بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة عدن
قسم وقاية النبات
كلية ناصر للعلوم الزراعية الزراعة
الفصل الدراسي الثاني

مساق

أساسيات علم الحشرات

لطلاب السنة الثانية للعام ٢٠١٣/٢٠١٤

إعداد

د/ مهدي سعيد باحسن

علم الحشرات Entomology

Entomology:- اشتق من اليونانية أو اللاتينية.

Entomon= تعني حشرة .... Logos = تعني علم.

Insctum = تعني مقطع إلى (في هذا دلالة القطع الحلقية المكونة لجسم الحشرة).

تعرف الحشرة :- هي حيوان مفصلي الأرجل، يتركب جسمه من ثلاثة مناطق واضحة (الرأس Head، والصدر Thorax، والبطن Abdomen، ويرتبط الرأس بالصدر بعنق غشائي صغير).

تعد الحشرات أكثر الحيوانات تنوعاً على وجه الأرض فهي تشكل ٧٢% من كل الحيوانات و ٩٠% من مفصليات الأرجل.

أهمية دراسة علم الحشرات

الغالبية العظمى من أنواع الحشرات تعتبر ضارة Harmful.

الكثير منها يكون ضرره مباشراً بتغذيتها على المنتجات والمواد التي يستعملها الإنسان.

أو غير مباشر بنقله العديد من مسببات الأمراض للإنسان والحيوان والنبات مؤدياً إلى خسائر فادحة.

والكثير من أنواع الحشرات يعتبر نافعاً useful :-

دودة حرير القز *Bombyx mori* التي تنتج الحرير الطبيعي.

نحل العسل *Apis mellifera* الذي ينتج العسل hiney وشمع النحل bee-wax ومواد أخرى ذات أهمية طبية كالغذاء الملكي Royal Jelly.

بعض أنواع الحشرات تتغذى على الحشائش الضارة herbivorous insects التي تنافس المحاصيل الزراعية.

بعض الحشرات الطفيلية Parasites تتطفل داخلياً أو خارجياً على بعض الحشرات الضارة، كما أن هناك بعض الحشرات المفترسة Predators التي تفترس مثل تلك الآفات الحشرية الضارة.

الحشرات الرمية saprophytic insects التي تتغذى على المواد العضوية التالفة سواء كانت نباتية أو حيوانية والتي لولاها ومثلها من الكائنات الأخرى لما بقيت على الأرض حياة.

تسبب بعض الحشرات أورماً galls للنباتات، وتستخرج من هذه الأورام مواد ذات أهمية طبية وبعض الأحبار.

تلعب الحشرات دوراً كبيراً في بناء التربة الزراعية وتقليبها وتهويتها بما تصنعه فيها من أنفاق.

تلعب الحشرات دوراً هاماً في نقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى أثناء زيارتها للتغذية على رحيقها فيزيد بذلك الإثمار Fruiting ويطلق على هذه الحشرات الملقحات Pollenators مثل نحل العسل والنحل البري وغيرها.

الحشرة القشرية Laccifer المفرزة لمادة الشيلاك shellac الهامة في صناعة البويات والورنيش المستعملة في تلميع الأخشاب والمعادن.

القيمة العلمية للحشرات واضحة تماماً، حيث كانت الحشرات سبباً ووسيلة في تفهم الكثير من المواضيع والعلوم الخاصة بفسيولوجيا جسم الإنسان والحيوان.

ذبابة الخل في تطور علم الوراثة *melanogaster Drosophila*، كما تستخدم الحشرات وخاصة البعوض ككائنات اختبار في طرق القياس الحيوية Bioassay في مجال قياس السمية Toxicology الهام في الحفاظ على صحة وبيئة الإنسان والحيوان.

مميزات وخصائص الحشرات Insect's Properties:

➢ صغر حجم الحشرات Miniature of insects size:-

❖ **إن الغالبية العظمى من الحشرات صغيرة الحجم والوزن جداً.**

❖ **إذ تبلغ في المتوسط 10-6 سم طولاً و 0.5 جم وزناً.**

❖ **وهناك أنواع نادرة كبيرة الحجم جداً مثال ذلك الحشرة العصوية *Paiophus titan* التي يبلغ متوسط طولها 25 سم ووزنها 43جم.**

❖ **بينما هناك أنواع فائقة الدقة مثل ذبابة القطن البيضاء *Bemisia tabaci* من رتبة متشابهة الأجنحة or. Homoptera التي يبلغ متوسط طول الحشرة الكاملة فيها أقل من المليمتر الواحد ووزنها عدة ميكروجرامات فقط.**

❖ **وعموماً فإن صغر حجم ووزن الغالبية العظمى من الحشرات قدما لها مميزات عديدة إذا ما قورنت بغيرها من الحيوانات الأكبر منها وزناً وحجماً.**

➢ تباين الحركة عند الحشرات:-

❖ **تتباين قدرة الحشرات على الحركة مابين الجري بسرعة والقفز والعوم أو الاثنين معاً.**

❖ **إن لأغلب الحشرات تمتلك زوجين من الاجنحة تمكنها من الطيران.**

❖ **وقد مكنها ذلك من الانتشار فوق مساحات شاسعة من الأرض في بيئاتها المختلفة.**

❖ **مما وقاها وكفاها شر التزاحم ونقص الغذاء.**

❖ **وأكل النوع أحياناً Cannibalism.**

➢ قدرة الحشرات على التأقلم Acclimatization or adaptation:-

❖ **يمكن للحشرات أن تعيش وتتأقلم في بيئات مختلفة.**

❖ **ويمتد توزيع الحشرات على الكرة الأرضية من القطبين إلى خط الاستواء.**

❖ ولم تترك الحشرات أي نوع من النباتات تقريباً إلا واتخذته غذاء لها.

❖ كذلك لم تسلم المواد العضوية المتحللة نباتية كانت أم حيوانية من تغذية الحشرات عليها.

❖ كذلك بتطفل الكثير من أنواع الحشرات داخلياً أو خارجياً على غيره من الحشرات أو الحيوانات الأخرى.

➢ قدرة الحشرات على التأقلم Acclimatization or adaptation:-

❖ لم يقتصر سكنى الحشرات على الجزء اليابس من القشرة الأرضية بل منها ما يعيش في المياه العذبة أو المالحة الباردة أو الدافئة.

❖ وتتحمل الحشرات درجات متفاوتة من الحرارة، فهناك أنواع تتحمل درجات برودة تصل إلى ٥٠ ْم تحت الصفر، بينما هناك أنواع أخرى تتحمل درجات مرتفعة من الحرارة تصل إلى ٤٠ ْ م كبعض الأنواع التي سجلت في مياه بعض الينابيع الحارة، وهناك أنواع أخرى وجدت تعيش في الصحاري التي تبلغ درجة الحرارة فيها صيفاً حوالي ٦٠ ْ م وقت الظهيرة.

➢ عناد اوإصرار الحشرات Persistence:-

❖ تمثل 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.

➢ 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.

➢ قدرة الحشرات على حماية نفسها Protection:-

❖ 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 تقوم ببنائها كما هو الحال في الحشرات الاجتماعية social insects كبعض أنواع النمل Ants والنحل bees والدبابير 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.

➢ سرعة تكاثر الحشرات وتنوع أنماطه:-

❖ للحشرات مقدرة كبيرة على التكاثر بإعداد هائلة في زمن قصير، بطرق وأنماط مختلفة تحت ظروف مواتية أو غير مواتية، بدرجات متفاوتة.

❖ 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.

الشكل الظاهري للحشرات:-

جدار الجسم أو الجليد : Body wall or integument:-

يغطي جسم الحشرة هيكل كيتيني وظيفته حماية الأعضاء والأنسجة الداخلية من الجفاف والأضرار الأخرى كما يتصل به العضلات وترتكز عليه كما أنه يحدد شكل الحشرة. ويشتمل الجليد على الطبقات التالية من الخارج إلى الداخل.

أ-الجليد السطحي (فوق جليد):-

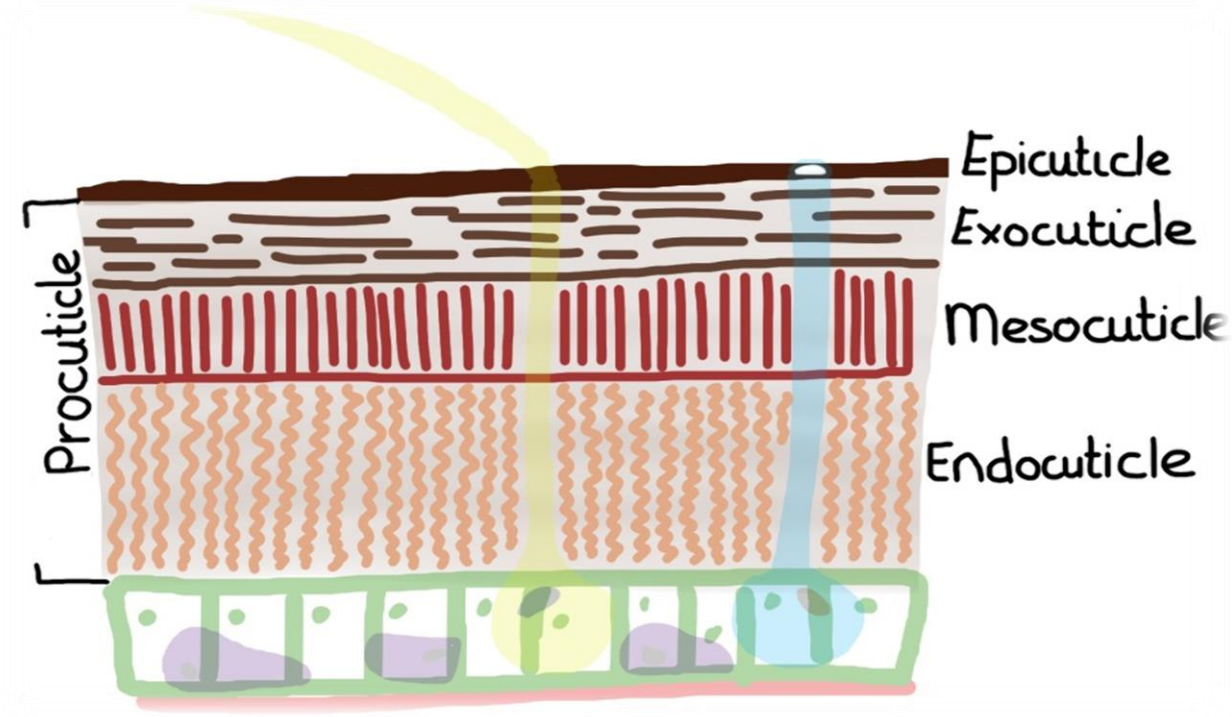
وهو طبقة رقيقة جداً تشتمل في الحقيقة على عدة طبقات متراكبة بعضها فوق بعض وهي من الخارج إلى الداخل كما يلي:-

الطبقة الأسمنتية Cement layer وتتكون من مادة بروتينية دهنية في الغالب.

الطبقة الشمعية Wax layer وهي تكسب الجليد عدم نفاذيته للماء.

طبقة البوليفينول Polyphenol ثم

طبقة الكيوتيكيولين Cuticulin وهي مكونة من مادة بروتينية دهنية وهي غير منفذة للماء ولا تتأثر بالأحماض أو القلويات المخففة.



- **ب-الجليد الابتدائي:-** **ينقسم كذلك إلى :-**

❖ **الجليد الخارجي :-** **وهو أصلب طبقة من طبقات الجليد وهي طبقة كيتينية مختلطة بحامض التانيك وتحدث به عملية التصلب.**

❖ **الجليد الداخلي:-** **وهو أسمك الطبقات وهي مرنه تحتوي على الكيتين والبروتين وتترسب بها بعض أملاح من الكالسيوم لتزيد من صلابة الجليد ويخترقها عديد من القنوات الثقبية تمتد من خلايا البشرة.**

- **جـ - البشرة الداخلية أو تحت البشرة:-**

❖ **وتتكون طبقة البشرة الداخلية من صف واحد من الخلايا تنتشر بينها خلايا غدية ومن أهم وظائفها:-**

١) إفراز طبقة الجليد

٢) إفراز سائل الانسلاخ

٣) تساعد على التئام الجروح

٤) تمتص نواتج هضم الجليد القديم

❖ **وترتكز خلايا البشرة على غشاء رقيق غير خلوي يعرف بالغشاء القاعدى.**

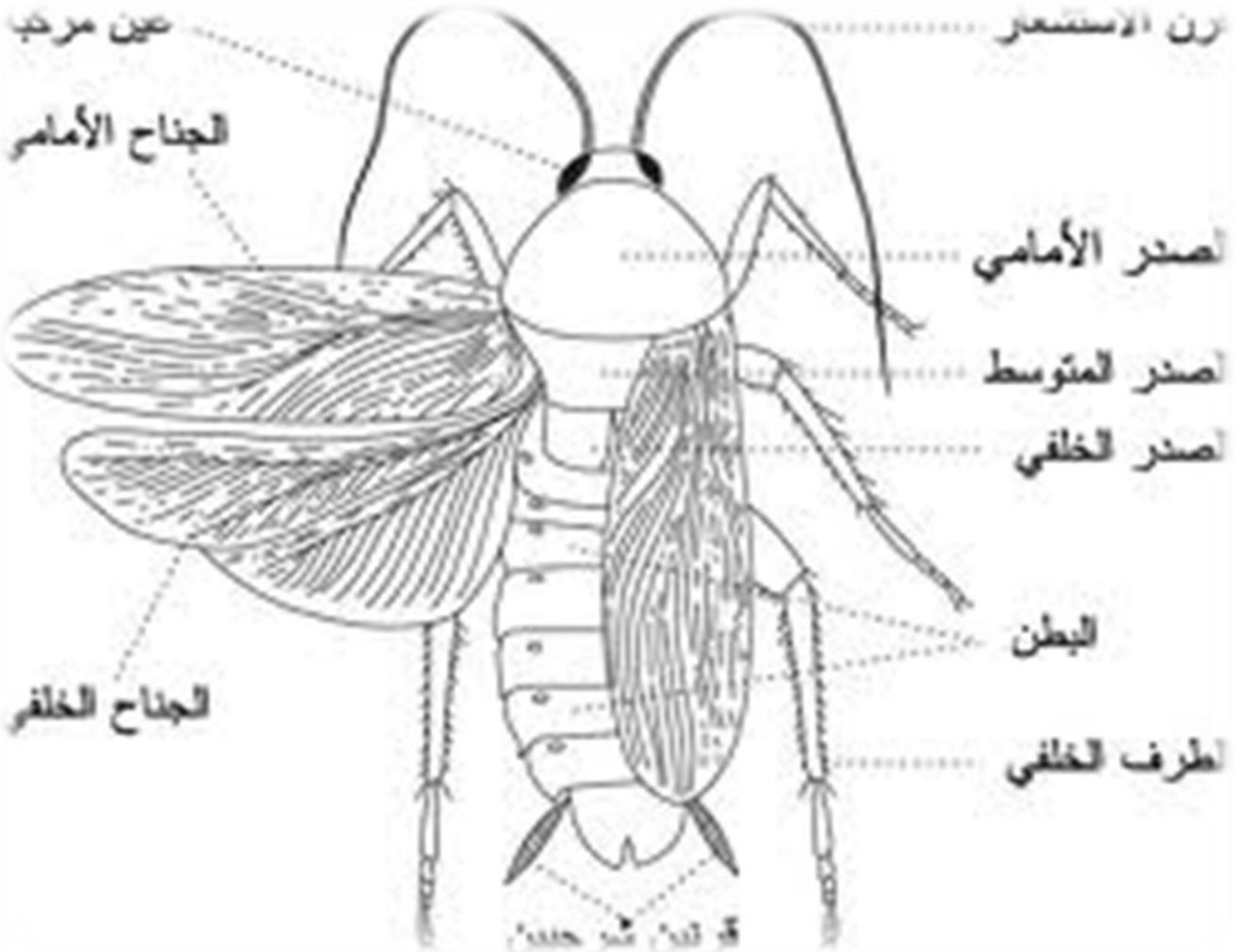
وللجليد عدة وظائف من أهمها:-

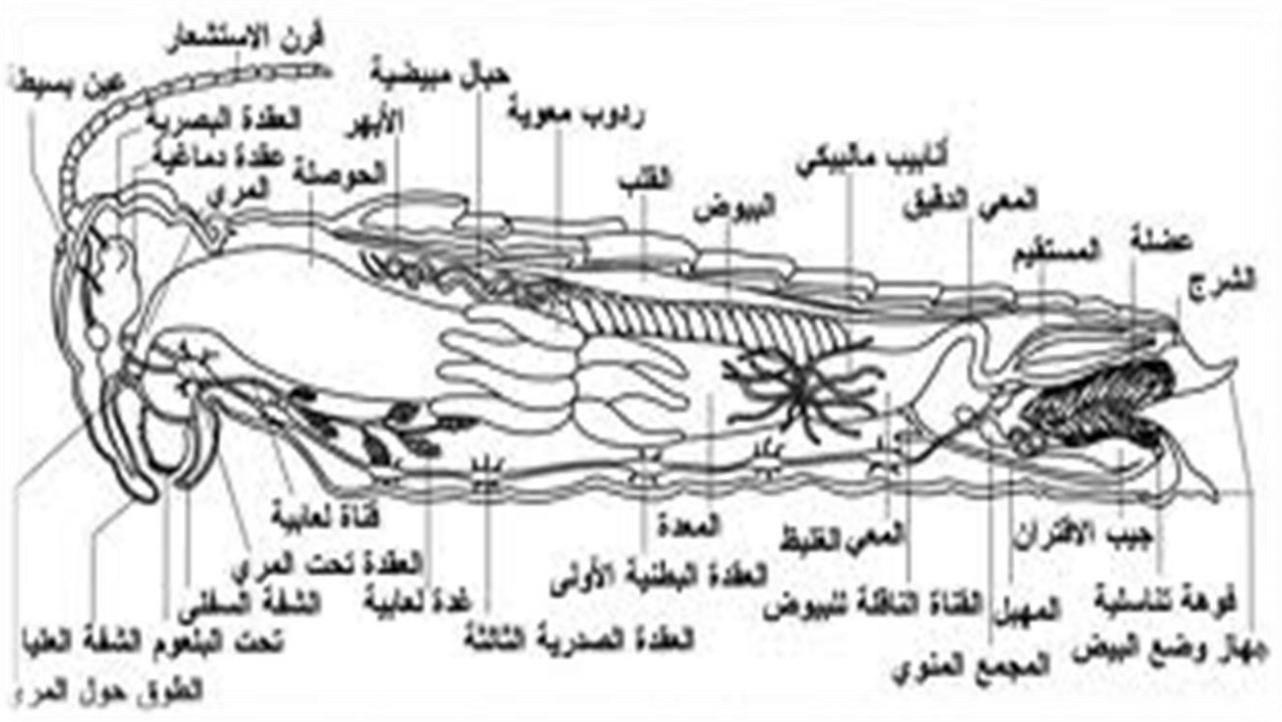
١) يعمل كدعامة للحيوان ككل.

٢) تدعيم الأجنحة.

٣) التقليل من عملية فقد الماء.

٤) التحور للعمل كأعضاء للحس.

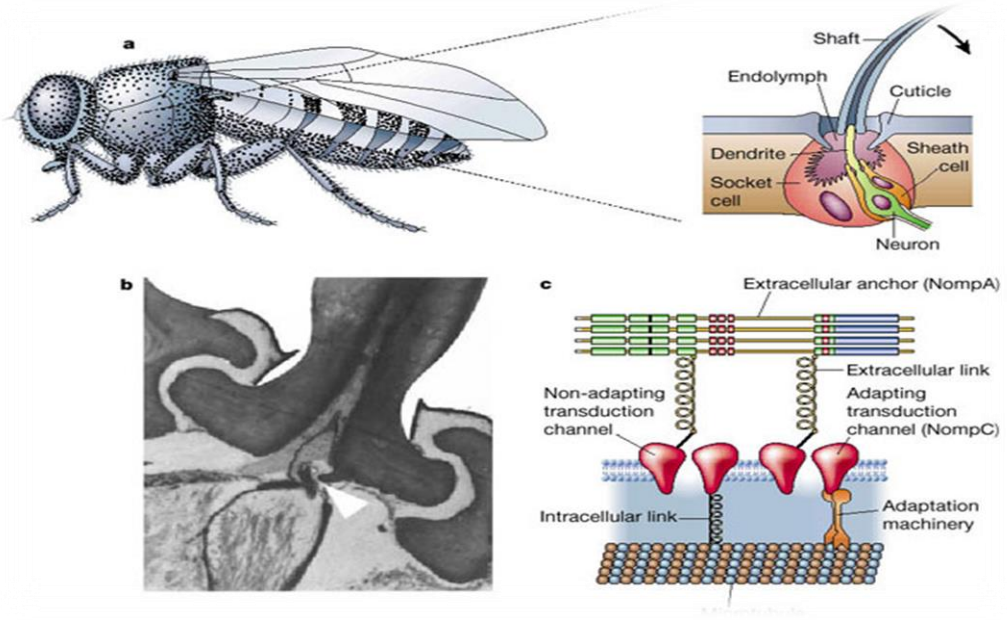




مكونات وبروزات جدار الجسم (الخلوية وغير الخلوية) Integumentary Processes:

➢ الصفائح sclerites :-

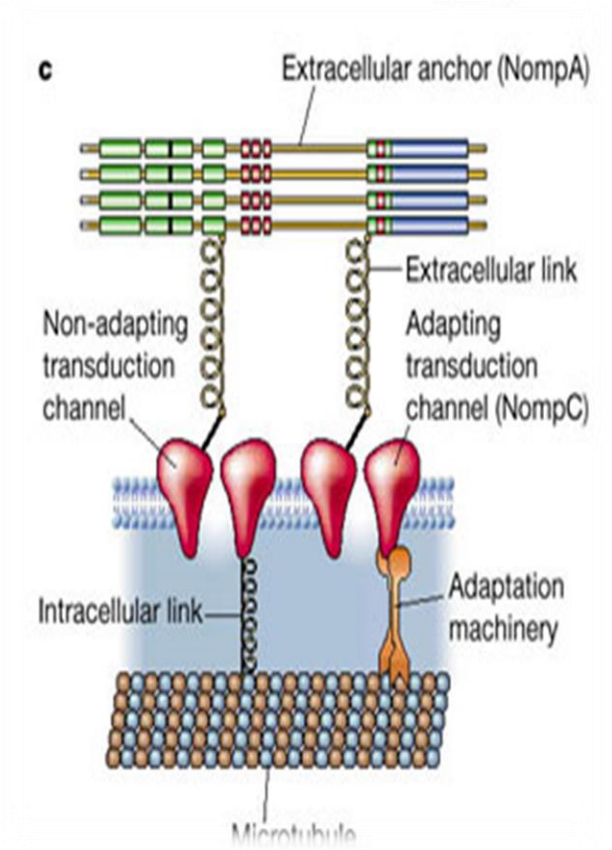
تسمى المساحات الصلبة بجدار الجسم بالصفائح ويفصل الصفائح عن بعضها كالدرقة والشفة العليا انتثناءات من جدار الجسم أو خطوط من الأغشية الضعيفة على هذا الجدار يطلق عليها الادراز sutures وقد تنقسم الصفائح الرئيسية بواسطة ادراز إلى صفائح ثانوية مثلما تنقسم الدرقة بدرز عرضي إلى درقة أمامية وأخرى خلفية وقد تلتحم الصفائح فتتلاشى الادراز كاندماج الجبهة بالجمجمة في الجراد.

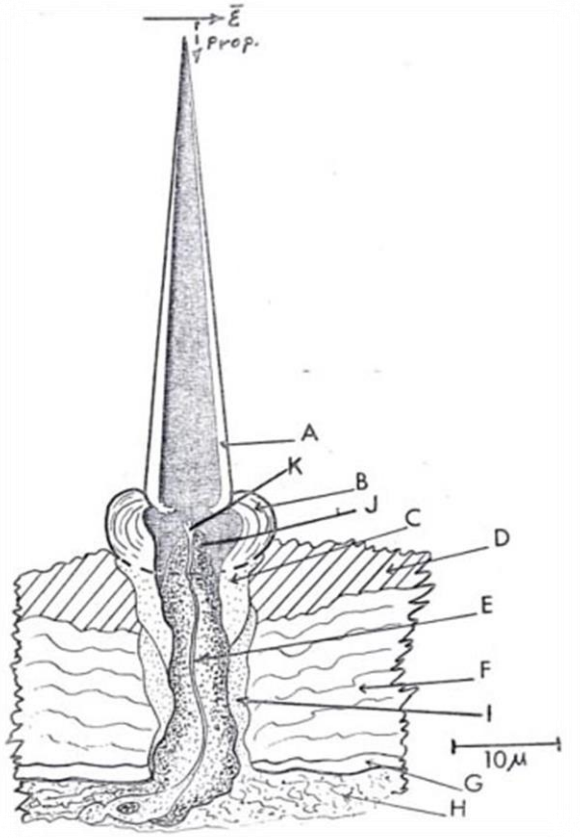


➢ الزوائد الشيتينية cuticular appendages:-

❖ هي تراكيب شيتينية دقيقه تتصل بجدار الجسم بواسطة حلقة غشائية تفرزها خلايا متخصصة في طبقة البشرة الداخلية وهذه الزوائد إما:-

❖ بسيطة التركيب وتسمى الشعيرات المتحركة macrotrichia or setae التي تظهر بامتداد خارجي مجوف من جذر الجسم يتحرك على غشاء مرن ينتؤ في تجويف عند قاعدة الشعيرات يطلق عليه التجويف الشفوي.





❖ مركبة من التحامات (وتسمى المهاميز المتحركة spurs التي تنتشر على أرجل العديد من الحشرات.

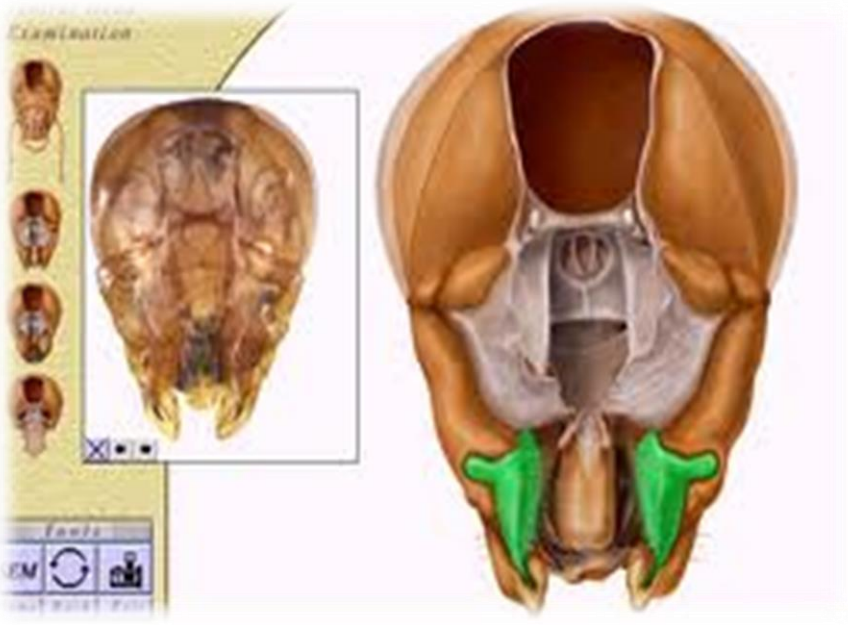
❖ وتتنوع إشكال الشعيرات المتحركة في الحشرات حيث تظهر شعيرات كاسية clothing hairs متفرعة كما في النحل أو قد تتفلطح وتتصل بجدار الجسم فاصل يطلق عليها الحراشف scales التي تغطي أجنحة وبعض جزاء الفراشات وأبي دقيقات .

❖ وقد تتصل الشعيرات المتحركة داخليا بالجهاز العصبي لتصبح ضمن الشعيرات الحسية sensory التي تختص باستقبال المؤثرات الخارجية.

Head and its appendages: الرأس وزوائده

- 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 . ويفصل الرأس عن الصدر جزء غشائي رقيق هو العنق
- ويحمل الرأس أعضاء الحس وهي زوجاً من قرون الاستشعار وزوجاً من العيون المركبة وقد توجد عيون بسيطة، كما يحمل أجزاء الفم.

