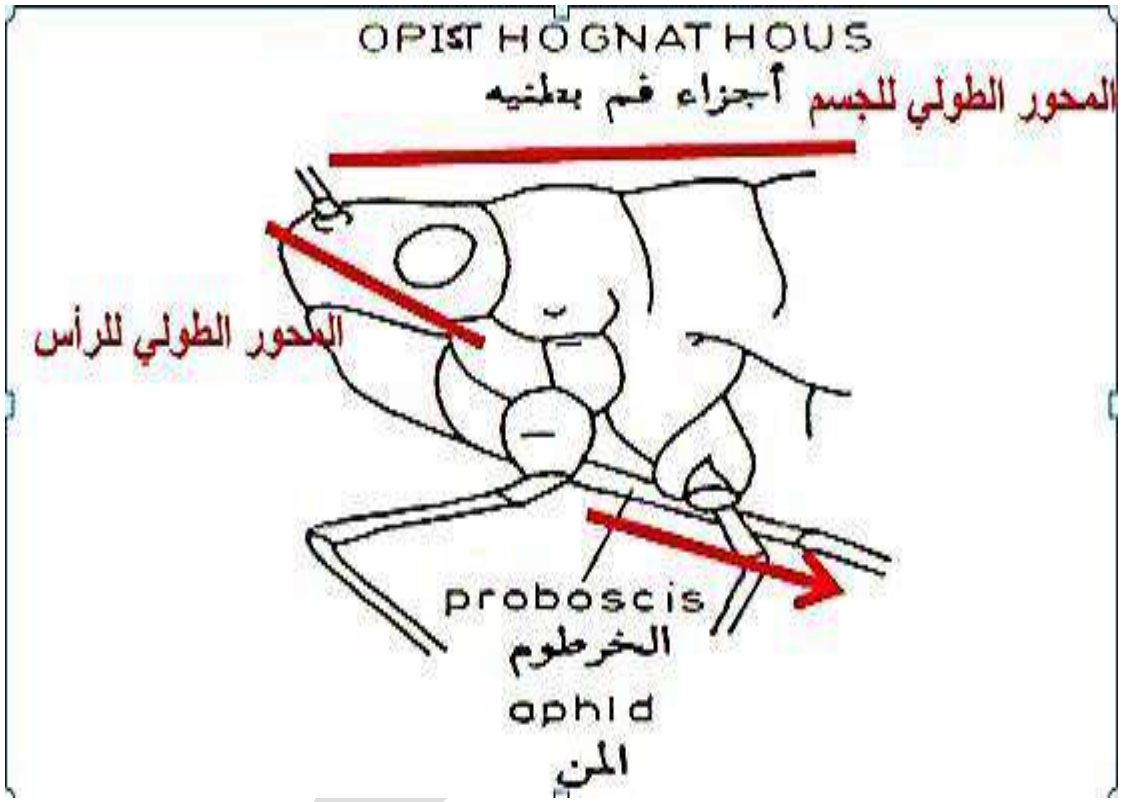
2. **الرأس ذات أجزاء الفم السفلية (العمودية)** Hypognathous Position

في هذا الوضع يكون المحور الطولي للرأس عمودياً على المحور الطولي للجسم، وبالتالي تكون أجزاء الفم على الجهة البطنية سفلية الوضع وقت الراحة. ويوجد هذا الوضع عادة في الحشرات المتغذية على النبات Phytophagous insects مثل أنواع النطاطات Hoppers والجراد Locusts والذبابة المنزلية House fly.



3. الرأس ذات أجزاء الفم السفلية البطنية المائلة Opisthognathous Position

في هذا الوضع يكون المحور الطولي للرأس مائلاً للخلف بالنسبة للمحور الطولي للجسم وقت الراحة وبالتالي تكون أجزاء الفم المتحورة غالباً إلى خرطوم ممتدة للخلف أسفل الصدر بين حرقفتي الزوج الأمامي من الأرجل ويوجد هذا النوع في رتبة نصفية الأجنحة Hemiptera كأنواع البق بناتية التغذية ورتبة ومتشابهة الأجنحة Homoptera كأنواع المن Aphids والذباب الأبيض Aleyrodids.



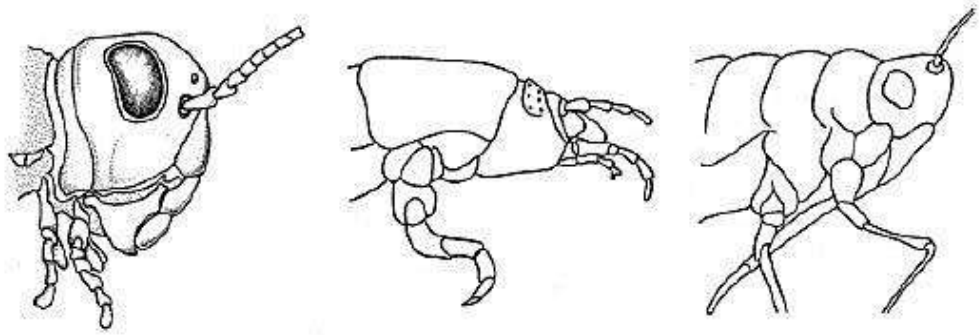


Figure 10 Three different types of insect heads From left to right, hypognathous, prognathous and opisthognathous

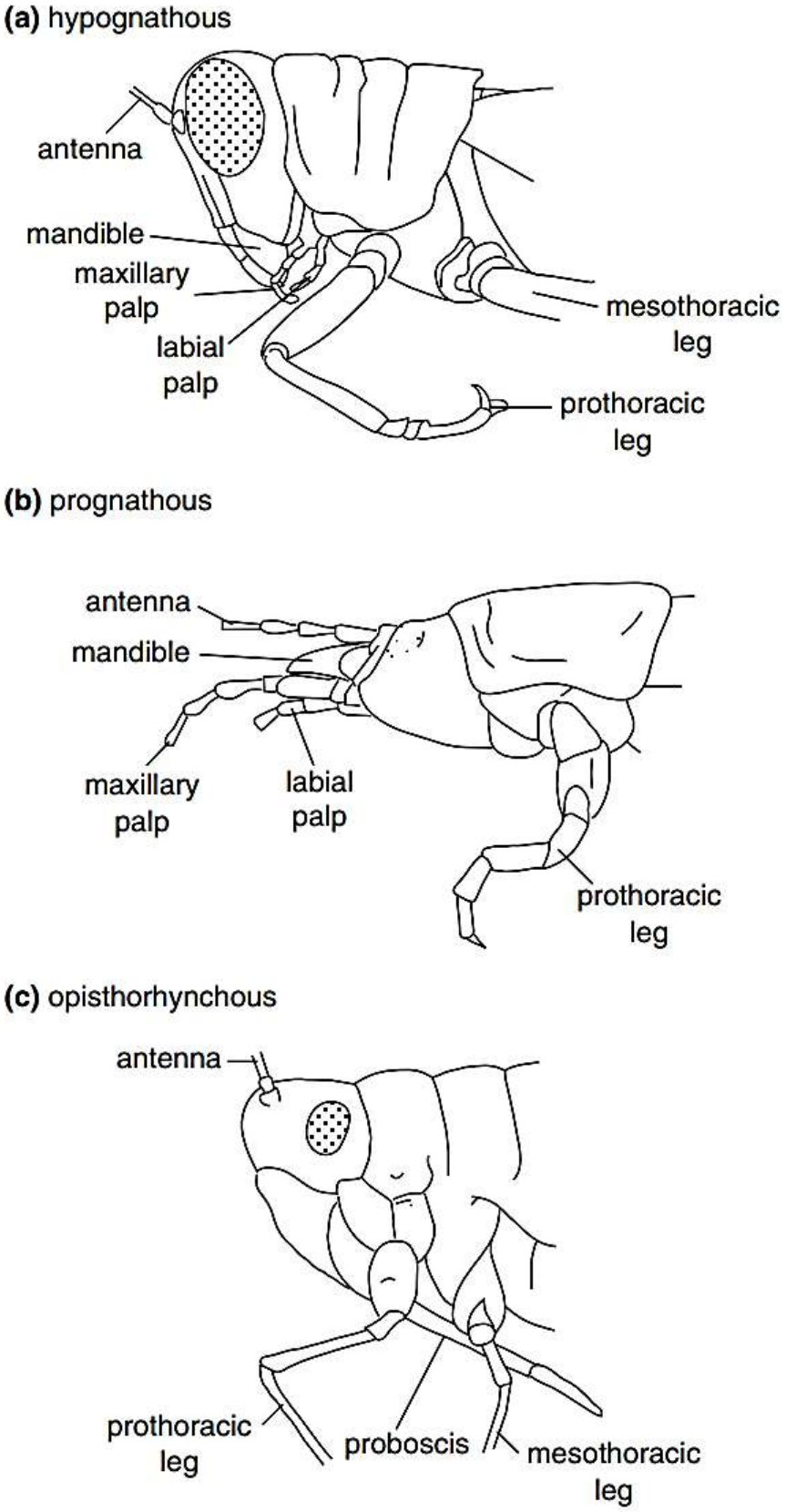


Figure 1.1 Orientation of the head. (a) Hypognathous – mouthparts ventral, in a continuous series with the legs (grasshopper). (b) Prognathous – mouthparts in an anterior position (beetle larva). (c) Opisthorhynchous – sucking mouthparts with the proboscis extending back between the front legs (aphid).

الجولا Gula : عبارة عن منطقة متصلبة في السطح الخلفي للجمجمة تفصل بين الثقب المؤخري وقاعدة الشفى السفلى يليها استطالة الدرزين خلف القفوين الى الامام ومعهما النقرتين الخلفيتين للهيكل الداخلي للراس. توجد بصفة عامة في رؤوس الحشرات ذات اجزاء الفم الامامية حيث تكون منطقة الراس مبططة وممتدة الى الامام حاملة اجزاء الفم في طرفها.

الهيكل الداخلي للراس The Tentorium

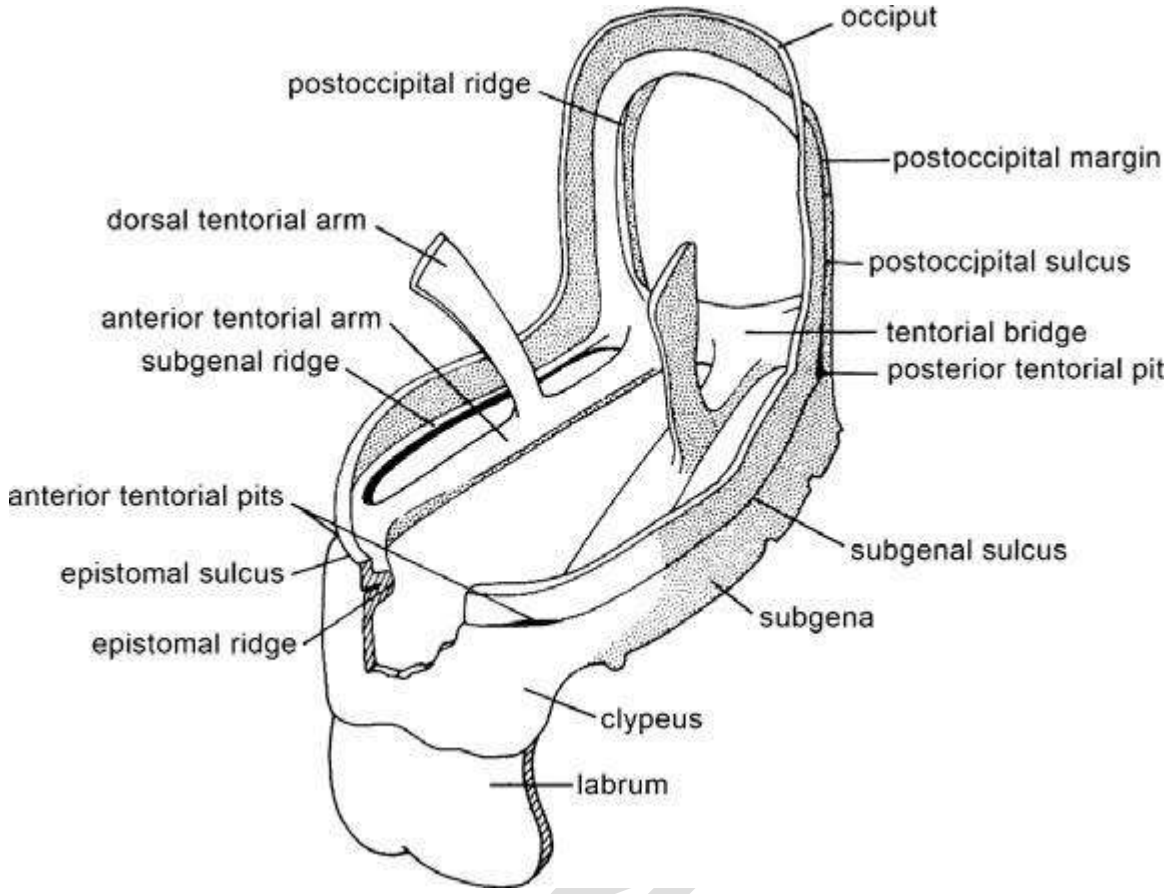
يدعم الحواف الداخليه للراس ويربط جوانبها هيكل كيتيني يعرف باسم Tontorium ، يتكون اساسا من زوجين من الزوائد او الاذرع الكيتينيه تمثل انبعاجات داخليه من الجمجمه تتحد داخل علبة الراس لتكون شبكه مقوسه فوق الحبل العصبي في جزء وسطي هو جسم الهيكل الداخلي Corporotentorium وتتمثل بزوج من الاذرع الاماميه Anterior tentorial arms وزوج من الاذرع الخلفيه Posterior tentorial arms ويستدل على مواقع انبعاج الاذرع الاماميه بوجود نقرتين Anterior tentorial pits على الدرز الجبهي الدرقي (الدرز فوق الفمي) بينما تظهر نقرتا الاذرع الخلفيه Posterior tentorial pits على الدرز الخلف قفوي Postoocipital suture وقد يشمل الهيكل الداخلي كذلك زوج من الاذرع يعرف بالاذرع العلويه او الظهريه Superior or Dorsal arms التي تعتبر نموات او نتوءات ثانويه من الاذرع الاماميه، حيث لا يظهر لها اي اثر خارجي يبين انبعاج جدار الجسم للداخل الا انها قد تتحد احيانا بشدة مع الهيكل الجمجمي في صوره منطقة قاتمة اللون مجاوره لكل من قرني الاستشعار.

وتتلخص فوائد الهيكل الداخلي للراس فيما ياتي :

أ. يكسب الراس صلابه ويعمل كمواضع اتصال لعضلاته.

ب. يقوي مواضع بعض اجزاء الفم.

ت. يحافظ على المخ والجزء الامامي من القناة الهضميه.



الهيكل الداخلي للراس

تعقيل الراس في الحشرات Segmention of the head

تعتمد النظريات والاراء المختلفه لتعقيل الراس على اسس تشريحيه مبينه في ادناه. وقد اختلفت الاراء في عدد وصفات العقل التي يتكون منها راس الحشره وتعتبر نظرية Goodrich 1897 من اقدم النظريات واكثرها اقناعا حيث تشير الى ان راس الحشره مكون من 6 عقل تتميز كل عقله جنينيه سواء كانت عقله راسيه او جسميه بالعلامات الاتيه :

أ. وجود قطعه عصبيه (عقد عصبيه مزدوجه) Neuromere .

ب. وجود زوج من الزوائد Appendages .

ت. وجود زوج من الاكياس السيلوميه (الجوفيه) Coelom sacs .

يوضح الجدول الاتي التركيب العقلي لراس الحشره تبعا لهذه النظريه :

ت	العقله Segment	القطعه العصبيه Neuromere	الزوائد Appendages	الاكياس الجوفيه Coelom sacs
.1	قبل قرن الاستشعار Pre – Antennary Segment	المخ الامامي (الاول) Protocerebrum	جنينيه	موجودة
.2	قرن الاستشعار Antennary	المخ الوسطي (الثاني) Deutocerebrum	قرنا الاستشعار	موجودة
.3	بينيه Intercalary	المخ الخلفي (الثالث) Tritocerebrum	جنينيه	موجودة
.4	الفكيه Mandibular	عقدة الفك العلوي	الفكان العلويان	موجودة
.5	الفكيه المساعده Maxillary	عقدة الفك المساعد	الفكان المساعدان	موجودة
.6	الشفويه السفليه Labial	عقدة الشفه السفلى	الشفه السفلى	موجودة

*** زوائد الرأس** Head appendages

أولاً : قرون الاستشعار Antennae

عباره عن زوج من الزوائد المفرده المقسمه المتحركه تقع امام العينين المركبتين وبينهما عادة الا انها قد تحتل مكانا جانبيا فوق قواعد الفكوك مباشرة كما في كثير من يرقات حرشفية الاجنحه وبعض الحشرات الكامله وقد تختفي قرون الاستشعار تماما كما في رتبة Protura، ورؤوس يرقات بعض حشرات غشائية الاجنحه الراقيه (المتطفله داخليا) حيث يوجد في مكانها قرص او انتفاخ بسيط فوق طرف العضو الذي ينمو تحت الجليد لتكوين قرن الاستشعار في الحشره الكامله فيما بعد.

ويختلف شكل قرن الاستشعار كما نعلم تبعا للبيئه التي تعيش فيها الحشره وطبائعها المختلفه ولكن التركيب العام يكاد يكون واحدا في الحشرات الراقيه حيث يتركب من ثلاثة اجزاء هي :

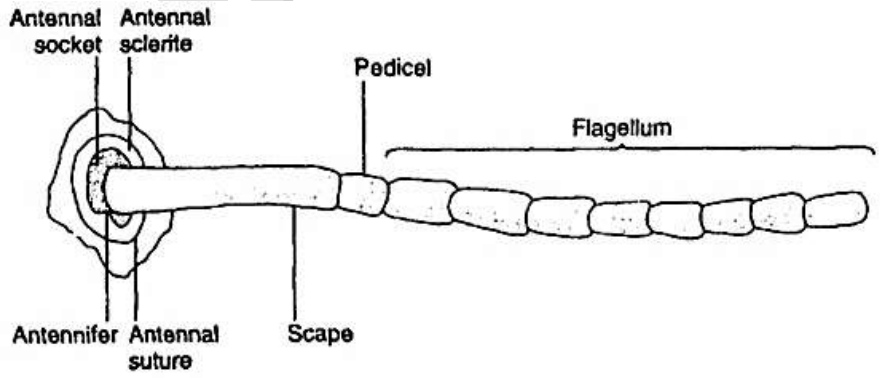
*** ويتركب قرن الإستشعار من ثلاثة أجزاء رئيسية هي** :

1. **الأصل** Scape : وهو العقلة الأولى أو القاعدية لقرن الإستشعار وهو أطول العقل، ويوجد في حفره قرن الاستشعار Antennal socket وتحاط بصفيحة قرن الاستشعار Antennal sclerite التي يوجد على سطحها السفلي بروز او محور يعرف Antennnifer or Pivot ترتكز عليه عقلة الاصل ويسمح بالتالي لقرن الاستشعار بالحركه في جميع الاتجاهات وقد يحمل قرن الاستشعار على نتوئين جانبيين فتكون حركة قرن الاستشعار في مستوى واحد فقط.

2. **العذق** Pedicel : وهو العقلة التالية للأصل وهي أصغر قليلاً من الأصل، وتحمل عضوا للحس يعرف بعضو جونستون Johnston's organ ، ويختفي هذا العضو في بعض الحشرات عديمة الاجنحه كما في رتبة Collembola.
3. **السوط** (**الشمروخ**) (Clavola) Flagellum : وهو الجزء الباقي من قرن الإستشعار ويتكون عادة من عدد من العقل التي قد تتحور لتكون الأشكال المختلفة لقرون الإستشعار في الحشرات المختلفه وقد يكون عقلة واحدة في بعض الأحيان. ويتحرك قرن الاستشعار بعضلات اهمها :

أ. عضلة الأصل Scape muscle وتنشا من الاذرع الاماميه للهيكل الداخلي للراس او من السطح الداخلي Tentorium لجدار الجمجمه وتنغمد في عقلة الاصل، وهذه العضلات تمكن الأصل أن يتحرك وحده، كما هو الحال في تحت صف الحشرات المجنحة Subclass : Pterygota ورتبة ذات الذنب الشعري Thysanura من تحت صف الحشرات عديمة الأجنحة Subclass: Apterygota .

ب. عضلة العذق (الحامل) Pedicle muscle وتنشا من عقلة الاصل وتنغمد في العذق. بينما الشمروخ ليس له عضلات خاصة به ويستمد حركته تبعاً لحركة الاصل والعذق. كما في بعض الحشرات البدائية التابعة لرتبتي Diplura, Collembola من عديمة الأجنحة Subclass: Apterygota .



الاجزاء الرئيسية لقرن الإستشعار

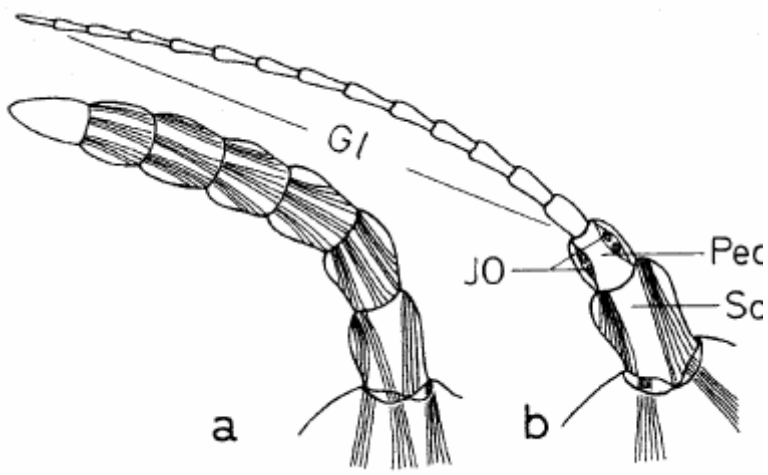


Fig. Schematic drawings of a segmented antenna (**a**), which is characteristic for primitive insect orders that belong to the Entognatha, and of a flagellar antenna (**b**), which is characteristic for the Ectognatha, including all higher insect orders. Segmented antennae contain muscles in each segment; each segment can be moved relative to the neighbours. In contrast, flagellar antennae have three functional segments, only the first of which (scape) contains muscles. The pedicel contains Johnston's organ and is connected to the flagellum via a passively deflectable junction. **Gl**: Flagellum, **JO**: Johnston's organ, **Pec**: pedicel, **Sc**: scape. (Fig.166 from [186]) flagellum differs considerably (Fig. 23). Although all insects can actively move their antennae and potentially can use them as tactile sensors.

*** وظائف قرون الاستشعار :**

1. عموماً تعمل قرون الاستشعار كأعضاء حس لما تحمله من مستقبلات حسية مختلفة Sensill، ولكن أحياناً يكون لها وظائف أخرى فمثلاً في الخنفساء المائية من جنس *Hydrophillus* فإن قرون الاستشعار تكون مع ميازيب على سطح الرأس أنابيب تملأ الحشرة من خلالها مخازن على سطح جسمها السفلي بالهواء لتستعمله في التنفس تحت الماء ، وفي يرقات هذه الخنفساء تقوم قرون الاستشعار بمساعدة الفكوك العليا في تقطيع الفريسة بما تحمله من أشواك حادة على سطحها الداخلي.
2. تستخدم قرون الاستشعار أحياناً في القبض على الأنثى أثناء التزاوج كما في الكولمبولا والبراغيث.
3. تحمل قرون الاستشعار أعضاء الحس الشمية واللمسية.
4. وفي بعض الحشرات تحمل قرون الاستشعار شعيرات سمعية تتأثر بالحركات الذبذبية في الهواء كما في البعوض ، أو شعيرات تتأثر بتغير رطوبة الجو كما في بعض الخنافس ، أو كوسيلة للتفاهم كما في النمل.
5. يمكن تمييز الجنس في بعض الحشرات بواسطة قرن الاستشعار فهو مشطي في أنثى بعض الفراشات ومشطي مضاعف في الذكور ، وريشي Plumose في ذكر البعوض و Pilose في أنثاه.

ثانيا : أجزاء الفم Mouth parts : تتركب أجزاء الفم أساساً من الأجزاء التالية :

أ. **الشفى العليا** Labrum

ب. **زوج من الفكوك العلوية** Mandibles

ت. **زوج من الفكوك السفلية (المساعدة)** Maxillae

ث. **الشفى السفلى** Labium

ويخرج من أرضية الفم جزء آخر يطلق عليه **اللسان** Hypopharynx

وتعتبر اجزاء الفم اكثر اجزاء الجسم عرضه للتحور نظرا لارتباطها الوثيق بطبيعة الحشره وطريقة تغذيتها. **وغالبا ما تقع في احدى المجموعتين :**

I. مجموعة الحشرات الماضغه او القارضه (Mandibulate (Biting

II. مجموعة الحشرات الشافطه او الماصه (Haustellate (Suctorial

وقد تجتمع الصفتان معا كما في معظم حشرات رتبة ذات الذنب القافز Collembola والحشرات غشائية الاجنحه Hymenoptera . وقد تتحور اجزاء الفم لثقب انسجة النبات او الحيوان كما في رتبة نصفية وهدبيه الاجنحه وبعض حشرات ذات الجناحين. أو أحياناً تكون مختزلة عديمة الفائده تبعاً لطبيعة تغذية الحشرة ونوع الغذاء كما في حشرات رتبة ذباب مايو Ephemeroptera وبعض حشرات رتبة حرشفية الاجنحه Lipedoptera .

أ. الشفى العليا Labrum

وهي عباره عن صفحه بسيطه تتصل بالحافه الاماميه للدرقه وحركتها محدوده الى اعلى والى الاسفل وتغطي قواعد الفكوك وتكون سقف الفراغ قبل الفمي Pre – oral cavity ويعرف الغشاء المبطن لها تجاوزا بسقف الحلق او فوق البلعوم Epipharynx ، وقد يمتد هذا الغشاء على شكل رمح طويل كما في بعض حشرات رتبة ذات الجناحين، وتتحرك الشفه العليا بواسطة العضلات الشفويه الاماميه والخلفيه Anterior and Posterior labral muscles التي تنشا من السطح الداخلي للجمجمه في منطقة الجبهة وتنغمد في السطح الامامي والخلفي للشفه العليا ويقترب السطح الداخلي والخارجي للشفه العليا عن طريق عضله تعرف بالعضله الضاغطه Compressor muscle .

ب. زوج من الفكوك العلوية Mandibles

يتركب الفك العلوي بصفه عامه في الحشرات القارضه من قطعه صلبه مثلثة الشكل لها سطح امامي قاطع ذو اسنان حاده Incisor area وسطح خلفي خشن طاحن Molar area ، تتصل الفكوك العليا في جميع الحشرات المجنحه وفي عائلة Lepismatidae فقط من رتبة ذات الذنب الشعري Thysanura بعلبة الراس في نقطتين تمفصل حيث يوجد في القاعده الداخليه للفك

العلوي تجويف يسمى Ginglymus يدخل فيه نتوء بارز من حافة الدرقه، بينما يوجد في قاعدته الخارجيه نتوء لقمي Condyle مستدير يدخل في تجويف عند قاعدة الخد او خلف الخد ، اما في الحشرات عديمة الاجنحه فيتمفصل الفك العلوي بالراس بمفصل واحد فقط ويتحرك كل فك بواسطة زوج من العضلات تتغمد اطرافها في الجدار الداخلي لعلبة الراس وتتصل باذرع كايتينه عند طرفي الفك وهذه العضلات هي :

i. العضله المقربه الظهريه Dorsal adductor muscle (Remotor) .

ii. العضله المبعده الظهريه Dorsal abductor muscle (Promotor) .

وقد توجد علاوه على العضلتين السابقتين عضله مقربه بطنيه Ventral adductor muscle وتنشا من الهيكل الداخلي للراس وتنغمد في السطح الداخلي للفك العلوي.

ت. زوج من الفكوك السفلية (المساعدة) Maxillae

وتتركب من

i. الوصله Cardo (الجمع Cardines)

وهي العقله القاعديه المتصله بالراس بين اسفل صليبة القفا وبين الحد الخلفي للدرز تحت الخدي Subgenal suture .

ii. الساق Stipes (الجمع Stipites)

وهو يتصل اتصالا مفصليا بالطرف البعيد للوصله وتحمل من سطحها الخارجي صفحه جانبيه خارجيه تعرف بحامل الملمس Palpifer وقد تحمل من سطحها الداخلي صفحه اخرى صغيره تعرف بتحت القلنسوه او بجار الساق Subgalea or Parastipes يحمل حامل الملمس الفكي ملمسا Maxillary palp مقسم الى عدد من 1 – 7 عقله ووظيفته حسيه.

iii. الخوذه (القلنسوه) Galea

وهي زوج من الفصوص تحمل على الساق من طرفه البعيد، والقلنسوه عادة مقسمه الى عقلتين وتنمو فوق الشرشره.

iv. الشرشره Lacinia

وهو الفص الداخلي المحمول على عقلة الساق، ويلاحظ ان حافة الشرشره الداخليه عادة مزوده باشواك او اسنان.

