



**( 206 ScBio**

**Zoology (4)**

**مقدمة فى اللافقاريات و علم  
الحشرات**

**أولا جزء مقدمة فى علم الحشرات  
INTRODUCTION TO ENTOMOLOGY**

**إعداد**

**أ.د. خالد سعيد محمد عثمان**

**د. على منصور فضل الله**

**Khaled S M Osman**

**Ali Mansour Fadlallah**

**كلية العلوم**

**Faculty of Science**

**قسم علم الحيوان**

**Zoology Department**

**2022-2023**

**الكلية: التربية**

**Faculty of Education**

الفرقة: الثانية  
Second Graduate  
التخصص: البيولوجيا و الجيولوجيا  
Biology and Geology  
تاريخ النشر: 2022  
عدد الصفحات:  
المؤلفون:

أ.د. خالد سعيد محمد  
د. علي منصور فضل الله  
الرموز المستخدمة  
نص للقراءة والدراسة  
أنشطة ومهام  
أسئلة للتفكير والتقييم الذاتي  
فيديو للمشاهدة  
رابط خارجي  
تواصل عبر مؤتمر الفيديو

# Contents

## A- Entomology

### Contents

<u>Preface</u>	تمهيد
<u>Insect Scientific Importance</u>	الاهمية العلمية للحشرات
<u>Insect Economic Importance</u>	الاهمية الاقتصادية للحشرات
<u>Dangers of the Insects</u>	مخاطر الحشرات
<u>B- Benefits of the Insects</u>	فوائد الحشرات
<u>Insect Morphology</u>	الشكل الظاهري ومناطق جسم الحشرات
<u>Insect Head</u>	الرأس في الحشرات
<u>Mouth parts</u>	أجزاء فم الحشرات
<u>Antennae</u>	قرون استشعار الحشرات
<u>Insect Thorax</u>	الصدر في الحشرات
<u>Insect Thorax Segmentation</u>	تعقل الصدر في الحشرات
<u>Wings</u>	الأجنحة
<u>Legs</u>	الأرجل
<u>Insect Abdomen</u>	البطن في الحشرات
<u>Insect Abdomen Segmentation</u>	التعقل في بطن الحشرات
<u>External Genitalia</u>	الاعضاء التناسلية الخارجية
<u>Sting of Honey bee workers</u>	حمة شغالات النحل
<u>Insect Taxonomy</u>	مقدمة في تصنيف الحشرات
<u>History of Insect Taxonomy</u>	تاريخ تصنيف الحشرات
<u>Apterous Insects</u>	الحشرات عديمة الأجنحة
<u>Pterygota</u>	الحشرات المجنحة
<u>Exopterygota</u>	الحشرات خارجية الأجنحة
<u>Endopterygota</u>	الحشرات خارجية الأجنحة
<u>4. Quistions for training</u>	أسئلة

# Preface

Insects are one of the classes of arthropod animals, and insects gained their importance as they are the most common on earth among living organisms as well as the effective positive and negative their impact on humans, animals and plants. Therefore, it is important to study an insect including different aspects. This note will present an introduction to entomology. In general, we will study the importance of insects spiritually, scientifically and economically. Moreover, it includes the general characteristics of insects. The morphology of insects in different body regions will be involved in the current preliminary study. We will present brief notes on the internal anatomy of insects of some body systems. Furthermore, we'll show an introduction to classification of insects and some orders. Finally, hope you my students benefit and enjoy studying this scientific materials.

*Prof. Dr. Khaled S. M. Osman*

*Dr. Ali M. Fadlallah*

**2021-2022**

# Why we care about insects?!!!

## لماذا ندرس علم الحشرات؟



أولاً: لأهميتها الروحية Firstly: For their spiritual significance

### The mosquitoes mentioned in the Holly Books.....

البعوض و قد ذكر في الكتاب المقدس القرآن

1. House Flies الذبابة المنزلية
  2. Termites النمل الأبيض
  3. True Ants النمل الحقيقي
  4. The Bees النحل
  5. Locusts الجراد
  6. Louse القمل
- mentioned in the Holly Books

### 2.2. Secondly: ثانياً

For their scientific importance

لأهميتها العلمية

#### A- Insect Ratio نسبة الحشرات

Class: Insecta is a class of phylum Arthropoda

تعد طائفة الحشرات احدى طوائف شعبة مفصليات الأرجل

Phylum Arthropoda is a phylum of Kindom Animalia

تعد مفصليات الارجلهى شعبة تنتمى للملكة الحيوانية

Kindom Animalia is one of 5 kingdoms that are:

و أن المملكة الحيوانية واحدة من خمس ممالك هن:

1. Monera
2. Protista
3. Animalia
4. Plantae
5. Fungi

Species of class insects represent 50.2 % of all being organisms

حيث تمثل الحشرات 50.2% من كل ممالك الكائنات الحية

Moreover, they represent 72% of all animals

و أن الحشرات تمثل 72% من كل المملكة الحيوانية

### B-Tolerance التحمل

They live in all environments استطاعت ان تتأقلم للعيش في معظم البيئات

\*Hot wells آبار حارة

\*The two earth poles في القطبين

\*Temperature and Hinton 1960 experiment

تحملها لفرق درجات الحرارة طبقا لتجربة Hinton كالتالي

## University of Florida Book of Insect Records

### Chapter 4 *Most Tolerant of Cold*

JASON P.W. HALL

*Department of Entomology & Nematology  
University of Florida, Gainesville, Florida 32611-0620*

1 May 1994

*In laboratory tests, Hinton (1960) found that dehydrated larvae of the African chironomid *Polypedilum vanderplanki* (Diptera) could survive submersion in liquid helium (-270 C). This phenomenon seems related to its ability to tolerate extreme desiccation.*

The aim of this paper is to identify the insect species most tolerant to cold. 'Most tolerant to cold' is here taken to mean ability to survive the lowest temperature. The search was an open ended one, such that the results could come from individuals studied under natural or laboratory conditions.

#### Methods

I first searched the secondary literature, such as general ecology, entomology and physiology textbooks. All author's names associated with work on cold tolerance were then subjected to a literature search. The Agricola data base 1970-1993, was also searched for reference to papers on cold tolerance in insects.

subjected to repeated dehydration, and accordingly *P. vanderplanki* has evolved the capacity to tolerate severe desiccation in an anhydrobiotic state. It seems likely that it is due to this phenomenon that the insect is able to survive extreme temperatures. Hinton (1960) placed the larvae directly in liquid helium from room temperature. Only larvae that had been desiccated to a water content of 8% survived freezing at -270 C and subsequently metamorphosed, after warming and rehydration. When frozen fully hydrated, the larvae failed to recover, apparently because of damage to the fat body (Leader 1962). In contrast, elimination of body water in freezing-tolerant nonanhydrobiotic species can often be detrimental to the chances of survival at low temperatures (Salt 1961).

The lowest temperature survived by any insect in a nonanhydrobiotic state is -196 C by the prepupae of the sawfly *Trichiocampus populii*. Tanno (1968) employed a three step procedure consisting of freezing the prepupae at -20 C, transferring them to -5 C for several hours and



**Fig. (1): Adults of *Polypedilum vanderplanki***



Fig (2): *Larva Polypedilum vanderplanki*

\*Humidity or moisture الرطوبة

\*pH درجة الحموضة و القلوية

\*Salinity الملوحة

\*Oil wells of Petroleum الابار البترولية

### 1.3. Thirdly: ثالثا For the Economic importance

لأهمية الحشرات الالاقنصادية

لخطورتها Insect Dangers



Fig (3): A harmed man by an insect

A- On Human على الإنسان

1- Annoyance pest

الآفات المزعجة



## 2-Vectors of Disease Pathogens ناقلات مسببات الأمراض



Fig (4): *Aedes* feeding on its host

بعوضة اليبس تغذى على دم العائل

**B- On Animals: Causing diseases ..... Causing disturbance**

على الحيوان و تسبب الامراض و مزعجة أيضا (أذكر بالأمثلة)

**B- On Plants: For Leaves - For Stems - For Roots**

على النبات

**A- Dangers of the Insects  
On Plants**

على السيقان *Sesamia cretica* , على اوراق النبات *Pulvinaria tenuivalvata* and *Gryllotalpa africana* attack certain plant Leaves, stems and roots, respectively.

الفوائد الاقتصادية للحشرات

**I- Benefits of the Insects to Human**



**Benefits Bee Honey on digestive System Treatment of Digestive upset اضطرابات المعدة, hepatitis, cholecystitis التهاب المرارة, gingivitis تسوس الأسنان, التهاب اللثة, tooth decay**



**Fig. (6): Tooth decay**

**Benefits on skin: Benefits to epidermis, Analgesic against pain of burns and wounds** على الجلد و البشرة و مسكن لالام الجروح و الحروق

**Benefits on Circulatory System: Raising the ratio of hemoglobin, treatment Anemia and strengthen the heart muscles.** الدورى لرفع نسبة الهيموجلوبين الدم و تقوية عضلات القلب

**Benefits on Respiratory System: Expectorant طارد للبلغم, Treatment of cough and Pneumonia** علاج السعال والالتهاب الرئوى

**Benefits on Nervous System: Treatment of nervous headache, Polio**

على الجهاز العصبى و الصداع العصبى و و الوقاية من شلل الاطفال و و تقوية النظر و التهابات القرنية

**strengthen eyesight, heal corneal, ulcers, and infections**

يقوي النظر، ويشفي به تقرحات القرنية ,

**Genital system and increases the energy and sexual strength**

تقوية القدرة الجنسية

**A2-Cantharidin: from blister beetles: It is a burn agent or a poison in large doses and for treating molluscum contagiosum that caused by a virus** وقد استخدمت كأدوية موضعية فعالة لعلاج عدوى الجلد الناجم عن فيروس of the skin

**A3- Allantoin: It is an anti-septic مطهر produced by some larvae of some مطهر و هو**

**A4- Carmine dye: Carmine also is called cochineal, cochineal extract of *Dactylopius coccus*, الحشرة القشرية القرمزية, natural red dye, E120, is a pigment of a bright-red color obtained for coloring red medicaments.**

صبغ الكارمين فى المستحضرات التجميل و الدواء و الغذاء و الزجاجاد و غيرها



*Dactylopius coccus*



*Cantharidin*



*Bee Honey*



**Fig (7): Insects and their products**

Lac: secreted by some scale insects **اللاك**

Silk: from *Bombyx mori* (Silk worm) **الحريير**



**Fig (8): Cocoons from a silk production factory in Wuhan, China. (Photograph by Leellen Solter.)**

شراقق من مصنع لإنتاج الحرير في ووهان، الصين. (تصوير ليلين سولتر).

### I- Benefits of the Insects to Human

B) Insects as food: الحشرات كغذاء

Eggs of *Lethcerus niloticus*, *Gryllus bimaculatus* and *Schistocerca grigaria* or Locusts

C) The Insects and the researches الحشرات و البحث العلمي

D) The insects and the Arts الحشرات و الفن



**Fig (9): Thai market selling deep-fried insects (anticlockwise left, front): locusts, bamboo-worms, moth chrysalis, crickets, scorpions, and diving beetles**

سوق تايلاندي يبيع الحشرات المقلية (عكس اتجاه عقارب الساعة إلى اليسار ، من الأمام): الجراد ، وديدان الخيزران ، وعثة الشرنقة، والصراصير ، والعقارب ، وخنائس الغوص



**Fig (10): Hollywood uses darkling ground beetle to produce works of art. الحشرات و هوليوود.**

تستخدم هوليوود السلوكيات الجوهريّة للحشرات مثل خنفساء الأرض الداكنة لإنتاج أعمال فنية.



Fig (11): Live death-watch beetles adorned as living jewelry in market in Mexico. (Photograph by Susan Post.)

خنفساء ساعة الموت الحية مزينة كمجوهرات حية في السوق في المكسيك. (تصوير سوزان بوست.)



Honey Bee



Paederus fuscipes



Blister beetle



Cochineal insect



Cochineal insect

الحشرة القشرية القرمزية Dactylopius coccus



Calliphora vicina

ذبابة زرقاء

Hyalophora cecropia



Fig (12): Some economic insects

## C- Benefits of the Insects on plants: Pollens transmitting of about 3000 plant species and the insects as biological control in instance *Tichogramma* sp.

### فوائد الحشرات على النباتات

تنقل حبوب اللقاح حوالي 3000 نوع نباتي بالإضافة أن الحشرات كمكافحة بيولوجية على سبيل المثال

*Trichogramma* sp.

الوضع التصنيفي لطائفة الحشرات

### Taxonomy of Class: Insecta

**Kingdom: Animalia**

**Subkingdom: Eumetazoa**

**Phylum: Arthropoda**

**Class: Insecta**

### General Characters of the Insects

السمات العامة للحشرات

The word "insect" comes from the Latin word *insectum*, meaning "with a notched or divided body", or literally "cut into", from the neuter singular perfect passive participle of *insectare*, "to cut into, to cut up", from *in-* "into" and *secare* "to cut";<sup>[10]</sup> because insects appear "cut into" three sections. A calque of Ancient Greek: *ἔντομον* (*éntomon*), "cut into sections", Pliny the Elder introduced the Latin designation as a loan-translation of the Ancient Greek word *ἔντομος* (*éntomos*) or "insect" (as in entomology), which was Aristotle's term for this class of life, also in reference to their "notched" bodies. "Insect" first appears documented in English in 1601 in Holland's translation of Pliny. Translations of Aristotle's term also form the usual word for "insect" in Welsh (*trychfil*, from *trychu* "to cut" and *mil*, "animal"), Serbo-Croatian (*zareznik*, from *rezati*, "to cut"), Russian (*насекомое* (*nasekomoje*), from *seč'/-sekat*, "to cut"), etc

**Insects** (from Latin *insectum*) are pancrustacean hexapod invertebrates of the class **Insecta**. They are the largest group within the arthropod phylum. Insects have a chitinous exoskeleton, a three-part body (head, thorax and abdomen), three pairs of jointed legs, compound eyes and one pair of antennae. Insects are the most diverse group of animals; they include more than a million described species and represent more than half of all known living organisms.<sup>[1][2]</sup> The total number of extant species is estimated at between six and ten million;<sup>[1][3][4]</sup> potentially over 90% of the animal life forms on Earth are insects.<sup>[4][5]</sup> Insects may be found in nearly all environments, although only a small number of species reside in the oceans, which are dominated by another arthropod group, crustaceans, which recent research has indicated insects are nested within.

Nearly all insects hatch from eggs. Insect growth is constrained by the inelastic exoskeleton and development involves a series of molts. The immature stages often differ from the adults in structure, habit and habitat, and can include a passive pupal stage in those groups that undergo four-stage metamorphosis. Insects that undergo three-stage metamorphosis lack a pupal stage and adults develop through a series of nymphal stages.<sup>[6]</sup> The higher level relationship of the insects is unclear. Fossilized insects of enormous size have been found from the Paleozoic Era, including giant dragonflies with wingspans of 55 to 70 cm (22 to 28 in). The most diverse insect groups appear to have coevolved with flowering plants.



Adult insects typically move about by walking, flying, or sometimes swimming. As it allows for rapid yet stable movement, many insects adopt a tripod gait in which they walk with their legs touching the ground in alternating triangles, composed of the front and rear on one side with the middle on the other side. Insects are the only invertebrates to have evolved flight, and all flying insects derive from one common ancestor. Many insects spend at least part of their lives under water, with larval adaptations that include gills, and some adult insects are aquatic and have adaptations for swimming. Some species, such as water striders, are capable of walking on the surface of water. Insects are mostly solitary, but some, such as certain bees, ants and termites, are social and live in large, well-organized colonies. Some insects, such as earwigs, show maternal care, guarding their eggs and young. Insects can communicate with each other in a variety of ways. Male moths can sense the pheromones of female moths over great distances. Other species communicate with sounds: crickets stridulate, or rub their wings together, to attract a mate and repel other males. Lampyrid beetles communicate with light.

Humans regard certain insects as pests, and attempt to control them using insecticides, and a host of other techniques. Some insects damage crops by feeding on sap, leaves, fruits, or wood. Some species are parasitic, and may vector diseases. Some insects perform complex ecological roles; blow-flies, for example, help consume carrion but also spread diseases. Insect pollinators are essential to the life cycle of many flowering plant species on which most organisms, including humans, are at least partly dependent; without them, the terrestrial portion of the biosphere would be devastated. Many insects are considered ecologically beneficial as predators and a few provide direct economic benefit. Silkworms produce silk and honey bees produce honey and both have been domesticated by humans. Insects are consumed as food in 80% of the world's nations, by people in roughly 3000 ethnic groups.<sup>[8][9]</sup> Human activities also have effects on insect biodiversity.

Although traditionally grouped with millipedes and centipedes—possibly on the basis of convergent adaptations to terrestrialisation<sup>[18]</sup>—evidence has emerged favoring closer evolutionary ties with crustaceans. In the Pancrustacea theory, insects, together with Entognatha, Remipedia, and Cephalocarida, make up a natural clade labeled Miracrustacea within Crustaceans, now termed Pancrustacea

Insects form a single clade, closely related to crustaceans and myriapods.<sup>[20]</sup>

Other terrestrial arthropods, such as centipedes, millipedes, scorpions, spiders, woodlice, mites, and ticks are sometimes confused with insects since their body plans can appear similar, sharing (as do all arthropods) a jointed exoskeleton. However, upon closer examination, their features differ significantly; most noticeably, they do not have the six-legged characteristic of adult insects.

The higher-level phylogeny of the arthropods continues to be a matter of debate and research. In 2008, researchers at Tufts University uncovered what they believe is the world's oldest known full-body impression of a primitive flying insect, a 300-million-year-old specimen from the Carboniferous period.<sup>[22]</sup> The oldest insect fossil was considered to be the Devonian *Rhyniognatha hirsti*, from the 396-million-year-old Rhynie chert.<sup>[23]</sup> However, other analyses have disputed this placement, finding it to be more likely a myriapod.<sup>[24]</sup>

Four super radiations of insects have occurred: beetles (from about 300 million years ago), flies (from about 250 million years ago), moths and wasps (both from about 150 million years ago).<sup>[25]</sup> These four groups account for the majority of described species. The flies and moths along with the fleas evolved from the Mecoptera.

The origins of insect flight remain obscure, since the earliest winged insects currently known appear to have been capable fliers. Some extinct insects had an additional pair of winglets attaching to the first segment of the thorax, for a total of three pairs. As of 2009,

no evidence suggests the insects were a particularly successful group of animals before they evolved to have wings.

Late Carboniferous and Early Permian insect orders include both extant groups, their stem groups,<sup>[27]</sup> and a number of Paleozoic groups, now extinct. During this era, some giant dragonfly-like forms reached wingspans of 55 to 70 cm (22 to 28 in), making them far larger than any living insect. This gigantism may have been due to higher atmospheric oxygen levels that allowed increased respiratory efficiency relative to today. The lack of flying vertebrates could have been another factor. Most extinct orders of insects developed during the Permian period that began around 270 million years ago. Many of the early groups became extinct during the Permian-Triassic extinction event, the largest mass extinction in the history of the Earth, around 252 million years ago.

The remarkably successful Hymenoptera appeared as long as 200 million years ago in the Triassic period, but achieved their wide diversity more recently in the Cenozoic era, which began 66 million years ago. A number of highly successful insect groups evolved in conjunction with flowering plants, a powerful illustration of coevolution.

Many modern insect genera developed during the Cenozoic. Insects from this period on are often found preserved in amber, often in perfect condition. The body plan, or morphology, of such specimens is thus easily compared with modern species. The study of fossilized insects is called paleoentomology.

تأتي كلمة "حشرة" من الكلمة اللاتينية *insectum* ، والتي تعني "بجسم مسنن أو مقسم" ، أو حرفياً "مقطوع إلى" ، من المفعول السلبى الكامل المفرد المحايد للحشرة ، "للتقطيع ، لتقطيع" ، من *in- "into" and secare "to cut"* ؛ لأن الحشرات تظهر "مقطعة إلى" ثلاثة أقسام. من اليونانية القديمة: *ἔντομον (éntomon)* ، "مقطعة إلى أقسام" ، قدم بليني الأكبر التسمية اللاتينية كترجمة مستعارة للكلمة اليونانية القديمة *ἔντομος (éntomos)* أو "حشرة" (كما في علم الحشرات) ، والتي كانت مصطلح أرسطو لهذه الطبقة من الحياة ، أيضاً في إشارة إلى أجسادهم "المحززة". ظهرت "الحشرة" لأول مرة موثقة باللغة الإنجليزية عام 1601 في ترجمة هولندية لبليني.

و الحشرات هي لافقاريات سداسية الأرجل من طائفة *Insecta*. و هي أكبر مجموعة داخل شعبة المفصليات. و هي حشرات لها هيكل خارجي كيتيني، وجسم من ثلاثة أجزاء (الرأس والصدر والبطن)، وثلاثة أزواج من الأرجل المفصلية، وعيون مركبة وزوج واحد من قرون الاستشعار. و الحشرات هي المجموعة الأكثر تنوعا من الحيوانات؛ تشمل أكثر من مليون و مائتين نوع موصوف وتمثل أكثر من نصف جميع الكائنات الحية المعروفة. يقدر العدد الإجمالي للأنواع الموجودة بين ستة وعشرة ملايين؛ يحتمل أن يكون أكثر من 50٪ من أشكال الحياة الحيوانية على الأرض من الحشرات. يمكن العثور على الحشرات في جميع البيئات تقريباً، على الرغم من وجود عدد صغير فقط من الأنواع التي تعيش في المحيطات،

والتي تهيمن عليها مجموعة أخرى من مفصليات الأرجل، وهي القشريات، والتي أشارت الأبحاث الحديثة إلى أن الحشرات متداخلة داخلها.

تفقس الغالبية العظمى من الحشرات تقريبًا من البيض. إن نمو الحشرات مقيد بالهيكل الخارجي غير المرن، وينطوي التطور على سلسلة من الانسلاخ. غالبًا ما تختلف المراحل غير الناضجة عن البالغين في البنية والعادة والمونل، ويمكن أن تشمل مرحلة العذراء السلبية في تلك المجموعات التي تخضع لتحول من أربع مراحل. تفتقر الحشرات التي تخضع لتحول ثلاثي المراحل إلى طور العذراء ويتطور البالغون خلال سلسلة من مراحل الحورية. علاقة المستوى الأعلى للحشرات غير واضحة. تم العثور على حشرات متحجرة ذات حجم هائل من العصر الباليوزويك، بما في ذلك حشرات اليعسوب العملاقة ذات الأجنحة من 55 إلى 70 سم (22 إلى 28 بوصة). يبدو أن مجموعات الحشرات الأكثر تنوعًا قد تطورت مع النباتات المزهرة.

عادة ما تتحرك الحشرات البالغة عن طريق المشي أو الطيران أو السباحة في بعض الأحيان. نظرًا لأنه يسمح بالحركة السريعة والمستقرة، فإن العديد من الحشرات تتبنى مشية ثلاثية حيث تمشي بأرجلها تلامس الأرض في مثلثات متناوبة، تتكون من الأمام والخلف على جانب واحد والوسط على الجانب الآخر. الحشرات هي اللافقاريات الوحيدة التي طورت طيرانها، وجميع الحشرات الطائرة مشتقة من سلف واحد مشترك. تقضي العديد من الحشرات جزءًا من حياتها على الأقل تحت الماء، مع تكيفات اليرقات التي بها الخياشيم، وبعض الحشرات البالغة مائية ولها تكيفات للسباحة. بعض الأنواع، مثل متزلج الماء، قادرة على المشي على سطح الماء.

غالبًا ما تكون الحشرات انفرادية، لكن بعضها، مثل بعض النحل والنمل والنمل الأبيض، اجتماعي ويعيش في مستعمرات كبيرة جيدة التنظيم. تظهر بعض الحشرات، مثل حشرة أبو مقص، رعاية الأم، وحماية بيضها وصغارها. ويمكن للحشرات التواصل مع بعضها البعض بعدة طرق. يمكن للذكور الشعور بفيرومونات الإناث على مسافات بعيدة. كما تتواصل الأنواع الأخرى من خلال الأصوات: تتجول الصراصير أو تحك أجنحتها معًا لجذب رفيقة وصد الشرور الأخرى. تتواصل خنافس لامبريد بالضوء.

يعتبر البشر حشرات معينة آفات، ومحاولة للسيطرة عليها باستخدام المبيدات الحشرية، ومجموعة من التقنيات الأخرى. تتسبب بعض الحشرات في إتلاف المحاصيل عن طريق التغذية على الأوراق أو الفاكهة أو الخشب. بعض الأنواع طفيلية، وقد تكون ناقلة للأمراض. تؤدي بعض الحشرات أدوارًا بيئية معقدة؛ فأنواع من الذباب على سبيل المثال، يساعد في استهلاك الجيف ولكنه أيضًا ينشر الأمراض. و الملقحات الحشرية ضرورية لدورة حياة العديد من أنواع النباتات المزهرة التي تعتمد عليها معظم الكائنات الحية، بما في ذلك البشر، جزئيًا على الأقل؛ بدونهم، سيتم تدمير الجزء الأرضي من المحيط الحيوي. تعتبر العديد من الحشرات مفيدة بيئيًا كحيوانات مفترسة وقليل منها يوفر فائدة اقتصادية مباشرة. تنتج ديدان القز الحرير وينتج نحل العسل العسل. و يتم استهلاك الحشرات كغذاء في 80٪ من دول العالم، من قبل الناس في حوالي 3000 مجموعة عرقية. و تؤثر الأنشطة البشرية أيضًا على التنوع البيولوجي للحشرات.

على الرغم من تجميعها تقليدياً مع الديدان الألفية والمئويات - ربما على أساس تكيفات متقاربة مع التكاثر الأرضي - إلا أن الأدلة ظهرت لصالح روابط تطورية أوثق مع القشريات. في نظرية Pancrustacea ، تشكل الحشرات ، جنباً إلى جنب مع Entognatha و Remipedia و Cephalocarida ، كلياً طبيعياً يسمى Miracrustacea داخل القشريات ، ويطلق عليه الآن اسم Pancrustacea. تشكل الحشرات شكلاً وثيق الصلة بالقشريات وعضلات الأرجل. أحياناً يتم الخلط بين مفصليات الأرجل الأرضية الأخرى، مثل العقارب، والعناكب ، وقمل الخشب ، والعت، والقراد مع الحشرات لأن خطط أجسامهم يمكن أن تبدو متشابهة ، وتتقاسم (كما تفعل جميع المفصليات) الهيكل الخارجي المفصل. ومع ذلك، عند الفحص الدقيق، تختلف ميزاتها اختلافاً كبيراً؛ والأكثر وضوحاً، ليس لديهم السمة ذات الأرجل الستة للحشرات البالغة.

و لا تزال أصول طيران الحشرات غامضة، حيث يبدو أن لبعض الحشرات المنقرضة زوج إضافي من الجنيحات متصل بالجزء الأول من الصدر، ليصبح المجموع ثلاثة أزواج. اعتباراً من عام 2009 ، لا يوجد دليل يشير إلى أن الحشرات كانت مجموعة ناجحة بشكل خاص من الحيوانات قبل أن تتطور لتصبح لها أجنحة.

و تشمل رتب الحشرات المتأخرة الكربونية وأوائل العصر البرمي كل من المجموعات الموجودة ومجموعاتها الجذعية ، وعددًا من مجموعات حقب الحياة القديمة ، انقرضت الآن. خلال هذه الحقبة ، وصلت بعض الأشكال العملاقة الشبيهة باليعسوب إلى مسافات أجنحتها من 55 إلى 70 سم (22 إلى 28 بوصة) ، مما يجعلها أكبر بكثير من أي حشرة حية. قد تكون هذه العملاقة ناتجة عن ارتفاع مستويات الأكسجين في الغلاف الجوي التي سمحت بزيادة كفاءة الجهاز التنفسي مقارنةً باليوم. يمكن أن يكون نقص الفقاريات الطائرة عاملاً آخر. تطورت معظم رتب الحشرات المنقرضة خلال العصر البرمي الذي بدأ منذ حوالي 270 مليون سنة. انقرضت العديد من المجموعات المبكرة خلال حدث الانقراض البرمي-الترياسي ، وهو أكبر انقراض جماعي في تاريخ الأرض ، منذ حوالي 252 مليون سنة.

ظهرت غشاء البكارة الناجح بشكل ملحوظ منذ 200 مليون سنة في العصر الترياسي ، لكنها حققت تنوعها الواسع مؤخرًا في عصر حقب الحياة الحديثة ، والذي بدأ منذ 66 مليون سنة. تطور عدد من مجموعات الحشرات الناجحة للغاية جنباً إلى جنب مع النباتات المزهرة ، وهذا دليل قوي على التطور المشترك.

تطورت العديد من أجناس الحشرات الحديثة خلال حقب الحياة الحديثة. غالباً ما توجد الحشرات من هذه الفترة محفوظة في العنبر، وغالباً ما تكون في حالة ممتازة. وبالتالي يمكن مقارنة مخطط الجسم ، أو الشكل ، لمثل هذه العينات بسهولة مع الأنواع الحديثة. دراسة الحشرات المتحجرة تسمى علم الحفريات القديمة.

## Segmentation

### Insect Morphology

#### The Insect Head

#### Capsule and Appendages

##### I. Head Functions

##### II. Head Types

##### III. Head Morphological Regions

##### IV. Appendages: Mouth parts and Antennae

###### Types Mouthparts

###### Ento or Endognathous m.p.

###### Types Mouthparts

###### Ecto or Exoognathous m.p.

###### Suctorial Mouthparts

###### A- Piercing and sucking Mouth parts e.g. *Culex pipiens*

###### Mechanism of Piercing and sucking mouthparts work

###### B- Sucking Mouth parts in Moths and Butterflies

###### Antennae

###### قرون الاستشعار فى الحشرات

###### a) Location

###### b) Morphological Structure

###### c) Functions:

#### Explanation:

The head is enclosed in a hard, heavily sclerotized, unsegmented, exoskeletal head capsule, or epicranium, which contains most of the sensing organs, including the antennae, ocellus or eyes, and the mouthparts. Of all the insect orders, Orthoptera displays the most features found in other insects, including the sutures and sclerites.[60] Here, the vertex, or the apex (dorsal region), is situated between the compound eyes for insects with a hypognathous and opisthognathous head. In prognathous insects, the vertex is not found between the compound eyes, but rather, where the ocelli are normally. This is because the primary axis of the head is rotated 90° to become parallel to the primary axis of the body. In some species, this region is modified and assumes a different name.

## **INSECT THORAX**

**Insect Thoracic General characters:**

**Morphological Description Thoracic Segmentation**

**Thoracic Nota or Terga**

**Thoracic Sterna**

## **INSECT APPENDAGES**

### **A- INSECT WINGS**

**1- Identification**

**2- Wing Margins, Angles and Regions**

**3- Wing Growth Theory**

**4- Structures ( Sclerites and veins)**

**5- Comstock and Needham System of Wing Type 6- Wing Modifications**

**7- Wing Couplings**

The thorax is a tagma composed of three sections, the prothorax, mesothorax and the metathorax. The anterior segment, closest to the head, is the prothorax, with the major features being the first pair of legs and the pronotum. The middle segment is the mesothorax, with the major features being the second pair of legs and the anterior wings. The third and most posterior segment, abutting the abdomen, is the metathorax, which features the third pair of legs and the posterior wings. Each segment is delineated by an intersegmental suture. Each segment has four basic regions. The dorsal surface is called the tergum (or notum) to distinguish it from the abdominal terga. The two lateral regions are called the pleura (singular: pleuron) and the ventral aspect is called the sternum. In turn, the notum of the prothorax is called the pronotum, the notum for the mesothorax is called the mesonotum and the notum for the metathorax is called the metanotum. Continuing with this logic, the mesopleura and metapleura, as well as the mesosternum and metasternum, are used.

## INSECT ABDOMEN

البطن في الحشرات

### General information

Segmentation:

Spiracles: الفتحات التنفسية

Abdominal Segmentation

**\*\*External Genital Organs or Genitalia:**

A- Female External genital organs or genitalia:

B- Male External genital organs or genitalia:

Abnormal Abdominal Segmentation

Abdominal Appendages

Ovipositors

The abdomen is the largest tagma of the insect, which typically consists of 11 segments and is less strongly sclerotized than the head or thorax. Each segment of the abdomen is represented by a sclerotized tergum and sternum. Terga are separated from each other and from the adjacent sterna or pleura by membranes. Spiracles are located in the pleural area. Variation of this ground plan includes the fusion of terga or terga and sterna to form continuous dorsal or ventral shields or a conical tube. Some insects bear a sclerite in the pleural area called a laterotergite. Ventral sclerites are sometimes called laterosternites. During the embryonic stage of many insects and the postembryonic stage of primitive insects, 11 abdominal segments are present. In modern insects there is a tendency toward reduction in the number of the abdominal segments, but the primitive number of 11 is maintained during embryogenesis. Variation in abdominal segment number is considerable. If the Apterygota are considered to be indicative of the ground plan for pterygotes, confusion reigns: adult Protura have 12 segments, Collembola have 6. The orthopteran family Acrididae has 11 segments, and a fossil specimen of Zoraptera has a 10-segmented abdomen.

تعقل الجسم  
رأس الحشرة  
I. وظائف الرأس  
ثانياً. أنواع الرأس  
ثالثاً. رئيس المناطق المورفولوجية  
رابعاً. الزوائد: أجزاء الفم وقرون الاستشعار  
أنواع أجزاء الفم  
أجزاء فم داخلية .  
أجزاء فم خارجية.

آلية عمل أجزاء الفم الثاقبة الماصة مثل أنثى بعوضة *Culex pipiens*  
آلية عمل أجزاء الفم الماصة مثل الفراشات الفراشات  
قرون استشعار  
قرون الاستشعار في الحشرات  
موقع؟؟؟؟  
ب) الهيكل الصرفي  
ج) الوظائف:  
توضيح:

و يُحاط الرأس بكبسولة رأس هيكلية خارجية صلبة شديدة التصلب وغير مقسمة أو **epicranium** ، والتي تحتوي على معظم أجهزة الاستشعار ، بما في ذلك الهوائيات أو العين أو العينين وأجزاء الفم. من بين جميع رتب الحشرات ، يظهر **Orthoptera** معظم الميزات الموجودة في الحشرات الأخرى ، بما في ذلك الغرز والتصلب. هنا ، يقع الرأس ، أو القمة (المنطقة الظهرية) ، بين العيون المركبة للحشرات ذات الرأس الخبيث والرأس الخبيث. في الحشرات النذير ، لا يوجد الرأس بين العيون المركبة، ولكن بدلاً من ذلك ، حيث توجد العين بشكل طبيعي. وذلك لأن المحور الأساسي للرأس يدور بزاوية 90 درجة ليصبح مواز للمحور الأساسي للجسم. في بعض الأنواع ، يتم تعديل هذه المنطقة وتفترض اسماً مختلفاً.

الخصائص العامة لصدلر الحشرات:  
الوصف المورفولوجي للصدر  
الصفائح الظهرية نوتا او ترجة الصدر  
الصفائح البطنية للصدري

تعريف الجناح  
حواف و زوايا و مناطق جناح الحشرة  
نظرية نشوء الأجنحة  
تركيب الجناح  
نظام كومستوك و نيدهام للتعرق الجناح في الحشرات



## التشابك في الحشرات

الصدر في الحشرات عبارة عن طبقة تتكون من ثلاثة أقسام ، الصدر ، الصدر ، والصدر ، والميتاثوراكس. الجزء الأمامي ، الأقرب إلى الرأس، هو ما قبل الصدر، وتمثل السمات الرئيسية له في أول زوج من الأرجل والقصبية. الجزء الأوسط هو منطقة الصدر ، وتمثل السمات الرئيسية في الزوج الثاني من الأرجل والأجنحة الأمامية. الجزء الثالث والأخير ، المتاخم للبطن، هو metathorax ، والذي يتميز بالزوج الثالث من الأرجل والأجنحة الخلفية. يتم تحديد كل جزء بخياطة بين القطاعات. كل جزء يحتوي على أربع مناطق أساسية. يُطلق على السطح الظهري اسم tergum (أو notum) لتمييزه عن terga البطنية. يُطلق على المنطقتين الجانبيتين غشاء الجنب (المفرد: الجنب) ويسمى الجانب البطنية بالقص. في المقابل ، يُطلق على notum of the prothorax اسم Prothorax ، ويسمى mesonotum لـ notum ويسمى metanotum لـ metathorax. استمراراً لهذا المنطق ، يتم استخدام الميزوبليورا والميتابلورا ، وكذلك الوسط الأوسط والنقاتل.

## INSECT ABDOMEN

### البطن في الحشرات

معلومات عامة

التعقل:

الفتحات التنفسية

عقل البطن

\*\* الأعضاء التناسلية الخارجية أو الأعضاء التناسلية:

أ- الأعضاء التناسلية الخارجية أو الأعضاء التناسلية الأنثوية:

ب- الأعضاء التناسلية الخارجية أو التناسلية الذكورية:

الزوائد البطنية

آله وضع البيض

البطن هو أكبر منطقة للحشرة ، والذي يتكون عادة من 11 قطعة وأقل تصلباً من الرأس أو الصدر. يتم تمثيل كل جزء من أجزاء البطن بواسطة عظم القص المتصلب والقص. يتم فصل Terga عن بعضها البعض وعن الغشاء الصدري أو الجنبية المجاورة بواسطة الأغشية. توجد الفتحات في المنطقة الجنبية. يتضمن الاختلاف في خطة الأرض هذه اندماج terga أو sterna و terga لتشكيل دروع ظهرية أو بطنية مستمرة أو أنبوب مخروطي. تحمل بعض الحشرات مادة صلبة في المنطقة الجنبية تسمى لاتيروترجيت. تسمى أحياناً التصلب البطنية اللاحق. خلال المرحلة الجنينية للعديد من الحشرات ومرحلة ما بعد الجنين للحشرات البدائية ، يوجد 11 قطعة في البطن. في الحشرات الحديثة ، هناك ميل نحو تقليل عدد أجزاء البطن ، ولكن يتم الحفاظ على العدد الأولي وهو 11 أثناء مرحلة التطور الجنيني. الاختلاف في عدد قطعة البطن كبير. إذا تم اعتبار Apterygota كمؤشر للخطة الأرضية للظفرة ، فإن الارتباك

يسود: تحتوي البروتورا البالغة على 12 جزءًا ، و Collembola بها 6. عائلة  
orthopteran Acrididae بها 11 مقطعًا ، وعينة أحفورية من Zoraptera بها 10  
مجزأة في البطن.

## Exoskeleton

### A- The Insect Body Wall or (The Insect Integument)

#### The insect body wall or integument

#### I- The insect body wall or integument

#### Shape

The insect body wall or integument consists of

#### a) Integument layers

##### i- Cuticle

##### ii- Epidermis

##### iii- Basement membrane

#### Integument Ecdysis

#### The Aim of the Integument Ecdysis

For insect growth through the rigid integument

#### Mechanism or Procedure of the Ecdysis

#### Some Terms on Ecdysis or Moulting

#### 1- Stadium:

#### 2- Stage:

#### 3- Instar:

#### 4- Ecdosone:

#### 5- Juvenile:

#### Expalnation:

The insect outer skeleton, the cuticle, is made up of two layers: the epicuticle, which is a thin and waxy water resistant outer layer and contains no chitin, and a lower layer called the procuticle. The procuticle is chitinous and much thicker than the epicuticle and has two layers: an outer layer known as the exocuticle and an inner layer known as the endocuticle. The tough and flexible endocuticle is built from numerous layers of fibrous chitin and proteins, criss-crossing each other in a sandwich pattern, while the exocuticle is rigid and hardened. The exocuticle is greatly reduced in many insects during their larval stages, e.g., caterpillars. It is also reduced in soft-bodied adult insects.

Insects are the only invertebrates to have developed active flight capability, and this has played an important role in their success.<sup>[34]:186</sup> Their flight muscles are able to contract multiple times for each single nerve impulse, allowing the wings to beat faster than would ordinarily be possible.

Having their muscles attached to their exoskeletons is efficient and allows more muscle connections.

### الهيكل الخارجي للحشرات

أ- جدار جسم الحشرة أو (غلاف الحشرة)

جدار جسم الحشرة أو غلافه

يتكون جدار جسم الحشرة أو التكامل من

طبقات الجليد

بشرة

الغشاء القاعدي

الانسلاخ في الحشرات

الهدف من الانسلاخ

لنمو الحشرات من خلال الجليد الصلب

و للإنسلاخ آلية

بعض المصطلحات المتعلقة بغسيل الكلى أو الانسلاخ

1- الفترة بين كل انسلاخين

2- طور:

3- شكل:

4- اكديسون:

5- جيفونيل:

يتكون الهيكل العظمي الخارجي للحشرة، البشرة، من طبقتين: الطبقة الخارجية الرقيقة والشمعية المقاومة للماء ولا تحتوي على مادة الكيتين، وطبقة سفلية تسمى الطبقة السطحية. الجسم الكيتيني هو الكيتين وأسمك بكثير من اللقيمة ويتكون من طبقتين: طبقة خارجية تعرف باسم الجسم الخارجي وطبقة داخلية تعرف باسم الحبيبة الداخلية. تم بناء الحبيبة الداخلية الصلبة والمرنة من طبقات عديدة من الكيتين اللين والبروتينات ، تتقاطع مع بعضها البعض في نمط شطيرة، في حين أن الجسيمات الخارجية صلبة ومتصلبة. يتم تقليل الجسيمات الخارجية بشكل كبير في العديد من الحشرات خلال مراحل اليرقات ، مثل اليرقات. يتم تقليله أيضًا في الحشرات البالغة رخوة الجسم.

الحشرات هي اللافقاريات الوحيدة التي طورت قدرة طيران نشطة ، وقد لعب هذا دورًا مهمًا في نجاحها. سيكون ممكنًا عادةً.

إن ربط عضلاتهم بهيكلهم الخارجي فعال ويسمح بمزيد من الروابط العضلية

# Internal Anatomy of the Insects Introduction to

## Insect Internal Anatomy Physiological View

مقدمة فى التشريح الداخلى للحشرات  
نظرة فسيولوجية

### 1- Digestive System

1- الجهاز الهضمى

### 2- Respiratory Systems

2- الجهاز التنفسى

### 3- Circulatory System

3- الجهاز الدورى

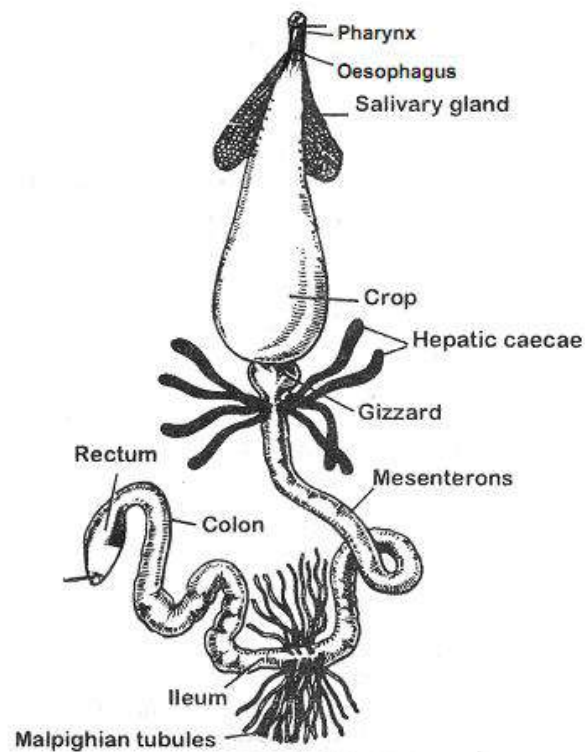
### Nervous system

The nervous system of an insect can be divided into a brain and a ventral nerve cord. The head capsule is made up of six fused segments, each with either a pair of ganglia, or a cluster of nerve cells outside of the brain. The first three pairs of ganglia are fused into the brain, while the three following pairs are fused into a structure of three pairs of ganglia under the insect's esophagus, called the subesophageal ganglion

The thoracic segments have one ganglion on each side, which are connected into a pair, one pair per segment. This arrangement is also seen in the abdomen but only in the first eight segments. Many species of insects have reduced numbers of ganglia due to fusion or reduction. Some cockroaches have just six ganglia in the abdomen, whereas the wasp *Vespa crabro* has only two in the thorax and three in the abdomen. Some insects, like the house fly *Musca domestica*, have all the body ganglia fused into a single large thoracic ganglion.

At least a few insects have nociceptors, cells that detect and transmit signals responsible for the sensation of pain. This was discovered in 2003 by studying the variation in reactions of larvae of the common fruit-fly *Drosophila* to the touch of a heated probe and an unheated one. The larvae reacted to the touch of the heated probe with a stereotypical rolling behavior that was not exhibited when the larvae were touched by the unheated probe. Although nociception has been demonstrated in insects, there is no consensus that insects feel pain consciously.

