الباب الرابع

حيـــاة الحشرات

The Life of Insects

تبدأ حياة الحشرات بوضع البيض الذى تنبثق منه صغار تعرف بالأطوار غير الكاملة والتى تأخذ فى النمو حتى تصل أخيرا إلى طور الحشرة الكاملة أو اليافعة التى تعيد وضع البيض مرة ثانية وهكذا . وأهم ما يميز النمو فى الحشرات ظاهرة الفقس (Hatching) من البيضـــة والتى تقسم نمـــو الحشرة إلى مرحلتين محددتين ، أولاهما مرحلة النمو الجنينى (embryonic development) التى تمثل سلسلة التغيرات التى تحدث للجنين داخل البيضة حتى يكتمل نموه ، وثانيتهما مرحلة النمو بعد الجنينى (postembryonic development) وهى تمثل الفترة التى تبدأ بعد فقس الجنين وخروجه من البيضة حتى تصل الحشرة إلى طورها الكامل. وتعرف التغيرات الشكلية التى يمر بها الفرد خلال الفترة الأخيرة بظاهرة التبدل الشكلى (metamorphosis) .

أولا — النمو الجنينى (Embryonic development)

البيضـــة (The Egg or Ovum) :

تبدأ حياة الغالبية العظمى من الحشرات بالبيض الذى تضعه الأنثى . ويتم وضع البيض (oviposition) بطرق مختلفة وفى أماكن يراعى فى

اختيارها أن تكون ملائمة لنمو الأطوار الناتجة بعد الفقس بأن تكفل لها الغذاء والمأوى . ويوضع بيض معظم الحشرات فى أماكن تختارها الأنثى الأم بحيث يتوفر له فيها شيء من الوقاية أو تحيط هذه الأم بيضها بنوع من المواد الواقية . فمثلا تحيط الصراصير وأنواع فرس النبى وبعض الحشرات الأخرى بيضها بأكياس للبيض (ootheca) ، بينما الفراش الغجرى (Gypsy moth) فيغطى بيضه بكتلة من شعور جسمه . ويضع الجراد والنطاط وكثير من الحشرات الأخرى بيضه فى التربة . أما الحشرات المائية فتضع بيضها فى الماء محاطاً بمادة جيلاتينية تساعد على طفوه على سطح الماء أو تثبت هذا البيض على بعض الأجسام الموجودة فى الماء . وهناك كثير من الحشرات تضع بيضها بداخل أنسجة أجزاء النباتات بواسطة آلة وضع بيض واخزة مثل بعض أنواع التربس وذبابة الفاكهة . وتضع الحشرات المتطفلة بيضها إما فى داخل جسم العائل أو على سطحه من الخارج .

ويبدأ النمو الجنينى فى البيض بعد وضعه مباشرة ، وفى بعض الحشرات يبدأ هذا النمو داخل الأم قبل وضع البيض ، وقد يتم النمو الجنينى كله بداخل الأم التى تلد عندئذ صغارا كما فى الحشرات الولودة . وتختلف مدة النمو الجنينى باختلاف أنواع الحشرات وتبعاً لظروف البيئة التى تحيط بالبيض وخاصة درجات الحرارة والرطوبة ، فقد تكون عدة ساعات كما فى حالة الذبابة المنزلية وقد تستمر لعدة أسابيع أو عدة أشهر .

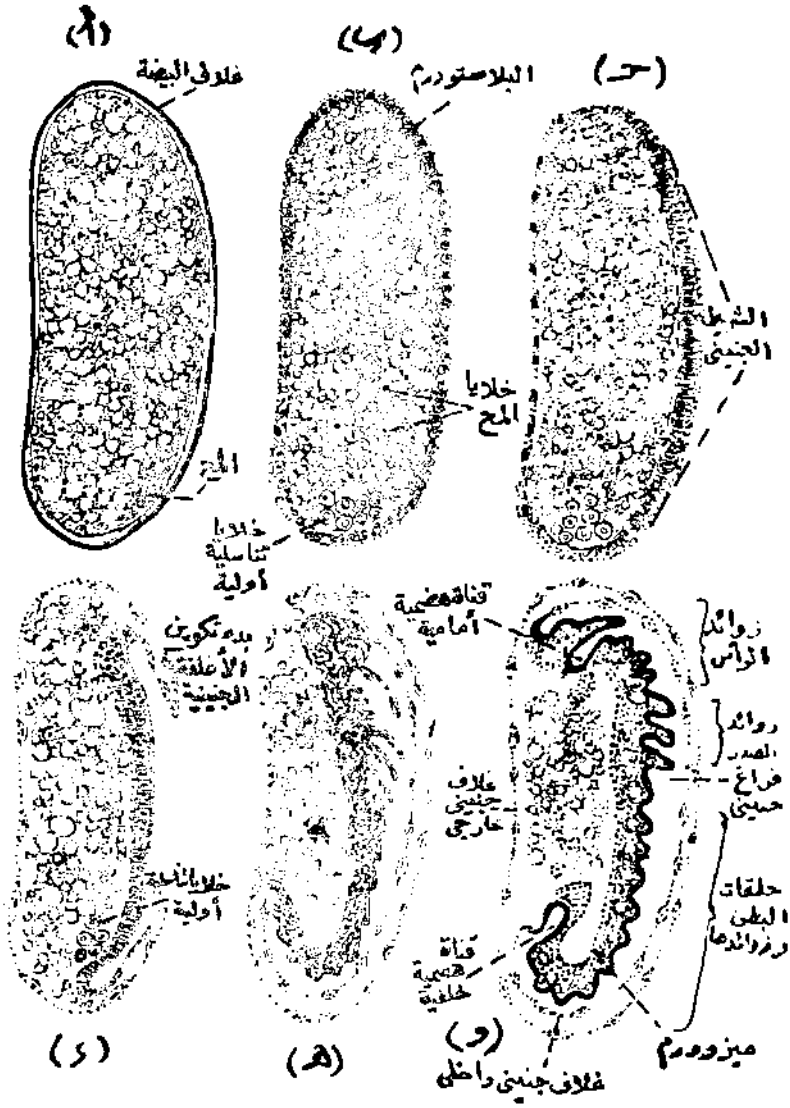
وتختلف عدد البيض الذى تضعه إناث الحشرات من بيضة واحدة إلى عدة آلاف ، غير أن معظم الحشرات تضع ما بين خمسين بيضة وبضع مئات من البيضات .

كذلك تختلف بيض الحشرات اختلافاً كبيرا فى شكله ، فمنه الكروى أو البيضى أو المستطيل أو البرميلى . كما ويحاط ذلك البيض بقشرة خارجية

تختلف فى لونها وطريقة نقشها وفى طابع ما تحمله على سطحها من أشواك أو بروزات أو نحوت أو حليات .

والبيضة الحشرية النموذجية (شكل ١٣٩ ا) عبارة عن خلية محاطة بغلاف خارجى سميك يدعى قشرة البيضة أو الكوريون (chorion) وهو يفرز بواسطة طلائيـة الحويصلة البويضية (follicular epithelium) وقد يتألف من عدة طبقات تتضمن طبقة شمعية رقيقة للغاية تعمل على تقليل فقدان الماء ثم طبقات أخرى محتوية على بروتين وليس على كيتين. ويوجد بمقدمة الكوريون واحد أو أكثر من ثقوب أو قنوات صغيرة يعرف كل منها بالنقير (micropyle) الذى تدخل عن طريقه الحيوانات المنوية إلى البيضة عند الإخصاب . وفى بعض الحشرات يكون هذا النقير أيضاً هو السبيل الذى ينتشر عن طريقه الأوكسجين إلى داخل البيضة بينما فى الحشرات الأخرى فتوجد بالكوريون ممرات مستقلة خاصة بالتنفس . وبأسفل الكوريون يوجد غلاف آخر غشائى رقيق من انتاج البيضة نفسها ويعرف بالغشاء المحى (vitelline membrane) وهو يحيط بالبروتوبلازم الشبكى الشكل . ويتميز بروتوبلازم البيضة إلى طبقتين ، الأولى خارجية رقيقة تحت الغشاء المحى حيث تحيط بالمح وتسمى البريبلازم (periplasm) ، والثانية طبقة داخلية تحوى المح (yolk) والنواة (nucleus) التى تقع فى وسط الخلية . وتحتوى بيضات الحشرات عادة على كمية ضخمة من مح هو عبارة عن خليط من مواد دهنية وبروتينية واقعة بداخل عيون الشبكة البروتوبلازمية .

وقبل وضع البيضة تسرى عليها عقب دخول الحيوانات المنوية فيها عن طريق فتحة النقير عملية نضوج (maturation) حيث تنتقل النواة من



شكل (٣٩٠) : مراحل النمو الجنينى فى الحشرات . (أ) التفلج وهجرة النواة إلى البريبلاسم السطحى فى البيضة . (ب) تكوين البلاستوديرم . (جـ) تكوين الشريط الجنينى والخلايا التناسلية الأولية . (د) تكوين الثنيات أو الانبعاجات الأمنيونية . (هـ) تكوين الفراغ الأمنيونى حول الجنين . (و) قطاع طولى فى الجنين داخل الفراغ الأمنيونى .

وسط البيضة إلى منطقتها السطحية ثم تبدأ فى الانقسام انقساماً اختزالياً لتعطى الأجسام القطبية (Polar bodies) التى يتم عزلها بحيث تبقى النواة الأولية الأنثوية (female pronucleus) المحتوية على نصف عدد الكروموسومات والتى تتحد مع النواة الأولية لأحد الحيوانات المنوية فتتكون عن ذلك النواة الزايجوتية (zygote nucleus) أى النواة المخصبة وتعرف عملية الاتحاد هذه بعملية الإخصاب (fertilization) التى يستعاد على أثرها العدد التام الأصلى من الكروموسومات . وعقب ذلك تعود النواة الزايجوتية إلى وسط خلية البيضة .

تكوين الجنين (Formation of the embryo) :

بعد الإخصاب وتكوين النواة الزايجوتية تأخذ الأخيرة فى تكوين الجنين خلال الخطوات النموية التالية داخل البيضة :

١ — تكوين البلاستوديرم والشريط الجنينى :

(formation of blastoderm and germ-band)

تنقسم النواة الزايجوتية مراراً وتكرارا ثم تمر كثير من النوايا الناتجة والمعروفة بالنوايا الانقسامية (cleavage nuclei) إلى الطبقة الخارجية من سيتوبلازم البيضة وهى البريبلازم حيث تصنع معه طبقة خلوية سطحية متواصلة تسمى البلاستوديرم (blastoderm) (شكل ١٣٩ ب) ، بينما بقية الأنوية الانقسامية فتحاط كل واحدة منها بسيتوبلازم متاخم وتبقى متخلفة إلى الوراء على صورة خلايا محية (yolk cells) . وفى أثناء نمو البلاستوديرم فى بعض أنواع الحشرات فقط تمر بعض الأنوية المنقسمة إلى القطب الخلفى للبيضة حيث تصنع هناك ما يسمى بالخلايا الجرثومية البدائية (primordial germ-cells) (كما فى شكل ١٣٩ ب) ، بينما فى بقية أنواع الحشرات فلا تعزل هذه الخلايا الجرثومية إلا فى وقت تال لذلك .

وباستمرار النمو يزداد سمك طبقة البلاستوديرم حيال الخط الوسطى السفلى فيتولد بذلك ما يسمى الشريط الجنينى (germ-band) (شكل ١٣٩ جـ) المقدر عليه أن يصنع جميع أنسجة الجنين . وأما باقى البيضة فيكون أساسا عبارة عن مح مطوق بالبلاستوديرم اللاجنينى (extra-embryonic blastoderm) الرفيع .

ويسيطر على هذا التكوين الجنينى المبكر مركزان هامان لا يستطاع تمييزهما بالعين بل يمكن اظهار مفعولها بالتجربة المعملية . فقرب القطب الخلفى للبيضة يوجد مركز تنشيطى (activation centre) يقوم على مايبدو بانتاج مادة كيماوية تنتشر إلى الأمام وتقرر تكوين الشريط الجرثومى ، وقد ثبت بالتجربة المعملية عن طريق عزل القطب الخلفى للبيضة بربطه بخيط حابس (ligaturing) أنه لا يستطاع استبعاد هذا المركز التنشيطى بدون عواقب سيئة إلا بعد أن يكون ذلك القرار قد صدر فعلا . وفى الموضع المطابق للصدر بجنين المستقبل يقع المركز الثانى المسمى بالمركز التمييزى (differentiation centre) الذى يشاهد أن عملية تفرقة الشريط الجرثومى تبدأ منه والذى لا يصير فعالا إلا بعد أن يكون نتاج المركز التنشيطى قد وصل إليه . فالبيضة المربوطة بخيط حابس فى مرحلة مبكرة أماماً من موضع المركز التمييزى يتكون عنها جنين قزم (dwarf) خلفا من الرباط . ومن قبل أن تكتمل مهمة المركز التمييزى تكون للبيضة قدرة على « الانضباط (regulation) » إلى حد بعيد ، بمعنى أن أجزاء من البيضة تستطيع تحت ظروف التجربة المعملية أن تتطور إلى تراكيب مخالفة للتراكيب المفروض أن كانت تعطيها اعتيادياً . ولكن فيما بعد ذلك تصير البيضة النامية « فسيفسائية (mosaic) » بحيث أن الأضرار الموضعية الناجمة مثلا عن اشعاع فوق بنفسجى تسبب تشوهات مناظرة فى اليرقة . والوقت الذى عنده تنتقل البيضة النامية من الحالة الانضباطية إلى

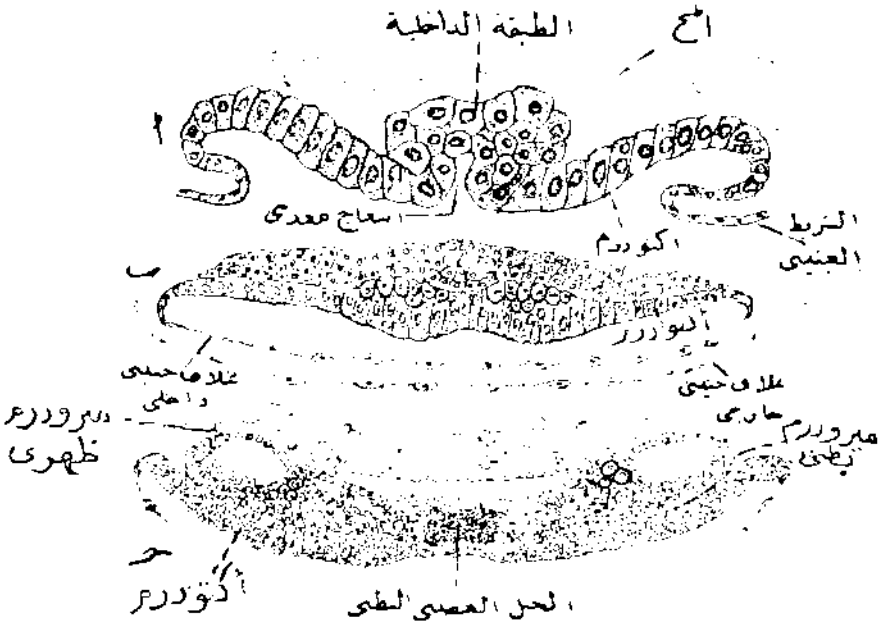
الحالة الفسيفسائية يختلف باختلاف أنواع الحشرات ، فمثلا فى الرعاش بلاتيكنيمس (Platycnemis) يكون الانضباط ممكنا لغاية أواخر مرحلة البلاستوديرم والبيضة المربوطة أثناء الفترة الانضباطية يصدر عنها جنينان قزميان ، وأما فى الدروسوفيلا (Drosophila) وبقية حشرات رتبة ذات الجناحين فتكون البيضة قد وصلت فعلا للمرحلة الفسيفسائية منذ وقت وضعها ، بينما فى نحلة العسل فيحدث ذلك فى مرحلة وسط بين مرحلتى الحشرتين السابقتين .

٢ — تكوين الأغشية الجنينية وعملية التحول إلى جاسترولة :

(Formation of the embryonic membranes and gastrulation)

وبعد ذلك إن عاجلا أوآجلا ينمو من طرفى الشريط الحرثومى انثناءان يعرفان بالانثنائين الأمنيونيين (amniotic folds) (شكل ١٣٩ د) واللذان يستمران فى النمو تجاه بعضهما فيقتربان من بعضهما حتى يتقابلان ويلتحمان معاً أخيرا وبذلك يحصران الشريط الحرثومى داخل حيز يعرف بالفراغ الأمينونى (amniotic cavity) (شكل ١٣٩ د ، ه) . ويترتب على ذلك أن يتكون غشاءان واقيان ، أحدهما غشاء خارجى يدعى المصلية أى السيروزا (serosa) وهو متواصل مع البلاستوديرم اللاجنينى . والآخر غشاء داخلى يدعى السلى أى الأمنيون (amnion) وهو متواصل مع طرفى الشريط الحرثومى (شكل ١٣٩ و) ، ويعمل هذان الغشاءان مع الفراغ المحصور بينهما كوسادة عازلة فائدتها صيانة الجنين النامى من الأذى .