علبة الرأس :Head capsule- وتتركب من الاتي:-



أ-من السطح العلوي أو الأمامي:-

❖ **الجمجمة Epicranium وهي عبارة عن المنطقة الظهرية من الرأس وتغطي الرأس من أعلى وتمتد إلى الخلف حتى منطقة الثقب ألمؤخري، 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.**

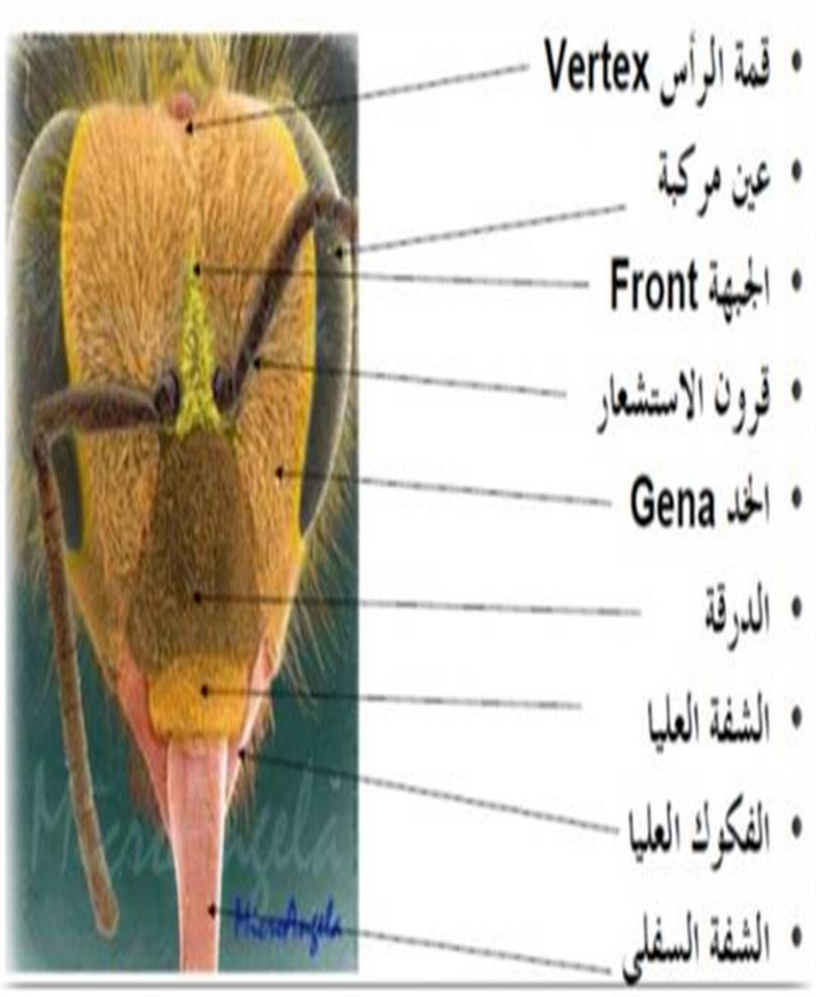
❖ **قمة الرأس Vertex وهي عبارة عن الجزء العلوي من الجمجمة فوق الجبهة مباشرة بين العينين المركبتين.**

❖ **الدرقة Clypeus وهي الجزء الضيق الذي يقع أسفل الجبهة مباشرة وتحمل في أسفلها الشفة العليا .**

❖ **الشفة العليا Labrum وهي الجزء الذي يلي الدرقة مباشرة من أسفل كم أنها تغطي الفكين العلويين من الأمام.**

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

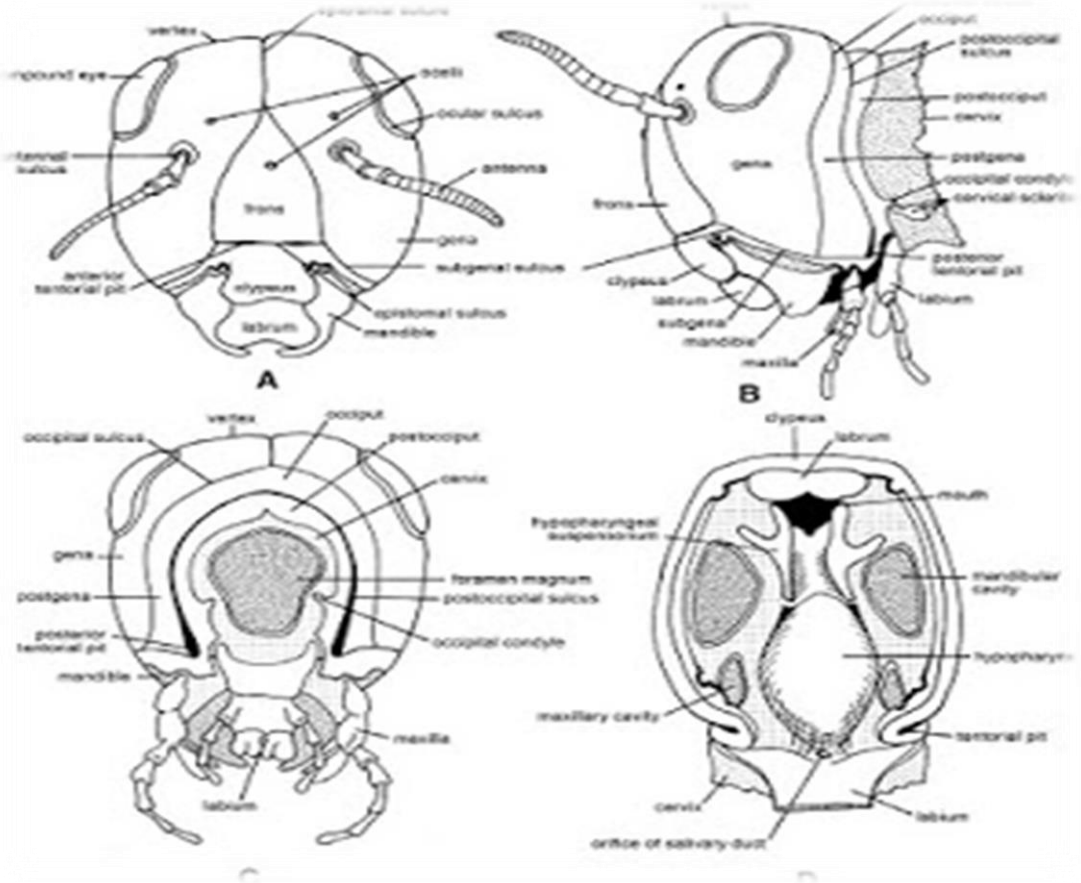
❖ **القفا Occipt وهو الجزء الذي يصل بين قمة الرأس والرقبة من الخلف.**



➢ ب- من السطح السفلي أو الخلفي:-

الجمجمة تمتد نحو الخلف حتى الثقب المؤخري.

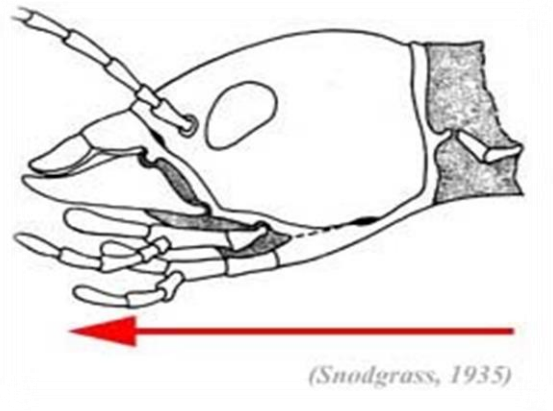
- **الثقب المؤخري Occiptal foramen وهو الفتحة التي يمر منها المرئ والحبل العصبي وتتصل حوافها بالعنق الغشائي الذي يربط الرأس بالصدر.**
- **الشفة السفلىLabium وتوجد في وسط مقدمة الرأس من أسفل ، وهي تحمل الملامس الشفوية.**
- **الفكان السفليان Maxillae وهما عبارة عن الجزئين الموجودين على جانبي الشفة السفلى ويحمل كل منهما ملمساً فكياً.**



أوضاع الرأس

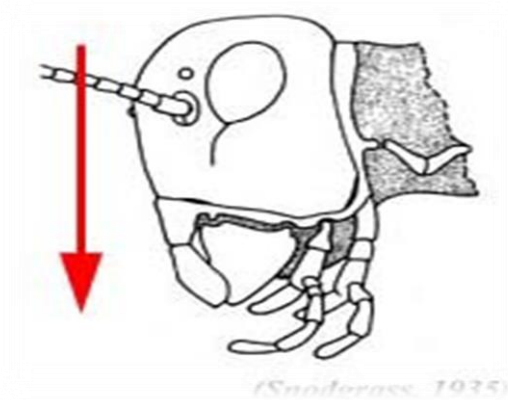
➢ أوضاع الرأس في الحشرات يمكن تقسيمها إلى عدة أنواع تبعاً لاتجاه محورها الطولي وموضع أجزاء الفم فيها إلى:-

❖ رأس ذو أجزاء فم أمامية Prognathous يكون المحور الطولي للرأس على امتداد المحور الطولي للجسم وتكون أجزاء الفم أمامية الوضع كما في السوس ، النمل الأبيض .



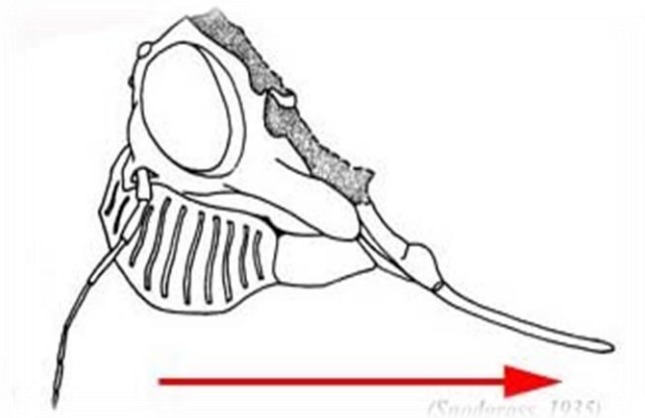
❖ **رأس ذات أجزاء فم سفلية (عمودية)Hypognathous**

يكون المحور الطولي للرأس عمودياً على المحور الطولي للجسم وتكون أجزاء الفم على الجهة البطنية (سفلية) كما في الجراد والذبابة المنزلية .



➢ **رأس ذات أجزاء فم سفلية بطنية (سفلية مائلة) *Opithognathous***

تنحني الرأس إلى الخلف على السطح البطني للحشرة وتوجد أجزاء الفم بين الزوج الأمامي للأرجل في وضع مائل كما في قافزات الأوراق والبقة الخضراء.



قرون الاستشعار Antennae

❖ من أهم مميزات الحشرات هو وجود زوج من قرون الإستشعار تتصل بالجزء الأمامي من الرأس بين العينين المركبتين .

❖ يخرج كل قرن من تجويف يعرف بنقرة قرن الإستشعار وهو يتحور إلى أشكال مختلفة وقد يختزل في بعض الحشرات حتى يكاد لا يتجاوز ندبة صغيرة.

❖ وتعتبر قرون الإستشعار أعضاء حسية. فهي للمس كما في الجراد أو للشم كما في بعض أنواع الذباب ، أو للسمع كما في البعوض.

❖ ونادراً ما نجد أنها تتحور لتؤدي وظائف أخرى مثل التنفس في بعض الخنافس المائية أو للقبض على الأنثى أثناء التزاوج. وفي بعض الحشرات توجد فروقاً مورفولوجية في قرون الاستشعار تفرق بين الذكر والأنثى.

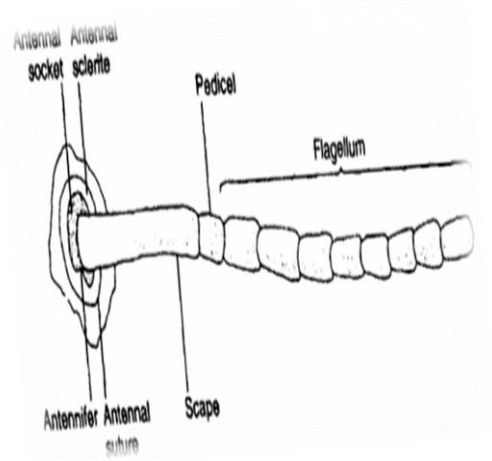
❖ ويتركب قرن الاستشعار من ثلاثة أجزاء رئيسية هي:-

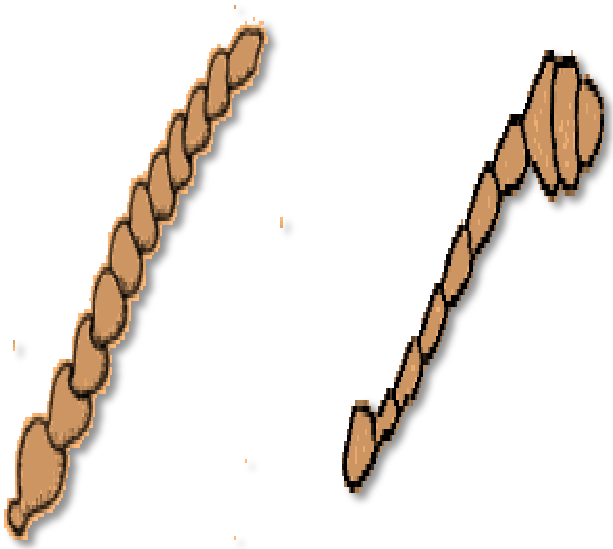
١) السوط(الشمراخ)Flagellum

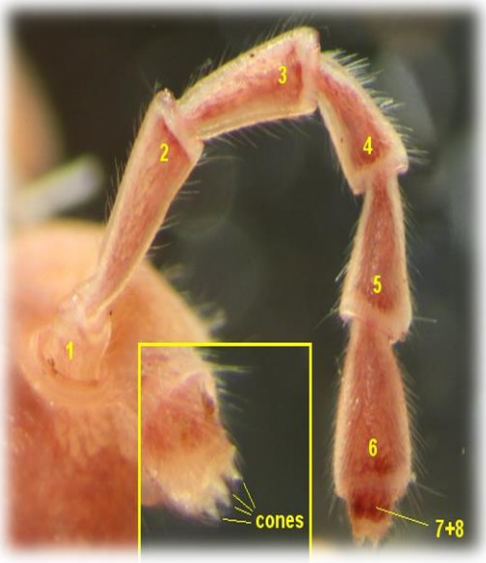
❖ وهو الجزء الباقي من قرن الإستشعار ويتكون عادة من عدد من العقل التي قد تتحور لتكون الأشكال المختلفة لقرون الإستشعار وقد يكون عقلة واحدة في بعض الأحيان.

٢) الأصل Scape وهو العقلة الأولى أو القاعدية لقرن الإستشعار وهو أطول العقل.

٣) العنق Pedicel وهو العقلة التالية للأصل وهي أصغر قليلاً من الأصل.





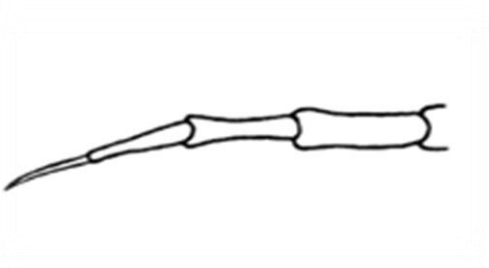


أشكال قرون الاستشعار Types of Antennae

➢ **أ – المرفقي *Geniculate*** كما هو الحال في أنواع السوس وفيه تنثني عقلة الشمروخ على عقلتي الأصل والعنق وتكون زاوية منهما.

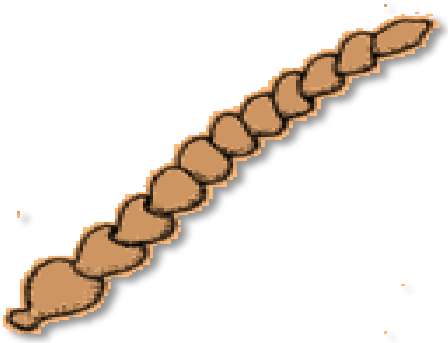
➢ **ب – في النماذج التالية** تكون أجزاء قرن الاستشعار على استقامة واحدة كما هو الحال في معظم أنواع الحشرات وتحت المجموعة توجد النماذج التالية:-

➢ (1)**<u>الشعري *Setaceous*</u>** وفيه يستدق عقل الشمروخ تدريجياً نحو الطرف كما هو الحال في الصراصير.

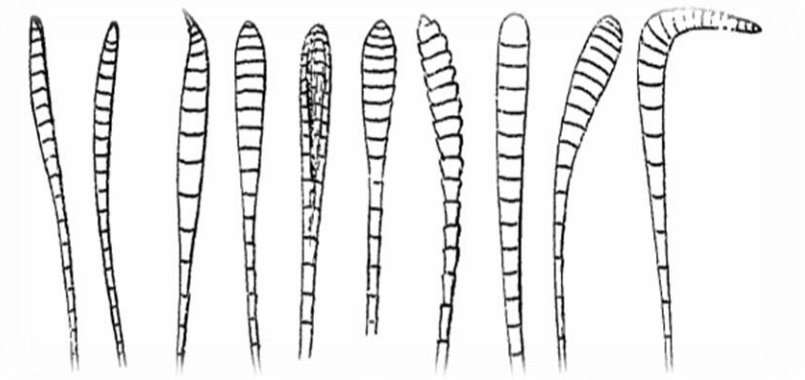


➢ **<u>(2)الخيطي *Filiform*</u>** وفيه تكون عقل الشمروخ متجانسة في الحجم تقريباً وأسطوانية كما هو الحال في الجراد والنطاطات.

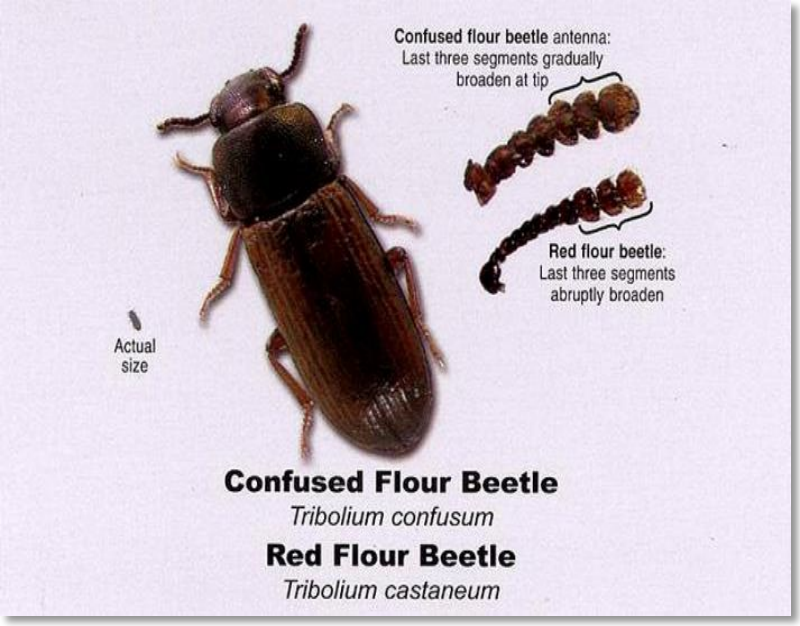
➢ **<u>(3)العقدي أو القلادي *Moniliform*</u>** وفيه تظهر إختناقات بين عقل الشمروخ وتكون متشابهة في الحجم وكروية الشكل تقريباً تظهر كحبات العقد كما هو الحال في النمل الأبيض.



➢ **<u>(4) الصولجاني *Clavate*</u>** وفيه تتضخم عقل الشمروخ تدريجياً نحو الطرف كما هو الحال في أبى دقيق.



➢ **(5)الرأسي *Capitate*** **وفيه تتضخم قمة الشمروخ فجأة فيظهر قرن الاستشعار وكأن له رأس واضح كما هو الحال في خنافس الجلود وخنافس الدقيق.**



➢ **(6)النموذج الورقي *Lamellate*** **وفيه تنمو عقل الشمروخ على شكل وريقات تستقر على طرف العنق الذي يتكون من عدد من العقل كما هو الحال في الجمال.**

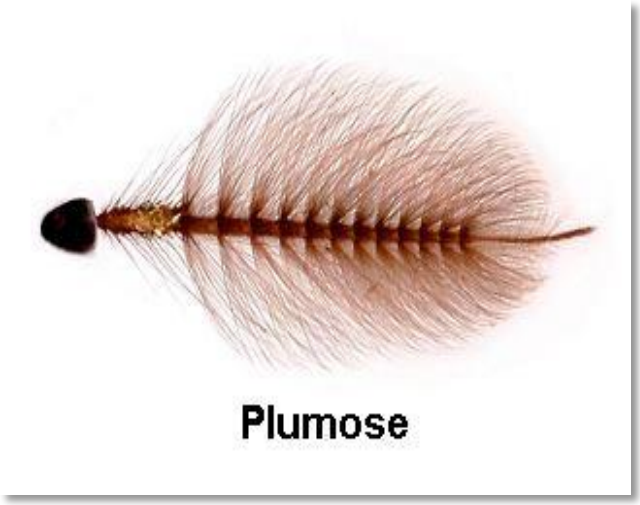
➢ **(7)نموذج يكون فيها لعقل الشمروخ نموات جانبية أو شعيرات طويلة ومنها:-**

➢ **المنشارى *Serrate*** وفيه تنمو عقل الشمروخ من ناحية واحدة على هيئة نتوءات أو على شكل أسنان المنشار كما هو الحال فى فرق لوز.

➢ **المشطى *Unipectinate*** يشبه المشط ومعظم العقل تحمل زوائد طويلة رفيعة على جانب واحد فقط مثال إناث الفراشات ، خنافس البيروكوريدي .

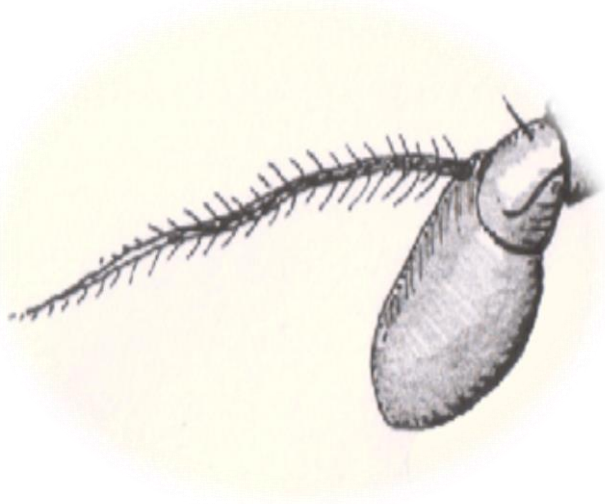
➢ **المشطى المضاعف *Bipectinate*** حيث يتكون مشط آخر على الجانب الآخر لعقل الشمروخ ويتراكب المشطان على بعضهما كما في فراشة دودة الحرير.

➢ **الريشى *Plumose*** وفيه تحمل قمة كل عقله شمروخ دائرة أو أكثر من الشعيرات الكثيفة كما هو الحال في ذكور البعوض.

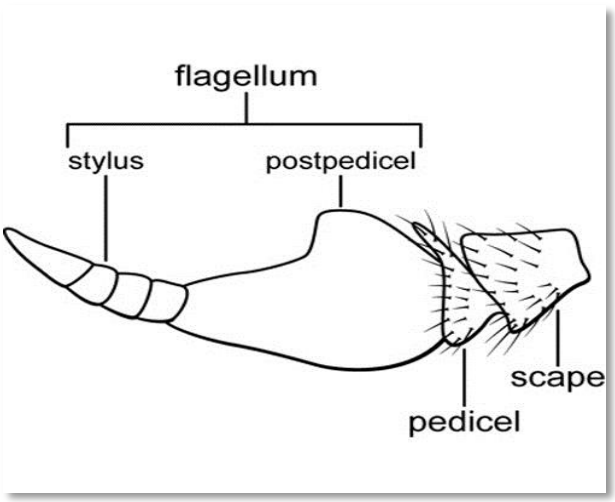


➢ **الشعراى البسيط Pilose** به حلقات شعرية قصيرة تخرج بالقرب من المفاصل بين عقل قرن الاستشعار ، مثال ذلك إناث البعوض.

➢ **الأريستى *Aristate*** وفيه تضمحل كل عقل الشمروخ وتقتصر على عقلة واحدة بينما بقية العقل تمثلها شوكة واحدة هي الأريستا التي تحمل على الناحية الظاهرية لعقلة الشمروخ الأولى والتي تفوق في حجمها عقلة الأصل والعنق كما هو الحال في الذباب.



➢ **المخرازى *Stylate*** وفيه تحمل العقلة الأخيرة للشمروخ نتؤ مسدود يعرف بالقلم أو المخراز كما هو الحال في ذباب الثيانا.



أجزاء الفم Mouth parts

❑ تتركب أجزاء الفم أساساً من الأجزاء التالية:

❖ أ- شفة عليا Labrum

❖ ب- زوج من الفكوك العلوية Mandibles (اللّحى)

❖ جـ- زوج من الفكوك السفلية Maxillde (المساعدة).

❖ د- شفة سفلى Labium

ويخرج من أرضية الفم جزء آخر يطلق عليه اللسان Hypopharynx وقد تحدث بعض التحورات في شكل وتركيب هذه الأجزاء.

أو أحياناً تكون مختزلة تبعاً لطبيعة تغذية الحشرة ونوع الغذاء .

أنواع وتحورات أجزاء الفم

❑ (1)أجزاء الفم القارضة Biting mouth parts :

❖ ويوجد في الصرصور الأمريكي وهو التركيب الأساسي (المثالي) لأجزاء الفم في الحشرات . ويتكون من :

أ- شفه عليا: عبارة عن صفيحة رقيقة يوجد بها شق في منتصف الحافة الأمامية وتتصل بالدرقة من الجهة السفلية .

ب- الفكان العلويان: كل منهما عبارة عن كتلة من الكيتين الصلب وتحمل حافتها الداخلية أسناناً قوية في طرفها الأمامي وسطحاً طاحناً في طرفها الخلفي ويتحكم في حركة كل فك عضلات قوية مقربة ومبعدة . ويتحرك حركة جانبية

جـ - الفكان السفليان المساعدان: كل فك مساعد يتكون من الصفائح الكيتينية الآتية:-

١) القاعدة : وهو الجزء القاعدي الذي يصل الفك بالرأس .

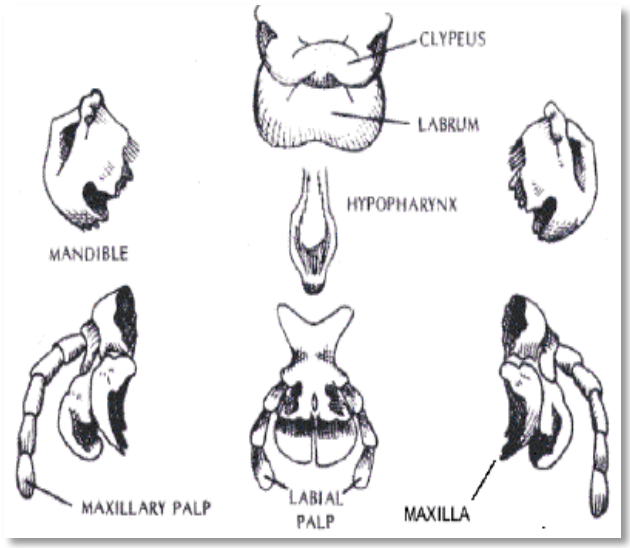
٢) الساق: جزء طويل نوعاً ما وهو يتصل مفصلياً مع القاعدة ويحمل بقية أجزاء الفك المساعد (الخوذة ، الشريحة، ملماس فكي)

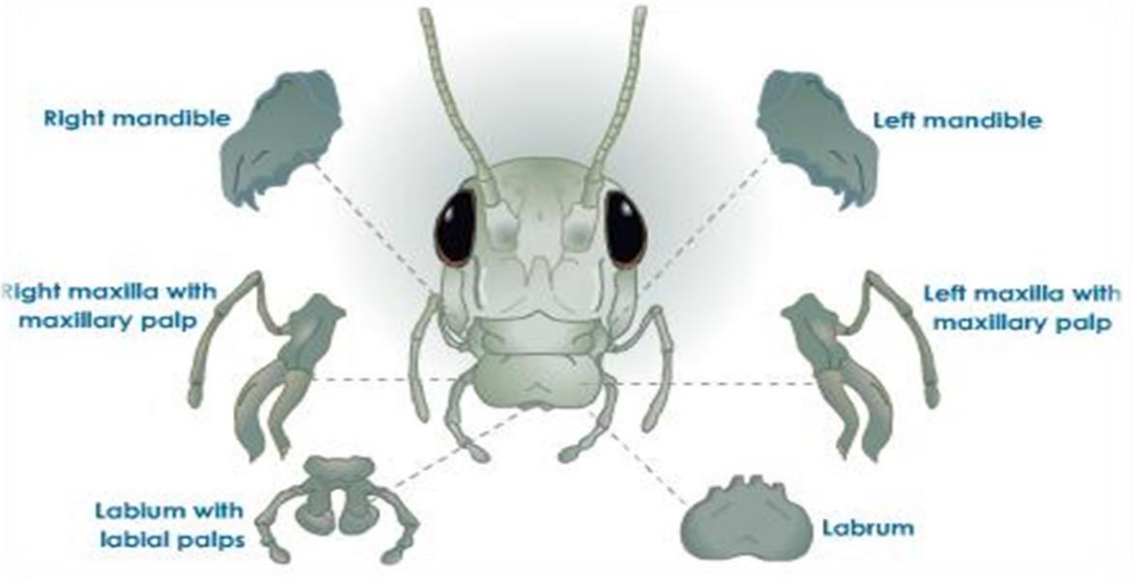
٣) الخوذة : وهي الصفيحة الخارجية .

٤) الشريحة: الصفيحة الداخلية وهي مسننة .

٥) الملامس الفكي: يوجد عند اتصال الخوذة بالساق وهو مكون من خمس عقل ويحمل شعوراً كثيرة .

والفك السفلي يتحرك في جميع الاتجاهات





❑ **د- الشفه السفلى** :- وتتكون من إندماج زوج من الزوائد المماثلة في تركيبها للفكوك المساعدة وهي تتركب من الأجزاء الآتية :-

أ- تحت الذقن :- وهو الجزء القاعدي الذي يصل الشفه السفلى بالرأس .

ب- الذقن:- وهو الجزء الذي يعلو تحت الذقن .

ت- فوق الذقن:- وهو الجزء الذي يلي الذقن .

ث- اللسان (جلوسا) :- عبارة عن زوج من الصفائح الداخلية الصغيرة الحجم .

ج- جار اللسان (باراجلوسا) :- عبارة عن زوج من الصفائح الخارجية .

ح- ملماسان شفويان: عند قاعدة فوق الذقن يوجد حامل الملمس الشفوي على كلا الجانبين ويحمل كل منهما ملمساً شفوياً مكوناً من ثلاث عقل.