ولذلك تعتبر الفكوك السفليه بصفه عامه فكوك مساعده للفكوك العليا في القبض على الغذاء ومضغه وقد يحمل الساق فصا طرفيا واحدا يعرف باسم Mala كما في معظم يرقات غمدية الاجنحه، وقد تتحور الفكوك السفليه لتصبح رمحيه الشكل وتختفي ملامسها تماما كما في الحشرات الثاقبه.

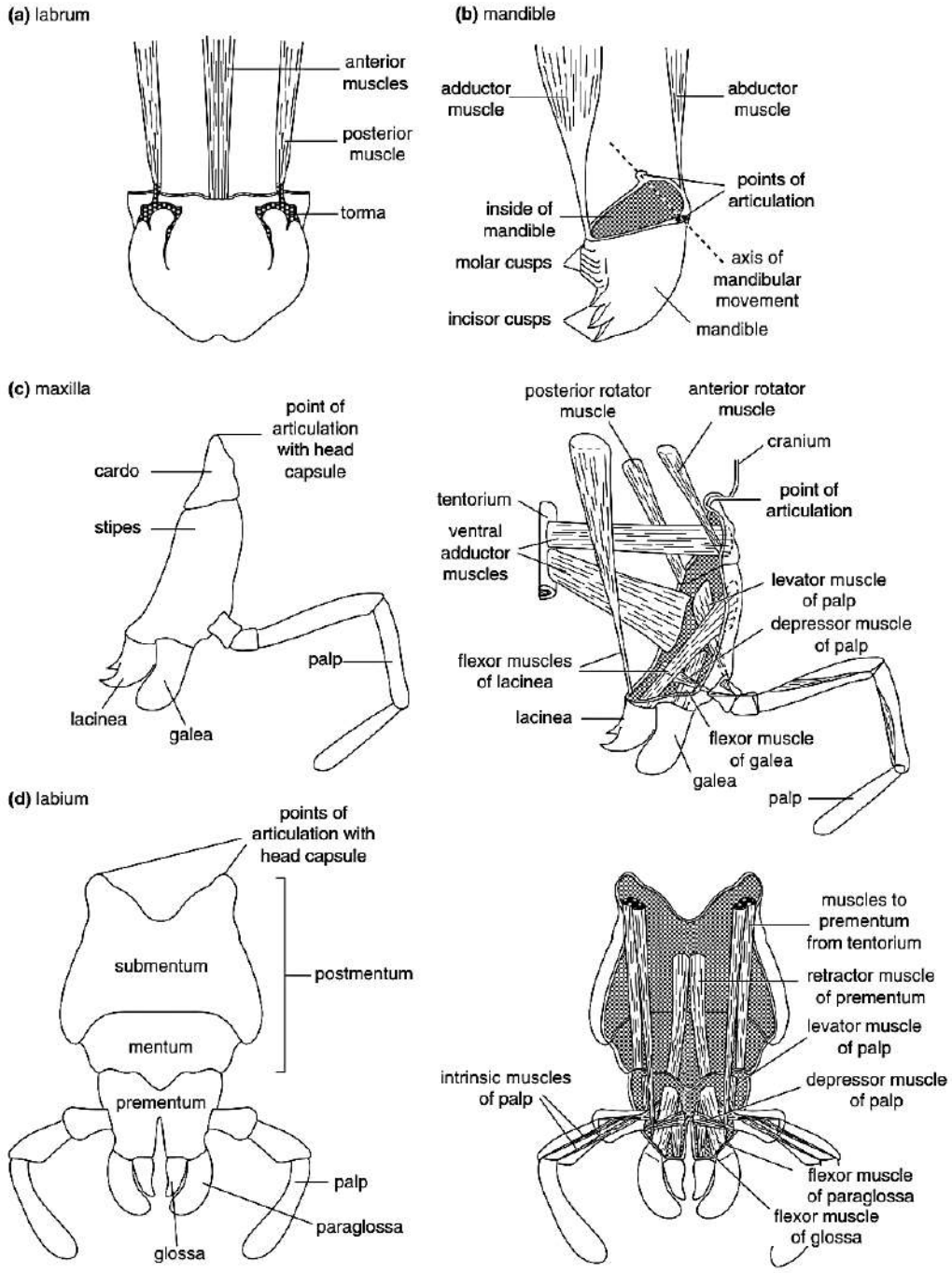


Figure 2.2 Biting and chewing mouthparts of a pterygote insect. Surfaces normally in contact with the hemocoel, the inside of the cuticle, are shaded (after Snodgrass, 1935, 1944). (a) Labrum seen from the posterior, epipharyngeal surface. (b) Mandible – notice the dicondylic articulation. (c) Maxilla from the outside (left) and inside (right). (d) Labium from the outside (left) and inside (right).

والعضلات المحركه للفكوك السفليه هي :

a. عضلات الكاردو : وتشمل :

i. زوج من العضلات المديره الاماميه والخلفيه Anterior and Posterior rotator muscles ينشا عادة من الجدار الداخلي لعلبة الراس.

ii. وهناك عضله ثالثه مقربه بطنيه Ventral adductor muscle وتنشا من الهيكل الداخلي للراس وتنغمد في الوصله.

b. عضلات الساق : عباره عن عضله مقربه بطنيه Ventral adductor muscle وتنشا من الهيكل الداخلي للراس وتنغمد في الساق من الجهه الداخليه.

c. عضلات الجاليا واللاسينيا : وهي تنشا من الساق وتتمثل في

i. العضله الساقيه الثانيه للقلنسوه Stipital flexor muscle of galea .

ii. العضله الساقيه الثانيه للشرشره Stipital flexor muscle of lacinia وهناك

iii. عضله جمجميه ثانيه للشرشره Cranial muscle of Lacinia وتنشا من الجدار الداخلي لعلبة الراس وتنغمد في الحافه السفليه الخارجيه للشرشره، وتعتبر العضله الاخيره هي المميزه لمنطقة الشرشره تركيبيا.

d. عضلات الملمس : وهي تنشا من الساق ايضا وتنغمد في قاعدة الملمس وتتمثل في زوج من العضلات هما :

i. العضله الرافعه (المبعده) Levator muscle .

ii. العضله الخافظه (المقربه) Depressor muscle .

وغالبا ما توجد عضلات فرديه بين عقل الملمس تساعده على الحركه.

ث. الشفى السفلى Labium

تتكون الشفه السفلى نتيجة اندماج زوج من الزوائد المماثله في تركيبها للفكوك السفليه ويظهر هذا التركيب المزدوج بوضوح في الحشرات الاوليه كما تدل عليه دراسة الاتصال العضلي للشفه السفلى، اما في معظم الحشرات فقد اصبح هذا الاندماج تاما ولا يظهر اثر للازدواج.

تنقسم الشفه السفلى بوضوح الى قسمين :

a. قسم طرفي يعرف بمقدم الشفه السفلى او مقدم الذقن Prelabium or Prementem

b. وجزء قاعدي يعرف بمؤخر الشفه السفلى او مؤخر الذقن Postlabium or Postmentum

ويفصل بينهما درز يعرف بالدرز الشفوي Labial suture ، وقد يبقى مؤخر الذقن كصفحه واحده كما في ذات الذنب الشعري والنمل وبعض رتب الحشرات الراقيه ، ولكنه ينقسم الى صفيحتين هما الذقن Mentum وتحت الذقن Submentum كما في كثير من حشرات رتبة مستقيمة الاجنحه.

يوجد على قاعدة مقدم الذقن وعلى كلا الجانبين حامل للملمس Palpiger وهذا بدوره يحمل ملمسا شفويا Labial palp يتكون من 1 – 4 عقل ووظيفته حسيه. ويحمل مقدم الذقن من

حافته الطرفيه زوجان من الفصوص يعرفان باللسين وهما عباره عن زوج خارجي يعرف بالـ Paraglossae والزوج الداخلي يعرف بالـ Glossae .

اما من حيث العضلات المتصله بالشفه السفلى فهي عباره عن مجموعتين :

i. العضلات المحركه للزوائد : (الجلوسا والباراجلوسا والملامس الشفويه)

وجميعها تنشا من مقدم الذقن امام الدرز الشفوي مباشرة وتنغمد في قاعدة الاجزاء المقابله وهي تشمل :

- العضله المثنيه للجلوسا Flexor muscle of glossae .
- والعضله المثنيه للباراجلوسا Flexor muscle of paraglossae .
- والعضلات الرافعه والخافظه للملمس الشفوي Levator and depressor muscle of maxillary palp .

ii. العضلات المحركه لمقدم الذقن : وتتمثل في زوجين من العضلات

- ينشا الزوج الاول من منطقة تحت الذقن وتنغمد كل عضله في مقدم الذقن امام الدرز الشفوي وتعرف بالعضله القابضه (الساحبه) Retractor muscle
- والزوج الثاني ينشا من الهيكل الداخلي للراس وتنغمد في مقدم الذقن وتعرف بالعضله الشفويه المقربه Labial adductor muscle

اما منطقة الذقن فليس لها عضلات محركه.

ج. زائدة تحت البلعوم (اللسان) Hypopharynx

وهي عباره عن فص وسطي كبير جزؤه القاعدي مغلظ والطرفي غشائي ، تفتح فتحة الفم الوظيفيه عند قاعدة اللسان الاماميه وعادة تفتح قناة اللعاب Salivary duct في تجويف يعرف بالملعبه Salivarium يقع بين اللسان وقاعدة الشفى السفلى ، وقد تفتح هذه القناة في القاعده الخلفيه للسان نفسه كما في حشرات نصفية وزوجية الاجنحه ، في الحشرات غير المجنحه وحوريات رتبة ذباب مايو وجلدية الاجنحه يحمل اللسان زوجا من الفصوص عند قاعدته تعرف بالفصوص فوق اللسانيه Superlinguae .

على جانبي اللسان يوجد زوج من الصفائح القاعديه Hypopharyngeal bars or Basal plates احداها طويله تمتد الى اعلى حتى فراغ فتحة الفم حيث تتصل بها العضلات الموسعه للفراغ الفمي Dilator muscle of Buccal cavity والتي تنشا من الجبهه والاخرى يتصل بها العضله القابضه (الساحبه) Retractor muscle والتي تنشا من الهيكل الداخلي للراس وبانقباض وارتخاء هاتين العضلتين يتحرك اللسان الى الامام والخلف. قد يوجد بين الصفيحتين القاعديتين السالف ذكرهما صفائح اخرى تعمل على ربطهما مفصليا وتعرف بـ Suspensoria .

منطقة العنق او الرقبه The Cervix or Neck

العنق هو المنطقه الغشائيه التي توجد بين الراس والصدر الامامي ، وكانت تعتبر قديما حلقه مستقله من حلقات الجسم سميت Microthorax الى ان اثبت العالم Snodgrass 1932 بالفحص الجنيني انها مجرد التحام الجزء الخلفي الغشائي من عقلة الشفه السفلى مع الجزء الامامي من الصدر.

ويوجد في غشاء الرقبه عدد من الصليبات الصغيره تعرف بصليبات او صفائح العنق Cervical plates وتكون اكثر وضوحا في رتب الحشرات الاوليه عنها في رتب الحشرات الارقى وتشمل الصليبات العنقيه في ابسط صورها على

- زوج من الصفائح الظهريه Dorsal cervical plates
- زوج من الصفائح الجانبيه Lateral cervical plates
- زوج من الصفائح البطنيه Ventral cervical plates

وللصفائح الجانبيه اهميه خاصه في حركة الراس الى الاعلى او الاسفل ، فهي عباره عن صفيحتين على كل جانب متصلتين احداهما بالاخرى اتصالا مفصليا عل شكل زاويه وتتصل الاماميه منها اتصالا مفصليا بالنتوء القفوي Occipital condyle ، بينما تتصل الخلفيه بالجزء الامامي من بلورا الصدر الامامي Episternum .

وتوجد عضلات رافعه تنشا من منطقة خلف القفا لتنغمد في الصفائح الخلفيه بينما تنشا عضلات الصفيحه الاماميه من ترجة الصدر الامامي ، ولذلك فبانقباض هذه العضلات تتغير الزاويه بين الصليبتين فيتحرك الراس الى الاعلى او الاسفل.

الصدر وزوائده Thorax and its appendages

يقع الصدر Thorax بين منطقتي الرأس والبطن من جسم الحشرة وان Audouin 1824 اول من اثبت ان الصدر في الحشرات يتكون من ثلاثة حلقات متتاليه هي :

1- الحلقة الصدرية **الأولى** Prothorax
2- الحلقة الصدرية **الثانية** Mesothorax
3- الحلقة الصدرية **الثالثة** Metathorax

* ويتركب الهيكل الخارجي لكل منها من ظهر علوي وقص بطني وصفيحتين بلوريتين أو جانبيتين. ويتصل الصدر بالرأس بعنق قصير قابل للتثني ، تغطيه صلبية عنقية واحدة أو أكثر على كل جانب.

ويحمل الصدر أعضاء الحركة وهي تشمل الأرجل والأجنحة.

* كل عقلة صدرية تحمل زوجاً من أرجل المشي وكذلك يتصل بكل من الحلقتين (العقلتين) الصدريتين الوسطى والخلفية زوجاً من الأجنحة. وقد يختفي الزوج الخلفي من الأجنحة في بعض الحشرات ليحل محله دبوسا إتزان كما في رتبة ذات الجناحين أو قد ينعدم وجود الأجنحة بالمرة إما لأنها تعتبر صفة

أصلية (وراثيه) كما في الحشرات عديمة الأجنحة Apterygota مثل ذوات الذنب الشعري أو السمك الفضي ، أو غياب الأجنحة لكونها صفة مكتسبة او صفه ثانويه نتيجة للظروف البيئية (التطفل) مثال القمل والبراغيث.

* ويوجد الصدر في ابسط صوره في الحشرات عديمة الأجنحة التي يتساوى فيها حجم حلقات الصدر الثلاث تقريباً أما في الحشرات المجنحة فإنة يمكن تقسيم الحلقات الصدرية الى جزء امامي يعرف بـ Prothoracic part وجزء خلفي Meso – Metathoracic part الحاملة للأجنحة حيث تندمج الحلقتان الصدريتان الوسطى والخلفيه مع بعضهما اندماجا كبيرا حتى انه يصعب تمييز الحد الفاصل بينهما ، وقد يطلق عليهما معا الصدر المجنح Pterothorax. وفي الحشرات التي يكون فيها الزوجين من الأجنحة متساوية مثل النمل الابيض رتبة Isoptera والرعاشات Odonata نجد أن حلقة الصدر الأوسط تساوي حلقة الصدر الخلفي في الحجم، أما في الحشرات التي يكون فيها الجناح الامامي كبيرا نسبيا فإن الحلقة الصدرية الوسطى تكون أكبر حجماً من الحلقة الصدرية الخلفية كما في حشرات غشائية الاجنحه وحشرات ذات الجناحين ، وفي الحشرات التي يكون فيها الجناح الامامي صغيرا او لا يستعمل للطيران فينعكس ذلك على صغر حجم الصدر الاوسط عن الخلفي. ومن المهم أن نشير هنا إلى أن الصدر الأمامي لا يحمل أجنحة على الإطلاق وما هو الا حلقه صغيره دائريه وقد ينمو في بعض الحشرات بدرجات متفاوتة فقد يكون سطحه العلوي شبيها بالدرع كما في مستقيمة الاجنحه Orthoptera وغمدية الاجنحه Coleoptera ونصفية الاجنحه Hemiptera. ويوجد بالصدر عضلات قوية تتحكم في حركة الأرجل والأجنحة.

* كما ويوجد في الغالب زوجين من الفتحات التنفسية في منطقة الصدر يفتح الزوج الأول منها عند الجانب الأمامي للحلقة الصدرية الثانية والزوج الثاني عند الجانب الأمامي للحلقة الصدرية الثالثة.

* ونظرا لان الصدر يحمل الارجل والاجنحه فهو يعتبر المركز الحركي للحشره الكامله ويكون تركيبه الهيكلي ملائما لذلك حيث يمتليء تجويفه بالعضلات المحركه. وفي الحالات التي تختفي فيها الارجل بحيث تصبح الحشره الكامله عديمة الارجل كما في اناث الحشرات القشريه او احد اطوارها كما في يرقات الذباب والنحل ، فتعتبر هذه الحاله مكتسبه وليست صفه اساسيه.

*** صفائح (صليبات) حلقات الصدر** Sclerites of Thorax Segments

يتركب الجدار الخارجي لكل حلقه من حلقات الصدر من ثلاثة مناطق رئيسيه هي الترجه Tergum (الجمع Terga) من الاعلى والبلورا Pleuron (الجمع Pleura) على كل جانب والاسترنه Sternum (Sterna)من الاسفل، وعادة يضاف المقطع Pro و Meso و Meta ليدل على الحلقه ، فمثلا الاصطلاح Protergum يدل على ترجة الحلقه الصدريه الاماميه وهكذا، ويستعمل المقطع Pre قبل و Post خلف ليدل على صليبه معينه.

صلييات الترجة (الترجيتات) Tergites

تتركب الترجه في الحلقه الصدريه من صلييه ظهريه واحده تسمى Notum ، ولكنها تنقسم في كل من الصفيحة الظهرية الثانية والثالثة في الحشرات المجنحة الى قسمين القسم الامامي كبير تدعى الصفيحة الجناحية الظهرية Alinotum والتي تتصل بها الاجنحة ، والقسم الخلفي يدعى خلف الصفيحة الظهرية Postnotum لا تتصل بها الاجنحة.

نلاحظ ان المنطقة الامامية من الصفيحة الظهرية Alinotum في الحشرات المجنحة تنقسم الى ثلاثة صفائح ثانوية هي كالاتي :

- الصلييه قبل الوسطيه Prescutum الجزء الامامي وتكون بشكل شريط ضيق.
- الصلييه الوسطيه Scutum الجزء الوسطي وتكون ذات مساحه كبيره.
- الصلييه الخلفيه Scutellum الجزء الخلفي وتكون مثلثة وذات فصين جانبيين يدعى بالدريع.

هناك انثناءة تظهر من مقدمة الصفيحة الظهرية الامامية الى الداخل بشكل وسادة تكون هيكل داخلي تتصل بة العضلات الصدرية الطولية تدعى بالحاجب وقد يوجد تركيب مماثل خلفي للغرض ذاتة.

صلييات الاسترنة (الاسترنيتات) Sternites

تتصل هذة الصفيحة من الامام ومن الخلف بالصفيحتين الجانبيتين Pleura كي تكون على كل جانب تجويفا تستقر فية قاعدة الرجل الصدرية.

تتكون الصفيحة البطنية من جزئين رئيسين يدعى الاول الاسترنة الحقيقية (الصفيحة الرئيسية البطنية) Eusternum وصلييه بين عقليه تعرف بالاسترنه الشوكيه Spinasternum او قد تسمى بالصلييه خلف الاسترنه الصغرى Poststernellum . وتنقسم الاسترنة الحقيقية Eusternum في الحشرات المجنحة الى ثلاث مناطق هي منطقة امامية تدعى الاسترنية الاماميه (مقدمة القص) Presternum ومنطقة وسطية تدعى الاسترنة القاعدية (قاعدة القص) Basisternum وثالثة خلفية تدعى الاسترنة الصغرى (القصيص) Sternellum . وعلى ذلك تصبح صفائح الاسترنه اربعه هي على الترتيب من الامام الى الخلف Sternellum و Poststernellum و Presternum و Basisternum .

وتتلاقى الصفيحه القاعديه Basisternum بالصفيحه الاسترنيه الصغرى Sternellum في درز عرضي يمتد بين نقرتي الهيكل الداخلي للاسترنه Apophyseal pits كما ان الصلييه خلف الاسترنيه الصغرى Poststernellum تنمو الى الداخل في صوره شوكه Furca ذات فرعين ولذلك يطلق عليها الاسترنه الشوكيه Spina sternum تتصل بة العضلات الداخلية.

يعمل الهيكل الداخلي مع الصفيحة الظهرية والصفيحة الجانبية والبطنية مع العضلات التي تربط بين الاجزاء مركزا للسيطرة على حركة الارجل والاجنحة ، ومجموع الانبعاجات الداخلية للصفائح البطنية تشكل هيكلا داخليا Endosternites .

تحدث درجات مختلفة من الالتحام اذ توجد أربعة نظم مختلفة :

1. كل المكونات منفصلة (الاسترنة الحقيقية للصدر الأمامي ، الشوكة الاولى ، الاسترنة الحقيقية للصدر الأوسط ، الشوكة الثانية ، الاسترنة الحقيقية للصدر الخلفي) وتنقسم الاسترنة الحقيقية الى استرنة قاعدية واسترنة مصغرة.
2. تلتحم الاسترنة الحقيقية للصدر الأوسط والشوكة الثانية أما باقي المكونات فتبقى منفصلة.
3. تلتحم الاسترنة الحقيقية للصدر الأمامي والشوكة الاولى وبذلك توجد ثلاث مكونات هي (الاسترنة الامامية المركبة ، الاسترنة الوسطى المركبة ، الاسترنة الحقيقية للصدر الخلفي).
4. التحام كامل لمكونات الصدر الأوسط والصدر الخلفي ليكونا الصفيحة الصدرية المجنحة.

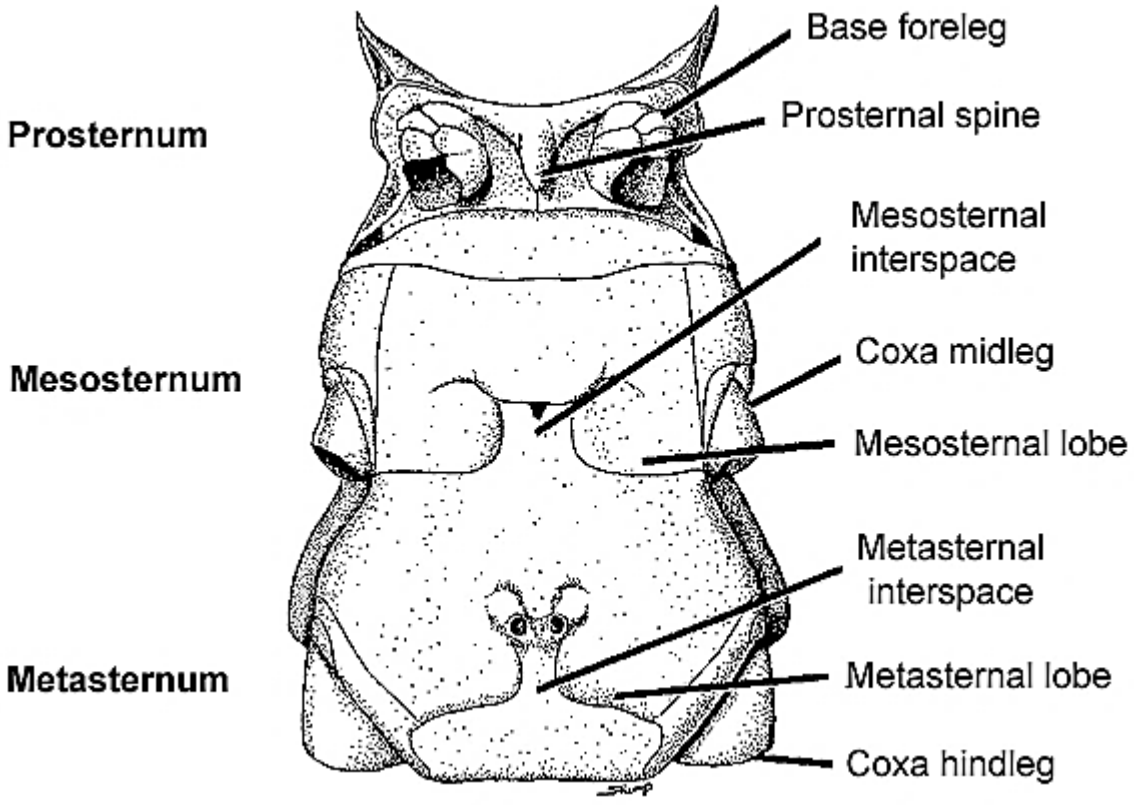


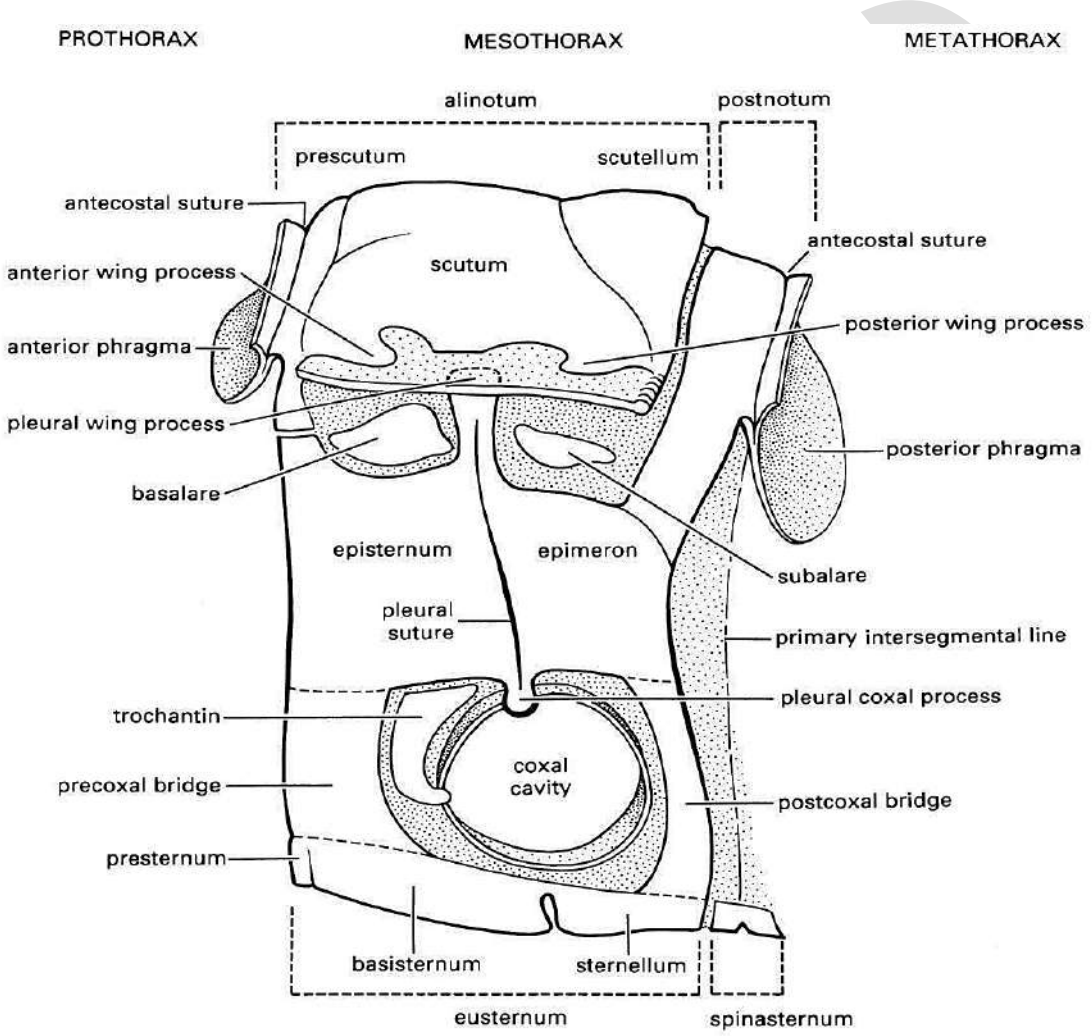
Figure . Ventral aspect of the thorax (Orthoptera: Acrididae).

صليبات البلورا (البلورينات) Pleurites

تتركب الصفيحة الجانبية (البلورا) من صليبتين ، هما الصليبه الاماميه تعرف بصفيحة فوق الصفيحة البطنية (الاسترنية) Episternum وصليبه خلفيه تعرف بفوق حرقفة الرجل Epimeron يفصل بينهما درز يدعى الدرز البلوري (الجانبي) Pleural suture ويمتد هذا الدرز من اعلى النتوء البلوري الحرقفي Pleural coxal process الى النتوء البلوري الجناحي Pleural wing process بصورة مائلة.

تكون صفيحة البلورا غشائية في كثير من يرقات الحشرات ولكنها من الناحية النموذجية تصبح متصلبة في الحشرات الكاملة وتتوسع صفيحة البلورا في الحلقات الصدرية التي تحمل اجنحة بصورة كبيرة. يمتد منها نتوء بطني (سفلي) يدعى النتوء البلوري الحرقفي Pleural coxal process والذي تتمفصل علية رجل الحشرة ويمتد نتوء ظهري يدعى النتوء البلوري الجناحي (الظهري) Pleural wing process الذي يتمفصل علية الجناح.

وقد تلتحم الصليبه الاماميه ايضا مع الاسترنه لتكون صليبه البلورا الاسترنيه Sternopleura ، واحيانا تلتحم البلورا جميعها مع الاسترنه لتكون الصفيحه الجانبيه البطنيه Pectus .



Figures. Diagrammatic lateral view of a wing-bearing thoracic segment, showing the typical sclerites and their subdivisions.(After Snodgrass 1935).

