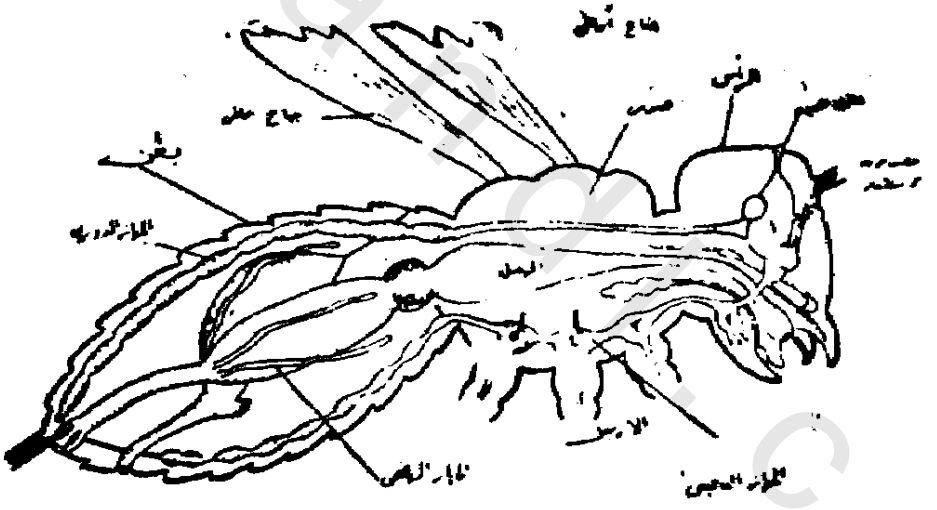
الباب الثانى

التشريح الداخلى

THE INTERNAL ANATOMY

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



شكل (٢٩)

قطاع رأسى طولى فى حشرة مجنحة يبين مواضع الأجهزة الداخلية المختلفة فى جسمها

وأهم هذه الأجهزة ما يأتى : —

١ — الجهاز الهضمى. ٢ — الجهاز الدورى . ٣ — الجهاز البولى.
٤ — الجهاز التنفسى . ٥ — الجهاز العضلى . ٦ — الجهاز العصبى .
٧ — الجهاز التناسلى .

الجهاز الهضمى

The Digestive System

كل أنواع المواد العضوية تصلح لأن تكون غـــذاء للحشرات وكما أن الأجزاء الخاصة بتعاطى الطعام وهى أجزاء الفم قد تحورت بحيث تصبح ملائمة لنوع الغذاء الذى تأخذه الحشرة سواء كان سائلا أو صلبا كذلك يتحور الجهاز الهضمى تبعاً لطبيعة ونوع هذا الغذاء. وتتكون القناة الهضمية فى الحشرات (The Alimentary Canal) كما فى (شكل « ٣٠ ») من أنبوبة إما مستقيمة أو ملتوية على بعضها داخل الجسم تبدأ من الفم وتنتهى فى الخلف بفتحة الإست.

القناة الهضمية

تنقسم القناة الهضمية عموما فى الحشرات إلى ثلاثة أقسام كالآتى : -

أولا — القناة الهضمية الأمامية The Fore-gut or Stomodaeum

ثانيا — « « الوسطية The Mid-gut or Mesenteron

ثالثا — « « الخلفية The Hind-gut or Proctodaeum

أولا — 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 ولاسيما فى الحشرات التى تتغذى على السوائل إذ أن هذه العضلات تعمل على اتساع فراغ أنبوبة البلعوم فيحدث فراغا يسبب إندفاع الغذاء السائل إليها ثم يضمحل هذا الفراغ بالعضلات الدائرية التى تلتف حول جداره وبتكرار هذه العملية يستمر إندفاع الغذاء إلى القناة الهضمية.

وينتهى البلعوم (Pharynx) من الخلف بالمرىء (Oesophagus) وهو أنبوبة مستقيمة (شكل « ٣٠ » رقم ١) تبدأ من الجزء الخلفى للرأس وينتهى بالجزء الأمامى من الصدر حيث يتسع تدريجيا مكونا الحوصلة (Crop) وهذه تستعمل فى تخزين الغذاء « رقم ٢ » ولهذا فإن جدرانها رقيقة جداً والعضلات المتكونة عليها ضعيفة .

ويختلف شكل الحوصلة باختلاف الحشرات فنى الحفار (كلب البحر (Gryllotalpa sp.) يكون الاتساع فى الحوصلة فى جهة واحدة فقط كما فى شكل (٣٠ د) وفى بعض الذباب تتصل الحوصلة بالمرىء بواسطة أنبوبة رفيعة جداً . وتستعمل الحوصلة فى الحالة الأخيرة كمخزن للغذاء حيث يدخر الغذاء داخلها ثم يمر بالتدريج إلى القناة الهضمية كلما استدعى الأمر .

أما القونصة (Gizzard or Proventriculus) فتوجد خلف الحوصلة «رقم ٣» وهى كبيرة الحجم كروية الشكل غالباً كثيرة العضلات فى الحشرات التى تتغذى على مواد صلبة وصغيرة فى الحشرات التى تتغذى على سوائل مثل الذباب وتتميز القونصة عادة بوجود أسنان شيتينية قوية على جدارها الداخلى ووظيفة هذه الأسنان هو تهشيم أجزاء الطعام الصلبة (Crushing) وتعمل القونصة على تهشيم الطعام إذا لزم الأمر ثم تصفيته قبل وصوله للمعدة وقد تقوم بالعمليتين معا حيث أن جزءها الأمامى مهيأ بالأسنان القوية التى ذكرناها وأما الجزء الخلفى منها فهو مجهز بشعيرات دقيقة لتصفية الطعام قبل دخوله المعدة هذا وقد تخرج أنبوبة صغيرة خلف القونصة وتمتد قليلا فى فراغ المعدة ويوجد بهذه الأنبوبة صمام (Valve) يسمح بمرور الغذاء إلى المعدة ويمنعه من المرور فى اتجاه عكسى هذا وقد تنعدم القونصة فى بعض الحشرات .

ثانيا — القناة الهضمية الوسطية The Mid - Gut

وتشمل المعدة (Stomach) «رقم ٤» وتختلف فى 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 «٣٠» رقم «٩») وهذه الزوائد تسمى بالزوائد المعدية أو الأعورية (Mesenteric caecae) وأطراف هذه الزوائد السائبة مقفلة ولونها عادة أبيض مائل إلى الزرقة .

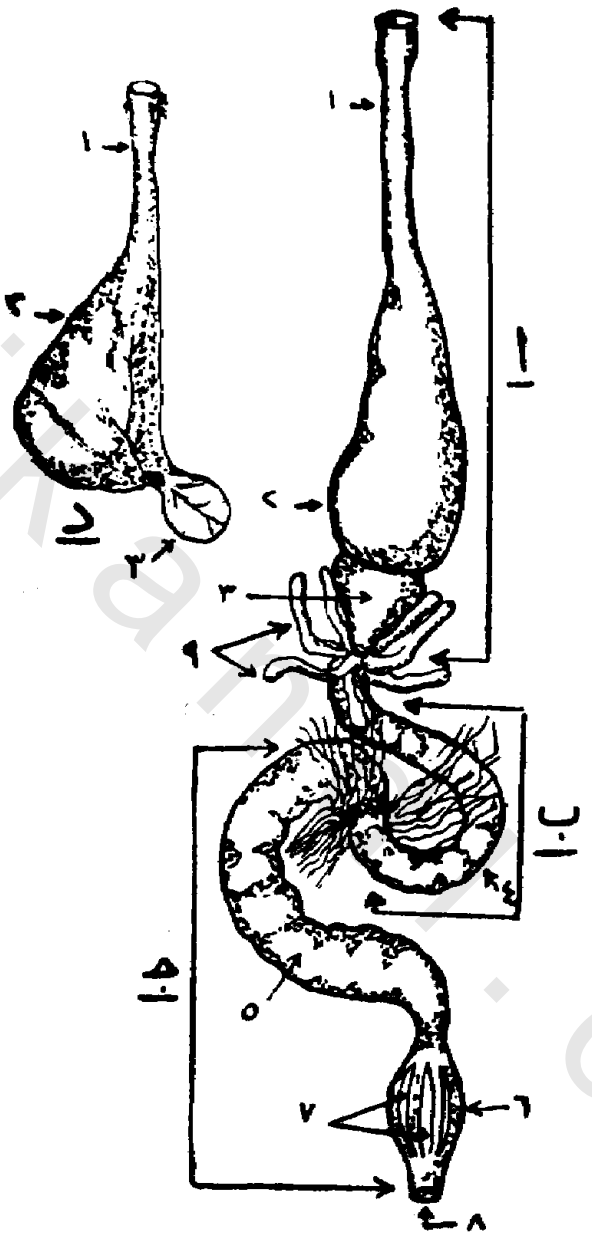
ثالثا — القناة الهضمية الخلفية The Hind-Gut

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

١ — الإمعاء الدقيقة (Small intestine or ileum)وهى جزء صغير جدا ضيق يقع عند ملتقى القناة الهضمية الوسطية بالقناة الهضمية الخلفية

٢ — الإمعاء الغليظة (Large intestine or colon) وهى جزء كبير (رقم ٥) ينتهى بالمستقيم

٣ — المستقيم (Rectum) وهو نهاية القناة الهضمية (شكل ٣٠ «رقم ٦») وهو كروى الشكل يوجد على سطحه غدد تسمى غدد المستقيم «رقم ٨» (Rectal glands or papillae) يختلف عددها باختلاف الحشرات ووظيفة هذه الغدد هى امتصاص الماء المختلط بالمواد الآزوتية التالفة (البراز) التى تخرجها الحشرة خارج جسمها ثم إرجاع هذا الماء ثانية إلى جسم الحشرة لاستعماله مرة ثانية وتوجد هذه الظاهرة فى الحشرات التى تعيش فى الأرساط الجافة حيث يتعذر عليها الحصول على الماء ولا بد لحياتها من الاحتفاظ بأكثر كمية من الماء مثل حشرة خنفساء الدقيق (Tribolium sp.) التى تعيش فى الدقيق وكذلك بعض أنواع السوس والخنافس التى تعيش داخل الحبوب الجافة مثل « سوسة القمح » وخنافس الفول والعدس »



شكل (٣٠)

تركيب القناة الهضمية عموما فى الحشرات

ا ـ القناة الهضمية الأماميه ب ـ القناة الهضمية الوسطية (المعدة)

جـ ـ القناة الهضمية الخلفية د ـ شكل الحوصلة فى جهة واحدة من المرىء

١ ـ المرىء ٢ـ الحوصلة ٣ ـ القونصة ٤ ـ المعدة

٥ ـ الأمعاء الغليظة ٦ ـ المستقيم ٧ ـ فتحة الإست ٨ ـ غدد المستقيم

٩ ـ الزوائدالمعدية (الأعورية)

obeikandl.com

التركيب الميكروسكوبى للقناة الهضمية

أولا : تركيب القناة الهضمية الأمامية

هذه القناة هى 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 وهى مرتبة كالآتى : —

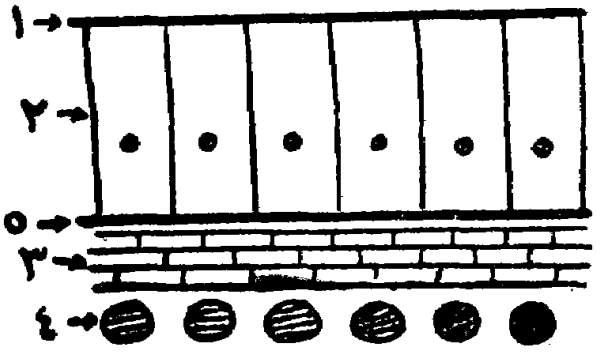
ا — طبقه الكيوتيكل (Cuticle) « رقم ١ »

ب — طبقة خلايا الابيثليم (Epithelium) رقم ٢ »

حـ — طبقة الغشاء القاعدى (Basement membrane)« رقم٥ »

ء — طبقة من العضلات الطولية (Longitudiral muscles) وتوجد خارج طبقة الغشاء القاعدى «رقم ٣»

هـ — طبقة أخرى من العضلات الدائرية(Circular muscles) وتوجد خارج طبقة العضلات الطولية أنظر « رقم ٤ »



شكل (٣١)

قطاع طولى تخطيطى يبين الطبقات التى تتركب منها القناة الهضمية الأمامية

ثانيا — تركيب القناة الهضمية المتوسطة (المعدة)

إذا عملنا قطاعا طوليا فى القناة الهضمية المتوسطة فإننا نجد أنها تتركب من الطبقات المبينة فى شكل « ٣٢ » وهذه الطبقات مرتبة كالآتى من خارج القناة للداخل : —

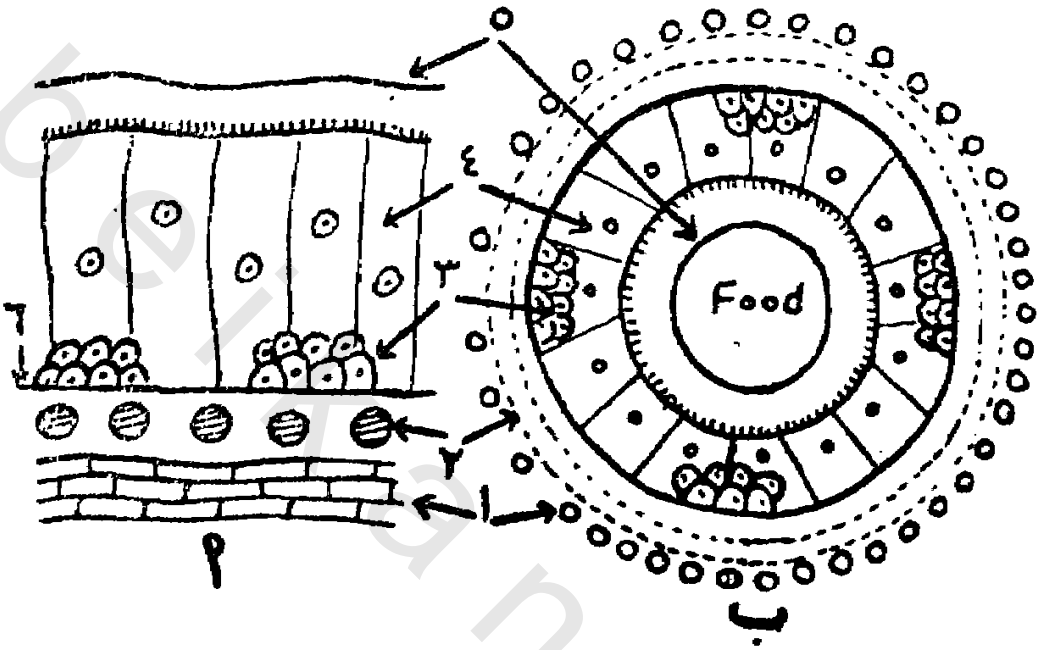
ا — طبقة من العضلات الطولية رقم ١ ،

ب — طبقة من العضلات الدائرية « رقم ٢ »

حـ — طبقة من خلايا الإيبثليم ولهذه الخلايا حافة مخططة (Straited border) كما هو مبين فى القطاع الطولى ويوجد عند قواعدها خلايا معوضة « Regeneratlve Cells » وهى خلايا صغيرة مبعثرة بطول المعدة كما فى بعض اليرقات أو تكون موجودة فى مجاميع صغيرة كما فى بعض الحشرات التابعة لرتبة مستقيمة الأجنحة (Orthoptera) ويفصل خلايا الإيبثليم عن الغذاء الموجود فى المعدة غشاء رقيق جدا يدخل فى تركيبه مادة الشيتين . ويسمى هذا الغشاء (Peritrophic membrane) ويوجد بصفة خاصة فى الحشرات التى تتغذى على مواد صلبة حيث يمنع هذا الغشاء احتكاك المواد الصلبة بخلايا ال (Epithelium) فلا يحدث تلف لهذه الخلايا أما فى الحشرات التى تتغذى على سوائل أو الدم فلا يوجد فى بعضها هذا الغشاء مثل البراغيث والبقة الخضراء وبعض أنواع من البعوض .

