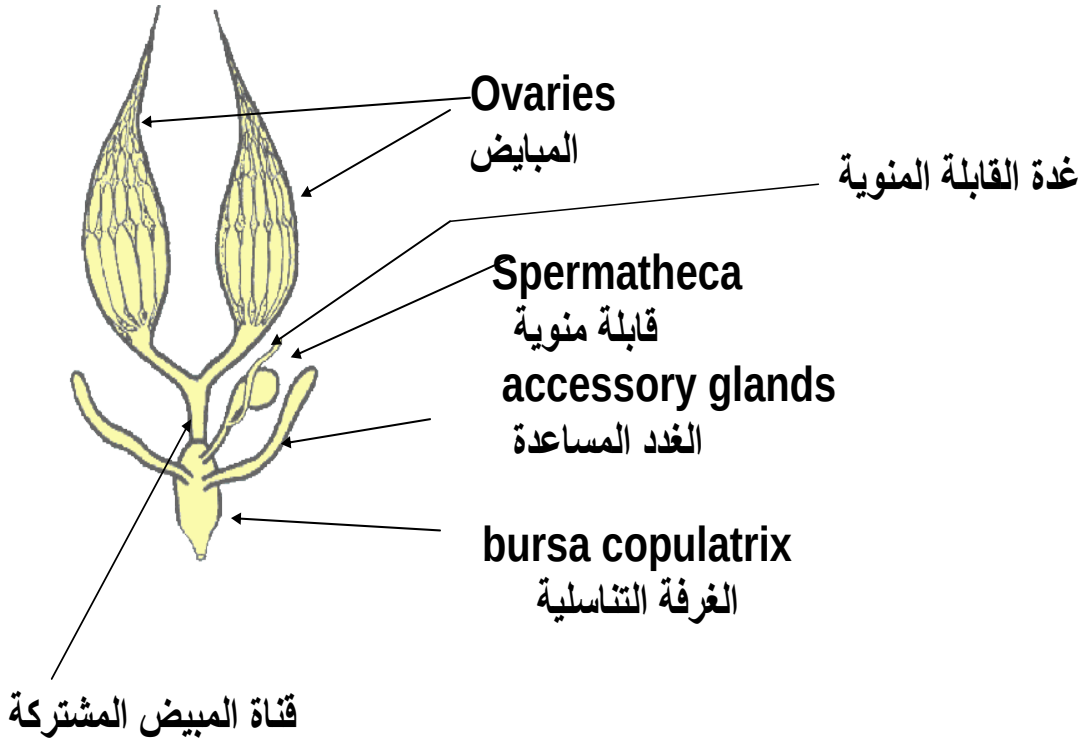
الجهاز التناسلى

The reproductive system

أولا : الجهاز التناسلى الأنثوى The female reproductive system

يتكون الجهاز التنتاسلى فى الأنثى من مبيضين Ovaries ، و يخرج من كل مبيض قناة مبيض جانبية مشتركة Lateral oviduct وهذة تؤدى إلى مهبل Vagina الذى يفتح للخارج فى الفتحة التناسلية Oviporus الموجودة فى نهاية الاسترنة التاسعة البطنية.

ويفتح فى السطح العلوى لقناة المبيض المشتركة أو المهبل قابلة منوية Spermatheca أو Receptaculum seminis لتخزين الحيوانات المنوية أثناء التلقيح ، ويوجد بطرف القابلة المنوية غدة تفرز مواد مغذية وآخرى جاذبة للحيوانات المنوية أثناء وجودها بالقابلة لفترة قد تصل إلى عدة أشهر حتى يحين خروجها لتلقيح البعض أثناء نزولة للخارج . كما يفتح فى السطح العلوى للمهبل أيضا زوج أو أكثر من الغدد الزائدة accessory glands فائدتها إفراز كيس يحيط بالبيض أو إفراز المادة التى تلصق البيض بعضة ببعض أو تلصقة بالسطح الموضوع علية. هذا وليكن من المعروف أن الغدد الحمضية والغدد القلوية فى شغالة نحل العسل ما هى إلا غدد زائدة (قد تفتح القابلة المنوية والغدد الزائدة بفتحات مستقيمة فى الجيب التناسلى كما فى الصرصار). وفى رتبة حرشفية الأجنحة توجد فتحتان من الفتحات التناسلية، الفتحة الأمامية وهى فتحة البورسا أو فتحة التلقيح وتفتح فى نهاية الأسترنة البطنية الثامنة وتؤدى هذة الفتحة إلى كيس مقفل يسمى Bursa copulatrix (و التى تعتبر نمو خارجى من قناة المبيض المشتركة)، وتصل البورسا بقناة المبيض المشتركة قناة رفيعة تسمى بالقناة المنوية Seminal duct . أما الفتحة التناسلية الثانية فتقع فى النهاية الخلفية للاسترنة البطنية التاسعة وهى الفتحة التناسلية الحقيقية التى يخرج منها البيض عند وضعة إذ أنها نهاية المهبل،وعند مرور البيض من قناة المبيض المشتركة تلقح كل بيضة بحيوان منوى من الحيوانات المخزنة فى القابلة المنوية.