صفائح الصدر في الحشرة

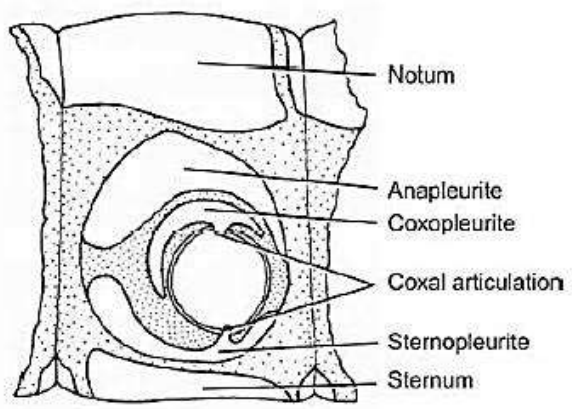


Figure 4 Major sclerites and sutures of the prothoracic segment of an insect

الهيكل الداخلي للصدر Endothorax

وهو عباره عن امتدادات او اذرع داخليه Apodemes من الترجات والاسترنات والبلورات ولذلك يطلق عليها داخل صليبات الترجه Endotergites وداخل صليبات البلورا Endopleurites وداخل صليبات الاسترنه Endosternites .

اولا : الاذرع الداخليه للترجه Endotergites (Phragmata)

وهي تنشا كامتدادات داخليه بين حلقات الصدر تكون اكثر وضوحا في الحشرات المجنحه ، ويوجد عادة ثلاثه منها وهي :

الاولى بين الصدر الامامي والوسطي ، **والثانيه** بين الوسطي والخلفي ، **والثالثه** بين الخلفي والحلقه البطنيه الاولى. وهي تعمل كمواضع لاتصال العضلات الترجيه الطوليه Longitudinal tergal muscles ، وتنشا اما من الصليبه الخلف ظهريه Postnotum (مثل الفراجما الثالثه في الجراد)، واذا لم توجد الصليبه خلف ظهريه فتنشا من الصليبه الظهريه Notum (مثل الفراجما الاولى والثانيه في الجراد)، وتكون هذه الامتدادات مزدوجه ونادرا ما تكون منفرده.

ثانيا : الاذرع الداخليه للاسترنه Endopleurites (Apophysis)

وهي تتمثل غالبا في الذراع الوسطي ويعرف بالشوكه المزدوجه Furca او Sternal apophysis ويكون جزؤه القاعدي مفردا اما الطرفي فمزدوج، يظهر اثر هذين الذراعين من الخارج في صورة نقرتين بين حورقفات الارجل تعرفان Apophysis pits ، وفي الحشرات المجنحه تتصل نقرتا الشوكه المزدوجه بحافة داخليه تعرف بالحافه الاسترنيه الاماميه Sterno – Coxstal ridge تظهر كدرز خارجي يعرف بالدرز الاسترني الامامي Sterno – Coxtal suture ، وفي بعض حشرات رتبة مستقيمة الاجنحه يوجد Apodem اخر غير متفرع خلف الشوكه المزدوجه يعرف بالشوكه المفرده Spina sternum .

وفي رتبة الرعاشات تميل الاذرع الاسترنيه لدرجه انها تكون شبه قنطره تحيط بالحبل العصبي Neural cord وتعرف بالقنطره فوق العصبيه Supra neural bridge بينما تكون شوكتا الصدرين الوسطي والخلفي قنطره مشتركه اخرى.

ثالثا : الاذرع الداخليه للبلورا Endopleurites (Pleurodema)

وهي عباره عن امتدادات داخليه من البلورا مقابله الدرز البلوري الخارجي Pleural suture وتعرف بالحافه البلوريه Pleural ridge او البلوروديما Pleurodema ، في الحلقات الحامله للاجنحه تتصل من الاعلى بالنتوء الجناحي Wing process بينما تتصل من الاسفل بالنتوء الحرقفي Coxal process ، كما تمتد عادة حافتها السفلى الى الداخل في صورة ذراع يعرف بالذراع البلوري Pleural arm .

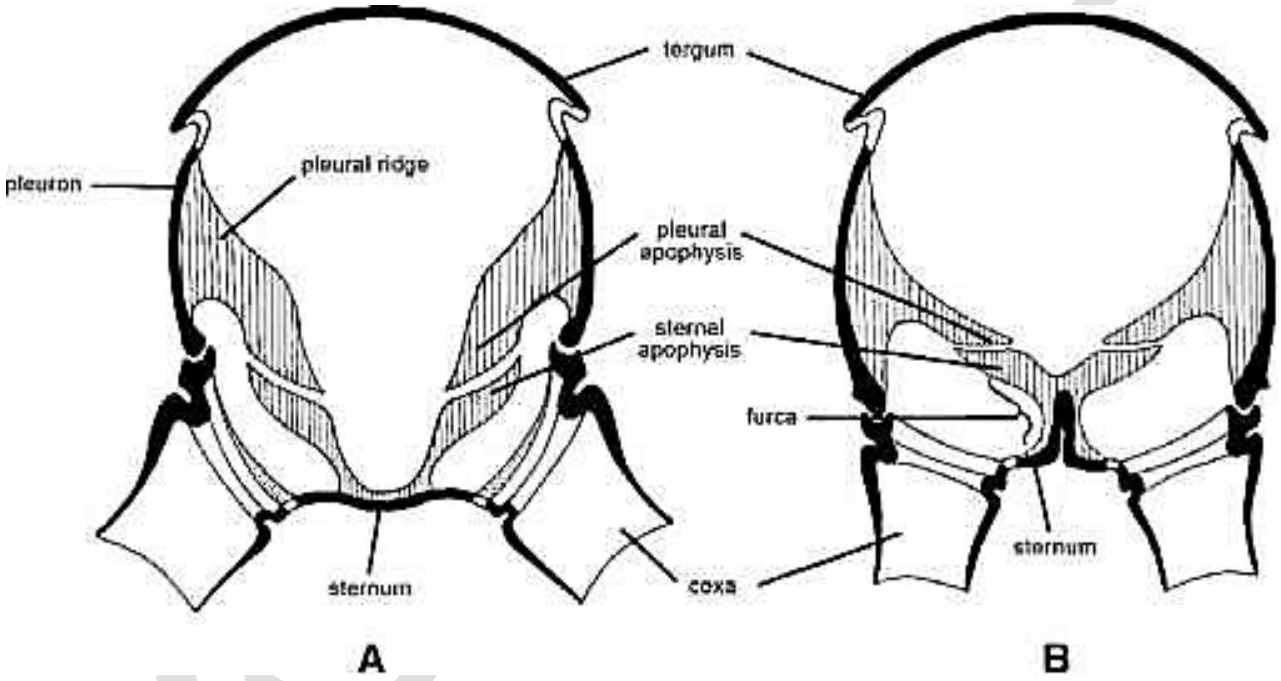


Figure. Diagrammatic cross-sections of the thorax to show the endoskeleton. (**A**) Normal condition; and (**B**) condition when furca present. [From R. E. Snodgrass, Principles of Insect Morphology. Copyright 1935 by McGraw-Hill, Inc. Used with permission of McGraw-Hill Book Company.]

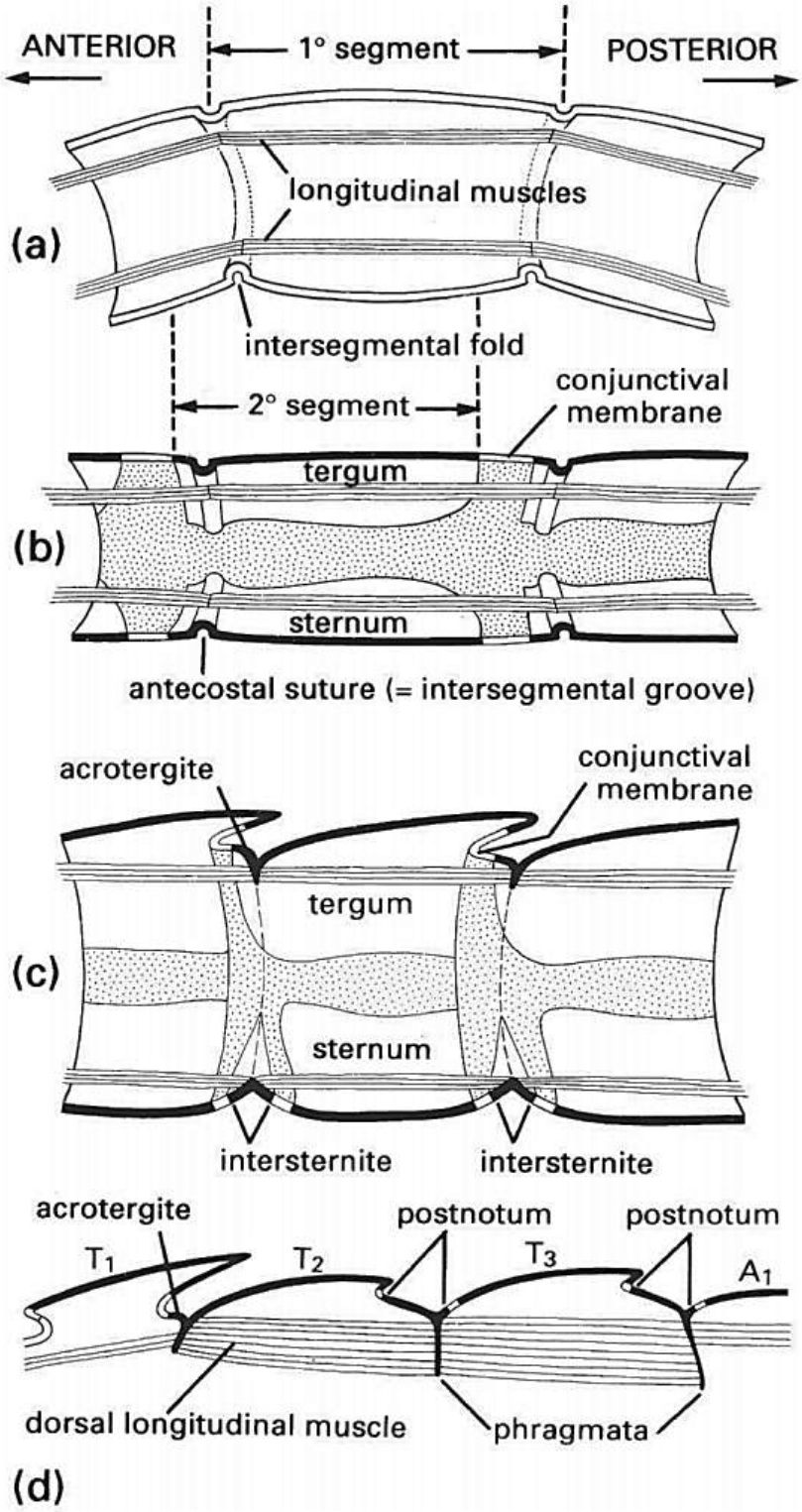


Fig. 2.7 Types of body segmentation. (a) Primary segmentation, as seen in soft-bodied larvae of some insects. (b) Simple secondary segmentation. (c) More-derived secondary segmentation. (d) Longitudinal section of dorsum of the thorax of winged insects, in which the acrotergites of the second and third segments have enlarged to become the postnota. (After Snodgrass 1935.)

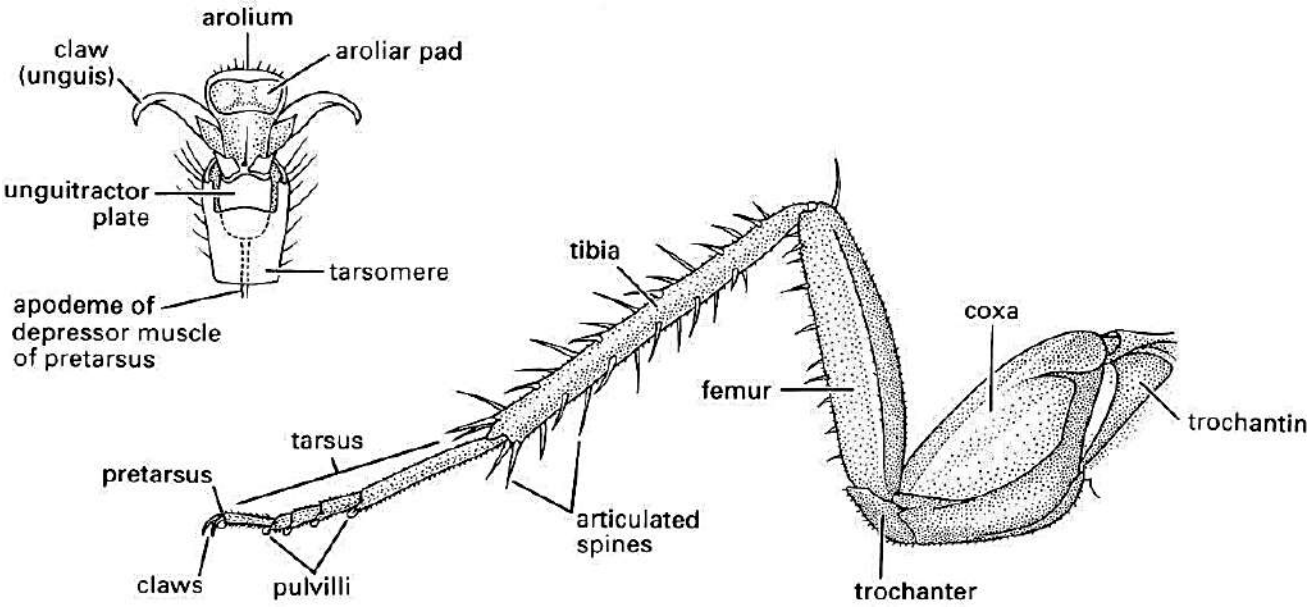
ويحمل الصدر اعضاء الحركة في الحشرات وهي :

I. الأرجل The Legs

تتميز الحشرات الكاملة بوجود ثلاثة أزواج من الأرجل الصدرية ووظيفة الأرجل في الحشرات أصلاً هي للمشي او الجري على الأرض ولكنها كثيراً ماتتحور لأداء وظائف أخرى حسب معيشة الحشرة (كالحفر او العوم او القبض على الفريسه او القفز ... وغيرها) ويحدث التحور عادة في الأرجل الأمامية أو الخلفية أما الأرجل الوسطى فهي غالباً غير متحورة.

الارجل الصدرية في اليرقات True legs تتكون من حرقفه ومدور وفخذ وساق ورسغ ، والرسغ يتكون من عقله واحده ويحمل مخلبا واحدا. بينما في يرقات حرشفية وغشائية توجد زوائد لحميه هي الارجل البطنيه الكاذبه Prolegs ، ففي يرقات حرشفية الاجنحه توجد خمسة ازواج من الارجل البطنيه الكاذبه على الحلقات البطنيه 3 و4 و5 و6 و10 وكل رجل عباره عن بروز لحمي مخروطي الشكل ذات حافه طرفيه مزوده بعدد كبير من الخطاطيف Crochets or Hooks موزعه بنظام خاص تساهد اليرقه على التثبت بالاسطح التي تسير عليها. وتتطور الارجل الصدرية في اليرقات لتكون الارجل في الطور البالغ اما الارجل البطنية الكاذبة فتختفي في الطور البالغ.

تتركب رجل الحشرة النموذجيّة من 6 حلقات او عقل تتمفصل على بعضها عن طريق اغشيه تسمى Corim وهي الحرقفة Coxa والمدور Trochanter والفخذ Femur والقصبة (الساق) Tibia والرسغ Tarsus والقدم (الرسغ الامامي) Pretarsus.



Figures 2.19. The hind leg of a cockroach, *Periplaneta americana* (Blattodea: Blattidae), with enlargement of ventral surface of pretarsus and last tarsomere.(After Cornwell 1968; enlargement after Snodgrass 1935).

التمفصل القاعدي للرجل The Basal Articulation of Leg

تتصل الحرقفه بالصدر اتصالا مفصليا بين البلورا والاسترنه ، يحدها من الامام صفيحه تعرف بالقنطره الحرقفيه الاماميه Precoxal bridge تفصل بين الصليبه الاماميه Episternum والاسترنه ، كما يحدها من الخلف صفيحه اخرى هي القنطره الحرقفيه الخلفيه Postcoxal bridge كما توجد صفيحه ثالثه تمتد في القنطره الاماميه وتسمى المدوريه Trochantin .

ويتكون المفصل من نتوء لقمي يخرج من نهاية الدرز البلوري ويعرف بالنتوء الحرقفي Coxal process يدخل في تجويف خاص بالحافه الاماميه للحرقفه يعرف بالتجويف المفصلي Articulating socket، وفي بعض الحشرات قد يوجد نتوء لقمي اخر يقع اما في نهاية الصفيحه المدوريه Trochantin او يخرج من الحافه العليا للاسترنه ولذلك يعرف الاتصال الاول بذي النتوء الواحد Mono – Condylic Articulation بينما يعرف الاتصالان الاخران بذي النتوئين Di – Condylic Articulation ومن الطبيعي ان تكون الحرقفه ذات الاتصال بالنتوء الواحد اوسع حركه من حركة الحرقفه ذات الاتصال بالنتوئين.

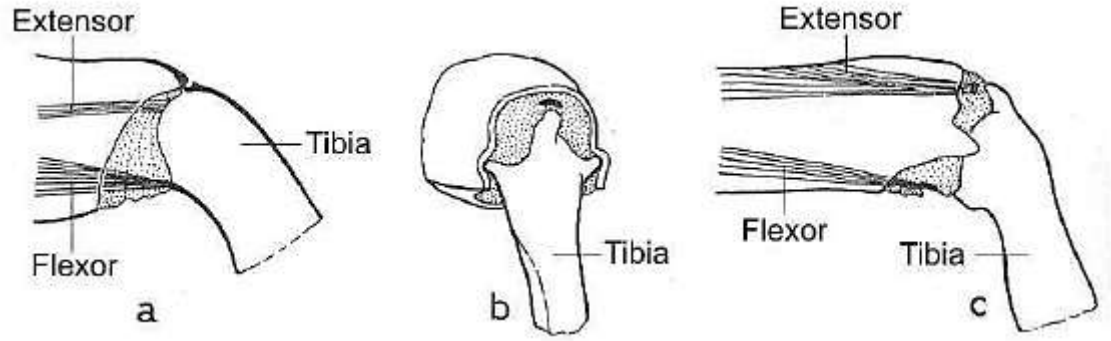


Fig. The knee joint of an insect illustrates that the two segments of arthropod joints are connected by a membrane of soft, elastic cuticle (arthrodial membranes: dotted regions). The muscles, in this case the extensor and flexor of the tibia, connect to long tendons made of stiff cuticle, the so-called apodemes. These apodemes connect to the arthrodial membranes, not to the stiff cuticle of the other segment. Thus, there is an elastic material between the muscle and the segment to be moved. (Fig. 122 from [186]).

تتركب رجل الحشرة النموذجيّة من :

1. **الحرقفة** Coxa

هي العقله الاولى للرجل وقد تكون اسطوانيه او مثلثه او بيضاويه او كرويه ويوجد عند حافتها القاعديه درز يعرف بالدرز القاعدي الحرقفي Basi – Coxal Suture ، يغور الى الداخل ليكون حافه تعرف Basicosta تعمل على تقوية الجزء القاعدي من الحرقفه وكذا كمواضع لاتصال العضلات ويعرف

الجزء الذي يعلوه بالحرقفه القاعديه Basicoxite ، كما يوجد درز اخر على امتداد الدرز البلوري يعرف بالدرز القاعدي Costal suture ، وفي بعض الحشرات يغور الدرز القاعدي الى الخلف ويفصل الحرقفه الى صفيحتين ، صفيحه خلفيه كبيره تعرف بالحرقفه الخلفيه Meron وتكون على صورة فص على درجه كبيره من النمو كما في الصراصر والنمل الابيض وحشرات حرشفية الاجنحه وجزء امامي يعرف بالحرقفه الحقيقيه Vera .

2. المدور Trochanter

وهي العقله التاليه وعادة تتصل اتصالا مفصليا بالحرقفه واتصالا ثابتا بالفخذ ، وفي الرعاشات Odonata يوجد درز يقسم المدور الى صفيحتين ، وفي بعض حشرات غشائية الاجنحه المتطفله تنشا من الفخذ عقله مدور ثانيه اي ان المدور في هذه الحاله يتكون من عقلتين تتمفصلان على بعضهما.

3. الفخذ Femur

يعتبر الفخذ اكبر واقوى مناطق الرجل ويظهر ذلك بوضوح في الارجل المتحوره للقفز كما في الارجل الخلفيه للجراد والنطاطات.

4. الساق Tibia

الساق عباره عن عقله رفيعه تتساوى في طولها مع الفخذ وقد تكون اقصر او اطول منه قليلا ، وتتصل من طرفها القاعدي بالطرف الامامي للفخذ اتصالا مفصليا مزدوجا Di – Condylic ولذلك تكون حركته راسيه مع الفخذ Vertical .

ويحمل الساق عادة عند طرفه الامامي مهمازا او اكثر تعرف بمهماز الساق Tibial spurs وفي كثير من حشرات غشائية الاجنحه ينحني المهماز الطرفي امام حفره مبطنه بشعيرات في عقلة الرسغ الاولى ويمرر قرن الاستشعار بينهما لتنظيفه كما في نحل العسل.

5. الرسغ Tarsus

وهو القطعه قبل الطرفيه وتتركب عادة من مجموعه عقل رسغيه Tarsomeres يتراوح عددها بين 2 – 5 ، تتصل ببعضها بواسطة اتصالات غشائيه مرنه تجعلها قابله للحركه حيث لا توجد لها عضلات محركه ، قد تختزل عقل الرسغ الى عقله واحده كما في حشرات رتبتي Protura و Diplura وبعض حشرات رتبة القمل الماص Siphunculate ، توجد على السطح السفلي لعقل الرسغ في بعض الحشرات زوائد تشبه الوسائد تسمى الخف Plantula .

6. القدم او الرسغ الامامي Pretarsus

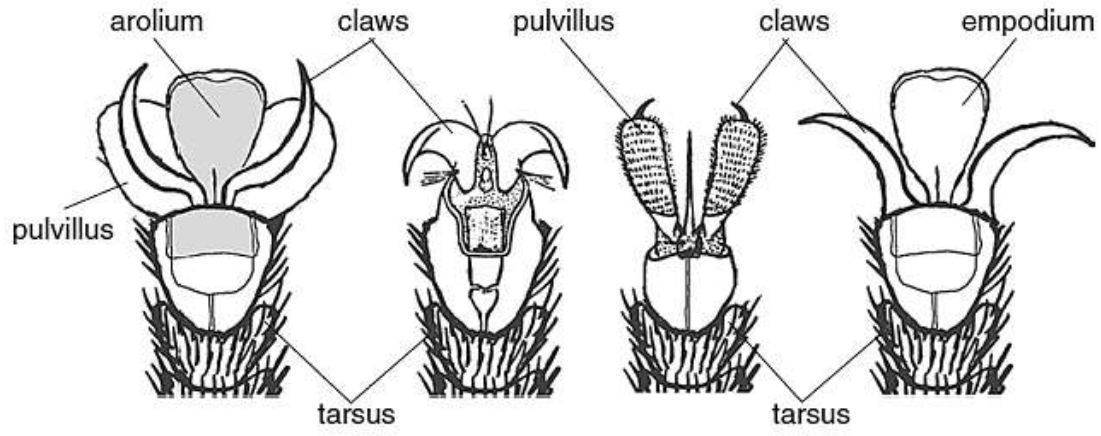
وهو الجزء الطرفي من الرجل الذي يعقب اخر عقله رسغيه وكثيرا ما يكون على شكل مخلب Claw (Ungues) وقد يكون مفردا كما في ذوات الذنب القافز Collembola او مزدوجا كما في غالبية الحشرات الاخرى.

وترتكز المخالب على صفيحه وسطيه ظهريه في النهايه الطرفيه للرسغ تعرف بحامل المخلب Unguifer .

توجد عند قاعدة المخلب صفائح صغيره تعرف بحامل الوساده Auxiliae ويحمل عليها الوساده الطرفيه Arolium ، وفي النهايه الطرفيه للرسغ توجد صفيحه اخرى مربعه تعرف بالصفيحه الثانيه او ساحبة المخلب Unguitractor flexor plate يتصل بها وتر شبيه بالذراع Tendon – like apodeme تتصل به العضلات القابضه والباسطه للمخلب ، ويمتد هذا الوتر من قاعدة المخلب مخترقا منطقة الرسغ والساق والفخذ حيث يتصل بالعضلات المحركه للمخلب وتشمل العضلات الرافعه والخافظه Levator & Depressor muscles .

يمتد الرسغ امام هذه الصفيحه في فص وسطي اجوف على شكل وسادة تسمى الوسادة الطرفيه Arolium بين المخالب كما في الصرصر ، وعند وجود تركيبين وساديتين جانبيتان عند قاعدة المخلبين كما في الذباب المنزلي فانها تدعى Pulvilli ويوجد بينهما الـ Arolium ، اما في حالة وجود شوكة وسطية بين المخالب او الوسادات يطلق عليها شوكة القدم Empodium كما في رسغ الذبابة المنزلية.

الوسادات اينما كان موضعها تساعد الحشرات على السير على السطوح الملساء او السير بصورة مقلوبة بسبب التفريغ الهوائي الذي يحدث بين هذة التراكيب وبين السطوح الملساء كما في الذبابة المنزلية.



تحورات الرسغ الامامي

وقد ثبت تشريحيا ان الـ Plantulae و Pulvilli و Arolium ما هي الا وسائد جوفاء مملوءه بالدم ويوجد عليها عادة شعيرات غديه لاصقه تفرز مواد لزجة تساعد الحشرة في تثبيت ارجلها والالتصاق بالاجسام التي تعلق بها وكذلك التسلق على السطوح الملساء التي تسير عليها.

عضلات الرجل Muscles of the leg

وتتمثل في مجموعتين من العضلات وهما :

1. العضلات الخاصه بقاعدة الرجل (الحرقفه) Muscles of the leg base

وهي العضلات التي تحرك الحرقفه نفسها او الرجل كوحدة واحده ، وهذه العضلات تنشا من الهيكل الداخلي للترجات او البلورات او الاسترنات وتنغمد في حافة الحرقفه ، وتتوقف حركة الرجل عادة على نوع اتصال الحرقفه وهل هي من النوع ذو النتوء الواحد او النتوئين.

وتتمثل في العضلات الاتية :

أ. عضلات Tergal promotor & Tergal remotor وتنشا من الترجه.

ب. عضلات Sternal promotor & Sternal remotor عضلة Adductor مقربه وتنشا من الاسترنه.

ت. عضله مبعده Pleural adductor muscle وتنشا من البلورا.

بالاضافه الى ذلك يتصل بقاعدة الحرقفه العضلات المحركه لقواعد الجناح وتشمل عضلات صفائح الجناح Basaler muscle وعضلات صفائح اسفا الجناح Subalar muscle .

2. عضلات عقل الرجل Muscles of the segment leg وتشمل

أ. عضلات المدور Trochanter muscles عضله رافعه واخرى خافضه Levator & depressor muscle تنشا من الحرقفه وتنغمد في الحافه الاماميه للمدور وبانقباضها يتحرك المدور على الحرقفه.

ب. عضلات الفخذ Femur muscles عادة غير موجوده اذ ان اتصال الفخذ مع المدور يكون ثابتا فبالتالي لا يتحرك على المدور الا في حالات قليله وحينئذ تكون هذه العضله صغيره وتنشا من المدور وتنغمد قرب قاعدة الفخذ.

ت. عضلات الساق Tibial muscles وهي العضله الثانيه (الضاغطه) Flexor muscle والعضله الباسطه Extensor muscle وتعتبران اكبر عضلات الرجل وتشغل كل حيز الفخذ اذ تنشا بالقرب من قاعدته وتنغمد عند قاعدة الساق ويختلف حجمها في الحشرات المختلفه تبعا لوظيفة الرجل.

ث. عضلة الرسغ Tarsal muscle وهي عباره عن عضله رافعه واخرى خافضه Levator & depressor muscles تنشا من طرف الساق وتنغمد في قاعدة العقله الاولى من الرسغ وبانقباضها يتحرك كل من الرسغ كوحده واحدة ولا توجد عضلات بين عقل الرسغ المختلفه.

ج. عضلة القدم Pretarsal muscle وهي تنشا من الوتر الشبيه بالذراع المتصل بالصفيحه الثانيه Flexor plate وتعرف بالعضله الخافضه Depressor muscle وقد تكون عضله مفرده او مزدوجه حسب عدد المخالب وبانقباضها وارتخائها تتحرك المخالب.

II. الأجنحة The Wings

يعتبر وجود الاجنحه صفه مميزه لصف الحشرات تميزها عن باقي صفوف الحيوانات المفصليه الاخرى، ونظرا لكثرة تحورها فانها تعتبر من اهم الاسس التي يعتمد عليها في تصنيف الحشرات، ونظرا لان الجناح غالبا ما ياخذ شكلا يقرب من * شكل المثلث لذلك يكون له حواف تحصر بينها ثلاثة زوايا كما ياتي :

أ. **الحواف** The Margins

1. الحافة ألامامية أو الضلعية Anterior or Costal margin الجهة الامامية للجناح عند الانبساط
2. الحافة الخارجية أو القمية Apical or Outer margin الجهة الخارجية للجناح.
3. الحافة الداخلية او الخلفية أو الشرجية Inner , Posterior or Anal margin وهي الحافة القريبة للخط الوسطي للحشرة عندما تكون الاجنحة منطبقة في وضعها الطبيعي على الجسم.

