2024-2023

علم الحشرات العام

اعداد:

أ. م. د. أحمد جميل صبر
م. د. سوزان عبد الرحيم حسن
م.د. شيماء منقذ عبد الجبار

علم الحشرات العام

علم الحشرات Entomology

هو العلم الذي يختص بدراسة الحشرات من كافة الجوانب الحياتية.

- **تنتمي الحشرات الى شعبة المفصليات Phylum: Arthropoda**

وهو مصطلح لاتيني يتألف من مقطعين:

- Joint = Arthro = مفصل.
- Leg = Podus = رجل.

إذن هي الكائنات التي تتألف أرجلها من أكثر من قطعة واحدة، وفي الكتب الحديثة تعرف المفصليات على أنها **الكائنات الحية التي تكون تتألف جميع مناطق جسمها من أكثر من قطعة واحدة.**

إن إنتماء الحشرات الى شعبة المفصليات كان على أساس صفاتها التي تشترك بها مع جميع المفصليات الأخرى وهي:

1. تناظر الجسم الجانبي والتمفصل الخارجي.
2. الأرجل مفصلية.
3. هيكل الجسم الخارجي صلب القوام يتالف من طبقة كيوتكل سميكة.
4. يتميز الرأس بامتلاكه عيون بسيطة أحياناً ومركبة غالباً وقرون إستشعار.
5. تتألف القناة الهضمية من ثلاث مناطق أمامية ووسطية وخلفية.
6. يتألف الدماغ من أزواج من العقد العصبية.
7. جهاز الدوران من النوع المفتوح.
8. التكاثر جنسي (إلا بعض الشواذ).

تضم شعبة المفصليات حوالي 80% من مجموع الحيوانات، ولدراسة هذه الاحياء قسمت إلى عدة أصناف (أحد الآراء في تصنيفها) منها:

1. صنف القشريات Class : Crustacea.
2. صنف محيطية الأرجل Class: Chilopoda.
3. صنف متعددة الأرجل Class: Diplopoda.
4. صنف العنكبوتيات Class: Arachnida.
5. صنف الحشرات Class: Insecta or Hexapoda.

- تشترك جميع حيوانات الأصناف الخمسة أعلاه بصفات شعبة المفصليات وتختلف عن بعضها ببعض الصفات الخاصة.

Dr.AhmedJameelSabr

صنف القشريات Class: Crustacea

مفصليات ماء ويابسة لها زوجين من قرون الإستشعار، يلتحم الرأس مع الصدر مكون منطقة رأسية صدرية Cephalothorax، وتمتلك أربع أزواج من أرجل المشي؛ البطن مزودة بلواحق وتنتهي بمروحة ذنبية، مثالها الروبيان (Crayfish) Ex. *Astacus*.

Fig. 1:- Insects and their allies

A:- Class: Crustacea (*Astacus*)

صنف محيطية الارجل Class: Chilopoda

يتكون جسمها من منطقتين رأس وجذع، يمتلك الرأس زوج من قرون إستشعار طويلة، يتكون الجذع من عدة حلقات منضغطة من الأعلى والأسفل وكل قطعة من قطع الجسم تحمل زوج واحد من الأرجل، تزود نهاية الجذع بزوج من لواحق تسمى القرون الشرجية Anal cerci، مثالها أم اربعة واربعين *Centipedes*.

B:- Class: Chilopoda (*Centipedes*)

Dr. Ahmed Jameel Sabr

صنف مزدوجة الأرجل Class: Diplopoda

يتكون جسمها من رأس وجذع، الرأس مزود بزوج من قرون الإستشعار القصيرة، يتألف الجسم من قطع عديدة لا تنتهي بالقرون الشرجية، الجسم إسطواني وكل حلقة من حلقاته تمتلك زوجين من الأرجل مثالها أم سبعة وسبعين *Millipede* والتي تسمى بخاتم سليمان.

C:- Class: Diplopoda (*Millipedes*)

صنف العنكبوتيات Class: Arachnida

مفصليات تتمثل بالعناكب والعقارب والقراد والحلم، يتألف جسمها من منطقة راسية صدرية تحمل اربعة أزواج من الأرجل والبطن تنتهي أحياناً بالذنب الذي يحمل إبرة اللسع، الأرجل طويلة ورفيعة أطول بكثير من الجسم كما في العقارب والجراد الصلب *Hard tick, Scorpion*.

D:- Class: Arachnida (*Scorpion* & *Hardtick*)

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jamil Sabr

صنف الحشرات Class: Insecta or Hexapoda

مفصليات التي تمتلك ثلاث ازواج من الأرجل ويتميز أفراد هذا الصنف بما يلي:

1. يتألف الجسم من راس وصدر وبطن.
2. وجود (أو عدم وجود) زوج أو زوجين من الأجنحة.
3. الرأس يحمل دائماً زوج من قرون الإستشعار.
4. يتألف الصدر من ثلاث حلقات تحمل كل حلقة من الجهة البطنية زوج من الأرجل.
5. يكون التنفس عن طريق القصيبات الهوائية غالباً.
6. يتم الإخراج بواسطة زوج أو أكثر من أنابيب مالبيجي والتي تصب في مقدمة الأمعاء الخلفية.
7. الأجناس منفصلة والتكاثر جنسي.

تؤلف الحشرات أكبر مجموعة حيوانية وتمثل أعلى أصناف شعبة المفصليات تطوراً. تعد الحشرات أكثر الكائنات الحية تنوعاً على وجه الأرض حيث تشكل نحو 50.8% من أنواع الكائنات الحية (أكثر من نصف الأحياء)، وحوالي 72% من جميع الحيوانات (حوالي ثلاث أرباع المملكة الحيوانية)، وقد نجحت بدرجة كبيرة بأن تتكيف على العيش في كل البيئات وتحتل بقوة كل سطح من الأرض، حيث تتواجد في الماء والهواء والتربة وعلى أجسام الحيوانات والنباتات، ووجدت أيضاً في الكهوف العميقة وعيون المياه الحارة والبحيرات المالحة وحتى برك النفط، وأصبحت الحشرات تزاحم وتتلف مزروعات وغذاء وصحة الانسان وحيواناته.

ولو أمعنا النظر في أسباب إنتشار الحشرات ونجاحها في غزو مختلف البيئات لوجدناها كالآتي:

1. **صغر الحجم Body size**: تتنوع الحشرات في حجومها من المجهري الذي تصعب رؤيته بالعين المجردة الى الكبير الذي يصل طوله الى 65 سم وقد يساعد صغر حجمها على إختبائها في مواطن كثيرة حيث يمكن لأعداد كبيرة منها أن تتواجد وتتكاثر في أماكن صغيرة (تحت الصخور وتحت قلف الأشجار وعلى أجسام الحيوانات وفي فضلاتها)، كما يساعد حجمها الصغير على الهروب من أعدائها وكذلك إستهلاكها كمية قليلة من الغذاء.
2. **تمفصل الجسم Body Articulation**: إن إرتباط مناطق الجسم مع بعضها (الراس والصدر والبطن) بصورة تمفصلية تسهل الحركة كثيراً وخاصة بالنسبة لمنطقة الصدر حيث تتمفصل معه كل من أزواج الأرجل والأجنحة والذي يمثل مركز الجسم ويساعد هذا التمفصل ايضاً في الاختباء ضمن حيز صغير.
3. **التكيف Adaptation**: يعتبر التكيف من أهم الخواص التي مكنت الحشرات من الإنتشار والبقاء في بيئات مختلفة، فمثلاً غياب غذاء حشرة ما أحياناً تجعلها تبحث عن بديل، كما وأن الحشرات تستطيع أن تعيش ضمن مدى واسع من درجات الحرارة وبنسبة رطوبة.

كلية التربية للعلوم المرفة - إبن الهيثم
Dr.Ahmed Jameel Sabr

4. **الخصوبة Fecundity والتكاثر Reproduction:** الحشرات ثنائية الجنس وتكاثرها جنسي والمعروف عن الحشرات بتكاثرها السريع ضمن الموسم الواحد، وقد تضع الإناث (في بعض الأنواع) عدة الاف من البيوض وبشكل متكرر مما يؤدي الى زيادة أعدادها، وقد يموت عدد منها ولكن يتبقى عدد كبير وبذلك يكون لها القدرة على مواصلة النمو والحياة، وقد تتكاثر الحشرات بطرق اخرى (عذرياً) كما تتميز الحشرات بقصر فترة حياتها وقد تستغرق أحياناً اسبوع إلى شهر في بعض الأنواع وهذه المدة وإن طالت أكثر تبقى أقصر مما في باقي الحيوانات.
5. **الأجنحة Wings:** من المعروف أن أنواع كثيرة من الحشرات تكون مجنحة (زوج او زوجين)، وأن عدم وجود الأجنحة مرتبط بطبيعة حياة الحشرة (تفقد الحشرات أجنحتها في بعض حالات التطفل)؛ أن وجود الأجنحة مكن الحشرات من الإنتقال إلى أماكن بعيدة جداً عن مواطن تكاثرها وبذلك يمكن لها أن تغزو بيئات جديدة، كما أن الأجنحة مكنت الحشرة من الإنتقال والبحث عن الغذاء والتخلص من الظروف غير الملائمة والهروب من أعدائها وبذلك أعطت لها الأجنحة فرص كبيرة للبقاء والإنتشار.
6. **الهيكل الخارجي Exoskeleton:** تمتلك الحشرات هيكل خارجي صلب يتكون أساساً من ترسب مادة الكايتين Chitin التي تكون بشكل طبقة تحيط جميع جهات الجسم (عدا منطقة التمفصل)، ويكسب الجسم متانة وصلابة أكبر مما يعطيه الهيكل الداخلي ويساعد في حماية جسم الحشرة من المؤثرات الخارجية، كما ويكون مقاوم للمواد المذيبة وغير نفاذ للماء وبذلك يمكنها البقاء في البيئات غير الملائمة.
7. **التبادل التجاري Commercial Exchange:** إن إنتقال البضائع والأشخاص من مكان موبوء إلى مكان آخر وتنوع طرق المواصلات ساهم وبشكل كبير في إنتقال الحشرات من منطقة إلى أخرى وقد يكون بشكل غير متعمد.

كما وهناك أسباب أخرى عديدة منها السبات والتحول، وفيه يتنوع كل من الغذاء وبيئة الحشرة ضمن دورة حياتها، وكذلك الإصرار والصبر الذي تتميز به بعض الحشرات مثل الذباب والنمل.

أضرار الحشرات

1. تصيب الحشرات كافة الكائنات الحية في الطبيعة من نباتات وحيوانات حيث تحمل الجراثيم المسببة للأمراض، ويمكن ايضاً أن تصيب ما يخزنه الإنسان من غذاء وما يحفظ من ملابس، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى قلة المحصول او قلة القيمة التسويقية وكذلك أمراض حيوانات الحقل نتيجة مسببات نقل أمراض خطيرة لها.
2. إن زيادة أعداد المجتمعات البشرية أدى الى زيادة اعداءها من الطفيليات الحشرية الضارة مثل القمل والبراغيث والبعوض والذباب نتيجة لزيادة عوائلها وكان هذا سبب في إنتشار الأوبئة وخاصة التي تنقل مسبباتها بواسطة الحشرات مثل التيفوس والطاعون والكوليرا والملاريا.
3. عند تكون المدن الكبيرة أصبحت الحشرات عوامل مضرة بالنسبة للأغذية، حيث أدى تخزين الغذاء مثل الحبوب إلى إصابتها بحشرات لم تكن خطرة سابقاً وبذلك أصبحت تتلف ملايين الأطنان سنوياً من الأغذية، كما وأن الحشرات تصيب حيوانات الإنسان المهمة في غذائه كأنواع القمل وذباب الخيل والإسطبل وأنواع النغف.

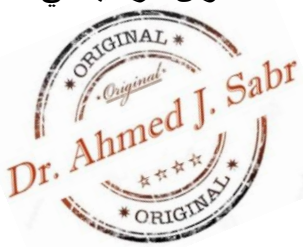
كلية التربية للعلوم المرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

4. يساعد التوسع في الإنتاج الزراعي إلى زيادة أعداد الحشرات التي تصيب النباتات في المزارع والحقول، كما أدى تطور الزراعة وتحسين المحاصيل وإيجاد أصناف جديدة من النباتات إلى إنتشار الحشرات وأصبحت أكثر جذباً للحشرات البرية، كما وأن هذه الحشرات كثيراً ما تنقل أمراض خطيرة كأمراض الفيروسات والبكتيريا والفطريات.
5. إن التقدم الكبير في وسائل النقل ساهم في إنتشار الحشرات إلى بيئات جديدة حتى ولو كانت هناك حواجز طبيعية تفصل بينها وبين بيئاتها القديمة كالجبال والبحار.

فوائد الحشرات

على الرغم من أن معظم الحشرات مضرة للانسان والحيوان والنبات، إلا أن هناك حشرات نافعة ومن أشهرها:

1. دودة الحرير: حيث عرف الصينيون دودة الحرير منذ أكثر من 2000 سنة ويمكن أن تنتج الشرنقة الواحدة خيط حرير طوله 600-900م، ويعتبر إنتاج الحرير صناعة هامة ورئيسية في دول مهمة كاليابان والصين؛ تعد النحلة من أهم وأشهر الحشرات النافعة للأنسان حيث تنتج العسل ومواد مهمة أخرى مثل الشمع الذي يدخل في كثير من الصناعات.
2. مادة اخرى مهمة تنتجها الحشرات هي الشيلاك Shellac حيث تفرزها فوق جسمها لحمايتها وتعيش هذه الحشرات على اشجار الغابات في بورما وتدخل هذه المادة في صناعة الاصباغ والورنيش والشمع الأحمر.
3. يمكن ان تستخدم بعض انواع الحشرات بعد تجفيفها وطحنها في صناعة مواد التجميل أهمها حشرات البق الدقيقي الأحمر والتي تكثر في المكسيك وجزر الكناري، تدخل قشور هذه الحشرة ايضاً في صناعة الحلويات ومواد تلوين الأدوية والمشروبات.
4. يمكن أن تستخدم بعض أنواع الحشرات للأغراض الطبية كيرقات بعض أنواع الذباب والزنابير والنحل وبعض أنواع الخنافس التي تنتج مادة الكنثردين.
5. تلعب الحشرات دور مهم جداً وأساسي في تلقيح الأزهار حيث تقوم بنقل حبوب اللقاح من زهرة إلى زهرة أخرى والعملية تسمى Pollination.
6. تعتبر الحشرات في بعض المناطق قيمة غذائية عالية ففي أفريقيا مثلاً يمكن أن تشكل يرقات النمل الأبيض ويرقات بعض أنواع الخنافس غذاء مهم، وفي الجزائر والجزيرة العربية يتم تناول الجراد وفي الهند يتم تناول النمل والجراد، حيث يتم تناولها مجففة أو مقلية أو مشوية أو طازجة.
7. يمكن أن تفيد الحشرات أيضاً في تحليل جثث الحيوانات والنباتات الميتة حيث تتغذى يرقات الحشرات على هذه الجثث وبذلك تخلص البيئة من بقاياها وترجع مكوناتها الى البيئة.
8. واخيراً تعتبر الحشرات وسيلة للمتعة وقضاء الوقت حيث تشجع الفراشات ذات الألوان الزاهية في عملية تربيتها وعمل مجموعات حشرية جميلة.



Dr. Ahmed Jamil Sabr

دراسة المظهر الخارجي External Morphology

وتشمل دراسة تراكيب الجسم الخارجية للحشرة وتحوراتها وجميع اللواحق التي تتصل بمناطق الجسم بما فيها دراسة جدار الجسم او الغلاف الخارجي.

جدار الجسم Body wall or Integument

ويطلق عليه أيضاً الهيكل الخارجي Exoskeleton، عند مقارنة أجسام الحشرات بالافقريات يلاحظ أن هيكلها الصلب يكون بشكل طبقة خارجية صلبة واقية تتصل بها العضلات من الداخل وهذا عكس ما نجده في الفقريات حيث يكون الهيكل داخلي والعضلات تتصل به من الخارج، ولهذا الهيكل الصلب دور كبير في تحديد نمو وحركة هذه الكائنات إلى حدٍ بعيد وهنا يكمن سبب حصول عملية الانسلاخ Molting or Ecdysis دورياً في الحشرات أثناء عملية النمو وقبل أن تصبح الحشرة بالغة جنسياً، وفي هذه العملية يتجدد جدار الجسم الخارجي ليسع النمو المستمر في الحشرة، أما من حيث الحركة فأنه يلاحظ ان جسم الحشرة مقسم الى مناطق متمفصلة وأن جدار مناطق الجسم أو حلقاته مقسمة الى صفائح خارجية صلبة تتمفصل مع بعضها البعض عبر دروز Sutures أو مناطق غشائية لتسهيل عملية الحركة ويمكن تلخيص فوائد جدار الجسم الصلب للحشرة كالآتي:

1. يحافظ على الجسم ويقيه من العوامل الخارجية ويحافظ على التراكيب الداخلية الرخوة من عوامل البيئة كالحرارة والرطوبة والرياح والمفترسات والممرضات.
2. يمنع جدار الجسم تبخر الماء من جسم الحشرة وهذه مشكلة خطيرة بالنسبة للحشرات كما وتحميها من اختراق المواد الكيماوية مثل المبيدات.
3. يساهم في عملية التنفس، حيث انه في بعض الحشرات تكون مناطق التمفصل رقيقة تسمح بتبادل الغازات كما في الحشرات المائية والحشرات التي تعيش تحت سطح التربة.
4. إمتلاكه لأعضاء حس خارجية مثل الشعيرات وبعض الغدد التي تساهم في نقل الإيعازات العصبية الخارجية الى الجهاز العصبي المركزي.

تركيب جدار الجسم:

يقسم جدار الجسم على ثلاث مناطق رئيسية من الخارج الى الداخل: **(لوحة -5-)**

1) الجليد أو الكيوتكل Cuticle: يمثل الطبقة السطحية من جدار الجسم ويقدر وزنه بنصف الوزن الكلي من جسم الحشرة ويتكون اساساً من طبقة الكايتين chitin الذي يفرز من خلايا البشرة ويتألف بصورة رئيسية من الطبقات الآتية:

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

أ- الكيوتكل الفوقي Epicuticle: عبارة عن طبقة رقيقة خارجية لا يزيد سمكها عن 4 مايكرون ولا تحتوي على مادة الكايتين ويتكون أساساً من مادة الـ Cuticuline ويعزى لها منع تبخر الماء لكونها غير نفاذة.

ب- الكيوتكل الأولي Procuticle ويتألف من طبقتين:

- الكيوتكل الخارجي Exocuticle: ويكون أكثرسمكاً من الكيوتكل الفوقي وأكثرصلابةً ويتضمن بعض الصبغات مثل الكاروتين والميلانين وتتكون من الكايتين والبروتين.
- الكيوتكل الداخلي Endocutic: ويكون أكثر سمكاً من الطبقتين أعلاه، ويتكون من نسبة عالية من الكايتين والبروتين، ويكون بشكل صفائح متراصة فوق بعضها البعض تشبه الأوراق تتخللها قنوات عمودية يطلق عليها Procanals.

2) البشرة السفلى Hypodermis: وتسمى أيضاً البشرة الداخلية Epidermis وهي عبارة عن صف واحد من خلايا طلائية متراصة كبيرة النوى ذات شكل مكعب أو عامودي، لهذه الطبقة وظيفتين أساسيتين هما:

أ- إفراز طبقة الكيوتكل.

ب- إفراز سائل الإنسلاخ Ecdysial fluid الذي يسهل عمل الإنسلاخ (تخليص الحشرة من جلدها القديم).

وفي كلتا الوظيفتين يتم إفراز المواد السابقة عن طريق غدد خاصة ضمن طبقة خلايا البشرة والتي تكون متخصصة لهذا الغرض تسمى glandular cells، كما تتضمن البشرة مجاميع أُخرى من خلايا حسب الوظيفة التي تؤديها ومنها الخلايا الحسية أو العصبية Sensory cells، تأخذ هذه الخلايا أشكال بيضوية وبإحجام كبيرة وتكون مزودة بالياف عصبية تتجمع أسفل الخلية وتمتد هذه الألياف مخترقةً طبقة الكيوتكل وتبرز للخارج بهيئة خيط دقيق يسمى الشعرة الحسية Sensory hair التي تعمل على إستلام المؤثرات الخارجية وإرسالها إلى الجهاز العصبي لغرض الرد عليها سلباً أو ايجاباً.

3) الغشاء القاعدي Basement membrane: عبارة عن غشاء رقيق غير خلوي تستقر عليه خلايا البشرة السفلى وبقية طبقات جدار الجسم ويتكون من نسيج ضام يغلف كذلك جميع الاعضاء الداخلية والأسطح الداخلية لجدار الجسم.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr.AhmedJameelSabr

مناطق جسم الحشرة Body Regions

يقسم جسم الحشرات على ثلاث مناطق رئيسة:

- الرأس Head.
- الصدر Thorax.
- البطن Abdomen.

1- الرأس Head

يمثل الرأس المنطقة الأمامية في جسم الحشرة. يكون شكل الرأس متباين في الحشرات فقد يكون مثلث الشكل او يأخذ شكلاً متطاولاً، لكن يغلب عليه الشكل الكروي، يتباين حجم الرأس في الحشرات بين الصغير والكبير. يتكون الرأس من التحام عدد من الصفائح المقترنة Sclerites ترتبط مع بعضها بقوة مكونة صندوقاً صلباً يحافظ على ما بداخلِهِ، يطلق عليه محفظة الرأس Head capsule، يتكون الرأس جنينياً من ست حلقات هي:

أ- الحلقة قبل اللامسية Preantennary Segment.

ب- الحلقة اللامسية Antennary Segment.

ج- الحلقة البينية Intercalary Segment.

د- الحلقة الفكية العليا Mandibular Segment.

هـ- الحلقة الفكية السفلى Maxillary Segment.

و- الحلقة الشفوية السفلى Labial Segment.

يحمل الرأس اللواحق التالية:

1. قرون الإستشعار Antenna.
2. العيون المركبة Compound Eyes واحياناً العيون البسيطة Simple Eyes
3. أجزاء الفم Mouth Parts.

Dr. Ahmed Jameel Sabr

الرأس من الجهة الوجهية Facial View (Face)

عند دراسة الرأس من الجهة الأمامية أو الوجهية يلاحظ أنه يتألف من مجموعة الصفائح تتمفصل مع بعضها بواسطة دروز Sutures كما في الصرصر، وهذه الصفائح من الأعلى إلى الأسفل هي: **(لوحة -6-)**

1) الهامة Vertex: أو قمة الرأس وهي أعلى صفيحة في الرأس ويقع على جانبيها العيون المركبة وتمتد للاسفل وتتصل بالصفحة التي تليها وهي الجبهة.
2) الجبهة Frons: حيث تمتد للاسفل منها صفيحة متطاولة أو مستعرضة.
3) الدرقة Clypeus: تتصل بهذه الصفيحة تركيب مستعرض يمثل الشفة العليا.
4) الشفة العليا Labrum: يكون الإتصال بين الدرقة والشفة العليا متمفصل. (تعليل)، وذلك لغرض تسهيل حركة الشفة العليا اثناء قطع الطعام، على الجانبين وعلى طول الدرقة والشفة العليا يوجد الخدين.
5) الخد Gena: ويقع أسفل العيون المركبة.

يوجد غالباً زوج من قرون الإستشعار في قمة الرأس، والتي تمثل أعضاء الحس الأساسية في رأس الحشرة، يتكون كل قرن إستشعار من ثلاث قطع وهي: الأصل Scape والحامل Pedicel والسوط Flagellum. **(لوحة -7-)**

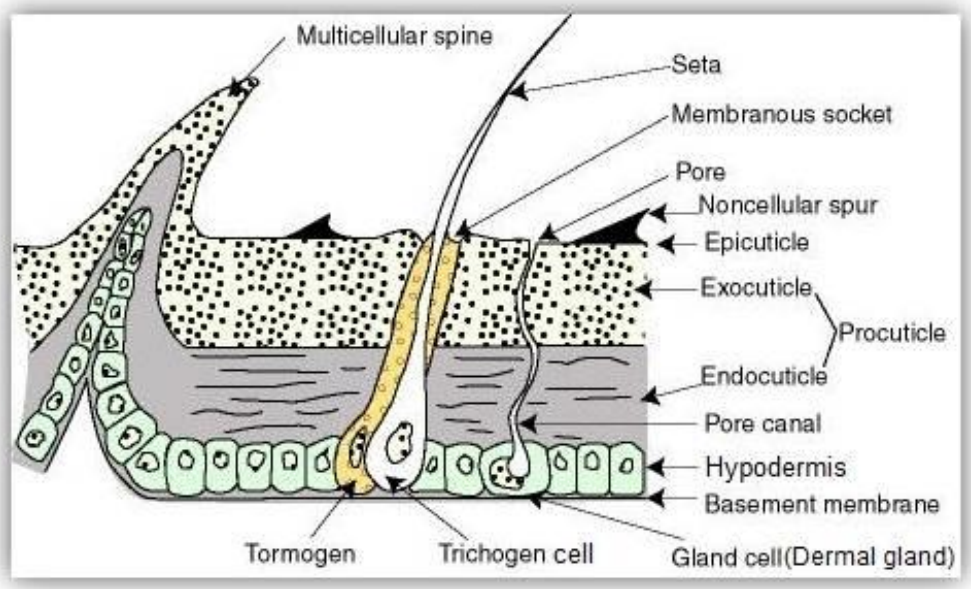
تتحرك قرون الإستشعار بواسطة عضلات تربط قطعة الأصل مع الرأس، ويتحرك قرن الإستشعار ضمن حفرة أو نقرة في الرأس تسمى نقرة قرن الإستشعار Antennary pit. قد تتحور أجزاء قرن الإستشعار وقد تحمل زوائد معينة تبعاً لنوع الحشرة.

وظيفة قرن الإستشعار الأساسية: كونه أحد أهم أعضاء الحس حيث توجد المراكز الحسية بالدرجة الأساس على قطعة السوط، وقد يوجد في بعض أنواع الحشرت عضو جونسون Johnston organ على قطعة الأصل (أحد أنواع أعضاء الحس).

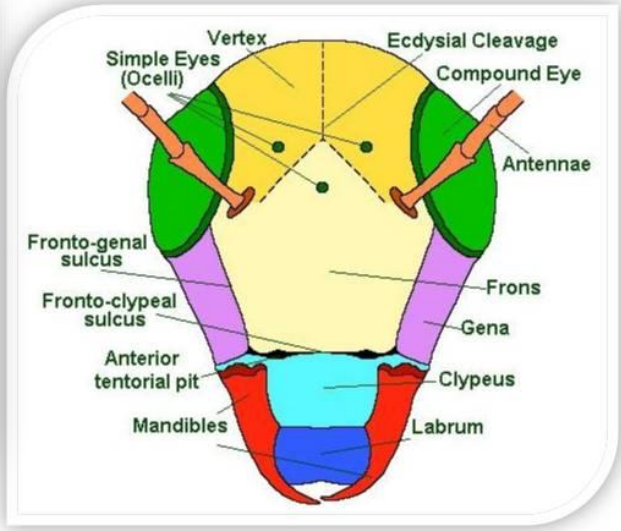
وتكون الأعضاء الحسية هذه بهيئة شعيرات خاصة باللمس أو مستقبلات خاصة بالشم (مستقبلات كيمائية) او مستقبلات للحرارة والرطوبة. وأحيانا يكون لها وظائف أخرى كما في الحشرات المائية حيث تساعد في عملية التنفس إذ يمكن أن تخزن فقاعات هوائية (كما ي الخنافس الغواصة).

ويمكن ان تساعد قرون الإستشعار أيضاً في تغذية الحشرات المفترسة لوجود بعض الاشواك، كما وتستخدم الذكور البراغيث قرون الإستشعار في مسك الإناث أثناء عملية التزاوج، ويمكن ان تعتبر قرون الإستشعار صفة تشخيصية للتمييز بين جنسي الحشرات كما في البعوض.

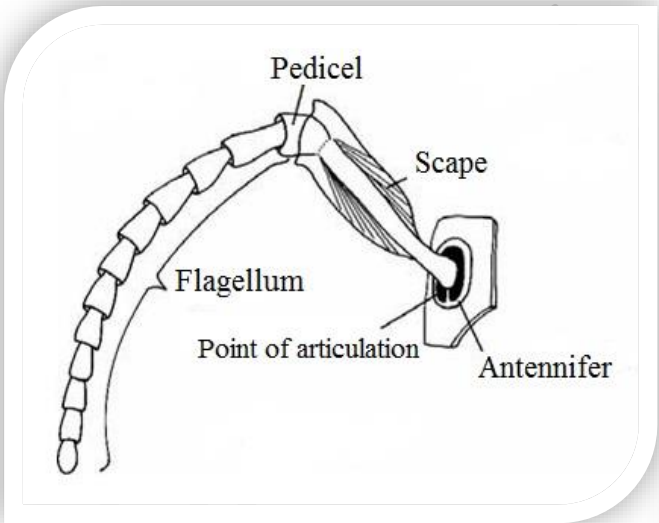
كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr



لوحة 5:- مقطع طولي لجدار جسم الحشرة



لوحة 6:- الرأس من الجهة الوجهية



لوحة 7:- قرن الإستشعار النموذجي

ORIGINAL
Original
Dr. Ahmed J. Sabr
ORIGINAL

أجزاء الفم Mouth parts

تمثل مجموعة الأعضاء المتخصصة بتناول وسحق وتقطيع الطعام وتساهم أيضاً في عملية الإحساس، تحاط هذه الأعضاء بحيز أو تجويف يسمى التجويف قبل الفمي Preoral Cavity ويمثل هذا التجويف الفتحة التي تؤدي إلى القناة الهضمية.

ونظراً لتغاير طبائع التغذية في الحشرات وتنوع غذائها فقد تنوعت أعضاء الفم فيلاحظ أن أعضاء الفم في الحشرات سائلة التغذية تختلف تماماً عن الحشرات صلبة التغذية ولكن على العموم تعتبر أعضاء الفم القاطعة الماضغة Biting Chewing هي الشكل الأساسي أو النموذجي لأجزاء الفم أو الغير متحورة Typical mouth part. ويعتبر هذا النوع من أجزاء الفم البدائية Primitive لكونه:

أ- يوجد في أسلاف الحشرات (الحشرت البدائية).

ب- تكون معظم أجزاء الفم الأساسية موجودة وبشكل غير متحور وبهيئتها الأولية وهي:

- الشفة العليا Labrum.
- زوج في الفكوك العلوية Mandibles.
- زوج في الفكوك السفلية Maxillae.
- الشفة السفلى Labium.
- تحت البلعوم الذي يمثل اللسان Hypopharynx.

