علم الحشرات Entomology

موقع الحشرات التصنيفي واهميتها :

يتناول علم الحشرات Entomology دراسة هذه الحيوانات دراسة عامة شاملة تشمل دراسة مظهرها وتشريحها Morphology and Anatomy ودراسة علم وظائف اعضائها physiology وتصنيفها ل Taxonomy وعلاقتها بالبيئة Ecology وذلك كعلم من علوم الحياة يؤدي في النهاية لمعرفة اهمية الحشرات وكيفية مكافحة الضار منها والاستفادة من الحشرات النافعة منها.

ينقسم المملكة الحيوانية الى شعب عديد ونها شعبة المفصليات Phylum : Arthropoda التى تعد اكبر الشعب في عالم الحيوان من حيث عدد الحيوانات. وتضم شعبة المفصليات عددمن الاصناف ومنها صنف الحشرات class: Insecta (Hexapoda) ويعد اكبر صنف من اصناف المفصليات.

تتصف شعبة المفصليات بصفات تميزها عن بقية الحيوانات الاخرى فلو فحصنا عن قرب بعض افراد هذه الشعبة كالحشرة او العقرب او السرطان او عديدة الارجل لوجدناها تشترك في صفات عديدة منها :

١- يتضح من اسمها (Arthros= مفصل ، Podos= رجل) مفصلية الارجل أي ان ارجلها تتكون من قطع تتمفصل على بعضها كما ان جسمها هو الاخر يتكون من قطع او عقل مرتبطة مفصليا مع بعضها .
٢- حيوانات ذات تماثل جانبي - ثلاثية الطبقات - ذات تجويف جسم حقيقي .
٣- الجسم مقسم إلى حلقات (٢٠ غالبا) تتجمع في مناطق Tagmata محددة ذات وظائف معينة تختلف باختلاف الطوائف وتعد احدى الصفات المميزة لكل طائفة .
٤- يحمل الجسم زوائد مفصلية معقلةSegmented تتحور لأداء وظائف متعددة اذ تحمل كل عقلة زوج من الزوائد المفصلية .
٥- يغطى الجسم هيكل خارجيExoskeleton كايتيني Chitins تفرزه خلايا خاصة في البشرةEpidermis وتتصل العضلات بالهيكل من الداخل .
٦- يغشى الدم تجويف الجسم الحقيقي من ثم يصبح تجويف الجسم دموي Haomocoel .
٧- لا توجد اهداب في انسجة الجسم .
٨- الجهاز الدوري مفتوح بمعنى ان الدم لا يسير في اوعية محددة باستثناء الوعاء الدموي الظهري وهو الوعاء الدموي الوحيد .

٩- الحبل العصبي مزدوج وذو وضع بطني ويتصل بالمخ الظهري الوضع واعضاء الحس متباينة .

١٠- العضلات من النوع المخطط Striated ذات قدرة على الأداء العضلي السريع .

١١- التنفس بالخياشيم gills والقصبات الهوائية tracheae والرئات الشبيهة بالكتب book lungs ومن خلال جدار الجسم .

١٢- الاخراج عن طريق الغدد الحرقفية (كما في العناكب) او الغدد الخضراء (كما في القشريات) او عن طريق انيبات مالبيجي (كما في الحشرات والعناكب) وخلال عملية الانسلاخ .

١٣- اعضاء الحس sense organs متباينة مثل قرون الاستشعار والشعيرات الحسية علي الجسم والمستقبلات الكيماوية الحسية والعوينات البسيطة والعيون المركبة واعضاء السمع .

١٤- الاجناس منفصلة عادة وتختلف الذكور عن الاناث مظهرياً والاخصاب داخلي في معظم الاحوال ويوضع البيض محتويا على قدر وافر من المح داخل غلاف shell والاناث اما واضعات بيض Oviparous او بيوضة ولودة Ovoviviparous او ولودة Viviparous .

١٥- التشقق Cleavage سطحي عادة و يوجد طور او عدة اطوار غير بالغة Immature تتحول او تتبدل بعملية تطور او تحول او تبدلMetamorphosis والتوالد البكري معروف في بعض انواع الحشرات والقشريات .

تصنيف شعبة المفصليات

تحتوي شعبة مفصليات الارجل على الاصناف التالية :

١. صنف المخلبيات Onychophora

٢. صنف القشريات Crustacea

٣. صنف العنكبيات Arachinda

٤. صنف عديدات الارجل Trilobota

٥. صنف الحشرات Insecta

مقارنة بين اصناف المفصليات:

صنف المخلبيات	صنف القشريات	صنف العنكبوتيات	صنف محيطية الأرجل	صنف مزدوجة الأرجل	صنف الحشرات
مناطق الجسم منطقة واحدة والرأس غير متميز عن بقية الجسم	عادة منطقتان : راسية-صدرية وبطنيه	منطقتان : راسيةـصدرية وبطنيه	منطقتان : رأس وجذع طويل	ثلاث مناطق غير كاملة التحديد رأس ، صدر قصير وجذع طويل	ثلاث مناطق : رأس ، صدر ، بطن
اللوامس زوج واحد	زوجان	معدومة	زوج واحد	زوج واحد	زوج واحد
الأرجل زوج واحد على كل قطعة في الجسم	عادة أربعة أزواج للمشي على المنطقة الراسية- الصدرية	أربعة أزواج للمشي على المنطقة الراسية- الصدرية	زوج واحد على كل قطعة في الجسم	زوجان على كل قطعة في الجسم	ثلاثة أزواج على الصدر
التنفس بواسطة القصبات الهوائية	بواسطة الخياشيم	بواسطة القصبات الهوائية	القصبات الهوائية	القصبات الهوائية	القصبات الهوائية
الإخراج بواسطة النفريديا	الغدد الخضر	أنابيب مالبيجي أو الغدد الخضر أو الاثنين معا	أنابيب مالبيجي	أنابيب مالبيجي	أنابيب مالبيجي

اسباب نجاح الحشرات

احتلت الحشرات المركز الممتاز الذي وصلت إليه بين أفراد المملكة الحيوانية عن طريق تمتعها بعدة مميزات هامة وأهمها:-

١ - قدرة الحشرات على الانتشار وبالذات الطيران الذي مكنها من الانتشار إلى جميع البيئات والمناطق فهذا قلل التزاحم والتنافس

٢ – قدرة الحشرات على التأقلم فهي تعيش في جميع البيئات من القطب إلى خط الاستواء فهي تعيش في على جميع النباتات وبعضها متخصص في نبات معين كما أن بعضها متطفل على كائنات أخرى وبعضها يعيش في الينابيع الساخنة والبعض في المناطق الباردة بدرجة ٥٠ تحت الصفر. كذلك تعيش في الكهوف

٣ – حجم الحشرات صغير غالباً من ٦ – ١٠ ملم لذلك تحتاج الى طعام قليل ومكان صغير

٤ – عناد الحشرات فالحشرات عنيدة تحقق مأربها

٥ – تركيب جسم الحشرة فهو هيكل خارجي صلب متمفصل يمكنها من الحركة في أي اتجاه ويقاوم الحرارة وفقدان الماء والمبيدات.

٦ - القدرة على حماية نفسها بالتخفي وبناء شرنقه.

٧ – سرعة التكاثر فالحشرات تتكاثر بسرعة وبطرق مختلفة وتطلق ملايين البيض.

الشكل الخارجي للحشرات

جدار الجسم Body wall :

يغطي جسم الحشرة هيكل كايتيني 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- طبقة خارجية (كيوتكل) cuticle المتكونة اساسا من الكايتين

ب- البشرة الداخلية (الطبقة المولدة) Hypodermis

جـ- الغشاء القاعدي Basement membrane وهو غشاء رقيق غير خلوي ترتكز عليه خلايا البشرة.

الكيوتكل عموماً طبقة غير خلوية تفرزها خلايا البشرة الداخلية وتكون مرنة في بدء تكوينها ثم تتصلب تدريجياً ويقتم لونها لتكون صفائح صلبه تفصل بينهما مناطق غشائية (أغشية مفصلية) من جليد لين ويجمع هذا التركيب بين التماسك والمرونة ويتركب الجليد من مادة كايتينية تتكون من سكريات عديدة متحدة مع مواد عضوية وغير عضوية وبروتينات وكبريت وفينول، ويتكون من :

أ-الكيوتكل السطحي Epicuticle

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

١-الطبقة الأسمنتية Cement layer وتتكون من مادة بروتينية دهنية في الغالب

٢-الطبقة الشمعية Wax layer وهي تكسب الجليد عدم نفاذيته للماء.

٣-طبقة البوليفينول Polyphenol

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

ب- الكيوتكل الخارجي: وهو أصلب طبقة من طبقات الجليد وهي طبقة كايتينية مختلطة بحامض التانيك وتحدث به عملية التصلب.

ج-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.

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

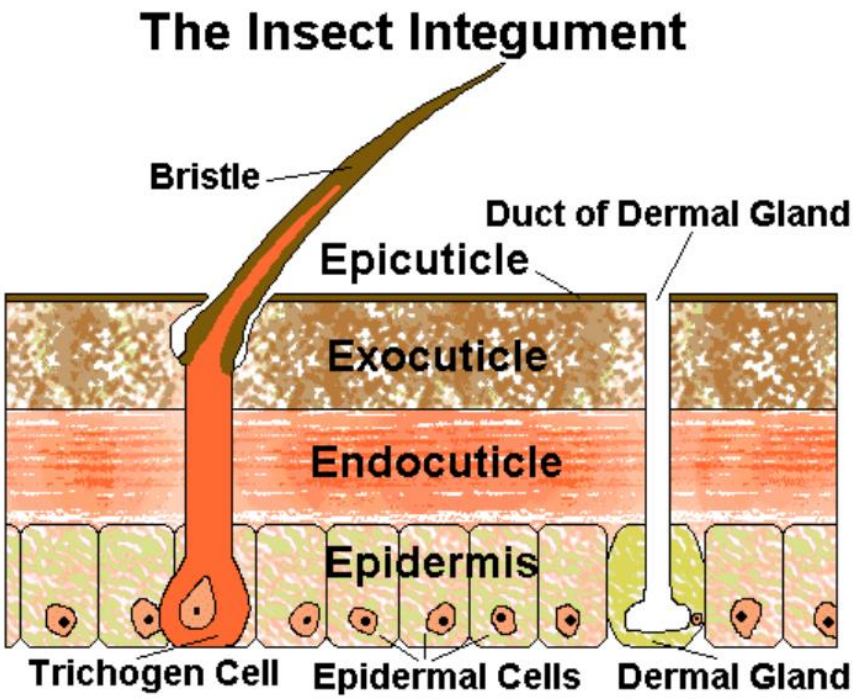
وترتكز خلايا البشرة على غشاء رقيق غير خلوي يعرف بالغشاء القاعدي

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

١-يعمل كدعامة للحيوان ككل ٢-تدعيم الأجنحة

٣-التقليل من عملية فقد الماء ٤-التحور للعمل كأعضاء للحس

يكون الجليد صلب في بعض المساحات ويظل ناعم رقيق في مناطق أخرى تعرف بمناطق الأغشية المفصلية وذلك لتسهيل حركة الزوائد والجسم.



الإنســـلاخ Moulting or Ecdysis

يعتبر الإنسلاخ عملية أساسية للنمو في شعبة مفصليات الأرجل وذلك للتغلب على صلابة الهيكل الخارجي للجسم. وفي الحشرات خاصة يفقس البيض ويخرج منه حورية أو يرقة التي تتغذى وتنمو تدريجياً. وحيث أن جدار الجسم كيتين صلب وغير قابل للنمو أو للتمدد لذلك نجد أن الحشرة تتخلص من جلدها القديم ويحل محله جدار آخر يكون أكثر مرونة فيسمح بنمو الحشرة قليلاً ثم تعاود الحشرة الإنسلاخ عدة مرات أثناء نموها إلى أن تصل إلى الطور اليافع. وقبل الشروع في عملية الانسلاخ تسكن اليرقة أو الحورية فترة من الزمن تسمى فترة الانسلاخ تمتنع الحشرة عن الغذاء وتبدأ عملية الانسلاخ

وتتم عملية الإنسلاخ على عدة مراحل هي:

١. تستطيل خلايا البشرة وتنفصل عن طبقة الجليد الداخلي (الإندوكيوتيكل) الموجودة فوقها وتفرز سائل الإنسلاخ الذي تفرزه غدد الانسلاخ موجودة بين خلايا البشرة وهو عبارة عن إنزيمات تحتوي على انزيمي الكيتينيز الذي يؤثر على الكيتين وكذلك البروتينيز الذي يؤثر على البروتين . يقوم سائل الانسلاخ بإذابة الطبقات الداخلية للجليد القديم (الجليد الداخلي) . ويتراكم سائل الإنسلاخ في الفراغ الذي يحدث نتيجة لذوبان الطبقات الداخلية ونتيجة لهذا الذوبان تحدث عملية تليين أو تنعيم للجليد القديم وذلك بانسحاب أملاح الكالسيوم المختزنة به ثم يقوم الحيوان بتخزينها لحين الإحتياج إليها.

٢. تبدأ خلايا البشرة في إفراز وتكوين الجليد الجديد بدءًا بالجليد السطحي الذي يقوم أيضاً بحماية الجليد الجديد وفي هذه الحالة يكون الجليد الجديد تحت القديم مباشرة وفي نفس الوقت ينفصل سائل الانسلاخ إلى جزئين أحدهما العلوي فعال والآخر السفلي غير فعال.