وفى أثناء نمو الانثنائين الأمنيونيين تجرى عملية تكوين الجاسترولة (gastrulation) فى شكل نمو للداخل شبيه بالأخدود بالجهة السفلية على الخط الوسطى من الشريط الجنينى (شكل ١٤٠ أ) . وهى تبدأ عند مقر القناة الهضمية الأمامية فى المستقبل ثم تمتد تدريجياً إلى الطرف الذنبى من



شكل (١٤٠) : عملية تكوين الجاسترولة (Gastrulation) وتكوين طبقتى الاكتوديرم والميزوديرم .

الشريط الحرثومى الذى تصبح خلاياه على أثر ذلك منظومة بصورة طبقة داخلية تعرف بالطبقة السفلية (lower layer) وواقعة تحت الطبقة الخارجية التى تعرف بالإكتوديرم (ectoderm) . ووفقاً لبعض الثقاة فان الطبقة السفلية ينبعث منها كل من الميزوديرم (mesoderm) والإندوديرم (endoderm) ، بينما ثقاة آخرين فينادون بأنه لا يوجد اندوديرم حقيقى فى الحشرات وأن الطبقة السفلية هى مكافىء الميزوديرم وحده بالحيوانات الأخرى (شكل ١٤٠ أ ، ب ، جـ) .

٣ — تجزؤ الجنين إلى حلقات (Segmentation of the embryo) :

فى وقت مبكر جدا من النمو يصبح الشريط الحرثومى ذو الطبقتين

الذى يمكن تلقيبـــه الآن بالجنين) منقسما بواسطة انثلامات أو أخاديد مستعرضة إلى مسلسلة من حلقات يصل عددها أخيرا إلى عشرين حلقة . وتجرى عملية التجزؤ إلى حلقات بصورة تدريجية بادئة فى الأمام ثم تمتد نحو الخلف . فالجنين فى أول الأمر يكون مقسوماً إلى منطقتين ، الأولى تعرف بمنطقة الرأس الابتدائية (primary head region or protocephalic region) وهى تحتوى على ثلاثة حلقات ، والثانية تعرف بمنطقة الجذع الابتدائية (primary trunk region or protocormic region) وهى تحتوى على سبعة عشر حلقة تنتهى بذنب يدعى التيلسون . وباستمرار النمو تصبح الثلاثة حلقات الأمامية من حلقات الجذع الابتدائى مضافة إلى الرأس ، بينما الحلقات الجذعيـــة الثلاثة التالية (الرابعة والخامسة والسادسة) فتصبح متجمعة مع بعضها البعض بحيث تصنع منطقة الصدر ، وأما باقى حلقات الجذع وعددها إحدى عشرة حلقة مضافاً إليها التيلسون (وهى ليست بحلقة حقيقية) فتؤلف منطقة البطن . كما يتكون على كل حلقة حقيقية ما عدا الحلقة الأولى) وما عدا التيلسون بالطبع) زوجاً من نتوءات بارزة للخـارج تعـــرف بالزائدتين الجنينيتين (embryonic appendages) . والحلقة الجنينية الأولى المعروفة بالحلقة قبل القرنية (pre-antennal segment) تكون مصنوعة من الفصين الكبيرين الملقبين بفصى الرأس الابتدائيـــة (procephalic lobes) . وهى لا تحمل زوائد بل تتكون منها الشفة العليا . وأول زوج من الزوائد يعرفان بقرنى الاستشعار وهما ينتميان إلى الحلقة الثانية . وأما الزوج الثانى من الزوائد فيكون صغيرا جدا ومؤقتاً إذ سرعان ما يختفى ، بينما الثالث والرابع والخامس من أزواج الزوائد فتنمو مكونة على الترتيب الفكان العلويان والفكان السفليان والشفة السفلى . والأزواج الثلاثة التالية من الزوائد الجنينية تكون عادة أضخم وأظهر وهى عبارة عن أسلاف الأرجل الصدرية . ثم يلى ذلك فى

النهاية أحد عشر زوج من الزوائد الصغيرة التى تتلاشى فتختفى كلها قبل القفس ما عدا الزوج الأخير الذى يصبح القرنان الشرجيان . وفى بعض الحشرات قد يقفس الجنين وبه عدد حلقات البطن كما هو ولم يتغير . بينما فى البعض الآخر فقد تضمحل أو تختفى بعض من الحلقات البطنية الأمامية والخلفية قبل خروج الجنين من البيضة .

٤ — طبقة الميزوديرم (The Mesoderm) :

ويعقب ذلك أن تصبح خلايا الطبقة السفلية من الشريط الجرثومى مصطفة فى هيئة شريطين طوليين ثم بعدئذ بزمن قصير تظهر بالأخيرين أقسام أو حلقات مناظرة لحلقات الجنين التى تحمل الزوائد . كما وأن كل واحد من معظم هذه التقسيمات أو الحلقات الميزوديرمية تكتسب فى الحشرات غير المتخصصة زوجاً من الفراغات الداخلية التى تعرف بالأكياس السيلومية (coelomic sacs) ومن الجدران الظهرية أو الاحشائية (splanchnic walls) لهذه الأكياس تنشأ المناسل (gonads) والعضلات الحشوية والأجسام الدهنية . بينما جدرانها السفلية الجانبية أو الجسمانية (somatic walls) فتنشأ منها العضلات الجسمية والعضلات الزوائدية .

٥ — تكوين جدار الجسم والتجويف الجسمى الداخلى :

ينشأ جدار الجسم بما يحمل من أعضاء الحس من طبقة الإكتوديرم مباشرة . وأما التجويف الجسمى (body-cavity) فيبدأ بتكوين التجويف حول العصبى (epineural sinus) الذى ينشأ أساسياً بانفصال المح عن جدار الجنين من الداخل فى منطقة الخط الوسطى السفلى (شكل ١٤٠ جـ) . ثم تمتد هذه العملية نحو الجانبين وإلى أعلى فيترتب على ذلك أن التجويف حول العصبى وأغلب الأكياس السيلومية تصبح مندمجة وسائحة فى بعضها بحيث تصنع التجويف الجسمى الدائم .

٦ - تكوين الوعاء الظهرى :

عند امتداد التجويف حول العصبى إلى أعلى فهو يدفع أمامه بعض خلايا الميزوديرم التى سيتكون منها الوعاءالظهرى . ثم تتقابل هذه الخلايا عند الخط الوسطى الظهرى للجنين وترتب نفسها على شكل أنبوبة طولية هى أنبوبة القلب التى يتصل بها خلايا جسمية ميزوديرمية مرتبة فى صف واحد على كل جانب تصنع بعد ذلك الحجاب الحاجز العلوى . وينشأ الأورطة من اتصال الفراغين الأحشائيين للحلقتين الرأسيتين الثانية والثالثة من الجهة الظهرية للجنين ثم إمتداد الفراغ الموحد إلى الخلف لكى يتصل بالقلب .

٧ - تكوين الأعضاء التناسلية :

فور أن يتم تكوين الفراغ الجسمى تأخذ الخلايا الجرثومية البدائية (Primordial germ-cells) المتكونة من أول الأمر بطرف البيضة الخلفى فى المهاجرة إلى الأمام قليلا وبعد أن تنفصل على هيئة مجموعتين تنفذ إلى داخل طليعتى المنسلين (gonad - rudiments) حيث تستقر هنـــاك صانعة الغدتين التناسليتين (المبيضين أو الخصيتين) . وأما عن بقية الأعضاء والقنوات التناسلية الزوجية فتتكون كانغمادات من ميزوديرم الحلقات البطنية المختصة .

٨ - تكوين الجهاز العصبى :

بعد عملية تكوين الجاسترولة بوقت قصير يبدأ الجهاز العصبى المركزى فى النمو على صورة زوج من حيود عصبية (neural ridges) ممتدين بطول الجسم من الإكتوديرم ومفصولين عن بعضهما بأخدود وسطى يعرف بالأخدود العصبى (neural groove) . ثم يصبح هذان الحيدان العصبيان مختنقين فى الحلقات بحيث تتكون عندئذ بالحلقات أزواج من العقد

العصبية البدائية (neuromeres or primitive nerve ganglia) بينما الأجزاء من الحيلين الواقعة فيما بين الحلقات فتنشأ منها أزواج الموصلات (connectives) . ومن الجدير التنويه إلى أن كل الجهاز العصبي والأعضاء الحسية بأجمعها تنبع من الإكتوديرم وأن ظلائعها تصير مفصولة عن الإكتوديرم الخارجي الذى يصنع الجدار الجسمى . والثلاثة أزواج الأوائل من العقد العصبية وهى عقدتا المخ الأول (protocerebrum) وعقدتا المخ الثانى (deutocerebrum) وعقدتا المخ الثالث (tritocerebrum) تندمج بعضها لتصنع المخ (brain) . بينما الثلاثة أزواج التالية من العقد العصبية (أى الرابعة والخامسة والسادسة) فتلتحم معاً لتصبح العقدة العصبية تحت المريئية (suboesophageal ganglion) ، وأما أزواج العقد العصبية التالية لذلك وعددها يتراوح من ٩ إلى ١١ زوج فتتكون منها العقد العصبية الصدرية والبطنية (thoracic and abdominal ganglia). أما العقد العصبية للجهاز العصبي السمبثاوى فتنشأ من الخلايا الطلائية الموجودة فى السطح العلوى للقناة الهضمية الأمامية .

٩ — تكوين الجهاز الهضمى وملحقاته :

يبدأ بانبعاج الإكتوديرم للداخل خلفاً مباشرة من قرنى الاستشعار ليصنع المعى الفمى (stomodaeum) أى القناة الهضمية الأمامية الجنينية التى فتحتها إلى الخارج هى فتحة الفم . وكذلك بالمثل ينبعج الإكتوديرم للداخل فى النهاية الخلفية للجسم ليصنع المعى الشرجى (proctodaeum) أى القناة الهضمية الخلفية الجنينية التى فتحتها للخارج هى فتحة الشرج . أما طلائع الميزينترون أى القناة الهضمية الوسطى الجنينية (mesenteron rudiments) فينادى بعض العلماء بأنها اكتوديرمية الأصل حيث تتكون عن مجموعتين من الخلايا إحداهما ناشئة من النهاية الداخلية

لإنبعاج القناة الهضمية الأمامية وثانيتهما من النهاية الداخلية لانبعاج القناة الهضمية الخلفية ، بينما يؤكد ثقاة آخرون بأنها تنشأ من خلايا ميزوديرمية وأن هذه الخلايا تتكاثر وتنمو تجاه بعضها البعض ثم أخيرا تطوق المح على صورة أنبوبة كاملة تدعى الميزينترون أى القناة الهضمية الوسطى الجنينية . وقبل التقمس مباشرة يختفى الغشاء المعي الفمى (stomodaeal membrane) الذى يفصل ما بين المعى الفمى والميزينترون كما يختفى أيضاً الغشاء المعي الشرجى (Proctodaeal membrane) الذى يفصل مابين الميزينترون والمعى الشرجى ، وبذلك تنفتح القنوات الهضمية الثلاثة الأمامية والوسطى والخلفية على بعضها البعض وتصبح القناة الهضمية كلها أنبوبة واحدة متصلة تبدأ بفتحة الفم وتنتهى بفتحة الشرج .

أما أنابيب ملبيجى فمن رأى أغلب الثقاة أنها تنشأ كنموات خارجية ناتئة من المعى الشرجى على كثب من منطقة التقائه مع الميزينترون بمعنى أنها اكتوديرمية الأصل ، إلا أن بعض العلماء لديهم ما يدعوهم للاعتقاد بأنها تنشأ من النهاية الخلفية للميزينترون أى أنها ميزوديرمية . وفى بدء تكوين أنابيب ملبيجى تكون نهاياتها الطرفية مفتوحة ثم تنكمش بعد ذلك هذه النهايات إلى الداخل وتصبح مقفلة .

وتنشأ كل من الغدتين اللعابيتين مستقلة كنمو ناتىء من الإكتوديرم للداخل على جانب احدى زائدتى الحلقة الجنينية السادسة (حلقة الشفة السفلى).

١٠ — تكوين القصبات الهوائية :

تنشأ القصبات الهوائية كأزواج من الانبعاجات الناتئة للداخل بقرب قواعد أزواج الزوائد التابعة للصدر المتوسط والصدر الخلفى والحلقات البطنية

الثمانية الأوائل . والأفواه الخارجية لهذه الانبعاجات الداخلية تصبح الثغور التنفسية ، بينما نهاياتها الداخلية فتنمو منها امتدادات طولية أمامية وخلفية وهذه تلتقى ببعضها ثم تلتحم معاً لتصنع القصبتين الهوائيتين الطوليتين الرئيسيتين الواقعتين على جانبى الجسم . ثم بعد ذلك تتكون الفروع الأخرى من القصبات الهوائية وهذه تتفرع إلى فروع أصغر وهكذا حتى تتكون فى النهاية القصيبات الهوائية التى تنفصل عنها بعض خلايا الهايبوديرمس المحيطة بها لتصنع الخلايا الطرفية .

١١ — المراحل النموية الأخيرة (Later phases of development) :

يتكون الجنين دائماً على السطح السفلى للبيضة ، ولكنه فى الحشرات الواطئة يصبح منغمداً (منبعجاً للداخل) فى المح الوفير الموجود ببيضات هذه الحشرات . وتحدث هذه العملية عن طريق أن الجنين يجتاز قوسا بحيث يكون سطحه السفلى مواجها الآن للناحية الظهرية من البيضة ، ثم بعد زمن قصير يبدأ الجنين فى قلب وضعه بحيث يعود فى النهاية إلى الناحية السفلية من البيضة . وتعرف هذه التحركات التى يعملها الجنين أثناء النمو بالحركة الجنينية (blastokinesis) ، إلا أن مغزى العملية ما يزال غامضاً . والشريط الحرثومى يشكل الجزء السفلى من الحشرة النامية ثم لكى يكمل الجسم الجنينى فان حافتيه تأخذان فى النمو إلى أعلى بحيث ينتهى الأمر باكتمال الجنين على الناحية الظهرية ولو أن تفاصيل العملية تختلف فى مختلف الحشرات ، وهذا النمو إلى أعلى لا ينصب على الإكتوديرم والجدار الجسمى وحده بل ينصب كذلك على التجويف حول العصبى والميزوديرم بينما المعى المتوسطة فى النهاية تطوق المح . وفيما بعد تتمزق الأغشية الجنينية وتصير متقلصة ثم تمتص فى النهاية ثانية .

ثانياً — النمو بعد الجنيني (Postembryonic Development):

يخرج الجنين من البيضة بعد اكتمال نموه بواسطة عملية الفقس . ويتميز نمو الحشرة فى المرحلة التالية للجنين بظاهرتين هامتين وهما الانسلاخ والتبدل الشكلى . وفيما يلى تفاصيل هذه العمليات :

آ — الفقس (Hatching) :

عند اكتمال نمو الجنين وامتصاص الأغشية الجنينية بعد تمزقها تصبح الحشرة مستعدة للخروج من البيضة وآنئذ يكون لزاماً عليه أن يشق طريقه عنوة عبر الكوريون لكى يصل إلى العالم الخارجى ، وتعرف هذه العملية الأخيرة بالفقس . وتختلف طرق فقس الجنين باختلاف الحشرات ، وتنحصر هذه الطرق فيما يأتى :

١ — فى بعض من الحشرات وعلى الأخص بعض أنواع القمل القارض والبق التابع لرتبة هيتروبترا يوجد للبيضة من قطبها الأمامى غطاء يعرف بالقلنسوة (egg-cap or operculum) والتى يدفعها الجنين نحو الخارج بتأثير قوة نبض أعضاء مخصوصة إلى أن تنفتح وتسمح له بالخروج .

٢ — فى حشرات أخرى مثل بعض أنواع رتبة حرشفية الأجنحة قد يحدث كسر بقشرة البيضة نتيجة لقيام الجنين بنشاط عضلى موجه إلى جزء معين كما وتحضيرا لذلك قد يبتلع الجنين هواء أو يزدرد السائل الأمينونى بحيث أن الزيادة فى الحجم والتورم الناتجين عن ذلك يعاونان فى انجاز العمليـــة .

٣ — فى بعض حشرات رتبة حرشفية الأجنحة وبعض أنواع السوس من رتبة غمدية الأجنحة يقرض الجنين جزءاً من قشرة البيضة ثم يأكله ليشق طريقه إلى الخارج .

٤ — فى أحوال كثيرة يشق الجنين لنفسه ثغرة فى الكوريون بواسطة تراكيب جسمية مؤقتة تدعى مفجرات البيضة (egg-bursters) أو أشواك الفقس (hatching spines) . وتوجد هذه الأشواك إما على الرأس أو على أجزاء جسمية أخرى حيث إما تبقى لغاية أن تؤدى مهمتها ثم تتلاشى بعدئذ قبيل خروج الجنين بمعنى أنها تلازم المرحلة الجنينية فقط كما هو الحال فى بعض الفصائل من رتب مستقيمة الأجنحة وجلدية الأجنحة والرعاشات والقمل القارض والقمل الماص ونصفية الأجنحة وغيرها ، وإما تظل باقية من بعد الفقس لغاية أن تجتاز الحشرة انسلاخها الأول كالحال فى بعض فصائل رتبة ذات الذنب الشعرى ورتبة خافية الأجنحة (البراغيث) ورتبة نيماتوسيرا من رتبة ذات الجناحين ورتبة ايديفاجا من رتبة غمدية الأجنحة.