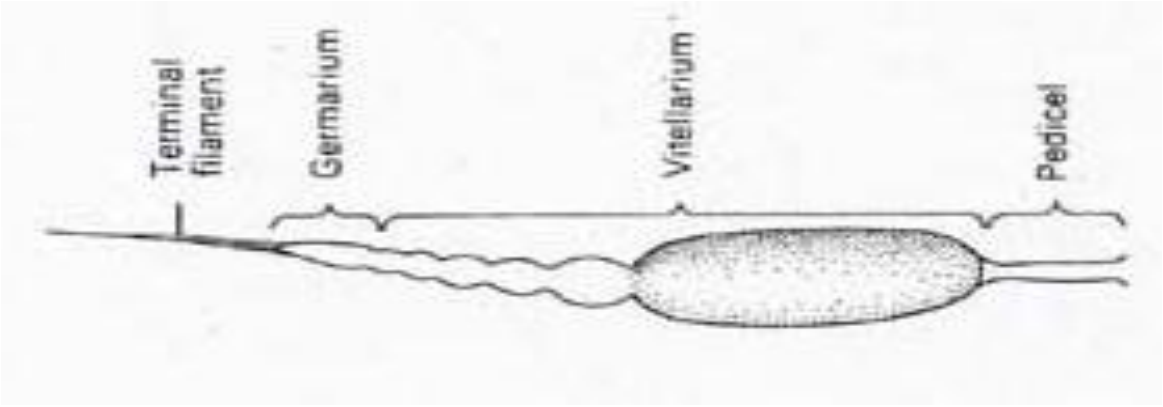
(١) الجهاز التناسلى الأنثوى فى معظم الحشرات

(٢) الجهاز التناسلى الأنثوى فى رتبة حرشفية الأجنحة

- **المبيض The ovary**

يتكون المبيض فى الحشرات من قنوات أو فروع مبيض Ovarioles وكلها تفتح فى قناة المبيض الجانبية التى تتبعها .وعدد فروع أى مبيض تبلغ حوالى ٤-٨ ولكنها قد تبلغ حوالى ٢٠٠ فى رتبة غشائية الأجنحة أو أكثر من ذلك فى ملكات النمل الأبيض،وفى بعض أنواع الذباب التى تلد أحياء قد يتكون المبيض من فرع واحد فقط.

ويتكون فرع المبيض النموذجى من خيط طرفى Terminal filament يلية منطقة النمو والتكوين Germarium ثم منطقة البيض Vitellarium . وجميع الخيوط الطرفية لفروع المبيض الواحد تتحد مع بعضها البعض مكونة خيطا رابطا واحد Suspensory filament يتحد مع مثيلة فى المبيض الآخر و يكونان سويا خيطا مشتركا يرتكز على أحد الأجهزة الداخلية. ومنطقة النمو والتكوين هى نهاية فرع المبيض الطرفية وتحوى خلايا فى دور التكوين Oogonia أو Germ cells (والتى سيتكون منها فيما بعد البيض Oocytes) والخلايا المغذية Trophocytes أو Nurse cells وكذلك خلايا بينية غير تناسلية Interstitial cells . أما عن منطقة البيض Vitellarium فيوجد بها البيض فى أدوار مختلفة من النمو ، فالبيضة الموجودة عند قاعدة فرع المبيض هى أكبر البيض عمرا وهى التى ستخرج للخارج قبل غيرها. ونظرا لوجود البيض خلف بعضة البعض فى فرع المبيض فلقد أصبح كل فرع مبيض مقسما إلى حجر متعاقبة Egg-chambers .يتكون جدارها من خلايا تسمى Follicular cells ويفتح كل فرع مبيض فى أنبوبة قصيرة تسمى حامل فرع المبيض Ovariole stalk أو Calyx تفتح فى قناة المبيض الجانبية، كما يغلف فرع المبيض من الخارج بنسيج ضام.



(٣) رسم يوضح تركيب فرع المبيض

- **وتقسم المبايض الى ثلاثة أنواع حسب تركيب فرع المبيض وهى:**

١-النوع الأول : The panoistic type

وهو لا يوجد بة خلايا مغذية بالمرة ويتغذى البيض فى هذا النوع من الدم المحيط بة عن طريق خلايا الفوليكل Follicular cells التى تأخذ المواد المغذية الموجودة بالدم وتعطيها للبيض. يوجد هذا النوع فى الحشرات عديمة الأجنحة Apterygota و فى رتبة مستقيمة الأجنحة وبعض الرتب الأخرى التابعة لقسم الحشرات ناقصة التطور Exopterygota .

٢-النوع الثانى : The polytrophic type

وبة غرف مبيض متبادلة مع غرف تحتوى على الخلايا المغذية ويوجد هذا النوع فى أكثر الحشرات كاملة التطور Endopterygota . ويلاحظ أن حجم غرفة الخلايا المغذية جهة قاعدة فرع المبيض أضغر منها جهة الطرف لأن المبيض عند القاعدة أكبر منة جهة الطرف ويستنفذ خلايا مغذية أكثر مما فى الطرف السائب لفرع المبيض.