وأما خلايا ال Epithelium المبطنة للمعدة فهى جميعها من نوع واحد وتقوم هذه الطبقة بعمليتى الإفراز والإمتصاص (Secretion and Absorption) ولهذه 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 وفى بعض الحشرات تتخصص بعض

خلايا الإيبثليم الأمامية بعملية الإفرازو الخلايا الخلفية بعملية الإمتصاص أو بالعكس وفى بعض الحشرات الأخرى نجد أن الخلايا موجودة فى شكل مجاميع بعضها إفرازية وبعضها إمتصاصية .



(شكل ٣٢)

ب — قطاع عرضى　　ا ـ قطاع طولى

رسم تخطيطى يبين الطبقات التى تتكون منها القناة الهضمية المتوسطة (المعدة)

١ — طبقة العضلات الطولية　　٢ — طبقة العضلات الدائرية

٣ — الخلايا المعوضة Reg. cells　　٤ — طبقة خلايا الايبثليم

٥ — غشاء ال Peritrophic　　٦ — طبقة الغشاء القاعدى

ثالثا — تركيب القناة الهضمية الخلفية :

وتتكون القناة الهضمية الخلفية من نفس الطبقات التى تتكون منها القناة الهضمية الأمامية (أنظر شكل ٣١) فيما عدا موضع طبقتى العضلات الطولية والدائرية فنجد فى تركيب هذه القناة الميكروسكوبى أن طبقة العضلات الدائرية تقع فى الداخل بعد طبقة الغشاء القاعدى مباشرة يليها طبقات العضلات الطولية للخارج

الغـــدد اللعابية

The Salivary Glands

ويوجد منها غالباً فى الحشرات غدتان واحدة على كل جانب من جانبي المرىء يتصلان ببعضهما بواسطة قناة مشتركة تفتح فى قاعدة اللسان وقديوجد مخزن لكل غدة لخزن إفرازات الغدد اللعابية فيه .

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

وظائف الغدد اللعابية

عندما تتناول الحشرة طعامها يختلط هذا الطعام داخل الفم باللعاب الذى تفرزه الغدد اللعابية وهذا اللعاب يحتوى على بعض الأنزيمات التى تؤثر تأثيراً كيماوياً على مواد الطعام فتحوله من حالة غير صالحة للهضم إلى حالة صالحة كتحويل النشا مثلا إلى جلوكوز . هذا وتفرز الغدد اللعابية بصفة خاصة إنزيم الـ (Amyalse) الذى يؤثر فى النشا ويحوله إلى موادسكرية . أما وظائف الغده اللعابية فهى

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

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

(٢) يحتوى اللعاب أحيانا على بعض الإنزيمات الهاضمة وهذه الأنزيمات تؤثر على الطعام أحيانا خارج جسم الحشرة كما فى حشرة المن (Aphids) الذى يتغذى بامتصاص عصارة النباتات فعندما يغرس « المن » أجزاء فمه الثاقبة الماصة فى أنسجة الأوراق النباتية يفرز اللعاب المحتوى على الأنزيمات الهاضمة التى تؤثر على النشا (Starch) الموجود فى الخلايا النباتية وتحوله إلى سكر ويستمر فعل هذه الأنزيمات 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 عائلها بواسطة خرطومها لامتصاص دمه تفرز لعابها المحتوى على هذه المادة فيختلط بالدم فيمنعه من التجمد فيسهل على الحشرة امتصاص الدم على حالة سائلة وقد عملت تجربة على ذبابة تسى تسى (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 أنسدت (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 (كالبقة الخضراء) وبعض الذباب والبراغيث والحشرات ذات أجزاء الفم الثاقب الماص المعد لامتصاص السوائل يقوم اللعاب بتنظيف وترطيب الأنابيب أو أجزاء الفم

المتحورة لامتصاص السوائل من الداخل أى يستعمل كمشحم فتسهل بذلك عملية الامتصاص .

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 الملكى (Royal Jelly) الذى تتغذى عليه ملكات النحل ويرقاتها .

الحشرات العديمة الغدد اللعابية

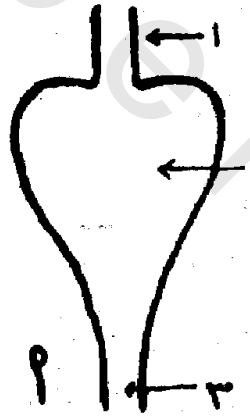
أما فى الحشرات العديمة الغدد اللعابية كبعض الحشرات المفترسة كالخنافس ويرقات الجعارين ويرقات الخنافس المائية وبعض يرقات غشائية الأجنحة التى تتطفل تطفلا خارجيا فإنها تتغذى بالطريقة الآتية : —

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

ب — 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 اللحمة فتؤثر عليها الإنزيمات المختلطة بالبراز وتحول بعضها إلى حالة سائلة يسهل على اليرقات امتصاصها .

الأشكال المختلفة للقناة الهضمية فى الحشرات

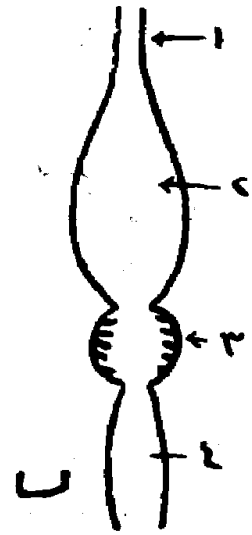
يتحور شكل وتركيب القناة الهضمية فى الحشرات المختلفة تبعا لنوع وطبيعة الغذاء الذى تتناوله الحشرة والجزء الذى تحدث فيه التحورات غالبا فى القناة الهضمية هو القناة الهضمية الوسطية حيث تتم عمليتى الهضم والإمتصاص فى هذا الجزء وقد تحدث أيضا بعض التحورات فى شكل المرىء والحوصلة وإليك بعض هذه التحورات :



(شكل ٣٣)
١ — المرىء
٢ — القناة الهضمية الوسطية
٣ — القناة الهضمية الخلفية

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

٢ — فى رتبة الحشرات جلدية الأجنحة (Dermaptera) ورتبة النمل الأبيض (Isoptera) ورتبة الرعاشات (Odonata) وبعض حشرات رتبة غشائية الأجنحة (Hymenoptera) وفى كثير من حشرات رتبة غمدية الأجنحة (Coleoptera) نجد أن الجزء الخلفى من المرىء ينتفخ كما فى شكل (٣٤) مكونا حوصلة تستعمل لخزن الغذاء فيها قبل أن يمر إلى القناة الوسطية وفى بعض الحشرات تقوم الحوصلة فى هذه الحالة كمخزن يخزن فيه الغذاء حيث تؤثر الانزيمات التى فى اللعاب على الغذاء وهو فى الحوصلة فتهضمه وفى بعض حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة (Orthoptera) تمر العصارات الهضمية من القناة الوسطية (المعدة) إلى الحوصلة لتساعد على هضم الغذاء المخزون فى الحوصلة .



(شكل ٣٤)
١ ـ المرىء ٢ ـ الحوصلة
٣ ـ القونصة ٤ ـ القناة الوسطية

٣ — فى بعض أنواع الذباب من رتبة الحشرات ذات الجناحين (Diptera) تتكون الحوصلة على جانب المرىء كما فى شكل (٣٥) وفى هذه الحالة تتصل الحوصلة بالمرىء بواسطة أنبوبة ضيقة والغذاء المخزون فى هذه الحوصلة يكون مخلوطا فقط باللعاب الذى تفرزه الغدد اللعابية فيتأثر الطعام قليلا بالأنزيمات الهاضمة الموجودة فى اللعاب إلى أن يتم نقلة إلى القناة الهضمية الوسطية الملتوية الشكل كما فى شكل (٣٥) حيث يتم هضمه وأمتصاصه .

(شكل ٣٥)
١ ـ المرىء
٢ ـ الحوصلة
٣ ـ القناة الهضمية الوسطية

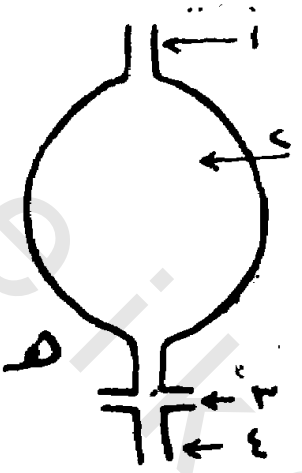
٤ — فى بعض الحشرات التابعة لرتبة حرشفية الأجنحة وبعض عائلات من رتبة (Diptera) مثل عائلة البعوض (Fam. Culicidae) وعائلة ذبابة مسرى « أو التبانا » (Fam. Tabanidae) نجد أن الطعام عند أبتلاعه يمر من المرىء إلى القناة الهضمية الوسطية التى تأخذ شكلا يشبه الحوصلة حيث يخزن فيها الطعام ويهضم هذا بالرغم من وجود الحوصلة الحقيقية على جانب المرىء كما فى شكل (٣٦) وهذه الحوصلة فقدت وظيفتها كمخزن للطعام ووظيفتها الأساسيه فى هذه الحالة هو حفظ الهواء داخلها الذى تأخذه الحشرة الكاملة لاستعماله وقت خروجها من العذراء مباشرة .

(شكل ٣٦)
١ ـ المرىء ٢ ـ الحوصلة
٣ ـ القناة الوسطية
٤ ـ أنابيب ملبيجى
٥ ـ القناة الخلفية

٥ — فى رتبة البراغيث (Siphonaptera) ورتبة القمل الماص (Anoplura) ينعدم وجود الحوصلة وتكبر القناة الهضمية الوسطية وتنتفخ على شكل حوصلة كما فى شكل (٣٧) حيث يمر الطعام مباشرة من المرىء إلى القناة الهضمية الوسطية (المعدة) حيث يخزن هناك

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

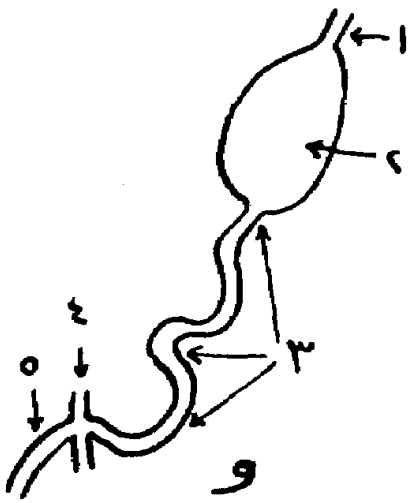
٦ — كثير من الحشرات ذات الجناحين كالذباب التابع لرتبة « Diptera » والحشرات التى تمتص عصارة النباتات (كالبقة الخضراء) والحشرات الماصة للدم (كبق الفراش) التابعة لرتبة « Hemiptera » تنقسم القناه الهضمية الوسطية إلى جزئين كما فى شكل (٣٨).



(شكل ٣٧)
١ ــ المرىء ٢ ــ القناة الهضمية الوسطية
٣ ــ أنابيب ملبيجى ٤ ــ القناة الهضمية الخلفية

الجزء الأمامى : ويختلف فى تركيبه الداخلى عن الجزء الخلفى وهو عبارة عن جزء منتفخ واسع مبطن من الداخل بخلايا وظيفتها الأساسية الامتصاص حيث تمتص الماء أو السائل الزائد فى الطعام فتركزه

الجزء الخلفى وهو عبارة عن جزء طويل أنبوبى الشكل ولكنه مبطن من الداخل بنوع آخر من الخلايا التى تفرز العصارات المحتوية على بعض الأنزيمات التى ينشط عملها فى الأطعمة المركزة عنه فى الأطعمة المخففة المحتوية على كثير من الماء.

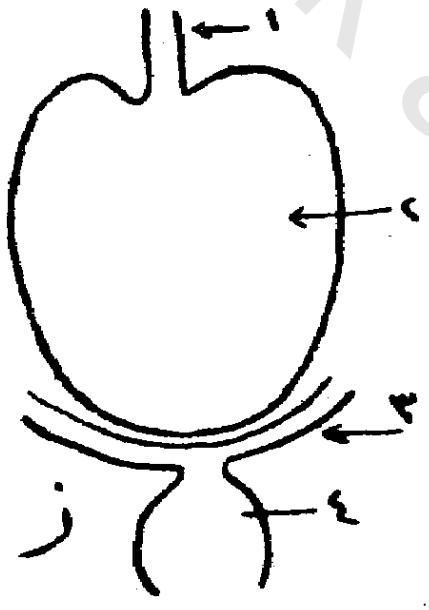


(شكل ٣٨)
١ ــ المرىء ٢ ــ الجزء الأمامى من القناة الوسطية الخاص بامتصاص الماء
٣ ــ الجزء الخلفى من القناة الوسطية الخاص بعملية الهضم ٤ ــ أنابيب ملبيجى
٥ ــ القناة الهضمية الخلفية

وعلى ذلك فالجزء الأمامى من القنـــاة الهضمية الوسطية وظيفته

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

٧ — فى بعض اليرقات التابعة لرتبة الحشرات الغشائية الأجنحة (Hymenoptera) ويرقات الحشرات التابعة لرتبة شبكية الأجنحة (Neuroptera) التى منها « أسد النمل » و « أسد المن » تتحور القناة الهضمية وتأخذ شكلا خاصا فتصبح القناة الوسطية فى أثناء طور اليرقة منفصلة تماما عن القناة الخلفية كما فى شكل «٣٩» فتنتفخ القناة الهضمية الوسطية حيث تحدث عملية الهضم فى هذا الجزء المنفصل ويتجمع فيه أيضا الإفرازات أو فضلات الطعام الزائدة إلى قرب تحول اليرقة إلى عذراء فتتصل القناة الهضمية الوسطية بالقناة الهضمية الخلفية وبذلك تخرج فضلات الطعام « البراز » قبل أن يتم تكوين العذراء بوقت قصير



(شكل ٣٩)

١ ــ المرىء ٢ ــ القناة الهضمية الوسطية
٣ ــ أنابيب ملبيجى ٤ ــ القناة الهضمية الخلفية

التغذية فى الحشرات

NUTRITTON

تعتمد جميع الكائنات فى 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 الكيمائية 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 : —

أولا : الحشرات التى تتغذى على النباتات ومنتجاتها

إن عدد الحشرات التى تتغذى على النباتات كثير جدا ، 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 التى تتغذى على الأوراق الخضراء: (Herbivorous Insects)

لا تحتوى القناة الهضمية لمعظم الحشرات على إنزيم يؤثر على السليولوز ، ولما كانت المواد القابلة للهضم موجودة داخل الخلايا النباتية التى يغلفها غلاف من السليولوز ، لذلك كان من الضرورى معرفة كيف تتمكن الحشرة من استخراج هذه المواد من داخل الغلاف السليولوزى ، ويوجد لذلك ثلاث طرق تتمكن بواسطتها الحشرة من الحصول على هذه المواد القابلة للهضم وهى : —

ا — عندما يتغذى الجراد مثلا وبعض اليرقات على الأوراق الخضراء تمزق الأغلفة السليولوزية بواسطة أجزاء الفم فتنكشف المواد القابلة للهضم التى بداخل الخلايا النباتية فيسهل على الأنزيمات الوصول إليهـــا فتهضمها وتتغذى عليها الحشرات .

