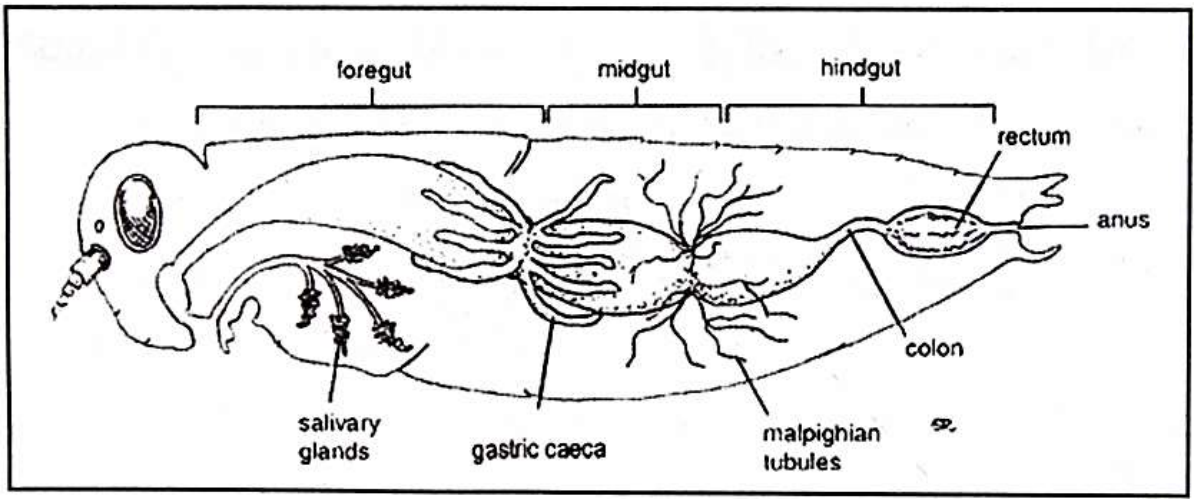
المحاضرة الاولى فسلجة حشرات

الجهاز الهضمي في الحشرات The digestive system

يتكون الجهاز الهضمي من القناة الهضمية والغدد اللعابية.



الجهاز الهضمي غي الجراد

1-القناة الهضمية: تلتف عادة بعضها على بعض نوعا ما وتمتد من الفم الى فتحة الشرج وهي تتميز الى ثلاثة مناطق رئيسية:

- المعي الامامي The forgut or stomodium وهو مبطن بالجليد.
- المعي الوسطي The midgut or mesentron غير مبطن.
- المعي الحلفي The hindgut or proctodaeum مبطن بالجليد.

اولا: المعي الامامي:

- يبدا بالتجويف الفمي Buccal cavity.

- البلعوم Pharynx: وهو عبارة عن انبوبة طويلة توجدا بمنطقة الراس وتتصل بعضلات كثيرة وتعمل كجهاز امتصاص وخاصة في الحشرات التي تمتص السوائل.

– المريء Esophagus: وهي انبوبة مستقيمة تلي البلعوم وتتسع تدريجيا الى الخلف.

– الحوصلة Crop: هذا الاتساع يسمى الحوصلة والتي تستخدم في تخزين الغذاء. ويختلف شكل الحوصلة باختلاف الحشرات.

– القانصة proventriculus: توجد خلف الحوصلة وهي كبيرة الحجم كروية الشكل في الحشرات التي تتغذى على مواد صلبة وصغيرة في الحشرات التي تتغذى على السوائل. ويوجد بداخلها اسنان قوية لطحن الطعام وتصفيته قبل دخوله المعدة، وقد تنعدم القانصة في بعض الحشرات.

– الغدد اللعابية The salivary glands: تنشأ الغدد اللعابية وهما غدتان واحدة على كل جانب من جانبي المريء يتصلان ببعضهما بواسطة قناة مشتركة تفتح في قاعدة اللسان. ويختلف شكل هذه الغدة باختلاف الحشرات.

ووظيفتها:

- منع تجلط الدم في الحشرات التي تتغذى على الدماء، مثل البعوض.
- ترطيب واذابة الطعام في الحشرات التي تتغذى على المواد الصلبة كما في الصرصور به انزيمات تساعد على هضم الغذاء كما في المن.
- تعمل لترطيب انابيب الفم او تشحيمها. مثل البراغيث والحشرات نصفية الاجنحة.

وتنعدم الغدد اللعابية في بعض الحشرات مثل الحشرات المفترسة وبعض اليرقات التي تتطفل تطفل خارجي.

ثانيا: المعي الوسطي:

يتكون من:

– المعدة Stomach وتختلف في الشكل باختلاف الحشرات فقد تكون انبوبية ملتوية على بعضها او كيسيه وقد يخرج منها زوائد انبوبية تعرف بالزوائد المعدية او الأعورية وتبطن بغشاء حول غذائي Peritrophic membrane لحماية الخلايا من الانزيمات الهاضمة. وفي المعدة يتم افراز الانزيمات الهاضمة وامتصاص الغذاء.

ثالثا: المعي الخلفي:

ويبدأ عند اتصال انابيب مالبيجي بالمعي المتوسط. وتتكون من:

– الامعاء الدقيقة ileum: وهو جزء صغير ضيق يقع عند التقاء المعي الوسطي بالمعي الخلفي.

– الامعاء الغليظة Colon: وهو جزء كبير ينتهي بالمستقيم.

– المستقيم rectum: وهو نهاية القناة الهضمية وينتهي بفتحة الشرج. ويوجد به غدد تسمى غدد المستقيم ووظيفتها اعادة امتصاص الماء من البراز في الحشرات التي تعيش في اماكن يندر فيها الماء سوس الحبوب.

وتوجد صمامات بين الثلاث اقسام الرئيسية للقناة الهضمية. وذلك لتنظيم مرور الطعام من جزء الى اخر.

عملية الهضم: يضاف اللعاب الى الغذاء اثناء دخوله الى القناة الهضمية او قبل ذلك ويحتوي اللعاب على انزيم الأميليز الذي يضم المواد الكربوهيدراتية.

يمر الطعام بعد تناوله من المريء الى الجزء الخلفي من المعي الامامي، الحوصلة حيث قد يهضم هضما جزئيا ولكن لا يحدث فيه امتصاصا لأنه مبطن بالجليد ثم يمر الى القانصة التي تنعم وتغربل الطعام الذي سيمر الى المعي المتوسط، وتفرز خلايا المعي المتوسط انزيمات هاضمة للطعام وتحدد العادات الغذائية في الحشرات الى حد كبير انواع الانزيمات التي تفرز في المعي المتوسط فهي:

– قد تكون متخصصة جدا كما في حالة فراشة الملابس التي تهضم الكراتين والشعر.

– اما في الحشرات متنوعة الطعام فتفرز مجموعة من الانزيمات مثل اللاييبز (انزيم هضم الدهون) والمالتيز (لهضم السكريات) والبروتيز (لهضم البروتينات).

تمر بقايا الطعام بعد هضمة وبعد ان يمتص معظمة في المعي المتوسط الى المعي الخلفي حيث قد يحدث امتصاص طفيف ولو ان المعي الخلفي مبطن بالجليد.

يمتص الماء من بقايا الغذاء في المستقيم في بعض الحشرات التي تعيش في وسط يندر فيه الماء مثل حشرات الحبوب المخزونة. وتدفع قطع البراز جافة الى الخارج بواسط حركة العضلات القوية للمستقيم.

في بعض الحشرات التي تتغذى بالسيليلوز توجد بعض الكائنات الدقيقة في المعي الخلفي لهضم هذه المادة مثل النمل الابيض.

تزود الحشرات التي تتغذى على المواد السائلة مثل الدم وعصارة النبات بتراكيب متخصصة مختلفة في الحوصلة والمعي المتوسط يختزن فيها الغذاء اختزانا مؤقتا بحيث ينتزع منه الماء قبل ان يصب عليه الانزيمات الهاضمة.