٣. يحدث إنشقاق على إمتداد الصدر والرأس خلال خط وسطي ويكون ضعيفاً نظراً لعدم وجود طبقة الجليد الخارجي فيه بحيث ينشق نتيجة أي ضغط خفيف من داخل جسم الحشرة وكذلك يتم تدمير لبعض الأغشية المفصلية حتى تسهل عملية إنسحاب جسم الحشرة من الجليد القديم . فيبرز الصدر أولاً ثم الرأس ثم البطن.

٤. وفي بداية وجود الجليد الجديد تحدث عملية النمو حيث يكون لا يزال ليناً إلى أن تحدث عملية تصلب الجليد الجديد ثم تميزه إلى الطبقات المعروفة للجليد.

ويطلق على المدة التي تقضيها الحشرة بين كل إنسلاخين "فترة" Stadium كما يطلق على طور الحشرة بين إنسلاخين "عمر" instar. أو بمعنى آخر الشكل الذي تأخذه الحشرة أثناء كل فترة بالمظهر Instar وعندما تصل الحشرة إلى صورتها الكاملة تعرف حينئذ بالطور اليافع adult or imago

وتحدث عملية الإنسلاخ تحت تحكم نوعين من الهرمونات أحدهما يساعد على إتمام عملية الإنسلاخ وهو هرمون الإنسلاخ Ecdysone الذي تفرزه غدة الصدر الأمامية وذلك بتنظيم وبتوجيه من هرمون آخر يُفرزمن خلايا عصبية خاصة في المخ والهرمون الآخر يمنع ويوقف عملية الإنسلاخ وهو هرمون الشباب Juvenile . وتتوقف عملية الإنسلاخ على التوازن بينهما وكذلك التغيرات البيئية المناسبة والغير مناسبة فمثلاً توفر الغذاء والضوء والحرارة المناسبة تساعد على عملية الإنسلاخ أما البرودة وشدة الضوء وقلة الغذاء فهي تمنع عملية الإنسلاخ.

مما سبق نجد أن وجود هذا الجليد الصلب الميت والغير قابل للإمتداد جعل النمو تدريجياً مستحيلاً ولذلك فإن المفصليات عامة والحشرات خاصة تنسلخ من وقت لآخر ويكون النمو فيها متقطعاً .

ويطلق على المدة التي تقضيها الحشرة بين كل إنسلاخين "فترة" Stadium وعلى طور الحشرة بين انسلاخين أو بمعنى آخر الشكل الذي تأخذه الحشرة أثناء كل فترة بالمظهر أو العمر Instar وعندما تصل الحشرة إلى صورتها الكاملة تعرف حينئذ بالطور اليافع adult or imago ويطلق على المدة بين فقس البيض ووضع الحشرة البالغة للبيض اسم الجيل Generation.

التلوين في الحشرات: Colouration

يمكن تقسيم لون الحشرات إلى:

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

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

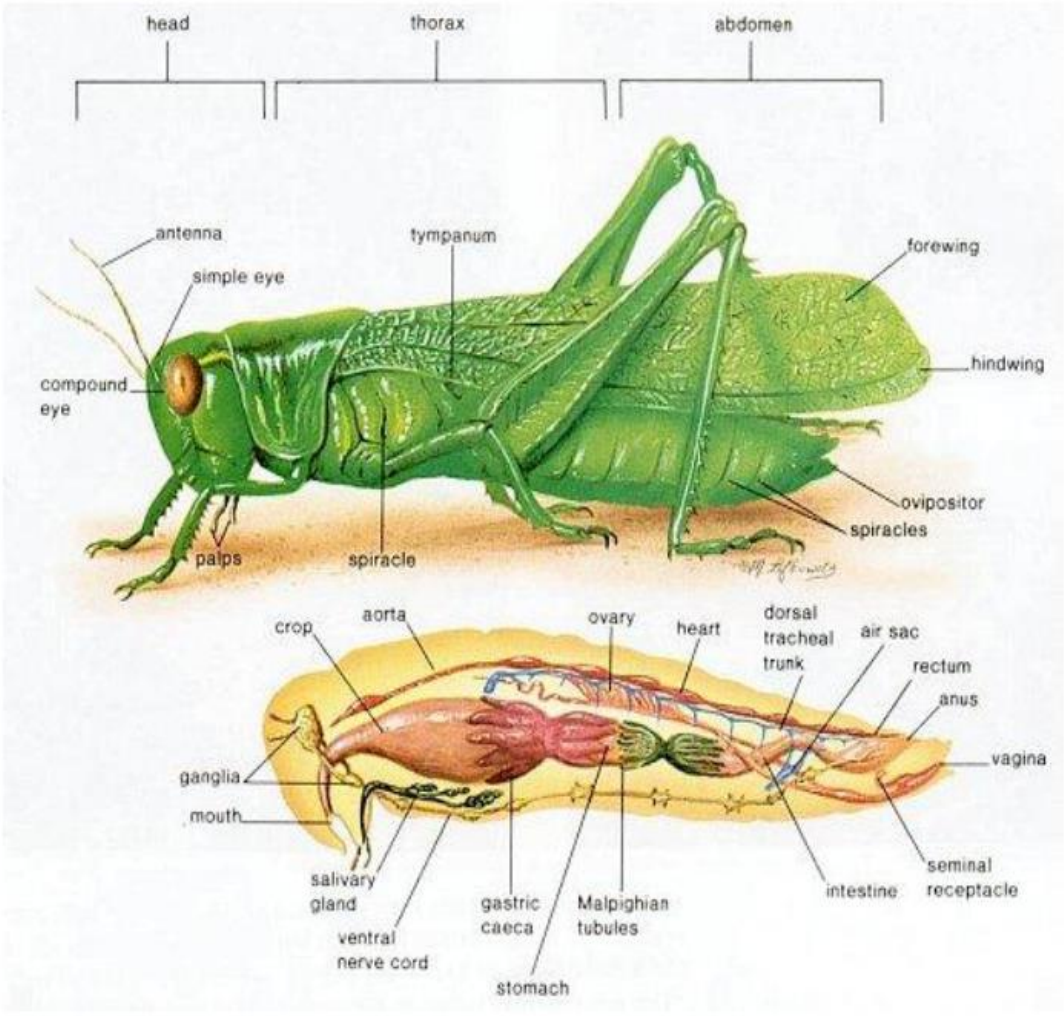
جـ-الألوان الكيميائية والفيزيائية: وهي تحدث نتيجة لبعض التحورات التركيبية مضافاً إليها طبقة من الصبغة. مثال ذلك اللون الأخضر الزمردي والذهبي.

مناطق جسم الحشرة Body regions of the insect

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

١. الرأس Head ويتكون من ستة حلقات مندمجة .
٢. الصدر Thorax ويتكون من ثلاث حلقات.
٣. البطن Abdomen ويتكون من إحدى عشر حلقة.

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



الرأس وزوائده Head and its appendages :

يتركب رأس الحشرة من عدد من الصفائح تكاد تلتحم بعضها ببعض تماماً ليتكون غلافاً متماسكاً صلباً يعرف بـ علبة الرأس تحمي الأجزاء التي في داخلها وأهمها المخ. وهناك صعوبة كبيرة جداً في تمييز عدد حلقات الرأس الستة لأنها إندمجت مع بعضها ولكن يمكن تميزها في الأطوار الجنينية. ويحمل الرأس أعضاء الحس وهي زوجاً من قرون الإستشعار وزوجاً من العيون المركبة وقد توجد عيون بسيطة، كما يحمل أجزاء الفم.

علبة الرأس Head capsule:

تتركب علبة الرأس من الصفائح الآتية:

أ-من السطح العلوي أو الأمامي:

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

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

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

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

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

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

ب- من السطح السفلي أو الخلفي:

١-الجمجمة: تمتد نحو الخلف حتى الثقب المؤخري.

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

٣-الشفة السفلىLabium :وتوجد في وسط مقدمة الرأس من أسفل ، وهي تحمل الملامس الشفوية.

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

أوضاع الرأس

والرأس في الحشرات يمكن تقسيمها إلى عدة أنواع تبعاً لإتجاه محورها الطولي وموضع أجزاء الفم فيها إلى :

١- رأس ذو أجزاء فم أمامية Prognathous: يكون المحور الطولي للرأس على إمتداد المحور الطولي للجسم وتكون أجزاء الفم أمامية الوضع كما في السوس ، النمل الأبيض.

٢- 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.

٣- 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 الإستشعار 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 الإستشعار تفرق بين الذكر والأنثى.

ويتركب قرن الإستشعار من ثلاثة أجزاء رئيسية هي:

١. الأصل Scape : وهو العقلة الأولى أو القاعدية لقرن الإستشعار وهو أطول العقل.

٢. العنق Pedicel: وهو العقلة التالية للأصل وهي أصغر قليلاً من الأصل.

٣. 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.

ويوجد في الرأس عضلات قرن الإستشعار التي تتصل بقاعدة الأصل، وهذه العضلات تمكن الأصل أن يتحرك وحده، ثم عضلات أخرى ناشئة من الأصل تصل إلى قاعدة العنق ولذلك يمكن للعنق أن يتحرك وحده أيضاً. إنما السوط ليس له عضلات خاصة به ويستمد حركته تبعاً لحركة العنق.

أجزاء الفم Mouth parts

تتركب أجزاء الفم أساساً من الأجزاء التالية:

أ- شفة عليا Labrum

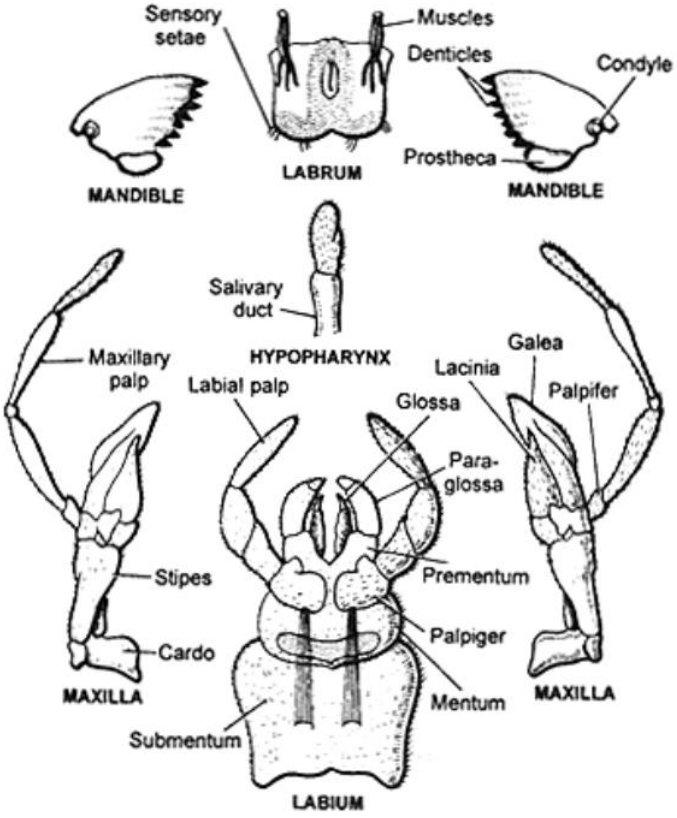
ب- زوج من الفكوك العلوية Mandibles (اللّحى)

جـ- زوج من الفكوك السفلية (المساعدة) Maxillde

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.



Mouth parts of cockroach

أنواع وتحورات أجزاء الفم

مع تطور عادات الاغتذاء المختلفة بين الرتب العليا، بشتى الوسائل لتلائم أنواعاً أخرى من الغذاء وعادات الاغتذاء. وعلى ذلك فقد نشأت عدة تحورات لمص الغذاء السائل أو لعقه أو امتصاصه كالاسفنج، أو لاختراق أنسجة النبات أو الحيوان لامتصاص عصارتهما.

(١) أجزاء الفم القارضة :

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- الملماس الفكي: يوجد عند إتصال الخوذة بالساق وهو مكون من خمس عقل ويحمل شعوراً كثيرة.

والفك السفلي يتحرك في جميع الإتجاهات

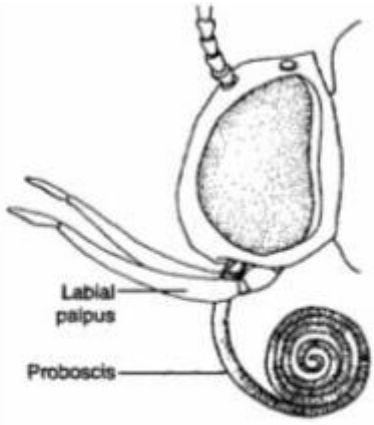
د- الشفه السفلى: وتتكون من إندماج زوج من الزوائد المماثلة في تركيبها للفكوك المساعدة وهي تتركب من الأجزاء الآتية:

١. تحت الذقن : وهو الجزء القاعدي الذي يصل الشفه السفلى بالرأس.
٢. الذقن: وهو الجزء الذي يعلو تحت الذقن.
٣. فوق الذقن: وهو الجزء الذي يلي الذقن.
٤. اللسان (جلوسا) : عبارة عن زوج من الصفائح الداخلية الصغيرة الحجم.
٥. جار اللسان (باراجلوسا) : عبارة عن زوج من الصفائح الخارجية.
٦. ملماسان شفويان: عند قاعدة فوق الذقن يوجد حامل الملمس الشفوي على كلا الجانبين ويحمل كل منهما ملمساً شفوياً مكوناً من ثلاث عقل.

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.