ب. **الزوايا** The Angles

1. الزاوية ألابطية (القاعديه) Humeral angle : وهي عند قاعدة الحافة الأمامية.
2. الزاوية الخارجية او القمية او الاماميه Apical angle : وهي الزاوية المحصورة بين الحافة الأمامية والخارجية.
3. الزاوية الخلفية او الشرجية Anal angle : وهي الزاوية المحصورة بين الحافة الخارجية والخلفية.

في معظم الحشرات تكون الاجنحه عاريه ولكنها كثيرا ما تكون مكسوه بالشعيرات او الحراشيف وتوجد الشعيرات الدقيقيه غير المتحركه Microtrichia على كل غشاء الجناح والعروق، بينما توجد الشعيرات الكبيره المتحركه Macrotrachia بكثره على العروق وبندره على الغشاء الجناحي، وفي كثير من الحشرات توجد بقعه قاتمه بالقرب من الحافه الاماميه للجناح تعرف بالنقطه العينيه او العينيه الجناحيه Stigma or Pterostigma ، قد توجد على حافة الجناح الامامي فقط كما في حشرات غشائية الاجنحه او على زوجي الاجنحه كما في رتبة الرعاشات.

وغالباً يكون الزوج الخلفي من الأجنحة له الدور المهم في عملية الطيران ويقوم الجناح الأمامي بحماية ما تحته من أجزاء الحشرة أكثر من المساعدة في عملية الطيران.

يعتبر وجود الأجنحة في الحشرات من أهم الصفات التي جعلت الحشرات تسود على غيرها. ويوجد لمعظم الحشرات زوجان من الأجنحة على الصدر الأوسط والصدر الخلفي ، وفي بعض الحشرات لا

يوجد إلا زوج واحد من الأجنحة هو الزوج الأمامي مثال الذباب ، حيث أن الزوج الخلفي من الأجنحة قد تحور إلى دبوسا إلاتزان. وفي بعض الحشرات تختفي الأجنحة تماماً وتصبح الحشرات عديمة الأجنحة (صفة أصيلة مثل السمك الفضي أو مكتسبة مثل القمل).

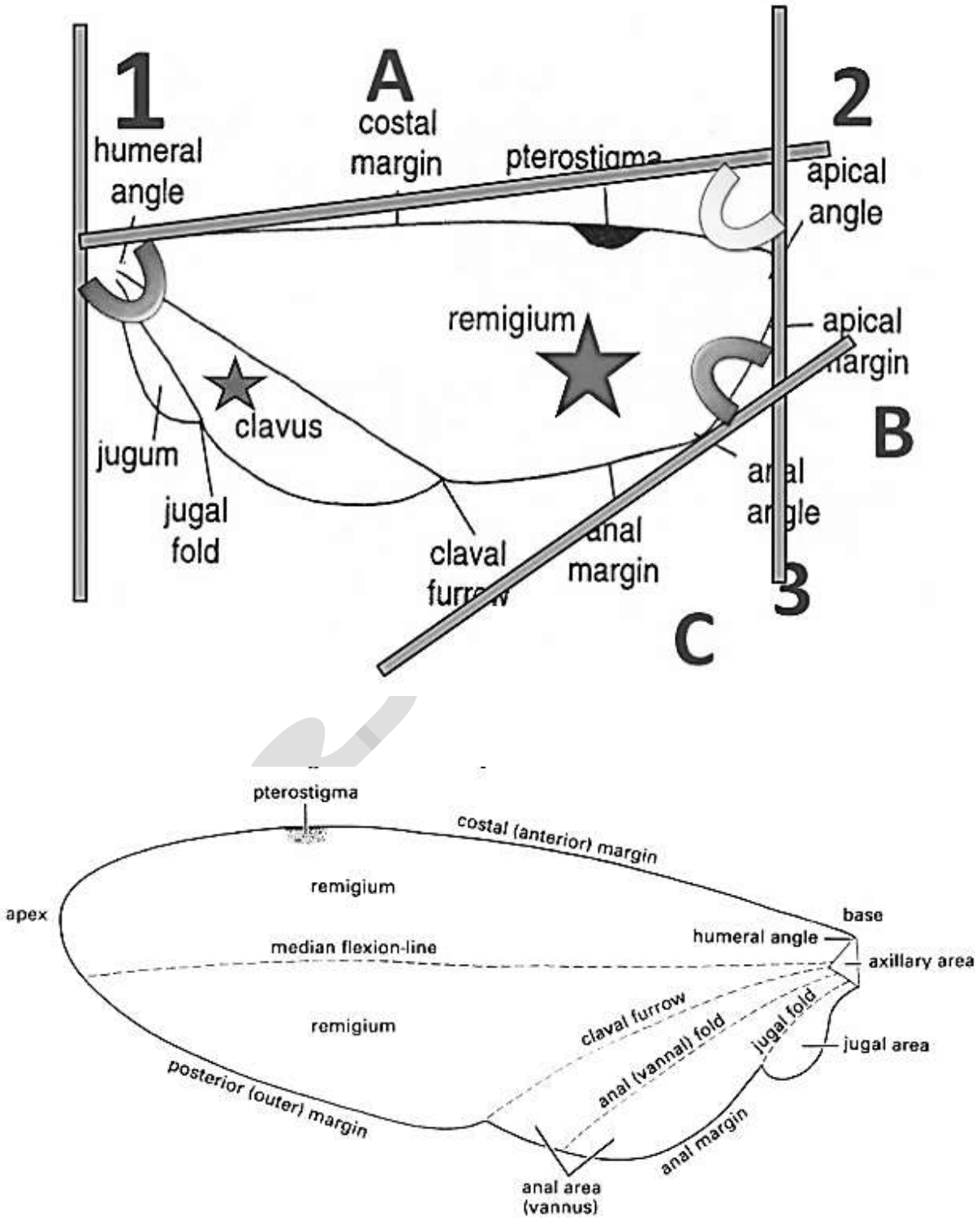


Fig. 2.22 Nomenclature for the main areas, folds and margins of a generalized insect wing.

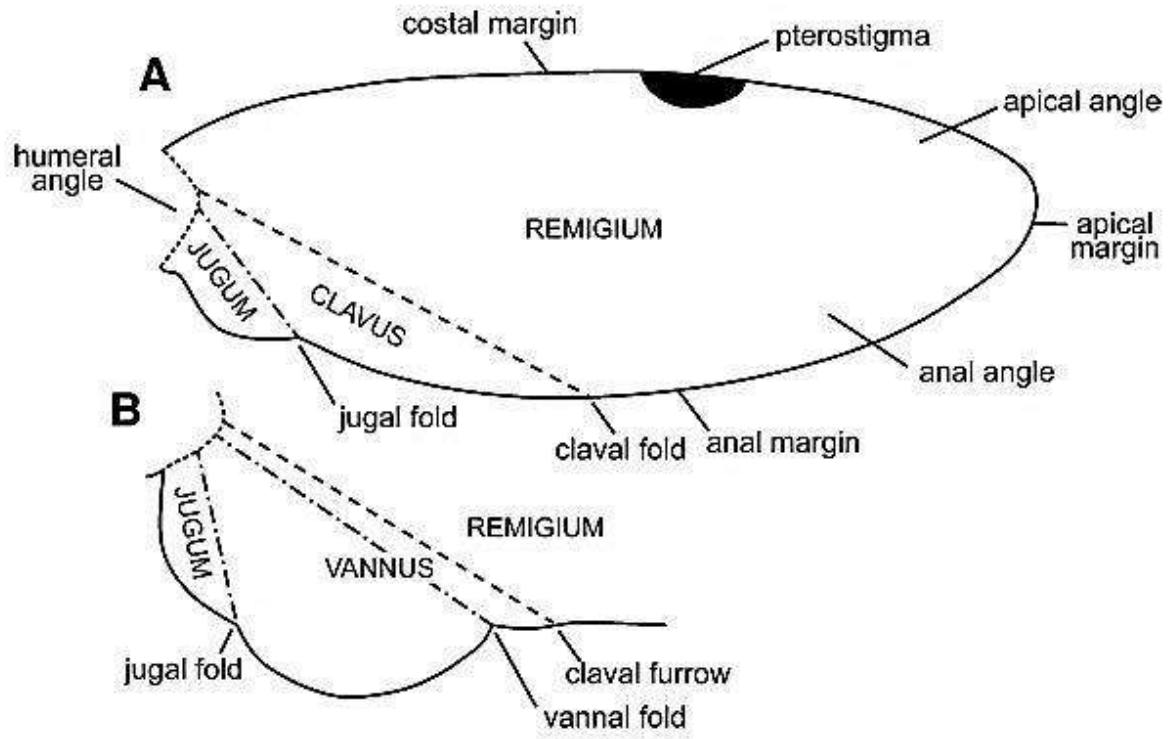


FIGURE 3.27. Diagram showing the major areas, margins and angles of a generalized wing. (A) Fore wing or hind wing without vannus; and (B) vannal area of hind wing [Partly after R. J. Wootton, 1979, Function, homology and terminology in insect wings, *Syst. Entomol.* 4:81–93. By permission of the Royal Entomological Society.]

حواف وزوايا ومناطق الجناح Wing margin and angles

* **الجناح** Wing عبارة عن كيس غشائي مجوف يتكون من طبقتين عليا وسفلى تمتد بينهما العديد من الخطوط الطولية والعرضية تدعى العروق Veins ، نظام توزيعها في الاجنحة يسمى Veination الذي يستخدم في تصنيف الحشرات ، تسمى الحشرات الحاوية على الاجنحة بالحشرات المجنحة Pterygota اما الحشرات بدون الاجنحة فتسمى بالحشرات عديمة الاجنحة Apterygota (فقدت اجنحتها بسبب معيشتها الطفيلية {صفة مكتسبة} او ان عدم امتلاكها للاجنحة هي صفة اساسية). ان شكل وعدد ونظام توزيع العروق وكذلك وضع الجناح على الجسم وقت الراحة يختلف تبعا لاختلاف الحشرات.
* **الوظيفة** الاساسية للاجنحة هو الطيران ، وتستعمل الاجنحه الخلفيه فقط في الطيران كما في الحشرات غمدية وجلدية ونصفية الاجنحه بينما تعمل الاجنحه الاماميه على حماية الاجنحه الخلفيه، بعض الحشرات تصدر اصواتا متميزة مثل ذكر الكاروب وكذلك انواع من الجراد بتحريك اجنحتها ، ينتج هذا الصوت اما

عن طريق احتكاك الجناحين الاماميين سوية كما في الصرصر او احتكاك الجناح الامامي بالرجل الخلفية كما في الجراد ، وكثير من الحشرات تتحرك اجنحتها (تتذبذب بسرعة فائقة جدا) وينتج بذلك ازيز Buss او طنين Hum كما في الذباب والبعوض....

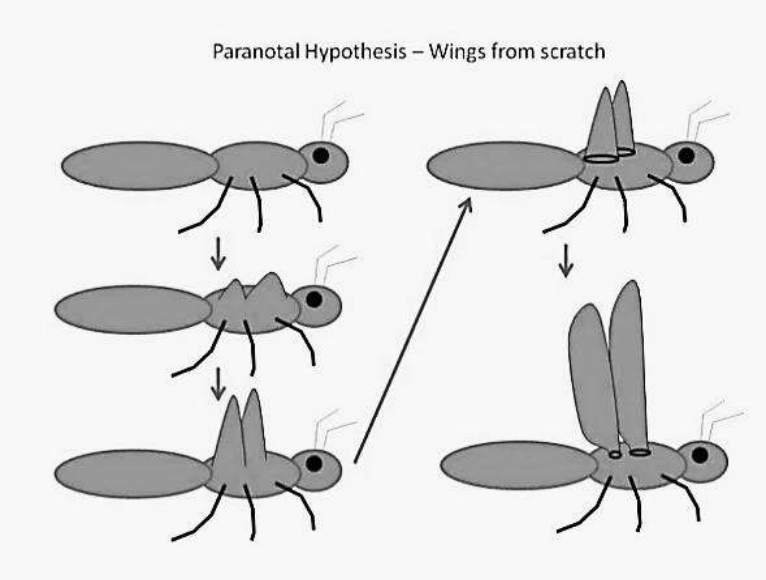
*** تركيب ونمو الاجنحة** Structure and Development of the Wings

الاجنحة في الحشرات عبارة عن امتدادات رقيقه لجدار الجسم الخارجي الواقعة في الناحية الظهرية الجانبية للحلقتين الصدريتين الثانية والثالثة. هذة الامتدادات ذات شكل يشبة الصفيحة الخارجية ممتدة من الجدار الخارجي، تتكون من غشاء علوي واخر سفلي بينهما عروق تدعى بعروق الجناح Veins . ونمو الجناح الوظيفي Functional wing يكون في الاطوار الكامله فقط بالرغم من ان النمو المبكر له يبدا منذ الاطوار اليرقيه (غير الكامله).

* يمكن تقسيم الحشرات حسب تكوين (نشأة) الاجنحة الى قسمين وهما :

1. قسم الحشرات خارجية الاجنحة Exoptergota وتضم الحشرات ذوات التطور الناقص Hemimetabola .
2. قسم الحشرات داخلية الاجنحة Endopterygota وتضم الحشرات ذوات التطور التام (الكامل) Holometabola .

- تنشا الاجنحه في مجموعة الحشرات خارجية الاجنحة (ناقصة التطور) في مرحلة الحورية المبكرة Nymph بشكل امتدادات جانبيه خارجيه مع جدار الترجه للحلقتين الصدريتين الثانية والثالثة ولا يعتري هذه الامتدادات اي تغيير خلال الاطوار المختلفة للحورية اكثر من نموها التدريجي اثناء كل انسلاخ، ويحدث التغير الكبير حين وصول الحورية الى دور البلوغ بحيث ياخذ الجناح شكلة النهائي.



- اما في الحشرات داخلية الاجنحة (ذات التطور التام) فتنشا الاجنحة مبكرا في الدور اليرقي Larva وتبدا بشكل براعم او ازرار داخليه Imaginal buds من خلايا تحت البشرة (الطبقة المولدة) Hypodermis لجدار الجسم بجوار احدى القصبات الهوائيه الرئيسية ثم تنمو هذه البراعم وتتضخم في جانب منه وتنغمد نحو الداخل مكونه جيوبا او اكياسا تعرف Peripodial cavities ، تحتفظ حوافها بالاتصال الرقيق مع البشرة الداخليه وتتدلى هذه الاكياس داخل الجلد اليرقي ولا تظهر خارج الجسم الا في طور العذراء حيث تبدو منكمشه ثم تنفرد عند خروج الحشره الكامله بعد نصف ساعه تقريبا نتيجة لاندفاع الدم فيها.

اما من حيث دخول القصبات الهوائيه في براعم الاجنحه فهي لا تدخل عادة الا في الاطوار الاخيرة من تكوينها وليس من البدايه كما في الحشرات ناقصة التطور.

ويظهر الجناح اثناء تكوينه محاطا بالكيوتكل تليه طبقة خلايا تحت البشرة Hypodermis cells التي تستطيل معظم خلاياها في امتدادات داخليه تعرف Processes of hypodermal ترتكز من الداخل على الغشاء القاعدي Basement membrane وتدخل فروع القصبات الهوائيه Trachea في امتدادات الاجنحه ويكون دخولها الى الجناح في مجموعتين من القصبات الهوائيه الواردة من جسم الحشرة احداهما امامية يطلق عليها المجموعة الضلعيه الكعبريه Costa – Radial Group ومجموعه خلفيه تسمى الزنديه الشرجيه Cubital – Anal Group وهي تمد الجناح النامي بالهواء. وعادة تلتحم طبقتا الغشاء القاعدي الا في المواضع المحيطه بالقصبات الهوائيه حيث تبقى متباعدة محددة بذلك اماكن العروق Veins ، وينفرد الجناح عند تمام تكوينه في الحشرة الكاملة لاندفاع الدم في داخله، ثم تفرز خلايا البشرة الداخليه عند نهاية تكوينه غشاء الجناح والجدر السميكه المحيطه بالعروق ثم تتلاشى ولا يبقى منها الا

اثار بسيطه. ويعزى دخول القصبات الهوائية من جسم الحشرة الى الجناح لمده بالاوكسجين اثناء تكوينه ولتدعيم الجناح وتقويته عند تمام نموه. ولما كانت العروق الطوليه والتي تنشا من القصبات الهوائيه تختلف كثيرا في الرتب المختلفه لذلك فلدراستها اهمية خاصه في علم تصنيف الحشرات اذ انه ثابت في الرتبة والعائلة.

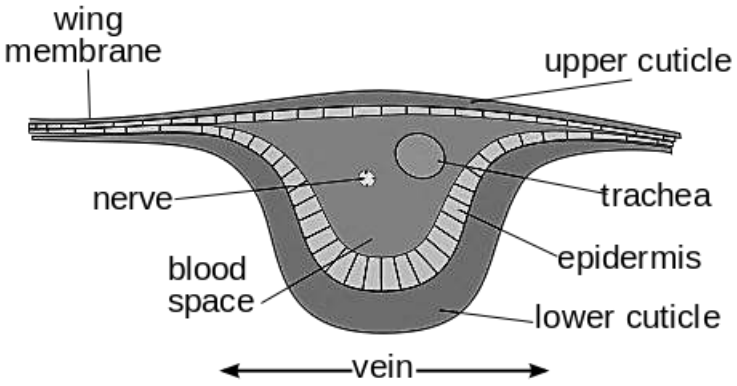
ويختلف هذا النمو تبعا لانواع الحشرات المختلفة.

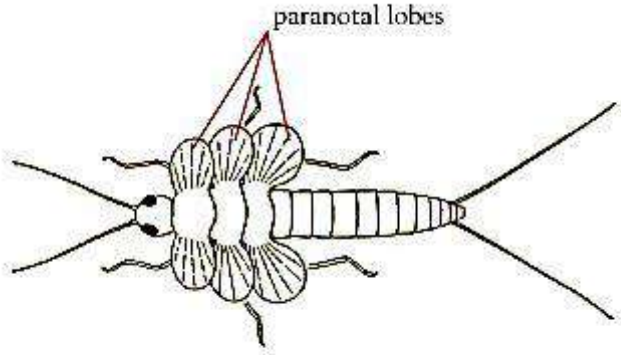
* تمر مراحل تكوين الاجنحة بالخطوات الاتية :

1. تقعر البشرة الداخلية (في جدار الجسم) الى الداخل بشكل كيس او جيب ثم نمو هذا التقعر.
2. يحدث تحدب لهذا الجزء المتقعر مندفعا الى داخل التركيب الكيسي خلال مرحلة قبل العذراء Prepupal period .
3. يحدث دوران لهذا النمو الكيسي الشكل ويتصل من جهة بالبشرة الداخلية ثانية ، اما الجهة الاخرى فتبقى سائبة ، ويكون الجناح بشكل برعم Bud ومازال محاطا بالكيوتكل الخارجي لليرقة.
4. ينسلخ الجليد الاخير لليرقة وتدخل اليرقة دور العذراء Pupa .

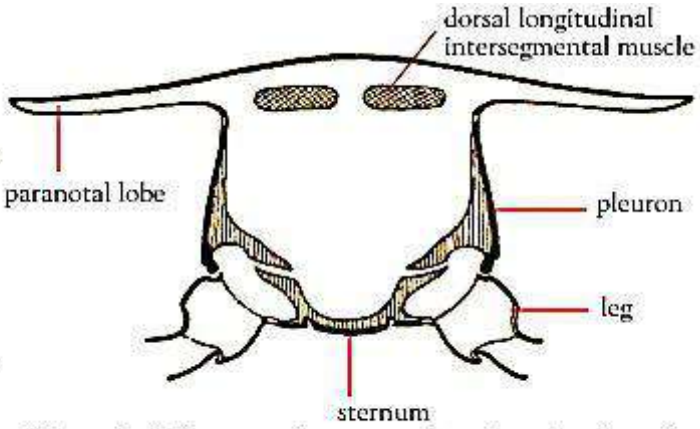
تظهر الاجنحة للمرة الاولى كتراكيب خارجية ثم تنمو شيئا فشيئا الى ان تتلاقى طبقتا الغشاء القاعدي من الجهتين ، ونشاهد ان خلايا البشرة الداخلية تتمركز حول محيط القصبات وفي الحالة الاخيرة تبدو وكان الاجنحة تتالف من طبقة الكيوتكل فقط ، هذا مع العلم اننا نشاهد جريان الدم ووجود الاعصاب في الاجنحة بوضوح.

مخطط لنمو ونشوء الاجنحة





A suggestion of possible structure of a primitive insect with three pairs of paranotal lobes that may have been used in gliding.



Theoretical diagrammatic cross section through a thoracic segment of a hypothetical insect with paranotal lobes in place of wings.

التمفصل القاعدي للجناح Basal articulation of wing

يشتبك كل جناح بجسم الحشره عن طريق مساحه غشائيه تحتوي على مجموعه من الصفائح التمفصليه Articulator Sclerites تساعد في حرية حركة الجناح على حلقة الصدر، وهي تتمفصل بدورها بنتوئين من ترجة الحلقه الصدريه الخاصه بها وهي النتوء الترجي الجناحي الامامي Anterior notal wing process والنتوء الترجي الجناحي الخلفي Poeterior notal wing process كما تتصل من الاسفل بنتوء يمتد من البلورا يعرف بالنتوء البلوري الجناحي Pleural wing process ، وفي كثير من الاجنحه تصبح للحافه الخلفيه للجناح شكل حبل اجوف يعرف بالحبل الابطي Axillary cord الذي يرتبط بالحافه الخارجيه الجانبيه للترجه وهو يعمل على تقوية الحافه الخلفيه للجناح او كقناة لرجوع الدم من الاجنحه الى الصدر.

وتتمثل الصفائح التمفصليه في :

1. الصليبات القاعديه العلويه او الجار جناحيه Tegula or Parapteral

وهي عباره عن صليبه شبيهة بالحرشفه وتوجد عند قاعدة الحافه الاماميه لكل جناح امامي ويندر ان توجد بالجناح الخلفي ، وهي اكثر وضوحا في الحشرات حرشفية وغشائية وذات الجناحين.

2. الصفيحه القاعديه Humeral plate

وهي صفيحه توجد في قاعدة العرق الضلعي Costa (C) عند قاعدة الحافه الاماميه وخلف الـ Tegula .

3. الصفائح الابطيه Axillaries or Pteralia

وهي التي تكون مفصل الجناح من الجهة الظهريه وتوجد في الغشاء الابطي لجميع الحشرات المجنحه ولكنها تكون بصوره مختلفه في الحشرات التي لا تطبق اجنحتها على الجسم مثل ذباب مايو Ephemeroptera والرعاشات Odonata وابو دقيقات Lepidopera ، ففي الرعاشات يوجد فقط زوج من الصفائح ملتحمه مع الترجه ومدعمه بزوج من الاذرع للنتوء البلوري الجناحي.

وتعرف هذة الصفائح بالعضد والابط Plates humeral & axillary وهي :

أ. الصفيحه الاولى Axillary I ويتمفصل جزؤها الامامي الاسطواني مع النتوء الترجي الامامي وجزؤها الخلفي يتصل مع ترجة الحلقه الصدريه من جهة ومع العرق تحت الضلعي Subcosta (SC) من الجهة الاخرى.

ب. الصفيحه الثا نيه Axillary II توجد بين الصفيحه الاولى وبين العرق الكعبري Radius (R) . وتتمفصل من الاسفل محوريا مع النتوء البلوري الجناحي Pleural wing process

ت. الصفيحه الثالثه Axillary III وتاخذشكل حرف Y وتقع في الجزء الخلفي من المنطقه المفصليه للجناح حيث تتمفصل مع النتوء الترجي الخلفي وتصل بينه وبين العرق الشرجي Anal (A) .

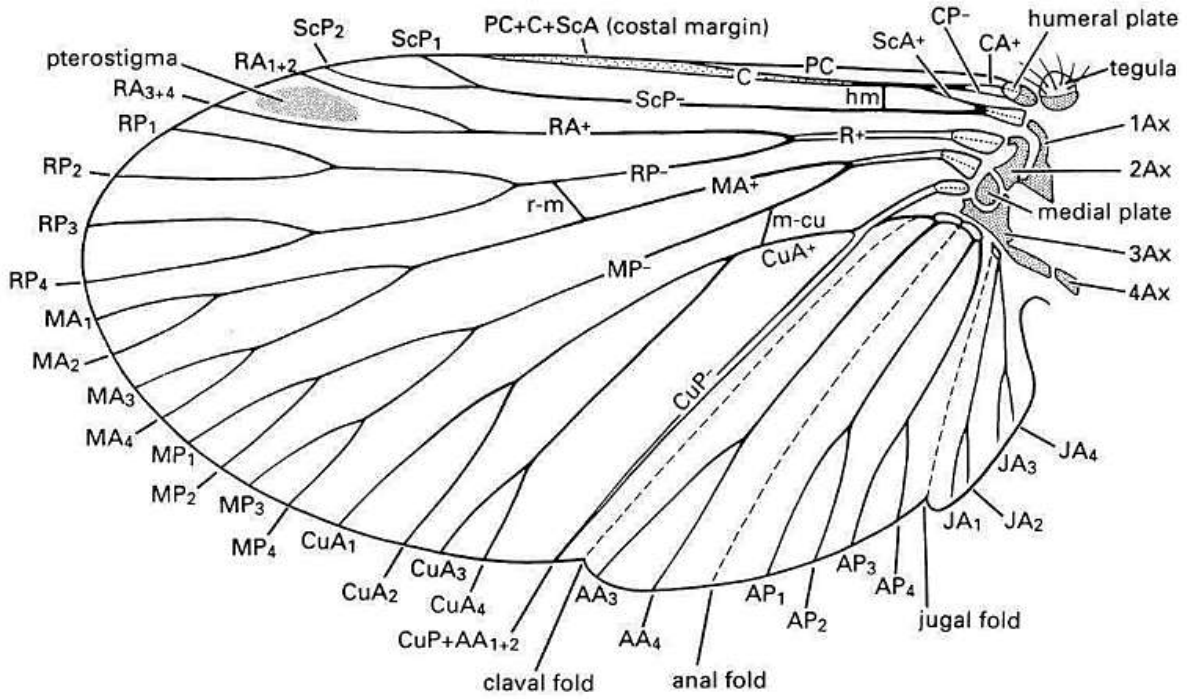
وفي بعض حشرات رتبة مستقيمة وغشائية الاجنحه توجد صفيحه ابطيه رابعه بين الصفيحه الثالثه وبين النتوء الترجي الجناحي الخلفي، وبالاضافه الى الصفائح الابطيه السابقه توجد صفيحه او صفيحتان وسطيتان Median plates يتصلان بالصفيحه الابطيه الثالثه ومن الجهة الخارجيه مع العرق الوسطي Media (M) والعرق الزندي Cubitus (CU) .

4. الصفائح فوق البلوريه Epipleurites

وتوجد في بعض الحشرات وتستقر في ابط الجناح من الجهة البطنيه على جانبي النتوء البلوري الجناحي Pleural wing process وهي عبارة عن :

أ. صفائح قاعدة الجناح Basalare Sclerites وهي زوج من الصفائح تقع فوق البلورا الاماميه Episternum امام النتوء البلوري.

ب. صفيحة اسفل الجناح Subalar sclerite وهي صليبه واحدة تقع فوق البلورا الخلفيه Epimeron خلف النتوء البلوري.



Figures. A generalized wing of a neopteran insect (any living winged insect other than Ephemeroptera and Odonata), showing the articulation and the Kukalová-Peck nomenclatural scheme of wing venation.

Notation as follows: **AA**, anal anterior; **AP**, anal posterior; **Ax**, axillary sclerite; **C**, costa; **CA**, costa anterior; **CP**, costa posterior; **CuA**, cubitus anterior; **CuP**, cubitus posterior; **hm**, humeral vein; **JA**, jugal anterior; **MA**, media anterior; **m-cu**, cross-vein between medial and cubital areas; **MP**, media posterior; **PC**, precosta; **R**, radius; **RA**, radius anterior; **r-m**, cross-vein between radial and median areas; **RP**, radius posterior; **ScA**, subcosta anterior; **ScP**, subcosta posterior. Branches of the anterior and posterior sector of each vein are numbered, e.g. CuA $_{1\text{-}4}$. (After CSIRO 1991).