## Digestive system



Stomach of Cockroach, *Periplaneta americana*

القناة الهضمية للصرصور الأمريكي

- A-Alimentary Canal
- B- Salivary Canal

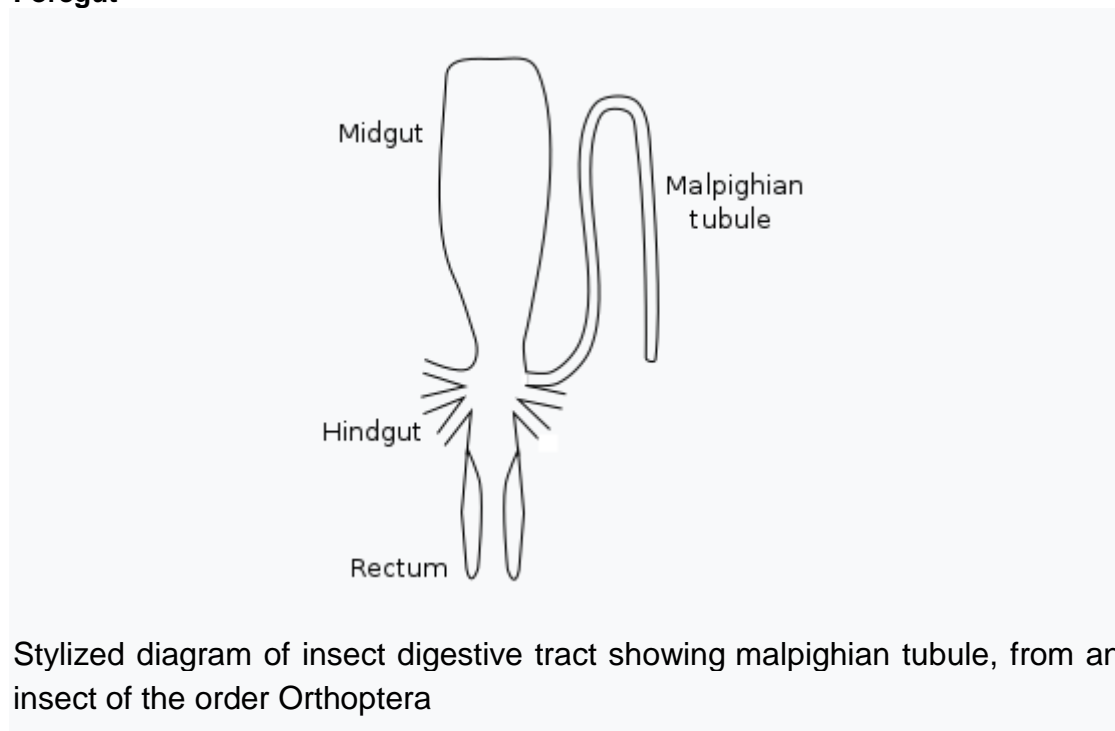
An insect uses its digestive system to extract nutrients and other substances from the food it consumes. Most of this food is ingested in the form of macromolecules and other complex substances like proteins, polysaccharides, fats and nucleic acids. These macromolecules must be broken down by catabolic reactions into smaller molecules like amino acids and simple sugars before being used by cells of the body for energy, growth, or reproduction. This break-down process is known as digestion.

There is extensive variation among different orders, life stages, and even castes in the digestive system of insects. This is the result of extreme adaptations to various lifestyles. The present description focuses on a generalized composition of the digestive system of an adult orthopteroid insect, which is considered basal to interpreting particularities of other groups.

The main structure of an insect's digestive system is a long enclosed tube called the alimentary canal, which runs lengthwise through the body. The alimentary canal directs food unidirectionally from the mouth to the anus. It has three sections, each of which performs a different process of digestion. In addition to the alimentary canal, insects also have paired salivary glands and salivary reservoirs. These structures usually reside in the thorax, adjacent to the foregut. The salivary glands in an insect's mouth produce saliva. The

salivary ducts lead from the glands to the reservoirs and then forward through the head to an opening called the salivarium, located behind the hypopharynx. By moving its mouthparts the insect can mix its food with saliva. The mixture of saliva and food then travels through the salivary tubes into the mouth, where it begins to break down. Some insects, like flies, have extra-oral digestion. Insects using extra-oral digestion expel digestive enzymes onto their food to break it down. This strategy allows insects to extract a significant proportion of the available nutrients from the food source. The gut is where almost all of insects' digestion takes place. It can be divided into the foregut, midgut and hindgut.

### Foregut



The first section of the alimentary canal is the foregut , or stomodaeum. The foregut is lined with a cuticular lining made of chitin and proteins as protection from tough food. The foregut includes the buccal cavity (mouth), pharynx, esophagus and crop and proventriculus (any part may be highly modified), which both store food and signify when to continue passing onward to the midgut.

Digestion starts in buccal cavity (mouth) as partially chewed food is broken down by saliva from the salivary glands. As the salivary glands produce fluid and carbohydrate-digesting enzymes (mostly amylases), strong muscles in the pharynx pump fluid into the buccal cavity, lubricating the food like the salivarium does, and helping blood feeders, and xylem and phloem feeders.

From there, the pharynx passes food to the esophagus, which could be just a simple tube passing it on to the crop and proventriculus, and then onward to the midgut, as in most insects. Alternately, the foregut may expand into a very enlarged crop and proventriculus, or the crop could just be a diverticulum, or fluid-filled structure, as in some Diptera species.



Bumblebee defecating. Note the contraction of the abdomen to provide internal pressure

### Midgut

Once food leaves the crop, it passes to the midgut , also known as the mesenteron, where the majority of digestion takes place. Microscopic projections from the midgut wall, called microvilli, increase the surface area of the wall and allow more nutrients to be absorbed; they tend to be close to the origin of the midgut. In some insects, the role of the microvilli and where they are located may vary. For example, specialized microvilli producing digestive enzymes may more likely be near the end of the midgut, and absorption near the origin or beginning of the midgut.

### Hindgut

In the hindgut, or proctodaeum, undigested food particles are joined by uric acid to form fecal pellets. The rectum absorbs 90% of the water in these fecal pellets, and the dry pellet is then eliminated through the anus, completing the process of digestion. Envaginations at the anterior end of the hindgut form the Malpighian tubules, which form the main excretory system of insects.

## 2- Respiratory Systems

## 3- Circulatory System

### التشريح الداخلي للحشرات

#### 1- الجهاز الهضمي

#### 2- الجهاز التنفسي

#### 3- الجهاز الدوري

#### الجهاز العصبي

يمكن تقسيم الجهاز العصبي للحشرة إلى دماغ وحبل عصبي بطني. تتكون كبسولة الرأس من ستة أجزاء مدمجة ، لكل منها زوج من العقد ، أو مجموعة من الخلايا العصبية خارج الدماغ. يتم دمج الأزواج الثلاثة الأولى من العقد في الدماغ، بينما يتم دمج الأزواج الثلاثة التالية في هيكل مكون من ثلاثة أزواج من العقد تحت

مري الحشرة، تسمى العقدة تحت المريء تحتوي الأجزاء الصدرية على عقدة واحدة على كل جانب ، وهي متصلة بزوج ، زوج واحد لكل جزء. يظهر هذا الترتيب أيضًا في البطن ولكن فقط في الأجزاء الثمانية الأولى. العديد من أنواع الحشرات قد قللت من عدد العقد بسبب الاندماج أو الاختزال. تحتوي بعض الصراصير على ست عقد فقط في البطن ، بينما يحتوي دبور فيسبا كرابرو على اثنتين فقط في الصدر وثلاثة في البطن. بعض الحشرات ، مثل ذبابة المنزل *Musca domestica*، لديها كل العقد في الجسم مدمجة في عقدة صدرية كبيرة واحدة.

تمتلك بعض الحشرات على الأقل مستقبلات للألم، وهي خلايا تكتشف وتنقل الإشارات المسؤولة عن الإحساس بالألم. تم اكتشاف ذلك في عام 2003 من خلال دراسة التباين في تفاعلات يرقات ذبابة الفاكهة الشائعة عند لمس مسبار ساخن وآخر غير ساخن. تفاعلت اليرقات مع لمس المسبار المسخن بسلوك دائري نمطي لم يكن معروضًا عندما تم لمس اليرقات بواسطة مسبار غير ساخن. على الرغم من إظهار الشعور بالألم في الحشرات، إلا أنه لا يوجد إجماع على أن الحشرات تشعر بالألم بوعي.

## الجهاز الهضمي القناة الهضمية الغدد اللعابية

تستخدم الحشرة جهازها الهضمي لاستخراج العناصر الغذائية والمواد الأخرى من الطعام الذي تستهلكه. يتم تناول معظم هذا الطعام في شكل جزيئات كبيرة ومواد معقدة أخرى مثل البروتينات والسكريات والدهون والأحماض النووية. يجب تقسيم هذه الجزيئات الكبيرة عن طريق التفاعلات التقويضية إلى جزيئات أصغر مثل الأحماض الأمينية والسكريات البسيطة قبل استخدامها من قبل خلايا الجسم للطاقة أو النمو أو التكاثر. تُعرف عملية التكسير هذه باسم الهضم.

هناك تباين كبير بين مختلف الرتب ومراحل الحياة وحتى الطوائف في الجهاز الهضمي للحشرات. هذا هو نتيجة التكيف الشديد مع أنماط الحياة المختلفة. يركز الوصف الحالي على التركيب المعمم للجهاز الهضمي لحشرة *Orthopteroidea* بالغة، والتي تعتبر أساسية لتفسير خصوصيات المجموعات الأخرى.

الهيكل الرئيسي للجهاز الهضمي للحشرة هو أنبوب مغلق طويل يسمى القناة الهضمية ، والذي يمتد طولًا عبر الجسم. تقوم القناة الهضمية بتوجيه الطعام بشكل أحادي من الفم إلى فتحة الشرج. يتكون من ثلاثة أقسام، كل منها يؤدي عملية هضم مختلفة. بالإضافة إلى القناة الهضمية ، تمتلك الحشرات أيضًا غددًا لعابية وخزانات لعابية مقترنة. عادة ما توجد هذه الهياكل في الفص الصدري، بجوار المعى الأمامي. تنتج الغدد اللعابية في فم الحشرة اللعاب. تؤدي القنوات اللعابية من الغدد إلى الخزانات ثم تتقدم عبر الرأس إلى فتحة تسمى اللعاب، وتقع خلف البلعوم السفلي. عن طريق تحريك أجزاء فمها يمكن للحشرة أن تمزج طعامها مع اللعاب. ثم ينتقل خليط اللعاب والطعام عبر الأنابيب اللعابية إلى الفم ، حيث يبدأ في الانهيار. بعض الحشرات ، مثل الذباب ، لديها هضم خارج الفم. الحشرات التي تستخدم الهضم خارج الفم تطرد إنزيمات الجهاز الهضمي إلى طعامها لتفتيته. تسمح هذه الإستراتيجية للحشرات باستخراج نسبة كبيرة من العناصر الغذائية المتاحة من مصدر الغذاء. الأمعاء هي المكان الذي يتم فيه هضم جميع الحشرات تقريبًا. يمكن تقسيمها إلى المعى الأمامي ، المعى المتوسط ، المعى الخلفي.

## المعى الأمامي

القسم الأول من القناة الهضمية هو المعى الأمامي ، أو *stomodaeum*. المعى الأمامي مبطن ببطانة جلدية مصنوعة من الكيتين والبروتينات كحماية من الأطعمة القاسية. يتضمن المعى الأمامي التجويف الشدقي (الفم) والبلعوم والمريء والمحصول وبروفنتريكولوس (أي جزء يمكن تعديله بدرجة كبيرة) ، والتي تخزن الطعام وتدل على وقت الاستمرار في المرور إلى المعى المتوسط.

يبدأ الهضم في التجويف الشدقي (الفم) حيث يتحلل الطعام الممزوغ جزئيًا بواسطة اللعاب من الغدد اللعابية. نظرًا لأن الغدد اللعابية تنتج إنزيمات هضم السوائل والكاربوهيدرات (معظمها من الأميليز)، فإن العضلات



القوية في البلعوم تضخ السوائل في تجويف الشدق ، وتزييت الطعام مثل اللعاب، وتساعد مغذيات الدم ، ومغذيات نسيج الخشب واللحاء.

من هناك ، يقوم البلعوم بتمرير الطعام إلى المريء، والذي يمكن أن يكون مجرد أنبوب بسيط يمرره إلى المحصول وبروفنتريكولوس، ثم إلى الأمعاء الوسطى ، كما هو الحال في معظم الحشرات. بالتناوب ، قد يتوسع المعى الأمامي إلى محصول متضخم للغاية وبروفنتريكولوس ، أو يمكن أن يكون المحصول مجرد رتج ، أو بنية مملوءة بالسوائل، كما هو الحال في بعض أنواع Diptera.

طنانة يتغوط. لاحظ انكماش البطن لتوفير الضغط الداخلي

### المعى المتوسط

بمجرد أن يترك الطعام المحصول، فإنه ينتقل إلى المعى المتوسط، المعروف أيضاً باسم الميزنترون، حيث تتم غالبية عملية الهضم. الإسقاطات المجهرية من جدار المعى المتوسط ، والتي تسمى microvilli، تزيد من مساحة سطح الجدار وتسمح بامتصاص المزيد من العناصر الغذائية ؛ تميل إلى أن تكون قريبة من أصل المعى المتوسط. في بعض الحشرات ، قد يختلف دور الميكروفيلي ومكان وجودها. على سبيل المثال ، قد يكون الميكروفيلي المتخصص الذي ينتج إنزيمات هضمية على الأرجح بالقرب من نهاية المعى المتوسط، والامتصاص بالقرب من منشأ أو بداية الأمعاء المتوسطة.

هيندجوت

في المعى الخلفي، أو المستقيم، يتم ربط جزيئات الطعام غير المهضومة بحمض البوليكت لتشكيل كريات برازية. يمتص المستقيم 90% من الماء في كريات البراز هذه، ثم يتم التخلص من الحبيبات الجافة من خلال فتحة الشرج ، لإكمال عملية الهضم. تشكل التخيلات في الطرف الأمامي من المعى الخلفي نيببات Malpighian، والتي تشكل نظام الإخراج الرئيسي للحشرات.

### Excretory system

Insects may have one to hundreds of Malpighian tubules. These tubules remove nitrogenous wastes from the hemolymph of the insect and regulate osmotic balance. Wastes and solutes are emptied directly into the alimentary canal, at the junction between the midgut and hindgut.

### Reproductive system

*Main article: Insect reproductive system*

The reproductive system of female insects consist of a pair of ovaries, accessory glands, one or more spermathecae, and ducts connecting these parts. The ovaries are made up of a number of egg tubes, called ovarioles, which vary in size and number by species. The number of eggs that the insect is able to make vary by the number of ovarioles with the rate that eggs can develop being also influenced by ovariole design. Female insects are able make eggs, receive and store sperm, manipulate sperm from different males, and lay eggs. Accessory glands or glandular parts of the oviducts produce a variety of substances for sperm maintenance, transport and fertilization, as well as for protection of eggs. They can produce glue and protective substances for coating eggs or tough coverings for a batch of eggs

called oothecae. Spermathecae are tubes or sacs in which sperm can be stored between the time of mating and the time an egg is fertilized.

For males, the reproductive system is the testis, suspended in the body cavity by tracheae and the fat body. Most male insects have a pair of testes, inside of which are sperm tubes or follicles that are enclosed within a membranous sac. The follicles connect to the vas deferens by the vas efferens, and the two tubular vasa deferentia connect to a median ejaculatory duct that leads to the outside. A portion of the vas deferens is often enlarged to form the seminal vesicle, which stores the sperm before they are discharged into the female. The seminal vesicles have glandular linings that secrete nutrients for nourishment and maintenance of the sperm. The ejaculatory duct is derived from an invagination of the epidermal cells during development and, as a result, has a cuticular lining. The terminal portion of the ejaculatory duct may be sclerotized to form the intromittent organ, the aedeagus. The remainder of the male reproductive system is derived from embryonic mesoderm, except for the germ cells, or spermatogonia, which descend from the primordial pole cells very early during embryogenesis.

#### الجهاز الإخراجي

قد تحتوي الحشرات على واحد إلى مئات من نبيبات **Malpighian**. تزيل هذه الأنابيب النفايات النيتروجينية من الدملمف للحشرة وتنظم التوازن التناضحي. يتم تفرغ النفايات والمذابات مباشرة في القناة الهضمية ، عند التقاطع بين المعى المتوسط والمعى الخلفي.

#### الجهاز التناسلي

المقال الرئيسي: الجهاز التناسلي للحشرات

يتكون الجهاز التناسلي للأنثى من زوج من المبايض والغدد الملحقة وواحد أو أكثر من الحيوانات المنوية والقنوات التي تربط هذه الأجزاء. يتكون المبيضان من عدد من أنابيب البيض ، تسمى المبايض ، والتي تختلف في الحجم والعدد حسب الأنواع. يختلف عدد البويضات التي تستطيع الحشرة تكوينها حسب عدد المبايض، حيث يتأثر المعدل الذي يمكن أن تتطور فيه البويضات أيضًا بتصميم البويضات. تستطيع إناث الحشرات إنتاج البويضات ، واستقبال الحيوانات المنوية وتخزينها، والتلاعب بالحيوانات المنوية من مختلف الذكور ، ووضع البويضات. تنتج الغدد الملحقة أو الأجزاء الغدية من قنوات البيض مجموعة متنوعة من المواد لصيانة الحيوانات المنوية ونقلها وتخصيبها، وكذلك لحماية البويضات. يمكنهم إنتاج الغراء والمواد الواقية لطلاء البيض أو الأغشية القاسية لمجموعة من البيض تسمى **oothecae**. الحيوانات المنوية هي أنابيب أو أكياس يمكن فيها تخزين الحيوانات المنوية بين وقت التزاوج ووقت إخصاب البويضة.

بالنسبة للذكور ، الجهاز التناسلي هو الخصية ، المعلقة في تجويف الجسم عن طريق القصبه الهوائية والجسم الدهني. تحتوي معظم ذكور الحشرات على زوج من الخصيتين، يوجد بداخلهما أنابيب أو حويصلات منوية محاطة بكيس غشائي. تتصل الجريبات بالأوعية المؤجلة عن طريق القناة الأسهرية، ويتصل كل من الحويصلات الأنبوبية بقناة القذف المتوسطة التي تؤدي إلى الخارج. غالبًا ما يتم تكبير جزء لتشكيل الحويصلة المنوية، التي تخزن الحيوانات

المنوية قبل تصريفها إلى الأنثى. تحتوي الحويصلات المنوية على بطانة غدية تفرز العناصر الغذائية لتغذية الحيوانات المنوية والحفاظ عليها. تنبثق قناة القذف من انغماس خلايا البشرة أثناء النمو ، ونتيجة لذلك، يكون لها بطانة بشرة. قد يتم تصلب الجزء الطرفي من قناة القذف لتشكيل العضو الداخلي، **aedeagus**. يُشتق ما تبقى من الجهاز التناسلي الذكري من الأديم المتوسط الجنيني، باستثناء الخلايا الجرثومية، أو الحيوانات المنوية، التي تنحدر من خلايا القطب البدائية في وقت مبكر جدًا أثناء التطور الجنيني.

### Respiratory system

- A- Types of Respiratory organs according the habitats
- B- Types of the Tracheal System

The tube-like heart (green) of the mosquito *Anopheles gambiae* extends horizontally across the body, interlinked with the diamond-shaped wing muscles (also green) and surrounded by pericardial cells (red). Blue depicts cell nuclei.

Insect respiration is accomplished without lungs. Instead, the insect respiratory system uses a system of internal tubes and sacs through which gases either diffuse or are actively pumped, delivering oxygen directly to tissues that need it via their trachea . In most insects, air is taken in through openings on the sides of the abdomen and thorax called spiracles.

The respiratory system is an important factor that limits the size of insects. As insects get larger, this type of oxygen transport is less efficient and thus the heaviest insect currently weighs less than 100 g. However, with increased atmospheric oxygen levels, as were present in the late Paleozoic, larger insects were possible, such as dragonflies with wingspans of more than two feet (60 cm).

There are many different patterns of gas exchange demonstrated by different groups of insects. Gas exchange patterns in insects can range from continuous and diffusive ventilation, to discontinuous gas exchange. During continuous gas exchange, oxygen is taken in and carbon dioxide is released in a continuous cycle. In discontinuous gas exchange, however, the insect takes in oxygen while it is active and small amounts of carbon dioxide are released when the insect is at rest. Diffusive ventilation is simply a form of continuous gas exchange that occurs by diffusion rather than physically taking in the oxygen. Some species of insect that are submerged also have adaptations to aid in respiration. As larvae, many insects have gills that can extract oxygen dissolved in water, while others need to rise to the water surface to replenish air supplies, which may be held or trapped in special structures.

### Circulatory system

- A- Haemocol
- Drawing and Explanaiton??????????
- B- Blood Vessel
- Aorta

- Heart
- Drawing and Explanaiton
- C- Insect Blood
- Types and comparison

Because oxygen is delivered directly to tissues via tracheoles, the circulatory system is not used to carry oxygen, and is therefore greatly reduced. The insect circulatory system is open; it has no veins or arteries, and instead consists of little more than a single, perforated dorsal tube that pulses peristaltically. This dorsal blood vessel is divided into two sections: the heart and aorta. The dorsal blood vessel circulates the hemolymph, arthropods' fluid analog of blood, from the rear of the body cavity forward. Hemolymph is composed of plasma in which hemocytes are suspended. Nutrients, hormones, wastes, and other substances are transported throughout the insect body in the hemolymph. Hemocytes include many types of cells that are important for immune responses, wound healing, and other functions. Hemolymph pressure may be increased by muscle contractions or by swallowing air into the digestive system to aid in molting.[76] Hemolymph is also a major part of the open circulatory system of other arthropods, such as spiders and crustaceans.

### الجهاز التنفسي

أ- أنواع أجهزة التنفس حسب الموائل

ب- أنواع جهاز القصبة الهوائية

يمتد القلب الشبيه بالأنبوب (الأخضر) للبعوضة **Anopheles gambiae** أفقياً عبر الجسم ، مترابطاً مع عضلات الجناح على شكل الماس (أيضاً خضراء) ومحاطة بخلايا التامور (أحمر). يصور اللون الأزرق نوى الخلية.

يتم تنفس الحشرات بدون الرئتين. بدلاً من ذلك ، يستخدم الجهاز التنفسي للحشرات نظاماً من الأنابيب والأكياس الداخلية التي تنتشر من خلالها الغازات أو يتم ضخها بشكل نشط ، لتوصيل الأكسجين مباشرة إلى الأنسجة التي تحتاجها عبر القصبة الهوائية. في معظم الحشرات ، يدخل الهواء من خلال فتحات على جانبي البطن والصدر تسمى الفتحات التنفسية.

الجهاز التنفسي عامل مهم يحد من حجم الحشرات. مع زيادة حجم الحشرات ، يكون هذا النوع من نقل الأكسجين أقل كفاءة ، وبالتالي فإن أثقل حشرة تزن حالياً أقل من 100 جرام. ومع ذلك ، مع زيادة مستويات الأكسجين في الغلاف الجوي ، كما كانت موجودة في أواخر حقبة الحياة القديمة ، كان من الممكن وجود حشرات أكبر ، مثل اليعسوب مع أجنحة يزيد طولها عن قدمين (60 سم).

هناك العديد من الأنماط المختلفة لتبادل الغازات التي أظهرتها مجموعات مختلفة من الحشرات. يمكن أن تتراوح أنماط تبادل الغازات في الحشرات من التهوية المستمرة والمنتشرة إلى تبادل الغازات المتقطع. أثناء التبادل المستمر للغاز، يتم أخذ الأكسجين وإطلاق ثاني أكسيد الكربون في دورة مستمرة. ومع ذلك، في التبادل الغازي المتقطع، تأخذ الحشرة الأكسجين بينما تكون نشطة ويتم إطلاق كميات صغيرة من ثاني أكسيد الكربون عندما تكون الحشرة في حالة راحة. التهوية المنتشرة هي ببساطة شكل من أشكال التبادل المستمر للغازات التي تحدث بالانتشار بدلاً من امتصاص الأكسجين جسدياً. بعض أنواع الحشرات المغمورة لديها أيضاً تكيفات للمساعدة في التنفس. كيرقات، تمتلك العديد من الحشرات خياشيم يمكنها استخراج الأكسجين المذاب في الماء، بينما يحتاج البعض الآخر إلى الصعود إلى سطح الماء لتجديد إمدادات الهواء ، والتي قد تكون محتجزة أو محاصرة في هياكل خاصة.

#### الجهاز الدوري

أ- التجويف الدموي

ب- الوعاء الدموي

□ الأورطي

□ قلب

ج- دم الحشرات

نظراً لتوصيل الأكسجين مباشرة إلى الأنسجة عبر القصبة الهوائية ، لا يتم استخدام نظام الدورة الدموية لنقل الأكسجين، وبالتالي يتم تقليله بشكل كبير. نظام الدورة الدموية للحشرات مفتوح. لا تحتوي على عروق أو شرايين ، وبدلاً من ذلك تتكون من أكثر بقليل من أنبوب ظهري واحد منقوب ينبض بشكل تمعجي. ينقسم هذا الوعاء الدموي الظهري إلى قسمين: القلب والشريان الأورطي. يدور الوعاء الدموي الظهري الدملي، السائل التناظري للمفصليات من الدم، من الجزء الخلفي من تجويف الجسم إلى الأمام. يتكون Hemolymph من البلازما حيث يتم تعليق خلايا الدم. يتم نقل العناصر الغذائية والهرمونات والنفايات والمواد الأخرى في جميع أنحاء جسم الحشرة في الدملي. تشمل خلايا الدم أنواعاً عديدة من الخلايا المهمة للاستجابات المناعية والتنم الجروح والوظائف الأخرى. يمكن زيادة ضغط الدم الليمفاوي عن طريق تقلصات العضلات أو عن طريق ابتلاع الهواء في الجهاز الهضمي للمساعدة في طرح الريش. يعتبر Hemolymph أيضاً جزءاً رئيسياً من الجهاز الدوري المفتوح لمفصليات الأرجل الأخرى ، مثل العناكب والقشريات.

## Reproduction and development

---



A pair of *Simosyrphus grandicornis* hoverflies mating in flight.



A pair of grasshoppers mating.

The majority of insects hatch from eggs. The fertilization and development takes place inside the egg, enclosed by a shell (chorion) that consists of maternal tissue. In contrast to eggs of other arthropods, most insect eggs are drought resistant. This is because inside the chorion two additional membranes develop from embryonic tissue, the amnion and the serosa. This serosa secretes a cuticle rich in chitin that protects the embryo against desiccation. In *Schizophora* however the serosa does not develop, but these flies lay their eggs in damp places, such as rotting matter.[79] Some species of insects, like the cockroach *Blattella germanica*, as well as juvenile aphids and tsetse flies, are ovoviviparous. The eggs of ovoviviparous animals develop entirely inside the female, and then hatch immediately upon being laid.[6] Some other species, such as those in the genus of cockroaches known as *Diploptera*, are viviparous, and thus gestate inside the mother and are born alive. Some insects, like parasitic wasps, show polyembryony, where a single fertilized egg divides into many and in some cases thousands of separate embryos. Insects may be univoltine, bivoltine or multivoltine, i.e. they may have one, two or many broods (generations) in a year.



The different forms of the male (top) and female (bottom) tussock moth *Orgyia recens* is an example of sexual dimorphism in insects.

Other developmental and reproductive variations include haplodiploidy, polymorphism, paedomorphosis or peramorphosis, sexual dimorphism, parthenogenesis and more rarely hermaphroditism. In haplodiploidy, which is a type of sex-determination system, the offspring's sex is determined by the number of sets of chromosomes an individual receives. This system is typical in bees and wasps.[82] Polymorphism is where a species may have different morphs or forms, as in the oblong winged katydid, which has four different varieties: green, pink and yellow or tan. Some insects may retain phenotypes that are normally only seen in juveniles; this is called paedomorphosis. In peramorphosis, an opposite sort of phenomenon, insects take on previously unseen traits after they have matured into adults. Many insects display sexual dimorphism, in which males and females have notably different appearances, such as the moth *Orgyia recens* as an exemplar of sexual dimorphism in insects.

Some insects use parthenogenesis, a process in which the female can reproduce and give birth without having the eggs fertilized by a male. Many aphids undergo a form of parthenogenesis, called cyclical parthenogenesis, in which they alternate between one or many generations of asexual and sexual reproduction.[83][84] In summer, aphids are generally female and parthenogenetic; in the autumn, males may be produced for sexual reproduction. Other insects produced by parthenogenesis are bees, wasps and ants, in which they spawn males. However, overall, most individuals are female, which are produced by fertilization. The males are haploid and the females are diploid.

Insect life-histories show adaptations to withstand cold and dry conditions. Some temperate region insects are capable of activity during winter, while some others migrate to a warmer climate or go into a state of torpor.[85] Still other insects have evolved mechanisms of diapause that allow eggs or pupae to survive these conditions.



A pair of *Simosyrphus grandicornis* hoverflies mating in flight.

زوج من ذباب *Simosyrphus grandicornis* يتزاوج أثناء الطيران.



A pair of grasshoppers mating.

زوج من الجنادب يتزاوج.

تفقس غالبية الحشرات من البيض. يحدث الإخصاب والنمو داخل البويضة ، محاطاً بقشرة تتكون من أنسجة الأم. على عكس بيض المفصليات الأخرى ، فإن معظم بيض الحشرات مقاوم للجفاف. هذا لأنه داخل المشيمة يتطور غشاءان إضافيان من النسيج الجنيني، السلي والمصل. هذا المصل يفرز بشرة غنية بالكيتين التي تحمي الجنين من الجفاف. لكن في بعض الذباب تضع بيضها في أماكن رطبة، مثل المواد المتعفنة. بعض أنواع الحشرات، مثل الصرصور *Blaptica dubia* ، وكذلك حشرات المن الصغيرة وذباب تسي تسي، هي بيوضة ولودة حيث يتطور بيض الحيوانات المولودة بالبويضات بالكامل داخل الأنثى، ثم يفقس فور وضعها. بعض الأنواع الأخرى، مثل تلك الموجودة في جنس الصراصير المعروفة باسم *Diploptera* ، هي ولود، وبالتالي فهي تحمل داخل الأم وتولد حية. تظهر بعض الحشرات، مثل الدبابير الطفيلية، تعدد الأجنة، حيث تنقسم بويضة واحدة مخصبة إلى عدة وفي بعض الحالات آلاف من الأجنة المنفصلة. عام.

و تشمل الاختلافات التنموية والتكاثرية الأخرى الصبغيات الصبغية، وتعدد الأشكال، وتضخم الشكل أو تماثل الشكل، وأزواج الشكل الجنسي، والتوالد العذري، ونادراً ما يحدث الخنوثة. في الصبغيات الفردية، وهو نوع من نظام تحديد الجنس، يتم تحديد جنس النسل من خلال عدد مجموعات الكروموسومات التي يتلقاها الفرد. هذا النظام نموذجي في النحل والدبابير. تعدد الأشكال هو المكان الذي قد يكون فيه للأنواع أشكال أو أشكال مختلفة، كما هو الحال في *katydid* المستطيل الجناح، والذي يحتوي على أربعة أنواع مختلفة: الأخضر والوردي والأصفر أو البني. قد تحتفظ بعض الحشرات بأنماط ظاهرية لا تظهر عادة إلا في الأحداث؛ وهذا ما يسمى تضخم الحدود. في حالة التعرق، وهي ظاهرة معاكسة، تأخذ الحشرات سمات لم تُرَ من قبل بعد أن تنضج لتصبح بالغة. تظهر العديد من الحشرات أزواج الشكل الجنسي، حيث يكون للذكور والإناث مظاهر مختلفة بشكل ملحوظ ، مثل عودة العثة *Orgyia* كنموذج لمتنوية الشكل الجنسي في الحشرات.

تستخدم بعض الحشرات التوالد العذري، وهي عملية يمكن للأنثى من خلالها التكاثر والولادة دون تخصيب الذكر للبويضات. يخضع العديد من حشرات المن لشكل من أشكال التوالد العذري، يسمى التوالد العذري الدوري، والذي يتناوب فيه بين جيل واحد أو عدة أجيال من التكاثر اللاجنسي والجنسي. في الصيف، تكون حشرات المن بشكل عام إناثاً وتكاثر وراثياً. في الخريف، قد يتم إنتاج الذكور من أجل التكاثر الجنسي.



الحشرات الأخرى التي تنتج عن التوالد العذري هي النحل والدبابير والنمل ، حيث تفرخ الذكور. ومع ذلك ، بشكل عام ، معظم الأفراد هم من الإناث ، والتي يتم إنتاجها عن طريق الإخصاب. الذكور أحادي العدد والإناث ثنائية الصيغة.

يظهر تاريخ حياة الحشرات تكيفات لتحمل الظروف الباردة والجافة. بعض حشرات المنطقة المعتدلة قادرة على النشاط خلال فصل الشتاء ، بينما يهاجر البعض الآخر إلى مناخ أكثر دفئًا أو يدخل في حالة من السبات. لا تزال الحشرات الأخرى قد طورت آليات السبات التي تسمح للبيض أو الشرائق بالبقاء على قيد الحياة في هذه الظروف

## Metamorphosis

Metamorphosis in insects is the biological process of development all insects must undergo. There are four forms of metamorphosis: ametabola, paurometabola, hemimetabola and holometabola.

### Incomplete metamorphosis Hemimetabolism

Hemimetabolous insects, those with incomplete metamorphosis, change gradually by undergoing a series of molts. An insect molts when it outgrows its exoskeleton, which does not stretch and would otherwise restrict the insect's growth. The molting process begins as the insect's epidermis secretes a new epicuticle inside the old one. After this new epicuticle is secreted, the epidermis releases a mixture of enzymes that digests the endocuticle and thus detaches the old cuticle. When this stage is complete, the insect makes its body swell by taking in a large quantity of water or air, which makes the old cuticle split along predefined weaknesses where the old exocuticle was thinnest.[34]: 142[87]

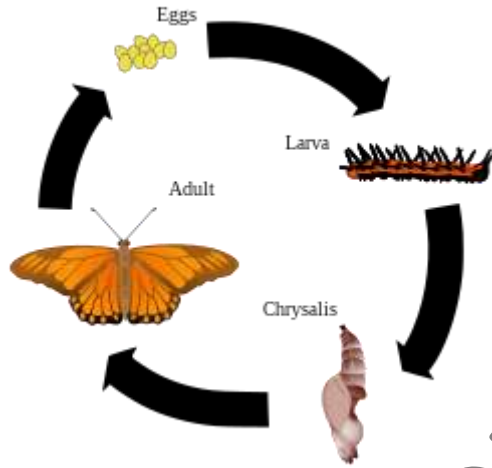
Immature insects that go through incomplete metamorphosis are called nymphs or in the case of dragonflies and damselflies, also naiads. Nymphs are similar in form to the adult except for the presence of wings, which are not developed until adulthood. With each molt, nymphs grow larger and become more similar in appearance to adult insects.



This southern hawk dragonfly molts its exoskeleton several times during its life as a nymph; shown is the final molt to become a winged adult (eclosion).

### Complete metamorphosis Holometabolism

## Gulf Fritillary Life Cycle



Gulf fritillary life cycle, an example of holometabolism.

Holometabolism, or complete metamorphosis, is where the insect changes in four stages, an egg or embryo, a larva, a pupa and the adult or imago. In these species, an egg hatches to produce a larva, which is generally worm-like in form. This worm-like form can be one of several varieties: eruciform (caterpillar-like), scarabaeiform (grub-like), campodeiform (elongated, flattened and active), elateriform (wireworm-like) or vermiform (maggot-like). The larva grows and eventually becomes a pupa, a stage marked by reduced movement and often sealed within a cocoon. There are three types of pupae: obtect, exarate or coarctate. Obtect pupae are compact, with the legs and other appendages enclosed. Exarate pupae have their legs and other appendages free and extended. Coarctate pupae develop inside the larval skin.[34]:151 Insects undergo considerable change in form during the pupal stage, and emerge as adults. Butterflies are a well-known example of insects that undergo complete metamorphosis, although most insects use this life cycle. Some insects have evolved this system to hypermetamorphosis.

Complete metamorphosis is a trait of the most diverse insect group, the Endopterygota. Endopterygota includes 11 Orders, the largest being Diptera (flies), Lepidoptera (butterflies and moths), and Hymenoptera (bees, wasps, and ants), and Coleoptera (beetles). This form of development is exclusive to insects and not seen in any other arthropods.

## التحول

التحول في الحشرات هو العملية البيولوجية للتطور التي يجب أن تخضع لها جميع الحشرات. هناك عدة أنواع من التحول منها التحول الغديم و التحول التدريجي و التحول الناقس و التحول الكامل

### تحول غير كامل Hemimetabolism

تتغير الحشرات ذات الأوزان النصفية ، التي تعاني من تحول غير كامل ، تدريجياً من خلال خضوعها لسلسلة من الانسلاخ. تذوب الحشرة عندما يكبر هيكلها الخارجي ، والذي لا يتمدد ويحد من نمو الحشرة. تبدأ عملية

طرح الريش عندما تفرز بشرة الحشرة نسيجًا جديدًا داخل الطبقة القديمة. بعد إفراز هذه اللقمة الجديدة ، تطلق البشرة مزيجًا من الإنزيمات التي تهضم الجببية الداخلية وبالتالي تفصل البشرة القديمة. عندما تكتمل هذه المرحلة ، تجعل الحشرة جسمها منتفخًا عن طريق امتصاص كمية كبيرة من الماء أو الهواء ، مما يجعل الجلد القديم ينقسم على طول نقاط الضعف المحددة مسبقًا حيث كانت الجسيمات الخارجية القديمة أنحف. تسمى الحشرات غير الناضجة التي تمر بتحول غير كامل بالحوريات أو في حالة اليعسوب والديدان ، أيضًا naiads. تتشابه الحوريات في الشكل مع البالغ باستثناء وجود الأجنحة التي لا تتطور حتى سن الرشد. مع كل ذبذبة ، تنمو الحوريات بشكل أكبر وتصبح أكثر تشابهًا في المظهر مع الحشرات البالغة.

هذا اليعسوب الباكر الجنوبي يطرح هيكله الخارجي عدة مرات خلال حياته كحورية. الموضح هو تساقط الشعر الأخير ليصبح بالغًا مجنحًا (الخفقان).

## التحول الكامل Holometabolism

دورة الحياة الحبيبية الخليجية ، مثال على استقلاب الهولومض.

الاستقلاب الشامل ، أو التحول الكامل ، هو المكان الذي تتغير فيه الحشرة في أربع مراحل ، بيضة أو جنين ، يرقة ، خادرة والبالغ أو إيماجو. في هذه الأنواع ، تنفس البيضة لإنتاج يرقة ، والتي تكون بشكل عام شبيهة بالديدان. يمكن أن يكون هذا الشكل الشبيه بالديدان واحدًا من عدة أنواع: eruciform (مثل كاتربيلر) ، أو Scarabaeiform (يشبه اليرقة) ، أو Campodeiform (ممدود ، مسطح ، ونشط) ، و elateriform (يشبه الديدان السلكية) أو vermiform (يشبه اليرقة). تنمو اليرقة وتتحول في النهاية إلى خادرة ، وهي مرحلة تتميز بانخفاض الحركة وغالبًا ما تكون مختومة داخل شرنقة. هناك ثلاثة أنواع من الشرائق: مستقيمة ، أو منتفخة ، أو ضيقة. العذارى الملتصقة تكون مضغوطة ، مع إرفاق الأرجل والملاحق الأخرى. الشرائق الناضجة لها أرجلها وملحقاتها الأخرى حرة وممتدة. تتطور الشرائق الضيقة داخل جلد اليرقات [34]: 151 تخضع الحشرات لتغير كبير في الشكل خلال مرحلة العذراء ، وتظهر كبالغين. تعتبر الفراشات مثالًا معروفًا للحشرات التي تخضع لتحول كامل ، على الرغم من أن معظم الحشرات تستخدم دورة الحياة هذه. طورت بعض الحشرات هذا النظام إلى فرط التمثيل.

التحول الكامل هو سمة من سمات مجموعة الحشرات الأكثر تنوعًا ، Endopterygota. تتضمن Endopterygota 11 طلبًا ، أكبرها Diptera (الذباب) ، Lepidoptera (الفراشات والعث) ، و Hymenoptera (النحل ، الدبابير ، والنمل) ، و Coleoptera (الخنافس). هذا الشكل من التنمية يقتصر على الحشرات ولا يظهر في أي مفصليات الأرجل الأخرى

## Senses and communication

Many insects possess very sensitive and specialized organs of perception. Some insects such as bees can perceive ultraviolet wavelengths, or detect polarized light, while the antennae of male moths can detect the pheromones of female moths over distances of many kilometers. The yellow paper wasp (*Polistes versicolor*) is known for its wagging movements as a form of communication within the colony; it can waggle with a frequency of  $10.6 \pm 2.1$  Hz ( $n=190$ ). These wagging movements can signal the arrival of new material into the nest and aggression between workers can be used to stimulate others to increase foraging expeditions There is a pronounced

tendency for there to be a trade-off between visual acuity and chemical or tactile acuity, such that most insects with well-developed eyes have reduced or simple antennae, and vice versa. There are a variety of different mechanisms by which insects perceive sound; while the patterns are not universal, insects can generally hear sound if they can produce it. Different insect species can have varying hearing, though most insects can hear only a narrow range of frequencies related to the frequency of the sounds they can produce. Mosquitoes have been found to hear up to 2 kHz, and some grasshoppers can hear up to 50 kHz. Certain predatory and parasitic insects can detect the characteristic sounds made by their prey or hosts, respectively. For instance, some nocturnal moths can perceive the ultrasonic emissions of bats, which helps them avoid predation. Insects that feed on blood have special sensory structures that can detect infrared emissions, and use them to home in on their hosts.

Some insects display a rudimentary sense of numbers,[91] such as the solitary wasps that prey upon a single species. The mother wasp lays her eggs in individual cells and provides each egg with a number of live caterpillars on which the young feed when hatched. Some species of wasp always provide five, others twelve, and others as high as twenty-four caterpillars per cell. The number of caterpillars is different among species, but always the same for each sex of larva. The male solitary wasp in the genus *Eumenes* is smaller than the female, so the mother of one species supplies him with only five caterpillars; the larger female receives ten caterpillars in her cell.

## Light production and vision



Most insects have compound eyes and two antennae.

A few insects, such as members of the families Poduridae and Onychiuridae (Collembola), Mycetophilidae (Diptera) and the beetle families Lampyridae, Phengodidae, Elateridae and Staphylinidae are biolumin

escent. The most familiar group are the fireflies, beetles of the family Lampyridae. Some species are able to control this light generation to produce flashes. The function varies with some species using them to attract mates, while others use them to lure prey. Cave dwelling larvae of Arachnocampa (Mycetophilidae, fungus gnats) glow to lure small flying insects into sticky strands of silk. Some fireflies of the genus Photuris mimic the flashing of female Photinus species to attract males of that species, which are then captured and devoured. The colors of emitted light vary from dull blue (*Orfelia fultoni*, Mycetophilidae) to the familiar greens and the rare reds (*Phrixothrix tiemanni*, Phengodidae). Most insects, except some species of cave crickets, are able to perceive light and dark. Many species have acute vision capable of detecting minute movements. The eyes may include simple eyes or ocelli as well as compound eyes of varying sizes. Many species are able to detect light in the infrared, ultraviolet and the visible light wavelengths. Color vision has been demonstrated in many species and phylogenetic analysis suggests that UV-green-blue trichromacy existed from at least the Devonian period between 416 and 359 million years ago.

## الحواس والتواصل

تمتلك العديد من الحشرات أجهزة إدراك حساسة ومتخصصة. يمكن لبعض الحشرات مثل النحل أن ترى أطوال موجات فوق بنفسجية، أو تكتشف الضوء المستقطب، بينما تستطيع ذكور العثة أن تكتشف الفيرومونات لإناث العثة على مسافات تصل إلى عدة كيلومترات. يُعرف دبور الورق الأصفر (*Polistes versicolor*) بحركاته المتذبذبة كشكل من أشكال الاتصال داخل المستعمرة؛ يمكن أن تهتز بتردد  $2.1 \pm 10.6$  هرتز (ن = 190). يمكن أن تشير حركات الاهتزاز هذه إلى وصول مواد جديدة إلى العش ويمكن استخدام العدوانية بين العمال لتحفيز الآخرين على زيادة حملات البحث عن الطعام. هناك ميل واضح لوجود مفاضة بين حدة البصر والحدة الكيميائية أو اللمسية، بحيث يكون لدى معظم الحشرات ذات العيون المتطورة هوائيات بسيطة أو منخفضة، والعكس صحيح. هناك مجموعة متنوعة من الآليات المختلفة التي تستطيع الحشرات من خلالها إدراك الصوت؛ في حين أن الأنماط ليست عالمية، يمكن للحشرات عمومًا سماع الأصوات إذا كان بإمكانها إنتاجها. يمكن أن يكون لدى أنواع الحشرات المختلفة سمع متفاوت، على الرغم من أن معظم الحشرات لا يمكنها سماع سوى نطاق ضيق من الترددات المتعلقة بتردد الأصوات التي يمكن أن تنتجها. تم العثور على البعوض يسمع ما يصل إلى 2 كيلو هرتز ، ويمكن لبعض الجنادب سماع ما يصل إلى 50 كيلو هرتز. يمكن لبعض الحشرات المفترسة والطفيلية اكتشاف الأصوات المميزة التي تصدرها فرائسها أو مضيفها، على التوالي. على سبيل المثال، يمكن لبعض العث الليلي إدراك انبعاثات الموجات فوق الصوتية للخفافيش ، مما يساعدهم على تجنب الاقتراس. تمتلك الحشرات التي تتغذى على الدم هيكل حسية خاصة يمكنها اكتشاف انبعاثات الأشعة تحت الحمراء واستخدامها في المنزل على مضيفها.

