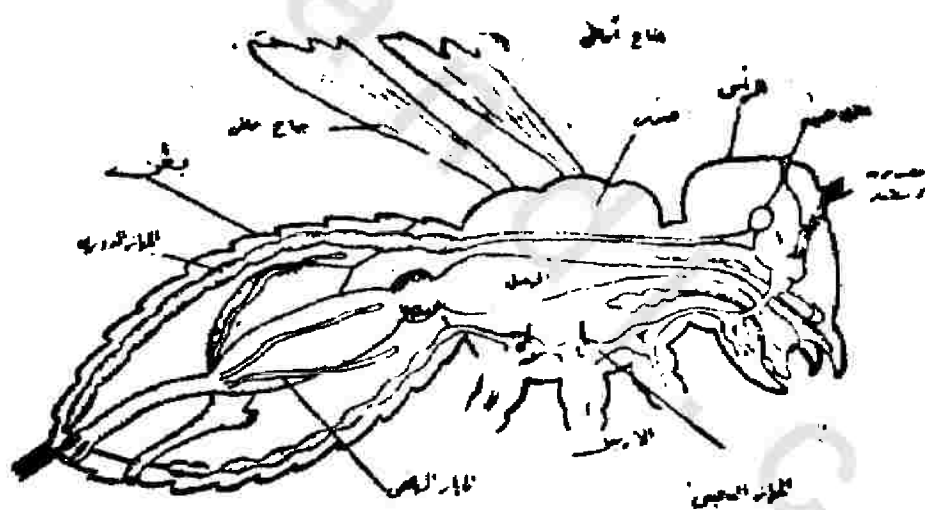


THE INTERNAL ANATOMY

يقوم جسم الحشرة بجميع الوظائف التي تتطلبها الحياة وهي في ذلك لا تشذ عن باقي الحيوانات الأخرى، وبالرغم من صغر حجم الحشرة فهي تحوى داخل جسمها جميع الأعضاء والأجهزة التي تقوم في مجموعها بأسباب الحياة كما في شكل (٢٩). وهذه الأجهزة دقيقة التكوين والتركيب لأن الحيز أو المكان الذي تشغله هذه الأجهزة صغير جداً في بعض الحشرات .



شکل (۲۹)

أهم هذه الأجهزة ما يأتي : —

- ١ - الجهاز الهضمي . ٢ - الجهاز الدوري . ٣ - الجهاز البولي .
٤ - الجهاز التنفسي . ٥ - الجهاز العضلي . ٦ - الجهاز العصبي .
٧ - الجهاز التناسلي .

الجهاز الهضمي

The Digestive System

كل أنواع المواد العضوية تصلح لأن تكون غذاء للحشرات وكما أن الأجزاء الخاصة بتعاطي الطعام وهي أجزاء الفم قد تحولت بحيث تصبح ملائمة لنوع الغذاء الذي تأخذه الحشرة سواء كان سائلاً أو صلباً كذلك يتحول الجهاز الهضمي تبعاً لطبيعة ونوع هذا الغذاء . وتشكون القناة الهضمية في الحشرات (The Alimentary Canal) كما في (شكل ٣٠ ،) من أنبوبة إما مستقيمة أو ملتوية على بعضها داخل الجسم تبدأ من الفم وتنتهي في الخلف بفتحة الإستم.

القناة الهضمية

تنقسم القناة الهضمية عموماً في الحشرات إلى ثلاثة أقسام كالآتي :-

أولاً —	القناة الهضمية الأمامية	The Fore-gut or Stomodaeum
ثانياً —	الوسطية	The Mid-gut or Mesenteron
ثالثاً —	الخلفية	The Hind-gut or Proctodaeum

أولاً — القناة الهضمية الأمامية The Fore-Gut

وتبدأ بفراغ الفم ويتبعه البلعوم وهو أنبوبة رفيعة توجد بمنطقة الرأس ويتصل بها عضلات كثيرة تمتد بين جداره الخارجى والجمجمة فتكون بذلك جهازاً للامتصاص ولا سيما في الحشرات التي تتغذى على السوائل إذ أن هذه العضلات تعمل على اتساع فراغ أنبوبة البلعوم فيحدث فراغاً يسبب إندفاع الغذاء السائل إليها ثم يضمحل هذا الفراغ بالعضلات الدائرية التي تلتف حول جداره وتكرار هذه العملية يستمر إندفاع الغذاء إلى القناة الهضمية .

وينتهى البلعوم (Pharynx) من الخلف بالمريء (Oesophagus) وهو أنبوبة مستقيمة (شكل د ٣٠ ، رقم ١) تبدأ من الجزء الخلفي للرأس وينتهي بالجزء الأمامي من الصدر حيث يتسع تدريجياً مكوناً الحوصلة (Crop) وهذه تستعمل في تخزين الغذاء (رقم ٢ ، ولهذا فإن جدرانها رقيقة جداً والعضلات المتكونة عليها ضعيفة .

ويختلف شكل الحوصلة باختلاف الحشرات ففي الحفار (كلب البحر Gryllotalpa sp) يكون الاتساع في الحوصلة في جهة واحدة فقط كما في شكل (د ٣٠) وفي بعض الذباب تتصل الحوصلة بالمريء بواسطة أنبوبة رفيعة جداً . وتستعمل الحوصلة في الحالة الأخيرة كمخزن للغذاء حيث يدخر الغذاء داخلها ثم يمر بالتدرج إلى القناة الهضمية كلها استعداداً للأمر .

أما القونصة (Gizzard or Proventriculus) فتوجد خلف الحوصلة (رقم ٣ ، وهي كبيرة الحجم كروية الشكل غالباً كثيرة العضلات في الحشرات التي تتغذى على مواد صلبة وصغيرة في الحشرات التي تتغذى على سوائل مثل الذباب وتميز القونصة عادة بوجود أسنان شيتينية قوية على جدرانها الداخلية ووظيفة هذه الأسنان هو تهشيم أجزاء الطعام الصلبة (Crushing) وتعمل القونصة على تهشيم الطعام إذا لزم الأمر ثم تصفّته قبل وصوله للمعدة وقد تقوم بالعملتين معاً حيث أن جزءها الأمامي مهيأ بالأسنان القوية التي ذكرناها وأما الجزء الخلفي منها فهو مجهز بشعيرات دقيقة لتصفية الطعام قبل دخوله المعدة هذا وقد تخرج أنبوبة صغيرة خلف القونصة وتمتد قليلاً في فراغ المعدة ويوجد بهذه الأنبوبة صمام (Valve) يسمح بمرور الغذاء إلى المعدة ويمنعه من المرور في اتجاه عكسي هذا وقد تعدم القونصة في بعض الحشرات

ثانياً — القناة الهضمية الوسطية The Mid - Gut

وتشمل المعدة (Stomach) (رقم ٤ ، وتختلف في الشكل باختلاف الحشرات فقد تكون كيسية الشكل (Sac - like) أو تكون أنبوبية (Tube - like)

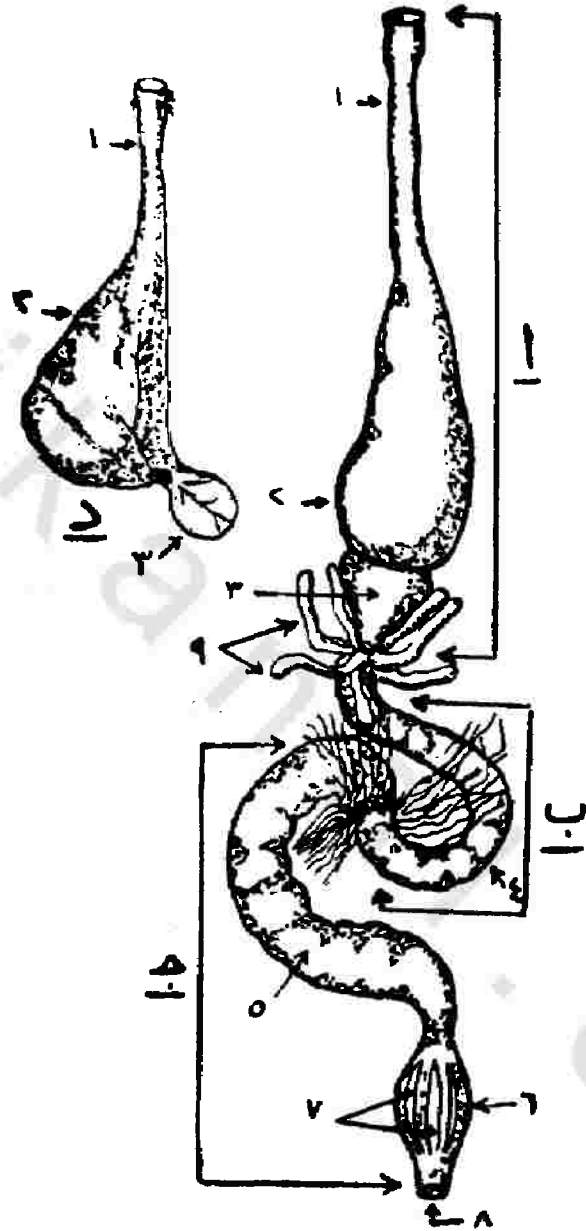
ملتوية على بعضها وقد يخرج منها عند اتصالها بالقناة الهضمية الأمامية زوائد أنبوبية تختلف عددها وطولها باختلاف الحشرات (شكل ٣٠٠ ، رقم ٩) وهذه الزوائد تسمى بالزوائد المعدية أو الأعورية (Mesenteric caecae) وأطراف هذه الزوائد السائبة مقفلة ولونها عادة أبيض مائل إلى الزرقة .

ثالثاً — القناة الهضمية الخلفية The Hind-Gut

وتبدأ القناة الهضمية الخلفية عند اتصال أنابيب ملبىجي بالقناة الهضمية المتوسطة ويمكن أن يميز فيها ثلاثة مناطق وهي .

- ١ — الإمعاء الدقيقة (Small intestine or ileum) وهي جزء صغير جداً ضيق يقع عند ملتقى القناة الهضمية الوسطية بالقناة الهضمية الخلفية
- ٢ — الإمعاء الغليظة (Large intestine or colon) وهي جزء كبير (رقم ٥) ينتهي بالمستقيم

٣ — المستقيم (Rectum) وهو نهاية القناة الهضمية (شكل ٣٠٠ ، رقم ٦) وهو كروي الشكل يوجد على سطحه غدد تسمى غدد المستقيم (رقم ٨ ، Rectal glands or papillae) يختلف عددها باختلاف الحشرات ووظيفتها هذه الغدد هي امتصاص الماء المختلط بالمواد الآزوتية التالفة (البراز) التي تخرجها الحشرة خارج جسمها ثم إرجاع هذا الماء ثانية إلى جسم الحشرة لاستعماله مرة ثانية وتوجد هذه الظاهرة في الحشرات التي تعيش في الأوساط الجافة حيث يتعذر عليها الحصول على الماء ولا بد لحياتها من الاحتفاظ بأكثر كمية من الماء مثل حشرة خنفساء الدقيق (Tribolium sp.) التي تعيش في الدقيق وكذلك بعض أنواع السوس والخننافس التي تعيش داخل الحبوب الجافة مثل « سوسة القمح » وخننافس الفول والعدس ،



شكل (٣٠)

تركيب القناة الهضمية عموماً في الحشرات

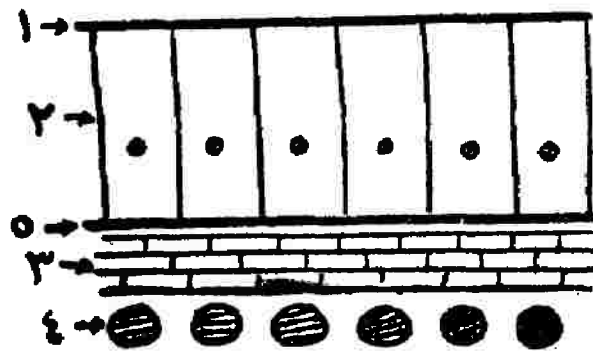
- | | |
|----------------------------------|--|
| ١ - القناة الهضمية الأمامية | ب - القناة الهضمية الوسطية (المعدة) |
| ٢ - المريء | ج - القناة الهضمية الخلفية |
| ٣ - الحوصلة | د - شكل الحوصلة في جهة واحدة من المريء |
| ٤ - الأمعاء الغليظة | ٥ - القنطرة |
| ٦ - المستقيم | ٦ - فتحة الإست |
| ٧ - الزوائد المعدية (الأعورية) | ٧ - غدد المستقيم |
| | ٨ - غدد المستقيم |

التركيب الميكروسكوبى للقناة الهضمية

أولاً : تركيب القناة الهضمية الأمامية

هذه القناة هي عبارة عن انبعاج داخلى (Ingrowth) فى جدار الجسم وتتركب من الطبقات التى يتركب منها جدار الجسم كما هو مبين بالشكل التخطيطى رقم (٣١) ، وهذه الطبقات تبدأ من داخل القناة إلى الخارج وهي مرتبة كالآتى : —

- أ — طبقة الكيوتيكل (Cuticle) رقم ١ ،
- ب — طبقة خلايا الإيثليم (Epithelium) رقم ٢ ،
- ج — طبقة الغشاء القاعدى (Basement membrane) رقم ٣ ،
- د — طبقة من العضلات الطولية (Longitudinal muscles) وتوجد خارج طبقة الغشاء القاعدى رقم ٤ ،
- هـ — طبقة أخرى من العضلات الدائرية (Circular muscles) وتوجد خارج طبقة العضلات الطولية أنظر رقم ٥ ،



شكل (٣١)

قطاع طولى تخطيطى يبين الطبقات التى يتركب منها القناة الهضمية الأمامية

ثانياً — تركيب القناة الهضمية المتوسطة (المعدة)

إذا عملنا قطاعاً طولياً في القناة الهضمية المتوسطة فإننا نجد أنها تتركب من الطبقات المبينة في شكل (٣٢)، وهذه الطبقات مرتبة كالاتي من خارج القناة للداخل :

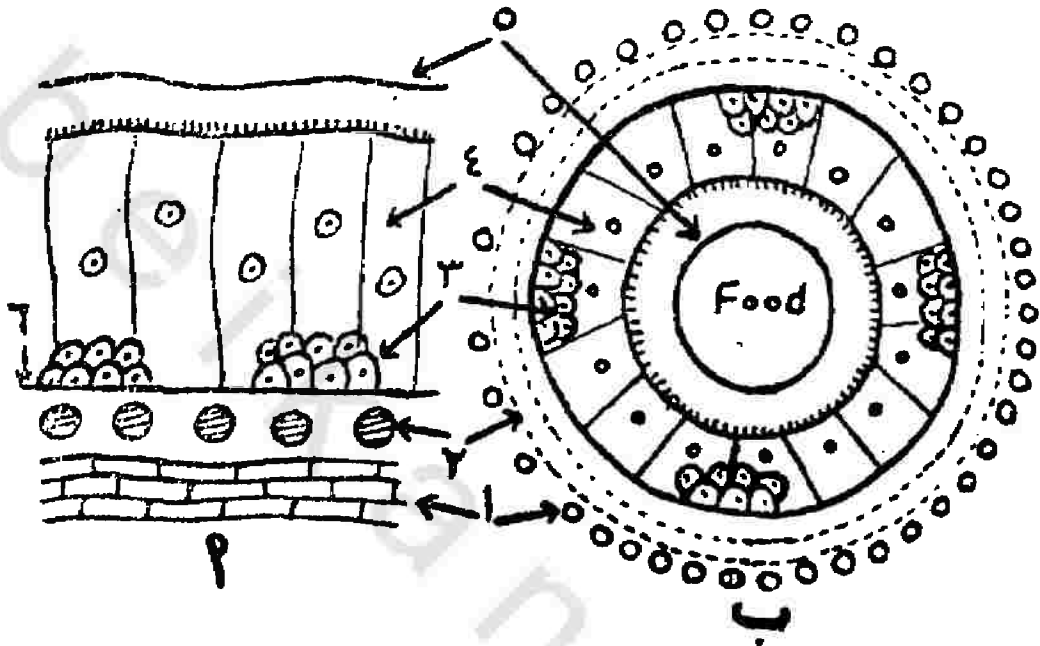
أ — طبقة من العضلات الطولية رقم ١ ،

ب — طبقة من العضلات الدائرية رقم ٢ ،

ج — طبقة من خلايا الإيبثليم وهذه الخلايا باحافة مخططة (Straited border) كما هو مبين في القطاع الطولي ويوجد عند قواعد خلايا معوضة Regenerative Cells ، وهي خلايا صغيرة مبعثرة بطول المعدة كما في بعض اليرقات أو تكون موجودة في مجاميع صغيرة كما في بعض الحشرات التابعة لرتبة مستقيمة الأجنحة (Orthoptera) ويفصل خلايا الإيبثليم عن الغذاء الموجود في المعدة غشاء رقيق جداً يدخل في تركيبه مادة الشيتين . ويسمى هذا الغشاء (Peritrophic membrane) ويوجد بصفة خاصة في الحشرات التي تتغذى على مواد صلبة حيث يمنع هذا الغشاء احتكاك المواد الصلبة بخلايا ال (Epithelium) فلا يحدث تلف لهذه الخلايا أما في الحشرات التي تتغذى على سوائل أو الدم فلا يوجد في بعضها هذا الغشاء مثل البراغيث والبقعة الخضراء وبعض أنواع من البعوض .

وأما خلايا ال Epithelium المبطنة للمعدة فهي جميعها من نوع واحد وتقوم هذه الطبقة بعملية الإفراز والامتصاص (Secretion and Absorption) وهذه الخلايا أدوار نشاط متتالية فتارة لها دور تفرز فيه أنزيمات هاضمة ويلى ذلك دور آخر هو دور الامتصاص وفيه تمص الخلايا جميعها المواد المهضومة . هذا وفي بعض الحشرات تتخصص بعض

خلايا الإيثلليم الأمامية بعملية الإفراز والخلايا الخلفية بعملية الإمتصاص أو بالعكس وفي بعض الحشرات الأخرى نجد أن الخلايا موجودة في شكل مجاميع بعضها إفرازية وبعضها إمتصاصية .



(شكل ٣٢)

- | | |
|---|---------------------------|
| ب — قطاع عرضي | ١ — قطاع طولي |
| رسم تخاطي يبين الطبقات التي تتكون منها القناة الهضمية المتوسطة (المعدة) | |
| ١ — طبقة العضلات الطولية | ٢ — طبقة العضلات الدائرية |
| ٣ — الخلايا المعوضة Reg. cells | ٤ — طبقة خلايا الإيثلليم |
| ٥ — غشاء ال Peritrophic | ٦ — طبقة الغشاء القاعدي |

ثالثا — تركيب القناة الهضمية الخلفية :

وتتكون القناة الهضمية الخلفية من نفس الطبقات التي تتكون منها القناة الهضمية الأمامية (أنظر شكل ٣١) فيما عدا موضع طبقتي العضلات الطولية والدائرية فنجد في تركيب هذه القناة الميكروسكوبي أن طبقة العضلات الدائرية تقع في الداخل بعد طبقة الغشاء القاعدي مباشرة يليها طبقات العضلات الطولية للخارج

الغدد اللعابية

The Salivary Glands

ويوجد منها غالباً في الحشرات غدتان واحدة على كل جانب من جانبي
المرى. يتصلان ببعضهما بواسطة قناة مشتركة تفتح في قاعدة اللسان وقد يوجد
مخزن لكل غدة لمخزن إفرازات الغدد اللعابية فيه .

ويختلف شكل هذه الغدد باختلاف الحشرات فإما أن تكون أنبوبية
الشكل أو خيطية أو عنقودية ويحول إفرازات هذه الغدد النشا إلى جلوكوز
في الحشرات آكلة الأعشاب وفي البعوض تتكون الغدد اللعابية من ثلاثة
فصوص تختلف واحدة منها عن الأخرتين في الشكل وتفرز هذه الغدد سائل
(Anticoagulin) لمنع تجدد الدم عند امتصاصه من جسم الإنسان
أو الحيوان .

وظائف الغدد اللعابية

عندما تتناول الحشرة طعامها يختلط هذا الطعام داخل الفم باللعاب الذي
تفرزه الغدد اللعابية وهذا اللعاب يحتوي على بعض الأنزيمات التي تؤثر تأثيراً
كيمياوياً على مواد الطعام فتحوله من حالة غير صالحة للهضم إلى حالة صالحة
كتحويل النشا مثلاً إلى جلوكوز . هذا وتفرز الغدد اللعابية بصفة خاصة
إنزيم الـ (Amyalse) الذي يؤثر في النشا ويحوله إلى مواد سكرية . أما وظائف
الغدد اللعابية فهي

(١) — ترطيب وإذابة الطعام فعندما يأكل الصرصور يصبح فمه رطباً باللعاب

الذى يؤثر على الطعام وأيضاً عندما يمتص أبى دقيق رحيق الأزهار يفرز نقطة من اللعاب فى نهاية أطراف خرطوم فله فتؤثر الإنزيمات الموجودة به على المواد السكرية الموجودة بالرحيق وتحولها إلى مواد أقل تعقيداً صالحة للهضم والامتصاص .

(٢) يحتوى اللعاب أحياناً على بعض الإنزيمات الهاضمة وهذه الإنزيمات تؤثر على الطعام أحياناً خارج جسم الحشرة كما فى حشرة المن (Aphids) الذى يتغذى بامتصاص عصارة النباتات فعندما يغرس « المن » أجزاءه فى الثاقبة الماصة فى أنسجة الأوراق النباتية يفرز اللعاب المحتوى على الإنزيمات الهاضمة التى تؤثر على النشا (Starch) الموجود فى الخلايا النباتية وتحوله إلى سكر ويستمر فعل هذه الإنزيمات على العصارة النباتية حتى بعد امتصاصها داخل جسم المن .

٣ - فى الحشرات الماصة للدم (Blood Sucking Insects) كأنواع البعوض وغيرها يحتوى لعابها على مادة مانعة لتجمد الدم فعندما تثقب الحشرة عائلاًها بواسطة خرطومها لا تمتص دمها تفرز لعابها المحتوى على هذه المادة فيختلط بالدم فيمنعه من التجمد فيسهل على الحشرة امتصاص الدم على حالة سائلة وقد عملت تجربة على ذبابة تسي تسي (Tsetse Fly) الذى يمتص الدم وينقل مرض النوم فأزيلت الغدد اللعابية المحتوية على مادة الـ (Anticoagulin) فاستمرت الحشرة فى امتصاص الدم على حالة سائل لمدة معينة ؛ وفى النهاية وقفت عملية الامتصاص حيث أغلقت أو انسدت (Blocked) الأنبوبة الماصة للدم وكذلك أغلقت الحوصلة بالدم المتجمد وفقدت الحشرة قدرتها على امتصاص الدم على حالة سائلة بعد ذلك .

٤ - فى بعض الحشرات النصفية الجناح (كالبقعة الخضراء) وبعض الذباب والبراغيث والحشرات ذات أجزاء الفم الثاقب الماص المعد لامتصاص السوائل يقوم اللعاب بتنظيف وترطيب الأنايب أو أجزاء الفم (م - ٧ الحشرات)

المتحورة لامتنصاص السوائل من الداخل أى يستعمل كمسحوم فتسهل بذلك عملية الامتنصاص .