(٢)- أجزاء الفم الماصة: كما هي ممثلة في أبي الدقيق والفراش. تبين أن أجزاء الفم هذه إنما تصلح لمص أو سحب الغذاء السائل فقط. وتغتذى الحشرات التي لها أجزاء فم مثل هذه بالرحيق الذي تحصل عليه من الأزهار، ومن ثم هي لاتحتاج إلا إلى خرطوم ماص طويل لتجمعه به ، ولذلك فإن خوذتي الفكين قد استطالتا استطالة عظيمة ، وتجتمعان معاً وتضمهما خطاطيف مشعوبة 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.

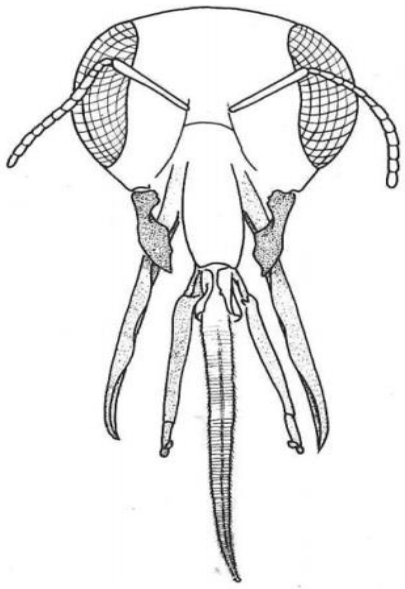


Moth (Order Lepidoptera)

- اللحيان وتحت البلعوم، غائبة كلية.
- الفكان ، متحوران تحوراً عظيماً، وهما ممثلان بالخوذتين الممدودتين امتداداً عظيماً لتكونا الخرطوم وملماسين فكيين مختزلين اختزالاً كبيراً.
- الشفة السفلى ، وهي مختزلة إلى مجرد صفيحة بطنية صغيرة، وتحمل ملماسين شفويين حسنى التكوين ولكل منهما ٣ شدفات

(٣) - أجزاء الفم القارضة اللاعقة : كما هي ممثلة في شغالة نحل العسل. لقد تكون في هذه الحشرة خرطوم ماص لتغتذى 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 ٤شدفات، وجارا اللسان مختزلان إلى فصين صغيرين ، بينما استطال اللسانان استطالة عظيمة مكونين لساناً طويلاً له شفية عند طرفه تشبه الملعقة . واللسان مطوى 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.



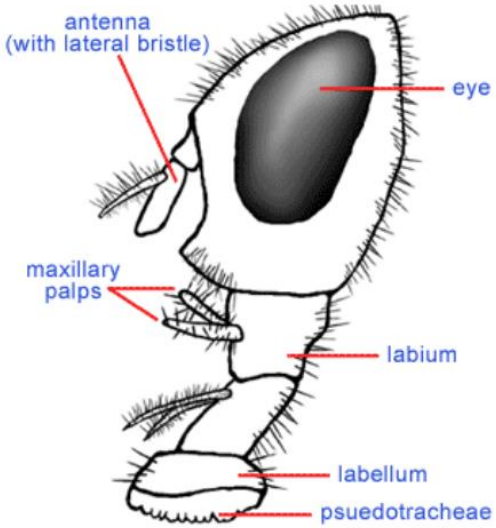
(٤)- أجزاء الفم الماصة كالإسفنج: كما هي ممثلة في الذبابة المنزلية. تلعق هذه الحشرة الغذاء السائل عند سطح ما ، وهذا الغذاء إما أن يكون أصلاً على شكل سائل أو أن تحوله الحشرة إلى سائل بفعل لعابها أو بسوائل ترجعها من أمعائها. تبين أن أجزاء الفم تكون خرطوماً ممدوداً يتدلى رأسيّاً ، ولها شفيتان انتهائيتان 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.

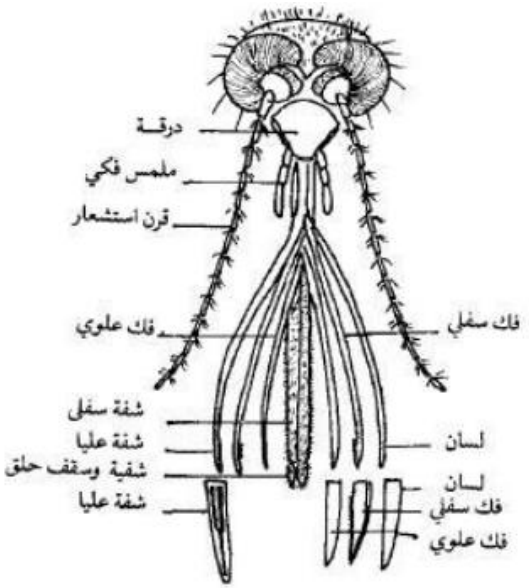
- المِمَص، وهو يتكون من شفة سفلى خلفية (باطنية) كبيرة وبها ميزاب أمامي عميق تبيت فيه الشفة العليا فوق البلعومية وكذلك تحت البلعوم (اللسان) الذي يقع خلف الشفة العليا. وبالشفة العليا فوق البلعومية مجرى عميق على سطحها الخلفي بينما يوجد ميزاب على السطح الأمامي للسان، ويكون

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.



أجزاء الفم الثاقبة الماصة: 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.



الصدر وزوائده: Thorax and its appendages

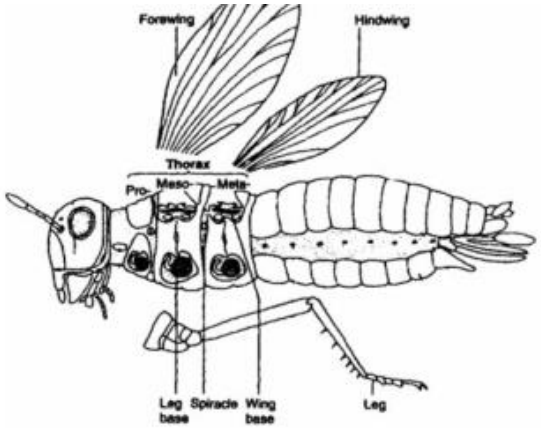
يتكون الصدر في الحشرات من ثلاث حلقات هي:

١- الصدر الأمامي Pro thorax
٢- الصدر الأوسط Meso thorax
٣- الصدر الخلفي Meta thorax

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

ويحمل الصدر أعضاء الحركة وهي تشمل الأرجل والأجنحة.

كل عقلة صدرية تحمل زوجاً من أرجل المشي وكذلك يتصل بكل من الحلقتين (العقلتين) الصدريتين الوسطى والخلفية زوجاً من الأجنحة. وقد يختفي الزوج الخلفي من الأجنحة في بعض الحشرات ليحل محله دبوسا إتزان كما في رتبة ذات الجناحين أو قد ينعدم وجود الأجنحة بالمرة إما لأنها تعتبر صفة أصلية كما في الحشرات عديمة الأجنحة مثل ذوات الذنب الشعري أو السمك الفضي ، أو غياب الأجنحة لكونها صفة مكتسبة نتيجة للظروف البيئية(التطفل) مثال القمل والبق والبراغيث.



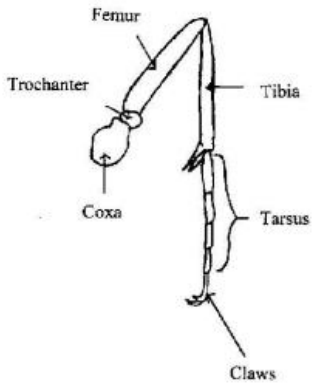
في الحشرات عديمة الأجنحة يتساوى حجم حلقات الصدر الثلاث تقريباً أما في الحشرات المجنحة فإن الحلقات الصدرية الحاملة للأجنحة تكون كبيرة في الحجم. وفي الحشرات التي يكون فيها زوجين من الأجنحة المتساوية نجد أن حلقة الصدر الأوسط تساوي حلقة الصدر الخلفي في الحجم أما في الحشرات التي تحمل زوجاً واحداً من الأجنحة فإن الحلقة الصدرية الوسطى تكون أكبر حجماً من الحلقة الخلفية . ومن المهم أن نشير هنا إلى أن الصدر الأمامي لا يحمل أجنحة على الإطلاق ويختلف حجمه بإختلاف الحشرات. ويوجد بالصدر عضلات قوية تتحكم في حركة الأرجل والأجنحة.

الأرجل: Legs

تتميز الحشرات الكاملة ومعظم اليرقات بوجود ثلاثة أزواج من الأرجل الصدرية تستعملها الحشرات أصلاً في الحركة على الأرض ولكنها كثيراً ما تتحور لأداء وظائف أخرى حسب معيشة الحشرة ويحدث التحور عادة في الأرجل الأمامية أو الخلفية أما الأرجل الوسطى فهي غالباً غير متحورة.

أنواع الأرجل:

تتركب رجل الحشرة نموذجيّاً من ٥ شدفات : الحرقفة والمدور والفخذ والقصبة (الساق) ورسغ القدم . وفي الغالب ينقسم رسغ القدم وينتهي بمخلبين وببنيان واحد أو أكثر أسفلهما يشبه الوسادة . ووظيفة الأرجل في الأصل هي المشي والعدو غير أنها قد تتحور لتؤدي وظائف أخرى شتى. افحص أرجل الحشرات التالية وتبين إلى أي مدى هي متحورة لتلائم شتى الوظائف التالية:



From Imms 1984

-المشي أو الركض ، كما في الصراصير . شدفاتها طويلة وأسطوانية.

-النقب(أو الحفر) ، كما في الرجلين الأماميتين للحفار. الشدفات قوية ومستطيلة والقصبة عريضة ومسلحة بأسنان قوية.

-القبض على الفريسة، كما في الرجلين الأماميتين لفرس النبي المفترسة. الفخذ له ميزاباً طوليّاً تستقبل فيه القصبة، وأن كلتيهما مزودتان بأشواك قوية ، ومن ثم فهما مهيئتان للقبض على الفريسة بينهما.

-القفز (أو النط)، كما في الرجلين الخلفيتين للنطاط. الفخذ كبيرة جداًً لكي تبيت فيها العضلات الباسطة القوية التي تعين الحشرة على القفز.

- أرجل جمع غذاء: ونجد فيها الحلقة الأولى للرسغ كبيرة ومفلطحة وتغطى بشعور قصيرة قوية مرتبة في صفوف تعلق بها حبوب اللقاح التي تخزن في الجزء المحصور بين الساق وحلقة الرسغ الأولى ويطلق عليها سلة حبوب اللقاح. (الأرجل الخلفية لشغالة نحل العسل).

- أرجل تعلق: يتكون الرسغ من حلقة واحدة تنتهي بمخلب واحد قوي ينحني إلى أسفل ويقابله مهماز قوي يسمى مهماز الساق وتستخدم الحشرة المخلب والمهماز للتعلق بشعر العائل (قمل الرأس والجسم).

- أرجل العوم: تكون الرجل مفلطحة كالمجداف ويوجد عليها شعور كثيفة وطويلة تساعد الحشرة على العوم.(الأرجل الخلفية للخنفساء المائية).

أرجل اليرقات: ويوجد منها نوعان:

أ- أرجل صدرية(حقيقية): وتتكون من خمس حلقات كما بالرجل العادية وهي قصيرة وينتهي الرسغ بمخلب واحد وهي توجد على الحلقات الصدرية لليرقة.(إنظر الرسم)

ب- أرجل بطنية (كاذبة) : ويوجد منها عادة خمس أزواج على حلقات البطن ٣،٤،٥،٦،١٠ . وتتكون الرجل من بروز من البطن مخروطي الشكل تنتهي بعدد كبير من الخطاطيف تساعد اليرقة على التحرك وتختفي هذه الأرجل في الطور اليافع.

الأجنحة Wings

يعتبر وجود الأجنحة في الحشرات من أهم الصفات التي جعلت الحشرات تسود على غيرها. ويوجد لمعظم الحشرات زوجان من الأجنحة على الصدر الأوسط والصدر الخلفي. وفي بعض الحشرات لا يوجد إلا زوج واحد من الأجنحة هو الزوج الأمامي مثال الذباب، حيث أن الزوج الخلفي من الأجنحة قد تحور إلى دبوسا إتزان. 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 بنى عليها تصنيف الحشرات ، فعلى حسب عدد الأجنحة وشكلها وضعت الحشرات في رتب مختلفة orders فمثلاً الحشرات التي لها أجنحة جلدية وضعت في رتبة جلدية الأجنحة Dermaptera، والحشرات ذات الأجنحة الصلبة الغمدية ، وضعت في رتبة غمدية الأجنحة Coleoptera، والحشرات التي أجنحتها مغطاة بحراشيف تعرف برتبة حرشفية الأجنحة Lepidoptera والحشرات التي لها زوج واحد من الأجنحة وضعت في رتبة ذات الجناحين Diptera.

شكل الجناح:

الجناح مثلث الشكل تقريباً وله ثلاثة حواف هي:

١- حافة أمامية أو ضلعية Ant.m.

٢- حافة خارجية أو قمية Apical m.

٣- 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 ماتحته من أجزاء الحشرة أكثر من المساعدة في عملية الطيران. وتتحور الأجنحة إلى أشكال عديدة منها ماسبق ذكره ومنها ماسوف 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 متقلاً عن الآخر.

جهاز شبك الأجنحة (الطوق):

يوحد ثلاثة أنواع لشبك الأجنحة

١ – النوع الخطافي Hamulat

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: 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

تتأثر حركة الجناح أثناء الطيران بنوعين من العضلات الصدرية:

١- عضلات غير مباشرة:Indirect 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.