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

حـ — 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 فى أن يرقة دودة القز تلتهم كميات كثيرة جداً من الأوراق الخضراء للتوت لكى تحصل منه على الكمية الكافية لغذائها .

أما الحشرات التى 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 فى البعض الآخر من « المن » فيخترق الخرطوم جدار الخلية ، وليما كانت محتويات الخلية تتكون من كمية قليلة من البروتين وكمية كبيرة من الكربوإيدرات لذلك أصبح من الضرورى أن تأخذ الحشرة (المن) كميات كبيرة من العصارة النباتية حتى تصل كمية البروتين إلى المستوى الذى تحتاج إليه وتتخلص بعد ذلك من كمية الكربوايدرات الزائدة التى تخرج على حاله إفرازات عسلية (Honey - dew) وهذه الإفرازات دليل على أن كمية الكربوايدرات الموجودة فى الغذاء زائدة جدا عن الاحتياجات الغذائية للحشرة .

هذا وتؤثر بعض الإنزيمات الموجودة فى معدة الحشرة على مادة الكلوروفل وتذيبها 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 التنيك (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) الخشب 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 أنفاقا إنما تعيش على فطر (Fungus) ينمو على جدر 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 النقى مثل القطن ومع ذلك فقد أمكن للحشرة أن تنمو بالرغم من

انعدام مادة البروتين فى غذائها ، وقد ثبت أنه يوجد فى القناة الهضمية الخلفية (حيث يتم هضم السليولوز) كائنات ميكروسكوبية (Micro - organisms) كالبروتوزوا وبعض أنواع من البكتريا 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 قتلت 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 جوعا ويظهر أيضا أن هذه الكائنات لها القدرة على تثبيت الأزوت الجوى فى جسمها .

٣ — الحشرات التى تتغذى على الحبوب والبذور : تتغذى كثير من الحشرات (Carpophagous Insects) كيرقات أنواع السوس والخنافس ويرقات بعض الفرشات كفراش الحبوب وسوسة القمح وخنفساء الفول الكبيرة على الحبوب كالقمح والفول والذرة وبذور النباتات المختلفة وهذه الحبوب والبذور تحتوى على مواد كربوايدراتية كثيرة أما البروتين فيوجد بصفة خاصة فى 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 فى سرعة نمو أنسجة اليرقات فلو نزعنا الجنين وقشرة الحبة « الردة Bran » وغذينا الحشرة على ما يتبقى منها « الدقيق » لوجدنا أنها تنمو ببطء وذلك لأنها تتغذى حينئذ على مواد كربوايدراتية بحتة .

٤ — الحشرات التى تتغذى على الثمار : تحتوى بعض الثمار على أنواع مختلفة من الزيوت كثمار الزيتون مثلا ولذلك يوجد فى القناة الهضمية للحشرات

التى 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) التى تتغذى على ثمار الفاكهة تحتاج إلى كميات معينة من البروتين لتبنى بها أنسجة جسمها ولما كانت هذه الثمار التى تتغذى عليها ذبابة الفاكهة كالمشمش والخوخ لا تحتوى على مواد بروتينية إلا بمقادير تتفاوت بين ٠٫٦ — ٠٫٨ ٪ من مجموع ما تحتوية الثمرة من المواد الأخرى فإنها تحصل على ما تحتاج إليه من المواد البروتينية من نباتات الخميرة التى تنمو على السكريات الموجودة فى الثمار المتعفنة المصابة عندما تسقط على الأرض .

٥ — الحشرات التى تتغذى على رحيق الأزهار وحبوب اللقاح :

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

أما حبوب اللقاح فهى تحتوى على مواد بروتينية ولذلك نلاحظ أن الحشرات الكاملة لنحل العسل (الشغالات) تتغذى على رحيق الأزهار الذى تجمعه من أزهار النباتات كالقطن والبرسيم وأشجار الموالح ، لأن كل ما تحتاج إليه هذه الشغالات هو الكربوايدرات التى 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 الكربوايدراتية وحدها لا تصلح لهذا البناء ، أما ذكور وملكات نحل العسل فهى تحتاج إلى حبوب اللقاح حيث يلزم الذكور مواد بروتينية لإنتاج الحيوانات المنوية وأيضا الملكات لإنتاج وتكوين البيض .

ثانيا : الحشرات التى تتغذى على المواد المتخمرة أو المتعفنة

وهذه يمكن تقسيمها إلى : —

ا — الحشرات التى تتغذى على مواد نباتية متعفنة : ظهر أن حشرة الدروسوفيلا (Drosophila) تتكاثر على المواد المتخمرة المحتوية على نباتات الخميرة ، أما إذا عقم الغذاء فلا يمكنها أن تعيش ، لذلك يتضح أن غذاء الدروسوفيلا هى 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 جزءا كبيرا من اللحم تمتصه الذبابة على حالة سائلة وبدون هذه البكتريا لا يمكن لليرقات أن تعيش وهذه البكتريا تخرج مع البراز . (ص٩٨)

ثالثا : 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) .

رابعا : الحشرات التى تتغذى على الدم

تتغذى بعض الحشرات وخصوصا 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 الثاقبة الماصة وإلا وقفت عملية الامتصاص . ويهضم الدم فى القناة الهضمية المتوسطة (المعدة) حيث يوجد فى خلايا الإبيثليم المبطنة 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 تتكاثر 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 أيضا إلى ماء فى تغذيتها وهذا الماء يوجد مختلطا بالدم .

الهضم فى الحشرات

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

المتوسطة عادة (أى المعـــدة) حيث يتم فى هذه القنـاة عمليتى الهضم والامتصاص .

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

ا — إنزيم Protease ويؤثر على البروتين

ب — » Lipase ويؤثر على المواد الدهنية

حـ — » Invertase ويؤثر على السكر

ء — » 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 ، فمثلا 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) فتفرز الإنزيمات الخاصة التى تهم 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 .

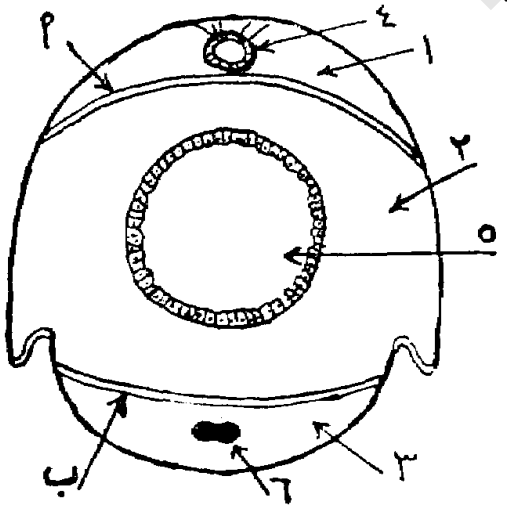
ولا يوجد من الأوعية الدموية فى الحشرات إلا وعاء واحد علوى يقع على الخط الوسطى لجسم الحشرة وتحت الترجات مباشرة وطرف هذا الوعاء الخلفى مقفل أما طرفه الأمامى فهو مفتوح .

وفى معظم الحشرات ينقسم الجسم بواسطة حجابان حاجزان هما الحجاب الحاجز العلوى «رقم ١» (شكل ٤٠) (Dorsal Diaphragm) والحجاب الحاجز السفلى «رقم ب» (شكل ٤٠) (Ventral Diaphragm)

وهذان الحجابان الحاجزان يقسمان البطن إلى ثلاثة تجاويف كالآتى :

١ — التجويف العلوى

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



(شكل ٤٠)

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

ا ـ الحجاب الحاجز العلوى
ب ـ الحجاب الحاجز السفلى
١ ـ التجويف العلوى
٢ ـ التجويف الوسطى
٣ ـ التجويف السفلى
٤ ـ القلب
٥ ـ القناة الغذائية
٦ ـ الحبل العصبى

٢ — التجويف الوسطى

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

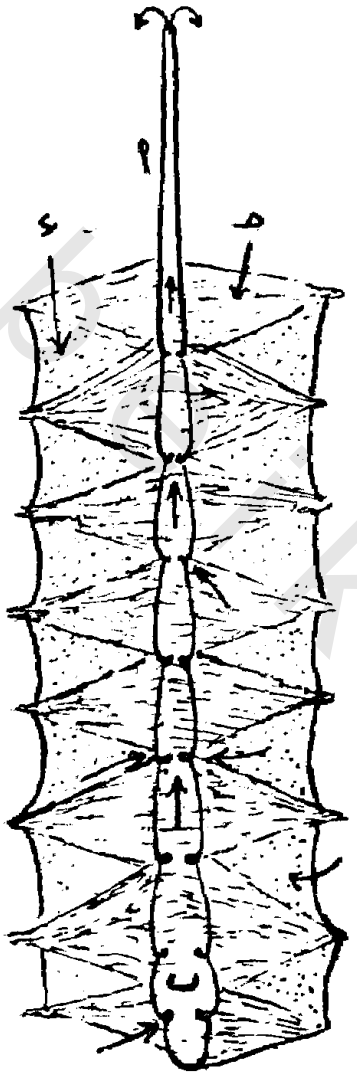
٣ — التجويف السفلى

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

الوعاء الدموى

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

ويشمل الوعاء الدموى القلب «Heart» وهو عبارة عن الجزء الخلفى من الوعاء ويوجد فى منطقة البطن «شكل ٤١ ب» وأما الجزء الأمامى من القلب فهو عبارة عن الأورطة «Aorta» ويوجد فى المنطقة الصدرية (شكل «٤١ ا»)



شكل «٤١»
منظر جانبى للوعاء الدموى فى إحدى الحشرات
ا — الجزء الأمامى من القلب ويسمى الاورطة
ب — القلب ويتكون من عدة حجرات
جـ — العضلات الجناحية
د — الحجاب الحاجز العلوى

القلب : The Heart

وهو أنبوبى ضيق قطره غير ثابت يظهر خلال ترجات الجسم ممتدا طوليا فى الوسط تحت الترجات وهو الجزء النابض فى الوعاء وينقسم على امتداده إلى حجرات (أو مقاصير (Chambers) يوجد منها حجرة فى كل حلقة من حلقات البطن ما عدا

الحلقة البطنية الأخيرة وأحيانا يصبح القلب قصيرا فى الطول وتكون عدد حجره أقل من عدد حلقات البطن فمثلا فى نحل العسل يتركب القلب من ٥ حجرات وفى الذباب من ٣ حجرات وقد يوجد حجره واحدة فى بعض الحشرات ويعلق القلب فى مكانه بواسطة أربطة أو خيوط دقيقة جداً تسمى (Suspensoria) متصلة بالعضلات الجناحية (Alary Muscles) التى 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 » لتمنع خروج الدم من القلب إلى الخارج وكذلك يوجد « صمام بطينى » بين كل حجرتين لمنع الدم من الرجوع إلى الخلف من حجرة إلى حجرة .

الاورطة Aorta

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

ميكانيكية الدورة الدموية The mechanism of the circulation

يدخل الدم داخل الوعاء الدموى (القلب والأورطة) فى الحشرات ويخرج منه ويسير فى فراغ الجسم ويغذى الأنسجة والأحشاء والأجهزة المختلفة بواسطة عمليتين تسمى إحداهما 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 التى يتصل بها القلب (شكل ٤١حـ)

فعندما يخرج الدم من القلب إلى الأورطة ، يسير فى فراغ الجسم نحو مقدم الحشرة ويغذى الرأس وزوائدها و الأطراف والأجنحة ثم يرجع إلى مؤخر البطن عن طريق الحجابين الحاجزين العلوى والسفلى وفى هذه اللحظة تبدأ حركة الإنفراج (Diastole) للعضلات الجناحية فيتمدد القلب فتنفتح الصمامات الأذينية المركبة على الفتحات المسماة بالـ (Ostia) لكل حجرة من حجرات القلب فيندفع الدم إلى داخل الحجرات كلها من على الجانبين وفى هذه الحالة تنفتح أيضا الصمامات البطينية الموجودة بين كل حجرتين فينزل الدم من حجرة إلى حجرة حتى يتجمع فى 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 التى تليها ويمتنع رجوعه إلى الخلف بواسطة انقباض الصمامات البطنية 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 فى مؤخر الحشرة وهكذا تتكرر ميكانيكية الدورة الدموية فى الحشرة .

الدم The Blood (or Haemolymph)

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

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

(١) إما تأكسد المواد البروتينية المختلطـــة 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 فى دم الإنسان وكذلك يحتـــوى الدم على أملاح المغنسيوم والـكالسيوم والفوسفـات وكذلك الألبيومين .

خلايا الدم The Blood Cells (or Haemocytes)

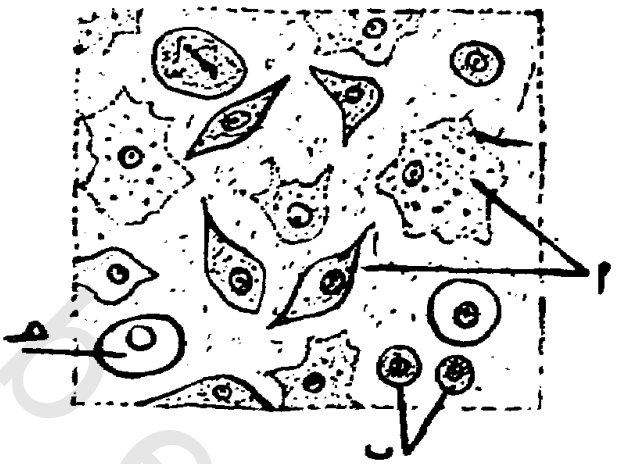
يحتوى دم الحشرات على أنواع مختلفة من الخلايا التى تنمو وتتكاثر داخل فراغ الجسم طول حياتها وأنواع خلايا الدم المهمة هى : —

١ — خلايا بروليكوسايتس Proleucocytes

وهذه الخلايا صغيرة فى الحجم (شكل ٤٢«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 «ا») لها أشكال وصفات مختلفة وحركاتها



شكل (٤٢)
يبين أشكال خلايا الدم المختلفة
ا — خلايا Phagocytes
ب — » Proleucocytes
جـ — » Oenocytoides

الأميبية تمكنها من هضم جميع الأنسجة التالفة الموجودة فى فراغ الجسم وكذلك الخلايا الميتة (dead cells) والبكتريا وخصوصاً الميت منها فتحدث بذلك مناعة (Immunity) عند الحشرات ويزداد عدد هذه الخلايا فى أثناء عمليتى 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 جـ) ووظيفتها غير معروفة بالضبط .

وظائف الدم The Functions Of The Blood

يقوم الدم بعدة وظائف أهمها ما يأتى :

١ — فى التغذية In Nutrition

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

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

٢ — فى التنفس In Respiration

يدخل الاكسجين عن طريق القصبات والقصيبات الهوائية فى الأحوال العادية التى تكون فيها هذه الأعضاء كاملة وتقوم بوظيفتها غير أن هناك حالات كثيرة تكون فيها القصبات والقصيبات غير موجودة أو غير عاملة لأى سبب من الأسباب مثل امتلائها بسائل الجسم (Body fluid) مثلا كما فى حشرة الكولومبولا (Collembola) فنى هذه الحالات السابقة لابد للدم عندئذ أن يلعب دوره فى عملية التنفس فينقل الأكسجين للخلايا وأنسجة الجسم المختلفة ويحمل أيضاً ثانى أكسيد الكربون من الأنسجة إلى الخارج ويجب أن يلاحظ أن القصبات الهوائية على امتدادها منفذة للاكسجين الذى يصل إلى الدم الموجود فى فراغ الجسم فيحمله هذا إلى جميع الأنسجة .