تظهر بعض الحشرات إحساسًا بدائيًا بالأرقام ، مثل الدبابير الانفرادية التي تتغذى على نوع واحد. تضع الدبور الأم بيضها في خلايا فردية وتزود كل بيضة بعدد من اليرقات الحية التي يتغذى عليها الصغار عند الفقس. تقدم بعض أنواع الدبابير دائمًا خمسة، بينما توفر الأنواع الأخرى اثني عشر، والبعض الآخر يصل ارتفاعه إلى أربعة وعشرين يرقة لكل خلية. يختلف عدد اليرقات باختلاف الأنواع، ولكنه دائمًا ما يكون هو نفسه لكل جنس من اليرقات. ذكر الدبابير الانفرادي في جنس *Eumenes* أصغر من الأنثى، لذلك تزوده أم أحد الأنواع بخمس يرقات فقط؛ تستقبل الأنثى الأكبر عشرة يرقات في زنزانها عدد قليل من الحشرات، مثل أفراد عائلات Poduridae و Mycetophilidae (Diptera, Onychiuridae (Collembola) و الخنافس، Lampyridae، Phengodidae، Elateridae و Staphylinidae هي تلالو بيولوجي. المجموعة الأكثر شيوعًا هي اليراعات، وهي خنافس من عائلة Lampyridae. بعض الأنواع قادرة على التحكم في هذا الجيل الضوئي لإنتاج ومضات. تختلف الوظيفة مع بعض الأنواع التي تستخدمها لجذب الأصدقاء، بينما يستخدمها البعض الآخر لجذب الفريسة. تتوهج يرقات *Arachnocampa* التي تعيش في

الكهوف (Mycetophilidae ، فطريات البعوض) لجذب الحشرات الطائرة الصغيرة إلى خيوط لزجة من الحرير. بعض اليراعات من جنس Photuris تحاكي وميض أنواع Photinus الأنثوية لجذب الذكور من هذا النوع، والتي يتم التقاطها والتهامها بعد ذلك. تختلف ألوان الضوء المنبعث من الأزرق الباهت (Orfelia fultoni، Mycetophilidae) إلى اللون الأخضر المألوف والأحمر النادر (Phrixothrix tiemanni، Phengodidae). معظم الحشرات، باستثناء بعض أنواع صراصير الكهوف ، قادرة على إدراك الضوء والظلام. العديد من الأنواع لديها رؤية حادة قادرة على اكتشاف الحركات الدقيقة. قد تشمل العيون عيوناً بسيطة أو عيوناً بالإضافة إلى عيون مركبة بأحجام مختلفة. العديد من الأنواع قادرة على اكتشاف الضوء في الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والأطوال الموجية للضوء المرئي. تم إثبات رؤية الألوان في العديد من الأنواع، ويشير التحليل الوراثي إلى أن ثلاثية الألوان فوق البنفسجية والأخضر والأزرق كانت موجودة على الأقل من العصر الديفوني بين 416 و 359 مليون سنة مضت.

## Sound production and hearing

Insects were the earliest organisms to produce and sense sounds. Insects make sounds mostly by mechanical action of appendages. In grasshoppers and crickets, this is achieved by stridulation. Cicadas make the loudest sounds among the insects by producing and amplifying sounds with special modifications to their body to form tymbals and associated musculature. The African cicada *Brevisana brevis* has been measured at 106.7 decibels at a distance of 50 cm (20 in). Some insects, such as the *Helicoverpa zea* moths, hawk moths and Hedyliid butterflies, can hear ultrasound and take evasive action when they sense that they have been detected by bats. Some moths produce ultrasonic clicks that were once thought to have a role in jamming bat echolocation. The ultrasonic clicks were subsequently found to be produced mostly by unpalatable moths to warn bats, just as warning colorations are used against predators that hunt by sight. Some otherwise palatable moths have evolved to mimic these calls. More recently, the claim that some moths can jam bat sonar has been revisited. Ultrasonic recording and high-speed infrared videography of bat-moth interactions suggest the palatable tiger moth really does defend against attacking big brown bats using ultrasonic clicks that jam bat sonar.

Very low sounds are also produced in various species of Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Mantodea and Neuroptera. These low sounds are simply the sounds made by the insect's movement. Through microscopic stridulatory structures located on the insect's muscles and joints, the normal sounds of the insect moving are amplified and can be used to warn or communicate with other insects. Most sound-making insects also have tympanal organs that can perceive airborne sounds. Some species in Hemiptera, such as the corixids (water boatmen), are known to communicate via underwater sounds. Most insects are also able to sense vibrations transmitted through surfaces.

Communication using surface-borne vibrational signals is more widespread among insects because of size constraints in producing air-borne sounds.[103] Insects cannot effectively produce low-frequency sounds, and high-frequency sounds tend to disperse more in a dense environment (such as foliage), so insects living in such environments communicate primarily using substrate-borne vibrations. The mechanisms of production of vibrational signals are just as diverse as those for producing sound in insects.

Some species use vibrations for communicating within members of the same species, such as to attract mates as in the songs of the shield bug *Nezara viridula*. Vibrations can also be used to communicate between entirely different species; lycaenid (gossamer-winged butterfly) caterpillars, which are myrmecophilous (living in a mutualistic association with ants) communicate with ants in this way.[106] The Madagascar hissing cockroach has the ability to press air through its spiracles to make a hissing noise as a sign of aggression; the death's-head hawkmoth makes a squeaking noise by forcing air out of their pharynx when agitated, which may also reduce aggressive worker honey bee behavior when the two are in close proximity.

كانت الحشرات أول الكائنات الحية التي تنتج الأصوات وتستشعرها. تصدر الحشرات الأصوات في الغالب عن طريق العمل الميكانيكي للملحقات. في الجنادب والصراصير ، يتم تحقيق ذلك عن طريق التجويف. يُصدر السيكادا أعلى الأصوات بين الحشرات عن طريق إنتاج الأصوات وتضخيمها مع تعديلات خاصة على أجسامهم لتشكيل الطبلية والعضلات المرتبطة بها. تم قياس الزيز الأفريقي *Brevisana brevis* عند 106.7 ديسيل على مسافة 50 سم (20 بوصة). يمكن لبعض الحشرات، مثل عثة *Helicoverpa zea*، وعثة الصقور، وفراشات *Hedylid* ، سماع الموجات فوق الصوتية واتخاذ إجراءات مراوغة عندما تشعر أن الخفافيش اكتشفتها. تنتج بعض العث نقرات فوق صوتية كان يُعتقد في السابق أنها تلعب دوراً في تشويش الخفافيش. تحديد الموقع بالصدى. تم العثور لاحقاً على أن النقرات فوق الصوتية تنتج في الغالب عن طريق فراشات غير مستساغة لتحذير الخفافيش ، تماماً مثل استخدام الألوان التحذيرية ضد الحيوانات المفترسة التي تصطاد عن طريق البصر. تطورت بعض حشرات العث المستساغة لتقليد هذه الدعوات. في الأونة الأخيرة ، تمت إعادة النظر في الادعاء بأن بعض العث يمكنها تشويش السونار الخفافيش. يشير التسجيل بالموجات فوق الصوتية وتصوير الفيديو عالي السرعة بالأشعة تحت الحمراء لتفاعلات فراشة الخفافيش إلى أن عثة النمر اللطيفة تدافع حقاً ضد مهاجمة الخفافيش البنية الكبيرة باستخدام نقرات فوق صوتية تؤدي إلى ازدحام سونار الخفافيش.

تصدر أصوات منخفضة جداً أيضاً في أنواع مختلفة من غمدية الأجنحة وغشائيات الأجنحة وقشريات الأجنحة و *Mantodea* و *Neuroptera*. هذه الأصوات المنخفضة هي ببساطة الأصوات التي تصدرها حركة الحشرة. من خلال الهياكل الصخرية المجهرية الموجودة على عضلات ومفاصل الحشرة ، يتم تضخيم الأصوات الطبيعية للحشرات المتحركة ويمكن استخدامها للتحذير أو التواصل مع الحشرات الأخرى. تحتوي معظم الحشرات التي تصدر الصوت أيضاً على أعضاء طبلية يمكنها إدراك الأصوات المحمولة في الهواء. من المعروف أن بعض الأنواع في نصف الأجنحة، مثل *corixids* (ملاحو الماء) ، تتواصل عبر الأصوات تحت الماء. تستطيع معظم الحشرات أيضاً استشعار الاهتزازات التي تنتقل عبر الأسطح.

يعد الاتصال باستخدام الإشارات الاهتزازية المحمولة على السطح أكثر انتشاراً بين الحشرات بسبب قيود الحجم في إنتاج الأصوات المحمولة جواً. لا تستطيع الحشرات إنتاج أصوات منخفضة التردد بشكل فعال، وتميل الأصوات عالية التردد إلى التشتت أكثر في بيئة كثيفة (مثل أوراق الشجر) ، لذلك فإن الحشرات التي تعيش في مثل هذه البيئات تتواصل بشكل أساسي باستخدام الاهتزازات التي تحملها الركيزة. متنوعة مثل تلك لإنتاج الصوت في الحشرات.

تستخدم بعض الأنواع الاهتزازات للتواصل داخل أعضاء من نفس النوع، مثل جذب الزملاء كما هو الحال في أغاني حشرة الدرع *Nezara viridula*. يمكن أيضاً استخدام الاهتزازات للتواصل بين الأنواع المختلفة تماماً؛ تتواصل اليرقات الليكينية (الفراشة ذات الأجنحة ذات الأجنحة)، وهي نباتات نباتية (تعيش في علاقة متبادلة مع النمل) مع النمل بهذه الطريقة. يمتلك صرصور مدغشقر الهسهسة القدرة على الضغط على الهواء من خلال فتحاته لإحداث ضوضاء هسهسة كعلامة على العدوان؛ يحدث العث ذو رأس الموت ضجيجاً صريراً عن طريق إخبار الهواء على الخروج من البلعوم عند الهياج، مما قد يقلل أيضاً من سلوك نحل العسل العدواني عندما يكون الاثنان على مقربة.

## Chemical communication

Chemical communications in animals rely on a variety of aspects including taste and smell. Chemoreception is the physiological response of a sense organ (i.e. taste or smell) to a chemical stimulus where the chemicals act as signals to regulate the state or activity of a cell. A semiochemical is a message-carrying chemical that is meant to attract, repel, and convey information. Types of semiochemicals include pheromones and kairomones. One example is the butterfly *Phengaris arion* which uses chemical signals as a form of mimicry to aid in predation.[109]

In addition to the use of sound for communication, a wide range of insects have evolved chemical means for communication. These chemicals, termed semiochemicals, are often derived from plant metabolites including those meant to attract, repel and provide other kinds of information. Pheromones, a type of semiochemical, are used for attracting mates of the opposite sex, for aggregating conspecific individuals of both sexes, for deterring other individuals from approaching, to mark a trail, and to trigger aggression in nearby individuals. Allomones benefit their producer by the effect they have upon the receiver. Kairomones benefit their receiver instead of their producer. Synomones benefit the producer and the receiver. While some chemicals are targeted at individuals of the same species, others are used for communication across species. The use of scents is especially well known to have developed in social insects.[34]:96–105 Cuticular hydrocarbon are nonstructural materials produced and secreted to the cuticle surface to fight desiccation and pathogens. They also serve as pheromones

## الاتصالات الكيميائية

تعتمد الاتصالات الكيميائية في الحيوانات على مجموعة متنوعة من الجوانب بما في ذلك الذوق والشم. الاستقبال الكيميائي هو الاستجابة الفسيولوجية لعضو حاسة (مثل الذوق أو الرائحة) لمحفز كيميائي حيث تعمل المواد الكيميائية كإشارات لتنظيم حالة الخلية أو نشاطها. المادة الكيميائية شبه الكيميائية هي مادة كيميائية تحمل رسائل تهدف إلى جذب المعلومات وصددها ونقلها. تشمل أنواع المواد الكيميائية شبه الكيميائية الفيرومونات والكيرومونات. أحد الأمثلة على ذلك هو فراشة *Phengaris arion* التي تستخدم إشارات كيميائية كشكل من أشكال التقليد للمساعدة في الاقتراس.

بالإضافة إلى استخدام الصوت للاتصال، طورت مجموعة واسعة من الحشرات وسائل كيميائية للاتصال. غالبًا ما تُشتق هذه المواد الكيميائية، المسماة بالمواد شبه الكيميائية، من مستقلبات النبات بما في ذلك تلك التي تهدف إلى جذب، وصد، وتوفير أنواع أخرى من المعلومات. تُستخدم الفيرومونات، وهي نوع من المواد شبه الكيميائية، لجذب أقران من الجنس الآخر، لتجميع أفراد معينين من كلا الجنسين، لردع أفراد آخرين عن الاقتراب، ولتحديد أثر، ولإثارة العدوان في الأفراد القريبين. تُستفيد **Allomones** منتجها من خلال تأثيرها على جهاز الاستقبال. تُستفيد **Kairomones** من جهاز الاستقبال بدلاً من المنتج. سينومونات تفيد المنتج والمتلقي. في حين أن بعض المواد الكيميائية تستهدف الأفراد من نفس النوع، يتم استخدام مواد أخرى للتواصل عبر الأنواع. من المعروف جيدًا أن استخدام الروائح قد تطور في الحشرات الاجتماعية. كما أنها تعمل كالفيرومونات.

## Social behavior





A cathedral mound created by termites (Isoptera).

Social insects, such as termites, ants and many bees and wasps, are the most familiar species of eusocial animals. They live together in large well-organized colonies that may be so tightly integrated and genetically similar that the colonies of some species are sometimes considered superorganisms. It is sometimes argued that the various species of honey bee are the only invertebrates (and indeed one of the few non-human groups) to have evolved a system of abstract symbolic communication where a behavior is used to represent and convey specific information about something in the environment. In this communication system, called dance language, the angle at which a bee dances represents a direction relative to the sun, and the length of the dance represents the distance to be flown. Though perhaps not as advanced as honey bees, bumblebees also potentially have some social communication behaviors. *Bombus terrestris*, for example, exhibit a faster learning curve for visiting unfamiliar, yet rewarding flowers, when they can see a conspecific foraging on the same species.

Only insects that live in nests or colonies demonstrate any true capacity for fine-scale spatial orientation or homing. This can allow an insect to return unerringly to a single hole a few millimeters in diameter among thousands of apparently identical holes clustered together, after a trip of up to several kilometers' distance. In a phenomenon known as philopatry, insects that hibernate have shown the ability to recall a specific location up to a year after last viewing the area of interest.[113] A few insects seasonally migrate large distances between different geographic regions (e.g., the overwintering areas of the monarch butterfly).

## السلوك الاجتماعي

تعتبر الحشرات الاجتماعية ، مثل النمل الأبيض والنمل والعديد من النحل والدبابير ، أكثر أنواع الحيوانات eusocial شيوعاً. إنهم يعيشون معاً في مستعمرات كبيرة جيدة التنظيم والتي قد تكون متكاملة بإحكام ومتشابهة وراثياً لدرجة أن مستعمرات بعض الأنواع تعتبر أحياناً كائنات خارقة. يُقال أحياناً أن الأنواع المختلفة

من نحل العسل هي اللافقاريات الوحيدة (وهي بالفعل واحدة من المجموعات غير البشرية القليلة) التي طورت نظامًا للتواصل الرمزي المجرد حيث يتم استخدام السلوك لتمثيل ونقل معلومات محددة حول شيء ما في البيئة. في نظام الاتصال هذا ، الذي يسمى لغة الرقص ، تمثل الزاوية التي ترقص فيها النحلة اتجاهًا بالنسبة للشمس ، ويمثل طول الرقصة المسافة التي يجب قطعها. من المحتمل أيضًا أن يكون لنحل العسل والنحل الطنان بعض سلوكيات التواصل الاجتماعي. على سبيل المثال ، يُظهر *Bombus terrestris* منحني تعليمي أسرع لزيارة أزهار غير مألوفة ، لكنها مجزية، عندما يرون علفًا محددًا من نفس النوع.

فقط الحشرات التي تعيش في أعشاش أو مستعمرات تظهر أي قدرة حقيقية على التوجيه المكاني الدقيق أو توجيه صاروخ موجه. يمكن أن يسمح هذا للحشرة بالعودة دون خطأ إلى حفرة واحدة قطرها بضعة مليمترات بين آلاف الثقوب المتشابهة على ما يبدو متجمعة معًا ، بعد رحلة تصل إلى عدة كيلومترات. في ظاهرة تُعرف باسم *Philopatry*، أظهرت الحشرات التي تعيش في فترة السبات القدرة على تذكر موقع معين لمدة تصل إلى عام بعد آخر مشاهدة للمنطقة محل الاهتمام. تهاجر بعض الحشرات موسميًا مسافات كبيرة بين مناطق جغرافية مختلفة (على سبيل المثال ، مناطق الشتاء لفراشة الملك).

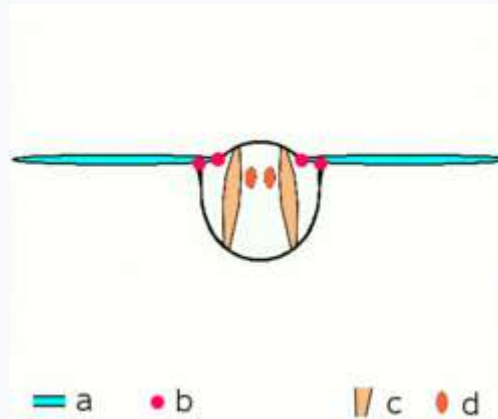
## Locomotion

### Flight

Main articles: [Insect flight](#) and [Insect wing](#)



White-lined sphinx moth feeding in flight



Basic motion of the insect wing in insect with an indirect flight mechanism scheme of dorsoventral cut through a thorax segment with

**a** wings

**b** joints

**c** dorsoventral muscles

**d** longitudinal muscles.

Insects are the only group of invertebrates to have developed flight. The evolution of insect wings has been a subject of debate.

Some entomologists suggest that the wings are from paranotal lobes, or extensions from the insect's exoskeleton called the nota, called the paranotal theory. Other theories are based on a pleural origin. These theories include suggestions that wings originated from modified gills, spiracular flaps or as from an appendage of the epicoxa. The epicoxal theory suggests the insect wings are modified epicoxal exites, a modified appendage at the base of the legs or coxa. In the Carboniferous age, some of the Meganeura dragonflies had as much as a 50 cm (20 in) wide wingspan. The appearance of gigantic insects has been found to be consistent with high atmospheric oxygen. The respiratory system of insects constrains their size, however the high oxygen in the atmosphere allowed larger sizes. The largest flying insects today are much smaller, with the largest wingspan belonging to the white witch moth (*Thysania agrippina*), at approximately 28 cm (11 in).

Insect flight has been a topic of great interest in aerodynamics due partly to the inability of steady-state theories to explain the lift generated by the tiny wings of insects. But insect wings are in motion, with flapping and vibrations, resulting in churning and eddies, and the misconception that physics says "bumblebees can't fly" persisted throughout most of the twentieth century.

Unlike birds, many small insects are swept along by the prevailing winds[118] although many of the larger insects are known to make migrations. Aphids are known to be transported long distances by low-level jet streams. As such, fine line patterns associated with converging winds within weather radar imagery, like the WSR-88D radar network, often represent large groups of insects.[120] Radar can also be deliberately used to monitor insects.

## الطيران

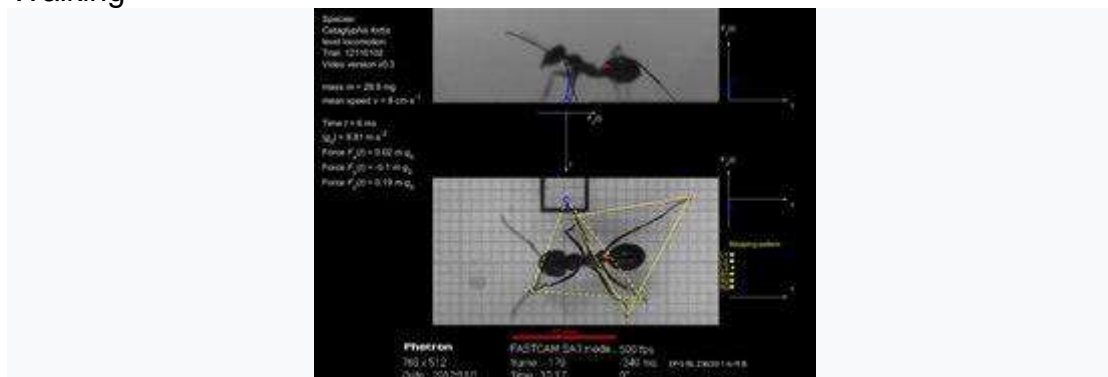
الحشرات هي المجموعة الوحيدة من اللاقاريات التي طورت الطيران. كان تطور أجنحة الحشرات موضوعًا للنقاش. يقترح بعض علماء الحشرات أن الأجنحة هي من فصوص خوارزمية، أو امتدادات من الهيكل الخارجي للحشرة تسمى *nota*، تسمى النظرية الخارقة. نظريات أخرى تستند إلى أصل الجنبلي. تتضمن هذه النظريات اقتراحات بأن الأجنحة نشأت من الخياشيم المعدلة، أو السديلة *spiracular* أو من أحد ملحقات *epicoxa*. تقترح نظرية *epicoxal* أن أجنحة الحشرات عبارة عن مخارج *epicoxal* معدلة، وهي ملحقات معدلة في قاعدة الساقين أو الكوكسا. في العصر الكربوني، كان لبعض حشرات اليعسوب ميجانيورا ما يصل إلى 50 سم (20 بوصة) من حيث اتساع جناحيها. تم العثور على ظهور الحشرات العملاقة ليكون متنسقًا مع ارتفاع نسبة الأكسجين في الغلاف الجوي. يقيد الجهاز التنفسي للحشرات حجمها، لكن الأكسجين العالي في الغلاف الجوي سمح بأحجام أكبر. أكبر الحشرات الطائرة اليوم أصغر بكثير، مع أكبر جناحيها ينتمي إلى عثة الساحرة البيضاء (*Thysania agrippina*)، بحوالي 28 سم (11 بوصة).

لظالما كان طيران الحشرات موضوعًا ذا أهمية كبيرة في الديناميكا الهوائية، ويرجع ذلك جزئيًا إلى عدم قدرة نظريات الحالة المستقرة على تفسير قوة الرفع التي تولدها الأجنحة الصغيرة للحشرات. لكن أجنحة الحشرات تتحرك، مع الخفقان والاهتزازات، مما يؤدي إلى تموج ودوامات، واستمر الاعتقاد الخاطئ بأن الفيزياء تقول "لا يمكن للنحل الطيران أن يطير" طوال معظم القرن العشرين.

على عكس الطيور، فإن العديد من الحشرات الصغيرة تتجأحها الرياح السائدة [118] على الرغم من أن العديد من الحشرات الكبيرة تقوم بالهجرات. من المعروف أن حشرات المن تنتقل لمسافات طويلة بواسطة تيارات نفائثة منخفضة المستوى. على هذا النحو، فإن أنماط الخطوط الدقيقة المرتبطة بالرياح المتقاربة داخل

صور رادار الطقس، مثل شبكة رادار WSR-88D، غالبًا ما تمثل مجموعات كبيرة من الحشرات. يمكن أيضًا استخدام الرادار عن عمد لرصد الحشرات.

## Walking



Spatial and temporal stepping pattern of walking desert ants performing an alternating tripod gait.

Recording rate: 500 fps, Playback rate: 10 fps.

Many adult insects use six legs for walking and have adopted a tripodal gait. The tripodal gait allows for rapid walking while always having a stable stance and has been studied extensively in cockroaches and ants. The legs are used in alternate triangles touching the ground. For the first step, the middle right leg and the front and rear left legs are in contact with the ground and move the insect forward, while the front and rear right leg and the middle left leg are lifted and moved forward to a new position. When they touch the ground to form a new stable triangle the other legs can be lifted and brought forward in turn and so on. The purest form of the tripodal gait is seen in insects moving at high speeds. However, this type of locomotion is not rigid and insects can adapt a variety of gaits. For example, when moving slowly, turning, avoiding obstacles, climbing or slippery surfaces, four (tetrapod) or more feet (wave-gait) may be touching the ground. Insects can also adapt their gait to cope with the loss of one or more limbs.

Cockroaches are among the fastest insect runners and, at full speed, adopt a bipedal run to reach a high velocity in proportion to their body size. As cockroaches move very quickly, they need to be video recorded at several hundred frames per second to reveal their gait. More sedate locomotion is seen in the stick insects or walking sticks (Phasmatodea). A few insects have evolved to walk on the surface of the water, especially members of the Gerridae family, commonly known as water striders. A few species of ocean-skaters in the genus Halobates even live on the surface of open oceans, a habitat that has few insect species.

Use in robotics

See also: Robot locomotion and Hexapod (robotics)

Insect walking is of particular interest as an alternative form of locomotion in robots. The study of insects and bipeds has a significant impact on possible

robotic methods of transport. This may allow new robots to be designed that can traverse terrain that robots with wheels may be unable to handle.

## المشي

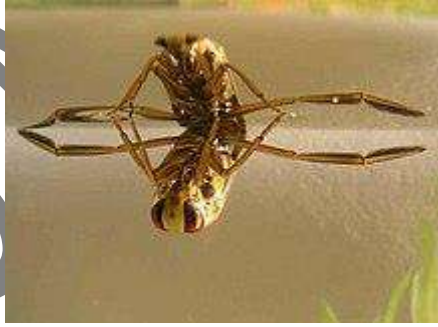
تستخدم العديد من الحشرات البالغة ستة أرجل للمشي وتتبنى مشية ثلاثية. تتيح المشية الثلاثية المشي السريع مع الحفاظ دائمًا على وضعية ثابتة وقد تمت دراستها على نطاق واسع في الصراصير والنمل. تستخدم الأرجل في مثلثات بديلة تلامس الأرض. بالنسبة للخطوة الأولى ، تكون الساق اليمنى الوسطى والساقين اليسرى الأمامية والخلفية على اتصال بالأرض وتحريك الحشرة للأمام ، بينما يتم رفع الساق اليمنى الأمامية والخلفية والساق اليسرى الوسطى وتحريكها للأمام إلى وضع جديد. عندما تلمس الأرض لتتشكيل مثلث مستقر جديد ، يمكن رفع الأرجل الأخرى وتقديمها إلى الأمام وهكذا. يُرى أنقى أشكال المشية الثلاثية في الحشرات التي تتحرك بسرعات عالية. ومع ذلك ، فإن هذا النوع من الحركة ليس جامدًا ويمكن للحشرات أن تتكيف مع مجموعة متنوعة من المشيات. على سبيل المثال ، عند التحرك ببطء ، والانعطاف ، وتجنب العوائق ، والتسلق أو الأسطح الزلقة ، قد تلامس أربعة (رباعي الأرجل) أو أكثر (مشية موجة) الأرض. يمكن للحشرات أيضًا تكيف مشيتها للتعامل مع فقدان طرف أو أكثر.

تعد الصراصير من أسرع عداء الحشرات ، وبأقصى سرعة ، تعتمد الجري على قدمين للوصول إلى سرعة عالية تتناسب مع حجم جسمها. عندما تتحرك الصراصير بسرعة كبيرة ، يجب أن يتم تسجيلها بالفيديو بعدة مئات من الإطارات في الثانية للكشف عن مشيتها. لوحظ المزيد من الحركة الهادئة في الحشرات العصوية أو العصي (Phasmatodea). تطور عدد قليل من الحشرات للمشي على سطح الماء ، وخاصة أعضاء فصيلة Gerridae ، المعروفة باسم متزلج الماء. حتى أن أنواعًا قليلة من المتزلجين على المحيطات من جنس الهالوبات تعيش على سطح المحيطات المفتوحة ، وهي موطن يحتوي على عدد قليل من أنواع الحشرات.

يعتبر المشي مع الحشرات ذا أهمية خاصة كشكل بديل من أشكال الحركة في الروبوتات. دراسة الحشرات وذوات القدمين لها تأثير كبير على طرق النقل الروبوتية الممكنة. قد يسمح هذا بتصميم روبوتات جديدة يمكنها اجتياز التضاريس التي قد لا تتمكن الروبوتات ذات العجلات من التعامل معها.

## Swimming

Main article: [Aquatic insects](#)



The backswimmer *Notonecta glauca* underwater, showing its paddle-like hindleg adaptation

A large number of insects live either part or the whole of their lives underwater. In many of the more primitive orders of insect, the immature stages are spent in an aquatic environment. Some groups of insects, like certain water beetles, have aquatic adults as well.

Many of these species have adaptations to help in under-water locomotion. Water beetles and water bugs have legs adapted into paddle-like structures. Dragonfly naiads use jet propulsion, forcibly expelling water out of their rectal chamber.[125] Some species like the water striders are capable of walking on the surface of water. They can do this because their claws are not at the tips of the legs as in most insects, but recessed in a special groove further up the leg; this prevents the claws from piercing the water's surface film.[73] Other

insects such as the Rove beetle *Stenus* are known to emit pygidial gland secretions that reduce surface tension making it possible for them to move on the surface of water by Marangoni propulsion (also known by the German term *Entspannungsschwimmen*).

## السباحة

يعيش عدد كبير من الحشرات إما جزئيًا أو طوال حياتها تحت الماء. في العديد من الرتب البدائية للحشرات، تقضي المراحل غير الناضجة في بيئة مائية. بعض مجموعات الحشرات، مثل بعض خنافس الماء، لديها أيضًا حشرات مائية.

العديد من هذه الأنواع لديها تكيفات للمساعدة في الحركة تحت الماء. تمتلك خنافس الماء وحشرات الماء أرجلًا تتكيف مع هياكل تشبه المجذاف. تستخدم حيوانات اليعسوب النفثة الدفع النفث، حيث تقوم بطرد المياه بالقوة من حجرة المستقيم. بعض الأنواع مثل منزلج الماء قادرة على المشي على سطح الماء. يمكنهم القيام بذلك لأن مخالبهم ليست على أطراف الساقين كما هو الحال في معظم الحشرات، ولكنها غارقة في أخدود خاص أعلى الساق؛ هذا يمنع المخالب من اختراق غشاء سطح الماء. من المعروف أن حشرات أخرى مثل خنافس روف *Stenus* تنبعث من إفرازات الغدة القيدية التي تقلل التوتر السطحي مما يجعل من الممكن لها التحرك على سطح الماء عن طريق دفع Marangoni.

## Insect Ecology

Insect ecology is the scientific study of how insects, individually or as a community, interact with the surrounding environment or ecosystem. Insects play one of the most important roles in their ecosystems, which includes many roles, such as soil turning and aeration, dung burial, pest control, pollination and wildlife nutrition. An example is the beetles, which are scavengers that feed on dead animals and fallen trees and thereby recycle biological materials into forms found useful by other organisms. These insects, and others, are responsible for much of the process by which topsoil is created.

## علم البيئة

بيئة الحشرات هي الدراسة العلمية لكيفية تفاعل الحشرات، بشكل فردي أو كمجتمع، مع البيئة المحيطة أو النظام البيئي. تلعب الحشرات أحد أهم الأدوار في نظمها البيئية، والتي تتضمن العديد من الأدوار، مثل تحول التربة والتهوية ودفن الروث ومكافحة الآفات والتلقيح وتغذية الحياة البرية. ومن الأمثلة على ذلك الخنافس، التي تتغذى على الحيوانات الميتة والأشجار المتساقطة، وبالتالي تعيد تدوير المواد البيولوجية إلى أشكال تجدها كائنات أخرى مفيدة. هذه الحشرات، وغيرها، مسؤولة عن الكثير من العملية التي يتم من خلالها تكوين التربة السطحية.

INTRODUCTION  
TO  
INSECT TAXONOMY

مقدمة فى تصنيف الحشرات

Class: Insecta

طائفة الحشرات

A- Identification of Taxonomy

ا- تعريف علم التصنيف

B- History of the Insect Taxonomy

ب- تاريخ علم تصنيف الحشرات

C- Insect taxonomic Methods

ج طرق تصنيف الحشرات

D- Insect Taxonomic Plan

د- الخريطة التصنيفية لطائفة الحشرات

E- Apterygota (Order:Collembola)

هـ الحشرات عديمة الاجنحة و منها رتبة ذات الذنب القافز

F- Exopterygota (Order: Isoptera)

و- الحشرات خارجية الاجنحة و منها رتبة متساوية الاجنحة

G- Endopterygota (Order: Hymenoptera)

ز- الحشرات داخلية الاجنحة و منها رتبة غشائية الاجنحة

## Pollination

See also: [Pollination](#)



European honey bee carrying pollen in a pollen basket back to the hive

Pollination is the process by which pollen is transferred in the reproduction of plants, thereby enabling fertilisation and sexual reproduction. Most flowering plants require an animal to do the transportation. While other animals are included as pollinators, the majority of pollination is done by insects. Because insects usually receive benefit for the pollination in the form of energy rich nectar it is a grand example of mutualism. The various flower traits (and combinations thereof) that differentially attract one type of pollinator or another are known as pollination syndromes. These arose through complex plant-animal adaptations. Pollinators find flowers through bright colorations, including ultraviolet, and attractant pheromones. The study of pollination by insects is known as anthecology.

## Parasitism

Many insects are parasites of other insects such as the parasitoid wasps. These insects are known as entomophagous parasites. They can be beneficial due to their devastation of pests that can destroy crops and other resources. Many insects have a parasitic relationship with humans such as the mosquito. These insects are known to spread diseases such as malaria and yellow fever and because of such, mosquitoes indirectly cause more deaths of humans than any other animal.

## Relationship to humans

---

### As pests

See also: [Pest insect](#)



[Aedes aegypti](#), a parasite, is the vector of [dengue fever](#) and [yellow fever](#)

Many insects are considered pests by humans. Insects commonly regarded as pests include those that are parasitic (e.g. lice, bed bugs), transmit diseases (mosquitoes, flies), damage structures (termites), or destroy agricultural goods (locusts, weevils). Many entomologists are involved in various forms of pest control, as in research for companies to produce insecticides, but increasingly rely on methods of biological pest control, or biocontrol. Biocontrol uses one organism to reduce the population density of another organism—the pest—and is considered a key element of integrated pest management.

---



Despite the large amount of effort focused at controlling insects, human attempts to kill pests with insecticides can backfire. If used carelessly, the poison can kill all kinds of organisms in the area, including insects' natural predators, such as birds, mice and other insectivores. The effects of DDT's use exemplifies how some insecticides can threaten wildlife beyond intended populations of pest insects.

---

## In beneficial roles

See also: *Economic entomology § Beneficial insects*



Because they help flowering plants to cross-pollinate, some insects are critical to agriculture.

This European honey bee is gathering nectar while pollen collects on its body.



A robberfly with its prey, a hoverfly. Insectivorous relationships such as these help control insect populations.

Although pest insects attract the most attention, many insects are beneficial to the environment and to humans. Some insects, like wasps, bees, butterflies and ants, pollinate flowering plants. Pollination is a mutualistic relationship between plants and insects. As insects gather nectar from different plants of the same species, they also spread pollen from plants on which they have previously fed. This greatly increases plants' ability to cross-pollinate, which maintains and possibly even improves their evolutionary fitness. This ultimately affects humans since ensuring healthy crops is critical to agriculture. As well as pollination ants help with seed distribution of plants. This helps to spread the plants, which increases plant diversity. This leads to an overall better environment. A serious environmental problem is the decline of populations of pollinator insects, and a number of species of insects are now cultured primarily for pollination management in order to have sufficient pollinators in the field, orchard or greenhouse at bloom time.[142]: 240–243 Another solution, as shown in Delaware, has been to raise native plants to help support native pollinators like *L. vierecki*.

The economic value of pollination by insects has been estimated to be about \$34 billion in the US alone. Products made by insects. Insects also produce useful substances such as honey, wax, lacquer and silk. Honey bees have been cultured by humans for thousands of years for honey, although contracting for crop pollination is becoming more significant for beekeepers. The silkworm has greatly affected human history, as silk-driven trade established relationships between China and the rest of the world.

**Pest control.** Insectivorous insects, or insects that feed on other insects, are beneficial to humans if they eat insects that could cause damage to agriculture and human structures. For example, aphids feed on crops and cause problems for farmers, but ladybugs feed on aphids, and can be used as a means to significantly reduce pest aphid populations. While birds are perhaps more visible predators of insects, insects themselves account for the vast majority of insect consumption. Ants also help control animal populations by consuming small vertebrates.[145] Without predators to keep them in check, insects can undergo almost unstoppable population explosions.

**Medical uses.** Insects are also used in medicine, for example fly larvae (maggots) were formerly used to treat wounds to prevent or stop gangrene, as they would only consume dead flesh. This treatment is finding modern usage in some hospitals. Recently insects have also gained attention as potential sources of drugs and other medicinal substances. Adult insects, such as crickets and insect larvae of various kinds, are also commonly used as fishing bait.

## In research



The common fruit fly *Drosophila melanogaster* is one of the most widely used organisms in biological research.

Insects play important roles in biological research. For example, because of its small size, short generation time and high fecundity, the common fruit fly *Drosophila melanogaster* is a model organism for studies in the genetics of higher eukaryotes. *D. melanogaster* has been an essential part of studies into principles like genetic linkage, interactions between genes, chromosomal genetics, development, behavior and evolution. Because genetic systems are well conserved among eukaryotes, understanding basic cellular processes like DNA replication or transcription in fruit flies can help to understand those processes in other eukaryotes, including humans. The genome of *D. melanogaster* was sequenced in 2000, reflecting the organism's important role in biological research. It was found that 70% of

the fly genome is similar to the human genome, supporting the evolution theory.

## **As food**

*Main articles: [Insects as food](#) and [Entomophagy](#)*

In some cultures, insects, especially deep-fried cicadas, are considered to be delicacies, whereas in other places they form part of the normal diet. Insects have a high protein content for their mass, and some authors suggest their potential as a major source of protein in human nutrition. In most first-world countries, however, entomophagy (the eating of insects), is taboo.[152] Since it is impossible to eliminate pest insects from the human food chain, insects are inadvertently present in many foods, especially grains. Food safety laws in many countries do not prohibit insect parts in food, but rather limit their quantity. According to cultural materialist anthropologist Marvin Harris, the eating of insects is taboo in cultures that have other protein sources such as fish or livestock.

Due to the abundance of insects and a worldwide concern of food shortages, the Food and Agriculture Organization of the United Nations considers that the world may have to, in the future, regard the prospects of eating insects as a food staple. Insects are noted for their nutrients, having a high content of protein, minerals and fats and are eaten by one-third of the global population.

## **As feed**

*Main article: [Insects as feed](#)*

Several insect species such as the black soldier fly or the housefly in their maggot forms, as well as beetle larvae such as mealworms can be processed and used as feed for farmed animals such as chicken, fish and pigs.

## **In other products**

*Further information: [Biorefinery](#)*

Insect larvae (i.e. black soldier fly larvae) can provide protein, grease, and chitin. The grease is usable in the pharmaceutical industry (cosmetics, surfactants for shower gel) -hereby replacing other vegetable oils as palm oil.

Also, insect cooking oil, insect butter and fatty alcohols can be made from such insects as the superworm (*Zophobas morio*).

## **As pets**

Many species of insects are sold and kept as pets. There are even special hobbyist magazines such as "Bugs" (now discontinued).

## **In culture**

*Main article: [Insects in culture](#)*

Scarab beetles held religious and cultural symbolism in Old Egypt, Greece and some shamanistic Old World cultures. The

ancient Chinese regarded cicadas as symbols of rebirth or immortality. In Mesopotamian literature, the epic poem of Gilgamesh has allusions to Odonata that signify the impossibility of immortality. Among the Aborigines of Australia of the Arrernte language groups, honey ants and witchetty grubs served as personal clan totems. In the case of the 'San' bush-men of the Kalahari, it is the praying mantis that holds much cultural significance including creation and zen-like patience in waiting.

## References

---

1. ^ Jump up to:<sup>a b</sup> Chapman, A.D. (2006). *Numbers of living species in Australia and the World*. Canberra: Australian Biological Resources Study. ISBN 978-0-642-56850-2.<sup>[permanent dead link]</sup>
2. ^ Wilson, E.O. "Threats to Global Diversity". Archived from the original on 20 February 2015. Retrieved 17 May 2009.
3. ^ Novotny, Vojtech; Basset, Yves; Miller, Scott E.; Weiblen, George D.; Bremer, Birgitta; Cizek, Lukas; Drozd, Pavel (2002). "Low host specificity of herbivorous insects in a tropical forest". *Nature*. **416** (6883): 841–844. Bibcode:2002Natur.416..841N. doi:10.1038/416841a. PMID 11976681. S2CID 74583.
4. ^ Jump up to:<sup>a b c</sup> Erwin, Terry L. (1997). *Biodiversity at its utmost: Tropical Forest Beetles* (PDF). pp. 27–40. Archived (PDF) from the original on 9 November 2018. Retrieved 16 December 2017. In: Reaka-Kudla, M.L.; Wilson, D.E.; Wilson, E.O., eds. (1997). *Biodiversity II*. Joseph Henry Press, Washington, D.C. ISBN 9780309052276.
5. ^ Erwin, Terry L. (1982). "Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species" (PDF). *The Coleopterists Bulletin*. **36**: 74–75. Archived (PDF) from the original on 23 September 2015. Retrieved 16 September 2018.
6. ^ Jump up to:<sup>a b c</sup> "insect physiology" McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology, Ch. 9, p. 233, 2007
7. ^ Vincent Brian Wigglesworth. "Insect". *Encyclopædia Britannica online*. Archived from the original on 4 May 2012. Retrieved 19 April 2012.
8. ^ "Insects could be the key to meeting food needs of growing global population". *the Guardian*. 31 July 2010. Retrieved 13 January 2022.
9. ^ Ramos-Elorduy, Julieta; Menzel, Peter (1998). *Creepy crawly cuisine: the gourmet guide to edible insects*. Inner Traditions / Bear & Company. p. 44. ISBN 978-0-89281-747-4. Retrieved 23 April 2014.
10. ^ Jump up to:<sup>a b</sup> Harper, Douglas; Dan McCormack (November 2001). "Online Etymological Dictionary". LogoBee.com. p. 1. Archived from the original on 11 January 2012. Retrieved 1 November 2011.
11. ^ "Insect translations".
12. ^ Jump up to:<sup>a b</sup> Sasaki, Go; Sasaki, Keisuke; Machida, Ryuichiro; Miyata, Takashi & Su, Zhi-Hui (2013). "Molecular phylogenetic analyses support the monophyly of Hexapoda and suggest the paraphyly of Entognatha". *BMC Evolutionary Biology*. **13**: 236. doi:10.1186/1471-2148-13-236. PMC 4228403. PMID 24176097.
13. ^ Chinery 1993, p. 10.
14. ^ Chinery 1993, pp. 34–35.
15. ^ Jump up to:<sup>a b</sup> Kjer, Karl M.; Simon, Chris; Yavorskaya, Margarita & Beutel, Rolf G. (2016). "Progress, pitfalls and parallel universes: a history of insect phylogenetics". *Journal of the Royal Society Interface*. **13** (121): 121. doi:10.1098/rsif.2016.0363. PMC 5014063. PMID 27558853.
16. ^ Hughes, Joseph & Longhorn, Stuart (2016). "The role of next generation sequencing technologies in shaping the future of insect molecular systematics". In Olson, Peter D.; Hughes, Joseph & Cotton, James A. (eds.). *Next Generation Systematics*. Cambridge University Press. pp. 28–61. ISBN 978-1-139-23635-5. Retrieved 27 July 2017., pp. 29–30

# Phylum: Arthropoda

- The largest phylum in the Animal kingdom.

## General characters

- Cosmopolitan in distribution, found as aquatic, terrestrial and aerial forms. Some are ectoparasites and vectors of disease.
- Body is triploblastic and bilaterally symmetrical.
- Body is segmented. Number of segments are less than those in Annelida and form certain regions. It is divisible into head, thorax and abdomen.  
**NOTE:** In some forms, body is divisible into cephalothorax (head and thorax are fused) and abdomen, or head and trunk.

- Body has **jointed appendages** or legs (which modified to different structures to perform different functions like jaws, walking legs, paddles).
- Body is covered with **chitinous exoskeleton** formed by epidermis. The exoskeleton forms internal projections useful for muscle attachment. The exoskeleton casts off periodically and a new one is secreted. That is called **molting or ecdysis**.
- **True coelom** is greatly reduced. It is represented only by the cavities of the reproductive and excretory organs. The general body cavity (haemocoel) is filled with blood.
- **Digestive system** is complete, straight and well developed. The mouth bears mouth parts for ingestion of food.

- **Respiration** takes place by general body surface or gills, trachea, booklungs or bookgills.

---

- **Circulatory system** is of opened type i.e. do not have blood vessels and the blood enters directly into the body chambers or (haemocoel), and returns back to the heart through ostia.
- **Excretion** takes place through Malphigian tubules (in terrestrial form) or green glands (in aquatic forms).
- **Nervous system** is of annelidian type, which consists of a brain and a ventral nerve cord.

- ❑ **Sensory organs** include antennae, sensory hairs for touch and chemoreceptor, simple and compound eyes, auditory organs (in insects) and statocysts (in crustacean).
- ❑ **Striated muscles** are presented segmentary.
- ❑ **Unisexual** i.e. sexes are separated. Fertilization is internal or external. They are either oviparous or ovoviviparous. Development may be direct or indirect.
- ❑ Oviparous: lying leggs hatch out of the female body.
- ❑ Ovoviviparous: form eggs but still inside the female till hatching.