٢- عضلات مباشرة: Direct 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 الأجنحة Wing venation

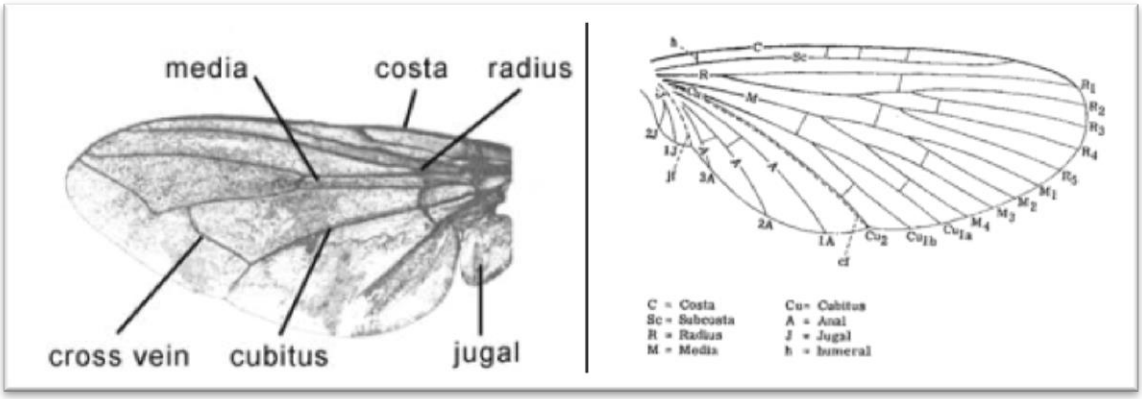
يتركب جناح الحشرة من طبقتين غشائيتين رقيقتين تقويهما شبكة من الأنابيب المجوفة تسمى بالعروق تكون مملوءة بالدم عند خروج الحشرة الكاملة من العذارى أو الحوريات . وتعتبر دراسة هذه العروق ذات أهمية قصوى في تقسيم الحشرات حيث أن لكل رتبة بل لكل عائلة أو لكل نوع من الحشرات نظام تعريق معين يميزه عن غيره.

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 (R2 , R3 ,R4 ,R5).
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 وَCu1a ، أما الزندي الثاني Cu2 فإنه لا يتفرع.
٦- العروق الشرجية(Anal أو A): توجد في النهاية الخلفية للجناح ثلاثة عروق لاتتفرع 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

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 الإختزال في الرتب العليا من الحشرات. والحلقة الحادية عشر لاتوجد 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.

الزوائد البطنية:

أ-القرنان الشرجيان.

ب-زوائد الحلقات البطنية ٨ ، ٩ في الأنثى (آلة وضع البيض)

جـ- زوائد الحلقة البطنية ٩ في الذكر (آلة السفاد)

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 تتحورإلى 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.

ب- أعضاء التناسل الخارجية في الإناث: External senitalra of

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.

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

١- 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 plates وزوج 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.

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 آلـة السفاد(أعضـاء التناسل الخارجيـة فـي الذكور) Copulatory apparatus: تتكون آلـة 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.

النمو والتحول: Development & metamorphosis

تبدأ معظم الحشرات حياتها بالبيضـة ولكن هنـاك بعض الحشرات تضـع أحيـاء وذلك نتيجـة إحتفاظها بالبيضة داخل الرحم لحين الفقس، وتضع الحشرات بيضها في صور مختلفة (انظر الرسم) فقد يكون فردى أو في مجموعات (كتل) أو لطع أو أكياس ويأخذ البيض أشكالاً مختلفة فمنه المستدير والبيضاوي والمدبب والأملس والمنقوش والمخطط، وتضع الحشرات بيضها في أماكن مختلفة كثيرة:

أ-على أسطح الأوراق النباتية على هيئة لطع كما في دودة القطن أو فرادى كما في الذباب الأبيض أو كتل كما في حفارات ساق الذرة.

ب-داخل أنسجة النبات كما في التربس.

جـ- داخل أنسجة الثمار أو على سطحها ما في ذبابة الفاكهة وأبو دقيق الرمان.

د- على قلف سيقان الأشجار كما في حفارات سيقان أشجار الفاكهة.

هـ-على الحبوب كما في حالة الآفات التي تصيب الحبوب المخزونة (السوس).

و- في التربة الرطبة كما في الجراد والحفار.

ز- على أسطح المياه كما في البعوض.

ح-في الأعشاش كما في حالة الزنابير.

ط-على الجدران وفي الشقوق كما في الصراصير.

ك-داخل أو خارج العائل كما في الحشرات الطفيلية.

الفقس Hatching:

وهي عملية خروج صغار الحشرات من البيض وتختلف بإختلاف الحشرات ، فقد توجد أشواك أو صفائح صلبة (تعرف بمفجرات البيض) تدفع غطاء البيضة egg cap - الموجود في بيض بعض الحشرات – إلى الخارج وبذلك يتمكن الطور الحشري من الخروج كما في بق الفراش وقد تحدث المفجرات ثقباً في قشرة البيضة كما في البراغيث. وقد تأخذ صغار الحشرات طريقها إلى الخارج باستعمال فكوكها العلوية في قرض قشرة البيضة كما في حرشفية الأجنحة.

كما ذُكر سابقاً تتخلص صغار الحشرات من جلدها أثناء النمو مرة أو أكثر وتعرف هذه العملية بالإنسلاخ Ecdysis ويسمى الجلد المنزوع بجلد الإنسلاخ exuvium والمدة بين الإنسلاخين بالفترة stadium والشكل الذي تأخذه الحشرة أثناء كل فترة بالمظهر Instar وعندما تصل الحشرة إلى صورتها الكاملة تعرف حينئذ بالطور اليافع adult or imago ولكي تصل الحشرة إلى مظهرها الأخير يجب أن تمر الحشرة بتغيرات شكلية تعرف في مجموعتها بالتحول.

التحول Metamorphosis:

هو التغيرات التي تحدث في شكل الحشرة من وقت فقسها من البيضة إلى أن تصير حشرة يافعة. وفي الحشرات عموماً يختلف مايحدث بها من تحول أو تطور ، ففي الحشرات عديمة الأجنحة نجد أن الحشرة عندما تفقس من البيضة فإنها تشبه أبويها تماماً ولا تختلف عنهما إلا في صغر الحجم وعدم نمو (نضوج) الجهاز التناسلي ولكي تصل هذه الحشرة الصغيرة إلى طور الحشرة الكاملة (اليافعة) فإنها تنسلخ عدة إنسلاخات . مثل هذا النوع من التحول تحدث فيه تغيرات بسيطة غير ملحوظة ولذلك تسمى بالحشرات عديمة التطور. غير أن معظم الحشرات تمر بتحول واضح حيث يحدث بها درجة أكبر من التحول وتسمى حشرات ذات تحول (ذات تطور) ويحدث في الحشرات المجنحة، وفيها يمكن تمييز أطواراً كثيرة مثل الحوريات واليرقات والعذارى.

الحورية Nymph:

عبارة عن حشرة حديثة السن تختلف عن الطور اليافع في عدم إكتمال نمو الأجنحة والأعضاء التناسلية وتصل الحورية إلى الطور اليافع ولكن النمو في هذه الحالة غير مصحوب بطورالعذراء.

اليرقة Larva:

عبارة عن طور حشري يختلف اختلافاً كبيراً في الشكل عن الطور اليافع وكذلك في تركيب أجزاء الفم وعدم نضوج الجهاز التناسلي وتركيب الأعين. وتنمو اليرقة إلى الطور اليافع عن طريق تحول معقد (عدة إنسلاخات) يكون مصحوباً بطور العذراء وتعرف اليرقة بالطور المغتذي.

العذراء Pupa:

عبارة عن طور حشري ساكن غير قادر على التغذية ويسمى (طور الراحة) وهو يتوسط بين اليرقة والحشرة الكاملة في الحشرات ذات التطور التام (الكامل) وتحدث به تغييرات كثيرة يتشكل فيه جسم الحشرة (اليرقة) وأعضاؤها الداخلية من جديد لكي يلائم احتياجات الطور اليافع.

وهناك نوع آخر من الحوريات يسمى *النياد*.

النياد (عروس البحر أو حورية الماء) Naiad:

والنياد يوجد في الحشرات المائية ذات التطور الناقص وفيها يفقس البيض عن حوريات صغيرة تعيش في الماء تعرف باسم النياد .

والنياد يختلف عن الحشرة الكاملة في عدة أشياء أهمها:
أ-تكون الثغور التنفسية مقفلة.
ب-يتنفس عن طريق الخياشيم.
جـ- عدم نضوج الأعضاء التناسلية.
د- أجزاء الفم القارضة تستخدم في الإفتراس.
هـ-عدم نمو الاجنحة والأرجل طويلة.
ويوجد النياد في ذبابة مايو والرعاشات.

أنواع التحول: Types of Metamorphosis

١-حشرات عديمة التحول (عديمة الأجنحة)Ametabola: وفيه تخرج الصغار من البيضة وهي تشبه الأبوين تماماً أثناء نموها سواءاً في الشكل الخارجي أو في التركيب الداخلي عدا نضوج الأعضاء التناسلية كما في السمك الفضي.

٢-حشرات ذات تحول (ذات أجنحة) Metabola: وهو ينقسم إلى نوعين:

أ- تحول ناقص تدريجي Paurometabola:

وفيه تعيش الحوريات في نفس البيئة (المكان) التي تعيش فيه الحشرات الكاملة وتشبهها من الناحية الموروفولوجية في تشابه أجزاء الفم وكذلك العيون المركبة ، أما الأجنحة وأعضاء التناسل فتنمو تدريجياً أثناء الإنسلاخات المتتالية ومن أمثلتها الجراد والصرصور.

ب- تحول ناقص متباين Heterometabola:

في بعض خارجية الأجنحة (الرعاشات وذبابة مايو) يلاحظ أن الحورية (النياد) تعيش عيشة مخالفة لمعيشة الحشرة الكاملة إذ تعيش النياد في الماء ، بينما الحشرة الكاملة تعيش على الأرض ، كذلك نجد أن النياد له خياشيم (خاصة بالتنفس في الماء) ، وكذلك الشفة السفلى تحورت لإمساك الفريسة في الماء ، وعندما تتحول هذه الحورية المائية (النياد) إلى حشرة كاملة نجد أن هذه الأعضاء الخاصة بالمعيشة في الماء تختفي دفعة واحدة. وينطبق عليها باقي الصفات التي توجد في الحشرات ذات التطور التدريجي.

١-حشرات ذات تحول تام (الكامل) (داخلية الأجنحة) Holometabola:

وفيه يفقس البيض عن يرقات تختلف تماماً عن الحشرة اليافعة سواء في الشكل الظاهري أو التركيب الداخلي وكذلك في طبائعها فأجزاء الفم والأرجل والزوائد الأخرى مختلفة تماماً وتوجد لها عيون بسيطة فقط، وأعضاء التناسل فيها على حالة أولية. وتمر اليرقة بأطوار يرقية مختلفة تتحول بعدها إلى طور العذاراء الذي يحدث فيه مجموعة من التغيرات النشطة الداخلية (غير ملحوظه) حتى تصل إلى الحشرة الكاملة.فكل الأعضاء الجديده في الحشرة الكاملة تنشأ عن براعم خاصة تظل كامنة طوال حياة اليرقة ولا تنشط إلا في طور العذراء لتكون أعضاء الحشرة الكاملة. ويوجد هذا النوع من التحول في رتب الحشرات داخلية الأجنحة مثل غمدية الأجنحة (الخنافس)، ذات الجناحين(البعوض والذباب) وغشائية الأجنحة وحرشفية الأجنحة.

هذا ويوجد نوع آخر من التحول (التطور) يسمى **فرط التحول** Hypermetamorphosis ويوجد في قليل من الحشرات ذات التحول الكامل ويكون فيه اثنان أو أكثر من الأطوار اليرقية مختلفة بشدة عن بعضها في الشكل . وهذا النوع من التحول يوجد في الحشرات الطفيلية.

أنواع اليرقات: Types of larvae

تنقسم يرقات الحشرات على أساس درجة النمو الجنيني التي تكون عليها أثناء الفقس إلى الأنواع التالية (انظر أطوار النمو الجنيني سابقاً):

١- **اليرقات ذات الأرجل الأولية:** والبيض الذي تفقس منه هذه اليرقات يكاد يكون خالياً من المح وعلى ذلك تخرج اليرقات في حالة مبكرة من النمو. تعقيل البطن فيها غير واضح وزوائد الرأس والصدر أثرية ومن أمثلتها بعض الحشرات غشائية الأجنحة داخلية التطفل.

٢- **اليرقات عديدة الأرجل:** وتعرف أيضاً باليرقات **الاسطوانية** وتفقس اليرقة في طور متقدم عن النوع السابق وفيها تظهر الأرجل الصدرية (الحقيقية) والأرجل البطنية (الكاذبة). وكذلك تظهر الفتحات التنفسية وجسمها اسطواني الشكل وحركتها بطيئة نظراً لضعف أرجلها ، وجدار الجسم فيها قليل الكيتين ومن أمثلتها يرقات الحشرات حرشفية الأجنحة.