خ- هـ- اللسان :- وهو عبارة عن نتوء ناتج من فراغ الفم في الوسط وعليه تفتح القناة المشتركة الآتية من الغدد اللعابية واللسان يقوم بتحريك الطعام داخل الفم وكذلك توجد عليه أعضاء حسية لتذوق الطعام.

❑ (2) أجزاء الفم القارضة اللاعقة Biting and Lapping mouth parts:

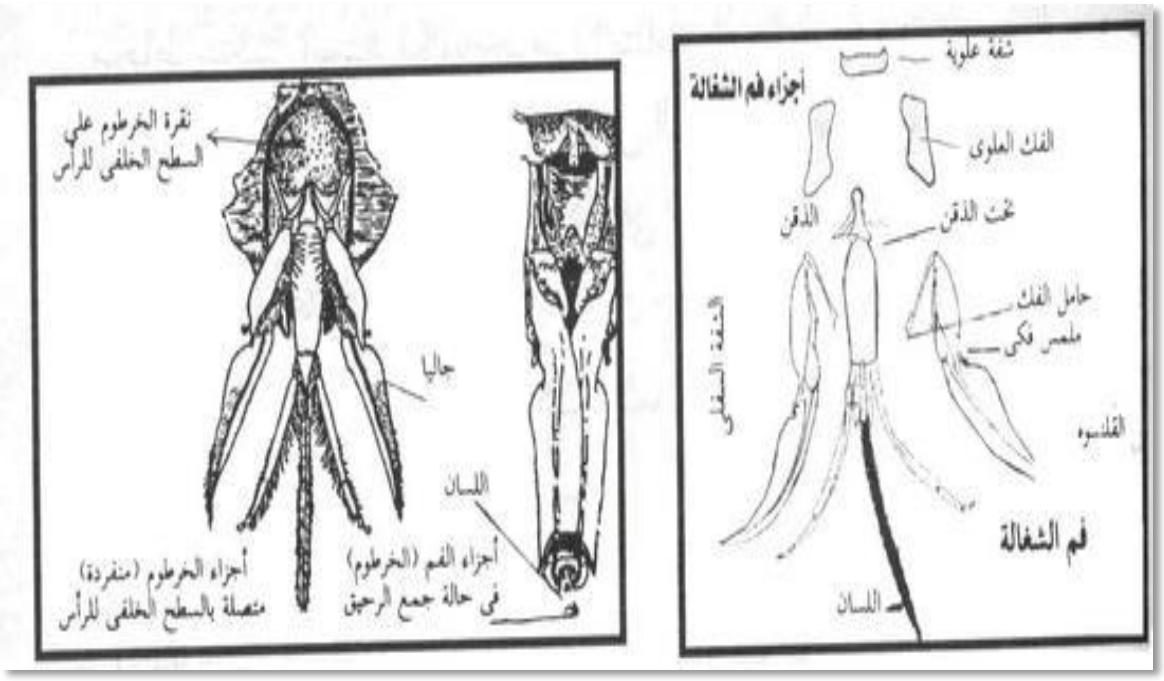
❖ كما هي ممثلة في شغالة نحل العسل.

❖ لقد تكون في هذه الحشرة خرطوم ماص لتتغذى به برحيق الأزهار، غير أنها قد احتفظت في نفس الوقت باللحيين القويين من الطراز القارض لأنها تستخدم أجزاء الفم أيضاً في تشكيل الشمع لبناء مشط العسل.

❖ وعليك أن تتبين إذاً أن اللحيين ، وهما حسنا التكوين ولكنهما فقدا الأسنان

❖ الفكين ، ويتكون كل منهما من قاعدة الفك وساق الفك.

❖ وتحمل الأخيرة منهما خوذة طويلة كالنصل وشريحة أثرية وملماساً فكياً مختزلاً.



❖ **الشفة السفلى :ولها شدفتان قاعديتان ، الذقن وفوق الذقن ، تدعمهما صفيحة مستعرضة هي الحزام (ترتكز على قاعدتي الفكين على الجانبين) .**

❖ **والملماسان الشفويان طويلان ويتكون كل منهما من ٤ شدفات.**

❖ **وجارا اللسان مختزلان إلى فصين صغيرين ، بينما استطال اللسانان استطالة عظيمة مكونين لساناً طويلاً له شفية عند طرفه تشبه الملعقة .**

❖ **واللسان مطوي تجاه الناحية البطنية ليكون أنبوبة أو قناة غذائية يُمتص فيها الرحيق.**

❖ **وعندما تنطبق الخوذتان والملماسان الشفويان واللسان معاً كل على الأخرى فربما تكون بنياناً أنبوبيّاً قوياً يمكن أن يولج في الأزهار بعمق .**

❑ (3)أجزاء الفم الماصة:Sucking mouth parts

كما هي ممثلة في أبي الدقيق والفراش. تبين أن أجزاء الفم هذه إنما تصلح لمص أو سحب الغذاء السائل فقط.

وتتغذى الحشرات التي لها أجزاء فم مثل هذه بالرحيق الذي تحصل عليه من الأزهار.

ومن ثم هي لا تحتاج إلا إلى خرطوم ماص طويل لتجمعه به.

ولذلك فإن خوذتي الفكين قد استطالتا استطالة عظيمة ، وتجتمعان معاً وتضمهما خطاطيف مشعبة لكي تكونا ذلك الخرطوم المرغوب فيه .

❖ ويوجد في كل من الخوذتين ميزاب يمتد طولياً على سطحها الداخلي.

❖ ويكون الميزابان القناة الغذائية التي يُمتص الرحيق فيها.

❖ ويلتف هذا الخرطوم أسفل الرأس وقت الراحة، ثم ينفرد بضغط الم عند الاستعمال.

❖ تبين أن مكونات أجزاء الفم الأخرى مختزلة تقريباً وهي:- الشفة العليا: مختزلة إلى صفيحة مستعرضة ضيقة عند الحافة السفلية للرأس .

❖ اللحيان وتحت البلعوم: غائبة كلية.

❖ الفكان : متحوران تحوراً عظيماً، وهما ممثلان بالخوذتين الممدودتين امتداداً عظيماً لتكونا الخرطوم وملماسين فكيين مختزلين اختزلاً كبيراً .

❖ الشفة السفلى : وهي مختزلة إلى مجرد صفيحة بطنية صغيرة، وتحمل ملماسين شفويين حسنى التكوين ولكل منهما ٣ شدفات.

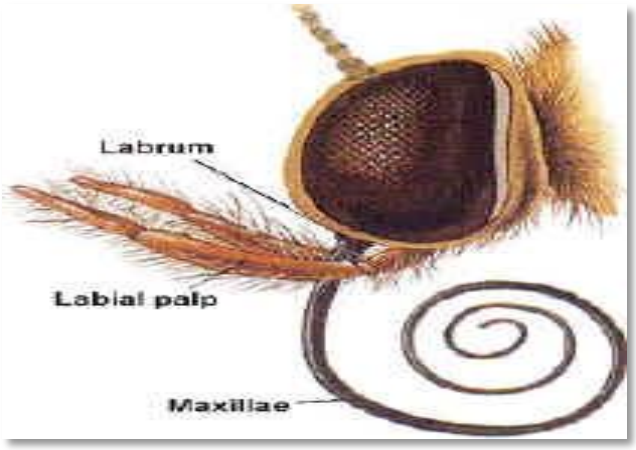
❑ (4) **أجزاء الفم الثاقبة الماصة** Piercing and Sucking mouth parts :

❖ هذه أحد الطرز الشائعة لأجزاء الفم.

❖ وتتكون بوجه خاص في الحشرات الطفيلية وهي طراز يلائم ثقب أنسجة النبات والحيوان ومص عصيرها أو دمها.

❖ ويتحور اللحيان والفكان في هذه الحالة إلى قُليمات إبرية الشكل يمكن أن تُدفع في أنسجة العائل الرخوة.

❖ ومثل أجزاء الفم هذه ممثلة في عدة حشرات طفيلية ففي أنثى البعوض (جنس كيولكس) يتبين أن معظم أجزاء الفم فيها متحور إلى قليمات تشبه الإبر.



❖ والشفة السفلى تكون نوعاً من الخرطوم المستطيل الذي يوجد على جانبه الظهري ميزاب يعمل كغمد لستة قليمات هي :-

❖ الشفة العليا فوق البلعومية وتحت البلعوم واللحيين وخوذتي الفكين .

❖ وتتكون القناة الغذائية بين الشفة العليا فوق البلعومية ، التي تنطوى إلى أسفل ومن تحت البلعوم الواقع تحتها، بينما يمتد المجرى اللعابي داخل تحت البلعوم .

❖ والملماسان الفكيان حسنا التكوين ، وتحمل الشفة السفلى شفيتين حسيتين انتهائيتين .

❑ (٥) أجزاء الفم الماصة كالإسفنج Lapping mouth parts :

❖ كما هي ممثلة في الذبابة المنزلية. تلعق هذه الحشرة الغذاء السائل عند سطح ما ، وهذا الغذاء إما أن يكون أصلاً على شكل سائل أو أن تحوله الحشرة إلى سائل بفعل لعابها أو بسوائل ترجعها من أمعائها.

❖ تبين أن أجزاء الفم تكون خرطوماً ممدوداً يتدلى رأسيّاً ، ولها شفيتان انتهائيتان تشبهان الإسفنج ، ويمكن تمييز ثلاث مناطق في هذا الخرطوم:-

❖ البوز، وينتمي من الناحية المرفولوجية للرأس ، وهو مخروطي الشكل وتغطيه من الأمام (الجهة الظهرية) صفيحتان هما الدرقة والداعمة.

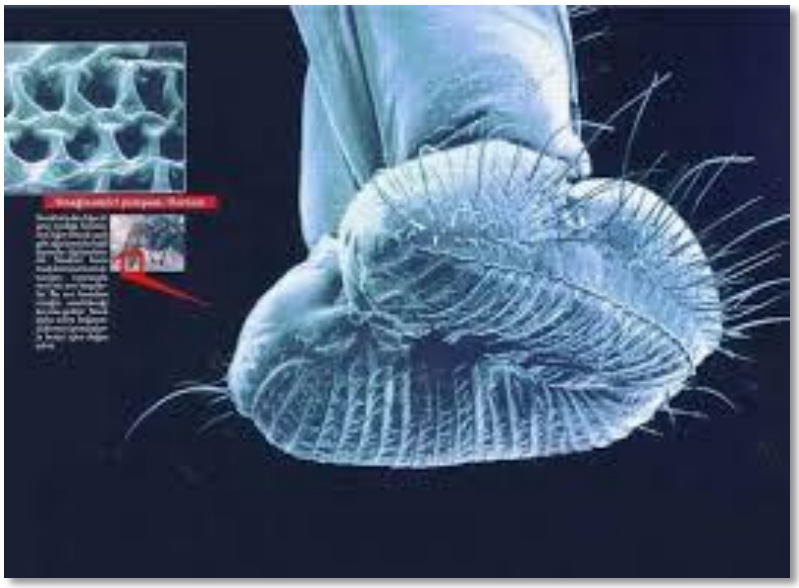
❖ والفكان ممثلان هنا بساقي الفكين، وهما يوجدان على جانبي البوز والشفة العليا فوق البلعومية، وكذلك بملماسين فكيين يتكون كل منهما من شدفة واحدة.

❖ المِمَص، وهو يتكون من شفة سفلى خلفية (باطنية) كبيرة وبها ميزاب أمامي عميق تبيت فيه الشفة العليا فوق البلعومية وكذلك تحت البلعوم (اللسان) الذي يقع خلف الشفة العليا.

❖ وبالشفة العليا فوق البلعومية مجرى عميق على سطحها الخلفي بينما يوجد ميزاب على السطح الأمامي للسان، ويكون المجرى والميزاب معاً القناة الغذائية.

❖ ويتحد البلعوم في الناحية القريبة مع المرئ ويلتقي مع هذه القناة الغذائية عند طرفه البعيد.وتوجد صفيحة قبل بلعومية صغير على شكل U عند ذلك المكان ، وظيفتها أن تحفظ جوف البلعوم مفتوحاً.

❖ الشفيتان، وهما كبيرتان كبراً عظيماً، وتقطع سطحيهما الداخلي والسفلي قنوات مستعرضة متعددة هي القصيبات الكاذبة ، التي تظل مفتوحة بمجموعة من الحلقات الشيتينية غير الكاملة. وتتجه القنوات جميعاً ناحية الفتحة الفمية التي تحيط بها صليبة بعيدة تشبه حدوة الحصان.



العيون Eyes

❑ للحشرات الكاملة عادة عيون مركبة وعيينات بسيطة ظهرية ، إلا أن الأخيرة قد تختفي تماماً كما في الحشرات عديمة الأجنحة .أما العيينات الجانبية فتوجد في يرقات الحشرات داخلية الأجنحة فقط .وقد تختزل العيون أو ينعدم وجودها في الحشرات التي تعيش في الظلام مثل الطفيليات الداخلية والنمل الأبيض والقمل القارض والماص .

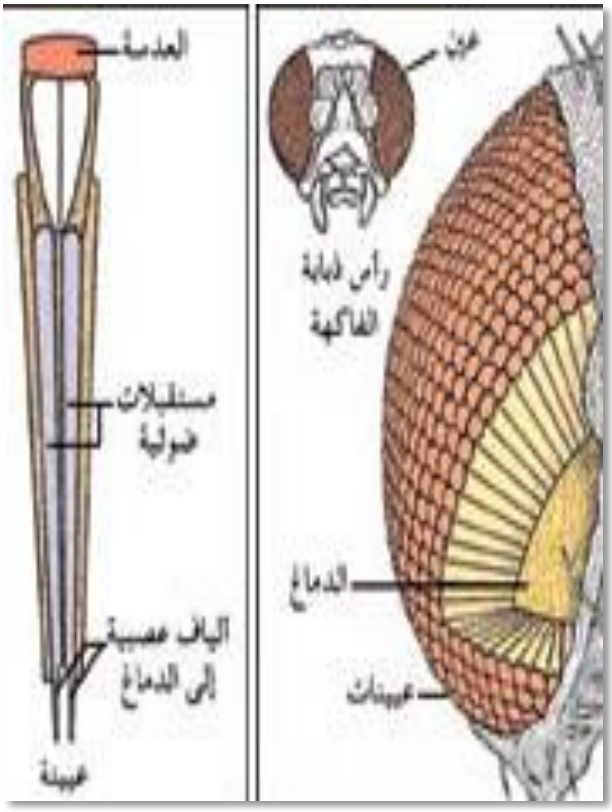
❑ العيينات البسيطة الظهرية Dorsal Ocelli :-

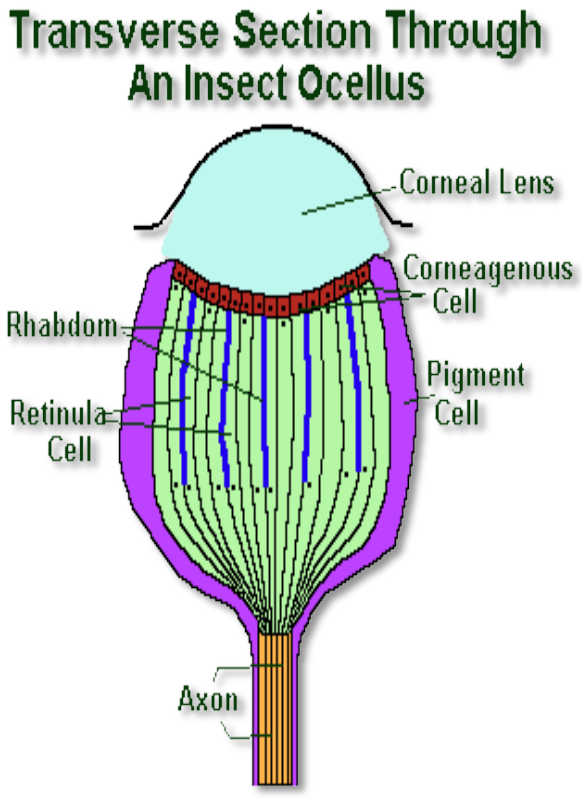
وتوجد في الحشرات الكاملة والحوريات وعددها عادةً ثلاثة ومرتبة في شكل مثلث قاعدته إلى أعلى. وقد تتواجد كلها في منطقة الجبهة أو قد تكون الوسطى منها في منطقة الجبهة والجانبيتين بين الجبهة وقمة الرأس. وفي حشرات أخرى كلها في قمة الرأس. وتتركب العين البسيطة من الأجزاء الرئيسية التالية :-

❖ **القرنية Cornea** وهي طبقة الجليد الشفافة التي تكون الغطاء الخارجي للعيينة ويزداد سمك الجليد فيها ليكون عدسة Lens محدبة الوجهين تعمل على تركيز الضوء الساقط عليها.

❖ **الطبقة المولدة للقرنية Corneagen Layer** وهي طبقة الخلايا الشفافة التي تقع أسفل القرنية على امتداد خلايا تحت البشرة وهي مسئولة عن إفراز مادة القرنية.

❖ **الشبكية Retina** وهي خلايا عصبية حساسة للضوء يتصل كل منها مباشرة مع أحد ألياف العصب البصري، ويتجمع كل خليتين أو ثلاثة منها حول قضيب بصري Rhabdom مكونة وحدة تسمى الشبيكية Retinula ومجموع هذه الوحدات تكون الشبكية Retina.





❖ الخلايا الصبغية Pigmented Cells

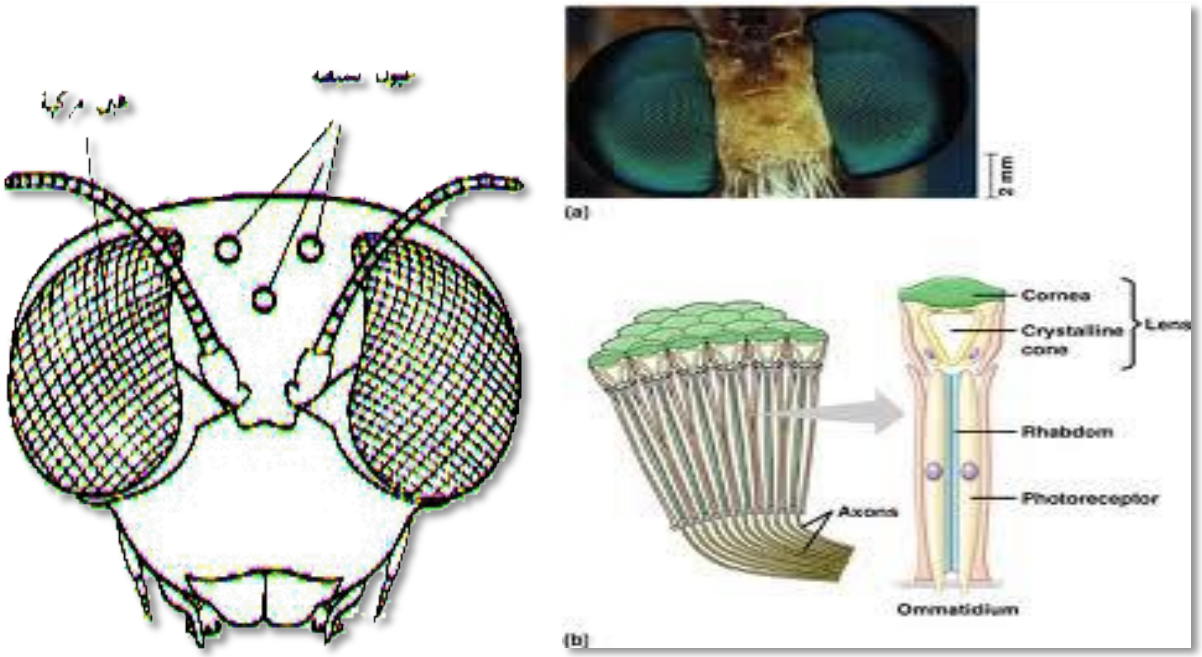
❖ وهي خلايا تحمل حبيبات صبغية توجد حول خلايا الشبيكيات أو قد تتواجد الصبغة في خلايا الشبيكيات نفسها.

❖ وهي تعمل على عدم تشتيت الأشعة الضوئية خارج العين بل تتركز بداخلها.

❖ وقد تتلون العيينات باللون القاتم نتيجة لكثرة وجود الصبغة في الخلايا المحيطة بالقرنية وأطراف خلايا الشبكية فتكون بمثابة غلاف يحيط بالعيينة من جميع جوانبها ويطلق عليا بالقزحية Iris .

❖ وتكون العيينة البسيطة الظهرية صورة غير واضحة أو غير مميزة للجسم المرئي أسفل الشبكية .

❖ أي أن العيينة البسيطة الظهرية يمكنها التمييز بين الضوء والظلام فقط. كما أنها تعمل على زيادة التنبيه الضوئي للعيون المركبة حيث أنها تتنبه لأي مصدر ضوئي ولو كان بسيطاً وبعدها تبدأ العيون المركبة في تتبع وتمييز هذا المصدر.

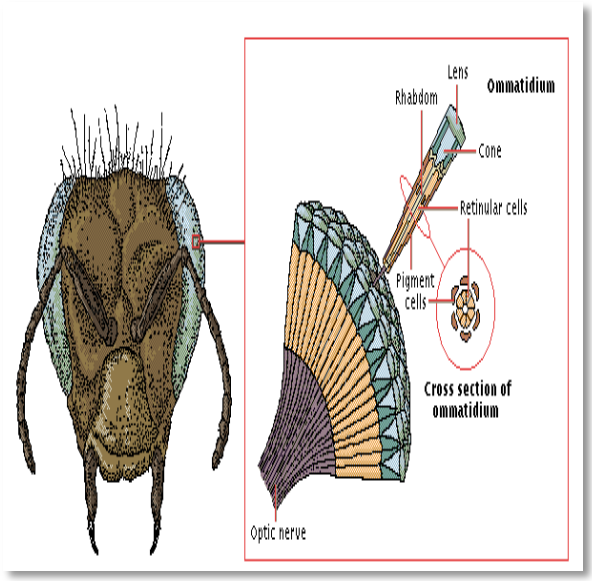


❑ العيينات البسيطة الجانبية Lateral Ocelli or Stemmata

❖ وهي العيينات الموجودة في يرقات الحشرات داخلية الأجنحة. وتوجد على جانبي الرأس، ويختلف عددها باختلاف الأنواع وحتى ضمن النوع الواحد. والعيينات البسيطة الجانبية في طور اليرقة ستكون عيون مركبة في طور الحشرة الكاملة.

❖ وتتشابه العيينات البسيطة الجانبية مع العيينات البسيطة الظهرية في التركيب ولكن تختلف عنها في احتوائها على الجسم البلوري الكاسر Crystaliane Refractive body الذي يوجد أسفل العدسة.

❖ كما أن خلاياها لا تحتوي عادةً على الحبيبات الصبغية.



❖ وتستمد أعصابها من الفصوص البصرية.

❖ وتتشابه العيينات الجانبية في التركيب مع الوحدة العينية للعين المركبة. وتكون كل عيينة جانبية صورة حقيقية مقلوبة واضحة لجزء من الجسم المرئي.

❖ وبتجميع أجزاء الصورة بواسطة مجموعة العيينات على كل جانب يتكون صورة مجزأة للجسم المرئي تعرف بالصورة الفسيفسائية.

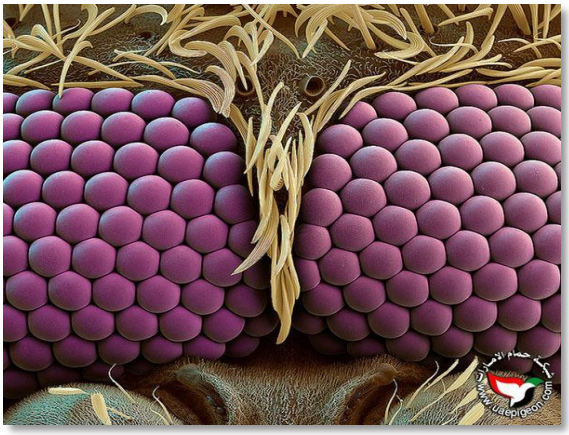
❖ وتقوم اليرقة بتحريك رأسها من جانب لآخر حتى تتمكن من زيادة مجال الرؤية للجسم.

❑ العيون المركبة Compound Eyes

- توجد في الحشرات الكاملة والحوريات وقد ينعدم وجودها في حشرات القمل القارض والماص والأفراد العقيمة من النمل الأبيض.

- تختلف العين المركبة عن العيينات البسيطة بنوعيها في أن قرنيتها مقسمة إلى عديد من الأوجه المنفصلة في حين أنه لا يوجد سوى وجه واحد لكل قرنية في العيينات بنوعيها.

- وتتكون العين المركبة من مجموعة من الوحدات البصرية يختلف عددها ومساحة وشكل أسطحها الخارجية باختلاف الأنواع.

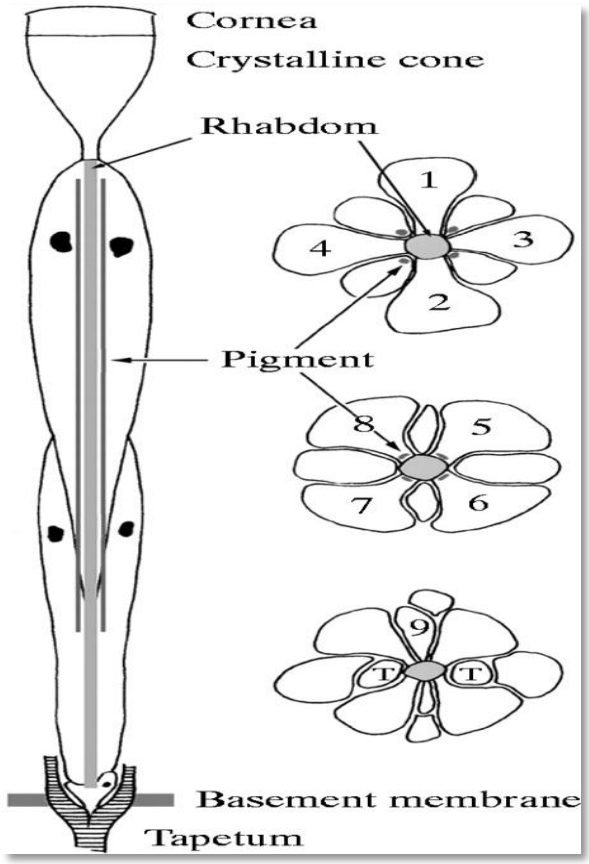


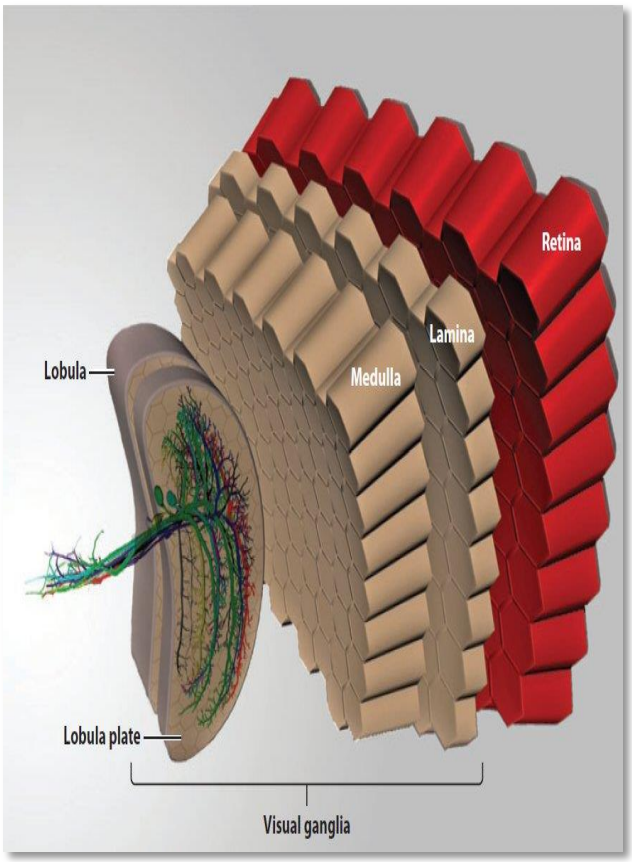
❖ **القرنية Cornea** وهي الجزء السطحي من الوحدة العينية وهي عبارة عن عدسة شفافة محدبة الوجهين وتتخلص منها الحشرة في كل انسلاخ.

الطبقة المولدة للقرنية Corneagen Layer

❖ وتقع على امتداد طبقة تحت البشرة أسفل القرنية ولا تزيد عدد خلاياها عن اثنين وهما المسؤلتان عن إفراز القرنية عند كل انسلاخ.

❖ وقد ينعدم وجودها في بعض الحشرات وفي هذه الحالة تفرز القرنية من خلايا المخروط البلوري.





○ خلايا المخروط البلوري Crystalline Cone

❖ وتتكون من أربعة خلايا شفافة مخروطية الشكل تقع أسفل الطبقة المولدة للقرنية أو أسفل القرنية مباشرة وعي إما تكون مملوءة بسائل أو تكون جسماً أو مخروطاً بلورياً من إفرازها وتوجد الأنوية في قمته.