ويوجد فى كثير من الحشرات خلاف هذه الغدد اللعابية التى سبق الكلام عليها بعض أنواع من غدد أخرى تفتح فى منطقة الفم وتقوم بعدة وظائف مختلفة كما فى حالة نحل العسل حيث توجد فى الرأس غدد تفرز الغذاء الملصكى (Royal Jelly) الذى تتغذى عليه ملكات النحل ويرقاتها .

الحشرات العديمة الغدد اللعابية

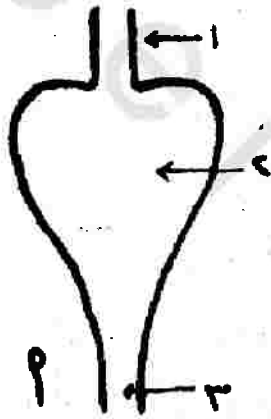
أما فى الحشرات العديمة الغدد اللعابية كبعض الحشرات المفترسة كالخنافس ويرقات الجعارين ويرقات الخنافس المائية وبعض يرقات غشائية الأجنحة التى تتطفل تطفلا خارجيا فإنها تتغذى بالطريقة الآتية : —

١ — عندما تفرس إحدى هذه الحشرات وتمسك فريستها تفرز عليها بعض العصارات الهاضمة الآتية من المعدة « القناة الوسطية » ، والتى تخرج عن طريق الفم فتؤثر الإنزيمات المختلطة بهذه العصارات وتحول الجزء المهضوم إلى سائل يسهل على الحشرة امتصاصه على حالة سائلة وبذلك تحصل على الغذاء اللازم لها وتسمى هذه العملية « بالهضم المعدى الإضافى » (Extra Intestinal Digestion)

٢ — أما فى حالة يرقات ذبابة اللحم التى ليس بها غدد لعابية فنلاحظ أن هذه اليرقات تتناول طعامها بنفس الطريقة السابقة ولكن بدلا من أن تخرج الإنزيمات المختلطة باللعاب عن طريق الفم فإنها تخرج الإنزيمات مع البراز الذى تضعه اليرقات على قطعة اللحم فتؤثر عليها الإنزيمات المختلطة بالبراز وتحول بعضها إلى حالة سائلة يسهل على اليرقات امتصاصها .

الاشكال المختلفة للقناة الهضمية في الحشرات

ينحور شكل وتركيب القناة الهضمية في الحشرات المختلفة تبعا لنوع وطبيعة الغذاء الذي تتناوله الحشرة والجزء الذي تحدث فيه التحورات غالبا في القناة الهضمية هو القناة الهضمية الوسطية حيث تتم عمليتي الهضم والإمتصاص في هذا الجزء وقد تحدث أيضا بعض التحورات في شكل المريء والحوصلة وإليك بعض هذه التحورات :



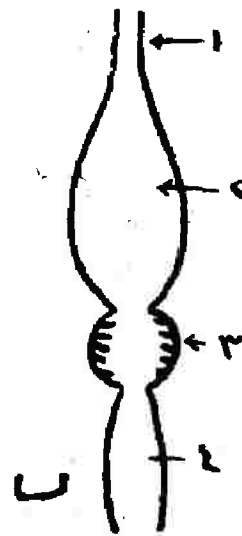
(شكل ٣٣)

- ١ - المريء
- ٢ - القناة الهضمية الوسطية
- ٣ - القناة الهضمية الخلفية

١- في الحشرات الأولية وفي كثير من يرقات بعض الذباب نجد أن القناة الهضمية الأمامية أو المريء تتصل مباشرة بالقناة الوسطية حيث يمر الغذاء باستمرار من المريء إلى القناة الوسطية ثم إلى القناة الهضمية الخلفية كما هو مبين بالشكل (٣٣) .

٢ - في رتبة الحشرات جلدية الأجنحة -

(Dermaptera) ورتبة النمل الأبيض (Isoptera) ورتبة الرعاشات (Odonata) وبعض حشرات رتبة غشائية الأجنحة (Hymenoptera) وفي كثير من



(شكل ٣٤)

- ١ - المريء
- ٢ - الحوصلة
- ٣ - القنطرة
- ٤ - القناة الوسطية

حشرات رتبة غمدية الأجنحة (Coleoptera) نجد أن الجزء الخلفي من المريء ينتفخ كما في شكل (٣٤) مكونا حوصلة تستعمل لحزن الغذاء فيها قبل أن يمر إلى القناة الوسطية وفي بعض الحشرات تقوم الحوصلة في هذه الحالة كمخزن يخزن فيه الغذاء حيث تؤثر الانزيمات التي في اللعاب على الغذاء وهو في الحوصلة فتضمه وفي بعض حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة (Orthoptera) تمر العصارات الهضمية من القناة الوسطية (المعدة) إلى الحوصلة لتساعد على هضم الغذاء المخزون في الحوصلة .

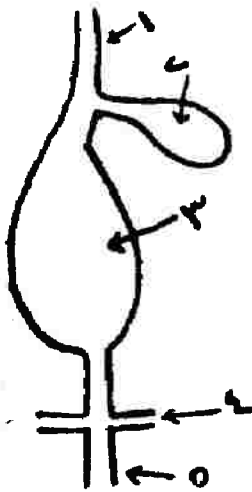
٣ - في بعض أنواع الذباب من رتبة الحشرات ذات الجناحين (Diptera) تتكون الحوصلة على جانب المريء كما في شكل (٣٥) وفي هذه



(شكل ٣٥)
١ - المريء
٢ - الحوصلة
٣ - القناة الهضمية
الوسطية

الحالة تصل الحوصلة بالمريء بواسطة أنبوبة ضيقة والغذاء المخزون في هذه الحوصلة يكون مخلوطاً فقط باللعاب الذي تفرزه الغدد اللعابية فيتأثر الطعام قليلاً بالإنزيمات الهاضمة الموجودة في اللعاب إلى أن يتم نقله إلى القناة الهضمية الوسطية الملتوية الشكل كما في شكل (٣٥) حيث يتم هضمه وأمتصاصه.

٤ - في بعض الحشرات التابعة لرتبة حشرية الأجنحة وبعض عائلات من رتبة (Diptera) مثل عائلة البعوض (Fam. Culicidae) وعائلة ذبابة مسرى أو التباناء (Fam. Tabanidae) نجد أن الطعام عند ابتلاعه يمر من المريء إلى القناة الهضمية الوسطية التي تأخذ شكلاً يشبه الحوصلة حيث يخزن فيها الطعام ويهضم هذا بالرغم من وجود الحوصلة الحقيقية على جانب المريء كما في شكل (٣٦) وهذه الحوصلة فقدت وظيفتها كمخزن للطعام ووظيفتها الأساسية في هذه الحالة هو حفظ الهواء داخلها الذي تأخذه الحشرة الكاملة لاستعماله وقت خروجها من العذراء مباشرة.



(شكل ٣٦)
١ - المريء
٢ - الحوصلة
٣ - القناة الوسطية
٤ - أنابيب مليجي
٥ - القناة الخلفية

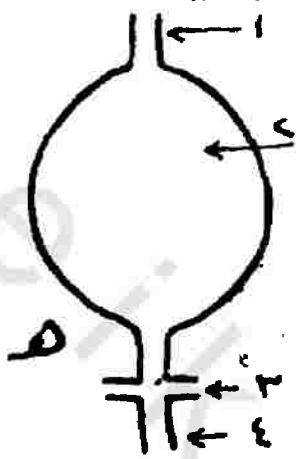
٥ - في رتبة البراغيث (Siphonaptera)

ورتبة القمل الماص (Anoplura) ينعدم وجود الحوصلة وتكبر القناة الهضمية الوسطية وتنفخ على شكل حوصلة كما في شكل (٣٧) حيث يمر

الطعام مباشرة من المريء إلى القناة الهضمية الوسطية (المعدة) حيث يخزن هناك

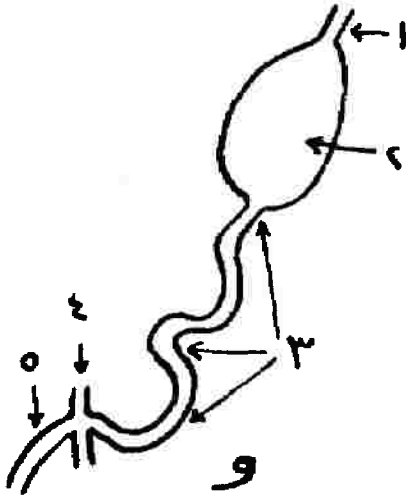
إلى أن تتم عملية الهضم [شكل وتطور المعدة في هذه الحالة يختلف كلية عن شكل وتطور المعدة المبين في (شكل ٣٣)].

٦ - كثير من الحشرات ذات الجناحين كالذباب التابع لرتبة



(شكل ٣٧)

١ - المريء ٢ - القناة الهضمية الوسطية
٣ - أنابيب مليجي ٤ - القناة الهضمية الخلفية



(شكل ٣٨)

١ - المريء ٢ - الجزء الأمامي من القناة
الوسطية الخاص بامتصاص الماء
٣ - الجزء الخلفي من القناة الوسطية الخاص
بعملية الهضم ٤ - أنابيب مليجي
٥ - القناة الهضمية الخلفية

« Diptera » والحشرات التي تمتص عصارة
النباتات (كالبق الخضر) والحشرات
الماصة للدم (كبق الفراش) التابعة لرتبة
« Hemiptera » تنقسم القناة الهضمية
الوسطية إلى جزئين كما في شكل (٣٨) .

الجزء الأمامي : ويختلف في تركيبه

الداخلي عن الجزء الخلفي وهو عبارة عن
جزء منتفخ واسع مبطن من الداخل بخلايا
وظيفتها الأساسية الامتصاص حيث تمتص
الماء أو السائل الزائد في الطعام فتركزه

الجزء الخلفي وهو عبارة عن

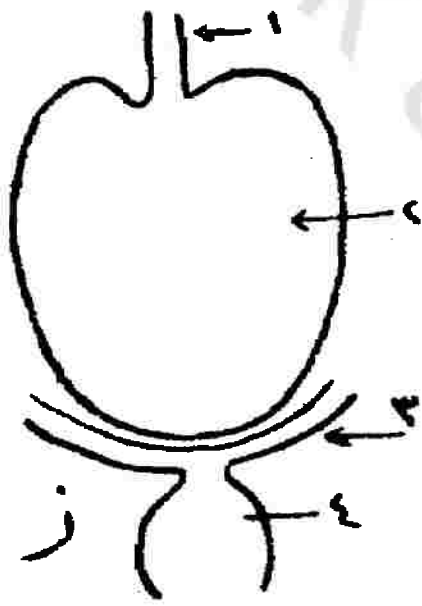
جزء طويل أنبوبي الشكل ولكنه
مبطن من الداخل بنوع آخر من
الخلايا التي تفرز العصارات المحتوية
على بعض الانزيمات التي ينشط
عملها في الأظعمة المركزة عنه في
الأظعمة المخففة المحتوية على كثير
من الماء .

وعلى ذلك فالجزء الأمامي من

القناة الهضمية الوسطية وظيفته

متصاص الزائد من الماء وتركيز الطعام والجزء الخلفي منها يقوم بعملية الهضم والامتصاص للطعام المركز الذي أصبح به نسبة قليلة من الماء .

٧ - في بعض اليرقات التابعة لرتبة الحشرات الغشائية الأجنحة (Hymenoptera) ويرقات الحشرات التابعة لرتبة شبكية الأجنحة (Neuroptera) التي منها د أسد النمل ، و د أسد المن ، تنحور القناة الهضمية وتأخذ شكلاً خاصاً فتصبح القناة



(شكل ٣٩)

الوسطية في أثناء طور اليرقة منفصلة تماماً عن القناة الخلفية كما في شكل ٣٩، فتتفخ القناة الهضمية الوسطية حيث تحدث عملية الهضم في هذا الجزء المنفصل ويتجمع فيه أيضاً الإفرازات أو فضلات الطعام الزائدة إلى قرب تحول اليرقة إلى عذراء فتتصل القناة الهضمية الوسطية بالقناة الهضمية الخلفية وبذلك تخرج

١ - المريء ٢ - القناة الهضمية الوسطية
٣ - أنابيب مليمي ٤ - القناة الهضمية الخلفية

فضلات الطعام « البراز » قبل أن يتم تكوين العذراء بوقت قصير

التغذية في الحشرات

NUTRITION

تعتمد جميع الكائنات في غذائها على كائن آخر على الأقل لإعداد غذائها، ولا يستطيع أى كائن حى أن يعيش إلا إذا تناول الطعام الذى يحتوى على لوازمه من المركبات الغذائية التى تجهزها كائنات أخرى، ويشمل الغذاء جميع المواد المركبة الكيميائية العضوية والمعدنية التى تتناولها الحيوانات أو الحشرات من البيئة التى تعيش فيها لتدخل فى بناء جسمها وتحفظ كيانها وتكون مصدر القوة التى تستعمل فى عمليات التحويل الغذائى أو التمثيل الغذائى (Metabolism) وتقاس القوى الغذائية بالسعر الحرارى الذى ينتج منها .

والحشرات بصفة خاصة تتغذى على أنواع مختلفة من الأغذية أى أنها (Heterophagous) أو بعبارة أخرى للحشرات أغذية متعددة ، وتسبب الحشرات خسائر فادحة للإنسان والحيوانات والنباتات ويتوقف مقدار هذه الخسائر للنباتات بوجه خاص على طبائع غذائها المباشرة منها والغير مباشرة ، وعلى ذلك فإن دراسة هذه الطبائع يعتبر على جانب عظيم من الأهمية .

وتنقسم الحشرات من حيث تغذيتها إلى :

أولاً : الحشرات التى تتغذى على النباتات ومنتجاتها

إن عدد الحشرات التى تتغذى على النباتات كثير جداً ، إذ أن لكل نبات آفة حشرية وقد أثبت (Wise) أن ٥٠٪ من أنواع الحشرات الموجودة تعيش على النباتات ومنتجاتها.

ولما كانت طبيعة الغذاء الذى تحصل عليه الحشرة يختلف باختلاف أجزاء النباتات لذا يمكن تقسيم الحشرات إلى : —

١ — الحشرات التي تتغذى على الأوراق الخضراء: (Herbivorous Insects)

لا تحتوي القناة الهضمية لمعظم الحشرات على إنزيم يؤثر على السليولوز ، ولما كانت المواد القابلة للهضم موجودة داخل الخلايا النباتية التي يغلفها غلاف من السليولوز ، لذلك كان من الضروري معرفة كيف تتمكن الحشرة من استخراج هذه المواد من داخل الغلاف السليولوزي ، ويوجد لذلك ثلاث طرق تتمكن بواسطتها الحشرة من الحصول على هذه المواد القابلة للهضم وهي : —

١ — عندما يتغذى الجراد مثلاً وبعض اليرقات على الأوراق الخضراء تمزق الأغلفة السليولوزية بواسطة أجزاء الفم فتتكشف المواد القابلة للهضم التي بداخل الخلايا النباتية فيسهل على الأنزيمات الوصول إليها فتضمها وتتغذى عليها الحشرات .

ب — عندما تصل الأجزاء الخضراء إلى معدة الحشرة « القناة الوسطية » تدخل الأنزيمات الهاضمة بطريقة الانتشار (Diffusion) متخللة المسام التي بالأغلفة السليولوزية فتؤثر على محتويات الخلايا النباتية وتضمها فيسهل بعد ذلك امتصاصها بطريق الضغط الإسموزي وهذه هي الطريقة التي تتغذى عليها يرقات حرشفية الأجنحة ، كدودة ورق القطن ،

ج — أن بعض الحشرات كدودة القز تفرز أنزيم الـ (Cellulase) وهذا يهضم بعض الأغلفة السليولوزية وهذا الجزء المهضوم قليل جداً بالنسبة لجملة ما تأكله الحشرة من أوراق التوت الخضراء ولذلك يخرج الجزء الأكبر من هذه الأوراق من الأمعاء بدون هضم مع البراز وهذا يفسر السر في أن يرقة دودة القز تلتهم كميات كثيرة جداً من الأوراق الخضراء للتوت لكي تحصل منه على الكمية الكافية لغذائها .

أما الحشرات التي تمتص العصارة من النباتات ، فقد ظهر من دراسة بعض أنواع المن ، أن خرطومها (أجزاء الفم) لا يخترق جدار الخلية النباتية بل يمر

بينها حتى يصل إلى الحزم الوعائية بينما في البعض الآخر من المن ، فيخترق الخرطوم جدار الخلية ، ولما كانت محتويات الخلية تتكون من كمية قليلة من البروتين وكمية كبيرة من الكربوهيدرات لذلك أصبح من الضروري أن تأخذ الحشرة (المن) كميات كبيرة من العصارة النباتية حتى تصل كمية البروتين إلى المستوى الذى تحتاج إليه وتتخلص بعد ذلك من كمية الكربوهيدرات الزائدة التى تخرج على حاله إفرازات عسلية (Honey - dew) وهذه الإفرازات دليل على أن كمية الكربوهيدرات الموجودة فى الغذاء زائدة جدا عن الاحتياجات الغذائية للحشرة .

هذا وتؤثر بعض الإنزيمات الموجودة فى معدة الحشرة على مادة الكلوروفل وتذبيها ثم بعد ذلك تمتص وتنقل إلى غطاء جسم الحشرة أو تتحول إلى صبغات أخرى ترسب أيضاً فى جلد الحشرة ، وأما المواد الأخرى التى قد تكون فى الورقة مثل حمض التانيك (Tannic acid) أو الجليكوسيد (Glycosides) والأحماض الأخرى فيظهر أنها عديمة الأهمية فى التغذية وتمر من الجهاز الهضمى بدون أن تمتص .

الحشرات التى تتغذى على الأخشاب (Xylophagous Insects)

الأخشاب من الوجهة الغذائية للحشرة عديم أو قليل الفائدة ، لذلك لا يمكن للحشرات أن تعتمد عليه فى التغذية ، وقد ظهر أن بعض الحشرات التى تعيش على قلف الأشجار كسوس القلف ، (Bark beetles) لا تتغذى على الخشب الذى تعمل به أنفاقاً إنما تعيش على فطر (Fungus) ينمو على جذر هذه الأنفاق .

أما النمل الأبيض (White ants or Termites) فهو يتغذى على الخشب ويمر من قناته الهضمية هذا وقد أمكن تربية النمل الأبيض على غذاء من السليولوز النقي مثل القطن ومع ذلك فقد أمكن للحشرة أن تنمو بالرغم من

انعدام مادة البروتين في غذائها ، وقد ثبت أنه يوجد في القناة الهضمية الخلفية (حيث يتم هضم السليولوز) كائنات ميكروسكوبية (Micro - organisms) كالبروتوزوا وبعض أنواع من البكتيريا كان يعتقد فيما مضى أنها متطفلة ولكن ثبت أن هذه الكائنات تعمل على هضم الجزء الأكبر من الخشب وتحوله إلى حالة صالحة لغذاء ، النمل الأبيض ، ولا يمكن لهذه الحشرات أن تعيش بدون هذه الكائنات بدليل أنه إذا قُتلت هذه البروتوزوا بتعريض الحشرة (النمل الأبيض) المحتوى عليها إلى كمية عالية من الأكسجين أو بارتفاع درجة الحرارة (٤٠°م) لمدة معينة فإن النمل الأبيض لا يمكنه أن يعيش على الخشب ويموت بعد ذلك جوعاً ويظهر أيضاً أن هذه الكائنات لها القدرة على تثبيت الأزوت الجوى في جسمها .

٣ — الحشرات التي تتغذى على الحبوب والبذور : تتغذى كثير من

الحشرات (Carphophagous Insects) كيرقات أنواع السوس والخنافس ويرقات بعض الفيرشات كفراش الحبوب وسوسة القمح وخنافس الفول الكبيرة على الحبوب كالقمح والفول والذرة وبذور النباتات المختلفة وهذه الحبوب والبذور تحتوى على مواد كربوايدراتية كثيرة أما البروتين فيوجد بصفة خاصة في أجنة (Embryo) هذه الحبوب والبذور ولذلك فإن الحشرات (وخصوصاً اليرقات) تفضل الأجنة عن باقى أجزاء الحبوب لاحتوائها على بروتين أكثر ، هذا وتحتوى أجنة الحبوب والبذور وقشورها علاوة على ذلك كثير من الفيتامين « ب » ، ويطلق عليه (Vitamin B.Complex) وهذا الفيتامين يزيد في سرعة نمو أنسجة اليرقات فلو نزعنا الجنين وقشرة الحبة « الردية Bran » وغدنا الحشرة على ما يبقى منها الدقيق ، لوجدنا أنها تنمو ببطء وذلك لأنها تتغذى حينئذ على مواد كربوايدراتية بحتة .

٤ — الحشرات التي تتغذى على الثمار : تحتوى بعض الثمار على أنواع

مختلفة من الزيوت كثمار الزيتون مثلاً ولذلك يوجد في القناة الهضمية للحشرات

التي تتغذى على هذه الثمار مثل « ذبابة الزيتون » أنواع من البكتريا تحول الزيوت داخل جسم الحشرة إلى أحماض دهنية وجليسرين تستعملها لغذائها.

كما أن يرقات بعض الحشرات (كيرقة ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط) التي تتغذى على ثمار الفاكهة تحتاج إلى كميات معينة من البروتين لبنى بها أنسجة جسمها ولما كانت هذه الثمار التي تتغذى عليها ذبابة الفاكهة كالشمش والخوخ لا تحتوي على مواد بروتينية إلا بمقادير متفاوتة بين ٠.٠٦ - ٠.٠٨ ٪ من مجموع ما تحتويه الثمرة من المواد الأخرى فإنها تحصل على ما تحتاج إليه من المواد البروتينية من نباتات الخميرة التي تنمو على السكريات الموجودة في الثمار المتعفنة المصابة عندما تسقط على الأرض .

هـ — الحشرات التي تتغذى على رحيق الأزهار وحبوب اللقاح :

رحيق الأزهار غذاء كربوايدراتي يحتوي على السكروز والجلوكوز والفركتوز ولا يوجد به أى مادة بروتينية ولما كان الرحيق هو المادة الأساسية في تغذية حشرات كثيرة (الحشرات الكاملة) مثل أنواع الفراشات وأبي دقيقات (ذات أجزاء فم ماصة) فإن يرقات هذه الحشرات تلتهم أثناء حياتها وهى في طور اليرقى كميات كبيرة من البروتين وتخزنها في جسمها وهذه المواد البروتينية تلتقل إلى طور الحشرة الكاملة فيصبح في جسم هذه الحشرات رصيد من البروتين يمكن للحشرة الكاملة أن تستعمله في التغذية وكذلك في تكوين البيض الذي تضعه الإناث إذ أن المادة الأساسية في تركيب البيض وتكوينه هى البروتين .