الاحتياجات المائية (الشرب) للحشرات تختلف حسب نوع الغذاء والبيئة التي تعيش فيها الحشرة. ففي الحشرات التي تتغذى بالسوائل تحصل على الماء من غذائها.

الحشرات التي تتغذى على الحبوب المخزونة تحصل على قدر ضئيل من الماء من غذائها ولذا فهي تحتفظ بكل هذا القدر.

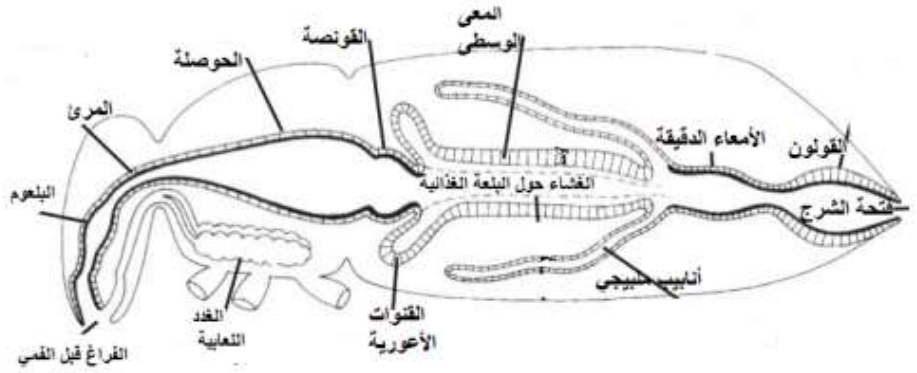
وفي بعض الحالات الاخرى تحصل الحشرة على الماء من الماء الناتج من التمثيل الغذائي.

الجهاز الهضمي والتغذية في الحشرات

يتركب الجهاز الهضمي من أنبوبة مفتوحة الطرفين تمتد في المنطقة الوسطية لجسم الحشرة حيث توجد فتحتها الأمامية في مقدمة الجسم وهي الفم، بينما توجد فتحة الشرج وهي الفتحة الخلفية في نهاية الجسم. يختلف طول القناة الهضمية كثيرا تبعا لاختلاف وتنوع الانواع الحشرية وطبائع وأنواع غذائها. تتميز الحشرات التي تتغذى بالسوائل وعصارات النبات باستطالة قنواتها الهضمية حتى أن طولها يفوق طول الجسم. وتنقسم القناة الهضمية إلى ثلاثة مناطق رئيسية تنشأ اثناء النمو الجنيني حيث تتكون القناة الهضمية الأمامية كانبعاج من الجزء الأمامي لطبقة الأكتودرم وبالمثل تتكون القناة الهضمية الخلفية كانبعاج داخلي من الجزء الخلفي لطبقة الأكتودرم، أما القناة الهضمية الوسطية فقد نشأت على صورة كيس من طبقة الجنين الداخلية الاندودرمية وكونت وصلة بين القناتين الأمامية والخلفية.

وتتكون القناة الهضمية الأمامية تشريحيا من ثلاث أو أربع مناطق هي البلعوم وهو انبوبة ضيقة نسبيا مزودة من الخارج بمجموعة من العضلات التي تساند وظيفته في دفع الغذاء الى المريء وهو الجزء الثاني من المعي الأمامي وهو انبوبة بسيطة ضيقة نوعا ما يختلف طولها كثيرا باختلاف الحشرات، ووظيفته توصيل الغذاء من البلعوم الى الجزء الثالث وهو الحوصلة والتي يختزن الغذاء داخلها لفترة وقد يتم بها بعض الهضم الجزئي للغذاء عن طريق انزيمات الغدد اللعابية. يتباين كثيرا شكل وحجم الجزء الرابع من المعي الأمامي والذي يتمثل بالقانصة حيث تمثل الصمام الذي ينظم مرور المواد الغذائية السائلة من الحوصلة الى القناة الهضمية الوسطية، أو تعمل كمصفاة لا يسمح بمرور الأجزاء الكبيرة من الغذاء الى المعي الوسطى، كما تتميز باتساع كبير وظاهر خاصة في الحشرات ذات الفم القارض حيث تقوم القانصة بما تتميز به من أسنان قوية متحورة من بطانتها الداخلية، بتفتيت الأجزاء الكبيرة من الغذاء الى اجزاء صغيرة. تدخل نهاية القانصة (او نهاية الحوصلة في الحشرات التي ليس لها قانصة) في داخل المعدة لمسافة قصيرة حيث ينثني مقدم المعي الاوسط او المعدة على مؤخرة القانصة ليتكون ما يعرف بالصمام المريئي أو الفؤادي حيث ينظم مرور الغذاء من

المعي الأمامي الى المعي الوسطى أو المعدة ويمنع رجوعه عكسيا للأمام. تبدو القناة الهضمية الوسطى او المعدة بشكل أنبوبي أو شكل مستطيل، وتتكون خلاياها من خلايا طلائية ضخمة اسطوانية الشكل، ترتبط قواعدها بمجموعة من خلايا صغيرة فردية أو في مجموعات لها قدرة على الانقسام وتكوين خلايا طلائية جديدة، ترتكز الخلايا الطلائية على غشاء قاعدي كما وتغلف من الخارج بطبقة من العضلات الدائرية يليها من ناحية الخارج طبقة اخرى من العضلات الطولية. تمثل المعي الوسطى الجزء الأوسط من قناة الهضم وهو الجزء الذي يحدث فيه افراز الانزيمات الهاضمة وهضم الجزء الأكبر من الغذاء وكذلك امتصاص الغذاء المهضوم. في كثير من الحشرات يزداد السطح الداخلي للمعدة عن طريق انبعاجات خارجية عند مقدمتها تعرف بالأنابيب الأعورية والتي تحتوي خلاياها على انواع متعددة من البكتيريا التي تساعد افرازاتها على هضم بعض المواد الغذائية. كما ينفصل جدار المعي الداخلي عن الغذاء بغشاء رقيق يفرز من خلايا المعدة الموجودة جهة الصمام المريئي او قد تفرزه جميع خلايا المعدة، يقوم الغشاء بحماية خلايا المعدة من الاحتكاك المباشر مع جزيئات الغذاء، لذا يعرف بالغشاء حول البلعة الغذائية. كما ويسمح هذا الغشاء بتمرير انزيمات الهضم المفرزة من الخلايا الطلائية للمعدة الى فراغ المعدة واختلاطها بالغذاء. تنتهي المعدة بالصمام البوابي الذي ينظم مرور الغذاء غير المهضوم إلى الجزء الخلفي من القناة الهضمية والذي يعرف بالمعي الخلفي حيث تفتح في منطقة الاتصال هذه او امامها مجموعة من الأنابيب المعروفة باسم أنابيب مالبيجي والتي تعد من أعضاء الإخراج الأساسية في أغلب الحشرات. يتكون المعي الخلفي من ثلاث مناطق متباينة حيث تبدأ بأنبوبة ضيقة تلي المعدة مباشرة تسمى الأمعاء الدقيقة (اللفائفي) ثم القولون ثم المستقيم الذي يفتح للخارج بفتحة الشرج.



شكل يبين التركيب الأساسي لأجزاء القناة الهضمية في الحشرات وكيفية اتصالها بكل من أنابيب مالبيجي والغدد اللعابية.