❑ ثانياً- جهاز الاستقبال Receptive System

ويشمل :- **خلايا الشبكية Retinula Cells**

أو خلايا الإبصار ذات الصبغة وهي عبارة عن مجموعة من سبع خلايا محببة تمثل الجزء القاعدي للوحدة العينية، يتصل بكل خلية ليفة عصبية تصلها بالفص البصري في المخ. وتفرز الخلايا البصرية في مركزها قضيباً

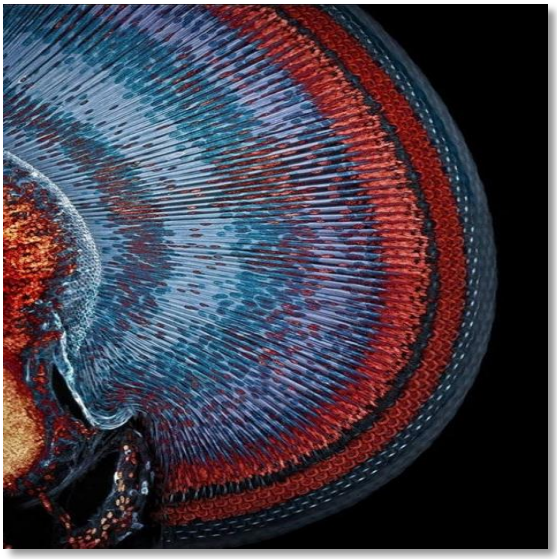
بصرياً Rhabdom يلامس طرفه العلوي قاعدة المخروط البلور بينما طرفه السفلي يتصل بالغشاء القاعدي للعين.

❑ ثالثاً : الجهاز الصبغي Pigmentary system

❖ ويشمل مجموعتين من الخلايا ذات الصبغة الداكنة الأولى تعرف بخلايا القزحية الأولية والتي تحيط بالمخروط البلوري والطبقة المولدة للقرنية.

❖ والثانية تعرف بخلايا القزحية الثانوية وهي أطول من السابقة وتحيط بالشبكية وخلايا القزحية الأولية وبهاتين المجموعتين تُعزل الوحدة العينية عن الوحدات المجاورة لها. ويُعتقد بأن هذه الخلايا ذات الصبغة الداكنة تقلل من حدة الضوء خاصةً في الحشرات النهارية.

❖ وترتكز قواعد الوحدات العينية على الغشاء القاعدي المثقب الذي تنفذ منه أطراف الألياف العصبية للخلايا الشبيكية.



أنواع العيون المركبة

❑ العيون الليلية :-

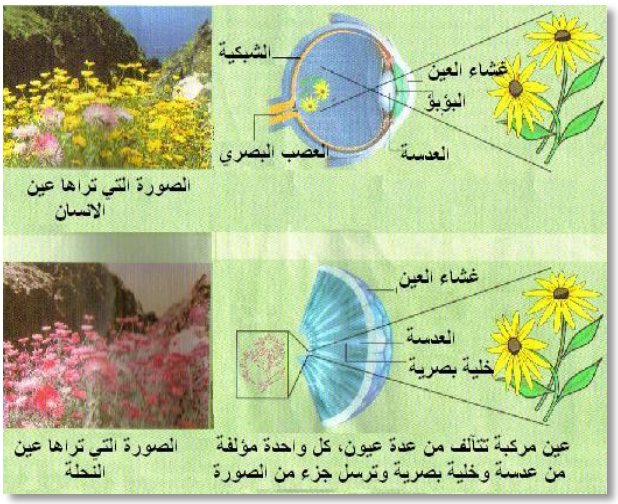
- نلاحظ أن يكون الغلاف الحبيبي الذي يحيط بالوحدات البصرية غير كامل .وبذا يمكن للضوء الذي يقع على عدة قرنيات (عدسات) أن يصل إلى محور بصري واحد .

وبذلك نجد أن النقط المتجمعة لا تكون بجوار بعضها البعض (أي غير متراصة بجوار بعضها) ولكنها تكون نقط تقع فوق بعضها.

- نلاحظ أن يكون الغلاف الحبيبي الذي يحيط بالوحدات البصرية غير كامل .وبذا يمكن للضوء الذي يقع على عدة قرنيات (عدسات) أن يصل إلى محور بصري واحد .
- وبذلك نجد أن النقط المتجمعة لا تكون بجوار بعضها البعض (أي غير متراصة بجوار بعضها) ولكنها تكون نقط تقع فوق بعضها.

❑ العيون النهارية :-

- نلاحظ أن الغلاف الحبيبي (الخلايا الملونة في كلا من القزحية الابتدائية والثانوية) يحيط تماماً بكل وحدة بصرية.
- لدرجة أن الضوء الذي يسقط على القرنية ومنه إلى المخروط البللوري هو الذي يكون صورة.
- أما الضوء الذي يسقط على أي مكان آخر فإنه يمتص بواسطة الغلاف الحبيبي.

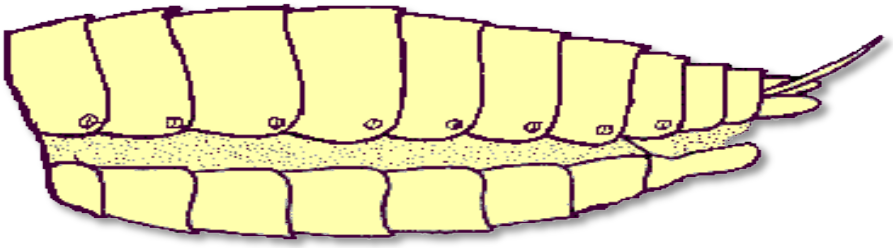


هكذا ترى النحلة الإزهار

البطن وزوائدها

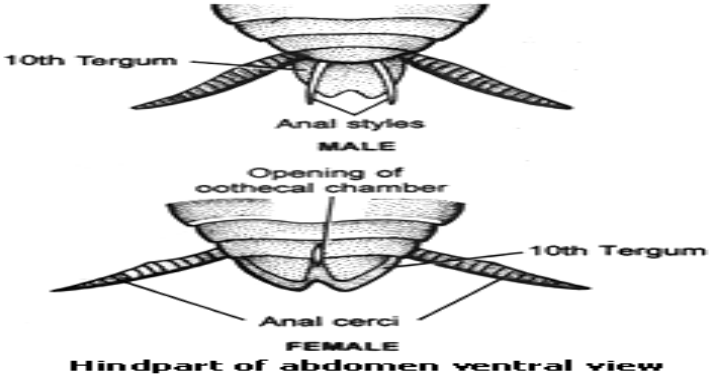
❑ يتركب البطن من سلسلة من الحلقات المتتالية المتساوية في الحجم تقريباً وهي متداخلة في بعضها البعض على شكل تليسكوبي يُمكن الحشرة من أن تمتد وتنكمش حسب إحتياجها فمثلاً تمتد عندما يكون جهازها الهضمي مملوءاً بالغذاء أو أن جهازها التناسلي ممتلئ بالبيض.

❑ في معظم الأحوال نجد أن كل حلقة بطنية عبارة عن حلقة بسيطة، بمعنى أن الترجا والإسترنا عبارة عن صفيحة بسيطة غير مقسمة إلى أجزاء وكذلك البلورا تكون غشائية ولا تتميز إلى أجزاء منفصلة.



❑ من دراسة أجنة الحشرات نجد أن العدد الأولي (البدائي) للحلقات البطنية هو ١١حلقة + قطعة نهائية تسمى عُجب Telson وهذه القطعة النهائية لا تعتبر حلقة حقيقية وتوجد في أجنة أنواع قليلة من الحشرات وتضمر أثناء النمو الجنيني.

❑ وفي بعض الحالات تكون حلقات البطن مختزلة عند الطرف الأمامي والخلفي، ويزداد هذا الاختزال في الرتب العليا من الحشرات. والحلقة الحادية عشر لا توجد إلا في الأطوار الكاملة من الحشرات الدنيا مثل الصرصور وحتى في هذه الحالة أنها مكونة من ترجا عبارة عن صفيحة رقيقة موجودة في الجهة العلوية فوق فتحة الشرج والإسترنا ممثلة بصفيحتين واقعتين على جانبي فتحة الشرج وهما الصفيحتين الدبريتين.



❑ **أولاً : زوائد لاتناسلية** Reproductive appendages

❑ أ-القرنان الشرجيان Analcerci

➢ توجد عادة في كل من الذكر والأنثى وقد تكون طويلة ذات عقل كثيرة مثل السمك الفضي، أو قصيرة ومقسمة إلى عقل كما في الصرصور أو قصيرة وغير معقلة مثل الجراد أو تتحور إلى شكل ملاقط تستخدمها الحشرة

➢ في الدفاع والهجوم كما في إبرة العجوز أو تتحور إلى خياشيم للتنفس كما في نياد(حوريات) الرعاش الصغير الذي يعيش في الماء.

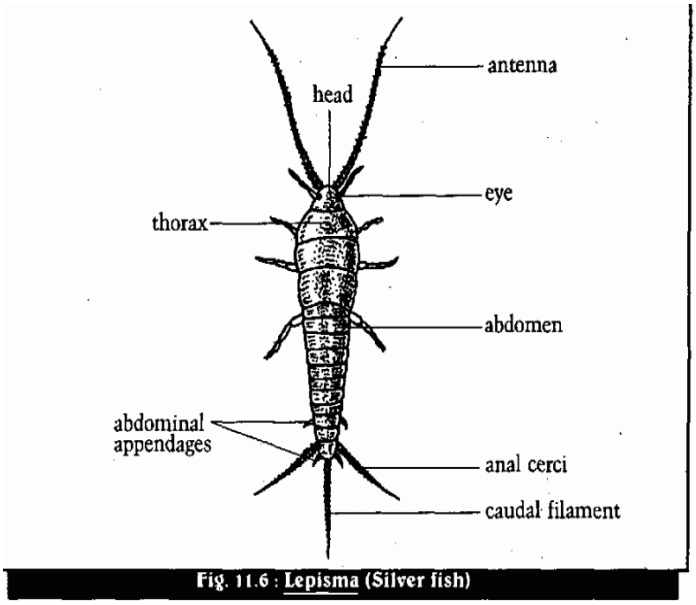


Fig. 11.6 : Lepisma (Silver fish)

زوائد بطنيه في السمك الفضي - زوائد مقسمة طويلة في السمك الفضي

❑ قرون شرجية متحورة إلى ملاقط قرنية في إبرة العجوزة.

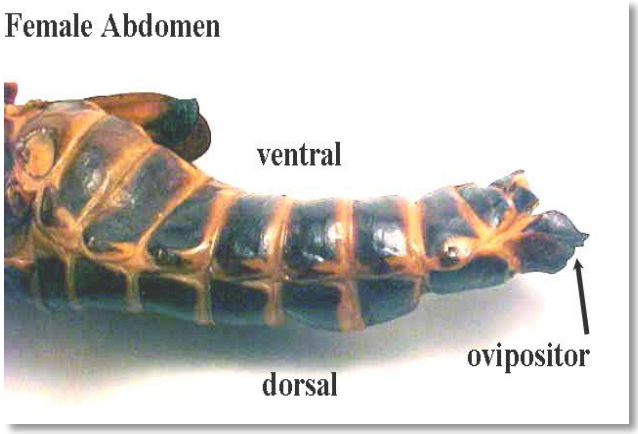
❑ قرون شرجية طويلة غير مقسمة في الحفار.

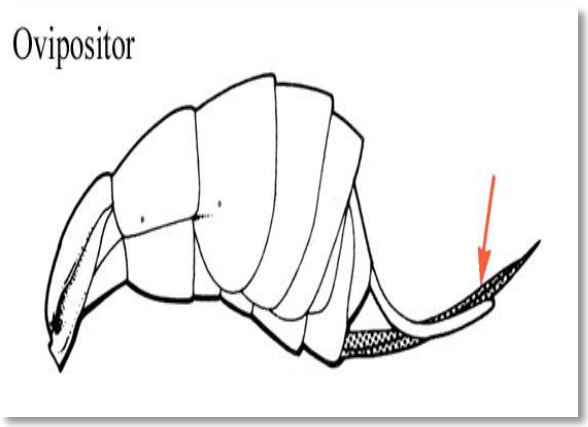
❑ ب- أعضاء التناسل الخارجية في الإناث **External senitalra of ovipositor**

❑ تتكون آلة وضع البيض النموذجية من ثلاث أزواج من الزوائد التناسلية على شكل صمامات أو مصاريع Valves تخرج من حريقفات العقل البطنية الثامنة والتاسعة هي:-

١) زوج من الصمامات البطنية أو الأمامية :وهو يخرج من حريقفات إسترنة العقلة البطنية الثامنة.

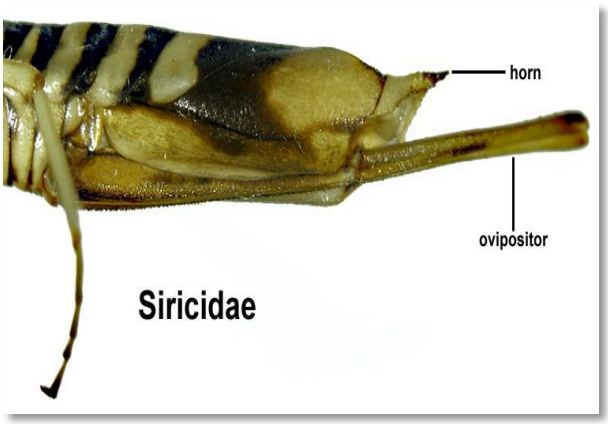
٢) زوج من الصمامات الداخلية أو الخلفية :وهو يخرج من حريقفات إسترنة العقلة البطنية التاسعة.





٣- زوج من الصمامات العلوية أو الجانبية :وهو يخرج أيضاً من حريقفات إسترنة العقلة البطنية التاسعة.(ظهري) أو بمعنى آخر أن الزوج الثاني والزوج الثالث يخرجان من أسترنة العقلة البطنية التاسعة(زوج واحد متفرع إلى زوجين) ويختلف شكل وتركيب آلة وضع البيض باختلاف الحشرات.

➢ فهي غير موجودة كما في أنواع القمل وقد تكون صغيرة ومفككة كما في الصرصور أو قد تتحور للحفر كما في الجراد حيث تكون آلة وضع البيض طويلة وقوية ومتداخلة مع بعضها بحيث تكون متماسكة.



➢ وفي حشرات التربس Thrips نجد أن الصمامات تحولت إلى إبر مسننة (أنابيب) يمر من خلالها البيض وهذه الإبر تُمكن الحشرة من ثقب النباتات بواسطها (آلة وضع البيض) ثم تضع البيض داخل النبات .

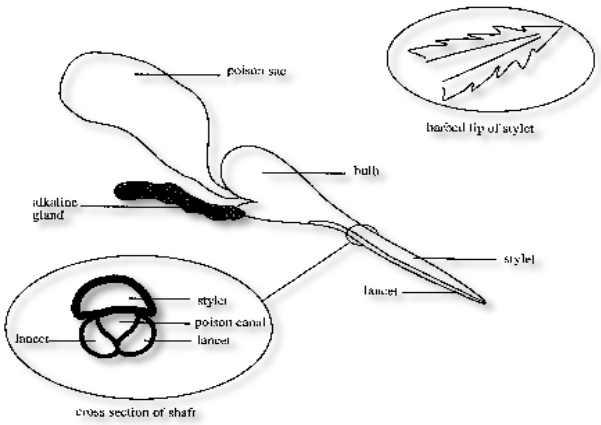
❑ ج-آلة اللسع Sting

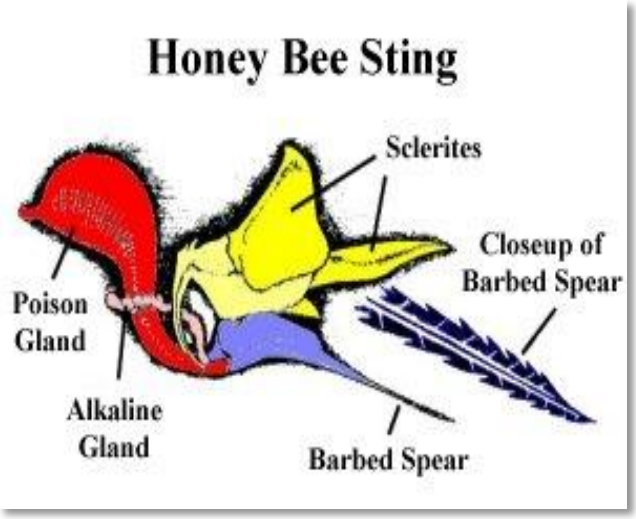
➢ وفي كثير من الحشرات غشائية الأجنحة مثل شغالة نحل العسل تتحور فيها آلة وضع البيض إلى آلة لسع (حيث أن شغالة نحل العسل لا تتكاثر) لتدافع بها الحشرة عن نفسها وعن المملكة وهي تتركب من الأجزاء الآتية:-

1- الصفائح الشيتينية:- 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 platesوزوج من الصفائح المستطيلة Oblang plates وصفيحة واحدة متوسطة Median .





٢- 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.

وضع البيض وهما غير مقسمتين وتشبهان الملامس .

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 تمدان 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.

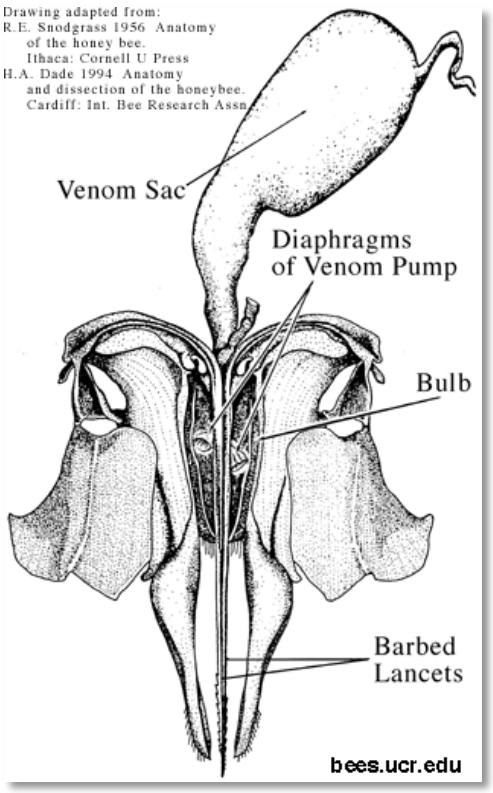
جـ -الزائدة الشبيهة بالملمس Plap-like appendage

➢ زوج من زوائد تخرجان من الطرف الخلفي للصفيحتين المستطيلتين وتقابلان الزوج العلوي في آلة وضع البيض وهما غير مقسمتين وتشبهان الملامس.

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

➢ **أ -الغدة الحمضية Acid gland** وهي أنبوبية الشكل تصب إفرازاتها في مخزن يعرف بكيس السم Poison sac.

➢ **ب -الغدة القلوية Alkaline g** وهي أنبوبية الشكل وتصب في قناة بالقرب من فتحة كيس السم.



❑ جـ -آلة السفاد(أعضاء التناسل الخارجية في الذكور Copulatory organ apparatus)

تتكون آلة السفاد من ثلاثة أزواج من الصمامات كلها خارجة من إسترنة الحلقة البطنية التاسعة وهي:-

١) الزوج الأول يسمى القابض.Claspers

٢) الزوج الثاني يسمى القطع الجانبية (غلاف القضيب.Parameres)

٣) الزوج الثالث يكون عضو واحد هو القضيب.Penis

والزوجان الثاني والثالث يكونان معاً عضو التذكير.aedeagus

وشكل آلة السفاد يختلف إختلافاً كبيراً في الأنواع المختلفة للحشرات وفي بعض الحشرات من الممكن غياب المقبضان اللذان يستعملان أساساً في القبض على الأنثى أثناء السفاد.

وتستعمل آلة السفاد كصفة تقسيمية مهمة يعول عليها في التفرقة بين الأجناس في الأنواع المتقاربة.

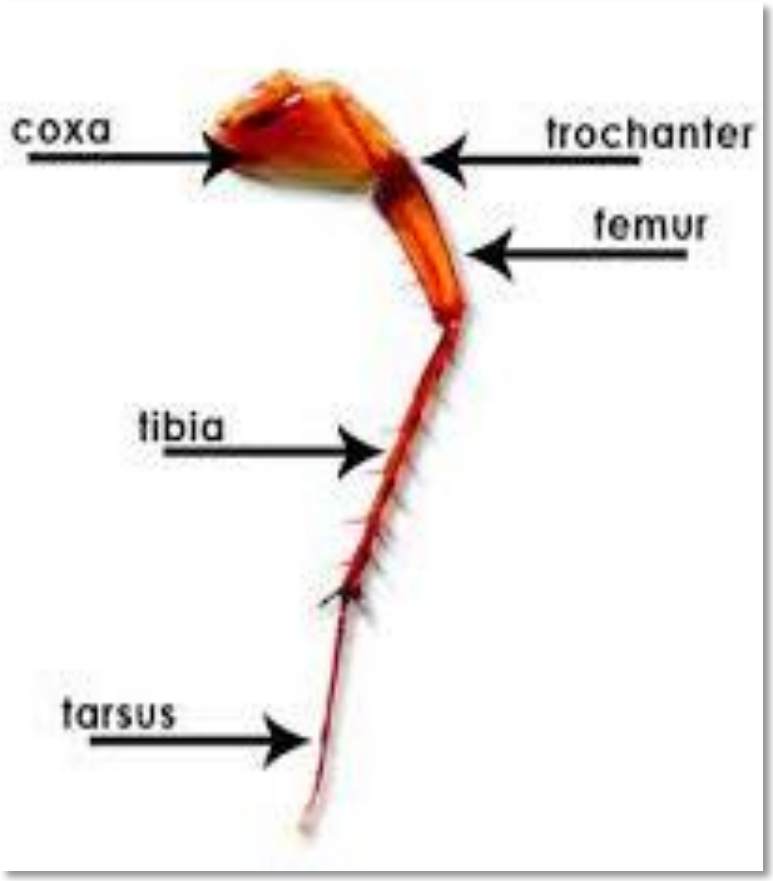
أرجل الحشرات :-

❑ تعتبر الحشرات من ذوات الست أرجل . وتتركب رجل الحشرة من ستة أجزاء واضحة (حلقات) تظهر في الترتيب الآتي من القاعدة إلى الطرف:-

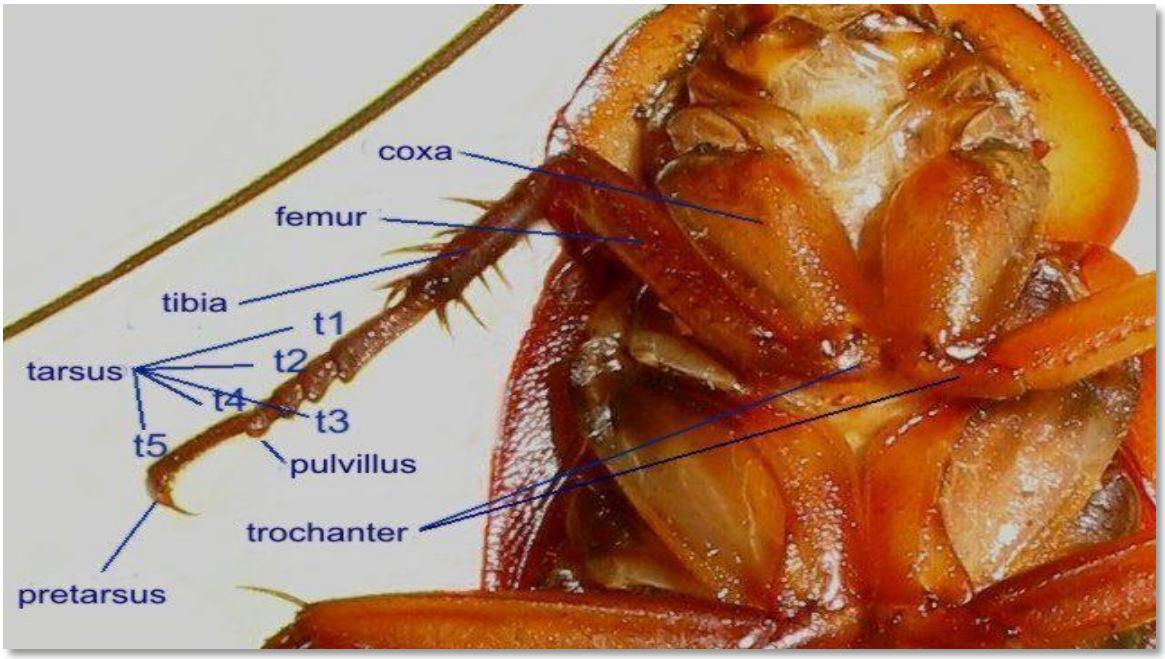
الحرقفة – المدور – الفخذ – الساق – الرسغ – الرسغ الأقصى.

❑ وتنفصل هذه الحلقات عند أماكن تقابلها مع بعضها البعض باستثناء نقطة تقابل المدور بالفخذ التي لا تشكل موضعاً للتمفصل بل عندها تتخذ هاتان الحلقتان صلابة .

❑ وتتميز أرجل الحشرات بأنها جوفاء حيث يشغل فراغها الداخلي الدم والأعصاب والقصبات الهوائية



تحورات أرجل الحشرات



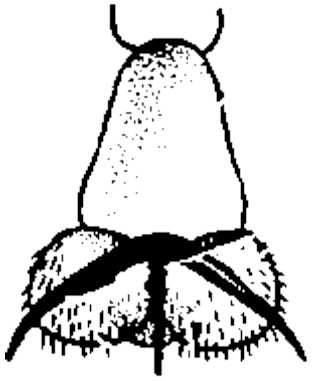
تحورات أرجل الحشرات: -

إن الحشرات تعتبر من ذوات الست أرجل وتتركب رجل الحشرة النموذجية من ستة أجزاء واضحة (حلقات) تظهر في الترتيب الآتي من القاعدة إلى الطرف :- الحرقفة ـ المدور ـ الفخذ ـ الساق ـ الرسغ ـ الرسغ الأقصى . وتنفصل هذه الحلقات عند أماكن تقابلها مع بعضها البعض باستثناء نقطة تقابل المدور بالفخذ التي لا تشكل موضعاً للتمفصل بل عندها تتخذ هاتان الحلقتان صلابة .

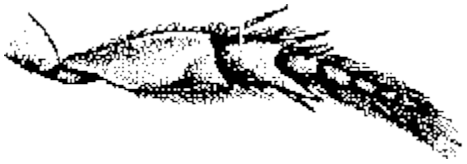
وتتميز أرجل الحشرات بأنها جوفاء حيث يشغل فراغها الداخلي الدم والأعصاب والقصبات الهوائية والعضلات التي تمتد بين حلقات الرجل ومن قاعدتها إلى أقرب مكان على جدار الجسم والحرقفة هي الحلقة القاعدية للرجل التي تتمفصل قاعديا مع حلقة الصدر أما الرسغ فهو عبارة عن حلقة تنقسم ظاهريا في أغلب الحشرات إلى عقلتين أو أكثر بحيث لا يزيد عدد العُقل عن خمس ويظهر الرسغ الأقصى في بعض الحشرات كما في كثير من اليرقات وبعض الحشرات الكاملة كذوات الذنب القافز كعقلة طرفية صغيرة .

في حين يتحور في غالبية الحشرات إلى عدد من المخالب (من مخلب إلى مخلبين) والصفائح الصغيرة غالبا ما يتكون الرسغ الأقصى من مخلبين بينهما وسادة وسطية لحمية تسمى الخُف الوسطى للقدم كما في الصراصير والنطاطات.

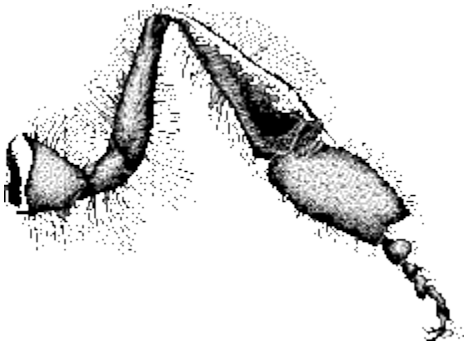
وقد تستبدل هذه الوسادة بشوكة وسطية تسمى شوكة القدم التي يوجد بينهما وبين كل مخلب وسادة جانبية غشائية (ذات شعيرات غدية) تسمى بالخُف الجانبي للقدم كما في الذبابة المنزلية وتساعد الأخفاف الوسطية أو الجانبية للرسغ الأقصى للحشرة كثيراً عند السير على السطوح الناعمة حيث يحدث بين السطح والخُف تفريغ هوائي أو قد يفرز الخُف من خلال شعيراته الغدية مواد لزجة وبذلك يثبت طرف الرجل على السطح الناعم الذي تسير عليه الحشرة.



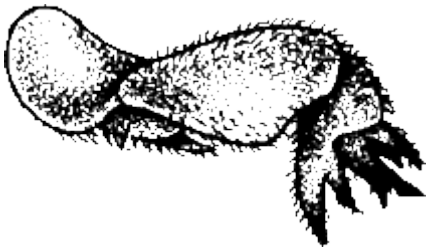
وتتحور الأرجل الخلفية في أغلب الحشرات المائية إلى أرجل معدة للعوم وفيها يفرطح الساق والرسغ ويحملان شعيرات كثيفة وبذلك تصبح الرجل كالمجداف



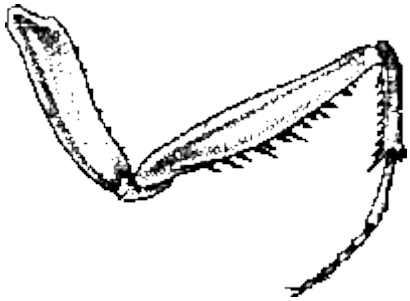
يظهر التحور في الأرجل الخلفية ويبدو واضحاً في شغالة نحل العسل حيث تنبسط الساق تدريجياً نحو طرفها ويصبح لحوافها شعيرات طويلة ويتكون من هذا التحور الأخير سلة حبوب اللقاح كما تتضخم العقلة القاعدية للرسغ (الذي يتكون من ٥ عقل) لتصبح منبسطة وعريضة حيث يمتلأ سطحها الداخلي بحوالي ١٠ صفوف عريضة متوازية من أشواك قصيرة تعمل كفرشاة لتجمع حبوب اللقاح الملتصقة بجسم الحشرة أثر زيارتها للأزهار تكشط حبوب اللقاح بالرجل الخلفية على الجانب الآخر من الحشرة.