أما حبوب اللقاح فهي تحتوي على مواد بروتينية ولذلك نلاحظ أن الحشرات الكاملة لنحل العسل (الشغالات) تتغذى على رحيق الأزهار الذي تجمعها من أزهار النباتات كالقطن والبرسيم وأشجار الموالح ، لأن كل ما تحتاج إليه هذه الشغالات هو الكربوايدرات التي تولد الطاقة الحرارية

اللازمة لتحريك عضلات الطيران ، أما يرقات النحل فإنها تتغذى (تقوم)
الشغالات بتغذية اليرقات والملكات والذكور) على حبوب اللقاح لتبنى بها
أنسجة جسمها لأن المواد الكربوهيدراتية وحدها لا تصلح لهذا البناء ، أما
ذكور وملكات نحل العسل فهي تحتاج إلى حبوب اللقاح حيث يلزم الذكور
مواد بروتينية لإنتاج الحيوانات المنوية وأيضاً الملكات لإنتاج وتكوين
البيض .

ثانياً : الحشرات التى تتغذى على المواد المتخمرة أو المتعفنة وهذه يمكن تقسيمها إلى : —

١ — الحشرات التى تتغذى على مواد نباتية متعفنة : ظهر أن حشرة
الدروسوفيل (Drosophila) تتكاثر على المواد المتخمرة المحتوية على نباتات
الخميرة ، أما إذا عقم الغذاء فلا يمكنها أن تعيش ، لذلك يتضح أن غذاء
الدروسوفيل هي نباتات الخميرة وليست المواد العضوية نفسها .

ب — الحشرات التى تتغذى على مواد حيوانية متخمرة : مثل ذباب اللحم
(Sarcophaga) الذى يعيش على اللحوم المتخمرة الموجود بها بكتريا
خاصة تذيب جزءاً كبيراً من اللحم تمتصه الذبابة على حالة سائلة وبدون هذه
البكتريا لا يمكن لليرقات أن تعيش وهذه البكتريا تخرج مع البراز . (ص ٩٨)

ثالثاً : الحشرات التى تتغذى على روث الحيوانات

تتغذى بعض الحشرات على روث الحيوانات (المواد العضوية) وأهم مثل
لها يرقات الذبابة المنزلية ويرقات بعض أنواع الجعارين (اليرقات المقوسة)
إذا ظهر أن هذه اليرقات لا يمكن أن تعيش على روث معقم لأنها تتغذى على
البكتريا التى تعيش على هذه المواد العضوية (الروث) .

رابعاً : الحشرات التى تتغذى على الدم

تتغذى بعض الحشرات وخصوصاً التابع منها لرتبة الحشرات ذات الجناحين (Diptera) على دم الإنسان والحيوان وبعضها يسبب أمراض خطيرة مثل « حمى الملاريا ، و « مرض النوم ، و « حمى الدنج ، وغيرها كما أن القمل والبراغيث من الحشرات التى تمتص الدم وتسبب أمراضاً خطيرة مثل حمض التيفوس وتنقلها القمل ومرض الطاعون وتنقله البراغيث

هذا وتفرز الحشرات التى تتغذى على الدم مادة مانعة لتجمد الدم (Anticoagulin) حيث يجب ألا يتجمد الدم فى أجزاء الفم الناقبة الماصة وإلا وقفت عملية الامتصاص . ويهضم الدم فى القناة الهضمية المتوسطة (المعدة) حيث يوجد فى خلايا الإيثلليم المبطننة لهذه القناة كائنات تشبه خلايا الخميرة لها تأثير كبير فى هضم الدم

وتتغذى ذبابة مرض النوم (Tsetse flies) من نوع (Glossina) على دم الحيوانات ذات الدم البارد ولكنها لا تتسكاثر على هذا الدم مما يدل على أن تركيب الدم الكيماوى يختلف باختلاف الحيوانات (ذات الدم الحار أو البارد) أما الحشرات الأخرى التى تتغذى على الدم فلا تقتصر فى تغذيتها على الدم فقط فهى تحتاج أيضاً إلى ماء فى تغذيتها وهذا الماء يوجد مختلطاً بالدم .

الهضم فى الحشرات

عند ما يدخل الغذاء إلى فراع الفم فى الحشرات ذات أجزاء الفم القارض (كالجراد والصرصور) يختلط باللعاب فيحول الفشا إلى جلو كوز ويحدث هذا التحول كذلك فى الحوصلة عند وجودها ، ويمتص الغذاء بواسطة القناة الهضمية

المتوسطة عادة (أى المعدة) حيث يتم فى هذه القناة عمليتى الهضم والامتصاص .

ويختلف نوع الإنزيمات التى تفرزها القناة الهضمية (وخصوصاً القناة الوسطية) باختلاف الغذاء الذى تأخذه الحشرة ، ففى الحشرات الرمية مثل الصرصور تفرز القناة الهضمية الوسطية الإنزيمات الآتية : —

- ١ — إنزيم Protease ويؤثر على البروتين
- ب — Lipase ويؤثر على المواد الدهنية
- ح — Invertase ويؤثر على السكر
- د — Maltase ويؤثر على المالتوز

وفى الحشرات التى تتغذى على نوع خاص من الغذاء غنى بمادة معينة تفرز القناة الوسطية ما يناسب من الإنزيمات التى تؤثر على هذه الأغذية المعينة ، فمثلاً فى ذبابة اللحم التى تتغذى على اللحم الذى يحتوى على مواد بروتينية ومواد دهنية ، نجد أن إنزيمات Lipase ، Peptidase ، Triptase تقوم بإفرازها القناة الهضمية ، بينما فى الحشرات التى تتغذى على رحيق الأزهار (مواد كربوايدراتية) تفرز الإنزيمات الخاصة التى تهضم هذه المواد وهى : —

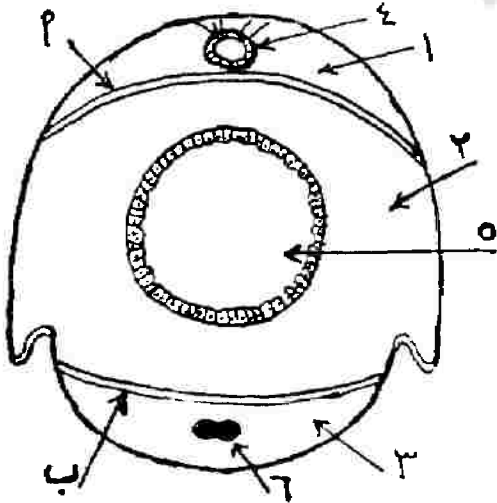
إنزيم Amylase ، Invertase ، Sucrase .

الجهاز الدورى والدم فى الحشرات

The Circulatory System And The Blood

للحشرات جهاز دورى مفتوح أى أن الدم ليس موجودا فى أوعية مقفلة كما فى الفقريات بل يوجد الدم فى فراغ الجسم حيث يغمر الأعضاء الداخلية المختلفة ويدخل الأرجل وعروق الأجنحة ويكون حوالى ٦٪ من مجموع وزن الحشرة الكاملة أما فى اليرقات فيكون حوالى ٢٥ — ٣٠ ٪ من وزنها .

ولا يوجد من الأوعية الدموية فى الحشرات إلا وعاء واحد علوى يقع على الخط الوسطى لجسم الحشرة وتحت الترجات مباشرة وطرف هذا الوعاء الخلفى مقفل أما طرفه الأمامى فهو مفتوح .



(شكل ٤٠)

قطاع عرضى تخطيطى يبين تقسيم فراغ الجسم إلى ثلاثة أقسام بواسطة الحاجبان الحاجزان

- ١ - الحاجب الحاجز العلوى
- ب - الحاجب الحاجز السفلى
- ٢ - التجويف العلوى
- ٣ - التجويف الوسطى
- ٤ - القلب
- ٥ - القناة الغذائية
- ٦ - الحبل العصبي

وفى معظم الحشرات ينقسم الجسم بواسطة حاجبان حاجزان هما الحاجب الحاجز العلوى (رقم ١، شكل ٤٠) (Dorsal Diaphragm) والحجاب الحاجز السفلى (رقم ٢، شكل ٤٠) (Ventral Diaphragm) وهذان الحاجبان الحاجزان يقسمان البطن إلى ثلاثة تجاويف كالآتى :

١ - التجويف العلوى

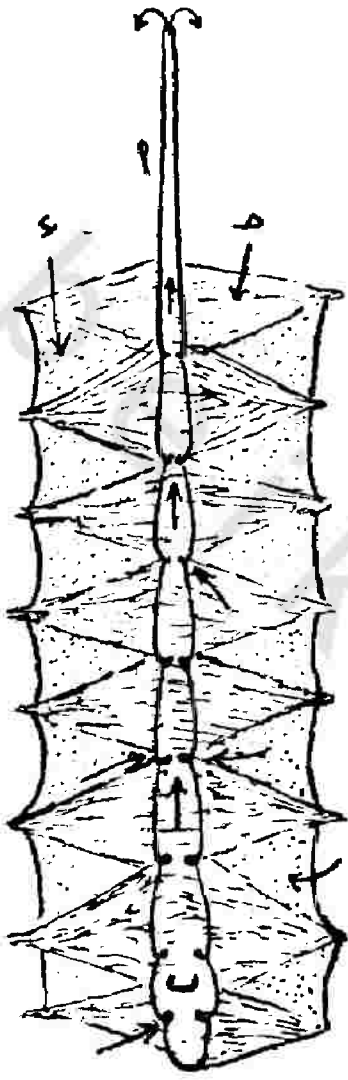
ويسمى أيضا تجويف القلب (رقم ١، شكل ٤٠) (Pericardial Sinus) ويوجد به القلب

٢ — التجويف الوسطى

ويسمى أيضا التجويف الحشوي
(Visceral Sinus) «رقم ٢» ويوجد فيه القناة
الهضمية «رقم ٤» والجهاز التناسلي.

٣ — التجويف السفلى

ويسمى أيضا تجويف الحبل العصبي
(Perineural Sinus) «رقم ٣» ويمتد فيه الحبل
العصبي «رقم ٦».



الوعاء الدموي

يوجد على السطح العلوي للحجاب الحاجز
العلوي عضلات تسمى عضلات جناحية
«Alary Muscles» كما في شكل «٤١ ح» مثلثة
الشكل وتندغم في الترجات من الجانبين ويوجد
القلب أعلى هذه العضلات متصلا بها بواسطة
خيوط دقيقة تسمى Suspensoria.

ويشمل الوعاء الدموي القلب «Heart» وهو
عبارة عن الجزء الخلفي من الوعاء ويوجد في منطقة
البطن «شكل ٤١ ب» وأما الجزء الأمامي من
القلب فهو عبارة عن الأورطة «Aorta» ويوجد
في المنطقة الصدرية (شكل «٤١ أ»)

القلب : The Heart

وهو أنبوبي ضيق قطره غير ثابت يظهر خلال
ترجات الجسم ممتدا طوليا في الوسط تحت

الترجات وهو الجزء النابض في الوعاء وينقسم على امتداده إلى حجرات (أو
مقاصير (Chambers) يوجد منها حجرة في كل حلقة من حلقات البطن ما عدا

شكل «٤١»

منظر جانبي لوعاء الدموي
في إحدى الحشرات
أ - الجزء الأمامي من القلب
ويسمى الأورطة
ب - القلب ويتكون من عدة
حجرات

ج - العضلات الجناحية
د - الحجاب الحاجز العلوي

الحلقة البطنية الأخيرة وأحيانا يصبح القلب قصيرا في الطول وتكون عدد حجراته أقل من عدد حلقات البطن فثلا في نحل العسل يتركب القلب من ٥ حجرات وفي الذباب من ٣ حجرات وقد يوجد حجراته واحدة في بعض الحشرات ويعلق القلب في مكانه بواسطة أربطة أو خيوط دقيقة جداً تسمى (Suspensoria) متصلة بالعضلات الجناحية (Alary Muscles) التي سبق ذكرها ويوجد لكل حجرة من حجرات القلب فتحتان يسمى كل منهما (Ostia) يدخل منهما الدم من التجويف العلوى إلى القلب ومركب على هذه الفتحات صمامات أذينية ، تمنع خروج الدم من القلب إلى الخارج وكذلك يوجد صمام بطيني ، بين كل حجرتين لمنع الدم من الرجوع إلى الخلف من حجرة إلى حجرة .

الأورطة Aorta

وهو عبارة عن امتداد القلب إلى الأمام والأورطة غير مقسمة إلى حجرات كما في القلب وهي تعمل عمل الشرايين في الحيوانات الفقرية وتنصب عند المخ إما فيه مباشرة أو بواسطة فرعين أو أكثر وعندما ينصب منها الدم يسير في فراغات الجسم ويصل إلى جميع الأنسجة والأرجل والأجنحة المختلفة وباقي أعضاء الجسم .

ميكانيكية الدورة الدموية The mechanism of the circulation

يدخل الدم داخل الوعاء الدموي (القلب والأورطة) في الحشرات ويخرج منه ويسير في فراغ الجسم ويغذى الأنسجة والأحشاء والأجهزة المختلفة بواسطة عمليتين تسمى إحداها عملية الانفراج (Diastole) عندما يتمدد القلب والأخرى تسمى بعملية الانقباض (Systole) وتحدث هذه الأخيرة عندما ينقبض القلب ، وهاتين العمليتين تسببان ضربات أو نبضات القلب

(The Pulse rate of the heart) وترجع هذه الضربات إلى انقباض وانفراج العضلات الجناحية المثلثة الشكل التي يتصل بها القلب (شكل ٤١ ح)

فعندما يخرج الدم من القلب إلى الأورطة ، يسير في فراغ الجسم نحو مقدم الحشرة ويغذى الرأس وزوائدها والأطراف والأجنحة ثم يرجع إلى مؤخر البطن عن طريق الحجابين الحاجزين العلوى والسفلى وفي هذه اللحظة تبدأ حركة الإنفراج (Diastole) للعضلات الجناحية فيتمدد القلب فتنتفح الصمامات الأذينية المركبة على الفتحات المسماة بالـ (Ostia) لكل حجرة من حجرات القلب فيندفع الدم إلى داخل الحجرات كلها من على الجانبين وفي هذه الحالة تنفتح أيضا الصمامات البطينية الموجودة بين كل حجرتين فينزل الدم من حجرة إلى حجرة حتى يتجمع في النهاية داخل الحجرة الأخيرة من القلب فإذا ما وصل التمدد إلى حده الأقصى أقفلت هذه الصمامات الأذينية قليلا وهنا تبدأ عملية انقباض (Systole) العضلات الجناحية فيعود القلب إلى الانقباض أيضا فينبعج جزء من الصمامات الأذينية إلى الخارج فتقفل تماما فيندفع الدم إلى الأمام من الحجرة الأخيرة للقلب إلى الحجرة التي تليها ويمتنع رجوعه إلى الخلف بواسطة انقباض الصمامات البطينية الموجودة بين كل حجرتين حتى يصل الدم بهذه الطريقة إلى الأورطة وعند خروج الدم من الأورطة عند الرأس يسير خلال فراغات الجسم حتى يصل إلى أجزاء الرأس والأرجل ومنطقة الصدر ثم يعود إلى الخلف في مؤخر الحشرة وهكذا تتكرر ميكانيكية الدورة الدموية في الحشرة .

الدم (The Blood (or Haemolymph

الدم في الحشرات عبارة عن سائل بلازما (Plasma) لا يوجد فيه كرات دموية حمراء كما في دم الحيوانات الراقية ولكنه يحتوي على كرات دموية عديمة اللون إما مستديرة أو أميبية الشكل وأحيانا تكون صفراء

باهتة أو خضراء أو حمرة حسب وجود المواد الملونة المتحدة مع البروتينات ، وأحيانا يكون التلوين في الدم ناشئا عن وجود مواد ملونة في الطعام . ودم الذباب من النوع (Chironomids) أحمر اللون لإحتوائه على مادة الهيموجلوبين ، وعند ما يتعرض دم الحشرات للجو يتأكسد ويصبح لونه داكنا ويرجع ذلك إلى سببين وهما :

(١) إما تأكسد المواد البروتينية المختلطة بالدم أو (٢) ترسيب حبيبات سوداء مخضرة من مادة اليورادين (Uradine) بتأثير أنزيمات خاصة .

ويحتوى الدم على نسبة عالية من الأحماض الأمينية (Amino acids) تقدر بحوالى ٢٠ — ٣٠ مرة قدر الموجود منها في دم الإنسان وكذلك يحتوى الدم على أملاح المغنسيوم والكالسيوم والفوسفات وكذلك الألبومين .

خلايا الدم (The Blood Cells (or Haemocytes

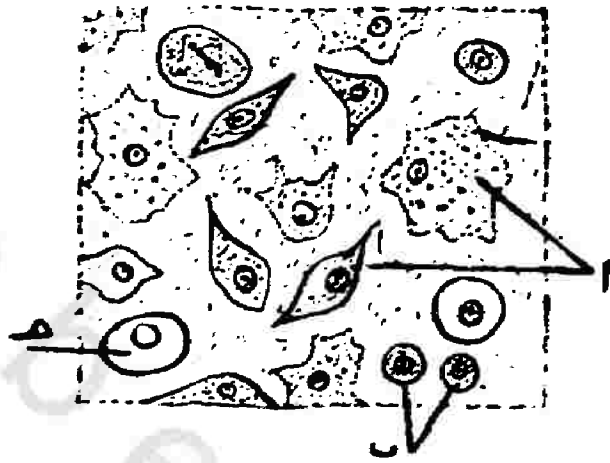
يحتوى دم الحشرات على أنواع مختلفة من الخلايا التى تنمو وتتكاثر داخل فراغ الجسم طول حياتها وأنواع خلايا الدم المهمة هى : —

١ — خلايا بروليسكوسايتس Proleucocytes

وهذه الخلايا صغيرة فى الحجم (شكل ٤٢ د ب) ذات سيتوبلازم داكن اللون وبها نوايا كبيرة وتتكاثر هذه الخلايا بطريق الانقسام العادى وهى أصغر خلايا الدم حجما .

٢ — خلايا فاجوسايتس Phagocytes

وهذه الخلايا كما فى شكل (٤٢ د ا) لها أشكال وصفات مختلفة وحركاتها



شكل (٤٢)

يبين أشكال خلايا الدم المختلفة

- أ — خلايا Phagocytes
 ب — Proleucocytes
 ج — Oenocytoides

الأميية تمكنها من هضم جميع الأنسجة التالفة الموجودة في فراغ الجسم وكذلك الخلايا الميتة (dead cells) والبكتريا وخصوصاً الميت منها فتحدث بذلك مناعة (Immunity) عند الحشرات ويزداد عدد هذه الخلايا في أثناء عمليتي الإنسلاخ (Ecdysis) والتطور (Metamorphosis) وتتجمع هذه الخلايا حول الأجسام

الغريبة (foreign bodies) وتحيط بالجروح وتساعد على اندمالها (healing)

٣ — خلايا اينوسايتويد Oenocytoides

وهذه الخلايا مستديرة ذات سيتوبلازم فاتح اللون (شكل ٤٢ ج) ووظيفتها غير معروفة بالضبط.

وظائف الدم The Functions Of The Blood

يقوم الدم بعدة وظائف أهمها ما يأتي :

١ — في التغذية In Nutrition

أهم وظيفة للدم هي نقل المواد الغذائية المهضومة (Nutrient material) من القناة الهضمية إلى جميع أعضاء الجسم المختلفة فيغذيها وكذلك حمل المخلفات

(المواد النافقة) الناشئة من عملية الـ Catabolism إلى أعضاء الإخراج (Excretory organs) مثل أنابيب مليجي للتخلص منها ويمكن أن يعتبر الدم بمثابة مخزن للمواد الغذائية الزائدة عن حاجة الجسم .

٢ — في التنفس In Respiration

يدخل الأكسجين عن طريق القصبات والقصيبات الهوائية في الأحوال العادية التي تكون فيها هذه الأعضاء كاملة وتقوم بوظيفتها غير أن هناك حالات كثيرة تكون فيها القصبات والقصيبات غير موجودة أو غير عاملة لأي سبب من الأسباب مثل امتلائها بسائل الجسم (Body fluid) مثلاً كما في حشرة الكولومبولا (Collembola) ففي هذه الحالات السابقة لا بد للدم عندئذ أن يلعب دوره في عملية التنفس فينقل الأكسجين للخلايا وأنسجة الجسم المختلفة ويحمل أيضاً ثاني أكسيد الكربون من الأنسجة إلى الخارج ويجب أن يلاحظ أن القصبات الهوائية على امتدادها منفذة للأكسجين الذي يصل إلى الدم الموجود في فراغ الجسم فيحمله هذا إلى جميع الأنسجة .

٣ — في المناعة In Immunity

يحدث الدم مناعة عند الحشرات ضد كثير من الأمراض وذلك لوجود خلايا الـ (Phagocytes) به التي سبق الكلام عليها في خلايا الدم .

٤ — وظائف آلية (ميكانيكية)

يحدث الدم ضغطاً (Pressure) يساعد على : —

١ — توقف البيضة ^{نفس} وخروج الحشرة منها .

ب — التخلص الحشرة من جلدها القديم وقت عملية الانسلاخ فبضغط

الدم وتقلص عضلات جسم الحشرة ينشق الجلد القديم من الوسط على الصدر من أعلى وتسحب الحشرة جسمها منه .

ح — نشر أو فرد الأجنحة فعند خروج الحشرة الكاملة من طور العذراء تكون الأجنحة غير مفرودة فيجرى الدم في عروق الأجنحة فيفردها وتصبح العروق مملوءة بالدم وإذا قص طرف الجناح قبل نشره (أو فرده فإن الدم يسيل منه فلا ينفرد بعد ذلك الجناح .

الجهاز البولي

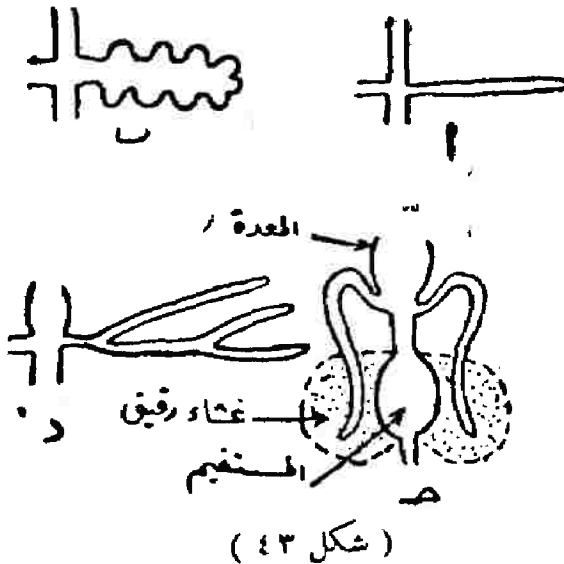
The Excretory System

إن تركيب الدم في كل نوع من أجناس الحشرات ثابت مهما كان نوع الغذاء الذي يتعاطاه ، وإذا حاد الدم عن ذلك بتغيير بسيط في تركيبه فلا بد من حدوث الموت ، ووظيفة الجهاز البولي هو تخلص الدم من المواد التي تغير من تركيبه إذا ما بقيت فيه .

ويطلق على الأجهزة المستعملة في إخراج المواد الأزوتية التالفة من جسم الحشرات بالجهاز البولي حيث تقوم هذه الأعضاء أو الأجهزة باستخلاص أملاح اليوريا وحامض البولييك من الدم .