## □ Direct development

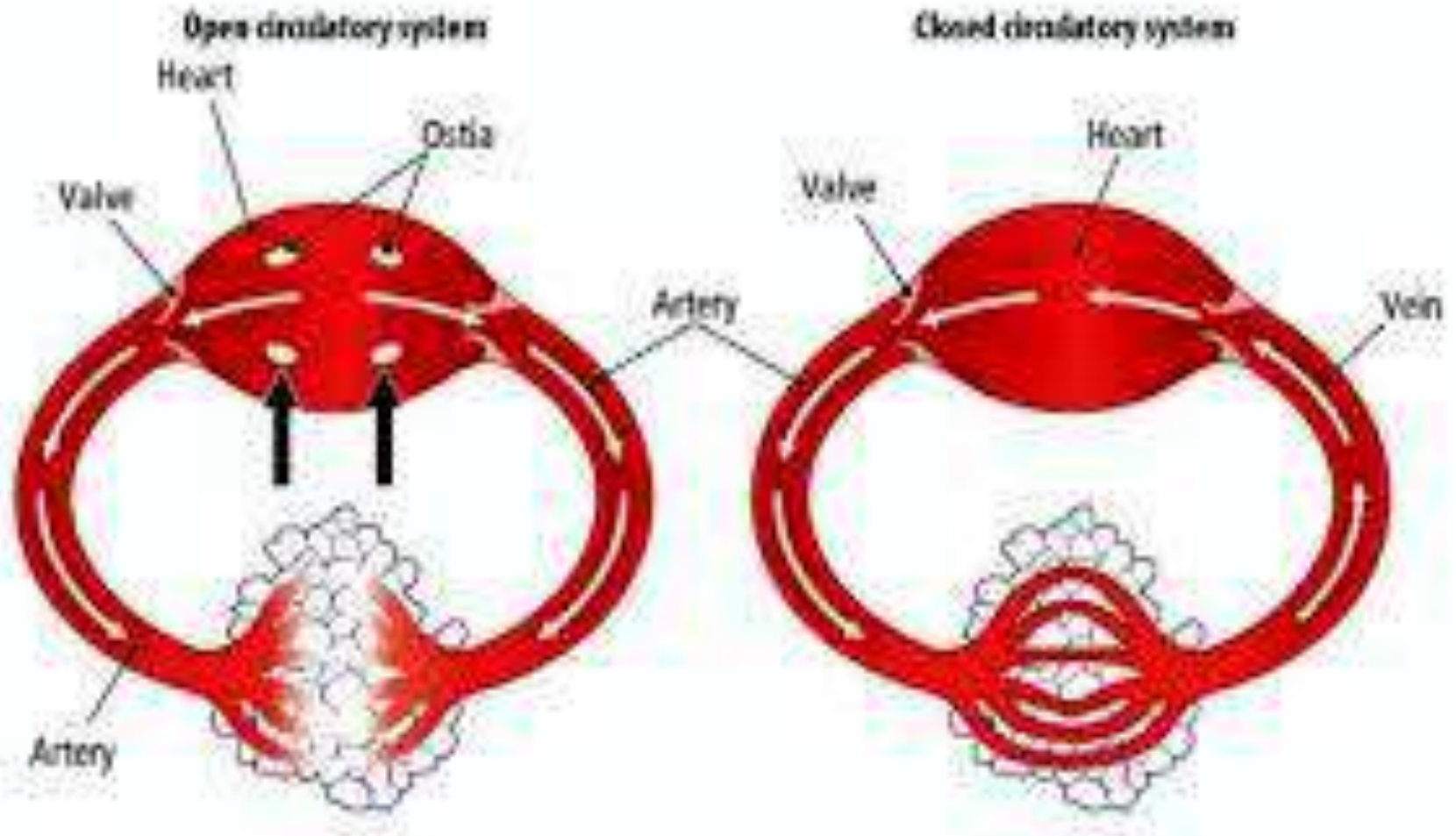
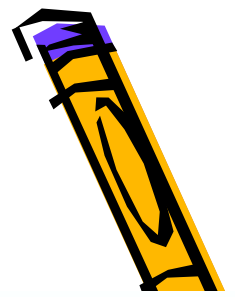
---

- It is a type of development in which an embryo develops into a mature individual without involving a larval stage.

## □ Indirect development

- It is a type of development that involves a sexually-immature larval stage, having different food requirement than adults.

# Opened and closed circulatory systems



# Classification of Arthropoda according to respiration

Phylum: Arthropoda

```
graph TD; A[Phylum: Arthropoda] --- B[Subphylum: Branchiata  
الخيشوميّات]; A --- C[Subphylum: Tracheata  
القصيبيّات]; A --- D[Subphylum: Chelicerata  
ذات القرون الكلابية];
```

Subphylum: Branchiata  
الخيشوميّات

Subphylum: Tracheata  
القصيبيّات

Subphylum: Chelicerata  
ذات القرون الكلابية

# Subphylum: Branchiata

## Class: Crustacea

---

### General characters:

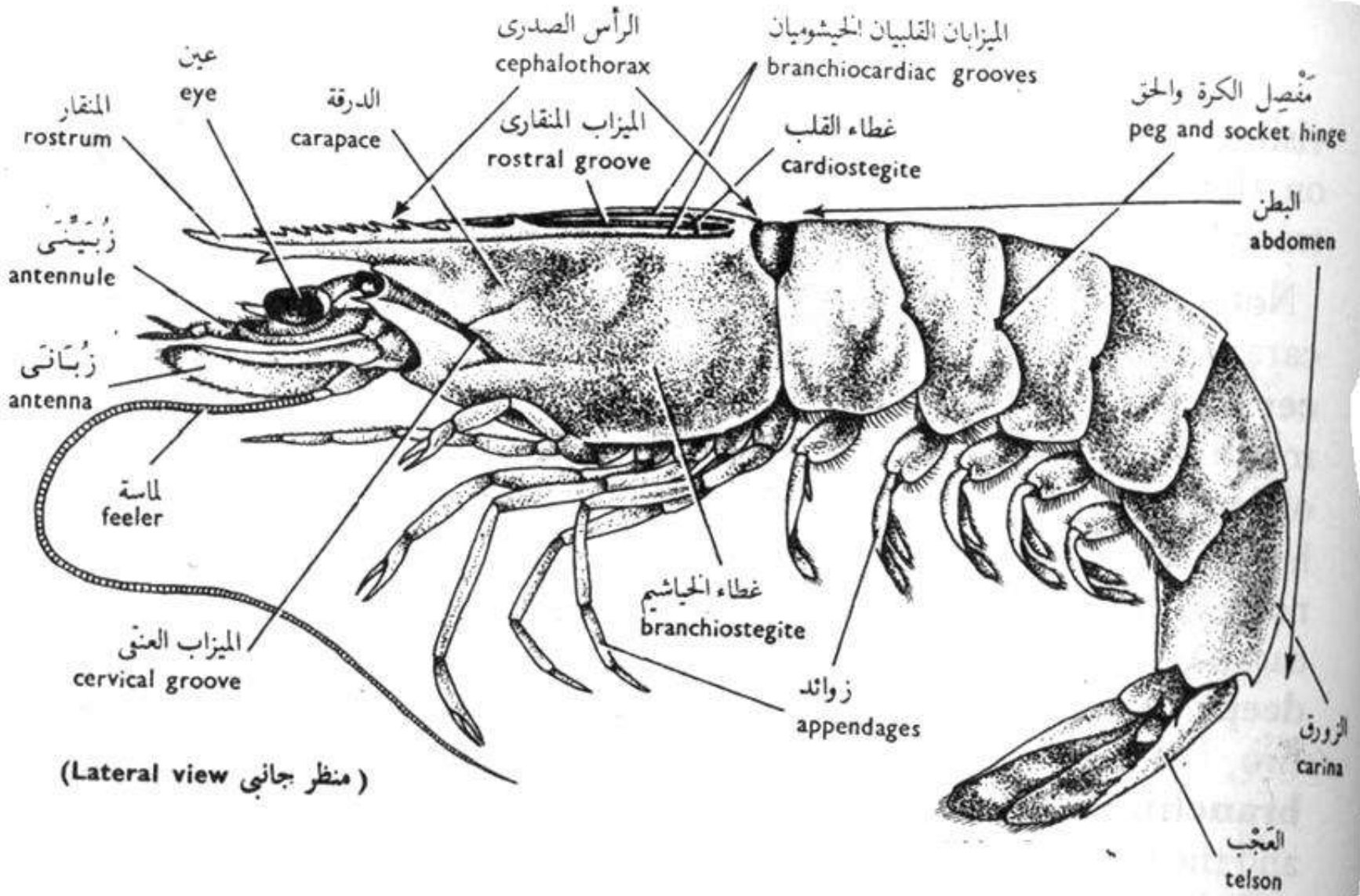
- 1- Mainly aquatic, few live in moist places. Few are parasitic forms.
- 2- The body is divided into head, thorax (usually fused in one part : cephalothorax) and abdomen or head and trunk.
- 3- The head contains 6 segments  
The first segment has no appendages.  
The second bears the first antennae or (antennules)  
The third bears the second antennae or (Antennae)  
The fourth bears the Mandibles  
The fifth bears the first maxillae or (Maxillules)  
The sixth bears the second maxillae or (Maxillae)

- 4- The thoracic and abdominal segments differ from one crustacean animal to another, but generally each segment with a pair of appendages and sometimes disappear from abdomen.
- 5- The digestive tract is almost straight. It consists of an anterior foregut and a posterior hind gut, both lined by chitin and separated by the unchitinised midgut which often give rise to digestive glands.
- 6- The opened circulatory system includes a contractile heart enclosed in pericardial cavity.
- 7- Respiration takes place by general body surface or gills.
- 8- Excretion takes place through coxal or antennal glands (green glands).
- 9- The sexes are usually separated. Development usually indirect forming (**Nauplius larva**).

# The Prawn

- Subphylum: Branchiata
- Class: Crustacea
- Subclass: Malacostraca
- Order: Eucarida
- Suborder: Decapoda
- Family: Macrura
- e. g.: *Penaeus japonicus*

رخوية الهيكل  
القشريات الحقيقية  
عشرية القدم  
كبيرة البطن



(منظر جانبي Lateral view)

## External features of *Penaeus japonicus*

- It is a prominent member of our marine fauna.
- **The body** is divided into an anterior **cephalothorax** and a posterior **abdomem**.
- **The cephalothorax** (6 cephalic + 8 thoracic segments) is covered on all sides except ventrally by **carapace** which extended anteriorly into a long serrated pointed **rostrum**.
- No external signs of segmentation on head and thorax.
- On each side of the carapace, a V-shaped **cervical groove** that demarks between head and thorax. Also note 3 dorsal grooves two of these are **branchiocardiac grooves** and the third is the **rostral groove**.

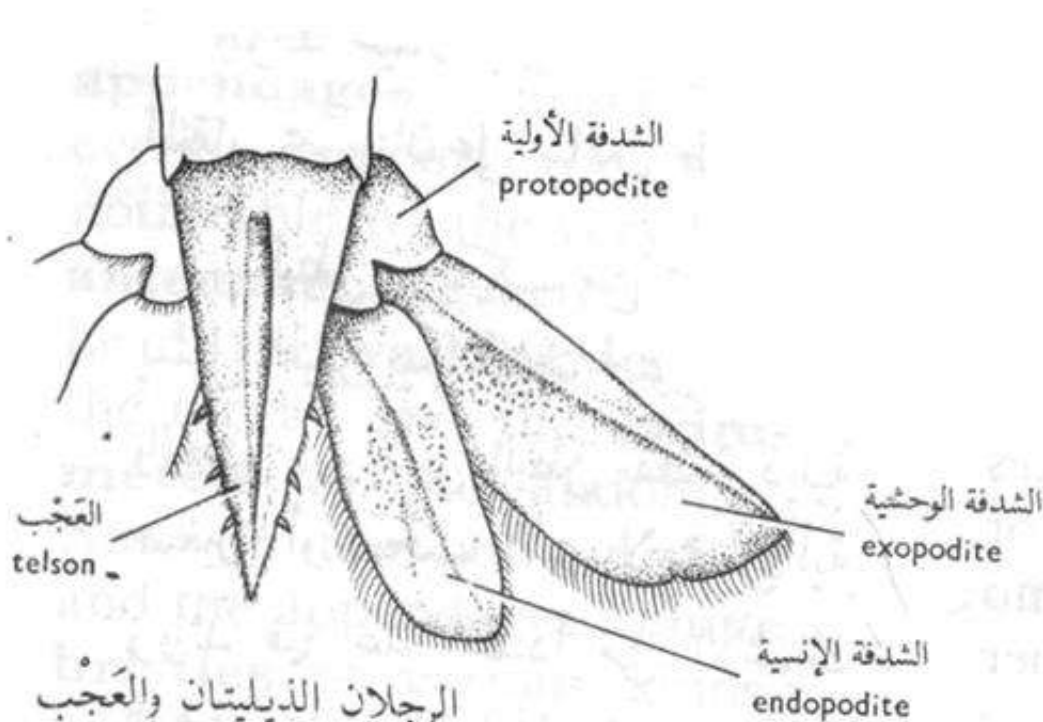


- The dorsal part of carapace is called **cardiostegite** and the sides are called **branchiostegite**.
- On both sides of rostrum two **compound eyes** are present carried on long stalks. Each eye made up of a large number of structural & functional units called ommatidia
- **The abdomen** with (6) segments ended with a small **telson** and the anus opens on its ventral surface.
- The segments of abdomen can be moved upon one another according to the presence of the **peg and socket hinges** on each side.
- A pair of appendages arise on each segment of the body. So 19 pairs of appendages are present in the adult animal.

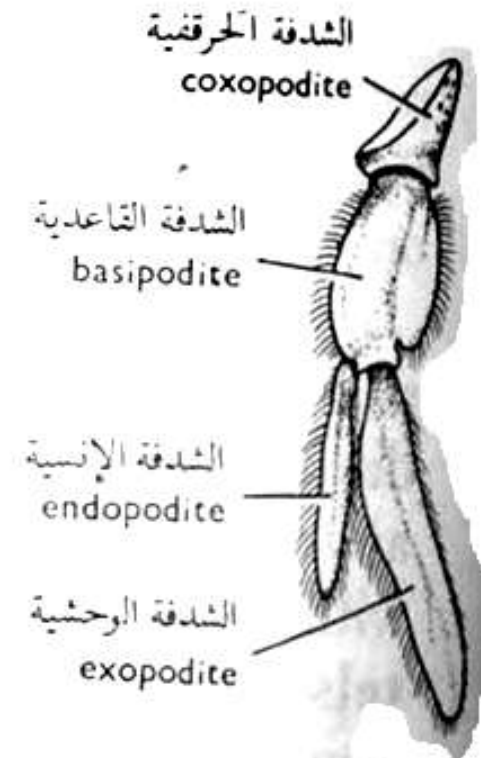
# The appendages

- ❑ The typical appendage consists of a basal part called protopodite formed of 2 parts; coxopodite and basipodite, which carries 2 rami: an endopodite nearer to the mid-line and an exopodite to the outer side.
- ❑ All appendages are believed to be similar to the typical appendage but show a great variety of modifications to serve various functions. This phenomenon known as Serial homology.
- ❑ The appendages can be studied in succession starting from behind (the least modified) towards the anterior end (the most modified).

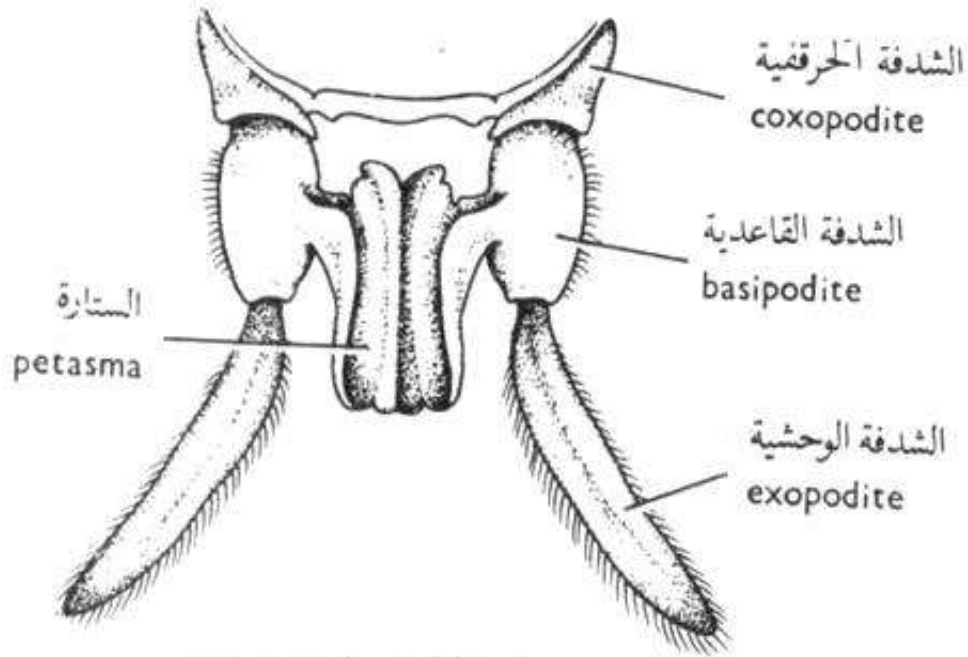
# The abdominal appendages



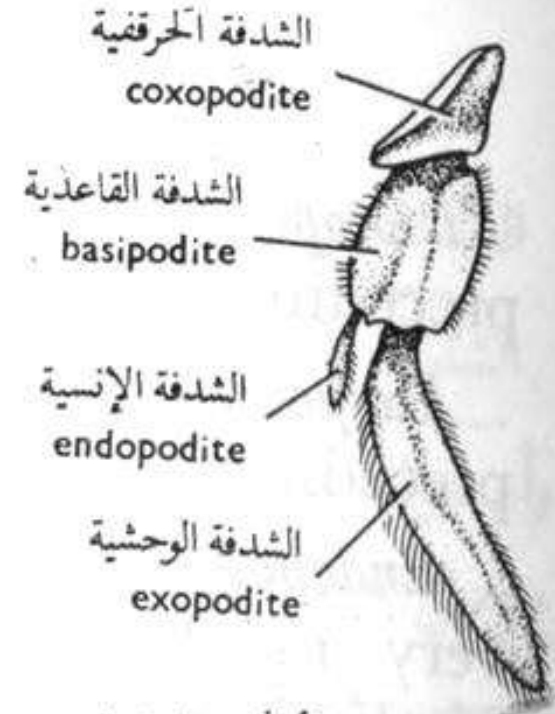
الرجلان الذيليتان والعُجْب  
Uropods and Telson



رجل العوم  
Pleopod



رجلا الذكر التناسليتان  
Gonopods of male



إحدى رجلى الأنثى التناسليتين  
Gonopod of female

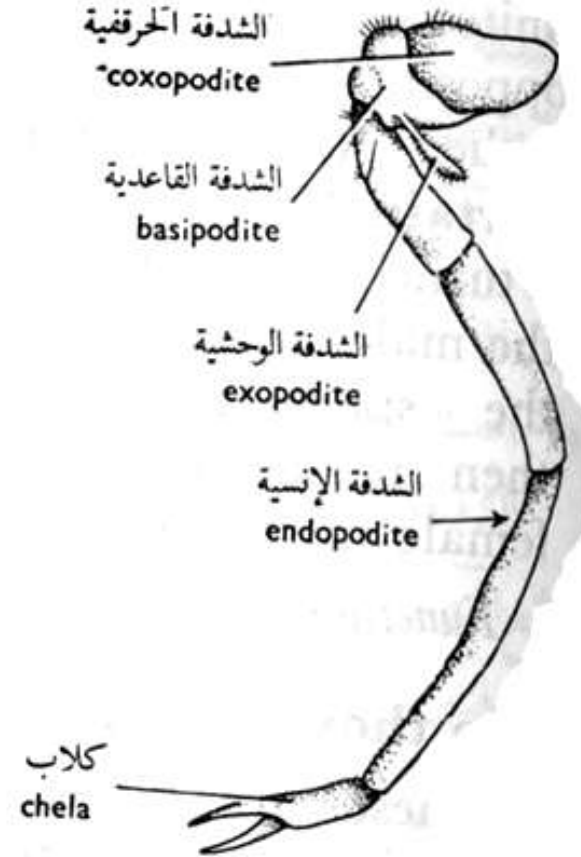
# Functions

- **Uropods** (6<sup>th</sup> abdominal), for backward swimming.
- **Pleopods** or swimmerets (5<sup>th</sup> -2<sup>nd</sup> abdominal), for swimming.
- **Gonopods** (1<sup>st</sup> abdominal), to distinguish between the male and female and during reproduction.

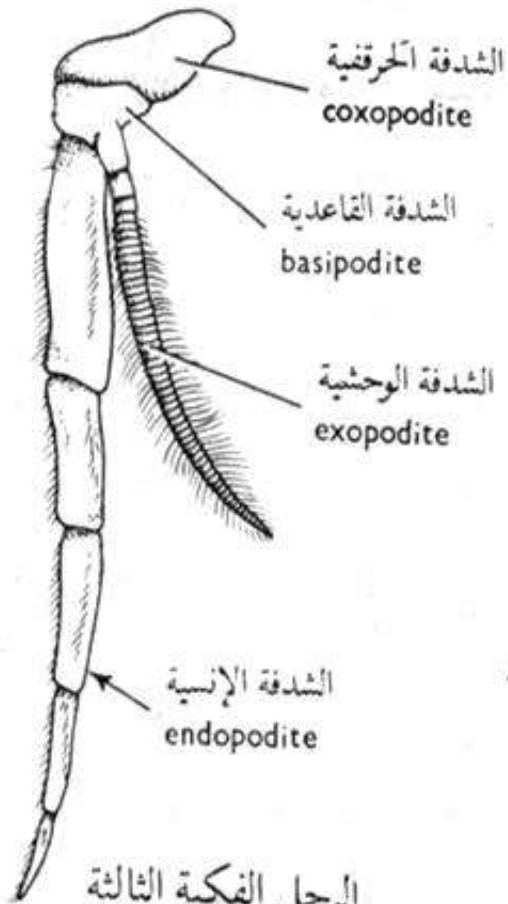
# The thoracic appendages



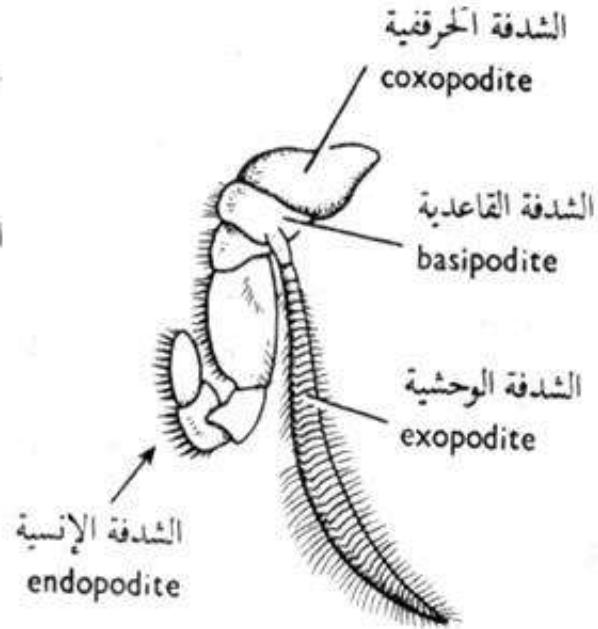
رجل المشي  
**Pereiopod**



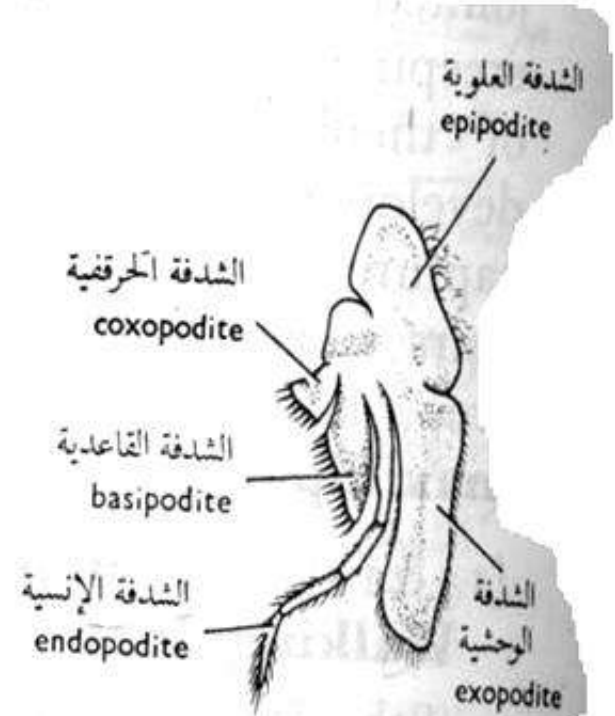
رجل كُلابية  
**Cheliped**



الرجل الفكّية الثالثة  
**3rd Maxilliped**



الرجل الفكّية الثانية  
**2nd Maxilliped**



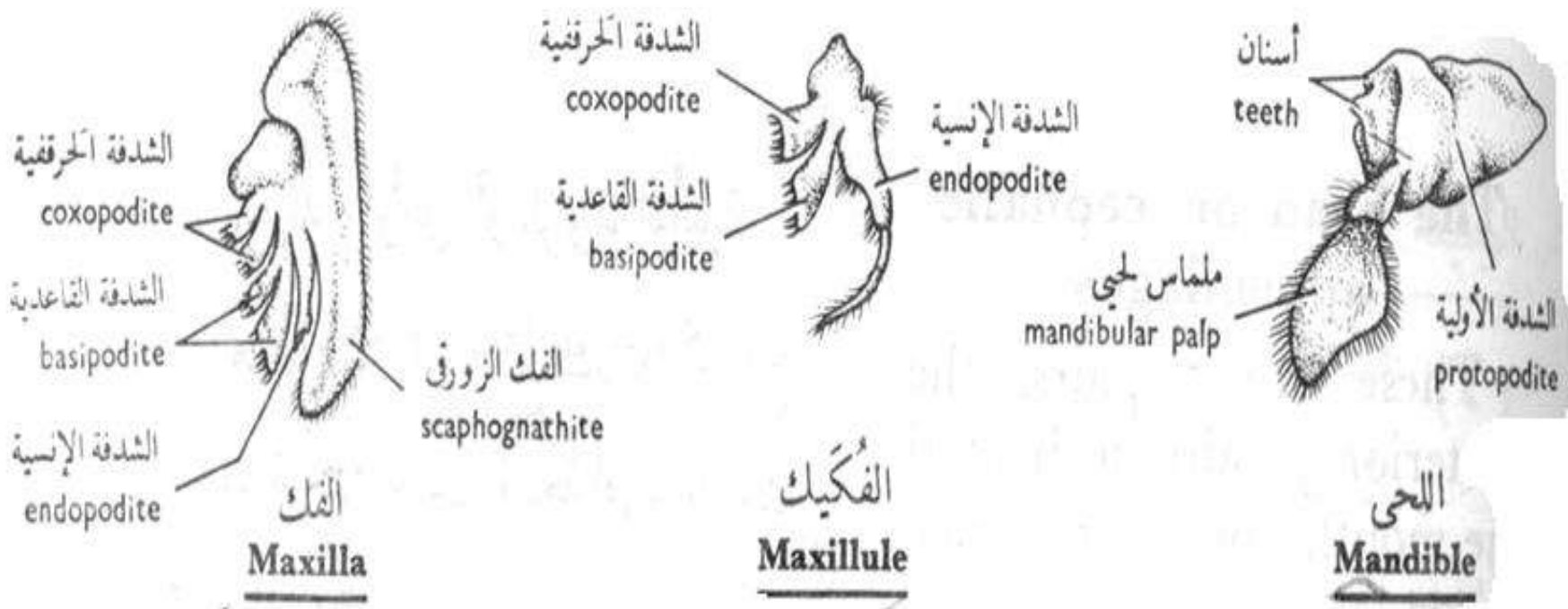
الرجل الفكّية الأولى  
**1st Maxilliped**

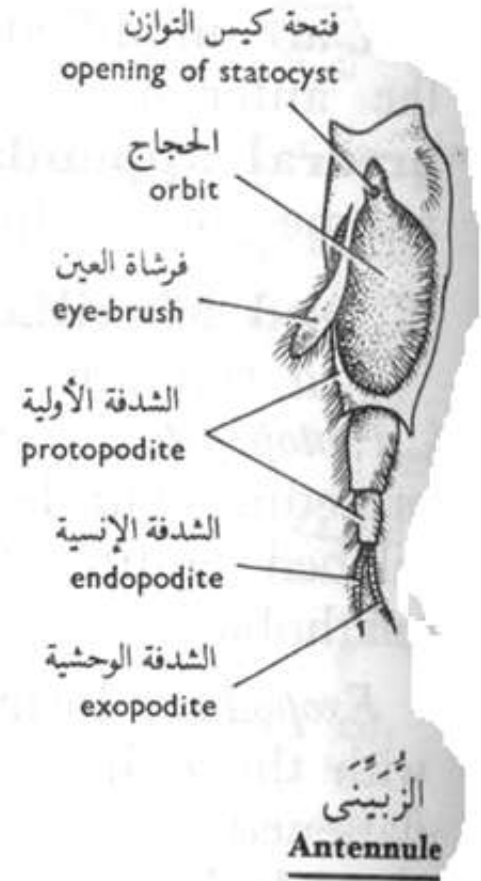
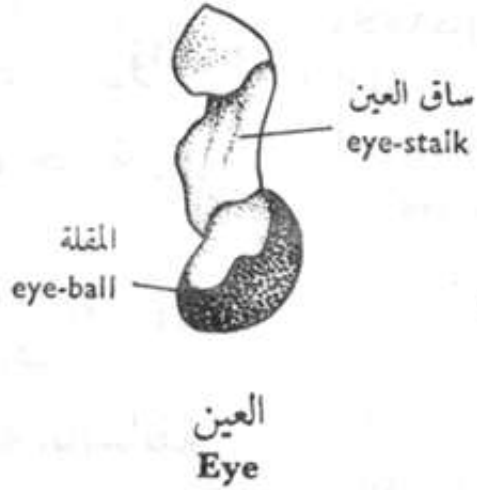
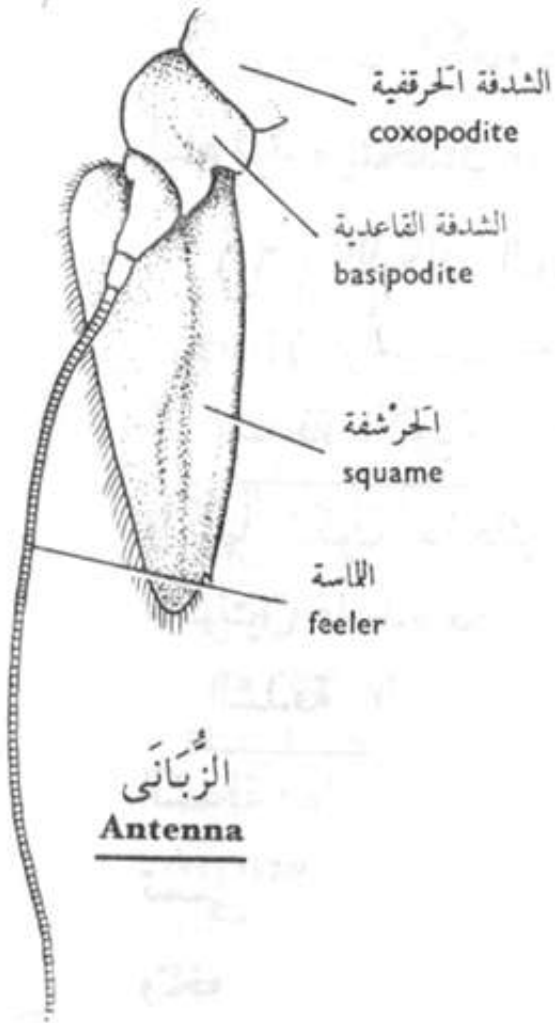
# Functions

- Pereiopods (8<sup>th</sup> & 7<sup>th</sup> thoracic) for walking.
- The male genital openings lie on the coxopodites of the 8<sup>th</sup> pair.
- Chelipeds (6<sup>th</sup>-4<sup>th</sup> thoracic) for walking, food capture and defence.
- The female genital openings lie on the coxopodites of the 6<sup>th</sup> pair.
- 3<sup>rd</sup> maxillipeds (3<sup>rd</sup> thoracic) for holding food while it is shredded with anterior appendages.
- 2<sup>nd</sup> maxillipeds (2<sup>nd</sup> thoracic) for shredding and straining food.
- 1<sup>st</sup> maxillipeds (1<sup>st</sup> thoracic) for shredding food.



# The cephalic appendages



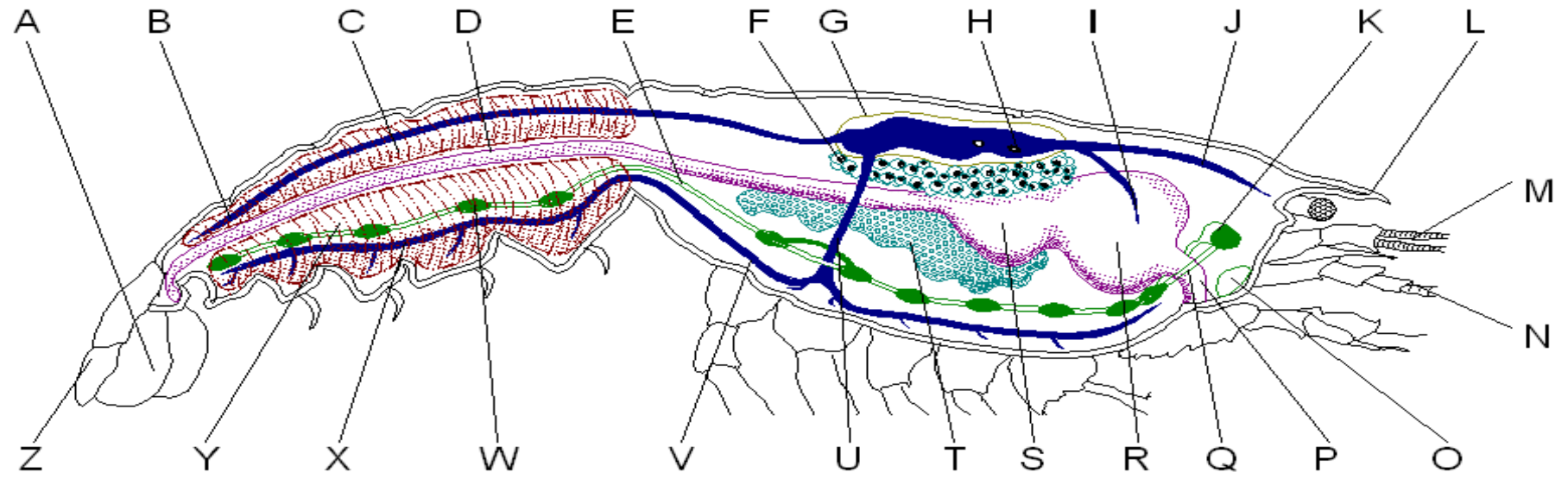


# Functions

- ▶ **2<sup>nd</sup> maxillae** (5<sup>th</sup> cephalic) for manipulation food and production of respiratory current.
- ▶ **1<sup>st</sup> maxillae** or **maxillules** (4<sup>th</sup> cephalic) for manipulation of food.
- ▶ **Mandibles** (3<sup>rd</sup> cephalic) for grinding food and forcing it into the mouth.
- ▶ **2<sup>nd</sup> antennae** (2<sup>nd</sup> cephalic) for tactile.
- ▶ The green glands (excretory glands) lie on the coxopodites of this pair.
- ▶ **1<sup>st</sup> antennae** or **antennules** (1<sup>st</sup> cephalic) for tactile, chemical sensation, balancing and auditory (bear the statocysts)

# The internal anatomy

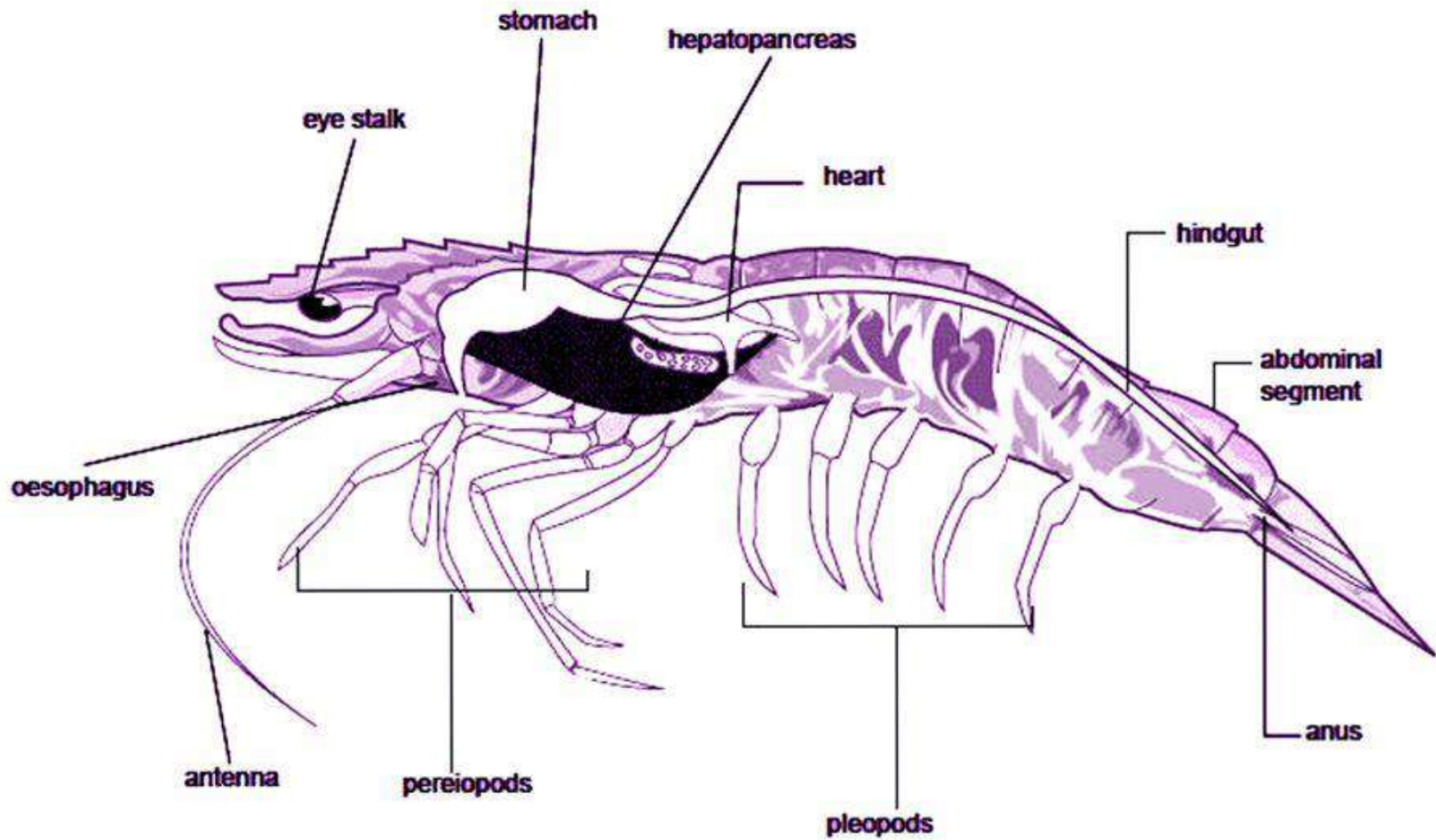
- |                            |                                |                             |
|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| A) UROPOD                  | J) OPHTHALMIC ARTERY           | R) CARDIAC STOMACH          |
| B) DORSAL ABDOMINAL ARTERY | K) CEREBRAL GANGLIA            | S) PYLORIC STOMACH          |
| C) ABDOMINAL EXTENSOR      | L) ROSTRUM                     | T) DIGESTIVE GLAND          |
| D) INTESTINE               | M) ANTENNULE                   | U) STERNAL ARTERY           |
| E) VENTRAL NERVE CORD      | N) ANTENNA                     | V) VENTRAL THORACIC ARTERY  |
| F) OVARY                   | O) GREEN GLAND                 | W) GANGLION                 |
| G) PERICARDIAL SINUS       | P) ESOPHAGUS                   | X) VENTRAL ABDOMINAL ARTERY |
| H) HEART WITH OSTIA        | Q) CIRCUMESOPHAGEAL CONNECTIVE | Y) ABDOMINAL FLEXOR         |
| I) ANTENNARY ARTERY        |                                | Z) TELSON                   |



# Digestive system

- 1- Fore-gut: starts with the mouth, leads into short oesophagus and stomach. The later is divided into the cardiac or grinding stomach and the pyloric or sifting stomach. Chitin in the grinding stomach forming crushing teeth, but it forms sieving setae in the sifting stomach.
- 2- Mid-gut: is a short tube without chitin. Two large lobed masses called the digestive glands lie on each side of mid-gut. They are for secretion and absorption.
- 3- Hind-gut: is a straight long tube extends along the abdomen, and ends with anus on the ventral side of telson.

# DIGESTIVE SYSTEM

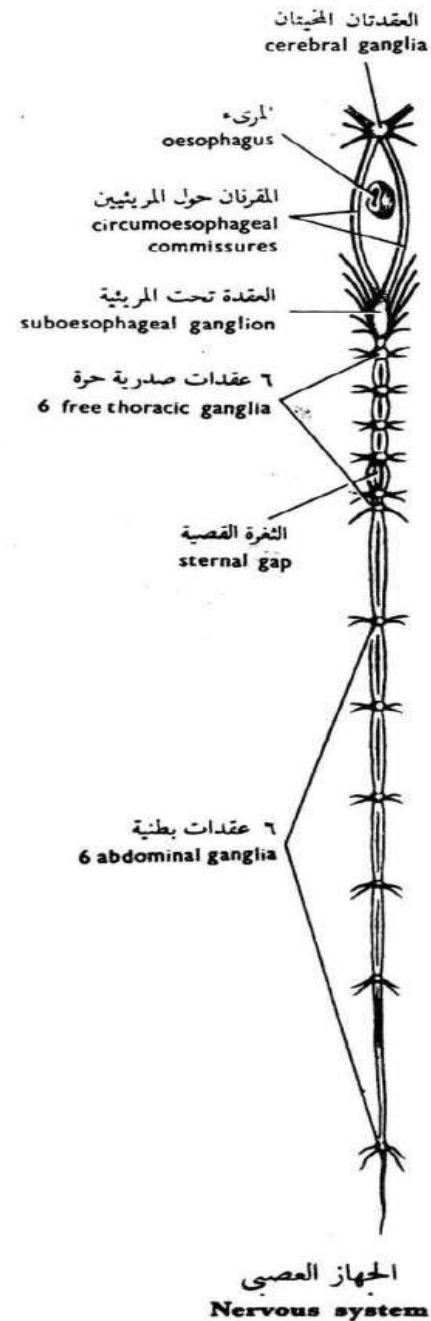


# Feeding

- **Ingestion:** Intake of food is aided by cephalothorax appendages. The mandibles cut the food into small pieces. The maxillae and maxillipeds aid in swallowing the food. In the buccal cavity food is masticated and then passes into the cardiac stomach through peristaltic movements of oesophagus.
- **Digestion:** Digestive juice secreted by hepatopancreas met with masticated food in stomach. It contains amylolytic, lipolytic and proteolytic enzymes that digest the starches, fats and proteins respectively.
- **Absorption:** Absorption takes place in the hepatopancreas and the intestine.
- **Egestion:** The hindgut forms faecal pellets, which are then passed out through the muscular anus.

# Nervous system

- 1- The supraoesophageal ganglia: found in front of the oesophagus, from this 3 pairs of nerves are given off (for eyes, antennules and antenna).
- 2- The suboesophageal ganglion found behind the oesophagus and connected to the supraoesophageal ganglia by the two circumoesophageal commissures. From this 5 pairs of nerves are given off (for mandibles, maxillules, maxillae, 3<sup>rd</sup> and 2<sup>nd</sup> maxillipeds)
- 3- The nerve cord carries 12 pairs of nerves (6 for remain thoracic appendages and 6 for the abdominal ones ). The cord is doubled except in between the 4<sup>th</sup> and the 5<sup>th</sup> thoracic ganglia where the two halves separated and form the sternal gap where the sternal artery pass.





# Sense organs

- **Compound eyes:** There are two compound eyes, one on each side of the base of the rostrum. They are at the ends of movable stalks. Each eye is made up of many optical units called simple eyes or ommatidia. Each ommatidium consists of an outermost layer called cornea, it is formed by the transparent cuticle and innermost layer called retina, it is composed of 8 pigment-sensitive retinal cells. Mosaic image is formed.

- **Statocysts:** There is a pair of statocysts. They are organs of orientation and equilibrium. Each statocyst lies at the basal segment of the antennule. It is a sac-like structure filled with sand particles which function as statolith. The sand particles are surrounded by elongated delicate receptor setae. This sets up a nerve impulse which is conveyed to brain by nerve.

- **Tactile organs:** Antennae are the important tactile sense organs. Many sensory setae are located over the body surface especially the appendages.
- **Olfactory setae:** They are present in antennules.

# Circulatory system

- Blood circulation is open type.
- Blood flows through the body spaces, called haemocoel.
- The circulatory system consists of heart, arteries (blood vessels), pericardial sinus, haemocoel, blood or haemolymph.

# Circulatory system

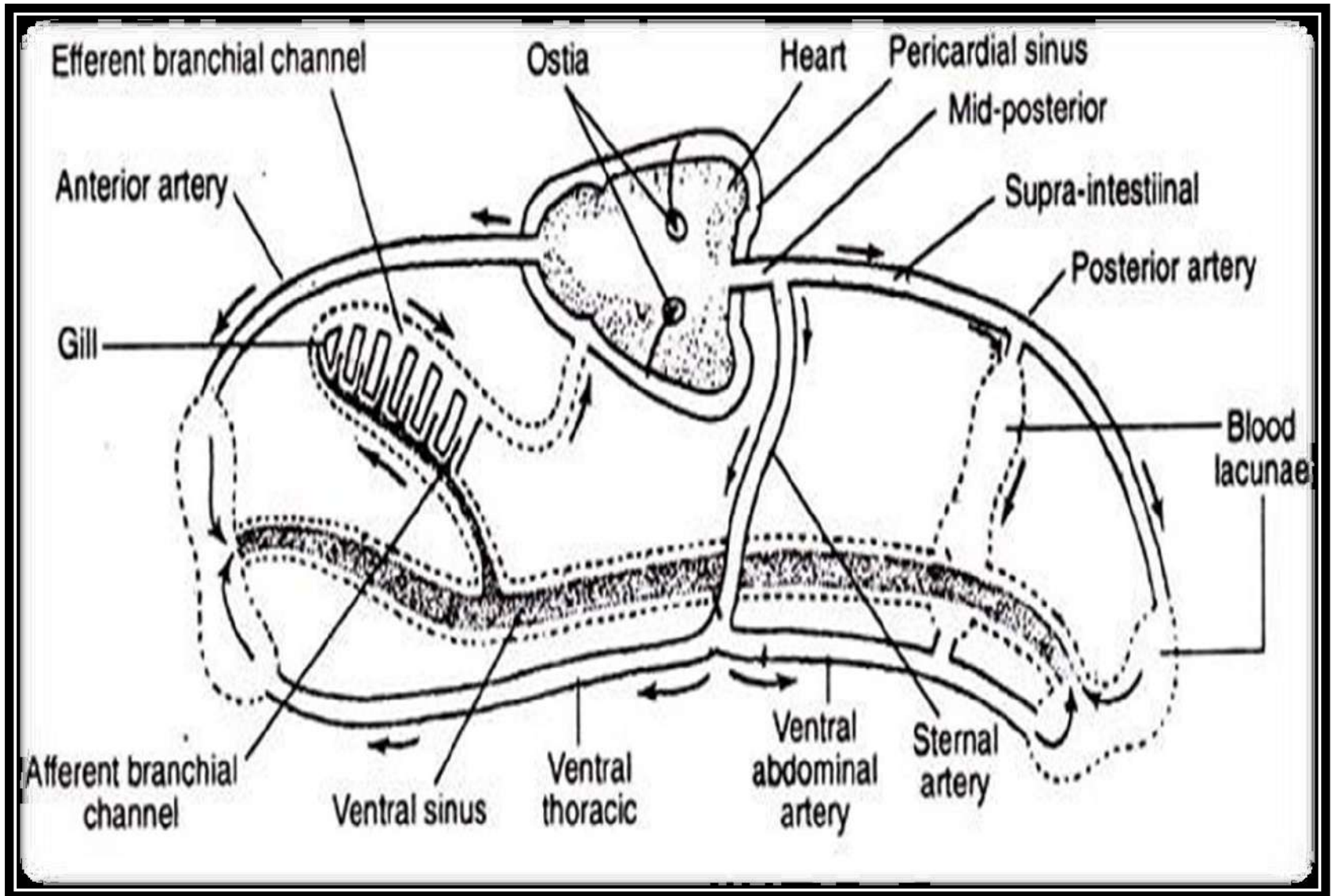
**Heart:** The heart is a triangular chamber. It lies in the pericardial space. It is provided with paired openings called ostia (contractile structures and work as valves to permit only flow of blood from pericardial sinus to the heart). The heart is located beneath the carapace and above the gonads.