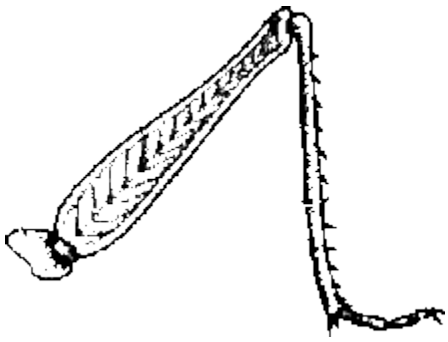
وتتضخم الأرجل الأمامية في الحفار لأنها معدة للحفر وفيها يصبح الفخذ قويا ذو زائدة سفلية ويتفرطح الساق لينتهي طرفه بأربع أسنان قوية وهكذا تصبح الساق في شكل راحة اليد الممتدة في وضع عمودي حيث تحمل في أعلاها من الداخل شقاً بسيطاً هو عضو السمع ومن الخارج زائدة صغيرة ذات ثلاثة أسنان هي ما تبقى من رسغ هذه الأرجل .



وعندما يتضخم الفخذ في الأرجل الأمامية ، في هذه الحالة المصحوبة أحياناً بتواجد بعض الأسنان والتجاويف ، يصبح لهذه الأرجل القدرة على القنص وقد يطرأ على أرجل القنص تحورات أخرى كاستطالة الحرقفة مثلا كم في حشرات فرس النبي.



وقد يتضخم الفخذ كثيراً ويصبح ممتلئاً بالعضلات القوية وبهذا التحور تصبح الرجل قادرة على الوثب كما في الأرجل الخلفية المعد للقفز في الجراد .



مثال (١) على حركة الحشرات : الجراد الصحروای (الرحال)
في وضع الاستعداد للقفز تستقر الحشرة فى مكانها وتنطبق الأجنحة فوق الجسم وترتكز بأرجلها الأمامية والوسطى على الأرض بينما تقترب الساق من الفخذ في وضع رأسي وفى هذا الوضع تنقبض عضلات الفخذ جدا استعداداً للقفز حيث تنبسط فجأة مما يدفع الحشرة للأمام في قفزة قوية في الهواء.

ويوضح هذا الشكل الوضع أثناء القفز على الأرض حيث تنطبق الأجنحة على الجسم وتدخل تحت الجسم مباشرة وبالرغم من صغر حجم الجراد فإنه يستطيع أن يقفز لمسافة ٥٠سم في المرة الواحدة أي ما يعادل ١٠ مرات

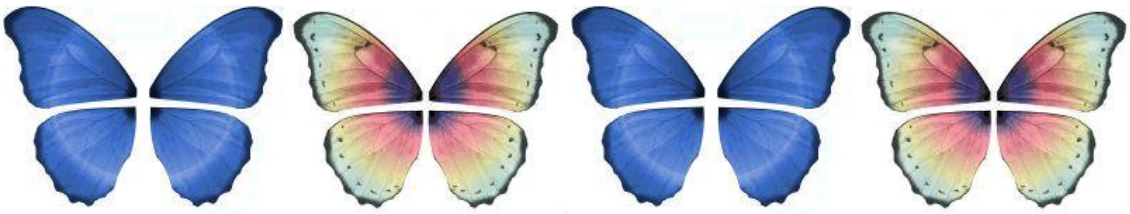
طول الجرادة . وتعتبر عضلات الرجل الخلفية في الجرادة أقوى ألف مره من مثيلتها لنفس الوزن من عضلات الإنسان . ويعتبر الجراد من أخطر الحشرات على المحاصيل الزراعية أو النباتات الخضراء عند الهجرة من مكان لآخر ويستطيع أن يقطع آلاف الأميال وعندها يحط رحاله على أرض خضراء لا يتركها إلا وقد تحولت الى أرض صفراء جرداء قاحلة .

شكل الجراد وهو يطير حيث تنفرد الأجنحة الى أقصى درجة وتمتد الأرجل الخلفية الى الخلف والأمام على الجانبين كما لو كانت تستعد للنزول.

في وضع الهبوط تنفرد الأرجل الأمامية إلى الأمام والوسطى والخلفية إلى أسفل ببطء كما تأخذ الأجنحة وضع انحناء ليساعد الحشرة على الاحتفاظ بأكبر قدر من الهواء مثل الباراشوت ليساعد في هبوط آمن ونفس طريقة هبوط الطيور والطائرات تأخذ هذا الشكل

مثال (٢) على حركة الحشرات : نوع من أنواع صراصير الغيط الحفاره-:
تتحور أرجلها كلها بحيث تشبه الرفاص وتعيش هذه الحفارات في الصحـراء حيث تستطيع وبمنتهى السرعة حفر حفره رأسية تحتها مباشرة في وضع رأسي والاختباء داخلها في ثوان قليلة كما تلتف الأجنحة في شكل حلزوني فوق الجسم حتى لا تعوق الحركة .

الأجنحة Wings:



وهناك عدة نظريات تبحث في كيفية منشأ الأجنحة في الحشرات ومن هذه النظريات : -

١- <u>نظرية الزوائد المفصلية :-</u> وتعتبر الأجنحة تحور لزوائد مفصلية وتفترض هذه النظرية بأن الصدر في الحشرات كان يحمل في بادئ الأمر ٦ أو ٧ أزواج من الزوائد . زحف بعضها لأعلى مكونا الأجنحة وبقى ثلاث منها لأسفل مكونة الأرجل ولكن ليس هناك ما يدعم هذه النظرية وقيمتها تاريخية فقط .

٢- <u>نظريـة الخياشـيم والقصـيبات :-</u> وتعتبـر الحشـرات ذات أصـول مائيـة وتحـورت فيهـا بعـض الخياشـيم والقصيبات الهوائية إلى أجنحة . ولكن ليس هناك ما يدعم هذه النظرية أيضاَ .

٣- <u>نظرية الصفائح الظهرية :-</u> وهذه هي أكثر النظريات الباحثة في منشأ الأجنحة قبولا من الوجهة العلمية وتعتبر الأجنحة ثنيات مزدوجة لجدار الجسم ويؤيد ذلك نمو الحشرات الجنينى حيث يشاهد نمو الأجنحة على هذا النحو وكذلك فإن القصيبات التي تدخل بهذه الثنيات هي التي تتحور الى عروق الجناح فيما بعد.

<u>الجناح النموذجي في الحشرات</u> عبارة عن رقعة غشائية رقيقة مثلثة الشكل،، وتسمى مناطق الجناح بأسماء مختلفة في مختلف الحشرات وتعطى للزوايا وحوافها أسماء حسب موقعها ويعتبر 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 أتزان.

وفي بعض الحشرات تختفي الأجنحة تماماً وتصبح الحشرات عديمة الأجنحة(صفة أصيلة أو مكتسبة) مثل السمك الفضي والقمل.

ويعتبر شكل الجناح من أهم الصفات التي بني عليها تصنيف الحشرات ، فعلى حسب عدد الأجنحة وشكلها

وضعت الحشرات في رتب مختلفة orders فمثلاً الحشرات التي لها أجنحة جلدية وضعت في رتبة جلدية الأجنحةDermaptera ، 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

شكل الجناح

الجناح مثلث الشكل تقريباً وله ثلاثة حواف هي

1- حافة أمامية أو ضلعية.Ant.m

2- حافة خارجية أو قمية.Apical m

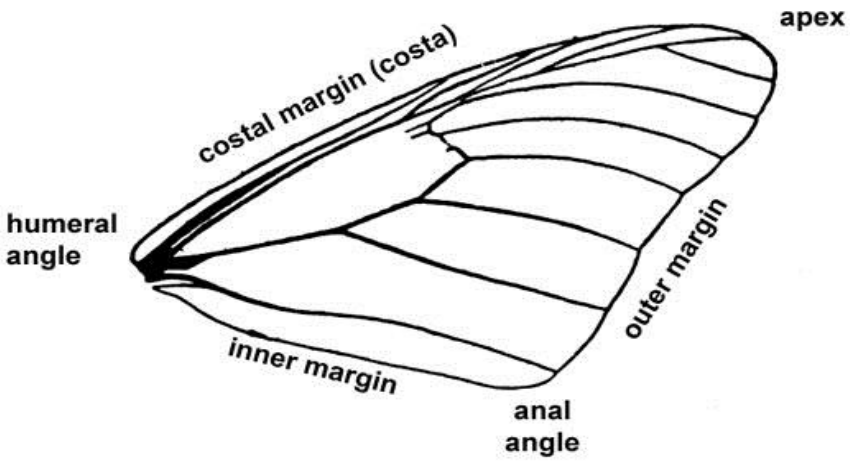
3- حافة خلفية أو شرجية post. Anal.m

وللجناح ثلاث زوايا هي

أ- زاوية أمامية: وهي عند قاعدة الحافة الأمامية

ب- زاوية خارجية: وهي الزاوية المحصورة بين الحافة الأمامية والخارجية

ج - زاوية خلفية: وهي الزاوية المحصورة بين الحافة الخارجية والخلفية



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.

وتتحور الأجنحة إلى أشكال عديدة منها ما سبق ذكره.

ومنها ما سوف يدرس بالجزء العملي.

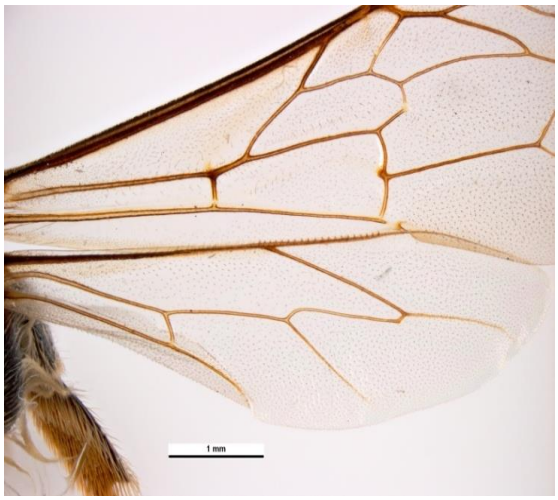
أثناء الطيران في معظم الحشرات يتشابك الجناح الأمامي بالجناح الخلفي ويتحركان معاً كوحدة واحدة ، وهذا يوفر مجهوداً كبيراً للحشرة ويزيد من كفاءة الطيران ، ولكن هناك حشرات مثل النمل الأبيض يتحرك كل جناح مستقلاً عن الآخر.

جهاز شبك الأجنحة (الطوق) the wing coupling apparatus :-

يوجد ثلاثة أنواع لشبك الأجنحة

1– النوع الخطافيHamulat

يوجد في الحشرات غشائية الأجنحة (النحل والزنابير) ويخرج من الحافة الأمامية للجناح الخلفي صف من الخطاطيف الدقيقة المنحنية تشتبك مع جزء سميك من الحافة الخلفية للجناح الأمامي.



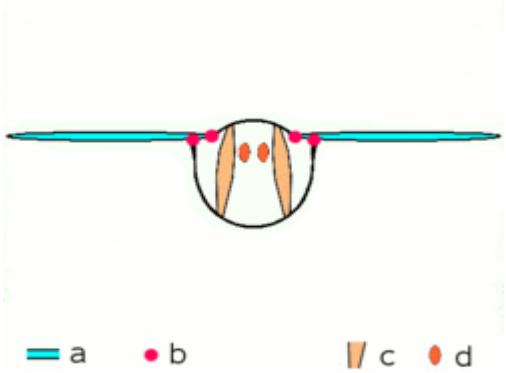
٢– النوع الشوكي Frenulate :-

يوجد في كثير من أنواع الفراشات وهو يختلف نوعاً ففي الإناث الشويكات القوية تشتبك مع فصلة 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.

٣ – النوع المتراكب HHHH: Jugate

يوجد أيضاً في بعض أنواع الفراشات، وفيه تخرج من قاعدة الحافة الخلفية للجناح الأمامي زائدة تشبه الإصبع تمتد تحت الجناح الخلفي بينما يكون باقي الجناح الأمامي ممتداً فوق الجناح الخلفي وبذلك يتم التماسك بين الجناحين .

ميكانيكية الطيران Mechanism of flight



مخطط لآلية الحركة الأساسية عند الحشرات أثناء الطيران:-

a - الأجنحة b - المفاصل c - العضلات الظهرية البطنية d - العضلات الطولانية.

تتأثر حركة الجناح أثناء الطيران بنوعين من العضلات الصدرية:-

1-عضلات غير مباشرةIndirect muscles:

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

أ- عضلات ظهرية بطنية: وهي تصل مابين الظهر والقص (الترجا والإسترنا) وبانقباض هذه المجموعة من العضلات يؤدي إلى انخفاض ظهر الحشرة إلى أسفل وارتفاع الأجنحة إلى أعلى نظراً لاتصالها المفصلي بالصدر.

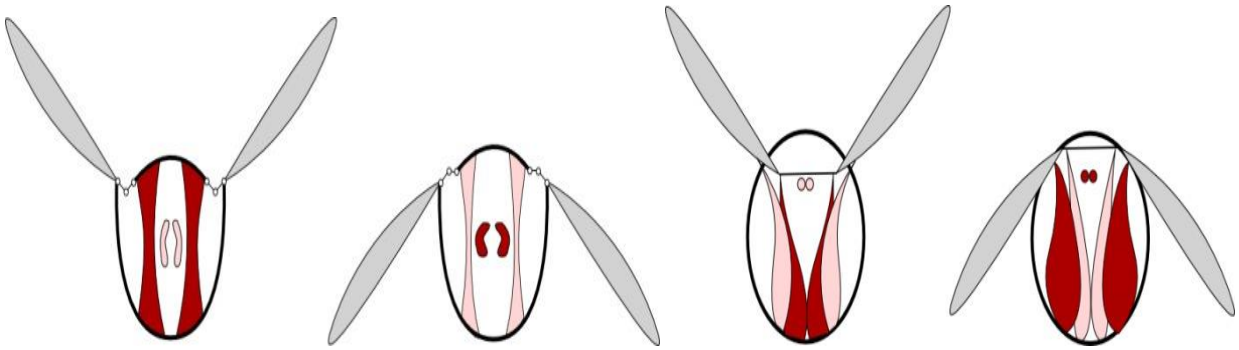
ب- عضلات طولية: وهي تمتد بطول الحشرة (الحلقات الصدرية) مرتبطة بحواف ظهورها (ترجاتها) المتعمدة وإنقباض هذه المجموعة من العضلات يؤدي إلى تقوس ظهر الحشرة إلى أعلى وإنخفاض الأجنحة بالتالي إلى أسفل.

ويتوالى إنقباض هاتين المجموعتين من العضلات (أ،ب) الغير مباشرة بالتبادل وبسرعة تتحرك الأجنحة حركة سريعة لأعلى ولأسفل .

2-عضلات مباشرةDirect muscles :

وهي مجموعة من العضلات تنشأ من البلورا (جنب) وتتصل إتصالاً مباشراً بالصفائح الموجودة عند قواعد الأجنحة.

وبإنقباض وإنبساط هذه العضلات يؤدي إلى حركة الأجنحة حركة خفيفة للأمام وللخلف كما أن بعضها يعمل على دوران الجناح حول محوره



تعريق الأجنحةWing venation

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:-

١- الضلعي (costa أو C) : وهو يقوي الحافة الأمامية للجناح وهو عادة غير متفرع.

٢- تحت ضلعي (sub costa أو .Sc): وهو يقع خلف العرق السابق ويتفرع قبل وصوله إلى حافة الجناح إلى فرعين هما Sc2، Sc1.

٣- العضدي (Radius أو R) : وهو يتفرع أولاً إلى فرعين ، الفرع الأول العضدي الأمامي (R1)، والفرع الثاني العضدي الكبير (Rs) وهذا بدوره يتفرع إلى فرعين ثم إلى أربعة فروع (R5, R4, R3 , R2).

٤- الوسطى (Media أو M): وهو يتفرع إلى فرعين رئيسيين، الأول يسمى الوسطي الأمامي (MA) والثاني يسمى الوسطي الخلفي (MP). ويتفرع الوسطي الأمامي بعد ذلك إلى فرعين، والوسطي الخلفي إلى أربعة فروع.

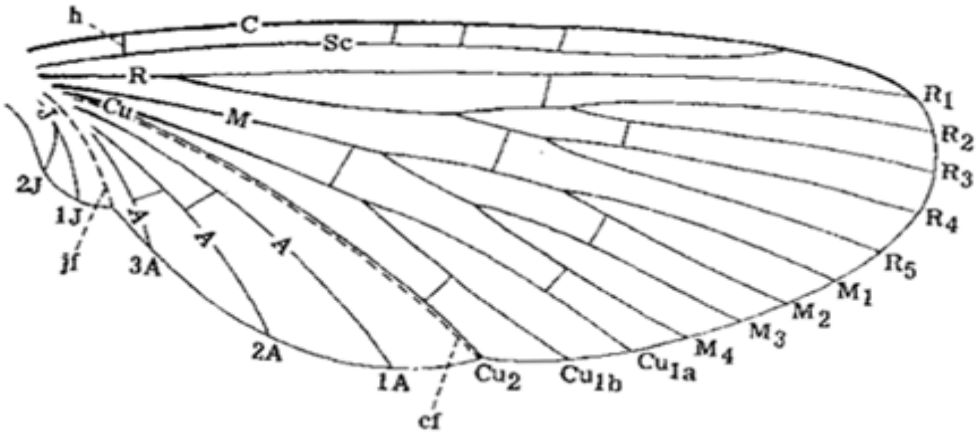
٥- الزندي (Cubitis أو Cu): وهو يتفرع إلى فرعين Cu2 وَ Cu1 ، يتفرع الزندي الأول Cu1 إلى فرعين Cu1b وَ Cu1a، أما الزندي الثاني Cu2 فإنه لا يتفرع.

٦- العروق الشرجية(Anal أو A): توجد في النهاية الخلفية للجناح ثلاثة عروق لا تتفرع وتسمى بالعروق الشرجية A3 , A2 , A1.

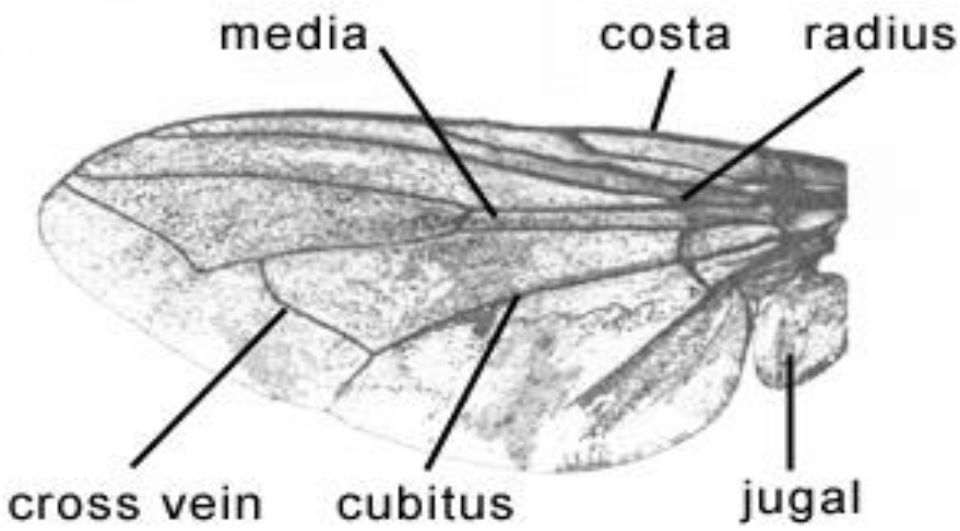
في الحشرات الموجودة الآن لا يوجد نظام التعريق النموذجي السابق ولكن يمثل التعريق بها زيادة أو نقصاً عن هذا التعريق الأساسي(الأولي). وزيادة عدد العروق تكون ناشئة عن زيادة تفرع العروق الرئيسية إذ أن الفروع الرئيسية تكون ثابتة دائماً.

وإذا كان عدد العروق مختزلاً عن النظام الفرضي (الأولي) فيكون ذلك ناشئ عن تلاشي بعض العروق الرئيسية أو أفرعها نتيجة إنضمام عروق رئيسية إلى بعضها.

كذلك نجد بالجناح عروق مستعرضة توصل مابين العروق الطولية الرئيسية وتسمى باسم العروق الرئيسية التي تصل بينهما ، والعروق المستعرضة تعطي للجناح دعامة وصلابة.



C = Costa
Sc = Subcosta
R = Radius
M = Media
Cu = Cubitus
A = Anal
J = Jugal
h = humeral



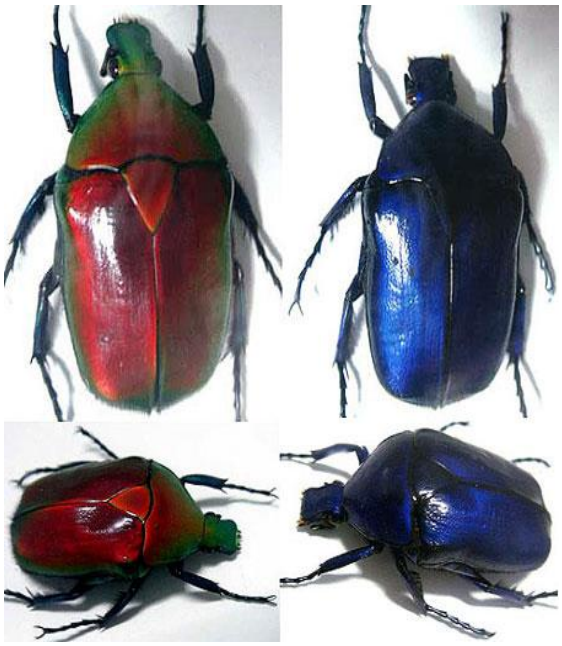
أنواع الأجنحة

(1) الأجنحة الجلديـةTegmina or Leathery :-

كما في رتبة مستقيمة الأجنحة حيث يكون الزوج الأمامي جلدي والخلفي غشائي

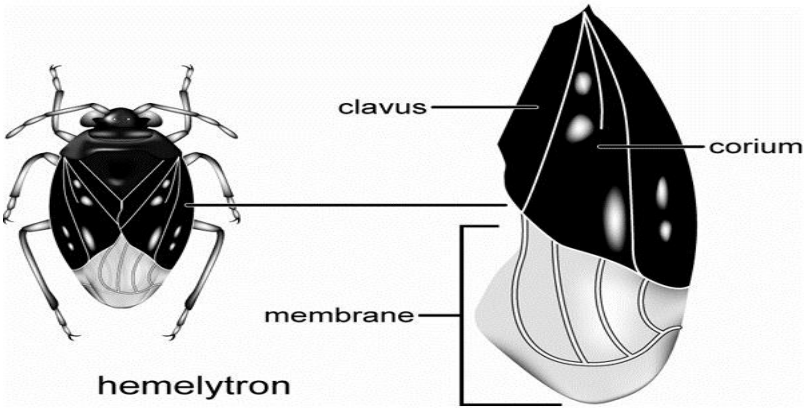
(2) الأجنحة الغمدية Elytron:

كما في رتبة غمدية الأجنحة حيث يصبح الزوج الأول على هيئة أغماد قوية صلبة.



3) الأجنحة النصفية: Hemelytron wings

كما فى رتبة تصفية الأجنحة حيث يكون النصف القاعدي للزوج الأمامي من الأجنحة متصلب بينما الجزء الطرفي غشائي.



(4) الأجنحة الحرشفية Scaly wings :

كما في رتبة حرشفية الأجنحة حيث تكون الأجنحة مغطاة بحراشيف

(5) أجنحة هدبية Fringed or Hairy wings

وهي تكون مختزلة شريطية كما في حشرة التربس

(6) حشرات رتبة ذات الجناحين يتحور فيها الزوج الخلفي إلى دبوس التوازن . Halteres

(٧) حشرات رتبة متساوية الأجنحة يتساوى فيها الجناحين الأمامي والخلفي على كل جانب.

(٨) بعض الحشرات تكون فيها الأجنحة أثرية أو منعدمة تماماً.

٩) جناح غشائي Membranous

وفيه نجد أن الجناح الأمامي والخلفي غشائي كما في رتبة غشائية الأجنحة ومنها النحل والدبابير

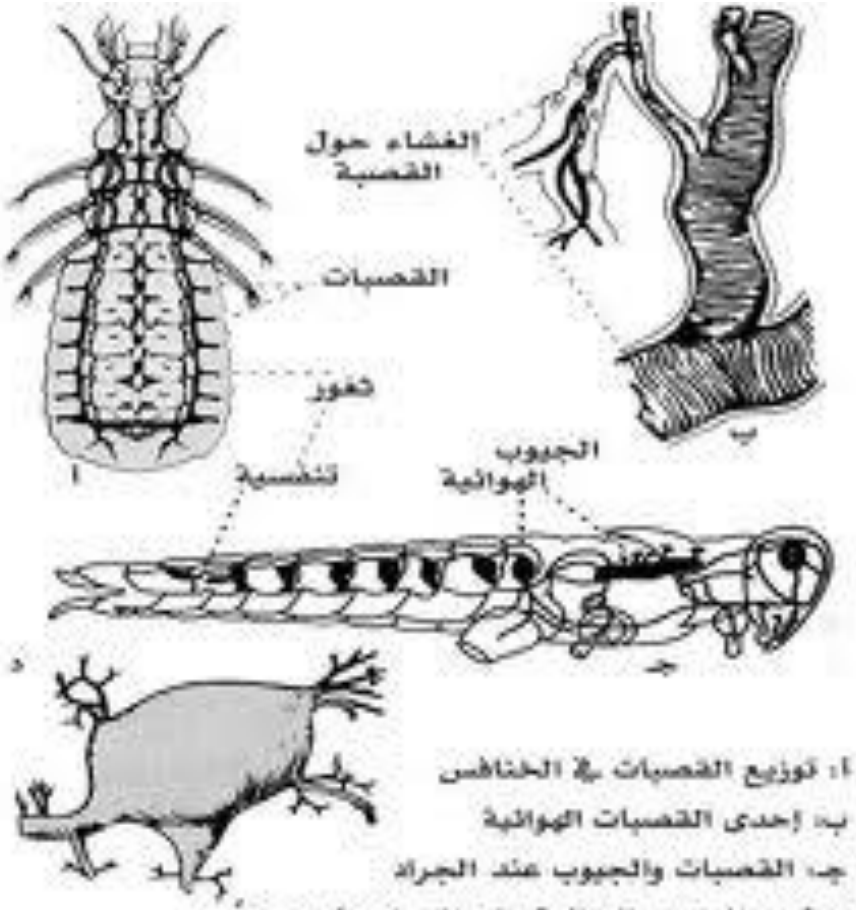
العوامل التي تؤثر على الطيران

١) سرعة الرياح. ٢) الضوء. ٣) درجة الحرارة. ٤) الرائحة(الفيرمونات). ٥) نمو العضلات.

الجهاز التنفسي The Respiratory system

تتم عملية التنفس في جميع الحشرات تقريباً عن طريق أنابيب داخلية تعرف بالقصبات الهوائية Tracheae وتتشعب هذه القصبات في أعضاء الجسم وزوائده وتعرف فريعاتها الدقيقة بالقصيبات الهوائية ويدخل الهواء القصبات الهوائية عن طريق زوج من الفتحات الجانبية تعرف بالفتحات التنفسية أو الثغور وهذه الفتحات مرتبة في مواضع معينة على عقل الصدر والبطن ونادراً ما تنعدم هذه الفتحات أو تكون مقفلة ويحدث التنفس في هذه الحالة عن طريق جدار الجسم.

أما معظم أطوار الحشرات المائية غير البالغة فيحدث التنفس بها عن طريق الخياشيم وتنشأ أعضاء التنفس في الحشرات من طبقة الإكتودرم فتكون القصبات الهوائية كإنعمادات أنبوبية للداخل، بينما تنشأ الخياشيم كبروزات جوفاء للخارج.



الجهاز التنفسي لدى بعض الحشرات

الثغور التنفسية Spiracles :-

أ- عددها وموضعها:-

تعتبر الثغور التنفسية فوهات الإنغمادات الإكتودرمية التي ينشأ منها لاجهاز القصبي وتقع على البلورا (جنب) في كل من عقل الصدر والبطن. وهذه الثغور قد تكون متقدمة نحو الأمام أو متأخرة نحو الخلف بالنسبة لعقل البطن أما في الصدر فتوجد بين العقل بحيث تقع كل فتحة أمام الحلقة التي تتبعها مباشرة.

أما من حيث عدد هذه الثغور فيختلف باختلاف الحشرات وأقصى عدد لها في الأطوار بعد الجنينية هو عشرة أزواج(٢صدرية، ٨بطنية).

يقع الزوج الأول بين عقلتي الصدر الأول والثاني ويقع الثاني بين عقلتي الصدر الثاني والثالث وتقع الأزواج إبتداء من الأول البطني إلى الثامن البطني على كل حلقة من حلقات البطن من ١-٨.

وقد يقل عددها عن عشرة أزواج كما في رتبة القمل القارض حيث يوجد ٧ أزواج (١صدري+٦بطنية) وقد يختزل عددها إلى زوجين صدريين فقط كما في البق الدقيقي.

وتقسم الحشرات بالنسبة إلى عدد الثغور التنفسية وعدد وموضع الثغور العاملة (المفتوحة) والمغلقة منها إلى قسمين هما:-

١- حشرات تلاشى منها بعض الثغور التنفسية وتسمى حشرات ناقصة الثغور التنفسية Hypopneustic.