تحيط أجزاء الفم السابقة بالتجويف ما قبل فتحة الفم والذي يوجد بداخله فتحة الفم والغدد اللعابية وفيما يلي وصف لاجزاء الفم النموذجية: **(لوحة -8-).**

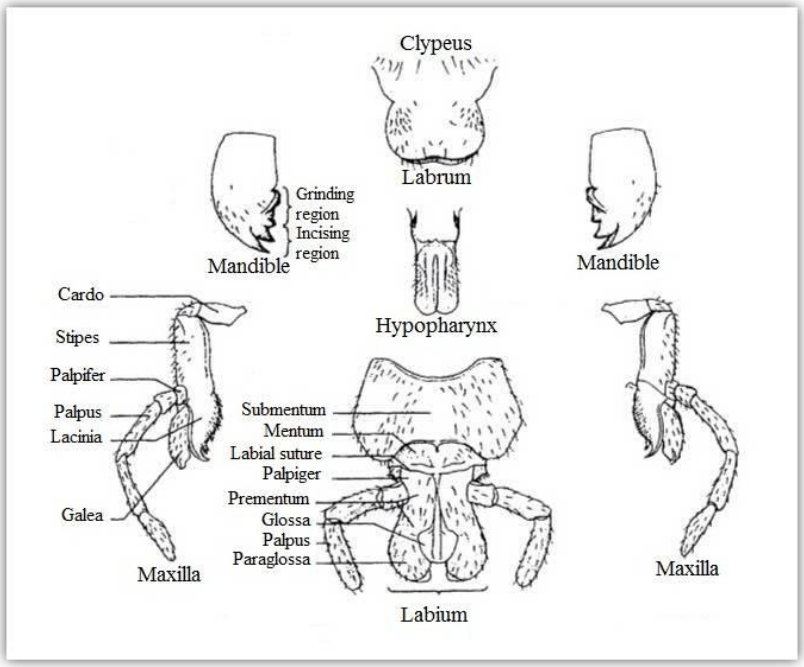
1. الشفة العليا Labrum: صفيحة مروحية الشكل تقع في الجزء الامامي وتغلف التجويف الفمي، تتمفصل مع الرأس بواسطة درز يسمى الدرز الشفوي الدرقي Labra Clypeal Suture وتكون الشفة العليا مزودة احياناً بفص وسطي يسمى Epipharynax وتتحرك الشفة العليا بواسطة عضلات تتصل بقاعدتها وترتبط ايضاً من الداخل بعلبة الرأس وتتزود العضلات باعصاب تتصل بالمخ.
2. الفكوك العلوية Mandibles: وهي زوج من الفكوك المتغلظة، تتحور حوافها الداخلية لتلائم عملية تقطيع الطعام، حيث تتزود قمتها باسنان قوية وقاعدتها بشكل سطح طاحن، تتحرك الفكوك العلوية حركة جانبية بواسطة نوعين من العضلات هما العضلات المبعدة Abductor muscle والعضلات المقربة Adductor muscle، إن تقلص وإنبساط هذه العضلات يؤدي إلى تداخل أسنانها وبذلك تقوم بتقطيع وتحطيم الغذاء الموجود بينها لذلك تسمى بالفكوك الطاحنة Molar jaws، تنشأ هذه الفكوك من الحلقة الرأسية الفكية العليا Mandibular Segment.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr.Ahmed Jameel Sabr

3. الفكوك السفلية Maxillae: الزوج الثاني من الفكوك، وتكون اقل تغلظاً من الفكوك العلوية، وظيفتها الأساسية هي إدخال الطعام الذي تم تقطيعه الى فتحة الفم، إضافةً إلى تحسس وجود الطعام لإمتلاكها الخلايا الحسية.

يتكون كل فك من قطع عديدة هي: القاعدة Cardo والساق Stipes التي تحمل الخوذة Galea والشرشرة Lacinia والتي تزود بأسنان للمساهمة بتفتيت الطعام ولذلك يطلق عليها الفكوك المساعدة، ويتصل بكل فك ملمس فكي Maxillary Palp متكون من قطع متباينة تبعاً لنوع الحشرة (مثلاً في الصرصر الأمريكي يتألف الملمس الفكي من خمس حلقات)، ومزود بعدد كبير من الشعيرات الحسية الخاصة باللمس والذوق. تنشأ الفكوك السفلية جنينياً من الحلقة الراسية الفكية السفلى Maxillary Segment، يتحرك الفك الأسفل بجميع الإتجاهات.

4. الشفة السفلى Labium: تمثل الجزء الخلفي لتجويف الفم وتعتبر الجزء الأكبر والأكثر تعقيداً من أجزاء الفم، وتنشأ من الحلقة الشفوية Labial Segment، وهي بالأصل عبارة عن زوج من الفكوك ملتحمة من جهتها الداخلية لتكون جزءاً واحداً؛ وظيفتها الأساسية انها تعتبر الجزء الذي يتم وضع الغذاء عليه اثناء تقطيعه بواسطة الفكوك وتتألف من قطع عديدة وهي:- منطقة أسفل الذقن Submenlum والذقن Mentum ومقدم الذقن Prementum ويحمل الأخير كلٌ من الملمس الشفوي Labial palp واللسين glossa وجار اللسين Para glossa.
5. اللسان أو تحت البلعوم Hypopharynx: ويكون على هيئة زائدة وسطية كبيرة تقع بين فتحة الفم والشفة العليا، عند قاعدته تفتح فتحة للقناة اللعابية، وظيفته الأساسية هي تحريك وتدوير الطعام داخل التجويف قبل فمي حيث يتم خلطه باللعاب، كما وتكون الخلايا الحسية المنتشرة عليه خاصة بالتذوق.



لوحة -8-:- أجزاء الفم قاضمة ماضغة Biting Chewing Mouth parts

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

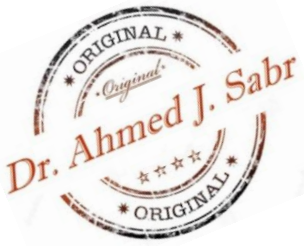
تختلف أجزاء فم الحشرات في التركيب والوظيفة تبعاً لطبيعة غذاء الحشرة، وتعتبر أنواع أجزاء الفم من الصفات المهمة في تصنيف الحشرات، كما وتدل على طبيعة العلاقات الغذائية للحشرة في مجتمعها البيئي والتي تعتبر مهمة جداً لسلامة الانسان ومحاصيله، وتتحور أجزاء الفم الأساسية أو النموذجية (السابقة الوصف) تبعاً لنوع غذاء الحشرة فمثلاً تكون الفكوك العلوية كبيرة وملائمة للقبض على الأشياء أو الفرائس أو مضغ الطعام الصلب وتكون مزودة بأسنان حادة للامساك بالفريسة في حالة الحشرات المفترسة، أما آكلات النباتات فتكون الفكوك العلوية فيها ذات أسنان قاطعة إلى جانبها مناطق طحن عريضة، كما وتستخدم الفكوك العليا في الدفاع والمغازلة وبناء الأعشاش. أما في حالة الحشرات ذات التغذية السائلة فيحدث أكثر من تحور في مناطق عديدة من أجزاء فمها حيث تتحور بهيئة عضو أُنبوبي لإمتصاص السوائل (سواء كانت تغذيتها دموية أو على العصير النباتي). وقد تختلف اجزاء الفم في الحشرات تبعاً للدور الذي تمر به وذلك بسبب إختلاف غذائها أثناء دورة حياتها كما في حالة الذباب والبعوض.

ملاحظة: [يتم أخذ كافة تحورات اجزاء الفم من الجزء العملي].

يتضمن الرأس أيضاً العيون وهي على نوعين :-

- العيون المركبة Compound eyes.
- العيون البسيطة Simple eyes.

1. **العيون المركبة**: تمتلك معظم الحشرات زوج من العيون المركبة موجودة على قمة الرأس (هناك حالة شاذة واحدة هي وجود زوجين من العيون المركبة)، وتتفاوت أشكال وألوان عيون الحشرات، لكنها على العموم تكون بشكل نصف كروي محاطة بصفيحة تسمى الصفيحة العينية Ocular Seclerite مفصولة عن باقي صفائح علبة الراس بواسطة الدرز العيني Ocular Suture وتتألف كل عين مركبة من عدد كبير جداً من وحدات بصرية صغيرة تسمى العُديسات Ommatidium، قد يصل عددها في بعض الحشرات الى 20 الف كما في الرعاشات و12 الف في الفراشات و 14 ألف في الذباب، وقد تبلغ عدة عشرات كما في شغالات نحل العسل ((وستدرس العيون المركبة بشيء من التفصيل مع محاضرة اعضاء الحس)).
2. **العيون البسيطة**: وتسمى Ocelli مفردها Ocellus، توجد في بعض الحشرات وفي مقدمة الرأس بين العيون المركبة، يتراوح عددها من 1-3، يتفاوت شكلها بين النصف كروي الى البيضوي، كما وتتغاير في الوانها ويستفاد من الشكل واللون والحجم في تمييز وتصنيف مجاميع الحشرات.



Dr. Ahmed Jameel Sabr

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

العنق او الرقبة Cervix or Neck

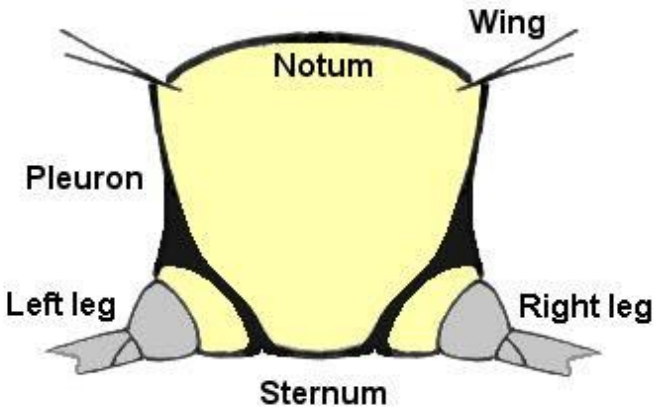
يمثل المنطقة الغشائية التي تربط الرأس بالصدر والتي تعطي حرية حركة الرأس، وقد يكون الأخير في بعض الحشرات محدود الحركة أو غير قابل للحركة أصلاً؛ يتمفصل الرأس مع الصدر عبر هذه المنطقة والتي تضم قطع كايتينية (متفرقة) تسمى صفائح الرقبة Cervical Sclerites توجد ضمن غشاء الرقبة Cervical membrane، وظيفة صفائح الرقبة هو تسهيل حركة الرأس.

الصدر Thorax:

يمثل الصدر المنطقة الثانية من مناطق جسم الحشرة الذي يتصل مع الراس عن طريق غشاء الرقبة Cervix membrane، يتالف الصدر من ثلاث حلقات جسمية (في كافة انواع الحشرات)، تتشابه هذه القطع مع بعضها في الحشرات غير المجنحة وتكون غير متشابهة في حالة الحشرات المجنحة. تسمى القطعة الصدرية الأولى Prothorax، والثانية أو الوسطية تدعى الصدر الوسطي Mesothorax، أما الثالثة فيطلق الصدر الخلفي Metathorax. تتألف كل حلقة صدرية في الحشرات المجنحة وغير المجنحة Apterygota and Pterygora من الصفائح التالية: (لوحة -9-)

1. الصفيحة الظهرية Tergum أو Notum، لذلك تسمى الصفيحة الظهرية للصدر الامامي Pronotum وظهر الصدر الوسطي Mesonotum و Metanotum بالنسبة للصدر الخلفي.
تأخذ الصفيحة الظهرية أشكال مختلفة في حالة الحشرات المجنحة مثلاً قد تشبه السرج كما في الجراد، أو تكون مثلثة الشكل تشبه الدرع كما في الصرصر الامريكي، أو تكون بشكل إسطواني متطاول كما في فرس النبي.
أما في الحشرات غير المجنحة وفي حالة الصدر الوسطي والخلفي فإن الصفيحة الظهرية تتألف من عدة قطع كايتينية هي مقدم الدرع Prescutum والدرع Scutum والدريع Scutellum.
2. الصفيحة القصبية او البطنية Sternum، وتسمى الصفيحة القصبية الأمامية Presternum والوسطية Mesosternum والخلفية Metasternum، تكون الصفيحة القصبية لحلقات الصدر عبارة عن عدد من القطع الكايتينية المتمفصلة مع بعضها وهي Presternum مقدم القص وقاعدة القص Basisternum والقصيص Sternellum.
3. الصفيحة الجنبية Pleuron، تمثل الصفيحة الجانبية والتي تقع على جانبي كل حلقة صدرية وتتألف من قطعتين هما فوق القص Episternum، وقطعة فوق الحرقفة Epimeron.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr



لوحة -9-:- Second or third thoracic segment (Pterothorax)

لواحق الصدر Thoracic Appendages

تتمثل لواحق الصدر بأعضاء الحركة وهي الارجل Legs والاجنحة Wings؛ تمتلك كافة الحشرات البالغة ثلاث أزواج من الأرجل تتمفصل مع الجهة البطنية للحلقات الصدرية الثلاث ، وكذلك زوج أو زوجين من الأجنحة تتمفصل مع الحلقات الصدرية الثانية والثالثة. إن تركيب الحلقة الصدرية له علاقة طردية بين درجة تعقد الحلقة وقدرة الحشرة على الطيران، إذ في الحشرات ضعيفة الطيران، يكون الصدر بسيط التركيب وعلى العكس يزداد تعقيد الصدر في حالة الحشرات الفائقة القدرة على الطيران، تتمثل درجة التعقيد هذه بتركيب الصفائح الصدرية وأشكالها وأعدادها، كذلك فأن تحور الصدر يعتمد على نوع أجنحة الحشرة في الحشرات التي تطير بزوج واحد من الأجنحة يلاحظ تضخم الصدر الوسطي، إذ يختزل حجم الصدر الخلفي كما في حشرات الذباب والبعوض، وعلى العكس يتضخم الصدر الخلفي في حالة الحشرات التي تعتمد في طيرانها على أجنحتها الخلفية، كما في الصراصر والجراد والخنافس.

I. الأرجل Legs

وهي أعضاء المشي أو الجري، تمتلك جميع الحشرات على الإطلاق ثلاث أزواج من الأرجل لذلك اطلق على صنف الحشرات بصنف سداسية الأرجل Hexapoda، يسمى الزوج الأول Fore legs ويتمفصل مع الصدر الأمامي والزوج الثاني Mid legs ويتمفصل مع الصدر الوسطي، والزوج الخلفي Hind legs ويتصل بالصدر الخلفي.

بصورة عامة تتخصص أرجل الحشرات للمشي Walking وتمثل الرجل النموذجية للأسباب التالية:

- موجودة في أسلاف الحشرات.
- مخصصة لغرض المشي.
- تتضمن الأجزاء الرئيسية (الأساسية) التي تتكون منها أرجل الحشرات دون تغيير أو تحور، وللتعرف على أجزاء الرجل النموذجية فإنها :- (لوحة -10-)

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr.Ahmed Jameel Sabr

أ. الحرقفة Coxa: وهي أول جزء ترتبط به الرجل مع الصدر حيث ترتبط عن طريق حفرة تسمى تجويف الحرقفة Coxal cavity وقد تلتحم مع الصدر، وتفيد أحياناً في تصنيف الحشرات وفي تمييز جنسي الحشرة (الذكر والانثى).

ب. المدور Trochanter: ثاني أجزاء الرجل وهي عبارة عن قطعة صغيرة مفردة تمثل الجزء الذي يعتمد عليه تحريك بقية أجزاء الرجل.

ج. الفخذ Femur: تمثل أقوى وأطول أجزاء الرجل وقد تحمل أجزاء إضافية من الأشواك (كما في فرس النبي) ويعوّل عليه كثيراً في تصنيف مجاميع الحشرات.

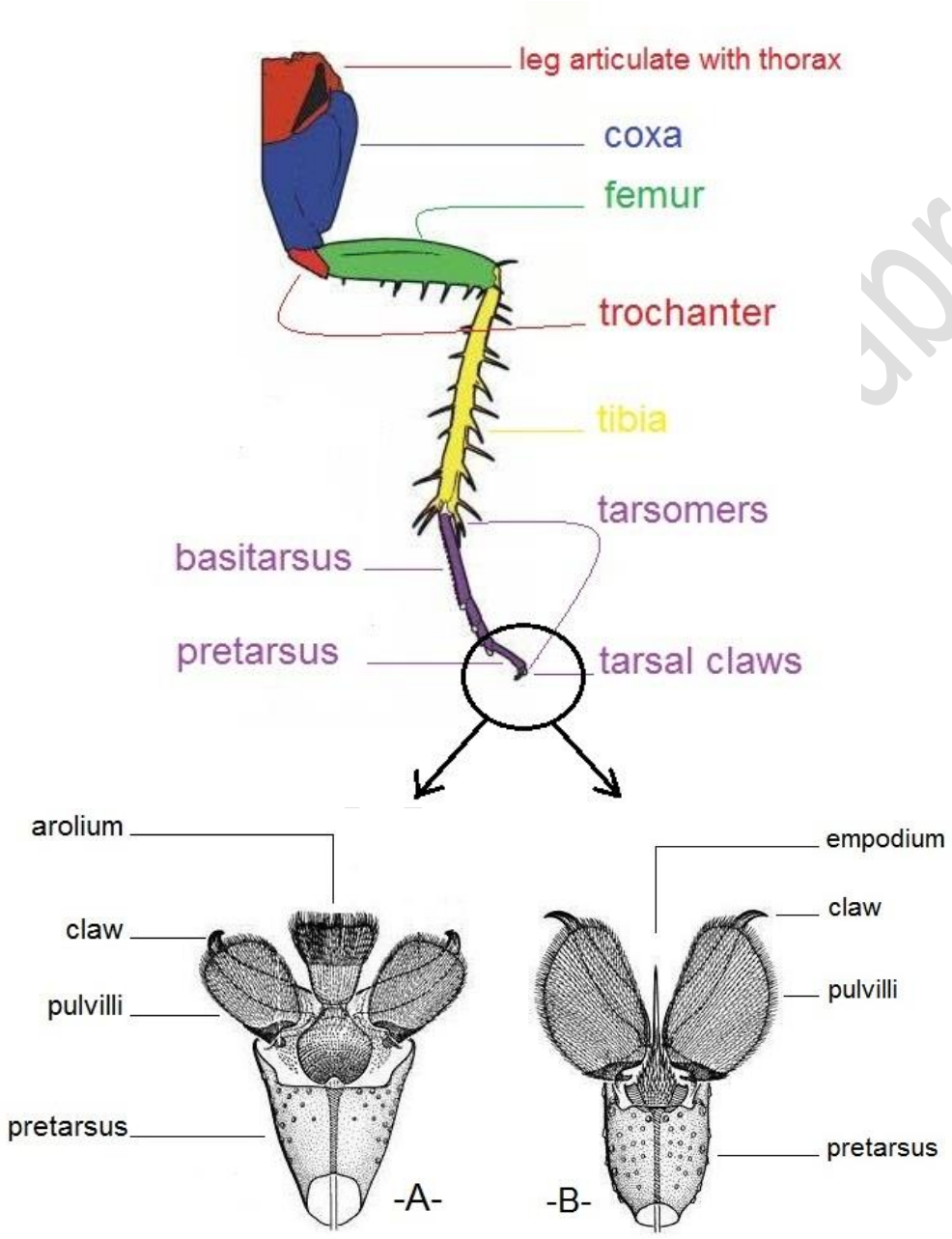
د. الساق Tibia: قطعة من الرجل تماثل الفخذ من حيث القوة والطول وتحوي عادةً صفوف طولية الى عرضية من الأشواك والتي تفيد في تصنيف الحشرات أو أداء بعض الوظائف.

هـ. الرسغ Tarsus: آخر جزء من الرجل ويتألف عادةً من خمس قطع، قد تختلف هذه القطع من حيث الشكل والحجم ويستفاد من عدد القطع ضمن أرجل الحشرة في التصنيف ولا يشترط أن تتساوى عدد قطع الرسغ في أرجل الحشرة جميعها مثلاً: (5 – 4 – 4) او (4 – 4 – 3) يطلق على الحشرة في هذه الحالة Heterotarsomere، أما إذا كان عدد قطع الرسغ تتساوى في جميع أرجل الحشرة (3 – 3 – 5) فتسمى في هذه الحالة Homotarsomere.

يضاف إلى ذلك هناك تراكيب تتصل بآخر قطعة من قطع الرسغ وتستخدم لأغراض ثانوية محددة وهذه التراكيب تسمى الرسغ الأقصى أو الرسغ الأمامي Pretarsus وتتألف من الأجزاء التالية:

1. المخلب Claw: عبارة عن تراكيب ذات أصل كايتيني تكون معقوفة أو مقوسة وفي العادة هناك زوج واحد من المخالب يتصل بآخر قطعة من الرسغ وفي بعض الأحيان يوجد مخلب واحد قد يستفاد منه في التمييز بين الذكور والإناث خاصة في ما يتعلق بلون وشكل المخلب.
2. الوسادة الجانبية Pulvillus: عبارة عن تركيب غشائي أو ورقي الشكل ذا طبيعة غدية تفرز مادة لاصقة تساعد الحشرة على الإلتصاق بالسطوح الملساء المقلوبة والمائلة.
3. الوسادة الوسطية Arolium: وسادة لحمية ذات دورقية الشكل توجد عادةً عند منتصف آخر حلقة من الرسغ وبين المخالب تفيد في الإلتصاق بالسطوح المائلة والملساء.
4. الشوكة المقوسة أو الشوكة الرسغية Empodium: عبارة عن شوكة طويلة تقع عادةً بين المخالب في كثير من الحشرات.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr



Unmodified insects leg with details of tarsomers -:-10- لوحة

A. Tarsus end in order: Orthoptera

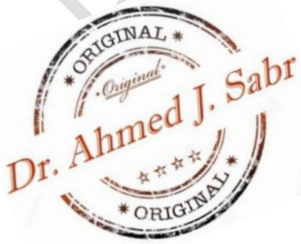
تحورات الأرجل Legs Modifications

تتحور أرجل الحشرات في كثير من الأحيان لغرض إجراء وظائف أخرى غير المشي وقد يشمل هذا التحور إختزال في بعض الأجزاء، أو تغيير في الشكل أو إضافة تراكيب أخرى غير التراكيب الإعتيادية، وفي كل الحالات عندما يختلف شكل الرجل عن الشكل النموذجي يسمى ذلك تحوراً، وعند ذلك تتكيف الرجل لإجراء وظيفة أخرى غير الوظيفة الرئيسية، ويستفاد في ذلك في التمييز بين المجاميع الحشرية وحتى بين الذكور والإناث لنفس النوع.

وتشمل التحورات في أرجل الحشرات مايلي:-

1. أرجل القفز Jumping Legs.
2. أرجل الحفر Burrowing Legs.
3. أرجل التزاوج Mating Legs.
4. أرجل التنظيف Cleaning Legs.
5. أرجل الجمع Collecting Legs.
6. أرجل التعلق Clinging Legs.
7. أرجل السباحة Swimming Legs.
8. أرجل القنص Hunting Legs.
9. أرجل المشي على السطوح الملساء والمقلوبة Walking upside down Legs.

قد يتضمن التحور إختزال في عدد قطع الرسغ كما في حالة أرجل التعلق في القمل، أو تغيير في الحلقة الأولى من قطع الرسغ إلى شكل متضخم يحتوي على صفوف من الشعيرات كما في أرجل الجمع في شغالات نحل العسل، أو إضافة تراكيب أخرى غير التراكيب النموذجية، كما في أرجل التزاوج في بعض أنواع الخنافس، حيث تحوي أرجلها على غدد تساعدها في المسك أثناء التزاوج، أو قد يحدث تغيير أو تضخم في بعض الأجزاء كما في تضخم الفخذ في أرجل الجراد الخلفية.



Dr. Ahmed Jameel Sabr

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

II. الأجنحة Wings

يعتبر وجود الأجنحة في الحشرات من أهم الصفات التي جعلت الحشرات تسود على غيرها من الأحياء. تمتلك معظم الحشرات زوجان من الأجنحة، الزوج الاول أو الامامي Fore wing يتمفصل مع الصدر الوسطي، والزوج الثاني Hind wing يتمفصل مع الصدر الخلفي، ولكن في بعض الحشرات يوجد زوج واحد من الأجنحة وهو الأمامي أما الزوج الخلفي فيتحور إلى ما يعرف بدبوس التوازن كما في الذباب والبعوض. وفي حشرات أخرى تختفي الأجنحة تماماً فتصبح الحشرات عديمة الأجنحة (كصفة أصيلة أو مكتسبة) كما في السمك الفضي والقمل.

يعتبر شكل الجناح من أهم الصفات التي يعتمد عليها علم تصنيف الحشرات، حيث وضعت الحشرات في رتب مختلفة Orders إستناداً إلى عدد وطبيعة أو تحور الجناح. فالحشرات التي تمتلك زوج واحد من الأجنحة وضعت في رتبة Order: Diptera (ثنائية الأجنحة) والحشرات ذات الأجنحة المغطاة بالحراشف وضعت ضمن رتبة حرشفية الأجنحة Order: Lepidoptera، والحشرات التي تكون أجنحتها غشائية سميت غشائية الاجنحة Order: Hymenoptera ... وهكذا.

شكل الجناح The Wing shape (لوحة -11-)

الجناح عبارة عن طية خارجية في جلد الحشرات، مثلث الشكل تقريباً له ثلاث حواف هي:-

1. الحافة الأمامية أو الضلعية Anterior or Costal margin.
2. الحافة الخارجية أو القمية Outer or Apical margin.
3. الحافة الخلفية أو العجزية Posterior or Anal margin.

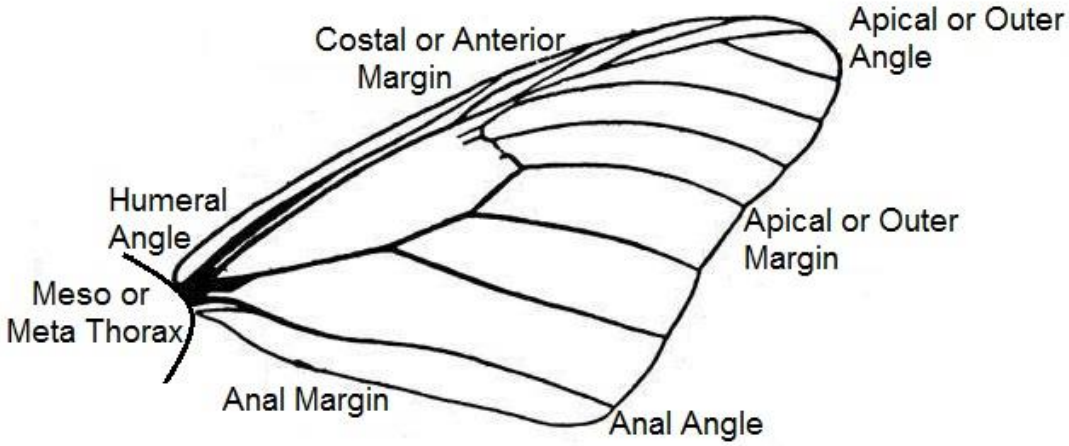
ومن ناحية أخرى فإن للجناح ثلاث زوايا تنحصر بين الحواف أعلاه هي:-

1) الزاوية الأمامية أو العضدية Humeral angel: تقع عند قاعدة الحافة الأمامية.
2) الزاوية القمية أو الخارجية Apical or Outer angel: وتكون محصورة بين الحافتين الأمامية والخارجية.
3) الزاوية الخلفية أو العجزية Posterior or Anal angel: وهي الزاوية المحصورة بين الحافتين الخارجية والخلفية.

غالبا ما يكون للزوج الخلفي من الأجنحة الدور المهم في عملية الطيران ويقوم الزوج الأمامي بحماية ماتحته من أجزاء جسم الحشرة أكثر من المساعدة في الطيران، وتتحور الأجنحة إلى أشكال عديدة سيتم التعرف عليها في المحاضرات العملية مختبرياً.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم -
Dr. Ahmed Jameel Sabr

يتركب جناح الحشرة من طبقتين غشائتين رقيقتين تقويهما شبكة من الأنابيب المجوفة تسمى العروق Veins، تكون مملوءة بالدم عند خروج الحشرة الكاملة من غلاف العذارى أو الحوريات، ويعتبر دراسة نظام تعريق الأجنحة Venation system من الأمور المهمة جداً في تقسيم الحشرات حيث إن لكل رتبةٍ بل لكل عائلة ونوع نظام تعريق خاص يميزة من غيره.



لوحة -11-:- جناح الحشرة النموذجي

تمتد العروق من قاعدة الجناح الى قمته، وعند ذلك تسمى العروق الطولية Longitudinal veins، أو تمتد على طول الحافة القمية بين الحافة الامامية والخلفية فتسمى بالعروق العرضية او المستعرضة Cross Veins وفيما يلي توضيح لكل من نوعي العروق:

- **العروق الطولية Longitudinal veins**

وهي العروق التي تمتد من قاعدة الجناح وقد تصل أو لا تصل إلى القمة وعند ذلك تتفرع أو تكون غير متفرعة، وبما أن سطح الجناح غير مستوي تماماً حيث توجد مناطق مرتفعة يرمز لها (+) وأخرى منخفضة يرمز لها (–) ولغرض دراسة طبيعة التعريق والتي تختلف بإختلاف الحشرات وللتعرف على رموز وأسماء العروق سندرس النظام الافتراضي للتعريق والذي وضع من قبل عالمين من علماء الحشرات يسمى هذا النظام Comstock and Needham Hypothetical Type، ويتضمن هذا النظام وجود عروق طولية رئيسية ذات أسلوب معين في التفرع يُعتمد عليها في تصنيف الحشرات إلى فصائل أو أجناس والتي تكون لها مواقع ثابتة في الجناح وأُعطيت العروق الطولية أسماء خاصة حسب مواقعها ويرمز لها برموز ويفترض أن توجد هذه العروق في جميع الحشرات بغض النظر عن درجة تعقيد ونوع التعريق وللتعرف على هذا النظام، يُدرس حسب تسلسل العروق من الحافة الأمامية نزولاً بإتجاه الحافة الخلفية. حيث أن لكل عرق أسم حسب موقعه وأحياناً رقم حسب ترتيبه العددي نتيجة لتفرعه وهذه العروق هي: (لوحة -12-)

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr.Ahmed Jamil

1- العرق الضلعي Costal vein: أول العروق الطولية، يكون موازي للحافة الأمامية وملاصقاً لها لذلك تسمى هذه الحافة Costal margin وحسب النظام الإفتراضي يرمز لهذا العرق بحرف C كبير.

2- العرق التحت ضلعي Subcostal vein: يمتد أسفل وموازي للعرق الضلعي ويرمز له Sc وإذا إمتد في منطقة منخفضة يرمز له – Sc، يتفرع قرب حافة الجناح إلى فرعين يسمى كل منهما Sc_1 و Sc_2.

3- العرق الشعاعي Radius vein: وهو عرق سميك، يتفرع بعد بدايته مباشرةً إلى فرعين يسمى الأول R_1 ويصل إلى حافة الجناح، أما الثاني فيطلق عليه R_s (Radial Sector) ويتفرع إلى أربع فروع هم R_2 و R_3 و R_4 و R_5.

4- العرق الوسطي Median vein: ويرمز له M وهو أطول وأقوى وأسمك العروق ويمتد في وسط الجناح (لذلك سمي الوسطي) وعادة يتفرع على فرعين كل فرع يتفرع بدوره على فرعين آخرين.