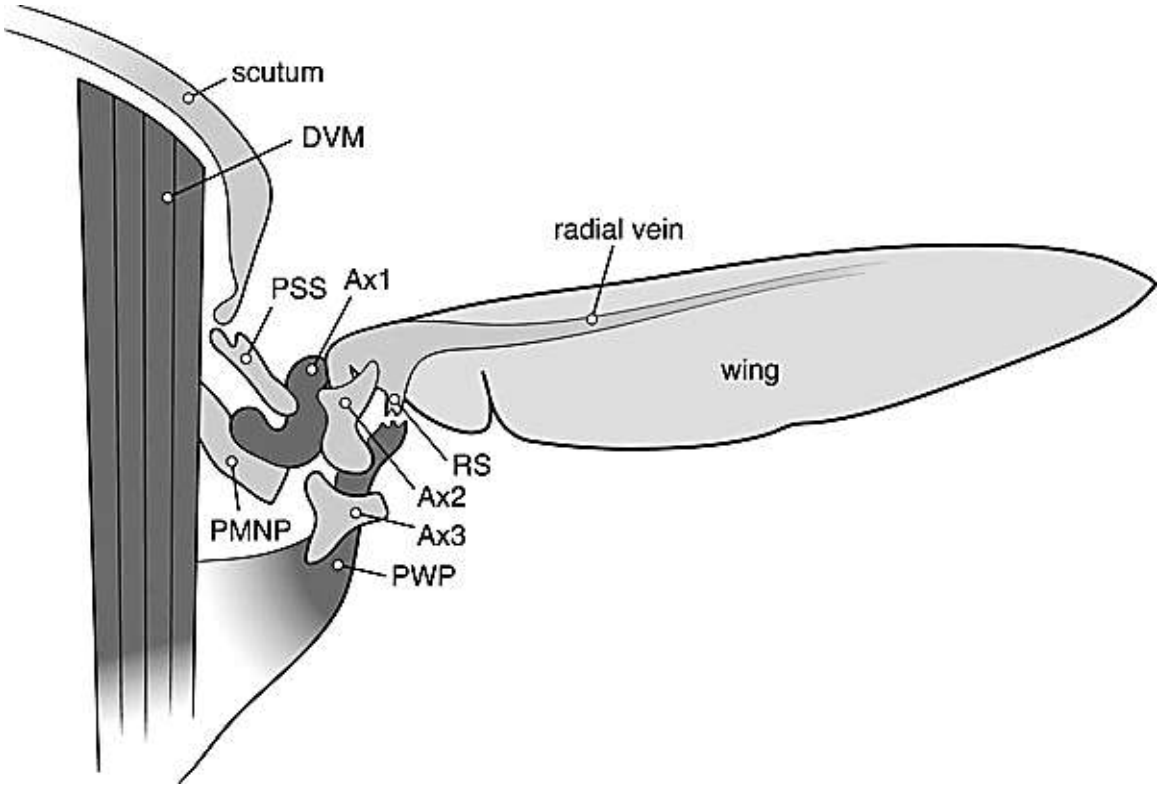


Figure. Cartoon illustration of a transverse section of the thorax of a fly in rear view, showing some elements of the complex wing hinge of a fly, consisting of ridges and protrusions on the thorax and a number of hardened plates of cuticle (sclerites) between the body (thorax) and the wing root.

*** تحورات الأجنحة** Modification of wings

يعتبر وجود الاجنحه في الحشرات صفه اساسيه الا ان مجموعه منها تنعدم فيها الاجنحه ، وفي هذه الحاله يكون اختفاء الاجنحه اما صفه اصيله كما في مجموعة الحشرات عديمة الاجنحه Apterygota ، او صفه ثانويه او مكتسبه كما في الحشرات المجنحه التي فقدت اجنحتها لملائمة البيئه وتعرف Pterygota wingless كما في الحشرات المتطفله كالقمل والبراغيث.

وقد يختزل كلا الزوجين من الاجنحه وتعرف حينئذ Brachypterous او Micropterous كما في بعض حشرات رتبة مستقيمة ونصفية الاجنحه، وقد يكون كلا الجنسين عديم الجناح او قد يكون قاصرا على احداهما، فقد يكون الذكر مجنح والانثى عديمة الجناح كما في عائلة Coccidae من رتبة متجانسة الاجنحه Homoptera او قد تكون الذكور عديمة الجناح بينما الانثى مجنحه كما في حشرة التين الاذمرلي Plastophaga من عائلة Chalcididae رتبة غشائية الاجنحه. وفي النمل والنمل الابيض تكون الافراد المخصبه هي المجنحه فقط ولكنها بعد طيران الزفاف Nuptial تقوم بقصف اجنحتها تاركة الجزء القاعدي من الجناح في صورة حرسفه صغيرة.

ويختلف نمو الاجنحة جغرافيا او موسميا في بعض انواع الحشرات وتعدد المظاهر Polymorphism ويحدث هذا في مجاميع مختلفه وخاصة رتبة نصفية الاجنحة Hemiptera فقد يكون للحشرة اثناء جيل الشتاء جناح نامي كبير Macropterous بينما في الجيل الصيفي يكون الجناح صغيرا مختزلا Micropterous وفي هذة الحالة يتحدد طول الجناح بالظروف البيئية الى حد كبير وكذا بالصفات الوراثية.

وقد يختفي الجناح الخلفي فقط كما في رتبة ثنائية الاجنحه Diptera وذكور الحشرات القشريه والبق الدقيقي حيث يتحور الى ما يعرف بدبوس الاتزان Blancer or Haltere وقد يحدث العكس ويختفي الجناح الامامي كما في ذكور *Stylops* .

اما من حيث قوام الجناح فقد يكون غشائيا Hymenous كما في رتبة غشائية وثنائية الاجنحه وقد يكون جلديا Tegmina كما في الاجنحه الاماميه لرتبة مستقيمة الاجنحه ورتبة الصراصر وفرس النبي وقد يكون قرنيا Elytera كما في الاجنحه الاماميه لرتبة غمدية الاجنحه وقد تتصلب قواعد الاجنحه فقط وتصبح غمديه بينما باقي الجناح يكون غشائيا ويسمى نصف غمدي Hemielytera كما في رتبة نصفيه الاجنحه.

* ويعتبر شكل الجناح من أهم الصفات التي اعتمد عليها علم تصنيف الحشرات ، فعلى حسب عدد الأجنحة وشكلها وضعت الحشرات في رتب مختلفة Orders فمثلاً الحشرات التي لها أجنحة جلدية وضعت في رتبة جلدية الأجنحة Dermaptera والحشرات ذات الأجنحة الصلبة الغمدية وضعت في رتبة غمدية الأجنحة Coleoptera والحشرات التي أجنحتها مغطاة بحراشيف تعرف برتبة حرشفية الأجنحة Lepidoptera والحشرات التي لها زوج واحد من الأجنحة وضعت في رتبة ذات الجناحين Diptera .... وهكذا.

*** جهاز شبك الأجنحة** Wing – Coupling Apparatus

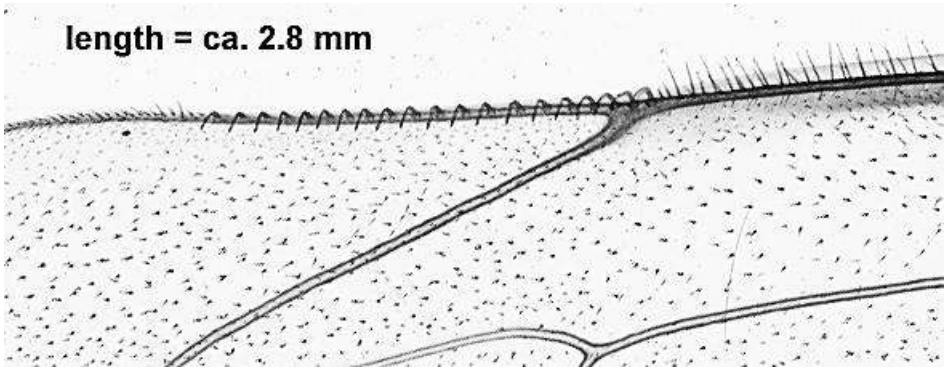
هناك بعض التراكيب الموجودة في اجنحة بعض الحشرات تختلف تبعا لانواع الحشرات المختلفة ، تعمل على شبك الاجنحة الأمامية مع الاجنحة الخلفية ويتحركان معاً كوحدة واحدة أثناء عملية الطيران ، وهذا يوفر مجهوداً كبيراً للحشرة ويزيد من كفاءة الطيران ، ولكن هناك حشرات مثل النمل الأبيض والرعاش يتحرك كل جناح منفصلاً عن الآخر الا انهما يتحركان بنفس التردد تقريبا مع زيادة طفيفه في حركة الجناح الخلفي عن الامامي ، وهذة الرابطه الميكانيكيه لحركة الاجنحه تشمل ايضا ميقات التنبيه العصبي لعضلات الطيران.

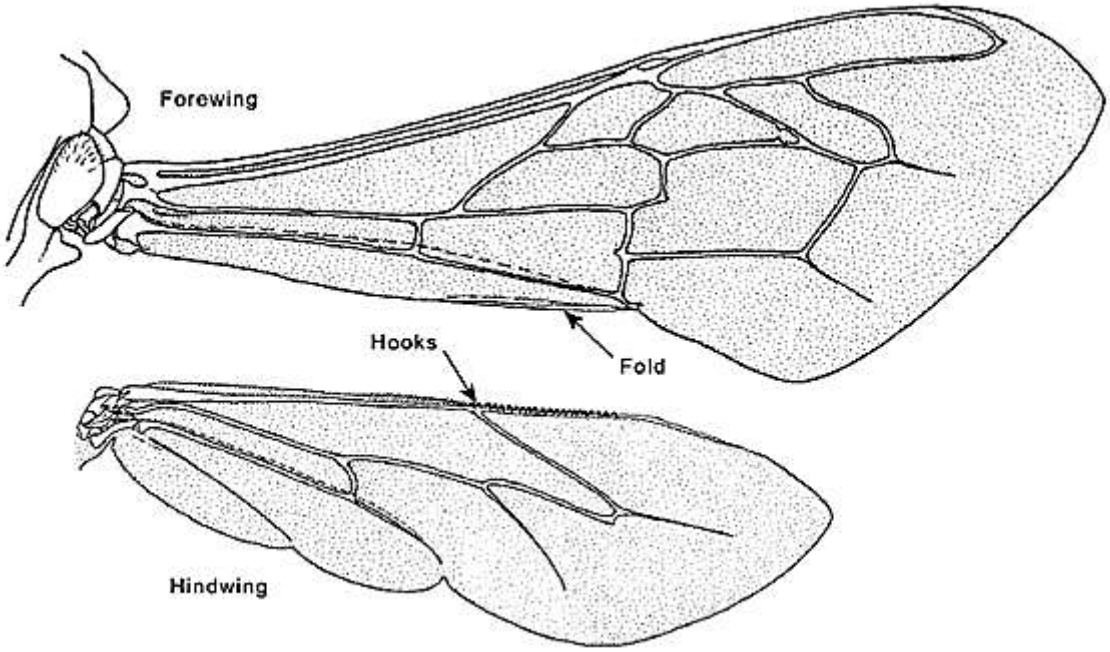
تكون الحشرات ثنائية الاجنحه اكثر كفاءة عن ذات الاربعة اجنحه وفي غالبية الحشرات تزود بجهاز شبك يربط الجناح الامامي والخلفي حيث يتحركان معا كوحدة واحدة.

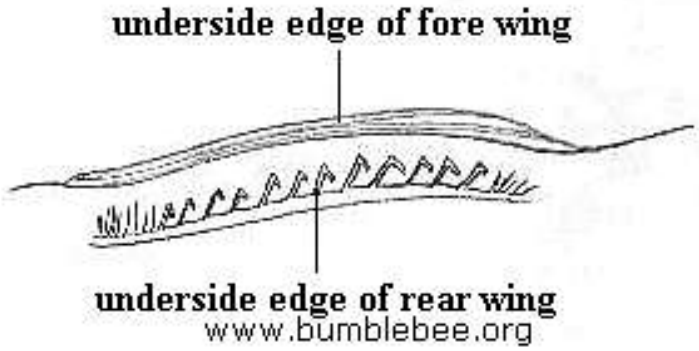
يوجد **خمسة** أنواع مهمة لشبك الأجنحة في الحشرات وهي :

1 – **جهاز الشبك الخطافي** Hamulat type

ويخرج من وسط الحافة الأمامية للجناح الخلفي صف من الخطاطيف الدقيقة تعرف بـ Hamuli المنحنية تتشابك مع جزء سميك من الحافة الخلفية للجناح الأمامي ، كما في حشرات رتبة غشائية الأجنحة (النحل والزنابير).



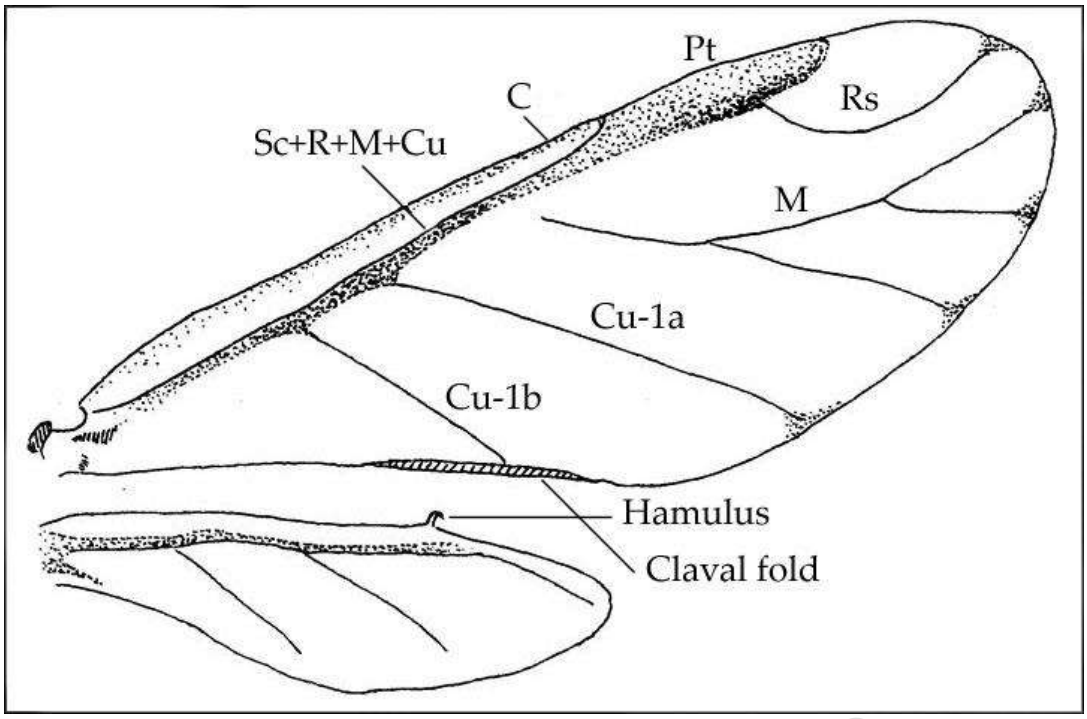




2 – **جهاز الشبك الشوكي** Frenulate type

توجد شوكة كبيرة واحدة او مجموعة من الاشواك عند حافة قاعدة الجناح الثاني الامامية تعرف Frenulum تساعد على سند الجناح الامامي اثناء الطيران ، وتشتبك هذة التراكيب اما بخطاف (المشبك) يسمى Retinaculum تقع على الحافه الخلفيه للجناح الامامي في حالة الشوكة الواحدة ، او بمجموعة من الشعيرات في حالة وجود مجموعة من الاشواك تقع على الحافه الخلفيه للجناح الامامي ، كما في بعض عائلات رتبة حرشفية الاجنحة مثل Noctuidae و Sphingidae .

وهو يختلف نوعاً ما حسب الجنس ففي الإناث الشويكات القوية تشتبك مع خصلة من الشعر تخرج من السطح السفلي للجناح الأمامي وتعرف بالمشبك ، أما في الذكور فتلتحم شويكات الجناح الخلفي في شوكة واحدة قوية تشتبك مع نتوء منحني من السطح السفلي للجناح الأمامي. يوجد في كثير من أنواع الفراشات. في رتبة Thysanoptera تتشابه الة شبك الاجنحه مع السابق الا ان Frenulum يكون على صورة اشواك مخلبيه في قاعدة الجناح الخلفي تتعلق بثنيه غشائيه في الجناح الامامي.



C - Costa; **Sc** - Subcosta; **Rs** - Radial sector; **M** - Median; **Pt** - Pterostigma; **Cu** – Cubitus

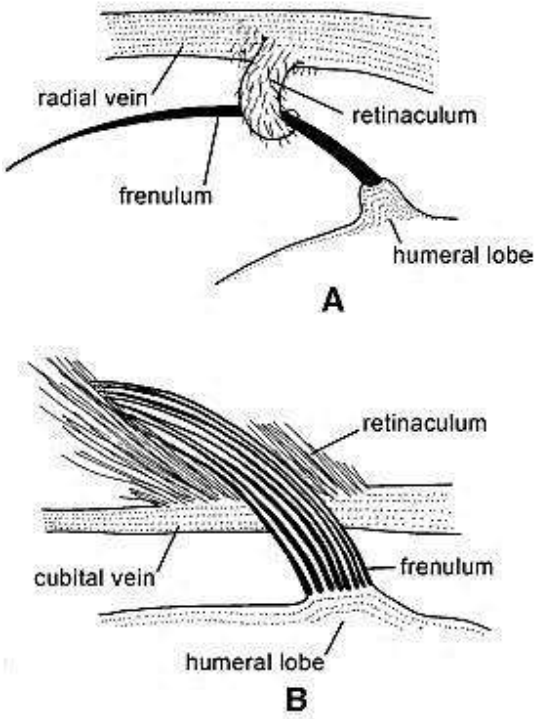
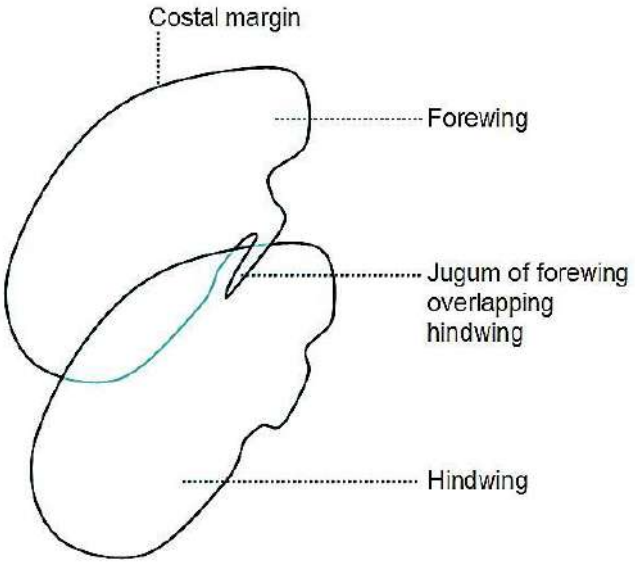


FIGURE 3.28. Wing-coupling mechanism in *Hippotion scrota* (Lepidoptera). (A) Male; and (B) female. [After R. J. Tillyard, 1918, The panorpoid complex. Part I. The wing-coupling apparatus, with special reference to the Lepidoptera. *Proc. Linn. Soc. N.S.W.* 43:286–319. By permission of the Linnean Society, N.S.W.]

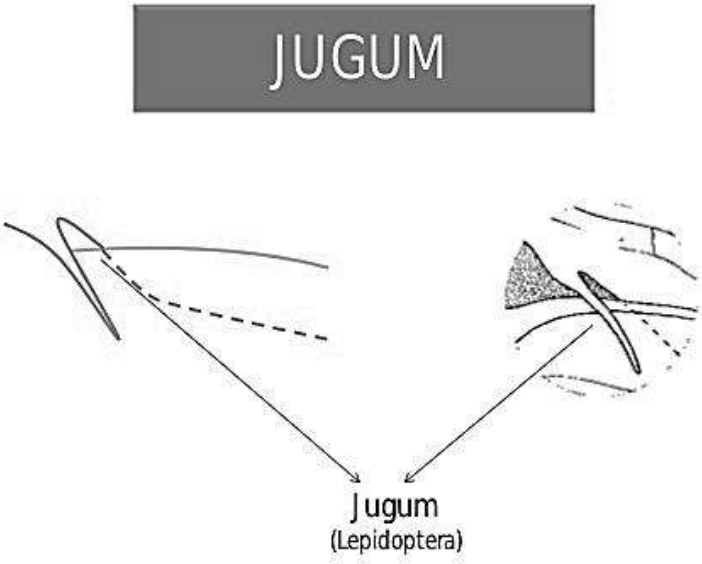
3 – **جهاز الشبك الاصبعي او اللجامي** Jugate type

تخرج من قاعدة الحافة الخلفية للجناح الأمامي زائدة تشبه الإصبع (فص) ويظهر بشكل اللجام Jugum تمتد تحت الجناح الخلفي بينما يكون باقي الجناح الأمامي ممتداً فوق الجناح الخلفي وبذلك يتم التماسك بين

الجناحين خلال عملية الطيران بحيث تظهر حركة الجناحين الامامي والخلفي كحركة واحدة وكانهما جناح واحد ، كما في بعض أنواع الفراشات.



Jugal coupling



4 – **جهاز الشبك التراكب** Amplexiform type

وتوجد في حشرات فوق عائلة Papilioniodea وبعض فوق عائلة Bombyciodea من رتبة حرشفية الاجنحه حيث تمتد الحافه الاماميه للجناح الخلفي الى الامام تحت الجناح الامامي فيعمل هذا التراكب على انسجام حركة الطيران.

5 – **جهاز الشبك القابض** Clippate type

ينتشر هذا النوع في رتبة غير متجانسة الاجنحه Heteroptera حيث يوجد اسفل الجناح الامامي عند منتصف الحافه الخلفيه قابض كايتيني Clip عباره عن نتوئين موازيين لحافة الجناح يقبض اثناء الطيران على جزء مرتفع من الحافه الاماميه للجناح الخلفي.

مناطق الجناح Wing regions

تعرف المنطقة القاعدية في معظم الاجنحة والتي تحمل الصفائح القاعدية والتي تبدو كمنطقة مستقلة مثلثة الشكل باسم المنطقة الابطية Axillary region اما باقي الجناح فيختلف في شكله كثيرا ، ففي الاجنحة الضيقة يكون غشاء الجناح عبارة عن منطقة واحدة في حالة الاجنحة العريضة فغالبا ما ينقسم الجناح الى عدة مناطق تنثني على بعضها عند انطباقها في خطوط تعرف بخطوط الانثناء Furrow او Folds واهم مناطق الجناح واكثرها وجودا هي :

1. المنطقة الامامية Remigium وتحتوي على جميع العروق الطولية ما عدا العرو الشرجية Anal veins اي تشمل العروق الطولية من C الى CU .
2. المنطقة الخلفية Vannus وهي المنطقة التي تحتوي على العروق الشرجية وتعرف الثنية الفاصلة بين هاتين المنطقتين بالثنية الشرجية Anal or Vannal furrow .

وكثيرا ما توجد منطقة ثالثة خلف المنطقة الخلفية تسمى الاصبعية Jugum يفصلها عن المنطقة الخلفية الثنية الاصبعية Jugal furrow وهي منطقة خالية من العروق ولكنها تحتوي على تغلضات تساعد على تقوية اشتباك الجناحين الامامي والخلفي.

وفي الحشرات ذات الجناحين Diptera وفي الاجنحة الخلفية لبعض حشرات غمدية الاجنحة توجد منطقة غشائية رابعة تحت ابط الجناح تسمى Alula او Squama او Calyptere .

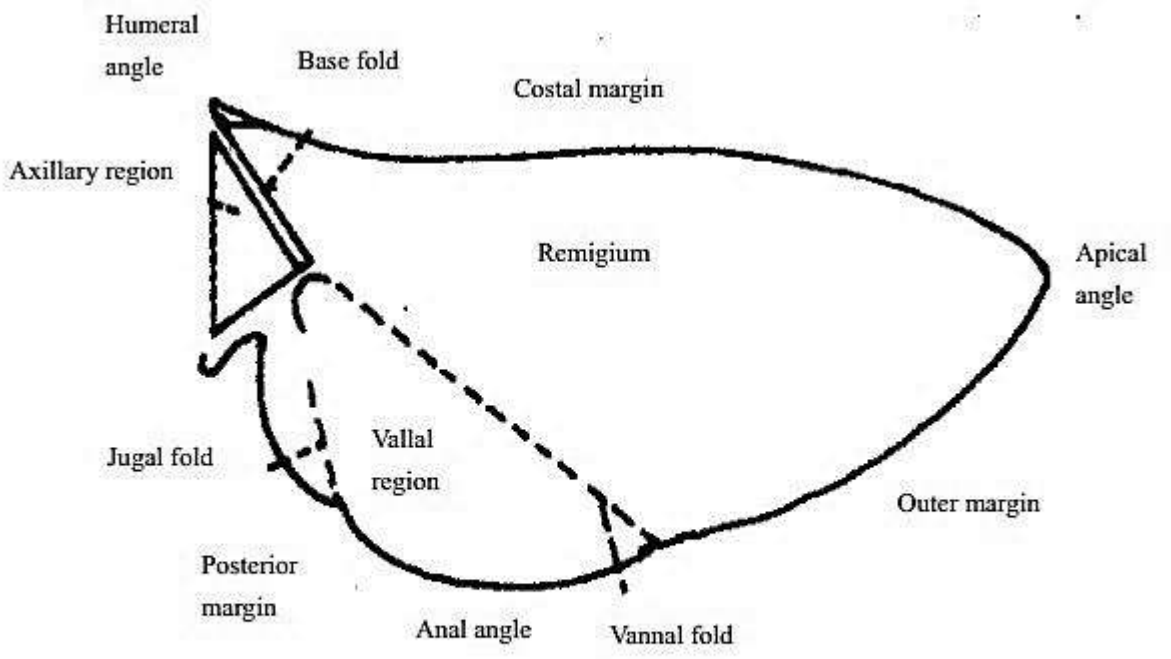


Figure 1. Basic structure of wings (Sun, 2004, P.11)

*** ميكانيكية الطيران** Mechanism of flight

هناك عدة عوامل تتحكم بعملية الطيران ونوعيتة ، اهمها *الصفيحة الظهرية وهي الاهم *والصفائح الابطية *وتركيب الجناح نفسة.

تتأثر حركة الجناح أثناء الطيران بنوعين من العضلات الصدرية :

1. **العضلات المباشرة** Direct muscles

هي مجموعة من العضلات تنشأ من البلورا وتتصل إتصالاً مباشراً بالصفائح الموجودة عند قواعد الأجنحة (عضلات تمتد من الصفائح الجانبية والابطية وقاعدة الجناح الى الصفيحة البطنية) ومنها :

أ. العضلات الابطية Axillary muscles وهي تنشا من الهيكل الداخلي للبلورا وتنغمد في الصفيحة الابطية الثالثة Axillary III وفي حشرات رتبة ذات الجناحين توجد عضلة ابطية اخرى تنغمد في الصفيحة الابطية الاولى، وتعرف بالعضلة الثانية Flexor muscle .

ب. عضلات الصفائح القاعدية للجناح Basalar muscles وتتمثل في ثلاثة ازواج من العضلات

- الاولى تخرج من منطقة الصليبة الامامية للبلورا Episternum وتعرف باسم Pleurobasalar muscle .
- والثانية تخرج من الاسترنة وتعرف باسم Sternobasalar muscle .
- اما الثالثة فتخرج من القنطرة الامامية للحرقفة وتعرف باسم Coxabasalar muscle .

ت. عضلات صفائح اسفل الجناح Subalar muscle وتتمثل في عضلة تنشا من الجزء السفلي للصفيحة الخلفية للبلورا Epimeron وتعرف بـ Pleurosubalar وقد تنشا عضلة اخرى من الجزء العلوي للحرقفة وتعرف Coxosubalar muscle وكلاهما ينغمد في صليبة اسفل الجناح Subalar .

وبإنقباض وإنبساط هذه العضلات تعمل الصفائح الابطية لتغيير اتجاة الطيران نحو اليمين او الشمال حسب رغبة الحشرة ، وتساعد ايضا في حركة الاجنحة بصورة عامة ، اما الصفيحتين فوق الجانبية (الموجودتين على جانبي نتوء الجناح) Epipleurite فتساعدان في تحريك الاجنحة حركة موضعية (دوران الجناح حول محوره) Rotating .

2. **العضلات غير المباشرة** : Indirect muscles

وهي أكبر العضلات في جسم الحشرة وتتصل بالصدر فقط دون أن تتصل بقواعد الأجنحة وتشمل مجموعتين هما :

أ. العضلات الظهرية Dorsal muscles : وهي عبارة عن العضلات الطولية العادية في الحلقات الصدرية الحاملة للاجنحة، يمكن تمييزها الى مجموعتين :

- العضلات الطولية الوسطية Median longitudinal muscles وهي التي تربط الفراجماتا ببعض.
- العضلات الجانبية المائلة Lateral oblique muscles وهي التي تربط الفراجماتا والترجات.

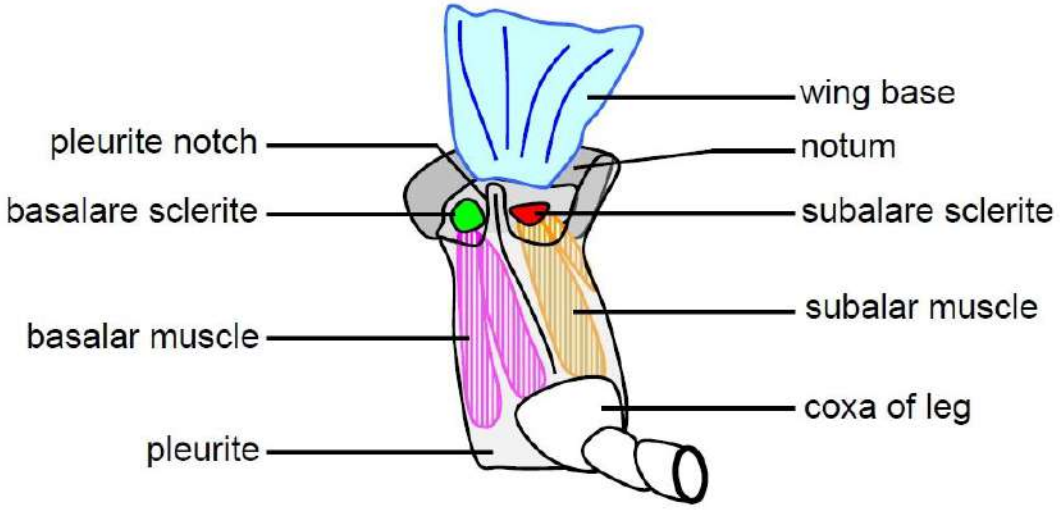
وكلا النوعين يعتبر خافظا للجناح الى الاسفل اذ بإنقباض هاتين المجموعتين من العضلات يؤدي إلى تقوس ظهر الحشرة إلى أعلى وإنخفاض الأجنحة بالتالي إلى أسفل.