ب — النمو والإنسلاخ (Growth and Moulting) :

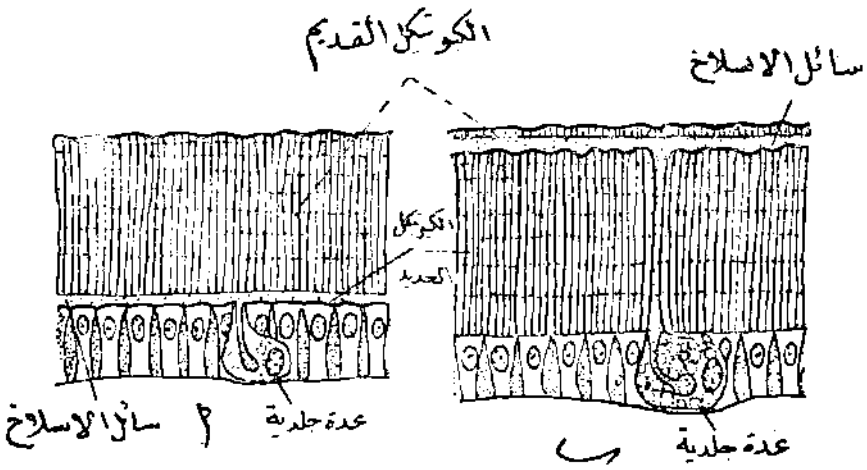
تخرج صغار الحشرات من البيض بعد تمام نموها الجنينى وتأخذ فى التغذية والنمو لتصل إلى الأطوار الكاملة . والنمو فى الحشرات ليس تدريجياً كما فى الثدييات بل يحدث على دورات تتبادل مع فترات تجرى فيها عمليات انسلاخ ويترتب على ذلك أن تمر صغار الحشرات فى عدة أشكال وأطوار مختلفة حتى تصل إلى طور الحشرة الكاملة وهى ظاهرة تعرف بالتبدل أو التحول الشكلى (metamorphosis) .

وتنمو الأنسجة إما عن طريق تكاثر الخلايا أو عن طريق زيادة فى حجم كل خلية أو عن طريق حدوث هاتين العمليتين معاً . فى الحشرات الاندوتريجوتية (ذات التبدل التام) غالباً ما يشاهد أن تلك الأنسجة التى تنمو أساسياً بطريق تكاثر الخلايا تنتقل من اليرقة إلى الحشرة الكاملة كما هى بدون أن تتغير إلاقليلا ، بينما تلك الأنسجة التى تنمو بطريق تضخم الخلايا فتهدم فى الطور العذرائى ثم تستبدل بأنسجة يافعية جديدة .

والكيوتيكل الرخو لبعض صغار الحشرات يمتط إلى حد بعيد فى أثناء النمو بينما الأجزاء الأقوى تصلباً كمثل محفظة الرأس فتنمو بنحو غير متواصل (أى متقطع) حيث تصبح زيادة الحجم ظاهرة عقب كل انسلاخة وغالباً ما تزداد مثل هذه التراكيب فى الحجم بمعدل ثابت تقريباً عند كل انسلاخه (ويعرف ذلك بقانون ديار Dyar's law) ولكن إذا كانت هناك فترة فاصلة طويلة أو قصيرة بدرجة غير عادية بين انسلاختين متتاليتين فان معدل الزيادة آنئذ يكون أكبر أو أصغر نسبياً عن المعتاد . والأجزاء الجسمية المختلفة تنحو إلى النمو بمعدلات تختلف عن بعضها البعض وعن المعدل النموى للجسم بأجمعه .

ونظراً لأن الجليد (الكيوتيكل) صلب وغير مرن بالدرجة الكافية لمجاراة الزيادة المضطردة فى نمو الأنسجة فللتغلب على هذه الصعوبة فان الأطوار غير البالغة من الحشرات تنزع عن نفسها جليدها القديم بين آن وآخر بعد أن تحل محله جليد آخر أوسع منه . وتعرف هذه الظاهرة أو العملية بالانسلاخ (moulting or ecdysis) ، كما ويعرف الجليد المنزوع فى كل مرة بالسلاخة (exuviae) .

والانسلاخ (شكل ١٤١) لا يشمل فقط جليد جسم الحشرة بل يشمل أيضاً جليد بعض الأعضاء الداخلية التى تتكون أصلا كانبعاجات من الجليد وهى المعى الأمامية والخلفية وكذلك القصبات الهوائية . وقبل بدء عملية الانسلاخ تكف الحشرة غير البالغة (اليرقة أو الحورية) عن تناول الغذاء كما وقد تصبح هادئة لمدة قصيرة من الزمن ، وفى غضون ذلك تتضخم الخلايا الهايبوديرمية وقد تنقسم انقساما مباشرا (ميتوزيا) مما يترتب عليه أنها تصبح مفصولة عن طبقة الجليد الداخلى (endocuticle) الموجودة فوقها أو بمعنى آخر يصير الكيوتيكل القديم سائباً عن الطبقة الهايبوديرمية ثم تبدأ خلايا الأخيرة فى إفراز وترسيب كيوتيكل جديد بادئة بطبقة الإبيكيوتيكل (شكل ١٤١ أ) . وبعدئذ تفرز خلايا الطبقة الهايبوديرمية



شكل (١٤١) : عملية الانسلاخ فى كيوتيكل غير متمعدن على أكسوكيوتيكل .
(أ) تكوين الابيكوتيكل الجديد والشروع فى هضم الاندوكيوتيكل القديم .
(ب) الاندوكيوتيكل القديم وقد تم هضمه واستصفاحه تقريباً وزيادة نمو الاندوكيوتيكل الجديد .

نفسها أو بعض غدد خاصة موجودة فيها سائلا خاصاً يعرف بسائل الانسلاخ (moulting fluid) والذى يملأ الفراغ الناشىء بين اندوكيوتيكل الخليد القديم وإبيكيوتيكل الخليد الجديد . فهذا السائل يحتوى على إنزيمى الكايتينيز (chitinase) والبروتييز (Protease) اللذين يذيبان الإندوكيوتيكل القديم ونواتج هضم الأخير تمتص عن طريق الهايبوديرمس . وأما الإبيكيوتيكل الجديد فيظل كما هو لأنه لا يتأثر بالإنزيمين المذكورين . وكذلك تقوم الخلايا الهايبوديرمية بافرازوترسيب باقى طبقات الخليد الجديد مبتدئة بالإندوكيوتيكل ومنتهية بالإكسوكيوتيكل . فيترتب على ذلك أن الخليد الجديد المستكمل يدفع أمامه سائل الانسلاخ وما تبقى من الكيوتيكل القديم الذى يصبح آنئذ متأهباً لأن ينزع عن الجسم (شكل ١٤١ ب) . وتتم عملية نزع بقايا الخليد القديم بكون الحشرة تقبض عضلات بطنها

وتزيد ضغط الدم فى منطقتى الرأس والصدر كما وقد تنفخ نفسها بابتلاع هواء (أو ماء فى الأنواع المائية) بحيث أن القوى الناجمة عن ذلك كله تسبب تمزق الكيوتيكل على طول خطى ضعف مخصوصين وهما خط الانشقاق الانسلاخى (ecdysial cleavage line) على الجهة الظهرية للرأس وخط طولى ينتصف الجهة الظهرية من الصدر . فبعد هذا التمزق بالكيوتيكل القديم تجاهد الحشرة لإخراج نفسها من خلال الشق بمعاونة الجاذبية الأرضية غالباً حيث أن معظم الحشرات تدلى أنفسها برؤوسها إلى أسفل إبان الانسلاخ ، وعند الانطلاق للخـــارج تحرر الحشرة زوائدهـــا من كيوتيكلها القديم ثم تخرج صدرها وأرجلها أولا من خلال الشق ثم تسحبه قليلا إلى الخلف لتخرج بعده الرأس وزوائدها ، وبعد خروج الرأس تدفع الحشرة الجليد القديم جهة نهاية الجسم الخلفية وتنسحب منه إلى أن تخرج بأكملها تاركة إياه وراءها ، وبالطبع يتخلف مع هذا الكيوتيكل المسلوخ البطانات الكيوتيكلية القديمة للقصبات الهوائية والقناة الهضمية الأمامية والخلفية . وفى بعض الحشرات المتطفلة يبقى الجليد القديم ملفوفاً حول آخر حلقة من حلقات الجسم . والحشرة المنسلخة حديثا يكون فيها الجـــليد الجديد فى أول الأمر رخوا مرنا وفاتح اللون ، وهى تشرع عندئذ فى ابتلاع هواء (أو ماء) فتزيد من حجمها مرة ثانية كما ويظل كثير من عضلاتها فى حالة انقباض لمدة من الزمن مما يتيح لضغط الدم أن يفرد الأجنحة والزوائد الأخرى إلى أكمل أحجامها ، ثم أخيرا يتيبس الكيوتيكل ويغمق فى اللون ولو أن هذا لا يمنع من استمرار زيادته فى السمك لمدة طويلة من الزمن . وعقب ذلك كله تستأنف الحشرة نشاطها .

وتختلف عدد مرات الانسلاخ كثيرا فى الحشرات المختلفة ، ولكنها غالباً تكاد تكون ثابتة فى حشرات تابعة لمجموعة واحدة ، فحوريات النطاط تنسلخ خمسة انسلاخات قبل أن تتحول إلى الأفراد الكاملة المجنحة .

والصرصور الشرقى تنسلخ حورياته سبعة مرات ، بينما تنسلخ يرقات الذباب خلال حياتها القصيرة مرتين فقط ، ويرقات رتبة حرشفية الأجنحة تنسلخ من خمسة إلى عشرة انسلاخات ، بينما تنسلخ بعض الحشرات البدائية مثل حوريات ذبابة مايو أكثر من عشرين مرة قبل أن تتحول إلى طور الحشرة اليافعة . وفى كثير من الحشرات عديمات الأجنحة (ايتريجوتا) مثل حشرات رتبتى كوليمبولا وثايزانيورا يستمر الانسلاخ بعد الوصول إلى طور البلوغ الجنسى ، بينما فى الحشرات ذوات الأجنحة (تريجوتا) فلا تنسلخ الحشرة الكاملة أبدا .

والشكل الذى يأخذه طور الحشرة بين كل انسلاخ وآخر تال له يعرف بالعمر أو الطور (instar) . فالعمر أو الطور الأول هو الشكل الذى يقع بين الفقس وبين أول انسلاخ ، بينما العمر الثانى فيقع بين الانسلاخين الأول والثانى ، وهكذا . أما المدة (الوقت) التى تمر بين انسلاخ وآخر تال له فتعرف بالفترة أو المرحلة (Stadium) . فالمدة بين الفقس وأول انسلاخ تعرف بالفترة الأولى ، والمدة بين الانسلاخ الأول والثانى هى الفترة الثانية ، وهكذا . والشاهد أنه لمدة ما من الزمن قبل أن تتم إحدى عمليات الانسلاخ يكون العمر (الطور) الجديد واقعاً بداخل الكيوتيكل القديم الذى لم ينزع بعد حيث يعرف آنئذ بالعمر الفنارى أو الطور التمهيدى (pharate instar) .

هذا وقد ثبت أن عمليتى النمو والانسلاخ أثناء المرحلة التالية للجنين تقع تحت سيطرة هورمونات تفرز من الغدد الصماء ، وسوف يناقش ذلك فى التو مع التبدل أو التحول الشكلى .

جـ — التبدل أو التحول (Metamorphosis) :

من أهم ما تتميز به الحشرات أنها تخرج من البيضة فى حالة تختلف فى الشكل تماماً عن الحشرة الكاملة . ولذا فهى تمر أثناء نموها فى المرحلة التالية

للجنين بسلسلة من التغيرات التى تأخذ فيها أشكالا مختلفة ، وتعرف هذه التغيرات الشكلية التى تصل بعدها الحشرة إلى طورها الكامل بالتبدل أو التحول الشكلى (metamorphosis) . وبديهى أن هذا التحول مرتبط دائماً بنمو الحشرة فى الفترات الواقعة بين الانسلاخات المتتالية .

وعمليات النمو والانسلاخ وظهور الصفات اليافعية (imaginal characters) أثناء الحياة بعد الجنينية إنما تقع تحت سيطرة جهاز متزن من الهورمونات التى تفرز بمعرفة غدد صماء موجودة بالجزء الأمامى من جسم الحشرة وقد جاء ذكرها آنفاً . ويبدو أن العمليات الجارية فى هذا الصدد أساسها واحد فى كل من الحشرات الإندوتريجوتية (التى تنمو فيها الأجنحة داخلياً) والحشرات الإكسوتريجوتية (التى تنمو فيها الأجنحة خارجياً) . فالخلايا العصبية الإفرازية الموجـودة بالمخ تنتج هورمونا يبعث النشاط فى غدد الصدر الأمامى أو ما يناظرها بحيث يجعـل الأخيرة تفرز هورمونا ثانياً يحمل الحشرة على أن تنسلخ ويعرف أحيانا بالانسلاخون أو الإكدايسون (ecdysone) وقد تم الآن عزله كيماوياً . وعلى أى حال فريثما أن الحشرة ما تزال صبية (صغيرة السن) فان هورمونا ثالثاً تنتجـه الكوربورا أللاتا ويعرف بهورمون الصبا (juvenile hormone) أو النيوتينين (neotenin) يكون متواجدا بكميـة تكفى لأن تكبت ظهور الصفات اليافعية ، ومن ثم فان الانسلاخات المبعوثة بتأثير هورمون للغدد الصدرية الأمامية تؤدى إلى مسلسلة من الأطوار اليرقية أو الحورية . وأما فى أواخر الحياة اليرقية أو الحورية فان انتاج هورمون الصبا يوقف أو يخفض بنحو فجائى مما يتيح للصفات اليافعية أن تظهر الآن . ويبدو أن اختـلافاً مقداريا فى الميزان المتغير ما بين هورمونات غدد الصدر الأمامى وهورمونات الكوربورا أللاتا هى السبب فى وجود الفرق بين التحول إلى الحالة اليافعة المفاجىء نسبيـاً فى الحشرات الهولوميتابولية (تامة

التبدل) وبين التغير الأكثر تدرجا فى الحشرات الهيميتابولية (ناقصة التبدل) . وقد أمكن إثبات التفسير المذكور آنفاً بوسائل مختلفة . فمثلا لما جردت حشرات صبية من الكوربورا ألاتا وجد أنها انسلخت إلى أفراد أشبه بالطور اليافع بصورة مصغرة بينما لما غرست كوربورا ألاتا نشيطة فى حوريات أو يرقات فى أواخر حياتها وجد أن هذا يؤدى إلى انتاج أطوار غير بالغة زائدة عن العدد المألوف .

أنواع التبدل أو التحول (Types of Metamorphosis) :

تنقسم الحشرات تبعاً لطريقة تبدلها أو تحولها أى طبقاً لمدى التغيرات التى تطرأ عليها أثناء نموها إلى الأقسام الرئيسية التالية :

(أولا) حشرات عديمة التحول (Ametabola) :

تضم هذه المجموعة الحشرات عديمة الأجنحة مثل حشرات رتبتى كوللمبولا (Collembola) وثايزانيورا (Thysanura) . فلا يظهر على حشرات هذه الرتب أى تغير ظاهر أثناء نموها ولا تختلف أشكال صغارها عن حشراتها الكاملة إلا فى الحجم ، ولا يوجد على صغارها أى آثار للأجنحة حتى فى الأطوار الجنينية كما ولا تختلف طرق تغذية هذه الصغار عن الحشرات الكاملة . ولا يوجد اسم خاص لصغارها كما فى بقية الحشرات حيث تعرف الصغار باليرقات أو الحوريات أو حوريات الماء (نياد) .

(ثانيا) حشرات ذات تحول (Metabola) :

وفيها تختلف أشكال الصغار الناقصة حديثاً من حيث المظهر والبنيان إما قليلا أو كثيرا عن الطور اليافع . ولذا فان نموها يتضمن تغيرات فى الشكل قد تشتمل على فقدان تراكيب صبائية محضة وكذلك ظهور أعضاء يافعية . وتختلف ضخامة هذه التغيرات باختلاف الحشرات ، ولكن يمكن تقسيم حشرات هذه المجموعة عموماً إلى المجموعتين الآتيتين :

١ — الحشرات ناقصة التحول (Hemimetabola) :

وهى تعرف أيضاً بالحشرات ذات التحول غير التام (incomplete) أو المباشر (direct) . وفيها يمضى الجنين المظاهر الجنينية الثلاثة وهى المظهر ذو الأقدام الأولية (protopod) والمظهر عديد الأقدام (polypod) والمظهر قليل الأقدام (oligopod) بداخل البيضة حتى يصل إلى درجة متقدمة من النمو يفقس بعدها فى طور غير بالغ يعرف بالحورية (nymph) التى تماثل الطور اليافع فى العادات وفى صفات تركيبية كثيرة (ما عدا فى أحوال قليلة مخصوصة) بحيث أن التحول ينحصر أساسياً فى ظهور صفات يافعية بنحو تدريجى نسبياً ، إذ أن الأجنحة وآلة التناسل الخارجية تظهر للعيان فى طور حورى مبكر عادة فى صورة مبادىء (طلائع) خارجية (external rudiments) ثم تزداد هذه فى الحجم والتعقيد بكل عمر من الأعمار الحورية التالية ، كما وأن طليعتى المنسلين (gonad rudiments) للحورية الفتية تتميزان وتنموان تدريجياً وكذلك تتكون قنوات الجهاز التناسلى بنحو اضطرادى . وتنمو العينان المركبتان عقب الانسلاخات المتتالية باضافة وحدات بصرية جديدة وقد يزداد عدد المفاصم فى قرنى الاستشعار والقرنين الشرجيين ورسوغ الأرجل ، ثم بحدوث الانسلاخة الأخيرة للحورية تتكون الحشرة اليافعة . وإذن فيوجد فى تاريخ الحياة هنا ثلاثة أطوار هى البيضة ثم الحورية ثم الحشرة الكاملة أو اليافعة .