5- العرق الزندي Cubits vein: ويرمز له Cu وهو يمثل آخر العروق الطولية، يوجد في أسفل الجناح يتفرع على فرعين الأول Cu_1 والثاني Cu_2 ويتفرع الأول على فرعين هما Cu_1a و Cu_1b.

تشكل العروق أعلاه نظام التعريق الإفتراضي والتي تكون موجودة في جميع أجنحة الحشرات وقد تلاحظ إختلافات نتيجة لعدم إكتمال نمو بعض العروق أو إختزال بعضها أو تباين في عدد فروع هذه العروق.

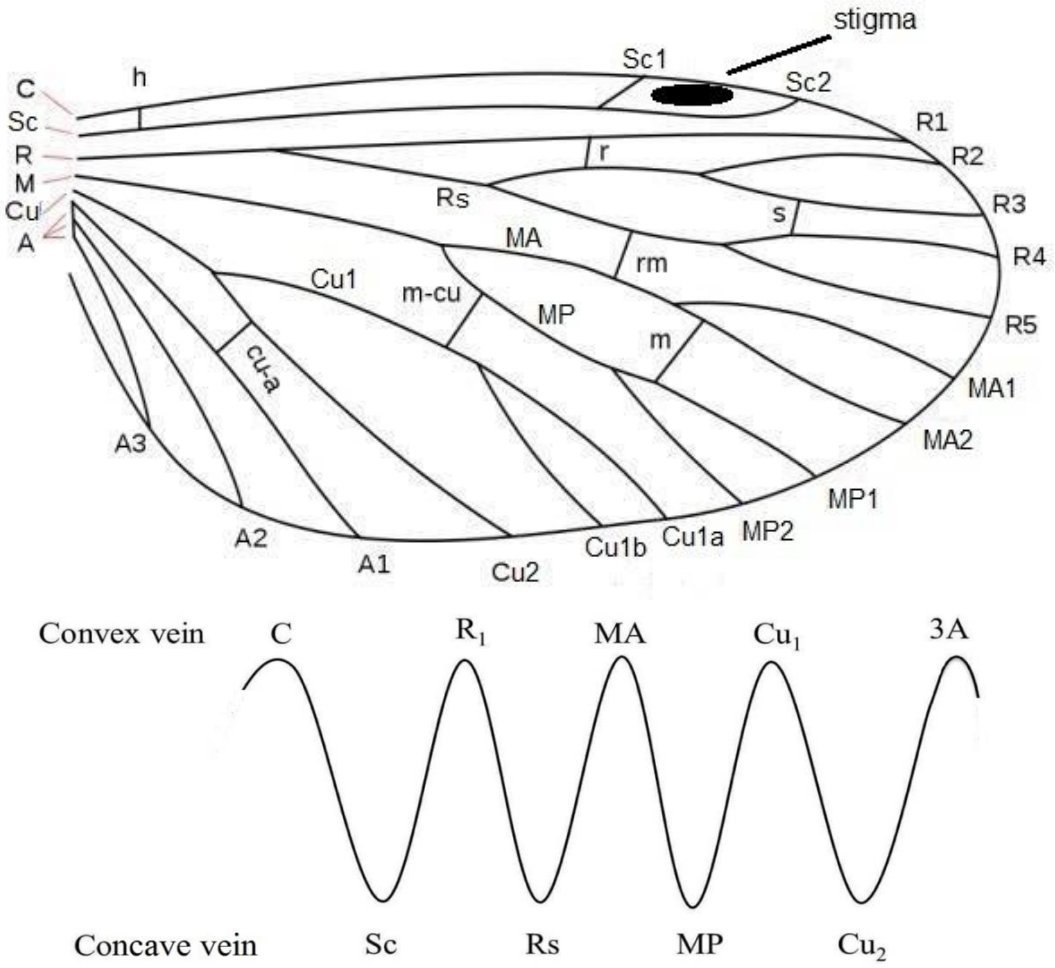
6- العروق الخلفية Anal veins: مجموعة من العروق الطولية قد تتواجد في بعض أنواع الحشرات لكنها غير رئيسية يتراوح عددها من 1-3، تكون موجودة في المنطقة الخلفية أو الشرجية للجناح ويطلق عليها ويرمز لها A_1 و A_2 و A_3 و A_4.

➢ **العروق المستعرضة Cross Veins**

وهي عروق تمتد بين الحافتين الأمامية والخلفية وتسمى بنفس تسمية العروق الطولية ولكن بحروف صغيرة، وقد يكون بين عرقين طوليين رئيسيين أو بين فرعين لعرقين طوليين، وكالآتي:

1. إذا كان العرق المستعرض بين عرقين طوليين مختلفين تسمى بالحرفين الصغيرين للعرقين الأول والثاني مثل (r - m).
2. إذا إمتد العرق المستعرض بين فرعين لنفس العرق الطولي فتسمى بحرف صغير لنفس العرق الطولي مثل (r).

كلية التربية للعلوم المرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr



لوحة -12-:- فرضية تعريق الجناح

تحورات الأجنحة Modification of wings:

تتحور الأجنحة في الحشرات المختلفة حسب وظيفة الجناح وتكون الأجنحة في الأساس (عادةً) غشائية شفافة Membranous ولكن تحدث تغيرات أو تحورات فيها لأداء وظائف أخرى ففي الجراد والصراصر يكون الجناح الأمامي سميك او جلدي لذلك يسمى Tegmina. وقد يكون الجناح الأمامي صلب ومتغلض فيسمى بالغمد Elytra كما في الخنافس.

أما في رتبة نصفية الأجنحة فيكون الجناح متغلض عند الجهة القاعدية فقط وغشائي عند الجهة القمية لذلك يسمى بالنصف غمدي Hemielytra. وقد تختزل الأجنحة الخلفية إلى جزء صغير جداً يسمى دبوس التوازن Halter كما في الذباب. أو قد تتغطى الأجنحة الأمامية والخلفية بطبقة سميكة من الحراشف الملونة فيسمى الجناح عندها Scaly wing كما في الفراشات. وفي هدبية الأجنحة تكون الأخيرة متطاولة ونحيفة وقليلة العروق وحافاتها تكون محاطة بشعر لذلك تسمى الأجنحة بالشعرية Hairy wing. أما في رتبة شبكية

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

الأجنحة فإن أجنحة حشراتها تكون غزيرة العروق الطولية والعرضية لذلك تسمى أجنحتها بالشبكية Lace wing حيث تظهر بشكل شبكة.

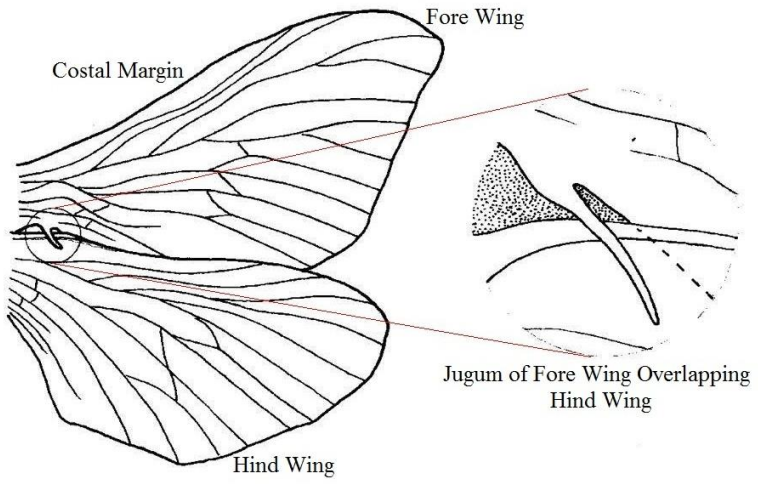
أجهزة شبك الأجنحة Wing Coupling Apparatus

في الحشرات التي تمتلك زوجين من الأجنحة قد يتحرك الزوج الأول بمعزل عن حركة الزوج الثاني أثناء عملية الطيران كما في رتبة الرعاشات Order: Odonate ومتساوية الأجنحة Order: Isoptera ولكن في حشرات أخرى يتشابك ويرتبط الجناحان أثناء الطيران ويعملان كوحدة واحدة والغرض من ذلك هو:

1. التوازن والإرتكاز.
2. تهوية الجسم (بسبب كفاءة الطيران العالية).
3. جذب الجنس الآخر.

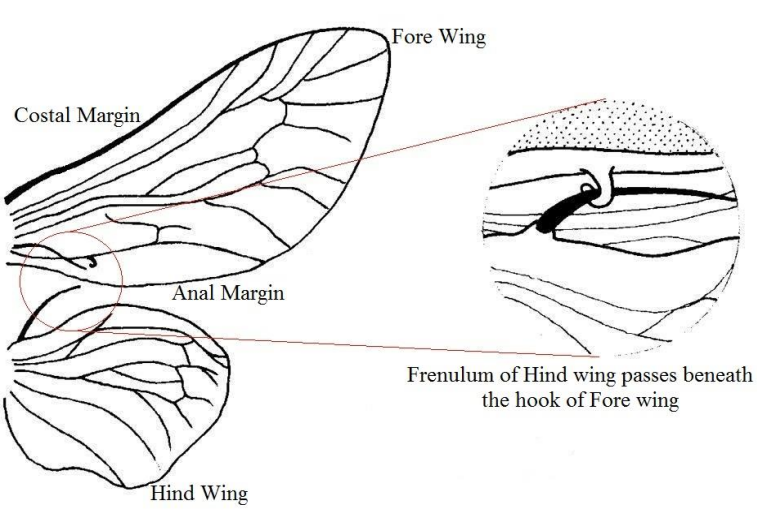
يحدث الشبك كما تترافق أو تتوحد حركة الجناح الأمامي مع الخلفي، وذلك بسبب وجود تراكيب ذات أصل كايتيني يختلف عددها وشكلها وموقعها بإختلاف الحشرات. وبشكل عام تقع هذه التراكيب على طول الحافة الخلفية للجناح الأمامي والحافة الأمامية للجناح الخلفي وقد تقع قرب قمة الجناح أو قرب العرق الوسطي، وقبل الشروع بالطيران يتحرك الجناح الأمامي قليلاً للخلف والجناح الخلفي للأمام لغرض تقريب الحافتين الأمامية والخلفية وبفضل وجود هذه التراكيب الكايتينية يشتبك الجناحان ويتحركان سوية وبنفس التردد وبقوة دفع أكبر. تختلف بعض تلك التراكيب الكايتينية من ناحية العدد والموقع ويستفاد منها في تشخيص جنس الحشرات (كما في العث).

ملاحظة/ أنواع اجهزة شبك الأجنحة في الحشرات مطلوبة من الجزء العملي؛ ومن أمثلة شبك الأجنحة ما يلي:

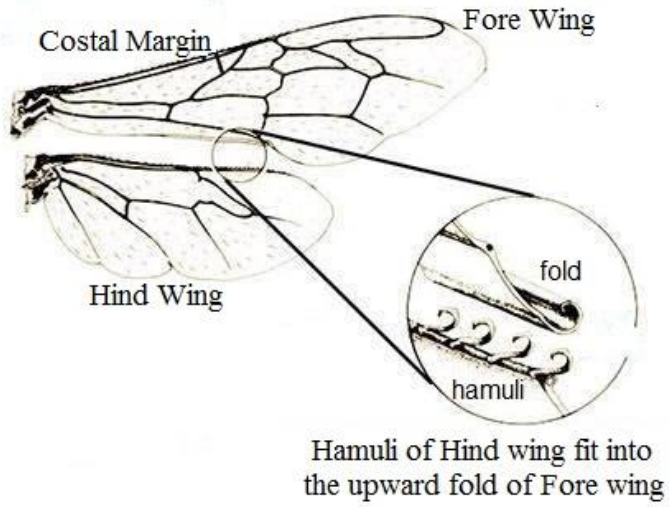


النوع اللحمي Jugum coupling type

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr



Frenulum coupling type النوع الشوكي



Hamuli coupling type النوع الخطافي

Dr. Ahmed Jamil Sabr

تكوين أو نمو الجناح Development of the Wing

تقسم الحشرات المجنحة استناداً إلى طريقة نمو الأجنحة على قسمين هما:-

I. قسم الحشرات خارجية نمو الأجنحة Division: Exopterygota

تمثل رتب الحشرات التي تعتبر بدائية من ناحية التطور، ينمو فيها الجناح بشكل برعم خارجي يبرز من جدار الجسم على ظهر الصدرين الثاني والثالث في الأدوار غير البالغة والتي تسمى الحورية، تكبر هذه البراعم بعد كل إنسلاخ، يتكامل نمو الجناح ويظهر خارج الجسم بصورته النهائية بعد الإنسلاخ الأخير إلى الحشرة البالغة.

التشكل أو التحول Metamorphosis في هذه الحشرات يسمى تحول نصفي أو ناقص وتتألف دورة الحياة من ثلاث أدوار هي البيضة والحورية والحشرة البالغة وفقاً للمعادلة الآتية:

Egg → Nymph → Adult.

كما في رتب الحشرات التالية:- رتبة الصراصر Order: Dictyoptera وجلدية الأجنحة Order: Orthoptera ونصفية الأجنحة Order: Hemiptera.

II. قسم الحشرات داخلية نمو الأجنحة Division: Endopterygota

تضم رتب الحشرات التي تعتبر أكثر رقي وتطور وتمثل الحشرات ذات التحول التام وتتمثل دورة حياتها بأربع أدوار هي البيضة واليرقة والعذراء والحشرة البالغة، وفيها تكون طريقة نمو الأجنحة غير ظاهر للعيان تحت الكيوتكل في الأدوار غير البالغة منذ فقس البيضة، إذ تكون الأجنحة داخل جيوب تسمى البراعم الجناحية وتكون بشكل إنبعاجات في جدار الجسم إلى الداخل عند خطي الصدرين الوسطي والخلفي. وتشمل رتب الحشرات مثل رتبة ثنائية الأجنحة Order: Diptera ورتبة حرشفية الأجنحة Order: Lepidoptera ورتبة غمدية الأجنحة Order: Coleoptera. ومعادلتها هي:

Egg → Larva → Pupa → Adult

وفي كلا مجموعتي الحشرات الخارجية والداخلية نمو الأجنحة، تكون طريقة نمو الجناح كالآتي:

1. في الأدوار المبكرة للجنين (الحورية واليرقة) يتكون نتوء صغير في جدار الجسم له نفس التركيب الطبقي لجدار جسم الحشرة وعند ظهري الصدر الوسطي والخلفي، يكون هذا النتوء للخارج في حالة الحورية وداخلي في حالة اليرقة.
2. بتقدم عمر الجنين يزداد نمو هذا النتوء بالحجم تدريجياً ويمكن ملاحظة الفرق في حجم هذا النتوء بإختلاف عمر الدور غير البالغ.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم -
Dr. Ahmed Jameel Sabr

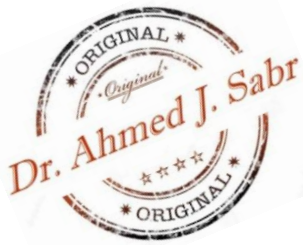
3. يبدأ تكوين أنابيب جوفاء يجري داخلها الدم والأعصاب وهذه الأنابيب تخترق الجناح لغرض تغذيته ونموه.

4. يتطور هذا النتوء تدريجياً بتقدم عمر الجنين ويمكن تقسيم الأنابيب إلى مجموعتين:

أ. المجموعة التي تخترق النصف العلوي أو الأمامي من نتوء الجناح والتي تتطور فيما بعد إلى العروق الضلعي وما يليه لذلك تسمى المجموعة الضلعية الكعبرية.

ب. المجموعة التي تحتل النصف السفلي من نتوء الجناح وتتطور إلى العروق الزندي وما تحته لذلك تسمى هذه المجموعة الزندية الشرجية.

5. وهكذا يتطور الجناح حتى يصل الجنين إلى آخر مرحلة عمرية وقبل تحوله إلى الحشرة الكاملة، يزداد تدفق الدم والذي يؤدي بالنتيجة إلى تمزيق جدار الجسم، ومن ثم يبرز الجناح للخارج.



Dr. Ahmed Jameel Sabr

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم -

البطن Abdomen

وهي المنطقة الأخيرة (الثالثة) من جسم الحشرة تتألف جنينياً من أحد عشر حلقة، وقد يختزل هذا العدد، ويلاحظ هناك تفاوت كبير في أشكال وأحجام وعدد حلقات البطن في أنواع الحشرات المختلفة؛ بشكل عام تكون البطن إسطوانية أو مسطحة متطاولة أو ذات شكل نصف كروي، تتمفصل حلقات البطن مع بعضها بدرجة متفاوتة حسب نوع الحشرة، ويساعد هذا التمفصل في إنتفاخ (توسع) البطن أثناء عملية التغذية وأثناء تكوين البيوض بعد عملية التزاوج؛ وقد تكون الحلقات البطنية ملتحمة مع بعضها.

يلاحظ أن الحلقات البطنية في الحشرات تتداخل مع بعضها، كتداخل الأنابيب، وتسمى هذه بالظاهرة التلسكوبية كما في الصرصر الأمريكي، إن فائدة هذا التداخل هو لتقوية المنطقة البطنية وحماية الأجهزة الداخلية وخاصة الجهاز التناسلي.

تقسم حلقات البطن على ثلاثة مجموعات: (لوحة -13-)

1. الحلقات البطنية الحشوية أو الحلقات ما قبل التناسلية Visceral or Pregenital Segments

وتتألف من الحلقات البطنية السبعة الأولى، تضم أجهزة عديدة من أجهزة جسم الحشرة مثل الجهاز الهضمي والتناسلي وأنابيب مالبيجي والأجسام الدهنية، وقد تتحور الحلقة الأولى للمنطقة البطنية إلى ما يشبه الخصر كما في غشائية الأجنحة.

2. الحلقات البطنية التناسلية Genital Segments

وتشمل الحلقتين البطنيتين الثامنة والتاسعة في الإناث والحلقة البطنية التاسعة فقط في الذكور، وتضم الأعضاء التناسلية الخارجية Genitalia؛ قد تتحور الأعضاء التناسلية الأنثوية إلى إبرة لسع.

3. الحلقات البطنية بعد التناسلية Post genital Segments

وتشمل الحلقتين البطنيتين العاشرة والحادية عشر، وقد تشمل بعض الزوائد الجانبية التي يطلق عليها الزوائد الشرجية Anal cerci.

تتألف كل حلقة بطنية (كما في حلقات الصدر) من جزء ظهري Tergum وقصي (بطني) Sternum وجزء جانبي Pleuron تحتوي الحلقات البطنية من 2 – 8 على زوج من الفتحات التنفسية.

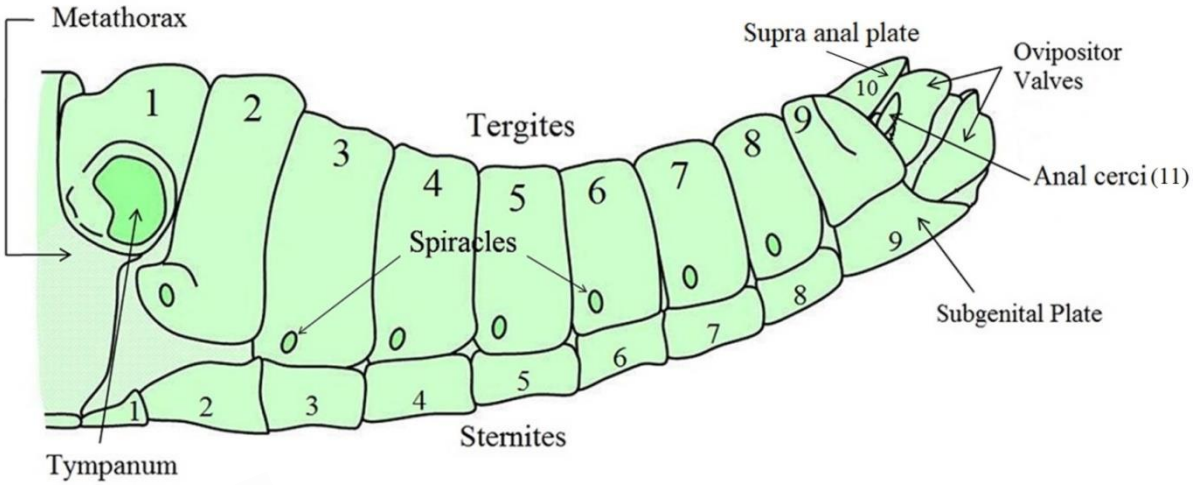
كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

لواحق البطن Abdominal Appendages

تتصل بالبطن بعض اللواحق التي تساعد في أداء بعض الوظائف حسب نوع الحشرة وتكون هذه اللواحق حسب عمر الحشرة وهي:

أولاً: لواحق البطن في الأدوار غير البالغة وهي عادة الخياشم التي قد تكون بأشكال ومواقع مختلفة وقد تتصل بآخر حلقة بطنية عند ذاك تسمى بالخياشم الذنبية Caudal gills، كما في حورية الرعاش الصغير، وقد توجد على جانبي حلقات البطن عند ذاك تسمى بالخياشم الجانبية Lateral gills أو قد تتضمن البطن بعض الزوائد التي تكون ما يشبه الأرجل أو الأقدام والتي تسمى الأقدام الأولية Prolegs والتي تختفي بتقدم عمر الحشرة.

ثانياً: لواحق البطن في الأدوار البالغة وتتمثل بالقرون الشرجية Anal cerci، تكون عادة متصلة بالحلقة الأخيرة من البطن، وهي عبارة عن زوج من التراكيب المتغايرة في الشكل والطول ويستفاد منها في تحديد المجاميع الحشرية أو تحديد جنس الحشرة، تكون معدومة في بعض الحشرات مثل الذباب والقمل. وقد تكون بأشكال متنوعة إذ تكون طويلة وغير مقسمة كما في السمك الفضي أو قصيرة ومقسمة كما في الصراصر أو قصيرة وغير مقسمة كما في الجراد، وأحياناً تكون قوية وتشبه الملقط كما في حشرات رتبة جلدية الأجنحة Order: Dermaptera.



لوحة -13-: الحلقات البطنية Abdominal segments

Dr. Ahmed J. Sabr
ORIGINAL

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

التشريح الداخلي Internal Anatomy

الجهاز الهضمي Digestive System

يتكون الجهاز الهضمي في الحشرات من القناة الغذائية Alimentary canal وملحقاتها (التي أما أن تتصل إتصالاً مباشراً مثل الأنابيب الأعورية Gastric caeca وأنابيب مالبيجي Malpighian tubules أو إتصالاً غير مباشراً مثل الغدد اللعابية Salivary glands). القناة الهضمية عبارة عن أُنبوبة تمر داخل الجسم، تمد الأجهزة الداخلية الأخرى بالطعام وفيه تتولى تفكيكه كيميائياً وجعله بمتناول خلايا الإمتصاص.

تفتح القناة الهضمية للأمام عند قاعدة التجويف قبل الفمي Preoral cavity وتفتح عند نهايتها بفتحة خلفية هي فتحة المخرج Anus؛ يختلف طول القناة الهضمية بإختلاف نوع الحشرة ونوع غذائها، وقد تكون أطول من الجسم بكثير (بحيث تلتف وتلتوي على بعضها داخل تجويف الجسم)، كما في الحشرات ذات التغذية السائلة.

تتألف القناة الهضمية من ثلاث مناطق رئيسة هي القناة الهضمية الأمامية Stomodaeum وتسمى ايضاً Fore gut والتي تنشأ أثناء النمو الجنيني Embryogenesis من طبقة الأدمة الخارجية Ectoderm، والقناة الهضمية الوسطية Mesenteron وتدعى أيضاً Mid gut، والتي تنشأ جنينياً من طبقة البشرة الداخلية Endoderm، واخيراً القناة الهضمية الخلفية Proctodeum أو ما تسمى Hind gut، والتي تنشأ جنينياً من الأدمة الخارجية Ectoderm؛ وفيما يلي وصفاً للجهاز الهضمي في الحشرات من الناحية التشريحية:-

1. القناة الهضمية الأمامية Stomodaeum: تفتح بدايتها بالتجويف قبل الفمي Preoral cavity، يلي هذا التجويف أجزاء الفم التي تقع في مقدمة وجه الحشرة، ويمكن أن نقسم هذا التجويف إلى قسمين الأول يسمى حجرة إستقبال الطعام Cibarium أما القسم الثاني فيسمى الحجرة الخلفية أو اللعابية Salivarium، التي تصب فيها القناة المشتركة للغدد اللعابية، وقد تتحور هذه الحجرة إلى ما يسمى بالمحقنة اللعابية Salivary Syringe في الحشرات الماصة للدم حيث تعمل على حقن اللعاب في نسيج المضيف؛ وتكون القناة الهضمية الأمامية على أجزاء هي:

أ. البلعوم Pharynx: هو الجزء الأنبوبي الذي يلي تجويف الفم، ويساعد في شفط الغذاء السائل ودفعه إلى الخلف بواسطة سلسلة من العضلات الموسعة المطمورة في جدار البلعوم، وتكون هذه العضلات متطورة جداً في حرشفية الأجنحة حيث تكون أجزاء فمها من النوع السيفوني.

ب. المرىء Esophagus: جزء أُنبوبي غير متميز يلي البلعوم ويعمل على توصيل الغذاء إلى جزء الحوصلة.

جـ. الحوصلة Crop: وهي جزء متضخم من القناة الهضمية التي تقوم بخزن الغذاء، ويمكن أن يتم فيها بعض الهضم الجزئي للغذاء عن طريق إنزيمات اللعاب؛ تكون الحوصلة في الحشرات التي تتغذى على المواد السائلة على هيئة أُنبوبة طويلة جانبية مسدودة من احد نهايتها.

كلية التربية للعلوم المرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

د. القانصة Proventriculus (gizzard): تمثل نهاية القناة الهضمية الأمامية، تكون متميزة وواضحة كما في الصرصر الأمريكي، وقد تنعدم في الحشرات الماصة، وهي عبارة عن جزء عضلي سميك الجدران مبطن من الداخل بطبقة كيوتكلية في حالة الحشرات ذوات الفم القاضم تساعد هذه الطبقة في تفتيت الطعام، أما في حالة الحشرات الماصة فأنها تعمل كصمام يقوم بتنظيم مرور الغذاء إلى القناة الهضمية الوسطية؛ يتم هضم الطعام في جزء القانصة بعمليتين:

- عملية هضم إنزيمي: وذلك بفعل الإنزيمات الهاضمة المفرزة من الغدد اللعابية ومن بعض الغدد الموجودة في بطانة القانصة.
- عملية هضم ميكانيكي: نتيجة لحركة القانصة تقوم التثخنات الكيوتكلية الموجودة في بطانتها بالإحتكاك بالطعام وتفتيته الى دقائق أصغر.

2. القناة الهضمية الوسطية Mesenteron: وهي الجزء الوسطي من الجهاز الهضمي وتسمى أيضاً بالمعدة لأنها تقوم بعملية هضم الغذاء في الحشرات التي تنعدم فيها القانصة. لا تبطن هذه القناة طبقة كيوتكل (لأن منشأ هذا الجزء داخلي Endoderm)، ينفصل الغذاء، في معظم الحشرات، عن بطانة القناة الوسطى بواسطة غشاء رقيق عديم اللون يعرف بالغشاء حول الغذاء Peritrophic membrane، وهو عبارة عن غشاء كايتيني رقيق يحافظ على بطانة القناة الوسطى من التآكل الناجم عن إحتكاك الغذاء ببطانتها، ويسمح هذا الغشاء بمرور الإنزيمات الهاضمة التي تفرزها بطانة القناة، كذلك يسمح بمرور الغذاء المهضوم إلى خلايا المعدة بخاصية الإنتشار، ينعدم وجود هذا الغشاء في الحشرات سائلة التغذية. تمثل المعدة أو القناة الوسطية الجزء الأكبر الذي يحدث فيه هضم وإمتصاص الغذاء ويتم إفراز الإنزيمات من خلايا المعدة بطريقتين:

أ. الإفراز الجزئي Merocrine Secretion: ويتم بهذه الطريقة قذف أو رشح الإنزيمات من الخلايا الطلائية المخططة الخاصة الموجودة في بطانة القناة الوسطى دون أن يطرأ أي تغيير في ترتيب هذه الخلايا.

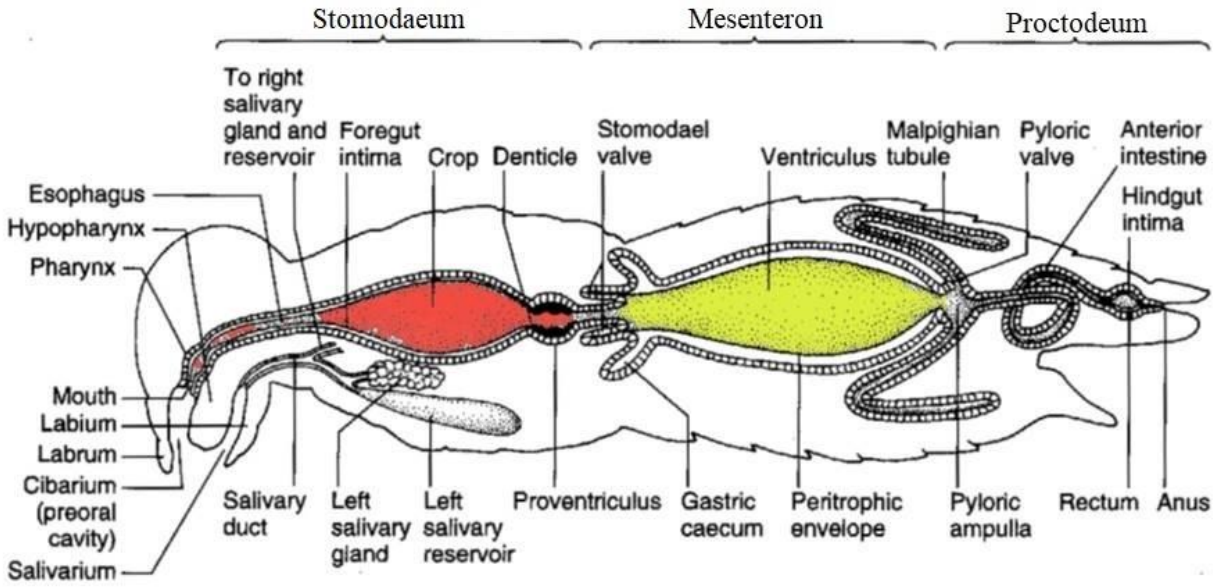
ب. الإفراز الكلي Holocrine Secretion: يحدث في هذه الطريقة إنفجار أو تحطم للخلايا وخروج نواتجها (الإنزيمات) إلى الخارج حيث تمتزج مع الغذاء ويحصل الهضم ثم تعوُض الخلايا من جديد.

ترتبط القناة الهضمية الوسطية مع القناة الهضمية الأمامية عبر صمام يسمى الصمام المريئي Esophagal valve وظيفته منع رجوع الغذاء إلى الأمام؛ في بعض الحشرات توجد تراكيب أنبوبية ترتبط عند مقدمة القناة الهضمية الوسطية من أجل زيادة السطح الداخلي للمعدة، تسمى هذه التراكيب بالزوائد الأعورية Gastric caecae يشابه تركيب جدار هذه الزوائد تركيب جدار المعدة تماماً وقد تحوي هذه الزوائد على بعض أنواع البكتريا التي تساهم في عملية هضم الطعام، وتكون هذه الزوائد على هيئة أنابيب إصبعية الشكل مسدودة النهاية، يختلف عددها وطولها حسب نوع الحشرة (نوع الغذاء وطريقة تغذيتها).