والأعضاء التي تقوم بعملية إخراج المواد الأزوتية هي :

أورو - أنابيب مليجي Malpighian tubes



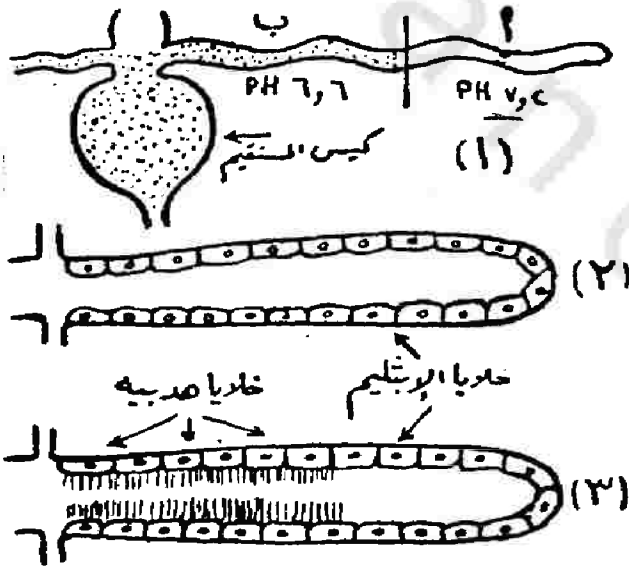
يبين بعض أشكال أنابيب مليجي في الحشرات
 أ - أنبوية الشكل ب - مفصصة الشكل
 ج - متصل بالمستقيم بغشاء رقيق
 د - أنابيب مليجي في دودة الصفصاف

وهي إما أنبوية الشكل (شكل ٤٣ ، أ) كما في الصرصور أو مفصصة الشكل (شكل ٤٣ ، ب) كما في فراشة دودة الشمع ، ويختلف لونها من الأبيض إلى الأصفر وأحيانا يكون لونها أسمر أو بني وأطرافها القصوى السائبة مقفلة وأما أطرافها الأخرى فتصب أو تفتح في القناة

الهضمية عند نقطة اتصال القناة الهضمية الوسطية (المعدة) بالقناة الهضمية الخلفية كما في الصرصور .

وأطراف أنابيب مليجي السائبة إما أن تكون عائمة في الدم أو تنصل بالمستقيم بواسطة غشاء رقيق كما في (شكل ٤٣ ، ج) .

ويختلف عدد أنابيب مليجي في الحشرات من ٢ أو مضاعفات لإثنين كما في الحشرات القشرية وقد يصل إلى ١٥٠ أو أكثر كما في بعض حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة (Orthoptera) أيما في البعوض العادي فيوجد ٥ أنابيب فقط وهذه حالة شاذة كما يختلف أيضا طول هذه الأنابيب فتصبح قصيرة إذا كان عددها كثيرا وتكون طويلة جداً كلما قل عددها .



(شكل ٤٤)

(١) - شكل أنابيب مليجي لحشرة الـ Rhodnius

أ - جزء به سائل

ب - جزء يحتوي على أملاح حامض البولييك .

(٢) - أنبوبة مليجي مكبرة ومبطنة كلها من الداخل بخلايا الإيشليم .

(٣) - أنبوبة مليجي نصفها السائب مبطن بخلايا الإيشليم والنصف السفلي بخلايا هدية .

وفي العادة تفتح كل أنبوبة بمفردها في القناة الهضمية كما في الصرصور وأحيانا يتصل كل عدد منها ببعض ويكون أنبوبة جامعة أو مشتركة تصب في القناة الهضمية كما في دودة ساق الصفصاف .

تركيب أنابيب مليجي

تتركب أنابيب مليجي من الداخل من طبقة واحدة من خلايا الايشليم وهذه الخلايا إما أن تكون مبطنة لجميع جدار الأنبوبة من الداخل

من أولها إلى آخرها كما في رقم ٢ بالشكل (٤٤) . أو توجد فقط في النصف الأمامي السائب من الأنبوبة وأما النصف الخلفي فتبطنه خلايا أخرى مختلفة ذات أهداب (كما في حشرة الـ Rhodnius) كما هو مبين بالرقم د ٣ ، في شكل (٤٤) وفي هذه الحالة الأخيرة يقوم نصف الأنبوبة الواحدة بوظيفتين مختلفتين كما سنبينه بعد عند شرح طريقة الإفراز في أنابيب مليجي .

وظائف أنابيب مليجي

الوظيفة الأساسية لأنابيب مليجي هي استخلاص أملاح حامض البولييك واليوريا من جسم الحشرة وطردها مع البراز . وتقوم أيضا هذه الأنابيب بوظائف أخرى ثانوية في بعض الحشرات مثل إفراز بعض الإنزيمات الهاضمة أو إفراز المادة الحريية كما في بعض حشرات غمدية الأجنحة (Coleoptera) وفي حشرات د أسد المن ، وفي هاتين الحالتين الأخيرتين يتخصص جزء من أنابيب مليجي لإفراز الإنزيمات أو الحرير .

طريقة إفراز المواد الأزوتية التالفة في حشرة الـ Rhodnius

تتركب أنابيب مليجي في هذه الحشرة من أربعة أنابيب طويلة إثنين في كل جانب وتصب هذه الأنابيب في كيس كبير يعرف بالمستقيم كما في رقم د ١ ، شكل (٤٤) ويتركب الجدار الداخلي للنصف العلوي الأمامي لسلك أنبوبة من خلايا الإبيثلیم ويحتوى هذا النصف على سائل رائق كما في الجزء المرقم بالحرف د ا ، من شكل (٤٤) وأما النصف الخلفي من الأنبوبة نفسها فيتركب جداره الداخلي من خلايا ذات أهداب ويحوى بداخله كرات من أملاح حامض البولييك في الجزء المرقم بالحرف د ب ، من شكل (٤٤) .

أما طريقة الإفراز فتتلخص في الآتى : —

تتحد أملاح حامض البولييك أو اليوريا مع الصوديوم والبوتاسيوم القلوية

التي تكون مختلطة بالدم وتكون يورات الصوديوم أو البوتاسيوم القلوية وهذه تمتصها خلايا النصف العلوى (خلايا الايشليم) من أنابيب مليجي وتفرزها ثانيا داخل الأنبوبة وعندما يصل هذا السائل إلى الجزء الخلفى من الأنبوبة تدفعه الخلايا الهدبية الموجودة على جدار الأنبوبة من الداخل إلى الخلف وفى أثناء ذلك تستخلص منه هذه الخلايا الصوديوم والبوتاسيوم على هيئة بيكربونات وكذلك تستخلص منه الماء فيتبقى بعد ذلك أملاح حامض البوليك التى تخرج مع البراز وأما الماء المستخلص وبيكربونات الصوديوم والبوتاسيوم فتزد ثانيا إلى الجزء الأمامى من الأنبوبة فتمتصها خلايا الإيشليم مرة ثانية وتفرزها فى الدم الذى قد يتكون أو قد يتجمع فيه بعض أملاح حامض البوليك واليوريا وهذه الأملاح تتحد مع البوتاسيوم والصوديوم وتكون يورات الصوديوم والبوتاسيوم وهكذا تتكرر العملية السابقة وبذلك تنخلص الحشرة من جميع أملاح حامض البوليك الموجودة فى جسمها وفى الدم .

هذا وتساعد غدد المستقيم أنابيب مليجي فى استخلاص ما قد يتسرب من الماء المختلط بالبراز فتحفظه الغدد الموجودة على المستقيم (أنظر شكل ٣٠ ص ٩٠) وترده إلى الجسم لاستعماله مرة أخرى وتوجد هذه الظاهرة بوضوح فى الحشرات التى تعيش فى الوسط الجاف والتى يتعذر عليها الحصول على الماء بسهولة كما فى الحشرات التى تعيش فى الدقيق مثل « خنفساء الدقيق »

ثانياً — الجسم الدهنى The Fat-Bodies

وهى عبارة عن كتل من الخلايا ذات أشكال مختلفة إما مستديرة أو خيطية أو على هيئة صفائح ناصعة البياض كما فى « دودة ساق الصفصاف » وهذه الخلايا تحوى فى فجواتها من الداخل الدهن والجلوكوجين الزائد عن حاجة الحشرة حيث تستعمل الحشرة هذه المواد فيما بعد فى عمليات التناسل وفى

تكوين وإنضاج البيض وكذلك في أثناء تحول اليرقة إلى عذراء أو إلى حشرة كاملة .

هذا وقد لوحظ وجود أملاح اليوريا في الأجسام الدهنية وخصوصاً في الحشرات التي لا يوجد فيها أناييب ملبيجي مثل حشرة ال (Collembola) مما يدل على أن لهذه الأجسام الدهنية خاصية امتصاص المواد الأزوتية التالفة بواسطة خلايا توجد بين خلايا الأجسام الدهنية تسمى (Urate cells) ، هذا وقد وجد أيضاً في بعض حشرات حرشفية الأجنحة أنها تخزن اليوريا في الأجسام الدهنية أثناء طورى اليرقة والعذراء ومتى وصلت الحشرة إلى طورها الكامل تخرج هذه المواد عن طريق القناة الهضمية الكاملة .

وتقوم الأجسام الدهنية علاوة على ما ذكر كمخزن للغذاء حيث تستهلك الحشرة المخزن من الأجسام الدهنية أثناء عمليتي التطور والنمو وخصوصاً في الحشرات الكاملة التي لا تتغذى مطلقاً أثناء حياتها ومع كلاً فهي تعيش لمدة كبيرة وتضع لثانها البيض وفي هذه الحالة تكثر الأجسام الدهنية في طور اليرقة وتخزن بداخل جسمها مع مواد بروتينية لحين الحاجة إليها عند خروج الحشرة الكاملة وفي هذه الحالة يتخصص جزء من الأجسام الدهنية المختلطة ببعض الحبيبات البروتينية لتكوين البيض في حالة الائنث وكغذاء للحشرة ذكر أو أنثى في مدة حياتها .

ثالثاً - فـهـرـبـا نفـرـوسـيـتـس Nephrocytes

وهي عبارة عن خلايا ذات نواتين توجد في مناطق معينة في جسم الحشرة في الغالب على جانبي القلب في التجويف العلوى لفراغه أو توجد متصلة بالغدد اللعابية ، وهذه الخلايا خاصة بامتصاص المواد المتخلفة الموجودة في الدم (Waste Products) وتخزينها بداخلها .

رابعاً - جدار الجسم The body-wall

إن جدار جسم الحشرة ولا سيما في الحشرات الحرشفية كالفرشات وأبي دقيقات يخزن جزءاً كبيراً من المواد المتخلفة مثل ال (Urates) وقد أثبت العالم الحشرى (Hopkins) أن حمض البوليك ومشتقاته هي التي تحدث اللون الأبيض والأصفر في أبي دقيق الكرنب واسمه العلمى (Pieris rapae) من عائلة (Pieridae) التابعة لرتبة (Lepidoptera)

أعضاء الإخراج في الحشرات المائية

إن الحشرات التي تعيش في الماء ليست في حاجة إلى أجهزة خاصة داخل جسمها لامتصاص الزائد من الماء المختلط مع المواد الأزوتية التالفة عند ما تفرز بواسطة أنابيب ملبىجي كما في الحشرات التي تعيش على الأرض بل أن هذه الحشرات المائية تحصل على كل ما يلزمها من الماء من البيئة التي تعيش فيها .

وطريقة استخلاص المواد الأزوتية المتخلفة في مثل هذه الحشرات المائية كيرقات البعوض هي أن لهذه اليرقات التي تعيش في الماء خياشيم توجد حول فتحة المستقيم تعرف بخياشيم المستقيم (Anal gills) وهذه الخياشيم لها خاصية امتصاص الماء الحامل لأملاح حامض البوليك اللذان تفرزهما أنابيب ملبىجي أولاً بأول بحيث لا يكاد يوجد في أنابيب ملبىجي أثر لهذه الأملاح التي تطرد مع البراز إلى الخارج .

الجهاز العضلي

The Muscular System

عضلات الحشرات جميعها من النوع المخطط سواء كانت عضلات إرادية أو غير إرادية ويختلف عدد العضلات في الحشرات باختلاف أنواعها فقد يبلغ أحيانا عددها حوالى ٢٠٠ في يرقات حشرات رتبة حرشفية الاجنحة وقد يصل إلى أكثر أو أقل من ذلك في حشرات أخرى .

أورد - عضلات البطن The abdominal muscles وهذه تحتوى على :-

١ - عضلات طولية علوية Dorsal longitudinal muscles

وهذه تنشأ إما في الترجم أو الاسترنم في حلقة وتندغم في الجزء المقابل لها في الحلقة المجاورة . وتوجد هذه العضلات أيضا في مجاميع على كل من جانبي القلب ووظيفة هذه العضلات هي فرد الحلقات وانكاشها أو تعمل على إنحناء الحلقات إلى أسفل أو إلى أعلى فيساعد ذلك على حركة الدورة الدموية .

ب - عضلات طولية سفلية Ventral longitudinal muscles

وهذه توجد على جانبي الحبل العصبي السفلي (Ventral nerve cord)

ج - عضلات علوية سفلية Dorso - ventral muscles

وهذه تنشأ في الترجم وتندغم في الاسترنم وتعمل على حفظ الحلقات واقتراب الترجات من الاسترنات فيساعد ذلك على عملية التنفس .

د - عضلات بلورية Pleural muscles

وهذه عضلات تصل إما الترجم بالبللورا أو الاسترنم بالبللورا ووظيفة هذه العضلات في بعض الحشرات هي غلق وفتح الفتحات التنفسية .

ثانياً — عضلات الصدر The thoracic muscles

وتوجد هذه العضلات بشكل واضح في حلقات الصدر الثلاث وخصوصاً في الحلقتين الصدريتين الثانية والثالثة اللذان يحملان الأجنحة . وتنقسم هذه العضلات إلى :

١ — عضلات طويلة (علوية أو سفلية)

وهذه تشبه مثيلاتها في البطن في الوضع والوظيفة .

ب — عضلات علوية سفلية (رأسية)

وينشأ بعضها في الترجم ويندغم في قاعدة الرجل وتعمل على الانقباض والانبساط في الحرقفة والانبساط في الفخذ والباقي تنشأ في الترجم وتندغم في الاسترنم .

ج — عضلات بلورية

وتعمل على حركة الحرقفة والفخذ وعلى حركة الترجم إلى أعلى وإلى أسفل وبذلك تحرك الجناح .

د — عضلات الرجل

وهذه تساعد على حركة الفخذ والساق والرسغ والمخالب (الرسغ الأقصى)

هـ — عضلات الطيران

راجع العضلات التي تستعمل في ميكانيكية الطيران في موضوع الكلام على الأجنحة (٦٦)

ثالثاً — عضلات الرأس The head muscles

وهذه تنشأ في الحلقة الصدرية الأولى أو في الرقبة وتندغم في أجزاء مختلفة من الجمجمة لتساعد على تحريك أجزاء الرأس وأجزاء الفم المختلفة فمن العضلات التي تحرك الفكوك العلوية والسفلية مثلاً نوعان أحدهما يسمى

عضلات فاتحة (Abductor muscles) تفتح الفكوك وعضلات قافلة
(Adductor muscles) لقفليها .

أما قرون الاستشعار فيتصل بها عضلات تندغم في قاعدة الأصل
وتصل إلى العنق وهذه تعمل على حركة قرن الاستشعار في اتجاهات مختلفة
أما حلقات الشمروخ فلا يتصل بها عضلات مطلقاً بل يتحرك الشمروخ
تبعاً لتحرك الأصل والعنق .

الجهاز العصبي

The Nervous System

الجهاز العصبي في الحشرات هو المركز الذي يشرف وينظم تعاون أنسجة الجسم وأجهزته لكي تعمل مع بعضها نحو غرض واحد وهو الحياة ، ويتكون من خلايا عصبية كل منها يتكون من جسم الخلية ويخرج منها خيط طويل ودقيق يسمى محور الخلية العصبية (Axon) ويتكون العصب من مجموعة من الـ (Axons) وكل منها مغلف بغشاء دقيق وعندما تتجمع هذه الخلايا بكثرة تتكون منها العقد العصبية .

ويمكن تقسيم الجهاز العصبي إلى : —

أولاً: — الجهاز العصبي المركزي Central nervous System

وهو يتركب من سلسلة من العقد العصبية متصلة بعضها ببعض بواسطة أحيال عصبية طويلة تمتد من مقدم الجسم إلى مؤخرته في الجزء السفلى أو الظهري كما في الحيوانات الفقارية .

ويوجد في الحشرة النموذجية سلسلة من العقد المزدوجة فيوجد عقدتان عصبيتان لكل حلقة من حلقات الجسم وكل عقدة تتصل بالآخرى بواسطة حبل عصبي طولي فتظهر الأحيال العصبية الطولية مزدوجة أيضا ويظهر ذلك بوضوح في منطقة الصدر ، وقد تتحد العقدتان عادة وتكون عقدة واحدة وكذلك قد يتحد الحبلان العصبيان ليكون حبل واحد .

وينقسم الجهاز العصبي المركزي إلى ثلاثة أقسام : —

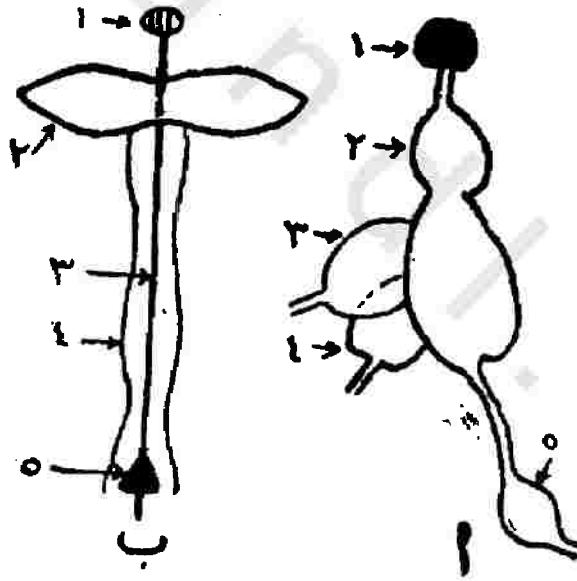
١ - المخ The brain

ويوجد في فراغ الجمجمة فوق المريء مباشرة وهو عبارة عن ثلاثة عقد عصبية اتحدت مع بعضها وهي كما في شكل (٤٥، ١) كالآتي : —

أ - العقدة العينية : وهي تكون الجزء الأكبر من المخ ويخرج منها أعصاب الأعين المركبة والأعين البسيطة (شكل ٤٥، ١ رقم ٢)

ب - عقدة قرن الاستشعار : وهي تكون الجزء السفلي الأمامي من المخ وينشأ منها أعصاب قرون الاستشعار (شكل ٤٥، ١ رقم ٣)

ج - عقدة الشفة العليا : وتوجد أسفل عقدة قرن الاستشعار ويخرج منها أعصاب الشفة العليا (شكل ٤٥، ١ رقم ٤)



(شكل ٤٥)

١ - العقدة العصبية التي يتركب منها المخ

ب - العقدة العصبية التي يتركب منها الجهاز العصبي الحشوي

(ب)

(١)

١ - العقدة العصبية الأمامية

١ - العين

٢ - المخ

٢ - العقدة العينية

٣ - العصب الراجع

٣ - عقدة قرن الاستشعار

٤ - المريء

٤ - عقدة الشفة العليا

٥ - العقدة المعوية

٥ - عقدة تحت المريء

٢- عقدة تحت المريء : Sub-oesophageal ganglion

وتوجد أيضاً في فراغ الجمجمة أسفل المخ بقليل وهذه العقدة تتحكم في أجزاء الفم وهي تتكون من ثلاثة عقد متحدة مع بعضها وهي : —

١ — عقدة الفك العلوى ويخرج منها أعصاب الفك العلوى .

ب — عقدة الفك السفلى ويخرج منها أعصاب الفك السفلى

ج — عقدة الشفة السفلى ويخرج منها أعصاب الشفة السفلى .

٣- الحبل العصبى : Ventral Nerve Cord

ويتكون من عدة عقد عصبية تتصل بعضها ببعض بواسطة أزواج من الأحيال العصبية الطولية تبدأ من الجزء الخلفى لعقدة تحت المريء في قاع الصدر والبطن ويشمل الحبل العصبى : —

١ — العقد العصبية الصدرية

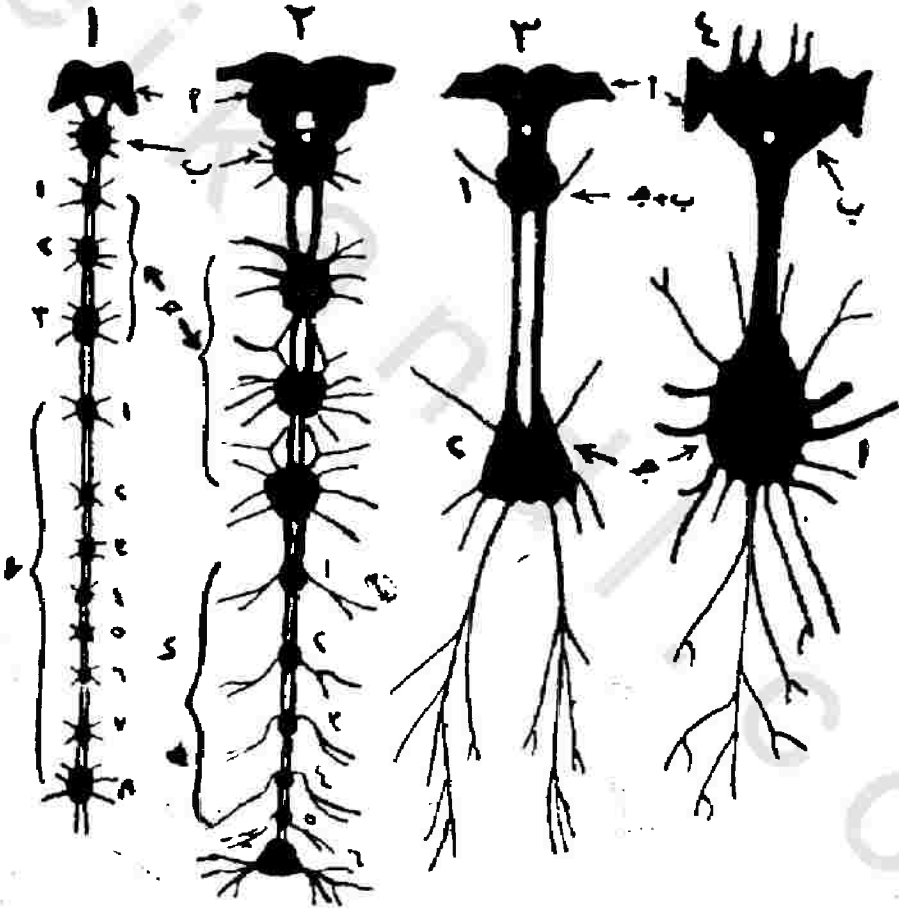
يوجد بالصدر ثلاثة عقد عصبية وقد يوجد عقدتان في الصدر فقط وقد تندمج العقد العصبية الأولى بعقدة تحت المريء كما في بقعة البلوستوما [شكل (٤٦)] رقم ٣ ب + ج [وقد يوجد بالصدر عقدة عصبية صدرية واحدة كما في الذبابة المنزلية (شكل ٤٦، ٤٤، ج) ، والعقد العصبية الصدرية تشرف على عضلات الأرجل والأجنحة .