٣-النوع الثالث: The acrotrophic type

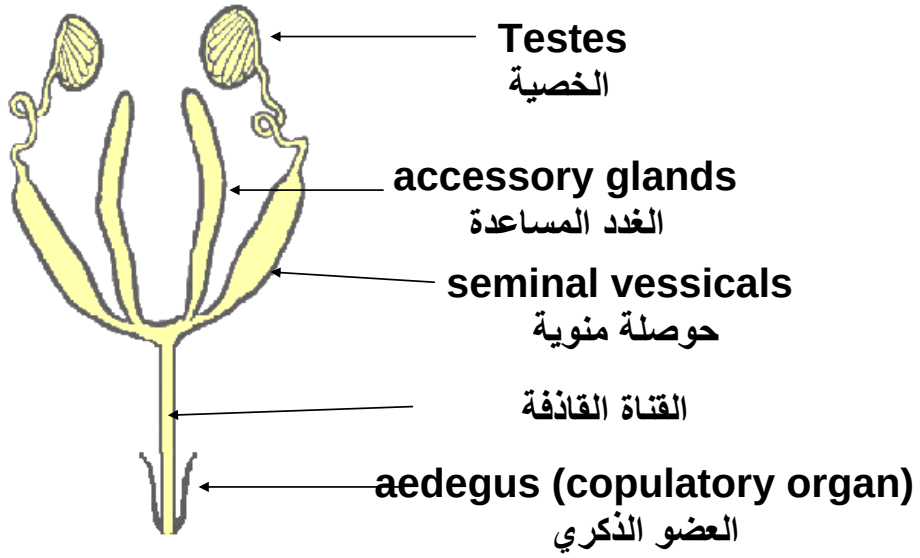
وفية توجد الخلايا المغذية فى منطقة النمو بطرف فرع المبيض السائب ولكن تتصل هذة الخلايا المغذية بالبيض النامى بواسطة خيوط بروتوبلازمية Trophic cords لتوصل الغذاء إلى هذا المبيض ويوجد هذا النوع فى رتبة نصفية الأجنحة ورتبة متشابهة الأجنحة وبعض حشرات رتبة غمدية الأجنحة.

و للعلم أنة فى النوعين الثانى والثالث تحصل الخلايا المغذية على المواد المغذية التى تحتاج إليها من الدم و تنقله إلى البيض الذى يحولها بدورة إلى مح Yolk (ولو انة فى قليل من الأحيان قد يتكون المح من سيتوبلازم البويضة النامية نفسها). والبيضة الناضجة تماما والتى توجد فى الغرفة السفلى من فرع المبيض يتكون لها قشرة Chorion تفرزها خلايا الفوليكل المحيطة بالغرفة المذكورة وأسفل القشرة يتكون الغشاء الجنينى Vitelline membrane والذى ينشأ من سطح البويضة نفسها. ولا تتكون القشرة فى المنطقة الوسطى العلوية من البيضة حيث يتكون النقير Micropyle الذى تمر خلالة الحيوانات المنوية لتلقيح البيضة. وبعد تكوين القشرة و الغشاء الجنينى مباشرة تمر البيضة لأسفل إلى قناة المبيض الجانبية فقناة المبيض المشتركة حيث تخصب بحيوان منوى يأتى لها من القابلة المنوية أثناء مرورها للخارج ثم تذهب البيضة إلى المهبل فإلى الخارج.

وفى الحشرات التى تحيط فيها الحشرة البيض بكيس Ootheca وتحتفظ الأنثى بهذا الكيس داخلها بعض الوقت نجد أنة فى مثل هذة الحشرات لا ينضج البيض مطلقا أثناء وجود هذا الكيس داخل الأنثى وذلك بفضل إفراز هرمون من النهاية السفلية لفرع المبيض.

ثانيا: الجهاز التناسلى الذكرى The male reproductive system

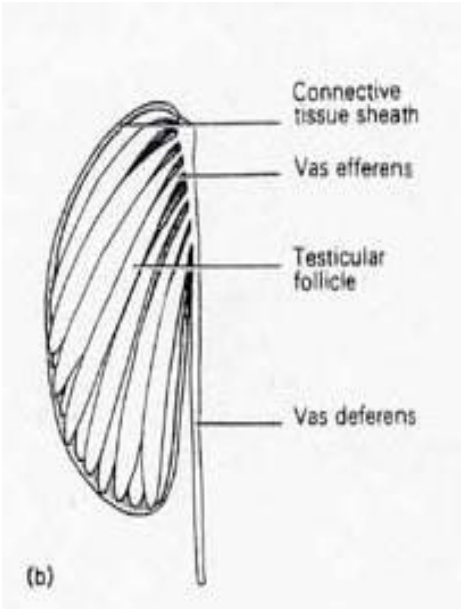
يتكون الجهاز التناسلى فى الذكر من زوج من الخصى Testes ويخرج من كل خصية وعاء ناقل. ويفتح الوعاءان الناقلان فى القناة القاذفة التى تفتح للخارج فى الفتحة التناسلية الموجودة على نهاية الأسترنة التاسعة البطنية وفوق صفيحة القضيب Penis وتتسع نهاية كل وعاء ناقل قبل أن يفتح فى القناة القاذفة مكونة بذلك خزانا يسمى بالحوصلة المنوية Vesicula- seminalis ويفتح فى القناة القاذفة أيضا غدد زائدة Accessory glands فائدتها إفراز السائل الذى تسبح فية الحيوانات المنوية أو إفراز جدار الكيس الذى يحيط بمجموعة من الأسبرمات كإنبعاجات خارجية تشبة الأنابيب القصيرة المقفلة مشابهة بذلك الغدد الزائدة المحيطة بها و الموجودة على الجزء المنتفخ الموجود أعلى القناة القاذفة والمسمى عرفيا فى الصرصار(بعيش الغراب).