**Arteries:** Arteries are the main tubes which arise from the anterior and posterior regions of the heart.

- **Pericardial sinus:** It is a large space in the dorsal part of thorax and contains the heart in it.
- **Haemocoel:** The spaces between the visceral organs form the haemocoel. It contains blood or haemolymph. From the haemocoel blood goes to the gills through the blood channels. From the gills blood goes to the heart through blood channels. The blood contains plasma, haemocytes or blood cells and the respiratory pigment haemocyanin.

# Mechanism

The heart contracts to drive the oxygenated blood to the different parts of the body through arteries. Arteries open directly into the haemocoel. From the haemocoel, deoxygenated blood is collected within paired ventral sinuses. Then, blood is sent for oxidation to the respiratory organs through the afferent branchial channels and returned to the pericardial sinus through the efferent branchial channels.





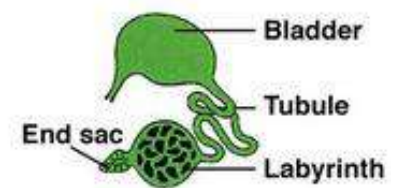
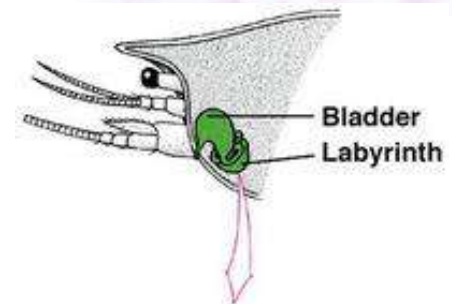
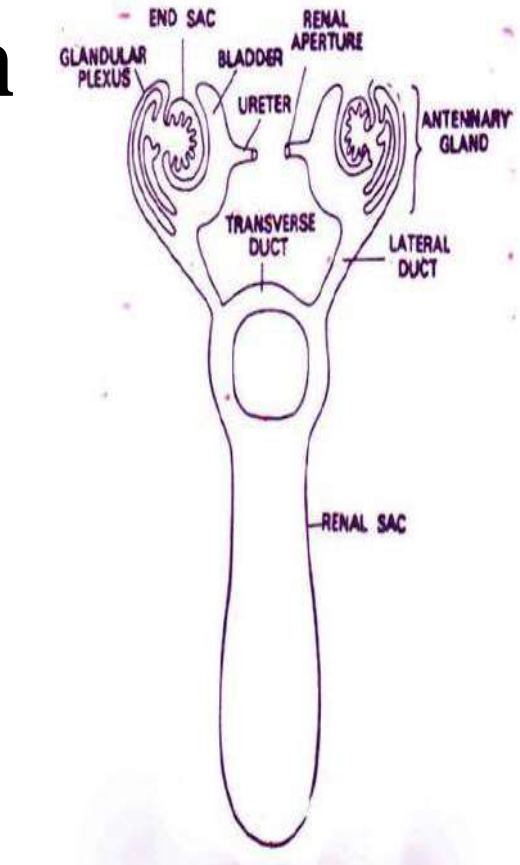
# Excretory system

The excretory system consists of

**1. Antennal or green glands:** There is a pair of antennal or green glands. Each lies enclosed in the proximal segment (coxa) of the antenna. Its parts are an end sac, labyrinth, a coiled tube and a bladder.

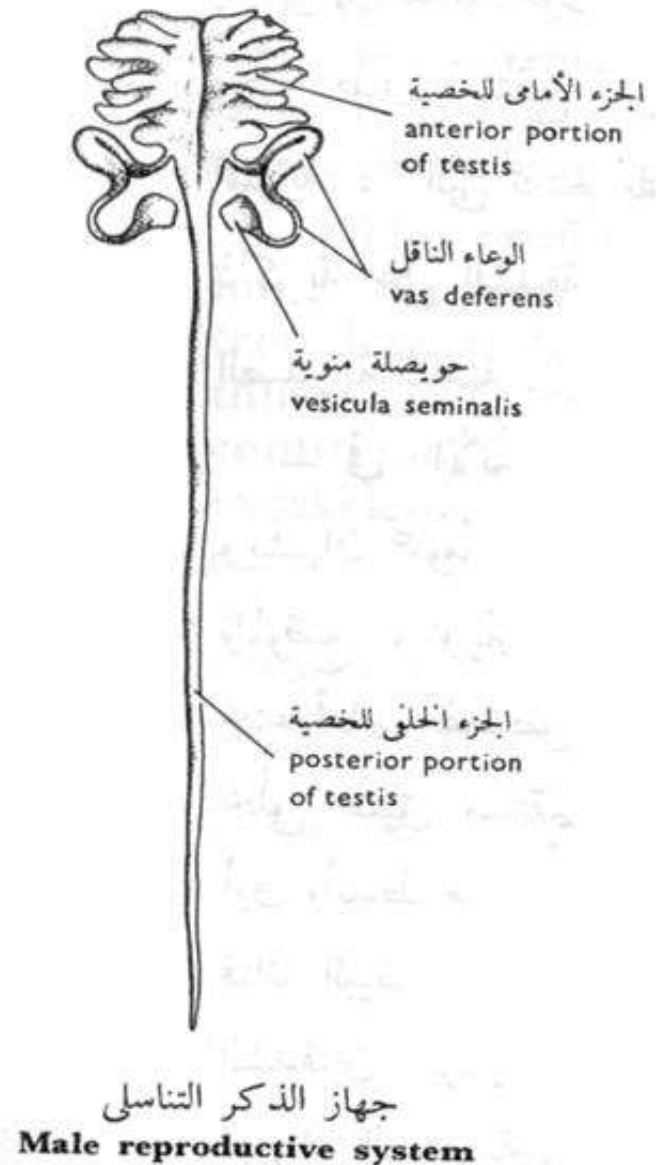
**2. Renal sac:** The renal sac is large, blind. It covers the cardiac stomach and reaches the gonads. Anteriorly, it communicates with the green gland.

The labyrinth part is glandular and the bladder is thin-walled. The bladder opens to the exterior by the excretory pore.



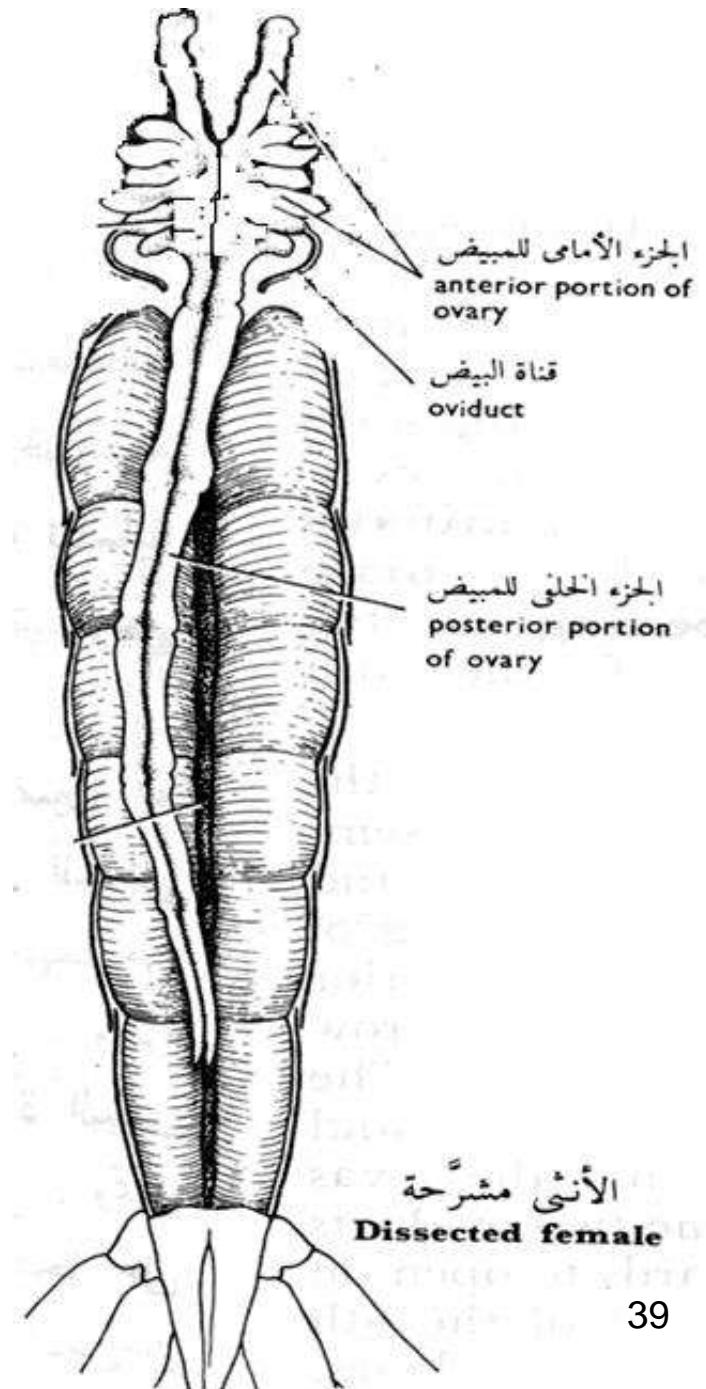
# Male genital system

1. **Testes:** There are two testes, each one consists of a broad lobed anterior portion and a long narrow posterior one. The two posterior portions are united together across the middle line.
2. **Vasa deferentia:** arise near the junction of the portions of each testis, each one has a narrow anterior region, a swollen and convoluted middle region and a narrow posterior region.
3. **Vesiculae seminalis:** These are club shaped posterior ends of the vasa deferentia. They store spermatozoa and opens with **the male genital openings.**

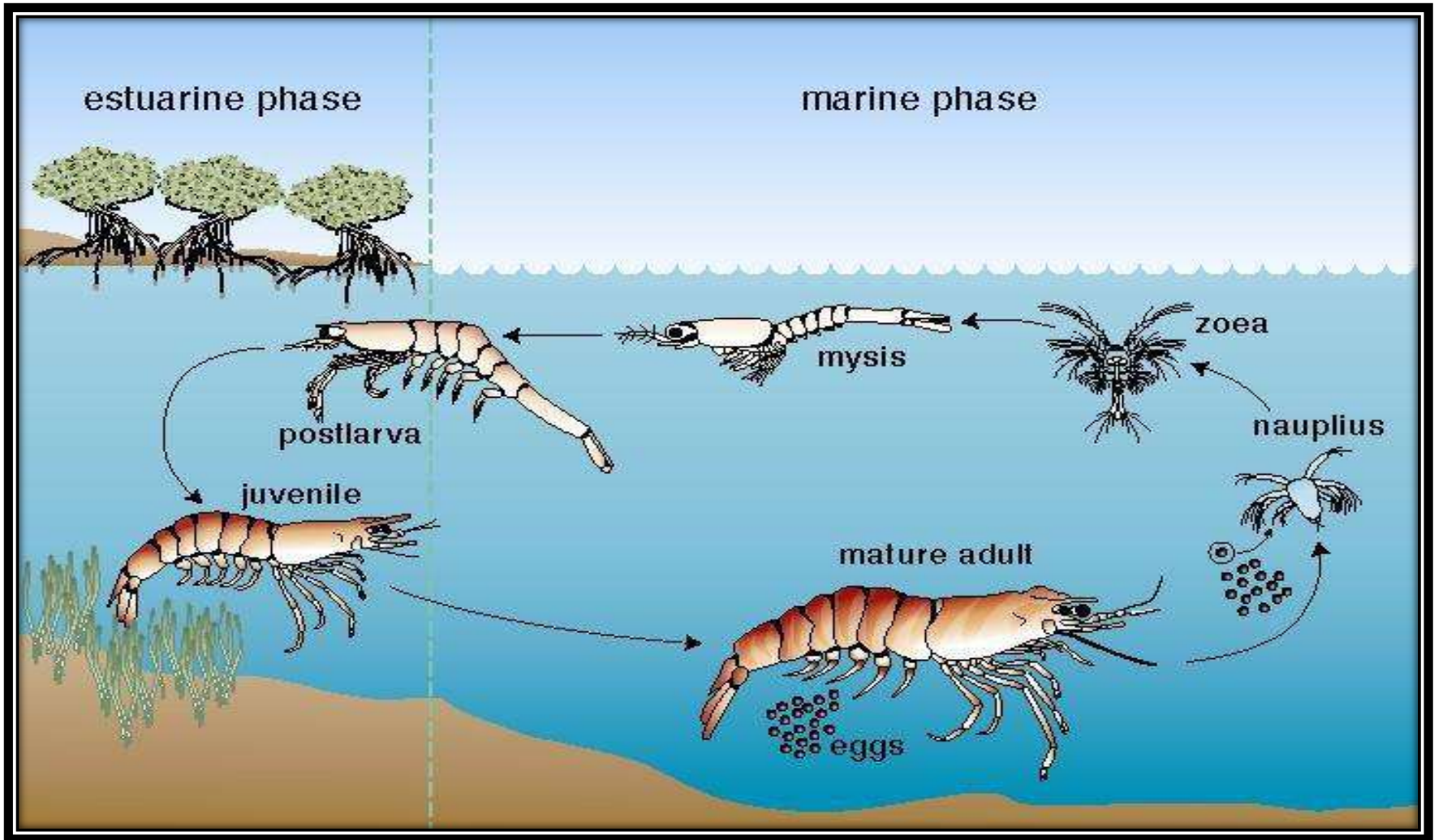


# Female genital system

1. **Ovaries**: There are two ovaries, each one generally resemble the testis in shape (a broad lobe and a narrow lobe).
2. **Oviducts**: These are slender curved tubes with wide proximal ends. From the middle region of each ovary arises an oviduct. They are simpler and thinner than vasa deferentia and open with **the female genital openings**.



# Life History



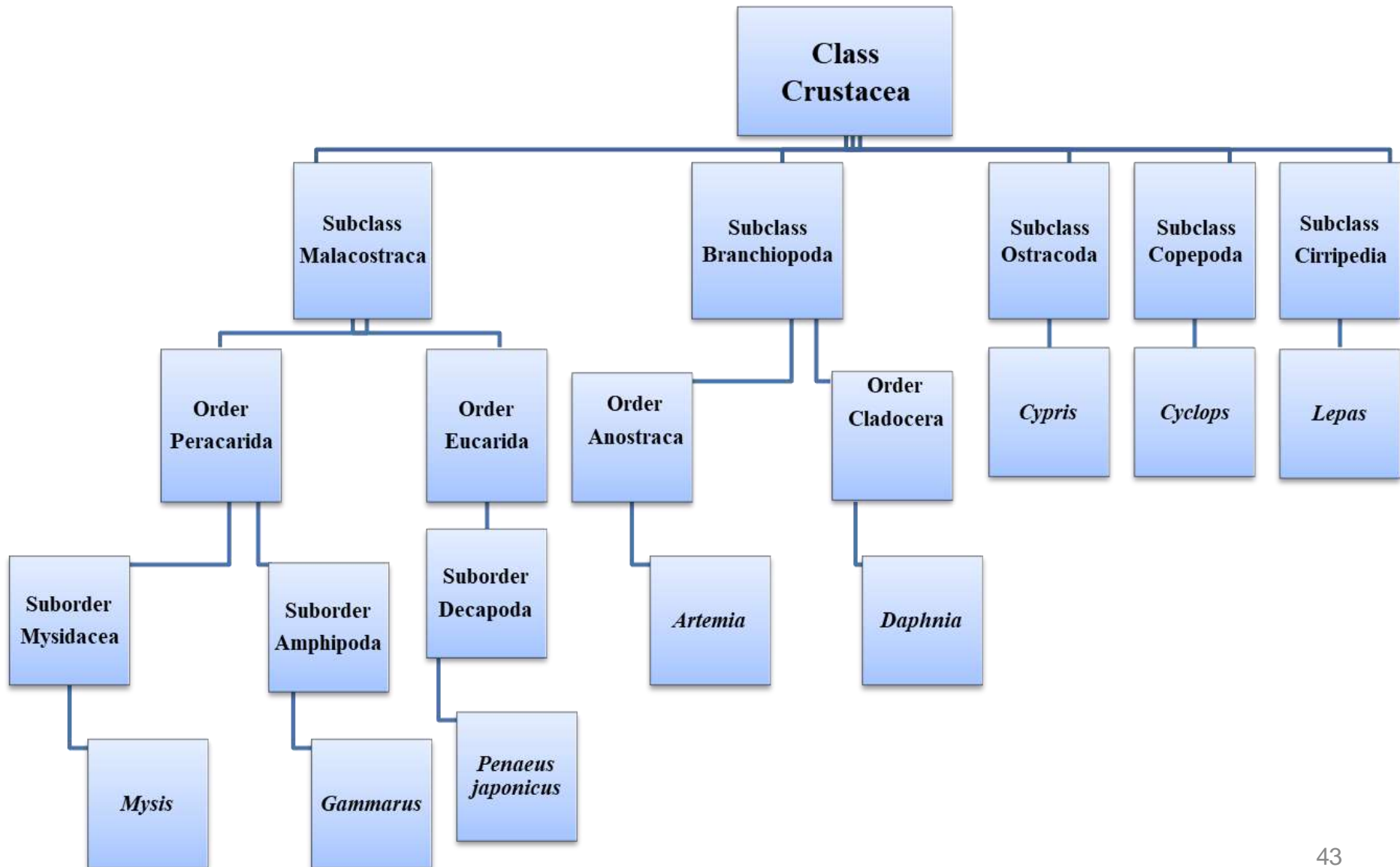
The female releases the eggs in the water. Nauplius larva emerges from the egg. It passes the metanauplius, zoea, mysis, postlarval, juvenile stages and becomes the adult.

# Larval stages

- **Nauplius:** This larva distinguishes crustaceans from other arthropods. It consists of a head and a telson. The head provided with a simple median eye and three pairs of cephalic appendages. Telson usually bears spines or setae.
- **Metanauplius:** It follows the nauplius stage, thoracic segments are defined and their shape is more elongated.
- **Protozoaea:** It follows metanauplius, thoracic segments are formed, it has a complete set of head appendages and first two maxillipeds. Upon acquiring its functional thoracic appendages, the protozoaea becomes a zoea

- **Zoea:** It bears maxilla, the third maxillipeds, the beginning of five pairs of the thoracic appendages and the abdominal segments bearing the beginning of abdominal appendages.
- **Mysis:** It forms a carapace with a rostrum, and its thoracic and abdominal appendages are all well-developed.
- **Post larva:** All segments and appendages are completed. It still small, does not closely resemble the adult, and is not sexually mature. It finally develops and gives the adult.

# Classification of crustaceans



# Class: Crustacea

## Subclass: Branchiopoda

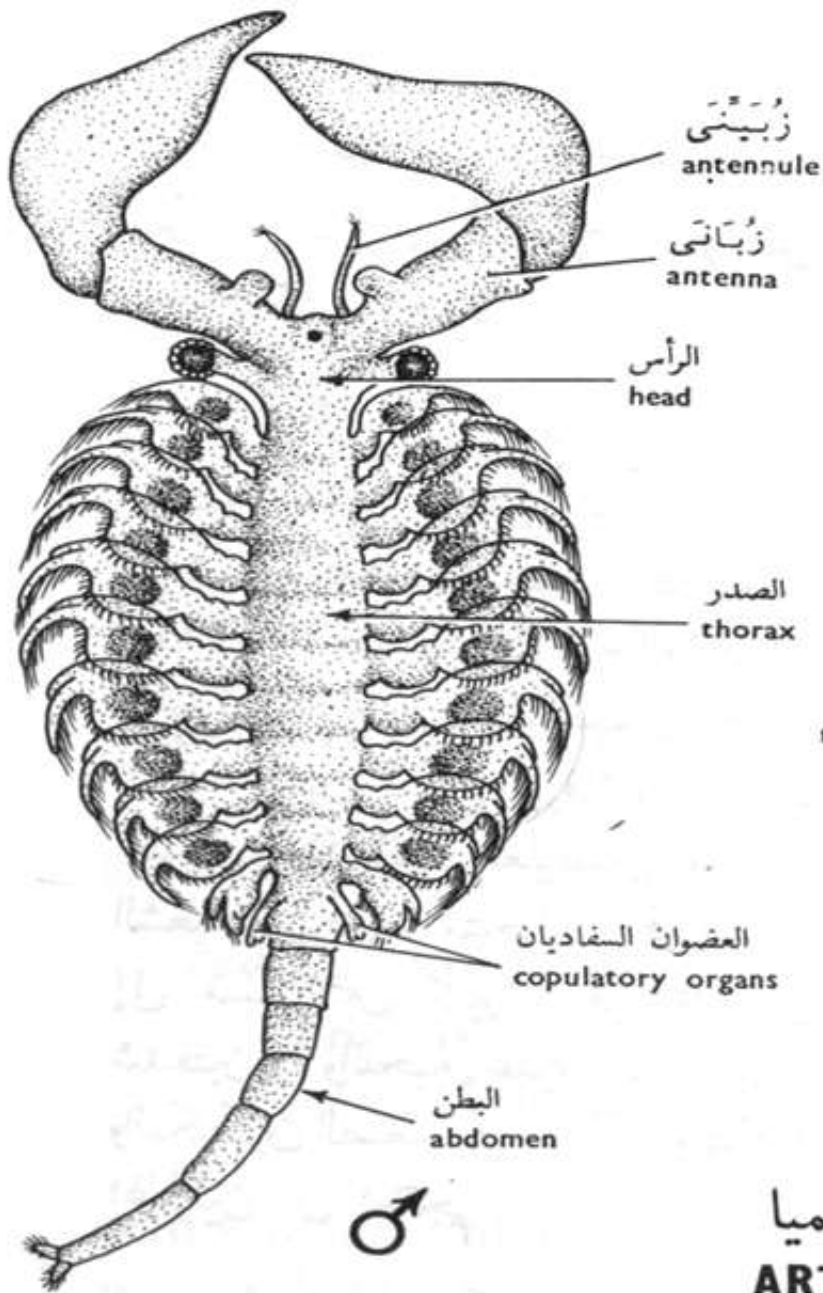
---

Order: Anostraca

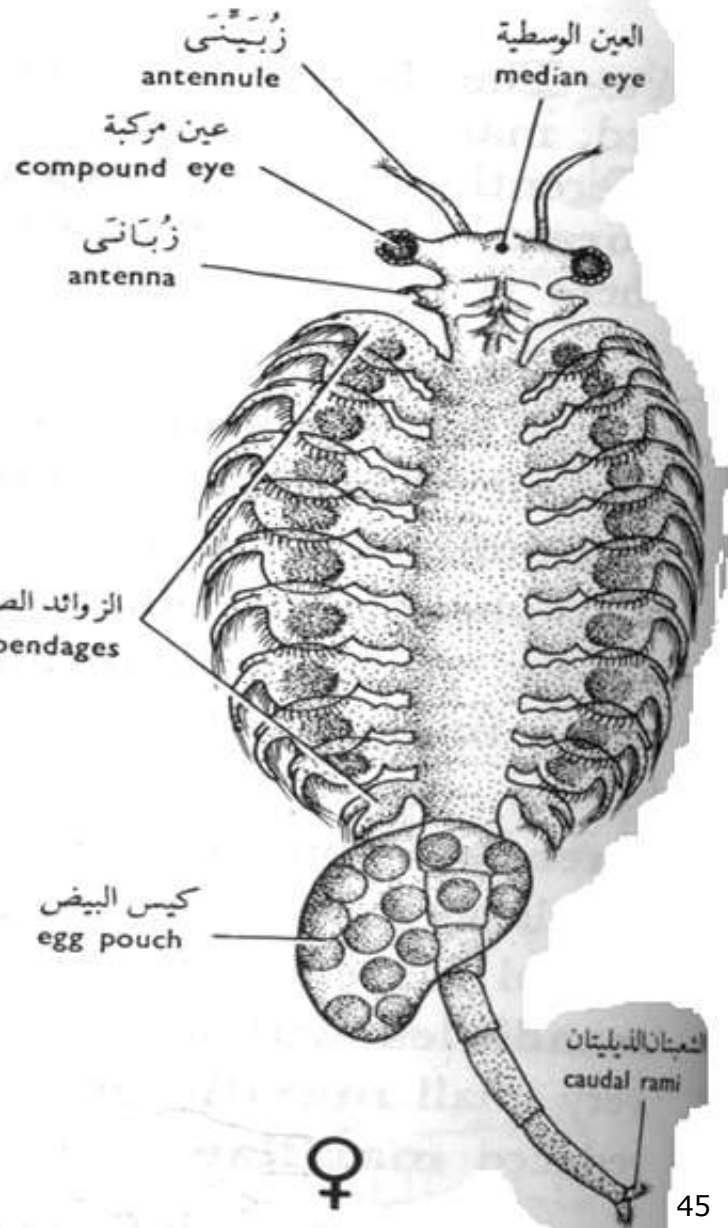
e.g.: *Artemia* sp.  
(The Brine Shrimp)







الأرتيميا  
ARTEMIA



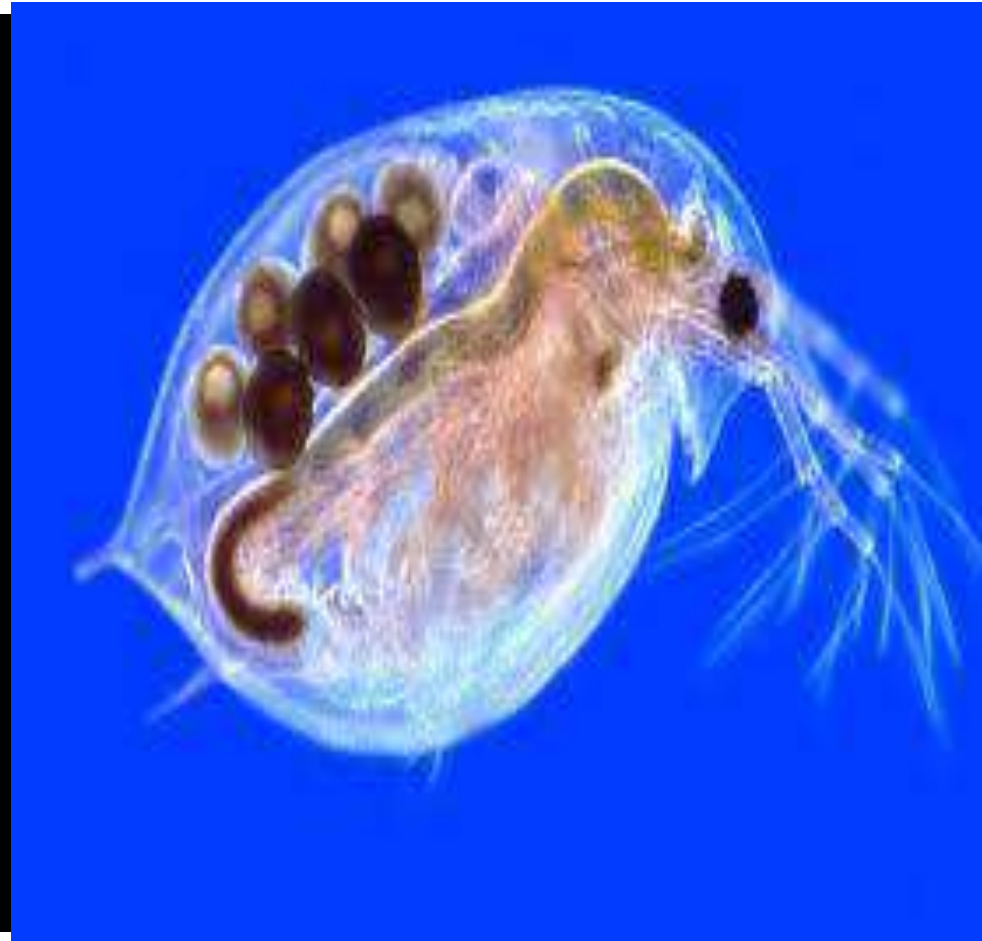
# General features of *Artemia*

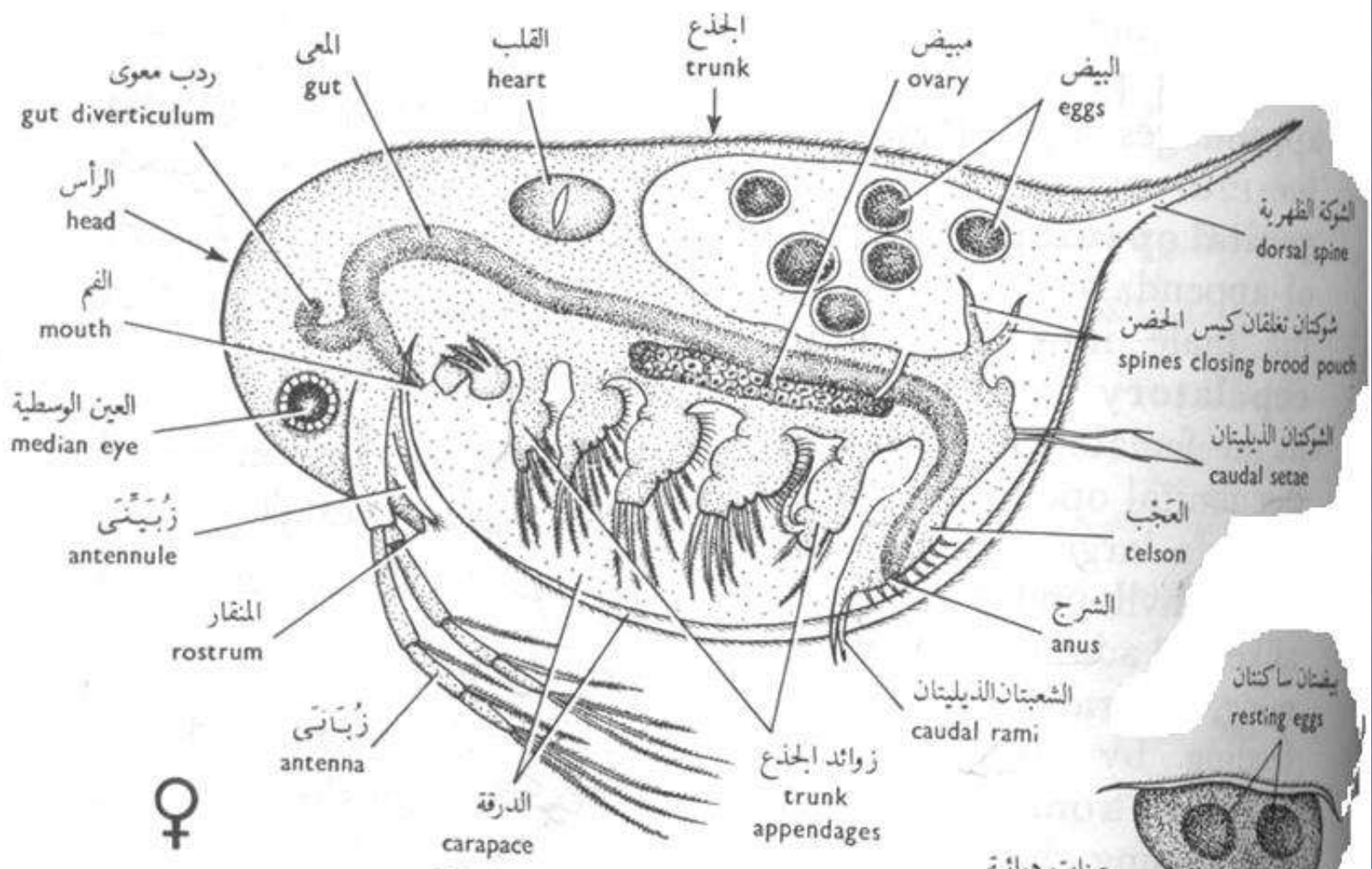
- It lives in salt lakes and marshes. It displays sexual dimorphism.
- The body consists of head, thorax and abdomen. There is no carapace. **The head** carries two stalked compound eyes, sessile simple eye, antennules and antennae. Antennae in female are vestigial but converted into large powerful claspers in male.
- **The thorax** is formed of 12 segments and carries 11 pairs of leaf-like appendages. The 12<sup>th</sup> segment bears the genital opening and a pair of copulatory organs in male and an egg pouch in female.
- All appendages are the same and adapted for swimming, respiration and filter feeding (sieving food particles from water).
- **The abdomen** is formed of 6 segments without appendages and ends with two caudal rami.

# Order: Cladocera

e.g.: *Daphnia* sp. (Water-flea)

---





الدافنيا  
**DAPHNIA**

# General features of *Daphnia*

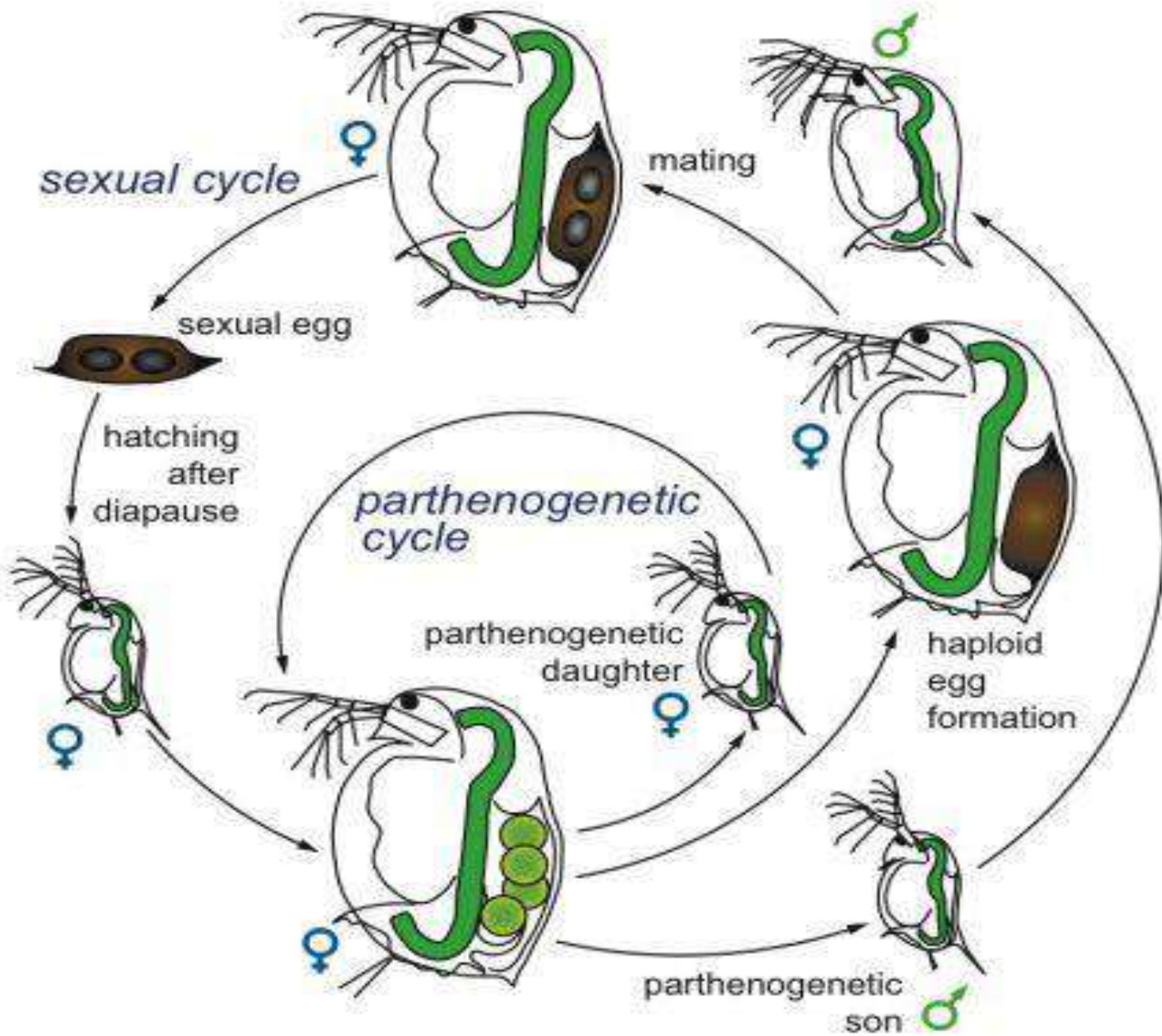
- ❑ Lives in freshwater.

---

- ❑ The body is egg-like, bilaterally compressed and divisible into head and trunk.
- ❑ A carapace of one folded piece cover only the trunk. This carapace form posteriorly a long dorsal spine.
- ❑ **The head** is flexed downwards and produced a beak-like rostrum. It carries a median compound eye, antennules and two long biramous antenna. The two antennae stroke the water causing jumping of the animal like flea.
- ❑ **The trunk** is unsegmented bears 5 pairs of leaf-like appendages and ends with the telson which bearing two caudal rami.
- ❑ **The internal organs** can be seen through the transparent carapace such as alimentary canal, dorsal heart, brood pouch and two ovaries (in female) or two testes (in male). The brood pouch usually contains eggs or embryos and closed by two spines.

# Reproduction in *Daphnia*

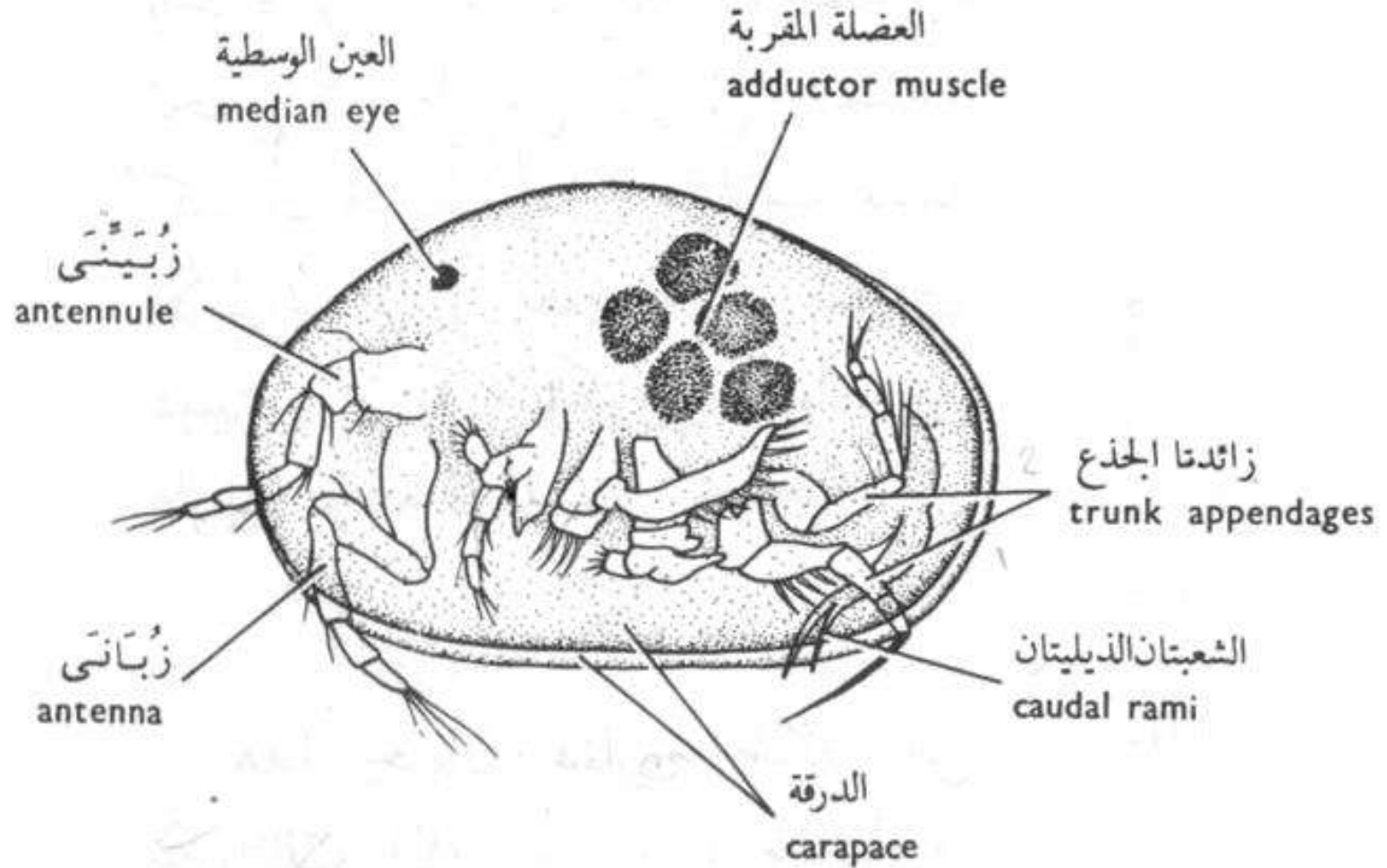
- Reproduction cycle in *Daphnia* consists of two kinds: asexual and sexual reproduction.
- **1- During the favourable seasons**, the female produces unfertilized eggs (with little yolk). They develop rapidly by **parthenogenesis** into females, hatch out in the brood pouch and escape after that to begin a new life.
- **2- During the unfavourable seasons** (lack of food, desiccation or low temperatures), some parthenogenetic eggs hatch out into males. **Sexual reproduction** takes place between the new males and females. The new fertilized eggs have plenty of yolk and each one or a pair of eggs surrounded in the brood pouch by a protective cover called ephippium. Ephippium contains air spaces and remain dormant and withstand severe conditions, until next favourable seasons.



# Subclass: Ostracoda القشريات الصدفية

e.g.: *Cypris*

السييرس





# General features of *Cypris*

- ❑ Lives in freshwater.