ب — العقد العصبية البطنية

وأما العقد العصبية البطنية فتوجد في منطقة البطن وعددها في الأصل ثمانية كما في حشرة ال Japyx نوع من السمك الفصى (شكل ٤٦ ، رقم ١ ، د) وقد يقل عددها عن ذلك فيوجد في الصرصور ست عقد عصبية بطنية

(شكل ٤٦ د) وقد تنعدم العقد البطنية بالمرّة كما في (شكل ٤٦، رقم ٤، ٣) هذا وقد تلحجم العقدة البطنية الأولى بالعقدة العصبية الصدرية الثالثة كما أن العقدة البطنية الأخيرة تتكون عادة من النحام ثلاثة عقد جنينية ولذلك تصبح هذه العقدة أكبر من أى عقدة بطنية أخرى .

وتشارك العقدة العصبية البطنية الأخيرة في تنبيه بعض أجزاء الجهاز الهضمى (القناة الهضمية الخلفية) أما العقد البطنية الأخرى فتعمل على تنبيه الشغور التنفسية البطنية وكذلك الجهاز التناسلى للذكر والأنثى .



شكل (٤٦)

الأشكال المختلفة للجهاز العصبي في الحشرات

١ - الجهاز العصبي في حشرة الـ Japyx (نوع من السمك القضي)

٢ - الجهاز العصبي في الصرصور الأمريكى

٣ - الجهاز العصبي في بقعة البلوستوما

٤ - الجهاز العصبي في الذبابة المنزلية

ب - العقدة تحت المريء

ا - المخ

ح - العقد العصبية الصدرية

د - العقد العصبية البطنية

(ثانياً) - الجهاز العصبي السمبثاوى (أو الحشوى)

The Visceral Nervous System

ويتكون هذا الجهاز (كما فى شكل «٤٥»، ب) من العقد العصبية الأمامية التى توجد فوق المرىء أمام المخ ويمتد منها العصب الأمامى إلى الدرقه ويمتد منها أى من العقدة الأمامية إلى الخلف العصب الراجع (شكل «٤٥»، ب رقم «٣» الذى يمر أسفل المخ ثم يمتد فوق الأمعاء الأمامية إلى نهايتها الخلفية حيث ينتهى بعقدة خلفية تعرف بالعقدة المعدية (شكل «٤٥»، ب رقم «٤») التى يتفرع منها أعصاب إلى ما يجاورها من الأحشاء وهذه الحالة موجودة فى الصراصير وفى بعض أنواع الجراد وقد يكون الحبل العصبى الراجع مزدوجاً من جزئه الخلقى حيث ينتهى كل فرع بالعقدة المعدية . ويخرج من الجهاز العصبي الحشوى أعصاب كثيرة لتنبيه الأحشاء الداخلية فى القناة الهضمية الأمامية والوسطى وكذلك القلب (أما القناة الهضمية الخلفية فينبهها العقدة العصبية البطنية الأخيرة فى الحبل العصبى وليس للجهاز العصبي الحشوى دخل فيها .

ثالثاً - الجهاز العصبي السطحي

The Peripheral Sensory Nervous System

ويتكون من خلايا عصبية دقيقة جداً يخرج منها أعصاب كثيرة توجد منتشرة على جدار الجسم أسفل الطبقة الداخلية أو الهيودرم Hypodermis وتمتد أطراف هذه الأعصاب لتنبيه الشعور الحساسة الموجودة على سطح الجسم .

أعضاء الحس في الحشرات

THE SENSE ORGANS

إن طبائع الحشرات تقرررها العوامل المختلفة التي تؤثر على أعضاء الحس وأهم أعضاء الحس في الحشرات ما يأتي :-

أولاً : حاسة اللمس

وهي الحاسة التي تستجيب (Respond) للملامسة الأشياء الخارجية وتنقسم إلى :-

١ — أعضاء اللمس التي تكون نمواً خارجياً على جدار الجسم

وهذه الأعضاء عبارة عن شعور تكونت بامتداد إحدى خلايا الهيودرم ثم امتد إليها أحد الأعصاب وهي تتميز عن الشعور الأخرى بوجود هذا العصب المتصل بها ، وهذه الشعور موزعة على جميع سطح الجسم وتكثر بصفة خاصة على قرون الاستشعار والمجسات الشرجية .

ويتوقف قوة الحس في الحشرة على عدد هذه الشعور وقد ثبت أن الشعور الكثيفة الموجودة على قرون الاستشعار في بعض الحشرات تقوم بتمييز اتجاه بعض التيارات الهوائية أثناء الطيران ولا سيما إذا اقتربت الحشرة من جسم صلب وقت الظلام فتتوخاه (أى تبتعد عنه) خوفاً من التصادم فيه .

٢ — أعضاء اللمس التي تكون بمستوى سطح الجسم

وفيها ينتهي العصب في قرص صغير من الشيتين موجود في وسط قبوة

صغيرة غشائية على سطح الجسم وتوجد في دبوسى التوازن (Halters)
في الذباب وكذلك على أرجل الصرصور وعلى أجنحة بعض الحشرات
الحرشفية .

ثانياً : هاسة السمع

يمكن للحشرة أن تشعر بتموجات الهواء بواسطة : —

١ — الشعور الدقيقة الموجودة على قرون الاستشعار :

يؤثر على هذه الشعور تموجات الهواء كما في ذكور البعوض حيث أن
الصوت الذى يحدث تموجاً في الهواء يحرك الشعر الكثيف الموجود على قرون
الاستشعار ، وقد يتذبذب قرن الاستشعار نفسه بتأثير تموجات الهواء ولا سيما
إذا كان طويلاً ودقيقاً .

٢ — غشاء الطبلة

وهو غشاء رقيق قابل للتذبذب بواسطة تموجات الهواء ويوجد غشاء
الطبلة في الجراد على جانبي الحلقة البطنية الأولى وهى (أى الطبلة) محاطة
بحلقة شيتينية ويمكن لهذا الغشاء أن يتذبذب لآمن ضغط الهواء ينساوى على
سطحيه الداخلى والخارجى بواسطة فتحة تنفسية قريبة منه يمكنها أن تمرر
الهواء من الخارج إلى الداخل وبالعكس ، ويلامس الطبلة من الداخل زائدتان
شيتينيتان صغيرتان كما يتصل بها أيضاً كيس طويل رفيع مملوء بسائل يتصل
بعقدة عصبية خاصة بالسمع ويظهر أن تموجات الهواء تحرك الطبلة فتتحرك
بذلك الزائدتان الشيتينيتان كما يتموج السائل الموجود داخل الكيس فينتقل
تأثير ذلك إلى العقدة العصبية الخاصة بالسمع .

وقد توجد الطبلة تحت ساق الرجل الأمامية المنحورة للحفر في حشرة
الحفار (كلب البحر) إذ يظهر بها فتحتان طويلتان وتنتهى كل فتحة من الداخل

بفتحة تسمى حجرة الطبله ويوجد في الجهة الداخلية لكل منها فرع القصبة الهوائية ، أما الأعصاب الخاصة بالسمع فتوجد في الجزء الأمامى من فراغ القصبة الهوائية ، وعند تذبذب غشاء الطبله يحدث تذبذبات في الهواء الموجود داخل القصبة الهوائية فتؤثر على الأعصاب الخاصة بالسمع .

إحداث الصوت في الحشرات

يوجد لبعض الحشرات أعضاء خاصة لإحداث الصوت وأكثر الحشرات إحداثا للصوت هي الحشرات التابعة لرتبة مستقيمة الأجنحة (Orthoptera) ورتبة الحشرات غمدية الأجنحة (Coleoptera) وأقلها إحداثا للصوت الحشرات التابعة لرتبة حرشفية الأجنحة (Lepidoptera) وتتلقى حاسة السمع الأصوات وتوجد أعضاء إحداث الصوت في الذكور وقد توجد في الإناث ويعتقد أن وظيفة إحداث الأصوات في الحشرات هي لمناداة الجنسين لإجراء عملية التلقيح والتزاوج وقد تكون إشارة للتفاهم للابتعاد عن الخطر .

وتحدث الأصوات في الحشرات بواسطة :

١ — الدق : Tapping : — كما في بعض الخنافس من جنس (Anobium) التى تعمل انفاقا في الأخشاب ولا سيما أخشاب الأثاث ، وتحدث الحشرة الصوت بواسطة دق رأسها على حوائط النفق الذى تعمله في الخشب ، وكذلك نشاهد هذه الحالة في بعض أنواع النمل الأبيض الذى يدق رأسه على حوائط النفق الأرضية التى يعيش فيها .

٢ — باحتكاك جزء من الجسم بالآخر : وتشاهد هذه الحالة في الجراد التابع لعائلة (Acridiidae) حيث يحتك الجزء الأمامى من الجناح الخلفى بالسطح السفلى من الجناح الأمامى أو باحتكاك الجزء الطرفى من الجناح الأمامى مع نخذ الرجل الخلفية التى تحمل نتوءات أو زوائد تشبه الأوتاد (Pegs) .

٣ — باهتزاز الأجنحة : كما في الذباب والنحل إذ يتذبذب الجناح بانتظام وبسرعة كبيرة لكي يعطى صوتاً خاصاً ، ففي الذباب يتذبذب الجناح بسرعة ٣٥٢ هزه في الثانية وفي نحلة العسل ٤٤٠ هزه في الثانية

٤ — خروج الهواء بسرعة من القصبات الهوائية : عندما يخرج الهواء من القصبات الهوائية في ملكات النحل أثناء طيرانها بسرعة عندما تخرج من خليتها لأجل أن تتلقح فيحدث الهواء صفيراً تسمعه ذكور النحل فتطير وراء الملكة لكي تلحق بها ويلقحها ذكر واحد هو أقوى الذكور .

ثالثاً : حاسة الذوق

توجد حاسة الذوق على أجزاء الفم عادة فتوجد في النحل البرى على اللسان على شكل شعور صغيرة يخرج كلا منها من حفرة صغيرة أو على الفكوك السفلية كما في الدبور ، وقد تكون حاسة الذوق على شكل تجاويف أو حفر تشبه الفنجان يخرج من قاعدتها شعرة أو زائدة صغيرة مخروطية الشكل تتصل كل منها بعصب وقد توجد هذه الحفر على الرسغ في أرجل بعض أنواع الذباب .

رابعاً : حاسة الشم

تنشأ حاسة الشم عادة على قرون الاستشعار وأحياناً توجد حاسة الشم على الملامس الفسكية والشفوية وكذلك المجسات الشرجية وقد تتكون أعضاء الشم من : —

١ — شعور ذات جدار رقيق تظهر على سطح قرون الاستشعار ويتصل كل منها بخلية حساسة تنتهى بعصب .

٢ — أغشية دقيقة جداً مستديرة أو طويلة توجد بكثرة على قرن الاستشعار .

٣ — حفر صغيرة يوجد في قاعدتها خلية حساسة متصلة من قاعدتها بعصب ومن نهايتها بشعرة صغيرة متجهة للخارج

٤ — تجويف يشبه الفنجان على سطحه الداخلى شعور كثيرة رقيقة الجدران يتصل كل منها بخلية حساسة .

خاصة : حاسة الاربصار

أعضاء البصر فى الحشرات هى الأعين المركبة والأعين البسيطة
[راجع ص ٤٣] .

الجهاز التنفسي

The Respiratory System

يختلف الجهاز التنفسي في الحشرات عنه في الحيوانات الفقرية ففي الأخيرة ينتقل الأكسجين إلى أنسجة الجسم عن طريق الدم أما في الحشرات فينتقل الأكسجين إلى جسم الحشرة بواسطة إحدى الطرق الثلاثة الآتية :

١ — عن طريق ثغور أو فتحات تنفسية مزدوجة توجد على جانبي الصدر والبطن وهذه الفتحات تؤدي إلى أنابيب داخلية تمتد في جميع أجزاء الجسم وهذه الأنابيب تعرف بالقصبات الهوائية (Tracheae) التي تتفرع في نهايتها إلى فروع صغيرة دقيقة تعرف بالقصبات الهوائية (Tracheoles) التي تتخلل أنسجة الجسم حاملة معها الأكسجين كما سنبينه بعد .

٢ — ينتقل الأكسجين خلال جدار جسم الحشرة ويقوم الدم في هذه الحالة بعملية تبادل الغازات وهذه الطريقة مقصورة على الحشرات التي انعدمت فيها الثغور التنفسية كما في حشرة الـ (Collembola) وبعض أنواع من الحشرات المائية التابعة لعائلة (Chironomidae) والأطوار الأولى لبعض الحشرات التي تتطفل داخليا كالحشرات التابعة لرتبة غشائية الأجنحة .

٣ — قد يكون التنفس بواسطة الخياشيم فقط (Gills) كما في الحشرات التي تعيش في الماء أو بواسطة الخياشيم والثغور التنفسية معا كما في يرقات البعوض و حوريات الرعاش و حوريات ذباب مايو .

التنفس بواسطة الثغور أو الفتحات التنفسية Spiracles

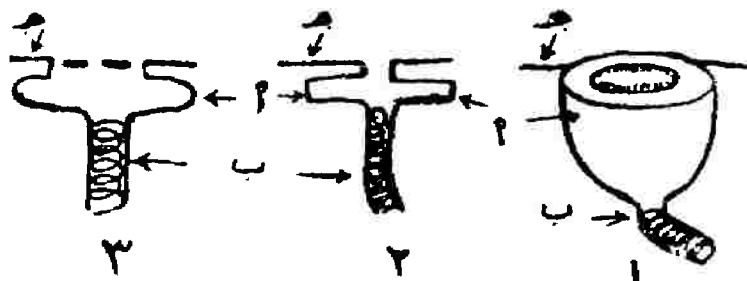
يختلف عدد هذه الثغور أو الفتحات التنفسية باختلاف الحشرات فيبلغ عددها عادة عشرة أزواج منها زوجان بالمنطقة الصدرية يقع الزوج الأول منها

بين الحلقة الصدرية الأولى والثانية والزوج الثانى يقع بين الحلقة الصدرية الثانية والثالثة أما الثمانية أزواج الباقية من الفتحات التنفسية فتوجد على الثمانية حلقات الأولى البطنية على الجانبين . هذا وقد يزداد عدد الفتحات التنفسية أو يقل عن ذلك فمثلا فى بعض أنواع السمك الفضى ، يوجد ١١ زوجا منها وأما فى القمل ، فيوجد ٧ أزواج زوجا منها بالصدر وستة أزواج بالبطن .

تركيب الفتحة التنفسية

توجد الثغور التنفسية (أو الفتحات التنفسية) فى غشاء البللورا الخاصة بحلقات الصدر والبطن عادة وقد تقع هذه الفتحات التنفسية على الترجات نفسها ويحيط بكل فتحة من فتحات الثغر حلقة شيتينية تؤدى إلى فجوة عبارة عن جزء متسع يسمى (Atrium) كما فى شكل (٤٧ رقم داء) تبدأ منه القصبة الهوائية .

وهذه الفتحات إما أن تكون مستديرة الشكل أو بيضاوية (شكل ٤٧ داء) أو على هيئة شق واحد (شكل ٤٧ حاء) أو أكثر من شق واحد (شكل ٤٧ عاء) وتغطى هذه الفتحات من الخارج أهداب أو شعور كثيرة تمتد من الحواف وتتجه نحو الداخل كما فى معظم يرقات حرشفية الأجنحة ولكل فتحة تنفسية جهاز خاص يعمل على فتحها وقفلها كلما لزم الأمر .



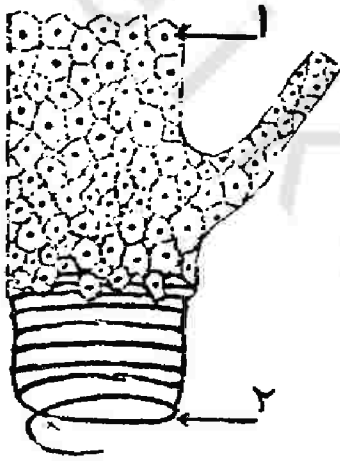
(شكل ٤٧)

بين أشكال الفتحات التنفسية المختلفة

- ١ - الفجوة المسماة بال (Atrium) ب - مبدأ القصبة الهوائية ج - جدار الجسم
- ٢ - فتحة تنفسية بيضاوية - فتحة على هيئة شق واحد ٣ - فتحة بها أكثر من شق واحد

القصبات الهوائية Tracheae

عندما تكون القصبات الهوائية مملوءة بالهواء يصبح لونها فضياً وتبطن هذه القصبات الهوائية من الداخل بطبقة شيتينية توجد على هيئة خيوط حلزونية دائرية على الجدار الداخلى لكل قصبة هوائية كما فى شكل (٤٨) ووظيفة هذه البطانة الحلزونية حفظ القصبات الهوائية دائماً مفتوحة لكي تسمح بمرور الهواء داخلها ويغلف هذه البطانة الحلزونية من الخارج طبقة



(شكل ٤٨)

جزء مكبر من قصبة هوائية

١ - طبقة الخلايا الطلائية

٢ - الخيوط الحلزونية الشيتينية

البطانة للقصبة الهوائية من الداخل

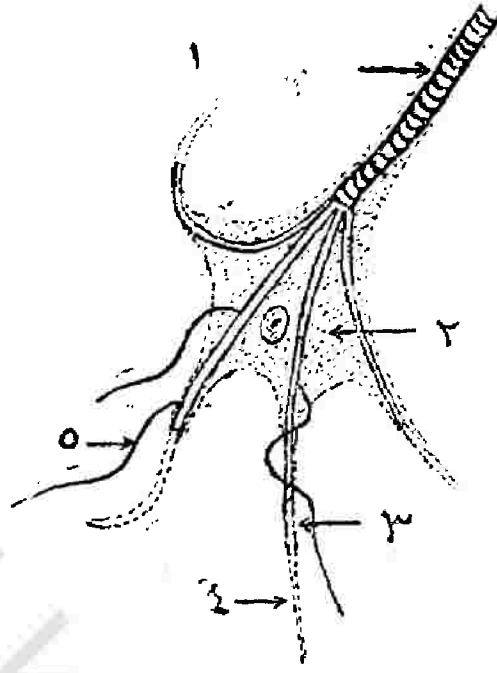
من الخلايا الطلائية لكل منها نواة كبيرة كما هو مبين فى شكل (٤٨ رقم ١) وهذه الخلايا تقوم بإفراز الطبقة الشيتينية الحلزونية وقد يتسع بعض أجزاء من القصبة الهوائية الخالية من الجزء الحلزوني وتكون حوصلة هوائية ثم تأخذ القصبة الهوائية شكلها الطبيعى المعتاد إلى أن تنتهى بفريعات دقيقة تعرف بالقصببات الهوائية

(Tracheoles)

القصببات الهوائية Tracheoles

وهذه عبارة عن نهايات القصببات الهوائية التى تستدق أفرعها كثيراً وتصبح أقطارها صغيرة جداً يصل قطر كل قصبية حوالى ميكرون واحد (٠.٠٠١ مم) وتنتهى هذه الفريعات بخلية تنفسية صغيرة فى نهاية القصبة الهوائية كما فى شكل (٤٩) يحصل عندها تبادل الغازات .

والقصببات الهوائية غير مبطنة بالشيتين الحلزوني كما فى حالة القصببات الهوائية وذلك لأن هذه الفريعات هى التى تحمل الاكسجين إلى أنسجة الجسم المختلفة فلا بد أن تكون جدرانها رقيقة حتى تتمكن الغازات من التبادل خلالها.



(شكل ٤٩)

نهاية إحدى القصبات الهوائية في ورقة بعوضة

- ١ - القصبات الهوائية
- ٢ - خلية تنفسية في نهاية القصبة الهوائية
- ٣ - قصبة هوائية ممتلئة بالهواء
- ٤ - نهاية القصبة الهوائية مملوءة بالسائل
- ٥ - فرع دقيق من القصبة الهوائية

أنواع الجهاز التنفسي : Types Of Tracheal System

سبق أن ذكرنا أن الفتحات التنفسية توجد في غشاء البللورا الخاصة بحلقات الصدر والبطن أو قد تقع على الترجات نفسها . هذه الفتحات إما أن تكون كلها عاملة (Functioning) أو ينفتح بعضها ويظل البعض الآخر مغلقاً أي غير عاملة ولذلك فيوجد للجهاز التنفسي عدة أنواع تبعاً لموضع الفتحات التنفسية العاملة (The functional spiracles) وفيما يلي الأنواع المختلفة للجهاز التنفسي (شكل ٥٠) :

١ - إذا كانت جميع العشرة فتحات التنفسية مفتوحة وعاملة فيسمى هذا

النوع من الجهاز التنفسي Peripneustic type رقم ١

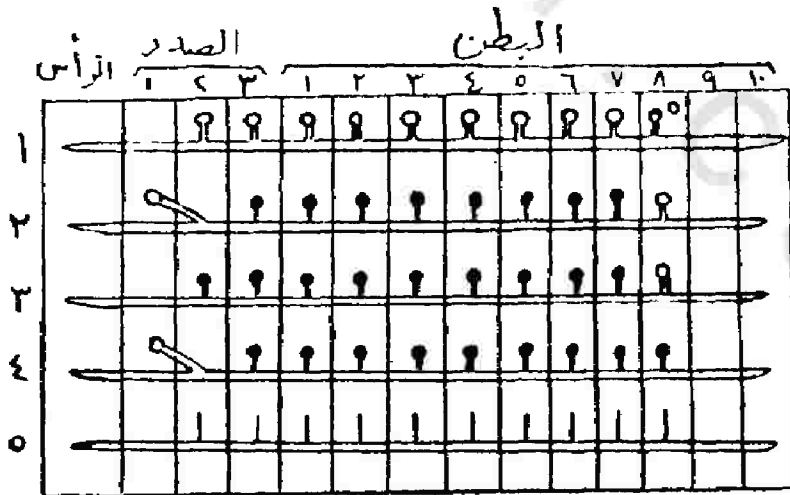
٢ - إذا كانت كل الفتحات التنفسية الصدرية والبطنية مقفولة فيما عدا

الفتحتين التنفسيين الصدرية الأولى الموجودة ما بين الحلقة الصدرية الأولى والثانية والفتحة التنفسية البطنية الأخيرة الموجودة على الحلقة البطنية الثامنة فتظلا مفتوحتان فيسمى هذا النوع Amphipneustic type رقم ٢ .

٣ — إذا قفلت جميع الفتحات التنفسية الصدرية والبطنية فيما عدا الفتحة التنفسية البطنية الأخيرة فهذه تظل مفتوحة فيسمى هذا النوع كما في رقم ٣ .
Metapneustic type

٤ — إذا قفلت جميع الفتحات التنفسية بينما ظلت الفتحة التنفسية الصدرية الأولى مفتوحة فيسمى هذا النوع Propneustic type رقم ٤ .

٥ — إذا ظلت جميع الفتحات التنفسية مقفولة أو غائبة (Closed or atrophied) فيسمى هذا النوع من الجهاز التنفسي Apneustic type رقم ٥ . وفي هذه الحالة إما أن تتنفس الحشرة بواسطة تبادل الغازات عن طريق جدار الجسم وتسمى مثل هذه الحشرات (Dermatopneustic) أو يكون التنفس بواسطة خياشيم وتعرف الحشرات التي تتنفس به بهذه الطريقة بالـ (Branchiopneustic Insects).