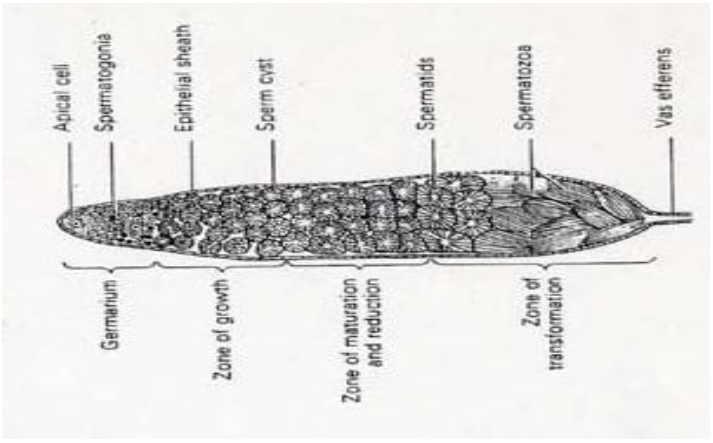
(٤) الجهاز التناسلى الذكرى

- **الخصية The testis**

تتكون كل خصية من أنابيب صغيرة يختلف عددها بأختلاف نوع الحشرة. وتفتح كل أنبوبة من هذة الأنابيب بممر ضيق قصير جدا يسمى Vas efferens فى الوعاء الناقل ولو ان هذا الممر يكون دائما مقفولا نظرا لوجود غشاء متين من النسيج الضام الذى قد تتخللة بعض الألياف العضلية. ويتكون جدار كل أنبوبة من أنابيب الخصية من خلايا طلائية Epithelial cells ومن هذة الخلايا الطلائية تنشأ منها الخلايا التناسلية التى سيتكون منها فى النهاية الحيوانات المنوية Spermatozoa. كما تتكون محتويات كل أنبوبة من مناطق متعاقبة من طرفها المقفل إلى أن تفتح فى الوعاء الناقل كما يلى:



(٥) تركيب الخصية



(٦) مراحل تكوين الحيوانات المنوية داخل انبوبة الخصية

١- منطقة التكاثر Germarium or Zone of spermatogonia

وهى المنطقة الطرفية وتحوى خلايا تناسلية حديثة التكوين مختلطة مع خلايا جسمية Somatic cells. وفى النهاية السفلية لمنطقة التكاثر ترى كل خلية من خلايا التكاثر محاطة بحوصلة . وبأنقسام الخلية الواحدة من خلايا منطقة التكاثر إنقسامات متتالية يتكون منها حوالى ٦٤- ٢٥٦ خلية من خلايا المنطقة التالية و المسماة بمنطقة الأسبرماتوسيتات Spermatocytes.

٢- منطقة الإسبرماتوسيتات أو منطقة النضج Zone of maturation

وهى المنطقة التى تلى المنطقة السابقة وتقوم خلاياها بإنقسامات إختزالية وعلى ذلك فيصبح عدد كروموسوماتها نصف عددها فى المنطقة السابقة وكل خلية اسبرماتوسايت تتكون منها ٤ خلايا اسبرماتيدات وهى خلايا المنطقة التالية.

٣- منطقة الاسبرماتيدات أو منطقة التحول Transformation

وفيها لازالت كل حوصلة محاطة بكبسولة أو حوصلة وداخل هذة الحوصلة تتحول الاسبرماتيد إلى عدد من الحيوانات المنوية Spermatozoa التى تخترق جدر حويصلاتها للتجمع داخل فراغات هذة الحويصلات . وفى أول الأمر تكون الحيوانات المنوية ملتصقة ببعضها البعض مكونة حزما منوية ولكنها ما تلبث أن تنفصل ويصبح كل حيوان منوى حرا بنفسة.

٤- منطقة الحيوانات المنوية Zone of spermatozoa

وهى المنطقة التى تكون فيها الحيوانات المنوية حرة ومستعدة للخروج إلى الوعاء الناقل. وفية ذبابة مايو يفتح كل وعاء ناقل بفتحة مستقلة إلى الخارج كما فى حالة الأنثى وفى هذة الحالة يوجد خارج كل فتحة تناسلية على كل جانب من جانبى الجسم قضيب مستقل، ولكن فى أغلب الحشرات نشأت قناة إكتودرمية واحدة هى القناة القاذفة التى يصب فيها الوعاءان الناقلان .والغدد الزائدة فى ذكور الحشرات بعضها قد ينشأ فى الجنين من الميزودرم والبعض الآخر قد ينشأ من الأكتودرم والنوع الأخير يصب فى السطح العلوى للقناة القاذفة ويبطن من الداخل بالشيتين Intima كأى نسيج داخلى آخر اكتودرمى الأصل.

• التكاثر فى الحشرات Reproduction in insects

معظم الحشرات تتكاثر بطريقة وضع البيض المخصب و لكن يوجد طرق آخرى للتكاثر شائعة بين الحشرات وهى:

١- التكاثر البيضى: Oviparity

فى غالبية الحشرات يعتمد التكاثر عل عملية الجماع بين الحشرات البالغة من الذكر و الأنثى لنفس النوع الحشرى ثم قيام الأنثى الملقحة بعدئذ بوضع البيض المخصب فى أماكن مناسبة تختارها ، ثم بعد مدة معينة من الزمن تفقس كل بيضة فى الخارج لينتج عنها صغير يعرف بالحشرة الغير بالغة immature insect التى يكتمل نموها بعد مدة أخرى معينة من الزمن فتتحول الى حشرة كاملة بالغة قادرة على القيام بواجباتها نحو حفظ النوع. فالحشرات التى تتكاثر بهذة الطريقة تعرف بالحشرات البياضة Oviparous كما يعرف تكاثرها بالتكاثر البيضى.

٢- الولادة: Viviparity

بعض الحشرات تضع صغارا أحياء (يرقات أو حوريات) بدلا من البيض و تعرف هذة الحشرات بالحشرات الولودة. وفيها يتم التلقيح بين الأنثى و الذكر إلا أن الأنثى تحتفظ ببيضها الملقح بداخل جسمها سواء فى القناة الهضمية المشتركة أو فى المهبل حتى يتم نموة الجنينى ويفقس داخليا، ثم بعد ذلك تطرد الصغار الى الخارج وهى فى حالة مبكرة من النمو مثل اليرقات التى تلدها ذبابة اللحم من فصيلة Sarcophagidae أو تبقى تلك الصغار فى رحم الأنثى حيث تتغذى وتنمو الى أن تصبح يرقات تامة النمو وبعدئذ تطرد للخارج حيث تتحول مباشرة الى عذارى كما فى أنثى التسى تسى.