وتقع هذه الحشرات ناقصة التحـــول فى فرقـة اكسوتريجوتا (Exopterygota) من طويئفة الحشرات ذوات الأجنحة (تريجوتا) . وهى تنقسم بدورها إلى المجموعتين التاليتين :

أ — حشرات ذات تحول ناقص تدريجى (Paurometabola) :

وهى عبارة عن جميع توابع فرقة إكسوتريجوتا ماعدا ثلاثة رتب

فقط وهي رتبة أودوناتا (الرعاشات) ورتبة افيميروبترا (ذباب مايو) ورتبة بليكوبترا (ذباب الأحجار) . وفيها تكون الحورية والحشرة الكاملة (اليافعة) متشابهتين حتى فى السلوك والعادات وطريقة المعيشة حيث يعيشان معاً فى بيئة واحدة ويتغذيان على نفس الغذاء ، كما وأن التغيرات الحارية أثناء الانسلاخة الأخيرة للحورية المؤدية إلى الحشرة اليافعة تكون غير عنيفة ولا غرابة فيها . ويوجد هذا النوع من التحول مثلا فى حشرات رتب مستقيمة الأجنحة (كالجراد والصراصير) ومتشابهة الأجنحة (المن) ونصفية الأجنحة (البق) (كما فى شكل ١٤٢) .

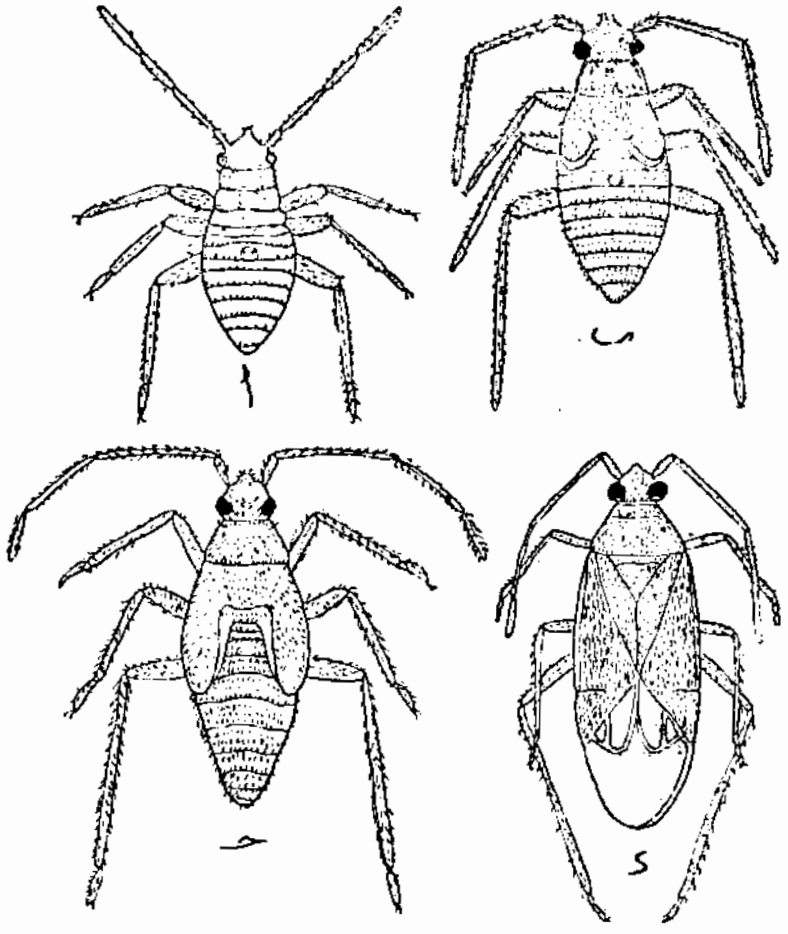
ب— حشرات ذات تحول ناقص غير متجانس (Heterometabola) :

وهى مجموعة من الحشرات ذات تحول ناقص مثل السابقة مع افارق بأن الحورية هنا تعيش فى بيئة تختلف عن بيئة الحشرة الكاملة إذ تعيش الأولى فى الماء والثانية على الأرض مما أدى إلى اختلافهما فى نوع الغذاء وطريقة التغذية وإلى تحورات تركيبية معينة بالحورية تكى تناسب حياتها فى الماء . فحورية هذه الحشرات تعرف بحورية الماء أو عروس البحر (نياد naiad) وهى مائية وتتنفس بخياشيم قصبية ، ولذا فان التغيرات الحارية أثناء آخر انسلاخة التى تتحول بها النياد إلى حشرة كاملة تكون أعنف من التغيرات الحارية بالانسلاخات السابقة لها لأنها تتضمن زوال الخياشيم وغيرها من التراكيب التى كانت مستعملة فى المعيشة المائية . ولا يوجد هذا النوع من التحول إلا فى حشرات الرتب الإكسوترجوتية أودوناتا (الرعاشات) وإفيميروبترا (ذباب مايو) وبليكوبترا (مطبقة الأجنحة) حيث يشتمل تاريخ الحياة على ثلاثة أطوار هى البيضة والنياد والحشرة الكاملة.

٢ — حشرات كاملة التحول (Holometabola) :

وهى تعرف أيضاً بالحشرات ذات التحول التام (complete) أو غير المباشر (indirect) حيث تمر الحشرة أثناء دورة حياتها فى أربعة أطوار

هى البيضة والبرقة والعذراء والحشرة الكاملة . فالجنين يفقس من البيضة على صورة تعرف بالبرقة (larva) وهى نشيطة تأكل بشراهة وتنسلخ جملة مرات فتمر فى سلسلة أعمار يرقية مشابهة تماما لبعضها البعض ولكنها تختلف جميعاً بشدة عن طور الحشرة اليافعة فى العادات والشكل والتركيب



شكل (١٤٢): التحول الناقص التدريجى فى حشرة Lygus pabuliuns من الرتبة نصفية الأجنحة . (ا) الحورية فى العمر الثانى . (ب) الحورية فى العمر الرابع . (جـ) الحورية فى العمر الخامس . (د) الحشرة الكاملة .

وتنمو فيها الأجنحة داخلياً على هيئة براعم تظل مختفية بداخل الصدر . وتتحول هذه اليرقة بعد اكتمال نموها إلى طور يعرف بالعذراء (pupa) وهو طور ساكن وتظهر فيه الأجنحة خارجياً على الجسم لأول مرة . ثم أخيرا تنسلخ هذه العذراء فتتحول إلى طور الحشرة الكاملة (adult) . ويوجد هذا النوع من التحول فى جميع الرتب التابعة لفرقة إندوتريجوتا (Endopterygota) من طويئفة الحشرات ذوات الأجنحة (تريجوتا) مثل رتب حرشفية الأجنحة وغمدية الأجنحة وذات الجناحين وغشائية الأجنحة. وبالمقارنة مع الحشرات الناقصة التحول نجد أن الحشرات الكاملة التحول تحتوى الأعمار اليرقية فيها على صفات يافعية مكبوتة وكذلك على أعضاء خاصة باليرقة فقط وتفقد عند التحول إلى العذراء . وسوف نناقش التغيرات الداخلية المعقدة التى تصاحب التحول إلى العذراء فى صفحات تاليـــة .

فـرط التحول (Hypermetamorphosis) :

يوجد قليل من الحشرات كاملة التحول يكون فيها اثنان أو أكثر من الأعمار اليرقية مختلفة بشدة عن بعضها فى الشكل ولذا يطلق على تحولها اسم فرط التحول ، وهو يعد من خصائص حشرات طفيلية معينة حيث تكون الاختلافات فى الشكل بين اليرقات مصحوبة باختلافات فى طريقة معيشتها . فمثلا فى حشرات فصيلة ميلويدى (Meloidae) المعروفة بالخنافس الزيتية (oil beetles) يكون العمر اليرقى الأول على صورة يرقة كامبوديا وية (campodeiform) منبسطة وجامدة الجلد وسريعة الحركة ولها أرجل صدرية طويلة وأجزاء فمية قوية ، ثم تحمل اليرقة المذكورة إلى عش عائلها (وهو نوع من النحل عادة) حيث تنسلخ هناك لأول مرة فتتحول بذلك إلى يرقة رخوة الجسم ضعيفة الحركة

ذات أرجل قصيرة . ثم بعد الانسلاخ الثانى تصبح اليرقة لحمية مقوسة الجسم شبيهة بالعذراء وقصيرة الأطراف بشكل واضح إلى درجة الاضمحلال ، وتقضى اليرقة بياتها الشتوى على هذا النحو . وفى الربيع التالى تنسلخ للمرة الثالثة وتكون على نفس الشكل السابق ثم للمرة الرابعة فتتحول بعدئذ إلى عذراء حقيقية والتى تنسلخ لتعطى الحشرة الكاملة . كما ويوجد فرط التحول أيضاً فى جميع حشرات رتبة ستربسيبترا (ملوية الأجنحة) وفى حشرات فصيلة مانتيسبيدى (Mantispidae) من رتبة شبكية الأجنحة وفى كثير من الحشرات الطفيلية التابعة لرتبة غشائية الأجنحة .

التحول الداخلى المؤدى إلى الحشرة الكاملة (Internal Metamorphosis) :

تتكون الحشرة الكاملة كنتيجة نهائية للتحول . فى الحشرات ناقصة التحول يتم الانتقال إلى طور الحشرة الكاملة بعد تغيرات خارجية وداخلية تدريجية مباشرة والتى يمكن تتبعها أثناء الأعمار المختلفة لطور الحورية حيث تتحول أعضاء الحورية إلى أعضاء الحشرة اليافعة بعد تغير قليل لا يتعدى زيادة فى الحجم وتغيرات فى الأبعاد وتحسينات تركيبية محدودة .

وأما فى الحشرات كاملة التحول فيحدث معظم التحول من طور اليرقة إلى طور الحشرة الكاملة أثناء طور العذراء الساكن إذ منذ بداية هذا الطور العذرائى تجرى عملية هدم أو تحطيم (histolysis) للأعضاء والأنسجة اليرقية مصحوبة بعملية بناء (histogenesis) للأعضاء والأنسجة اليافعة كما وتستمر هاتان العمليتان طوال المرحلة العذرائية . وتختلف درجة هذا التغير من حشرة إلى أخرى . فى الرتب الإندوتريجوتية الأميل إلى البدائية كمثل رتبة شبكية الأجنحة وأيضاً فى رتبة غمدية الأجنحة يجرى هدم نسيجى قليل نسبياً إذ أن نسبة كبيرة من الأنسجة والأعضاء اليرقية تمرر

كما هى إلى الحشرة اليافعة بعد بعض التحويرات الطفيفة . بينما فى رتبتى غشائية الأجنحة وذات الجناحين فان الهايبوديرمس والقناة الهضمية والغدد اللعابية وأكثر العضلات الموجودة فى اليرقة تنهدم جميعاً ثم تستبدل بتكوينات يافعية جديدة بالمرة ، بل وفى بعض الأحوال يسرى نفس المصير على الأجسام الدهنية وأنابيب ملبيجى والقلب ، وحتى التراكيب التى لا تهدم قد يطرأ عليها قدر كبير من التعديل الهيستولوجى .

ورغم اختلاف درجتى الهدم والبناء الجاريتين فى مختلف الحشرات فان عملية الهدم تبدأ فى جميع الحالات بموت الأنسجة المعنية التى تتحطم بعدئذ ثم قد تذوب من تلقاء نفسها بدون تدخل خلايا دموية التهامية (phagocytic blood-cells) ولكن الأغلب أن الأخيرة تقوم بابتلاع وهضم كسرات النسيج المتحطم أوحتى تهاجم الأنسجة الميتة حديثاً فتغزوها وهى مازالت محتفظة بقدر كبير من تكاملها التركيبى . وأخيرا فان النواتج الناجمة عن عملية هدم الأنسجة تتراكم فى الدم حيث توفر مواداً تستعمل فى عملية البناء . وأما الخلايا التى سوف تتكون منها الأنسجة اليافعية فهى عبارة عن خلايا خاصة قد ظلت مكبوتة طوال مرحلة اليرقة . فى بعض الأحوال تبقى هذه الخلايا غير متميزة هيستولوجياً عن الخلايا المجاورة لها لغاية كل أو جزء كبير من المرحلة اليرقية . بينما فى بقية الأحوال فانها تصير متميزة على صورة هيستوبلاستات أو أزرار نسيجية (histoblasts) والتى تكون موجودة أحيانا منذ الجنين أو منذ طور متأخر من أطوار اليرقة على صورة كتل خلوية هى عبارة عن طلائع الأعضاء (organ-rudiments) وتعرف بالبراعم أو الأقراص اليافعية (imaginal buds or discs) . فالبراعم اليافعية للأجنحة والأرجل والأجزاء الفمية وقرنى الاستشعار وآلة التناسل الخارجية تكون فى هيئة

انطواءات أو تغلظات طفيفة بالهايبوديرمس حيث قد تقبع فى انغمادات كيسية الشكل ، وهى تظل ساكنة حتى قرب نهاية المرحلة اليرقية حيث يتغير التوازن الهورمونى الذى يتحكم فى التحول فتأخذ آنئذ (أى فى أثناء ما يعرف بطور ما قبل العذراء prepupa) فى النمو بسرعة ثم تنقلب ظهراً لبطن عند التحول إلى عذراء (pupa) . وأما البراعم اليافعية للهايبوديرمس والقناة الهضمية والغدد وجذوع القصبات الحوائية الرئيسية وغير ذلك فتكون عبارة عن عشوش من خلايا متمركزة فى جدران الأعضاء اليرقية المناظرة ، وهى تتوالد بسرعة فى طور العذراء حيث تكمل أو تحل محل الأنسجة اليرقية .

والملخص التالى ربما يعبر عن التغيرات التى تحدث للانسجة والأجهزة المختلفة فى الحشرات التامة التحول فى أثناء تحولها من أنسجة وأجهزة يرقية إلى أنسجة وأجهزة مناظرة بالحشرة اليافعة :

١ — الهايبوديرمس : إن عملية نمو هايبوديرمس الحشرة الكاملة لتعد من العمليات الهامة إذ يرتبط بها أيضاً نمو الأرجل والأجنحة وقرون الاستشعار وآلة التناسل الخارجية والتى تبدأ فى الانبعاج والظهور خارجياً أثناء طور العذراء . وفى رتبة نمدية الأجنحة تنتقل خلايا أغلب هايبوديرمس اليرقة إلى الحشرة الكاملة بدون أن يحدث لها أى تدمير . وفى رتبة غشائية الأجنحة ورتبة ذات الجناحين يحدث تغير تدريجى لهايبوديرمس اليرقة وتنمو هايبوديرمس الحشرة الكاملة من براعم يافعية (Imaginal discs) ، وفى هاتين الرتبتين تنشأ خلايا هايبوديرمس الرأس والصدر من جزء من البراعم اليافعية لزوائد الرأس والأرجل بينما تنشأ الهايبوديرمس الجديدة للبطن من مراكز مجددة خاصة مستقلة ، ففى ذبابة الدروسوفيلا مثلا توجد ستة من هذه المراكز المجددة على الحلقات البطنية

التى تحمل أزواج الثغور التنفسية . وأما فى الرتب الأقل رقياً التابعة للحشرات كاملة التحول حيث تكون زوائد الرأس والصدر فى اليرقات مشابهة إلى حد كبير لمثيلاتها فى العذراء أو الحشرة الكاملة فنجد أن هذه الزوائد المذكورة فى العذراء والحشرة الكاملة تنمو داخل مثيلاتها فى اليرقة . وفى حالات أخرى لا توجد البراعم المحددة ملازمة لزوائد اليرقة بل إن الزوائد المذكورة فى الحشرة الكاملة تنشأ أثناء طور العذراء من جيوب هايبوديرمية موجودة فى اليرقة . وتظهر البراعم المحددة بصورة مبسطة فى يرقة البعوض التابعة لجنس أنوفيليس حيث توجد هذه البراعم عند قواعد زوائد اليرقة المماثلة لها والتى ينتظر أن تحل محلها أثناء طور العذراء .