شكل (٥٠) رسم تخطيطي يبين أنواع الجهاز التنفسي في الحشرات

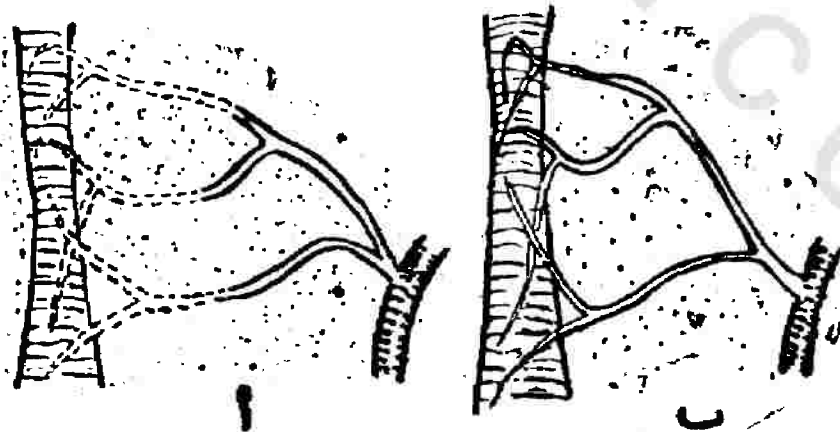
Amphipneustic — ٢
Propneustic — ٤
Apneustic — ٥

Peripneustic — ١
Metapneustic — ٣

ميكانيكية التنفس Mechanism Of Respiration

يتبخر معظم الماء من جسم الحشرة عن طريق الشغور التنفسية بصفة خاصة ولذلك تظل هذه الشغور مغلقة في أغلب الأوقات وتفتح فقط لفترة قصيرة جداً لإمداد الحشرة بالأكسجين اللازم لها .

ففي ابتداء عملية التنفس تكون الشغور مغلقة والقصبات الهوائية ممتلئة بالهواء ما عدا أطرافها الرفيعة المسماة بالقصبيات التي تنتهي بالخلايا التنفسية كما في شكل (٤٩) فهذه تحتوي بداخلها على سائل . وحيث أن هذه الفريعات تتخلل أطرافها جميع أنسجة جسم الحشرة فعندما تنشيط عضلات الحشرة الطولية والعرضية يتحول الجليكوجين الموجود في أنسجة هذه العضلات الى حمض اللكتيك ويتسبب عن ذلك ارتفاعاً في الضغط الاسموزي (Osmotic pressure) داخل الأنسجة فيسيل السائل الموجود في أطراف القصبيات الهوائية ويصل إلى الأنسجة فيندفع الهواء الذي في القصبات الهوائية ويحل محل السائل في الفريعات الدقيقة (القصبيات) وبذلك يصل الهواء الى أنسجة الحشرة المختلفة فيغذيها كما في شكل (٥١ ب ،) وعندما يقل نشاط الحشرة وترجع العضلات الطولية والعرضية إلى أصلها يقل تبعاً لذلك



(شكل ٥١)

بين القصبات الهوائية متصلة بعضل من عضلات حشرة

١ - فريعات القصبيات الهوائية مملوءة بالسائل وقت الراحة

ب - فريعات القصبيات الهوائية مملوءة بالهواء وقت عملية التنفس

تكوين حامض اللكتيك داخل أنسجة العضلات فينخفض الضغط الاسموزى داخل الأنسجة فيندفع السائل داخل الفريعات كما فى حالة الأنايبب الشعرية ويملا أطرافها مرة ثانية وبذلك ينحجز الهواء .

وفى أثناء عملية الزفير تقرب الترجات من الاسترنات فتضغط الأحشاء الداخلية فى القصبات الهوائية فيطرد بعض الهواء المتبقى الذى بالقصبات الى الخارج فينفتح الثغر وبذلك يصبح ضغط الهواء داخل القصبات أقل منه فى الخارج وبذلك يندفع الهواء الخارجى من فتحة الثغر ثانية ويملا القصبات الهوائية كما كانت من قبل ثم يقفل الثغر ثانية عند ما يحصل توازن طبيعى بين الضغط الداخلى والخارجى للهواء وهكذا تتكرر عملية التنفس فى أثناء الشيق والزفير كما سبق شرحه .

طريقة تخلص الحشرة من ثانى أكسيد الكربون

عرفنا مما سبق أن الأكسجين يصل الى أنسجة الجسم عن طريق أفرع وفريعات القصبات الهوائية وأما ثانى أكسيد الكربون الناتج من عمليات الهدم والبناء فى الغالب يخرج من نفس الطريق أى خلال القصبات الهوائية كذلك يحتفل أيضا أن جزءاً كبيراً من ثانى أكسيد الكربون يترك الجسم خلال سطح الجسم (الجلد) خصوصاً فى الحشرات ذات البشرة الدقيقة أى ذات الكيوتيكال الرقيق أما فى الحشرات التى يغطى جسمها جدار سميك من الكيوتيكال فإننا نجد أن ثانى أكسيد الكربون (ك_٢) يغادر الجسم فى هذه الحالة إما عن طريق القصبات الهوائية أو من بين حلقات الجسم خلال الغشاء الرقيق (Intersegmental membrane) الموجود بين كل حلقتين متتاليتين وبالاختصار فإن الحشرة تتخلص من ثانى أكسيد الكربون خلال القصبات الهوائية وجدار الجسم .

التنفس فى الحشرات المائية Respiration In Aquatic Insects

تطلب المعيشة فى الماء تحورات خاصة ولذا نجد أن الحشرات بأطوارها المختلفة (حشرات كاملة — حوريات — يرقات) التى تعيش فى الماء بعيدة

عن الهواء لها تحورات خاصة وطرق مختلفة تنفس بواسطتها وهذه الحشرات المائية (Aquatic Insects) إما أن تنفس الأكسجين الذائب في الماء مثل بعض أنواع اليرقات والعذارى المائية أو تنفس الأكسجين من الهواء الجوى مباشرة وهذه تكون الغالبية العظمى من الحشرات المائية .

وفي الحشرات المائية عموماً نجد أن الكيوتيكل له أهمية كبيرة في عملية التنفس ويظهر أهميته في الحشرات المائية التي تمكث تحت سطح الماء مدة طويلة أو تعيش في الماء الراكد حيث يقل فيه الأكسجين .

الطرق المختلفة التي تنفس بواسطتها الحشرات المائية

١ — التنفس الجلدى Cuticular respiration

في بعض اليرقات والعذارى المائية نجد أن جهازها التنفسي مقفلاً أى من النوع Apneustic أى لا يوجد لها فتحات تنفسية (Spiracles absent) وفي هذه الحالة يحصل تبادل الغازات خلال جدار الجسم الذى يصبح في هذه الحالة رقيق جداً بدرجة يسمح فيها بانتشار الغازات الذائبة في الماء (الأكسجين) خلال الجلد وبذلك تحصل الحشرة على الأكسجين اللازم لها .

٢ — التنفس بواسطة الخياشيم ذات القصبات الهوائية Tracheal gills

بعض الحشرات وخصوصاً الحوريات المائية تنفس بواسطة خياشيم (Gills) مزودة من الداخل بقصبات هوائية توجد إما على جوانب الجسم كما في حوريات ذبابة مايو (May flies) التي تعيش في الماء أو توجد على حلقات الصدر أو الرأس أو في مؤخر البطن أو داخل كيس المستقيم كما في حوريات الرعاش حيث تنشأ هذه الخياشيم من البطانة المبطنة لجدار المستقيم الداخلى وفي هذه الحالة الأخيرة يدخل الماء عن طريق فتحة المستقيم في أوقات غير منتظمة بواسطة عضلات خاصة فتستخلص هذه الخياشيم الأكسجين

الذائب في الماء بمساعدة القصبات الهوائية التي توجد أحيانا بداخل هذه الخياشيم التي تعرف في هذه الحالة بالخياشيم ذات القصبات الهوائية (Tracheal gills)

٣- التنفس بواسطة الممصات ذو الفتححات التنفسية

بعض اليرقات كيرقات البعوض يوجد في مؤخر بطنها (على الحلقة البطنية الثامنة) أنبوبة أو ممص بداخلها فتحات تنفسية تعمل على ترحيل الهواء الجوى إلى داخل جسم الحشرة فعندما تريد يرقات البعوض أن تتنفس الأكسجين من الجو فإنها تصعد بالقرب من سطح الماء وتخرج هذا الممص أو الأنبوبة التي بمؤخرها فوق سطح الماء وتتعلق به وتتنفس الهواء الجوى مباشرة . كما أنه يوجد لعذراء البعوض ممصان أو أنبوتان في مقدمها عند منطقة الرأس والصدر تستعملها في التنفس بنفس الطريقة كما في اليرقات وهذه العذراء تعيش في الماء وهي النوع الوحيد من العذراء الذي يتحرك بسرعة من هنا وهناك .

٤ - التنفس بواسطة الخياشيم ذات الدم Blood gills

يوجد في بعض اليرقات التابعة لعائلة (Fam. Chironomidae) في مؤخرها نموات خارجية (Evaginations) على هيئة أنابيب تشبه الخياشيم مملوءة بالدم الذي يحمل الأكسجين الذائب في الماء إلى أنسجة الجسم وتعرف هذه النموات بالخياشيم ذات الدم (Blood gills) وهذه الخياشيم لا يوجد بداخلها قصبات هوائية كما في حالة حوريات الرعاش .

٥ - التنفس بواسطة فقائيع الهواء Air bubbles

بعض الخنافس المائية مثل حشرة (ال Dytiscus) عندما تريد أن تتنفس

فإنها تطفو فوق سطح الماء وتأخذ الهواء الجوى بين أجنحتها وتخزنه على هيئة فقاعات هوائية أو تحجز هذه الفقاعات الهوائية بين الشعر الموجود على الجسم كما فى حالة حشرة ال Notonecta .

٦ — التنفس بواسطة ثقب النباتات المائية Piercing of aquatic plants

بعض اليرقات المائية لها فتحات تنفسية فى مؤخرها يمكنها الحصول على الأكسجين اللازم لها وهى فى الماء وذلك بأن تثقب بواسطة إحدى هذه الفتحات التنفسية الخلفية سيقان النباتات المائية وتحصل منها على الأكسجين الموجود بين فراغات الخلايا الداخلية للأنسجة النباتية .

التنفس فى الحشرات الطفلة Respiration In Parasites

تتطفل بعض الحشرات النافعة على الحشرات الضارة والتطفل إما داخلى أو خارجى فالحشرات التى تتطفل خارج العائل تحصل على الأكسجين من الهواء الجوى مباشرة بالطريقة المعتادة كالتى يتنفس بواسطتها العائل وأما الحشرات أو الطفيليات التى تتطفل على عائلها من الداخل أى التى تعيش داخل جسم العائل فتحصل على الأكسجين اللازم لها بالطرق الآتية : —

١ - بواسطة انتشار الغازات : بعض الطفيليات الداخلية لها جدار شيتينى رقيق جداً يمكن الأكسجين الموجود فى دم العائل أن يتسرب خلاله وبذلك يدخل الأكسجين خلال الشيتين الرقيق لجلد الطفيل ويخرج كذلك ثانى أكسيد الكربون بنفس الطريقة عن طريق الجدار الشيتينى للطفيل .

٢ - بعض الطفيليات ولو أنها تعيش داخل عائلها إلا أنها قادرة على أن تنفس الأكسجين من الهواء الجوى مباشرة فمثلاً فى عائلة (Tachinidae) التى منها ذبابة التاكينا من رتبة ذات الجناحين (يرقاتها هى التى تتطفل فقط)

نجد أن لها تَحَوُّرات خاصة فيوجد ليرقاتها فتحتان تنفسيّتان في آخر البطن، والبطن طرفها مدبب فتثقب به أحد القصبات الهوائية للعائل وتدخل فيها الفتحتين التنفسيّتين وبهذه الطريقة تتمكّن أن تتنفس اليرقات المتطفلة نفس الهواء الجوى الذى يتنفسه العائل .

٣ - هناك أنواع أخرى مثل « نغف جلد البقر » الذى يتطفل على المواشى ويثقب جلد البقر فيوجد فى مؤخر بطن اليرقة المتطفلة التى تعيش تحت الجلد الذى بالكفل فتحتان تنفسيّتان تخرجهما إلى الخارج عن طريق الثقب الذى تحدّثه اليرقات من تحت الجلد وتتنفس الهواء الجوى مباشرة .

الجهاز التناسلي

The Reproductive System

الجهاز التناسلي في الحشرات عبارة عن غدد جنسية مزدوجة وأنايب توصل إفرازات هذه الغدد إلى الخارج وهذه الغدد المزدوجة هما المبيضان في الأنثى والخصيتان في الذكر ويتركب الجهاز التناسلي من : —

أورو : أعضاء التناسل في الانثى : The Female Organs

تتكون أعضاء التناسل في الأنثى كما في شكل (٥٢) من الآتي : —

١ — المبيضين : Two Ovaries ويوجدان في فراغ البطن على جانبي القناة الهضمية ويتكون كل مبيض من مجموعة من الأنايب المبيضية Ovarioles كما في شكل (٥٢) يختلف عددها باختلاف الحشرات فقد تكون واحدة فقط كما في حشرة الـ (Glossina) أو قد يصل إلى ٤ أو ٨ أو يزيد عن الألفين كما في بعض أنواع النمل الأبيض (Termites) وفي داخل كل أنبوبة مبيضية نجد البيض متراسا واحدة أمام الأخرى في سلسلة بحيث أن البيض الكبير يوجد جهة القاعدة ويتدرج في الصغر عند الطرف ويتكون جدار كل أنبوبة من غشاء جزؤه الداخلي مكون من طبقة الايثليم محاطة من الخارج بطبقة الغشاء القاعدي وتتلوها طبقة البريتون .

وتركب كل أنبوبة مبيضية في مبيض الأنثى من الآتي :

١ — الحبل الطرفي Terminal filament : — وهو عبارة عن خيط دقيق ناشئ من امتداد طبقة البريتون وقد يلتحم الحبل الطرفي لكل أنبوبة مبيضية مكونا حبلا واحدا (Suspensory ligament) يتصل بجدار الجسم لكي يثبت المبيض في مكانه (شكل ٥٣ رقم ١٠)

ب — المنطقة الجرثومية أو طبقة البيض الجنينية (Germarium) وهي المنطقة التي تلو الحبل الطرفي وتتكون من كتلة من الخلايا الجنسية الأولى التي تصبح فيما بعد البويضات (oocytes) (شكل ٥٣ رقم ٢٠)

ح — المنطقة الحيوية أو منطقة البيض Vitellarium : — وتكون الجزء الأكبر من الأنبوبة المبيضية ويوجد بداخلها سلسلة من البويضات (Oocytes) (شكل ٥٣ رقم ٢٠) وكل بويضة موجودة في غرفة بيض (follicle egg - chamber) .

٢ — القنوات التناسلية : Genital ducts

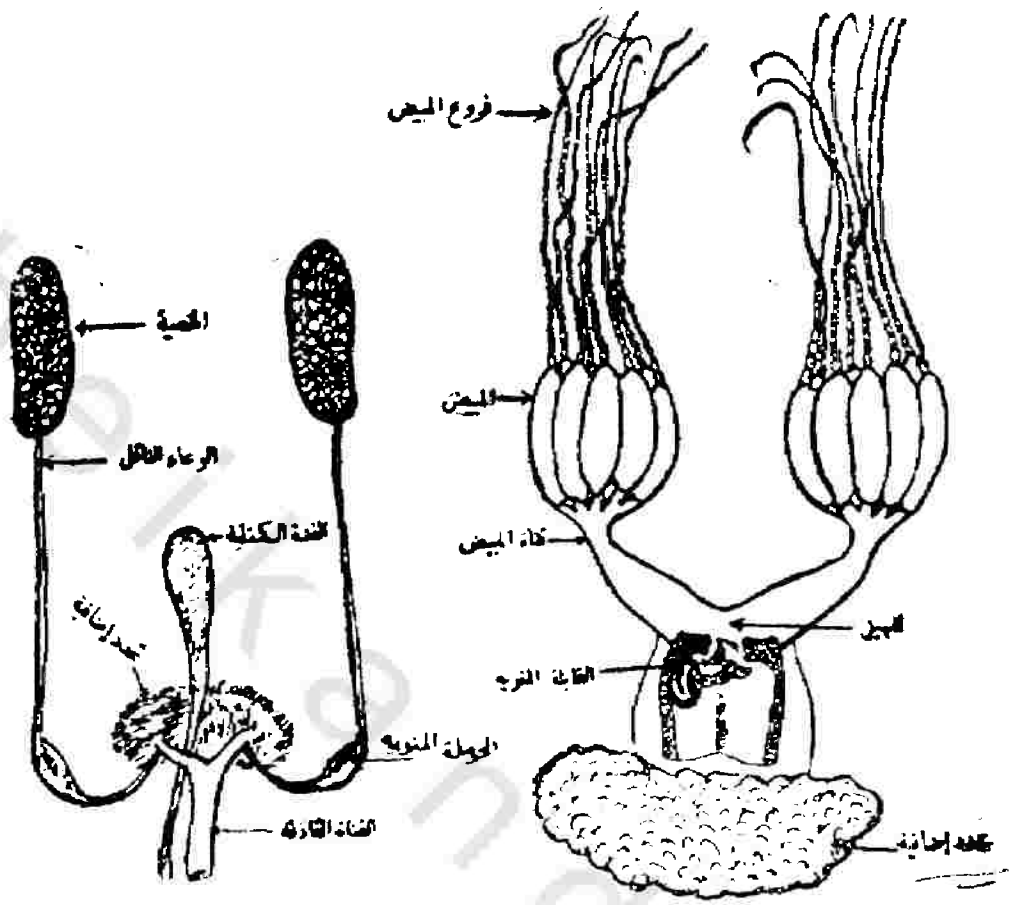
تصب الأنابيب المبيضية لسكل مبيض في قناة خاصة به تسمى قناة المبيض (Oviduct) وتتحده القناة الخاصة بكل مبيض مع بعضها لكي تكون قناة المبيض المشتركة (Common oviduct) التي تتسع عند مؤخرها لكي تكون المهبل (Vagina) الذي يبطن من الداخل بطبقة من الكيوتيكل وينتهي المهبل عادة بآلة وضع البيض .

٣ — الحوض أو المخزن المنوي Spermatheca

وهو عبارة عن كيس صغير تحتفظ فيه الحيوانات المنوية (Sperms) وتتصل بالمهبل بواسطة قناة دقيقة ويحيط بالحيوانات المنوية سائل لزج لحفظ الحيوانات المنوية لحين الحاجة إليها في إخصاب البيض الخارج من المبيضين على فترات متقطعة .

٤ — الغدد الإضافية Accessory glands

وهذه عبارة عن غدتين تصبان إفرازاتهما بالقرب من نهاية فتحة المهبل



(شكل ٥٢)

الجهاز التناسلي في الصرصور الأمريكي

ووظيفتهما إفراز غطاء البيض (Shell) بمجرد نزول البيضة وخروجها من المهبل وأحياناً تفرز هاتان الغدتان مادة صمغية تلتصق بها البيض في الأماكن التي تلتخبها الإناث لوضع بيضها فيها .

٥ — القابلة المنوية Bursa Capulatrix : وهى عبارة عن كيس يوجد في بعض الحشرات ويتصل بالمهبل أحياناً ليتلقى الحيوانات المنوية التي تقذف فيه وقت عملية السفاد قبل أن تدخل الحوض أو الخزن المنوي وفي بعض الحشرات الحرشفية الأجنحة يتكون هذا العضو من كيس له قناة خاصة به

مستقلة عن المهبل تفتح إلى الخارج وعند قاعدة هذه القناة توجد قناة أخرى تصلها بالمهبل الذى يوصل الحيوانات المنوية إلى المخزن المنوى .

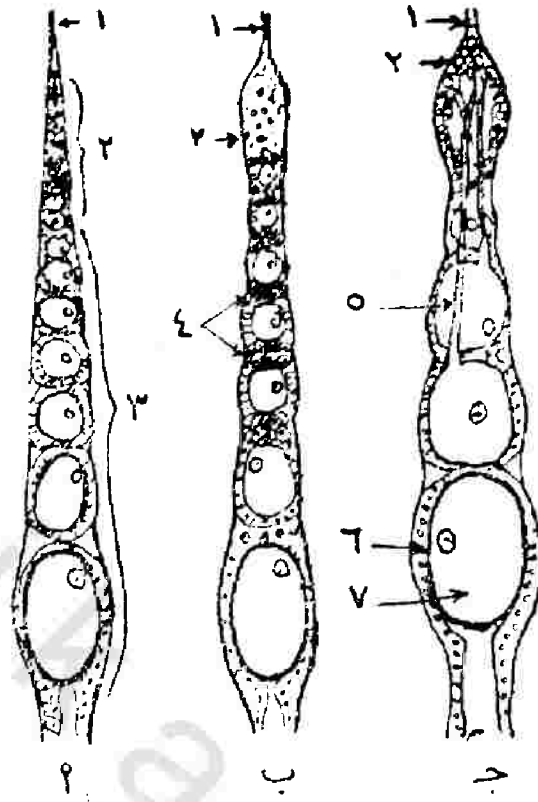
أنواع الانايب المبيضة Types of Ovarioles

يوجد ثلاثة أنواع مختلفة من هذه الانايب المبيضة (شكل ٥٣) وهى :-

١ — The panoistic type ويوجد هذا النوع بصفة خاصة فى الحشرات العديمة الأجنحة (Apterygota) ورتبة الحشرات المستقيمة الأجنحة (Orthoptera) ولا يوجد فى هذا النوع خلايا مغذية (Nutritive cells) وفى هذه الحالة تتغذى البويضات بواسطة مواد مأخوذة من الدم بواسطة خلايا ال Follicular epithelium [رقم ١، شكل ٥٣] .

٢ — The Polytrophic type ويوجد هذا النوع فى معظم الحشرات التابعة للقسم (Endopterygota) وفيه تظهر البويضات كل فى حجرة خاصة بها ويتخلل هذه الحجرات خلايا مغذية لتغذية البيض [رقم ب ٤، شكل ٥٣] .

٣ — The Acrotrophic type ويوجد هذا النوع بصفة خاصة فى الحشرات التابعة لرتبة نصفية الأجنحة (Hemiptera) وبعض حشرات غمدية الأجنحة (Coleoptera) وفيه تبقى الخلايا المغذية فى المنطقة الجرثومية أو طبقة البيض الجنينية (germarium) حيث تتغذى البويضات بواسطة خيوط بروتوبلازمية توصل الغذاء من الخلايا المغذية للبيض [رقم ج ٥٥، شكل ٥٣] ومن هذه المواد المغذية يتكون الصفار (yolk) .