٣- التكاثر البكرى Parthenogenesis:

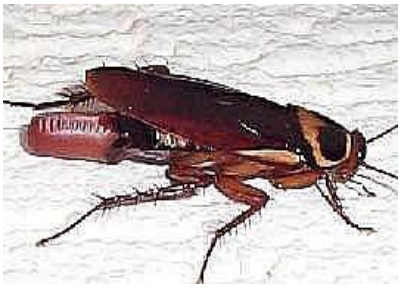
وفية تضع الأنثى بيض غير مخصب وبدون تزاوج مع الذكر فى عملية جماع ويحدث التكاثر فى أنواع معينة من أغلب الرتب الحشرية، وقد يكون أجباريا فى بعض الأنواع التى تكون فيها الذكور غائبة أو نادرة أو غير قادرة على أداء وظيفتها فى التلقيح أو يكون أختياريا Facultative فتتكاثر بة الحشرة فى أوقات خاصة بجانب التكاثر الجنسى العادى لها . ويوجد هذا النوع من التكاثر فى عدة انواع من الحشرات.

٤-تكاثر الأطوار غير الكاملة Paedogensis :

الشائع فى الحشرات هو تكاثر الأطوار الكاملة ولكن فى بعض الأحوال النادرة جدا تكون للأطوار غير البالغة مثل اليرقات أو العذارى القدرة على التكاثر بالطريقة العذرية وبطريقة الولادة معا وتعرف هذة الظاهرة بتكاثر الأطوار غير الكاملة. مثل يرقات الذباب من جنس مياستر حيث يشاهد ان اليرقة الأم تنمو فيها البراعم المبيضية لتنتج بيضات غير ملقحة وهذة تفقس بداخل جسم الأم الى يرقات وليدة ، وعندئذ تأخذ الأخيرة فى التغذية على أنسجة اليرقة الأم ثم تأخذ طريقها الى خارج جسم تلك اليرقة الأم التى تموت أثناء هذة العملية وبعد خروج اليرقات الوليدة تبدأ فى تكوين يرقات وليدة بنفس الطريقة السابقة وهكذا تتكرر الدورة لعدة أجيال ،بعدها تتحول اليرقات الى عذارى ،وهذة تخرج منها الحشرات الكاملة من الجنسين التى تتزوج وتضع بيضا مخصبا ينتج عنة يرقات تتوالد وتعيد نفس تاريخ الحياة.

٥-تعدد الأجنة Polyembryony :

لبعض أنواع الحشرات وخاصة الأنواع المتطفلة من رتبة غشائية الأجنحة القدرة على أنتاج أكثر من جنين من بيضة واحدة سواء كانت ملقحة أو غير ملقحة أى تنتج عدة يرقات بدلا من يرقة واحدة، وتوجد هذة الظاهرة فى بعض الدبابيرالكالسيدية والأكنيومونيدية المتطفلة داخليا مثل ليتوماستيكس ترانكاتيلس(*Litomastrix truneatellus*).



(٧) أشكال متعددة للتزاوج فى الحشرات

الجهاز التنفسى

The Respiratory System

التنفس هو حصول الكائنات الحية على الأكسجين اللازم لحياتها والتخلص من ثانى أكسيد الكربون الناتج من عمليات التمثيل الغذائى داخل أجسامها.

وكثير من الحشرات لاسيما الحشرات الرهيفة مثل الكولمبولا وبعض الحشرات المتطفلة داخليا تتنفس عن طريق تبادل الغازات خلال جدار الجسم كما أن معظم الأطوار غير الكاملة للحشرات المائية تتنفس عن طريق زوائد توجد على جدار الجسم أو فى مؤخرتة تعرف بالخياشيم كما هو الحال فى يرقات البعوض. بينما تتم عملية التنفس في جميع الحشرات تقريباً عن طريق أنابيب داخلية تعرف بالقصبات الهوائية Tracheae وتتشعب هذه القصبات في أعضاء الجسم وزوائده وتعرف فريعاتها الدقيقة بالقصيبات الهوائية ويدخل الهواء القصبات الهوائية عن طريق زوج من الفتحات الجانبية تعرف بالفتحات التنفسية أو الثغور وهذه الفتحات مرتبة في مواضع معينة على عقل الصدروالبطن ونادراً ما تنعدم هذه الفتحات أو تكون مقفلة ويحدث التنفس في هذه الحالة عن طريق جدار الجسم. أما معظم أطوار الحشرات المائية غير البالغة فيحدث التنفس بها عن طريق الخياشيم وتنشأ أعضاء التنفس في الحشرات من طبقة الإكتودرم فتكون القصبات الهوائية كإنغمادات أنبوبية للداخل، بينما تنشأ الخياشيم كبروزات جوفاء للخارج.

• الثغور التنفسية Spiracles :

أ- عددها وموضعها:

تعتبر الثغور التنفسية فوهات الإنغمادات الإكتودرمية التي ينشأ منها الجهاز القصبي وتقع على الغشاء البلورى في كل من عقل الصدر والبطن. وهذه الثغور قد تكون متقدمة نحو الأمام أو متأخرة نحو الخلف بالنسبة لعقل البطن أما في الصدر فتوجد بين العقل بحيث تقع كل فتحة أمام الحلقة التي تتبعها مباشرة. أما من حيث عدد هذه الثغور فيختلف باختلاف الحشرات وأقصى عدد لها في الأطوار بعد الجنينية هو عشرة أزواج ٢ صدرية ، ٨ بطنية يقع الزوج الأول بين عقلتي الصدر الأول والثاني ويقع الثاني بين عقلتي الصدر الثاني والثالث وتقع

الأزواج إبتداء من الأول البطني إلى الثامن البطني على كل حلقة من حلقات البطن من ١-٨. وقد يقل عددها عن عشرة أزواج كما في رتبة القمل القارض حيث يوجد ٧ أزواج (١صدري+٦بطنية) وقد يختزل عددها إلى زوجين صدريين فقط كما في البق الدقيقي.