٢ — القناة الهضمية : قد تنتقل طلائية القناة الهضمية الأمامية والقناه الهضمية الخلفية من اليرقة إلى الحشرة الكاملة كما هى بعد تغيير بسيط كما فى رتبة نمدية الأجنحة. ولكن فى دودة الحرير (Bombyx mori) وكذلك فى الحشرات التابعة لرتبة سايكلورافا من رتبة ذات الجناحين فتوجد حول النهاية الداخلية للقناة الهضمية الأمامية أى المعى القمى خلايا محددة تعرف بالحلقة اليافعية الأمامية (anterior imaginal ring) كما وتوجد حول النهاية الداخلية للقناة الهضمية الخلفية أى المعى الشرجى خلايا محددة أخرى تعرف بالحلقة اليافعية الخلفية (Posterior imaginal ring) ، وفى أثناء طور العذراء تندثر وتزول القناة الهضمية الأمامية والخلفية وتتكاثر خلايا الحلقة اليافعية الأمامية لتصنع قناة هضمية أمامية جديدة وكذلك تتكاثر خلايا الحلقة اليافعية الخلفية وتصنع قناة هضمية خلفية جديدة . أما بالنسبة للقناة الهضمية الوسطى أى المعدة فغالبيتها تزول ويحل محلها قناة هضمية وسطى جديدة من الخلايا المحددة الموجودة عند قواعد الخلايا الطلائية العادية المكونة للقناة الوسطى فى اليرقة (كما فى رتب ترايكوبترا

وحرشفية الأجنحة ذات الجناحين وغشائية الأجنحة وكثير من حشرات رتبة غمدية الأجنحة) أو من براعم مجددة موجودة عند النهاية الخلفية لهذه القناة الوسطى (كما فى بعض حشرات رتبة غمدية الأجنحة) . وفى بعض الحشرات (كما فى خنفساء سايبيستر Cybister) تزول القناة الهضمية للبرقة ويبنى بدلها قناة هضمية جديدة أثناء طور العذراء ثم تزول هذه القناة الجديدة مرة أخرى ويحل محلها قناة جديدة ثانية نهائية وذلك فى أثناء طور العذراء أيضاً وقبل خروج الحشرة الكاملة .

٣ — أنابيب ملبيجى : فى بعض أنواع رتبة ذات الجناحين (مثل حشرة هيتروجينيا Heterogenea) ورتبة غمدية الأجنحة (مثل حشرة ليبتينوتارسا Leptinotarsa من فصيلة كرايزوميليدى Chrysomelidae) تنتقل أنابيب ملبيجى فى البرقة كما هى بدون تغير يذكر إلى الحشرة الكاملة. ولكن فى بعض الحشرات الأخرى قد تتلاشى أنابيب البرقة كلياً أو جزئياً وتتكون أنابيب الحشرة الكاملة من الخلايا المجددة الموجودة عند قواعد الخلايا الطلائية العادية لأنابيب ملبيجى ولو أن الجزء القاعدى لهذه الأنابيب الجديدة فى الحشرة الكاملة تنشأ فى هذه الحالة من الحلقة اليافعية الخلفية (Posterior imaginal ring) .

٤ — الغدد اللعابية (غدد الحرير) : تتلاشى الغدد اللعابية فى البرقة كلية حيث تبتلعها الخلايا الدموية الالتهامية ثم تتكون غدد الحشرة الكاملة بواسطة نمو وتكاثر خلايا زوج من البراعم الحلقية موجودين حول الفتحة الخارجية لقناة الغدة المشتركة (أو لقناة كل من الغدتين فى حالة انتهاء كل غدة فى خارج الجسم بفتحة مستقلة). ولكن فى حشرة جالليريوسيلا (Gallerucella) من فصيلة كرايزوميليدى (Chrysomelidae) من رتبة

تحمدية الأجنحة فتنمو الغدد الجديدة بعد اندثار غدد اليرقة كانبعاجات للداخل من جدار الجسم عند قواعد الفكوك السفلى .

٥ — الجسم الدهنى : فى أغلب حشرات رتبة تحمدية الأجنحة يحدث تغير بسيط عند انتقال الجسم الدهنى من اليرقة إلى الحشرة الكاملة . وفى حشرة كاللیفورا (Calliphora) من رتبة ذات الجناحين يحدث تغير شامل للجسم الدهنى فى اليرقة بجسم دهنى آخر ينشأ من براعم يافعية (Imaginal buds) هى عبارة عن بعض الخلايا الميزنشيمية والتى بقيت على حالة جنينية وموجودة على السطح الداخلى لخلايا هايبوديرمس جدار الجسم .

٦ — الخلايا النبيذية : تتلاشى خلايا اليرقة النبيذية وتنشأ الخلايا النبيذية الجديدة من بعض خلايا هايبوديرمس جدار الجسم بعد انفصالها عن زميلاتها المكونة لجدار الجسم .

٧ — الجهاز القصبى الهوائى : تنتقل خلايا الهايبوديرمس المغلفة للقصبات الهوائية فى اليرقة كما هى إلى الحشرة الكاملة ولو أنه قد يحدث أن تنشأ أفرع جديدة أو أن تفتح أخرى فى ثغور تنفسية جديدة عاملة . وفى حشرة مورمونيللا (Mormoniella) من رتبة غشائية الأجنحة يحدث تغير كبير للقصبات الهوائية فى اليرقة وتنشأ القصبات الجديدة من خلايا خاصة موجودة عند قواعد جذوع القصبات الهوائية الثغرية (Spiracular trunks) فى اليرقة . وفى حشرة كاللیفورا (Calliphora) يحدث بعض التغير للقصبات الهوائية فى اليرقة وتنمو القصبات الجديدة من براعم يافعية مبعثرة على جدار القصبات الهوائية لليرقة .

٨ — الوعاء الظهرى : غالباً ما ينتقل الوعاء الظهرى من اليرقة إلى الحشرة الكاملة بدون تغير يذكر ومع استمرار نبضه وذلك فى أثناء

طور العذراء الساكن ، ولكن فى حشرة مورمونيللا (Mormoniella) يندثر الوعاء الظهرى لليرقة ويحل محله وعاء ظهرى جديد من براعم مجددة مبعـــثرة .

٩ — الجهاز العصبى المركزى : المعروف عما يحدث للجهاز العصبى المركزى اليرقى فى أثناء طور العذراء هو أن موضع العقد العصبية يتغير عند انتقالها إلى الحشرة الكاملة وذلك لقصر الأحبال العصبية الطولية (Connectives) الموصلة بينها . ولكن بعض الحشريين وجدوا أنه يحدث اندثار للجهاز العصبى المركزى فى اليرقة ويحل محله جهاز عصبى مركزى جديد من خلايا عصبية مجددة (Neuroblasts) موجودة على السطح الخارجى لكل عقدة عصبية يرقية حيث تكون محيطة بالخلايا العصبية الأكبر حجماً لتلك العقدة .

١٠ — الجهاز العضلى : توجد اختلافات كثيرة متباينة لما يحدث للجهاز العضلى أثناء التبدل (أثناء طور العذراء) فى الحشرات المختلفة . فقد لوحظ أن عضلات الحشرة الكاملة تنشأ تبعاً لعدة طرق منها ما يأتى :

(ا) بعض عضلات اليرقة تنتقل بدون تغير يذكر إلى الحشرة الكاملة .

(ب) البعض الآخر يحدث له بعض التجديد عند انتقاله من اليرقة إلى الحشرة الكاملة .

(حـ) بعض عضلات اليرقة تندثر بدون أن تعود ثانية أو يتجدد غيرها .

(د) بعض عضلات اليرقة تندثر ويتكون غيرها ليحل محلها فى الحشرة الكاملة .

(هـ) بعض العضلات لاتوجد إلا فى الحشرة الكاملة فقط وتنشأ لأول مرة أثناء طور العذراء .

وفى جميع الأحوال السابقة التى يحدث فيها تكوين عضلات جديدة تحل محل العضلات المندثرة فى اليرقة أو يتكون فيها عضلات لأول مرة أثناء طور العذراء تتكون مثل هذه العضلات الجديدة من نوايات محددة صغيرة موجودة بداخل أو حول الألياف العضلية فى السيرقة كما فى حشرة مورمونييللا (Mormoniella) وأنواع الذباب التابعة لرتيبة سايكلورافا . وفى حشرة كاللليفورا (Calliphora) تنشأ بعض عضلات الحشرة الكاملة لأول مرة أثناء طور العذراء والبعض الآخر ينشأ بعد اندثار عضلات اليرقة ثم بناء غيرها من جديد بواسطة الخلايا المحددة المسماة بالأزرار العضلية (Myoblasts) .

١١ — الجهاز التناسلى : تنشأ زوائد أعضاء التناسل الخارجية الموجودة بالحشرة الكاملة (آلة وضع البيض فى الأنثى أو آلة السفاد فى الذكر) من ثخانات هايبوديرمية (Hypodermal thickenings) موجودة باليرقة فوق استرنات الحلقتين البطنيتين الثامنة والتاسعة فى حالة الأنثى وفوق استرنات الحلقة البطنية التاسعة فقط فى حالة الذكر . وأما أجهزة التناسل الداخلية فتنشأ من مناسل (Gonads) تظهر فى اليرقة . ومن هذه البراعم والأحبال (Cords) المتصلة بها تنشأ المبايض والقنوات المبيضية الجانبية والمشتركة فى حالة الأنثى أو الخصى والأوعية الناقلة وحوصلاتها المنوية فى حالة الذكر . بينما بخصوص قناة المهبل وما تحمله من غدد زائدة وقابلة منوية فى حالة الأنثى أو القناة القاذفة وغددها الزائدة فى حالة الذكر فتنشأ كلها كانبعاجات للداخل من جدار الجسم وذلك فى أثناء طورى اليرقة والعذراء .

النمو الجارى بعد انتهاء عملية التبدل (Postmetamorphic Development):

ولو أن القاعدة هى ألا تنسلخ الحشرة الكاملة فى الحشرات ذوات الأجنحة سواء الناقصة أم الكاملة التبدل إلا أن العادة أن تستمر بعض الأنسجة فى النمو بعد خروج الحشرة الكاملة من العذراء أو من الحورية . فالتلوين وصلابة جدار الجسم لا يكتملان إلا بعد مرور فترة من خروج الحشرة الكاملة . وفى أغلب الحشرات الكاملة تحتاج الأعضاء والغدد التناسلية إلى بعض الوقت للوصول إلى حجمها النهائى لكى تصبح نشطة .

وفى قليل من الحشرات الكاملة يصحب اكتمال نضج الأعضاء التناسلية تغيرات ظاهرة ، ففى النمل الأبيض مثلا تصحب هذه الظاهرة سقوط الأجنحة واندثار عضلات الفكوك العليا وعضلات الصدر . وتكون أيضاً ظاهرة سقوط الأجنحة واندثار عضلات الصدر مصاحبة لوصول طور الحشرة الكاملة إلى النضوج الجنسى فى النمل العادى التابع لفصيلة فورميسيدى (Formicidae) وفى أنواع البرغش (من رتبة ذات الجناحين). كما وتصاحب ظاهرة اندثار عضلات الصدر فى بعض انواع المن والبعوض بلوغ النضوج الجنسى فى الحشرة الكاملة التى تفقد عندئذ القدرة على الطيران . ومن الظواهر التى تصاحب ظاهرة النضوج الجنسى فى بعض أنواع البراغيث والحشرات القشرية وملكات النمل الأبيض وبعض أنواع الذباب والحنافس كبر المبايض وتضخمها أو تضخم القناة الهضمية .

وتتغير بعض الحشرات كثيرا فى الشكل بعد بلوغها طور الحشرة الكاملة كما فى إناث حشرة اسكوديبترون (Ascodipteron) من رتبة ذات الجناحين إذ بعد خروج الحشرة الكاملة من العذراء تدفن نفسها فى جرح تحدثه باجزاء فمها فى جسم عائلها (الوطواط) ثم لا تلبث أن تسقط أرجلها وأجنحتها وتنموثنية من سطح بطنها الخارجى تمتد نحو الأمام لتحيط بجسم الحشرة .

اليـرقـة (The larva) :

يفقس بيض جميع الحشرات المنتمية إلى فرقة إندوتريجوتا من طويئفة الحشرات المحنحة (تريجوتا) عن كائن دودى الشكل فى مرحلة نموية مبكرة ويختلف فى الشكل وطريقة المعيشة والتغذية اختلافا تاما عن الطور البالغ ، وتعرف هذه الحشرات الفتية باليرقات (larvae) . ومع أن هذه اليرقات تظهر مدى واسعاً من التباين التركيبى بل ومهيأة للحياة فى فى كثير من أصناف البيئات فيمكن تفرقتها جميعا عن الأطوار غير البالغة للحشرات الإكسوتريجوتية (وهى الحوريات nymphs) بعدد من الصفات الخارجية وهى : (١) عدم وجود عينين مركبتين بل أن مكانهما على كل جانب مأخوذ بواحدة أو أكثر من عيون بسيطة جانبيـــة ، (٢) عدم وجود عيون بسيطة ظهرية ، (٣) عدم وجود زوائد تناسلية خارجية ولا وسادات جناحية (wing-pads) خارجية ولو أنه توجد لها طلائع داخلية تحت الكيوتيكل بالأعمار اليرقية المسنة على الأقل ، (٤) الأديم الجسمى الخارجى العمومى أقل تصلباً فى المعتاد وفى بعض الأحوال تكون المحفظة الرأسية والزوائد الرأسية والأرجل إما مختزلة جدا أو غائبة . واليرقة هى طور النمو والاغتذاء إذ لا تتوقف عن التغذية إلا عند حدوث الانسلاخ أو عند التحول إلى عذراء .

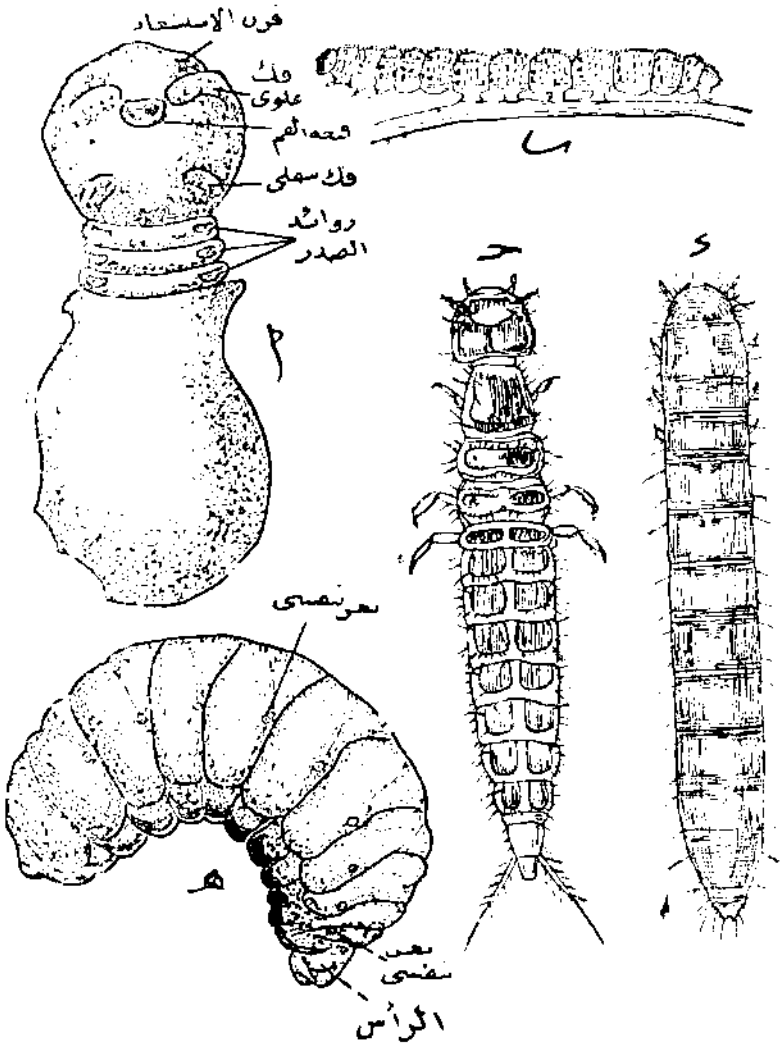
أنواع اليرقات (Types of larvae) : تختلف يرقات الأنواع المختلفة من الحشرات اختلافاً كبيراً فى شكلها ، ولعل الأنسب أن تقسم اليرقات إلى الأنواع الآتية (شكل ١٤٣) ولو أنه توجد فى العادة أشكال أخرى وسيطة .

أ — يرقات أوليـــة الأرجـــل (Protopod larvae) : وهى طـــراز عالى التخصص من اليرقات يوجد فى الأطوار اليرقية المبكرة لقليل من الطفيليات الداخلية التابعة لرتبتى غشائية الأجنحة وذات الجناحين والتى

يحتوى بيضها على قليل من المواد الغذائية ولذلك فهى تفقس قبل أن تستكمل نموها فى حالة شبيهة بالطور الجنينى المبكر لحشرات كثيرة فلا يتجاوز شكلها شكل جنين فاقس قبل الأوان حيث تكون التجزئة إلى حلقات ليست بواضحة المعالم والأطراف إما أثرية أو غائبة والأعضاء الحسمية الداخلية ليست بتامة التكوين (شكل ١٤٣ أ) . وتعيش هذه اليرقات داخل أجسام عوائلها مغمورة فى المواد الغذائية التى تنمو عليها .

ب — يرقات عديدة الأرجل (اسطوانية) (Polypod or Eruciform larvae) : وهى طراز يتمثل بصورة نموذجية فى يرقات رتبة حرشفية الأجنحة (شكل ١٤٣ ب) وكثير من الدبابير المنشارية (sawflies) التابعة لرتبة غشائية الأجنحة . وهى متقدمة فى التركيب عن الطراز السابق . إذ يكون الجسم اسطوانيا واضح الحلقات والرأس واضحة التكوين غير أن قرون الاستشعار قصيرة جدا والأرجل الصدرية قصيرة وبالاضافة إليها توجد نتوءات بطنية تستخدم فى الحركة وتعرف بالأرجل البطنية أو الأقدام الكاذبة (Pseudopodia) والتى يبلغ عددها خمسة أزواج فى يرقات حرشفية الأجنحة وثمانية أزواج فى يرقات الدبابير المنشارية .