تعيين مواقع الغذاء :

بعض الحشرات تكون متخصصة في اغتذائها، بينما يكون البعض الآخر متنوعا في اختياره وتفضيله لأنواع وعوائل غذائية متعددة المصادر. وعادة ما تصنف الحشرات تبعا لعاداتها الغذائية ونوع الطعام الذي تتناوله. هذا ويتطلب تناول الطعام اتخاذ بعض الخطوات النمطية او السلوكية مثل تحديد موقع الطعام، حيث يتطلب هذا استخدام حاسة الإبصار او المستقبلات الشمية. وبعد العثور على الطعام المرغوب يتطلب الأمر اختبار صلاحيته قبل التغذية عليه ويتم هذا من خلال مستقبلات الكيميائيات في أعضاء الشم والتذوق والمنتشرة على جميع اجزاء الجسم وخاصة على أجزاء الفم وقرون الاستشعار والقرون الشرجية. يتأثر البحث عن الطعام والاغتذاء الفعلي بالعوامل البيئية من فترة اضاءة ودرجات رطوبة ودرجات حرارة.

المحاضرة الثانية فسلجة حشرات

الجهاز الدوري والدم في الحشرات The Circulatory System and the blood

للحشرات جهاز دوري مفتوح وهو ابسط نوعا ما من مثيله في الحيوان الفقاري اي ان الدم لا يوجد في اوعية مقفلة بل يوجد في فراغ الجسم حيث يغمر الاعضاء الداخلية ويدخل الارجل والاجنحة.

يمثل الدم حوالي 6% من مجموع وزن الحشرة الكاملة. اما في اليرقات فهو يمثل 25-30% من وزنها.

حجم الدم:

يتباين حجم الدم تباينا واسعا حتى انه في بعض الاحيان يصعب الحصول على عينة منه. وعندما يكون الماء متوفرا للحشرة يزيد حجم الدم ويخزن في الجسم حتى انه ممكن ان يصل الى 94% من وزن الجسم.

في معظم الحشرات ينقسم الجسم بواسطة حجابان حاجزان هما:

- الحجاب الحاجز العلوي Dorsal diaphragm.

- الحجاب الحاجز السفلي Ventral diaphragm وهذان الحجابان الحاجزان يقسمان البطن الى ثلاثة تجاويف كالاتي:

1-التجويف العلوي (تجويف القلب) Pericardial sinus ويوجد به القلب. ويوجد على هذا السطح عضلات مثلثة الشكل تنغمس في الترجات من الجانبين تسمى العضلات الجناحية ويتصل القلب بها بواسطة خيوط دقيقة تسمى Suspensoria.

2-التجويف الوسطي (التجويف الحشوي) Visceral sinus ويوجد به القناة الهضمية والجهاز التناسلي.

3-التجويف السفلي (تجويف الحبل العصبي) Perinural sinus ويمتد فيه الحبل العصبي.

التركيب:

المحاضرة الثانية فسلجة حشرات

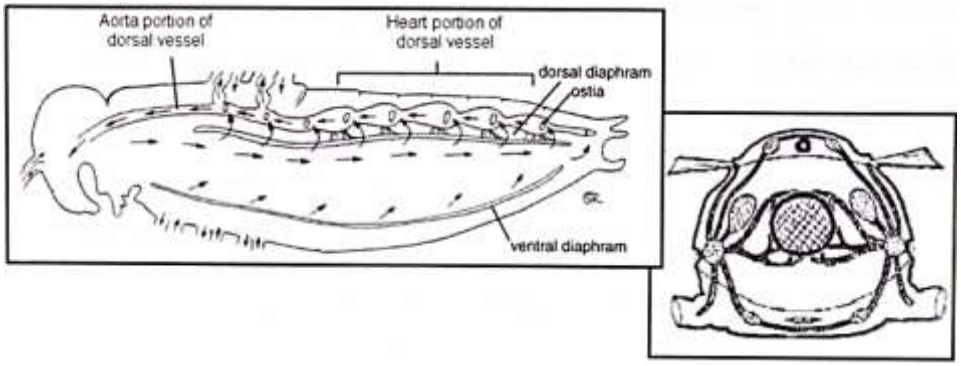
يتركب الجهاز الدوري في الحشرات من الوعاء الدموي الظهري الذي يقع على الخط الاوسط لجسم الحشرة تحت الترجات مباشرة وينقسم الى:

-الاورطة (الابهر): وهو الجزء الامامي من الوعاء الظهري وهو غير مقسم ويعمل عمل الشرايين في الحيوانات الفقرية ويصب الدم في المخ مباشرة او بواسطة فرعيين وعندما ينصب منها الدم يسير في فراغات الجسم ويصل الى جميع الانسجة في مختلف اعضاء الجسم.

- القلب: وهو انبوب ضيق قطرة غير ثابت يظهر خلال ترجات الجسم وهو الجزء النابض في الوعاء ويقسم الى حجرات يوجد منها حجرة في كل حلقة من حلقات البطن ويمكن ان يقل عدد هذه الحجرات حسب نوع الحشرة فمثلا في الصرصور 11 حجرة، في النحلة 5 حجرات وفي الذبابة 3 حجرات. ويوجد حجرة واحدة في بعض الحشرات.

تعلق الحجرات بواسطة خيوط دقيقة تتصل بالعضلات الجناحية. ويوجد على جانبي حجرة فتحتان Ostia يدخل منها الدم من التجويف العلوي الى القلب ومركب على هذه الفتحات صمامات أذنيه لتمنع خروج الدم من القلب الى الخارج.

وايضا يوجد صمام بطيني بين كل حجرتين لتمنع الدم من الرجوع الى الخلف من حجرة الى اخرى.



الجهاز الدوري في الحشرات

ميكانيكية الدورة الدموية:

- يدخل الدم الى الوعاء الدموي ويخرج منه ويسير في فراغ الجسم ليغذي الانسجة والاحشاء بواسطة عمليتين:

– عملية الانفراج Diastole: وفيها يتمدد القلب وتفتح الصمامات الاذنية المركبة على الفتحات الجانبية لكل حجرة فيندفع الدم الى داخل الحجرات وفي هذه اللحظة ايضا تفتح الصمامات البطنية بين الحجرات لتسمح للدم بالمرور من حجرة الى اخرى ويتجمع في النهاية داخل الحجرة الاخيرة من القلب فعندما يصل التمدد الى اقصاه اقفلت هذه الصمامات الاذنية قليلا تبدا العملية الثانية.

– عملية الانقباض Systole: وفيها يتم انقباض العضلات الجناحية فيعود القلب الى الانقباض ايضا وتقفل الصمامات الاذنية تماما فيندفع الدم الى الامام من الحجرة الاخيرة من القلب الى الحجرة التي تليها ويمتنع رجوعة الى الخلف نتيجة انقباض الصمامات البطنية بين كل حجرتين وبذلك يصل الدم الى الاورطة وعند خروج الدم من الاورطة عند الراس يسير خلال فراغات الجسم حتى يصل الى اجزاء الراس والارجل ومنقطة الصدر ثم يعود الى الخلف في مؤخرة الحشرة عن طريق الحاجبين العلوي والسفلي وهكذا تتكرر الدورة.

ملحوظة: هاتان العمليتان تسببان ضربات القلب في الحشرة والتي تختلف من حشرة الى اخرى وحتى في مراحل الحشرة المختلفة فمثلا معدل النبض في الحشرة الكاملة لبعوض الانوفليس 150 نبضة/ دقيقة بالمقارنة بـ 100–130 نبضة/ دقيقة في حالة يرقة نفس الحشرة.

الدم:

الدم في الحشرات عبارة عن سائل بلازمي لا يوجد فيه خلايا دم حمراء كما في الفقاريات ولكنه يحوي كرات دم ذات أنوية وهو عديم اللون له اشكال واعداد مختلفة واحياناً يأخذ لون المواد الملونة الموجودة في الغذاء الذي تتغذى عليه الحشرة.

حجم الدم:

يتباين حجم الدم في الحشرات تباينا واسعا حتى انه في بعض الاحيان يصعب الحصول على عينة منه.