٣- **اليرقات قليلة الأرجل:** وتظل اليرقة من هذا النوع أطول مدة داخل البيض حتى تتلاشى أرجلها البطنية بينما تكتمل أرجلها الصدرية في النمو ويمكن تمييز نوعين شائعين منها:

أ- **اليرقات المنبسطة Campodeiform:** تشبه حشرة كامبوديا ، وهي ذات جسم مفلطح (منضغط) كثير الكيتين، نشطه ، سريعة الحركة كما في يرقات بعض الخنافس الأرضية ويرقات خنافس أبو العيد F. coccinellidac وأسد المن من رتبة شبكية الأجنحة O. Neuroptera (ant-lion).

ب- **اليرقات المقوسة Scarabaeiform:** وهي ذات جسم نصف اسطواني ذات أرجل صدرية قصيرة وجسم لحمي مقوس على شكل حرف "C" ، نشاطها قليل، رأسها ضخمة، تعيش تحت سطح التربة ومن أمثلتها يرقات الجعال من فصيلة F.Scarabidae من رتبة غمدية الأجنحة O. Coleoptera وتعرف أيضاً باليرقات الجعلية.

٤- **اليرقات عديمة الأرجل:** وهو نوع مشتق في كثير من الحالات من النوع قليل الأرجل ولكنها فقدت كل أرجلها الصدرية ومن أمثلتها يرقات خنافس البقول والسوس ويرقات الذباب وقد تكون حلقات الجسم مزودة بالأشواك أو الوسائد اللحمية التي تساعدها على الحركة . وتختلف عن اليرقات ذات الأرجل الأولية بتعقيل الجسم الواضح وظهور الثغور التنفسية وتكون الأجهزة الداخلية.

تكوين الشرانق:Coco on formation

كثير من أنواع اليرقات تنسج حول نفسها شرنقة من الحرير قبل أن تتعذر وذلك لكي تحمي نفسها من تأثير العوامل الجوية ومن الأعداد الطبيعية وقد تكون هذه الشرنقة من الطين ، الزغب، الخشب وذلك تبعاً للظروف التي تعيش فيها هذه اليرقات.

أنواع العذارى: Types of pupae

١- **العذراء الحرة:** وفيها تكون قرون الاستشعار والأرجل والأجنحة غير ملتصقة بجسم الحشرة كما في عذاراء النحل.

٢- **العذراء المكبلة:** وفيها تون قرون الاستشعار وأجزاء الفم والأرجل والأجنحة ملتصقة تماماً بجسم الحشرة ولا يظهر إلا تخطيط خارجي يدل على مكان وجودها كما في الحشرات حرشفية الأجنحة.

٣- **العذراء المستورة:** وفيها تكون العذراء مغلفة بالجلد اليرقي الأخير بعد الانسلاخ ويعرف بـPuparium وهو يكون غطاءاً خارجياً منفصلاً عن جسم العذراء التي بداخله ويكون هذا الغطاء برميلياً أو اسطوانياً كما في عذارى الذباب.

خروج الحشرة الكاملة من الشرنقة: Emergence

تختلف طريقة خروج الحشرات من الشرانق باختلاف أنواعها كالآتي:

أ-تقرض الحشرات ذات أجزاء الفم القارض جزء من الشرنقة لكي تخرج منها.

ب-تشق بعض الحشرات طريقها إلى الخارج بواسطة أعضاء خاصة في رأسها أو في المنطقة الصدرية.

ج- قد تبقي بعض الحشرات (اليرقات) فتحة من الشرنقة لكي تخرج منها أو عند طريقها عند تحولها إلى حشرة كاملة كما في دودة الحرير الخروعية.

د- تُخرج الحشرة الكاملة سائلاً من فمها تبلل به جزء من الشرنقة فتتمكن من فتحها والخروج منها كما في دودة الحرير.

دورة الحياة: Life cycle

يعرف مرور الحشرة في أطوارها المختلفة ابتداءاً من البيضة حتى خروج الحشرة الكاملة باسم *الجيل* Generation والمدة التي تستغرقها الحشرة لإتمام دورة حياتها تعرف بمدة الجيل، ومدة الجيل تختلف باختلاف الحشرات وتبعاً لظروف البيئة وخاصة درجة الحرارة والرطوبة وتوفر المواد الغذائية.

قد يكون للحشرة جيل واحد في السنة كما في بعض الخنافس أو قد يكون لها أكثر من جيل فمثلاً دودة ورق القطن لها سبعة أجيال في السنة وفي المن مثلاً خمسون جيلاً في السنة وفي بعض الحشرات قد يستغرق الجيل الواحد عامين أو ثلاثة كما في بعض الرعاشات وناخرات الأشجار وفي بعض أنواع السيكاداد يستغرق الجيل الواحد ١٧ عاماً.

التشريح الداخلي The internal anatomy

الغرض من التشريح الداخلي هو توافر المعلومات عن تركيب الأعضاء الداخلية ومعرفة التركيب النسيجي الدقيق لأجزاء العضو المختلفة والذي يؤدي إلى معرفة الوظيفة وذلك يمكننا عن كيفية آداء الحشرات للظواهر المختلفة من تغذية وإخراج وتنفس وتكاثر.

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.

٢- المعي الأوسط Mesenteron

يختلف شكل واتساع هذه المنطقة اختلافاً كبيراً. أحياناً تأخذ شكل الكيس وأحياناً أخرى تكون عبارة عن أنبوبة ملتفة كالأمعاء أو تكون مقسمة إلى قسمين أو ثلاثة أقسام.

أما من ناحية التركيب النسيجي لجدار المعدة فهو كما يلي من الداخل إلى الخارج:

١- **طبقة طلائية .entric epi :** ويمكن تقسيم خلاياها إلى ثلاثة أنواع:

أ- خلايا عمادية تقوم بإفراز الإنزيمات وامتصاص المواد المهضومة.

ب- خلايا مجددة .regenerative c وتوجد فرادى أو في مجموعات يطلق عليها Nidi (نيداي) تحت الخلايا العمادية ووظيفتها تجديد الخلايا العمادية التي تهلك.

جـ- خلايا كاسية .Goblet c وتوجد في عدد قليل نم الحشرات ولا تعرف لها وظيفة

٢- غشاء قاعدي

٣- طبقة عضلات دائرية

٤- طبقة عضلات طولية

٥- غشاء بريتوني

ويلاحظ أن وضع الطبقتين العضليتين على عكس وضعهما في المعي الأمامي. وفي بعض الحشرات توجد الحبيبات الغذائية في المعي الأوسط داخل غلاف يعرف بالغشاء مول الغذائي Peritrophic membrane لكي يحمي الخلايا الطلائية من التآكل. "وهذا الغشاء منفذ للانزيمات الهاضمة وكذلك نواتج الهضم لتمتص بخلايا المعدة". وهو يفرز من خلايا خاصة موجودة عند بداية المعدة من الصمام الفؤادي.وفي كثير من الحشرات يزداد سطح المعدة اتساعاً بتكوين انبعاجات كيسية الشكل تعرف بالردوب المعرية أو الزوائد الأعورية Gastric caecae وتقع عند نهاية المعدة من جهة المرئ وتختلف كثيراً في عددها فيوجد منها ٨ في الصرصور وعديدة في يرقات الجعال أو تكون معدومة كما في يرقات حرشفية الأجنحة.

ويقوم المعي المتوسط بالوظائف التالية:

١- تقوم الخلايا العمادية بإفراز الإنزيمات الهاضمة ثم امتصاص نواتج انحلال الغذاء.
٢- يؤدي المعي الأوسط في بعض الحشرات وظيفة إخراجية حيث تخزن بعض المواد الإخراجية في النسيج الطلائي المبطن له وتتخلص الحشرة من هذا النسيج بما فيه من فضلات كلية عند الإنسلاخ كما في حشرة كولومبولا Collembola.
٣- في الحشرات التيت تتغذى على الدم يلعب المعي الأوسط دوراً هاماً في تحليل وإخراج الهيموجلوبين.
٤- يلعب المعي الأوسط دوراً هاماً في إخراج الكالسيوم والفوسفور على صورة أملاح تأخذ شكل الحبيبات مثل كربونات الكالسيوم أو فوسفات الكالسيوم كما في عذارى نحل العسل.
٥- يحدث بها بعض عمليات التمثيل الغذائي.
٦- امتصاص الماء.

٣- المعي الخلفي: Proctodaeum

تتركب هذه المنطقة نسيجياً من نفس الطبقات التي يتركب منها المعي الأمامي ولا يختلف عنه إلا في العضلات الدائرية حيث تتكون داخل وخارج طبقة العضلات الطولية.

وتتحدد بداية المعي الخلفي بالصمام البرابي Pyloric valve وموضع اتصال أنابيب ملبيجي. وتنقسم هذه المنطقة في معظم الحشرات إلى ثلاثة مناطق واضحة هي:

أ-الأمعاء الدقيقة أو اللفائفي Smallintestine or ileum
ب-الأمعاء الغليظة أو القولونLarge intestine or colone
جـ- المستقيم rectum.

ويخرج من القولون في بعض الحشرات زائدة أعورية تختلف في طولها باختلاف الأنواع. أما المستقيم فهو عبارة عن غرفة كروية الشكل وعادة ما يبرز بداخله عدد مختلف من الحلمات تعرف بحلمات المستقيم Rectal papillac وهي عبارة عن بروزات تتكون من امتداد طبقتي البطانة والخلايا الطلائية المبطنة لجدار المستقيم. وتوج هذه النتوءات في معظم الحشرات ولكنها لا توجد في اليرقات ذات التطور التام وهي تلعب دوراً هاماً في امتصاص الماء من البراز عند مروره داخل المستقيم.

وينتهي المستقيم بفتحه خارجية تعرف بفتحة الشرج anus.

في بعض الحشرات مثل يرقات نحل العسل لاتتصل المعي الأوسط بالمعي الخلفي لذلك تتراكم المواد البرازية داخل فراغ المعدة أثناء الطور اليرقي وعند تحول اليرقة إلى عذراء تفتح المعدة في المعي الخلفي وتتخلص من البراز.

أهم الوظائف الفسيولوجية للمعي الخلفي:

أ-تعتبر المكان الرئيسي لعمليات هضم بعض المواد مثل السيلولوز عن طريق الكائنات الحية الدقيقة كالبروتوزوا التي تعيش في المعي الخلفي للحشرات (النمل الأبيض) حيث تعيش هذه الكائنات معيشة تكافلية مع الحشرة فتفوز انزيم السيليوليز الذي يحلل الخشب وبذلك تستفيد منه الحشرة.
ب-امتصاص نواتج هضم بعض المواد الغذائية.
جـ- امتصاص الماء من فضلات الغذاء وهذا يعمل على تنظيم المحتوى المائي داخل جسم الحشرة.
د- في حوريات الرعاشات الكبيرة يتحور المستقيم إلى مايعرف بالسلة الخيشومية وبذلك يقوم بوظيفة تنفسية كما أنه يساعد على دفع (حركة) الحشرة إلى الأمام.

غرفة الترشيح Filter chamber

وهي عبارة عن تحور غير عادي في القناة الهضمية لمعظم الحشرات التابعة لرتبة نصفية الأجنحة المتجانسة ومنها المن وفيها يقترب قسمان متباعدان من القناة الهضمية ويرتبطان معاً بغلاف من نسيج خام. وفائدة هذا التركيب هو السماح لجزء من الماء الزائد وما يحتويه من مواد كربوهيدراتية ذائبة وزائدة عن حاجة الحشرة من النفاذ بالإنتشار من مقدم المعدة إلى الأمعاء مباشرة والتخلص منه خارج الجسم عن طريق فتحة الشرج.

ثانيا: الغدد اللعابية Salivary glands

وهي أعضاء مزدوجة تقع في منطقة الصدر على جانبي المعي الأمامي وتتحد قناتاها فتكون قناة لعابية مشتركة تفتح في الشفة السفلى بالقرب من قاعدة اللسان. وفي كثير من الحشرات توجد في قنوات الغدد اللعابية تغلظات حلزونية في طبقة الجليد المبطنة لها وبذلك قريبة الشعبة بالقصبات الهوائية. ووظيفة الغدد اللعابية إفراز اللعاب وهو عبارة عن سائل مائي رائق وظيفته ترطيب الغذاء وتسهيل مروره في القناة الهضمية وفي بعض الأحيان يحتوي اللعاب على انزيمات تهضم الكربوهيدرات فقط.

ويختلف شكل وحجم وتركيب الغدد اللعابية بإختلاف الحشرات ففي الصرصور الأمريكي تتركب كل غدة من فصين (زوج من الفصوص) كما يتركب كل فص من عدة أكياس أو حويصلات غدية تتصل ببعضها ويوجد بين الفصين على كل جانب مخزن لعابي مستطيل تمتد منه قناة ثم تتحد القناتان وتكونان

قناة لعابية عامة تفتح عند قاعدة اللسان وبالمثل تخرج من كل فص قناة لعابية وتتحد القناتان في كل جانب لتكونان قناة لعابية واحدة تتحد مع زميلتها من الجانب الآخر وتكونان في النهاية قناة واحدة تفتح في قاعدة القناة اللعابية العامة.

وتتميز الغدد اللعابية في الحشرات الكاملة لحرشفية الأجنحة بأنها عبارة عن أنابيب خيطية أما يرقاتها فغددها اللعابية عبارة عن زوج من الأنابيب الاسطوانية الطويلة وتعرف بغدد الحرير نظراً لإفرازها خيوط حريرية. ويتميز زوج الغدد اللعابية في الحشرات التي تمتص الدم مثل البعوض بأن كل غدة تتركب من ثلاثة فصوص ، الفص الأوسط مختلف في الشكل ويفرز مادة تمنع تجلط الدم anti-coagulin حتى تتمكن الحشرة من امتصاص كفايتها من الدم.