جـ — يرقات قليلة الأرجل (Oligopod larvae) : وهى الطراز اليرقى الشائع فى رتبتى غمدية الأجنحة وشبكية الأجنحة ، حيث الجسم مطاول ومبطط من الجهة السفلية وجداره سميك صلب والرأس وقرنا الاستشعار والأرجل الصدرية جيدة النمو (شكل ١٤٣ جـ ، د) ولكن النتوءات البطنية غائبة إلا فى بعض الأحيان حيث يوجد بالنهاية الخلفية زوج من الزوائد الشبيهة بالقرنين الشرجين . وعلى حسب سحنتها العامة يمكن تقسيم توابع هذا الطراز إلى عدة طرز فرعية أهمها ما يأتى :



شكل (١٤٣) : أنواع اليرقات فى الحشرات الاندوتريجوتية . (أ) يرقة أولية الأرجل . (ب) يرقة عديدة الأرجل (اسطوانية) . (جـ ، د) يرقة قلية الأرجل (منبسطة) . (هـ) يرقة عديمة الأرجل .

١ — يرقات منبسطة أو كامبوديا وية (Campodeiform larvae) :

وسميت بهذا الاسم نظرا لأنها تشبه حشرة كامبوديا (Campodea) من رتبة ديبلورا من عديمات الأجنحة . وهى يرقات نشيطة مفترسة فى المعتاد ولها أرجل صدرية طويلة نسبياً وجسم منضغط سميك الجدار وبه الرأس من النوع أمامى الفكوك (prognathous) والأجزاء الفمية قوية . ومن أمثلتها يرقات أسد النمل (ant-lion) من رتبة شبكية الأجنحة ويرقات خنافس أبى العيد (من فصيلة كوكسينالليدى Coccinellidae) والخنافس الأرضية (من فصيلة كارابيدى Carabidae) من رتبة غمدية الأجنحة .

٢ — يرقات جعالية (Scarabaeiform larvae) : وهى يرقات أقل نشاطا وتعيش تحت سطح التربة ورأسها ضخمة متصلبة وجسمها مقوس على شكل حرف c وجدارها الجسمى الخارجى أقل تصلباً وسمكا من السابقة وكذلك أرجلها الصدرية أقصر وأجزاؤها الفمية أقل رقياً . ويوجد هذا الطراز فى يرقات أنواع الجعال من فصيلة سكارابيدى (Scarabaeidae) من رتبة غمدية الأجنحة .

٣ — يرقات سلكية أو إيلاترية (Elateriform larvae) : وهى فى الحقيقة طراز متحور عن الطراز الكامبوديا وى إذ تشبهه فى شكل الجسم وصلابة الجدار غير أن الارجل وقرون الاستشعار قصيرة مختزلة . وينتمى إلى هذا الطراز يرقات خنافس فصيلة إيلاتريدى (Elateridae) المعروفة بالديدان السلكية (wire-worms) وكذلك يرقات فصيلة تنبريونيدى (Tenebrionidae) وكلاهما من رتبة غمدية الأجنحة .

د — يرقات عديمة الأرجل (Apodous larvae) :

وهى تعرف أيضاً باليرقات الدودية (Vermiform larvae) لأنها

اسطوانية شبيهة بالديدان ومفتقرة إلى جميع الأرجل أو النتوءات المماثلة لها (شكل ١٤٣ هـ) . وتعيش هذه اليرقات فى قلب غذاء وفير ، وهى تعد من خصائص رتبة ذات الجناحين والحشرات اللاسعة والمتطفلة من رتبة غشائية الأجنحة وفصيلة السوس (weevils) من رتبة غمدية الأجنحة. وعلى حسب المدى الذى تختزل إليه المحفظة الرأسية ومقدار انسحابها بداخل الصدر يمكن تقسيم هذه اليرقات عديمة الأرجل إلى ثلاثة طرز فرعية وهى الطراز ذو الرأس الكاملة (eucephalous type) والطـراز ذو الرأس النصفيـة (hemicephalous type) والطـراز عديم الرأس (acephalous type) .

وقبيل نهاية العمر اليرقى الأخير تصبح الحشرة أقل نشاطا وتتوقف عن التغذية وتستعد لأن تنسلخ إلى العذراء (pupa) وقد تبنى حول نفسها عندئذ شرنقة (cocoon) أو صومعة عذرائية (pupal cell) . وكلما نمت الأعضاء العذرائية بداخل الأديم الخارجى اليرقى فان جسمها يصير غالباً متقلصا ومنضغطا نوعا ما ، وتعرف هذه المرحلة الأخيرة من النمو باسم ما قبل العذراء (prepupa) ولكن ربما كان الأدق أن يطلق عليها اسم العذراء الفنارية (pharate pupa) .

الحـورية (The Nymph) :

كثير من الحشرات الأرضية ذات التطور الناقص التدريجى يفقس بيضها عن أطوار صغيرة تشبه الحشرات الكاملة إلى حد كبير . فاذا كان للحشرات الكاملة عيون مركبة فتوجد هذه العيون أيضاً فى حورياتها . وإذا كان للحشرات الكاملة أجنحة فان الأخيرة تظهر بالحوريات كنموات أو بروزات خارجية كالبراعم ويزداد حجم هذه البراعم عقب كل انسلاخ من انسلاخات الحورية حتى آخر انسلاخ فتنبسط الأجنحة وتظهر الحشرة الكاملة . وأما إذا كانت الحشرة الكاملة عديمة

الأجنحة فان الاختلاف بينها وبين حورياتها يقتصر آنئذ على الحجم ونمو الأعضاء التناسلية . وتوجد هذه الحوريات فى جميع الرتب التابعة لفرقة إكسوتريجونا ما عدا ثلاثة رتب وهى أودوناتا (الرعاشات) وإفيميروبترا (ذباب مايو) وبليكوبترا (مطبقة الأجنحة) . وليس للحوريات فى أواخر عمرها طور سكون قبل تحولها إلى الحشرات الكاملة كما هو الحال فى اليرقات . والحوريات أرضية ومعظمها تتغذى على النباتات وأجزاء فمها إما قارضة أو ثاقبة ماصة ويشبه ضررها ضرر حشراتها الكاملة . وبعض أنواعها مفترس .

النياد (عروس البحر أو حورية الماء) (The Naiad) :

الحشرات الإكسوتريجوتية المائية ناقصة التحول يفقس بيضها إلى حوريات صغيرة تعيش فى الماء وتعرف بالنياد (naiad) وهى تختلف عن حشراتها الكاملة فى كون ثغورها التنفسية مقفلة وتتنفس عن طريق الخياشيم (Gills) الموجودة على أجزاء مختلفة من أجسامها ، وأجزاء فمها قارضة تستخدم فى افتراس صغار الحيوانات المائية ، وأرجلها طويلة . وتوجد النياد فى رتبة إفيميروبترا (ذباب مايو) ورتبة مطبقة الأجنحة (ذباب الأحجار) ورتبة أودوناتا (الرعاشات). وفى آخر انسلاخة للنياد تنمحى الأعضاء الخاصة بالمعيشة المائية فجأة وتتحول النياد إلى حشرة كاملة تعيش على الأرض .

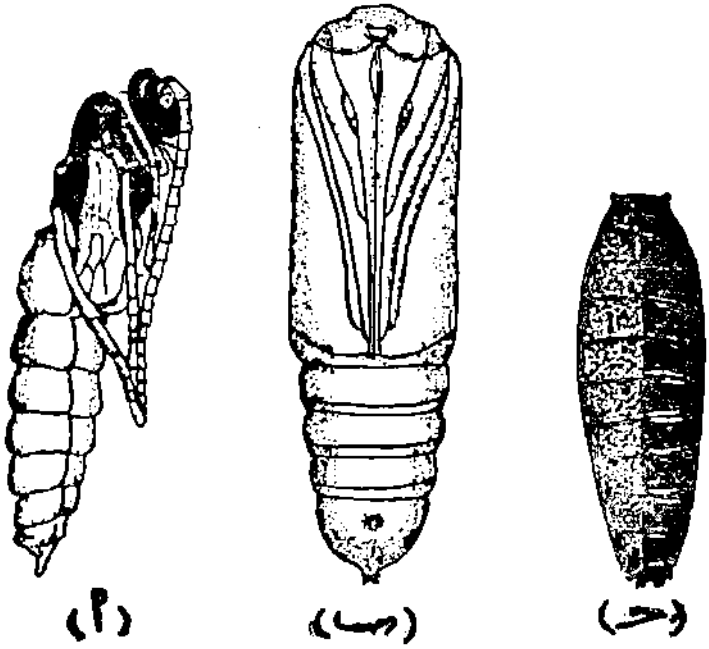
العـــذراء (The Pupa) :

تتحول اليرقات بعد انسلاخها الأخير إلى طور يختلف عن الطور اليرقى فى وجوه كثيرة فهو طور ساكن غالباً ولا يتغذى ويعرف بطور العذراء . وهذا الطور يقع ما بين اليرقة والحشرة الكاملة فى الحشرات الإندوتريجوتية ،
(٢٨)

ويتميز بكونه طور انتقالى تجرى فيه تغيرات داخلية عميقة تتحول بها أعضاء اليرقة وأجهزتها الداخلية إلى مقابلاتها الخاصة بالحشرة الكاملة التى تتهيأ للخروج . وأما من الخارج فتكون العذراء عادة على شبه بالحشرة الكاملة إذ تظهر على جسمها وسادات جناحية وأرجل صدرية وقرنى استشعار . وعذارى بعض الحشرات قد تكون متحركة مثل عذراء البعوض التى تعيش فى الماء . وغالباً ما تختبأ عذارى الحشرات بداخل التربة أو فى شقوق . كما وقد تكون محاطة بشرانق مصنوعة من حرير تفرزه اليرقة من الغدد اللعابية (كالحال فى كثير من حرشفية الأجنحة) أو من أنابيب ملبيجى (كالحال فى كثير من شبكية الأجنحة) . وفى أحوال أخرى . توضع العذراء بداخل صومعة مبينة من جزيئات التربة أو نشارة الخشب الملصوقة ببعضها بافرازات شتى . وتمضى كثير من الحشرات فترة الشتاء فى طور العذراء . وتنسلخ العذراء السلاخة تخرج على أثرها الحشرة الكاملة التى تكون فى أول الأمر عادة باهتة اللون كما وتكون أجنحتها منكمشة ومجعدة ، ولكن بعد فترة وجيزة تنبسط الأجنحة فتصل إلى كامل حجمها ثم تظهر ألوانها وتصبح الحشرة الكاملة متأهبة لأن تسلك سبيلها .

وتبعاً لالتصاق أو عدم التصاق الزوائد الخارجية بالجسم (شكل ١٤٤) يمكن تفرقة العذارى إلى ثلاثة أنواع وهى :

(ا) العذراء الحرة (Exarate pupa) : وفيها تكون زوائد العذراء وهى الأرجل وقرون الاستشعار والأجنحة غير ملتصقة بالجسم بل حرة سائبة عنه ولها القدرة على بعض الحركة أكثر من أنواع العذارى الأخرى (شكل ١٤٤ أ) ، وهى عادة غير مغطاة بشرانق . ويوجد هذا النوع فى معظم الحشرات الاندوتريجوتية (ذات التحول التام) ماعدا بعض ذات الجناحين وحرشفية الأجنحة .



شكل (١٤٤) : أنواع العذارى فى الحشرات . (أ) عذراء حرة .
(ب) عذراء مكبلة . (جـ) عذراء مستورة .

(ب) العذراء المكبلة (Obtect pupa) : وفى هذا النوع تكون الأجنحة والأرجل وقرون الاستشعار والأجزاء الفمية ملتصقة إلى الجسم وملحومة فيه بحيث لا يظهر منها إلا تخطيطاً يدل عليها (شكل ١٤٤ ب) . ويوجد هذا النوع من العذارى فى حرشفية الأجنحة وبعض غمدية الأجنحة وبعض ذات الجناحين .

(جـ) العذراء المستورة (Coarctate pupa) : وهذا النوع يشبه العذراء الحرة مع الفارق بأن كيوتيكل الانسلاخ اليرقى الأخير لا يطرح جانباً بل يبقى ولا يلبث أن يتحول إلى غطاء صلب غامق اللون برميلى

أو اسطوانى أو بيضى الشكل ويعرف بالطور العذرائى (puparium) الذى يقوم بصيانة العذراء الرهيفة المتكونة بداخله . ويوجد هذا النوع من العذارى فى حشرات رتيبة سايكلورافا من رتبة ذات الجناحين .

والشاهد أن العذارى الحرة تكون إما عذارى حرة مزودة بفكوك (decticous exarate pupae) أو عذارى حرة غير مزودة بفكوك (adecticous exarate pupae) ، بينما العذارى المكبلة فتكون جميعاً عذارى مكبلة غير مزودة بفكوك (adecticous obtect pupae). وعموما فالعذراء المزودة بفكوك (decticous) توجد فى رتب شبكية الأجنحة (نيوروبترا) وطويلة الأجنحة (ميكوبترا) وشعرية الأجنحة (ترايكوبترا) وفى حشرات بدائية قليلة تابعة لرتبة حرشفية الأجنحة (لبيدوبترا) وتمتاز بكونها مجهزة بفكين علويين عاملين تستخدمهما الحشرة الكاملة الفنا رية (pharate adult) فى شق مخرج لها من الشرنقة أو الصومعة العذرائية من قبل أن تنبثق الحشرة الكاملة . وأما العذراء غير المزودة بفكوك (adecticous) فتوجد فى بقية الرتب الإندوتريجوتية ولا تكون مجهزة بفكين علويين عاملين ، بل إما أنها تهرب من الشرنقة أو الصومعة العذرائية بمعاونة شوكات شتى أو نتوءات أخرى مخصوصة موجودة على جسمها وإما أنها (كالحال فى رتبتى غمدية الأجنحة وغشائية الأجنحة) تنسلخ بداخل الشرنقة أو الصومعة متحولة إلى الحشرة الكاملة بعد أن تخرج من فمها سائلا ترطب به جزءا من الشرنقة تنفذ منه الحشرة الكاملة بدفع نفسها خلاله أو بقرضه بأجزاء فمها .

طور ما قبل العذراء (Prepupa) :

يوجد فى بعض الحشرات فيما بين الطور الأخير للبرقة وطور العذراء طور تمهيدى تتجهز فيه اليرقة للتحول إلى عذراء وذلك بأن يقوم الطور

اليرقى الأخير بصنع شرنقة أو أى وسيلة أخرى للوقاية حيث يبقى ساكناً وتظهر على خارج جسمه الأجنحة وبقية الزوائد الجسمية لأول مرة كما وتظهر عليه أيضاً آثار حلقات الصدر وبعض التغيرات فى شكل الجسم . وهذا الطور يعرف بطور ما قبل العذراء (prepupa) الذى تقوم بعده اليرقة بآخر انسلاخة لها فتتحول بذلك إلى العذراء .

دورة الحياة (Life cycle) :

يعرف مرور الحشرة فى أطوارها المختلفة ابتداء من البيضة حتى خروج الحشرة الكاملة بدورة الحياة أو الجيل (generation) . والمدة التى تستغرقها الحشرة لإتمام دورة حياتها تعرف بمدة الجيل وهى تختلف باختلاف أنواع الحشرات وتبعاً لظروف البيئة التى تعيش فيها وخاصة درجات الحرارة والرطوبة وتوفر المواد الغذائية . وقد يكون للحشرة جيل واحد فى السنة كما فى بعض الخنافس ، أو قد يكون لها سبعة أجيال فى العام الواحد كما فى دودة ورق القطن ، بل وقد يصل عدد الأجيال إلى أكثر من خمسين جيلا فى السنة كما فى حالة المن . وبالعكس قد تطول مدة الجيل الواحد إلى عامين أو ثلاثة كما فى بعض الرعاشات وناخرات أخشاب الأشجار أو تصل إلى حوالى سبعة عشر عاماً كما فى بعض أنواع السايكادا .

أدوار السكون (diapauses) :

الشاهد أنه فى المعتاد يبطؤ نمو الحشرات كلما انخفضت درجات الحرارة ولذا تطول مدة الطور النموى الواقع فى الشتاء ، ففى بعض الحشرات كمعظم حشرات رتبة مستقيمة الأجنحة تمضى فترة الشتاء الشديدة البرودة على حالة بيضة أو حورية ، بينما فى البعض الآخر فتمضى فترة الشتاء على حالة يرقة أو عذراء كالحال فى معظم حشرات رتبتى

مستقيمة الأجنحة وغشائية الأجنحة أو على حالة حشرة كاملة كالحال فى بعض حشرات رتبتى غمدية الأجنحة ونصفية الأجنحة .