ويحتوي الدم على نسبة عالية من الاحماض الامينية واملاح مثل الماغنسيوم والكالسيوم والفوسفات والالبومين.

المحاضرة الثانية فسلجة حشرات

انواع خلايا الدم:

يحوي الدم انواع مختلفة من الخلايا مثل:

نوع الخلية	الوصف
1- خلايا بروليكوسيتس Proleucocytes	صغيرة ومستديرة او اهليجية – ذات سيتوبلازم داكن – بها أنوية كبيرة – تتكاثر بالانقسام العادي – اصغر خلايا الدم حجما- يعتقد انها المصدر الرئيسي لباقي الانواع.
2- خلايا فاجوسايتس Phagocytes	– لها اشكال مختلفة- تتحرك حركة اميبية تمكنها من بلع وهضم الانسجة التالفة والبكتيريا او اي جسم غريب – تزداد عدد هذه الخلايا اثناء عمليتي الانسلاخ والتحول.
3- خلايا ايتوسايتويد Oenocytoids	– خلايا مستديرة ذات سيتوبلازم فاتح. – نواتها صغيرة ومستديرة.

يوجد اشكال اخرى من الخلايا تم التعرف عليها في بعض الحشرات وليس في كلها.

وظائف الدم:

لا يلعب الدم دورا في التنفس كما في الفقاريات الا في حالات نادرة كما سنرى ووظيفة الدم الاساسية في الحشرات هي:

1-في التغذية: اهم وظيفة للدم هي نقل المواد الغذائية المهضومة من القناة الهضمية الى اعضاء الجسم المختلفة وحمل المواد الاخراجية الى اعضاء الاخراج.

2-في المناعة: يحدث مناعة بواسطة الخلايا البالعة.

3-في التنفس: في بعض الحشرات مثل الكولومبولا لا تقوم القصبات والقصيبات الهوائية بدورها نتيجة امتلاء الجسم بالسوائل فيلعب الدم في هذه الحالة دورة في نقل الاكسيجين الى الانسجة واخراج ثاني اكسيد الكربون الى الخارج.

4-وظيفة الية يحدث الدم ضغطا يساعد على:

- كسر قشرة البيضة والخروج منها.
- تخلص الحشرة من الجلد القديم اثناء الانسلاخ.
- نشر وفتح الاجنحة بعد خروج الحشرة الكاملة من طور العذراء.

المحاضرة الثالثة فسلجة حشرات

الجهاز التنفسي في الحشرات The respiratory system

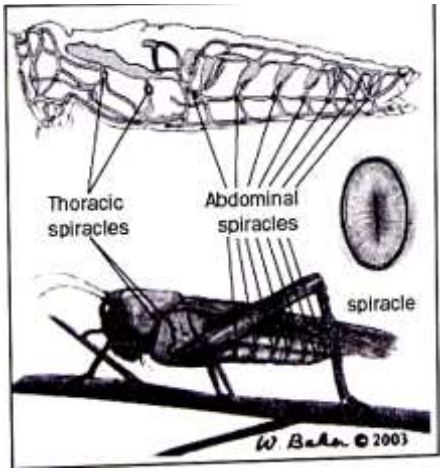
التنفس هو عملية دخول الاكسجين من الوسط المحيط الى خلايا الجسم وطرد ثاني اكسيد الكربون الى الخارج. ففي الحشرات يتم نقل الاكسجين اللازم لتنفس الخلايا نقلا فسيولوجيا عن طريق جهاز داخلي من الانابيب المملوءة بالهواء هي القصبات الهوائية التي تنتهي بأنابيب دقيقة القطر تدخل كل خلية. على عكس عملية نقل الاكسجين في الفقاريات والتي تستلزم وجود صبغة الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء. وينتقل الاكسجين الى جسم الحشرة بإحدى الطرق الاتية:

الثغور التنفسية The spiracles:

وهي فتحات تنفسية مزدوجة توجد على جانبي الصدر والبطن هذه الفتحات تؤدي الى القصبات الهوائية trachea والتي هي انبعاجات جليدية من جدار الجسم انبوبية الشكل مشبعة ومتشابكة وتنتهي بأنابيب دقيقة مملوءة بسائل هي القصبات الهوائية tracheoles.

عدد الثغور:

يختلف عدد الثغور باختلاف الحشرات فيبلغ عددها عشرة ازواج منها زوجان بالمنطقة الصدرية الاول بين الحلقة الصدرية الاولى والثانية والثاني بين الحلقة الصدرية الثانية والثالثة اما الثمانية ازواج الباقية فتقع على جانبي الثمانية حلقات الاولى من البطن. وقد يزداد عدد الثغور التنفسية او يقل كما يلي: السمك الفضي 11 زوج – القمل 7 ازواج. الجراد 9 ازواج.



المحاضرة الثالثة فسلجة حشرات

الثغور التنفسية في الجراد

تركيب الثغر:

الثغر عبارة عن شق او أكثر في منطقة البلورا بالجليد او قد تكون على منطقة الترجات نفسها شكله مستدير او بيضاوي. يغطي هذا الشق من الخارج بأهداب او شعر كثيف متجه للداخل لكي يحميه من فقد الماء ودخول الاتربة والاجسام الغريبة ولكل ثغر جهاز عضلي خاص يعمل على فتحة او قفلة كلما لزم الامر. يلي الشق فجوة متسعة تسمى Atrium وتبدأ منه القصبة الهوائية.

القصبات الهوائية Trachea:

هي انبعاجات جليدية من جدار الجسم انبوبية الشكل مشبعة ومتشابكة تكتسب مظهرا فضيا عند امتلائها بالهواء تبطن هذه القصبات من الداخل بطبقة كايتينية على هيئة خيوط حلزونية دائرية وظيفة هذه البطانة:

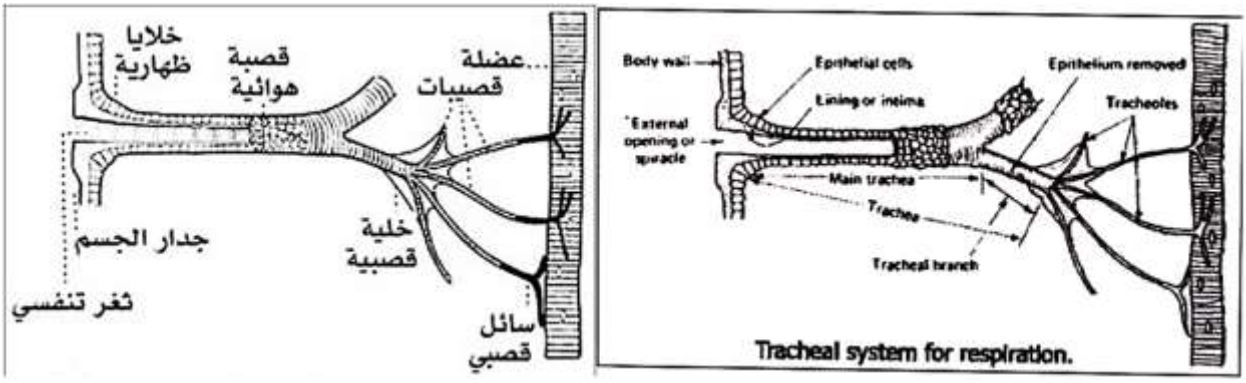
- حفظ القصبات مفتوحة دائما.
- تسمح بمرور الهواء داخلها.

يغلف هذه البطانة من الخارج خلايا طلائية لكل منها نواة كبيرة هذه الخلايا وظيفتها هو افراز الطبقة الكايتينية الحلزونية. تنتهي القصبات بتفريعات دقيقة تسمى القصيبات.