ثالثاً: أنابيب ملبيجي سوف تشرح مع أعضاء الإخراج.

طبائع الغذاء Food habits

يمكن تقسيم الحشرات تبعاً لطبيعة الغذاء إلى المجاميع التالية:

أولاً:الحشرات الرمية Saprophagous

١- الحشرات الكانسة مثل الصراصير.
٢- آكلات المواد الدبالية المتحللة في التربة مثل حشرات ذوات الذنب القافز.
٣- آكلات الروث مثل يرقات الجعال التابعة لفصيلة Scarabaeidae
٤- آكلات الأنسجة النباتية الميتة (الخشب) مثل النمل الأبيض.
٥- آكلات الجيفة مثل يرقات الذباب التابع لفصيلة Calliphoridae.

ثانياً: الحشرات آكلة النبات الحي (Phytophagous)

وتتغذى هذه المجموعة على أجزاء مختلفة من النبات الحي وتشمل:

١- آكلات الأوراق مثل حشرات الجراد والنطاط ودودة ورق القطن.
٢- ناخرات الأوراق مثل يرقات الحشرات التابعة لفصيلة Agromizidae.

٣- ثاقبات الجذور والسوق مثل يرقات الحشرات التابعة لفصيلة Cerambycidae.
٤- الحشرات الماصة لعصارة النبات مثل المن.
٥- آكلات الحبوب مثل حشرت الحبوب المخزونة.

ثالثاً: الحشرات آكلة الحيوان الحي Zoophagous وتشمل:

١- الطفيليات: مثل تطفل حشرات القمل على الإنسان وتطفل حشرة البمبلا على يرقات دودة اللوز القرنفلية وكذلك الحشرات التي تمتص الدم مثل البعوض.
٢- الحشرات المفترسة لحشرات أخرى مثل يرقات أسد المن ويرقات أبي العيد وتعرف الحشرات التي تتطفل على حشرات أخرى بالحشرات آكلة الحشرات Entomophagous

رابعاً: حشرات لها عادات خاصة في التغذية:

١- الأطوار الغير كاملة لنحل العسل حيث تتغذى على الغذاء الملكي Royal Jelly الذي تجهزه الشغالات.
٢- حشرات لا تتغذى إطلاقاً مثل ذباب المايو.

الهضم Digestion

يشمل الهضم تلك العمليات التي يتم بها تحويل المواد الغذائية إلى كربوهيدرات أحادية التسكر وأحماض أمينية يمكن امتصاصها ويساعد في إحداث هذه التغيرات الإنزيمات الهاضمة التي تفرزها الخلايا العمادية بالمعي الأوسط بالإضافة إلأى تلك التي تتكون في الغدد اللعابية ويوجد نوعان من الهضم:

١- *الهضم الداخلي*: وفيه يتم هدم المواد الغذائية داخل القناة الهضمية نفسها، حيث يتم هضم السواد الأعظم من الغذاء في المعي الأوسط وقد تتم عمليات الهضم في أماكن أخرى من القناة الهضمية غير المعي الأوسط ويطلق على الهضم في هذه الحالة الهضم خارج المعي ومن أمثلة ذلك:
أ- يتم معظم عملية الهضم في الحوصلة أي في المعي الأمامي كما في الصرصور الأمريكي.
ب- يتم هضم معظم المواد السيليولوزية في المعي الخلفي كما في النمل الأبيض.

٢- *الهضم الخارجي*: وفيه يتم هضم جزئي للمواد الغذائية خارج القناة الهضمية كما يحدث في اليرقات المفترسة من رتبة شبكية الأجنحة حيث تقوم بإفرازات انزيمات من المعي الأوسط والغدد اللعابية على الغذاء خارجياً ثم تتناول المواد السائلة المهضومة بعد ذلك.

ويمكن القول أن الانزيمات التي تتكون في الحشرة تكون بصفة عامة ملائمة لغذائها فأكثر الانزيمات كمية هي التي تساعد على هضم العناصر الغذائية الغالية في الطعام ويوجد من هذه الانزيمات ثلاث مجموعات هي:

أ- **انزيمات الكربوهيدرات:** وهي التي تتوسط في عملية التحليل المائي للكربوهيدرات المعقدة التركيب وتشمل انزيمات الكربوهيدرات عديدة التسكر ومنها **الأميليز** الذي يهضم النشا وانزيمات الجليكوسيدازات التي تهضم الملتوز والسكروز وانزيمات جالاكتوسيدازات التي تهضم الدافينوز وغيره.

ب- **انزيمات البروتين:** وهي التي تتوسط في تحطيم البروتين وفيها **البروتييز** هذا ولو أن هناك بعض المواد الغذائية تحتاج إلى طرق غير عامية في الهضم مثل الكراتين، والخشب والشمع والكولاجين.

جـ- وللدلالة على اختلاف نوع الانزيمات الهاضمة ليلائم نوع الغذاء ففي حالة الحشرات التي تتغذى على غذاء متنوع مثل الصرصور فإن عصاراتها الهاضمة تكون غنية بإنزيمات البروتبيز والأمبليز والليبيز لهضم كل من البروتينات والدهون والنشويات ولكن الأميليز يوجد بكمية وافرة نظراً لأن غذاء الصرصور غني بالمواد النشوية. أما في حالة الحشرات التي تتغذى على غذاء محدد فإنها تفرز أيضاً أنزيمات محددة، ففي حالة الحشرات المفترسة يغلب وجود انزيمي البروتييز والليبيز. وهذا الاختلاف في إفراز الانزيمات تبعاً لتركيب الغذاء أكثر مايكون واضحاً عند مقارنة الأطوار المختلفة للحشرة الواحدة فيرقات حرشفية الأجنحة يوجد بقناتها الهضمية أنواع مختلفة من الانزيمات بينما لا يوجد منها في الفراشات وأبو دقيق إلا انزيم إنفرتيز.

الجهاز الدوري The Circulatory System

الجهاز الدوري في الحشرات جهاز مفتوح في أكثر أجزاءه حيث يغمر الدم جميع أعضاء وأنسجة الجسم، ويتم الجزء الأكبرمن دورة الدم في تجاويف الجسم وزوائده. وإذا استثنينا الإمتداد للوعاء الظهري الشبيه بالأورطي فلا يوجد بالحشرات أوعية دموية بالمعنى الصحيح كالشرايين والأوردة التي

توجد في كثير من الحيوانات المفصلية الأخرى ولكن يمر الدم أثناءدخوله 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 sinusويوجد فيه القلب. أما غشاء الحاجز البطنيventral diaph فيمتد بعرض تجويف البطن فوق عقد الحبل العصبي وتحت القناة الهضمية ويعرف التجويف المتكون أسفله بالتجويف البطني أو حول عصبيventral 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 علىطول 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 بوضعهفي 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 حجرةفي 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 الذبابةالمنزلية (٣حجرات) . ويدخل الدم القلب عن طريق فتحات جانبية ostiaيوجد فيها زوج عند كل اختناق أي بين كل حجرتين متتاليتين وينحني جدار القلبعند كل فتحة إلى الداخل وإلى الأمام مكوناً صماماً أذنياً duricular valveيمنع خروج الدم من القلب إلى الفراغ حول القلبي. وفيكثير من الحشرات يعمل كل زوج من هذه الصمامات كصمام بطيني .ventricular v 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.

الأعضاء النابضة المساعدة Accessory pulsatory organs

توجد في بعض الحشرات بالإضافة إلى القلب أعضاء أخرى تعرف بالأعضاء النابضة المساعدة وهي عبارة عن أكياس عضلية صغيرةتعمل كمضخات لدفع الدم حتى يمكن أن يصل إلى أدق الفراغات الموجودة في الزوائد مثل قرون الاستشعار وعروق الأجنحة والأرجلوتختلف 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 Plasmaوعديد من خلايا الدم، وتنشأ هذه الخلايا من الميزودرم أثناء النمو الجنيني ويزداد عددها خلال فترة النمو بعد الجنيني بطريقةالانقسام غير المباشر

. وفيما يلي الأنواع المختلفة من خلايا الدم:

١. طلائع الكرات البيضاء :Proleucocytesوهي خلايا صغيرة مستديرة وتشغل أنويتها معظم حجمها ويحتمل أن تكون هي أحد الأطوار التي ينشأ منها جميع وغالبية الأنواع الأخرى .
٢. خلايا دموية :Plasmocytesوتنشأ 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 :Oenocytoidesوتكون نسبة بسيطة من مجموع خلايا الدم وهي بيضية أو مستديرة الشكل وتنشأ هذه الخلايا من الخلايا الخمريةOenocytesوتوجد 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 cellsوالكرات الحبيبية .granular haemocytes

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 بنافذه رقيقة شفافة من الجليد.
٣. الخلايا الكلوية: Nephrocytesوقد سبق شرحها مع أعضاء الإخراج.
٤. الجسم الدهني :Fat body وقد سبق شرحها مع أعضاء الإخراج.

الدورة الدموية :Blood circulation

تتم الدورة الدموية في أجسام الحشرات كما يلي:

١- ينسحب الدم من التجويف حول القلبي إلى داخل حجرات القلب أثناء حركة الانبساط diastoleوذلك عن طريق الفتحات الجانبية.
٢- يندفع الدم إلى جهة الرأس داخل حجرات القلب أثناء حركة الانقباض Systole وتعمل الصمامات على عدم رجوع الدم في القلب إلى الخلف وكذلك عدم خروجه إلى التجويف حول قلبي مرة أخرى.
٣- يصل الدم إلى الأورطة ويندفع إلى الرأس عن طريق طرفه المفتوح.
٤- يندفع الدم إلى قرون الاستشعار والأجنحة والأرجل من التجاويف المقابلة لها عن طريق الأعضاء النابضة المساعدة التي توجد عندقواعدها ويلاحظ أن دورة الدم داخل الجناح تأخذ طريقها إلى الحافة الخارجية للجناح عن طريق القنوات الأنبوبية الموجودة في العرق الضلعيوتحت الضلعي وتأخذ الاتجاه العكسي في بقية عروق الجناح، وكذلك يندفع الدم إلى التجويف حول العصبي.
٥- تعمل الحركة التموجية لغشاء الحاجز البطني على دفع الدم إلى الخلف حيث يمر بعد ذلك إلى التجويف الحشوي عن طريق الثقوب الموجودة في الغشاء سابق الذكر.
٦- يمر الدم بعد ذلك من التجويف الحشوي إلى التجويف حول القلبي وذلك عن طريق الثقوب الموجودة في غشاء الحاجز الظهري ومنه إلى القلب مرة أخرى لكي تستمر الدورة الدموية.

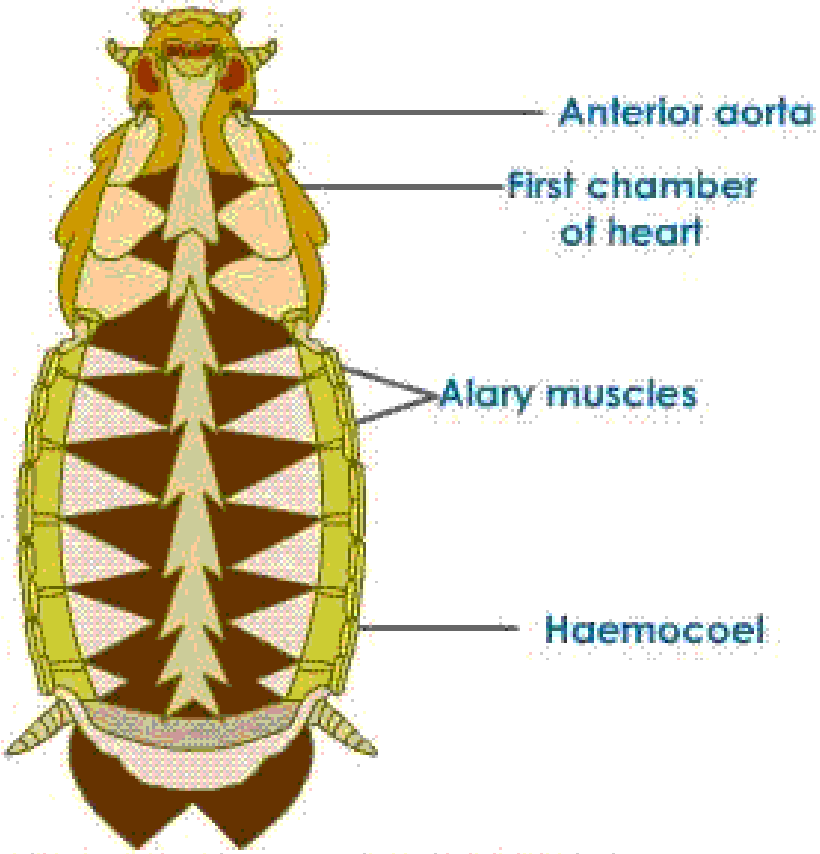
وظائف الدم:

الدم في الحشرات يؤدي وظائف متعددة أهمها:

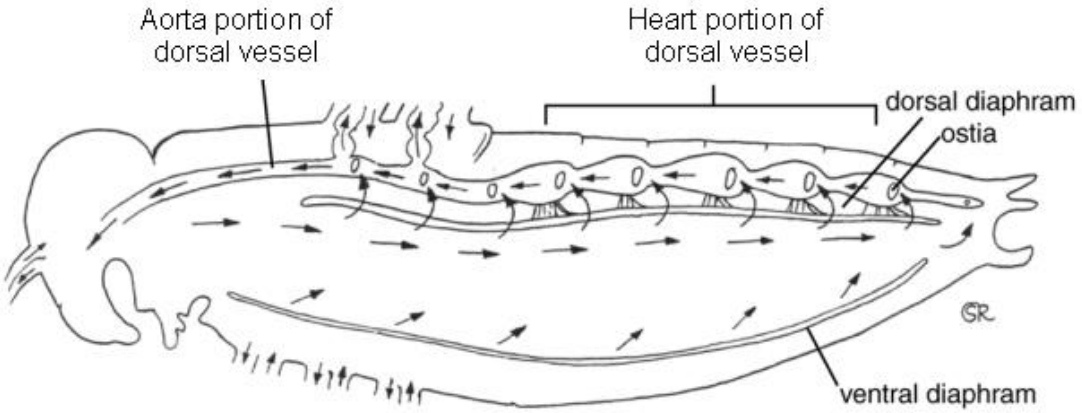
١. يعمل ضغط الدم على فرد الأجنحة بعد خروج الحشرة الكاملة من العذراء.
٢. -2يساعد في عملية شق الجليد أثناء عملية الانسلاخ وذلك بنقل الهرمونات التي تتحكم في عملية الانسلاخ التي تفرز من الغدد الصماء.
٣. يساعد الدم في اتمام عملية التنفس في بعض الحشرات، كما في يرقات الهاموش حيث يقوم الدم بوظيفة تنفسية لأنه يحتوي على الهيموجلوبين.