❖ وتقسم الحشرات بالنسبة إلى عدد الثغور التنفسية وعدد وموضع الثغور العاملة (المفتوحة) والمغلقة منها إلى قسمين هما:

١- حشرات تتلاشى فيها بعض الثغور التنفسية وتسمى حشرات ناقصة الثغور التنفسية Hypopneustic.

٢- حشرات بها عشرة أزواج من الثغور التنفسية (عاملة ومقفلة) وهذه تقسم على حسب عدد ونظام توزيع الثغور العاملة فقط إلى:

أ- جهاز تنفسي كامل في عدد الثغور العاملة Holopneustic .
ب- جهاز تنفسي ناقص في عدد الثغور العاملة Hemipneustic .
ت- جهاز تنفسي فيه جميع الثغور مقفلة Apneustic ، في هذا النوع يكون التنفس خلال جدار الجسم أو عن طريق الخياشيم.

ب- تركيب الثغور التنفسية:

يختلف تركيب الثغور التنفسية إختلافاً كبيرا باختلاف الحشرات كما تختلف عادة في الحشرة الواحدة في كل من الفتحات الصدرية والبطنية وكذلك في أطوارها المختلفة. ويتركب النوع البسيط من الثغور التنفسية من فتحة خارجية External opening تحيط بها صفيحة حلقية وتؤدي هذه الفتحة إلى تجويف يعرف بالدهليز atrium وهو جزء خاص يصل بين الفتحة التنفسية والقصبة الهوائية وخال من الأشرطة الكيتينية وتزود جدرانه الدقيقة بزوائد تعمل على الإقلال من فقد الماء المتبخر من الثغور وتكون هذه الزوائد متشابكة مع بعضها مكونة جهاز يعرف بجهاز الترشيح مهمته أيضاً عدم دخول الأتربة. ويزود الثغر التنفسي بجهاز إقفال يتكون من عضلة أو أكثر وأجزاء أخرى جليدية ويقوم هذا الجهاز بفتح وإغلاق الفتحة التنفسية وقد ينعدم هذا الجهاز في يرقات الحشرات ذات الجناحين. وقد تزود الفتحة الخارجية للثغر التنفسي بشفاه يختلف شكلها وعددها باختلاف الحشرات.

❖ القصبات الهوائية والقصيبات Tracheae & Tracheoles :

القصبة الهوائية عبارة عن أنبوبة مرنة تأخذ مظهرا فضيا عند امتلائها بالهواء وتبطن من الداخل بطبقة جليدية تعرف ببطانة القصبة intima تتصل إتصالا مباشرا بجدار الجسم وتتخلص منها الحشرة عند كل انسلاخ. وتتغلظ بطانة القصبة في خطوط حلزونية وأحيانا على شكل حلقات مستقلة تبرز في تجويف القصبة وتعرف بالأشرطة الكيتينية Taenidia حيث تعمل على حفظ القصبات الهوائية مفتوحة باستمرار حتى يسهل مرور الهواء بها. وتتفرع القصبات الهوائية إلى فروع أصغر فأصغر وهكذا حتى تنتهي بفروع غاية في الدقة لا يزيد قطرها عن 0.3 من الميكرون تعرف بالقصيبات الهوائية Tracheolesوتتداخل هذه القصيبات بين خلايا أنسجة الحشرة. كذلك يشاهد أن هذه النهايات الدقيقة للقصيبات الهوائية تكون واقعة داخل خلايا نجمية الشكل تعرف بالخلايا النهائية Tracheole end cell حيث يمتد بروتوبلازمها في صورة زوائد دقيقة تحيط بجدر القصيبات الهوائية المنغمرة فيها. وتحتوي نهايات القصيبات سائلا قصبيا تعتمد عليه في تأدية وظيفتها التنفسية.

❖ الأكياس الهوائية Air Sacs :

في كثير من الحشرات المجنحة تتسع القصبات الهوائية في أجزاء مختلفة من الجسم مكونة حويصلات رقيقة الجدران تعرف بالأكياس الهوائية وهي خالية من التغلظات الكيتينية ولذلك فهي قابلة للتمدد وتظهر عند انتفاخها كحويصلات بيضاء لامعة ولكن يصعب تمييزها عند خلوها من الهواء وتختلف هذه الأكياس من حيث الحجم والعدد باختلاف الحشرات. والوظيفة الأساسية لهذه الأكياس هي مساعدة الحشرات على الطيران حيث تقل من ثقلها النوعي. وتركيب جدار الكيس يشبة تركيب جدار القصبات الهوائية إلا ان بعض الحشرات كالنحل اكياسها تشبة حلزون التنيديا.