ولكن فى بعض الحشرات يلاحظ أنه على الرغم من صلاحية الظروف المحيطة ظاهرياً فتحت ضغط ظروف معينة يستطيع طور من أطوارها النموية (سواء البيضة أوالحورية أو اليرقة أو العذراء) أن يدخل فى حالة طويلة الأمد من توقف النمو تعرف بدور السكون (diapause) بل حتى طور الحشرة اليافعة قد يدخل فيما يسمى بدور السكون التناسلى (reproductive diapause) حيث فى أثنائه تبقى الأعضاء التناسلية غير قائمة بوظيفتها كما ولا يمكن آنئذ أن يستأنف النمو ثانيـة إلا لغاية أن يفسخ هذا الدور السكونى . ومعلوم الآن أن ظروفاً بيئية شتى تكون مسئولة عن إحداث دور السكون ولو أنها تمارس تأثيرها قبل أن يوقف النمو بمدة محسوسة من الزمن . ولعل أهم مؤثر بيئى هو عدد ساعات النهار فى كل يوم ، فقد وجد بصفة عامة أن نظاماً من أطوار نهارية قصيرة (٨ – ١٢ ساعة من الضوء فى كل يوم) يحض على الدخول فى دور السكون ماعدا فى بعض الحشرات حيث يكون العكس هو الصحيح . وفى الأجواء المعتدلة الحرارة يسرى دور السكون اعتياديا فى الطور النموى الذى تقضى عليه فترة الشتاء وهو يفسخ (يكسر) عادة على أثر التعرض إلى درجات حرارية منخفضة لفترة من الزمن . والأرجح أن السبب المباشر لدور السكون فى الحورية أو اليرقة أو العذراء هو الافتقار إلى هورمون الغدة الصدرية اللازم للانسلاخ والنمو . ومع ذلك فى دودة القز التوتية (بومبيكس Bombyx) يمكن أن تستحث البيضات على الدخول فى دور سكون بواسطة هورمون قد جرى اطلاقه من قبل فى دم الأنثى الأم من خلايا عصبية افرازية فى العقدة العصبية تحت المريئية . والواقع أن دور السكون يعتبر من الناحية البيولوجية بمثابة تكيف

يتيح للحشرة البقاء على قيد الحياة بدون تناول طعام فى أثناء الظروف البيئية المعادية كما ويجنح إلى مواقتة النمو بحيث يجعل جميع توابع عشيرة حشرية واحدة تستأنف النشاط معاً بعد ما تصبح الظروف ملائمة .

عادات المغذية فى الحشرات

(Feeding Habits of Insects)

تستخدم الحشرات فى غذائها جميع أنواع المواد الغذائية تقريباً سواء كانت من أصل نباتى أو حيوانى . ومن الصعب أن تعدد المواد المختلفة التى تتغذى عليها الحشرات فهى تتفاوت من سوائل مثل الدم وعصارة النباتات إلى أخشاب الأشجار ومواد أخرى تبدو غير قابلة للهضم مثل الشعر والريش والجلود والمواد المتعفنة المتحللة . ولأجل أن تتمكن الحشرات من التغذية على هذه القائمة المتنوعة من المواد الغذائية تكون لها سلسلة فريدة من أجهزة الحصول على الغذاء (أجزاء الفم) ، فبعضها له أجزاء فم قارضة أو ماضغة ، والبعض الآخر جهز بأجزاء فم ماصة أو لاعقة ، وبعضها له أجزاء فم ثاقبة ماصة لتتمكن من الحصول على غذائها من داخل أجسام عوائلها . وهذا التنوع فى أجزاء الفم مكن الحشرات من الحصول على احتياجاتها الغذائية التى لاتختلف عادة عن احتياجات الحيوانات الأخرى ، فالحشرات تحتاج إلى الماء والأملاح المعدنية ومواد عضوية كربوهيدراتية وبروتينية وهناك أدلة متزايدة على أن المواد الإضافية كالفيتامينات ضرورية أيضاً لنمو وتكاثر الحشرات .

وتحتاج الحشرات إلى الغذاء لغرضين أساسيين ، أولها النمو والتناسل اللذين تستعمل من أجلهما المواد البروتينية ، والثانى لإحداث الطاقة التى تنتجها المواد الكربوهيدارتية . فالصراصير مثلا يمكنها أن تعيش لفترة

طويلة على غذاء سكرى (كربوهيدراتى) ولكن لكى تنمو وتتناسل يجب أن تتناول مواد بروتينية فى غذائها . وإناث البعوض تحتاج إلى الدم لأجل وضع البيض بينما الذكور فتعيش على غذاء سكرى .

وتنقسم الحشرات على حسب موادها الغذائية إلى المجاميع الآتية :

١ — الحشرات آكلة النباتات (Phytophagous Insects) : وهى الحشرات التى تتغذى على المواد النباتية الحية (plant feeders) .

٢ — الحشرات آكلة اللحوم (اللواحم) (Zoophagous Insects): وتشمل الحشرات المفترسة والمتطفلة والتى تتغذى على المواد الحيوانية الحية.

٣ — الحشرات المتنوعة الغذاء (Omnivorous Insects) : وهى حشرات تتغذى على مواد غذائية متنوعة مما قد يصادفها .

٤ — الحشرات الرمامة أو الكانسة :

(Saprophagous Insects or scavengers)

وهى الحشرات التى تتغذى على بقايا المواد سواء كانت بقايا حيوانية أو نباتيـة .

أولا الحشرات آكلة النباتات : (Phytophagous Insects or Plant feeders)

جميع أنواع النباتات تستخدم كغذاء لبعض أنواع الحشرات ولا يوجد حتى الآن نبات لا تتغذى عليه بعض أنواع الحشرات أو بعض أطوارها . وتتغذى الحشرات وأطوارها المختلفة على مختلف أجزاء النباتات فمنها ما يتغذى على الأوراق ومنها ما يحفر داخل الساق ومنها ما يتغذى على الأزهار والثمار ، أو يحفر داخل البذور ، وحتى جذور النباتات الموجودة تحت

التربة لا تنجو من مهاجمة الحشرات . وقد تتغذى أنواع مختلفة من الحشرات على النبات الواحد فتختص عشيرة من كل منها بالتغذية على جزء من أجزاء هذا النبات . فنبات الذرة مثلا يعيش عليه أكثر من مائة نوع من الحشرات ، حيث تختص مجاميع منها بالتغذية على الأوراق ومجاميع أخرى بالحفر داخل الساق وأخرى بالحفر داخل الجذور ومجاميع أخرى تتغذى على أعضاء التذكير وحشرات أخرى تحفر داخل حبوب الذرة نفسها . وشجرة التفاح يهاجمها أكثر من ٢٠٠ نوع من الحشرات .

ويرقات كثير من حشرات رتبة حرشفية الأجنحة تلتهم بشراهة أوراق النباتات والأشجار وتجردها من أوراقها تاركة سيقان هذه النباتات عارية وتعرف هذه الحشرات بمجردة أوراق النباتات . وتنتشر هذه الأنواع بين المحاصيل الحقلية مثل دودة ورة القطن كما تنتشر بين أشجار الغابات والبساتين ، ويعد هذا النوع من الحشرات من ألد أعداء المزارعين نظرا لفداحة خطره على مختلف المحاصيل الزراعية الاقتصادية .

وهناك أنواع من الحشرات تحصل على غذائها من بين البشرتين العليا والسفلى لأوراق النباتات وتمضى معظم حياتها متجولة فى هذا العالم الصغير ومتغذية على الأنسجة الخضراء الواقعة بين هذين الغشائين . وتعرف هذه الحشرات بنافقات الأوراق (leaf miners) لأنها تعمل انفاقاً ذات أشكال متعددة بين بشرتى الورقة . وتوجد نافقات الأوراق أينما وجد الزرع الأخضر والأشجار ، وجميعها يرقات ، فلا توجد حشرة بالغة اختارت لنفسها عادة الحفر فى أوراق النباتات ، وتنتمى هذه اليرقات إلى رتبتى ذات الجناحين وحرشفية الأجنحة .

وهناك أعداد كبيرة من أنواع الحشرات تتغذى باختراق أنسجة النباتات بأجزاء فمها ثم إمتصاص العصارة من الداخل وهى تعرف بالحشرات

الثاقبة الماصة. وفيها تحورت أجزاء الفم المختلفة إلى إبر دقيقة تنفذ داخل أنسجة النباتات . وتؤدى هذه الطريقة من طرق التغذية إلى جفاف الأوراق وسقوطها وبالتالى ضعف النباتات وموت البادرات الصغيرة . ومنها أنواع التربس والمن وأنواع البق والبق الدقيق والحشرات القشرية .

ومن الأنواع الأخرى من الحشرات آكلة النباتات حشرات القلف وناخرات الأخشاب وأغلبها أنواع من الخنافس تتبع رتبة غمدية الأجنحة فمنها ما يحفر بين قلف وخشب الأشجار ومنها ما يحفر فى أخشاب السيقان والفروع نفسها عاملة أنفاقاً أو ممرات مختلفة الأشكال . وأغلب ناخرات الأخشاب يرقات تخرج حشراتها الكاملة بعد نموها خارج الأشجار لتنشر الإصابة فى أشجار أخرى وبذلك تصبح آفة تسىء إلى العمران الخضرى باتلافها للأخشاب المستعملة فى البناء وصنع الأثاث .

وهناك حشرات تحفر داخل البذور (الحبوب) متغذية على محتوياتها وخاصة أثناء تخزينها وتعرف بحشرات المخازن . كما أن هناك حشرات تحفر بعض أطوارها داخل الثمار مسببة أضرارا بالغة لهذه الثمار وتجعلها غير صالحة للاستهلاك .

وتعتبر الحشرات آكلة النباتات من أشد أعداء الإنتاج الزراعى بمختلف أنواعه وهى عادة تقسم على حسب عدد ما تصيبه من العوائل إلى الأقسام الآتيـة :

أ — حشرات عديدة العوائل (Polyphagous insects) : وهى أنواع تتغذى على نباتات متباينة كثيرة تتبع عوائل نباتية مختلفة مثل الجراد وديدان ورق القطن والديدان القارضة . وهى أشد الحشرات ضرراً وأصعبها مقاومة .

ب — حشرات قليلة العوائل (Oligophagous insects) : وهـذه حشرات متخصصة فى التغذية على نباتات تتبع فصيلة نباتية واحدة مثل دودة اللوز القرنفلية التى تتغذى فقط على نباتات الفصيلة الخبازية ،ويرقات أبى دقيق الكرنب التى تتغذى على نباتات الفصيلة الصليبية ، والسونة التى تتغذى على نباتات العائلة النجيلية .

جـ — حشرات وحيدة العائل (Monophagous insects) : وهى حشرات متخصصة فى التغذية على نوع واحد فقط من النباتات ، وهى قليلة الانتشار وتعتبر حشرات متخصصة تخصصاً عالياً فلا توجد إلا إذا وجد عائلها ، ومن أمثلتها سوسة لوز القطن (boll weevil) التى تصيب لوزات القطن فقط ، ودبور البلاستوفاجا (Blastophaga) الذى لا يتربى إلا على ثمار التين البرى ، والحشرات المسببة للأورام أو العفصات (gall insects) التى لكل نوع منها عائل نباتى واحد لا تهاجم غيره .

ثانياً — الحشرات أكلة اللحوم أو اللواحم (Zoophagous Insects) :

الحشرات اللواحم بالمعنى الأشمل هى الحشرات التى تتغذى على الأنسجة الحيوانية الحية . وهى تشمل الحشرات المفترسة (predators) التى تقتل ثم تنهش (تأكل) حيوانات لا فقرية أخرى وخصوصاً حشرات من بنى عمومتها ، والحشرات المتطفلة (parasites) التى منها ما يمتص دماء عوائله الحيوانية وهو على خارجها ومنها ما يعيش ويتغذى بداخل الحيوان العائل وحيث الضحية فى الحالتين إما لا تقتل بتاتا أو على الأقل تظل حية لمدة محسوسة من الزمن .

١ — الحشرات المفترسة (Predators) : هى عبارة عن الحشرات اللواحم الحقيقية التى تنطلق للبحث عن فريستها ومتى وجدتها تقتنصها ثم تقتلها وبعدئذ تلتهمها ، فهى إذن بمثابة أسود أو نمور فى عالم الحشرات . وللمفترسات أهمية كبيرة لدى الانسان نظراً لأن أغلبها يعد من الحشرات المفيدة من حيث أنه يفترس حشرات أخرى ضارة بالنباتات الزراعية الاقتصادية . ومن عادة المفترسات أن تضع بيضها على مقربة من فرائسها لا عليها ، وهى تهاجم فريستها من الخارج وتلتهم خلال حياتها أكثر من فريسة واحدة . ووفاقا لهذا الأسلوب من الحياة بالقنص والافتراس تشاهد بالحشرات المفترسة تكيفات تركيبية معينة فى الأرجل والأجزاء الفمية والأعضاء الحسية بل وفى البعض منها تظهر أيضاً تغيرات تهايؤية فى السلوك .

فكثير من المفترسات تستخدم أرجلها المحورة للقنص فى إقتناص ضحاياها ثم القبض عليها فى أثناء عملية التهامها . فمثلا فى الحشرات الكاملة من الرعاشات الكبيرة (dragonflies) ومن الذباب التابع لفصيلة أسيليدى (Asilidae) الشهير بالذباب السارق (robber flies) تستعمل لأداء ذلك الغرض جميع الثلاثة أزواج من الأرجل التى تكون مستطالة بنحو ملحوظ ومزودة بشوكات . وفى أنواع البق المائى (water - bugs) مثل نوتونيكتا (Notonecta) وغيرها تكون الرجلان الأماميتان هما المكيفتان فقط لاقتناص الضحية والقبض عليها إذ أنهما ممدوتان لبعيد أمام الرأس وتنتهى كل واحدة منهما بمخلب قناص حاد . وفى أفراس النبى من فصيلة مانتيدى (Mantidae) وفى حشرات فصيلة مانتيسبيدى (Mantispidae) من رتبة شبكية الأجنحة يقبض على الفريسة بواسطة الرجلين الأماميتين ثم تخوزق فيما بين الفخذين والساقين بعد ضمهما على بعضهما . فالشاهد أن الفخذ يحمل من جهته السفلية أخدودا محفوفاً على كل

من ضفتيه بسلسلة من الأشواك وأن الساق مهيأ للانغلاق فى هذا الأخدود (على غرار أسلوب انغلاق نصل مدية الجيب) بحيث أن حافته الحادة التسنن تعمل بالاتصال مع الأشواك الفخذية على خوزقة الضحية فيما بينها . فى هاتين الفصيلتين سابقتى الذكر وفى فصائل أخرى شتى حيث تستخدم الحشرات رجليها الأماميتين فى إقتناص فرائسها تكون حرقفتا الرجلين المذكورتين شديدتى الاستطالة بحيث تلقيان بهاتين الرجلين بعيدا للأمام كما وتتيحان لهما مزيدا من طلاقة الحركة .

ومن المفترسات الأخرى ما هو مزود من أجل اقتناص الفريسة بفكين علويين بارزين حادى التدبب كالحال فى يرقات الخنافس الأرضية (ground beetles) التابعة لفصيلة كارابيدى وفى يرقة الخنفساء المائية دايتيسكس (Dytiscus) وفى يرقات معظم حشرات رتبة شبكية الأجنحة. بينما فى الحوريات المائية للرعاشات فتكون الشفة السفلى متحورة إلى عضو قناص يعرف بالقناع (mask) . وفى بعض الأحوال كمثل يرقات أسود النمل (ant-lions) من رتبة شبكية الأجنحة يكون الفكان العلويان (وأحيانا الفكان السفليان أيضاً) حادى التـــدبب ومهيئين لاختراق جسم الضحية وخوزقته فوقهما توطئة لشفط المحتويات الداخلية بعد اذابتها باللعاب . وكذلك قد يكون الفكان العلويان مسننين كالحال فى يوافع الرعاشات حيث يقومان بتنسيل وتمزيق الضحية إلى قطع صغيرة توطئة لالتهامها . وفى ذباب فصيلة أسيليدى المعروف بالذباب السارق وأمثاله من الذباب المفترس وفى كثير من أنواع البق المائى تكون الأجزاء الفمية متحولة إلى خرطوم قرنى جامد تدخله الحشرة فى داخل جسم فريستها .

وفى عدد كبير من المفترسات خصوصاً تلك التى تبذل مجهودا كبيرا سعياً وراء ضحاياها تكون الأعضاء الحسية متقدمة النمو وعلى الأخص العيون المركبة التى تكون كبيرة بارزة للأمام وإلى الجانبين كما يكون مدى ابصارها متسعاً نظرا لامكان تحريك الرأس فى كل اتجاه ، كما هو الحال مثلا فى الحشرات الكاملة من أفراس النبى (فصيلة مانتيدى) والرعاشات والخنافس الارضية (فصيلة كارابيدى) والذباب السارق (فصيلة أسيليدى) .