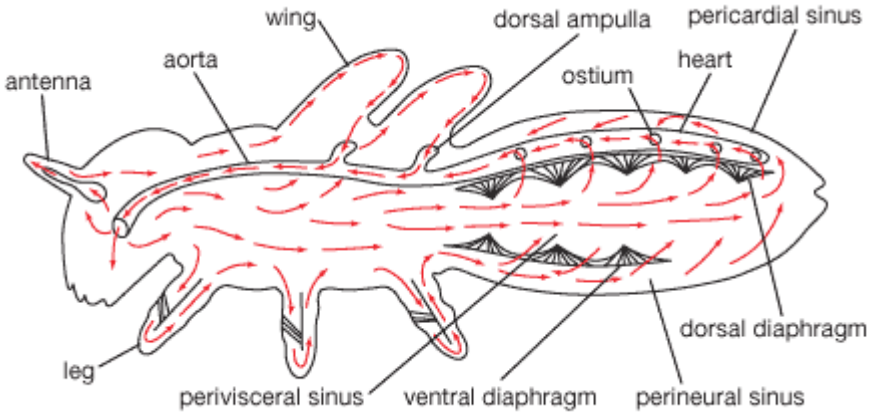
٤. تعمل الكرات الدموية الملتهمة على التخلص من بيض ويرقات الطفيليات الداخلية للحشرات كما تقوم أيضاً بدور هام في عملية تحلل الأنسجة histolysis أثناء التطور (التحول) لبناء أنسجة جديدة.histogenesis

٥. يقوم الدم بنقل نواتج الهضم من القناة الهضمية وتوصيلها إلى الأنسجة ويعمل كذلك على نقل مخلفات التمثيل الغذائي إلى أعضاء الإخراج (أنابيب ملبيجي) .



Circulatory System of Cockroach





الجهاز العصبيThe Nervous System

يعمل الجهاز العصبي في الحشرات – كما في الحيوانات الأخرى – كوسيلة إتصال محكمة بين أعضاء الحس التي تتأثر بالمنبهات الخارجية المستمدة من البيئة وبين الأعضاء الداخلية مؤدية إلى استجابة الحشرة لهذه المنبهات بطريقة متوازنة.

الخلية العصبية:Neurone

هي الوحدة الأساسية للنسيج العصبي وتتكون من جسم الخلية الذي يحتوي على النواة ويخرج منه خيط طويل يعرف بالمحور axonوعادة يخرج من المحور بالقرب من منشئه فرع جانبي وينتهي كل من المحور والفرع الجانبي بمجموعة من الليفات دقيقةمتفرعة وتخرج كذلك من جسم الخلية ليفات

مشابهة يطلق عليها التفرعات الشجرية وتتصل الخلايا العصبية ببعضها عن طريقتداخل الليفات الدقيقة التي توجد في نهايات محاورها أو تلك التي في نهايات الفروع الجانبية، وتنقسم الخلايا العصبية من حيث الوظيفة إلى:

أ-الخلايا العصبية الحسيةSensory neurones

ب-الخلايا العصبية الوسيطةassociation neurones

جـ- الخلايا العصبية الحركيةmotor neurons

هذا وينقسم الجهاز العصبي من الناحية التشريحية إلى:

أولاً: الجهاز العصبي المركزي.

ثانياً: الجهاز العصبي الحشوي (السمبثاوي) .

ثالثاً: الجهاز العصبي السطحي.

أولاً: الجهاز العصبي المركزي:Central Nervous System

يكون هذا الجهاز القسم الرئيسي من الجهاز العصبي ، ويتكون من العقد العصبية Ganglia التي تتصل ببعضها بواسطة أحبالطولية تعرف بالروابط Connectives وأحبال مستعرضة تعرف بالموصلات Commissures وفي كثير من الحالات تلتحم العقد العصبية لعقل الجسم المتجاورة وتتجمع مكونة مراكز عصبيةganglionic centres حيث يوجد في الرأس زوج من هذه المراكز بصفة دائمة هي المخ والعقد تحت المريئية. وتتفاوت درجة هذا التجمع في العقد الصدرية والبطنية باختلاف الحشرات.

وينقسم الجهاز العصبي المركزي على أساس درجة تجمع العقد العصبية إلى ثلاثة أجزاء هي:

١- المخ
٢- العقد تحت المريئية
٣- الحبل العصبي البطني

1.المخ :Brain ويقع فوق مقدم المرئ ويعتبر المركز العقدي الظهري للرأس ويتركب من اندماج الثلاثة أزواج الأولى من القطع العصبية

للجنين وينقسم إلى ثلاث مناطق وهي:

أ- المخ الأول :Protocerebrumوتتركب هذه المنطقة من جزئين، الخارجي ويسمى العقدة العينية optic ganglionوالداخليويسمى الفص البصري optic lobe ويخرج من المخ الأول أعصاب العيون.

ب-المخ الثاني :Deutocerebrumوتخرج منه أعصاب قرون الاستشعار.

جـ- المخ الثالث :Trito cerebrumويخرج منه زوج من الأعصاب تصل المخ بالعقدة تحت المريئية يعرف كل منها بالموصلحول المرئ .Circumoesphageal C ويخرج منه كذلك أعصاب أخرى تصله بالجهاز الحشوي وكذلك الشفة العليا.

ويقوم المخ بالوظائف التالية:

١- المخ هو المسؤول عن التوجيه Orientation والتوافق في جميع أنواع صور السلوك في الحشرات ويؤدي هذه الوظيفة إما بتنبية أو تعطيل بعض الانعكاسات العصبية. مثال: إذا أزيل مخ فراشة دودة الحرير ثم لمست نهاية البطن فإنها تقوم بوضع البيض بصفة متمدة حتى قبل حدوث تلقيح الفراشات ولكن في حالة وجود المخ لا يوضع البيض بمجرد لمس نهاية البطن ولا يوضع أيضاً قبل حدوث عملية التلقيح.

٢-

يسيطر المخ على الانقباض الجزئي للعضلات وهذا يعمل على حفظ التماثل الجانبي للجسم ويحافظ كل من نصفي المخ على حالة التماثل هذه في الجانب الذي يقابله من الجسم. مثال: إذا أُتلف أحد نصفي المخ يؤدي ذلك إلىارتخاء عضلات الجانب المقابل له في الحشرة ويؤدي ذلك إلى سير الحشرة في شكل دائرة (حركة السيرك) .

2-العقد تحت المريئية:Suboesophageal ganglion

وهي عبارة عن المركز العقدي البطني للرأس وتتكون من اندماج العقد العصبية لعقل اللحيّوالفكوك والشفة السفلى وتخرج منه أعصاب مزدوجة تغذي الزوائد المقابلة لها.

وتقوم هذه العقدة بالوظائف التالية:

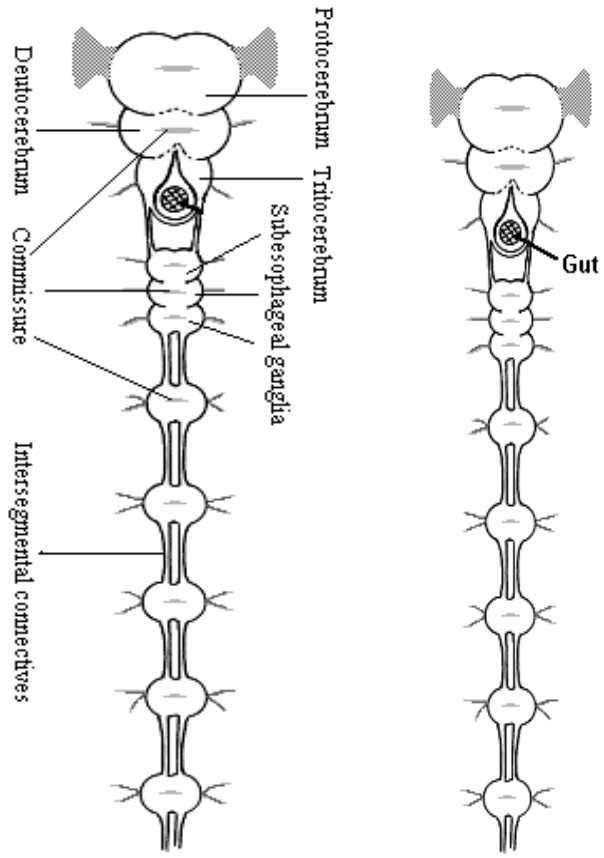
١. يوجد بهذه العقدة مراكز الحركة المسؤولة عن حركة الزوائد السابق ذكرها.
٢. لهذه العقد تأثير منبه على جهاز التوافق الحركي الموجود في العقد الصدرية ، فإذا أزيل المخ والعقدة العصبيةتحت المريئية وذلك بقطع الرأس في حشرة فرس النبي تبطئ حركة الحشرة وتصبح في حالة شبه (موت أو كسل) ولكن إذا أزيل المخ فقط فإن الحشرة لا تهدأ عن الحركة إطلاقاً وتسير لمسافات طويلة.

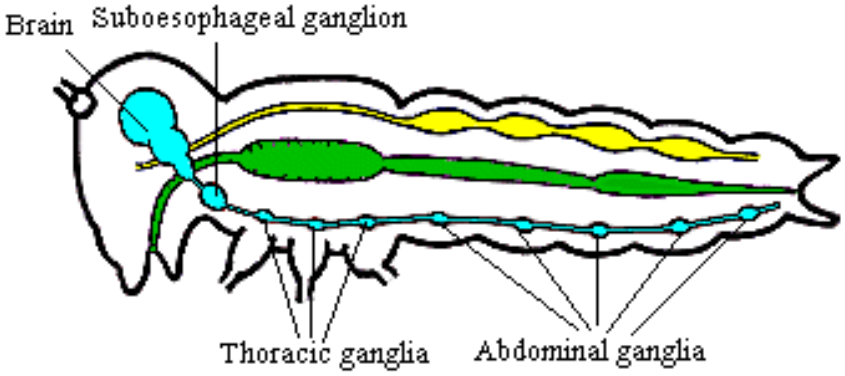
3- على العكس من الوظائف السابقة لهذه العقدة تأثير مثبط على بعض الانعكاسات العصبية في بعض الحشرات .

مثال: فإن وجود هذه العقدة في حشرة فرس النبي في ذكورها فإن عدد مرات تزاوجها مع الإناث محدودة ولكن إزالتها تؤدي إلى تكرار عملية التزاوج.

3-الحبل العصبي البطني:Ventral nerve cord

ويشتمل على سلسلة من العقد العصبية تقع في قاع الصدر والبطن تتصل ببعضها مكونة سلسلة طولية عن طريق زوج من الروابط ينشأ من الحافة الخلفية للعقدة تحت المريئية. وتقع بكل عقلة من عقل الصدر إحدى العقدالثلاث الأولى وتعرف بالعقد العصبية الصدرية Thoracic ganglia بينما يقع الباقي في البطن وتعرف بالعقد البطنية abdominal وتنظم العقد الصدرية أعضاء الحركة حيث يخرج من كل عقدة زوجان من الأعصاب الرئيسية يغذي أحدهما عضلات العقلة عامة بينما يغذي الآخر عضلات الأرجل، وفي كل من العقلتين الصدريتين الوسطى والخلفية يوجد زوج إضافي من الأعصاب مسئول عن تنظيم حركة الأجنحة وقد تلتحم عقد الصدر الثلاثة مع العق البطنية مكونة مركز عقدياً صدرياً كما في بعض الحشرات ذات الجناحين،أما العقد البطنية فتختلف في عددها باختلاف الحشرات وهي لا تزيد عن ٨ عقد كما في الحشرات ذات الذنب الشعري، ولكن فيمعظم الحشرات يقل العدد عن ذلك كما في الصرصور الأمريكي، وغالباً ماتندمج عقدة العقلة البطنية الأولى مع عقدة الصدر الخلفي، كما أن العقدة الطرفية دائماً ماتكون مركبة وتعتبر مركزاً عقدياً يتكون من اندماج ثلاثة عقد على الأقل ، ويخرج من كل عقدة بطنية زوج من الأعصاب الرئيسية تغذي عضلات العقلة التي توجد بها.