٣ — فى المناعة In Immunity

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

٤ — وظائف آلية (ميكانيكية)

يحدث الدم ضغطاً (Pressure) يساعد على : —

ا — نفس نتف البيضة وخروج الحشرة منها .

ب — تخلص 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 فى عروق الأجنحة فيفردها وتصبح العروق مملوءة بالدم وإذا قص طرف الجناح قبل نشره (أو فرده فإن الدم يسيل منه فلا ينفرد بعد ذلك الجناح .

obeikandl.com

الجهاز البولى

The Excretory System

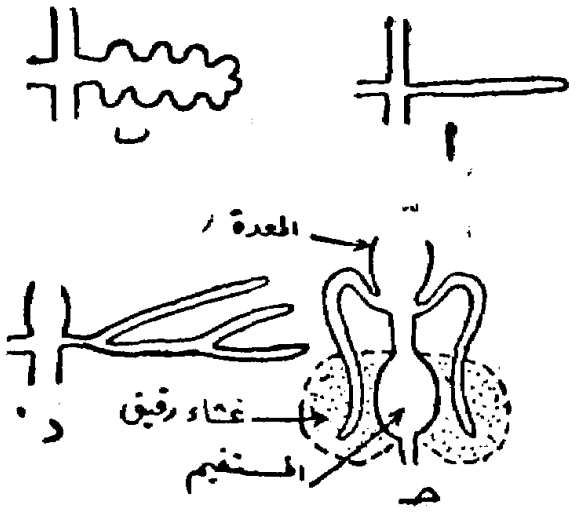
إن تركيب الدم فى كل نوع من أجناس الحشرات ثابت مهما كان نوع الغذاء الذى يتعاطاه ، وإذا حاد الدم عن ذلك بتغيير بسيط فى تركيبه فلا بد من حدوث الموت ، ووظيفة الجهاز البولى هو تخليص الدم من المواد التى تغير من تركيبه إذا ما بقيت فيه .

ويطلق على الأجهزة المستعملة فى إخراج المواد الأزوتية التالفة من جسم الحشرات بالجهاز البولى حيث تقوم هذه الأعضاء أو الأجهزة باستخلاص أملاح اليوريا وحامض البوليك من الدم .

والأعضاء التى تقوم بعملية إخراج المواد الأزوتية هى : —

أولا — أنابيب ملبيجى Malpighian tubes

وهى إما أنبوبية الشكل (شكل « ٤٣ » ا) كما فى الصرصور أو مفصصة الشكل (شكل « ٤٣ » ب) كما فى « فراشة دودة الشمع » ويختلف لونها من الأبيض إلى الأصفر وأحيانا يكون لونها أسمر أو بنى وأطرافها القصوى السائبة مقفلة وأما أطرافها الأخرى فتصب أو تفتح فى القنـــاة



(شكل ٤٣)

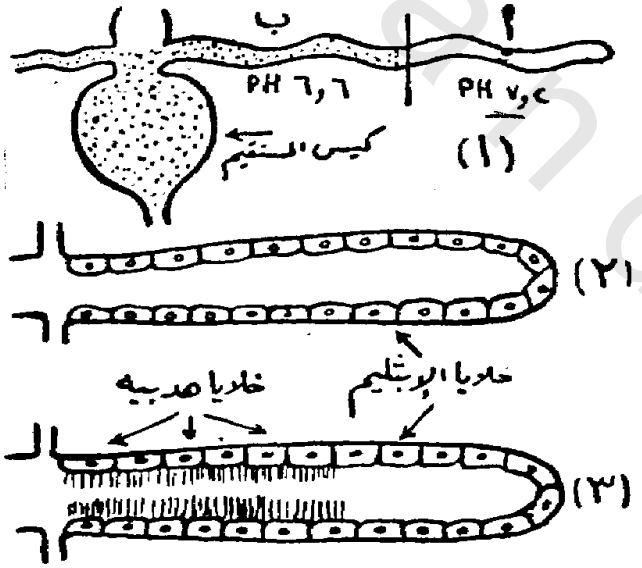
يبين بعض أشكال أنابيب ملبيجى فى الحشرات
ا — أنبوبية الشكل ب — مفصصة الشكل
ح — تتصل بالمستقيم بغشاء رقيق
د — أنابيب ملبيجى فى دودة الصفصاف

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

وأطراف أنابيب ملبيجى السائبة إما أن تكون عائمة فى الدم أو تتصل بالمستقيم بواسطة غشاء رقيق كما فى (شكل ٤٣ ، ج) .

ويختلف عدد أنابيب ملبيجى فى الحشرات من ٢ أو مضاعفات إثنين كما فى الحشرات القشرية وقد يصل إلى ١٥٠ أو أكثر كما فى بعض حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة (Orthoptera) أما فى البعوض العادى 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 .

وفى العادة تفتح كل أنبوبة بمفردها فى القناة الهضمية كما فى الصرصور وأحيانا يتصل كل عدد منها ببعض ويكون أنبوبة جامعة أو مشتركة تصب فى القناة الهضمية كما « فى دودة ساق الصفصاف » .



(شكل ٤٤)

(١) ـ شكل أنابيب ملبيجى لحشرة ال Rhodnius

ا ـ جزء به سائل

ب ـ جزء يحتوى على أملاح حامض البوليك .

(٢) ـ أنبوبة ملبيجى مكبرة ومبطنة كلها من الداخل بخلايا الإبيثليم .

(٣) ـ أنبوبة ملبيجى نصفها السائب مبطن بخلايا الإبيثليم والنصف السفلى بخلايا هدبية .

تركيب أنابيب ملبيجى

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

من أولها إلى آخرها كما فى رقم ٢ بالشكل (٤٤) . أو توجد فقط فى النصف الأمامى السائب من الأنبوبة وأما النصف الخلفى فتبطنه خلايا أخرى مختلفة ذات أهداب (كما فى حشرة الـ Rhodnius) كما هو مبين بالرقم « ٣ » فى شكل (٤٤) وفى هذه الحالة الأخيرة يقوم نصفا الأنبوبة الواحدة بوظيفتين مختلفتين كما سنبينه بعد عند شرح طريقة الإفراز فى أنابيب ملبيجى .

وظائف أنابيب ملبيجى

الوظيفة الأساسيه لأنابيب ملبيجى هى استخلاص أملاح حامض البوليك واليوريا من جسم الحشرة وطردها مع البراز . وتقوم أيضا هذه الأنابيب بوظائف أخرى ثانوية فى بعض الحشرات مثل إفراز بعض الانزيمات الهاضمة أو إفراز المادة الحريرية كما فى بعض حشرات غمدية الأجنحة (Coleoptera) وفى حشرات « أسد المن » وفى هاتين الحالتين الأخيرتين يتخصص جزء من أنابيب ملبيجى لإفراز الانزيمات أو الحرير .

طريقة إفراز المواد الأزوتية التالفة فى حشرة ال Rhodnius

تتركب أنابيب ملبيجى فى هذه الحشرة من أربعة أنابيب طويلة إثنين فى كل جانب وتصب هذه الأنابيب فى كيس كبير يعرف بالمستقيم كما فى رقم « ١ » شكل (٤٤) ويتركب الجدار الداخلى للنصف العلوى الامامى لكل أنبوبة من خلايا الإبيثليم ويحتوى هذا النصف على سائل رائق كما فى الجزء المرقم بالحرف « ا » من شكل (٤٤) وأما النصف الخلفى من الأنبوبة نفسها فيتركب جداره الداخلى من خلايا ذات أهداب ويحوى بداخله كرات من أملاح حامض البوليك فى الجزء المرقم بالحرف « ب » من شكل (٤٤) .

أما طريقة الإفراز فتتلخص فى الآتى : —

تتحد أملاح حامض البوليك أو اليوريا مع الصوديوم والبوتاسيوم القلوية

التى تكون مختلطة بالدم وتكون يورات الصوديوم أو البوتاسيوم القلوية وهذه تمتصها خلايا النصف العلوى (خلايا الابيثليم) من أنابيب ملبيجى 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 فترد ثانية إلى الجزء الأمامى من الأنبوبة فتمتصها خلايا الإبيثليم مرة ثانية ونفرزها 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 تتخلص الحشرة من جميع أملاح حامض البوليك الموجودة فى جسمها وفى الدم .

هذا وتساعد غدد المستقيم أنابيب ملبيجى 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 »

ثانيا — الأجسام الدهنية 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 فى أثناء تحول اليرقة إلى عذراء أو إلى حشرة كاملة .

هذا وقد لوحظ وجود أملاح اليوريا فى الإجسام الدهنية وخصوصاً فى الحشرات التى لا يوجد فيها أنابيب ملبيجى 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 أيضا فى بعض حشرات حرشفية الأجنحة أنها تخزن اليوريا فى 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 عمليتى التطور والنمو وخصوصا فى الحشرات الكاملة التى لا تتغذى مطلقا أثناء حياتها ومع كلا فهى تعيش لمدة كبيرة وتضع إناثها البيض وفى هذه الحالة تكثر الأجسام الدهنيه فى طور اليرقة وتخزن بداخل جسمها مع مواد بروتينية لحين الحاجة اليها عند خروج الحشرة الكاملة وفى هذه الحالة يتخصص جزء من الأجسام الدهنية المختلطة ببعض الحبيبات البروتينية لتكوين البيض فى حالة الأنثى وكغذاء للحشرة ذكر أو أنثى فى مدة حياتها .

ثالثا - خلايا نفروسيتس Nephrocytes

وهى عبارة عن خلايا ذات نواتين توجد فى مناطق معينة فى جسم الحشرة فى الغالب على جانبى القلب فى التجويف العلوى لفراغه أو توجد متصلة بالغدد اللعابية ، ولهذه الخلايا خاصية امتصاص المواد المتخلفة الموجودة فى الدم (Waste Products) وتخزنها بداخلها .

رابعا — جدار الجسم The body-wall

إن جدار جسم الحشرة ولا سيما فى الحشرات الحرشفية كالفراشات وأبى دقيقات يخزن جزءاً كبيرا من المواد المتخلفة مثل ال (Urates) وقد أثبت العالم الحشرى (Hopkins) أن حمض البوليك ومشتقاته هى التى تحدث اللون الأبيض والأصفر فى أبى دقيق الكرنب واسمه العلمى (Pieris rapae) من عائلة (Pieridae) التابعة لرتبة (Lepidoptera)

أعضاء الإخراج فى الحشرات المائية

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

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

الجهاز العضلى

The Muscular System

عضلات الحشرات جميعها من النوع المخطط سواء كانت عضلات إرادية أو غير إرادية ويختلف عدد العضلات فى الحشرات باختلاف أنواعها فقد يبلغ أحيانا عددها حوالى ٢٠٠٠ فى يرقات حشرات رتبة حرشفية الأجنحة وقد يصل إلى أكثر أو أقل من ذلك فى حشرات أخرى .

أولا — عضلات البطن The abdominal muscles وهذه تحتوى على :-

ا — عضلات طولية علوية Dorsal longitudinal muscles

وهذه تنشأ إما فى الترجم أو الاسترنم فى حلقة وتندغم فى الجزء المقابل لها فى الحلقة المجاورة . وتوجد هذه العضلات أيضا فى مجاميع على كل من جانبى القلب ووظيفة هذه العضلات هى فرد الحلقات وانكماشها 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 جانبى الحبل العصبى السفلى (Ventral nerve cord)

جـ — عضلات علوية سفلية Dorso - ventral muscles

وهذه تنشأ فى الترجم وتندغم فى 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 فى بعض الحشرات هى غلق وفتح الفتحات التنفسية .

ثانيا — عضلات الصدر The thoracic muscles

وتوجد هذه العضلات بشكل واضح فى حلقات الصـــدر الثلاث وخصوصا فى الحلقتين الصدريتين الثانية والثالثة اللذان يحملان الأجنحة . وتنقسم هذه العضلات إلى :

ا — عضلات طولية (علوية أو سفلية)

وهذه تشبه مثيلتها فى البطن فى الوضع والوظيفة .

ب — عضلات علوية سفلية (رأسية)

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

حـ — 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 والمخلب (الرسغ الأقصى)

هـ — عضلات الطيران

راجع العضلات التى تستعمل فى ميكانيكية الطيران فى موضوع الكلام على الأجنحة (٦٦)

ثالثا — عضلات الرأس The head muslces

وهذه تنشأ فى الحلقة الصدرية الأولى أو فى الرقبة وتندغم فى أجزاء مختلفة من الجمجمة لتساعد على تحريك أجزاء الرأس وأجزاء الفم المختلفة فمن العضلات التى تحرك الفكوك العلوية والسفلية مثلا نوعان احدهما يسمى

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

أما قرون الاستشعار فيتصل بها عضلات تندغم فى قاعدة الأصل وتصل إلى العذق وهذه تعمل على حركة قرن الاستشعار فى اتجاهات مختلفة أما حلقات الشمروخ فلا يتصل بها عضلات مطلقا بل يتحرك الشمروخ تبعاً لتحرك الأصل والعذق .

obeikandl.com

الجهـــاز العصبى

The Nervous System

الجهاز العصبى فى الحشرات هو المركز الذى يشرف وينظم تعاون أنسجة الجسم وأجهزته لكى 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 العصبى إلى : —

أولا): — الجهاز العصبى المركزى Central nervous System

وهو يتركب من سلسلة من العقد العصبية متصلة بعضها ببعض بواسطة أحبال عصبية طولية تمتد من مقدم الجسم إلى مؤخرته فى الجزء السفلى أو الظهرى كما فى الحيوانات الفقرية .

ويوجد فى الحشرة النموذجية سلسلة من العقد المزدوجة فيوجد عقدتان عصبيتان لكل حلقة من حلقات الجسم وكل عقدة تتصل بالأخرى بواسطة حبل عصبى طولى فتظهر الأحبال العصبية الطولية مزدوجة أيضا ويظهر ذلك بوضوح فى منطقة الصدر ، وقد تتحد العقدتان عادة وتكون عقدة واحدة وكذلك قد يتحد الحبلان العصبيان ليكون حبلا واحداً .