٢- حشرات بها عشرة أزواج من الثغور التنفسية (عاملة ومقفلة) وهذه تقسم على حسب عدد ونظام توزيع الثغور العاملة فقط إلى:-

جهاز تنفسي كامل في عدد الثغور العاملة Holopneustic.

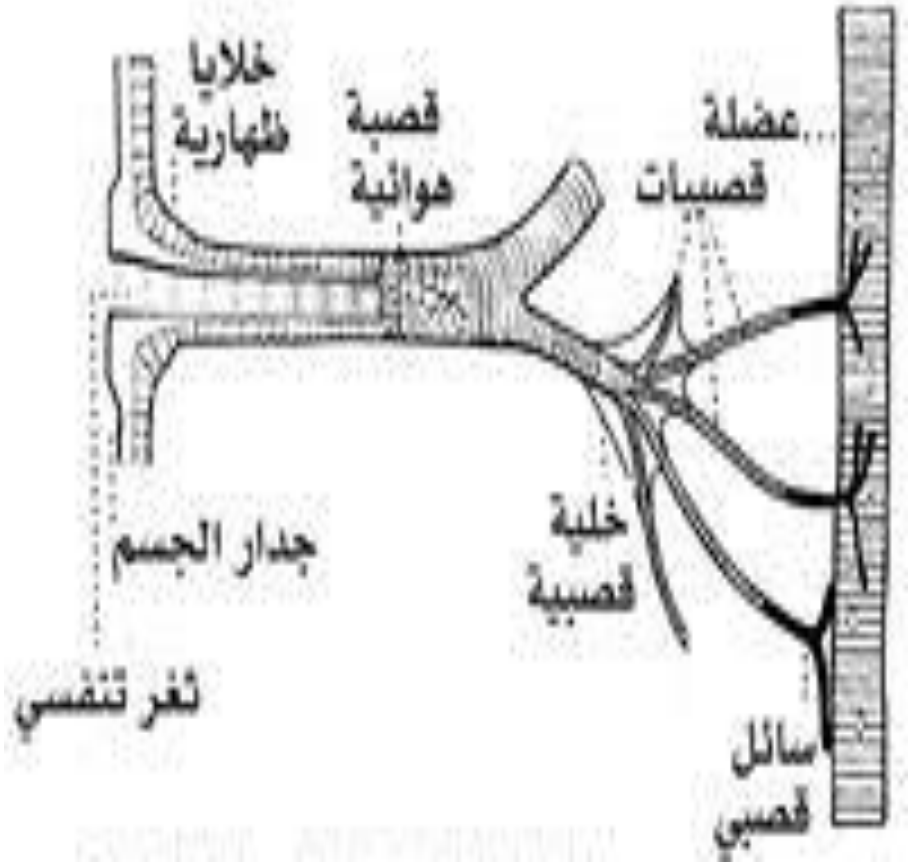
جهاز تنفسي ناقص في عدد الثغور العاملة Hemipneustic.

٣- جهاز تنفسي فيه جميع الثغور مقفلة Apneustic، في هذا النوع يكون التنفس خلال جدار الجسم أو عن طريق الخياشيم.

ب- تركيب الثغور التنفسية:-

يختلف تركيب الثغور التنفسية إختلافاً كبيراً باختلاف الحشرات كما تختلف عادة في الحشرة الواحدة في كل من الفتحات الصدرية والبطنية وكذلك في أطوارها المختلفة. ويتركب النوع البسيط من الثغور التنفسية من فتحة خارجية External opening تحيط بها صفيحة حلقية تسمى Peritreme (أفريز الثغر) وتؤدي هذه الفتحة إلى تجويف يعرف بالدهليز atrium وهو جزء خاص يصل بين الفتحة التنفسية والقصبة الهوائية وخال من الأشرطة الكيتينية وتزود جدرانه الدقيقة بزوائد تعمل على الإقلال من فقد الماء المتبخر من الثغور وتكون هذه الزوائد متشابكة مع بعضها مكونة جهاز يعرف بجهاز الترشيح مهمته أيضاً عدم دخول الأتربة.

ويزود الثغر التنفسي بجهاز إقفال يتكون من عضلة أو أكثر وأجزاء أخرى جليدية ويقوم هذا الجهاز بفتح وإغلاق الفتحة التنفسية وقد ينعدم هذا الجهاز في يرقات الحشرات ذات الجناحين. وقد تزود الفتحة الخارجية للثغر التنفسي بشفاه Lips يختلف شكلها وعددها باختلاف الحشرات.

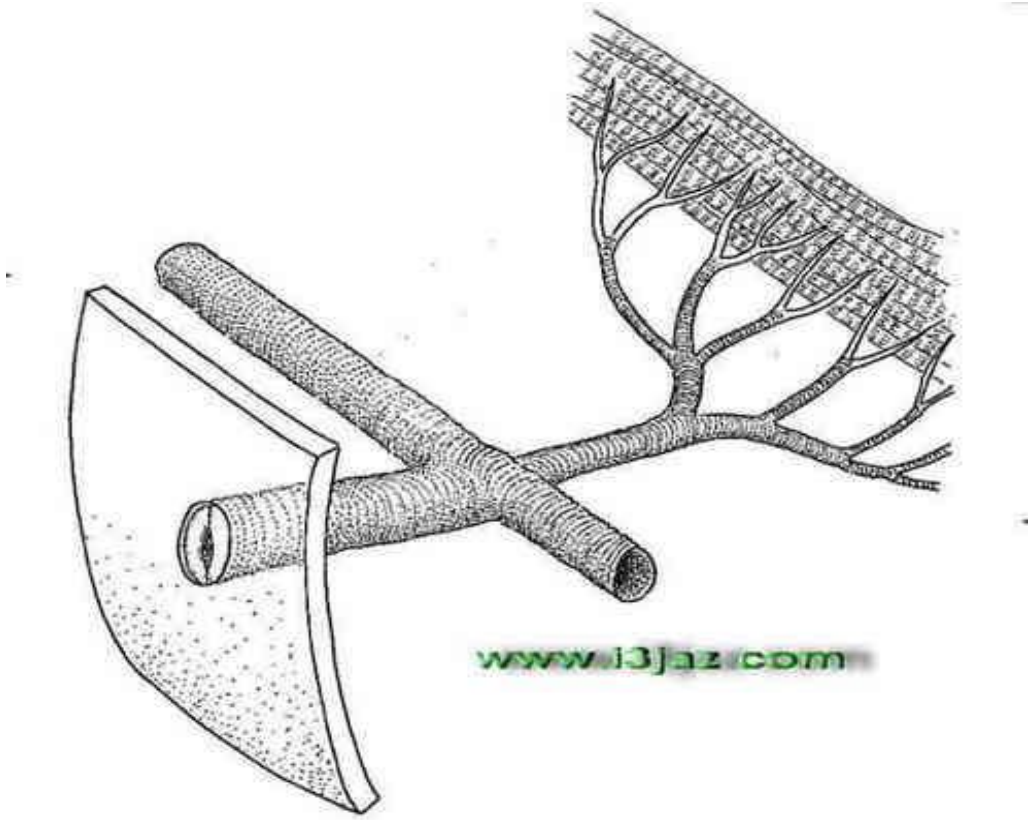


القصبات الهوائية والقصيبات: Tracheae & Tracheoles

القصبة الهوائية عبارة عن أنبوبة مرنة تأخذ مظهراً فضياً عند امتلائها بالهواء وتبطن من الداخل بطبقة جليدية تعرف ببطانة القصبة intima تتصل إتصالاً مباشراً بجدار الجسم وتتخلص منها الحشرة عند كل انسلاخ.

وتتغلظ بطانة القصبة في خطوط حلزونية وأحياناً على شكل حلقات مستقلة تبرز في تجويف القصبة وتعرف بالأشرطة الكيتينية Taenidia حيث تعمل على حفظ القصبات الهوائية مفتوحة باستمرار حتى يسهل مرور الهواء بها.

وتتفرع القصبات الهوائية إلى فروع أصغر فأصغر وهكذا حتى تنتهي بفروع غاية في الدقة لا يزيد قطرها عن٠,٣ من الميكرون تعرف بالقصيبات الهوائيةTracheoles وتتداخل هذه القصيبات بين خلايا أنسجة الحشرة. كذلك يشاهد أن هذه النهايات الدقيقة للقصيبات الهوائية تكون واقعة داخل خلايا نجمية الشكل تعرف بالخلايا النهائية Tracheole end cell حيث يمتد بروتوبلازمها في صورة زوائ دقيقة تحيط بجدر القصيبات الهوائية المنغمرة فيها. وتحتوي نهايات القصيبات سائلاً قصيبياً تعتمد عليه في تأدية وظيفتها التنفسية.



الأكياس الهوائية: Air Sacs

في كثير من الحشرات المجنحة تتسع القصبات الهوائية في أجزاء مختلفة من الجسم مكونة حويصلات رقيقة الجران تعرف بالأكياس الهوائية وهي خالية من التغلظات الكيتينية ولذلك فهي قابلة للتمدد وتظهر عند انتفاخها كحويصلات بيضاء لامعة ولكن يصعب تمييزها عند خلوها من الهواء وتختلف هذه الأكياس من حيث الحجم والعدد باختلاف الحشرات. والوظيفة الأساسية لهذه الأكياس هي مساعدة الحشرات على الطيران حيث تقل من ثقلها النوعي.

الخياشيم التنفسية: Respiratory gills (Branchiae)

١ - الخياشيم القصبية: Tracheal gills

وهي عبارة عن زوائد خيطية أو ورقية الشكل غنية بالقصبات الهوائية وتوجد في معظم الحوريات المائية على منطقة البطن ويختلف عددها حيث يوجد ٧ أزواج منها على السبع عقل البطنية الأولى كما في ذبابة مايو أو ثلاثة خياشيم ذيلية كما في نياد الرعاشات الصغيرة.

أما في نياد الرعاشات الكبيرة فتكون على ٦ ثنيات داخلية في جدار المستقيم ويصل إلى هذه الثنيات فروع القصيبات الهوائية التي تمتد من جدوع القصبات الهوائية الرئيسية، ويتحور المستقيم في هذه الحالة إلى مايعرف بالسلة الخيشومية.

يوجد في يرقات البعوض ٤حلمات شرجية تتصل بالعقلة البطنية الأخيرة وهي غنية بالقصيبات الهوائية ولكنها لا تعتبر خياشيم قصبية وهي تعمل على امتصاص الماء والأيونات غير العضوية مثل أيونات الكلوريد.

٢- الخياشيم الدموية: Blood gills

عبارة عن زوائد أنبوبية أو أصبعية وقد اشتقت تسميتها من حقيقة احتوائها على الدم وهي لا تحتوي عادة على قصيبات هوائية وتوجد في الحشرات المائية مثل يرقات الهاموش Chironomus من الحشرات ذات الجناحين حيث يوجد في بعض أنواعه زوجين بطنيين على العقلة البطنية قبل الأخيرة وأربعة أزواج على العقلة الأخيرة ووظيفة هذه الزوائد امتصاص الماء والأيونات غير العضوية.

التنفس :

تعتبر عملية التنفس هي الوسيلة التي تحصل بها الحشرات على الأكسجين واتمام وصوله إلى الأنسجة وطرد ثاني أكسيد الكربون خارج الجسم.

يدخل الهواء المحتوي على الأكسجين جسم الحشرة عن طريق الثغور التنفسية ومنها إلى القصبات الهوائية ثم إلى القصيبات الهوائية إلى أن تصل إلى النهايات الدقيقة للقصيبات الهوائية المحتوية على السائل وأثناء مرور الهواء داخل الجهاز العصبي يحدث تبادل للغازات بواسطة الانتشار الطبيعي لها.

ويحدث أيضاً تبادل للغازات بين جدر نهايات القصيبات الهوائية والأنسجة المنغمرة بها وذلك عن طرق حركة سائل القصيبات التي تعتمدد على قوتين متعاكستين هما القوة الشعرية الناتجة عن الدقة المتناهية لفراغ القصيبة، وتعمل هذه القوة على جذب السائل إلى أعلى أما الثانية فهي عبارة عن التغير في الضغط الأسموزي لخلايا النسيج المتعمرة به القصيبات الهوائية ولتوضيح ذلك فعندما تنقبض عضلات الحشرة أثناء قيامها بأي مجهود يتحول الجليكوجين الموجود في أنسجة هذه العضلات إلى حمض اللكتيك مما يسبب ارتفاع في الضغط الأسموزي داخل الأنسجة وبذلك ينسحب السائل في اتجاه خلايا النسيج العضلي مصطحباً معه كمية من الأكسجين تستفيد منها خلايا هذا النسيج في التنفس وتعود العضلات إلى حالة الارتخاء ويرتفع السائل مرة أخرى في النابات القصبية بعد إزالة مخلفات عملية التنفس بواسطة الدم وهكذا. ويتم خروج ثاني أكسيد الكربون من الجسم بطريقتين:-

أ- الانتشار خلال القصبات الهوائية ثم الثغور التنفسية.

ب- الانتشار من أنسجة الحشرات مباشرة خلال جدار الجسم الخارجي وهذه العملية لا تحدث بالنسبة للأكسجين لأ، معامل انتشار ثاني أكسيد الكربون في الأنسجة الحيوانية يبلغ حوالي ٥٠ مرة مقدار معامل انتشار الأكسجين في نفس الأنسجة.

ويتم تنظيم عملية التنفس عن طريق فتح وقفل الثغور التنفسية حسب حاجة الحشرة للأكسجين وتتم تهوية الجهاز القصبي عن طيق العضلات التي تؤثر على ضغط الدم، ففي بعض الحشرات تحدث الحركات التنفسية مثل حركة ارتفاع وانخفاض الترجات والإسترنات في عقل البطن كما في الجراد والنطاط وكذلك الحركات التلسكوبية (المتداخلة) لعقل البطن كما في حشرات غشائية الأجنحة.

طرق التنفس في الحشرات المائية:

١- عن طريق جدار الجسم وفي هذه الحالة يكون الجليد رقيقاً جداً كما في يرقات الهاموش التي لا توجد بها فتحات تنفسية Cutaneous repiratio

٢- بواسطة الخياشيم القصبية كما في نياد الرعاش وذبابة مايو حيث تستخلص الأكسجين الذائب في الماء.

٣- بواسطة الخياشيم الدموية كما في بعض أنواع من يرقات الهاموش.

٤- بواسطة ممصات ذات فتحات تنفسية كما في يرقات البعوض حيث يوج زوج من الممصات على العقلة البطنية الثامنة بدون ممصات(يرقات أنوفيلس) وفي كلتا الحالتين تصعد اليرقات إلى سطح الماء وتحصل على الهواء الجوي مباشرة وتتنفس عذارى البعوض أيضاً الهواء الجوي مباشرة عن طريق زوج من الممصات يقع في مقدم الجسم.

٥- التنفس بطريقة خزن الهواء، كما في بعض الحشرات المائية مثل خنفساء Notonecta حيث يغطي السطح السفلي للبطن طبقة من الشعر الغزير الذي يحتفظ فيما بينه بطبقة من الهواء أثناء طفوها على سطح الماء تستفيد منه في التنفس عند غوصها تحت الماء ومثال آخر، خنفساء Dytiscus حيث تعمل تموجات سريعة بالماء مما ينشأ عنها فقاعات هوائية تحتفظ بها تحت أجنحتها لتأدية نفس الغرض(التنفس).

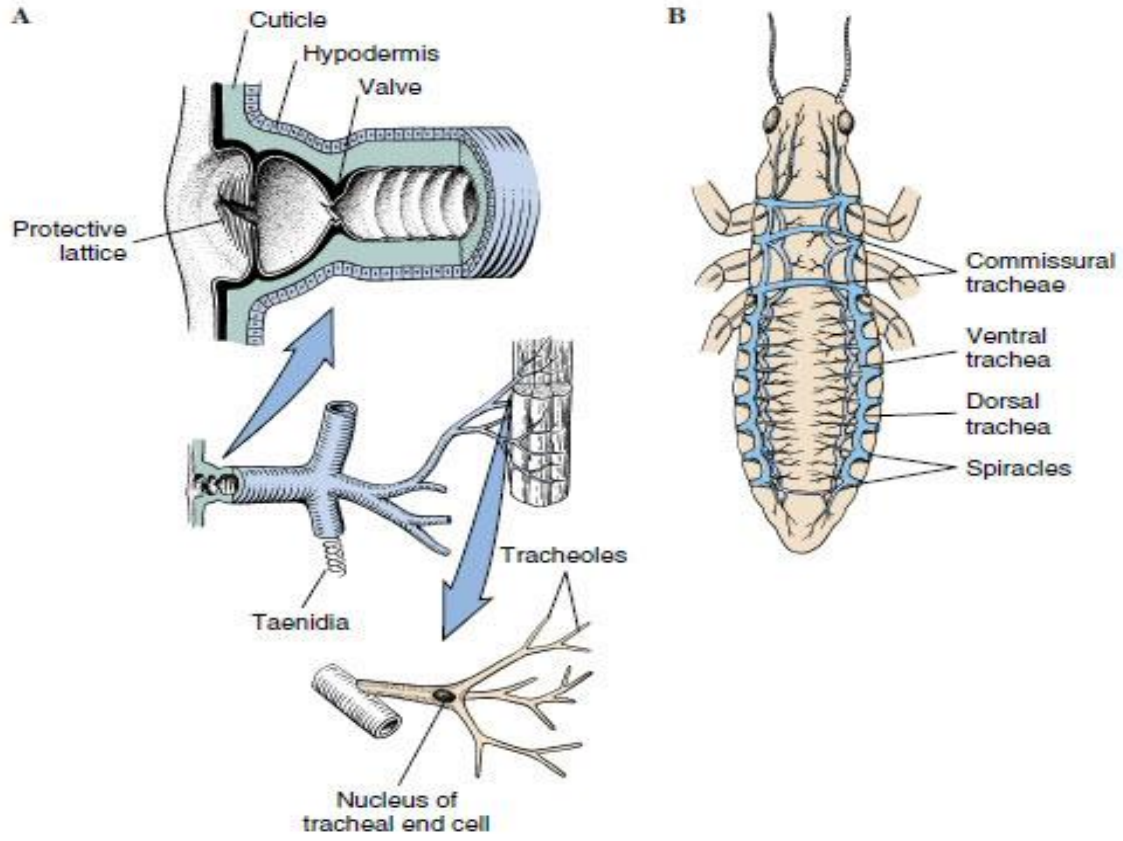
٦- التنفس عن طريق النباتات المائية، تلجأ بعض الحشرات المائية إلى الحصول على حاجتها من الأكسجين عن طريق نباتات مائية خاصة يحتوي ساقها المغمور في الماء على مسافات بينية واسعة من خلاياه ممتلئة بالهواء بواسطة قرضها لهذه السيقان أو عن طريق غرز ثغورها التنفسية الثاقبة التي توجد في مؤخر بطنها كما في يرقات خنفساء Donacia.

طرق التنفس في الحشرات المتطفلة داخلياً:

١- التنفس عن طريق جدار الجسم حيث يكون الجليد رقيقاً جداً فيحدث من خلاله تبادل للغازات حيث يأخذ الطفيل الأكسجين الموجود في دم العائل ويطرد فيه ثاني أكسيد الكربون الذي يخرج بعد ذلك عن طريق الجهاز التنفسي للعائل.

٢- تنفس الهواء الجوي عن طريق الجهاز القصبي للعائل مثل يرقات ذبابة التاكينا حيث تعيش يرقات هذا الطفيل بداخل يرقات دودة ورق القطن فتثقب يرقات الطفيل إحدى القصبات الهوائية للعائل وتحصل على أكسجين الهواء الجوي.

٣- تعيش بعض الحشرات المتطفلة داخلياً تحت جلد الثدييات ومثال ذلك تغف جلد البقر وليرقات هذه الطفيليات ثغور تنفسية في نهايتها تُبرزها خارج جلد العائل وتتنفس الهواء الجوي مباشرة.



The excretory organs أعضاء الإخراج

تقوم أعضاء الإخراج في الحشرات بتهيئة وسط داخلي ثابت نسبياً لأنسجة الجسم وذلك عن طريق عدة عمليات منها عمليتي التخلص من فضلات تحلل البروتين النيتروجينية، وتنظيم التركيب الأيوني للدم. وأعضاء الإخراج الرئيسية هي :- أنابيب ملبيجي ويساعدها في ذلك الأجسام الدهنية والخلايا الكلوية.

١- أنابيب ملبيجي Malpighian tubes

توجد هذه الأنابيب في الغالبية العظمى من الحشرات وهي عبارة عن أنابيب رفيعة طويلة أعورية وتقع في التجويف الدموي حيث يغمرها الدم وتفتح من قاعدتها في الجهاز الهضمي بالقرب من موضع اتصال المعي الخلفي بالمعي المتوسط .

وتظل الأطراف الأعورية لهذه الأنابيب حرة إلا أنها في بعض الحشرات تلتصق بالمعي الخلفي إلتصاقاً وثيقاً كما في يرقات حرشفية الأجنحة.

ينتشر على سطح أنابيب ملبيجي شبكة غزيرة من القصيبات الهوائية الدقيقة تعمل تفرعاتها الكبيرة على احتفاظ تلك الأنابيب بجسم الحشرة.

تنشأ أنابيب ملبيجي من الإكتودرم، ويختلف عددها باختلاف الحشرات ولكنه غالباً مايكون ثابتاً في معظم الرتب وتوجد في أزواج أو مضاعفات الأزواج (٤ في ذات الجناحين، ٤-٦ في غمدية الأجنحة، ٦ في حرشفية الأجنحة، أكثر من مائة في غشائية الأجنحة) .

وقد تشذ بعض الحشرات عن ذلك حيث يوجد منها ٥ أنابيب في البعوض وتنعدم في حشرات المن. ويلاحظ أن طول أنابيب ملبيجي يتناسب عكسياً مع عددها حيث يزداد طولها كلما قل عددها والعكس. أما من حيث شكل أنابيب ملبيجي فهي عبارة عن أنبوبة بسيطة إلا أنها قد تكون متفرعة كما في دودة الشمع. تفتح إنبوبة ملبيجي في القناة الهضمية كل بفتحة مستقلة كما في الصرصور ولكن في بعض الحشرات تتصل أنابيبي ملبيجي ببعضها كل اثنين أو ثلاثة في مجموعة تفتح في انتفاخ عام يعرف بالمثانة البولية التي تفتتح بدورها في المعي الخلفي كما في يرقات الحشرات حرشفية الأجنحة.

تظهر أنبوبة ملبيجي في قطاعها العرضي مكونة من ٣-٨ خلايا طلائية في طبقة واحدة ولكل خلية من هذه الخلايا من جانبها المحدد لتجويف الأنبوبة حافة مخططة ،، وهذا التخطيط عبارة عن خيوط سيتوبلازمية،، ترتكز الخلايا من الخارج على غشاء قاعدي يحيط به غلاف بريتوني مزود بألياف عضلية.

٢- الجسم الدهنيFat body

يتركب من كتل أو فصوص غير منتظمة الشكل وخلاياه مستديرة أو عديدة الأوجه وبها تجاويف وتحتوي على مواد مختلفة ويأخذ الجسم الدهني ألواناً مختلفة. ويوجد في معظم الحشرات في طبقتين طبقة خارجية وتعرف بالطبقة الجدارية وطبقة أخرى تحيط بالقناة الهضمية والأعضاء الأخرى وتعرف بالطبقة الحشوية، ويوجد نوعان رئيسيان من الخلايا بالجسم الدهني هي:-

أ- خلايا مغذية Trophocytes

وتكون أغلبية الخلايا حيث تقوم بتركيب وتخزين الغذاء الاحتياطي من الدهن والبروتين والنشا الحيواني لوقت الحاجة عند الجوع أو الانسلاخ أو التحول.

ب- خلايا اليورات :Urate cells

وهي قليلة وتنتشر أحياناً بين الخلايا المغذية وتعمل على استخلاص بلورات حمض اليوريك من الدم وترسيبه داخلها لحين التخلص منها.

٣ - الخلايا الكلوية Nephrocytes

وهي عبارة عن مجموعات من الخلايا توجد مبعثرة أو متجمعة في أماكن معينة من الجسم. والخلايا الكلوية لها أكثر من نواة ولها خاصية اختزان المواد المتخلفة، وهي تكون في مجموعتين رئيسيتين:-

أ- الكلويات الظهرية أو حول القلبية Dorsal or pericardial nephrocytes

وتعرف الكلويات الظهرية باسم الخلايا حول القلبية وهي عبارة عن سلسلتين من الخلايا متراصتين في خط طولي على جانبي القلب في التجويف الدموي حول القلبي . وتوجد في الأطوار غير البالغة والكاملة لمعظم الحشرات.

ب- الكلويات البطنية Ventral nephrocytes :

وهي عبارة عن سلسلة من خلايا معلقة في التجويف الحشوي تحت المعي الأمامي ويتصل طرفاها بالغدد اللعابية ، وتظهر بوضوح في يرقات ذات الجناحين.

الإخراج Excretion

الإخراج هو التخلص من الفضلات الناتجة عن عمليات التحول الغذائي وخاصة الأزوتية منها بطردها خارج الجسم وتقوم أعضاء الإخراج بوظائفها كما يلي:-

أ- أنابيب ملبيجي

تقوم بطرد حمض البوليك الوارد إلى الدم من الأنسجة المختلفة وذلك عن طريق إتحاد هذا الحمض مع أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم القاعدية مكوناً يورات صوديوم أو البوتاسيوم وأثناء دورة الدم حول هذه الأنابيب تستخلص منه هذه الأملاح في وجود الماء حيث تنفذ عن طريق خلايا جدرها إلى تجويفها الداخلي وفي وجود ثاني أكسيد الكربون تتحول هذه الأملاح إلى بيكربونات الصوديوم أو البوتاسيوم وحمض البوليك، ثم يعاد امتصاص أملاح البيكربونات والماء مرة أخرى عن طريق جدار أنابيب ملبيجي وتعاد إلى الدم لتدخل مرة أخرى في الدورة بينما تمر بلورات حمض البوليك من تجويف أنبوبة ملبيجي إلى تجويف المعي الخلفي ومنه إلى الخارج عن طريق فتحة الشرج وقبل التخلص من البراز يعاد امتصاص الجزء الباقي من الماء عن طريق حلمات المستقيم ويعاد إلى الدم مرة أخرى:- حمض بوليك + أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم + ماء= يعاد امتصاصها إلى المعي الخلفي ((حمض بوليك + ماء+بيكربونات صوديوم)) و((ماء+يورات صوديوم أو بوتاسيوم)) إلى فتحة الشرج

ب- الأجسام الدهنية:

من المعروف أن الوظيفة الأساسية لهذه الأجسام هي تركيب وتخزين الغذاء الاحتياطي للحشرة إلا أنها لها وظيفة إخراجية، حيث تظهر رواسب من حمض البوليك وأملاحه في الأجسام الدهنية لبعض الحشرات مثل الكولامبولا والصرصور الشرقي وفي هذه الحالة تكون أنابيب ملبيجي غائبة أو موجودة ولا تؤدي وظيفتها أو أنها غير قادرة على إفراز البولات. وتترسب البولات أو حمض البوليك نفسه فيما يعرف بخلايا اليورات بالجسم الدهني ويعرف الإخراج في هذه الحالة بالتخزين الإخراجي حيث تنتقل هذه المواد الإخراجية المخزنة إلى أنابيب ملبيجي وقت التحول إلى طور العذراء والتخلص منها بعد ذلك.

جـ- الخلايا الكلوية:-

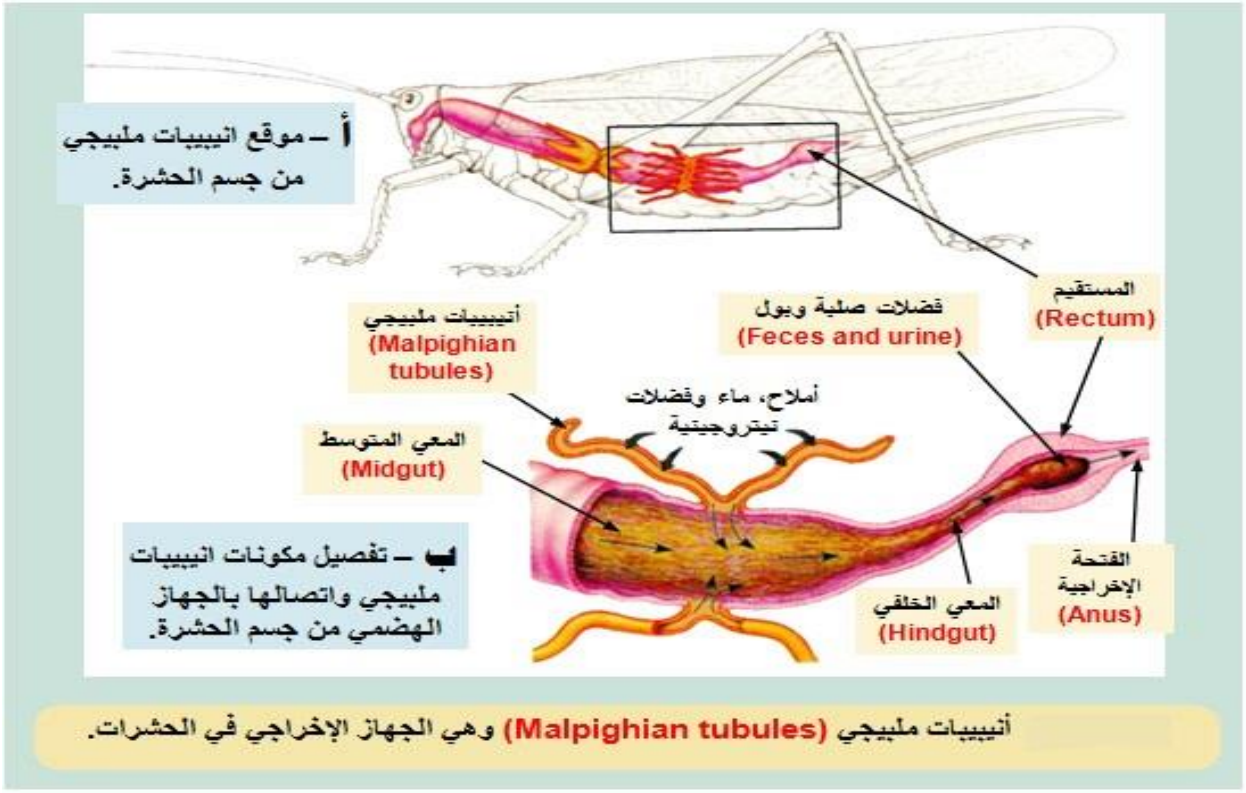
هذه الخلايا قادرة على امتصاص الحبيبات الغروية من الدم حيث تظهر بها البروتينات والكلوروفيل وبعض الأصباغ الأخرى. وتعتبر الكلويات من أعضاء الإخراج المخزنة.