ثانياً: الجهاز العصبي الحشوي:Visceral nervous system

ويشمل هذا الجهاز الأعصاب التي تمد الأحشاء الداخلية ذات الحركة اللاإرادية ويطلق عليه أيضاً الجهاز العصبي السمبثاوي .Sympathetic N.S

وينقسم هذا الجهاز إلى:

١- الجهاز السمبثاويالمريئي أو الفمي المعدي.
٢- الجهاز السمبثاوي البطني.
٣- الجهاز السمبثاوي الخلفي.

1.الجهاز العصبي السمبثاويالمريئي (الفمي المعدي:.N.S sympathetic oesophageal)

يتصل هذا الجهاز مباشرة بالمخ ويمد المعي الأمامي والوسطي والقلب وبعض الأعضاء الأخرى بالأعصاب ولذلكيطلق عليه أيضاً الجهاز السمبثاوي الفمي المعدي. وهذا الجهاز ظهري في موضعه إذ يقع فوق المعي الأمامي وعلى جانبيه، ويظهر التركيب النموذجي لهذا الجهاز حيث يتركب من العقدة الجبهية Frontal ganglion وهي عقدة مثلثة صغيرة فوق المرئ أمام المخ ويخرج منها إلى الأمام عصب جبهي Frontal nerve ويخرج من كل جانب عصب يعرف بالجذر الجانبي Lateral root يصل العقدة الجبهية بالمخ الثالث كما يخرج من هذه العقدة أيضاً إلى الخلف عصب راجع recurrent nerveيمتد على طول الخط الوسطي للمرئ ماراً تحت المخ وتحت الأورطة مباشرة حيث يتفلطح خلف المخ بقليل مكوناً العقدة تحتالمخية hypocerebral ganglion ثم يترك هذا العصب العقدة تحت المخية خارجاً من الرأس ممتداً إلى الخلف في صورة عصب وسطي أو زوج من الأعصاب الجانبية حتى الجزء الخلفي من المعي الأمامي حيث ينتهي هو أو كل من فرعيه بالعقدة المعدية Stomatic ganglionوتمد هذه العقدة الجزء المجاور من المعي الأمامي والوسطي بالأعصاب. يوجد خلف المخ مباشرة وفوقالمرئ زوج من العقد المريئية .oesophageal gang)يعرفان أيضاً بالأجسام القلبية (Corpora cardiac وتتصل كل منهما بالعقدة تحت المخية ، كما أنهما تتصلان أيضاً بالمخ الأول. ويتصل كذلك بالأجسام القلبية زوج من الأجسام غير العصبية يعرفان بالأجسام الكروية.corpora allata

2.الجهاز العصبي السمبثاوي البطني:.N.S Ventral sympathetic

يتركب هذا الجهاز عند تمام تكوينه من زوج من الأعصاب المستعرضة Transverse sympathetic nervesيتصلا بكل عقدة من عقد الحبل العصبي ، ويتصل كل زوج من هذه الأعصاب بالعقدة السابقة له بواسطة عصب وسطي طولي.Median longitudinal n

3.الجهاز العصبي السمبثاوي الخلفي:.N.S Posterior sympathetic

وهو عبارة عن مجموعة من الأعصاب التي تخرج من العقدة المركبة الخلفية للحبل العصبي البطني والتي تمتد لتغذي كل من الجهاز التناسلي والجزء الخلفي من القناة الهضمية.

ثالثاً: الجهاز العصبي السطحي:Peripheral Nervous System

وهو عبارة عن مجموعة الأعصاب الدقيقة المتشعبة من الجهازين العصبيين المركزي والسمبثاوي تحت طبقة البشرة الداخلية من جدار جسم الحشرة مباشرة أو على أسطح العضلات وجدار القناة الهضمية وجميعها تستمد بدايتها من العقد العصبية للحبلالعصبي البطني وتمد أطراف الكثير منها شعيرات جدار الجسم فتكسبها حاسيتها.

الغدد الصماء:Endocrine glands

١- الخلايا العصبية المفرزة في المخ :neuro secretory cellsوهي خلايا كبيرة وتوجد في المنطقة الوسطية على السطح الظهري للمخ، تفرز هذه الخلايا هرموناً يؤدي بطريقة غير مباشرة إلى الانسلاخ أو التطور.
٢- الأجسام القلبية :corpora cardiac تقع قريبة جداً من الأورطة خلف المخ تتصل كل منها بالمخ الأمامي عن طريق زوج من الأعصاب وبالعقد العصبية تحت المخية بحبل عصبي واحد.
٣- الأجسام الكروية :Corpora allata تقع على جانبي الأجسام القلبية إلى أسفل وإلى الخلف قليلاً وتزود بألياف عصبية من المخ الأمامي وتخترق هذه الألياف العصبية الأجسام القلبية قبل أن تصل إليها. تفرز هذه الأجسام هرمون الطفولة (الشباب) الذي يعمل على إيقاف أو زيادة ظهور صفات البلوغ.
٤- حلقة فايزمان (الغدة الحلقية :ring gland (وهي تركيب يشبه الحلقة يحيط بالأورطة ويوجد فيبرقات ذات الجناحين وخاصة في رتيبة سيكلورهافا، ويضم هذا التركيب الأجسام القلبية والأجسام الكروية والغدد حول القلبية

غدد الصدر الأمامي :Prothoracic glands عبارة عن زوج من التركيبات العنقودية الشكل توجد في الصدر الأمامي بالقرب من الثغر التنفسي الخاص بالصدر الأول وتوجد في حشرات معينة مثل

الحشراتحرشفية الأجنحة في أطوارها غير البالغة وتفرز هذه الغدد هرمون الانسلاخ في تلك الحشرات.

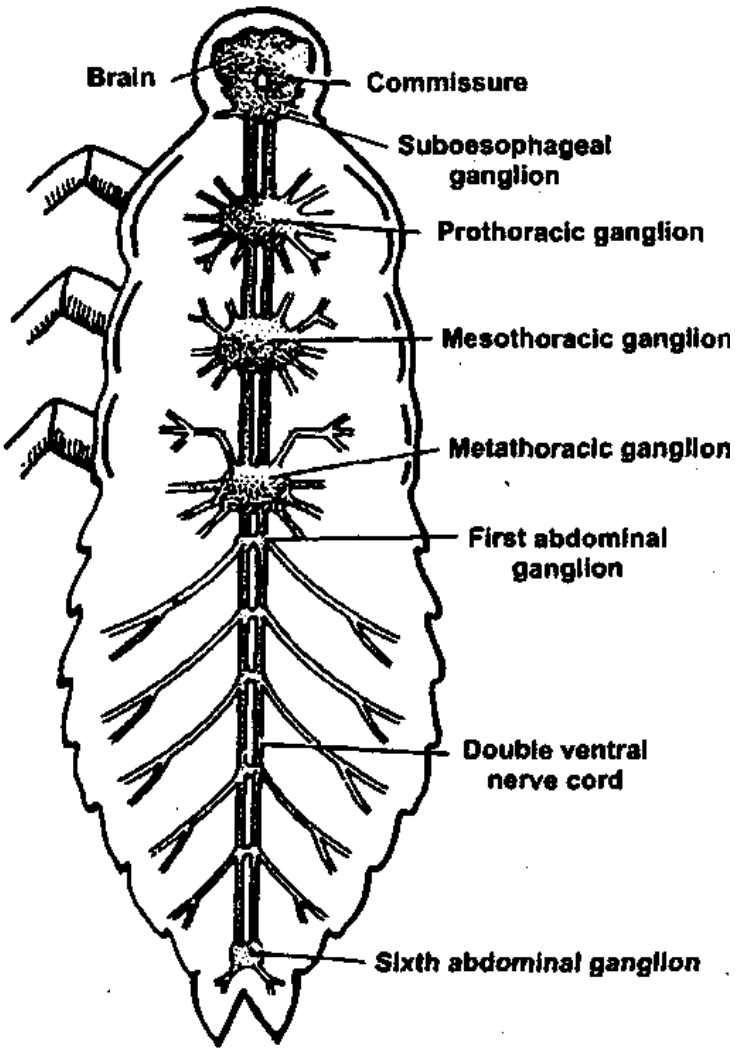
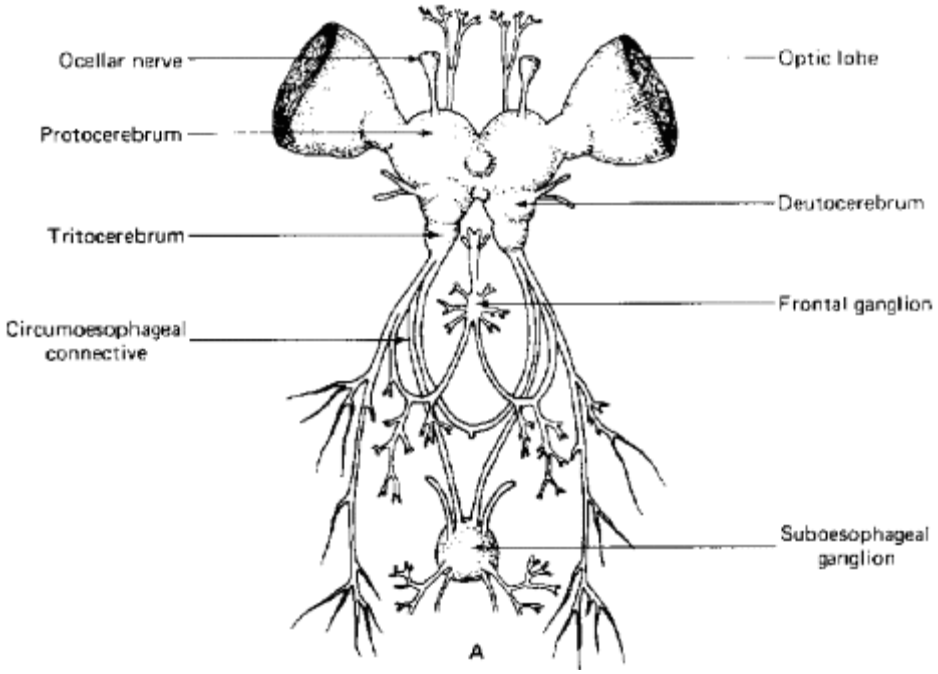
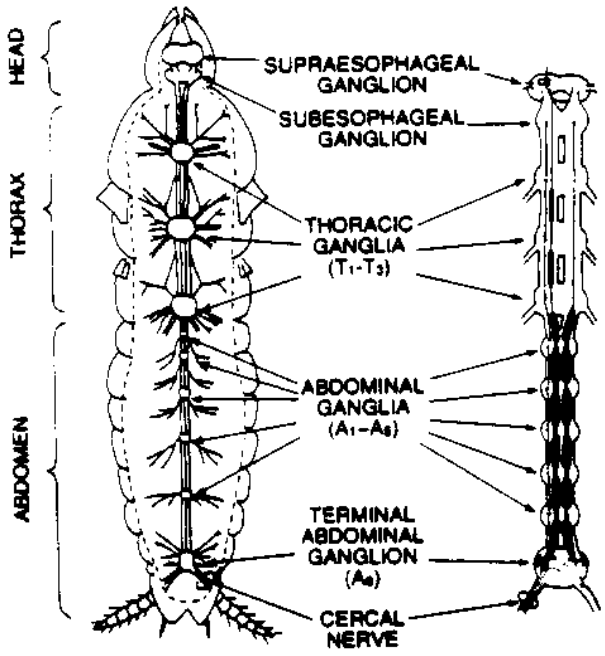
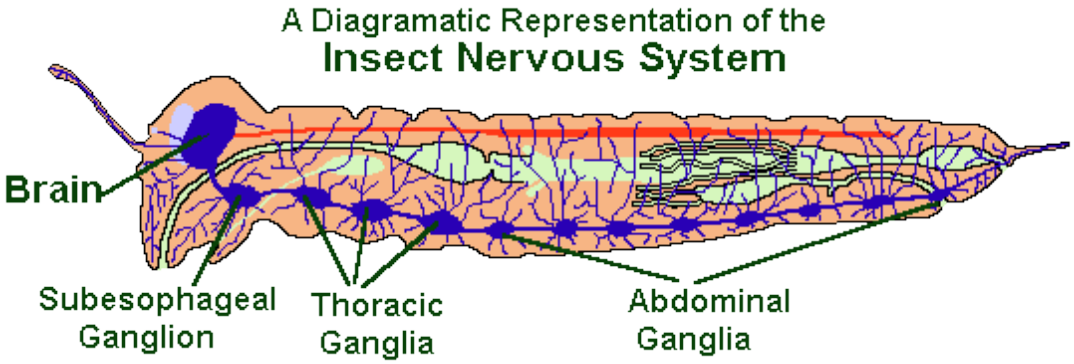


Fig. 28.8. *Periplaneta* : Nervous system.


Ocellar nerve
Optic lobe
Protocerebrum
Deutocerebrum
Tritocerebrum
Frontal ganglion
Circumoesophageal connective
Suboesophageal ganglion
A


HEAD
THORAX
ABDOMEN
SUPRAESOPHAGEAL GANGLION
SUBESOPHAGEAL GANGLION
THORACIC GANGLIA (T1-T3)
ABDOMINAL GANGLIA (A1-A8)
TERMINAL ABDOMINAL GANGLION (A9)
CERCAL NERVE


A Diagramatic Representation of the
Insect Nervous System
Brain
Subesophageal Ganglion
Thoracic Ganglia
Abdominal Ganglia