القصيبات الهوائية Tracheoles:

وهي عبارة عن افرع كثيرة ورفيعة من القصبات الهوائية يصل قطر كل قصيبة الى حاولي 1 ميكرون وتنتهي هذه الفريعات بخلية تنفسية صغيرة في نهاية القصبة الهوائية يحصل عندما تبادل الغازات. والقصيبات الهوائية غير مبطنة بالكيتين الحلزوني لأنه لابد ان تكون جدارها رقيقة حتى تتمكن الغازات من التبادل خلالها.

المحاضرة الثالثة فسلجة حشرات



الجهاز القصبي التنفسي

والطرق التالية هي تحورات لتلائم معظم الحشرات المائية وهي اما ان تتنفس الاكسجين الذائب في الماء او تتنفس الاكسجين من الهواء الجوي:

جدار الجسم The body wall:

حيث يتم تبادل الاكسجين بين الوسط المحيط والدم عن طريق جدار الجسم وذلك في الحشرات التي انعدمت فيها الثغور التنفسية كما في الكولومبولا والهاموش غير اللدغ والاطوار الاولى في بعض الحشرات التي تتطفل داخليا من رتبة غشائية الاجنحة.

الخياشيم Gills:

قد يكون التنفس بواسطة الخياشيم فقط كما في الحشرات التي تعيش في الماء او بواسطة الخياشيم والثغور التنفسية كما في يرقات البعوض وحوريات الرعاش وحوريات ذباب مايو. وهناك عدة انواع من الخياشيم مثل:

1-الخياشيم القصبية Tracheal gills: وهي اعضاء خيطية رفيعة او ورقية الشكل غنية بالقصبات والقصيبات الهوائية وتوجد في معظم اليرقات المائية فتستخلص هذه الخياشيم الاكسيجين الذائب في الماء. مثل حوريات الرعاش.

2-خياشيم الثغور التنفسية Spiracle gills: في بعض العذارى المائية التي تعيش في مجاري المياه المتدفقة وتتعرض لتغيرات سريعة في مستوى الماء تمتد منطقة الثغور الى الخارج لتكون زوائد طويلة تتنفس من خلالها الهواء. مثل يرقات وعذارى البعوض.

3-الخياشيم الدموية Blood gills: وهي زوائد انبوبية تحتوي على كمية من الدم وليس بها قصيبات هوائية ومن هنا جاء اسمها وهي غير شائعة ولا تقتصر على الحشرات المائية وهي واضحة التكوين في يرقات الهاموش غير اللدغ على الحلقة قبل الاخيرة وهذا الدم يحمل الاكسجين الذائب في الماء الى انسجة الجسم.

التنفس بواسطة ثقب النباتات المائية Piercing of aquatic plants

بعض اليرقات لها القدرة على ثقب النباتات المائية بواسطة الثغور التنفسية في مؤخرها وتحصل على الاكسجين من بين الخلايا الداخلية لأنسجة النبات.

التنفس بواسطة فقاقيع الهواء Air bubbles

بعض الخنافس المائية تطفو فوق سطح الماء وتأخذ الهواء الجوي بين اجنحتها وتخزنه على هيئة فقاقيع هوائية وتحجز هذه الفقاقيع بين الشعر الموجود على الجسم وتستخدمه في التنفس.

انواع الجهاز التنفسي:

يمكن تقسيم الاجهزة التنفسية طبقا لعدد ونظام الثغور التنفسية العاملة كما يلي:

1-الجهاز التنفسي المفتوح (المحيطي) Peripneustic type: وهو نوع بدائي به عشرة ازواج من الفتحات التنفسية العاملة ثمانية منها على العقل البطنية وزوجان على العقل الصدرية. مثل يرقات البيوبيندي (ذات الجناحين) وبعض الحشرات غشائية الاجنحة وكثير من الرتب الاخرى.

2-الجهاز التنفسي شبه المفتوح: وهو مشتق من النوع المفتوح ولكن يغلق زوج او أكثر من الثغور التنفسية وتنقسم الى عدة انواع هي:

أ-الجهاز التنفسي ذو الطرفين Amphipneustic وفيه تغلق كل الثغور التنفسية عدا الصدرية الاولى والبطنية الاخيرة. مثل يرقات الحشرات ذات الجناحين.

ب-الجهاز التنفسي الخلفي Metapneustis وفيه تغلق كل الثغور التنفسية عدا البطنية الاخيرة. مثل البعوض.

ج-الجهاز التنفسي الامامي Propneustic وفيه تكون جميع الثغور مغلقة عدا الصدرية الاولى. كما في عذراء بعض ذات الجناحين.

3-الجهاز التنفسي المغلق Apneustic وفيه تكون جميع الثغور التنفسية مغلقة وهنا تتنفس الحشرة بطرق اخرى كما سبق.

التنفس في الحشرات المتطفلة:

تتطفل بعض الحشرات النافعة على الحشرات الضارة والتطفل اما داخلي او خارجي ففي التطفل الخارجي تتنفس المتطفلات بالطرق المعتادة اما المتطفلات الداخلية فتتنفس بإحدى الطرق الاتية:

1. بانتشار الغازات: وذلك خلال الجليد الرقيق للطفيل ودم العائل.
2. اخذ الاكسجين مباشرة من القصبات الهوائية للعائل مثل يرقات ذبابة التكاينا.
3. اخذ الاكسجين من الهواء الجوي الخارجي وذلك بواسطة ثقب جلد العائل. كما في نغف جلد البقر.

ميكانيكية التنفس:

تظل الثغور التنفسية مغلقة في اغلب الاوقات وتفتح لفترة قصيرة جدا لامداد الحشرة بالاكسجين اللازم لها. وذلك لتفادي تبخر الماء من جسم الحشرة.

عملية الشهيق:

- حين تكون الثغور مغلقة تكون القصبات الهوائية ممتلئة بالهواء ما عدا اطرافها الرفيعة التي تنتهي بالخلايا التنفسية والتي تحوي بداخلها سائل.

- تنشط عضلات الحشرة الطولية والعرضية فيتحول الجليكوجين الموجود في انسجة هذه العضلات الى حمض اللكتيك، ويتسبب ذلك في رفع الضغط الاسموزي داخل الانسجة.

- يسيل السائل الموجود في أطراف القصيبات الهوائية ويصل الى الانسجة فيندفع الهواء الذي في القصبات الهوائية مكانه وبذلك يصل الهواء او الاكسجين الى الانسجة فيغذيها.

– وعندما يقل نشاط الحركة وترجع العضلات الى وضعها الاصلي، يقل تبعا لذلك الضغط الاسموزي، فيندفع السائل داخل التفريعات ويملا اطرافها مرة اخرى وبذلك ينحجز الهواء عن الانسجة.

عملية الزفير:

تقترب الترجات من الاسترنات فتضغط الاحشاء الداخلية في القصبات الهوائية فيطرد بعض الهواء المتبقي في القصبات الهوائية الى الخارج.

– ينفتح الثغر فيندفع الهواء من الخارج الى الداخل ويملا القصبات الهوائية كما كانت من قبل ثم يقفل الثغر ثانية نتيجة حصول توازن بين الضغط الداخلي والخارجي. وهكذا تتكرر العملية.

التخلص من ثاني اكسيد الكربون:

يتم التخلص من ثاني اكسيد الكربون الناتج من عمليات الهدم والبناء عن طريق:

– نفس طريقة دخول الاكسجين عن طريق القصبات الهوائية.

– عن طريق الجليد الرقيق للجسم او الغشاء الرقيق بين كل حلقتين.

المحاضرة الرابعة فسلجة حشرات

أعضاء الإخراج The excretory organs

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

1- أنابيب مالبيجي Malpighian tubes

توجده هذه الأنابيب في الغالبية العظمى من الحشرات وهي عبارة عن أنابيب رفيعة طويلة أعورية وتقع في التجويف الدموي حيث يغمرها الدم وتفتح من قاعدتها في الجهاز الهضمي بالقرب من موضع اتصال المعي الخلفي بالمعي المتوسط، وتظل الأطراف الأعورية لهذه الأنابيب حرة إلا أنها في بعض الحشرات تلتصق بالمعي الخلفي إلتصاقاً وثيقاً كما في يرقات حرشفية الأجنحة.