شكل (٥٢) يبين أنواع الأنايب المبيضية في إناث الحشرات

Panoistic type - أ

Polytrophic - ب

Acrotrophic - ج

- | | | |
|---------------------------|--|-----------------|
| ١ - الحبل الطرفي . | ٢ - المنطقة الجرثومية | ٣ - منطقة البيض |
| ٤ - الخلايا المغذية للبيض | ٥ - الحيوط البروتوبلازمية التي توصل الغذاء للبيض | |
| ٦ - غرفة البيضة | ٧ - البيضة | |

تاليا - أعضاء التناسل في الذكر The Male Organs

توجد أعضاء التناسل في الذكر في فراغ البطن وتتركب كما في شكل (٥٢) من الآتي :-

- ١ - الخصيتين The Testes : - ويتكون كل منهما من أنابيب (follicles) متجمعة مع بعضها ويختلف عدد هذه الأنابيب باختلاف الحشرات . وتناظر الخصيتين المبيضين في الأنثى وتشبه الخصية المبيضة في الشكل في الحشرات العديدة الأجنبية .

وتتركب الخصية في المادة من فص واحد أو من عدة فصوص كثيرة كما في بعض الحشرات المستقيمة الأجنحة كالجراد ويختلف شكلها أيضاً من كروى إلى مستطيل أو يضاوى وهما إما منفصلان عن بعضهما أو متلاصقان وتوجد كل خصية إما أعلى القناة الهضمية أو على الجانبين وأحياناً أسفل القناة الهضمية وكل خصية مثبتة بجسم الحشرة بواسطة الأجسام الدهنية وينشعب فيها أحياناً الأنايب الهوائية .

٢ — الوعائين الناقلين Vasa deferentia : — كل منهما عبارة عن أنبوبة أو قناة (duct) رفيعة تتصل بالخصية والتي تصب فيه إفرازاتها . والوعاء الناقل يكافئ قناة المبيض في الأنثى وفي العاده يتسع الوعاء الناقل بالقرب من مؤخرته مكوناً الحوصلة المنوية (Vesicula seminalis) التي يخزن فيها الحيوانات المنوية (شكل ٥٢) وأحياناً يتقابل الوعاءان الناقلان وعند نقطة اتصالهما يتكون حوصلة منوية واحدة .

٣ — القناة القاذفة Ejaculatory duct : — وتنشأ من التقاء الوعائين الناقلين وهي عضلية التركيب مبطنه من الداخل بالسكريوتيكل وهي تكافئ المهبل في الأنثى وتصب هذه القناة في آلة السفاد التي تنتهى بالقضيب (Penis) الذي هو عبارة عن امتداد في جدار الجسم يحيط بنهاية القناة القاذفة .

٤ — الغدد الاضافية Accessory glands : ويوجد منها إما زوج واحد أو ثلاثة أزواج ووظيفة هذه الغدد الإضافية إفراز مواد لتكوين كيس صغير جداره رقيق بداخله سائل يحمى الحيوانات المنوية (Spermatozoa) ويسمى هذا الكيس بال (Spermatophore) ويوضع هذا الكيس إما في المهبل مباشرة أو في القابلة المنوية أثناء عملية السفاد وبعد ذلك تخرج الحيوانات المنوية من غلافها وتخزن في الحوض أو المخزن المنوى .

التلقيح

لا يتوقف التلقيح في الحشرات على نضوج أعضاء التناسل فقط ففي كثير

من الحشرات تتم عملية السفاد قبل أن تبلغ الأنثى أى قبل أن يتم نمو المبايض حيث نجد أن بعض الذكور يلقح الإناث بمجرد خروجها من العذراء وقبل اكتمال نمو المبايض بخلاف الذكور فيجب أن ينضج جهازها التناسلى قبل أن تقوم بعملية السفاد .

وعندما يريد الذكر تلقيح الإناث فانه يحدث صوتا كما فى أنواع النطاط وصرصور الغبط - وأما فى حالة الإناث فانها تجذب الذكور إليها بأحداث ضوء مميز تعرفه الذكور كما فى بعض الحنافس أو تفرز مادة ذات رائحة خاصة تنجذب إليها الذكور أو تجذب الذكور بواسطة ألوانها الجذابة كـ بعض أنواع أبى دقيق - والطريقة الاعتيادية فى التلقيح أن الذكر يقذف الحيوانات المنوية فى منطقة المهبل أو فى القسابة المنوية مباشرة كما ذكرنا ولكن فى بعض الحشرات كحشرة الـ *Collembola* يضع الذكر الحيوانات المنوية بالقرب من أجزاء فم الأنثى فتنتقل هذه الحيوانات المنوية بواسطة أجزاء الفم إلى الفتحة التناسلية للأنثى وفى بق الفراش (*Cimex*) يصب الذكر الحيوانات المنوية على الجزء السفلى من بطن الأنثى ثم تسبح الحيوانات المنوية حتى تصل إلى الفتحة التناسلية للأنثى .

وقد تتلقح الأنثى مرة واحدة مدة حياتها وهذه تكفى لوضع جميع البيض وبعضها يحتاج إلى عدة تلقيحات على فترات مختلفة حتى تضع الأنثى كل البيض

الإخصاب

أما الإخصاب فقد لا يحدث إلا بعد وقت طويل من إنتهاء عملية التلقيح وقد يحدث قبل وضع البيض مباشرة إذ تخرج بعض الحيوانات المنوية وتخصب البيضة أثناء خروجها من قناة المبيض المشتركة وفى بعض الحشرات يخصب البيض أثناء وجوده فى أنابيب المبيض كما فى بق الفراش وقد تحفظ الحيوانات المنوية (*Spermatozoa*) حية لمدة عدة شهور فى المخزن المنوى

طرق التكاثر في الحشرات

Methods of Reproduction in Insects

عندما تصل الحشرة أثنى أو ذكر إلى سن البلوغ تبدأ في التزاوج فيلقح الذكر الأثنى فتضع الأثنى البيض الذى يفقس بعد مدة تختلف باختلاف عوامل كثيرة (كالحرارة والرطوبة ونوع الغذاء مثلا) وهذه هى الطريقة الشائعة لتكاثر الحشرات وتسمى الإناث التى تضع بيضا بالإناث البياضة (Oviparous)

غير أن هناك طرقا كثيرة أخرى لتكاثر الحشرات خلاف ما ذكر وهى :

اولا : التطاثر البكرى Parthenogenesis

وفيه تتكاثر الحشرات وتضع الإناث بيضا بدون عملية الاخصاب (أى بدون تقابل الذكر مع الأثنى) فيفقس هذا البيض وينتج عنه أفراد صغيرة ولذلك فهذا النوع من التكاثر ضار من الوجهة الزراعية والاقتصادية لأنه فى حالة التكاثر العادى لا يحصل الضرر إلا إذا تقابل الذكر مع الأثنى وينتج عن ذلك بيضا يفقس إلى يرقات وهذه تسبب الضرر غالباً ولكن طالما أن الأثنى لها المقدرة على الإنتاج ووضع البيض بدون الحاجة إلى الذكر وهذا ما يعبر عنه بالتكاثر البكرى فالضرر يكون عظيما والخسارة كبيرة .

والتكاثر البكرى على أنواع مختلفة فمنها : —

التكاثر البكرى الدائم (أو المستمر) Contsant Parthenogenesis

فى نحل العسل مثلا نجد أن كل بيضة مخصبة تضعها الملكة ينتج عنها شغالة أو ملكة وكل بيضة غير مخصبة ينتج عنها ذكر (أحيانا لا تتلقح الملكة فتضع بيضا غير مخصب وهذا البيض ينتج عنه ذكور فقط) أى أن التكاثر فى حالة

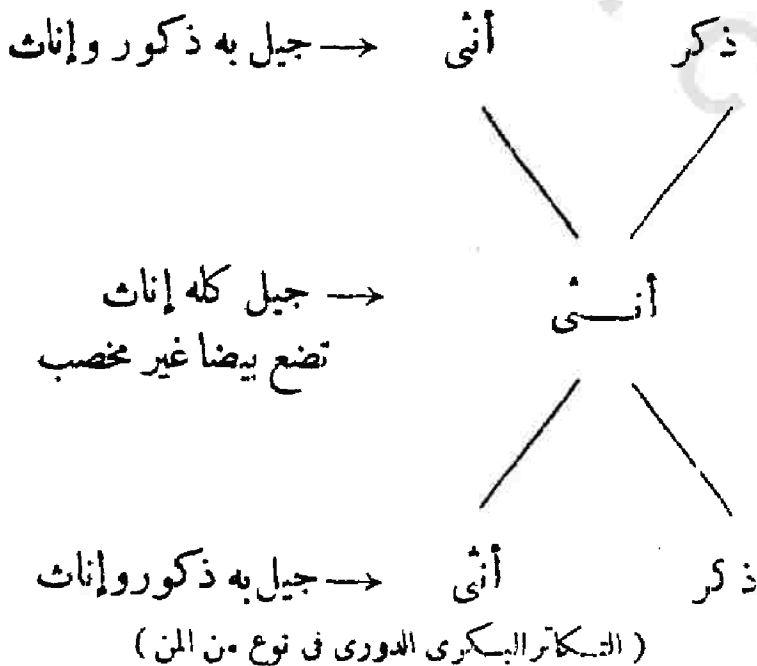
الذكر دائم أو مستمر أو بعبارة أخرى في كل أطوار النحل كل بيضة غير مخصبة ينتج عنها ذكر .

ب - التكاثر البكرى المؤقت Sporadic Parthenogenesis

وهذا النوع من التكاثر يحدث في الحشرات من وقت إلى آخر بدون نظام كلها دعت الحاجة وبدون تقابل الذكر مع الأنثى وذلك بالرغم من وجود الذكر وتشاهد هذه الظاهرة في فراش دودة الحرير (*Bombyx mori*) فالعادة في هذه الحشرة أن يلقح الذكر الأنثى وتضع الأنثى بيضاً مخصباً يفتقس إلى يرقات ولكن من آن لآخر نجد أن الإناث لا يلقحها ذكور ومع ذلك تضع بيضاً يفتقس إلى يرقات أيضاً أي أن الإناث في هذه الحالة الأخيرة تتكاثر تكاثراً بكرياً مؤقتاً .

ج - التكاثر البكرى الدورى Cyclic Parthenogenesis

وهذه الظاهرة ترى بوضوح في حشرات المن (*Aphids*) حيث تتناسل هذه الحشرات تناسلاً جنسياً بالتناوب فيلقح الذكر الأنثى والأخيرة تلد وينتج عن ذلك جيل كله إناث وهذه الإناث تضع بيضاً بدون إخصاب (إناث غير ملقحة) ينتج عنه ذكور وإناث تتزاوج وتعيد دورة حياتها (*Life cycle*) ثانية وهكذا .



ثانياً - التطاير بواسطة وضع (أو ولادة) اليرقات Viviparity

تضع بعض الحشرات أحياء إما يرقات أو حوريات بدلا من البيض فتحتفظ الإناث ببيضها داخل الجسم حتى يفقس وهذه الظاهرة تشاهد بكثرة في حشرات رتبة ذات الجناحين التي منها أنواع الذباب ورتبة غشائية الأجنحة التي تشمل أنواع النحل والزناير أما في رتبة الحشرات القشرية التابعة لعائلة (Coccidae) فيفقس البيض بعد وضعه مباشرة ولذا يطلق على هذه الحشرات بالحشرات واضعة البيض (Oviparous) .

وفي بعض أنواع الذباب مثل ذباب اللحم يمر البيض إلى المهيبل ويخزن فيه حتى يفقس إلى يرقات وقد تولد هذه اليرقات وهي إما في طورها الأول أو في طور متأخر أو تولد اليرقة كاملة النمو وفي هذه الحالة الأخيرة تتحول اليرقة إلى عذراء بعد مدة قصيرة جدا .

ثالثاً - تطاير اليرقار الغير كاملة Paedogenesis

العادة في الحشرات أن التكاثر يحدث في الحشرة الكاملة أى تتزاوج أنثى كاملة النمو مع ذكر كامل النمو ولكن في بعض الأحوال النادرة جداً نجد أن اليرقات (أطوار غير كاملة) لها القدرة على إنتاج يرقات أخرى كما يحدث في يرقات ذبابة الـ (Miaster) فيتكون البيض داخل أعضاء التأنيث الحديثة النمو لليرقة الأصلية وهي الأم في هذه الحالة ثم يفقس هذا البيض إلى يرقات وهذه تكبر داخل اليرقة الأصلية (أى الأم) إلى أن يتم نموها فتأكل الأنسجة الداخلية وكذا جلد الأم وتخرج وهذه اليرقات تبدأ في وضع يرقات أيضا بنفس الطريقة ويستمر ذلك عدة أجيال (يرقات تنتج يرقات) حتى في النهاية تتحول بعض هذه اليرقات إلى عذارى تخرج منها حشرات كاملة (ذكور وإناث) وهذه تتزاوج وتضع بيضا مخصبا ينتج عنه يرقات تعيد نفس تاريخ الحياة

ومن الأطوار الغير كاملة أيضا العذارى ، وبعض هذه العذارى لها القدرة أيضاً على إنتاج يرقات فيتكون البيض داخل مبيض العذراء حتى يفقس فتتمو وتكبر اليرقات داخل جسم العذراء وتتغذى على محتوياتها ثم تخرج اليرقات إلى الخارج وتوجد هذه الظاهرة في بعض أنواع الهاموش .

رابعاً - التطور بواسطة تعدد الإرجنة : Polyembryony

هذه الظاهرة تحدث فقط في بعض الحشرات النافعة المتطفلة من رتبة غشائية الأجنحة (Hymenoptera) وهذا النوع من التكاثر مفيد جداً من الوجهة الزراعية والاقتصادية بعكس التكاثر البكرى الضار ، وفي التكاثر بواسطة تعدد الأجنة تتطفل الحشرات النافعة على الحشرات الضارة وتقضى عليها أحياناً ويسمى ذلك بمقاومة الحشرات بواسطة الأعداء الحيوية (Biological Control) ولناخذ مثلاً من هذا النوع من التطفل .

يثقب الطفيل بواسطة آلة وضع البيض مشلاً يرقة الحشرة الضارة التي يتطفل عليها ويضع بيضة أو أكثر داخل اليرقة الضارة (العائل) فتبدأ بيضة الطفيل في الانقسام إلى عدة أقسام بواسطة التدوير وكل قسم ينتج عنه جنين (أو يرقة) فينتج من بيضة الطفيل الواحدة عدة يرقات بدلاً من يرقة واحدة (أحياناً يتكون من البيضة الواحدة من ٢٠ — ١٥٠٠ جنين أو أكثر) .

هذه اليرقات الناتجة من بيضة الطفيل تبدأ تتغذى على الأعضاء الداخلية ليرقة العائل (Host) حتى تموت ثم تخرج هذه اليرقات المتطفلة إلى الخارج وتحول إلى عذارى يخرج منها حشرات كاملة تتطفل على عوائلها وتعيد تاريخ الحياة وهكذا .

تكوين الحشرات وتطورها

سبق أن ذكرنا الطرق المختلفة التي بواسطتها تتكاثر الحشرات أثناء حياتها فالحشرة إما أن تلد أحياء وينتج عن ذلك إما يرقات كما في ذبابة اللحم ، أو حوريات كما في حشرة المن ، وأما البعض الآخر من الحشرات فالغالبية العظمى منها يضع بيضا وهذا البيض لا ينمو في مبيض الإناث إلا بعد عملية التلقيح وقد تحتاج الأنثى إلى التلقيح أكثر من مرة لكي تضع جميع البيض المتكون في مبايضها وقد تسرع عملية التلقيح في تكوين البيض داخل جهاز الأنثى ، وهناك بعض الإناث لا تلقح مطلقا ومع ذلك فهي تضع بيضا وهذا البيض إما أن ينتج عنه ذكور وإناث كما في المن أو ذكور فقط كما في حالة ذكور نحل العسل أو تضع بيضا وهذا البيض لا يفقس مطلقا (أى يصبح البيض عقيما) .

وحيث أن الطريقة الشائعة لتكاثر الحشرات هي وضع الأنثى للبيض إذا فيمكن معرفة الأَطوار المختلفة للحشرة التي تبدأ من البيضة إلى طور الحشرة الكاملة .

الأطوار المختلفة للحشرة

الأطوار المختلفة للحشرة التي توجد في اليناثات المختلفة والتي نشاهدها في دراستنا هي عبارة عن : —

١ — البيضة ب — اليرقة ح — الحورية د — العذارى
هـ — الحشرة الكاملة .

وهذه الأَطوار تشترك في أنواع التطور الذي سنوضحه عند الكلام عن التطور وأنواعه وفيما يلي شرح كل من هذه الأَطوار على حده .

طور البيضة

١ — أشكال البيض : يأخذ البيض أشكالاً مختلفة فمنه المستدير والبيضاوى ومدبب الطرف ومنه ما تكون قشرته ملساء أو عليها نقوش أو خطوط مختلفة ويوجد في قشرة البيض من أحد أطرافها ثقب واحد أو أكثر يعرف بالنقير (Micropyle) يسمح لدخول حيوان منوى واحد أو عدة حيوانات لأخصاب البيضة (عادة يخصب البيضة حيوان منوى واحد فقط) .

٢ — وضع البيض : تضع الأنثى بيضها فى الأماكن التى تصلح لإمداد النسل الذى يخرج من البيض باحتياجاته الغذائية . فمثلاً إذا كانت اليرقات تعيش على ورق نبات القطن نجد أن البيض يوضع على أوراق القطن فى الحقل وإذا كانت اليرقات تعيش فى الماء فيوضع البيض على سطح الماء كما فى حالة يرقات البعوض وغالباً ما تضعه الأنثى فى أماكن محتبئة لأجل المحافظة عليه من الأعداء الطبيعية فقد تضعه منفرداً أو فى جماعات على هيئة كتل (كما فى الجراد) أو لطح (كما فى فراش دودة ورق القطن) وقد تفرز عليه مادة صمغية لتحميه من الأعداء والطيور اللاقطة أو العوامل الجوية كما فى الجراد الصحراوى أو تضعه داخل كيس ذات أشكال مختلفة لنفس الأسباب المذكورة أعلاه كما فى حالة الصرصور أو حشرة فرس النوى .

٣ — أماكن وضع البيض : تضع إناث الحشرات المختلفة بيضها فى الأماكن الآتية :-

١ — بعض إناث الحشرات تسقط بيضها أثناء طيرانها على الحشائش مثلاً فى أى مكان كما فى بعض أنواع الحشرات الحرشفية الأجنحة كآبى دقيقات والفراشات التى تتغذى يرقاتها على الحشائش .

ب — على أوراق النباتات إما منفردا أو في مجموعات (لطح) مثل بيض دودة ورق القطن الذى يوضع على السطح السفلى لأوراق القطن وغيرها من النباتات .

ج — داخل أو على الثمار من الخارج كما فى حالة ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط التى تضع بيضها داخل أنسجة ثمار الخوخ والجرافة والبرتقال والمشمش وغيرها من الثمار عندما تقارب درجة النضج .

د — على الحبوب إما قبل الحصاد أو بعده حيث تضع الالبنة بيضها والحبوب ما زالت فى الجرن أو بعد تخزينها فى المخازن مثل أنواع السوس كسوسة القمح أو سوسة الأرز وخنافس البقول مثل خنفساء الفول والعدس، وهناك حشرات تضع بيضها فى الدقيق والرذة مثل خنفساء الدقيق وفراشة دقيق البحر الأبيض المتوسط .

هـ — فى أنفاق تحت سطح الأرض كما فى الحفار أو كلب البحر ، أو داخل أنسجة النبات كما فى حشرة الترس ، أو فى الماء كما فى أنواع الرعاشات والبعوض .

و — تضع الحشرات المتطفلة بيضها داخل أو خارج العائل الذى تتطفل عليه كما فى حالة ذبابة التاكينا ، التى تتطفل على دودة ورق القطن وإذا كان العائل من الحيوانات الفقرية أو الطيور فتضع الالبنة بيضها ملتصقا بشعر العائل كما فى قمل الجاموس أو فى الريش كما فى قمل الحمام .

ز — على أفرع وسيقان الأشجار وخصوصا أشجار الحلويات حيث تحفر اليرقات بعد الفقس فى أفرع هذه الأشجار مثل دودة ساق التفاح وبعض أنواع ثاقبات الأفرع .

٤ — فقس البيض

قد يفقس البيض أحيانا بعد وضعه مباشرة مثل بيض بعض أنواع الحشرات القشرية (Coccids) أو قد يفقس بعد عدة ساعات كما في الذباب المنزلي (Musca sp.) أو بعد عدة أشهر تبلغ تسعة أشهر كما في بعض أنواع الحشرات الحرشفية الأجنحة وقد يستغرق سنتين كما في بعض أنواع عائلة (Phasmidae).

هذا وتوقف مدة فقس البيض على عوامل فسيولوجية منها كثرة أو قلة مقدار الصفار (yolk) الموجود في البيضة وكذلك يتوقف فقس البيض على درجتي الحرارة والرطوبة وغيرها من عوامل بيئية مختلفة.

أما النمو الجنيني فإما أن يتم جميعه بعد وضع البيض أو يتم جزء منه فقط داخل الأم قبل وضع البيض وقد ينتهي النمو الجنيني جميعه داخل الأم كما في الإناث التي تضع أحياء (مثل ذباب اللحم)، وبعد الفقس يستمر النمو وتتم الحشرة في سلسلة من التغيرات يطلق عليها التطور (Metamorphosis) سيأتي الكلام عليه.

٥ — طرق فقس الجنين من البيضة

تختلف طريقة فقس البيض باختلاف الحشرات كالآتي :-

١ — يقرض الجنين جزءا من قشرة البيضة لكي يخرج وأحيانا يأكل الجنين هذا الجزء المقروض مثل بعض أنواع السوس كسوسة القمح.

ب — يوجد في بعض الحشرات على رأس الجنين شوكة مخصوصة يدفع بها قشرة البيضة فيحدث بها ثقب يساعده على الخروج من البيضة.

ج — في بعض الأنواع كالعناشات يوجد لكل بيضة غطاء خاص

يسمى (Operculum) يدفعه الجنين بقوة نبض عضو خاص إلى الخارج فينفتح الغطاء ويخرج منه الجنين ونشاهد هذه الحالة في بيض قمل الجاموس اللاصق بالشعر حيث يظهر غطاء البيضة بوضوح تام .

د — بعض الحشرات يحدث ضغطا داخليا بواسطة الدم يسبب انفجار القشرة ثم يخرج الجنين .

نظرية برليزي في تكوين الجنين

تفقس البيضة إما في طور متقدم من النمو فتخرج اليرقات التي يختلف شكلها كلية عن شكل الحشرة الكاملة وتمر في سلسلة أطوار مختلفة من النمو حتى تصل إلى الحشرة الكاملة وهذه الحالة موجودة في التطور التام أو أن الجنين يخرج في طور متأخر نوعا إذ يكون قد تم معظم أجزائه فيقرب في الشكل من الحشرة الكاملة فتخرج الحشرة من البيضة على شكل حورية كما في حالة الحشرات ذات التطور التدريجي .