أنواع الخياشيم التنفسية Respiratory gills :

١- الخياشيم القصبية Tracheal gills :

وهي عبارة عن زوائد خيطية أو ورقية الشكل غنية بالقصبات الهوائية وتوجد في معظم الحوريات المائية على منطقة البطن ويختلف عددها حيث يوجد ٧ أزواج منها على السبع عقل البطنية الأولى كما في ذبابة مايو أو ثلاثة خياشيم ذيلية كما في نياد الرعاشات الصغيرة. أما في نياد الرعاشات الكبيرة فتكون على ٦ ثنيات داخلية في جدار المستقيم ويصل إلى هذه الثنيات فروع القصيبات الهوائية التي تمتد من جزوع القصبات الهوائية الرئيسية، ويتحور المستقيم في هذه الحالة إلى ما يعرف بالسلة الخيشومية. يوجد في يرقات البعوض ٤حلمات شرجية تتصل بالعقلة البطنية الأخيرة وهي غنية بالقصيبات الهوائية ولكنها لا تعتبر خياشيم قصبية وهي تعمل على امتصاص الماء والأيونات غير العضوية مثل أيونات الكلوريد.

٢- الخياشيم الدموية Blood gills :

عبارة عن زوائد أنبوبية أو أصبعية وقد اشتقت تسميتها من حقيقة احتوائها على الدم وهي لا تحتوي عادة على قصيبات هوائية وتوجد في الحشرات المائية مثل يرقات الهاموش من الحشرات ذات الجناحين حيث يوجد في بعض أنواعه زوجين بطنيين على العقلة البطنية قبل الأخيرة وأربعة أزواج على العقلة الأخيرة ووظيفة هذه الزوائد امتصاص الماء والأيونات غير العضوية.

❖ ميكانيكية التنفس :

تعتبر عملية التنفس هي الوسيلة التي تحصل بها الحشرات على الأكسجين واتمام وصوله إلى الأنسجة وطرد ثاني أكسيد الكربون خارج الجسم.

وفيها يدخل الهواء المحتوي على الأكسجين جسم الحشرة عن طريق الثغور التنفسية ومنها إلى القصبات الهوائية ثم إلى القصيبات الهوائية إلى أن تصل إلى النهايات الدقيقة للقصيبات الهوائية المحتوية على السائل وأثناء مرور الهواء داخل الجهاز القصبى يحدث تبادل للغازات بواسطة الانتشار الطبيعي لها. ويحدث أيضا تبادل للغازات بين جدر نهايات القصيبات الهوائية

والأنسجة المنغمرة بها وذلك عن طرق حركة سائل القصيبات التي تعتمد على قوتين متعاكستين هما القوة الشعرية الناتجة عن الدقة المتناهية لفراغ القصيبة، وتعمل هذه القوة على جذب السائل إلى أعلى أما الثانية فهي عبارة عن التغير في الضغط الأسموزي لخلايا النسيج المنغمرة به القصيبات الهوائية ولتوضيح ذلك فعندما تنقبض عضلات الحشرة أثناء قيامها بأي مجهود يتحول الجليكوجين الموجود في أنسجة هذه العضلات إلى حمض اللكتيك مما يسبب ارتفاع في الضغط الأسموزي داخل الأنسجة وبذلك ينسحب السائل في اتجاه خلايا النسيج العضلي مصطحباً معه كمية من الأكسجين تستفيد منها خلايا هذا النسيج في التنفس وتعود العضلات إلى حالة الارتخاء ويرتفع السائل مرة أخرى في النهايات القصبية بعد إزالة مخلفات عملية التنفس بواسطة الدم وهكذا.

- **ويتم خروج ثاني أكسيد الكربون من الجسم بطريقتين.**

أ- الانتشار خلال القصبات الهوائية ثم الثغور التنفسية.

ب- الانتشار من أنسجة الحشرات مباشرة خلال جدار الجسم الخارجي .ويبلغ معامل انتشار ثاني أكسيد الكربون في الأنسجة الحيوانية حوالي ٥٠ مرة مقدار معامل انتشار الأكسجين في نفس الأنسجة. ويتم تنظيم عملية التنفس عن طريق فتح وقفل الثغور التنفسية حسب حاجة الحشرة للأكسجين وتتم تهوية الجهاز القصبي عن طريق العضلات التي تؤثر على ضغط الدم، ففي بعض الحشرات تحدث الحركات التنفسية مثل حركة ارتفاع وانخفاض الترجات والإسترنات في عقل البطن كما في الجراد والنطاط وكذلك الحركات التلسكوبية (المتداخلة) لعقل البطن كما في حشرات غشائية الأجنحة.

❖ <u>طرق التنفس في الحشرات المائية:</u>

١- عن طريق جدار الجسم وفي هذه الحالة يكون الجليد رقيقاً جداً كما في يرقات الهاموش التي لا توجد بها فتحات تنفسية .
٢- بواسطة الخياشيم القصبية كما في نياد الرعاش وذبابة مايو حيث تستخلص الأكسجين الذائب في الماء.
٣- بواسطة الخياشيم الدموية كما في بعض أنواع من يرقات الهاموش.
٤- بواسطة ممصات ذات فتحات تنفسية كما في يرقات البعوض حيث يوجد زوج من الممصات على العقلة البطنية الثامنة و آخرى بدون ممصات (مثل يرقات أنوفيلس)

وفي كلتا الحالتين تصعد اليرقات إلى سطح الماء وتحصل على الهواء الجوي مباشرة وتتنفس عذارى البعوض أيضاً الهواء الجوي مباشرة عن طريق زوج من الممصات يقع في مقدم الجسم.

٥- التنفس بطريقة خزن الهواء، كما في بعض الحشرات المائية مثل خنفساء Notonecta حيث يغطي السطح السفلي للبطن طبقة من الشعر الغزير الذي يحتفظ فيما بينه بطبقة من الهواء أثناء طفوها على سطح الماء تستفيد منه في التنفس عند غوصها تحت الماء ومثال آخر، خنفساء Dytiscus حيث تعمل تموجات سريعة بالماء مما ينشأ عنها فقاعات هوائية تحتفظ بها تحت أجنحتها لتأدية نفس الغرض (التنفس).