كلية التربية للعلوم المرفة - إبن الهيثم
Dr.Ahmed Jamil Sabr

3. القناة الهضمية الخلفية Proctodeum: وهي الجزء الخلفي من القناة الهضمية ويتكون من اللفائفي Ileum ويكون بشكل أُنبوب ملتف رقيق الجدران، يلي اللفائفي القولون Colon ويكون غير ملتف قطره أوسع من اللفائفي ويسمى أيضاً بالأمعاء الغليظة، يليه المستقيم Rectum ويكون بشكل كيس متضخم ذا جدار رقيق ماعدا بعض المناطق وهي ما تسمى بوسائد المستقيم Rectal pads والتي هي عبارة عن مجاميع من خلايا خاصة لها دَور في إمتصاص الماء وأيونات الأملاح وبعض المواد المفيدة من الفضلات قبل طرحها للخارج، يُفتح المستقيم للخارج عن طريق فتحة المخرج Anus.

يحوي المستقيم في بعض الحشرات على غلاصم تسمى الغلاصم المستقيمية Rectal gills، تستخدم في عملية التنفس. كما توجد في بعض الحشرات من غمدية الأجنحة Order: Coleoptera بجوار فتحة المخرج غدة خاصة تسمى غدة الشرج Anal gland وظيفتها دفاعية حيث تقوم بإفراز مواد ذات رائحة كريهة.



لوحة -14: Digestive System

Dr. Ahmed J. Sabr
ORIGINAL
Original
Dr. Ahmed J. Sabr
ORIGINAL

التشريح الداخلي Internal Anatomy

الجهاز الإخراجي Excretion system

تهدف العمليات الإخراجية إلى طرد أو دفع مخلفات الأيض غير الضارة بالإضافة إلى بعض المواد الضارة خارج الجسم وفي نفس الوقت تعمل على توازن الأملاح والماء داخل الجسم؛ وهكذا يلعب الإخراج دور المفتاح في عمليات التجانس الفسيولوجي وذلك بتنظميه كيميائيات الجسم؛ وعلى عكس عملية التبرز (والتي هي عملية طرد فضلات الغذاء المهضوم أو الممتص) فأن الإخراج يشمل حركة جزيئات المخلفات خلال غشاء أو أثنين من أغشية البلازما، والمخلفات الرئيسية هي المخلفات النيتروجينية الناتجة من أيض البروتين، وتحلل الأحماض النووية، وكذلك تشمل هذه المخلفات كميات الماء والأملاح الزائدة.

تكون مخلفات الحشرات أما على هيئة مواد صلبة (البراز) أو مواد سائلة (يوريا) أو بشكل غازات (غاز ثنائي أوكسيد الكاربون CO_2 وبخار الماء).

إن الأعضاء الرئيسة التي تعمل على إستخلاص وطرح الفضلات بشكل أساسي هي:-

I. **أنابيب مالبيجي Malpighian tubules:** أنابيب رقيقة أكتشفها العالم الايطالي Malpighi، ينعدم وجودها في بعض الحشرات مثل المن وحشرات رتبة ذات الذنب القافز، وتوجد في باقي الحشرات بأعداد زوجية حيث يصل عددها في الحشرة القشرية إلى 250 أنيبيب، وفي الجراد الصحراوي والصرصر تبلغ 60 أنيبيب. تكون بشكل أنابيب رفيعة طويلة مغلقة النهاية الحرة ترتبط ببداية القناة الهضمية الخلفية Proctodeum. تكون هذه الأنابيب طويلة عندما تكون قليلة العدد، وذلك لزيادة المساحة السطحية للإمتصاص.

تسبح أنابيب مالبيجي في جوف الجسم الدموي Hemocoel (تكون مغمورة في الدم). قد تلتصق هذه الأنابيب بجدار القناة الهضمية الخلفية وتسمى هذه الحالة بالأنابيب المستترة (المخفية) Cryptonephry كما في بعض أنواع رتبة حرشفية الأجنحة Order: Lepidoptera. تتكون جدران أنابيب مالبيجي من طبقة خلايا طلائية ذات حواف مخططة (تبدو بشكل زغابات تحت المجهر الالكتروني) ولاتحوي بطانتها على الكيوتكل وهي بذلك تشبه القناة الهضمية الوسطية لذلك يعتقد بأن لها نفس المنشأ. يوجد غشاء بلازمي خارجي وآخر داخلي بين الدم والأنابيب المؤدية إلى الخارج. تكون خلايا أنابيب مالبيجي غنية بالقصيبات الهوائية ومحددة بغشاء قاعدي، يطوى الغشاء البلازمي المواجه للدم طيات عميقة معقدة. تتحرك هذه الأنابيب في فراغ الجسم بواسطة عضلات رقيقة موجودة على طول هذه الأنابيب بشكل حلزوني.

كيفية تنظيم تركيب الدم

يمر كل من الماء والأملاح والأحماض الأمينية والمخلفات النتروجينية إلى فراغ الأنابيب بدءاً من نهايتها أو طرفها الأقصى، وتتحرك السوائل المرشحة بعد ذلك إلى داخل الإنبوبة حتى تصب في القناة الهضمية الخلفية ثم تصل إلى المستقيم وعلى طول هذا الطريق يعاد إمتصاص المكونات المفيدة امتصاصاً إختيارياً وتعاد إلى الدم، بينما تُستبعد المخلفات الزائدة.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr.AhmedJameelSabr

II. **الأمعاء والمستقيم Colon and Rectum:** تُفتح أنابيب مالبيجي في مقدمة الأمعاء (القناة الهضمية الخلفية). تبطن الأمعاء والمستقيم بطبقة سميكة من الكيوتكل ويتألف جدارها من طبقة من خلايا طلائية مكعبة وتحاط بعضلات دائرية وطولية. تقوم الأمعاء بإمتصاص بعض الماء من سائل الأنابيب عند مروره بها ونادراً مايحدث إمتصاص للأيونات والمركبات العضوية المفيدة، حيث إن طبقة الكيوتكل السميكة تمنع نفوذ المركبات العضوية، وعموماً فإن دور الأمعاء يكون في إيصال سائل الأنابيب إلى المستقيم. حيث توجد في البطانة الداخلية للأخير تثخنات خاصة عبارة عن مجموعة خلايا طلائية كبيرة الحجم تعرف بالوسائد المستقيمية Rectal pads. إن وجود طبقة الكيوتكل المبطنة للمستقيم تفيد في منع إحتكاك المواد الموجودة فيه بالخلايا الداخلية وكذلك في منع عبور أو نفاذ الجزيئات الكبيرة بإستثناء الماء وبعض الجزيئات الصغيرة وأيونات بعض العناصر. ويتولى المستقيم أيضاً مسؤولية تنظيم الضغط التنافذي للدم وذلك عن طريق التحكم بكمية الماء التي يمتصها من سائل المستقيم وإعادته للدم وبالتحكم بتراكيز الأيونات غير العضوية في الدم بإمتصاصه كميات محددة من كل أيون من سائل المستقيم وإعادته إلى الدم على نحو يضمن إستقرار تركيزه المطلوب في الدم وكما يقوم بإمتصاص جميع المواد العضوية وإعادتها إلى الدم.

هناك أنسجة أُخرى تلعب دوراً مهماً لكنه ثانوياً في عملية الإخراج منها:-

1. **الأجسام الدهنية Fat bodies**: توجد الأجسام الدهنية في جميع الحشرات، وتتركز في جسم الحشرة على طبقتين أحداهما تقع تحت جدار الجسم وتعرف بالطبقة الجدارية أو السطحية Peripheral layer. والأخرى تقع في تجاويف الجسم الثلاثة وحول الأحشاء الداخلية وخاصةً القناة الهضمية وتسمى بالطبقة الحشوية Visceral layer. ان وظيفة الأجسام الدهنية الرئيسية هو خزن كمية كبيرة من الطاقة على هيئة دهون وكلايكوجين لتستخدمها الحشرة أثناء فعالياتها الحيوية، كما وتقوم أيضاً بتخزين أملاح اليوريا خاصةً في الحشرات عديمة أنابيب مالبيجي مثل ذوات الذنب القافز. يترسب حامض اليوريك داخل خلايا خاصة في الأجسام الدهنية (في الصرصر الأمريكي) وتعطي درجة تجمع حامض اليوريك المخزون مؤشراً يستعان به على تحديد عمر الحشرة (حيث التناسب طردياً).
2. **خلايا النفروسايت Nephrocyte cells:** وهي من خلايا الدم، توجد على هيئة تجمعات تحيط بالقلب لذلك تسمى Pericardial cells، تقوم بإمتصاص الفضلات الموجودة بالدم والناتجة من الفعاليات الأيضية، حيث تقوم بعزل المركبات الضارة ذات الأوزان الجزيئية العالية والموجودة في الدم مثل الحبيبات الغروية (جزيئات البروتين)؛ وتفرز هذه الخلايا إنزيمات تقوم بتحليل هذه الجزيئات إلى مكونات أبسط (حوامض أمينية) ونواتج أصغر بحيث تستطيع أن تنفذ من الخلية إلى الدم.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

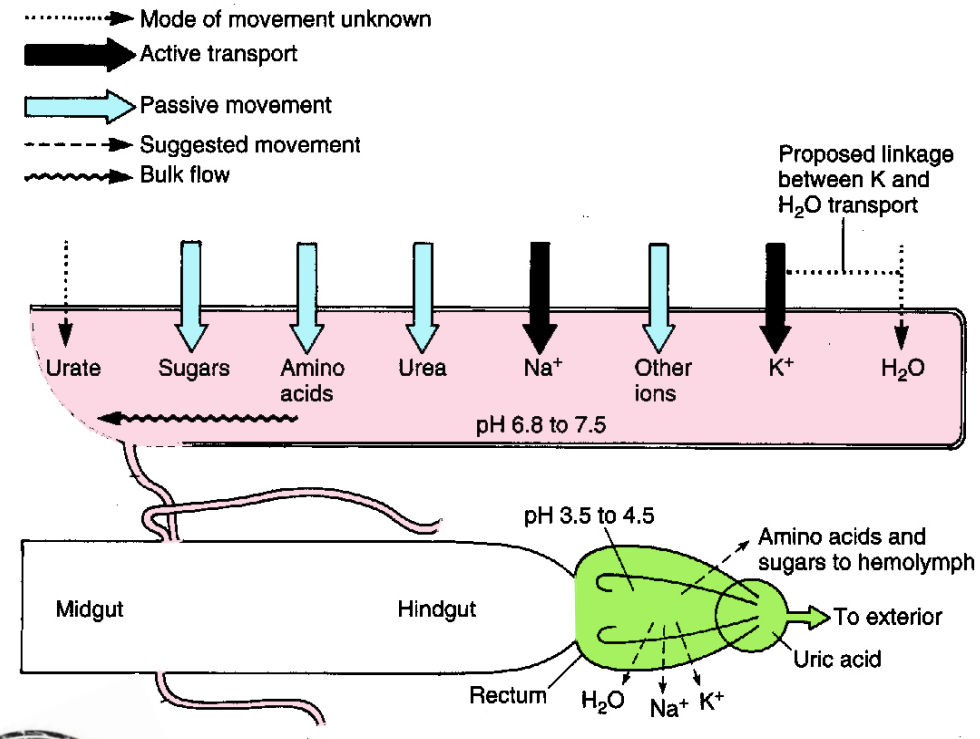
3. **جدار الجسم Body wall:** جدار الجسم عضو إخراجي تخزيني بصورة مباشرة بسبب:-

أ. أن جدار الجسم يحوي مادة الكايتين، وهي مادة نتروجينية يتم تصنيعها من مواد بعضها من الفضلات؛ وتترسب فيه الأملاح والصبغات وكثير من فضلات الجسم التي تكسبه قوةً ولمعاناً، وعند إنسلاخ الحشرة يتم التخلص منها مع جلد الإنسلاخ القديم (Procuticle + Epicuticle).

ب. يتم تخزين بعض أملاح اليوريا الناتجة من عمليات الأيض على هيئة ترسبات في حراشف الأجنحة كما في الفراشات والعث.

ج. يتم التخلص من الماء الزائد و ثنائي أوكسيد الكاربون CO_2، في الحشرات التي لاتمتلك جهاز تنفسي قصبي ولافتحات تنفسية، عن طريق جدار الجسم كما في الحشرات الطفيلية.

د. تقوم الغدد الموجودة في جدار الجسم بإفراز مواد لأغراض عديدة منها ترطيب جدار الجسم، وإضافة مواد دهنية أو شمعية لغرض طرد الأعداء، أو مواد جاذبة للجنس الآخر، وعلى الرغم من فوائد هذه المواد للحشرة فأنه يتم إنتاجها من مواد لابد للجسم من طرحها أو التخلص منها.



لوحة -15-: التبادل الأيوني بين الدم والقناة الهضمية الخلفية

Dr. Ahmed J. Sabr

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

التشريح الداخلي Internal Anatomy

جهاز الدوران Circulatory System

تمتلك الحشرات جهاز دوران من النوع المفتوح أي أن الدم يسير في الجوف الجسمي عن طريق نشاط الوعاء الدموي الظهري، والذي يتكون من القلب والأبهر. يطلق على الجهاز الدموي "النوع المفتوح" لكون الدم يشغل تجويف الجسم بأكمله لذلك يسمى تجويف الجسم Hemocoel. يقع الوعاء الدموي الظهري في تجويف القلب الظهري Dorsal pericardial sinus ويفصله عن التجويف الحشوي Perivisceral sinus الحجاب الحاجز الظهري Dorsal diaphragm. ويوجد أيضاً الحجاب الحاجز البطني Ventral diaphragm حيث يتصل بالجهاز العصبي (الحبل العصبي البطني) الذي يمتد ضمن التجويف العصبي البطني Ventral perineural sinus.

الوعاء الدموي الظهري Dorsal Blood Vessel

يعرف جهاز الدوران بالوعاء الدموي الظهري والذي يتكون أساسا من منطقتين هي:-

- **الأبهر Aorta:** وهو عبارة عن أنبوبة بسيطة غير حاوية على فتحات جانبية ويكون مفتوحاً من الأمام، وغير نابض، يمتد في الحلقة الصدرية الأولى ثم ينتهي بالرأس خلف أو تحت المخ مباشرة. يتصل مع القلب زوج من الصمامات التي تسمى Aortic valve يُفتح الأبهر عند منطقة الرأس بفتحة قمعية الشكل تتفرع إلى فرعين أو أكثر يطلق عليها الشرايين الرأسية Cephalic arteries.
- **القلب Heart:** وهو انبوبة عضلية نابضة تمتد في المنطقة الصدرية والبطنية للحشرة وعلى طول الخط الوسطي الظهري. يُقسم القلب إلى عدد من الغرف أو المخادع Chambers ويختلف عددها بإختلاف الحشرات، وتحتوي كل غرفة على زوج من الفتحات Ostia.

أولاً: مجموعة الخلايا الدموية الملتهمة Phagocytic cells

تتميز بكونها تلتهم الخلايا البكتيرية والميتة التي قد تدخل جسم الحشرة، لذا تعتبر أحد خطوط الجسم الدفاعية ضد الطفيليات التي تدخل الجسم مع الغذاء أو الهواء. تُقسم هذه الخلايا حسب طبيعة السايتوبلازم إلى:-

1- الخلايا الدموية الأولية البيضاء Prohemocytes or Proleukocytes: خلايا صغيرة الحجم ذات نواة كبيرة وسايتوبلازم غير محبب قابل للإصطباغ بالصبغات القاعدية.

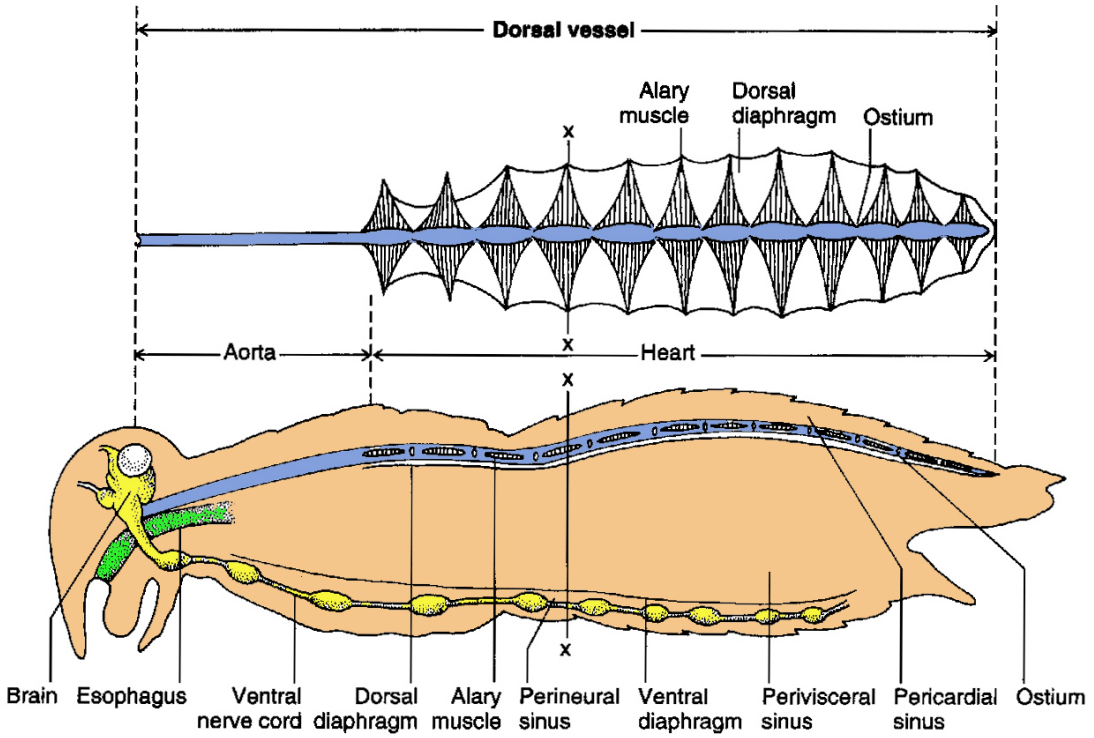
2- خلايا الدم البيضاء المحببة Granulocytes leukocytes: خلايا أميبية ذات شكل غير ثابت، يكون السايتوبلازم فيها محبب.

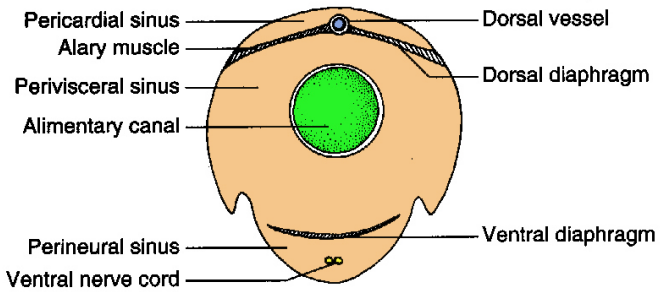
كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

ثانياً:- مجموعة الخلايا الدموية غير الملتهمة Non phagocytic cells

وهي خلايا غير ملتهمة (لاتهاجم الكائنات الغريبة) تسمى أيضا Oenocytes وتكون كبيرة الحجم، نواتها صغيرة، ذات سايتوبلازم غير محبب تصطبغ بالصبغات الحامضية. ويعتقد بأن هذه الخلايا تفرز إنزيمات تساعد في أكسدة الغذاء المخزون داخل الاجسام الدهنية، كذلك تقوم بإمتصاص بعض المواد المفيدة من البشرة الداخلية مثل البروتينات الدهنية، ويلاحظ أن هذه الخلايا تتضخم قبل عملية الإنسلاخ إذ تمتلئ فجواتها بالمواد الممتصة، وفي بعض الحشرات يعتقد أن هذه الخلايا تفرز إنزيمات جنسية.

ومن الخلايا الدموية الأخرى التي توجد في دم الحشرات هي Nephrones وهي الخلايا البولية وتكون وظيفتها إبرازية حيث تقوم بإستخلاص الفضلات من الدم مثل أملاح اليوريا وبعض النواتج الأيضية التي تطرح في الدم. تتجمع هذه الخلايا بشكل كتل حول القلب وتسمى عندئذ Pericardial cells.





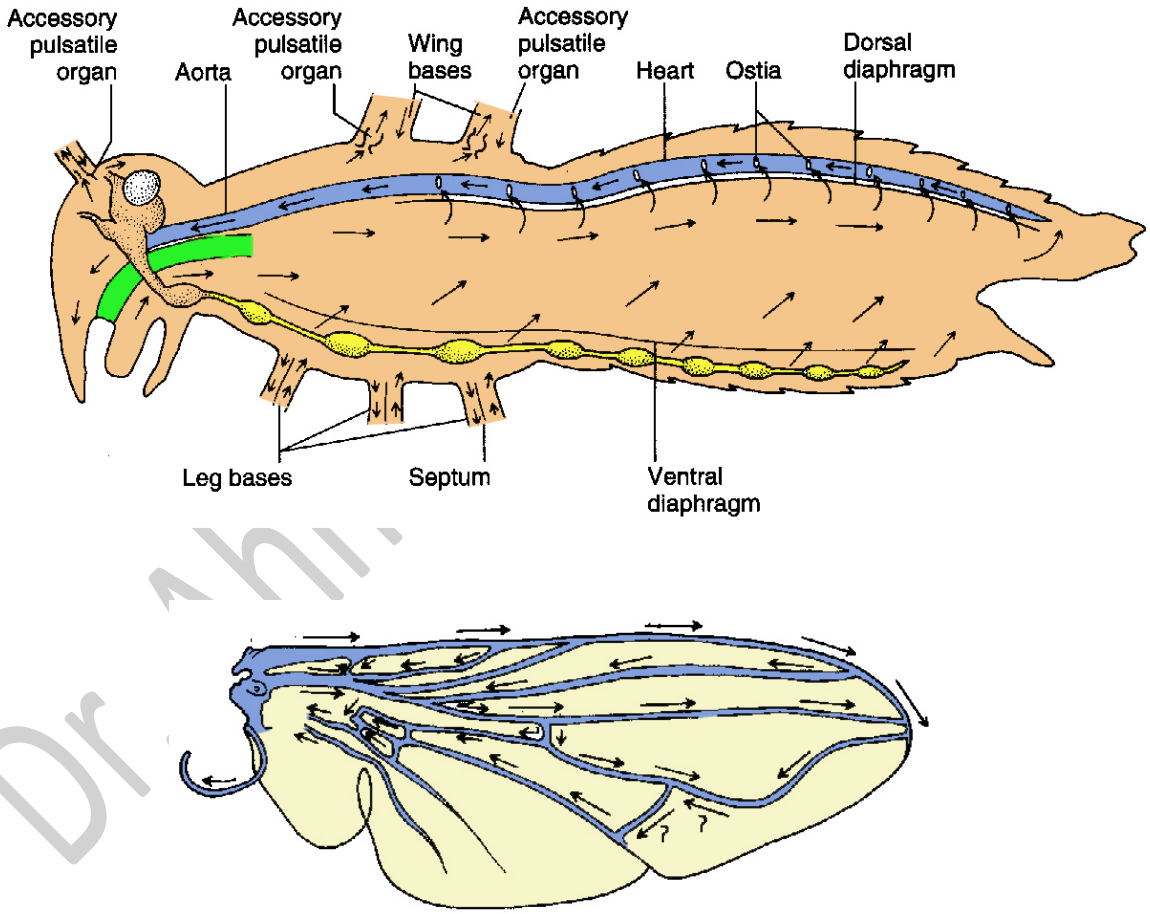
لوحة 16: Circulatory system of insects

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

الدورة الدموية Circulation

يدخل الدم الموجود في تجاويف الجسم الثلاثة (التجويف الحشوي والعصبي والتجويف حول القلبي) إلى القلب من الفتحات الجانبية Ostia الموجودة في مخادع القلب، ويساعد ذلك العضلات الجناحية Alary muscles والحاجزين الظهري والبطني والأعضاء النابضة المساعدة. يندفع الدم إلى الأمام ويصل الأبهر الذي يفرغ الدم في تجويف الرأس، ينزل الدم عندها إلى التجويف العصبي (السفلي) ونتيجة لحركة الحجاب الحاجز السفلي التموجية يتجه الدم إلى التجويف الحشوي ومنه إلى التجويف حول القلبي ويدخل القلب من جديد. كما يساهم إنقباض العضلات الجناحية أثناء إسترخاء القلب في دفع الدم إلى الأمام.

تزود لواحق الجسم (الأرجل والأجنحة وقرون الإستشعار) بالدم الموجود في التجويف الحشوي، إذا يندفع الدم إلى هذه اللواحق عند وجوده في هذا التجويف بمساعدة القلوب المساعدة Pulsatile organs.



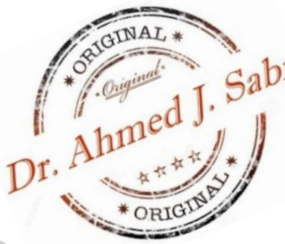
لوحة 17:- Circulation of Hemolymph

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

وظائف الدم Blood Functions

يقوم الدم بعدة وظائف منها:-

1. النقل Transportation:- حيث يمتص الدم الغذاء المهضوم من القناة الهضمية وينقلهُ إلى أنسجة الجسم المختلفة لتغذيتها، كما ويقوم بنقل الفضلات الناتجة من العمليات الأيضية إلى أعضاء الإخراج في جسم الحشرة، كما يقوم كذلك بنقل الهرمونات المفرزة من بعض الغدد إلى أنسجة الجسم.
2. التنفس Respiration:- يقوم الدم بإيصال الأوكسجين O_2 وثنائي أوكسيد الكاربون CO_2 كوظيفة ثانوية في الأنسجة البعيدة عن تفرعات القصبات الهوائية خاصةً في الحشرات التي يحتوي دمها على الهيموغلوبين.
3. الحماية Protection:- حيث توفر الخلايا الملتهمة وسيلة دفاعية ضد الكائنات الممرضة التي تدخل جسم الحشرة؛ كما وتعمل على التئام الجروح Wound healing.
4. إنتاج الضغط Pressure Production:- ويكون نتيجةً لحركة القلب وتجاويف الجسم حيث يتكون مايسمى بالضغط الدموي والذي يساعد في العمليات الآتية:-
   أ. فقس البيض Hatching: حيث يساعد في تمزيق الغلاف الخارجي أو القشرة.
   ب. شق أو تمزيق جدار الجسم عند منطقة الرأس والصدر أثناء عملية الإنسلاخ Molting للتخلص من الجلد القديم.
   جـ. نشر أو فرد الأجنحة بعد خروج البالغة من غلاف أو جلد العذراء.
5. التخزين Storage: حيث يقوم الدم بتخزين كميات من الماء اللازم للعمليات الأيضية.



Dr. Ahmed Jameel Sabr

التشريح الداخلي Internal Anatomy

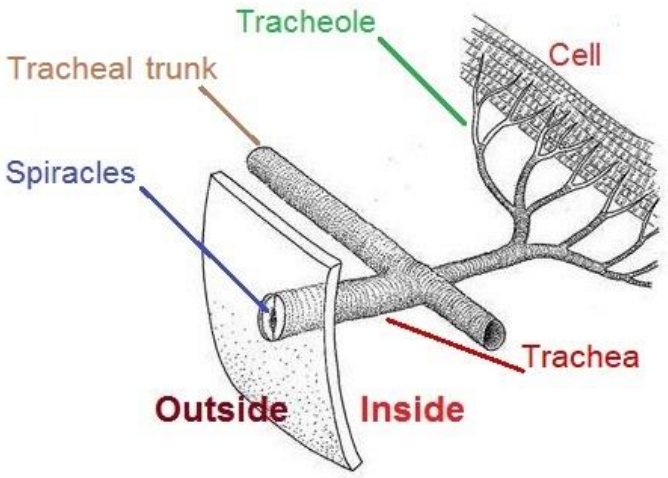
الجهاز التنفسي أو القصبي Respiratory or Tracheal System

التنفس هو حصول الكائنات الحية على الأوكسجين O_2 اللازم لحياتها والتخلص من ثنائي أوكسيد الكاربون CO_2، الناتج من عمليات التمثيل الغذائي داخل أجسامها، ويتم ذلك بواسطة جهاز خاص هو الجهاز التنفسي والذي يُدعى في الحشرات بالجهاز القصبي.

ينشأ الجهاز القصبي عن طريق إنبعاجات (من طبقة الـ Ectoderm) على هيئة تراكيب أُنبوبية متشعبة ومتشابكة تُعرف بالقصبات الهوائية Trachea. تُفتح هذه القصبات إلى الخارج بواسطة ثقوب حلقية هي الثغور Ostia، والتي عادة ماتكون لها آلية إغلاق تجعل فقدان الماء عن طريق الجهاز القصبي في حدوده الدنيا.

تكوين الجهاز القصبي Forming of Tracheal system

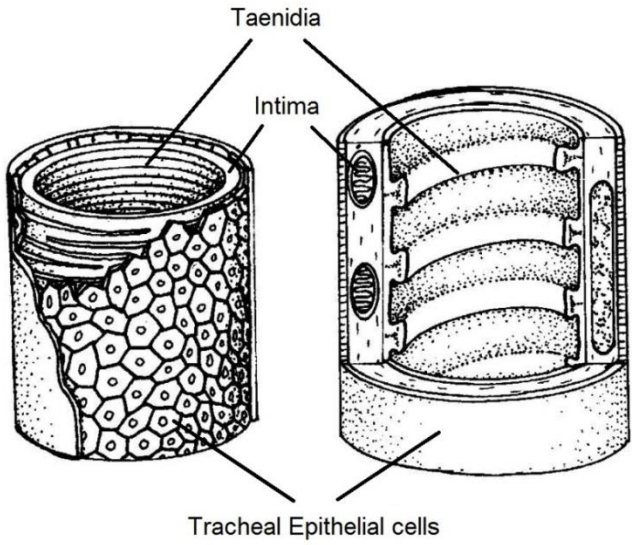
يبدأ الجهاز القصبي خارجياً من الثغور Spiracles، تمتد قصبة هوائية Tracheae من كل ثغر تنفسي وفي أغلب الحشرات تشكل القصبات الهوائية جذوعاً طويلة تسير على طول الجسم ويوجد عادةً جذع على طول جانبي الجسم يسمى Tracheal trunk؛ ترتبط القصبات الجانبية مع بعض بواسطة وصلات عرضية، بينما تمتد الفروع الأصغر لتصل إلى الأنسجة المختلفة، ثم تتفرع إلى فريعات أصغر فأصغر لتكون Tracheoles والتي يمكن أن تصل إلى داخل الخلايا.



لوحة -18-: الجهاز القصبي Tracheal System

Dr. Ahmed Jamil Sabr

إن طبقات جدار القصبات والقصيبات الهوائية هي نفسها طبقات جدار الجسم وتتبطن من الداخل بمادة كايتينية تدعى Intima، إلى الداخل توجد طبقة على هيأة تثخنات حلزونية تسمى Taenidia. إن وظيفة هذه التثخنات هو جعل القصبات الهوائية مفتوحة دائماً للسماح بمرور الهواء بحرية، وينعدم وجود التثخنات الحلزونية في النهايات الدقيقة للقصيبات الهوائية.