ب. العضلات الظهرية البطنية (العمودية) Tergo – Sternal muscles : وهي التي تربط الترجات بالإسترنات (الظهر والقص) وتوجد على جانبي العضلات الطولية الوسطية وتعتبر رافعة للجناح اذ بانقباض هذه المجموعة من العضلات يؤدي إلى انخفاض ظهر الحشرة إلى أّسفل فيرتفع الجناح إلى أعلى نظراً لاتصالها المفصلي بالصدر.

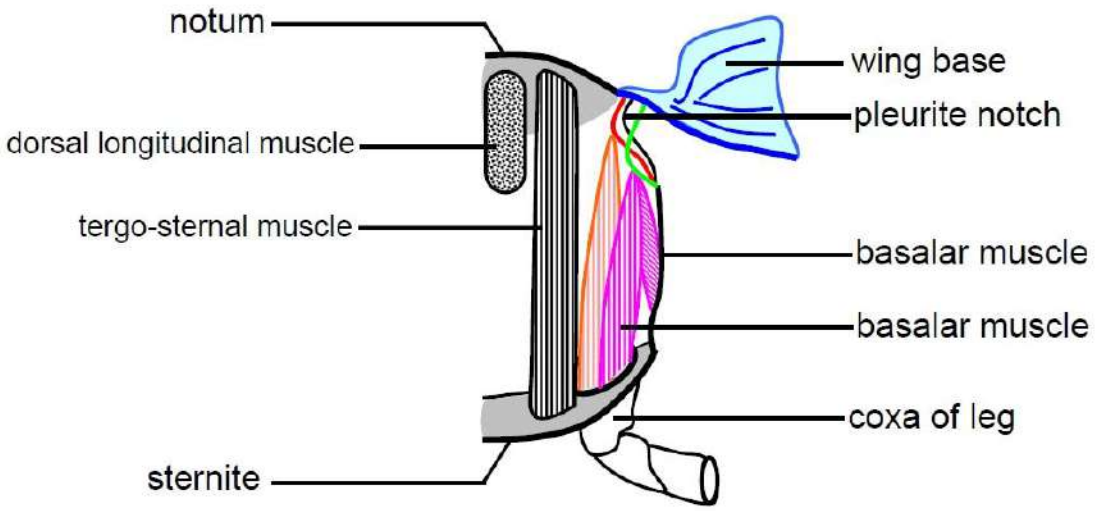
وعليه فبتوالي انقباض وارتخاء هاتين المجموعتين من العضلات غير المباشرة يرتفع وينخفض الجناح بسرعة كبيرة.

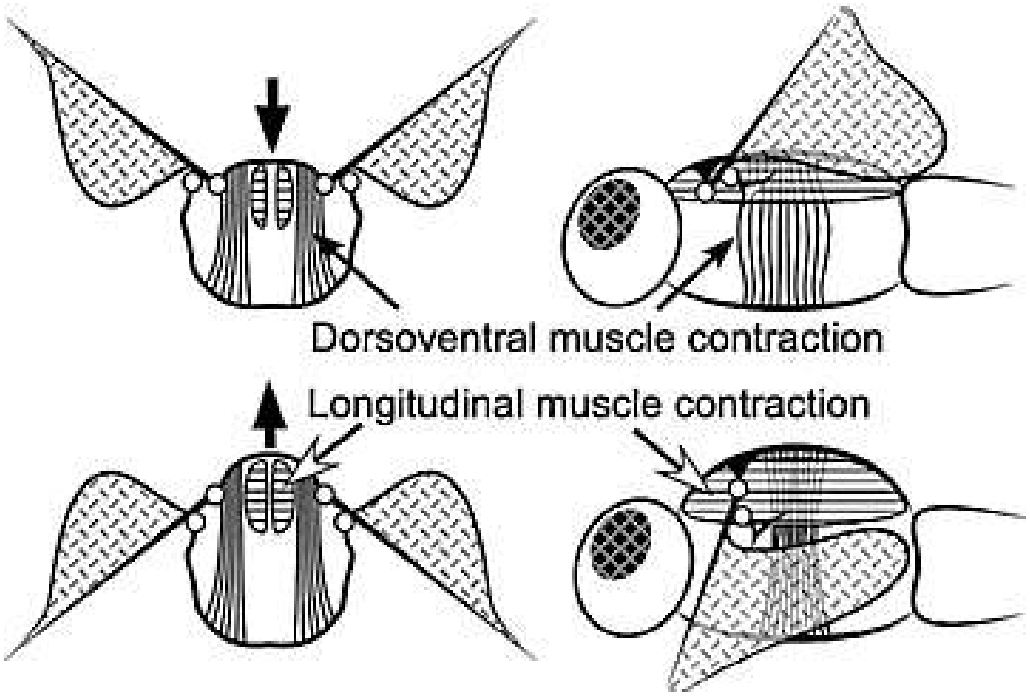
Insect Flight Muscles

Left side of winged thoracic segment



Front view of winged thoracic segment





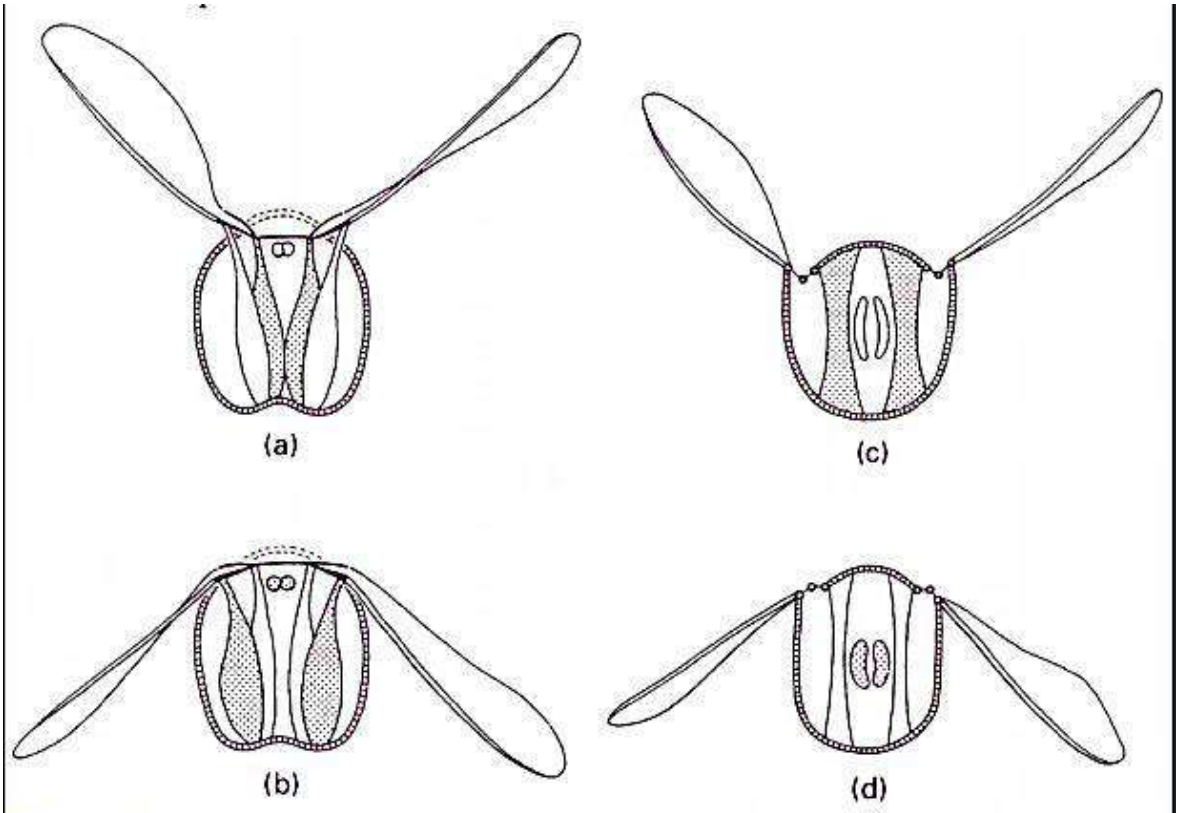


Fig. 3.4 Direct flight mechanisms: thorax during (a) upstroke and (b) downstroke of the wings. Indirect flight mechanisms: thorax during (c) upstroke and (d) downstroke of the wings. Stippled muscles are those contracting in each illustration. (After Blaney 1976.)

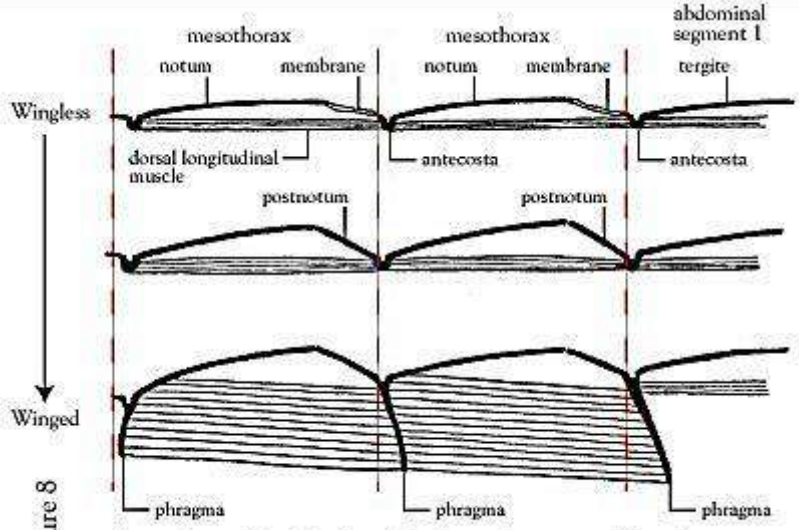
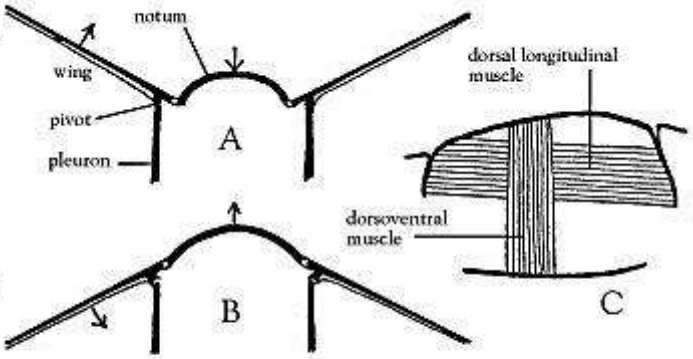
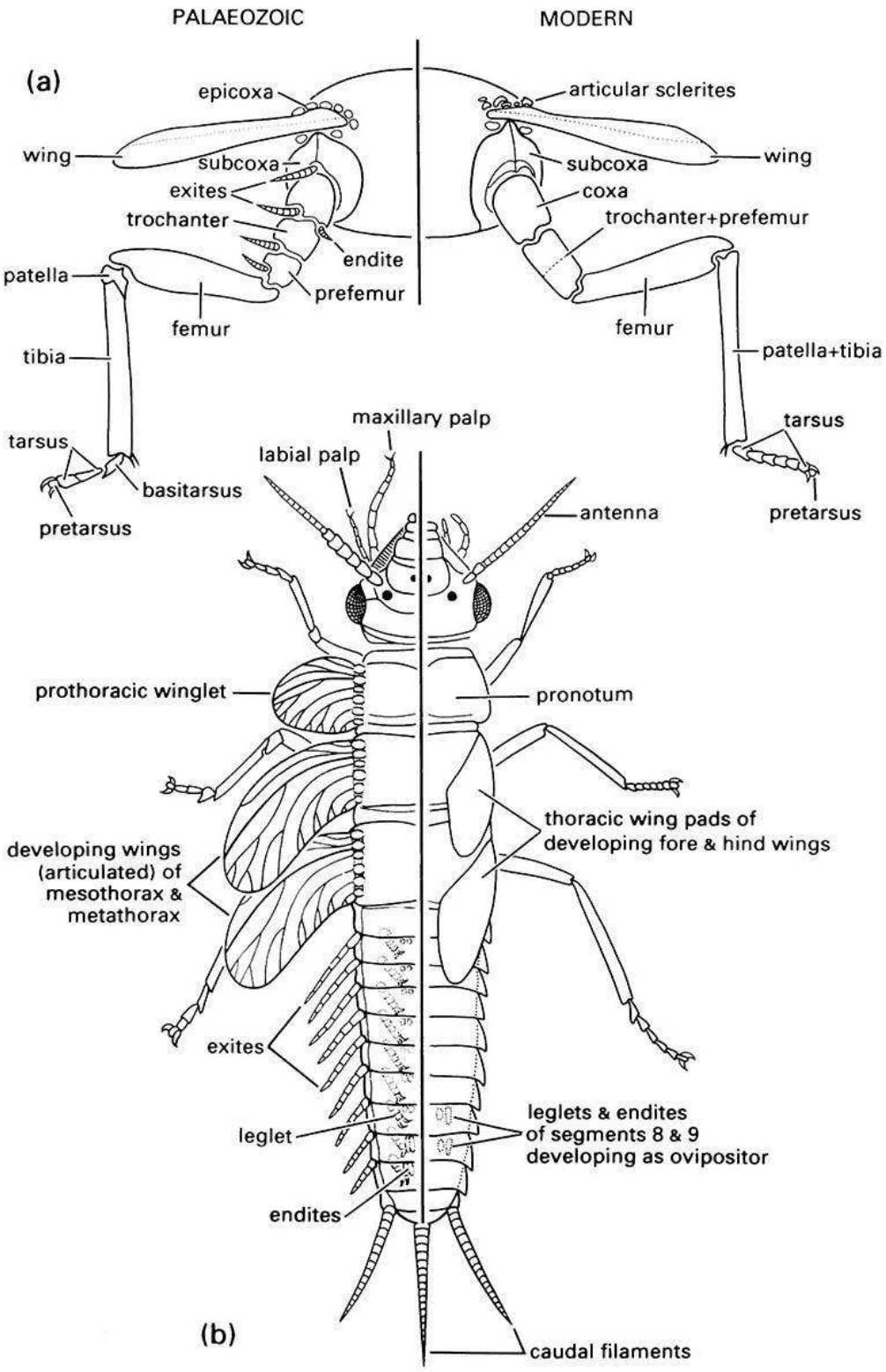


Figure 8

Sagittal view of dorsal surface of the thorax showing possible evolution from the non-winged to winged insects.



Insect flight mechanism. A. Wings are raised by lowering the notum through contraction of dorsoventral muscles. B. Wings are lowered by elevating the notum by contraction of dorsal longitudinal muscles. C, Sagittal view of the mesothorax of a winged insect showing arrangement of dorsoventral and dorsal longitudinal muscles.



Figures. Appendages of hypothetical primitive Palaeozoic (left of each diagram) and modern (right of each diagram) pterygotes (winged insects):
(a) Thoracic segment of adult showing generalized condition of appendages; (b) dorsal view of nymphal morphology. (Modified from Kukalová-Peck 1991; to incorporate ideas of J.W.H. Trueman)(unpublished).

*** تعريق الأجنحة** Wing Venation or Neuration

هو نظام توزيع العروق داخل الاجنحه، وقد مرت دراسة هذا التوزيع على عدة مراحل اخذت اثناءها اسماء مختلفه حتى استقر الراي بعد دراسة النظام الافتراضي الذي وضعه Gomstock و Needham 1889والذي اصبح اساسا للتعريف في الرتب المختلفه لا سيما بعد التعديلات التي ادخلها عليه Tillyard 1918 و Lameere 1922 ، فقد حددت اسماء العروق واعطيت لها رموز معينه، ومما هو جدير بالذكر ان الاجنحه في الحشرات الاوليه تنطبق على نفسها بطريقه مروحيه وبذلك تصبح بعض العروق علويه ويطلق عليها اسم العروق المحدبه Convex ويرمز لها بعلامة (+) واخرى سفليه تسمى بالعروق المقعرة Concave ويرمز لها بعلامة (-).

يتركب جناح الحشرة من طبقتين غشائيتين رقيقتين تقويهما شبكة من الأنابيب المجوفة تسمى بالعروق تكون مملوءة بالدم عند خروج الحشرة الكاملة من العذارى أو الحوريات . وتعتبر دراسة هذه العروق ذات أهمية قصوى في تقسيم الحشرات حيث أن لكل رتبة بل لكل عائلة أو لكل نوع من الحشرات نظام تعريق معين يميزه عن غيره.

وقد وضع نظام خاص لتعريق الأجنحة إعتبر النظام الأساسي أو الأولي لدراسة العروق في الأجنحة ويمكن تلخيصه فيما يلي :

*** العروق الطولية** Longitudinal veins

1- العرق الضلعي Costa (C+) : وهو العرق الاول ومحاذيا للحافة الأمامية للجناح وهو محدب ومفرد غير متفرع ويكون عادة سميك وواضح.

2- العرق تحت الضلعي Sub costa (SC-) : وهو العرق الثاني ووهو مقعر يقع خلف العرق الضلعي ويتفرع (ينقسم) قبل وصوله إلى حافة الجناح إلى فرعين هما تحت الضلعي الاول (Sc_1) وتحت الضلعي الثاني (Sc_2) .

3- العرق الكعبري Radius (R+) : وهو العرق الرئيس الثالث يلي العرق تحت الضلعي وساقه الاصليه محدبه ويتفرع أولاً إلى فرعين رئيسيين هما الفرع الأول الكعبري الأمامي (الاول) (R_1) وهو محدب غير متفرع ، والفرع الثاني يسمى الكعبري القاطع (الجذع الكعبري) Radial sector (Rs) وهذا بدوره يتفرع إلى فرعين وكل فرع يتفرع الى فرعين فتتكون بذلك أربعة فروع هي R_2 و R_3 و R_4 و R_5. اما من الناحية القاعدية فانة يتمفصل مع الصفيحة الابطية Axillary sclerite .

4- العرق الوسطي Media (M -) : ساقه الاصليه مقعرة وهو يتفرع إلى فرعين رئيسيين هما

أ. الأول يسمى الوسطي الأمامي Anterior Media (MA+) وهو محدب يتفرع الى فرعين هما العرق الوسطي الامامي الاول 1^{st} Anterior Media (MA_1) والعرق الوسطي الامامي الثاني 2^{nd} Anterior Media (MA_2) .

ب. والثاني يسمى العرق الوسطي الخلفي (-Posterior Media (MP . وهو مقعر ويتفرع مرتين ليكون اربعة فروع MP_1 و MP_2 و MP_3 و MP_4 .

5- العرق الزندي (-Cubitus (CU : وساقه الاصلي مقعر ويتفرع هذا العرق إلى فرعين هما

أ. العرق الزندي الأول (+First Cubitus (Cu_1 وهو محدب ويتفرع بدورة إلى فرعين هما العرق الزندي الاول الامامي (Cu_1a) والعرق الزندي الاول الخلفي (Cu_1b).

ب. أما العرق الزندي الثاني (- Cu_2) وهو مقعر ولا يتفرع. اما قاعدة هذا العرق فهي الاخرى تتمفصل مع الصفائح القاعدية.

6- العروق الشرجية (Anal (A : توجد في النهاية الخلفية للجناح ثلاثة عروق لاتتفرع وتسمى بالعروق الشرجية +1A و +2A و +3A وغالبا ما تكون محدبه ولو ان العرق الشرجي الثاني قد يكون مقعرا. وتتمفصل مع الصفيحة الابطية الخلفية.

وهذا هو النظام الذي يعتبر اساسا للتعريق في الرتب المختلفه والذي يمكن به مقارنة اي نظام اخر، واقرب الرتب الحشريه الى هذا النظام هي رتبتي Plecoptera و Trichoptera .

ويلاحظ ان التعريق الطولي قد يزيد او ينقص عن النظام الاساسي وتحدث الزيادة لاحد السببين الاتيين:

أ. زيادة تفرع العروق الطوليه وتسمى هذة الفروع بالفروع الاضافيه Accessory Veins وفي هذة الحاله يطلق الاسم الاصلي مع اضافة الاحرف A و B وC ... وهكذا. حسب العروق الاضافيه فمثلا اذا تفرع R2 الى ثلاث فروع اضافيه تسمى R_2A و R_2B و R_2C وهكذا.

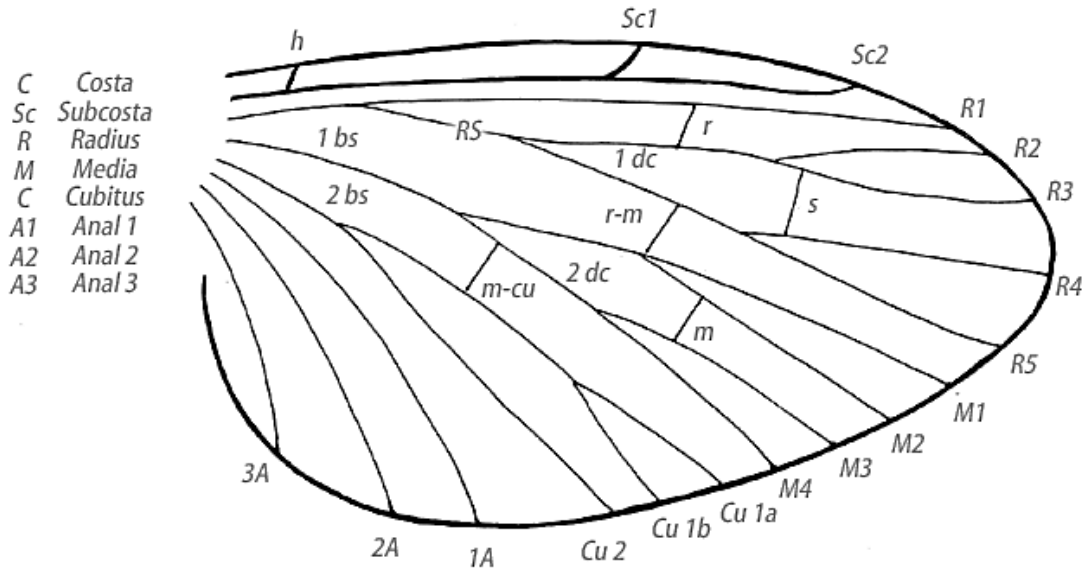
ب. وجود عروق طوليه ثانويه تمتد بين العروق الرئيسيه ولذلك يطلق عليها بالعروق البينيه Intercallary Veins وهذة لا تندمج مع العروق الرئيسيه الطوليه المحيطه الا عن طريق العروق المستعرضه فقط.

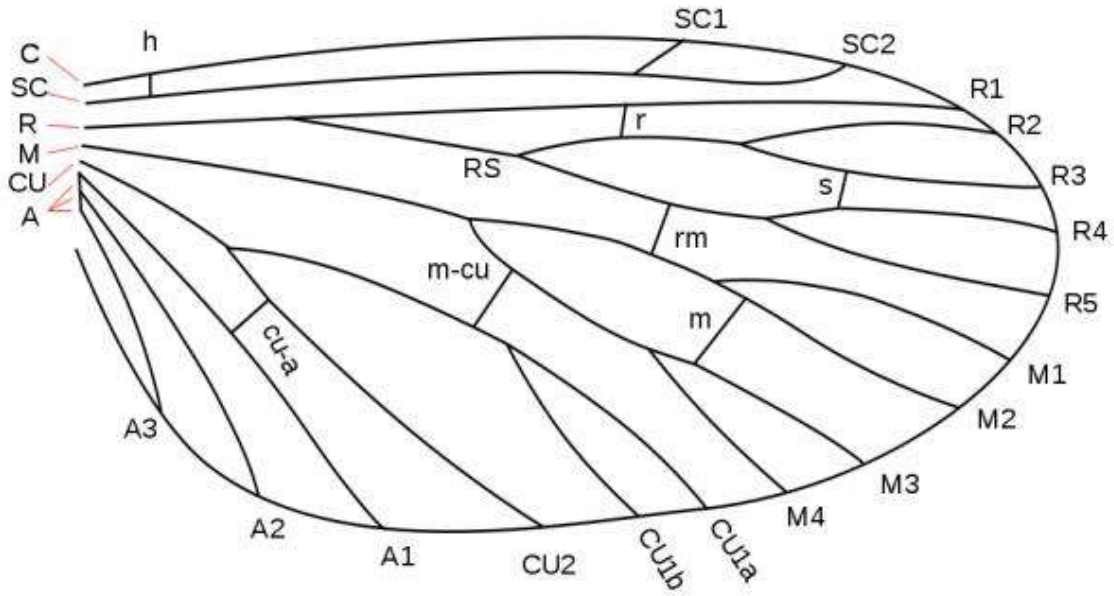
ويحدث النقص في عدد العروق الطوليه لاحد السببين الاتيين هما :

أ. اندماج العروق الطوليه المتجاورة مع بعضها حتى تظهر كعرق واحد او قد تندمج قواعد العروق فقط بينما تكون باقي العروق منفصله ويسمى العرق في هذه الحاله باسم العروق الاساسيه المشتركه فيه فعند التحام العرقين Media و Radius يسمى العرق الناتج Radio – Media ويرمز لة (R – M).

ب. تلاشي بعض العروق اثناء تطور الحشرة وقد توجد اثار لهذة العروق الغائبه كقطع منها او خطوط باهته.

وقد يحدث زيادة في عروق احدى مناطق الجناح ونقص في مناطق اخرى، وقد يتشعب التعريق الى درجه يصعب فيها تتبعه وحينئذ يجب التعرف على احد العروق ثم يفسر توزيع باقي العروق بالنسبة له، ولعل ابرز عرقين وضوحا هما R_1 و CU_1 اذ يسهل تمييزهما وحينئذ يمكن التعرف على باقي العروق.





WING VENATION

Comstock-Needham System

* **العروق المستعرضة** Cross veins

وهي عدد من العروق المستعرضة تمتد بين العروق الطولية ويرمز لها بنفس اسم العروق الطولية القريبة منها والتي تحصر ذلك العرق المستعرض ، بحيث يحمل اسم العرق الامامي يلية اسم العرق الخلفي ، وقد تختفي تماما في بعض الرتب وقد يزيد عددها في البعض الاخر الى درجه ان يصبح تعريق الجناح فيها على شكل شبكه معقدة من العروق وتعرف باسم Archedictyon كما في رتبة شبكية الاجنحه Neuroptera وتكتب عادة بالحروف الصغيرة.

واهم العروق **العرضيه** الموجودة في التعريق النموذجي للجناح هي كما يلي :

1. القاعدي Humeral (h) : يصل بين العرق C والعرق SC بالقرب من الزاويه القاعديه للجناح.
2. الكعبري Radial (r) : ويمتد بين R1 و R2 .
3. القاطع Sectorial (s) : ويمتد بين ساق R2+3 وساق R4+5 او بين R3 و R4 .
4. الكعبري الوسطي Radio – Medial (r – m) : ويمتد بين MA و RS بالقرب من وسط الجناح.
5. الوسطي Medial (m) : ويمتد بين MA_2 و MP_1 .
6. الوسطي الزندي Medio – Cubital (m – cu) : ويمتد بين M و CU .
7. القوسي Arculus (a) : يوجد بالقرب من قاعدة الجناح ممتدا بين العرق R و CU ومن هذا العرق العرضي ينشا العرق M ويطلق على الجزء الامامي منه بالقوسي الامامي Anterior Arculus ويقع امام العرق M وجزؤه الخلفي يسمى بالقوسي الخلفي Posterior Arculus ويقع خلف العرق M .

وينتج عن وجود العروق العرضيه ان ينقسم سطح الجناح الى مساحات تحددها العروق من جميع الجوانب وتعرف هذه المساحات بالخلايا Cells ويطلق على هذة الخلايا اسم العرق الذي يحددها من الامام ويرمز لها بنفس الرمز ، ويوجد نوعين من خلايا الجناح هي :

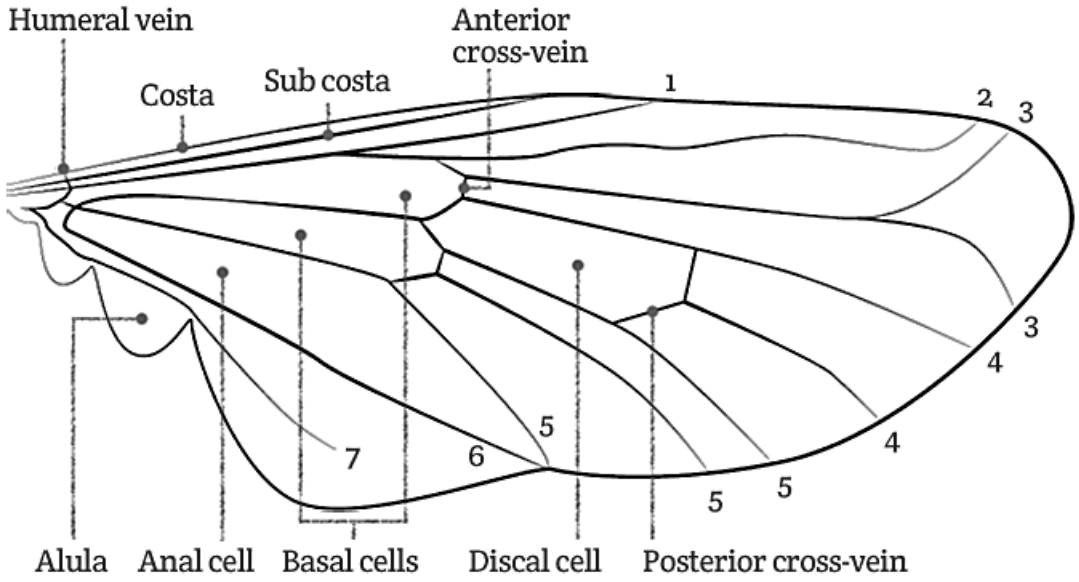
أ. خلايا قاعديه Basal cells وتكون محصورة بين السيقان الرئيسيه للعروق.