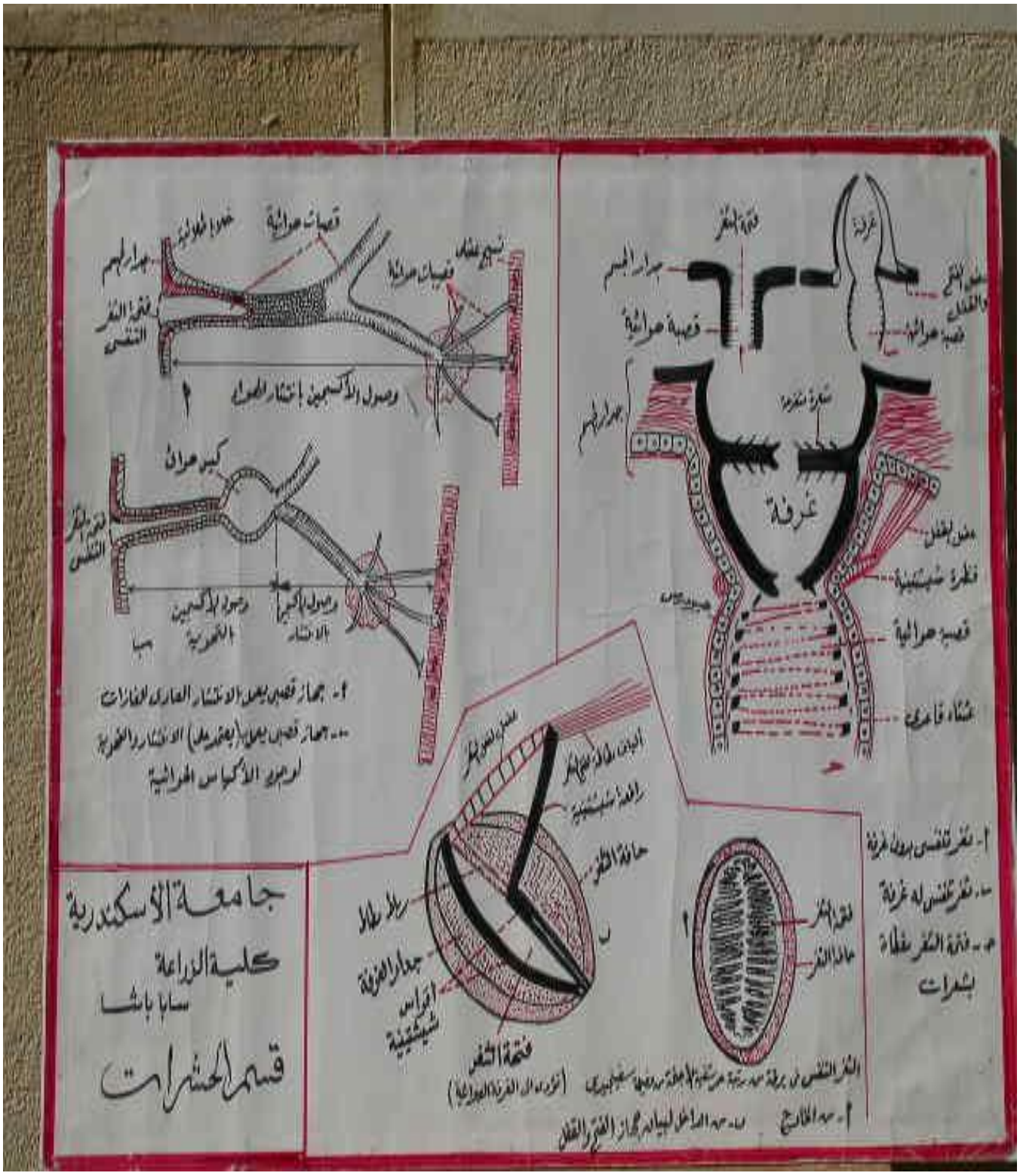
٦- التنفس عن طريق النباتات المائية، تلجأ بعض الحشرات المائية إلى الحصول على حاجتها من الأكسجين عن طريق نباتات مائية خاصة يحتوي ساقها المغمور في الماء على مسافات بينية واسعة من خلاياه ممتلئة بالهواء بواسطة قرضها لهذه السيقان أو عن طريق غرز ثغورها التنفسية الثاقبة التي توجد في مؤخر بطنها كما في يرقات خنفساء Donacia .

❖ طرق التنفس في الحشرات المتطفلة داخليا:

١- التنفس عن طريق جدار الجسم حيث يكون الجليد رقيقاً جداً فيحدث من خلاله تبادل للغازات حيث يأخذ الطفيل الأكسجين الموجود في دم العائل ويطرد فيه ثاني أكسيد الكربون الذي يخرج بعد ذلك عن طريق الجهاز التنفسي للعائل.

٢- تنفس الهواء الجوي عن طريق الجهاز القصبي للعائل مثل يرقات ذبابة التاكينا حيث تعيش يرقات هذا الطفيل بداخل يرقات دودة ورق القطن فتثقب يرقات الطفيل إحدى القصبات الهوائية للعائل وتحصل على أكسجين الهواء الجوي.

٣- تعيش بعض الحشرات المتطفلة داخلياً تحت جلد الثدييات ومثال ذلك نغف جلد البقر وليرقات هذه الطفيليات ثغور تنفسية في نهايتها تُبرزها خارج جلد العائل وتتنفس الهواء الجوي مباشرة.



(٨) القصبات الهوائية و القصيبات و التركيب الثغر التنفسى