ينتشر على سطح أنابيب مالبيجي شبكة غزيرة من القصيبات الهوائية الدقيقة تعمل تفرعاتها الكبيرة على احتفاظ تلك الأنابيب بجسم الحشرة، تنشأ أنابيب مالبيجي من الإكتودرم، ويختلف عددها باختلاف الحشرات ولكنه غالباً ما يكون ثابتاً في معظم الرتب وتوجد في أزواج أو مضاعفات الأزواج (4 في ذات الجناحين، 4–6 في غمدية الأجنحة، 6 في حرشفية الأجنحة، أكثر من مائة في غشائية الأجنحة).

وقد تشذ بعض الحشرات عن ذلك حيث يوجد منها 5 أنابيب في البعوض وتنعدم في حشرات المن ويلاحظ أن طول أنابيب مالبيجي يتناسب عكسياً مع عددها حيث يزداد طولها كلما قل عددها والعكس. أما من حيث شكل أنابيب مالبيجي فهي عبارة عن أنبوبة بسيطة إلا أنها قد تكون متفرعة كما في دودة الشمع. تفتح أنبوبة مالبيجي في القناة الهضمية كل بفتحة مستقلة كما في الصرصور ولكن في بعض الحشرات تتصل أنابيبي مالبيجي ببعضها كل اثنين أو ثلاثة في مجموعة تفتح في انتفاخ عام يعرف بالمثانة البولية التي تفتتح بدورها في المعي الخلفي كما في يرقات الحشرات حرشفية الأجنحة.

تظهر أنبوبة مالبيجي في قطاعها العرضي مكونة من 3–8 خلايا طلائية في طبقة واحدة ولكل خلية من هذه الخلايا من جانبها المحدد لتجويف الأنبوبة حافة مخططة. وهذا التخطيط عبارة عن خيوط

سيتوبلازمية، ترتكز الخلايا من الخارج على غشاء قاعدي يحيط به غلاف بريتوني مزود بألياف عضلية.

2- الجسم الدهني Fat body :

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

أ- خلايا مغذية:Trophocytes

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

ب- خلايا اليورات:Urate cells

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

3- الخلايا الكلوي Nephrocytes:

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

أ- الكلويات الظهرية أو حول القلبيةDorsal or pericardial nephrocytes:

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

ب- الكلويات البطنية Ventral nephrocytes:

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

الإخراجExcretion

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

أ- أنابيب مالبيجي:

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

حمض بوليك + أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم + ماء

يعاد امتصاصها

حمض بوليك + ماء+ بيكربونات صوديوم ماء+ يورات صوديوم أو بوتاسيوم

إلى المعي الخلفي إلى فتحة الشرج

ب- الأجسام الدهنية:

من المعروف أن الوظيفة الأساسية لهذه الأجسام هي تركيب وتخزين الغذاء الاحتياطي للحشرة إلا أنها لها وظيفة إخراجية، حيث تظهر رواسب من حمض البوليك وأملاحه في الأجسام الدهنية لبعض

الحشرات مثل الكولامبولا والصرصور الشرقي وفي هذه الحالة تكون أنابيب مالبيجي غائبة أو موجودة ولا تؤدي وظيفتها أو أنها غير قادرة على إفراز البولات. وتترسب البولات أو حمض البوليك نفسه فيما يعرف بخلايا اليورات بالجسم الدهني ويعرف الإخراج في هذه الحالة بالتخزين الإخراجي حيث تنتقل هذه المواد الإخراجية المخزنة إلى أنابيب مالبيجي وقت التحول إلى طور العذراء والتخلص منها بعد ذلك.

جـ- الخلايا الكلوية:

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

د- المعي:

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

هـ- جدار الجسم:

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

المحاضرة الخامسة فسلجة حشرات

الجهاز العضلي

هو الجهاز المسئول عن حركة جسم الحشرة وزوائده وأجهزته الداخلية، وجسم الحشرة غني بمجموعة كبيرة من العضلات. تتميز العضلات بأنها من النوع المخطط عرضيا، الا ان هذا التخطيط قد يختفي كما في عضلات القلب والعضلات المغلفة للقناة الهضمية. كلما صغرت الحشرة وقل وزنها زادت قوة عضلاتها (القوة العضلية النسبية في الحشرات تتناسب عكسيا مع وزن الجسم). تأخذ عضلات الحشرات ألواناً متعددة تتدرج من الشفاف عديم اللون الى الرمادي، وقد يشوبها اللون الأصفر او البرتقالي.

ويتكون الجهاز العضلي من:

أ- الجهاز العضلي الهيكلي (الجداري):

الذي يشمل العضلات التي تبطن جدار الجسم وتتميز أليافها العضلية بأنها طويلة وكبيرة الحجم. وظيفتها تحريك الأعضاء المختلفة من جسم الحشرة وعضلاتها المزدوجة والمتماثلة جانبيا إلا في حالات نادرة. حركتها سريعة وقوية وأليافها العضلية تحتوي العديد من الأنوية. تتصل العضلة الهيكلية من أحد أطرافها بجزء ثابت من الأجزاء الهيكلية تعرف بأصل العضلة، بينما يتغمد الطرف الآخر في العضو أو الجزء المسئول عن تحريكه والذي يعرف بمكان الإنغماد.

ب-الجهاز العضلي الحشوي:

يشمل العضلات المخططة أو غير المخططة التي تدخل في تركيب الأحشاء الداخلية ويكون اتصالها العصبي مع الجهاز العصبي الحشوي، أو من عقدة عصبية في الحبل العصبي البطني، مثل العضلات التي تتحكم في قفل وفتح الثغور التنفسية، او العضلات المتسببة في انقباض وانبساط حجرات القلب.

ت-عضلات الزوائد:

المحاضرة الخامسة فسلجة حشرات

تسمى تبعا لأصولها وأماكن إنغمادها، فقد تكون رأسية أو صدرية أو بطنية وقد تكون عضلة خارجية، اذ تنشأ خارج العضو وتحركه بأكمله كوحدة واحدة؛ وقد تكون عضلة داخلية وتوجد داخل العضو وتعمل على تحريك بعض أجزائه.

وقد تسمى العضلة باسم الوظيفة التي تؤديها: عضلة رافعة –عضلة خافضة –عضلة محركة للأمام –عضلة محركة للخلف –عضلة مقربة –عضلة مبعدة –عضلة مدوريه.

الجهاز التناسلي The reproductive system في الحشرات

الجهاز التناسلي في الحشرات يمثل بغدد جنسية مزدوجة متصلة للخارج بواسطة انابيب وهذه الغدد هي المبيضان في الانثى والخصيتان في الذكر.

اولا: الجهاز التناسلي المذكر:

يتلاءم تركيب الاعضاء المذكرة في الحشرات لإنتاج الحيوانات المنوية ونقلها الى الاناث التي تنتمي لنفس النوع. وتوجد في فراغ البطن.

التركيب:

1- الخصيتين testes: وتتكون كل منها من انابيب Follicles متجمعة مع بعضها ويختلف عدد هذه الانابيب باختلاف الحشرات. وتتركب الخصية من فص واحد او عدة فصوص ويختلف شكلها ايضا من كروي الى بيضاوي او مستطيل. وهما اما منفصلتان او متلاصقان، مكان التواجد: اما اعلى القناة الهضمية او على الجانبين وهما مثبتان بواسطة الاجسام الدهنية.