وينقسم الجهاز العصبي المركزى إلى ثلاثة أقسام : —

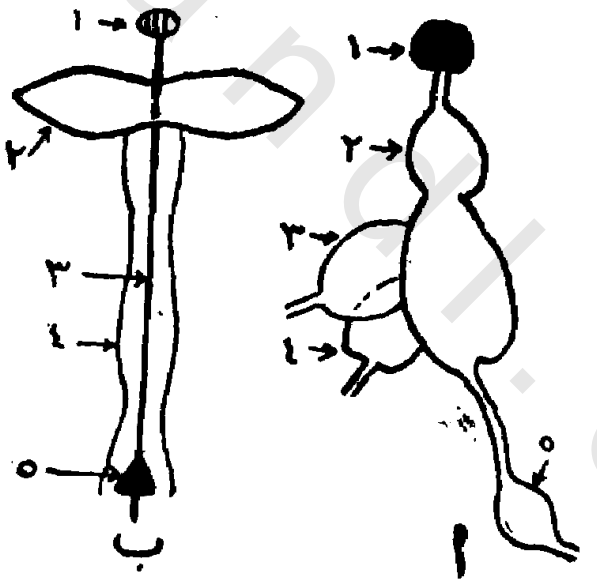
١ — المخ The brian

ويوجد فى فراغ الجمجمة فوق المرىء مباشرة وهو عبارة عن ثلاثة عقدة عصبية اتحدت مع بعضها وهى كما فى شكل («٤٥» ا) كالآتى :—

أ — العقدة العينية : وهى تكون الجزء الأكبر من المخ ويخرج منها أعصاب الأعين المركبة والأعين البسيطة (شكل «٤٥» ا رقم ٢)

ب — عقدة قرن الإستشعار : وهى تكون الجزء السفلى الأمامى من المخ وينشأ منها أعصاب قرون الاستشعار (شكل «٤٥» ا رقم ٣)

جـ — عقدة الشفة العليا : وتوجد أسفل عقدة قرن الاستشعار ويخرج منها أعصاب الشفة العليا (شكل «٤٥» ا رقم ٤)



(شكل ٤٥)

ا — العقد العصبية التى يتركب منها المخ

ب — العقدة العصبية التى يتركب منها الجهاز العصبى الحشوى

(ا)

١ — العين

٢ — العقدة العينية

٣ — عقدة قرن الاستشعار

٤ — عقدة الشفة العليا

٥ — عقدة تحت المرىء

(ب)

١ — العقدة العصبية الأمامية

٢ — المخ

٣ — العصب الراجع

٤ — المرىء

٥ — العقدة المعدية

٢- عقدة تحت المرىء : Sub-oesophageal ganglion

وتوجد أيضاً فى فراغ الجمجمة أسفل المخ بقليل وهذه العقدة تتحكم فى أجزاء الفم وهى تتكون من ثلاثة عقدة متحدة مع بعضها وهى : —

ا — عقدة الفك العلوى ويخرج منها أعصاب الفك العلوى .

ب — عقدة الفك السفلى ويخرج منها أعصاب الفك السفلى

حـ — 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 الأحبال العصبية الطولية تبدأ من الجزء الخلفى لعقدة تحت المرىء فى قاع الصدر والبطن ويشمل الحبل العصبى : —

ا — العقد العصبية الصدرية

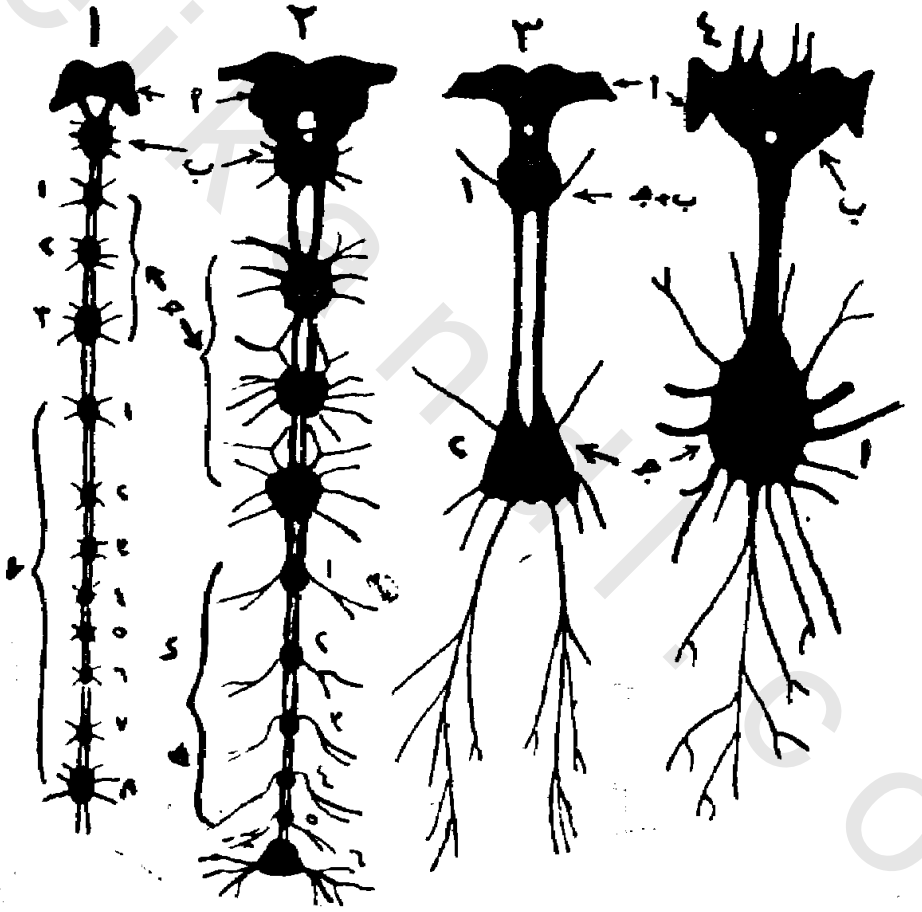
يوجد بالصدر ثلاثة عقد عصبية وقد يوجد عقدتان فى الصدر فقط وقد تندمج العقد العصبية الأولى بعقدة تحت المرىء كما فى بقة البلوستوما [شكل (٤٦) رقم ٣ ب + حـ] وقد يوجد بالصدر عقدة عصبية صدرية واحدة كما فى الذبابة المنزلية (شكل ٤٦ ، ٤ ، حـ) ، والعقد العصبية الصدرية تشرف على عضلات الأرجل والأجنحة .

ب — العقد العصبية البطنية

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

(شكل ٤٦ ،٢، د) وقد تنعدم العقد البطنية بالمرة كما فى (شكل ٤٦، رقم٣،٤) هذا وقد تلتحم العقدة البطنية الأولى بالعقدة العصبية الصدرية الثالثة كما أن العقدة البطنية الأخيرة تتكون عادة من التحام ثلاثة عقد جنينية ولذلك تصبح هذه العقدة أكبر من أى عقدة بطنية أخرى .

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



شكل (٤٦)

الأشكال المختلفة للجهاز العصبى فى الحشرات

١ ــ الجهاز العصبى فى حشرة ال Japyx (نوع من السمك الفضى)

٢ ــ الجهاز العصبى فى الصرصور الأمريكى

٣ ــ الجهاز العصبى فى بقة البلوستوما

٤ ــ الجهاز العصبى فى الذبابة المنزلية

ا ــ المخ ب ــ العقدة تحت المرىء

حـ ــ العقد العصبية الصدرية ى ــ العقد العصبية البطنية

ثانيا - 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 الدرقة 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 مزدوجا من جزئه الخلفى حيث ينتهى كل فرع بالعقدة المعدية . ويخرج من الجهاز العصبى 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 العصبى الحشوى دخل فيها .

ثالثا - الجهاز العصبى السطحى

The Peripheral Sensory Nervous System

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

أعضاء الحس فى الحشرات

THE SENSE ORGANS

إن طبائع الحشرات تقررها العوامل المختلفة التى تؤثر على أعضاء الحس وأهم أعضاء الحس فى الحشرات ما يأتى :—

أولا : حاسة اللمس

وهى الحاسة التى تستجيب (Respond) لملامسة الأشياء الخارجية وتنقسم إلى : —

١ — أعضاء اللمس التى تكون نمواً خارجياً على جدار الجسم

وهذه الأعضاء عبارة عن شعور تكونت بامتداد إحدى خلايا الهيبودرم ثم امتد إليها أحد الأعصاب وهى 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 فى الحشرة على عدد هذه الشعور وقد ثبت أن الشعور الكثيفة الموجودة على قرون الاستشعار فى بعض الحشرات تقوم بتمييز اتجاه بعض التيارات الهوائية أثنـــاء الطيران ولا سيما إذا اقتربت الحشرة من جسم صلب وقت الظلام فتتوخاه (أى تبتعد عنه) خوفا من التصادم فيه .

٢ — أعضاء اللمس التى تكون بمستوى سطح الجسم

وفيها ينتهى العصب فى قرص صغير من الشيتين موجود فى وسط قبوة

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

ثانيا : حاسة السمع

يمكن للحشرة أن تشعر بتموجات الهواء بواسطة :—

١ — الشعور الدقيقة الموجودة على قرون الاستشعار :

يؤثر على هذه الشعور تموجات الهواء كما فى ذكور البعوض حيث أن الصوت الذى يحدث تموجا فى الهواء يحرك الشعر الكثيف الموجود على قرون الاستشعار ، وقد يتذبذب قرن الاستشعار نفسه بتأثير تموجات الهواء ولاسيما إذا كان طويلا ودقيقاً .

٢ — غشاء الطبلة

وهو غشاء رقيق قابل للتذبذب بواسطة تموجات الهواء ويوجد غشاء الطبلة فى الجراد على جانبي الحلقة البطنية الأولى وهى (أى الطبلة) محاطة بحلقة شيتينية ويمكن لهذا الغشاء أن يتذبذب لأن ضغط الهواء يتساوى 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 أيضا 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 المتحورة للحفر فى حشرة الحفار (كلب البحر) إذ يظهر بها فتحتان طوليتان وتنتهى كل فتحة من الداخل

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

إحداث الصوت فى الحشرات

يوجد لبعض الحشرات أعضاء خاصة لإحداث الصوت وأكثر الحشرات إحداثا للصوت هى 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 فى الذكور وقد توجد فى الإناث ويعتقد أن وظيفة إحداث الأصوات فى الحشرات هى لمناداة الجنسين لإجراء عملية التلقيح والتزاوج وقد تكون إشارة للتفاهم للابتعاد عن الخطر .

وتحدث الأصوات فى الحشرات بواسطة :

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

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

٣ — باهتزاز الأجنحة : كما فى الذباب والنحل إذ يتذبذب الجناح بانتظام وبسرعة كبيرة لكى يعطى صوتا خاصا ، فى الذباب يتذبذب الجناح بسرعة ٣٥٢ هزه فى الثانية وفى نحلة العسل ٤٤٠ هزه فى الثانية

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

ثالثا : حاسة الذوق

توجد حاسة الذوق على أجزاء الفم عادة فتوجد فى النحل البرى على اللسان على شكل شعور صغيرة يخرج كلا منها من حفرة صغيرة أو على الفكوك السفلية كما فى 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 فى أرجل بعض أنواع الذباب .

رابعا : حاسة الشم

تنشأ حاسة الشم عادة على قرون الإستشعار وأحيانا توجد حاسة الشم على الملامس الفكية 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 طولية توجد بكثرة على قرن الاستشعار .

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

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

خامسا : حاسة الابصار

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

الجهاز التنفسى

The Respiratory System

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

١ — عن طريق ثغور أوفتحات تنفسية مزدوجة توجد على جانبى الصدر والبطن وهذه الفتحات تؤدى إلى أنابيب داخلية تمتد فى جميع أجزاء الجسم وهذه الأنابيب تعرف بالقصبات الهوائية (Tracheae) التى تتفرع فى نهايتها إلى فريعات صغيرة دقيقة تعرف بالقصيبات الهوائية (Tracheoles) التى تتخلل أنسجة الجسم حاملة معها الأكسجين كما سنبينه بعد .

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

٣ — قد يكون التنفس بواسطة الخياشيم فقط (Gills) كما فى الحشرات التى تعيش فى الماء أو بواسطة الخياشيم والثغور التنفسية معا كما فى يرقات البعوض وحوريات الرعاش وحوريات ذباب مايو .

التنفس بواسطة الثغور أو الفتحات التنفسية Spiracles

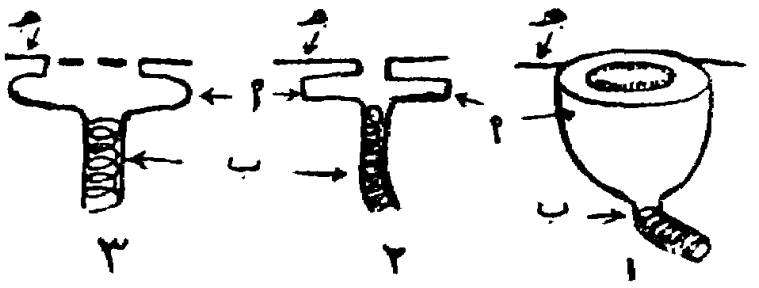
يختلف عدد هذه الثغور أو الفتحات التنفسية باختلاف الحشرات فيبلغ عددها عادة عشرة أزواج منها زوجان بالمنطقة الصدرية يقع الزوج الأول منها

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 البلورا 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 «١») تبدأ منه القصبة الهوائية .

وهذه الفتحات إما أن تكون مستديرة الشكل أو بيضاوية (شكل ٤٧ «١») أو على هيئة شق واحد (شكل ٤٧ «٢») أو أكثر من شق واحد (شكل ٤٧ «٣») 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)

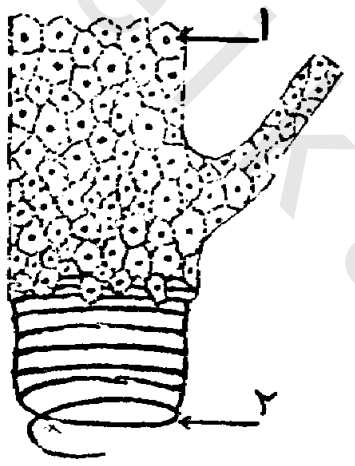
بين أشكال الفتحات التنفسيه المختلفة

ا ـ الفجوة المسماة بال (Atrium) ب ـ مبدأ القصبه الهوائية جـ ـ جدار الجسم

١ ـ فتحة تنفسية بيضاوية ٢ ـ فتحة على هيئة شق واحد ٣ ـ فتحة بها أكثر من شق واحد

القصبات الهوائية Tracheae

عندما تكون القصبات الهوائية مملوءة بالهواء يصبح لونها فضيا وتبطن هذه القصبات الهوائية من الداخل بطبقة شيتينية توجد على هيئة خيوط حلزونية دائرية على الجدار الداخلي لكل قصبة هوائية كما فى شكل (٤٨) ووظيفة هذه البطانة الحلزونية حفظ القصبات الهوائية دائما مفتوحة لكى تسمح بمرور الهواء داخلها ويغلف هذه البطانة الحلزونية من الخارج طبقة 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 الحلزونى وتكون حوصلة هوائية ثم تأخذ القصبة الهوائية شكلها الطبيعى المعتاد إلى أن تنتهى بفريعات دقيقة تعرف بالقصيبات الهوائية (Tracheoles)

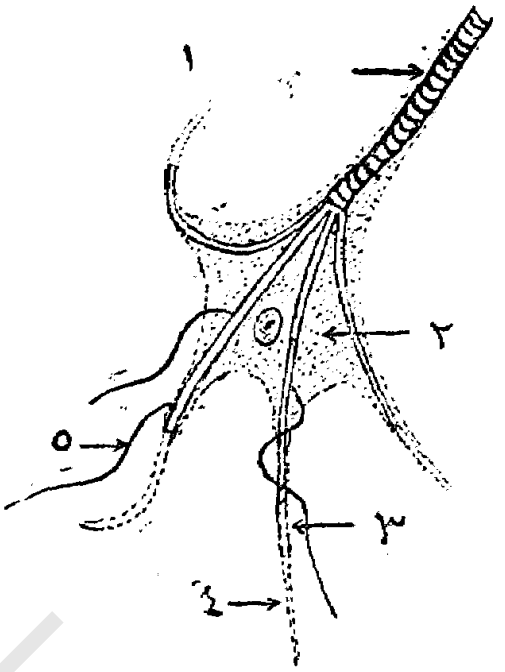


(شكل ٤٨)
جزء مكبر من قصبة هوائية
١ ـ طبقة الخلايا الطلائية
٢ ـ الخيوط الحلزونية الشيتينية المبطنة للقصبة الهوائية من الداخل

القصيبات الهوائية Tracheoles

وهذه عبارة عن نهايات القصبات الهوائية التى تستدق أفرعها كثيراً وتصبح أقطارها صغيرة جداً يصل قطر كل قصيبة حوالى ميكرون واحد ($\frac{1}{1000}$ مم) وتنتهى هذه الفريعات بخلية تنفسية صغيرة فى نهاية القصبة الهوائية كما فى شكل (٤٩) يحصل عندها تبادل الغازات .