ب. خلايا طرفيه Distal cells وتقع بين فروع هذة العروق الرئيسية.

عندما يندمج عرقان متجاوران (R_{2+3}) مثلا يطلق اسم الخليه خلفهما على اسم العرق الاخير (R_3) ولا يطلق عليها (R_{2+3}).

اذا تلاشى العرق العرضي الذي يفصل بين خليتين تسمى الخليه باسم هذين العرقين ، فمثلا اذا اندمجت الخليتين R و M نتيجة لاختفاء العرق العرضي R – M يطلق على الخلية الناتجه (R – M).

قد يقسم عرق عرضي خلية واحدة الى خليتين وفي هذه الحاله تسمى الخليه الموجودة في اتجاه قاعدة الجناح بالخليه الاولى والخليه الطرفية بالخلية الثانية ، فمثلا اذا ما قسمت الخلية M بعرق عرضي الى خليتين تسمى القاعدية 1^{st} M والطرفية 2^{nd} M .



البطن The Abdomen

البطن هي المنطقة الثالثة من مناطق الجسم الحشرة تلي منطقة الصدر ، يتركب البطن من سلسلة من الحلقات المتتالية المتساوية في الحجم تقريباً وهي متداخلة في بعضها البعض على شكل تليسكوبي يُمكن الحشرة من أن تمتد وتنكمش حسب إحتياجها فمثلاً تمتد عندما يكون جهازها الهضمي مملوءاً بالغذاء أو أن جهازها التناسلي ممتلئ بالبيض.

في معظم الأحيان نجد أن كل حلقة بطنية عبارة عن حلقة بسيطة ، بمعنى أن الترجة والإسترنة عبارة عن صفائح بسيطة غير مقسمة غالبا وكذلك البلورا تكون غشائية ولا تتميز بها اي صفائح، ومع ذلك فقد يحدث التحور في بعض الحلقات الامامية والخلفية من البطن خاصة الحلقة الاخيرة التي تحمل الاعضاء التناسلية الخارجية.

وتدل الدراسات ألجنينية أن عدد حلقات البطن التي تعرف بالقطع الجنينية Uromeres هو 12حلقة وقد يختفي او يندمج بعضها مع البعض الاخر او يتحور في المجاميع الحشرية المختلفة، فالحلقة الاخيرة التي تعرف بالدبر (عُجب) Telson تختفي في الاطوار الكاملة وغير الكاملة لمعظم الحشرات ولكنها قد تبقى في بعض الرتب الاخرى كما في رتبة Protura وهذه القطعة النهائية لا تعتبر حلقة حقيقية.

وفي بعض الحالات تكون حلقات البطن مختزلة عند الطرف الأمامي والخلفي ، ويزداد هذا الإختزال في الرتب العليا من الحشرات. والحلقة الحادية عشر لاتوجد إلا في الأطوار الكاملة لبعض الرتب الاولية مثل

رتبة مستقيمة الاجنحة Orthoptera حيث تلتحم ترجتها مع ترجة الحلقة العاشرة مكونة الصفيحة فوق الشرجية Epiproct وتظهر استرنتها في صورة فصين من الصفائح على جانبي الشرج وتعرف بالصفائح الدبرية او الصفائح حول الشرجية Paraproct ، اما الحلقة البطنية العاشرة فهي عادة واضحة وتمثل الحلقة الطرفية في الحشرات الراقية.

تختلف عدد الحلقات البطنية في الحشرات المختلفة ففي ذوات الذنب القافز Collembola مثلا يكون عددها ستة في كل من الجنين والحشرة الكاملة.

تختزل الحلقة البطنية الاولى في معظم الحشرات، حيث تنعدم استرنتها تماما.

اما في غشائية الجنحة فتتحد هذة الحلقة مع الصدر الخلفي مكونة ما يسمى بالحلقة الوسطية او الخصر Median segment, Epinotum or Propodeum ويحدث هذا الاندماج اثناء فترة التحول من طور اليرقة الى طور العذراء تضيق الحلقة البطنية الثانية او جزء منها مكونة حلقة رفيعة تسمى بالحامل Petiole وخلفه باقي حلقات البطن المنتفخة والتي تعرف Gaster حيث تكسب البطن حرية اوسع في الحركة كما في الزنابير ذات الخصر النحيل من رتبة غشائية الاجنحة.

تصبح الحلقات البطنية الطرفية مدببة في كثير من الحشرات لا سيما التي تضع بيضها في داخل انسجة النبات او في الاماكن المخفية وتتداخل حلقاتها البطنية تلسكوبيا لتنفرد وتتمدد اثناء عملية وضع البيض كما في عائلة Muscidae و Trypetidae من رتبة ذات الجناحين Diptera .

تقسم حلقات البطن الى ثلاثة مناطق كما ياتي :

I. الحلقات الحشوية او الحلقات قبل التناسلية Visceral or Pregenital segments
تشمل السبع حلقات البطنية الاولى وهي تبدو بسيطة متماثلة التركيب ، باستثناء الحلقة البطنية الاولى والثانية في بعض الحشرات كما سبق ذكره وقد يقل عدد الحلقات الحشوية الى خمسة كما في رتبة ذات الجناحين.

II. الحلقات التناسلية Genital segments
تمثل الحلقات البطنية الثامنة والتاسعة ، وتحمل كل منها زوجا من الزوائد تعرف بالاقدام التناسلية Gonopods تقع الفتحة التناسلية Gonopore المؤنثة في نهاية الاسترنة الثامنة بينما تقع الفتحة التناسلية الذكرية في نهاية الاسترنة التاسعة.

III. الحلقات خلف التناسلية Postgenital segments
هما الحلقتان العاشرة والحادية عشرة والاخيرة تحمل زوجا من الزوائد الحسية هما القرنان الشرجيان Anal cerci .

*** زوائد البطن** Abdominal appendages

تحمل كل حلقة من حلقات البطن في الطور الجنيني زوجا من الزوائد المفصلية عدا الدبر فهو خالي من الزوائد، وتختفي غالبية هذة الزوائد بعد هذا الطور، ولا يبقى الا بعضها التي تتحور للقيام بوظائف خاصة معينة.

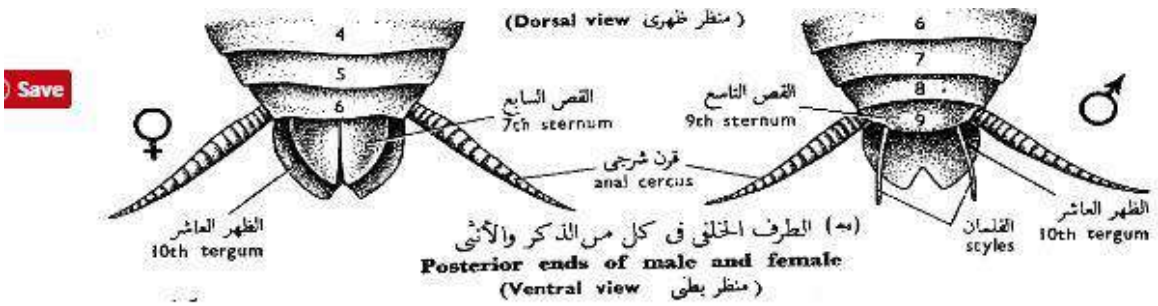
تتحور زوائد الحلقتين الثامنة والتاسعة (الحلقات التناسلية) الى زوائد تدخل في تكوين الة وضع البيض Ovipositor في الانثى بينما في الذكر تتحور زوائد الحلقة البطنية التاسعة لتكوين اعضاء التناسل الخارجية او الة السفاذ Genitalia في حين تتحور زوائد الحلقات الحشوية (الحلقات قبل التناسلية) وزوائد الحلقات البطنية خلف التناسلية للقيام بوظائف ليس لها علاقة بالوظائف التناسلية.

وتقسم زوائد البطن في الحشرات الى مجموعتين :

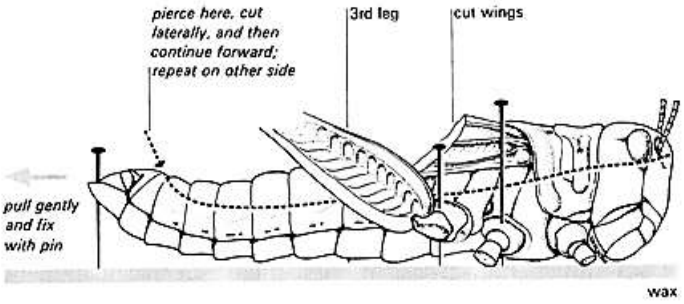
I. **الزوائد اللاتناسلية** Non- Genital appendages وتشمل :

1. **الاقلام الشرجية** Anal stylets توجد في الذكور فقط.
2. **القرون الشرجية** Anal cerci تمثل زوائد الحلقة البطنية الحادية عشرة ، حيث تحتفظ بها معظم الحشرات الكاملة ، وتوجد في الذكور والاناث ، وتاخذ اشكالا متعددة انواع وهي :

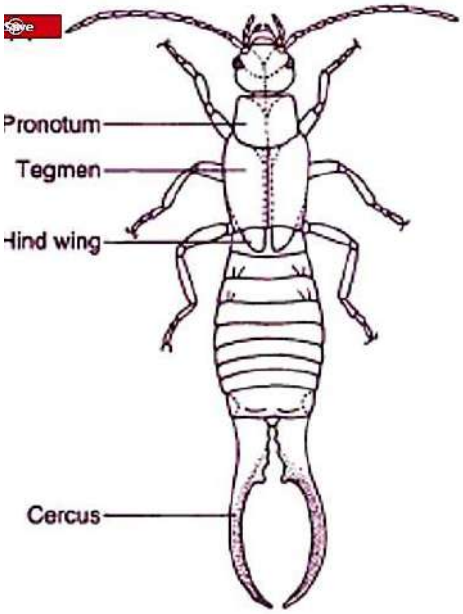
- طويلة ومقسمة كما في السمك الفضي Thysanura .
- طويلة غير مقسمة في الحفار Orthoptera .
- قصيرة ومقسمة في الصرصر الامريكي Dictyoptera .
- قصيرة غير مقسمة (قطعة واحدة) في الجراد Orthoptera .
- محورة الى ملاقط كما في ابرة العجوز Dermaptera .
- أو تتحور إلى خياشيم شرجية (للتنفس) كما في النياد (حورية مائية) الرعاش الصغير الذي يعيش في الماء.



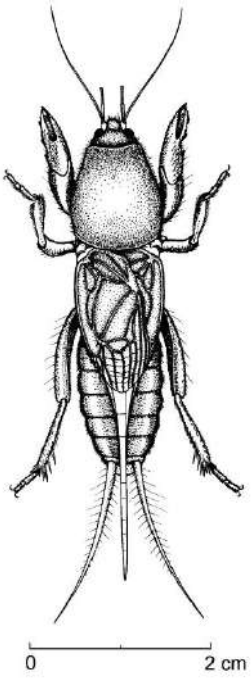
قرن شرجي قصير ومقسم (الصرصر)



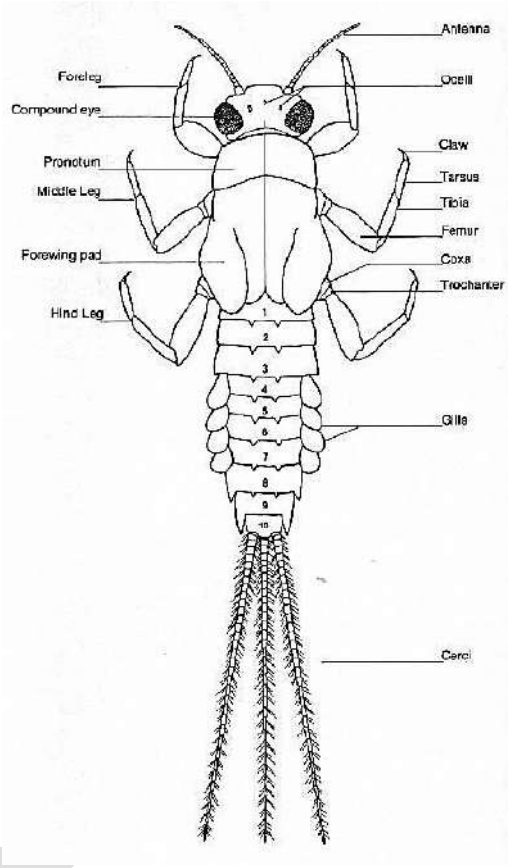
قرن شرجي قصير غير مقسم (الجراد)



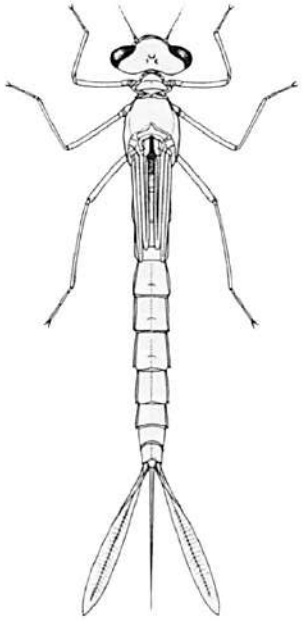
قرن شرجي متحور الى ملاقط (ابرة العجوز)



قرن شرجي طويل غير مقسم (الحفار)



قرن شرجي طويل مقسم (السمك الفضي)



قرن شرجي متحور الى خياشيم شرجية (ذيلية) للتنفس (الرعاش الصغير)

3. **الزوائد البطنية في الحشرات عديمة الاجنحة** Apterygota

تحتفظ البطن في الحشرات غير المجنحة بعدد كبير من الزوائد ذات الاهمية التقسيمية في تمييز هذه المجموعة من الحشرات.

- ففي بعض الحشرات ذات الذنب الشعري Thysanura تكون الزوائد على الحلقات البطنية من 2 – 9 مختزلة اثرية، وتتركب من جزء قاعدي Base – Limb يعرف بالحرقفة Coxite او الحرقفة القدمية Coxopodite تحمل ساقا قصيرة Stylus وكثيرا ما تندمج قواعد هذه الزوائد مع الاسترنة فتسمى الاسترنة في هذه الحالة بالاسترنة الحرقفية Coxosternum وقد يبرز نتوءان انبوبيان Vesicles من السطح الداخلي لكل حريقفة.
- وتحمل البطن في حشرات رتبة ذات الذنب القافز Collembola زوائد على الحلقات البطنية الاولى والثالثة والرابعة تعرف باللاصقة Collophore والقابظة Retinaculum or Hamuli والقافزة Furcula على التوالي.

4. **الزوائد البطنية في الحشرات المجنحة غير الكاملة**

Appandages of Immature Pterygota Insects

قد تحتفظ الاطوار غير الكاملة في الحشرات المجنحة ببعض الزوائد البطنية ففي حوريات ذباب مايو تبقى الزوائد البطنية في صورة خياشيم على حلقات البطن السبعة الاولى ، وفي يرقات حشرات حرشفية الاجنحة تبقى زوائد البطن على الحلقات 3 و4 و5 و6 و10 في صورة ارجل بطنية او تسمى بالارجل الكاذبة Prolegs .

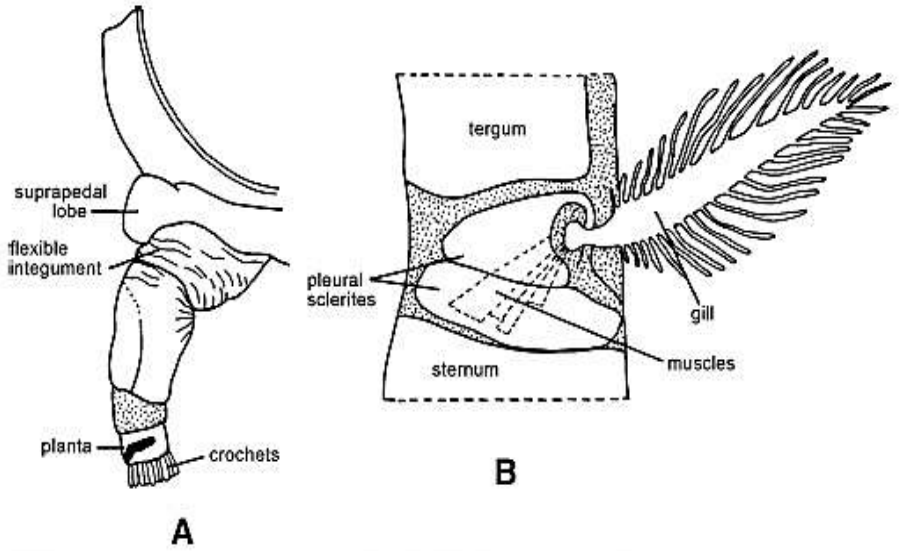


FIGURE 3.35. Secondary segmental appendages. (A) Proleg of a caterpillar; and (B) gill of a mayfly larva. [From R. E. Snodgrass, *Principles of Insect Morphology*. Copyright 1935 by McGraw-Hill, Inc. Used with permission of McGraw-Hill Book Company.]

II. الزوائد التناسلية Genital appendages

تحتفظ حلقات البطن في الحشرات الكاملة بزوائد الحلقات 8 و9 في الانثى و9 فقط في حالة الذكر وتعرف هذه الزوائد بالزوائد الجنسية Gonopods وتتركب من

- الصفائح القاعدية او الحريقفات Coxites يخرج من حافتيها الخارجيتين زوج من الاقلام Styli كما ينمو من وسطها زوج من الزوائد الطويلة تعرف بالنتوءات التناسلية Gonapophyses (تماثل النتوءات الانبوبية في الزائدة المختزلة Vesicles)، وتشترك هذه الزوائد في تكوين اعضاء التناسل الخارجية External genitalia ممثلة بالة وضع البيض Ovipositor في الانثى والة السفاذ Male genitalia في الذكر.

1. الة وضع البيض Ovipositor

ويختلف شكل وتركيب آلة وضع البيض باختلاف الحشرات. فهي غير موجودة كما في الحشرات الاولية والقمل والرعاشات وقد تكون طويلة واضحة كما في النطاطات او قد

تكون قصيرة ومفككة كما في الصرصر أو قد تتحور للحفر كما في الجراد حيث تكون آلة وضع البيض طويلة وقوية ومتداخلة مع بعضها بحيث تكون متماسكة او تتحور للوخز كما في شغالة النحل والزنابير، وفي حشرات الثربس نجد أن الصمامات تحولت إلى إبر مسننة (أنابيب) يمر من خلالها البيض وهذه الإبر تُمكّن الحشرة من ثقب جسم النباتات بواسطها (آلة وضع البيض) ثم تضع البيض داخل النبات.

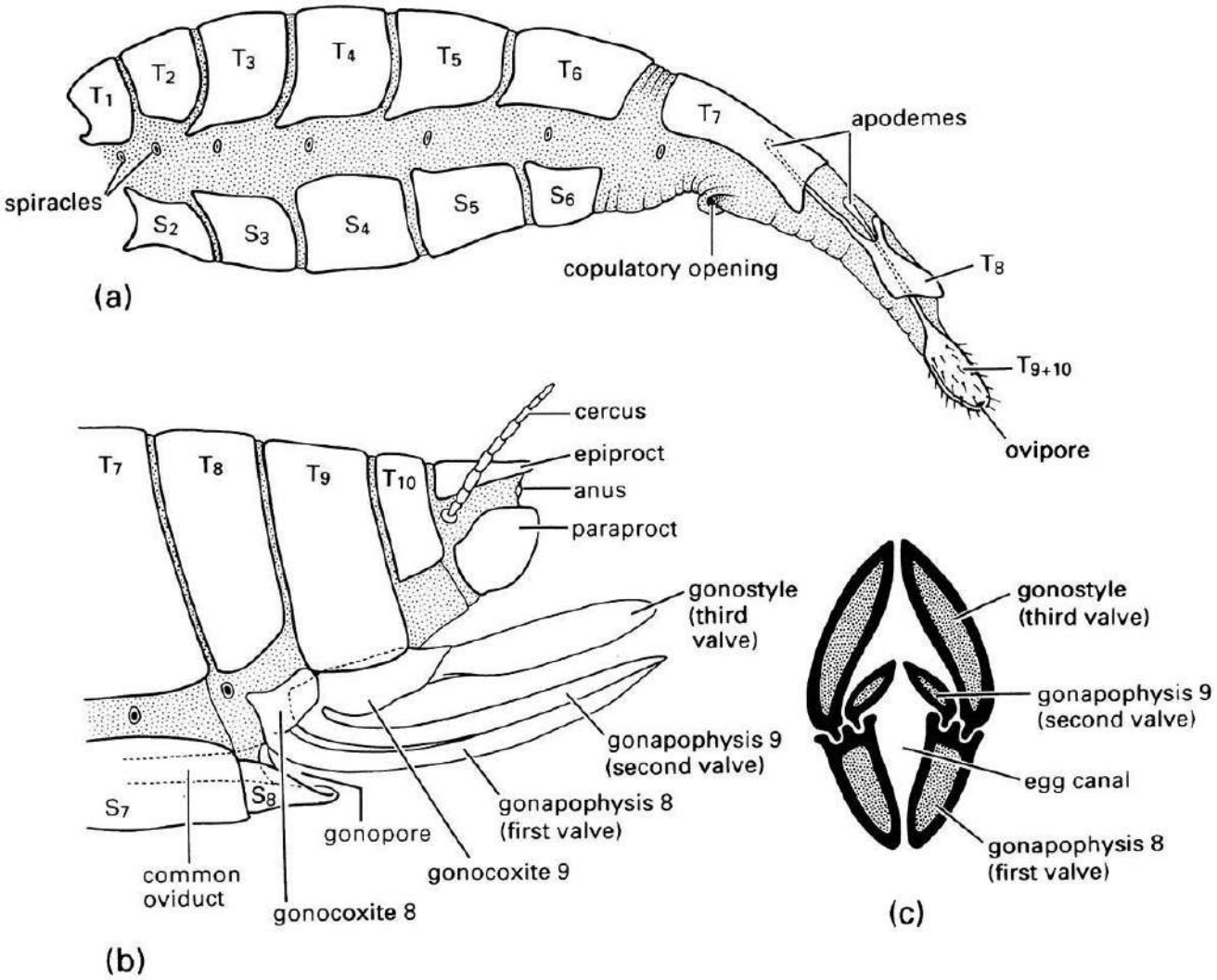
وعموما تتركب من ثلاث ازواج من الصمامات Valvulae (تمثل النتوءات التناسلية Gonapophyses في الزائدة الجنسية) وتحمل هذه الصمامات على زوج من الصفائح القاعدية تعرف بحاملات الصمامات Valvifer (تمثل حريقفات Coxites الزائدة التناسلية) وهي كما يلي :

a. زوج من الصمامات البطنية او الامامية Ventral or Anterior valvulae وهي تمثل النتوءات التناسلية للحلقة البطنية الثامنة.
b. زوج من الصمامات الداخلية او الخلفية Inner or Posterior valvulae وهي تمثل الزوائد التناسلية للحلقة البطنية التاسعة.
c. زوج من الصمامات الجانبية او العلوية Dorsal or Lateral valvulae وهي تمثل استطالة حريقفات الحلقة البطنية التاسعة.

اما الاقلام Styli الموجودة في الزائدة التناسلية فانها تختفي تماما في الة وضع البيض وحتى عند وجودها فانها لا تشترك في تكونها، وفي بعض الحشرات تتكون الة وضع البيض من زوجين فقط من الصمامات يتبعان الحلقتين الثامنة والتاسعة كما في نصفية وغمدية الاجنحة.

وبانضمام هذه الزوائد مع بعضها تتكون انبوبة يمر فيها البيض وتوجد الفتحة التناسلية في نهاية الحلقة البطنية الثامنة.

أو بمعنى آخر أن الزوج الثاني والزوج الثالث يخرجان من أسترنة العقلة البطنية التاسعة (زوج واحد متفرع إلى زوجين).



Figures. The female abdomen and ovipositor:
(a) lateral view of the abdomen of an adult tussock moth (Lepidoptera: Lymantriidae) showing the substitutional ovipositor formed from the extensible terminal segments; (b) lateral view of a generalized orthopteroid ovipositor composed of appendages of segments 8 and 9; (c) transverse section through the ovipositor of a katydid (Orthoptera: Tettigoniidae). T_1—T_{10}, terga of first to tenth segments; S_2—S_8, sterna of second to eighth segments. ((a) After Eidmann 1929; (b) after Snodgrass 1935; (c) after Richards & Davies 1959).

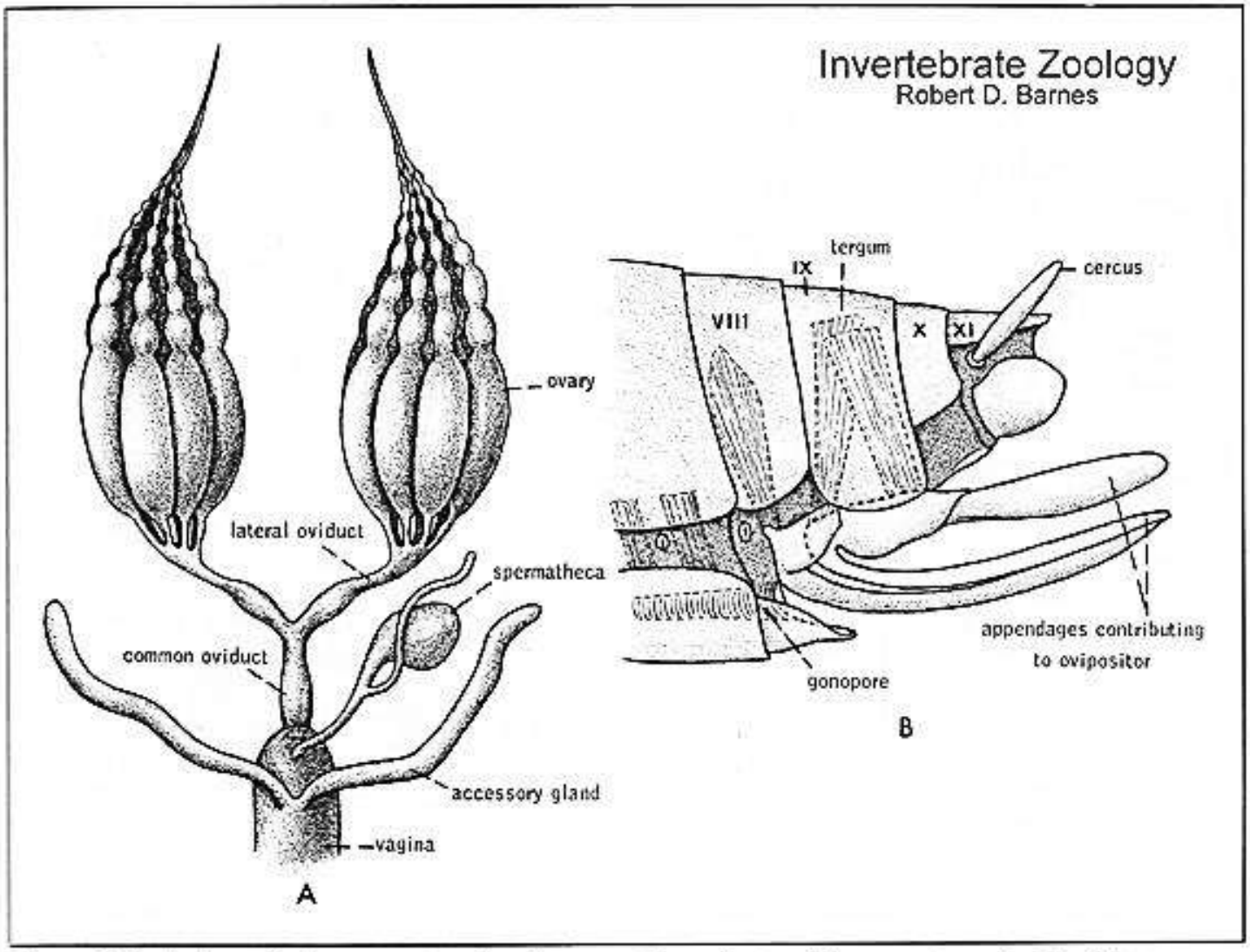


Figure 16–8 *A*, Reproductive system in a female insect. *B*, Lateral view of the posterior end of the abdomen, showing reproductive opening and appendages, forming ovipositor. (Both after Snodgrass.)