---

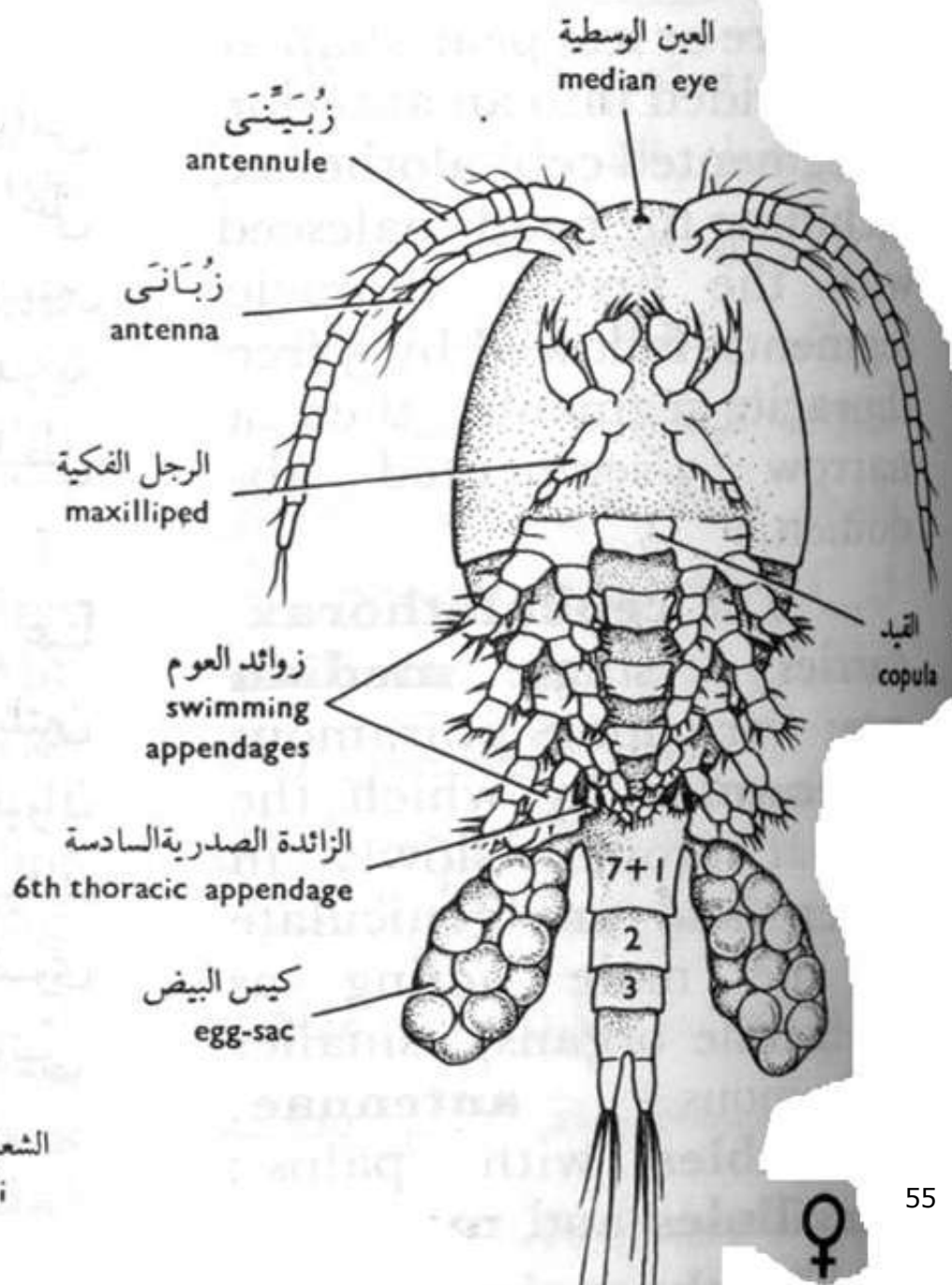
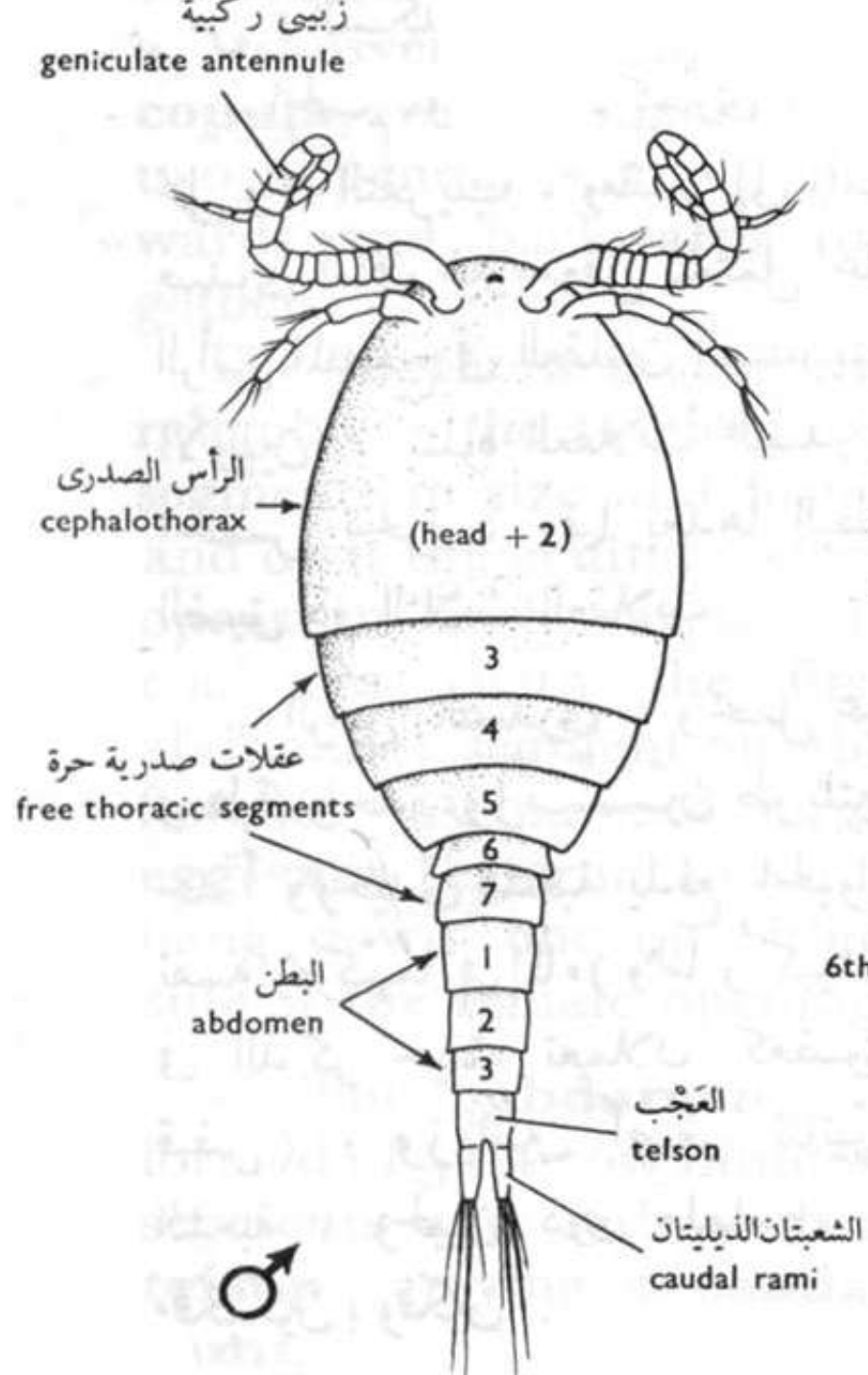
- ❑ The body is remarkably short and indistinctly segmented.
- ❑ **The carapace** is formed of two valves connected by a dorsal hinge and an adductor muscle, and encloses the whole body.
- ❑ **The appendages** are very few, only 7 pairs are recognizable: the antennules, antennae, mandibles, maxillules, maxillae and only 2 pairs of trunk appendages.
- ❑ The posterior region of the body is limbless and ends with 2 caudal rami.
- ❑ A median eye is located near the bases of the antennae.

Subclass: Copepoda    مجدافية الأرجل

e.g.: *Cyclops* sp.

---







gnu - [www.aquaportail.com](http://www.aquaportail.com)



# General features of *Cyclops*

- ❑ Lives in freshwater usually with *Daphnia*.

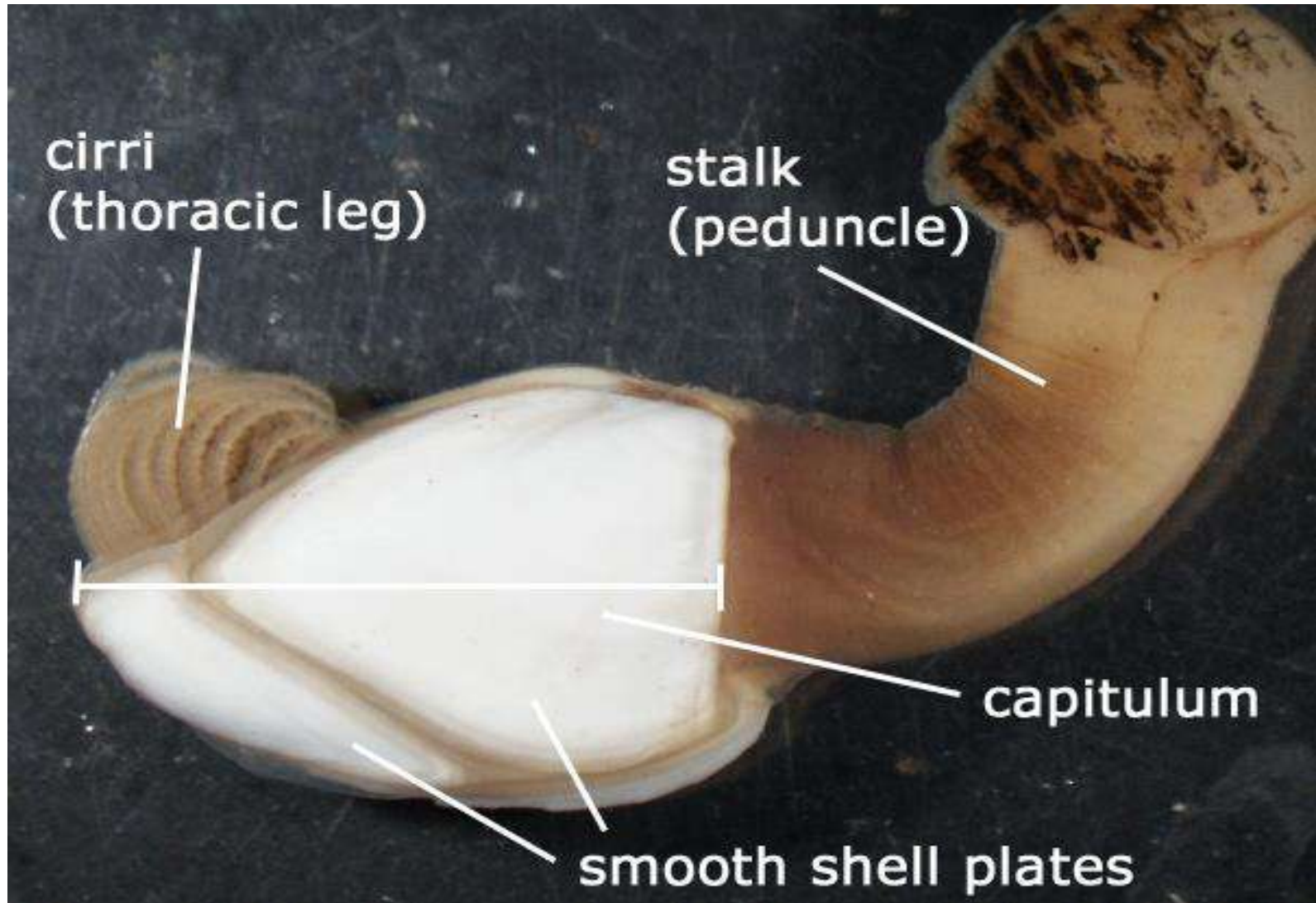
---

- ❑ *Cyclops* is intermediate host of flatworms, fish tapeworms and nematodes..
- ❑ The body is pear-shaped and divided into an anterior unsegmented cephalothorax (head + 2 thoracic segments), 5 free thoracic segments and a narrow 3-segmented abdomen.
- ❑ The cephalothorax carries one median eye, long antennules by which the animal move in water (they are geniculate in male) and smaller antennae.
- ❑ The thoracic appendages are 6 pairs: the 1<sup>st</sup> pair uniramous maxillipeds) and the 2<sup>nd</sup> pair ( swimming limbs) carried on the cephalothorax. The other 3 pairs (swimming limbs) carried on free thoracic segments from 3- 5. The 6<sup>th</sup> pair of appendages are uniramous and reduced, on the 6 thoracic segment.

- ▶ The swimming appendage is biramous and each pair connected to each other by a plate (the copula), which make the two appendages move together.
- ▶ The 7<sup>th</sup> thoracic segment resembles the abdominal segments in size and form, and on it the genital system opens in both sexes. It fused in female with the 1<sup>st</sup> abdominal segment and a pair of egg-sacs hang down on the sides.
- ▶ The abdomen bears no appendages and ends with telson bearing 2 caudal rami.

# Subclass: Cirripedia

e.g.: *Lepas* sp.

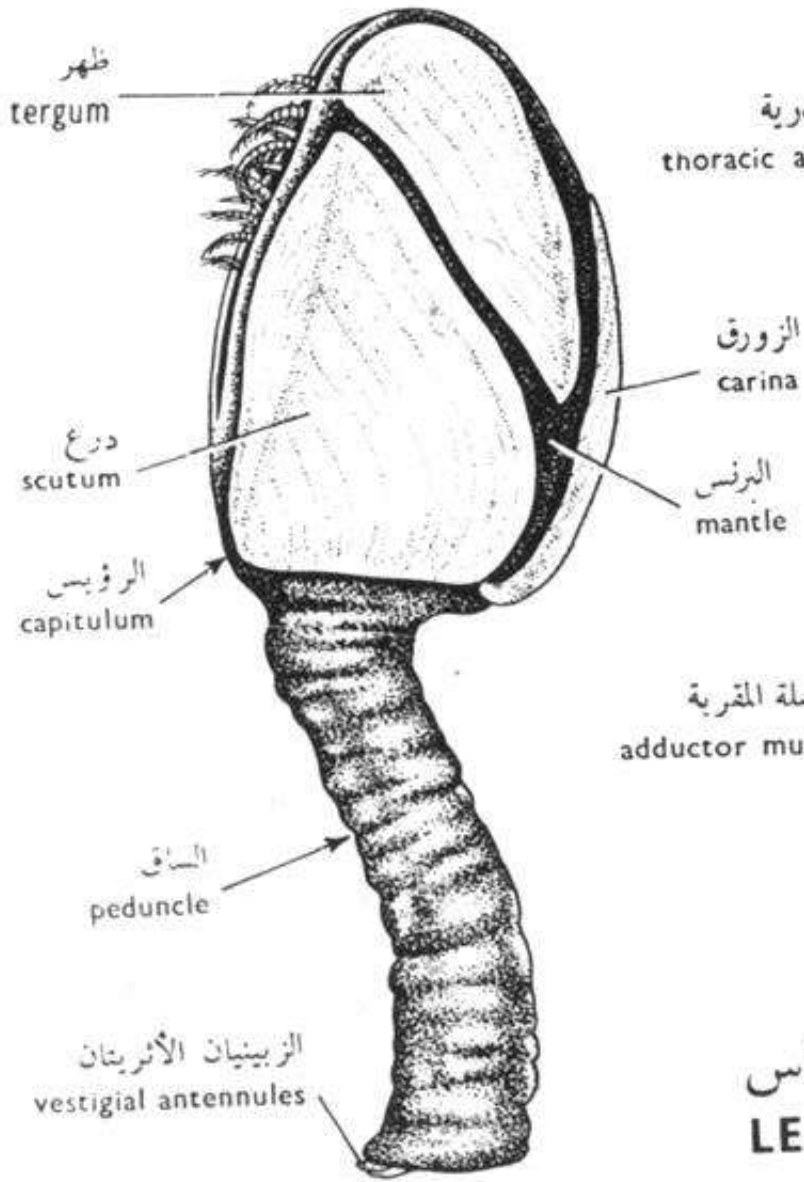






 alamy stock photo

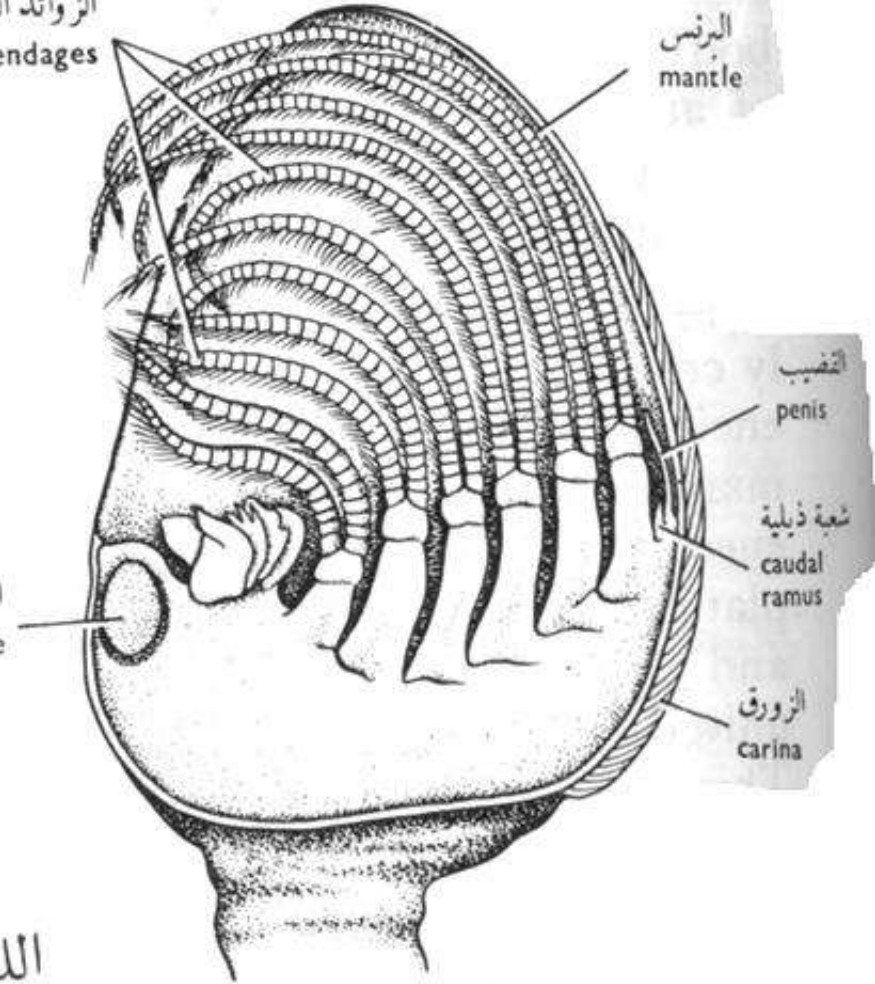
FBBXW9  
[www.alamy.com](http://www.alamy.com)



الزبنيان الأثريتان  
vestigial antennules

(منظر جانبي Lateral view)

الليباس  
LEPAS



الرؤوس مفتوح  
Opened capitulum

# General features of *Lepas*

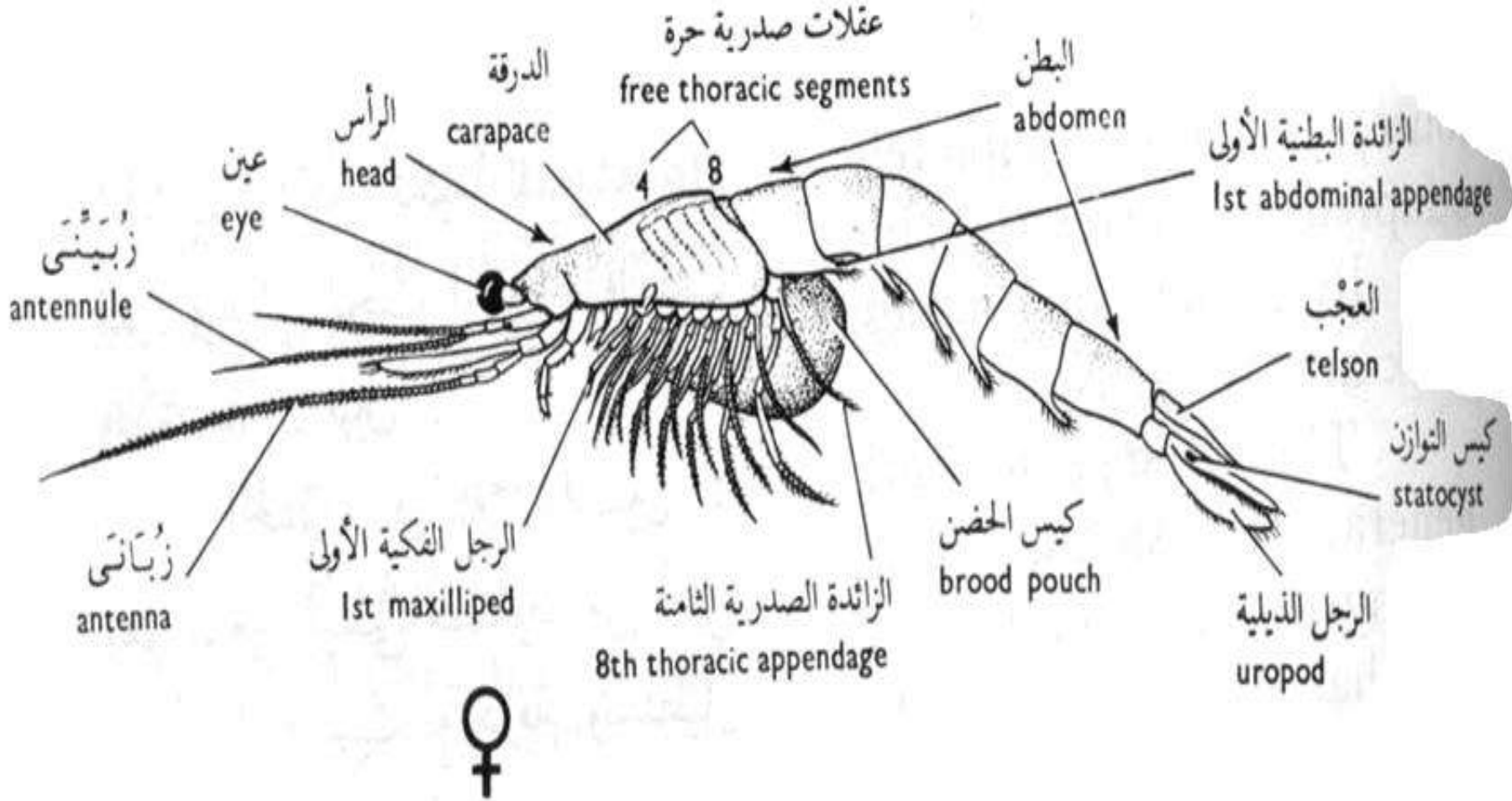
- It lives attached to the bottom of ships or floating things in the sea.
- The body is divisible into peduncle and capitulum. **The peduncle** represents the anterior region of the body. It is a long flexible extension contains two cement glands opens on vestigial antennules by which the peduncle fastened to the substratum.
- **The capitulum** is consisting of the rest of head, the thorax and the reduced abdomen. It is bilaterally compressed and enclosed in a fold of skin called the mantle except ventral slit. The mantle with 5 calcareous plates: a median carina, two anterior scutum and two posterior tergum.
- **Internally**, the head without antennae or eyes. The thorax carries 6 pairs of cirriform appendages, each one with two long cirri with bristles filter the food from water and driving them to the mouth.
- The abdomen is indistinct and limbless. Two caudal rami and a long Penis project at its end.

**Subclass: Malacostraca**  
**Order: Peracarida**  
**Suborder: Mysidacea**

---

- e.g.: *Mysis* sp.





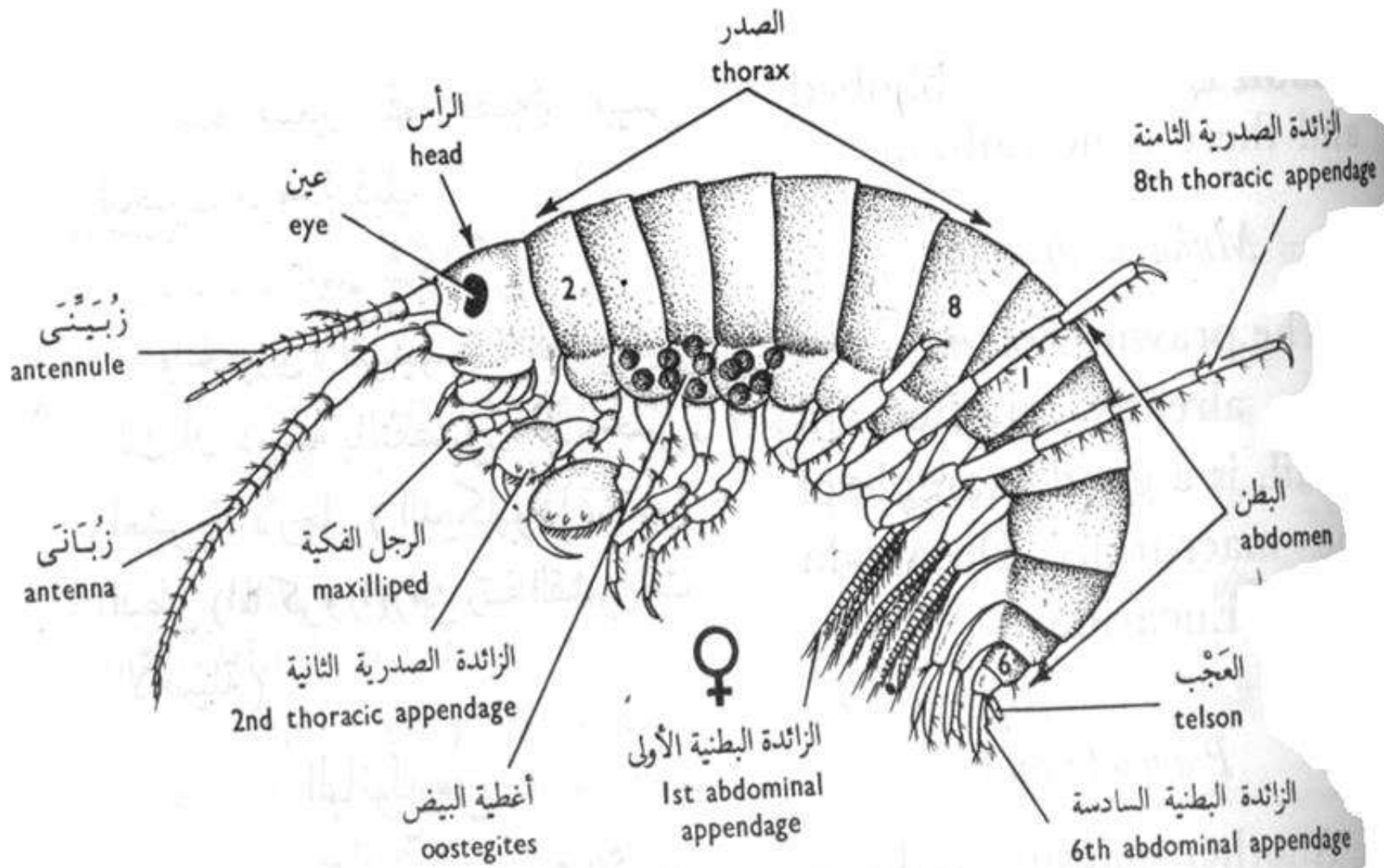
# General features of *Mysis*

- Members of this genus inhabit the sea and freshwater.
- **The body** is small and bitaterally compressed. The carapace fuses with 1-3 thoracic segments.
- **On the head**, note the stalked eyes and the biramous antennules and antennae.
- **All the thoracic appendages** are biramous, the first two pairs are maxillipeds, each of the rest has two long jointed rami with bristles and adapted for swimming and food capture. In the females, some thoracic appendages bear flattened oostegites which form a brood pouch.
- **The abdomen** with 6 segments. The abdominal appendages are biramous swimmerets (vestigial in the female).

**Suborder: Amphipoda**  
**e.g.: *Gammarus* sp.**

---







# General features of *Gammarus*

- Common in shallow brackish and freshwater.
- **The body** is elongated bitaterally compressed without carapace and the 1<sup>st</sup> thoracic segment fused with head.
- **On the head**, note the sessile eyes, two antennules and two antennae. There is a pair of maxillipeds (the 1<sup>st</sup> thoracic appendages)
- **The other 7 thoracic segments** bear 7 pairs of appendages. The 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> pairs are prehensile, the 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> pairs turned forwards and help in feeding, the last pairs turned backwards and used in creeping. Some thoracic appendages bear coxal plates acting as gills and oostegites in the female.
- **The abdomen** with 6 segments. The first 3 pairs of appendages are swimmerets and each has two bristled segmented rami. The last 3 pairs with two unsegmented rami, used in jumping. The telson is small.

## Subphylum: Tracheata

### Class: Myriapoda

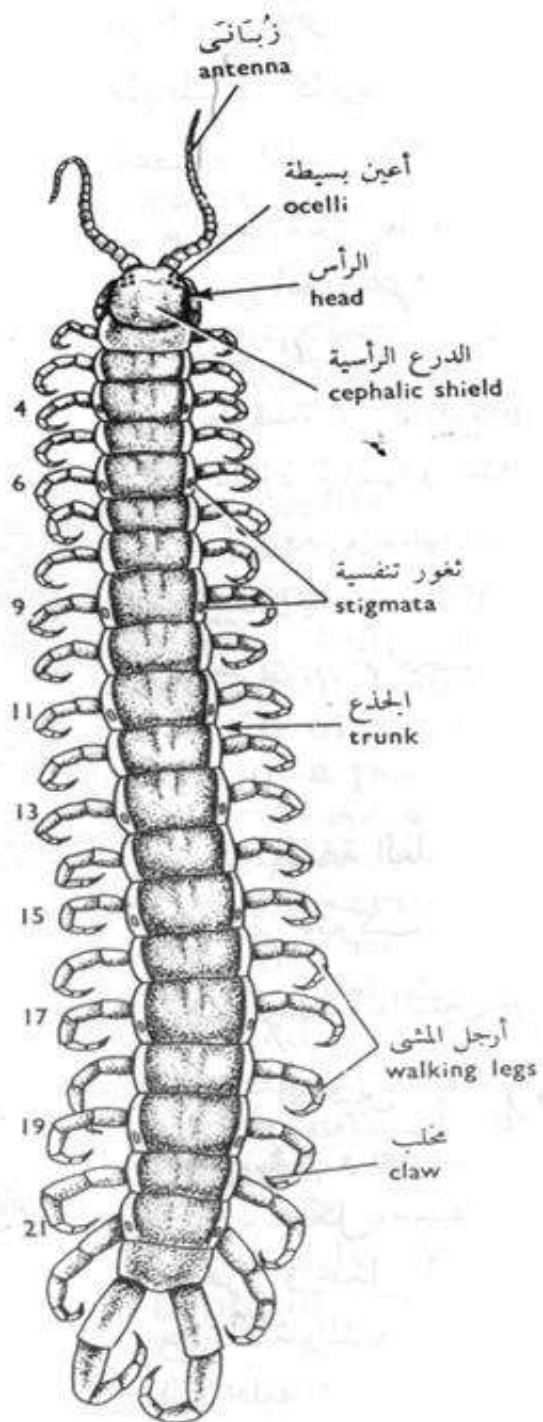
#### General features:

- 1- All are terrestrial.
- 2- The body is elongated with a conspicuous head and a trunk consisting of many segments between 11-177 segments, each one bears one or two pairs of appendages.
- 3- Each appendage with 7 segments and a claw.
- 4- The head bears two antennae, two or three pairs of jaws and simple eyes.
- 5- Respiration through spiracles which connected internally with the tracheal system.
- 6- Excretion through Malpighian tubules which open in the hind-gut.
- 7- Sexes are separated. Development usually direct.

# Subclass: Chilopoda

e.g.: *Scolopendra morsitans*





# General features of *Scolopendra*

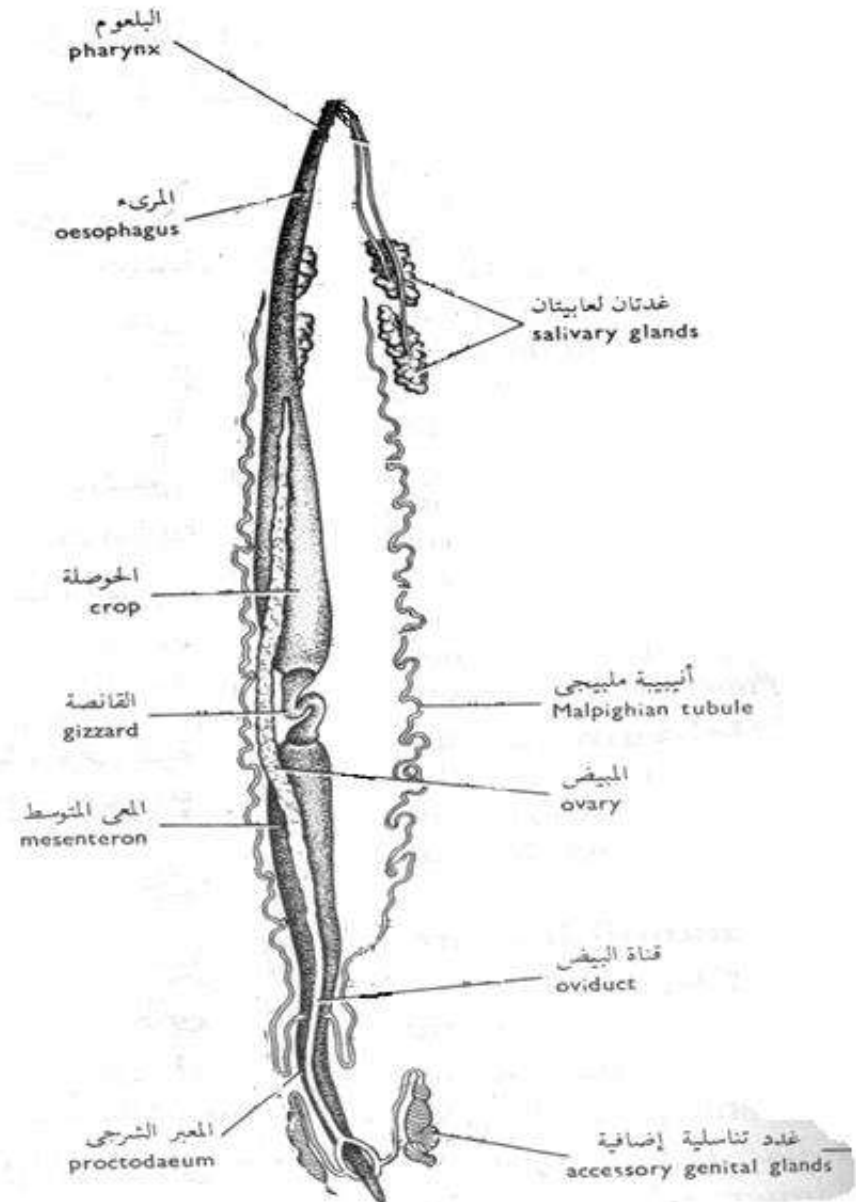
- Hides by the day below stones or plant leaves and runs faster at night to prey insects and earthworms.
- The body is elongated, dorsoventrally flattened and divided into head and trunk.
- **The head** consists of 6 segments covered by a cephalic shield. There are two lateral groups of simple eyes (ocelli), each group of 4 ocelli. The head bears two segmented antennae (the main sensory organs).
- The trunk with 22 segments, each segment covered by a dorsal tergum, ventral sternum and 2 lateral pleura. The first segment has no separate tergum (maybe fused with the cephalic shield), this segment bears ventrally the maxillipeds or two **poison claws**, each ends in a sharp claw on which opens the poison gland.

- Each segment from 2-22 carries one pair of walking legs (which together with the 2 antennae make the 44 appendages). Each leg is built up of 7 segments named from the base: coxa, trochanter, femur, tibia and 3 tarsi ending in a claw.
- Paired respiratory openings or **stigmata** lie on the pleural shields of the segments 4, 6, 9, 11, 13, 15, 17, 19 and 21. Note that these segments longer than the other segments. The anus opens ventrally on the last segments.

# The digestive system

- 1- The fore-gut starts with mouth-pharynx, short oesophagus, thin-walled crop then gizzard. The gizzard is tubular and twisted like S. There are two salivary glands open anteriorly in the buccal cavity.
- 2- The mid-gut is dilated straight tube.
- 3- The hind-gut is short and opens with anus.

The excretory system is a pair of long tubules (Malpighian tubules) open at the junction between mid-gut and hind-gut.



# The nervous system

- **The 2 cerebral ganglia:** lie dorsal to the pharynx. And give off nerves to the eyes and antennae.
- **The suboesophageal ganglion:** is large and connected to the cerebral ganglia by a pair of circumoesophageal commissures . It gives off nerves to the rest of the head segments and the first trunk segment carrying the maxillipeds.
- **The nerve cord:** extends from the suboesophageal ganglion, along the mid-ventral line to the posterior end of the body. It carries 21 ganglia and its two halves are separated from one another between the ganglia.



## The female genital system

---

- **The ovary:** is single extends on the dorsal side of the gut. It is a slender tube enclosing the eggs.
- **The oviduct:** is straight, biforked around the hind-gut into two tubes, recieves some accessory genital glands and opens ventrally with the genital opening on the last segment.

# The male genital system

- **The testis:** is single extends on the dorsal side of the gut. It is formed of 8-10 paired, spindle-shaped, straight tubules which are connected by fine connections.
- **Vas deferens:** is wide and highly convoluted. This tapers posteriorly and bifurcates into 2 ducts and receive on each side a long U-shaped vesicula seminalis and an accessory genital gland. The two ducts open on the last segment by a median genital opening.

# Subphylum: Chelicerata

## Class: Arachnida

- 1- Most are terrestrial and some are aquatic.

---

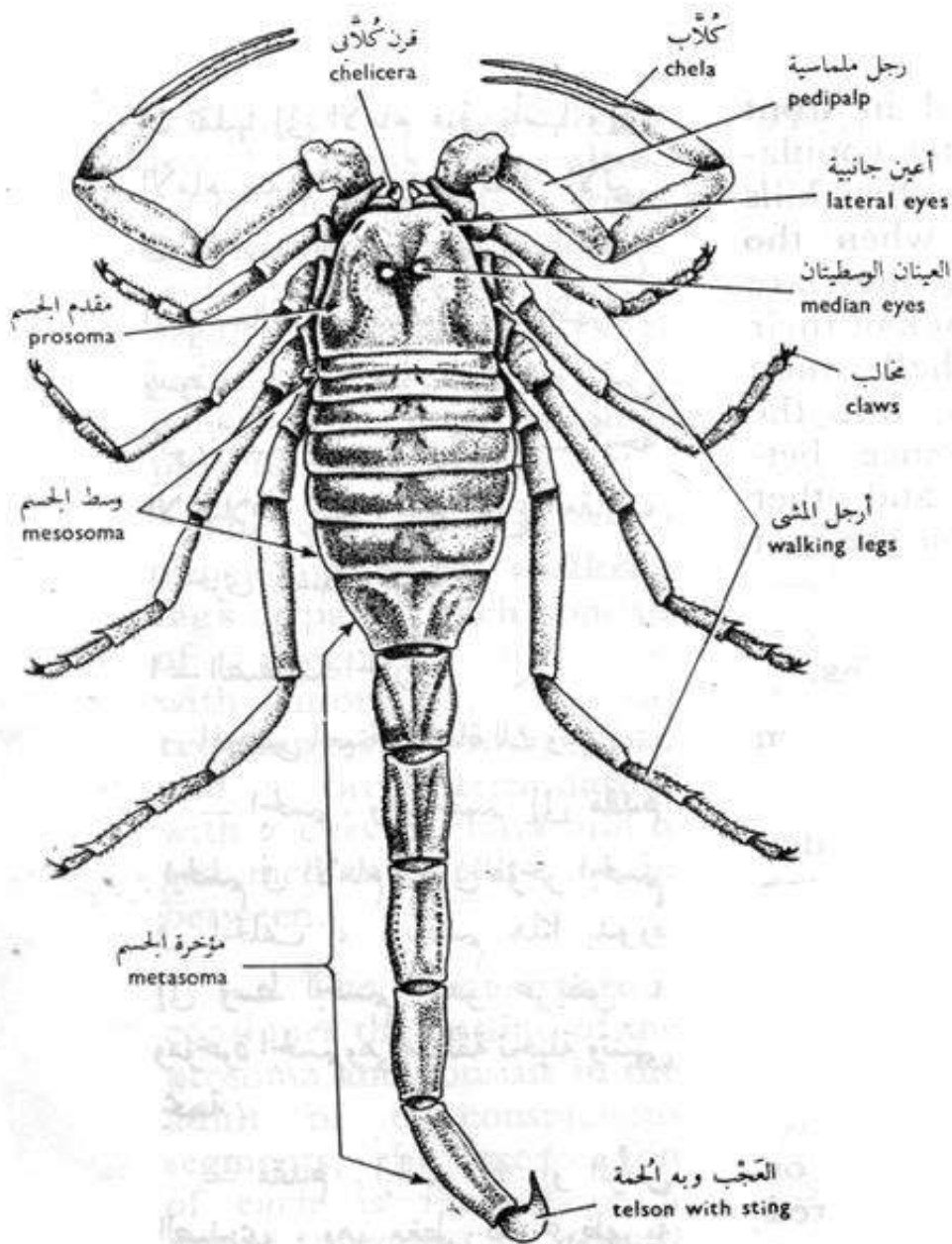
- 2- The body is divided into two regions: the prosoma and the opisthosoma.
  - \*\* the prosoma includes head and thorax and in adult consists of 6 segments: the first bears a pair of **chelicera**, the second bears a pair of **pedipalps** and the 4 other segments with 4 pairs of walking legs.
  - \*\* the opisthosoma consists of 12-13 segments and divided to mesosoma and metasoma (or not divided) and usually without any appendages.
- 3- The exoskeleton is strongly chitinized.
- 4- The eyes are sessile and mostly simple.
- 5- Respiration by lung-books, tracheae or by gill-books in aquatic forms.
- 6- Excretion by coxal glands or Malpighian tubules.
- 7- Open circulatory system.
- 8- Sexes are separate and development is usually direct.

# Order: Scorpionidea

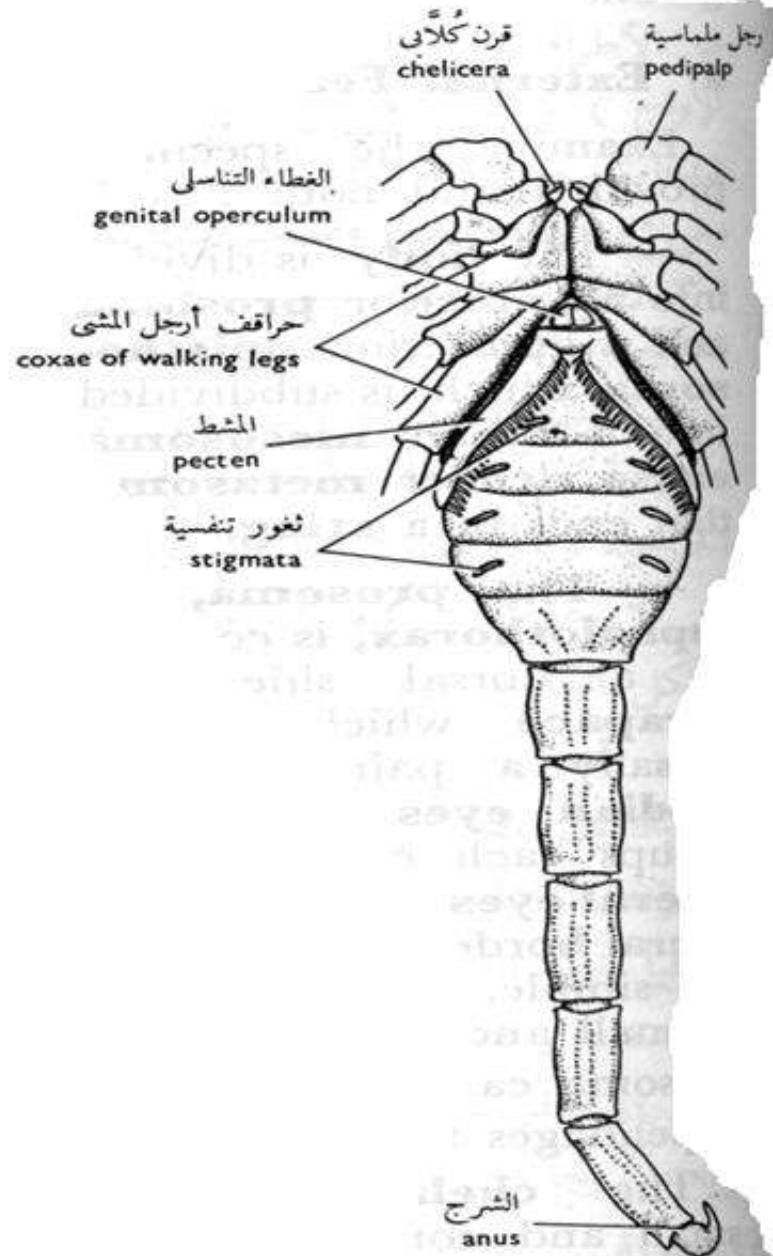
e.g.: *Buthus quinquestriatus*

---





(Dorsal view منظر ظهري)



(Ventral view منظر بطني)

# General features of *Buthus*

- It is a dangerous animal, spread in tropical and temperate regions. It is nocturnal (active at night), feeds on juice of insects and spiders .
- **The body** is divided into **prosoma** and **opisthosoma** which is subdivided to a broad **mesosoma** and a slender **metasoma** ends in a sting.
- The prosoma is covered by a dorsal shield (carapace) which carries dorsally a pair of median eyes and two groups each of 5 smaller lateral eyes (all are simple).
- The prosoma carries 6 pairs of appendages: the **chelicerae** (with a chela), the **pedipalps** (as feelers and with toothed pincers for offensive action) and 4 pairs of **walking legs**.

- **The mesosoma** in adult consists of 6 segments, the first segment carries on its ventral side a divided **genital operculum** covers the genital opening. The second segment carries a pair of comb-like structures (**the pectens**) act as tactile organs (longer in the male). The 4 other segments with 4 pairs of **stigmata** on their ventral side, lead internally into the lung-books.
- **The metasoma** consists of of 6 narrow cylindrical segments jointed to one another. The last segment terminates with the telson which forms **the sting**. Two poison glands are found within the sting and open near the spine.

# The digestive system

The mouth is located at the front of the body and followed by a muscular pharynx that absorbs prey juice and blood. The pharynx leads to an esophagus in which a pair of salivary glands opens and followed by the midgut, which is a long tube with glandular walls, and in its several narrow tubes connected to the digestive gland or liver. The midgut leads to the hindgut, which is a narrow tube, and the hindgut opens to the anus.



# The excretory system

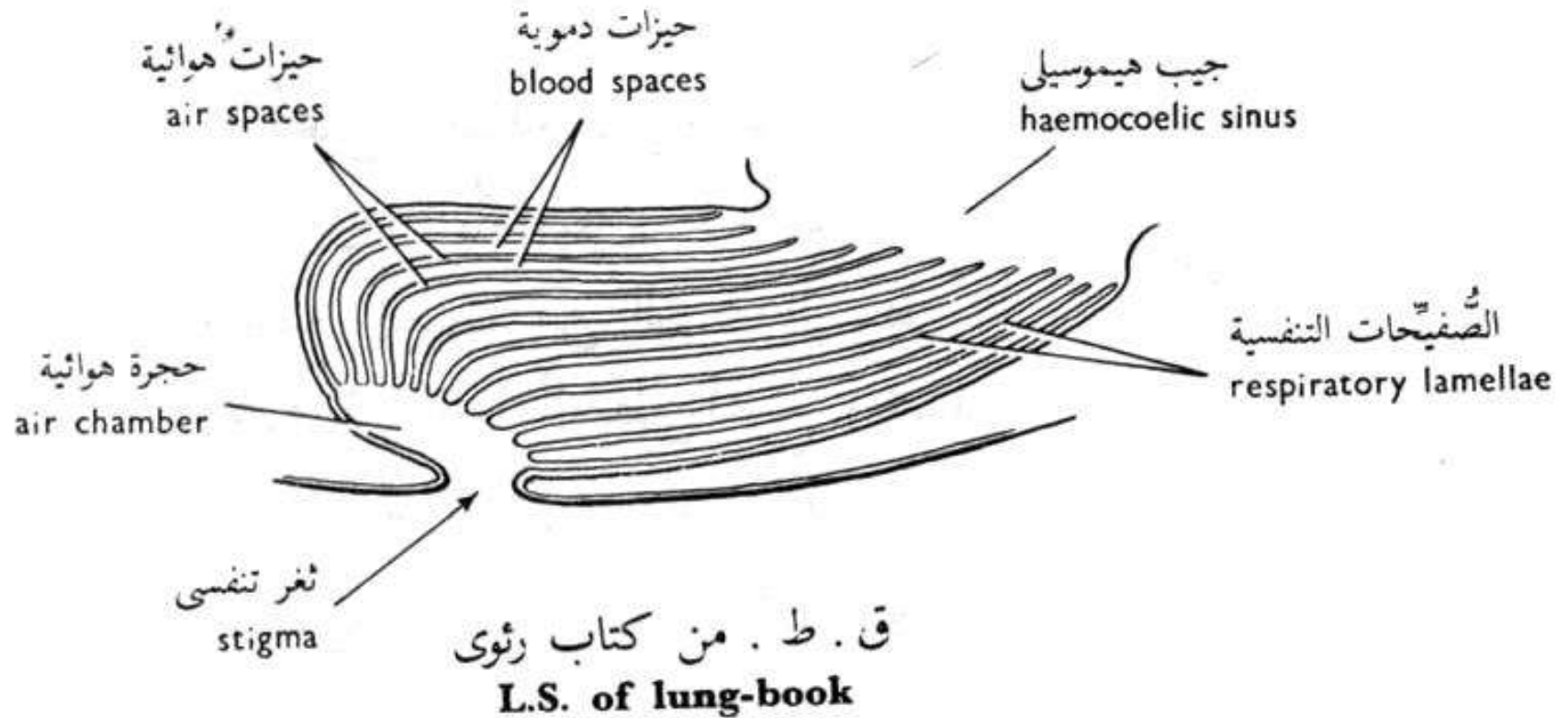
Excretion in scorpion is carried out by:

1. A pair of **coxal glands** found in the posterior part of prosoma and each opens externally on the coxopodite of the third walking leg.
2. Two pairs of **Malpighian tubules** (or maybe one pair) open in the gut at the posterior end of mesosoma.