والقصيبات الهوائية غير مبطنة بالشيتين الحلزونى كما فى حالة القصبات الهوائية وذلك لأن هذه الفريعات هى التى تحمل الاكسجين إلى أنسجة الجسم المختلفة فلابد أن تكون جدرها رقيقة حتى تتمكن الغازات من التبادل خلالها.



(شكل ٤٩)

نهاية إحدى القصبات الهوائية فى يرقة بعوضة

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

أنواع الجهاز التنفسى : Types Of Trachael System

سبق أن ذكرنا أن الفتحات التنفسية توجد فى 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 مغلقا أى غير عاملة ولذلك فيوجد للجهاز التنفسى عدة أنواع تبعا لموضع الفتحات النفسية العاملة (The functional spiracles) وفيما يلى الأنواع المختلفة للجهاز التنفسى (شكل ٥٠) :

١ ــ إذا كانت جميع العشرة فتحات التنفسية مفتوحة وعاملة فيسمى هذا النوع من الجهاز التنفسى Peripneustic type رقم « ١ »

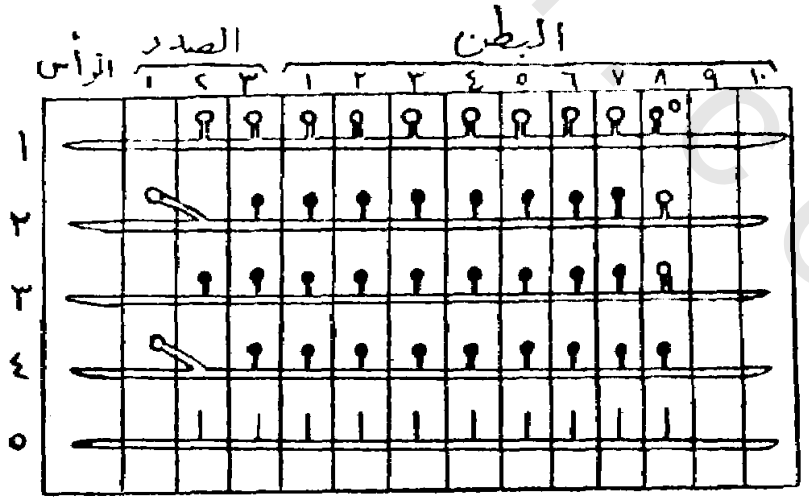
٢ ــ إذا كانت كل الفتحات التنفسية الصدرية والبطنية مقفولة فيما عدا

الفتحتين التنفسيتين 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 فى 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 التنفسى Apneustic type رقم « ٥ » وفى 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 التى تتنفس بهـــذه الطريقة بال (Branchiopneustic Insects)



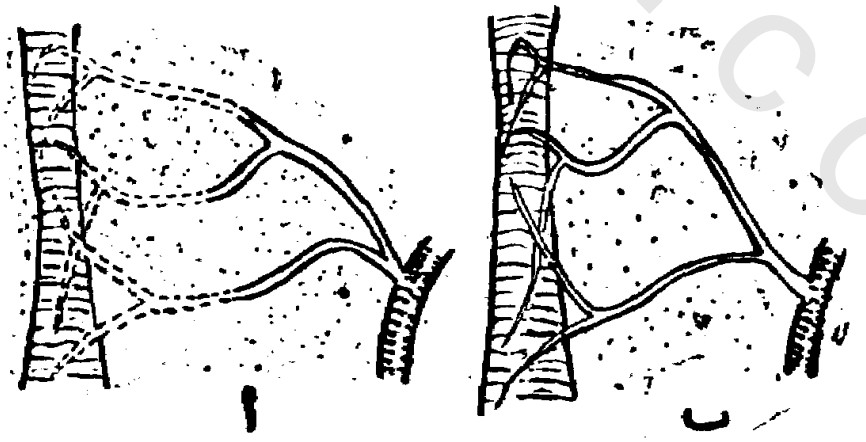
شكل (٥٠) رسم تخطيطى يبين أنواع الجهاز التنفسى فى الحشرات

١ – Peripneustic
٢ – Amphipneustic
٣ – Metapneustic
٤ – Propneustic
٥ – Apneustic

ميكانيكية التنفس Mechanism Of Respiration

يتبخر معظم الماء من جسم الحشرة عن طريق الثغور التنفسية بصفة خاصة ولذلك تظل هذه الثغور مقفلة فى أغلب الأوقات وتفتح فقط لفترة قصيرة جداً لأمداد الحشرة بالأكسجين اللازم لها .

فى ابتداء عملية التنفس تكون الثغور مقفلة والقصبات الهوائية ممتلئة بالهواء ما عدا أطرافها الرفيعة المسماة بالقصيبات التى تنتهى بالخلايا التنفسيه كما فى شكل (٤٩) فهذه تحتوى بداخلها على سائل . وحيث أن هذه الفريعات تتخلل أطرافها جميع أنسجة جسم الحشرة فعند ما تنشط عضلات الحشرة الطولية والعرضية يتحول الجليكوجين الموجود فى أنسجة هذه العضلات الى حمض اللكتيك ويتسبب عن ذلك ارتفاعا فى الضغط الاسموزى (Osmotic pressure) داخل الأنسجة فيسيل السائل الموجود فى أطراف القصيبات الهوائية ويصل إلى الأنسجة فيندفع الهواء الذى فى القصبات الهوائية ويحل محل السائل فى الفريعات الدقيقة (القصيبات) وبذلك يصل الهواء الى أنسجة الحشرة المختلفة فيغذيها كما فى 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

ا ـ فريعات القصيبات الهوائية مملوءة بالسائل وقت الراحة

ب ـ فريعات القصيبات الهوائية مملوءة بالهواء وقت عملية التنفس

تكوين حامض اللكتيك داخل أنسجة العضلات فينخفض الضغط الأسموزى داخل الأنسجة فيندفع السائل داخل الفريعات كما فى حالة الأنابيب الشعرية ويملأ أطرافها مرة ثانية وبذلك ينحجز الهواء .

وفى أثناء عملية الزفير تقترب 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 ويملأ 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 الشهيق 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 يحتمل أيضا أن جزءاً كبيرا من ثانى أكسيد الكربون يترك الجسم خلال سطح الجسم (الجلد) خصوصا فى الحشرات ذات البشرة الدقيقة أى ذات الكيوتيكل الرقيق أما فى الحشرات التى يغطى جسمها جدار سميك من الكيوتيكل فإننا نجد أن ثانى أكسيد الكربون (ك ا 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

تتطلب 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 تتنفس بواسطتها وهذه الحشرات المائية (Aquatic Insects) إما أن تتنفس الأكسجين الذائب فى الماء مثل بعض أنواع اليرقات والعذارى المائية أو تتنفس الأكسجين من الهواء الجوى مباشرة وهذه تكون الغالبية العظمى من الحشرات المائية .

وفى الحشرات المائية عموما نجد أن الكيوتيكل له أهمية كبيرة فى عملية التنفس ويظهر أهميته فى الحشرات المائية التى تمكث تحت سطح الماء مدة طويلة أو تعيش فى الماء الراكد حيث يقل فيه الأكسجين .

الطرق المختلفة التى تتنفس بواسطتها الحشرات المائية

١ — التنفس الجلدى Cuticular respiration

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

٢ — التنفس بواسطة الخياشيم ذات القصبات الهوائية Tracheal gills

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

الذائب فى الماء بمساعدة القصبات الهوائية التى توجد أحيانا بداخل هذه الخياشيم التى تعرف فى هـــذه الحالة بالخياشيم ذات القصبات الهوائية (Tracheal gills)

٣ــ التنفس بواسطة الممصات ذوالفتحات التنفسية

بعض اليرقات كيرقات البعوض يوجد فى 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 التى بمؤخرها فوق سطح الماء وتتعلق به وتتنفس الهواء الجوى مباشرة . كما أنه يوجد لعذراء البعوض ممصان أو أنبوبتان فى مقدمها عند منطقة الرأس والصدر تستعملها فى التنفس بنفس الطريقة كما فى اليرقات وهذه العذراء تعيش فى الماء وهى النوع الوحيد من العذراء الذى يتحرك بسرعة من هنا وهناك .

٤ ــ التنفس بواسطة الخياشيم ذات الدم Blood gills

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

٥ ــ التنفس بواسطة فقاقيع 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 فقاقيع هوائية أو تحجز هذه الفقاقيع الهوائية بين الشعر الموجود على الجسم كما فى حالة حشرة ال Notonecta .

٦ — التنفس بواسطة ثقب النباتات المائية Piercing of aqautic 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 المتطفلة 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 ـ 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 ـ بعض الطفيليات ولو أنها تعيش داخل عائلها إلا أنها قادرة على أن تتنفس الأكسجين من الهواء الجوى مباشرة فمثلا فى عائلة (Tachinidae) التى منها ذبابة التاكينا من رتبة ذات الجناحين (يرقاتها هى التى تتطفل فقط)

نجد أن لهـا تحورات خاصة فيوجد ليرقاتها فتحتان تنفسيتان فى آخر البطن، والبطن طرفها مدبب فتثقب به أحد القصبات الهوائية للعائل وتدخل فيها الفتحتين التنفسيتين وبهذه الطريقة تتمكن أن تتنفس اليرقات المتطفلة نفس الهواء الجوى الذى يتنفسه العائل .

٣ ـ 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 بالـكفل فتحتان تنفسيتان تخرجهما إلى الخارج عن طريق الثقب الذى تحدثه اليرقات من تحت الجلد وتتنفس الهواء الجوى مباشرة .

الجهاز التناسلى

The Reproductive System

الجهاز التناسلى فى الحشرات عبارة عن غـدد جنسية مزدوجة وأنابيب توصل إفرازات هـذه الغدد إلى الخارج وهـذه الغدد المزدوجة هما المبيضان فى الأنثى والخصيتان فى الذكر ويتركب الجهاز التناسلى من :—

أولا: أعضاء التناسل فى الانثى: The Female Organs

تتـكون أعضاء التناسل فى الأنثى كما فى شكل (٥٢) من الآتى : —

١ — المبيضين : Two Ovaries ويوجـدان فى فراغ البطن على جانبى القناة الهضمية ويتكون كل مبيض من مجموعة من الأنابيب المبيضية Ovarioles كما فى شكل (٥٢) يختلف عددها باختلاف الحشرات فقد تـكون واحدة فقط كما فى حشرة ال (Glossina) أو قد يصل إلى ٤ أو ٨ أو يزيد عن الألفين كما فى بعض أنواع النمل الأبيض (Termites) وفى داخل كل أنبوبة مبيضية نجد البيض متراصا واحدة أمام الأخرى فى سلسلة بحيث أن البيض الكبير يوجد جهة القاعدة ويتدرج فى الصغر عند الطرف ويتـكون جدار كل أنبوبة من غشاء جزؤه الداخلى مكون من طبقة الابيثليم محاطة من الخارج بطبقة الغشاء القاعدى وتتلوها طبقة البريتون .

وتتركب كل أنبوبة مبيضية فى مبيض الأنثى من الآتى :

ا — الحبل الطرفى Terminal filament : — وهو عبارة عن خيط دقيق ناشىء من امتداد طبقة البريتون وقد يلتحم الحبل الطرفى لـكل أنبوبة مبيضية مكونا حبـــلا واحدا (Suspensory ligament) يتصل بجدار الجسم لكى يثبت المبيض فى مكانه (شكل ٥٣ رقم « ١ »)

ب — المنطقة الجرثومية أو طبقة البيض الجنينية (Germarium) وهى المنطقة التى تتلو الحبل الطرفى وتتكون من كتلة من الخلايا الجنسية الأولى التى تصبح فيما بعد البويضات (oocytes) (شكل ٥٣ رقم «٢»)

حـ — المنطقة الحيوية أو منطقة البيض Vitellarium : — وتكون الجزء الأكبر من الأنبوبة المبيضية ويوجد بداخلها سلسلة من البويضات (Oocytes) (شكل ٥٣ رقم «٣») وكل بويضة موجودة فى غرفة بيض (follicle egg - chamber).

٢ — القنوات التناسلية : Genital ducts

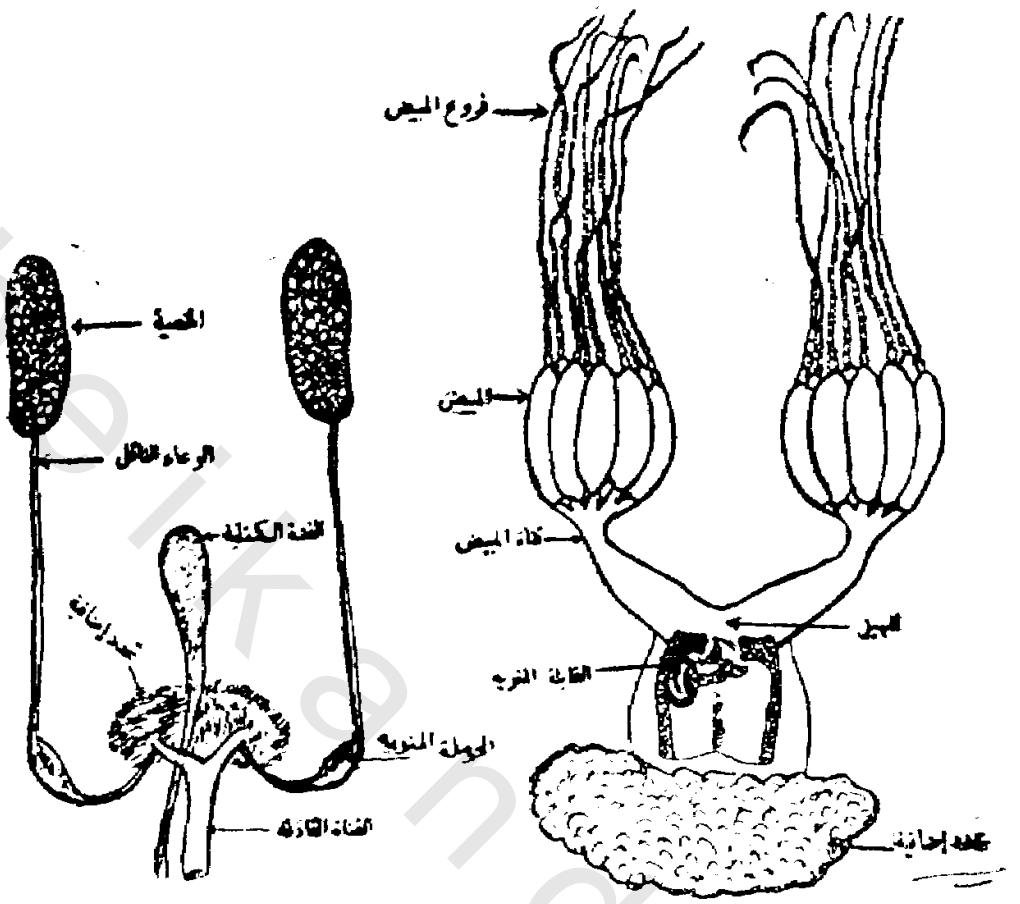
تصب الأنابيب المبيضية لكل مبيض فى قناة خاصة به تسمى قناة المبيض (Oviduct) وتتحد القناة الخاصة بكل مبيض مع بعضها لكى تكون قناة المبيض المشتركة (Common oviduct) التى تتسع عند مؤخرها لكى تكون المهبل (Vagina) الذى يبطن من الداخل بطبقة من الكيوتيكل وينتهى المهبل عادة بآلة وضع البيض .