2- الوعاءين الناقلين Vas deferentia: والوعاء عبارة عن قناة رفيعة تتصل بالخصية والتي تصب فيها افرازها وفي الغالب يتسع الوعاء عند مؤخرته مكونا الحوصلة المنوية vesicula seminalis والتي يخزن فيها الحيوانات المنوية واحيانا يتقابل الوعاءان الناقلان وعند نقطة اتصالاهما تتكون حوصلة منوية واحدة.

3- القناة القاذفة Ejaculatory duct: وهي تتكون عند التقاء الناقلين وهي عضلية التركيب مبطنة من الداخل بالكوتيكل وتصب هذه القناة في الة السفاد التي تنتهي بالقضيب الذي هو عبارة عن امتداد في جدار الجسم يحيط بنهاية القناة القاذفة.

4- الغدد المساعدة Accessory glands: ويوجد منها اما زوج واحد او ثلاثة ازواج تتصل بالوعاء الناقل او القناة القاذفة ووظيفتها افراز حوامل الحيوانات المنوية Spermatophore وهي كبسولات هلامية يعبا فيها الحيوانات المنوية ثم تنتقل الى الانثى.

ثانيا: الجهاز التناسلي في الانثى Female reproductive system:

تتكون اعضاء التناسل في الانثى من:

1- المبيضين Two ovaries: ويتكون كل مبيض من مجموعة من الانابيب Ovarioles يختلف عددها باختلاف الحشرات فقد تكون:

أ- واحدة كما في ذبابة النوم.

ب- 4-8 كما في حرشفية الاجنحة ومعظم الحشرات.

ج- قد تصل الى 2000 كما في بعض انواع النمل الابيض.

ويتم تكوين البيض cogenesis في فريعات المبيض حيث يبدا في طور العذراء في بعض الحشرات او في طور الحورية الاخير. ونجد ان البيض متراصا في سلسلة بحيث ان البيض الكبير يوجد جهة القاعدة ويتدرج في الصغر كلما اتجها الى الاعلى.

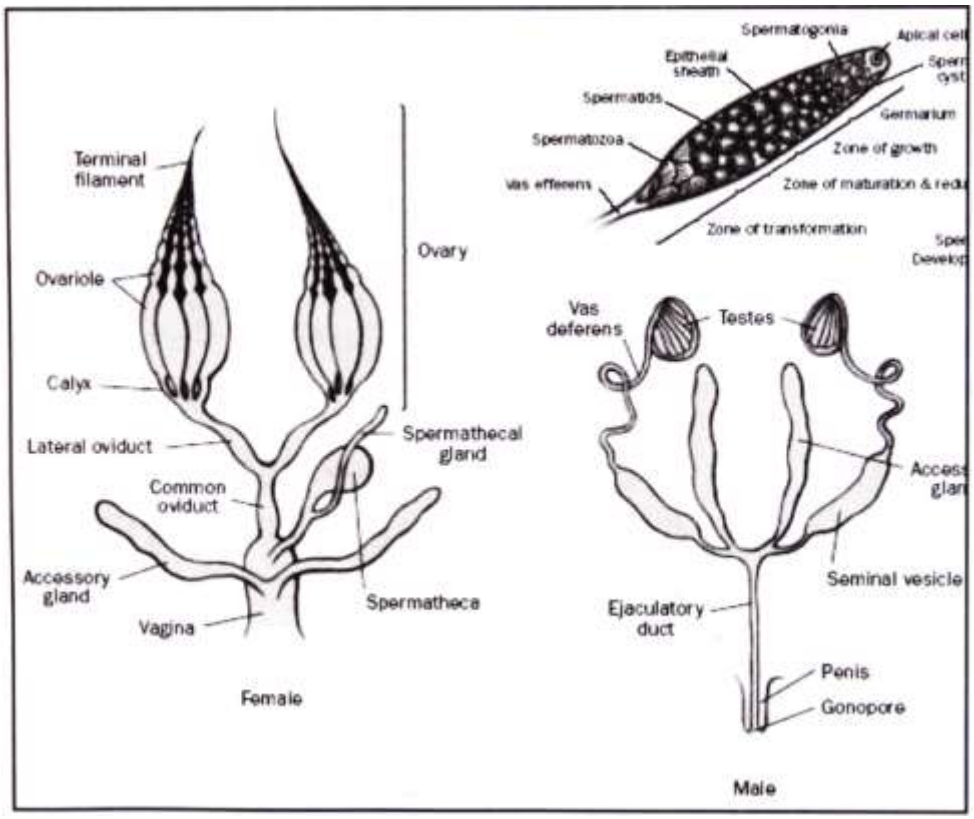
تتكون كل انبوبة مبيضية في مبيض الانثى من الحبل الطرفي terminal filament ووظيفته تثبيت المبيض في مكانه وطبقة البيض الجنينية germarium وهي كتلة من الخلايا الجنسية الاولية التي تصبح فيها بعد البويضات oocytes والمنطقة الاخيرة هي منطقة البيض vetellarium وهي الجزء الاكبر من الانبوبة المبيضية ويوجد بها البيض، كل بيضة في غرفة.

2- القنوات التناسلية genital oviduct: تصب الانابيب المبيضية في قناة خاصة تسمى قناة المبيض وتتحد القناة الخاصة بكل مبيض Lateral oviduct مع بعضها لتكون قناة المبيض المشتركة common oviduct التي تتسع عند مؤخرها لتكون المهبل vagina (الغرفة التناسلية) الذي يبطن من الداخل بطبقة من الكيوتكل وينتهي عادة بالة وضع البيض.

3- المخزن المنوي Spermatheca: وهي عبارة عن كيس صغير تحفظ في الحيوانات المنوية وتتصل بالمهبل بواسطة قناة صغيرة.

4- الغدد المساعدة accessory glands: وهما عبارة عن غدتين تصبان افرازاتهما بالقرب من نهاية فتحة المهبل. ووظيفتهما افراز غطاء البيض. وايضا تنتج مادة لزجة للصق البيض في المكان الذي يوضع فيه.

5- القابلة المنوية Bursa capulatrix: وهو عبارة عن كيس يوجد في بعض الحشرات ويتصل بالمهبل احيانا ليتلقى الحيوانات المنوية التي تقذف فيه وقت عملية السفاد قبل ان تدخل الى المخزن المنوي.



الجهاز التناسلي الذكري **الجهاز التناسلي في الانثى**

المحاضرة السابعة فسلجة حشرات

الجهاز العصبي في الحشرات

جهاز أكتودرمي المنشأ كامل التكوين، يعمل كوسيلة اتصال محكمة بين أعضاء الحس التي تتأثر بالمنبهات الخارجية المستمدة من البيئة وبين الأعضاء الداخلية مؤديا إلى استجابة الحشرة لهذه المنبهات بطريقة متوازنة. وينسق وينظم عمل الأجهزة الداخلية والوظائف الحيوية لها.

– **الخلية العصبية:** هي الوحدة الأساسية للنسيج العصبي وأشكالا متعددة وتتكون من جسم الخلية الذي يحتوي على النواة ويمتد منه عادة عدد من الامتدادات البروتوبلازمية التي تعمل على ربطها بالخلايا الحسية الأخرى او الأعضاء المستجيبة ويخرج واحد او أكثر من هذه الامتدادات مكونة ليفة عصبية طويلة يطلق عليها المحور وعادة يخرج من المحور بالقرب من قاعدته فرع جانبي وينتهي كل من المحور والفرع الجانبي بمجموعة لويفات دقيقة متفرعة. تخرج ايضا من جسم الخلية لويفات يطلق عليها التفرعات الشجيرية.

وتنقسم الخلايا العصبية تبعا إلى الوظيفة كالآتي:

أ– **الخلايا العصبية الحسية:** تكون ثنائية أو عديدة الأقطاب، توجد خارج العقد العصبية قريبة من جدار الجسم او على سطح القناة الهضمية وتقوم بنقل التيارات العصبية من اعضاء الحس الى الجهاز العصبي المركزي.