# The nervous system

- **The 2 cerebral ganglia:** lie dorsal to the pharynx and give off nerves to the eyes.
- **The suboesophageal ganglion:** is large and connected to the cerebral ganglia by a pair of circumoesophageal commissures . It gives off nerves to all segments and appendages of the prosoma as well as the first 4 segments of the mesosoma.
- **The nerve cord:** is distinctly double and carries 8 ganglia, one in each of the last 2 mesosomatic and all metasomatic segments.

# The respiratory system



There are four pairs of lung-book in the scorpion. Each lung- book consists of stigma which leads into a wide air chamber. The respiratory lamellae are numerous hollow ingrowths of the body which are set up parallel to one another like the papers of a book. Each lamella encloses a narrow air space. The haemocoelic sinus is a spacious cavity filled with blood and all the lamellae project into it. The blood from this sinus circulates in the compressed blood spaces between the lamellae, and thus respiratory exchange take place through the thin walls of the lamellae.

# The male genital system

It consists of a pair of testes, each of them consists of two longitudinal tubes. Each tube is connected to the other with transverse branches. The vas deferens is a common median tube, and it connects to the testis. There are two seminal vesicles, two additional glands in addition to a double intromittent penis connected with the vas deferens.

# The female genital system

It consists of one ovary located in the posterior half of the mesosoma. The ovary consists of 3 longitudinal tubes that are connected to each other by transverse branches. There are two seminal reservoirs (each one is tubular in shape) connected to the ovary. Then, the vagina is a short median tube that opens to the exterior through the genital opening on the genital operculum.

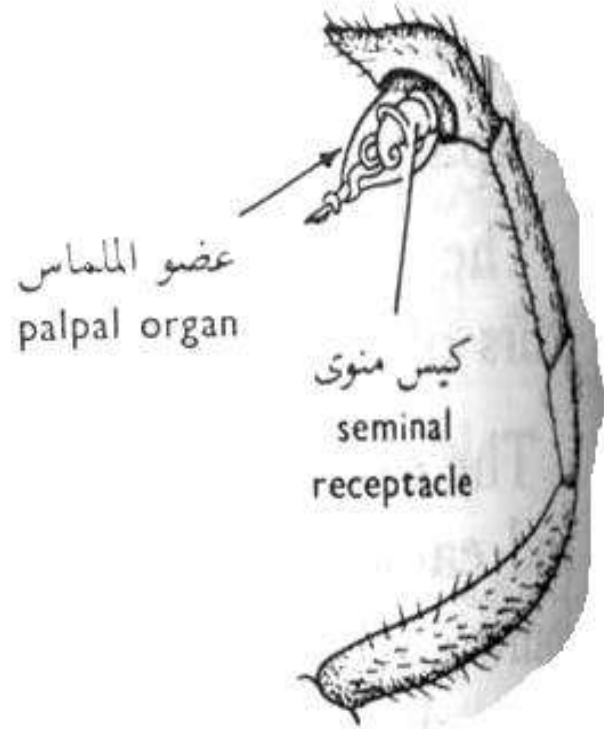
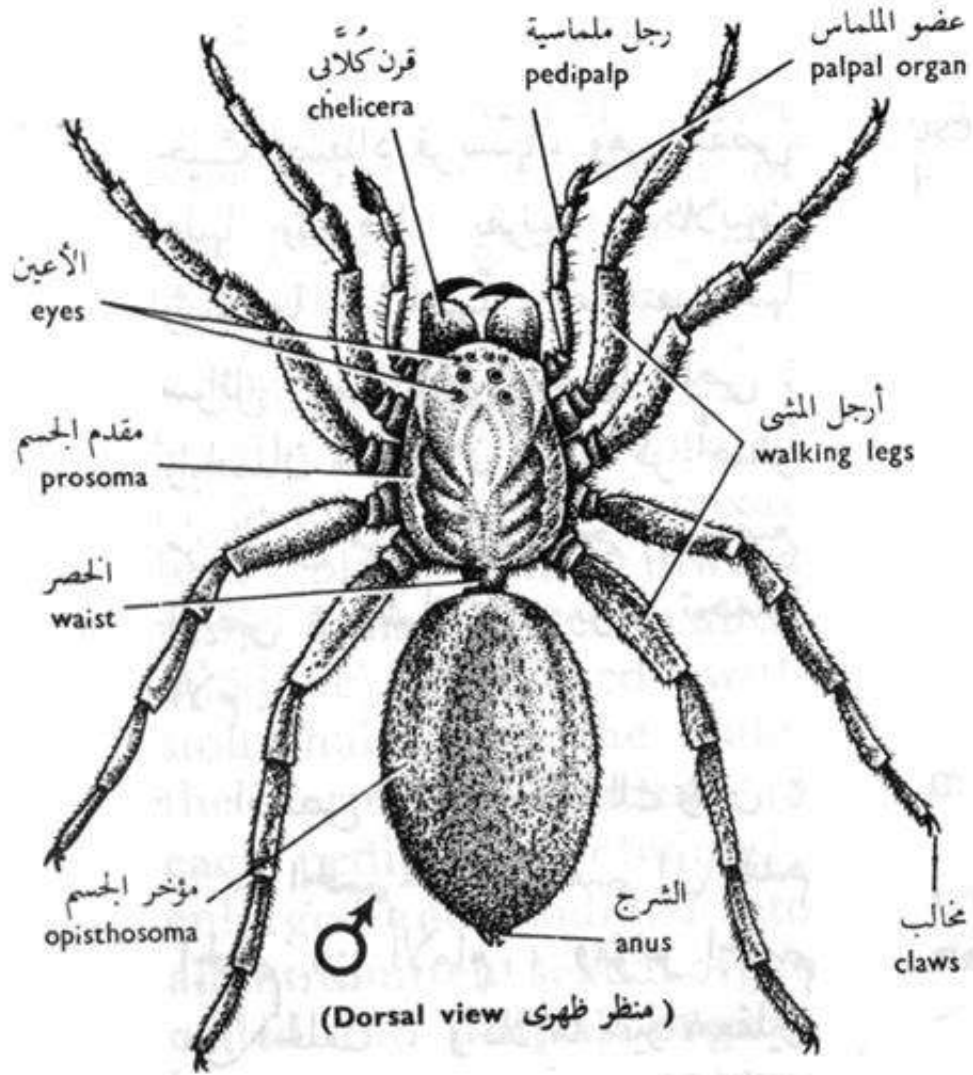
Fertilization in scorpions is internal. The male meets the female for a long time, and after fertilization, the female kills the male and eats it. They are ovoviviparous and the eggs hatch during her reproductive period and development is direct. The little offsprings go up on the mother's back and the mother surrounds them with a silk tissue to protect them, and they stay on her back (about a week) until they grow up a little, then the little ones leave the mother.

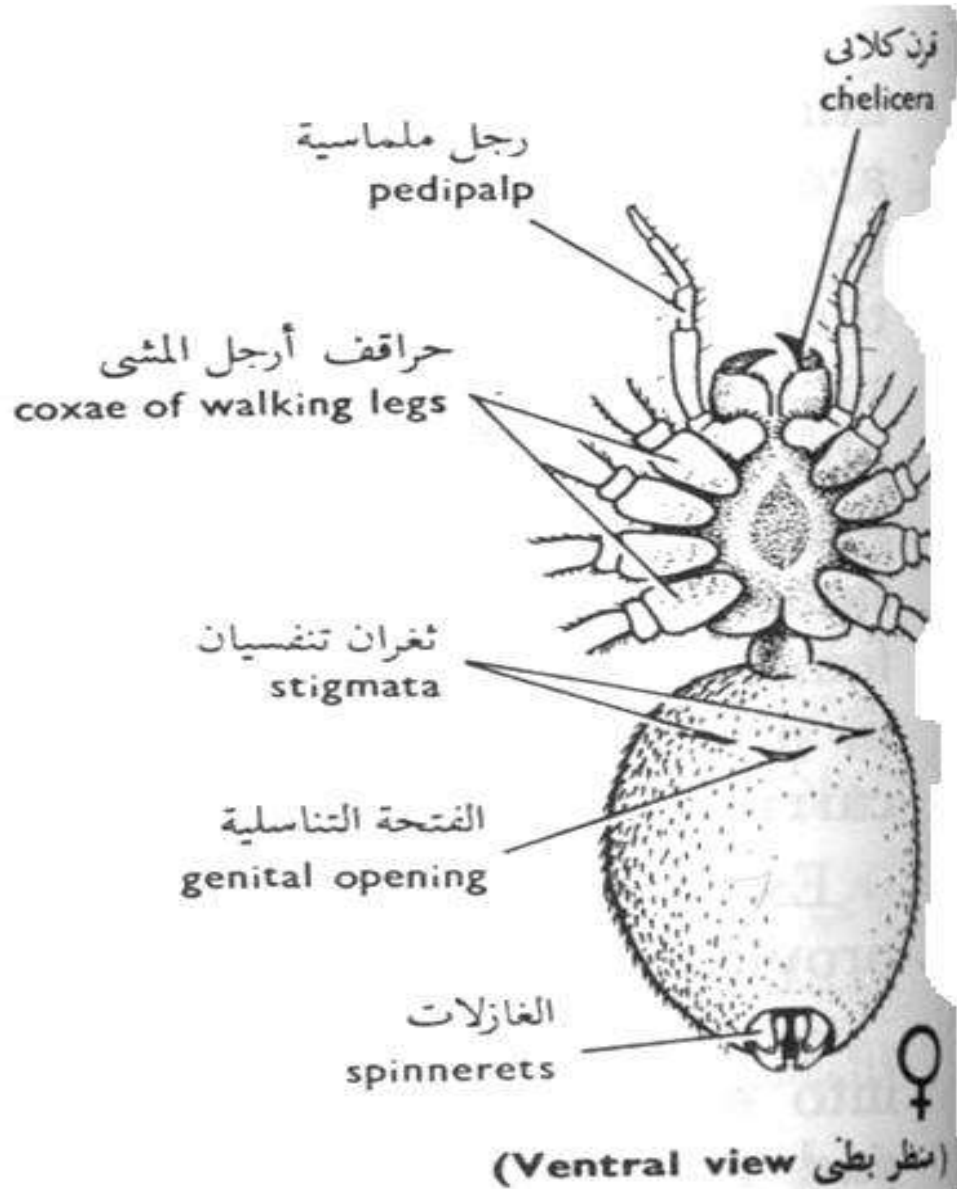




Order: Araneida العنكبوتيات  
e.g.: *Lycosa ferox* العنكبوت الذئب







# General features of *Lycosa*

- It is a large ground spider, spins no web but lives on the ground and hunts its prey .
- The **body** is divided into an anterior prosoma and a posterior opisthosoma, both unsegmented and connected to each other by a narrow soft **waist**.
- The **prosoma** covered dorsally with the shield and bears 8 simple eyes arranged in three rows: 4 small eyes in the anterior row and 2 large eyes in each of the second and third rows. There are 6 pairs of appendages: the **chelicerae** (with a claw opens with the poison gland), the **pedipalps** (with a swollen genital organ called the **palpal organ** in male) and 4 pairs of walking legs.

The **opisthosoma** is cylindrical and unsegmented covered with hairs. The anterior ventral side with two lateral stigmata and a median genital opening. There are 3 pairs of movable organs called the **spinnerets** (2 large superior, 2 small middle and 2 large inferior) which bear the spinning glands.

# The digestive system

The mouth is located at bases of pedipalps ventrally and leads to pharynx and followed by a narrow esophagus that expands backward, forming a special sucking stomach. The midgut extends and gives rise to diverticula. The midgut is followed by the rectum, which is a thin tube and comes out of it dorsally a large sac known as the stercoral pocket.

# The excretory system

Excretion is carried out by:

1. A pair of **coxal glands** opens in the strocoral pocket on the top of the rectum.
2. A pair of **Malpighian tubules** such as those found in crustaceans..

# The respiratory system

There are a pair of lung-books in the wolf spiders. Each lung-book consists of about 15-20 thin respiratory lamellae, containing blood vessels where air exchange takes place.

Some spiders have developed tracheal systems similar to those seen in many insects.



# The male genital system

It consists of two tubular testes, each leads to a narrow convoluted tube. The 2 tubes communicate medially and lead to a short vas deferens, opens in the genital opening.

# The female genital system

It consists of two ovaries. There are two short oviducts, unite in the middle and form the vagina, which opens to the outside with the genital opening. One, two or three seminal receptacles open in the vagina or open independently on the surface.

Fertilization is internal. The male produces semen, and hold it in their palpal organs until they find a female. The semen is inserted into the female genital opening.

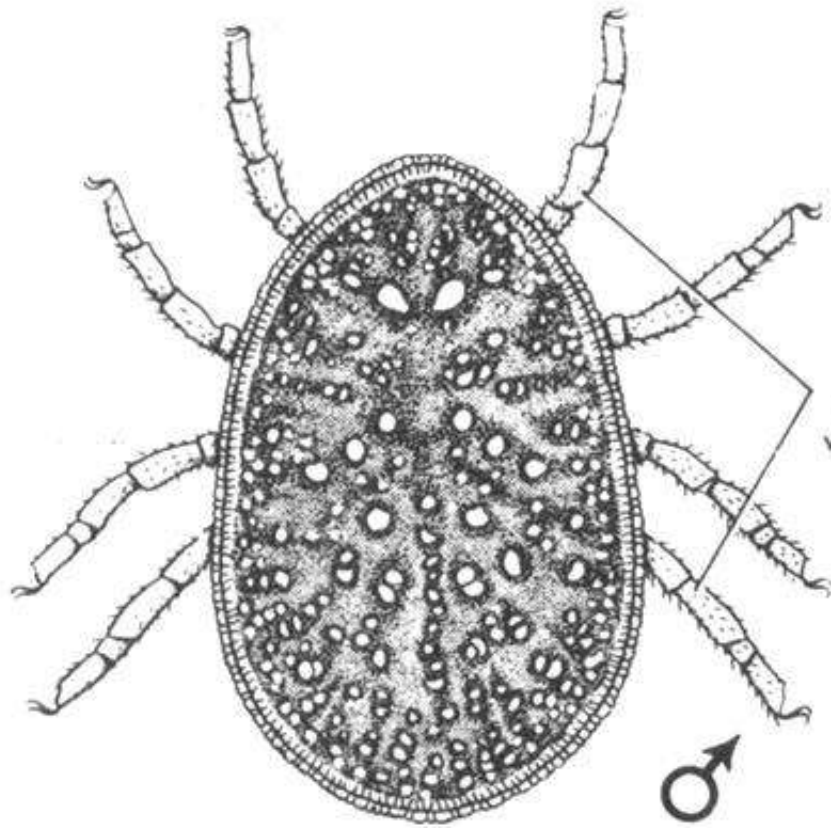
They are oviparous, the eggs are placed inside silk cocoons and development is direct.

**Order: Acarina** القراديات

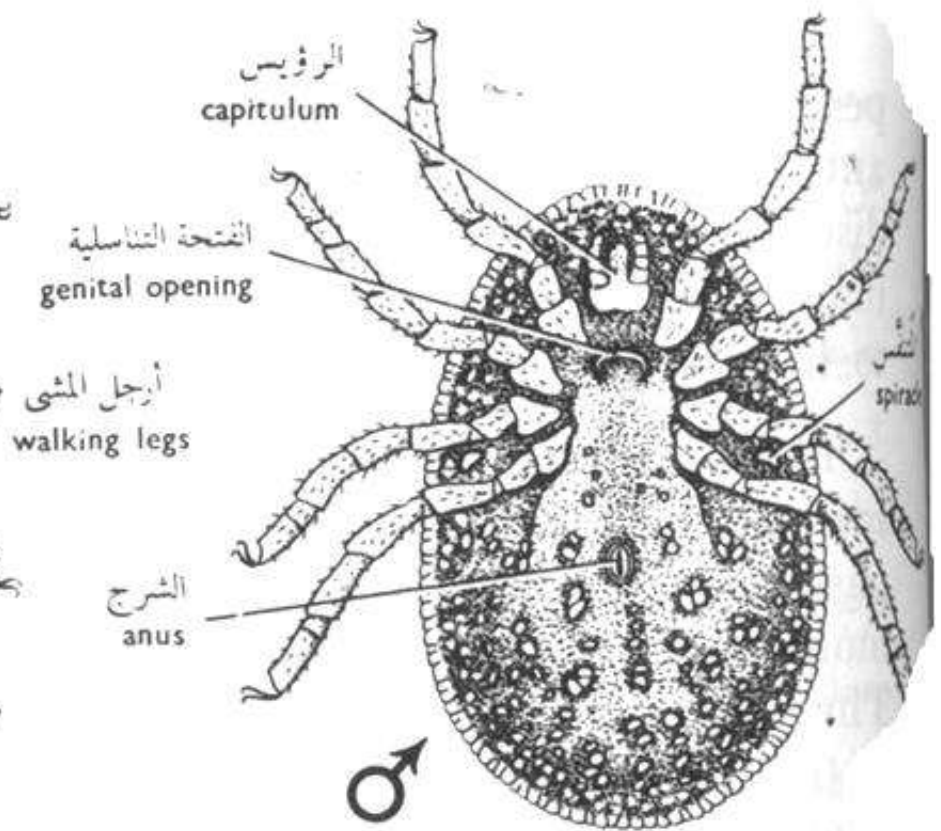
**Family: Argasidae**

**e.g.: *Argas persicus*** القراد اللين

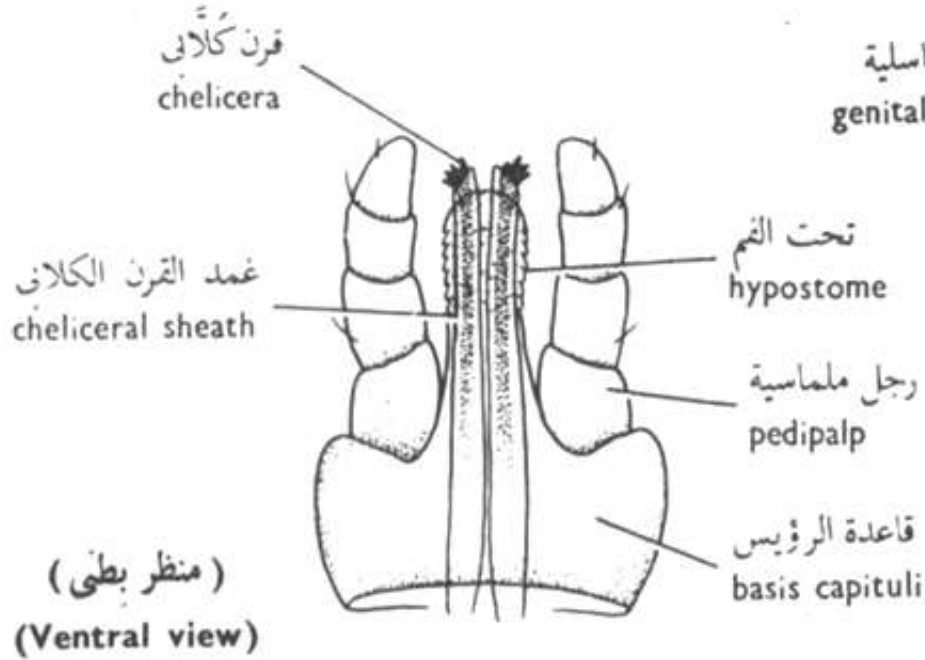




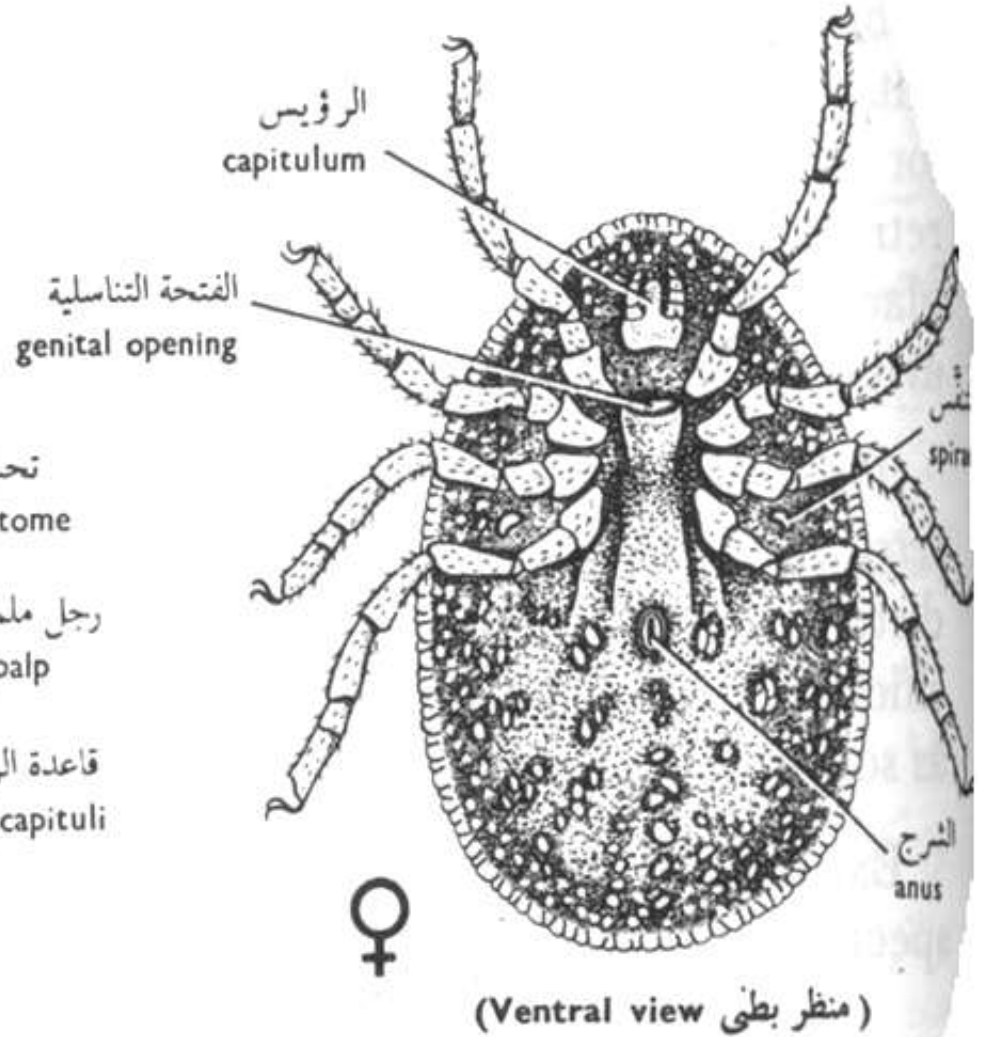
(Dorsal view منظر ظهري)



(Ventral view منظر بطني)



الرؤيس مكبر  
Enlarged capitulum



# General features of *Argas*

- It is an ectoparasite of birds, causes many diseases and feeds on the blood.
- The **body** is ovoid, unsegmented and dorsoventrally flattened. It is covered with soft spotted integument.
- The **capitulum** is a head-like structure, found in the ventral side and does not project in the front. It consists of the **basis capituli** bearing 4-segmented **pedipalps** and a **proboscis**. The proboscis is formed of two dorsally serrate **chelicerae** (for piercing the skin of the bird) enclosed in a sheath and a ventral **hypostome**, between them a channel is formed for the sucked blood.

- Ventrally, there are 4 pairs of walking legs. The single genital opening lies between the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> pair (it is semicircular in male and transverse in female).
- Two stigmata found between the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> pairs of legs. The anus is placed in the center.

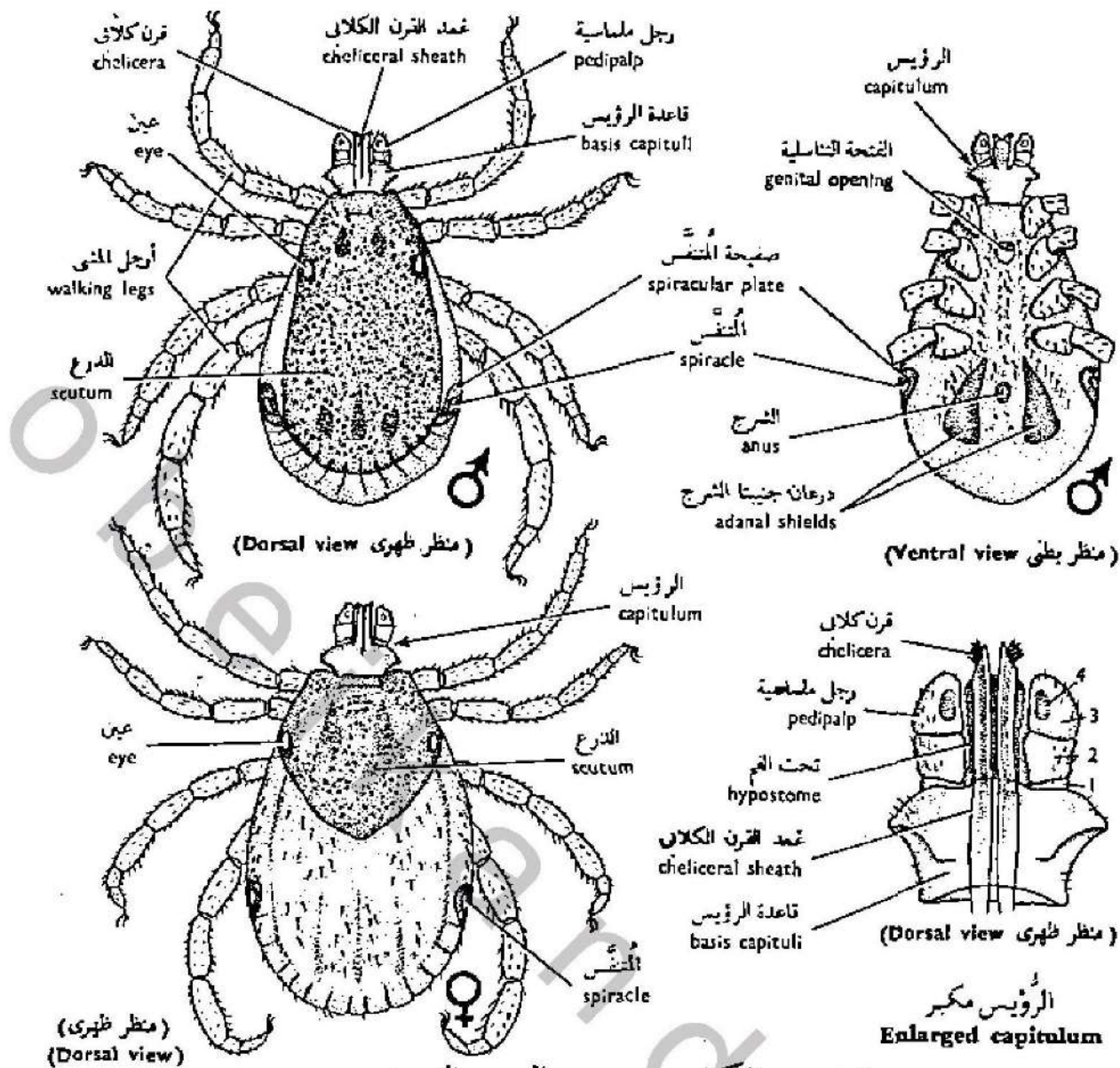


Order: Acarina القراديات

Family: Ixodidae

e.g.: *Rhipicephalus sanguineus* القراد الجامد





قراد بيت الكلب « ريبسفالس سانجوينيوس »  
**RHIPICEPHALUS SANGUINEUS**

# General features of *Rhipicephalus*

- It is an ectoparasite of chiefly dogs, but it also attacks many mammals and birds, causes many diseases and feeds on the blood.
- The **body** is ovoid and unsegmented.
- The **capitulum** is terminal and projects in the front of the body.
- There is a thickened shield-like dorsal cover, called the scutum. In the male, the scutum covers the whole dorsal surface. In the female, it covers the anterior portion of the body.
- The 2 spiracles lie on large spiracular plates behind the fourth pair of legs.
- The anus is surrounded by 2 large triangular adanal shields.

# The importance of Arthropods

- ✘ Many of species are considered food for human like: the prawn, crabs, lobsters, etc.....
- ✘ Some species produce useful products such as: silk, honey and wax.
- ✘ Considered the main source of fish food.
- ✘ There are some dangerous species such as scorpion, *Scolopendra* and some spiders.
- ✘ Some substances extracted from some species used in medicine industry.
- ✘ Many types of insects are essential in plant pollination.
- ✘ Some species transmit many types of diseases to man such as flies and mosquitoes and some are ectoparasites on mammals such as: ticks, fleas,.....

# Phylum: Mollusca الرخويات

- 1- Lives in water (freshwater or marine) and some forms are terrestrial. Molluscs come in the second rank after arthropods according to the number of species.
- 2- They are triploblastic, mostly bilaterally symmetrical except **class: Gastropoda.**
- 3- The body is soft, unsegmented without any appendages and divided into: head, a ventral foot and a dorsal visceral hump (no head in **class: Bivalvia.**)
- 4- The visceral hump is covered by a thin, fleshy fold called mantle. Mantle secretes a calcareous shell, which may be external or internal or not present at all.
- 5- Mantle also encloses an opened mantle cavity, within lie a pair of gills, the anus and renal openings.

6- Coelom is reduced represented by the pericardial cavity, cavities of gonads and kidneys.

7- Respiration by gills in aquatic forms and by lungs in terrestrial forms.

8- The circulatory system is open (except **class: Cephalopoda**) consists of a heart enclosed in a pericardial cavity and extends into a haemocoel.

9- The nervous system contains 3 doubled ganglia: the cerebral, pedal and lateral ganglia and maybe visceral ganglion in some forms. Sense organs are eyes, tentacles and statocyst.

10- Locomotion takes place by ventral muscular foot.

11- The digestive system with salivary and digestive glands. The mouth with a hard chitinous structure, called radula or odontophore (absent in **class: Bivalvia**).

12- Sexes are usually separate and some are hermaphrodite. Development may be direct or indirect forming larvae.

دعوات أحادية الصراع



صدقة البحارة العليا  
البحر الهندي وبحر العرب والمحيط الهادئ



القطب الأخرى  
الصدقة السرية  
البحر الهندي وبحر العرب والمحيط الهادئ



الجزر الأسترالي  
الطريق السويج  
المنطقة الهندي وجنوب  
غرب المحيط الهادئ



صدقة كاسبريا  
بحر العرب والمحيط الهادئ  
البحر الهندي



الصدقة الحائلة  
سواحل تونسيا



صدقة زبون الخيام  
ساحل يضا على المحيط الهادئ



فولج شعرة الشرق - كريا  
فولج القصر القروي  
سواحل الولايات المتحدة  
التيقنا على الأنتسي



القطرس  
بحر الأدر  
الوقت الأهم سواحل تونسيا  
التيقنا على الأنتسي



صدقة الحاق  
ساحل غرب أوروبا



الزحوات أحادية الصراع



بلع البحر من الزحوات  
التيقنا على الولايات المتحدة الأمريكية



التيقنا  
بحر الهند الغربية

الصدقة التوتية



التيقنا  
بحر العرب والمحيط الهادئ



القطر الشائك اليابسيفي  
ساحل تكسيان على المحيط الهادئ



بلع البحر من الزحوات  
ساحل المحيط الهادئ



الوتلة حيدوية  
سواحل الهند الغربية  
بحر الهند الغربية

الصدف السني



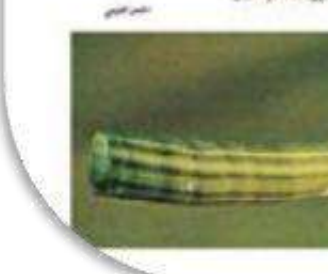
ساحل جزر ماري  
بحر العرب والمحيط الهادئ



فوس الشظ لثقي  
البحر الكريبي



صدقة من القابل  
بحر اليابان والخليج



# Class: Placophora (Amphineura)

## طائفة ذات الدروع (مزدوجة العصب)

- ▶ 1- All are marine, present in all depths and contains all chitons.
- ▶ 2- Head is poorly developed without eyes or tentacles.
- ▶ 3- Mantle covers all dorsal surface and secrets calcareous spicules and usually also a shell.
- ▶ 4- Foot is flattened and large like a sucker.
- ▶ 5- Feeds on aquatic plants and algae.
- ▶ 6- Development includes a larvae called: **trochophore**

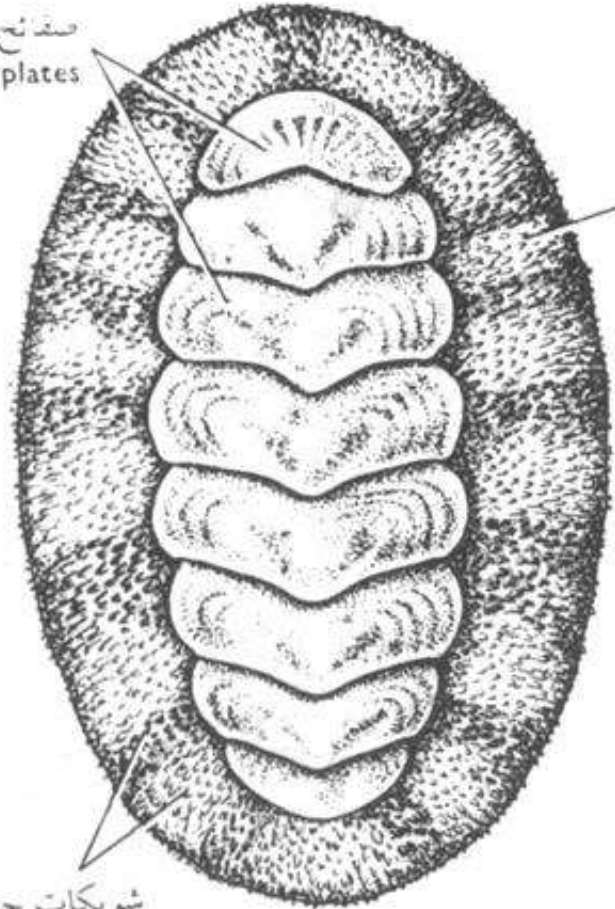


Class: Amphineura (Placophora)

e.g.: *Acanthochiton spinigera* الكيتون



صدف الصدفة  
shell plates



شويكات جبيرية  
calcareous spicules

(منظر ظهري Dorsal view)

الفم  
mouth

حافة البرنس  
mantle edge

ميزاب البرنس  
mantle groove

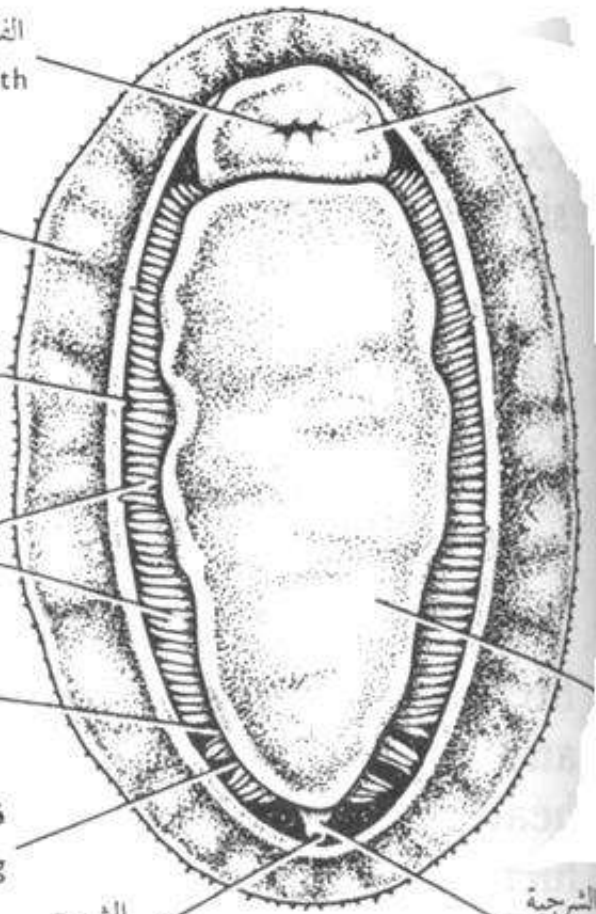
الحياشيم  
ctenidia

فتحة تناسلية  
genital opening

فتحة إخراجية  
excretory opening

الشرج  
anus

فتحة الشرجية  
anal papil



(منظر بطني Ventral view)

# General characters of *Acanthochiton*

- It is common on our sea coasts, adhering to rocks, but when separated strongly from the rock, it rolls itself up to more or less spherical form like a ball.
- **The body** is elongated and oval in shape. The mantle secretes in the dorsal side a calcareous shell formed of 8 overlapped plates, enabling the animal to roll into a ball. The mantle edge with calcareous spicules.
- In the ventral side, the head is small with only a mouth. The foot is large acts as a creeping organ and as a sucker.
- The mantle cavity is a groove between head-foot and the mantle edge, within found the gills on each side. The anus opens on a papilla projecting behind the foot. In front of anus on each side, an excretory pore and a genital opening.

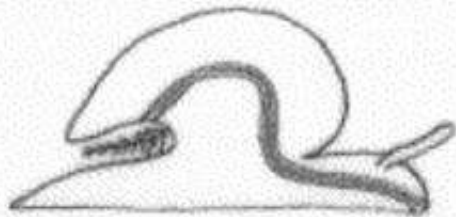
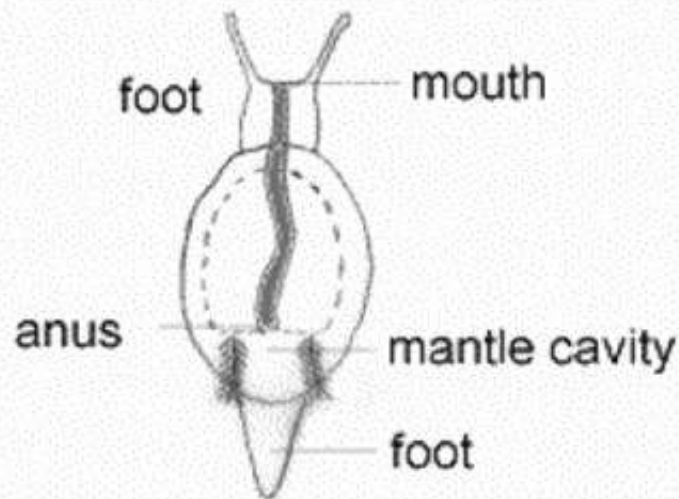
# Class: Gastropoda البطنقدميات

- Gastropoda is the large class of molluscs, lives in marinewater, freshwater and on land.
- The head and foot are fused in one structure (the head-foot), this part is bilaterally symmetrical, but the visceral hump is asymmetrical, due to two processes happened in the embryonic stages called: the **torsion** and the **spiral coiling**.
- The mantle form a coiled shell with different colours but sometimes disappear from some forms like slugs.
- Development is direct.
- It is herbivorous, and some species are predators or parasitic.
- Some species acts as intermediate hosts for some parasites like *Fasciola* and *Schistosoma*



# Torsion and spiral coiling in gastropods

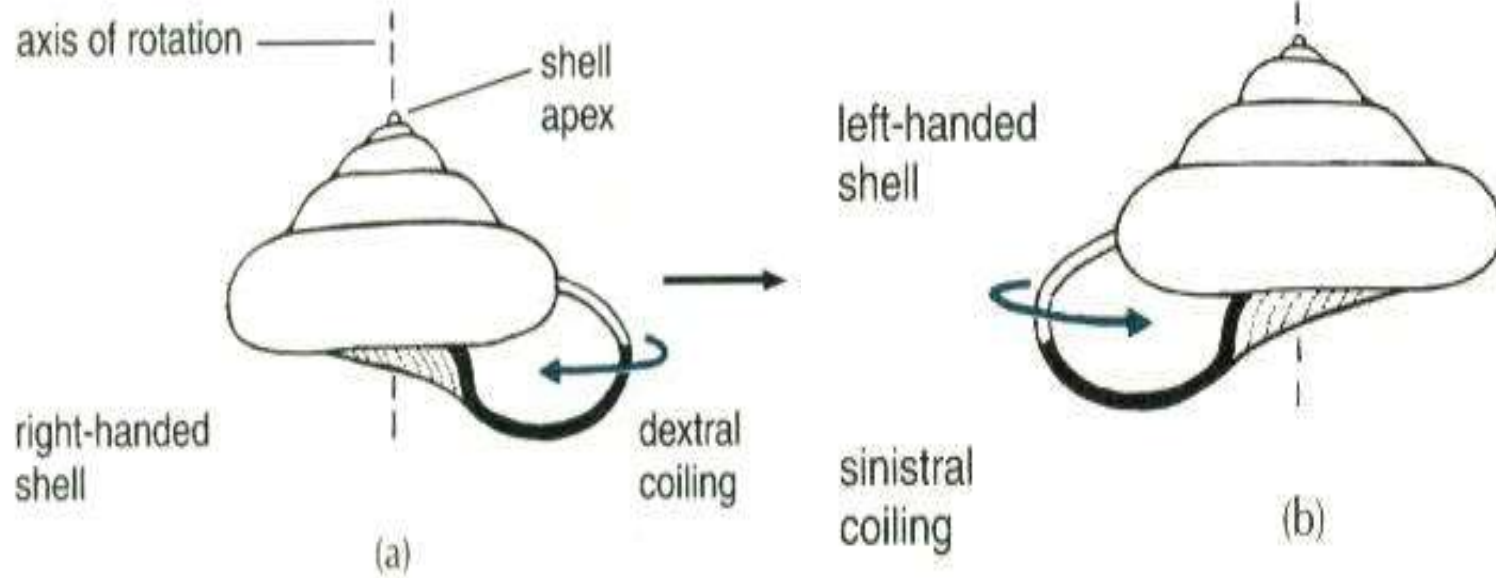
- Torsion occurs in gastropods during the larval development, where the body is symmetrical (mouth in front and anus in behind). Torsion is the rotation of the visceral mass and the mantle cavity  $180^\circ$  **anticlockwise**. Torsion brings anus and all other openings just behind the head.
- Spiral coiling: due to torsion process, the development of the visceral mass is a problem, so it coils with its shell: clockwise causes **dextral** (right handed) coiling of the shell, or anticlockwise which causes **sinistral** (left handed) coiling of the shell.