٣ — الحوض أو المخزن المنوى 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 فى 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 التناسلى فى الصرصور الأمريكى

ووظيفتهما إفراز غطاء البيض (Shell) بمجرد نزول البيضة وخروجها من المهبل وأحيانا تفرز هاتان الغدتان مادة صمغية تلصق بها البيض فى الأماكن التى تنتخبها الإناث لوضع بيضها فيها .

٥ — القابلة المنوية Bursa Capulatrix : وهى عبارة عن كيس يوجد فى بعض الحشرات ويتصل بالمهبل أحياناً ليتلقى الحيوانات المنوية التى تقذف فيه وقت عملية السفاد قبل أن تدخل الحوض أو المخزن المنوى وفى 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.

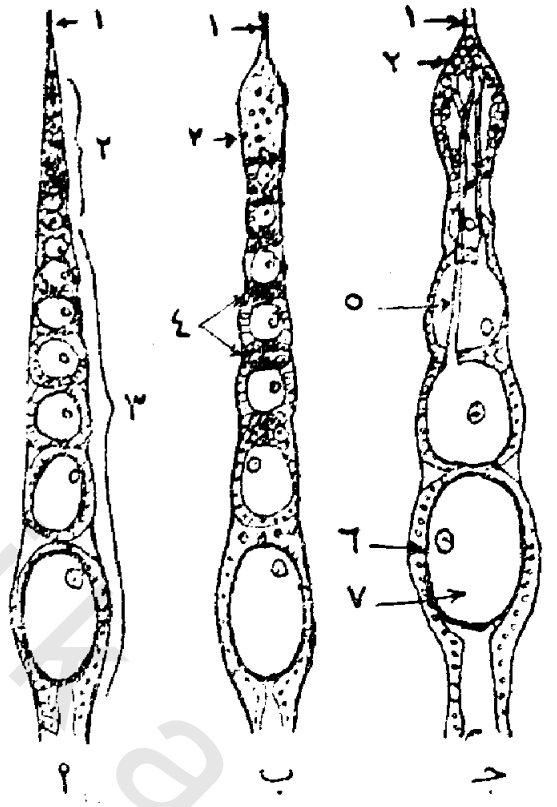
أنواع انابيب المبيض Types of Ovarioles

يوجد ثلاثة أنواع مختلفة من هذه الأنابيب المبيضية (شكل ٥٣) وهى :-

١ — The panoistic type ويوجدهذا 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 ا ، شكل ٥٣] .

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

٣ — The Acrotrophic type ويوجدهذا 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 المغذيه للبيض [رقم جـ ،٥، شكل ٥٣] ومن هذه المواد المغذية يتكون الصفار (yolk) .



شكل (٥٢) يبين أنواع الأنابيب المبيضية فى إناث الحشرات

أ – Panoistic type

ب – » Polytrophic

جـ – » Acrotrophic

١ ـ الحبل الطرفى .
٢ ـ المنطقة الجرثومية
٣ ـ منطقة البيض
٤ ـ الخلايا المغذية للبيض
٥ ـ الخيوط البروتوبلازمية التى توصل الغذاء للبيض
٦ ـ غرفة البيضة
٧ ـ البيضة

ثانيا ـ أعضاء التناسل فى الذكر The Male Organs

توجد أعضاء التناسل فى الذكر فى فراغ البطن وتتركب كما فى شكل (٥٢) من الآتى : —

١ — الخصيتين The Testes : — ويتكون كل منهما من أنابيب (follicles) متجمعة مع بعضها ويختلف عدد هذه الأنابيب باختلاف الحشرات . وتناظر الخصيتين المبيضين فى الأنثى وتشبه الخصية المبيض فى الشكل فى الحشرات العديمة الأجنحة .

وتتركب الخصية فى العادة من فص واحد أو من عدة فصوص كثيرة كما فى بعض الحشرات المستقيمة الأجنحة كالجراد ويختلف شكلها أيضاً من كروى إلى مستطيل أو بيضاوى وهما إما منفصلان عن بعضهما أو متلاصقان وتوجد كل خصية إما أعلى القناة الهضمية أو على الجانبين وأحيانا أسفل القناة الهضمية وكل خصية مثبتة بجسم الحشرة بواسطة الأجسام الدهنية وينشعب فيها أحيانا الأنابيب الهوائية .

٢ — الوعائين الناقلين Vasa deferentia : — كل منهماعبارةعن أنبوبة أو قناة (duct) رفيعة تتصل الخصية والتى تصب فيه إفرازاتها . والوعاء الناقل يكافىء قناة المبيض فى الأنثى وفى العاده يتسع الوعاء الناقل بالقرب من مؤخرته مكونا الحوصلة المنوية (Vesicula seminalis) التى يخزن فيها الحيوانات المنوية (شكل ٥٢) وأحيانا يتقابل الوعاءان الناقلان وعند نقطة اتصالهما يتكون حوصلة منوية واحدة .

٣ — القناة القاذفة Ejaculatory duct :-وتنشأ من التقاء الوعائين الناقلين وهى عضلية التركيب مبطنة من الداخل بالكيوتيكل وهى تكافىء المهبل فى الأنثى وتصب هذه القناة فى آلة السفاد التى تنتهى بالقضيب (Penis) الذى هو عبارة عن امتداد فى جدار الجسم يحيط بنهاية القناة القاذفة .

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

التلقيح

لا يتوقف التلقيح فى الحشرات على نضوج أعضاء التناسل فقط فى كثير

من الحشرات تتم عملية السفاد قبل أن تبلغ الأنثى أى قبل أن يتم نمو المبايض حيث نجد أن بعض الذكور يلقح الأناث 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 الغيط ـ وأما فى حالة الإناث فانها تجذب الذكور إليها باحداث ضوء مميز تعرفه الذكور كما فى بعض الخنافس أو تفرز مادة ذات رائحة خاصة تنجذب إليها الذكور أو تجذب الذكور بواسطة ألوانها الجذابة كبعض أنواع أبى دقيق ـ والطريقة الاعتيادية فى التلقيح أن الذكر يقذف الحيوانات المنوية فى منطقة المهبل أو فى القابلة 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 فى الحشرات

Methods of Reproduction In Insects

عندما تصل الحشرة أنثى أو ذكر إلى سن البلوغ تبدأ فى التزواج فيلقح الذكر الأنثى فتضع الأنثى 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 : التكاثر البكرى Parthenogenesis

وفيه تتكاثر الحشرات وتضع الإناث بيضا بدون عملية الاخصاب (أى بدون تقابل الذكر مع الأنثى) 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 الأنثى وينتج عن ذلك بيضا يفقس إلى يرقات وهذه تسبب الضرر غالباً ولكن طالما أن الأنثى 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

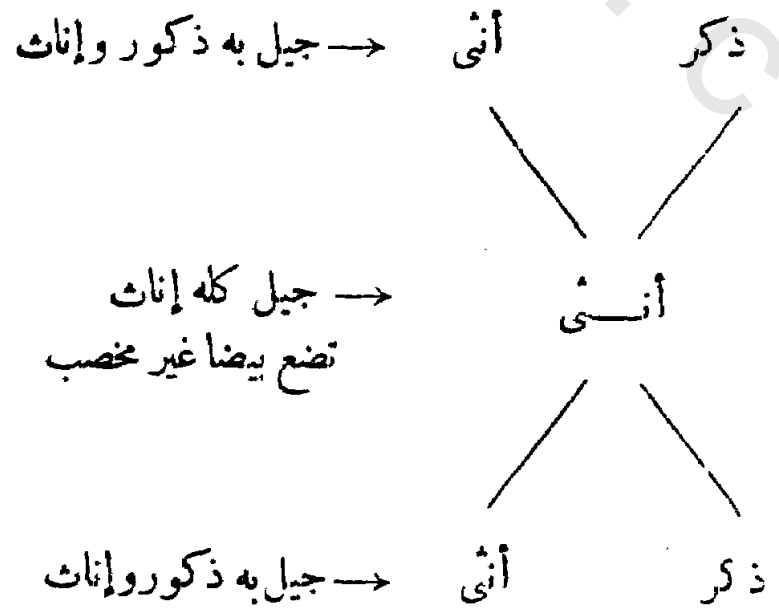
الذكر دائم أو مستمر أو بعبارة أخرى فى كل أطوار النحل كل بيضة غير مخصبة ينتج عنها ذكر .

ب — التكاثر البكرى المؤقت Sporadic Parthenogenesis

وهذا النوع من التكاثر يحدث فى الحشرات من وقت إلى آخر بدون نظام كلما دعت الحاجة وبدون تقابل الذكر مع الأنثى وذلك بالرغم من وجود الذكر وتشاهد هذه الظاهرة في فراش دودة الحرير (Bombyx mori) فالعادة فى هذه الحشرة أن يلقح الذكر الأنثى وتضع الأنثى بيضاً مخصبا يفقس إلى يرقات ولكن من آن لآخر نجد أن الإناث لا يلقحها ذكور ومع ذلك تضع بيضا يفقس إلى يرقات أيضا أى أن الإناث فى هذه الحالة الأخيرة تتكاثر تكاثراً بكريا مؤقتا .

جـ — التكاثر البكرى الدورى Cyclic Parthenogenesis

وهذه الظاهرة ترى بوضوح فى حشرات المن (Aphids)حيث تتناسل هذه الحشرات تناسلاجنسيا 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 .



(التكاثر البكرى الدورى فى نوع من المن)

ثانيا – التكاثر بواسطة وضع (أو ولادة) الاحياء Viviparity

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

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

ثالثا – تكاثر الاطوار الغير كاملة Paedogenesis

العادة فى الحشرات أن التكاثر يحدث فى الحشرة الكاملة أى تتزاوج أنثى كاملة النمو مع ذكر كامل النمو ولكن فى بعض الأحوال النادرة جداً نجد أن اليرقات (أطوار غير كاملة) لها القدرة على إنتاج يرقات أخرى كما يحدث فى يرقات ذبابة الـ (Miaster) فيتكون البيض داخل أعضاء التأنيث الحديثة النمو لليرقة الأصلية وهى الأم فى 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 فى وضع يرقات أيضا بنفس الطريقة ويستمر ذلك عدة أجيال (يرقات تنتج يرقات) حتى فى 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 فتنمو وتكبر اليرقات داخل جسم العذراء وتتغذى على محتوياتها ثم تخرج اليرقات إلى الخارج وتوجد هذه الظاهرة فى بعض أنواع الهاموش .

رابعا - التطور بواسطة تعدد الاجنة : Polyembryony

هذه الظاهرة تحدث فقط فى بعض الحشرات النافعة المتطفلة من رتبة غشائية الأجنحة (Hymenoptera) وهذا النوع من التكاثر مفيد جدا من الوجهة الزراعية والاقتصادية بعكس التكاثر البكرى الضار ،وفى التكاثر بواسطة تعدد الأجنة تتطفل الحشرات النافعة على الحشرات الضارة وتقضى عليها أحيانا ويسمى ذلك بمقاومة الحشرات بواسطة الأعداء الحيوية (Biological Control) ولنأخذ مثلا من هذا النوع من التطفل .

يثقب الطفيل بواسطة آلة وضع البيض مثلا يرقة الحشرة الضارة التى يتطفل عليها ويضع بيضة أو أكثر داخل اليرقة الضارة (العائل) فتبدأ بيضة الطفيل فى الانقسام إلى عدة أقسام بواسطة التذرر وكل قسم ينتج عنه جنين (أو يرقة) فينتج من بيضة الطفيل الواحدة عدة يرقات بدلا من يرقة واحدة (أحيانا يتكون من البيضة الواحدة من ٢٠ — ١٥٠٠ جنين أو أكثر) .

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

تكوين الحشرات وتطورها

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

وحيث أن الطريقة الشائعة لتكاثر الحشرات هى وضع الأنثى للبيض إذاً فيمكن معرفة الأطوار المختلفة للحشرة التى تبدأ من البيضة إلى طور الحشرة الكاملة .

الأطوار المختلفة للحشرة

الأطوار المختلفة للحشرة التى توجد فى البيئات المختلفة والتى نشاهدها فى دراستنا هى عبارة عن : —

ا — البيضة ب — اليرقة حـ — الحورية ء — العذارء
هـ — الحشرة الكاملة .

وهذه الأطوار تشترك فى أنواع التطور الذى سنوضحه عند الكلام عن التطور وأنواعه وفيما يلى شرح كل من هذه الأطوار على حده .

طور البيضة

١ — أشكال البيض : يأخذ البيض أشكالا مختلفة فمنه المستدير والبيضاوى ومدبب الطرف ومنه ماتكون قشرته ملساء أو عليها نقوش أو خطوط مختلفة ويوجد فى 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 . فمثلا 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 مختبئة لأجل المحافظة عليه من الأعداء الطبيعية فقد تضعه منفردا أو فى جماعات على هيئة كتل (كما فى الجراد) أو لطع (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 النبي .

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

ا — بعض إناث الحشرات تسقط بيضها أثناء طيرانها على الحشائش مثلا فى أى مكان كما فى بعض أنواع الحشرات الحرشفية الأجنحة كأبى دقيقات والفراشات التى تتغذى يرقاتها على الحشائش .

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

جـ — داخل أوعلى الثمار من الخارج كما فى حالة ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط التى تضع بيضها داخل أنسجة ثمار الخوخ والجوافه والبرتقال والمشمش وغيرها من الثمار عندما تقارب درجة النضج .

د — على الحبوب إما قبل الحصاد أو بعده حيث تضع الأنثى بيضها والحبوب ما زالت فى الجرن أو بعد تخزينها فى المخازن مثل أنواع السوس كسوسة القمح أوسوسة الأرز وخنافس البقول مثل خنفساء الفول والعدس، وهناك حشرات تضع بيضها فى الدقيق والردة 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 التربس» 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 واذا كان العائل من الحيوانات الفقرية أوالطيور فتضع الأنثى بيضها ملتصقاً 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 مثـــل بيض بعض أنواع الحشرات القشرية (Coccids) أو قد يفقس بعد عدة ساعات كما فى الذباب المنزلى (Musca sp.) أو بعد عدة أشهر تبلغ تسعة أشهر كما فى بعض أنواع الحشرات الحرشفية الأجنحة وقد يستغرق سنتين كما فى بعض أنواع عائلة (Phasmidae) .

هذا وتتوقف مدة فقس البيض على عوامل فسيولوجية منها كثرة أو قلة مقدار الصغار (yolk) الموجود فى البيضة وكذلك يتوقف فقس البيض على درجتى الحرارة والرطوبة وغيرها من عوامل بيئية مختلفة .