لوحة -19-: تركيب القصبة الهوائية Structure of Trachea

يفتح الجهاز القصبي للخارج عن طريق الثغور التنفسية Spiracles حيث يوجد زوجان عند حلقات المنطقة الصدرية وثمانية أزواج عند حلقات المنطقة البطنية وعلى جانبي كل حلقة تحديداً عند الجهة الجانبية Pleuron. وقد وجد أن هذه الثغور لاتوجد في جميع الحشرات وفي حالة وجودها لايشترط أن تؤدي جميعها وظيفة التنفس فقد يكون بعضها مغلقاً وعلى أساس وجود أو إنعدام هذه الثغور وكونها تؤدي وظيفة التنفس تقسم الحشرات إلى المجاميع الآتية:-

1. حشرات ذات جهاز قصبي عديم الثغور التنفسية Apneustic: يتم التنفس في هذه الحشرات عن طريق الغلاصم كما في بعض الحشرات المائية، أو عن طريق جدار الجسم كما في يرقات بعض الحشرات الطفيلية.
2. حشرات ذات جهاز قصبي كامل الثغور التنفسية Holopneustic: تمتلك الحشرات هنا عدد كامل من الفتحات التنفسية (عشرة أزواج)، زوجين عند المنطقة الصدرية وثمانية أزواج عند المنطقة البطنية، ويوجد مثل هذا النوع في معظم حوريات وبالغات الحشرات.
3. حشرات ذات جهاز قصبي ناقص الثغور التنفسية Hemipneustic: وهنا لايكون العدد الكلي للثغور التنفسية كامل حيث يوجد زوج واحد أو أكثر مغلق لايؤدي وظيفة التنفس، ويمكن أن تُقسم إلى المجاميع الآتية:-

كلية التربية للعلوم المرفئة - إبن الهيثم

أ- حشرات ذات ثغور تنفسية محيطية Peripneustic: تمتلك الحشرات تسعة أزواج كاملة، زوج واحد في المنطقة الصدرية وثمانية أزواج في المنطقة البطنية، كما في يرقات عث الحرير وكثير من يرقات غشائية الأجنحة.

ب- حشرات ذات ثغور تنفسية أمامية الموقع Propneustic: تكون فتحات التنفس في مقدمة جسم الحشرة كما في عذراء البعوض، حيث توجد الفتحات التنفسية في الابواق التنفسية الموجودة عند المنطقة الصدرية الرأسية.

ج- حشرات ذات ثغور تنفسية خلفية الموقع Metapneustic: تكون الفتحات التنفسية العاملة في نهاية جسم الحشرة كما في يرقات البعوض.

د- حشرات ذات ثغور تنفسية طرفية الموقع Amphipneustic: تمتلك الحشرات هنا زوجين من الثغور التنفسية العاملة، الزوج الأول عند الصدر الأمامي، والزوج الثاني في آخر حلقة بطنية، كما في يرقة الذبابة المنزلية.

إن الثغور المغلقة في الحشرات لاتدل على عدم وجود جهاز تنفسي ولكن ذلك يُشير إلى أن القصبات الهوائية لاتفتح خارج الجسم، وان الثغور المغلقة (غير العاملة) تفتح وقت حدوث إنسلاخ الحشرة حيث تسمح بإنسلاخ البطانة.

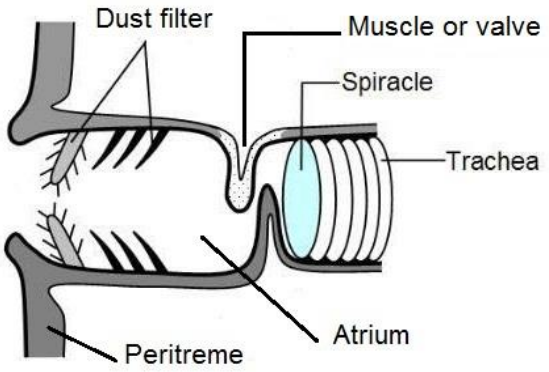
تركيب ووظيفة الثغر التنفسي

إن الثغر التنفسي ببساطة هو فتحة خارجية لقصبة هوائية تؤدي إلى تجويف الدهليز Atrium ومنه تمتد القصبة الهوائية؛ وتبطن جدار الدهليز عادةً شعيرات تساعد في ترشيح الهواء؛ يُغطى الثغر في بعض الحشرات بواسطة صفيحة مثقبة لها دور في منع دخول الأتربة في حشرات بيئة اليابسة أما في الحشرات المائية فإنها تمنع دخول الماء، تسمى هذه الصفيحة بصفيحة الثغر التنفسي Periterme.

تمتلك الثغور في معظم الحشرات الأرضية آلية إغلاق خاصة تعمل على تقليل فقدان الماء من الجسم، وهذه الآلية مكونة من صمام أو إثنين مزودة بعضلات لفتح وغلق تلك الثغور. يوجد داخل الفتحة التنفسية غدة ثغرية تسمى Peristigmatic gland تمنع بإفرازاتها جفاف القصبات التي حولها.

تُفتح الثغور طبيعياً لفترة وجيزة تكفي للقيام بالتنفس لكي يكون فقد ماء الجسم بحدوده الدنيا ويتم إغلاق الثغر نتيجةً لإنقباض العضلة الغالقة، بينما يفتح الثغر عادةً لمرونة الجليد المحيط به عند إسترخاء العضلة الغالقة.

كلية التربية للعلوم المرفئة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr



لوحة -20-: تركيب الفتحة النفسية أو الثغر التنفسي Structure of Spiracle

أنواع الفتحات التنفسية Types of Spiracles

1. الفتحة التنفسية البسيطة Simple spiracle: كما في الخنافس.
2. الفتحة التنفسية المنخلية Sieve spiracle: كما في يرقات الخنافس الجعالية.
3. الفتحة التنفسية الإصبعية Digitate spiracle: كما في الفتحات التنفسية الأمامية ليرقات الذباب المنزلي.
4. الفتحة التنفسية الجيبية Sinuous spiracle: كما في الفتحات التنفسية الخلفية ليرقة الذباب.
5. الفتحة التنفسية الشفوية Lipped spiracle: كما في الجراد.

ميكانيكية التنفس في الحشرات Mechanism of Respiration in Insects

يدخل الأوكسجين O_2 من خلال الفتحات أو الثغور التنفسية إلى القصبات الهوائية نتيجةً لفرق الضغط الجزيئي بين الهواء الجوي وهواء القصبات الهوائية وبنفس الطريقة يتم طرح ثنائي أوكسيد الكاربون CO_2 للخارج. تكون عملية طرح ثنائي أوكسيد الكاربون CO_2 أسرع من عملية دخول الأوكسجين O_2، وقد يطرح جزء منه عبر جدران القصبات أو القصيبات إلى داخل تجويف الجسم لكن الجزء الأكبر يكون عن طريق الثغور.

أثناء الراحة، تكون الفتحات التنفسية مغلقة والقصبات الهوائية مملوءة بالهواء، وعند قيام الحشرة بمجهود كالطيران أو زيادة التمثيل الغذائي والذي ينتج عنه زيادة النشاط الفسلجي وبالتالي تكوين حامض اللاكتيك Lactic acid داخل الجسم مما يؤدي إلى دفع السائل القصبي الذي يملئ القصيبات القصيرة المفروز داخل الجسم فيندفع الهواء الموجود في القصبات الهوائية الى داخل الأنسجة وبذلك يصل الهواء المحمل بالأوكسجين إلى أنسجة الجسم ويتم تبادل الغازات، أما عندما يقل نشاط الحشرة ترتخي العضلات ويقل تكوين حامض اللاكتيك فينخفض الضغط الأوزموزي فيعود السائل القصبي مرة أخرى إلى نهاية القصبات الهوائية ويدفع هواء القصبات للخارج عبر الثغور.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

التنفس في الحشرات المائية Respiration in Aquatic Insects

تتنفس الحشرات المائية الهواء الحر Free Air أو الاوكسجين المذاب Dissolved Oxygen في الماء بطرق عديدة منها:-

1. التنفس عن طريق جدار الجسم Cutaneous Respiration

تتنفس بعض الحشرات عن طريق جدار الجسم إذ ينعدم وجود الثغور التنفسية (جهازها التنفسي من نوع Apneustic). وفي هذه الحشرات يكون جدار الجسم رقيق بدرجة يسمح بإنتشار الغازات الذائبة في الماء، كما في يرقات الهاموش واليرقات الطفيلية لبعض ثنائية الأجنحة.

2. التنفس بواسطة الخياشيم أو الغلاصم Tracheal gills

توجد هذه التراكيب عادةً في بعض الأدوار غير البالغة مائية المعيشة ويتفاوت عددها وحجمها وشكلها حسب نوع الحشرة، تكون الغلاصم عادةً متصلة بآخر حلقة بطنية كما في حوريات الرعاشات Caudal gills، ويرقات وعذارى البعوض، أو تكون بشكل أزواج على جانبي الحلقات البطنية Lateral gills كما في حوريات ذبابة مايو *May fly*، وقد توجد الغلاصم داخل تجويف المستقيم كما في حوريات الرعاشات فتسمى عندئذ Rectal gills. وعلى العموم يكون تركيب الغلاصم مشابه لتركيب القصبات الهوائية.

3. التنفس بواسطة الأنابيب أو الممصات الهوائية Air Tubes

كما في حالة يرقات وعذارى البعوض حيث تمتلك اليرقة سايفون عند آخر حلقة بطنية، وزوج من الأنابيب التي تشبه الأبواق على المنطقة الرأسية الصدرية في العذارى. تنتهي هذه الأعضاء بفتحة تنفسية يدخل عبرها الأوكسجين O_2 ويطرح ثنائي أوكسيد الكاربون CO_2.

4. التنفس بواسطة أكياس الهواء Air Sac

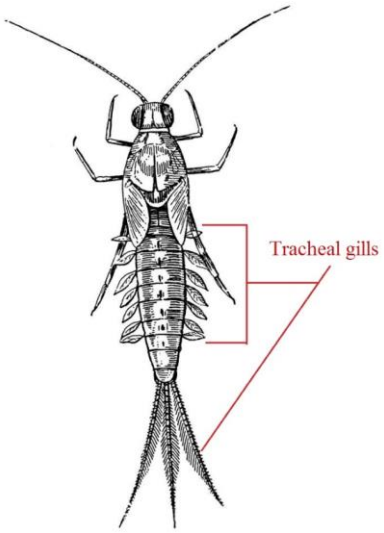
كما في بعض أنواع الخنافس المائية التابعة لعائلتي Family: Dytiscidae & Family: Hydrophilidae. حيث يتم أخذ الهواء الجوي على شكل فقاعة بين أجنحتها (المتقرنة) عندما تكون على سطح الماء، وتستهلك الأوكسجين الموجود في هذه الفقاعة (أو كيس الهواء) عندما تكون داخل الماء أثناء تغذيتها.

5. التنفس بواسطة ثقب النبات

في بعض الحشرات المائية توجد فتحة تنفسية في نهاية جسمها يمكن أن تثقب سيقان النباتات المائية للحصول على الأوكسجين O_2 الموجود في الفراغات الداخلية للأنسجة النباتية، كما في بعض يرقات الخنافس التابعة لعائلة Family: Hydrophilidae، أو يمكن أن تثقب النسيج النباتي بواسطة السايفون الموجود عند نهاية المنطقة البطنية، كما في بعض يرقات البعوض Larvae of *Mosquito*.

Dr. Ahmed Jameel Sabr

1. التنفس عن طريق جدار الجسم Cutaneous Respiration



2. التنفس بواسطة الخياشيم أو الغلاصم Tracheal gills

3. التنفس بواسطة الأنابيب أو الممصات الهوائية Air Tubes

4. التنفس بواسطة أكياس الهواء Air Sac

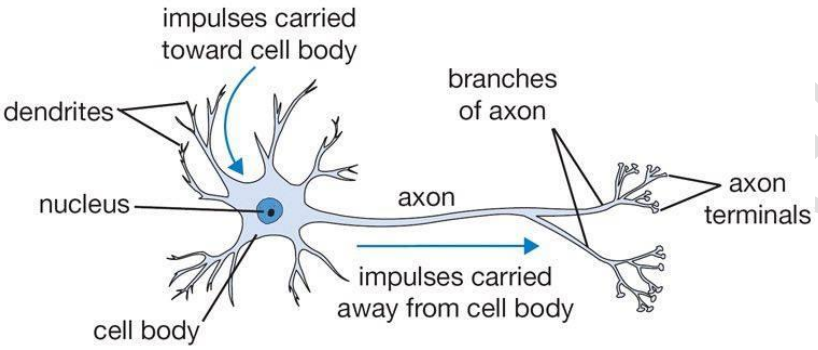
5. التنفس بواسطة ثقب النبات

لوحة -21-: التنفس في الحشرات المائية Respiratory in Aquatic Insects

Dr. Ahmed J. Sabr
ORIGINAL
Original
Dr. Ahmed J. Sabr
ORIGINAL

الجهاز العصبي Nervous system

يعمل الجهاز العصبي على نقل المؤثرات الخارجية والدخلية والإحساس بها ثم الإجابة عليها بالإيجاب أو السلب. يتكون الجهاز العصبي من خلايا عصبية Neuron or Nerve cell وخلايا بينية تسمى Neurologia وعقد عصبية Ganglion (جمع Ganglia). تتصل الخلايا العصبية بنقطة الوصلة العصبية Synaptic junction ومحور الخلية العصبية Axon، وتحوي الخلية العصبية على تفرعات Dendrites.



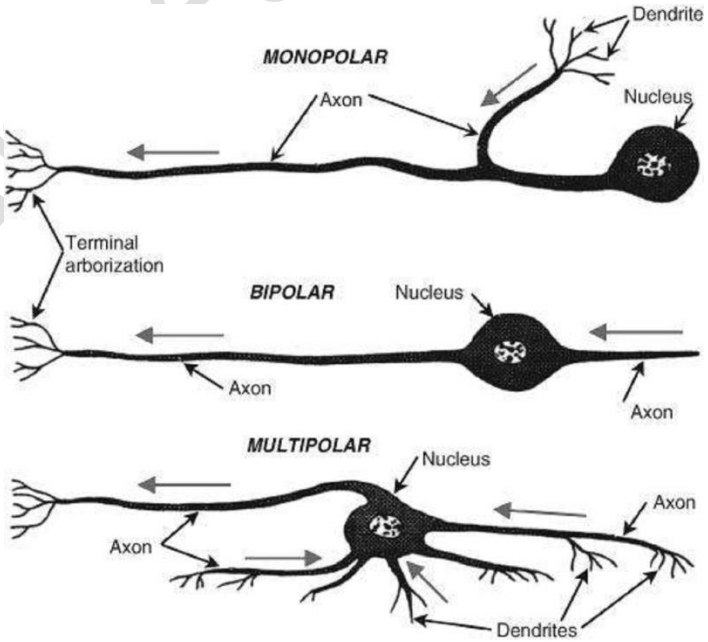
لوحة -22-: الخلية العصبية Nerve cell (Neuron)

- تصنف الخلايا العصبية تبعاً لمحاورها إلى:-

أ- خلايا عصبية وحيدة القطب Unipolar.

ب- خلايا عصبية ثنائية القطب Bipolar.

ج- خلايا عصبية متعددة الأقطاب Multipolar.



لوحة -23-: أنواع الخلايا العصبية Types of Neuron

Dr. Ahmed Jamil Sabr

➢ أما من ناحية الوظيفة فتقسم الخلايا العصبية إلى:-

1. الخلايا العصبية الحسية الواردة التي تنقل الإيعاز العصبي بإتجاه الداخل من أعضاء الحس، وأعصاب هذه الخلايا تسمى الأعصاب الحسية Sensory nerve.
2. الخلايا العصبية الحركية الصادرة وهذه تنقل الإيعاز بإتجاه الخارج إلى أعضاء الحس وتسمى الأعصاب الحركية Motor nerve.
3. الخلايا العصبية المشاركة Participating وهي مجموعة من الخلايا العصبية توصل الخلايا الحسية بالحركية.

يقسم الجهاز العصبي في الحشرات الى مايلي:-

- الجهاز العصبي المركزي Central nervous system.
- الجهاز العصبي الإحشائي Visceral nervous system.
- الجهاز العصبي المحيطي Peripheral nervous system.

1. الجهاز العصبي المركزي Central nervous system

يؤلف هذا الجهاز القسم الرئيس من الجهاز العصبي ويتألف من العقد العصبية المزدوجة والتي ترتبط ببعضها بواسطة ألياف عصبية عرضية وطولية وهذه الألياف تساعد على ربط قسمي العقد العصبية الواحدة بقوة وكأنها قطعة واحدة. تحتوي كل حلقة من حلقات الجسم على زوج من العقدة العصبية التي تبدو وكأنها عقدة واحدة؛ يتميز الجهاز العصبي المركزي إلى:-

- الدماغ Brain.
- الحبل العصبي البطني Abdominal Nerve Cord.

أ. الدماغ Brain

ويسمى بالعقدة العصبية المركزية، ويتكون من عقدتين عصبيتين كبيرتين الأولى تسمى بالعقدة العصبية فوق المرئية Superaesophageal ganglion وتسمى الثانية العقدة العصبية تحت المرئية Subesophageal ganglion. يقع الدماغ فوق البلعوم ومسند بين أذرع الهيكل الداخلي للرأس Tentorium والدماغ هو العقدة العصبية الظهرية للرأس.

العقدة العصبية فوق المريئية تتكون جنينياً من إندماج العقد العصبية للحلقات الرأسية الأمامية وهي العقد العصبية لحلقة قرن الإستشعار والعقدة البينية، ونتيجةً لإلتحام هذه الأجزاء الجنينية تكونت ثلاث طيات عصبية في الرأس تمثل: الدماغ الأول Protocerebrum والدماغ الثاني Deutocerebrum والدماغ الثالث Tritocerebrum.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

- الدماغ الأول Protocerebrum: ويمثل أكبر الأجزاء، يغذي العيون المركبة والعيون البسيطة بالأعصاب، ويمتد كل من فُصي هذا المخ جانبياً ليكون فصاً كبيراً هو الفص البصري Optic lobe وهو مركز أعضاء الإبصار ويعتبر مسؤولاً عن سلوك الحشرة، وهو زوج عقد الحلقة الأولى ما قبل قرن الإستشعار أو ما قبل اللامسية.
- الدماغ الثاني أو الوسطي Deutocerebrum: يوجد فيه مراكز الحس الخاصة بالشم، لذا يخرج من جانبه عصب يغذي قرن الإستشعار الموجود في جهته وهو زوج عقد الحلقة الثانية في رأس الجنين وهي الحلقة اللامسية.
- الدماغ الثالث أو الخلفي Tritocerebrum: وهو أصغر أجزاء المخ، يغذي الشفة العليا والقناة الهضمية الأمامية بالأعصاب وهو الزوج الثالث من العقد الجنينية للرأس وهي الحلقة البينية؛ ويمثل الدماغ الخلفي المكان الرئيس للأحساس بالضوء.

- ترتبط العقد العصبية فوق المريئية مع العقدة العصبية تحت المريئية، حيث تمثل الأخيرة المركز العصبي البطني للرأس وتتكون من إندماج العقد العصبية لحلقات الرأس الثلاثة الخلفية جنينياً وهي القطعة الشفوية والقطعة الفكية والقطعة الفكية السفلية.

ب. الحبل العصبي البطني Abdominal Nerve cord

وهو سلسة من العقد العصبية التي تقع في السطح البطني للصدر والبطن، وترتبط بواسطة الياف عصبية مزدوجة طولياً تنشأ من السطح الظهري للعقدة العصبية تحت المريئية. العقد العصبية الثلاثة الأولى منه تقع في منطقة الصدر لذلك تسمى العقد العصبية الصدرية Thoracic Ganglia وبقية العقد تقع في البطن وتسمى العقد العصبية البطنية Abdominal ganglia.

تسيطر العقد الصدرية على أعضاء الحركة (الأرجل والأجنحة) وكذلك تزود العضلات الصدرية بالأعصاب، أما العقد العصبية البطنية فإنه يمتد من كل حلقة بطنية زوج من الأعصاب يزود تلك الحلقات حيث إن العقدة العصبية النهائية تكون كبيرة الحجم وتمثل إلتحام العقد العصبية البطنية الثلاثة الأخيرة.

بصورة عامة عدد العقد العصبية البطنية تكون مختلفة في الحشرات حيث يبلغ عددها في الصرصر الأمريكي (6) ستة عقد بطنية وفي السمك الفضي ثمانية (8) عقد بطنية وفي الذبابة المنزلية عقدة واحدة كبيرة.

2. الجهاز العصبي الإحشائي Visceral Nervous system

ويسمى أيضاً الجهاز العصبي العطوف Sympathetic Nervous system ويقسم هذا الجهاز إلى الأجهزة التالية:-

أ. الجهاز العصبي السمبثاوي المريئي. Esophageal Sympathetic N.S

يغذي هذا الجهاز القلب والقناة الهضمية الوسطى. ويتمثل بعقدة عصبية جبهية تقع في الرأس.

كلية التربية للعلوم المرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

ب. الجهاز العصبي السمبثاوي البطني Ventral Sympathetic N.S.

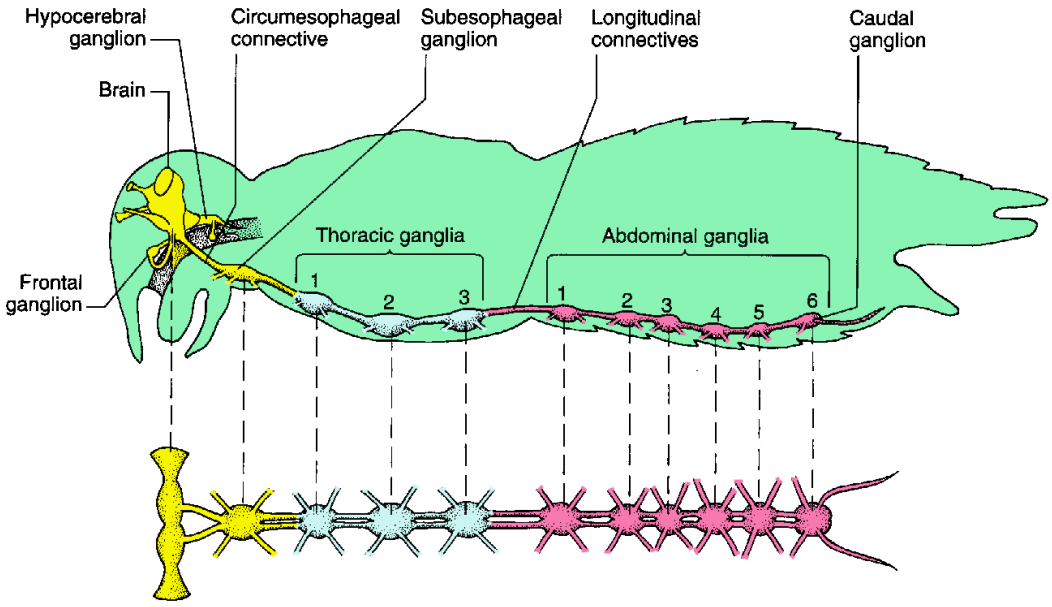
يتكون من أعصاب مستعرضة متصلة بكل عقدة عصبية من الحبل البطني. وظيفة هذه الأعصاب هو الثغور التنفسية الرئيسية الموجودة في الحلقات البطنية.

ج. الجهاز العصبي السمبثاوي العجزي أو الخلفي Caudal Sympathetic N.S.

يتكون من الأعصاب التي تنشأ من العقدة العصبية البطنية الأخيرة والتي تزود الجهاز التناسلي ونهاية القناة الهضمية.

3. الجهاز العصبي المحيطي Peripheral Nervous System

يتكون الجهاز العصبي المحيطي من أعضاء الحس المنتشرة على أنحاء الجسم والتي تكون متخصصة بإستلام المؤثرات الميكانيكية (اللمس واللسع) والمؤثرات الكيميائية (الشم والذوق) وإرسالها إلى الجهاز العصبي المركزي الذي يقوم بالرد عليها. تكون أعضاء الحس ملازمة لجدار الجسم وكل عضو حسي يسمى Sensillum.



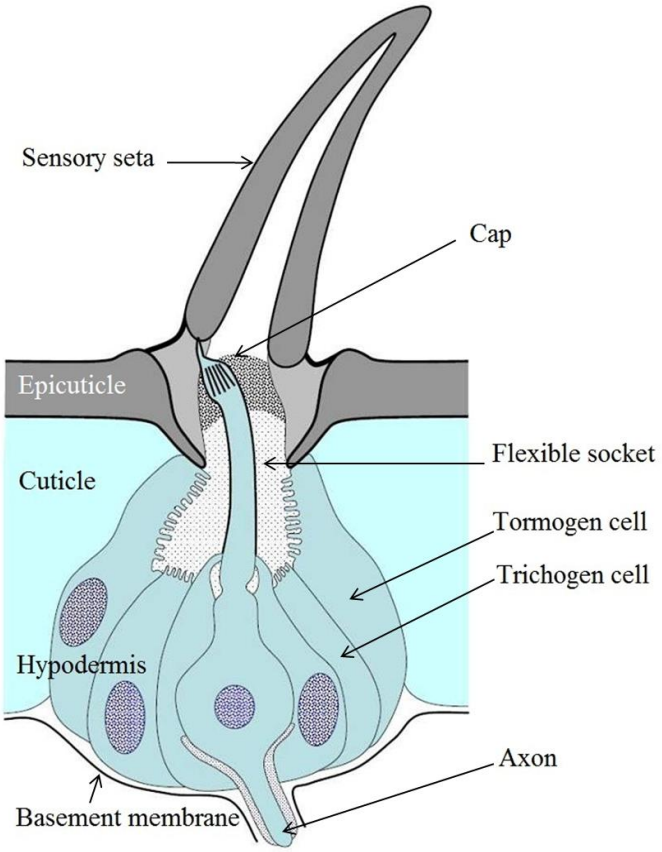
لوحة -24-: الجهاز العصبي المركزي Central nervous system

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

تقسم المستلمات الخارجية المتمثلة بأعضاء الحس كما يلي:-

1. المستلمات الميكانيكية Mechanoreceptors

وهي أبسط أنواع المستلمات، المتمثلة بالمستلمات التي تتحسس تيارات الرياح والماء، تكون منتشرة على أنحاء جسم الحشرة، وتتصل بطبقة الكيوتكل مفصلياً عن طريق غشاء واضح في نقرة داخل الجلد وتكون ذات قواعد مزودة بخلايا عصبية حسية تمتد فيها أعصاب حسية إلى الجهاز العصبي المركزي، ومن ثم فإن أي حركة تحدث للشعرة في نقرتها من جرَاء توتر أو تيار هوائي تحدث تغيراً في ضغط قاعدة الشعرة على العصب ويرسل الإيعاز العصبي إلى الجهاز العصبي المركزي.

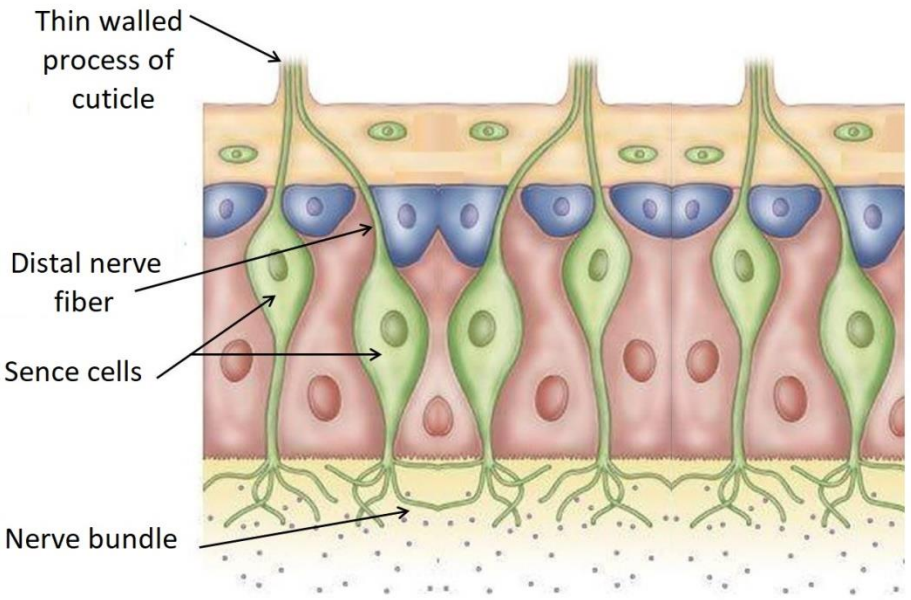


لوحة -25-: المستلمات الميكانيكية Mechanoreceptors

2. المستلمات الكيميائية Chemoreceptors

تشمل حاسة الذوق والشم، وهي عبارة عن شعيرات دقيقة الكيوتكل وقصيرة لها القدرة على التأثر بالمواد الكيميائية الذائبة في السوائل (حاسة الذوق) أو المنتشرة في الهواء (حاسة الشم). وتلعب حاسة الشم دوراً كبيراً في حياة الحشرة إذ بواسطتها تستطيع الإستدلال إلى مكان الغذاء وأماكن وضع البيض، كما ويستدل الذكر إلى مكان وجود الأنثى.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmad Sabr



لوحة -26-: المستلمات الكيميائية Chemoreceptors

3. المستلمات الضوئية Photoreceptors

وتشمل أعضاء الحس الضوئية في الحشرة وهي العيون البسيطة والمركبة.