والملاحظ دائماً أنه فى حالة كون الفرائس بطيعها قليلة وعلى أبعاد واسعة من بعضها وبالتالى تتطلب سعياً جاداً نشيطاً فى البحث عنها فان مفترساتها تتميز إما بوجود أرجل رفيعة طويلة مهيأة للجرى السريع حتى تتمكن بها من تتبع الضحية كالحال فى خنافس فصيلة كارابيدى وإما بقدرة على الطيران القوى السريع واللف والدوران بسهولة أثناء الطيران حتى تنجح فى اللحاق بفرائسها والانقضاض عليها ثم إفتراسها فى أثناء التحليق فى الهواء كالحال فى الحشرات الكاملة من الرعاشات ومن الذباب السارق التابع لفصيلة أسيليدى . بينما فى حالة كون الفرائس بطيعها متجمعة معاً بأعداد وفيرة ومستقرة فى أمكنتها دون حراك فان مفترساتها لا تكون لأرجلها ولا لأعضائها الحسية امتيازات خاصة نظرا لأنها فى أغلب الأحوال لا تحتاج إلا لبذل مجهود ضئيل فى البحث عن تلك الضحايا التى فضلا عن ذلك تكون غالباً رخوة الأجسام ولا حول لها ولا قوة ، ومن أمثلة هذه الفئة الأخيرة من المفترسات يرقات رتبة شبكية الأجنحة ويرقات الذباب الحـــوام (hover flies) التابع لفصيلة سيرفيدى (Syrphidae) ويرقات خنافس أبى العيد (ladybird beetles) التابعة لفصيلة كوكسينيلليدى (Coccinellidae) حيث تفقس هذه اليرقات

المفترسة عن بيـــض قد وضع على مقربة شديدة من متسعمرات المن والحشرات القشرية التى تعمل كغذاء لها .

والشاهد أيضاً أن عددا كبيرا من المفترسات يكمن فى انتظار فريسته ثم ينقض عليها بغتة متى وصلت إلى متناوله ، وتظهر هذه العادة بجلاء فى الحوريات المائية للرعاشات وفى أفراس النبى المنتمية لفصيلة مانتيدى حيث توابع هاتين المجموعتين تكون ملونة تلويناً اخفائياً بمعنى أن ألوان جسمها تكون محاكيـة لألوان الوسط الذى تقبع متربصة فيه وبالتالى يبيح ذلك للفرائس أن تدخل بدون وعى ولا حذر إلى حتفها . بينما مفترسات أخرى كمثل يرقات الخنافس المتنمرة (Tiger beetles) التابعة لفصيلة سيسيندليدى (Cicindelidae) ويرقات أسود النمل (ant - lions) التابعة لفصيلة ميرميليونيدى (Myrmeleonidae) من رتبة شبكية الأجنحة فتبنى بالتربة حفرة تقبع فيها بعد أن تهيل التراب على نفسها انتظارا لوصول ضحية يسوقها حتفها إلى هناك فتنقض عليها عندئذ وكلما حاولت تلك الضحية التملص ازدادت تعثرا فى تراب الحفرة الناعم المتقلقل ثم ينتهى الأمر بأن تقبض اليرقة المفترسة على ضحيتها بفكوكها القوية البارزة . وأما اليرقات آكلة اللحوم الغير مجهزة بأكياس واقية من رتبة ترايكوبترا (شعرية الأجنحة) فتقيم شراكا شبيها بنسيج العنكبوت لكى تحتبل فيه ضحاياها .

٢ — المتطفلات (Parasites) : الطفيل هوأى كائن حى يعيش سواء بصفة موقتة أم بصورة دائمة على ارتباط وثيق بكائن حى آخر يعرف بالعائل (host) كما ويتحصل من الأخير على احتياجاته الغذائية . وتفترق الطفيليات عن المفترسات فى كون الطفيل يهاجم فردا واحدا من العائل وقد لا يقتله على الإطلاق أو على الأقل يبقيه حيا لمدة طويلة من الزمن.

والمتطفلات الحشرية تنقسم إلى فئتين مختلفتين كل الاختلاف وهما الطفيلات الحقيقة أو غير المميتة (true, or non-fatal, parasites) والطفيلات المميتة أو أشباه الطفيلات (fatal parasites or parasitoids) .

(ا) الطفيلات الحقة أو غير المميتة (true or non-fatal parasites): وهى حشرات تتطفل غالباً على حيوانات فقارية من ذوات الدم الحار حيث تكون حرة تستطيع الانتقال من جزء إلى آخر من نفس العائل بل وتستطيع أن تتركه إلى عائل آخر إذا دعت الظروف إلى ذلك . وتعيش الغالبية العظمى من هذه المتطفلات فوق أجسام عوائلها من الخارج ، ومن أمثلتها النموذجية أنواع القمل القارض (رتبة مالوفاجا) والقمل الماص (رتبة سايفانكيولاتا) وبق الفراش (من رتبة نصفية الأجنحة) والبراغيث (من رتبة سايفونابترا) وذباب البرغش (من فصيلة هيبوبوسكيدى Hippoboscidae من رتبة ذات الجناحين) والذباب الواخز (من رتبة ذات الجناحين) . وفيما عدا القمل القارض فان جميع هذه المتطفلات تحصل على غذائها من العائل عن طريق أجزاء فمها الثاقبة الماصة التى تدفع بداخل العائل لكى تمتص منه الدم ولذلك فهى تعرف أيضاً بمصاصة الدماء (blood suckers) . ولا تقضى هذه الطفيلات على عوائلها لأن أحجامها تعد تافهة بالقياس إلى أحجام تلك العوائل التى عودت أنفسها على أن تتحمل وجودها ، بل وقد يعيش على نفس الفرد العائل عدة أجيال من الطفيل . وبما أن الأغلبية الساحقة من هذه الطفيلات عبارة عن طفيلات خارجية (ectoparasites) تتنفس الهواء الجوى العادى مباشرة فلا ترى فيها تحورات تنفسية مخصوصة . وباستثناء القمل الذى يقضى كل دورة حياته على عوائله فان جميع بقية المتطفلات غير المميتة تمضى جزءا من دورة حياتها بعيدا عن عوائلها . وتلازماً مع أسلوبها الخاص فى الحياة فيشاهد

بهذه الطفيليات أن الجدار الجسمي متين جلدي القوام ، وأن الجسم مبطط من أعلى إلى أسفل (ماعدا في البراغيث فالجسم منضغط من جانب إلى جانب) مما يتيح لها أن تقبع منطبقة على جسم العائل . وأن الأرجل غليظة مزودة بمخالب بارزة ومسننة غالباً مما يجعل في استطاعتها التشبث بقوة إلى عوائلها ، وأن العيون إما مختزلة جدا أو غائبة . وأن الأجنحة إما غائبة أو ليست موجودة إلا في أفراد أنثوية لا غير .

(ب) الطفيليات المميتة أو أشباه الطفيليات :

(fatal parasites or parasitoids)

إلى هذه الفئة ينتمي العدد الأكبر من الطفيليات الحشرية . وهي تشمل الحشرات المتطفلة على حشرات أخرى من بني جذمها أو على حيوانات لافقارية أخرى من أبناء عمومتها . وتوجد هذه الفئة في فصائل من رتبة ذات الجناحين وعلى الأخص فصيلة تاكينيدي (Tachinidae) وفي جماعة بارا سيتيكا (Parasitica) من رتبة غشائية الأجنحة وفي بعض قليل من حشرات رتبة غمدية الأجنحة . وفي جميع الحالات يكون التطفل في الطور اليرقي فقط ، بل وتفترق طفيليات هذه الفئة عن طفيليات الفئة السابقة من حيث أن اليرقات المتطفلة لاتترك عائلها إلى عائل آخر بل تتم نموها بعائل واحد ، وأن الحشرات الكاملة (اليافعة) المتحولة عن تلك اليرقات ليست بمتطفلة بل تعيش معيشة طليقة نشيطة وتستهل الإناث منها الإصابة بوضع بيضها على عائل لم يسبق التطفل عليه لأن في استطاعتها التمييز بين الأنواع المصابة والسليمة من العائل . وهناك فارق آخر وهو أن هذه الطفيليات المميتة حجمها كبير بالقياس إلى حجم عوائلها ولذا ينتهي الأمر بالأخيرة في كل الأحوال تقريبا إلى الموت نتيجة لاستهلاك أعضائها الجسمية الداخلية بواسطة اليرقات المتطفلة . والشاهد أن الغالبية العظمى من العوائل عبارة عن حشرات

أخرى والتى تصاب وهى ماتزال فى طور البيضة أو اليرقة أو العذراء بينما طورها اليافع فلا يصاب إلا نادراً . وفى هذه الطفيليات المميتة يجرى التطفل بأحد الأساليب التالية :

١ — تضع أنثى الطفيل بيضها فوق جسم العائل نفسه من الخارج وبعد أن تفقس اليرقات تخترق جلد ضحيتها لتستقر فى داخليتها حيث تتغذى من المحتويات الداخلية . مثلما الحال فى بعض حشرات فصيلة تاكاينيدى من رتبة ذات الجناحين .

٢ — تضع أنثى الطفيل بيضها عشوائياً بعيداً عن العائل فى الأماكن التى يتردد عليها ، وفى هذه الحالة يتعين على اليرقات الفاقسة عن ذلك البيض أن تبحث عن عائلها ولذلك فهى مجهزة بعدة وسائل للوصول إليه ومتى وجدته اخترقت جسمه إلى الداخل . مثلما الحال فى بعض آخر من حشرات فصيلة تاكاينيدى .

٣ — تضع أنثى الطفيل بيضها الضئيل الحجم على غذاء عائلها لكى يدخل مع الأكل إلى القناة الهضمية للعائل حيث لا يتأثر ذلك البيض بحكم طبيعته بالعصارات الهضمية ثم يفقس البيض داخلياً إلى يرقات تأخذ فى النمو داخلياً أيضاً ملتهمة الأعضاء الحسمية الداخلية للعائل . مثلما الحال فى بعض ثالث من حشرات فصيلة تاكاينيدى .

٤ — تكون أنثى الطفيل مجهزة بآلة وضع بيض جامدة طويلة مهيأة لاختراق أشياء صلبة يعيش بداخلها العائل ويختلف طول هذه الآلة كثيراً ولكنها تبلغ أقصى طولها فى أنواع الطفيليات التى عليها لكى تصل إلى عائلها أن تخترق خشب الأشجار ، وبعد دخول الآلة تضع بها الأنثى بيضها فوق جسم العائل وبعد نفس تعيش اليرقات كطفيليات خارجية فتتغذى على

أنسجة العائل من الخارج . مثلما الحال فى نسبة بسيطة من الطفيليات التابعة لرتبة غشائية الأجنحة .

٥ — تضع أنثى الطفيل بيضها فى داخل جسم العائل مباشرة بواسطة آلة وضع بيضها الثاقبة المهيأة لاختراق جلد العائل ثم يتمرس ذلك البيض داخلياً وتعيش اليرقات الفاقسة عنه كطفيليات داخلية . مثلما الحال فى نسبة كبيرة من الطفيليات التابعة لرتبة غشائية الأجنحة .

وفى أعمارها المبكرة على الأقل تتغذى تلك اليرقات الطفيلية على الدم والأجسام الدموية لضحاياها بمعنى أنها تتجنب الإضرار بالأعضاء الحيوية . وموت العوائل قد ينجم إما عن الاستنزاف المترتب على تلك التغذية أو عن أن احتياجات النمو تدفع اليرقات فيما بعد إلى الانقضاض على الأنسجة الأخرى والتحول فى الواقع إلى مفترسات داخلية .

والشاهد أن أهم التهايؤات التى حدثت بالمتطفلات المميتة تنصب على التنفس . فبينما اليرقات المتطفلة خارجياً تتنفس الهواء الجوى وتحتفظ بالتالى بجهاز تنفسى هوائى مفتوح الثغور التنفسية . فإن اليرقات المتطفلة داخلياً تظهر تكيفات واضحة جداً إذ أن كثيراً منها يتنفس عن طريق الجلد الأوكسجين المحجز على صورة محلول فى سائل فى دم عوائلها فى حين أن الباقى يستبقى اتصالا مباشرا معيناً مع الجو بالطرق التى ذكرت آنفاً عند مناقشة التنفس فى الحشرات المتطفلة داخلياً .

والطفيليات قد تكون متطفلات ابتدائية (primary parasites) أى تتطفل على عوائلها ولكن هذه الطفيليات الابتدائية قد لا تسلم هى أيضاً من التطفل فقد يتطفل عليها طفيليات أخرى تعرف بالطفيليات الثانوية (secondary parasites) أى طفيليات تتطفل على متطفلات . بل وهناك أيضاً متطفلات ثالثة (tertiary parasites) تتطفل على طفيليات ثانوية .

ثالثاً – الحشرات المتنوعة الغذاء

(Omnivorous Insects)

الحشرات المتنوعة الغذاء ليست ممثلة على نطاق واسع فى عالم الحشرات، وهى حشرات تتغذى على مواد مختلفة من أصل نباتى أو حيوانى . ومن أمثلتها أنواع الصراصير التى تلتهم كل ما يصادفها من مختلف الأغذية ابتداء من الخبز والمواد الغذائية الأخرى إلى الأحذية القديمة وأغلفة الكتب كما أنها لا تترك الأجسام الميتة ولا جلود انسلاخات الحشرات . ومنها أيضاً الذبابة المنزلية العادية التى تصاحب الإنسان فى جميع أماكنه وتتغذى على أغذية متنوعة ابتداء من الحاويات فى محلات الحلوى إلى بقايا اللحوم والعظام فى محلات الجزارة ، كما تجذبها براز الإنسان والحيوان وتتغذى عليه بشراهة ومنه تطير إلى غذاء الإنسان ناقلة إليه كثيراً من جراثيم الأمراض . وينتمى أيضاً إلى فئة الحشرات المتنوعة الغذاء الدبور الأحمر العادى الذى يتغذى على المواد السائلة السكرية مثل رحيق الأزهار والفاكهة الناضجة والعسل وكذلك على المواد الحيوانية وخاصة الحشرات الميتة التى يحملها عادة إلى عشوشه لتغذية صغاره .

رابعاً – الحشرات الرمرامة (Saprophagous Insects)

أو الحشرات الكانسة (Scavengers)

الحشرات الرمرامة أو الكانسة هى مجموعة من الحشرات تتغذى على بقايا المواد النباتية أو الحيوانية الميتة والمتحللة كما تتغذى على روث الحيوانات وهذه الحشرات هى جنود الطبيعة للمحافظة على الصحة وتنظيف البيئة من البقايا التالفة ، وهى تلعب دوراً هاماً فى إقتصاديات الحياة إذ تحلل هذه الحشرات المواد العضوية وتحولها إلى مواد تزيد فى خصوبة التربة .

وتقسم الحشرات الرمرامة إلى الأقسام الآتية :

(ا) الحشرات آكلة الروث (Scatophagous insects) : الحشرات آكلة الروث كمثل الحشرات الرمرامة الأخرى تتغذى وتعيش على الكائنات الدنيئة (microorganisms) التى توجد بكثرة فى روث الحيوانات . وأنواع قليلة من الحشرات تتغذى على براز الحشرات الأخرى ومنها يرقات البراغيث التى تتغذى على براز حشراتها الكاملة ، ومنها أيضاً بعض أنواع الخنافس الصغيرة . والغالبية العظمى من الحشرات آكلات الروث تتغذى على روث الحيوانات المستأنسة الراقية ، ومعظم هذه الحشرات يتبع رتبة ذات الجناحين ورتبة غمدية الأجنحة وأكثرها شيوعاً الجعارين ويرقاتها من فصيلة سكارابيدى (Scarabaeidae) . ويرقات ذباب اللحم من فصيلة ساركوفاجيدى (Sarcophagidae) والذباب المنزلى التابع لفصيلة مسكيدى (Muscidae) من أشهر حشرات ذات الجناحين التى تتغذى وتعيش على روث الحيوانات الراقية .

(ب) الحشرات الرمرامة النباتية (Phytosaprophagous insects) : تتغذى هذه الحشرات على الكائنات الدنيئة التى توجد فى النباتات الميتة والمتحللة مثل باقى الحشرات الرمرامة ومنها السمك الفضى وذوات الذنب القافز وبعض يرقات رتبة ذات الجناحين . أما الأخشاب فان الحشرات الرمرامة (الكانسة) لاتتغذى عليها إلا بعد تحللها وتعفنها بينما الأخشاب الميتة غير المتحللة فمهاجمها مجموعة أخرى من الحشرات لا تنتمى إلى الحشرات الكانسة .

(جـ) الحشرات الرمرامة الحيوانية (Zoosaprophagous insects) : هى مجموعة من الحشرات يتكون غذاؤها من مواد حيوانية ميتة متحللة

وتتغذى على الكائنات الدنيئة التى تعيش فى هذه المواد . وهناك قليل من الحشرات التى تتغذى على الحشرات الميتة . ويرقات الخنافس المائية من فصيلة هايدروفيليدى (Hydrophilidae) تتغذى على الحشرات التى تسقط فى الماء . وخنافس العتة من جنس انثرينس (Anthrenus) تهاجم الحشرات المحفوظة فى المتاحف وكذلك الحيوانات المحنطة . ويرقات فراش الشمع (Galleria mellonella) تتغذى على جلود انسلاخ حشرات النحل وبقاياها التى توجد فى الشمع . وغالبية الحشرات الرمرامة الحيوانية تتغذى على أجسام الحيوانات الراقية بعد موتها وتحللها . وبعض هذه الحشرات تهاجم البقايا الرخوة (اللحوم الميتة قبل جفافها) مثل يرقات ذباب اللحم والذباب الأزرق ويرقات بعض الخنافس من رتبة غمدية الأجنحة . وبعد جفاف بقايا الحيوانات عندما لا يبقى منها إلا العظام والجلود تبدأ مجموعة أخرى من الحشرات الكانسة فى مهاجمتها ومنهـا خنافس ديرمستس (Dermestes) التابعة لفصيلة ديرمستيدى (Dermestidae) وخنافس الجلود من فصيلة نيتيديوليدى (Nitidulidae) .