أما النمو الجنينى فإما أن يتم جميعه بعد وضع البيض أو يتم جزء منه فقط داخل الأم قبل وضع البيض وقد ينتهى النمو الجنينى جميعه داخل الأم كما فى الإناث التى تضع أحياء (مثل ذباب اللحم) ، وبعد الفقس يستمر النمو وتمر الحشرة فى سلسلة من التغيرات يطلق عليها التطور (Metamorphosis) سيأتى الكلام عليه .

٥ — طرق فقس الجنين من البيضة

تختلف طريقة فقس البيض باختلاف الحشرات كالآتى : —

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

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

جـ — فى بعض الأنواع كالرعاشات يوجد لكل بيضة غطاء خاص

يسمى (Operculum) يدفعه الجنين بقوة نبض عضو خاص إلى الخارج فينفتح الغطاء ويخرج منه الجنين ونشاهد هذه الحالة فى 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 برليزى فى تكوين الجنين

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

ومن أهم خصائص الحشرات أن الصغار التى تخرج من البيض تختلف اختلافا مورفولوجيا عن الحشرة الكاملة ولكى تصل الحشرة إلى الطور الكامل تمر خلال تغيرات كثيرة كما ذكرنا سابقا تسمى فى مجموعها التطور وقد وضع برليزى (Berlese) سنة ١٩١٣ نظريته المشهورة فى تكوين الجنين وقد أثبت صحتها بعده حشريون كثيرون وأساسها تكوين حلقات الجسم فى الجنين إذ تبدأ ظهور هذه الحلقات فى مقدم الجسم ثم تتكون فى مؤخرته بالتدريج كلما تقدم النمو فتظهر حلقات الرأس وزوائدها ثم الصدر وزوائده وذلك قبل أن تبدأ حلقات البطن وزوائدها فى الظهور وقد قسم برليزى (Berlese) أطوار نمو الجنين داخل البيضة إلى ثلاثة مظاهر كالآتى كما فى شكل (٥٤)

١ — المظهر الأول Protopod phase

يصعب تمييز مناطق جسم الجنين فى هذا الطور كما فى شكل (٥٤رقم «١») ولو أن الرأس والصدر تحمل زوائدها على حالة مختزلة أما البطن فحلقاتها غير واضحة تماما ولا تحمل زوائد على الأطلاق أما من حيث الأجهزة الداخلية (الهضمى والعصبى والدورى) فلا يمكن تمييزها ، كذلك انبعاجات القصبات الهوائية لم تبدأ فى التكوين .

٢ — المظهر الثانى Polypod phase

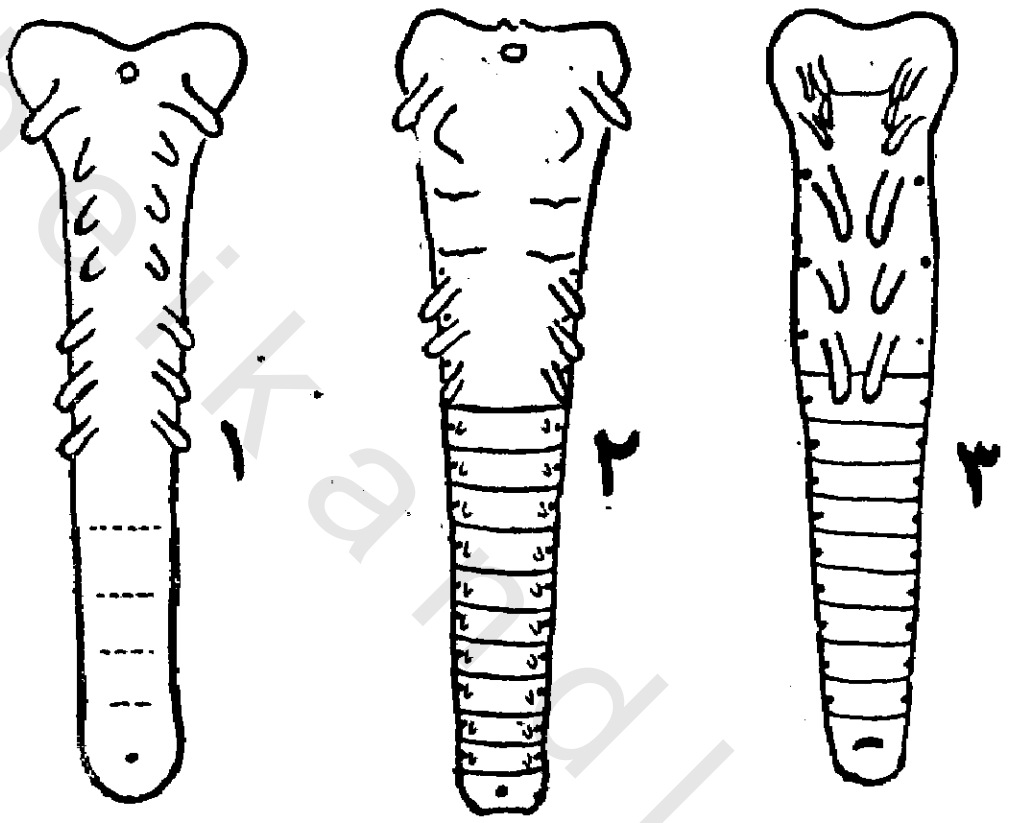
ويعقب المظهر الأول وهذا الطور متقدم عن السابق من حيث النمو ويتميز عنه بوضوح حلقات البطن كما فى شكل (٥٤ رقم « ٢ ») وبأن كلا منها تحمل زوجا من الزوائد الجانبية وكذلك تظهر الفتحات التنفسية كانبعاجات داخلية أما الأجهزة الداخلية التى سبق الكلام عليها فى الطور الأول فتكاد تكون كاملة التكوين (يظهر هذا الطور فى معظم الحشرات ذات التطور التام وذات التطور التدريجى)

٣ — المظهر الثالث Oligopod phase

ويعقب المظهر الثانى وهو أكثر تقدما فى النمو من مظهر ال (Polypod) وفيه تكون الزوائد الصدرية وأجزاء الفم أكثر وضوحا ويتم تكوين الجهاز التنفسى جميعه أما الزوائد والأطراف البطنية فتزول إلا ما يبقى منها ليكون أعضاء التناسل الخارجية والقرون الشرجية كذلك المجسات الشرجية (شكل ٥٤ رقم « ٣ ») وهذا المظهر واضح فى الطور الجنينى فى حشرات شبكية الأجنحة وفى الحشرات الغمدية الأجنحة .

هذه هى المظاهر الثلاث التى يمر فيها الجنين داخل البيضة فى حالة

الحشرات ذات التطور التام يخرج الجنين فى طور مبكر مماثل لأحد الأطوار 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) لكى تصبح حشرة كاملة . أما فى حالة الحشرات ذات التطور التدريجى فيخرج الجنين من البيضة فى طور متأخر نوعا عن مظهر ال (Oligopod) (أى يشبه كثيرا الحشرة الكاملة) وتسمى الحشرة الصغيرة هذه بالحورية (Nymph) وفى هذه الحالة لا تحتاج الحورية إلى تغيرات كثيرة لكى تصل إلى طور الحشرة الكاملة (بيضة ثم حورية ثم حشرة كاملة) .

اليرقة وأنواع اليرقات

اليرقة : The larva

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

أولا : التركيب ـ يوجد فى أجزاء الفم مثلا خلافا كبيراً ما بين الحشرة الكاملة واليرقة فلو أخذنا نوعا من أبى دقيق (كأبى دقيق الكرنب مثلا) نجد أن أجزاء الفم فى اليرقة من النوع القارض (Biting mouth-parts) بينما أجزاء الفم فى الحشرات الكاملة لأبى دقيق الكرنب من النوع الماص (Suching mouth-parts)

ثانيا : العيون المركبه والعيون البسيطة ـ يوجد غالباً للحشرة الكاملة أعين مركبة(Compound eyes) وهذه الأعين المركبة غير موجودة فى اليرقة ويوجد بدلا عنها أعين بسيطة (Simple eyes or ocelli)

ثالثا : الأجنحة ـ لا يوجد لليرقة أجنحة بالمرة بينما الحشرة الكاملة فيوجد لها غالبا زوجين من الأجنحة .

رابعا : أعضاء التناسل ـ توجد أعضاء التناسل فى اليرقة على حالة أولية أو أثرية بينما فى الحشرة الكاملة فهى كاملة النمو

أنواع اليرقات

تنقسم يرقات الحشرات إلى الأنواع الآتيه : —

١ — يرقات أولية (Primary larvae) أى يرقات من نوع (Protopod) كما فى اليرقات التابعة لرتبة غشائية الأجنحة التى تتطفل تطفلا داخليا على بيض

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

٢ — يرقات أسطوانية (Eruciform) وهى من نوع (Polypod) كما فى يرقات الحشرات الحرشفية الأجنحة ولمثل 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 يرقه دودة ورق القطن

٣ — يرقات منبسطة (Campodeiform) كما فى يرقات رتبة غمدية الأجنحة وجسم هذه اليرقات مبطط قليلا وهى نشطة سريعة الحركة لأن أعضاء الحركة وأعضاء الحس كاملة التكوين وجدار جسمها مغطى بالشيتين الصلب وأجزاء فمها 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 وهى 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 أنـــواع يرقات الخنافس 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 هذ اليرقات على المواد المتعفنة المتحللة فى التربة .

الحورية The Nymph

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

وعندما تتحول الحورية إلى الحشرة الـكاملة 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 الاكسجين المذاب فى الماء بواسطة خياشيم خاصة وتتغذى على غذاء مختلف لما تتناوله الحشرة الـكاملة ولذلك نجد تركيب أجزاء الفم فى مثـــل هذه الحوريات يختلف كلية عن تركيب أجزاء الفم فى الحشرة الـكاملة وهذا النوع من الحوريات يوجد فى الحشرات ذات التطور الناقص كما فى رتبة الرعاشات (Odonata) .

التطور فى الحشرات

Metamorphosis

تبتدىء حياة الحشرة بالجنين الموجود بالبيضة وعند فقسه يخرج من البيضة حشرة تختلف فى 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 فى الحشرات

أولا: حشرات عديمة التطور Ametabola أو التطور فيها معدوم إذ تفقس البيضة وتخرج منها حشرة كاملة صغيرة فى الحجم مشابهة تماما 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 والسمك الفضى والقمل الحقيقى .

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

ا — 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 تماما عن أجزاء فم

الحشرة الكاملة التى تعيش فى الهواء وتتنفس الهواء الجوى بواسطة ثغور أو فتحات تنفسية .

ب — أما فى الحشرات ذات التطور التدريجى (Paurometabola) فتفقس 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 فى نفس الأماكن التى تعيش فيها الحشرة الكاملة وليس هناك فرق كبير بين الحورية والحشرة الكاملة فى هذه الحالة سوى أن الأجنحة فى حالة الحورية تكون إما قصيرة جدا أو غير تامة النمو وكذلك الأجهزة التناسلية فى الحورية تكون غير تامة التكوين بينما الحشرة الكاملة فلها أجنحة وأجهزتها التناسلية تامة التكوين .

ثالثا — الحشرات ذات التطور التام Holometabola

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

فرط التطور Hypermetamorphosis

يحدث هـذا النوع من التطور فى بعض الحشرات مثل حشرة ال (Epicauta sp) التابعة لرتبة غمدية الأجنحة فتأخذ يرقة هذه الحشرة أثناء نموها أشكالا مختلفة من أشكال اليرقات السابق شرحها فمثلا 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 فى طور اليرقة (أى عذراء كاذبة) ثم تنسلخ للمرة الثالثة فتظهر فى العمر الأخير ثم تنسلخ للمرة الرابعة فيظهر طور العذراء الحقيق وبعد ذلك تخرج الحشرة الكاملة هذا ما يعبر عنه بفرط التطور .

الطور قبل العذراء Prepupa

يوجد هذا الطور فى الحشرات ذات التطور التام فاليرقة بعدأن يتم نموها ولكى تتحول إلى عذراء تبدأ فى عمل الشرنقة من النسيج كما فى الفراشات أو تعلق نفسها فى النباتات كما فى أبى دقيق الخبازى مثلا ثم يمضى بعض الوقت قبل أن ينسلخ جلد اليرقة لتظهر تحته العذراء وقد يظن أن الحشرة (اليرقة) فى هذه الحالة ساكنة لكن الواقع أن تغييرات تحدث أثناء ذلك منها ظهور الأجنحة (المتكونة أثناء الطور اليرقى من الداخل) خارج جلد العذراء هذه الفترة هى المدة المعروفة بالطور قبل العذراء ويختلف طول هذه المدة باختلاف الحشرات ثم تحدث تغييرات أخرى بعد انسلاخ الجلد اليرقى الأخير وبذلك تصل الحشرة إلى طور العذراء تخرج بعدها الحشرة الكاملة . والأطوار فى هذه الحالة تكون كالآتى : —

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

العذراء The pupa

العذراء هى الطور الساكن فى الحشرات ذات التطور التام وهـــذا الطور يقع بين اليرقة والحشرة الكاملة ويمكن اعتباره طور الانتقال الذى تتحول فيه كل أعضاء اليرقة إلى أعضاء الحشرة الكاملة لكى تتهيأ الحشرة الكاملة إلى طرق معيشتها المخالفة لطرق معيشة اليرقات .

ومن مميزات هذا الطور فى أغلب الحشرات هو السكون والضعف التام وفى 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 كثيره 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 الخنفساء 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 عـذارى 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 برميلى الشكل كما فى عذارى الذباب المنزلى .

الشرنقة The Cocoon

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

ثم تتحول اليرقة فى داخله إلى عذراء بعد وقت قد يكون قصيرا وقد يطول إلى بضع أشهر .

وقد لا تكون الشرنقة من الحرير بل من قطع صغيرة من الخشب تلتصق بعضها مع بعض كما فى شرانق يرقات دودة ساق الصفصاف وقد تكون الشرنقة من الطين كما فى اليرقات التى تتحول إلى عذارى فى 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 متينا لا ينفذ منـــه المـاء وقد يكون ضعيفاً كالشبكة .

طرق خروج الحشرة الكاملة من الشرنقة (أو العذراء)

يوجد لذلك عدة طرق نذكر منها الآتى :

أولا ـ فى الحشرات ذات أجزاء الفم القارض (Biting mouth-parts) .

تقرض الحشرة لها طريقا للخارج وهذا إما أن تقوم به الحشرة الكاملة أو تقوم به العذراء لأن لها فكوك قوية كما فى أسد المن .

ثانيا ـ أما فى الحشرات ذات أجزاء الفم الماص (Sucking mouth-parts)

فتخرج الحشرة الكاملة من العذراء بعدة طرق منها :

١ ـ للعذراء فى كثير من الحشرات الحرشفيه الأجنحة (الفراشات وأبى دقيقات) عضو خاص يوجد فى الرأس غالباً تشق به الشرنقة .

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

٣ ـ يوجد على جانبى العذراء فى المنطقة الصدرية وعند قاعدة الجناح الأمامى زوج من الأشواك القوية تشق بواسطتها الحشرة الكاملة الشرنقة لكى 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 فى دودة الحرير .

٥ — بعض اليرقات عندما تنسج شرانقها تبنى فى أحد أطراف الشرنقة صمام مخروطى الشكل تدفعه الحشرة إلى الخارج عند خروجها من الشرنقة .

ثالثا ـ أما فى الحشرات ذات أجزاء الفم اللاعق (Lapping mouth-parts) كالذباب فيحصل ما يأتى لكى تخرج الحشرة الكاملة :

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

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