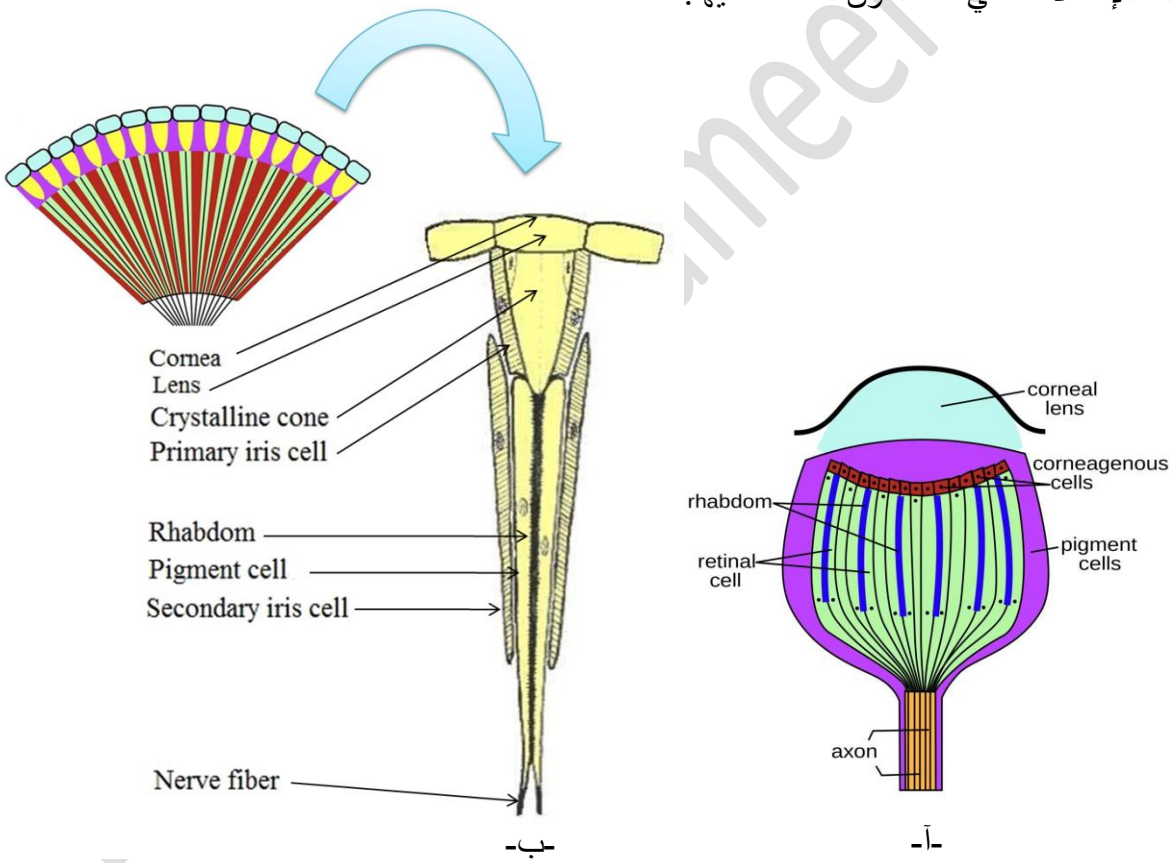
أ. العيون البسيطة أو العوينات Simple eyes or Ocelli

وتكون على نوعين: الظهرية Dorsal Ocelli والجانبية Lateral Ocelli: توجد العيون البسيطة الظهرية في الحشرت الكاملة والحوريات، حيث تقع عند الرأس على الجبهة أو قمة الرأس وعددها ثلاثة بشكل مثلث قاعدته إلى الأعلى، ويزودها الجزء الأمامي من الدماغ بالأعصاب، ويعتقد أن لها وظيفة الإستجابة للضوء. أما العيون الجانبية فتوجد في اليرقات وتقع على جانبي الرأس في أماكن مماثلة لأماكن العيون المركبة في الحشرة الكاملة، تقوم العيون البسيطة الجانبية بتكوين العيون المركبة لنفس الحشرة؛ يزود العصبان البصريان هذه العيون بالأعصاب، تمكن العيون الحشرة من التمييز بين النور والظلمة كما وتساعد الحشرة على إدراك حركة الأجسام البعيدة عنها. تتكون العيون البسيطة سواء كانت ظهرية أو جانبية من القرنية Cornea والخلايا المولدة للقرنية Corneagen والشبكية Retina والخلايا الصبغية Pigment Cells.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

ب. العيون المركبة Compound eyes

يوجد زوج واحد من العيون المركبة في رأس الحشرة الكاملة، وتقع كل عين على جانب من جانبي الرأس. تتكون العيون المركبة من نفس أجزاء العيون البسيطة غيرَ أن القرنية تنقسم إلى عدة مساحات سداسية الشكل مكوَنة الكثير من العدسات التي تسمى Facets، بينما توجد عدسة واحدة لكل عين بسيطة، وعليه تتكون العين المركبة من عدد من الوحدات البصرية تسمى كل منها العوينة Ommatidium والتي هي عبارة عن عضو حسي بصري مستقل. تتركب وحدات العين المركبة من: القرنية Cornea والطبقة المولدة للقرنية Corneagen layer والمخروط البلوري Crystalline cone وخلايا القزحية الأولى Primary Iris cells وخلايا القزحية الثانية Secondary iris cells والشبكية Retina والقضيب البصري Rhabdom إضافة إلى الخلايا الصبغية Pigment cells. يمتد من نهاية كل وحدة بصرية عصب بصري يصل الشبكية مع الدماغ. تقوم العين المركبة بتمييز شكل وحركة وموقع الأجسام أو الأشياء الخارجية وإدراك الإختلافات في شدة اللون الساقط عليها.



-ب- -آ-

لوحة -27-: المستلمات الضوئية Photoreceptors

أ. العيون البسيطة أو العوينات Simple eyes or Ocelli

ب. العيون المركبة Compound eyes

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

4. مستلمات السمع Auditory receptors

وهي الأعضاء أو التراكيب التي لها القدرة على إستلام ترددات الموجات الصوتية والتي تعطي الحشرة القدرة على السمع، ويوجد في الحشرة خمسة أنواع من أعضاء السمع هي:-

أ. أعضاء السمع ذات الطبلة الخارجية كما في الجرادة ويسمى Tympanum، حيث يقع هذا العضو على جانبي الحلقة البطنية الأولى.

ب. عضو جونسون Johnston organ، ويوجد على سويق قرن الإستشعار Pedicle كما في السمك الفضي وبعوض الكيولكس.

ج. الشعيرات الحسية السمعية: كما في الشعيرات الحسية السمعية المنتشرة على قرون الاستشعار.

د. الأطباق الحسية السمعية المبعثرة على جدار الجسم، ولاتحتوي هذه على غشاء الطبلة لكنها تتأثر بالموجات الصوتية الضعيفة التي لايتيسر سماعها عن طريق إهتزاز طبلي ولذلك يكثر هذا النوع في الحشرات المائية.

هـ. مجاميع الخلايا السمعية، الموجودة عند لواحق الحشرات كما في حشرات رتبة مستقيمة الاجنحة.

وسائل إحداث الصوت في الحشرات

تستطيع الحشرات إصدار الأصوات وبذلك فهي قادرة على التواصل فيما بينها وعلى مسافات بعيدة وتحدث الأصوات في الحشرات بإحدى الطرق الآتية:-

أ. نتيجة إهتزازات أجنحة الحشرة أثناء الطيران، كما في البعوض ونحل العسل، حيث تتذبذب الحلقات الصدرية بهذه الحشرات وبذلك تُصدر الأصوات.

ب. الأصوات الناتجة بسبب إحتكاك جزء من أجزاء الحشرة بسطح خارجي صلب كما في النمل الأبيض حيث تعمل على دق أرضية الأنفاق بمقدمة رؤوسها.

ج. الأصوات الناتجة بسبب إحتكاك أجزاء جسم الحشرة ببعضها، وبذلك يكون هناك سطحان، سطح خشن او ذو بروزات يُعرف بسطح المحكاك، كما في رتبة مستقيمة الأجنحة.

Dr. Ahmed Jameel Sabr
ORIGINAL Original Dr. Ahmed J. Sabr ORIGINAL

الجهاز التناسلي Reproductive system

يُعد من أهم أجهزة جسم الحشرة وظيفته إنتاج أفراد جديدة (التكاثر)، حيث يعتبر جهاز أساسي لحفظ النوع. الحشرات بشكل عام أحادية الجنس Bisexual أي هناك ذكر وأنثى (مع بعض الإستثناءات)، والتكاثر بذلك يكون ثنائية المسكن Biparental، أي أن بيوض الأنثى تُخصَب بحيوانات منوية من الذكر منتجةً أفراد جديدة.

يتضمن الجهاز التناسلي ما يلي:

I. أعضاء تناسلية خارجية External Reproductive Organs

وهي وسيلة الإتصال بين الجنسين، وتتمثل أعضاء الإرتباط بآلة وضع البيض في الإناث والتي تعرف بالسوءة الإنثوية Female genitalia وفي الذكور السوءة الذكرية Male genitalia ويمكن عن طريق هذه الأعضاء تمييز جنسي الحشرة أحياناً، وتعتبر من الصفات الجنسية الإبتدائية Primary sexual characters وهناك صفات جنسية أُخرى يمكن أن نُميز بها جنسي الحشرة تعرف بالصفات الجنسية الثانوية Secondary sexual characters وهي صفات مظهرية منها:-

1. الحجم Size: تكون الإناث عموماً أكبر حجماً من الذكور، كما في الصراصر.
2. اللون Color: يمكن أحياناً تمييز الذكر عن الأنثى من خلال بقع غامقة اللون على الأجنحة، كما في فراشة اللهانة (حيث توجد في الذكر بقعة واحدة، وبقعتين في الانثى) .
3. العيون Eyes: تكون العيون في الذكور أكبر حجماً وتقارباً من عيون الأناث، كما في حالة الذباب الأسود.
4. الأجنحة Wings: تكون الأجنحة مختزلة في الأناث وموجودة في الذكور، كما في بعض الحشرات القشرية والصرصر المصري.
5. قرون الإستشعار Antenna: يختلف أحياناً قرن الإستشعار في الذكر عن ما موجود في الأنثى، كما في البعوض إذ يكون زغبي في الأناث وريشي في الذكور.
6. الرسغ Tarsus: تتضخم قطع الرسغ في الذكور وتتزود بتراكيب غدية تساعد في مسك الأنثى أثناء التزاوج، كما في بعض أنواع الخنافس المائية.
7. القرون الشرجية Anal cerci: يختلف شكل القرون الشرجية أحياناً في الجنسين، كما في إبرة العجوز حيث تكون ملقطية مقوسة في الذكور ومستقيمة في الأناث.
8. الأقلام المخرجية Style: حيث تكون موجودة في الذكور فقط دون الأناث، كما في الصرصر الأمريكي.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

II. أعضاء تناسلية داخلية Internal Reproductive Organs

وتتركب بصورة أساسية من:

1. زوج من المناسل (الغدد الجنسية) Gonads: والتي تنشأ من طبقة Mesoderm وتكون مسؤولة عن إنتاج البويضات في الأنثى والحيامن في الذكر.
2. مجموعة من القنوات المخرجية Efferent ducts: بعضها ينشأ من طبقة Mesoderm والبعض الآخر من طبقة Ectoderm وظيفتها نقل نواتج الغدد التناسلية.
3. بعض الغدد الملحقة مثل الغدة الجانبية Collateral gland، والكيس المنوي Spermatheca التي تقوم بإستقبال وتخزين الحيوانات المنوية، وتؤلف الأعضاء التناسلية الداخلية أما الجهاز التناسلي الأنثوي أو الجهاز التناسلي الذكري.

- **الجهاز التناسلي الأنثوي Female Reproductive System**

يتكون الجهاز التناسلي الأنثوي من:

1. المبيض Ovary: ويتضمن زوجاً من المبايض وظيفتها تكوين البيض وقذفه داخل قناتا البيض.
2. قناتا البيض Oviducts: إنبوبتان جانبيتان تنشآن من طبقة Mesoderm تتسع قناة البيض الجانبية عند إتصالها بالمبيض مكونة ما يسمى الكأس Calyx لخزن البيض النازل.
3. قناة البيض المشتركة Common oviduct: تتحد قناتا البيض لتكون قناة البيض المشتركة التي تنتهي بفتحة واحدة تدعى الفتحة التناسلية Gonopore والتي تُفتح بالمهبل Vagina أو الردهة التناسلية Genital chamber.
4. الكيس المنوي Spermatheca: يمثل المخزن الذي فيه يتم خزن الحيوانات المنوية بعد عملية التزاوج، تتصل به غدة تفرز سائل يحفظ الحيوانات المنوية أثناء خزنها، علماً بأن الفتحة التناسلية هي ليست فتحة التزاوج بل هي فتحة المهبل، وأن الفتحة التناسلية الخارجية هي فتحة التزاوج.

الغدد الملحقة بالجهاز التناسلي الأنثوي: وهي غدد تفرز مواد صمغية تلصق البيض على جسم معين أو تغطيهِ بغلافٍ واقيٍ، كما في الغدة الجانبية Collateral gland والغدة المنوية Spermathecal gland.

تركيب المبيض

يتكون المبيض في معظم الحشرات من مجموعة وحدات إسطوانية مستدقة هي فروع المبيض Ovarioles والتي تصب في كل جهة من كل مبيض في قناة البيض الجانبية، تستدق الأطراف الأمامية بشكل خيوط طرفية تسمى Terminal filaments، يتحد أطرافها بواسطة رابط خاص.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

يختلف عدد فروع المبيض في الحشرات المختلفة إذ يتراوح بين 4– 8، ولكن يزداد العدد في كلٍ من غشائية وثنائية الأجنحة إذ يصل العدد 200– 400 على التوالي، كما ويصل إلى 2400 في حشرة الأرضة.

فرع المبيض Ovariole

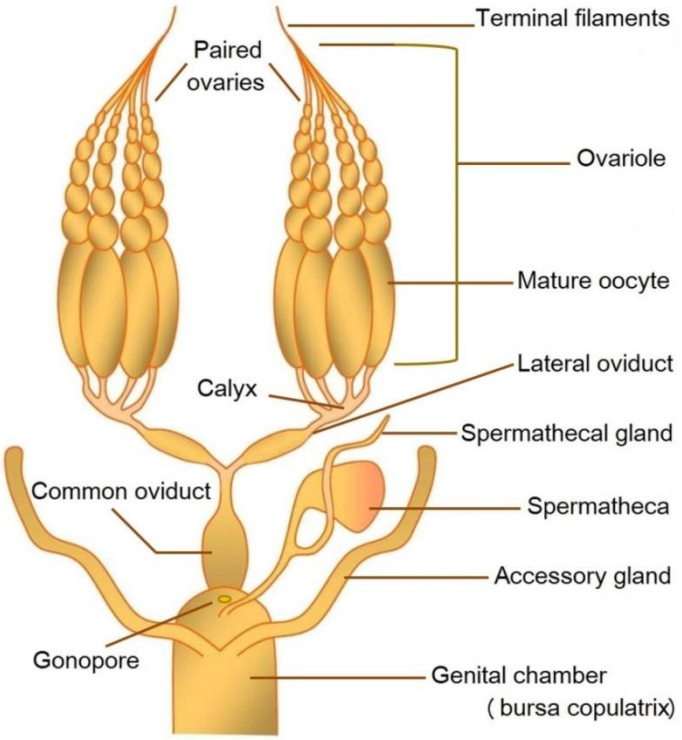
يتركب فرع المبيض من ثلاثة أجزاء هي:

1. الخيط الطرفي Terminal Filament.
2. أنبوب البيض Egg tube.
3. العنق (الحامل) Pedicel.

وأن الجزء الأساس هو أنبوب البيض الذي يتميز نسيجياً إلى منطقتين هما:

أ- المنطقة الجرثومية Germanium: تحتوي على الخلايا الجرثومية Germ cells المسؤولة عن تكوين البيض.

ب- منطقة نمو البيض Vitellarium: تحتوي على البيض بأدوار نموه المتسلسلة، الصغيرة في المقدمة والأكثر نضجاً في المؤخرة والناضجة عند قاعدة أنبوب البيض قرب العنق، يتخصر أنبوب البيض في هذه المنطقة بحسب حجم البيض الذي يحتويه مكوناً غرفة البيض Egg Chamber.



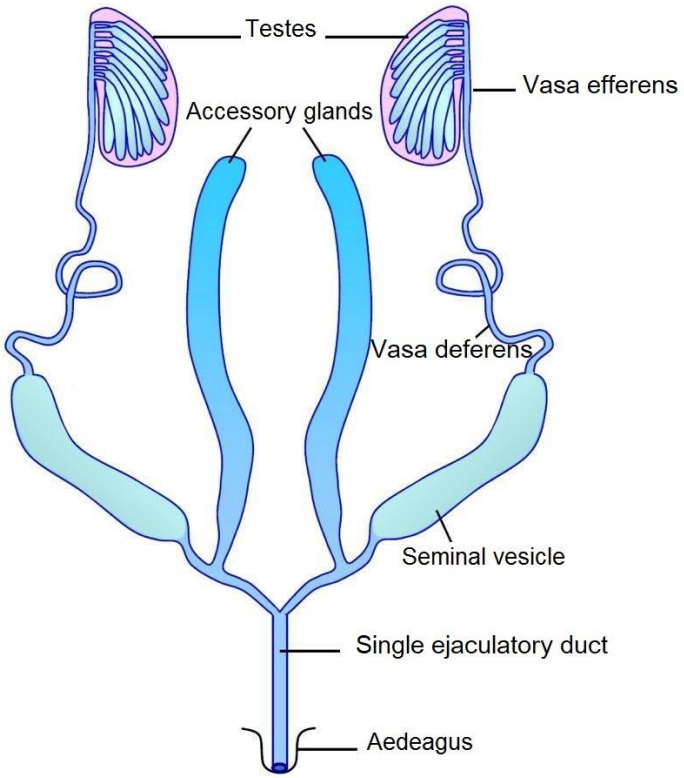
لوحة -28-: الجهاز التناسلي الإنثوي Female Reproductive System

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

- **الجهاز التناسلي الذكري Male Reproductive System**

وظيفة هذا الجهاز في الذكر هو إنتاج وخزن الحيوانات المنوية قبل نقلها إلى الأنثى، وفي بعض الحشرات قد ينتج مواداً تنتقل إلى الأنثى أثناء التزاوج تساعد في عمليات الإستقبال والإخصاب، هناك وظيفة أخرى قد تحصل صدفةً وهي تزويد الأنثى بمواد غذائية يمكن أن تستغلها البويضات النامية مما يزيد من عدد البيض المنتج.

يتكون هذا الجهاز من زوج من الخصى Testes (مفردها testis)؛ يتصل كل منها بوعاء ناقل Vas deferens يتسع في جزء منه والبعيد عن الخصى مكوناً حويصلة منوية Seminal vesicle، يلتقي الوعاءان الناقلان في مؤخرة الجسم مكونان قناة وسطية عضلية تسمى القناة القاذفة Ejaculatory duct والتي تتصل عند مؤخرتها بالقضيب Aedeagus والذي يُفتح إلى الخارج بالفتحة التناسلية والتي تقع خلف الحلقة البطنية التاسعة من الجهة القصية، ويلتحق بالجهاز زوج من الغدد الملحقة Accessory glands التي تتصل ببداية القناة القاذفة؛ تكون هذه الغدد مسؤولة في بعض الحشرات على إفراز مواد تحيط بالحيوانات المنوية من الخارج على هيئة كيس يسمى حامل الحيامن Spermatophore، تتكون الخصية من مجموعة من أنابيب الحيامن Sperm tube والتي تحتوي على الخلايا الجرثومية الذكرية في مراحل متعاقبة من النمو ومجموعة أخرى من الخلايا المشاركة التي لها وظائف مختلفة، وأن هذه الأنابيب تناظر فروع البيض في مبيض الأنثى.



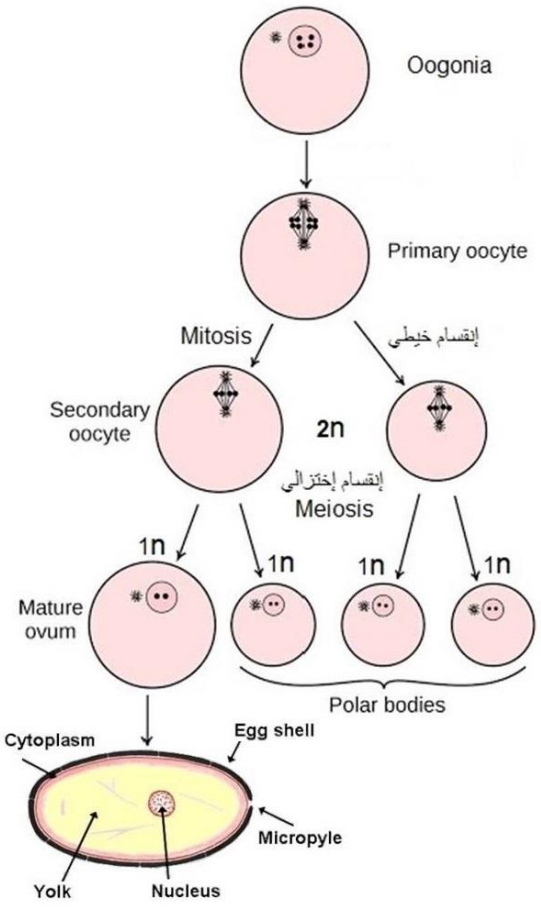
لوحة -29-: الجهاز التناسلي الذكري Male Reproductive System

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

عملية إنتاج البيوض والإخصاب Oogenesis and Fertilization

يتكون المبيض من مجموعة أنابيب تسمى Ovarioles والتي يختلف عددها حسب نوع الحشرة؛ ينقسم كل فرع من هذه الأنابيب إلى منطقتين الأولى جرثومية Germanium وهي الجزء العلوي والذي يتضمن الخلايا الجرثومية Oogania، والمنطقة الثانية تسمى منطقة نمو البيضة Vitellarium والتي تتضمن الخلايا المغذية لخلايا إنتاج البيوض.

من أجل تكوين البيوض، تنقسم أحدى الخلايا الجرثومية لتكون خلية البيض الاولية Primary Oocyte وتتجه بإتجاه أسفل أنبوب البيض، تنقسم كل منها إنقساماً خيطياً مكونة خليتين تسمى كل منهما خلية البيض الثانوية Secondary Oocyte واللتان تكونان ثنائية المجموعة الكرموسومية 2n Diploid، ثم تعاني كلاً منهما إنقساماً إختزالياً ينتج عنها خلية بيضة وثلاث أجسام قطبية Polar bodies، تحوي جميعها نصف العدد من الكروموسومات 1n Haploid، عند نضج البيضة تنزل محاطة بقشرة Chorion والتي تحتوي على ثقب يسمى Micropyle أو النقير الذي يمثل مكان دخول الحيوان المنوي فيحدث الإخصاب. أما في الحشرات ذات التكاثر العذري، كالزنبور المنشاري، فلا يحدث إخصاب ولكي تستعيد الخلايا العدد الكامل من الكروموسومات تتحد خلية البيضة مع أحد الأجسام القطبية.

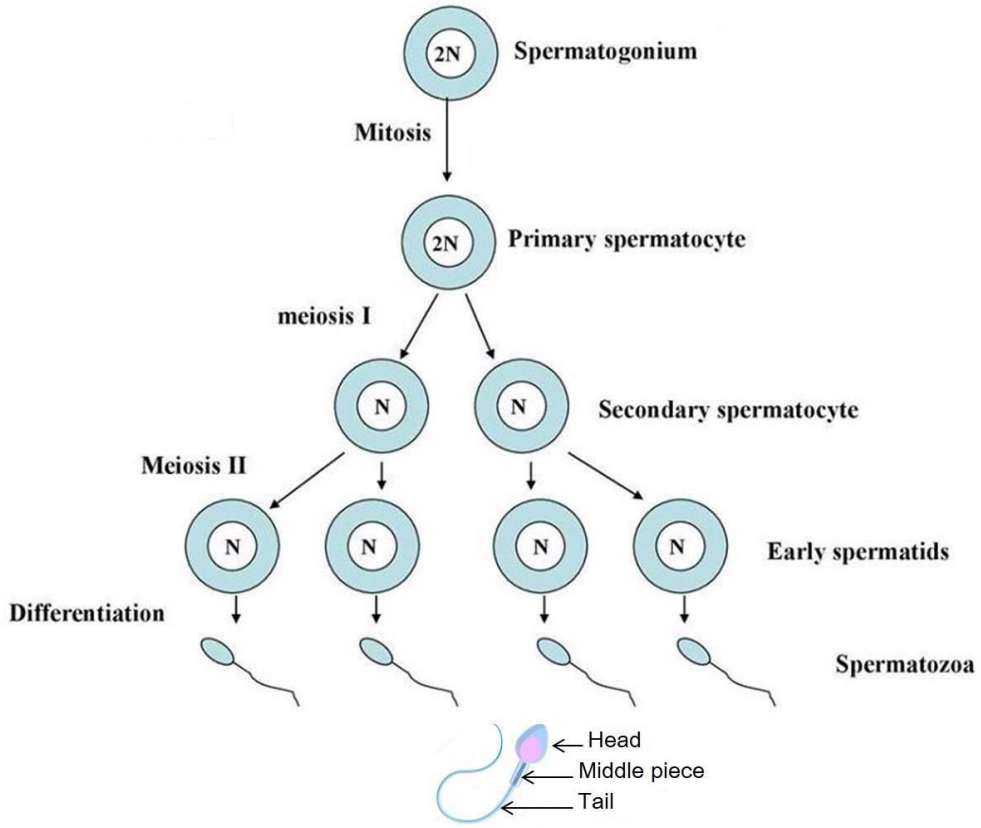


لوحة -30-: عملية إنتاج البيوض Oogenesis

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

إنتاج الحيامن Spermatogenesis

تتكون الحيامن في حويصلات الخصية؛ يوجد في الجزء الأمامي منها الخلايا الجرثومية الأولية Spermatogonia، تنقسم هذه الخلايا خيطياً Mitosis إنقسامات متتالية مكونة أكياساً Cysts تتحرك إلى الجزء الخلفي من الحويصلة بتاثير زيادة حجمها، وعندئذٍ تمر كل خلية في الحويصلة بإنقسامات عديدة فيزداد عددها بصورة كبيرة، تلي مرحلة الإنقسام هذه مرحلة الإنقسام الاختزالي Meiosis والتي ينتج عنها خلايا ذات كروموسومات مختزلة العدد إلى النصف Haploid، يلي ذلك تغييراً في شكل الخلايا الناتجة من الشكل الدائري إلى حيامن متطاولة رفيعة سوطية الشكل تنتقل من قنوات حويصلات الخصى Vas efferent إلى الأوعية الناقلة Vas deferens ومنها إلى الحويصلات المنوية Seminal vesicles، حيث يتم خزنها لحين نقلها إلى الأنثى أثناء عملية التزاوج.



لوحة -31-: عملية إنتاج الحيامن Spermatogenesis

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

التزاوج Mating

عندما يلتقي الذكر بالأنثى من أجل التزاوج تنتقل أعداد كبيرة من الحيامن المنوية من الذكر إلى الأنثى فتخزنها الأخيرة في الكيس المنوي الخاص Spermatheca. علماً بأن لقاء الجنسين ليس مجرد صدفة بل ينجذب أحدهما للآخر تبعاً الى ما يلي:-

1. تأثير اللون.
2. مواد كيميائية ذات روائح جاذبة.
3. تأثير أصوات يطلقها الذكر عادة.
4. إما أن تُلقح الأنثى مرة واحدة خلال فترة حياتها أو عدة مرات.

أنواع التكاثر في الحشرات Types of Reproduction

يكون التكاثر في الحشرات بانواع عديدة تتضمن:

1. بيوضة (أو واضعات بيوض) Oviparity: وهي الطريقة الشائعة في معظم أنواع الحشرات.
2. الولادة البيضية Ovoviviparity: يبقى البيض المخصب في هذا النوع داخل القناة التناسلية للأنثى حتى يكتمل النمو الجنيني، وعندئذٍ تضع الإناث يرقات حديثة الفقس أو يفقس البيض أثناء وضعه، ويتغذى الجنين على محتويات المح الموجود في البيضة، كما في بعض أنواع حشرات السمك الفضي وبعض غمدية الأجنحة .
3. تعدد الأجنة Polyembryony: يمكن أن تنتج البيضة المخصبة الواحدة فردين أو أكثر تنمو إلى عدة حشرات من بيضة واحدة، كما في الحشرات الطفيلية من غشائية الأجنحة.
4. التكاثر العذري Parthenogenesis: تضع الإناث أفراداً جديدةً دون إخصاب البيض، وقد تكون الأفراد الناتجة ذكوراً فقط أو إناثاً فقط وأحياناً مختلطة، كما في بعض أنواع الرعاش وحشرة المن.
5. تكاثر الأطوار غير البالغة Paedogenesis: يحدث التكاثر في هذه الحالة في اليرقات، حيث تصبح المبايض فيها ناضجة وينمو البيض وتكون دورة الحيامن في مثل هذه الحالة معقدة جداً، كما في بعض أنواع غمدية الأجنحة.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

مكونات البيضة Egg Components

أ. القشرة او غلاف البيضة Chorion (Egg shell): وهو جدار قوي غير كايتيني يحمي أجزاء البيضة الداخلية وتفرزه خلايا بطانة أنبوب البيض حيث يتكون قبل إخصاب البيضة.

ب. النقير Micropyle: وهو فتحة صغيرة، واحدة أو أكثر، في أحدى نهايتي البيضة تخترق قشرة البيض.

ج. غشاء المح Vitelline membrane: وهو جدار يبطن قشرة البيضة من الداخل ويضم محتويات البيضة الداخلية.

د. السايتوبلازم Cytoplasm: وهو المادة الحية في البيضة.

ه. النواة Nucleus: وهي الجزء الفعال في الخلية، وتحتوي على الكروموسومات.

و. المح Yolk: وهي المادة المغذية للجنين، وتكون منتشرة في السايتوبلازم.

الحيمن Sperm

هو خلية حيوانية ذكرية تكون في الحشرات على هيئة خلايا رفيعة وطويلة، تتكون من الرأس Head، عصوي الشكل يحتوي على نواة الخلية التي تضم الكروموسومات. ويلي الرأس القطعة الوسطى Middle piece. ويعتقد أن لها أهمية في إنقسام البيضة ونموها بعد التلقيح، يلي المنطقة الوسطى منطقة الذنب Tail وهو جزء خيطي في مؤخرة الحيوان المنوي والذي يساعده على الحركة.

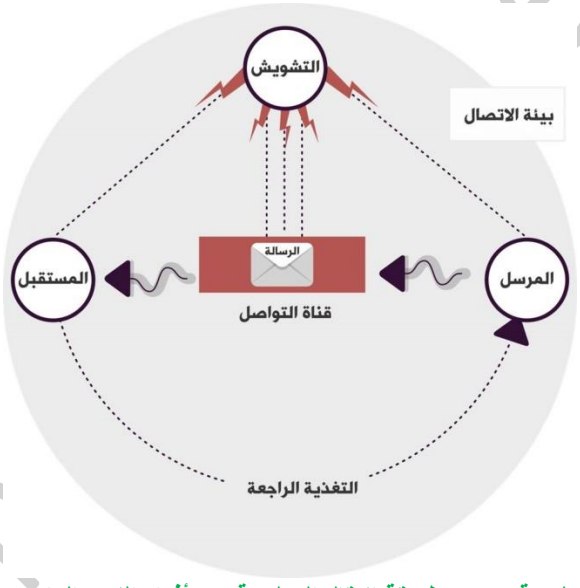
Dr. Ahmed Jameel Sabr

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

الفرمونات والتفاهم Pheromones and Understanding

يستخدم عدد كبير من الكائنات الحية المواد الكيميائية وسيلة للإتصال والتفاهم مع بعضها ومع الكائنات الحية الأخرى. وهذه المواد تكون على نوعين: الكرمونات Kairomones وتستخدم هذه للاتصال بين أفراد تنتمي إلى أنواع مختلفة من الأحياء؛ والفرمونات Pheromones وهي مواد كيميائية تفرزها الحشرات وتستخدمها أفراد النوع نفسه لتثير فيها ردود أفعال معينة تتناسب والمادة المستقبلة، وعلى هذا فإن الفرمونات هي وسيلة إنتقال المعلومات بين أفراد النوع الواحد.