ومن أهم خصائص الحشرات أن الصغار التي تخرج من البيض تختلف اختلافا مورفولوجيا عن الحشرة الكاملة ولكي تصل الحشرة إلى الطور الكامل تمر خلال تغيرات كثيرة كما ذكرنا سابقا تسمى في مجموعها التطور وقد وضع برليزي (Berlese) سنة ١٩١٣ نظريته المشهورة في تكوين الجنين وقد أثبت تحتها بعده حشريون كثيرون وأساسها تكوين حلقات الجسم في الجنين إذ تبدأ ظهور هذه الحلقات في مقدم الجسم ثم تتكون في مؤخرته بالتدريج كلما تقدم النمو فتظهر حلقات الرأس وزوائدها ثم الصدر وزوائده وذلك قبل أن تبدأ حلقات البطن وزوائدها في الظهور وقد قسم برليزي (Berlese) أطوار نمو الجنين داخل البيضة إلى ثلاثة مظاهر كالآتي

كما في شكل (٥٤)

١ - المظهر الأول Protopod phase

يصعب تمييز مناطق جسم الجنين في هذا الطور كما في شكل (٥٤ رقم ١٠) ولو أن الرأس والصدر تحمل زوائدها على حالة مختزلة أما البطن فحلقاتها غير واضحة تماما ولا تحمل زوائد على الإطلاق أما من حيث الأجهزة الداخلية (الهضمي والعصبي والدوري) فلا يمكن تمييزها، كذلك انبعاجات القصبات الهوائية لم تبدأ في التكوين.

٢ - المظهر الثاني Polypod phase

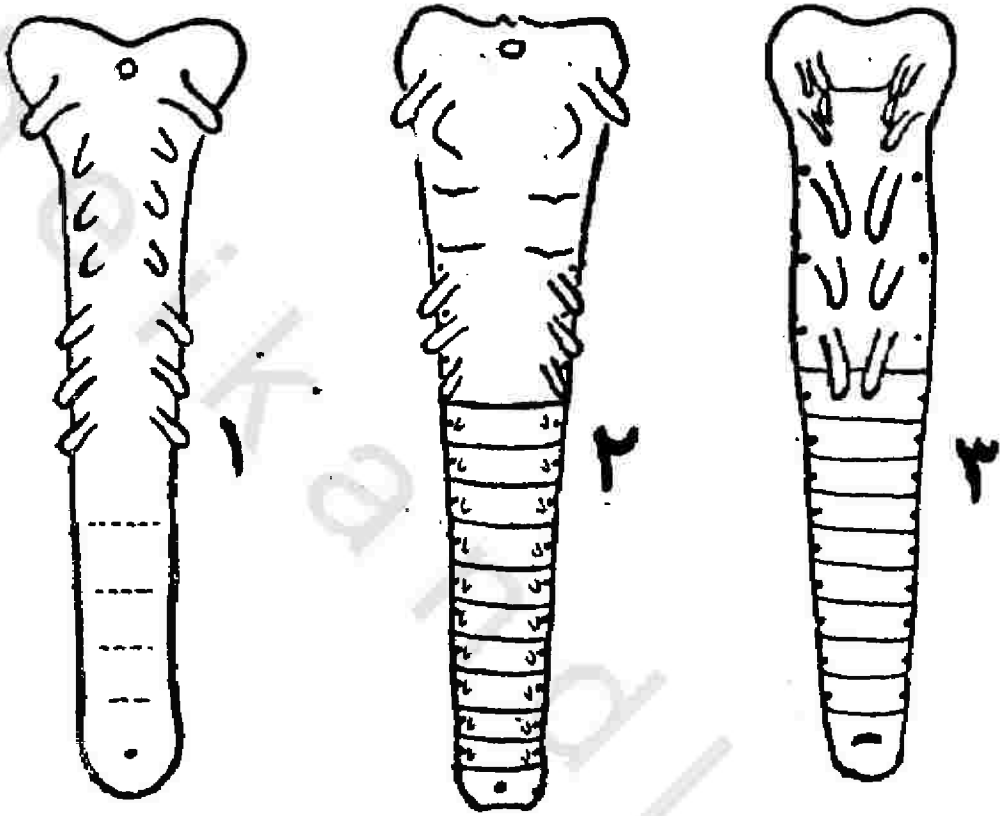
ويعقب المظهر الأول وهذا الطور متقدم عن السابق من حيث النمو ويتميز عنه بوضوح حلقات البطن كما في شكل (٥٤ رقم ٢٠)، وبأن كلا منها تحمل زوجا من الزوائد الجانبية وكذلك تظهر الفتحات التنفسية كانبعاجات داخلية أما الأجهزة الداخلية التي سبق الكلام عليها في الطور الأول فتكاد تكون كاملة التكوين (يظهر هذا الطور في معظم الحشرات ذات التطور التام وذات التطور التدريجي)

٣ - المظهر الثالث Oligopod phase

ويعقب المظهر الثاني وهو أكثر تقدما في النمو من مظهر ال (Polypod) وفيه تكون الزوائد الصدرية وأجزاء القمم أكثر وضوحا ويتم تكوين الجهاز التنفسي جميعه أما الزوائد والأطراف البطنية فتزول إلا ما يبقى منها ليكون أعضاء التناسل الخارجية والقرون الشرجية كذلك المجسات الشرجية (شكل ٥٤ رقم ٣٠) وهذا المظهر واضح في الطور الجنيني في حشرات شبكية الأجنحة وفي الحشرات الغمدية الأجنحة.

هذه هي المظاهر الثلاث التي يمر فيها الجنين داخل البيضة في حالة

الحشرات ذات التطور التام يخرج الجنين في طور مبكر مماثل لأحد الأَطوار المذكورة أعلاه وتسمى الحشرة الصغيرة عند خروجها من البيضة باليرقة .



(شكل ٥٤)

يبين المظاهر المختلفة لنمو الجنين داخل البيضة

وهذه اليرقة تمر خلال تغيرات كثيرة (تتحول من يرقة إلى عذراء ثم إلى حشرة كاملة) لكي تصبح حشرة كاملة . أما في حالة الحشرات ذات التطور التدريجي فيخرج الجنين من البيضة في طور متأخر نوعاً عن مظهر ال (Oligopod) (أى يشبه كثيراً الحشرة الكاملة) وتسمى الحشرة الصغيرة هذه بالهورية (Nymph) وفي هذه الحالة لا تحتاج الهورية إلى تغيرات كثيرة لكي تصل إلى طور الحشرة الكاملة (بيضة ثم حورية ثم حشرة كاملة) .

اليرقة وأنواع اليرقات

اليرقة : The larva

اليرقة حشرة صغيرة تخرج من البيضة في طور مبكر من النمو وتختلف عن الحشرة الكاملة في الشكل والتركيب وطبيعة الحياة كالآتي : —

أولاً : التركيب - يوجد في أجزاء الفم مثلاً خلافاً كبيراً ما بين الحشرة الكاملة واليرقة فلو أخذنا نوعاً من أبي دقيق (كأبي دقيق الكرنب مثلاً) نجد أن أجزاء الفم في اليرقة من النوع القارض (Biting mouth-parts) بينما أجزاء الفم في الحشرات الكاملة لأبي دقيق الكرنب من النوع الماص (Suching mouth-parts)

ثانياً : العيون المركبة والعيون البسيطة - يوجد غالباً للحشرة الكاملة أعين مركبة (Compound eyes) وهذه الأعين المركبة غير موجودة في اليرقة ويوجد بدلاً عنها أعين بسيطة (Simple eyes or ocelli)

ثالثاً : الأجنحة - لا يوجد لليرقة أجنحة بالمرّة بينما الحشرة الكاملة فيوجد لها غالباً زوجين من الأجنحة .

رابعاً : أعضاء التناسل - توجد أعضاء التناسل في اليرقة على حالة أولية أو أثرية بينما في الحشرة الكاملة فهي كاملة النمو

أنواع اليرقات

تنقسم يرقات الحشرات إلى الأنواع الآتية : —

١ — يرقات أولية (Primary larvae) أي يرقات من نوع (Protopod)

كما في اليرقات التابعة لرتبة غشائية الأجنحة التي تتطفل تطفلاً داخلياً على بيض

الحشرات ومن أمثلة هذه اليرقات المتطفلة يرقات بعض الزناير وبيض هذه اليرقات يكون خاليا تماما أو به قليل من الصفار وعلى ذلك تخرج اليرقات في حاله مبكرة من النمو وتكون بعض أجهزة الجسم على حالة غير تامة التكوين ومع ذلك تنطفل على عائلها وتحصل منه على كميات وافرة من الغذاء (الصفار الموجود في بيضة العائل) الصالح لمعيشتها.

٢ — يرقات أسطوانية (Eruciform) وهي من نوع (Polypod) كما في يرقات الحشرات الحرشفية الأجنحة والمثل هذه اليرقات أرجل صدرية وأرجل بطنية كاذبة وجسمها أسطوانى الشكل قليل الشيتين نوعا وليست اليرقة سريعة الحركة وتتغذى هذه اليرقات على النباتات وغيرها من المحاصيل الزراعية مثل يرقة دودة ورق القطن

٣ — يرقات منبسطة (Campodeiform) كما في يرقات رتبة غمدية الأجنحة وجسم هذه اليرقات مبطط قليلا وهي نشطة سريعة الحركة لأن أعضاء الحركة وأعضاء الحس كاملة التكوين وجدار جسمها مغطى بالشيتين الصلب وأجزاء منها من النوع القارض ولا يوجد لها أرجل بطنية كاذبة وأرجلها الصدرية طويلة نوعا وأغلب هذه اليرقات مفترسة أى تفترس غيرها من الحشرات الضارة والحشرات المفترسة مثل يرقات « أسد المن » ويرقات « أبى العيد » التى تفترس « المن » .

٤ — يرقات عديمة الأرجل (Apodous) وتسمى أيضا باليرقات الدودية (Vermiform) لأن شكلها يشبه الدودة وهذا النوع مشتق من اليرقات المنبسطة ومن اليرقات الأسطوانية وأهم مثل لها يرقات الذباب المنزلى التابع لرتبة الحشرات ذات الجناحين وهي يرقات أسطوانية الشكل رخوة قليلة الحركة إذ تفقد الأرجل وبعض أعضاء الحس .

٥ — يرقات وسطية (Intermediate types) أى يقرب شكلها من اليرقات المنبسطة كما فى بعض أنواع يرقات الحنافس أو يقرب شكلها من اليرقات الاسطوانية مثل يرقات الجعال وهذه الأخيرة لها أرجل صدرية طويلة نوعا ما وليس لها أرجل بطنية كاذبة ويطلق عليها اليرقات المقوسة (Scrabaeiform) أى عند عدم الحركة يكون شكلها مقوسا وتتغذى هذه اليرقات على المواد المتعفنة المتحللة فى التربة .

المحورية The Nymph

المحورية طور من أطوار الحشرة تخرج من البيضة فى طور متقدم فى النمو وتشبه الحشرة الكاملة فى تركيب أجزاء الفم وفى طرق معيشتها غالبا حيث تعيش المحورية فى نفس البيئة التى تعيش فيها الحشرة الكاملة ذات التطور التدريجى وكذلك تتغذى المحورية على نفس غذاء الحشرة الكاملة (إلا فى حالة حورية الرعاش وغيرها من الحوريات التى تعيش فى الماء فهى تختلف تماما الحشرة الكاملة ذات التطور الناقص فى طرق معيشتها وفى شكلها) .

وعندما تتحول المحورية إلى الحشرة الكاملة تبدأ أعضاء التناسل وكذا الأجنحة فى النمو تدريجيا ومن أمثلة الحشرات ذات التطور التدريجى أنواع الصراصير والجراد أما الحوريات التى تعيش فى الماء مثل حورية الرعاش وحورية ذبابة مايو فهى تتنفس الأكسجين المذاب فى الماء بواسطة خياشيم خاصة وتتغذى على غذاء مختلف لما تتناوله الحشرة الكاملة ولذلك نجد تركيب أجزاء الفم فى مثل هذه الحوريات يختلف كلية عن تركيب أجزاء الفم فى الحشرة الكاملة وهذا النوع من الحوريات يوجد فى الحشرات ذات التطور الناقص كما فى رتبة الرعاشات (Odonata) .

التطور في الحشرات

Metamorphosis

تبتدىء حياة الحشرة بالجنين الموجود بالبيضة وعند فقسه يخرج من البيضة حشرة تختلف في الشكل الخارجى اختلافا كبيرا أو قليلا عن الحشرة الكاملة (Adult) ولكى تصل الحشرة إلى الطور الكامل (Adult stage) تمر خلال سلسلة من التغيرات يطلق عليها التطور (Metamorphosis) .

أنواع التطور في الحشرات

أولاً: حشرات عديمة التطور Ametabola أو التطور فيها معدوم إذ تفقس البيضة وتخرج منها حشرة كاملة صغيرة في الحجم مشابهة تماماً للحشرة الكاملة تنسلخ عدة انسلاخات ثم تكبر فيما بعد عند التغذية فلا يتغير شكلها الخارجى ولا تركيبها الداخلى حتى تصل إلى حجم الحشرة الكاملة ومثال ذلك حشرة الكولومبولا والسماك الفضى والقمل الحقيقى .

ثانياً — حشرات ذات التطور الناقص وذات التطور التدريجى (Heterometabola) وفي كلا النوعين تفقس البيضة إلى حورية التى تتحول إلى حشرة كاملة فيما بعد ولكن الاختلاف بين هذين النوعين من التطور ينحصر فى الآتى : —

أ — فى الحشرات ذات التطور الناقص (Hemimetabola) أى التطور فيها ناقص كما فى أنواع الرعاش وذبابة مايو نجد أن البيضة تفقس إلى حورية تعيش فى الماء وتتغذى على غذاء مخالف لغذاء الحشرة الكاملة كما أنها تتنفس بواسطة خياشيم (Gills) توجد على جسمها ولها أجزاء فم مختلفة تماماً عن أجزاء فم

الحشرة الكاملة التي تعيش في الهواء وتنفس الهواء الجوى بواسطة ثغور أو فتحات تنفسية .

ب — أما في الحشرات ذات التطور التدريجي (Paurometabola)
فتنفس البيضة إلى حورية كثيرة الشبه بالحشرة الكاملة من حيث أجزاء الفم
والشكل الخارجى وتتغذى الحورية على نفس الغذاء الذى تأكله الحشرة
الكاملة كما أنها تقطن في نفس الأماكن التى تعيش فيها الحشرة الكاملة وليس
هناك فرق كبير بين الحورية والحشرة الكاملة في هذه الحالة سوى أن الأجنحة
في حالة الحورية تكون إما قصيرة جداً أو غير تامة النمو وكذلك الأجهزة
التناسلية في الحورية تكون غير تامة التكوين بينما الحشرة الكاملة فلها أجنحة
وأجهزتها التناسلية تامة التكوين .

ثالثاً — الحشرات ذات التطور التام Holometabola

وهذه الحشرات تختلف أطوارها في الشكل الخارجى اختلافاً كبيراً
أثناء النمو فالحشرة تفقس من البيضة ويخرج منها يرقة تتغذى وتنسلخ وتكبر
وتتحول إلى عذراء ثم يخرج منها حشرة كاملة تختلف في شكلها الخارجى
وتركيبتها الداخلى عن اليرقات ومن أمثلة هذه الحشرات أنواع أبى دقيقات
والفراشات وأنواع الخنافس والذباب والنحل والنمل

فرط التطور Hypermetamorphosis

يحدث هذا النوع من التطور في بعض الحشرات مثل حشرة
ال (Epicauta sp) التابعة لرتبة غمدية الأجنحة فتأخذ يرقة هذه الحشرة أثناء
نموها أشكالاً مختلفة من أشكال اليرقات السابق شرحها فثلاً بعد الفقس
مباشرة تكون منبسطة الشكل أرجلها طويلة سريعة الحركة وأجزاء فمها قوية
وتتغذى على كتل بيض الجراد والنطاط ثم تنسلخ الإنسلاخ الأول فتصبح
رخوة ضعيفة الحركة أرجلها قصيرة وتصبح قريبة الشبه من اليرقات

الاسطوانية وبعد أن تتغذى لفترة أخرى من الزمن يتقوس جسمها وتأخذ شكل اليرقات الوسطية المقوسة ثم تنسلخ للمرة الثانية فتأخذ شكل العذراء مع أنها مازالت في طور اليرقة (أى عذراء كاذبة) ثم تنسلخ للمرة الثالثة فتظهر في العمر الأخير ثم تنسلخ للمرة الرابعة فيظهر طور العذراء الحقيقي وبعد ذلك تخرج الحشرة الكاملة هذا ما يعبر عنه بفرط التطور .

الطور قبل العذراء Prepupa

يوجد هذا الطور في الحشرات ذات التطور التام فاليرقة بعد أن يتم نموها ولكي تتحول إلى عذراء تبدأ في عمل الشرقة من النسج كما في الفراشات أو تعلق نفسها في النباتات كما في أبي دقيق الخبازي مثلاً ثم يمضي بعض الوقت قبل أن ينسلخ جلد اليرقة لتظهر تحته العذراء وقد يظن أن الحشرة (اليرقة) في هذه الحالة ساكنة لكن الواقع أن تغيرات تحدث أثناء ذلك منها ظهور الأجنحة (المتسكونة أثناء التطور اليرقي من الداخل) خارج جلد العذراء هذه الفترة هي المدة المعروفة بالطور قبل العذراء ويختلف طول هذه المدة باختلاف الحشرات ثم تحدث تغيرات أخرى بعد انسلاخ الجلد اليرقي الأخير وبذلك تصل الحشرة إلى طور العذراء تخرج بعدها الحشرة الكاملة . والأطوار في هذه الحالة تكون كالآتي : —

بيضة — يرقة — طور قبل العذراء — عذراء — حشرة كاملة

العذراء The pupa

العذراء هي الطور الساكن في الحشرات ذات التطور التام وهذا الطور يقع بين اليرقة والحشرة الكاملة ويمكن اعتباره طور الانتقال الذي تتحول فيه كل أعضاء اليرقة إلى أعضاء الحشرة الكاملة لكي تنهي الحشرة الكاملة إلى طرق معيشتها المخالفة لطرق معيشة اليرقات .

ومن مميزات هذا الطور في أغلب الحشرات هو السكون والضعف التام وفي بعض الحشرات نجد العذراء نشيطة الحركة (ولو أن الأرجل والأجنحة

غير متحركة) كما فى عذراء البعوض التى تعيش فى الماء والتى تتحرك بواسطة الجزء الخلفى من الجسم . هذا وقد يحدث عدة تغييرات فسيولوجية كثيرة داخل جسم العذراء التى هى طور الانقلاب فى شكل الحشرة .

أنواع العذارى

١ — العذراء الحرة (Exarate pupa) وفيها الأجنحة والأرجل وقرون الاستشعار سائبة غير ملتصقة بجسم الحشرة كما فى عذراء شغالة نحل العسل التابعة لرتبة غشائية الأجنحة وكذلك عذارى الحشرات الغمدية الأجنحة مثل عذراء الخنافس المائية .

٢ — العذراء المكبلة (Obtect pupa) وفيها تكون الأجنحة والأرجل وقرون الاستشعار ملتصقة بالجسم ولا يوجد فيها إلا تخطيط يدل عليها (أى على وجود هذه الأطراف الملتصقة بالجسم) كما فى عذارى الفراشات وأبى دقيقات التابعة لرتبة حرشفية الأجنحة .

٣ — العذراء المستورة (Coarctate pupa) وتوجد العذراء داخل غطاء خارجى وهذا الغطاء الشيتينى يتكون من جلد اليرقة عند إنسلاخها الأخير فهذا الجلد يبقى وينفصل عن جسم اليرقة فى طورها الأخير ويحيط بها حتى تتحول إلى طور العذراء وقد يكون هذا الغطاء أسطوانى الشكل أو برمبلى الشكل كما فى عذارى الذباب المنزلى .

الشرنقة The Cocoon

بما أن الحشرة فى طور العذراء تكون ضعيفة الحركة عديمة القدرة على الدفاع عن نفسها فإن كثيراً من اليرقات عندما يكتمل نموها تنسج حولها غطاء حريرياً فى العادة تفرزه من الغدد الخاصة بذلك (كما فى حالة الغدد التى تفرز الحرير فى دودة القز) يقبها شر أعداؤها وهذا الغطاء هو ما يعبر عنه بالشرنقة

ثم تتحول اليرقة في داخله إلى عذراء بعد وقت قد يكون قصيراً وقد يطول إلى بضعة أشهر .

وقد لا تكون الشرنقة من الحرير بل من قطع صغيرة من الخشب تلتصق بعضها مع بعض كما في شرائق يرقات دودة ساق الصفصاف وقد تكون الشرنقة من الطين كما في اليرقات التي تتحول إلى عذارى في التربة كعذراء الدودة القارضة وقد تكون الشرنقة من زغب اليرقة (إذا كانت اليرقة مغطاة بزغب فوق جسمها) مع مواد أخرى تفرزها من الغدد اللعابية كيرقات ديدان السنط وأما نسيج الشرنقة نفسه فقد يكون متيناً لا ينفذ منه الماء وقد يكون ضعيفاً كالشبكة .

طرق خروج الحشرة الكاملة من الشرنقة (أو العذراء)

يوجد لذلك عدة طرق نذكر منها الآتي :

أولاً - في الحشرات ذات أجزاء الفم القارض (Biting mouth-parts) .
تقرض الحشرة لها طريقاً للخارج وهذا إما أن تقوم به الحشرة الكاملة أو تقوم به العذراء لأن لها فكوك قوية كما في أسد المن .

ثانياً - أما في الحشرات ذات أجزاء الفم الماص (Sucking mouth-parts) فتخرج الحشرة الكاملة من العذراء بعدة طرق منها :

١ - للعذراء في كثير من الحشرات الحرشفيه الأجنحة (القراشات وأبي دقيقات) عضو خاص يوجد في الرأس غالباً تشق به الشرنقة .

٢ - يوجد في مقدم العذراء جزء مسنن تشق به الشرنقة فتخرج الحشرة الكاملة من هذا الشق .

٣ - يوجد على جانبي العذراء في المنطقة الصدرية وعند قاعدة الجناح الأمامي زوج من الأشواك القوية تشق بواسطتها الحشرة الكاملة الشرنقة لكي تخرج .

٤ — تخرج (تفرز) الحشرة الكاملة سائلا من الفم ترطب به الشرنقة ثم تحدث ضغطا وذلك بدفع نفسها خارج هذه المنطقة المبللة الرطبة فيسهل خروجها من الشرنقة ويلاحظ هذه الحالة في دودة الحرير .

٥ — بعض اليرقات عندما تنسج شرايقها تبني في أحد أطراف الشرنقة صمام مخروطي الشكل تدفعه الحشرة إلى الخارج عند خروجها من الشرنقة .

ثالثا - أما في الحشرات ذات أجزاء الفم اللاعق (Lapping mouth-parts) كالذباب فيحصل ما يأتي لكي تخرج الحشرة الكاملة :

١ — يحصل في بعض عذارى الذباب شق على شكل حرف T على الظهر بالقرب من منطقة الرأس تخرج منه الذبابة .

٢ — في بعض الأنواع الأخرى للذباب يوجد عضو يسمى (Ptilinum) في مقدم الرأس على شكل مثانة صغيرة تدفعه الذبابة خارج الرأس فيساعدوها على الخروج وبعد أن تخرج الحشرة الكاملة ترجع المثانة داخل الرأس مرة ثانية .