د- المعي:-

قد يلعب المعي دوراً في عملية الإخراج حيث تتجمع بعض الأصباغ في خلايا جداره كما في حشرات الكولامبولا ، أو أن هذه الخلايا تستخلص الأصباغ من الدم وتفرغها في تجويفه الداخلي كما يحدث لصبغة البليفردين الناتجة عن تحلل الهيموجلوبين كما في بقة الرودنيس.

هـ- جدار الجسم:-

تقوم بعض الحشرات بترسيب بعض نواتج عملية التمثيل الغذائي بجدار أجسامها وخاصة بعض الصبغات المشتقة من حمض البوليك وأملاحه كما في حالة أبو دقيق الكرنب، فتترسب هذه المواد في حراشيف أجنحته مما يكسبها اللون الأبيض المصفر.



الجهاز الهضمي DIGESTIVE SYSTEM

وهو يتركب من القناة الهضمية وملحقاتها وهي الغدد اللعابية وأنابيب ملبيجي . والقناة الهضمية عبارة عن أنبوبة يختلف طولها في الحشرات المختلفة فقد تكون مساوية لطول الجسم أو أطول بكثير فتصبح ملتفة وفي قليل من الحشرات تكون القناة الهضمية بسيطة وقصيرة في كل أطوار الحشرة أما في غالبية الحشرات فعادة ما تتغير أجزائها أثناء التطور من حيث الشكل الخارجي.

وبصفة عامة فإن أطول القنوات الهضمية توجد في الحشرات التي تتغذى على العصارات وأقصرها هي التي تتغذى على الأنسجة النباتية والحيوانية الصلبة. يوجد بعض الشواذ.

أولاً: القناة الهضمية Alimentary canal

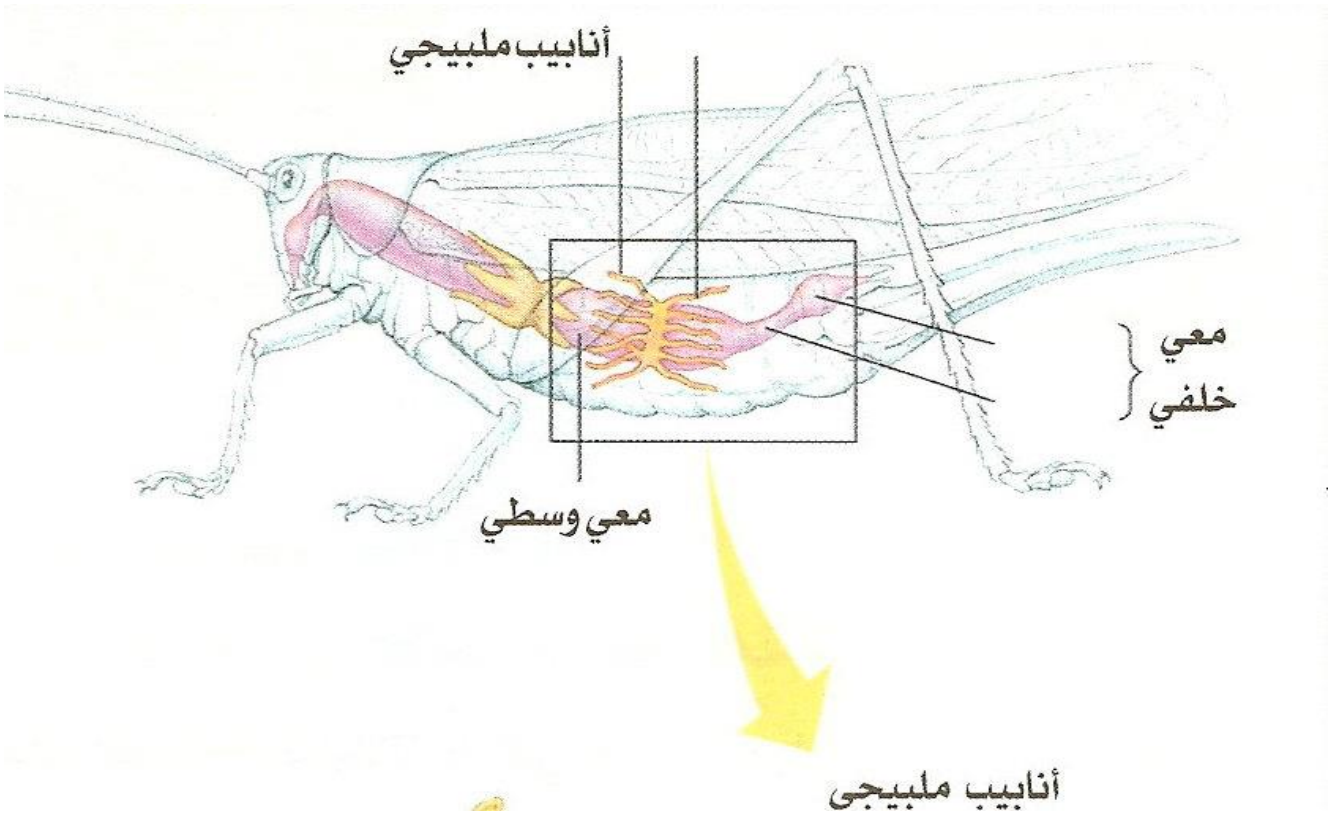
تنقسم القناة الهضمية بالنسبة لنشأتها الجنينية إلى ٣ مناطق أولية هي:-

أ- المعي الأمامي (معبر فمي) ينشأ كإنعماد أمامي من طبقة الإكتودرم (Fore-gut (Stomodaeum

ب- المعي الأوسط (**المعدة**) يصل بين المعي الأمامي والخلفي وينشأ من الأندودرم Mid-gut ((Mesenteron

جـ- المعي الخلفي (معبر شرجي)

ينشأ كإنغماد خلفي من طبقة الإكتودرم (Hind-gut (Proctodaeum ويؤدي هذا الإختلاف في النشأة الجنينية إلى اختلاف واضح في التركيب النسيجي. وحيث أن المعي الأمامي والخلفي ينشأ كإنعماد من جدار الجسم فهما يشبهانه في التركيب النسيجي ويبطنهما جليد من الداخل.



١- المعي الأمامي Fore-gut

ويتركب جدار هذه المنطقة من الطبقات التالية من الداخل إلى الخارج على التوالي: بطانة intima ، طبقة طلائية epithelial L. ، غشاء بريتوني Peritoneal m. . وينقسم المعي الأمامي إلى الأجزاء التالية:-

البلعوم Pharynx:

وهو المنطقة المحصورة بين منطقة التجويف قبل الفمي (التجويف المحصور بين أجزاء الفم والشفة العليا) والمرئ ويتصل بالبلعوم عضلات موسعة تنشأ من منطقة الجبهة وقمة الرأس.

المرئ:

عبارة عن أنبوبة بسيطة مستقيمة تمتد من المنطقة الخلفية للرأس إلى الجزء الأمامي من الصدر وتختلف في الطول بإختلاف الحشرات وهي ذات ثنيات طولية تساعد على إتساع تجويفها عند إمتلائها بالغذاء.

الحوصلة: Crop

توجد في كثير من الحشرات وهي عبارة عن إتساع في الجزء الخلفي من المرئ وتختلف في شكلها اختلافاً كبيراً بإختلاف الحشرات وجدارها رقيق كما أن العضلات المحيطة بها ضعيفة التكوين. وهي ذات اتساع كبير وتكون الجزء الأكبر من المعي الأمامي في الصرصور أو تكون على شكل اتساع جانبي من أحد جوانب المرئ كما في الحفار أو تكون ذات اتساع كبير وتتصل بالمرئ عن طريق أنبوبة رفيعة كما في الحشرات ذات الجناحين.

والوظيفة الرئيسية للحوصلة هي العمل لمخزن مؤقت للغذاء وفي بعض الحشرات يتم مزج الغذاء بالعصارات الهاضمة أثناء وجوده في الحوصلة كما يحدث في الحشرات مستقيمة الأجنحة (حيث يختلط اللعاب المفرز بواسطة الغدد اللعابية وكذلك إفراز المعي الأوسط المار إلى الأمام بالغذاء الموجود بالحوصلة وبذلك يتم أكبر جزء من عملية الهضم داخل الحوصلة).

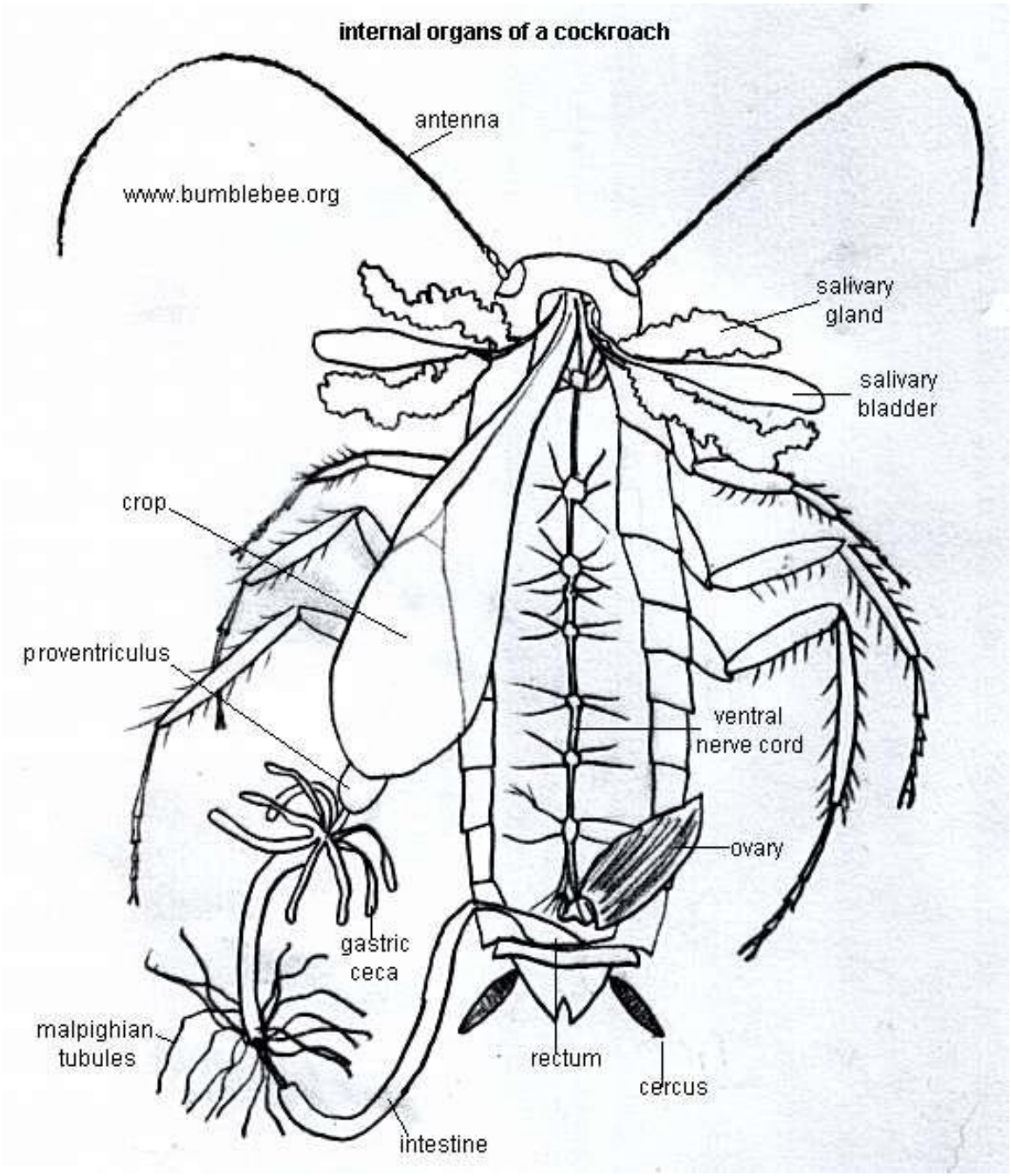
أما في شغالة نحل العسل يختلط رحيق الأزهار مع انزيمات اللعاب ويتحول الرحيق إلى سائل العسل داخل الحوصلة

ويطلق عليها في هذه الحالة معدة العسل Honey stomach أما دور الحوصلة في عملية الإمتصاص فمحدود حيث يتم عن طريقها امتصاص الدهون كما في الصرصور الأمريكي. وتلعب الحوصلة دوراً هاماً أثناء عملية الإنسلاخ حيث تمتلئ بالهواء وبذلك يتمدد مقدم الجسم مما يعمل على شق الجليد القديم.

القانصة Gizzard

تقع خلف الحوصلة وتكون تامة التكوين في الحشرات ذات أجزاء الفم القارض. وفي هذه الحالة تنمو البطانة الداخلية في صورة أسنان كيتينية قوية (تظهر في القطاع العرضي ٤-٨ أسنان) وتكون العضلات الدائرية قوية عاصرة وسميكة.

وقد توجد القانصة في صورة مختزلة مثل نحل العسل. وتسمح القانصة بمرور الغذاء على دفعات بسيطة بعد تصفيته وقد يكون لها وظيفة طحن وتصفية الطعام الصلب قبل مروره إلى المعي المتوسط كما في الصرصور الأمريكي. ويوجد في كثير من الحشرات صمام فؤادي Cardiac valve عند موضع اتصال المعي الأمامي بالمعي الأوسط يعمل على منع استرجاع الغذاء من المعي الأوسط إلى المعي الأمامي.



The Circulatory System الجهاز الدوري

الجهاز الدوري في الحشرات جهاز مفتوح في أكثر أجزاءه حيث يغمر الدم جميع أعضاء وأنسجة الجسم، ويتم الجزء الأكبر من دورة الدم في تجاويف الجسم وزوائده.

وإذا استثنينا الامتداد للوعاء الظهري الشبيه بالأورطي فلا يوجد بالحشرات أوعية دموية بالمعنى الصحيح كالشرايين والأوردة التي توجد في كثير من الحيوانات المفصلية الأخرى ولكن يمر الدم أثناء دخوله وخروجه من الزوائد وعروق الأجنحة في تجاويف محددة تقابل الأوعية الدموية.

الأغشية الحاجزة والجيوب الدموية Diaphragms & Sinuses:

ينقسم التجويف العام لجسم الحشرات إلى ثلاثة تجاويف دموية بواسطة حاجزين ليفيين عضليين هما غشاء الحاجز الظهري dorsal diaphragm ويمتد بعض تجويف البطن فوق القناة الهضمية وأسفل القلب ويعرف التجويف المتكون أعلاه بالتجويف الظهري أو حول قلبي dorsal or pericardial sinus ويوجد فيه القلب. أما غشاء الحاجز البطني ventral diaph فيمتد بعرض تجويف البطن فوق عقد الحبل العصبي وتحت القناة الهضمية ويعرف التجويف المتكون أسفله بالتجويف البطني أو حول عصبي ventral or perineural وعلى ذلك يتكون في الوسط بين الغشائين السابقين تجويف مركزي كبير يعرف بالتجويف الحشوي visceral sinus ويحتوي على الأعضاء الداخلية الأساسية.

ينشأ من الترجات أزواج من العضلات تعرف بالعضلات المجنحة alary M.

تأخذ شكلاً مروحياً وتنتشر على سطح الغشاء الحاجز الظهري وتتلاقى ألياف كل عضلة مجنحة مع ألياف العضلة المقابلة لها وذلك تحت القلب مباشرة وتتصل بجداره ويختلف عدد هذه العضلات باختلاف الحشرات ففي الصرصور الأمريكي يوجد فيها ١٢ زوجاً (٣صدرية + ٩ بطنية) ، ٤ أزواج في نحل العسل.

الوعاء الظهري Dorsal Vessel:

يمتد الوعاء الظهري – ابتداء من الطرف الخلفي للجسم بمسافة بسيطة- في البطن والصدر وينتهي في الرأس ويقع على طول الخط الوسطي الظهري تحت جدار الجسم مباشرة . وهو عبارة عن أنبوبة مفتوحة في الرأس ومقفلة عادة من الخلف.

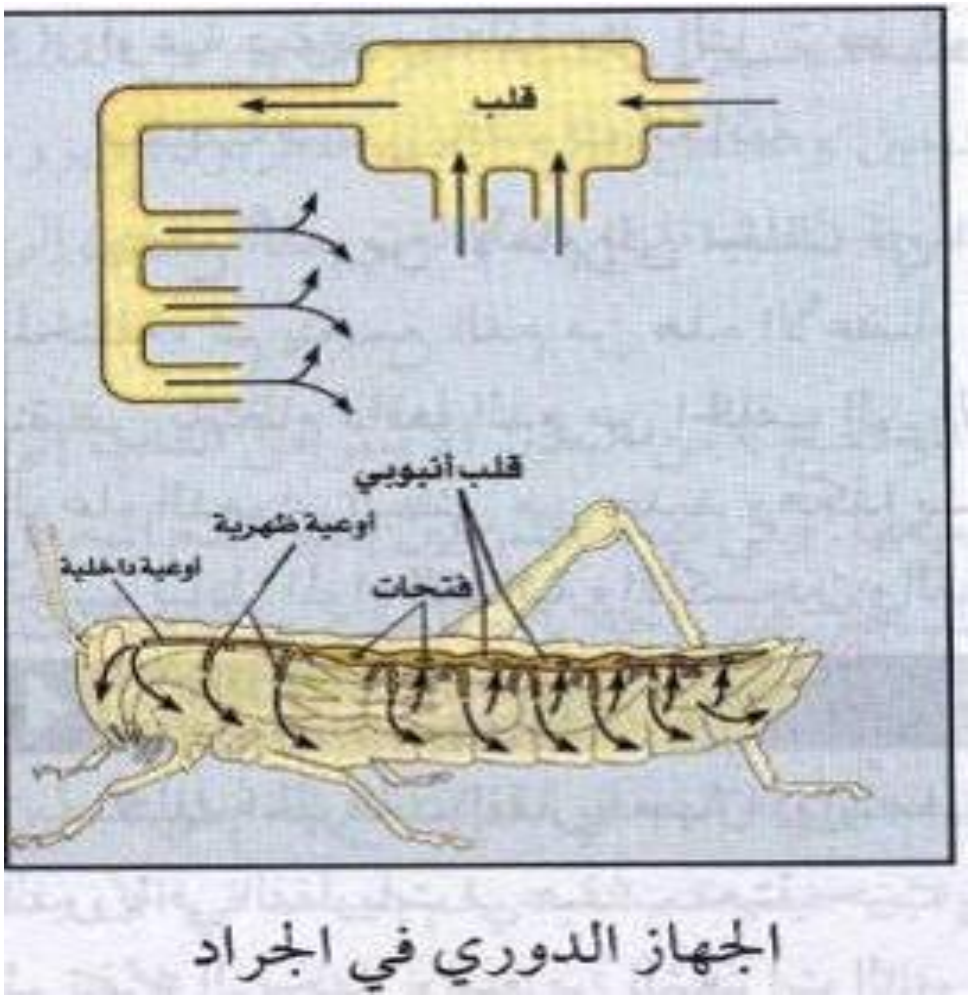
ويتكون الوعاء الظهري من قسمين هما القلب heart وهو العضو النابض والأورطة aorta وهو الوعاء الموصل. ويحتفظ القلب بوضعه في الفراغ حول القلبي بواسطة خيوط مدلاة تتصل بترجات البطن وكثيراً ماتتصل أيضاً بغشاء الحاجز الظهري وتعرف بالعضلات المجنحة.

ينقسم القلب وذلك عن طريق اختناقات إلى عدد من الحجرات تتبع تعقيل الجسم كما في الحشرات الأولية حيث توجد كل حجرة في كل عقلة من عقل الصدر والبطن ماعدا العقلة البطنية الأخيرة (٣صدرية، ٩بطنية) ومثال ذلك الصرصور الأمريكي ولكن في معظم الحشرات يقتصر وجود القلب على منطقة البطن حيث ينكمش طرفيه فيصبح عدد الحجرات أقل من عدد عقل البطن ومثال ذلك الذبابة المنزلية (٣حجرات).

ويدخل الدم القلب عن طريق فتحات جانبية ostia يوجد فيها زوج عند كل اختناق أي بين كل حجرتين متتاليتين وينحني جدار القلب عند كل فتحة إلى الداخل وإلى الأمام مكوناً صماماً أذنياً duricular valve يمنع خروج الدم من القلب إلى الفراغ حول القلبي. ،، وفي كثير من الحشرات يعمل كل زوج من هذه الصمامات كصمام بطيني Ventricular valve.

حيث يمنع رجوع الدم نفسه في القلب نفسه إلى الخلف.

أما الاورطة فهو الامتداد الأمامي للوعاء الظهري ويعمل كالشريان الرئيسي للجسم ويمتد في الصدر وينتهي في الرأس بفتحة تقع خلف المخ أو تحته.



الجهاز الدوري في الجراد

الأعضاء النابضة المساعدة Accessory pulsatory organs

توجد في بعض الحشرات بالإضافة إلى القلب أعضاء أخرى تعرف بالأعضاء النابضة المساعدة وهي عبارة عن أكياس عضلية صغيرة تعمل كمضخات لدفع الدم حتى يمكن أن يصل إلى أدق الفراغات الموجودة في الزوائد مثل قرون الاستشعار وعروق الأجنحة والأرجل وتختلف مكانها وعددها باختلاف الحشرات.

الدم Blood or Haemolymph:

يوجد الدم في التجاويف الدموية حيث يغمر جميع الأعضاء الداخلية كما يتخلل الأرجل وقرون الاستشعار والتجاويف الأنبوبية لعروق الأجنحة.

والدم هو السائل الوحيد الذي يوجد خارج خلايا جسم الحشرة ويكون ١٥-٧٥% من حجم الحشرة ويتكون من مادة سائلة هي البلازما Plasma وعديد من خلايا الدم، وتنشأ هذه الخلايا من الميزودرم أثناء النمو الجنيني ويزداد عددها خلال فترة النمو بعد الجنيني بطريقة الانقسام غير المباشر.

وفيما يلي الأنواع المختلفة من خلايا الدم:-

١. طلائع الكرات البيضاء Proleucocytes: وهي خلايا صغيرة مستديرة وتشغل أنويتها معظم حجمها ويحتمل أن تكون هي أحد الأطوار التي ينشأ منها جميع وغالبية الأنواع الأخرى.

٢. خلايا دموية Plasmocytes: وتنشأ من الأولى وتأخذ أشكالاً مختلفة للغاية فقد تكون مستديرة أو مغزلية أو بيضاوية وتقسم هذه الخلايا على أسس مختلفة منها الشكل أو الحجم أو التركيب أو حجم الأنوية.

٣. خلايا شبيهة بالخمرية Oenocytoides: وتكون نسبة بسيطة من مجموع خلايا الدم وهي بيضية أو مستديرة الشكل وتنشأ هذه الخلايا من الخلايا الخمرية Oenocytes وتوجد الخلايا شبيهه الخمرية في أنواع معينة من الحشرات.

٤. كرات دموية ملتهمة Phagocytes: وتنشأ هذه الخلايا من النوع الأول وهي عبارة عن كرات لها خاصية التهام المواد الغريبة ، ومنها أنواع مختلفة مثل الكرات ذات التجاويف Spherule cells والكرات الحبيبية granular haemocytes.

٥. توجد أنواع أخرى من الكرات الدموية في الحشرات ومنها الكرات الدهنية adipocytes والخلايا الشمعية wax cells وهي لاتوجد في معظم الحشرات.

الأعضاء والأنسجة التي لها علاقة بالدم:

١ . الخلايا الخمرية Oenocytes:-

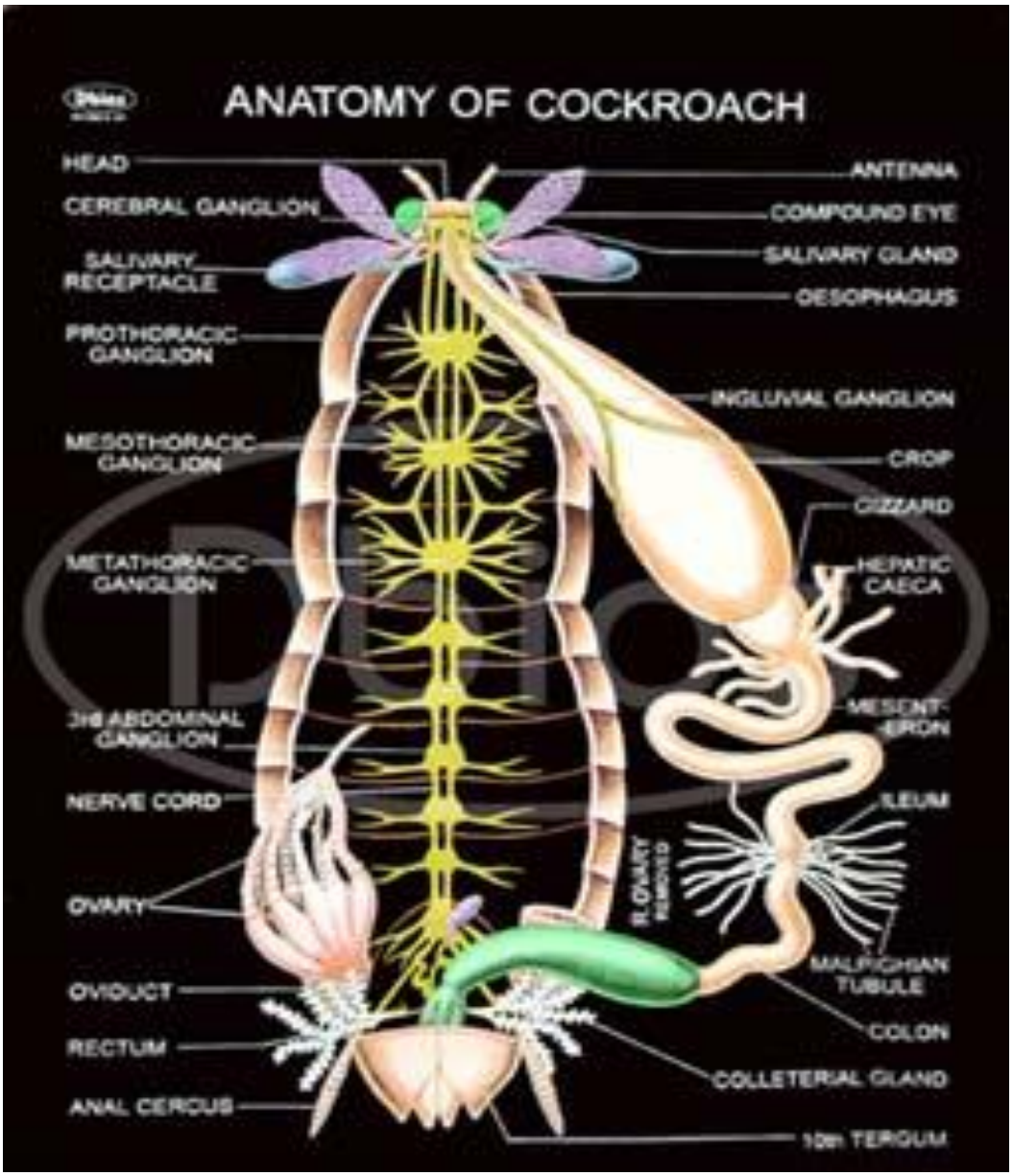
وهي عبارة عن خلايا كبيرة تنشأ من طبقة الإكتودرم أو طبقة تحت الجل] (البشرة) بالقرب من الفتحات التنفسية البطنية وأحياناً تظل ملتصقة التصاقاً وثيقاً بقاعدة خلايا تحت الجلد، وفي حالات أخرى تبرز هذه الخلايا في التجويف الدموي وتنفصل عن طبقة تحت الجلد لتكون كتلاً ذات ترتيب عقلي على جانبي غشاء البلورا وقد تمتد فوق الإسترنه.