[www.bumblebee.org](http://www.bumblebee.org)

[www.pruispes.org](http://www.pruispes.org)

## Torsion in gastropods



## Coiling in gastropods

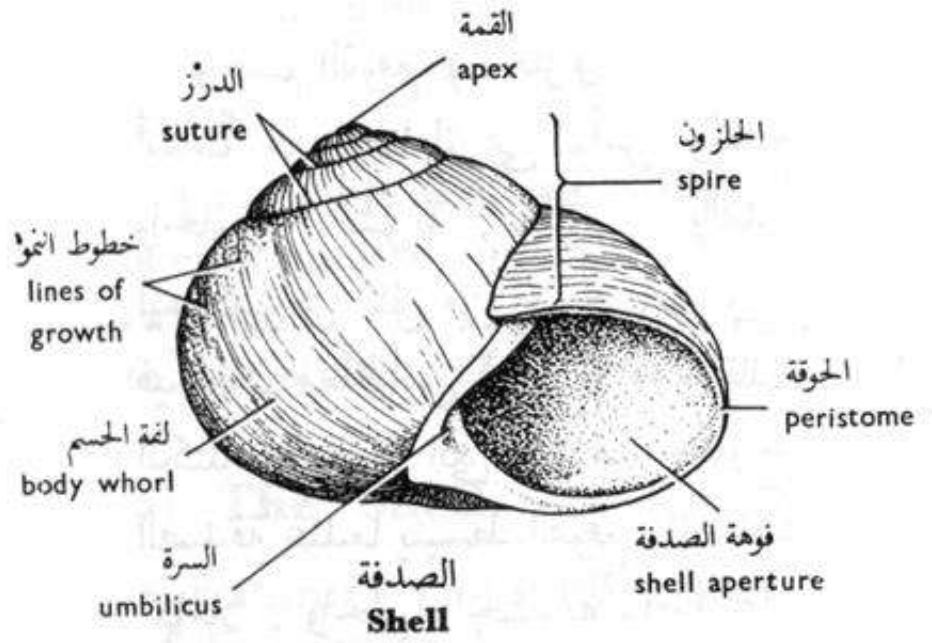


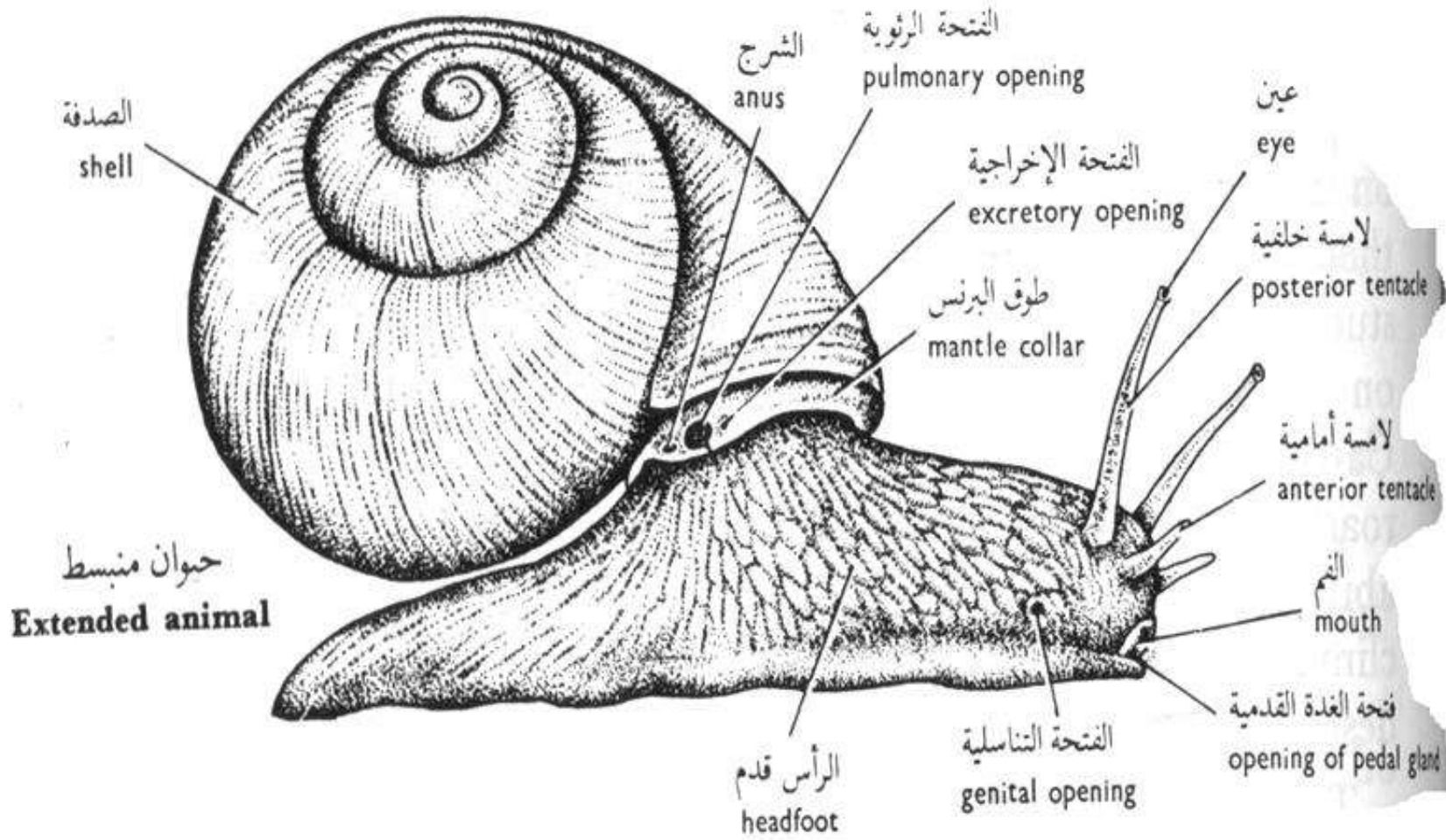
Class: Gastropoda

e.g.: *Eremina desertorum*

بطنية القدم

القوقع الصحراوي





# General characters of *Eremina*

- 1- Common in the Egyptian desert, feeds on leaves and stems of desert plants. It is nocturnal hides in its shell during the day. It is active in winter.
- The shell with 4 whorls, and it is dextral.
- The headfoot mass bears anteriorly: the mouth, below it an opening of a gland (the pedal gland) produce a slimy secretion. There are 2 pairs of tentacles: the anterior pair is short, but the posterior one is long with two black eyes. A single genital opening found on the right side of head.
- The visceral hump is spirally coiled and occupies the shell whorls. The mantle form a thick ring called the **mantle collar**, bears on the right side: the pulmonary opening which leads internally to a cavity rich with blood vesels and acts as a lung. Note also the anus and the excretory opening on the mantle collar.

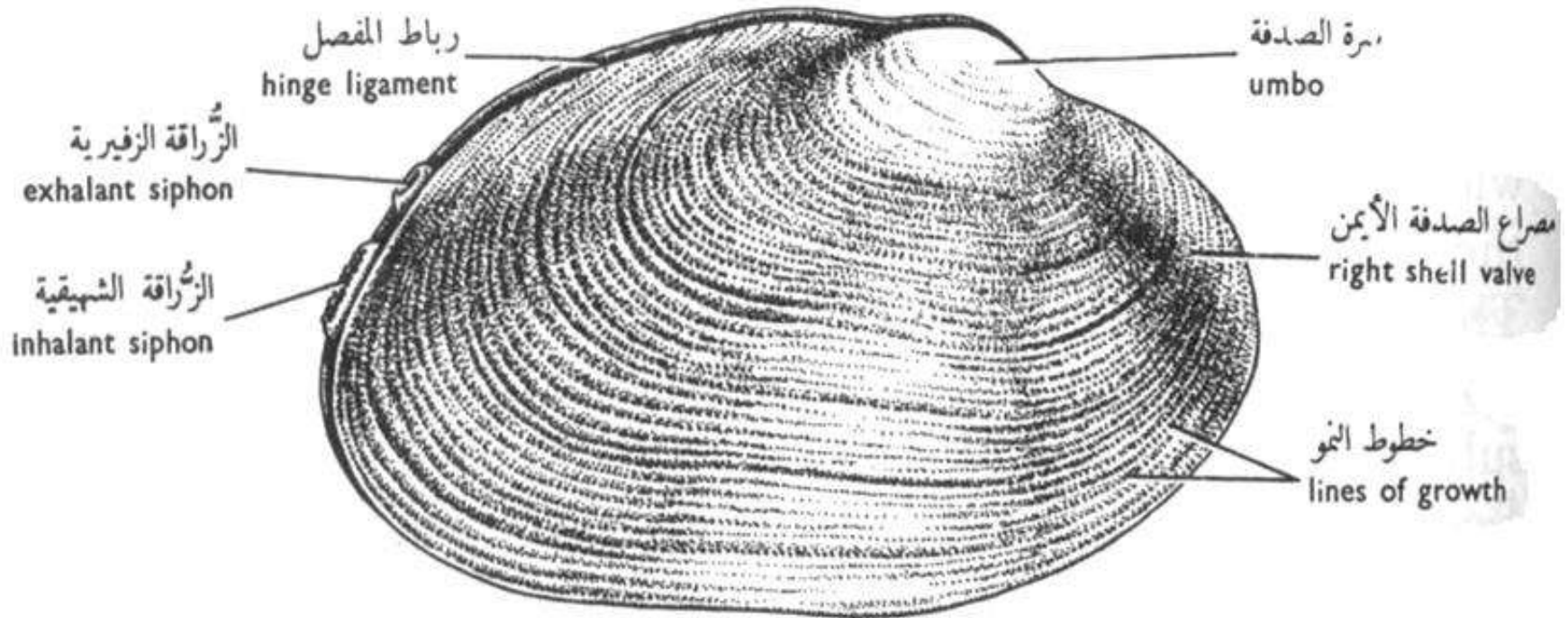
# Class: Pelecypoda (Bivalvia) or Lamellibranchiata

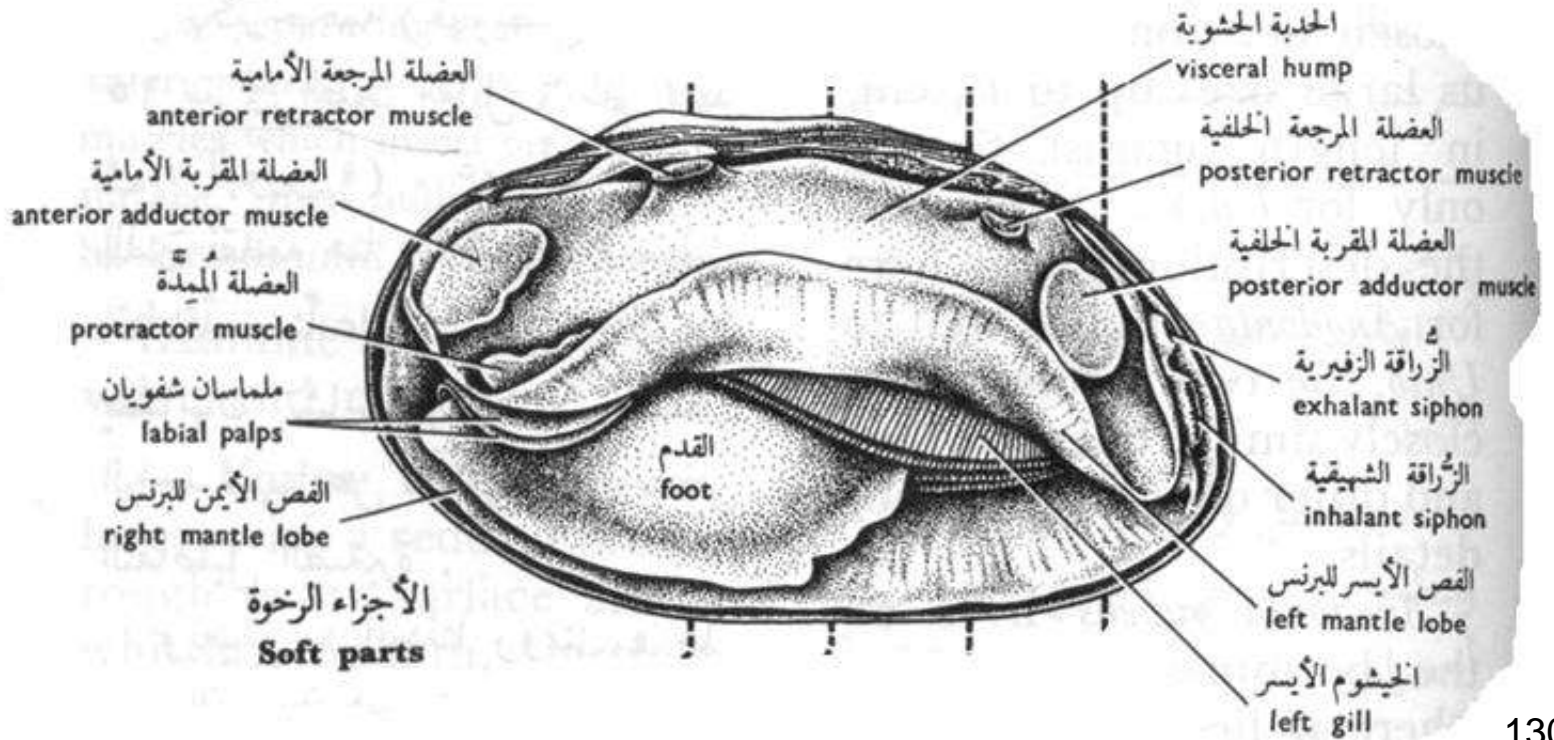
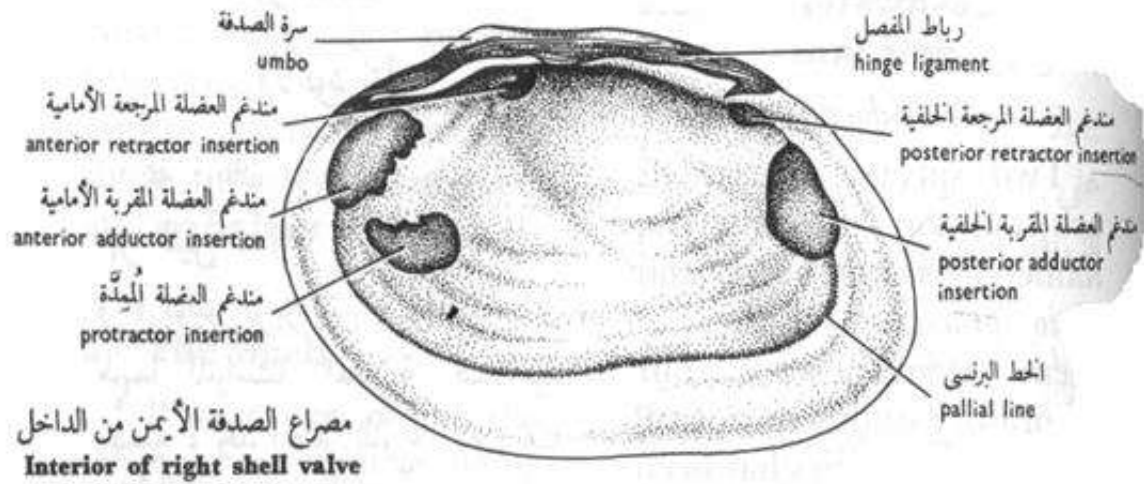
---

- Most are marine and some are freshwater.
- The mantle consists of two lobes (right and left), so the shell is bivalved, the two valves hinged dorsally and jointed by a ligament.
- The head is reduced, only labial palps around the mouth. No radula because they are ciliary feeders.
- Moves very slowly by the foot, but mostly buried in the sand with its front.
- Sexes usually separated, but some are hermaphrodite. Development includes a larva called: **veliger larva** in marine forms.

e.g.: *Anodonta rubens*  
(freshwater mussel or clam)

محار الماء العذب





# General features of *Anodonta*

- Lives on the bottom of the river.
- The shell with 2 lateral valves, hinged dorsally. **The umbo** is a swollen apex found near the anterior part. Note the parallel lines of growth on the outer surface.
- Internally, **the mantle** consists of 2 lobes, which united together posteriorly to form two tubes: **the exhalent siphon** (small and smooth-walled) and **the inhalent siphon** (wider and papillated edges for testing water).
- **The visceral hump** is the compressed mid-dorsal portion of the body.
- **The foot** is a large mass, which drags the animal very slowly in the bottom mud.
- **The labial** palps are 2 pairs around the mouth carry cilia which drive food particles towards the mouth.

- **The gills** are 2 in number, very large and each one is formed of two plate-like folds.
- The muscles showing on the mantle surface are: the anterior and posterior **adductor muscles** which controlling the shell valves. The anterior and posterior **retractor muscles** which withdraw the foot inside the shell. The **protractor muscle** which forcing the foot outside the shell. Note the insertions of these muscles on the smooth inner surface of each valve.



# Class: Cephalopoda الرأسقدميات

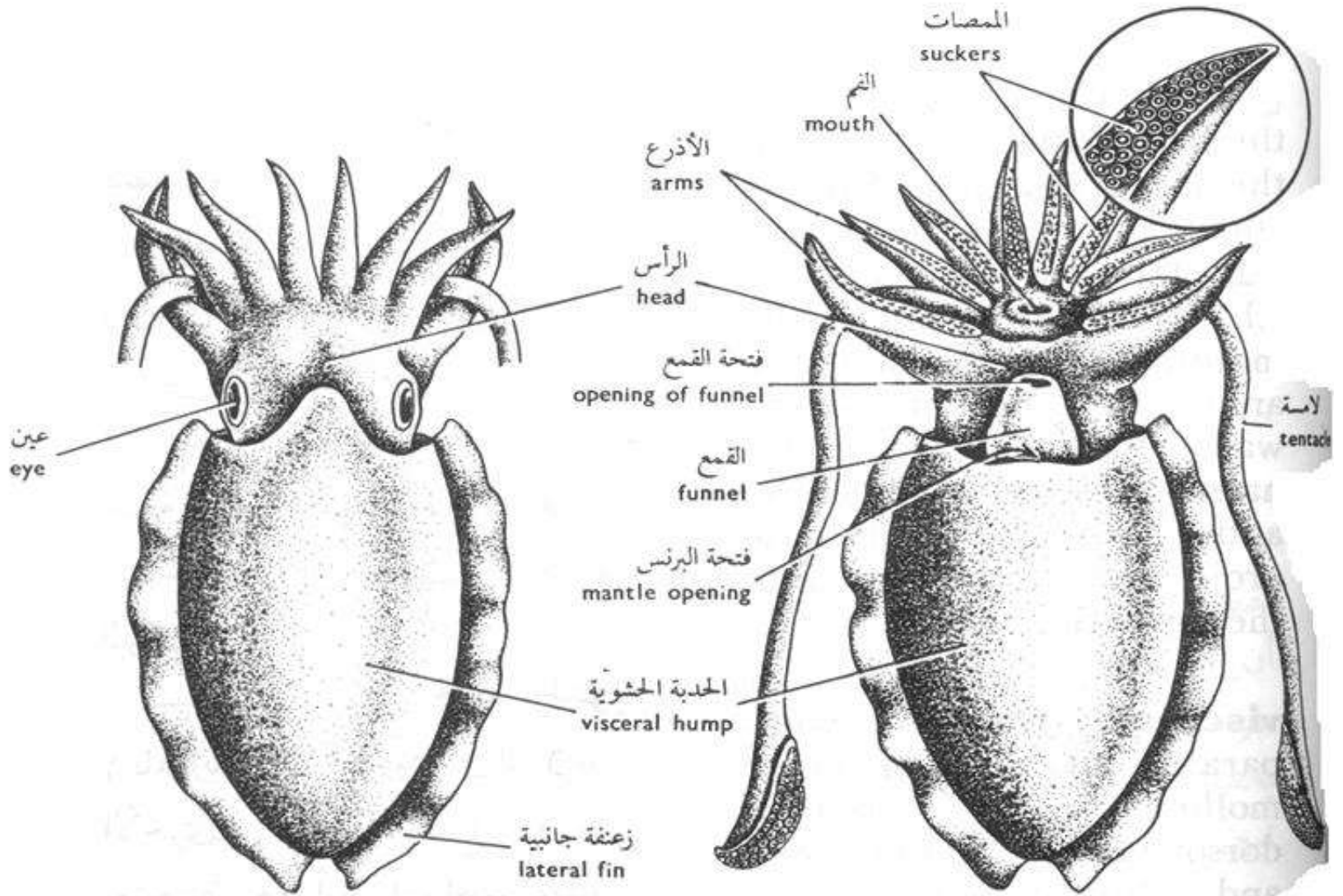
- All are marine, it is the highest molluscs in development.
- The shell present internally or absent.
- The head is well-developed, with large eyes (as vertebrates eyes). The head bears a number of tentacles and arms (8-10) with strong suckers to capture the prey. These arms maybe are the modified anterior part of foot, thus called: Cephalopoda (head-foot).
- They are predators, so the mouth contains the radula and two sharp horny claws.
- The mantle cavity present in the ventral side contains the gills, anus, excretory and genital openings, also a muscular funnel opens in the cavity (it is the posterior part of foot).
- The circulatory system is closed.

- The nervous system is the highest system in all invertebrates, the ganglia are concentrated and fused together to form a brain enclosed in a cartilaginous capsule which contains statocysts.
- The sexes are separated and the development is direct.
- Cephalopods have several modes of defence. Some species can release light (**Bioluminescence**). Some species contains **Chromatophores** in their cells allow them to change colour. Lastly, most species have a sac which contains a black ink-like substance that can envelop and temporarily cloud the enemies' vision.



**Order: Dibranchiata** ثنائية الخياشيم  
**Suborder: Decapoda** عشرية الأرجل  
**e.g.: *Sepia savignyi*** الحبار





(منظر ظهري Dorsal view)

(منظر بطني Ventral view)

# General features of *Sepia*

- The body is divided into a head and a visceral hump.
- The head with 2 large eyes similar to those of vertebrates. Also bears the mouth which surrounded by 8 arms (each arm is provided with 4 rows of suckers) and two long tentacles. The tentacles are used in catching the prey and the arms for holding it during eating.
- A muscular funnel found in the ventral side of the head, it opens in the mantle cavity. The water from the mantle cavity is forced out through the funnel opening causing the animal jerk backwards and emits a cloud of ink to escape from enemies.
- The visceral hump with 2 lateral fins, by which the animal swim. An internal shell present in the dorsal side of the visceral hump beneath the integument. Ventrally, occures the mantle cavity with a wide anterior mantle opening.

# The importance of molluscs

- ▶ Some species of **Gastropods** consider as food for a lot of vertebrates and some people eat certain types of snails.
- ▶ Some **snails** acts as intermediate hosts for some parasites like *Fasciola* and *Schistosoma*
- ▶ People feeds on most species of **bivalves** like clams.
- ▶ The **shells of some bivalves** are important in the button industry. Also some companies grind the shells and offer them as food rich in calcium for birds.
- ▶ Some countries use broken shells in pavements.
- ▶ Pearl production (from some **bivalves**) is an important industry, especially in Japan, China, Australia.
- ▶ Some bivalves can dig into untreated wood or rocks and damage marine constructions, such as piers and boats.
- ▶ The squid shell grind and offer them as food for birds and some companies use this shell in toothpaste industry.

# Phylum: Echinodermata شوكية الجلد

- All are marine, found in the shores to the great depths. Includes forms quite different from the preceding invertebrates.
- Some are free living and some are sessile.
- Adults are radially symmetrical while larvae are bilaterally symmetrical.
- **The body** is not divided, with different shapes (star, rounded or cylindrical).
- They possess a dermal skeleton consists of calcareous ossicles which may develop into short or long spines pushes out on the surface, thus the name: Echinodermata.
- **The coelom** divided into several divisions (perivisceral coelom, perihæmal cavity and a water vascular system characterize this phylum).
- **The water vascular system** is connected to tube feet present on the outer body surface, these feet are the main locomotion organs but can also assist in sensation, respiration and food collecting.

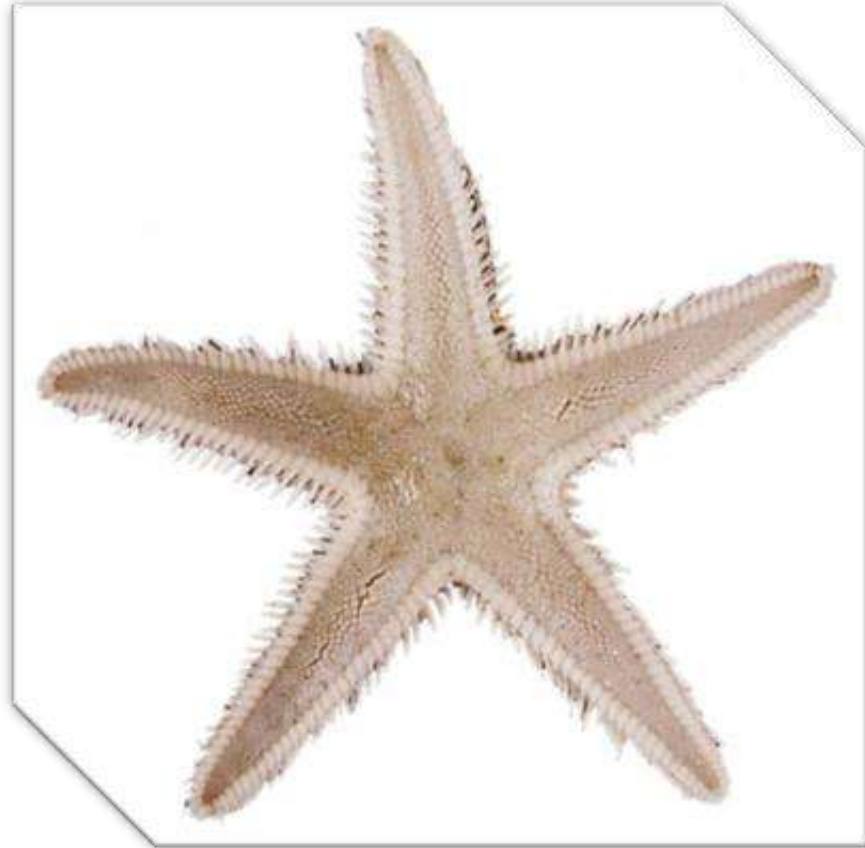


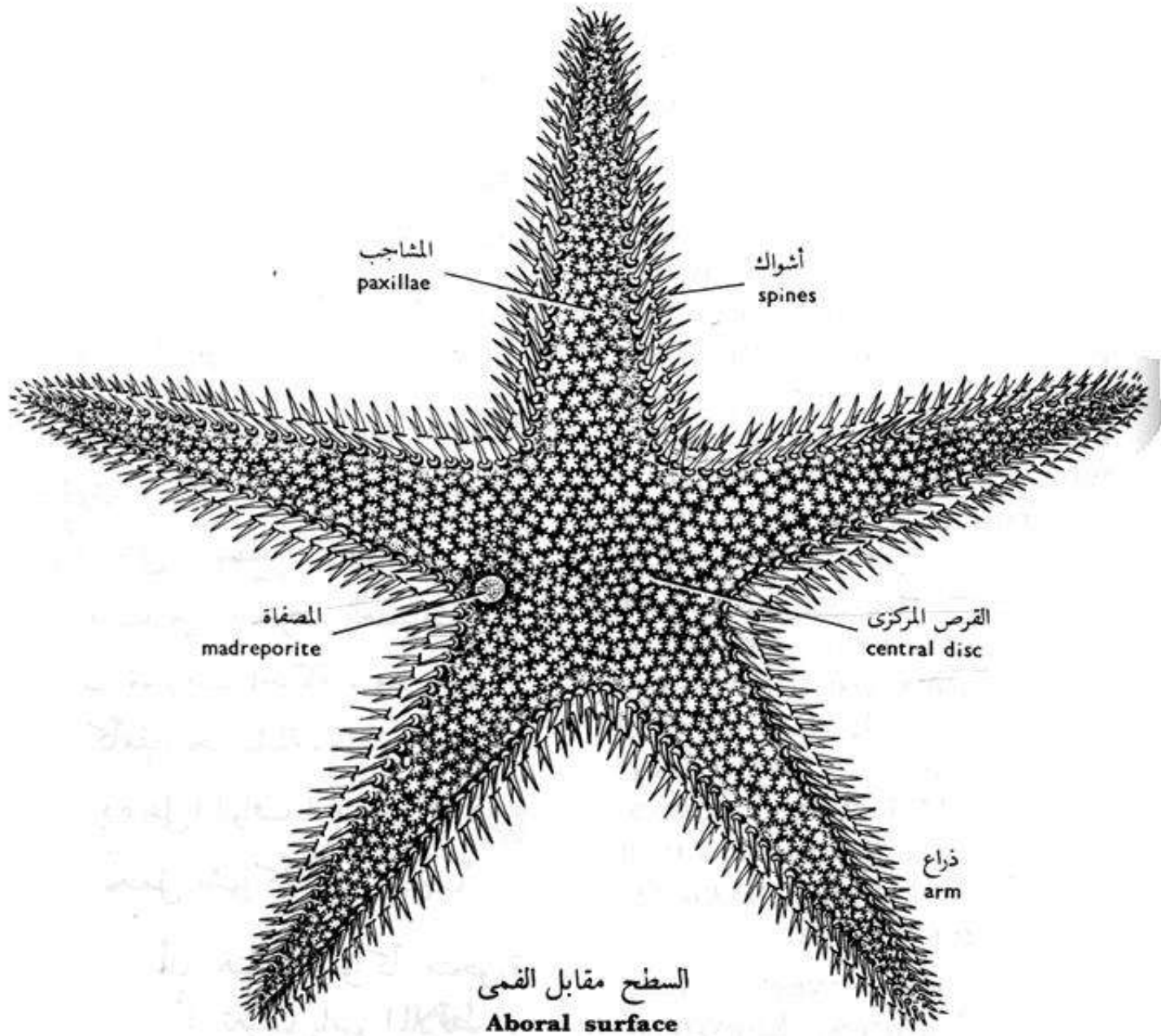
- **Respiration** by dermal gills, tube feet or respiratory tree in class: Holothuroidea .
- **The nervous system** with circumoral nerve ring and radial nerves in all body.
- **The digestive system** is usually complete but in some forms there is no anus.
- **The circulatory system** is very reduced.
- No special excretory organs.
- **The sexes** is usually separated and the development maybe direct or including larva formation.
- Show high power of regeneration.

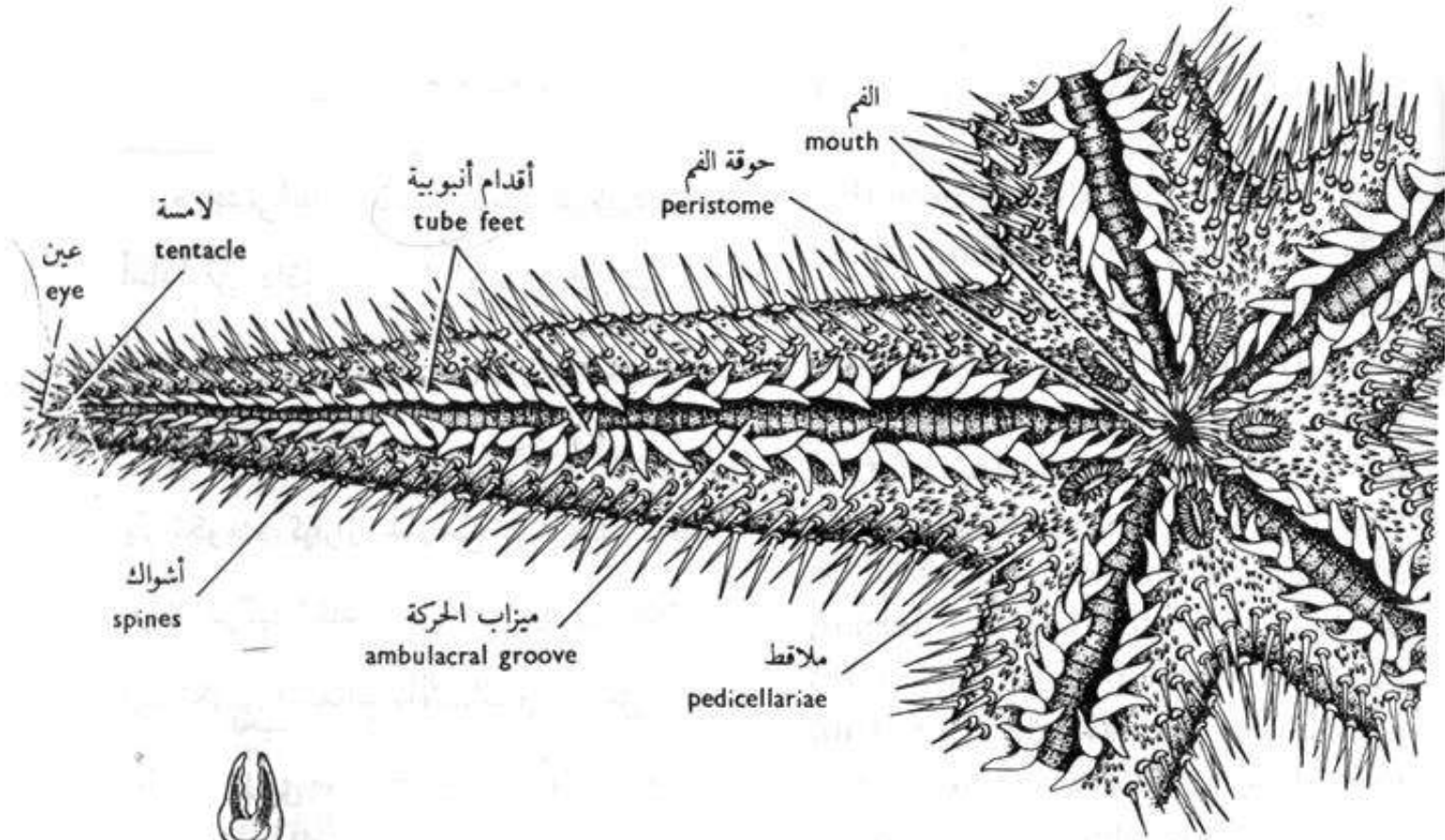
Subphylum: Eleutherozoa الشوكيات الطليقة

Class : Asteroidea

e.g.: *Astropecten relitarius* نجم البحر







عين  
eye

لامسة  
tentacle

أقدام أنبوبية  
tube feet

حوقة الفم  
peristome

الفم  
mouth

أشواك  
spines

ميزاب الحركة  
ambulacral groove

ملاقط  
pedicellariae



ملاقط  
Pedicellaria

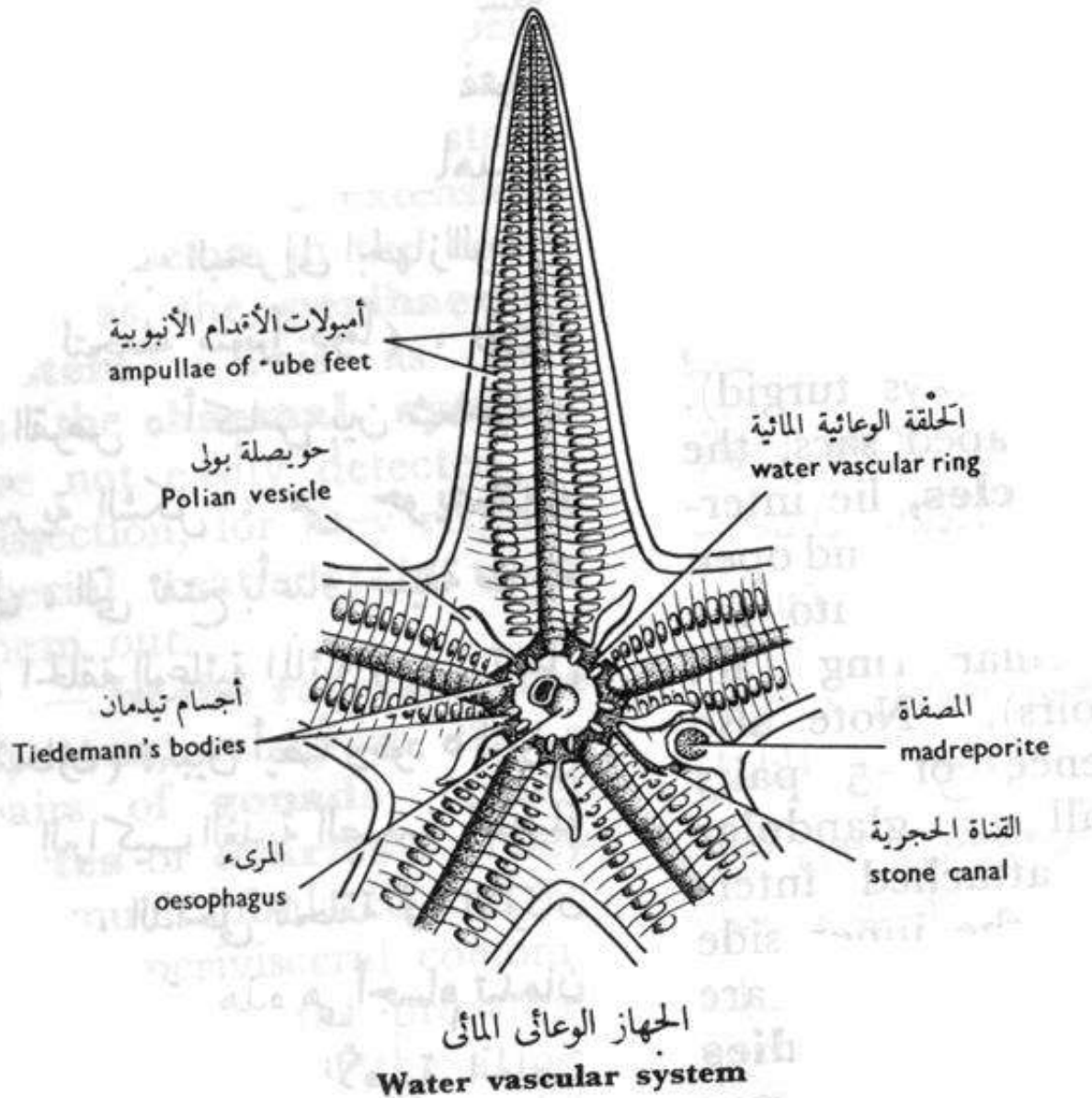
السطح الفمي  
Oral surface

# General characters of *Astropecten*

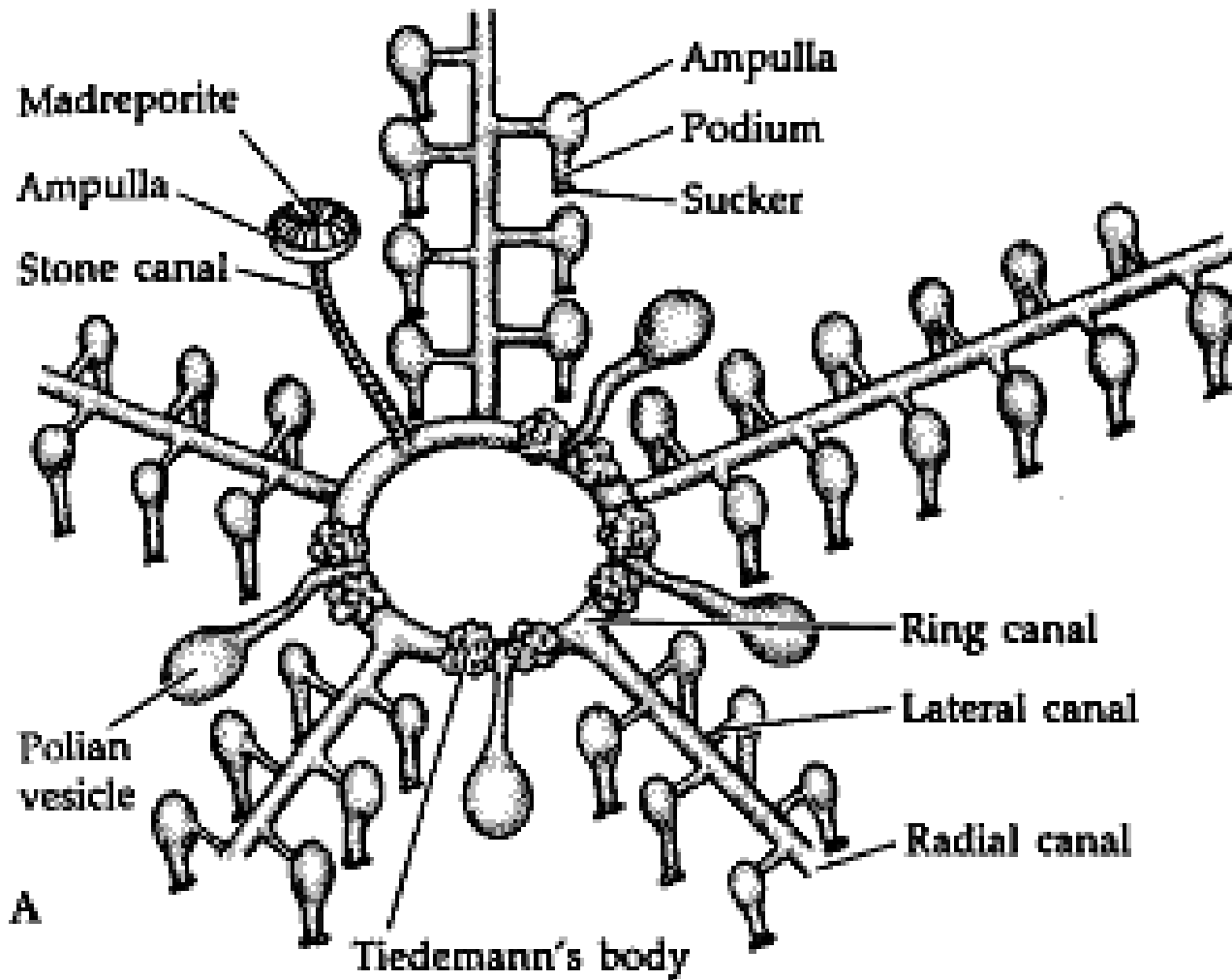
- Common in our seas, creeps slowly on the bottom but in rest it lies buried in the sand except the central part.
- **The body** is star-shaped, consisting of a central disc prolonged into 5 arms. The with two surfaces: a lower oral surface and an upper aboral surface.
- **On the aboral surface**, note the pointed spines on the edges of each arm and a blunt spines found in bundles called: the paxillae. Very minute dermal gills arise between the paxillae. Note also a plate with pores in the central disc, opposite to the angle between any two arms. This plate (the madreporite) lead into the water vascular system.

**On the oral surface**, note the mouth in the centre, surrounded by a soft area (the peristome). Five ambulacral grooves extended out from the mouth along the entire length of each arm. Note, conical structures (the tube feet) project in 2 rows along each ambulacral groove. The terminal tube foot (called: the tentacle) has a pigmented spot (the eye) on its base. Note the different types of spines and the very small modified spines which known as pedicellariae, these small spines clean the body surface and the ambulacral grooves.

# The water vascular system



# The water vascular system



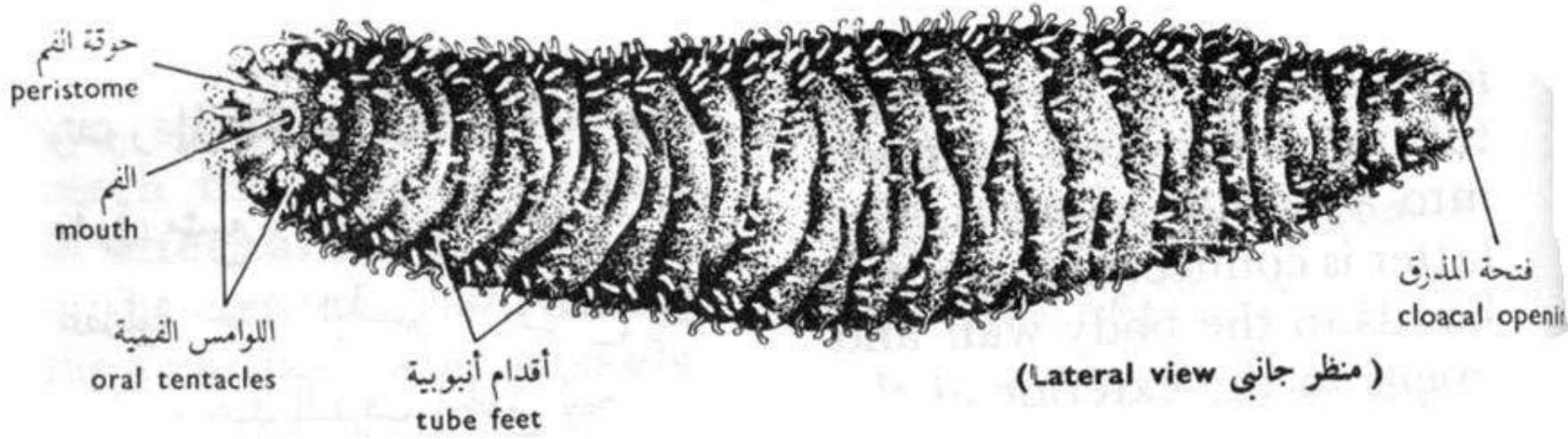


- The water vascular system or Ambulacral system is filled with sea water, It consists of **madreporite**, **stone canal**, **ring canal**, **5 radial canals**, **Tiedemann's bodies**, **Polian vesicles**, **lateral canals** and **tube feet**.
- The **madreporite** present on the aboral surface of the central disc, and contains a number of pores led into small canal which open into a stone canal.
- The walls of the **stone canal** are strengthened by calcareous rings keep it open and the inner surface is lined with ciliated cells. The movement of cilia will draw water currents into the stone canal.
- The **ring canal**: is present around the mouth and contains Polian vesicles and Tiedemann's bodies.

- **The radial canals:** arise from the ring canal and run throughout the entire length of the arm. Each radial canal lies below the ambulacral groove.
- From the radial canal of each arm, pairs of **lateral canals** will arise and they end with **tube feet**. The basal part of the tube feet is bulged and called ampulla and ends with a sucker. The ampulla contains circular and longitudinal muscles. Lateral canal will open into ampulla and is guarded by a valve.
- **Polian vesicles:** store water so they are considered as reservoirs.
- **Tiedmann's bodies:** They produce amoebocytes (the excretory organs).

Class: Holothuroidea الخيارات  
e.g.: *Holothuria curiosa* خيار البحر





# General characters of *Holothuria*

- It is frequently seen near our sea coasts.
- It moves very slowly on the sea bottom by the muscular contractions of its body wall and with the help of its tube feet.
- The body is much elongated, cylindrical and soft. The **mouth** and **anus (cloacal opening)** are located at opposite ends of the body
- There are retractile locomotory **tube feet**, densely scattered all over the body surface.
- At the oral end, there is a large mouth opening, surrounded by a thin **peristome**. Around the edge of the peristome arises a circle of **oral tentacles** for food collecting purposes, and are considered as enlarged and greatly modified tube feet.

# The importance of echinoderms

- ▶ Echinoderms play many environmental roles as some species such as sea cucumbers burrow into the sand, providing more oxygen in the depths of the sea floor, and this allows more organisms to live there.
- ▶ They are considered a source of food. In some countries, large quantities of sea urchins and sea cucumbers are caught as they are considered a delicacy.
- ▶ They are used as a treatment and in scientific research, and for example, some toxins of sea cucumber slow the rate of growth of cancer cells, so there is interest in using them in cancer research.
- ▶ They are used in agriculture where the solid skeleton of echinoderms is used as a source of lime by farmers in some areas where limestone is not available.
- ▶ Some species of sea cucumbers have a thick soft skin that is used to make slippers.

# References

- **El-Banhawy M.A.; Demian E.S.; Shalaby, A.A.; Roshdy, M.A.; Saoud, M.F.A. and Said, E. (1998):** Text book of Zoology. 8<sup>th</sup> edition. Dar Al-Maaref, Cairo, Egypt.
- **أحمد حماد الحسيني واميل دميان (1969) :** بيولوجية الحيوان العملية (الجزء الثالث) دار المعارف - مصر.