وفي كثير من الحشرات غشائية الأجنحة مثل شغالة نحل العسل تتحور فيها آلة وضع البيض إلى **آلة لسع** (حيث أن شغالة نحل العسل لاتتكاثر) لتدافع بها الحشرة عن نفسها وعن الطائفة وهي تتركب من الأجزاء الآتية :

1. الصفائح الكايتينية : وهي التي تقابل الحريقفات أو حوامل الصمامات في آلة وضع البيض وهي عبارة عن

أ. زوج من الصفائح يقابل حريقفات العقلة البطنية الثامنة ويعرف بـ الصفائح المثلثة Triangulat plates.

ب. خمسة صفائح تقابل حريقفات العقلة البطنية التاسعة وهي عبارة عن زوج من الصفائح المربعة Quadrate plates وزوج من الصفائح المستطيلة Oblang plates وصفيحة واحدة متوسطة Median.

1- الأجزاء الحادة المستعملة في عملية الوخز (اللسع) وهي تقابل الصمامات في آلة وضع البيض وهي عبارة عن :

أ- الرمحان Stylets : يخرجان من الطرف الأمامي للصفيحتين المثلثتين وينحنيان إلى الخلف وأطرافها بها تسنين دقيق وهما يقابلان زوج الصمامات السفلي في آلة وضع البيض.

ب- الغمد Stylets sheath : زائدتان تخرجان من الطرف الأمامي للصفيحتين المستطيلتين ثم تلتحمان إلى الخلف ، وتكونان عند بدايتهما إنتفاخاً يعرف بإنتفاخ الغمد Sting bulb ثم تمتدان فوق الرمحان. ويوجد على السطح السفلي لكل جانب بروز طولي ينزلق داخل تجويف طولي يمتد على السطح العلوي لكل من الرمحين بحيث يتحركان إلى الأمام وإلى الخلف مع احتفاظها بوضعها ويكون الثلاثة في وسطها قناة يمر منها إفراز الغدد السامة إلى جسم الفريسة. ويقابل الغمد الزوج الداخلي في آلة وضع البيض.

جـ- الزائدة الشبيهة بالملمس Plap-like appendage : زوج من زوائد تخرجان من الطرف الخلفي للصفيحتين المستطيلتين وتقابلان الزوج العلوي في آلة وضع البيض وهما غير مقسمتين وتشبهان الملامس.

2- الغدد السامة Poison glands : وهي التي تفرز الإفرازات السامة وهي :

أ- الغدة الحامضية Acid gland : وهي أنبوبية الشكل تصب إفرازاتها في مخزن يعرف بكيس السم Poison sac.

ب- الغدة القلوية Alkaline gland : وهي أنبوبية الشكل وتصب في قناة بالقرب من فتحة كيس السم.

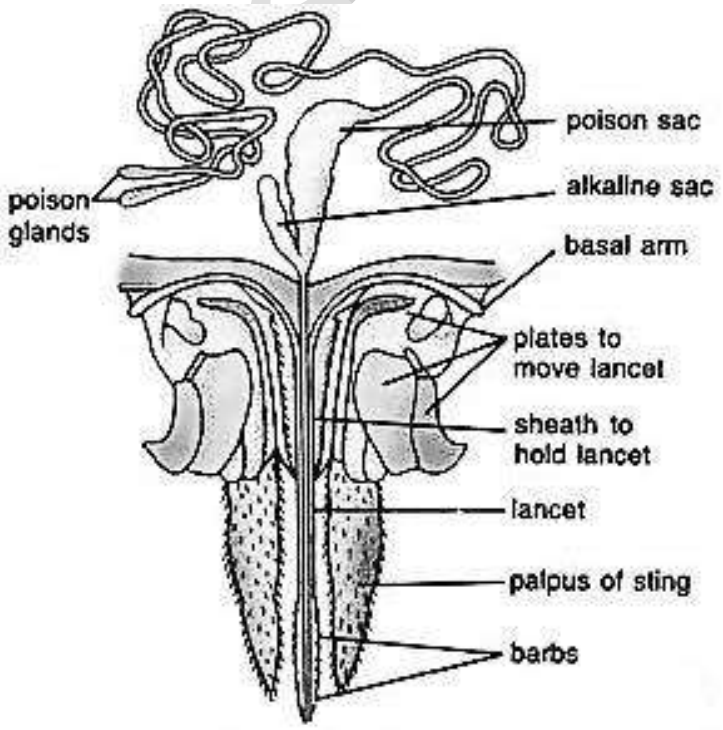
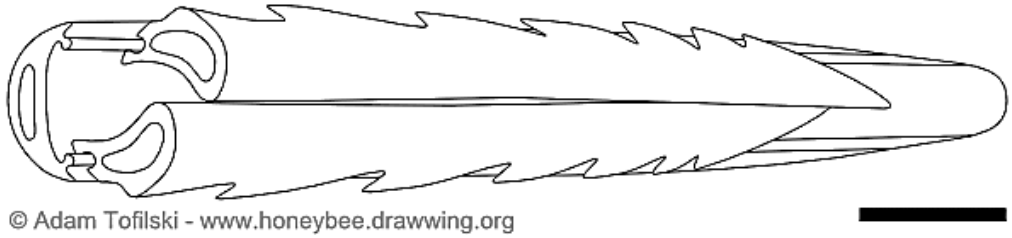


Fig. 77.6. Honeybee, Sting.



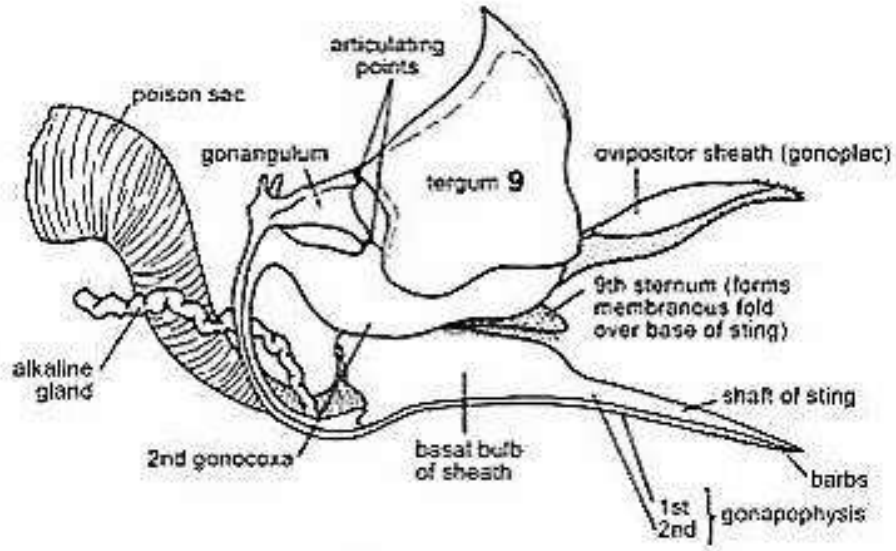
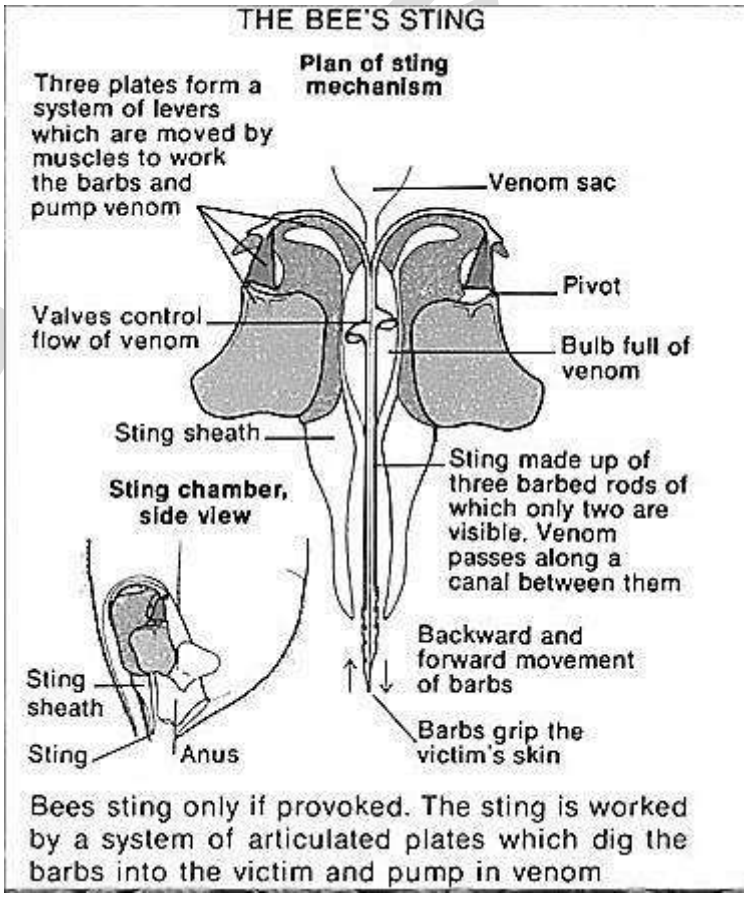


FIGURE 3.32. Sting of the honey bee. [After R. E. Snodgrass, 1925. Anatomy and Physiology of the Honey bee. McGraw-Hill Book Company.]



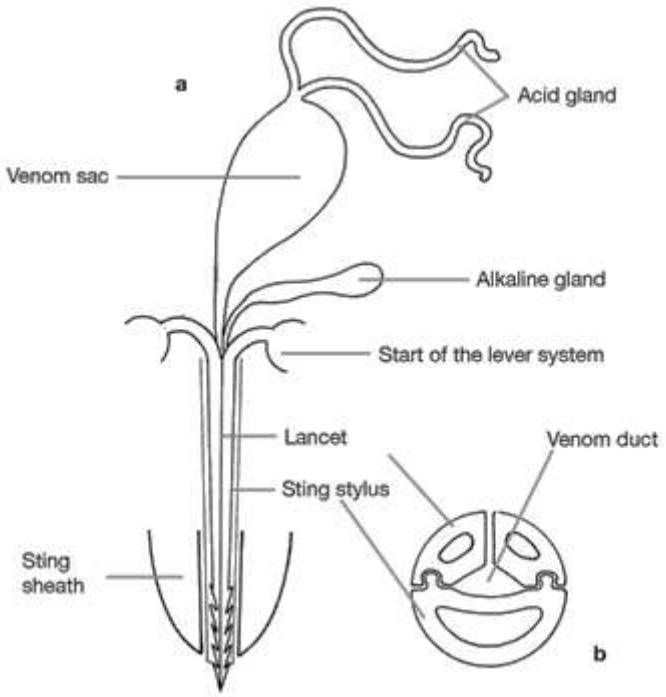
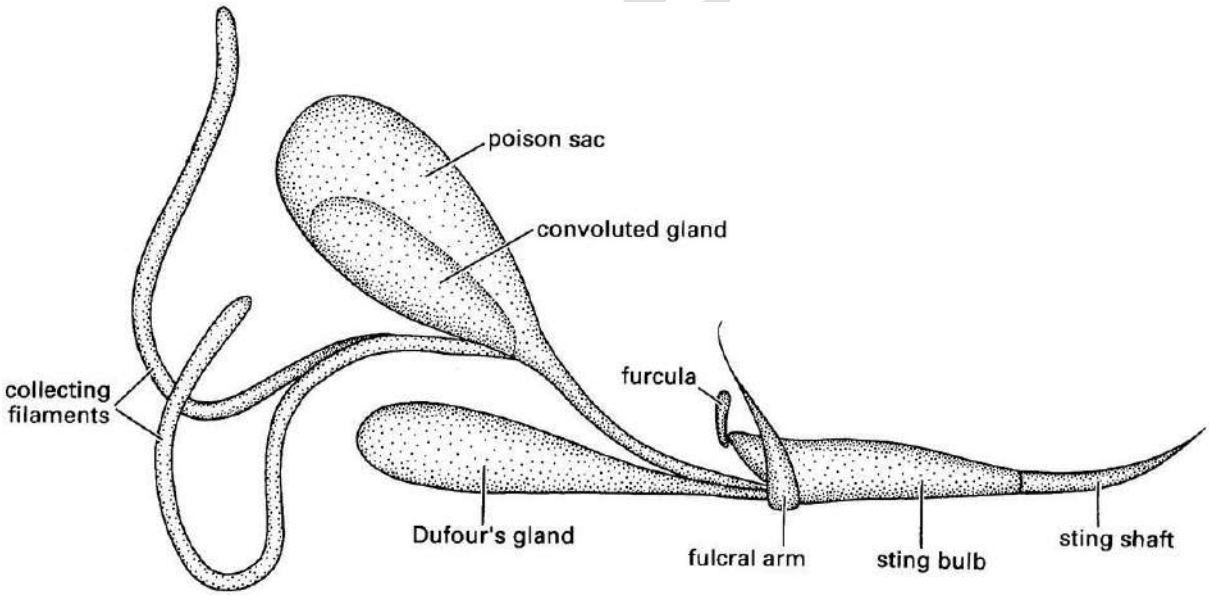


Fig. Schematic representation of the sting apparatus in the *Aculeata*.**a** Overview (adapted from Müller 1988).**b** Cross-section of the sting (adapted from Edery et al. 1978).



Figures. Diagram of the major components of the venom apparatus of a social aculeate wasp.(After Hermann & Blum 1981).

2. **آلة السفاد (أعضاء التناسل الخارجية في الذكور)** Male genitalia

تاخذ آلة السفاد اشكالا مختلفة في الأنواع المختلفة للحشرات وفي بعض الحشرات من الممكن غياب المقبضان اللذان يستعملان أساساً في القبض على الأنثى أثناء السفاد، الا انها ثابتة في النوع الواحد ولذلك تستعمل آلة السفاد كصفة تقسيمية مهمة يعول عليها في التفرقة بين الأجناس في الأنواع المتقاربة.

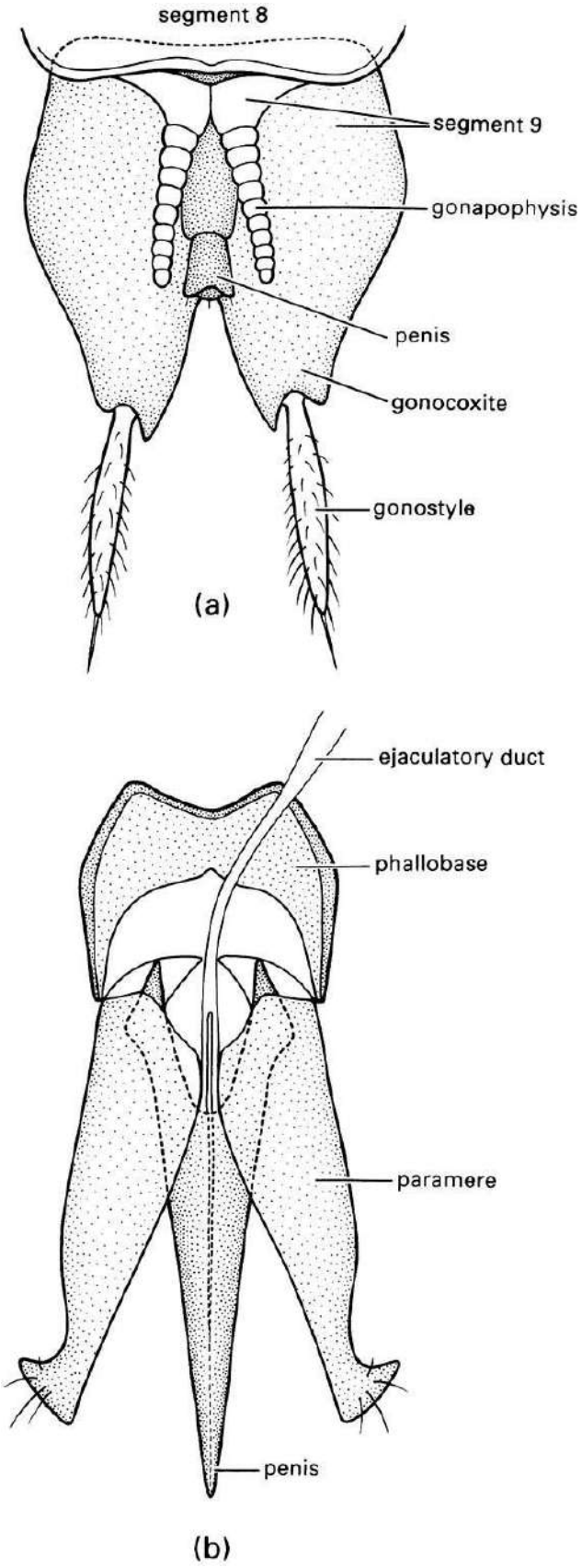
تتكون آلة السفاد التامة التكوين من زوج من المقابض Claspers وتعرف بـ Harpes او Harpagones وهي تمثل الاقلام في الزائدة التناسلية ويستعملها الذكر في الامساك بالانثى اثناء السفاد، ويختلف شكلها في الحشرات المختلفة فقد تكون من عقلة واحدة او عقلتين او اكثر وقد تختفي بالمرة في حشرات اخرى.

اما النتوءات فهي توجد في جميع الحشرات ما عدا رتبتي Collembola و Plecoptera ، وهي عادة تنقسم طوليا الى زوجين من الفصوص

- الزوج الداخلي او الوسطي Inner or Median lobe الذي يكون القضيب Penis او الجزء الطرفي من القناة القاذفة، وقد يحتفظ بالطبيعة المزدوجة كما في رتب Protura وذباب مايو Ephemeroptera وجلدية الاجنحة Dermaptera او قد يلتحم فصا الزوج الداخلي في قطعة واحدة وتسمى حينئذ بـ القضيب الوسطي Median Penis (Phallus) في غالبية الحشرات.
- اما الزوج الخارجي فيكون غلافا للقضيب Parameres.

وتعرف مجموعة هذين الزوجين بعضو التلقيح Aedeagus وتعرف الفتحة التي توجد في طرف القضيب باسم Phallotreme ، اما الفتحة التناسلية Gonopore فتوجد في نهاية القناة القاذفة.

وتختلف الة السفاد في ذكور الرعاشات حيث يكون القضيب Penis في استرنة الحلقة البطنية الثالثة بينما تكون الاعضاء القابضة Clasper في نهاية الحلقة البطنية العاشرة.



Figures. Male external genitalia.
(a) Abdominal segment 9 of the bristletail *Machilis variabilis* (Archaeognatha: Machilidae).
(b) Aedeagus of a click beetle (Coleoptera: Elateridae). (a) After Snodgrass 1957)

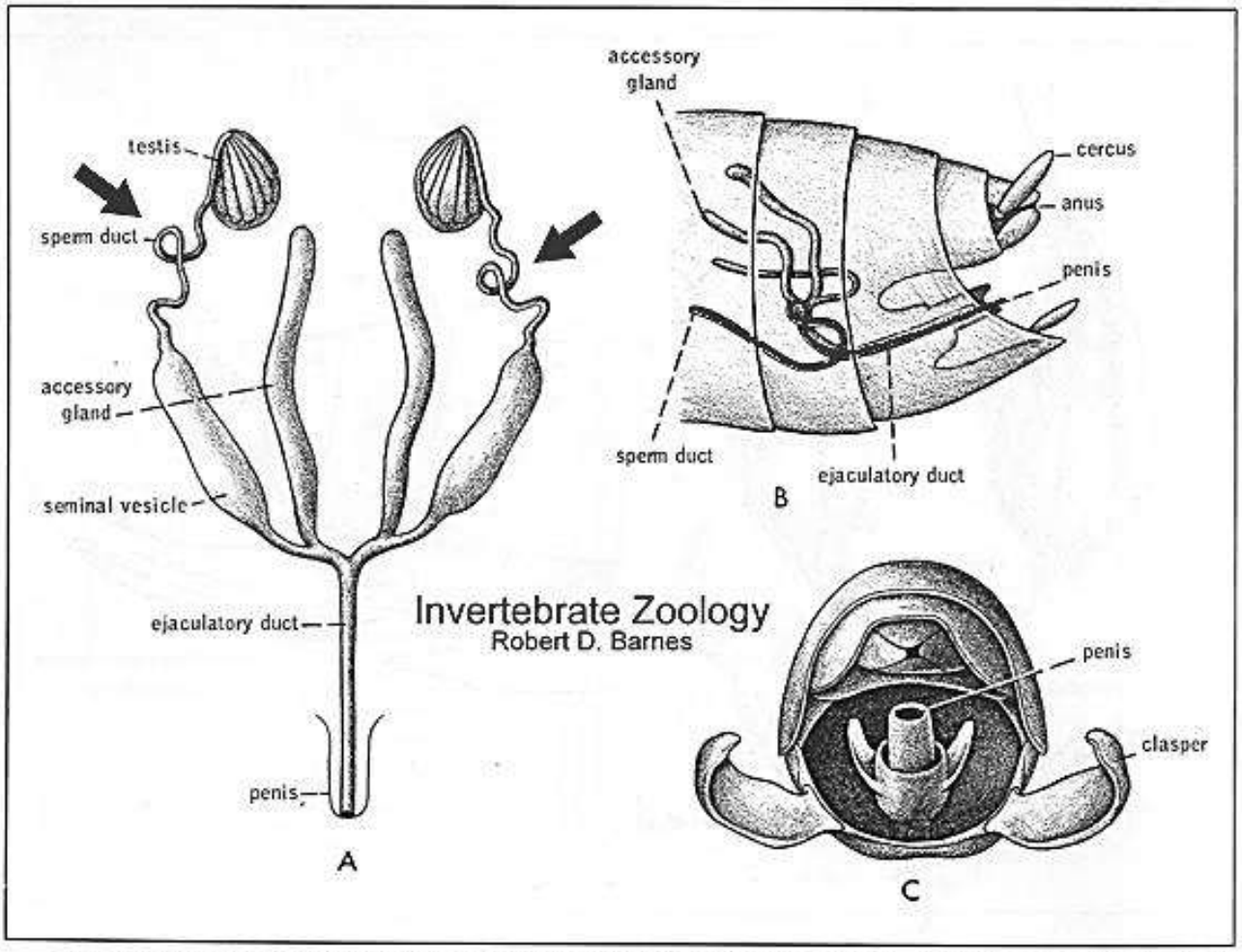
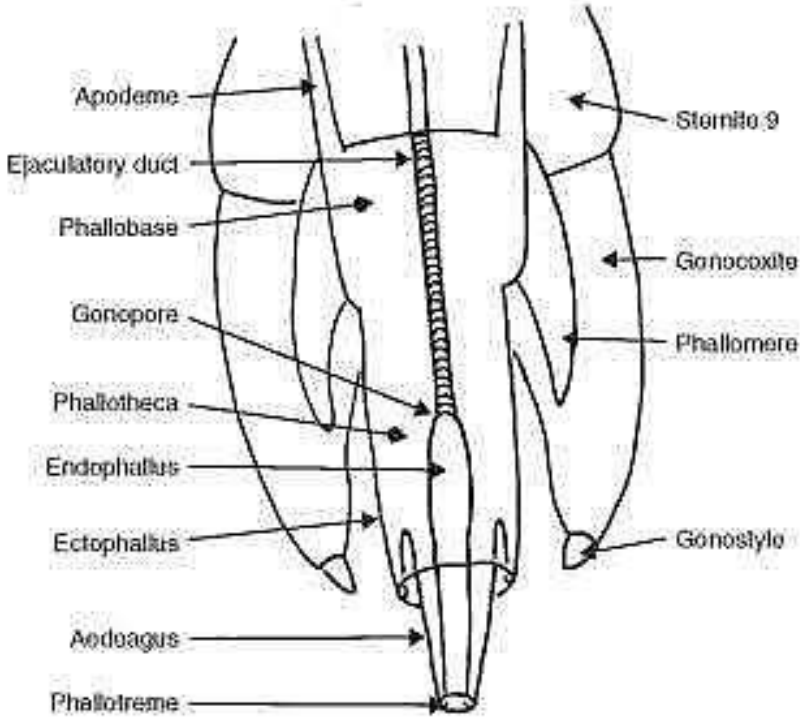


Figure 16–9 Reproductive system in a male insect. *A*, General plan of system. *B*, Lateral view of the posterior end of the abdomen, showing reproductive opening and other structures. *C*, Posterior view of the abdomen, showing penis and claspers. (All after Snodgrass.)



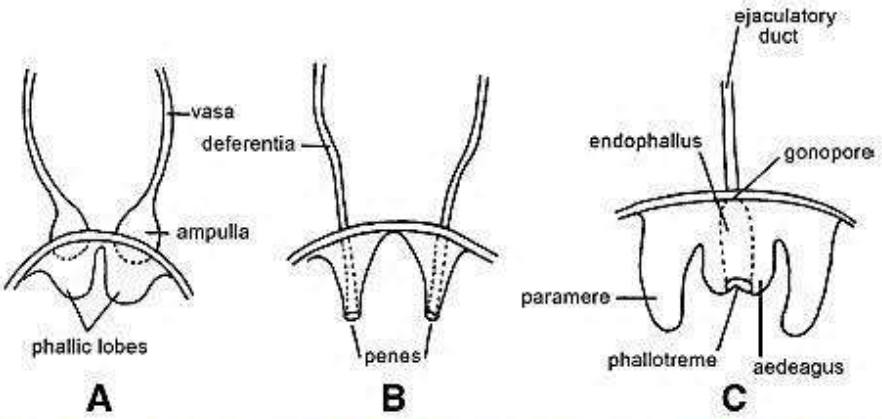


FIGURE 3.33. Origin and development of the phallic organs. (A) Primary phallic lobes; (B) paired penes of Ephemeroptera; and (C) formation of the aedeagus. [Reproduced by permission of the Smithsonian Institution Press from *Smithsonian Miscellaneous Collections*, Volume 135, "A revised interpretation of the external reproductive organs of male insects," Number 6, December 3, 1957, 60 pages, by R. E. Snodgrass: Figures 1A–C, page 3. Washington, D.C., 1958, Smithsonian Institution.]

الهيكل الداخلي للبطن Abdominal Endoskeleton

تنمو معظم الترجات البطنية للداخل في صورة اذرع هي الفراجماتا Phragmata كما قد تنشا اذرع من الاسترنات Apophyses كما هو الحال في الصدر نادرا ما تكون هناك اذرع داخلية لمنطقة البلورا، ويستعمل الهيكل الداخلي للبطن كمواضع لاتصال العضلات الطولية والظهرية والبطنية والعضلات الخاصة بالة وضع البيض والة السفاد.

عضلات البطن Abdominal Muscles

ويمكن تقسيمها الى المجاميع الثلاثة الاتية :

1. **العضلات الطولية** Longitudinal muscles

وتشمل العضلات الطولية التي توجد في الترجة والاسترنة وكل منها تنقسم الى مجموعتين

أ. مجموعة خارجية وهي قصيرة وتصل بين نهاية الحلقة الى بداية الحلقة التي تليها

ب. اما المجموعة الداخلية فتكون اطول من السابقة وتمتد من بداية الحلقة الى بداية الحلقة التي تليها.

وتتمثل العضلات **الظهرية** او الترجية الطولية

- العضلة الظهرية الوسطية الخارجية Median Exteral Dorsals
- والعضلة الظهرية الوسطية الداخلية Median Internal Dorsals
- والعضلة الظهرية الجانبية الخارجية Lateral Exteral Dorsals
- والعضلة الظهرية الجانبية الداخلية Lateral Exteral Dorsals

اما العضلات **البطنية** او الاسترنية الطولية فتتكون من العضلات

- العضلة البطنية الوسطية الخارجية Median Exteral Ventrals
- العضلة البطنية الوسطية الداخلية Median Internal Ventrals
- العضلة البطنية الجانبية الخارجية Lateral Exteral Ventrals
- العضلة البطنية الجانبية الداخلية Lateral Internal Ventrals

وتعمل العضلات الطولية بحركتها مع بعضها (الترجية والاسترنية) على تقصير البطن وتداخل حلقاتها، اما اذا عملت كل على حدة فان انقباض العضلات الترجية يحني البطن الى الاعلى اما الاسترنية فالى الاسفل.

2. **العضلات الجانبية** Lateral muscles

وتشمل هذة المجموعة العضلات الظهرية البطنية وتوجد داخل الحلقات او بينها وهي عبارة عن العضلات الترجية الاسترنية ، تنشا من الترجة وتتجة الى اسفل لتنغمد في استرنة نفس الحلقة ،

ولكن عند وجود صفائح بلورية مميزة فقد يكون هناك عضلات ترجية بلورية او استرنية بلورية او عضلات بلورية ظهرية.

تعمل هذة العضلات عند انقباضها على تقريب الترجة من الاسترنة او ابعادها عنها وعلية فهي تساعد في الحركات التنفسية Respiratory movements للحشرة.

3. **العضلات المستعرضة** Transverse muscles

توجد للداخل بالنسبة لموضع العضلات الطولية على السطحين العلوي والسفلي وتعرف بعضلات الاغشية الحاجزة الظهرية والبطنية Muscles of Dorsal and Ventral Diphragm

أ. العضلات المستعرضة الظهرية Transverse Dorsals

ب. العضلات المستعرضة البطنية Transverse Ventrals

وهذة العضلات لها علاقة بالدورة الدموية.

توجد عضلات اخرى خاصة بحركة الاعضاء التناسلية الخارجية والقرون الشرجية وفتح وغلق الثغور التنفسية.