تُفرز الفرمونات من غدد إكتوديرمية موجودة في المنطقة البطنية أو بواسطة غدد مرتبطة بالفكوك كما في رتبة غشائية الأجنحة، أو ترتبط بالأجنحة كما في ذكور حرشفية الأجنحة. وقد تمكن العلماء من فصل مجموعة من هذه المركبات وقد عرفوا تركيبها الكيميائي، وتبين أن أغلبها بسيط التركيب، فمنها مايتركب من سلسلة مبسطة مثل الحامض الكيتوني الذي تفرزه ملكة النحل لإجتذاب الذكور أثناء طيران التزاوج، أو مثل المادة المعروفة بأسم البومبيكول التي تفرزها دودة الحرير *Bombyx mori*.



لوحة -35-: طريقة إنتقال المعلومة بين أفراد النوع الواحد

أنواع الفرمونات Types of Pheromones

1. فرمونات جنسية Sex pheromones: وهي فرمونات يستخدمها أفراد النوع الواحد بغرض التزاوج، قد تفرز من قبل أحد الجنسين ويستقبلها أفراد الجنس الآخر، ويمكن أن تُستشعر هذه الفرمونات من مسافة عدة كيلومترات.

ترجع الإشارة الأولى إلى وجود الفرمونات عند الحشرات إلى عام 1919م، إذ أشار العالم الفرنسي Faber إلى أن أنثى عثة الليل الموضوعة تحت ناقوس زجاجي لاتستطيع جذب الذكور في حين أنهم يتدافعون إليها إذا وضعت في قفص شبكي، وهذا يفسر بأن الأنثى تطلق مادة كيميائية تتنتشر بالهواء قد تلتقطها الذكور بمستقبلات خاصة موجودة على قرون الأستشعار بدليل أن إزالة الأخيرة يسبب عجز الذكور من الوصول إلى الأنثى.

كلية التربية للعلوم المرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jamil Sabr

2. الفرمونات التجمعية Aggregation pheromones: تستخدمها الحشرات لجذب كلا الجنسين إلى مكان معين خلال مدة زمنية معينة لغرض التزاوج أو مهاجمة عائل جديد.
3. الفرمونات المنبهة (فرمونات الإنذار) Alarm pheromones: تطلقها بعض الأفراد لتحذير أفراد النوع ذاته في حالة وجود خطرٍ ما. توجد هذه الفرمونات لدى الحشرات الإجتماعية خاصة النحل والنمل، فإذا داهم خطر ما المستعمرة، تفرز الأفراد التي تقوم بالحراسة فرموناً محدداً يُنبه الأفراد للخطر فتهرع للدفاع عن المستعمرة.
4. فرمونات تعقب الأثر Trial pheromones: تُفرز من قبل الحشرات الإجتماعية أيضاً كالنحل والنمل وهي فرمونات خاصة لتعليم الطرق المؤدية إلى مصادر الماء والغذاء.
5. الفرمونات المانعة للتجمع Non-aggregate pheromones: وتستخدمها بعض أنواع الحشرات، خاصة التابعة لرتبة غمدية الأجنحة لتوقف تجمع الذكور والإناث في مكان معين بعد وصول الأعداد المتجمعة إلى حدٍ حرج يمكن أن يُشكل خطراً على أفراد المجموعة كلها.
6. الفرمونات المانعة لوضع البيض Non-ovulate pheromones: تُفرز هذه الفرمونات من قبل بعض الأنواع التابعة لرتبتي حرشفية وثنائية الأجنحة أثناء وضع بيوضها على عائلٍ ما لمنع أفراد أُخرى من وضع بيوضها على العائل نفسه منعاً للإزدحام وحفاضاً على النوع.

دور الفرمونات في مكافحة الحشرات

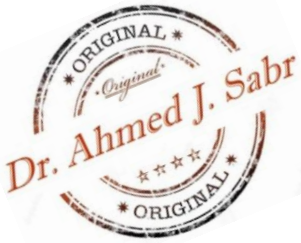
تعتبر الفرمونات التجمعية والجنسية من أكثر الفرمونات دراسةً ومعرفةً في وقتنا الحاضر من حيث تركيبها الكيميائي وآلية عملها، وإمكانية إستخدامها في مكافحة الحشرات. تمتاز هذه الفرمونات بأنها متخصصة بالنوع نفسه وفعالة بيولوجياً بتراكيز منخفضة جداً. كما أنها عديمة السمية للإنسان والأحياء الأخرى، مما يعطيها ميزات خاصة تجعل منها وسيلة هامة في مكافحة الآفات الحشرية ذات الأهمية الإقتصادية عن طريق إستخدامها لجذب الحشرات إلى مصائد خاصة تدعى المصائد الفرمونية، إذ تؤدي دوراً هاماً في مكافحة الآفات الحشرية عن طريق:-

1. تحديد موعد ظهور الحشرات والتغيرات التي تطرأ على اعدادها خلال فترة نشاطها.
2. تحديد أعداد أجيال الحشرات والكثافة النسبية لكل جيل وإنتشاره على مدار العام والخطر الذي يكونه على المحصول.
3. تقدير الحاجة إلى إجراء عمليات المكافحة وتوقيتها بدقة.
4. إستخدامها كأحد وسائل المكافحة، عن طريق:-
   أ- جذب الحشرات وصيدها على شريط لاصق.
   ب- جذب الحشرات إلى طعم سام وقتلها.
   ج- التشويش على الذكور ومنعها من التعرف على مكان وجود الإناث مما يعوق إخصابها.
   د- نقل العوامل الممرضة إلى مجتمع الحشرات.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

إستخدام المصائد الفرمونية للمراقبة والإنذار الزراعي

تُمكننا المصائد الفرمونية من الكشف عن وجود آفة ما، وتقدير أعدادها النسبية بدقةٍ وكفاءةٍ عاليتين، كما أنها لا تتطلب أشخاصاً مدربين للتعرف على الأنواع المختلفة من الحشرات العالقة بها، وذلك أنها متخصصة بنوع واحد فقط. ونادراً ما ينجذب إليها أفراد أنواع أُخرى (خلافاً للمصائد الضوئية). تستخدم هذه المصائد في الإنذار الزراعي لمعرفة مستوى الضرر الذي يمكن أن تسببه مجاميع حشرة معينة ومن ثم الحاجة إلى مكافحتها. يساعد استخدام المصائد الفرمونية على خفض عدد مرات المكافحة الكيميائية، عن طريق جمع معلومات دقيقة عن مجتمع الحشرة في الطبيعة، ومن ثم مدى الخطر الذي تكونه، وتحديد موعد ظهورها مبكراً ولو وجدت بأعداد منخفضة جداً بسبب حساسيتها الشديدة. تستعمل المصائد الفرمونية بكثرة في الوقت الحاضر في مراقبة مجتمعات الحشرات ذات الأهمية الإقتصادية للمحاصيل الزراعية والأشجار المثمرة لغرض تقدير مدى الحاجة إلى إجراء عمليات المكافحة وتوقيتها بدقة، ويزيد عدد أنواع الآفات الحشرية التي يتوفر لها مصائد فرمونية في الوقت الحاضر على 250 نوع.



Dr. Ahmed Jameel Sabr

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

علم التصنيف Taxonomy

أولا:- صنيف الحشرات غير المجنحة Subclass: Apterygota

يتميز هذا الصنيف بـما يلي:

أ. لاتمتلك هذه الحشرات أجنحة أساساً، حيث لاتنمو أي آثار للأجنحة أي إنها تنحدر من أسلاف غير مجنحة.

ب. التحول فيها معدوم أو ضئيل جداً، والصغير (Young) يشبه الكامل تماماً.

ج. يمتلك الكامل، عند منطقة البطن، زوجاً أو أكثر من اللواحق في الحلقات قبل التناسلية.

د. يتمفصل الفك القاضم فيها مع الرأس في نقطة واحدة.

يمثل أفراد هذا الصنيف المجاميع الأكثر بداءةً في سلم التطور حيث ظهرت قبل إمتلاك الحشرات الأخرى للأجنحة وهي تختلف تماماً عن الحشرات الفاقدة لأجنحتها كتطور ثانوي، مثل القمل.

تقسم الحشرات غير المجنحة إلى أربع رتب هي:

1. Order: Thysanura رتبة شعرية الذنب
2. Order: Diplura رتبة مزدوجة الذنب
3. Order: Protura رتبة أولية الذنب
4. Order: Collembola رتبة ذات الذنب القافز

ثانيا:- صنيف الحشرات المجنحة Subclass: Pterygota

ويمتاز هذا الصنيف بما يلي:-

أ. تمتلك الحشرات زوجين من الأجنحة أو زوجاً واحداً فقط، وقد تفقد الأجنحة، كتكيف ثانوي، كما في الحشرات الطفيلية كالقمل والبراغيث.

ب. لايمتلك الكامل في منطقة البطن أياً من الزوائد على الحلقات البطنية الواقعة أمام الحلقات التناسلية.

ج. تتمفصل الفكوك القاضمة بنقطتين مع الرأس.

د. التحول فيها مختلف حسب مجاميع الحشرات (تدريجي أو كامل أو مفرط).

يقسم هذا الصنيف إستناداً إلى طريقة نمو الأجنحة على قسمين هما:-

I. قسم خارجية نمو الأجنحة Division: Exopterygota

تتميز حشرات هذا القسم كون أجنحتها تنمو بشكل براعم خارجية wing buds، تزداد بالطول والتميز بعد كل إنسلاخ، وتاخذ شكلها النهائي بعد آخر إنسلاخ وظهورها الكامل، كما تمتاز بوجود دور

كلية التربية للعلوم المرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

Stage غير كامل قد يكون حورية برية Nymph أو حورية مائية Naiad، وعليه فالتحول في أفراد هذا القسم قد يكون تدريجي أو ناقص. ويمكن تمييز الرتب التالية ضمن هذا القسم بما يلي:-

1. Order: Ephmeroptera رتبة ذبابة مايو
2. Order: Odonata رتبة الرعاشات
3. Order: Plecoptera رتبة مطبقة الاجنحة
4. Order: Grylloplattoidae رتبة الكريلوبلاتوديا
5. Order: Orthoptera رتبة مستقيمة الاجنحة
6. Order: Phasmida رتبة عصا الراعي
7. Order:Dermaptera رتبة جلدية الاجنحة
8. Order:Embioptera رتبة الغازلات
9. Order:Dictyoptera رتبة الصراصير
10. Order: Isoptera رتبة متساوية الاجنحة
11. Order: Zoraptera رتبة خالية الاجنحة
12. Order: Psocoptera رتبة قمل الكتب
13. Order: Mallophaga رتبة القمل القارض
14. Order: Siphunculata رتبة القمل الماص
15. Order: Hemiptera رتبة نصفية الاجنحة
16. Order: Homoptera رتبة متشابهة الاجنحة
17. Order: Thysanoptera رتبة هدبية الاجنحة

ملاحظة: التوزيع الى رتب قد يتغير وقد تضاف رتب جديدة.

II. قسم الحشرات داخلية نمو الأجنحة Division: Endopterygota

تتصف حشرات هذا القسم بكون أجنحتها ذات نمط نمو داخلي غير ظاهر وهذا النمو يستمر حتى تنعكس الأجنحة إلى الخارج في آخر طور يرقي عند تحولها إلى عذراء، وتأخذ الأجنحة شكلها النهائي عند خروج العذراء من شرنقتها حيث تتحرر الكاملة.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

كما يمتاز أفراد هذا القسم بأن تحولها كامل أو كامل مفرط أي أنها تمر بأربعة أدوار تبدأ بالبيضة ثم اليرقة فالعذراء وأخيراً الحشرة الكاملة. يضم هذا القسم رتب الحشرات العليا في سلم التطور وهذه الرتب هي:-

1. Order: Neuroptera رتبة شبكية الاجنحة
2. Order: Mecoptera رتبة الذباب العقربي
3. Order:Lepidoptera رتبة حرشفية الاجنحة
4. Order:Trichoptera رتبة شعرية الاجنحة
5. Order: Diptera رتبة ثنائية الاجنحة
6. Order:Siphonaptera رتبة خافية الاجنحة
7. Order:Hymenoptera رتبة غشائية الاجنحة
8. Order: Coleoptera رتبة غمدية الاجنحة
9. Order:Strepslptera رتبة ملتوية الاجنحة

ملاحظة: التوزيع إلى رتب قد يتغير وقد تضاف رتب جديدة.

Class: Insecta

Subclass: Apterygota

- **Order: Thysanura (Silverfish)** رتبة شعرية الذنب

حشرات هذه الرتبة صغيرة إلى متوسطة الحجم تتميز بما يلي:-

1. أعضاء الفم ظاهرة خارجية في الرأس ومتخصصة للقطع.
2. قرون الإستشعار شعرية متعددة القطع.
3. يتكون الرسغ من 2-4 حلقة.
4. تمتلك حلقات البطن عدداً مختلفاً من الزوائد الواقعة أمام اللواحق التناسلية.
5. يوجد في نهاية البطن زوج من القرون الشرجية متعددة القطع شعرية الشكل طويلة، وتوجد زائدة وسطية بينهما تسمى الخيط الوسطي Median Filament.

تضم هذه الرتبة أفراد من الحشرات تمثل أكثر الحشرات بداءة من ناحية التطور. ويمكن تقسيم أنواع هذه الرتبة إلى عائلتين:-

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

I. Family: Machilidae

تمتلك أفراد هذه العائلة عيوناً مركبة كبيرة، وعيون بسيطة، وتحوي الحلقات البطنية من 1–7 زوائد بطنية، كما تمتلك أقلام Styles على الحراقف الصدرية، ومثالها الجنس *Machilis*.

II. Family: Lepismatidae

تضم السمك الفضي Silver fish، أفراد هذه العائلة ذات عيون مركبة صغيرة، ولاتمتلك عيون بسيطة ولها حويصلات بطنية Abdominal vesicles. لاتحوي الحراقف الصدرية على أقلام، ومثالها الجنس *Lepisma*.

- **Order: Collembola (Springtail)** رتبة ذات الذنب القافز

تضم هذه الرتبة حشرات صغيرة الحجم لايزيد طولها عن 5 ملم، تتواجد في التربة وتحت النباتات المتفسخة وبين الأعشاب وتحت قلف الأشجار. تغذية هذه الحشرات رمية أو نباتية، أهم مميزات هذه الرتبة:-

1. أعضاء فمها ظاهرة ومتخصصة للقطع أو المص، تتألف قرون الإستشعار فيها من أربعة قطع.
2. لاتمتلك عيون مركبة.
3. عدد حلقات البطن فيها ستة فقط.
4. تمتلك الكثير من أنواعها عضو حلزوني نابض عند الحلقة البطنية الرابعة يسمى Furcula.
5. لايوجد فيها جهاز قصبي تنفسي ولا أنابيب مالبيجي.

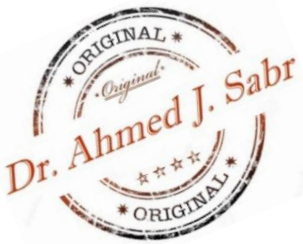
تقسم هذه الرتبة إلى رتيبتين هما:-

I. Suborder: Arthropleona

Family: يكون جسمها متطاول وتتمايز حلقات الصدر عن حلقات البطن. من عوائلها Entomobryidae.

II. Suborder: Symphapleona

Family: جسمها كروي الشكل، تتحد الحلقات الصدرية والبطنية الأربعة الأولى. من عوائلها Sminthuridae.



Dr. Ahmed Jameel Sabr

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم

علم التصنيف Taxonomy

ثانياً:- صنيف الحشرات المجنحة Subclass: Pterygota

I. قسم الحشرات خارجية نمو الأجنحة Division: Exopterygota

تكون الرتب التابعة لهذا القسم على ثلاث مجموعات وهي:-

1) مجموعة الرتب الحفرية Paleopteron group

وتشمل رتب الحشرات التي تمتلك صفات أكثر بداءةً وأقرب إلى أسلافها، وتكون غير قادرة على طي أو ثني أجنحتها عند الراحة. يكون التحول فيها غير كامل Incomplete، تغذيتها إفتراسية وتعيش أدوارها غير البالغة (Naiad) في الماء، وتتنفس بواسطة الغلاصم.من رتب هذه المجموعة:

- **رتبة الرعاشات Order: Odonata**

تضم حشرات مفترسة بدوريها البالغ والحوري، إذ أن أعضاء فمها قاطعة ماضغة قوية شديدة الإفتراس لكثير من الحشرات التي تصادفها أثناء طيرانها. يتصل الرأس، في البالغات، بالصدر عن طريق عنق رفيع ويكون الرأس كبير وسهل الحركة، يحوي زوج من العيون المركبة الكبيرة جداً، تكون قرون الإستشعار قصيرة (3 – 7)، أما الصدر فيحوي زوجين من الأجنحة الغشائية (لاتمتلك جهاز شبك للأجنحة) متساوية أو غير متساوية في الطول كثيرة التعرق الطولي والعرضي. أما البطن فتتألف من عشر حلقات متطاولة ورفيعة وتحوي عند نهايتها تركيب يسمى الذنب Telson. حورياتها Naiad مفترسة، تعيش في معظم البيئات المائية عدا البحار والمحيطات.

تقسم هذه الرتبة إلى رتيبتين إعتماداً على طول الأجنحة :-

1. رتيبة غير متشابهة الأجنحة Suborder: Anisoptera

ويطلق على أفرادها Dragon flies، وتمثل أفرادها رعاشات يكون الزوج الخلفي من أجنحتها أوسع من الزوج الأمامي وتكون الأجنحة غير مسوقة عند قاعدتها (لاتمتلك سويق)، تكون الأجنحة عند عدم الطيران ممتدة إلى الخارج (عمودية على الجسم)، وهي حشرات ضخمة الحجم. تمتلك حورياتها غلاصم مستقيمة (Rectal gills) ومن عوائلها:

أ. عائلة Family: Aeschindae

العروق المستعرضة قبل العقدة غير ملتقية، والمثلثات على كلا الجناحين الأمامي والخلفي متشابهة.

ب. عائلة Family: Libellulidae

العروق المستعرضة قبل العقدة ملتقية في الجناح، والمثلثات على كلا الجناحين غير متشابهة.

2. رتيبة متشابهة الأجنحة Suborder: Zygoptera

يطلق على أفرادها Damselfly، يكون كلا الجناحين الأمامي والخلفي متشابهين ويحملان عند الراحة بصورة موازية للجسم. الحشرات الكاملة رعاشات صغيرة الحجم، جسمها رفيع جداً (خيطي)، تمتلك الحوريات المائية غلاصم ذنبية Caudal gills، ومن عوائلها:

أ. عائلة Family: Agrionidae

تكون العروق متساوية وغير متضيقة عند القاعدة، عدد العروق العرضية قبل العقدة 1 – 5 عروق.

ب. عائلة Family: Coengrionidae

تكون الأجنحة متضيقة عند قاعدتها بشكل سويق والعروق العرضية قبل العقدة قليلة 1 – 3 عروق.

Dr Ahmed Jameel Sabr

2) مجموعة الرتب المشابهة لمستقيمة الأجنحة Orthropteroid group:

- **رتبة مستقيمة الأجنحة Order: Orthoptera**

Ortho= Straight ، Ptera = wings

حشرات هذه الرتبة شائعة ومعروفة للإنسان كالجراد الذي يسبب مشاكل إقتصادية ومجاعات، وأهم ما يميز هذه الرتبة:-

أ. أغلب حشرات هذه الرتبة مجنحة، الجناح الأمامي يكون جلدي Tegmen ذو تعرق خاص، والثاني غشائي يطوى تحت الجناح الأول بما يشبه المروحة.

ب. أجزاء الفم سفلية Hypognathous من النوع القاضم.

ج. التحول تدريجي Gradual metamorphosis، حورياتها برية المعيشة.

د. تشترك جميع أفراد هذه الرتبة بكون الزوج الأخير من الأرجل متحور للقفز، وللأنثى آلة وضع بيض جيدة التكوين، القرون الشرجية قصيرة غير مقسمة.

أغلب حشرات هذه الرتبة نباتية التغذية، ولو أن لبعضها عادات أخرى في التغذية، تصدر ذكور هذه الحشرات أصواتاً خاصة نتيجة إحتكاك الأجنحة بفخذ الرجل الخلفية، أو نتيجة لإحتكاك الرجل الخلفية بالحلقة البطنية الثانية أو الثالثة واللتان تمتلكان تركيب جلدي خاص لهذا الغرض. إن من عوائل هذه الرتبة هي:

1. عائلة الجراد Family: Acrididae (Locustidae)

يدعى بالجراد ذو القرون القصيرة Short-horned grasshopper، قرون الإستشعار لجراد هذه العائلة قصيرة، نادراً ماتصل إلى نصف طول الجسم. يكون الرسغ ذو ثلاث قطع، آلة وضع البيض قصيرة، ولبعضها أجنحة (الزوج الثاني) ذو ألوان براقة (ملونة). تضع بيوضها في التربة، وتشمل هذه معظم أنواع الجراد والجراد المهاجر والصحراوي.

الجراد حشرات نباتية التغذية (ملتهمة) تعيش أحياناً بشكل أسراب وتسبب أضرار كبيرة في المزروعات، وتقطع مئات الكيلومترات وأينما تحط تاكل كل ماتجده، وتتطلب مكافحته جهود دولية لأكثر من دولة إذ قد يهاجر من بلد لآخر ومن قارة لأخرى لذلك يسمى بالجراد المهاجر Migrated Locust. يوجد الجراد في الطبيعة بثلاث مظاهر:-

أ. المظهر الإنفرادي Solitary: يلاحظ هنا أفراداً تعيش معزولة عن بعضها ومنتشرة في منطقة شاسعة ضمن الموقع الجغرافي.

ب. المظهر التجمعي Gregarious: حيث يلاحظ أعداداً كبيرة جداً تعيش معاً بشكل مزدحم ضمن منطقة ضيقة إستعدادا للهجرة.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr.Ahmed Jameel Sabr

ج. المظهر الإنتقالي Transitional: وتكون الأفراد فيها بمظهر وسط بين الإنفرادي والتجمعي.

إن أهم انواع هذه العائلة هو النوع *Schistocerca gregaria*.

2. عائلة الجراد Family: Tettigoniidae

يدعى بالجراد ذو القرون الطويلة Long-horned grasshopper، تكون قرون الإستشعار في هذا الجراد طويلة جداً حيث تكون بطول الجسم أو اطول من الجسم، يتكون الرسغ من أربع قطع، آلة وضع البيض تكون سيفية طويلة، البطن فيها أقصر من الأجنحة ولاتهاجر، لها عضو سمع يقع على ساق الأرجل الأمامية. تضع بيوضها داخل النبات. مثالها النوع *Conocephalus mandibulatus*.

3. عائلة صرصر الحقل Family: Gryllidae

قرون الإستشعار فيها قصيرة، يتكون الرسغ من ثلاث قطع، لها عضو سمع يقع على ساق الرجل الأمامية، للأنثى آلة وضع بيض طويلة. الحشرات نباتية التغذية، تتغذى على الحشائش والخضروات ويوجد نوع يتغذى على قرض الملابس داخل البيوت. تصدر أفرادها أصواتاً قوية خاصة في المساء نتيجةً لإحتكاك الحافة السميكة للجناح الأيسر (غالبا) مع حافة الجناح الآخر (المسننة والسميكة). تأخذ الأجنحة وضع مرتفع بزاوية 45° عند إصدار الصوت. من أهم أنواعها *Gryllus domestica*، ينشط هذا النوع ليلاً في المنازل، لونه أصفر ويعيش غالباً داخل شقوق الأثاث، أما النوع الذي يعيش في الحدائق فيكون داكن اللون، يتغذى على جذور النباتات.

4. عائلة الكاروب Family: Gryllotalpidae (Mole crickets)

تتحور الأرجل الأمامية لحشرات هذه العائلة لغرض الحفر، قرون الإستشعار قصيرةجداً، آلة وضع البيض أثرية، بعض الأنواع مجنحة تستطيع الطيران، وهناك انواع غير مجنحة. تعيش في التربة، وتعمل أنفاق داخلها وتتغذى على ماتصادفها من جذور نباتات خاصة الصغيرة منها لذلك فهي مضرة جداً بالنباتات، وقد تتغذى في بعض الأحيان على ديدان الأرض وبيوض وصغار نفس نوعها. أهم الأنواع هو النوع *Gryllotapla gryllotapla*.

- **رتبة الصراصر Order: Dictyoptera**

حشرات متوسطة إلى كبيرة الحجم، قرون الإستشعار خيطية، أجزاء الفم قاضمة، الأرجل متحورة للمشي وبعضها ذو أرجل متحورة للقنص، يتألف الرسغ من خمس قطع، الجناح الأمامي متثخن (Tegmen)، القرون الشرجية متعددة القطع، ليس لها أعضاء سمع، ولاتصدر أصوات، تضع بيوضها وتحيطها بكيس Ootheca. يضع بعض العلماء هذه الرتبة مع رتبة مستقيمة الأجنحة لكن بالنظر لتميز أفرادها بصفات خاصة فقد فُصلت إلى رتبة مستقلة. تقسم هذه الرتبة إلى رتيبتين هما:-

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

1. رتيبة المردان Suborder: Blattaria

تتميز بكون الرأس يتغطى بالصفيحة الصدرية الأولى، وأن أرجلها الأمامية غير متحورة، ولها عينين بسيطة مضمحلة Fenestra، تكون القانصة مثخنة بتراكيب تشبه الأسنان تساهم في طحن الطعام. تضم هذه الرتيبة عائلة واحدة هي:-

- عائلة الصراصر المنزلية Family: Blattidae (Cockroaches)

حشرات مألوفة سريعة الجري جسمها بيضوي مضغوط، قرون الإستشعار طويلة شعرية، عيونها مركبة، يغطي الصدر الأمامي الرأس حيث يكون أشبه بالدرع، بعضها مجنحة وأخرى قصيرة الجناح أو فاقدة للأجنحة، تعيش في المناطق الرطبة والمظلمة، ليلية النشاط Nocturnal وتعتبر من الآفات المنزلية.

تضع الإناث بيوضها داخل محفظة أو كيس يحوي داخله 15– 40 بيضة مرتبة في صفوف متناظرة، بعض أنواعها تعيش داخل الخشب المتفسخ وتحت قلف الأشجار، تعتبر من أسوء الآفات التي ترافق الانسان حيث تعيش في المجاري وعلى فضلات الطعام وتنتقل داخل البيوت وتلوث غذاء الإنسان بفضلاتها وإفرازاتها وبذلك تنقل إليه العديد من مسببات الأمراض، وتساهم في الوقت نفسه بتحليل المواد العضوية. من أنواعها المهمة *Periplantea americana* L.

هناك أنواع تعيش في الحدائق تختفي نهاراً وتظهر ليلاً وهي ذات ضرر محدود. تكون الإناث ذات شكل بيضوي متطاول فاقدة لأجنحتها، والذكور مجنحة ذات قرون إستشعار قصيرة، يغلب على الجنسين اللون البني الداكن وإسمها العلمي *Polyphaga aegyptica*. وتوجد أيضاً أنواع من هذه العائلة تعيش في الخشب المتفسخ وأثاث المطابخ تسمى بصراصر الخشب، تكون ذات لون اصفر مائل إلى البرتقالي، وهي صغيرة الحجم وذات قرون إستشعار طويلة، تختفي نهاراً في المناطق الرطبة والمظلمة ويمكن أن تتواجد داخل أجهزة التبريد ويمكن ملاحظتها أيضاً داخل الثلاجات. من أهم اجناسها Genus: *Supella*.

بصورة عامة، حشرات هذه العائلة ضعيفة الطيران لأن معظمها لا تحتاج إلى التنقل لمسافات طويلة حيث تنتقل بصورة عرضية مع الأثاث والأمتعة، وكذلك لكون بيئتها توفر لها الظروف المثلى والغذاء دائماً.

2. رتيبة فرس النبي Suborder: Mantodea

يكون الرأس غير مغطى بالصفيحة الصدرية ، تمتلك ثلاث عيون بسيطة بالإضافة إلى العيون المركبة الكبيرة، تتحور الأرجل الأمامية للقنص، تكون القانصة غير مسننة لتفتيت الطعام. أهم عوائلها هي:

- عائلة Family: Mantidae

تمثل حشرات مفترسة بشراهة على الذباب والجراد، أجنحتها الأمامية جلدية طويلة ، الصدر الأمامي متطاول، ويكون الجسم بألوان متنوعة تساعدها في التمويه لغرض الإفتراس. تقف ساكنة رافعة أرجلها الأمامية وكأنها تصلي من أجل الإفتراس والترصد. أهم انواعها هو *Mantis religiosa* (praying

Dr. Ahmed Jameel Sabr

(mantis، والذي يعتبر من الحشرات النافعة لأنها تتغذى على حشرات ضارة، تضع الأنثى بيضها بشكل كتل كبيرة مغلفة بكيس تلصقه على ساق النبات.

3) مجموعة الرتب الشبيهة بنصفية الأجنحة Hemipteroid group:

- **رتبة القمل الماص Order: Siphunculata or Anoplura**
  - (ممص = sucker) =siphon
  - (لاسع= sucking lice).

حشرات طفيلية صغيرة، غير مجنحة، مسطحة الرأس، الصدر صغير، قرون الإستشعار قصيرة تتألف من 3–5 عقل، العيون أثرية أو معدومة، أجزاء الفم ثاقبة ماصة تعيش بهيئة طفيليات خارجية Ectoparasite على الإنسان والحيوانات الثدية إذ تمتص دمها وتسبب حمى وطفح على الجلد وتساهم في نقل بعض الأمراض مثل التيفوس. يتعلق القمل بشعر العائل بواسطة أرجله المتحورة لهذا الغرض. توجد أنواع عديدة من هذه الطفيليات تتخفى في مناطق تطفلها على جسم الإنسان. من أهم عوائل هذه الرتبة:

1. عائلة قمل الرأس Family: Peduculidae

تشمل هذه العائلة أنواع القمل الذي يعيش على رأس الإنسان ونوع آخر يعيش على الجسم وهما *Pediculus humanus capitis* (Head lice) و *P. h. corporis* (Body Lice).

يعيش النوعين أعلاه على جسم الإنسان، حيث تضع بيوضها على شعر الإنسان بمعدل 8 – 12 بيضة يومياً (حوالي 300 بيضة طول فترة حياتها). تلصق بيوضها عند جذور الشعر، تفضل مناطق الشعر خلف الأذنين وعند حافة الرقبة، تفقس بعد مدة حضانة قد تصل الى 6 أيام إلى حوريات تنسلخ ثلاث مرات لتصل إلى مرحلة البلوغ. تكون ذات تحول تدريجي ودورة الحياة تستغرق 7 أسابيع أحياناً، تنتقل إلى شخص آخر (العدوى) عن طريق إستخدام أدوات الشخص المصاب مثل الملابس والأمشاط. تتسبب الإصابة بمرض التيفوس نتيجة لتلوث الجروح أو الخدوش الناتجة من الهرش والحك ببراز أو عصارة دم الحشرة الحاوي على مسبب المرض وهو نوع من الركتسيا.