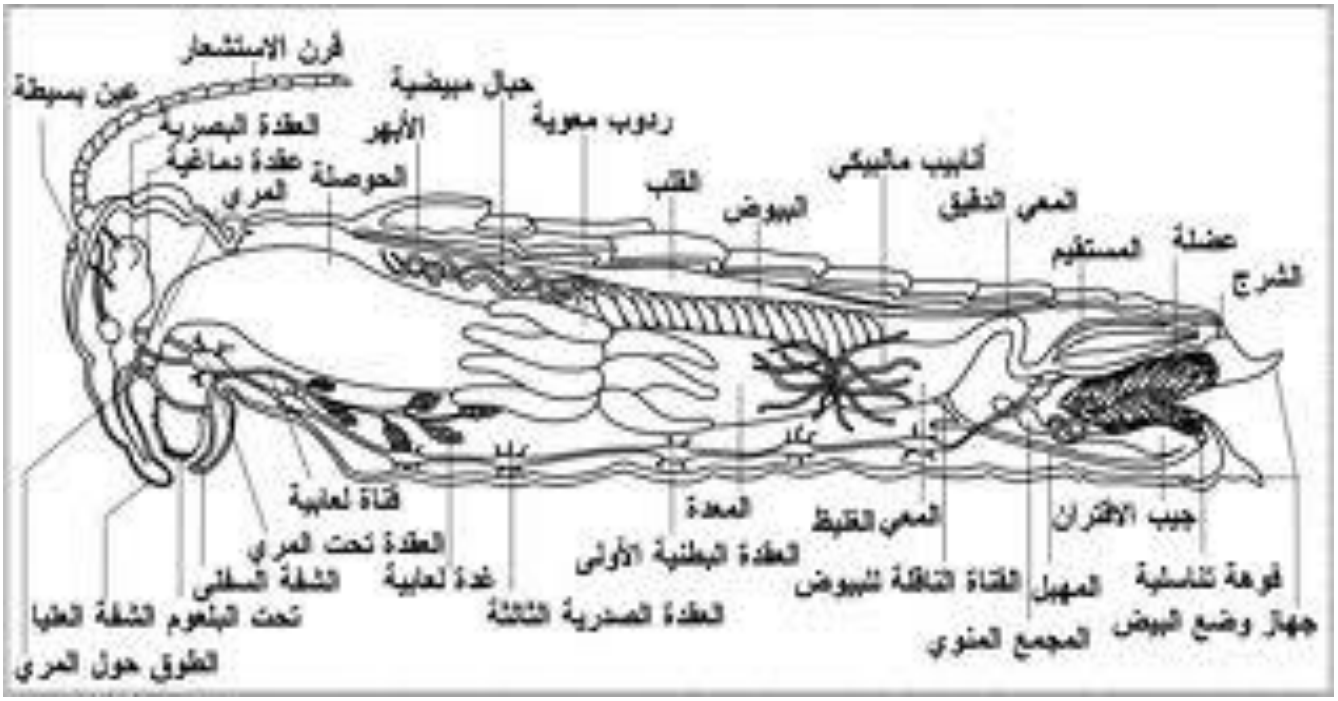
٢ . الأعضاء المولدة للضوء Photogenic organs:-

توجد هذه الأعضاء في كثير من الحشرات الأرضية التي تشع الضوء من مناطق معينة من الجسم كما في بعض فصائل غمدية الأجنحة. وتركيب العضو على درجة كبيرة من التعقيد ولكن يمكن ملاحظته من الخارج حيث يغطي مكان العضو بنافذة رقيقة شفافة من الجليد.

٣ . الخلايا الكلوية Nephrocytes :- وقد سبق شرحها مع أعضاء الإخراج.

٤ . الجسم الدهني Fat body:- وقد سبق شرحها مع أعضاء الإخراج.

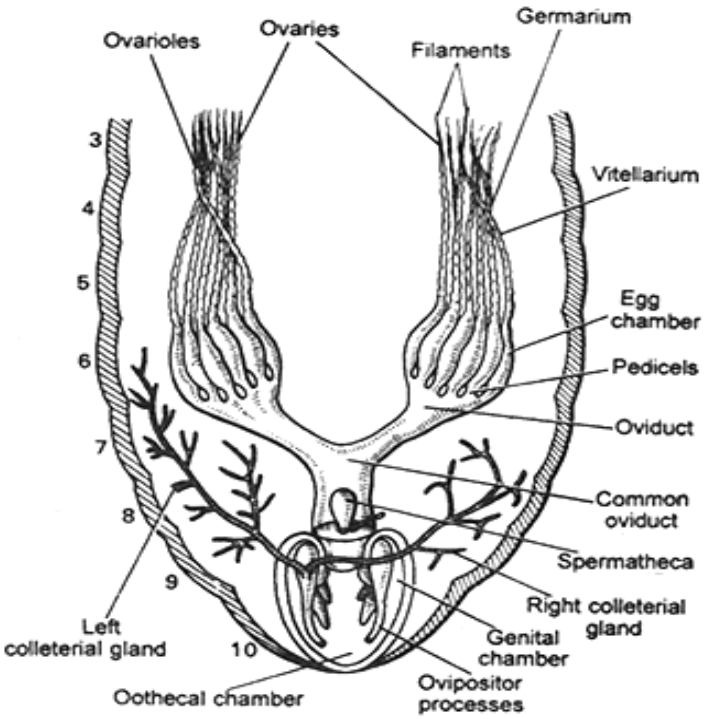

ANATOMY OF COCKROACH
HEAD
CEREBRAL GANGLION
SALIVARY RECEPTACLE
PROTHORACIC GANGLION
MESOTHORACIC GANGLION
METATHORACIC GANGLION
NERVE CORD
OVARY
OVIDUCT
RECTUM
ANAL CERCUS
ANTENNA
COMPOUND EYE
SALIVARY GLAND
OESOPHAGUS
INGLUVIAL GANGLION
CROP
GIZZARD
HEPATIC CAECA
ILEUM
MALPIGHIAN TUBULE
COLON
COLLETERIAL GLAND
TERGUM


قرن الاستشعار
عين بسيطة
العقدة البصرية
عقدة دماغية
المري
الحوصلة
الأبهر
حبال مبيضية
ردوب معوية
القلب
المبيوض
أنابيب مالبيكي
المعي الدقيق
المستقيم
عضلة الشرج
قناة لعابية
العقدة تحت المري
الشفة السفلى
تحت البلعوم الشفة العليا
الطوق حول المري
غدة لعابية
المعدة
العقدة البطنية الأولى
العقدة الصدرية الثالثة
المعي الغليظ
القناة الناقلة للبيوض
المهبل
المجمع المنوي
جيب الاقتران
قوهة تناسلية
جهاز وضع البيوض

The Reproductive System الجهاز التناسلي الداخلي

أولاً:- الجهاز التناسلي في الأنثى Female reproductive System

يتكون من:-



Periplaneta americana
Female reproductive organs in dorsal view

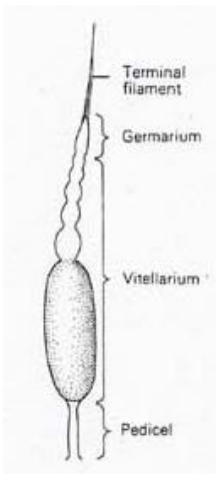
المبايض Ovariles

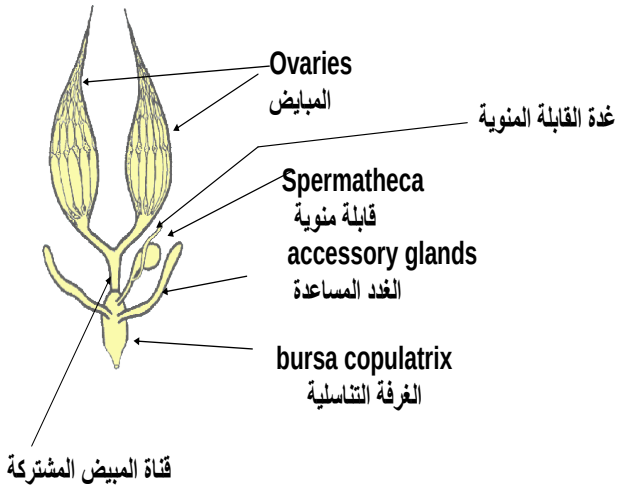
عبارة عن زوج من الأجسام المتماسكة تقع في فراغ البطن على جانبي القناة الهضمية.

يتركب كل مبيض من عدد من الأنابيب المبيضية الأسطوانية الشكل Ovarioles ويختلف عددها حسب النوع والسلالة.

ويوجد البيض متراصا واحده امام الاخرى في سلسله وذلك داخل كل انبوبه مبيضيه بحيث يوجد البيض الكبير جهة القاعدة ويتدرج في الصغر الى الطرف ويبطن كل انبوبه مبيضيه من الداخل طبقه من الابيثيليم.

يتكون البيض من الخلايا الجرثومية Germarium ، ويتم إخصابه بعد أن يتم نزوله من العنق إلي القنوات المبيضية.





النقير Micropile

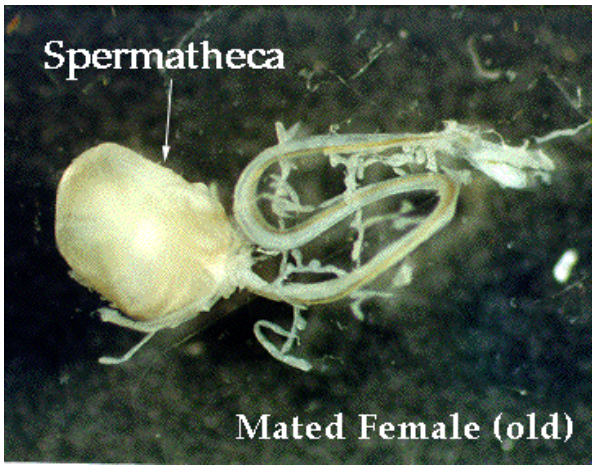
- هو عبارة عن ثقب أو ثقوب على سطح البويضة يدل من خلالها الحيوان المنوي وهذه الثقوب تعمل بواسطة الخلايا الحويصلية .
- معظم ثنائية الأجنحة لها فتحة نقير واحدة .
- والبعض مثل النطاطات يوجد العديد من الفتحات تصل (٣٥-٤٣) فتحة.
- تفرز الغدد الاضافية مواد لاصقة أو لزجة تعمل على تكتل البيض في كتلة واحدة إذ كان يوضع في شكل كتل أو تعمل على لصق البيضة على السطح الموضوعة عليه أو تعمل كحامل للبيض كما في بيض أسد المن. والوظيفة الرئيسية لهذه الغدد هي إفراز مواد لتثبيت البيض أو لحفظه وحمايته من الجفاف والأعداء .

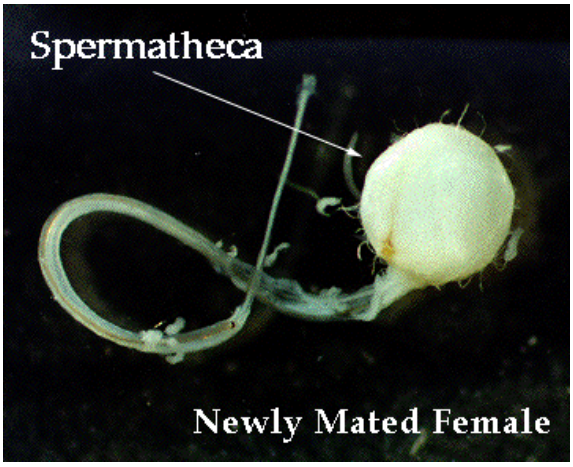
القابلة المنوية في الجهاز التناسلي Spermatheca

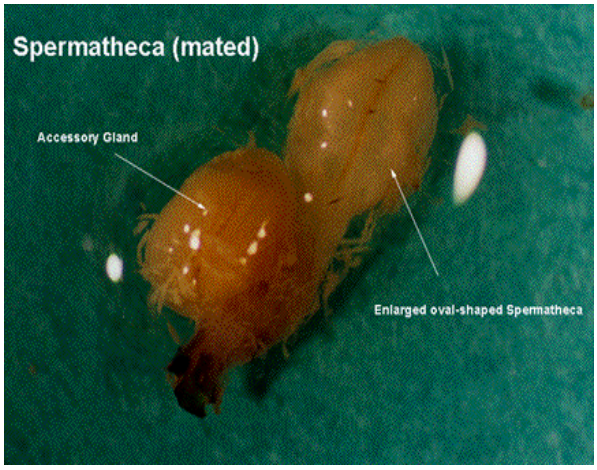
هي عباره عن زوج من الانابيب المبيضية بحيث تصل بكل مبيض قناة تسمى قناة المبيض الجانبية Lateral oviduct .

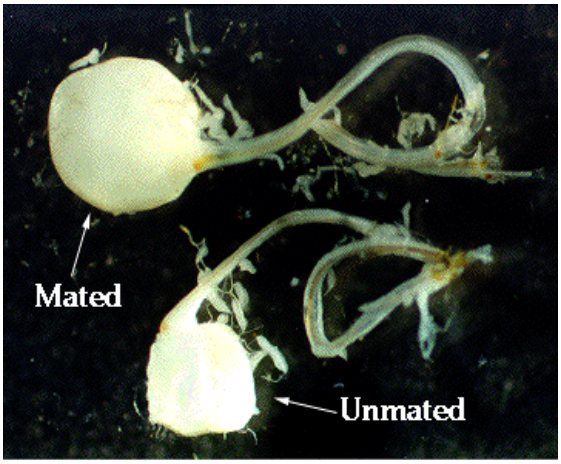
تتسع قناة المبيض الجانبية لتكون كيس لتخزين البيض النازل من فروع المبيض. وتتصل القناتان معا لكى تكون قناه البيض المشتركة common oviduct والتي تتصل بالغرفة التناسلية او المهبل vagina الذى ينتهى عاده بآلة وضع البيض.

- عبارة عن كيس يتم فيه استقبال وتخزين الحيوانات المنوية أثناء عملية التلقيح.
- تختلف في الشكل في أنواع الحشرات المختلفة .
- عادة هي كروية أو بيضاوية الشكل وقد تكون أنبوبية كما في غمدية الأجنحة .
- قد تكون عضو واحد كما في كثير من الحشرات ، أو تنقسم إلى قسمين كما في ذبابة الرمل ، وذبابة الزيتون ، وخنفساء المنزل .
- أما في البعوض مثل الكيولكس فتوجد ثلاثة أفرع للقابلة المنوية .









الغدد الإضافية Accessory glands :-

- تفرز الغدد الاضافية مواد لاصقة أو لزجة تعمل على تكتل البيض في كتلة واحدة إذ كان يوضع في شكل كتل أو تعمل على لصق البيضة على السطح الموضوعة عليه أو تعمل كحامل للبيض كما في بيض أسد المن.
- والوظيفة الرئيسية لهذه الغدد هي إفراز مواد لتثبيت البيض أو لحفظه وحمايته من الجفاف والأعداء
- عند إزالة CA من الذكور يؤدي إلى اضمحلالها وبالتالي يتم توقف انتاج الأكياس المنوية خلال ١٠-١٥ يوم.
- عند CA في الإناث يؤدي إلى اضمحلالها وبالتالي عدم تكوين مواد لحفظ البيض وتثبيتها مؤديا إلى توقف دور JH.

ثانياً:- الجهاز التناسلي في الذكر: Male Reproductive System

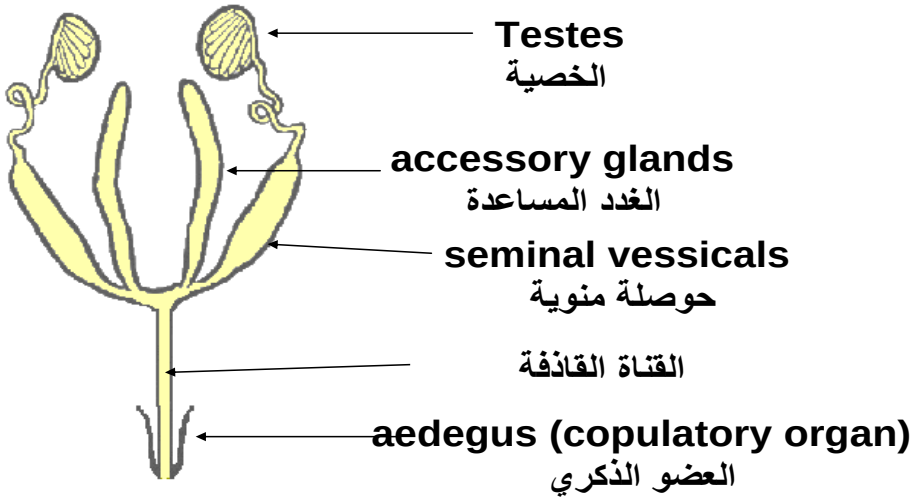
تنمو جميع الحشرات من البيض، ولكن لا تضع جميع الحشرات بيضاً، فقد يفقس البيض في جسمها وتلد صغاراً، كما لا تضع جميع الحشرات بيضاً مخصباً، وفيما يلي الطرق الشائعة في التكاثر:-

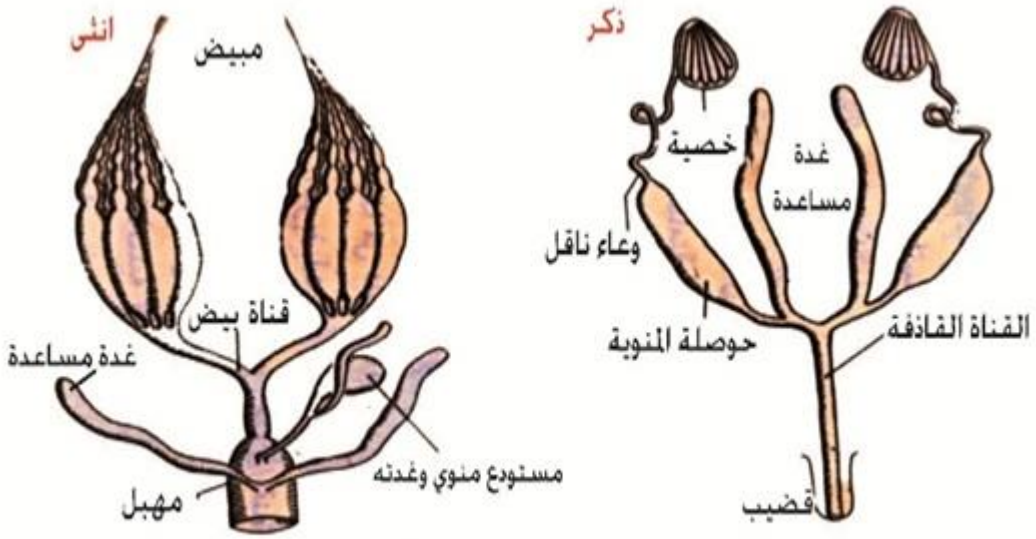
يتكون من

١. خصيتين Testes وتتكون كل خصية من عدد من الفصوص Follices وفي كل فص يمكن تمييز منطقة الخلايا الجرثومية Germarium ومنطقة النمو Zone of Growth منطقة الانقسام الاختزالي Zone of Reproduction Division ومنطقة التحول Zone of Transformation.

٢. وعاء ناقل ٣. الحوصلة المنوية Vesicula seminalis ٤. القناة القاذفة Ejaculatory duct

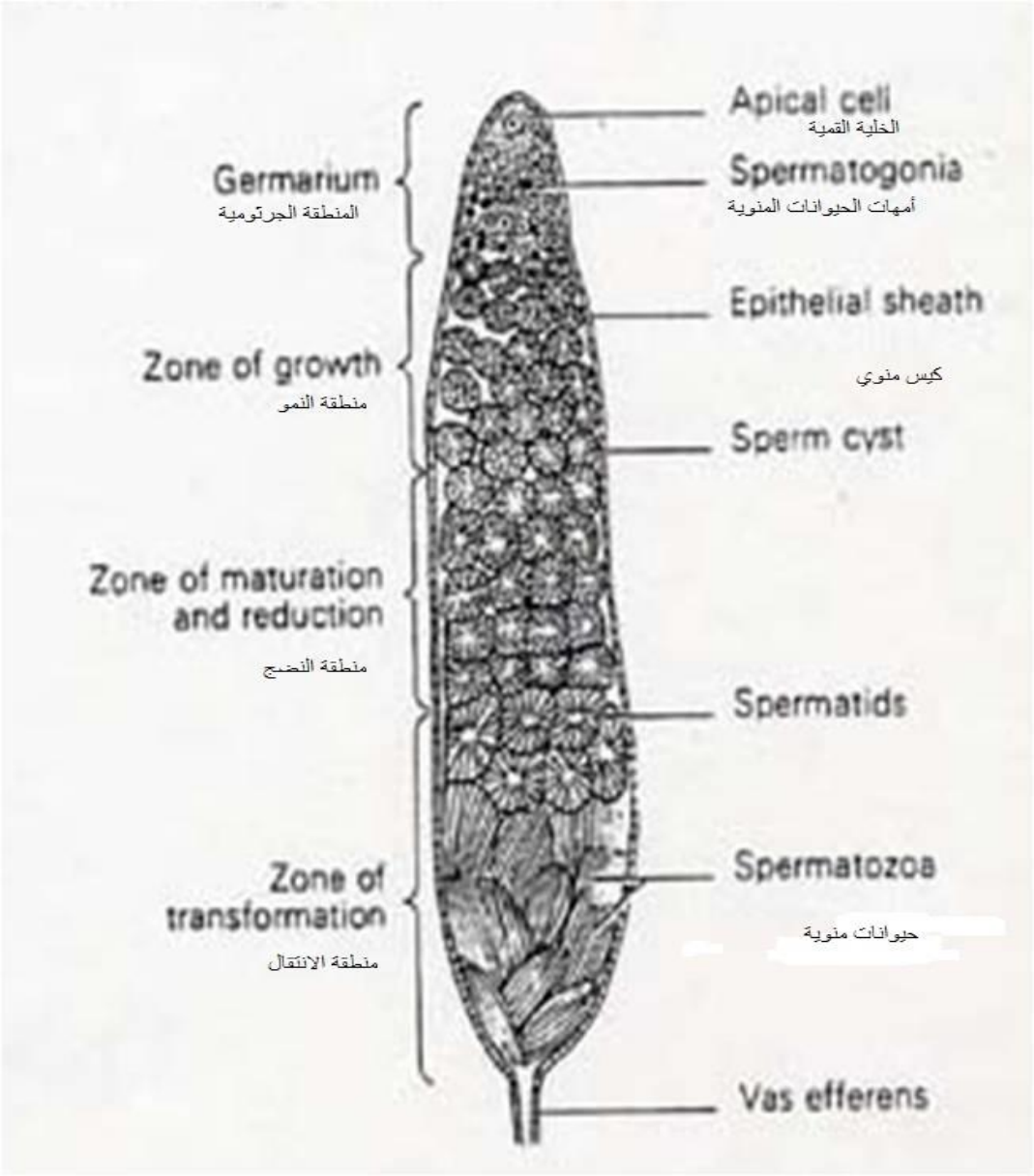
٥. القضيب Penis . ٦. الغدد الزائدة مرتبطة بالأوعية الناقلة أو القناة القاذفة.



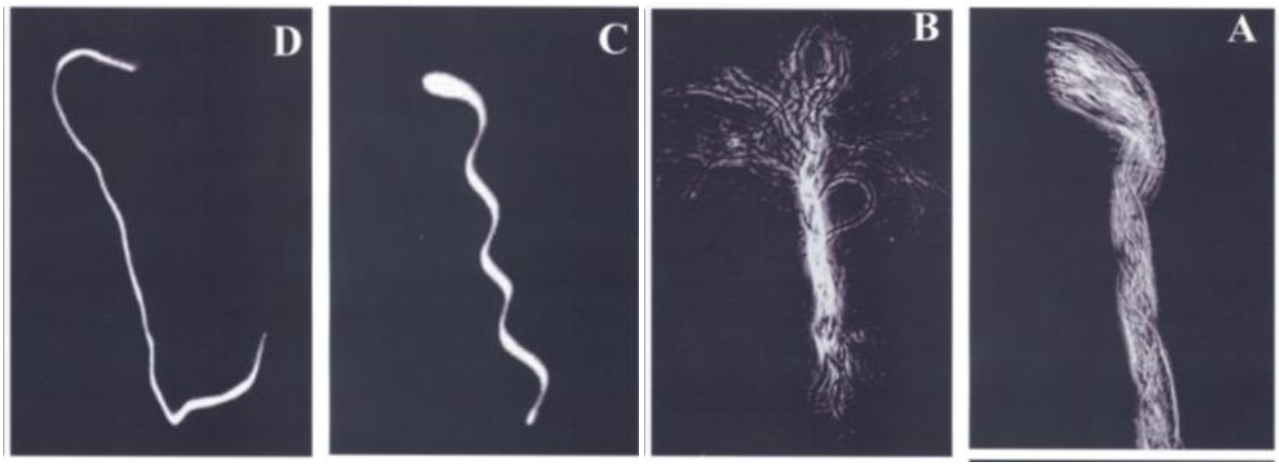


جهاز التكاثر الذكري والانثوي في الحشرات .

مراحل تكوين الحيوانات المنوية في الحشرات :-

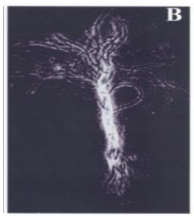


أشكال الحيوانات المنوية في الحشرات :-



شكل الحيوانات المنوية في الحشرات :-

-: **Eupyrene**

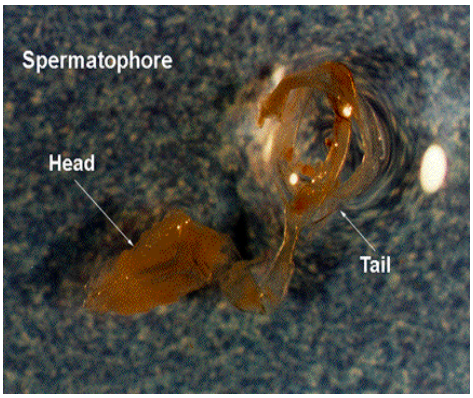


-: **Apyrene**

وتمثل أربعة أخماس المجموع الكلي من الحيوانات المنوية ، وهي عديمة النواة ، وهناك تساؤلات لأهمية هذا النوع ويعتقد أنه يعمل كمغذي لاحتوائه على بروتينات. أو لملء القابلة المنوية للأنثى لمنع أي تلقيح من ذكر آخر

طرق انتقال الحيوانات المنوية

١) نقل غير مباشر بواسطة أكياس الحيوانات المنوية أو حوامل منوية تسمى Spermatophore وهي عبارة عن مواد جيلاتينية تنتج من الغدد الإضافية وتأخذ أشكال مختلفة كما يحدث في الكولومبولا والدايبلورا والسمك الفضي.



٢) نقل مباشر عند تلقيح الذكر للأنثى كما في النحل التلقيح الجارح Traumatic insemination

كما في بق الفراش حيث يقوم الذكر بإحداث جرح في بطن الأنثى حيث تدخل الحيوانات المنوية منة وتسبح في سائل الجسم وتخترق الفريعات المبيضية من الخارج.

طـــــرق تكاثـــــــر الحشـــــرات

تنمو جميع الحشرات من البيض، ولكن لا تضع جميع الحشرات بيضاً، فقد يفقس البيض في جسمها وتلد صغاراً، كما لا تضع جميع الحشرات بيضاً مخصباً، وفيما يلي الطرق الشائعة في التكاثر:-

1-التكاثر بوضع البيض oviparity :-

- وهي الطريقة الشائعة في أغلب الحشرات.
- ويقصد بها قيام الأنثى بوضع البيض خارج جسمها ويظل فترة زمنية تختلف باختلاف النوع والظروف البيئية إلى أن يفقس.

- وهنا يحصل الجنين على المواد المغذية من البيضة نفسها.

2-التكاثر العذري Parthenogenesis :-

- تضع الأنثى بيضاً غير مخصب ويحصل هذا النوع من التكاثر في نحل العسل باستمرار حيث تضع الملكة بيضاً غير مخصب تنشأ عنه ذكور النحل، ويحصل في دودة الحرير بصورة مؤقتة بين حين وآخر وينشأ عنه ذكور وإناث، ويحصل في المن بصورة دورية حيث يتبادل التكاثر .

3-التكاثر بوضع الأحياء Ovoviviparity:-

- وضع أحياء بدون تغذية

- كما في الصراصير وفرس النبي حيث تحتفظ الأنثى بالبيض في كيس أو محفظة تسمى Ootheca في نهاية البطن حتى قرب خروج الحوريات.

ولا تقدم الأنثى أي تغذية للبيض إنما فقط الحماية بحمل الكيس إلى قرب الفقس.

• كما في ذبابة اللحم Sarcophaga حيث تحتفظ الأنثى بالبيض حتى يفقس وتضع الأنثى اليرقات في العمر الأول.

• ويحصل الجنين هنا على التغذية من مكونات البيضة نفسها. ويحفظ البيض لمدة (٤-٥) أيام في قناة البيض المشتركة التي تتحور لما يشبه الرحم حتى تخرج اليرقات بحيث (تولد) اليرقات.

• ولا تقدم الأنثى تغذية في هذه الحالة إنما يحصل الجنين على غذائه فقط من مكونات البيضة (المح).

4 - التكاثر بتعدد الأجنة Viviparity :-

• ينشأ في هذا النوع من التكاثر عدد كبير من الأفراد وذلك بإنتاج عدة أجنة تنمو إلى عدة حشرات من بيضة واحدة فقط. ويحصل هذا النوع في الحشرات الطفيلية من رتبة غشائية الأجنحة.

• وضع أحياء مع التغذية مثل ذبابة التسي تسي Tsetse حيث يتطور الجنين داخل البيض كالمعتاد ثم يفقس إلى يرقات يتم الاحتفاظ بها في الرحم.

• ويتم تغذيتها من إفرازات غدد الحليب Milk glands (وهي غدد إضافية متحورة) وهي مواد تشبه الحليب تغذى بها اليرقة داخل جسم الأنثى وبعد (٩-١٠) أيام تولد اليرقة كاملة النمو بعمر يرقي ثالث وتبقى حوالي الساعة ثم تتعذر.

- **ولادة أحياء**