ب– **الخلايا العصبية الحركية:** تكون أحادية القطب، تقع على سطح العقد العصبية من الداخل وتقوم بحمل التيارات العصبية إلى الأعضاء المتأثرة.

ج– **الخلايا العصبية المجمعة:** تكون أحادية القطب وتقع داخل العقد العصبية وتتميز بصغر حجمها وكثرة المكونات الكروماتينية لمكوناتها. وظيفتها ربط الاتصال العصبي بين الخلايا الحسية والخلايا الحركية.

وتنقسم الخلايا العصبية تبعا لعدد محاورها او اقطابها إلى: أحادية أو ثنائية أو عديدة الأقطاب.

المحاضرة السابعة فسلجة حشرات

ينقسم الجهاز العصبي من الناحية التشريحية إلى ثلاثة أقسام هي: الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الحشوي (السمبثاوي) والجهاز العصبي السطحي.

– **الجهاز العصبي المركزي:** يكون الجهاز العصبي المركزي القسم الرئيسي من الجهاز العصبي، ويتركب من سلسلة مزدوجة من العقد العصبية التي تتصل ببعضها بواسطة أحبال طولية تعرف بالروابط العصبية (تربط زوج العقد العصبية بكل من الزوج السابق واللاحق لها، وأحبال مستعرضة تعرف بالموصلات العصبية (كل زوج من العقد العصبية يرتبط ببعض عرضيا) وفي كثير من الحالات تلتحم العقد العصبية لحلقات الجسم المتجاورة وتتجمع مكونة مراكز عقدية عصبية كما في منطقة الرأس حيث يتكون مركزان هما المخ والعقدة العصبية تحت المريئية، ويتفاوت هذا التجمع العقدي في حلقات الصدر والبطن باختلاف الحشرات. وينقسم الجهاز العصبي المركزي على أساس درجة تجمع العقد العصبية إلى ثلاثة أجزاء: المخ والعقدة العصبية تحت المريئية والحبل العصبي البطني.

1– المخ: ويقع فوق مقدم المريء ويمثل المركز العقدي الظهري للرأس ويتركب من اندماج الثلاثة أزواج الأولى من القطع العصبية للجنين ويظهر مقسمة إلى ثلاثة مناطق هي:

أ– **المخ الأول:** وتتركب من جزء خارجي ويسمى العقدة العينية والداخلي ويسمى الفص البصري وهو المركز الحسي لأعضاء البصر وتخرج منه الأعصاب المغذية لكل من العيون المركبة والبسيطة.

ب. المخ الثاني: ويمثله انتفاخين على السطح السفلي الأمامي للمخ هما الفصين الشميين وتخرج منه ثلاثة أزواج من الأعصاب الشمية: زوج حسي وآخر حركي الى قرني الاستشعار، والثالث حسي إلى قمة الرأس.

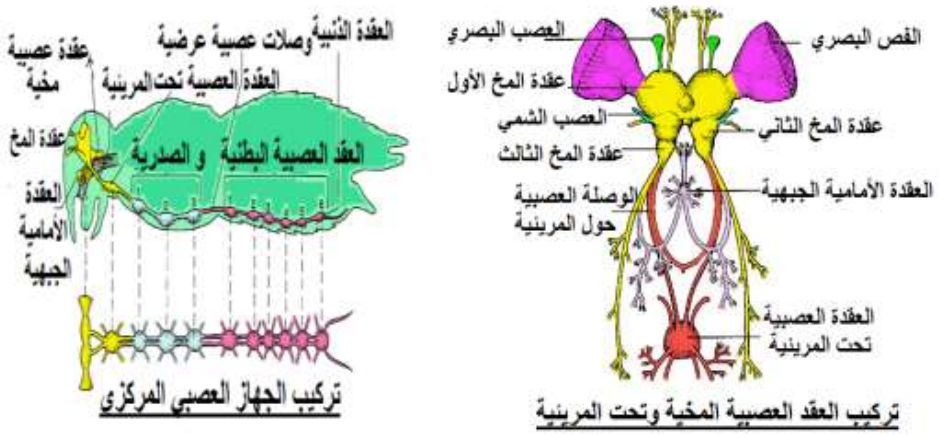
ج– **المخ الثالث:** يظهر في شكل فصين متباعدين أسفل الفصين الشميين، يرتبط فصا المخ الثالث ببعضهما بواسطة موصل خلف مريئي، كما يخرج من كل منهما رباط حول مريئي وهما يربطان المخ بالعقدة العصبية تحت المريئية ويخرج منه زوج من الأعصاب تصل المخ بالعقدة تحت

المريئية، ويخرج ايضا من كل فص العصب الشفوي الجبهي له فرعين أحدهما تصله بالجهاز الحشوي (ينتهي عند العقدة الجبهية الأمامية) والفرع الأخر يغذي الشفة العليا.

– **وظائف المخ:** المخ هو المسئول عن التوجيه والتوافق في جميع أنواع صور السلوك في الحشرات إما بتنبيه أو تعطيل بعض الانعكاسات العصبية وهو مسئول عن جميع العمليات الحيوية والفسيولوجية وتنظيم السلوك الحشري من خلال تكامل عمله مع الجهازين العضلي والهرموني.

2– العقدة تحت المريئية: وهي عبارة عن المركز العقدي البطني للرأس وتتكون من اندماج ثلاثة أزواج من العقد العصبية لعقل الفكوك العلوية والفكوك السفلية والشفة السفلى وتخرج منها أعصاب مزدوجة تغذي الزوائد المقابلة لها. لهذه العقدة تأثير منبه على جهاز التوافق الحركي الموجود في العقد الصدرية كما يوجد بها مراكز الحركة المسؤولة عن حركة زوائد الفم.

3– الحبل العصبي البطني: ويشمل سلسلة من العقد العصبية تقع على السطح البطني فوق الأسترنات في منطقتي الصدر والبطن تتصل ببعضها مكونة سلسلة طولية عن طريق زوج من الروابط ينشأ من الحافة الخلفية للعقدة العصبية تحت المريئية. تقع الثلاث العقد الأولى في الصدر بحيث يوجد لكل حلقة صدرية، بينما يقع باقي العقد في البطن وتعرف بالعقد البطنية. وتنظم العقد الصدرية أعضاء الحركة حيث يخرج من كل عقدة زوجان من الأعصاب الرئيسية يغذي أحدهما عضلات الحلقة عامة بينما يغذي الآخر عضلات الأرجل، وفي كل من الحلقتين الصدريتين الوسطى والخلفية يوجد زوج إضافي من الأعصاب مسئول عن تنظيم حركة الأجنحة وقد تلتحم عقد الصدر الثلاثة مع العقد البطنية مكونة مركز عقدية صدرية كما في بعض الحشرات ذات الجناحين، أما العقد البطنية فتختلف في عددها باختلاف الحشرات وهي لا تزيد عن 8 عقد كما في الحشرات ذات الذنب الشعري، ولكن في معظم الحشرات يقل العدد عن ذلك كما في الصرصور الأمريكي، وغالبا ما تندمج عقدة الحلقة البطنية الأولى مع عقدة الصدر الخلفي. العقدة البطنية الأخيرة مركبة دائما ما تكون مركبة وتعتبر مركزا عصبيا يتكون من اندماج ثلاثة عقد عصبية لتغذي مؤخرة الحشرة وأعضاء التناسل بالأعصاب.



شكل (2): تركيب الجهاز العصبي المركزي في الحشرات

الجهاز العصبي السمبثاوي (الحشوي) ويشمل الأعصاب التي تمد الأحشاء الداخلية ذات الحركة اللاإرادية. وينقسم إلى الجهاز السمبثاوي المريئي أو الفمي المعدي، الجهاز السمبثاوي البطني، الجهاز السمبثاوي الخلفي.