2. عائلة قمل العانة Family: Phthiridae

أهم أنواعه *Phthiruis pubis*، ويعيش على شعر منطقة العانة حيث يضع هذا النوع بيوضه على طول الشعرة وتفقس بعد 6 –8 أيام، بعد الفقس تنسلخ الحوريات ثلاث إنسلاخات لتتحول إلى البالغة، لم يعرف عنها نقل أي أمراض إلا أن عضتها مؤلمة ومثيرة للحكة والهرش ويسمى أيضاً Crab lice لان شكل القملة يشبه حيوان السرطان لكن حجمه صغير.

3. عائلة قمل الحيوانات Family: Haematopinidae

تضمن هذه العائلة أنواع من القمل الذي يتطفل على الأبقار والخيول والخنازير.

كلية التربية للعلوم المرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

- **رتبة نصفية الأجنحة Order: Hemiptera**
  - half =hemi.
  - wings =ptera.

حشرات هذه الرتبة متغايرة في الحجم منها الكبير العملاق ومنها الدقيق. أغلب الأنواع مضرة للنبات حيث تمتص العصارة النباتية كالبقة الخضراء، وبعضها يمتص دم الإنسان مثل بق الفِراش ومنها ماينقل أمراضاً للنبات، ومنها المفترس لغيره من الحشرات.

تكون معيشة أكثر الأنواع برية، وتوجد أنواع أخرى تعيش في مياه البرك والمستنقعات أو بالقرب من حافاتها حيث تفترس الحيوانات المائية الصغيرة كالهائمات وحتى صغار الأسماك والدعاميص. تمتلك أنواعاً منها غدد خاصة تفرز سائلاً ذو رائحة كريهة للدفاع عن نفسها. أهم مميزات هذه الرتبة ما يلي:

أ. أعضاء الفم ثاقبة ماصة نموذجية.

ب. قرون الإستشعار خيطية طويلة في الأنواع الأرضية وقصيرة مخفية داخل أخاديد خاصة بمنطقة الرأس في الأنواع المائية.

ج. تمتلك أغلبها جناح أمامي نصفي، حيث تكون قاعدة الجناح جلدي سميك أو متعرق وطرفه البعيد غشائي، لذلك يطلق عليها نصفية الأجنحة، أما الجناح الخلفي فيكون نحيف.

د. التحول فيها من النوع التدريجي.

يمكن تقسيم رتبة نصفية الأجنحة إلى رتيبتين هما:

1. رتيبة مخفية اللوامس Suborder: Cryptocerata

وتشمل الأنواع المائية التي تكون فيها قرون الإستشعار مخفية داخل أخاديد خاصة على الرأس.

- من العوائل التابعة لرتيبة مخفية اللوامس Suborder: Cryptocerata هي:
  - عائلة البق المائي العملاق Family: Belostomatidae (Giant water bug)

تمثل أكبر حشرات الرتبة حجماً، يصل طولها أحياناً إلى أكثر من 10 سم. جسمها بيضوي الشكل، والرأس صغير مقارنةً بحجم الجسم، تتحور الأرجل الأمامية للقنص وتمزيق جسم الفريسة والأرجل الخلفية مسطحة محوَرة للسباحة. تعتبر حشرات شديدة الإفتراس، تتغذى على صغار الدعاميص والأسماك الصغيرة؛ حيث تطير أحياناً وتنجذب للضوء ليلاً. تلصق الإناث بيوضها على ظهور الذكور وتبقى البيوض لحين فقسها، تضع الإناث في أنواع أخرى بيوضها على النباتات. تستغرق دورة حياتها أكثر من شهر، وتقضي فصل الشتاء بهيئة حشرة كاملة.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

2. رتيبة ظاهرية اللوامس Suborder: Gymnocerata

أنواع هذه الرتيبة برية المعيشة وقرون الإستشعار فيها ظاهرة وأطول من الرأس.

➢ بعض العوائل التابعة لرتيبة ظاهرية اللوامس Suborder: Gymnocerata هي:

أ. عائلة البق النتن Family: Pentatomidae (Stink bugs)

تكون الحشرات بألوان برَاقة، يكون جسمها قصير مضغوط، وتفرز سوائل ذات رائحة كريهة عند مسكها باليد من غدد تقع عند منطقة الصدر، قرون الإستشعار قصيرة وتتالف من 5 حلقات، يكون الدريع Scutellum للصدر الأمامي بارز مدبب مثلث الشكل، تتغذى أغلب أنواع هذه العائلة على العصير النباتي. من أهم أنواعها: البقة الخضراء *Nazara viridula* (Green bug)، وتكون خضراء اللون كبيرة الحجم نباتية التغذية.

ب. البق الفتَاك Family: Reduviidae (Assassin bug)

ويسمى أيضاً البق المقبَل Kissing bug، حشرات هذه العائلة ذات خطم مخروطي الشكل طويل يمتد للإمام، حشرات مفترسة. تتضمن هذه العائلة أنواع تتغذى على دم الفقريات وخاصةً الإنسان، وعند التغذية تفرز لعاباً يحوي مواد تشل فرائسها وتسبب آلام قوية عند مكان العضَة. تنقل أحد أنواع الممرضات الطفيلية وهو النوع *Trypanasoma cruzi* الذي يسبب مرض النوم الأفريقي المسمى Chagas disease (مرض شاكاس). بعد إتمام تغذيتها على دم العائل تتغوط في مكانها حيث يحوي الغائط مسببات المرض التي تنزل أيضاً عن طريق الجرح إلى داخل جسم العائل عند حك منطقة التغذي، تستقر الطفيليات في عضلات القلب وتتكاثر هناك. تكون أجزاء الفم بهيئة خرطوم يتألف من ثلاث قطع ويكون قوياً بارزاً للأمام، يحمل الرأس زوج من عيون مركبة كبيرة الحجم تقع خلف كل منها عين بسيطة. تتضمن هذه العائلة انواعاً نباتية التغذية وهي بذلك تعتبر آفات إقتصادية ضارَة.

ج. بق الفراش Family: Cimicidae (Bed bug)

تكون ذات جسم مسطح وعريض، تنفقد الأجنحة فيها، وأجزاء الفم ثاقبة ماصة، يتألف الخرطوم فيها من ثلاث قطع، اللوامس قصيرة الحجم. أهم أنواعها *Cimex lecturalis*. وهي حشرات صغيرة يبلغ طولها حوالي 1 سم، ترابية اللون وتتغذى على دم الإنسان وبعض الفقريات الأخرى مثل الجرذان والأرانب، تنتشر في آسيا وأفريقيا. تتغذى خلال الليل وتختفي عند النهار في شقوق الأثاث والفراش حيث تضع بيوضها، يعيش البالغ لمدة ستة أشهر أو أكثر. تتحمل هذه الأنواع الجوع لفترات طويلة وقد تضل الحوريات مدة ثمانية أسابيع بعد آخر تغذيتها. بالرغم من تطفلها على الإنسان والحيوان إلا أنه لم يثبت لحد الآن نقلها لمسببات أمراض معينة. تنتشر وتنتقل إلى اماكن جديدة عن طريق نقل الأثاث والأمتعة ويظهر برازها بشكل بقع بنية حمراء على الأفرشة البيضاء ومن هذا يستدل على وجودها.

Dr. Ahmed Jameel Sabr
ORIGINAL Original Dr. Ahmed J. Sabr ORIGINAL

علم التصنيف Taxonomy

ثانياً: صنيف الحشرات المجنحة Subclass: Pterygota

II. قسم الحشرات داخلية نمو الأجنحة Division: Endopterygota

- **رتبة غمدية الاجنحة Order: Coleoptera**

تتضمن هذه الرتبة الخنافس والسوس Beetles and Weevils، وهي حشرات متباينة الأحجام منها الصغير جداً ومنها الكبير، يتحور الجناحان الأماميان إلى غمدين صلبين Elytera يتقابلان على طول الخط الوسطي الظهري وهما فاقدا العروق، يكون الجناحان الخلفيان غشائيين مطويين أثناء الراحة تحت الغمدين، وقد يكونان مختزلين أو قد ينعدم وجودهما تماماً.

أجزاء الفم من النوع القاضم في كلا الحشرة الكاملة واليرقات. الحلقة الصدرية الأولى كبيرة الحجم ومتحركة، يكون الصدر الوسطي مضمحل وملتحم مع الصدر الخلفي الذي يكون كبير الحجم في الأنواع التي لها القدرة على الطيران. التحول في الخنافس من النوع الكامل، وأحياناً من النوع مفرط. تأخذ اليرقات أشكال مختلفة منبسطة أو إسطوانية أو حتى عديمة الأرجل، والعذارى من نوع الحرة Exarate pupa.

تعتبر هذه الرتبة من أكبر رتب الحشرات بل أكبر رتبة في المملكة الحيوانية قاطبةً حيث يبلغ عدد أنواعها أكثر من 250.000 نوع. تعيش في بيئات متنوعة، بعضها قادر على الطيران والبعض الآخر يمشي ويعيش داخل التربة، وأنواع ثالثة مائية المعيشة. تكون الأنواع أمامية أجزاء الفم Prognathous mouth parts، تكون العيون المركبة مختزلة في بعض الأنواع التي تعيش في التربة، وقد تكون كبيرة جداً وملتحمة من الجهة الظهرية في أنواع أخرى، العيون البسيطة نادرة الوجود في أنواع هذه الرتبة.

إن إلتحام الأجنحة الأمامية في بعض الأنواع ولكون الجهة الظهرية لحلقات البطن Tergum متصلبة، وقابلية الرأس على الإنسحاب للداخل، وكون قرون الإستشعار ومفاصل الأرجل قابلة للسحب داخل تجاويف، كل ذلك يوفر إحاطة تامة للثغور مما يخلق درجة من الرطوبة تسمح بحفظ الماء لأقصى حد ممكن، لذا نجد أن غمدية الأجنحة هي عادةً من العناصر المميزة لسكان البيئات الرطبة.

تقسم رتبة غمدية الأجنحة الى ثلاث رتيبات هي:-

1. رتيبة إفتراسية التغذية Suborder: Adephaga

تضم عوائل الخنافس ذات القابلية على إفتراس حشرات أخرى ومنها عوائل الخنافس النمرية والخنافس الأرضية.

2. رتيبة متنوعة التغذية Suborder: Polyphaga

وتضم معظم عوائل غمدية الأجنحة، تتغذى أفرادها بطرق مختلفة وتشكل معظم الخنافس ذات الأهمية الإقتصادية (حيث تُعَد آفات زراعية).

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ameed Jameel Sabr

3. رتيبة Suborder: Archostemmata

تضم هذه الرتيبة عائلتين فقط (تشكل جميعها 30 نوعاً فقط)، تمثل الخنافس القديمة، تتميز بإلتفاف أجنحتها حلزونياً عند القمة في وضع الراحة. لم تسجل أنواعاً منها في العراق، وسجلت في بعض أنواعها توالد للأطوارغير الكاملة Paedogenesis.

➢ بعض العوائل المهمة من رتبة غمدية الاجنحة:

1. عائلة الخنافس النمرية Family: Cicindelidae (Tiger beetles)

تتلون أجسام هذه الخنافس بخطوط وبقع، تتراوح ألوانها بين الخضراء والنحاسية والزرقاء البراقة. تكون البالغات مفترسة أرضية المعيشة، تعيش في المناطق الرملية والترابية ذات الجو الحار، تمتاز بنشاطها الليلي حيث تختبيء تحت الصخور والأحجار، تتميز بفكوك حادة وطويلة تتقاطع أمام الرأس، قرون الإستشعار خيطية تتكون من 11 حلقة، يتألف الرسغ من خمس قطع، تعيش يرقات العائلة داخل ممرات تعملها في التربة، وتكون شديدة الإفتراس.

2. عائلة الخنافس الأرضية Family: Carabidae (Ground beetles)

معظم هذه الأنواع برَية المعيشة ذات قرون إشتسعار طويلة، الأغماد فيها طويلة ويغلب اللون الأسود على بالغاتها، أرجلها طويلة وملائمة للجري السريع، أجزاء الفم جيدة النمو والفكوك طويلة حادة وقوية، قرون الإستشعار خيطية تتألف من 11 حلقة والرسغ من خمسة قطع. نشاط البالغات ليلي، اليرقات إسطوانية الشكل ذات أجزاء فم قوية، أرجلها قوية، وتفترس الديدان والقواقع والحشرات، وقد تفترس حشرات أخرى تعيش معها في التربة، تمثل هذه العائلة أكبر عوائل رتبة غمدية الأجنحة.

3. عائلة الخنافس الغواصة Family: Dytiscidae (Diving beetles)

وهي خنافس مائية تتكيف أرجلها الخلفية للسباحة، تتنفس عن طريق فقاعات الهواء التي تخزنها تحت الأغماد، البالغات شديدة الإفتراس، قرون الإستشعار تتكون من 11 حلقة خيطية الشكل، والرسغ يتالف من خمسة قطع. يرقاتها نشطة ومفترسة تتناول غذائها عن طريق الفكوك العلوية القوية والتي تفرز قبل تغذيتها سائل من الأمعاء والذي يقوم بهضم أنسجة الفريسة ويحولها إلى مواد سائلة تمتصها الفريسة، وتستمر عملية الإمتصاص إلى أن تترك جسم الفريسة على هيئة جلد خارجي فقط.

4. عائلة الخنافس الكانسة Family: Hydrophilidae (Scavenger beetles)

وهي خنافس مائية، كبيرة الحجم (نوعا ما) أرجلها الخلفية تساعدها على السباحة، قرون الإستشعار صولجانية الشكل؛ لونها أسود غالباً، تتغذى على المواد العضوية المتعفنة والنباتات المائية، تتنفس الهواء الجوي عن طريق فقاعات الهواء المحصورة بين شعيرات الجسم وقرون الإستشعار، يرقاتها مفترسة لأحياء الماء الأخرى.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

5. عائلة الدعاسيق Family: Coccinellidae (Lady bird beetles)

خنافس صغيرة الحجم، أجسامها نصف كروية الشكل والرأس يختفي تحت الصدر الأمامي، قرون الإستشعار قصيرة صولجانية الشكل، يتألف الرأس من ثلاث قطع، تعتبر مفيدة من الناحية الإقتصادية لأنها تتغذى على حشرات المن والحشرات القشرية الضارة بالنبات لذلك فهي فعالة في مجال المكافحة الحياتية Biological control.

تضم هذه العائلة كذلك أنواعاً مضرة بالنبات مثل القرع والبطيخ، تصنف تبعاً لعدد البقع السوداء على أغمادها البرتقالية-الصفراء اللون، فتلك التي تحوي 12 بقعة تكون مضرة أو آفة إقتصادية وتسمى بالعامية الحميرّة *Epilachna chrysomelins*، أما التي تمتلك 11 بقعة تكون مفيدة في المكافحة الحياتية (مفترسة لحشرات أخرى).

6. عائلة خنافس الطحين Family: Tenebrionidae (Dirking beetles)

يتراوح حجمها من الصغير إلى المتوسط والكبير، تعيش في المخازن، قرون الإستشعار صولجانية رفيعة؛ يصيب بعض أنواعها الحبوب المخزونة والأنواع الأخرى تصيب الطحين لذلك تسمى Flour beetles؛ ليست لها القدرة على الطيران لكون أغمادها ملتحمة. تسبب رائحة كريهة في الحبوب التي تصيبها مثل الرز والجريش والعدس. أهم أنواعها *Tribolium confusum* ، *T. castanum*، تتضمن العائلة أيضاً انواعاً مفترسة وأنواع تعيش في إفرازات بعض الحيوانات أو في الفطريات والمواد المتفسخة.

7. عائلة الخنافس الجعالية Family: Scarabaidae (Dung beetles)

وتكون ذات أجسام قوية متباينة الأحجام، تعيش داخل أنفاق تحفرها. قرون الإستشعار صولجانية أو صفائحية الشكل. تكون ساق الرجل الأمامية عادةً مسننة تنتهي بشوكة طرفية. اليرقة غليظة لحمية مقوسة طرفها الخلفي منتفخ، والعيون غير موجودة (مضمحلة)، تكون اليرقات بطيئة الحركة وتتغذى على المواد المتفسخة والمتحللة مثل النباتات وروث الحيوانات لذلك تسمى خنافس الروث وبعض أنواعها آفات زراعية تتغذى على اوراق النباتات والجذور والسيقان منها حفار ساق النخيل *Oryctes elogans*.

8. عائلة السوس الحقيقي Family: Curculionidae (Weevils)

وتسمى أيضاً الخنافس الخرطومية Snout beetles، حيث يستطيل الرأس (من الأمام) ويظهر بشكل خرطوم يحمل عند نهايته أعضاء الفم المتخصصة بالقطع. قرن الأستشعار مرفقي صولجاني، تعتبر كلا اليرقات والبالغات آفات إقتصادية تصيب الحبوب المخزونة.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

- **رتبة ثنائية الاجنحة Order: Diptera**

وهي حشرات متباينة الأشكال والأحجام، تضم الذباب الحقيقي Flies، وتتميز بإمتلاكها جميعاً لزوج من الأجنحة الغشائية وهو الزوج الأمامي، أما الزوج الخلفي فيتحور إلى دبوسا التوازن Halters. يتميز الصدر الأمامي والخلفي بكونه صغير في حين يتضخم الصدر الوسطي. أغلب أنواع هذه الرتبة ذات أهمية طبية أو إقتصادية، إذ أن العديد من الأنواع ماصة للدم، وتقوم بذلك بنقل العديد من الأمراض الخطيرة كالملاريا والفلاريا ومرض النوم والحمى الصفراء وأمراض أخرى. كما تتضمن الرتبة أنواعاً من ناخرات الأوراق وبعضها تعتبر مفيدة في المكافحة الحياتية.

تصيب أنواع من رتبة ثنائية الأجنحة في دورها اليرقي الحيوانات إذ تتطفل على أنسجتها وتسبب التدويد Myiasis. أجزاء الفم غالباً ماتكون ماصة وتحورات أخرى عديدة مثل الإسفنجي أو القاطع اللاعق وقد تختزل أعضاء الفم في أنواع اخرى. يكون التحول كامل واليرقات من نوع Maggot (عديمة الأرجل)، تعيش يرقاتها في بيئات متنوعة مثل الجداول والبرك والمستنقعات والترب الزراعية والفضلات والأراضي الغنية بالمواد العضوية.

هناك أكثر من إتجاه في تصنيف وتقسيم هذه الرتبة، التقسيم الكلاسيكي هو تقسيمها إلى رتيبتين إعتماداً على الطريقة التي تخرج منها الحشرة الكاملة من الشرنقة عندما تكونها العذراء (عند عملية الخروج Eclosion) إلى:

أ. رتيبة مستقيمة الشق Suborder: Orthorrhaph.
ب. رتيبة دائرية الشق Suborder: Cyclorrhaph.

رتيبة مستقيمة الشق Suborder: Orthorrhaph	رتيبة دائرية الشق Suborder: Cyclorrhaph
1. تخرج البالغة من جسم العذراء بشكل شق على هيئة حرف T.	1. تخرج البالغة من شق دائري الشكل.
2. تكون اليرقات نشطة وذات رأس مميز.	2. اليرقات قليلة النشاط.
3. العذراء مكبلة Obtect pupa.	3. العذراء مستورة Coarectates.
4. العذراء غير محاطة بشرنقة Puparium.	4. العذراء محاطة بغطاء Puparium.

وقد تقسم هذه الرتبة على أساس طول قرن الإستشعار إلى:

أ. رتيبة طويلة اللوامس (مستقيمة الشق) Suborder: Nematocera.
ب. رتيبة قصيرة اللوامس (دائرية الشق) Suborder: Brachycera.

كلية التربية للعلوم المرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

➢ بعض عوائل رتيبة طويلة اللوامس Nematocera (رتيبة مستقيمة الشق):

1. عائلة البعوض الكاذب Family: Tipulidae (False mosquito)

يطلق عليها أيضاً عائلة البعوض العملاق Giant mosquito، وهي حشرات تتواجد في الحدائق وقد تدخل البيوت، تشبه البعوض في شكلها العام ولكنها أكبر منها بكثير، يتميز الصدر الوسطي بوجود تدريز يشبه حرف V. تتغذى الحشرات البالغة على رحيق الأزهار وليس لهذه العائلة أهمية طبية.

2. عائلة ذباب الرمل (الحرمس) Family: Pdychodidae (Sand fly)

حشرات صغيرة الحجم جسمها مغطى بشعيرات دقيقة أو حراشف، ولبعضها أهمية طبية، حيث يكون مضيف وسطي لمسبب مرض النوم ومرض الحمى السوداء وتسبب أيضاً في نقل مسبب حبة بغداد وهو نوع من اللشمانيا الجلدية، أجزاء الفم في البالغات ثاقبة ماصة ومن أهم الأنواع *Phlebotomus papatasi*. أما النوع الآخر فيمتص الدم من الإنسان والحيوان مثل القوارض وينقل طفيلي حبة بغداد والمسمى *Leishmania donovani*.

3. عائلة البعوض Family: Culicidae (Mosquito)

وهي حشرات طبية شائعة يغطي جسمها حراشف (دقيقة)، قرن الإستشعار زغبي بسيط في الإناث وريشي كثيف في الذكور. أجزاء الفم ثاقبة ماصة (في الإناث) وتتغذى على إمتصاص دم الإنسان وكثير من الفقريات الأخرى، ويعتبر المضيف الحيوي لمسبب الملاريا الذي يصيب الإنسان والطيور والقرود. تتغذى الذكور على رحيق الأزهار. تضع الإناث بيوضها على الماء والتي تفقس عن يرقات تكمل حياتها في الماء. من أهم اجناسها *Anophles* و *Culex* و *Aedes*، التي تساهم أنواعها في نقل العديد من مسببات الأمراض الخطيرة للإنسان مثل مسببات حمى الضنك والحمى الصفراء والتهاب السحايا وغيرها من الأمراض.

➢ بعض عوائل رتيبة قصيرة اللوامس Brachycera (دائرية الشق):

1. عائلة ذباب الخيل Family: Tabanidae (Horse fly)

حشرات تشبه الذباب المنزلي ولكنها أكبر حجماً، ذات الوان معدنية، الصدر فيها أضيق من الرأس، عيونها المركبة كبيرة وتمتص الإناث فقط الدم عن طريق أجزاء فمها القاطعة اللاعقة. تساهم في نقل العديد من أمراض الخيل والبقر والجمال أما الذكور فتتغذى على رحيق الأزهار.

2. عائلة الذباب المعدني Family: Calliphoridae (Metalic fly)

حشرات تشبه الذباب شكلاً وحجماً ذات الوان معدنية براقة (خاصة البطن) خضراء أو زرقاء أو نحاسية، تضع بيوضها وتعيش يرقاتها في غائط الحيوانات، تتغذى البالغات على المواد المتفسخة.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

3. عائلة ذباب اللحم Family: Sarcophagidae (Meat fly)

حشرات متوسطة الحجم ذات لون رمادي أو فضي، ظهر الصدر الأمامي ذو خطوط سوداء طولية، تضع بيوضها وتعيش يرقاتها في المواد المتفسخة من حيوانات ونباتات وقد تساهم في نقل الأمراض للإنسان والحيوان.

4. عائلة الذباب المنزلي Family: Muscidae (House fly)

حشرات متوسطة الحجم والوانها شاحبة أو زرقاء أو خضراء نوعاً ما، قرون الإستشعار من النوع السفائي أو السفاتي Aristate، حرقفتا الرجل الوسطية والخلفية مشعرة، وهي متهمة بنقل العديد من الأمراض للإنسان والحيوان ومن أخطر أنواعها *Musca domestica*.

- **رتبة حرشفية الأجنحة Order: Lepidoptera**

وتشمل الفراش والعث Butterflies and Moth، تتميز حشرات هذه الرتبة بكون أجنحتها وأرجلها وجسمها مغطاة بحراشف مسطحة دقيقة جداً ذات الوان زاهية أحياناً.

الفراشات Butter flies	العث Moth
1. الجسم نحيف ورقيق.	1. الجسم ضخم نوعاً ما وأكثر صلابة.
2. تكون الأجنحة عند الراحة بوضع متعامد على مستوى الجسم.	2. تكون الأجنحة عند الراحة بوضع يشبه الجملون أو أفقي على الجسم.
3. قرون الإستشعار صولجانية أو نحيفة.	3. قرون الإستشعار مشطية أو بأشكال أخرى.
4. تكون نهارية النشاط Diurnal.	4. تكون ليلية النشاط Nocturnal.
5. العيون البسيطة مفقودة.	5. العيون البسيطة موجودة.

➢ من العوائل المهمة لرتبة حرشفية الأجنحة هي:

1. عائلة الفراشات البيضاء والصفراء الكبريتية Family: Pieridae

فراشات متوسطة الحجم بيضاء أو صفراء ذات علامات أو حافات سوداء يستفاد منها في تمييز الذكر عن الأنثى. بعض أنواعها ذات أهمية إقتصادية حيث تهاجم الخضراوات، ومن أهم أنواعها فراشة اللهانة *Pieris rapae*.

كلية التربية للعلوم الصرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jameel Sabr

2. عائلة فراشة السنونو Family: Papilionidae (Swallow tailed butterfly)

وهي فراشات متوسطة إلى كبيرة الحجم، ذات الوان زاهية ولبعضها إمتداد كالذنب من الناحية الخلفية للجناح الخلفي، يغلب على الوانها اللون الأسود المبقع بالأصفر والبرتقالي، تهاجم يرقاتها أوراق الحمضيات لذلك تسمى دودة أوراق الحمضيات وهي *Papilio demoleus*.

3. عائلة عث الحرير Family: Bombycidae (Silk moth)

تضم هذه العائلة نوع واحد وهو دودة الحرير التي تربى لغرض الحصول على الحرير، وهي من أهم أنواع الحشرات النافعة، حيث دجنت هذه الحشرة منذ قرون عديدة وقد تم تحسين نسلها للحصول على صفات جيدة فيها مثل طول الخيط ولونه وقوته ومقاومة الحشرة للأمراض، والنوع هو *Bombyx mori* وموطنها الأصلي هو الصين ومنه نقلت إلى دول العالم الأخرى.

- **رتبة غشائية الاجنحة Order: Hymenoptera**

رتبة النحل والنمل والزنابير Bees, Ants and Wasps، وتشكل هذه الرتبة حشرات واسعة التنوع ذات أحجام وأشكال متباينة، وتشمل حشرات وصلت إلى أعلى مراتب التطور في مختلف أجهزتها خاصةً الجهاز العصبي. وتتميز حشرات هذه الرتبة بما يلي:

أ. تمتلك معظمها زوجين من الأجنحة الغشائية الخالية من الحراشف ويكون الزوج الثاني أصغر من الزوج الأول ويشتبك الجناحان بجهاز شبك خطافي.

ب. أجزاء الفم في البالغات من النوع القاضم أو قاضم لاعق أما اليرقات فقاضم.

ج. التحول من النوع الكامل واليرقات أما اسطوانية عديدة الأرجل أو أولية الأرجل أو عديمة الأرجل والعذارى من نوع الحرة.

د. العيون المركبة كبيرة، والعيون البسيطة غالباً ماتكون موجودة، قرون الإستشعار متباينة الأنواع.

➢ من العوائل المهمة التابعة لهذه الرتبة هي:

1. عائلة النمل الحقيقي Family: Formicidae

حشرات تتميز بوجود إنتفاخ Node أو إنتفاض في سويق البطن (الخصر)، قرون الإستشعار مرفقية الشكل والحلقة الأولى تكون طويلة، تكون الاجنحة غالبا غير موجودة. يوجد أكثر من 6.000 نوع من النمل المشخص إلى وقتنا هذا. يتنتشر النمل في جميع أنحاء العالم ويعيش معيشة إجتماعية وتوجد ثلاث طبقات إجتماعية في المستعمرة هي: الملكات، الذكور والشغالات. تكون الملكة أكبر الأفراد حجماً ومجنحة، تسقط بعد الطيران وظيفتها وضع البيض وتأسيس المستعمرة. أما الذكور (أو الجنود) فهي أصغر من الملكة حجماً وتكون مجنحة، وظيفتها تلقيح الملكات وتكون فترة حياتها قصيرة. أما الشغالات فهي تمثل معظم أفراد المستعمرة وهي إناث عقيمة عديمة الأجنحة.

كلية التربية للعلوم المرفة - إبن الهيثم
Dr. Ahmed Jamel Sabr

يبني النمل مستعمراته التي قد يصل عدد أفرادها من عدة مئات إلى الآف في التربة وقد يكون أحياناً بنائها معقدا وتحوي تجاويف وممرات بعضها يستخدم كمخازن أو غرف للتربية. تعتبر عائلة النمل ثاني أكبر المجموعات الحشرية تطوراً بالسلوك بعد النحل. للنمل طرق دفاع مختلفة بعضها يلدغ وبعضها يعض بفمه وبعضها يفرز مواد ذات رائحة كريهة، يتغذى النمل على مواد متنوعة وحيوانات ميتة وحشرات صغيرة وبيوض الحشرات وعصارات النباتات والفطريات.

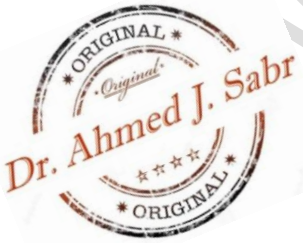
2. عائلة الزنابير الإجتماعية Family: Vespidae

تعيش معيشة إجتماعية (أحياناً) وتتألف المستعمرة من الملكة والذكور والشغالات (العقيمة)، تنطوي الأجنحة فوق الجسم بشكل مروحة. تتغذى الزنابير على اللحوم والمواد حلوة المذاق وقد تهاجم النحل ومستعمراته وقد شخص منها 14 نوع في العراق أهمها الزنبور الشرقي *Vaspa orientalis*. وكذلك الزنبور الأحمر الذي يتغذى على التمر والعنب واللحم وهو ألد أعداء النحل وقد يلسع الإنسان ويسبب تورم وألم شديد في مكان اللسع.

3. عائلة نحل العسل Family: Apidae (Honey bee)

تشمل هذه العائلة جنساً واحداً فقط والذي يضم أربعة أنواع أهمها *Apis mellifera*، والذي يعتبر النحل المدجن ويمثل هذا النوع الشائع تربيته في العراق وينتشر في جميع أنحاء العالم.

يبني نحل العسل المدجن أكثر من قرص واحد داخل خلايا من صنع الإنسان، تتألف المستعمرة من ثلاث طبقات هي الملكة التي تكون ذات لون بني غامق وبطن طويلة وتبدو الأجنحة قصيرة لاتغطي البطن، وظيفتها الأساسية هي وضع البيض، والذكور وهي نحلات كبيرة الحجم (أصغر من الملكة)، أما الشغالات فتمثل معظم أفراد المستعمرة وهي أصغر من الملكة والذكور، ويكون جسمها ملائم لوظائفها العديدة، إذ تحمل الأرجل الخلفية سلة لجمع حبوب اللقاح، وتمتلك غدد شمعية على الجهة السفلية للبطن وغدد الغذاء الملكي في الرأس وآلة لسع في نهاية البطن، وظائف الشغالات عديدة جداً ومتنوعة، يصل عدد أفراد المستعمرة 80.000 – 100.000 نحلة، ومعظم هذا العدد هو شغالات وعدة مئات من الذكور وملكة واحدة.



Ahmed Jameel Sabr