

به نام خدا

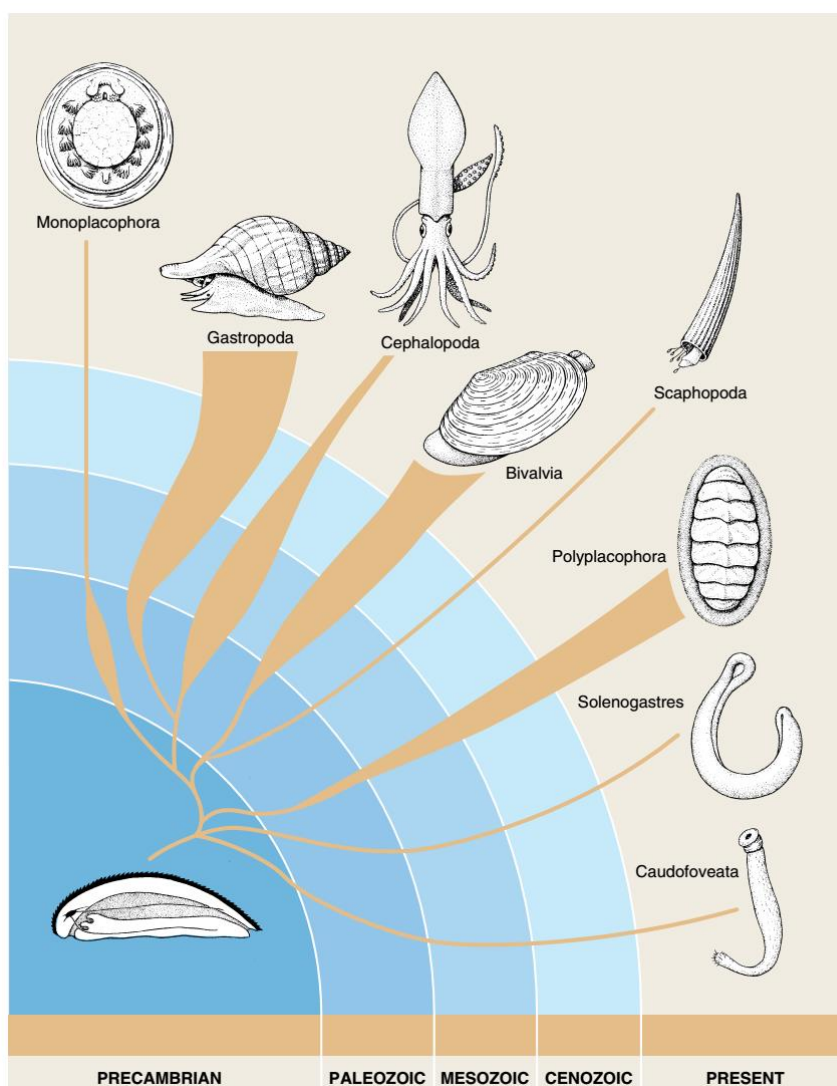
دانشگاه حکیم سبزواری

گروه زیست شناسی

زیست جانوری

شاخه نرمتنان Phylum Mollusca

شاخه نرمتنان شاخه ای بسیار بزرگ و متنوع از بی مهرگان است و بعد از بند پایان بزرگترین شاخه عالم جانوری محسوب می شود. (عده ای معتقدند که شاخه کرمهای لوله ای بعد از بند پایان بزرگترین شاخه می باشند). نرمتنان بدنی نرم فاقد تقسیم دارند؛ همه آنها دارای سلوم واقعی بوده و پروتوستوم می باشند. این جانوران فاقد بدن بند بند بوده تسهیم از نوع مارپیچی دارند و شیروسل اند. نرمتنان اغلب در یک صدف خارجی محفوظند و بعضی نمونه ها دارای صدف داخلی یا تحلیل رفته اند، تعداد محدودی هم فاقد صدف می باشند. جانوران این شاخه بیشتر آزادند و به آهستگی می خزند. تعدادی به صخره ها یا صدفها می چسبند، بعضی سوراخ ایجاد می کنند و بعضی روی آب شناورند بعضی دوکفه ایها مروارید تولید می کنند بعضی حلزونها میزبان واسط کرمهای انگلی هستند.



صفات اختصاصی:

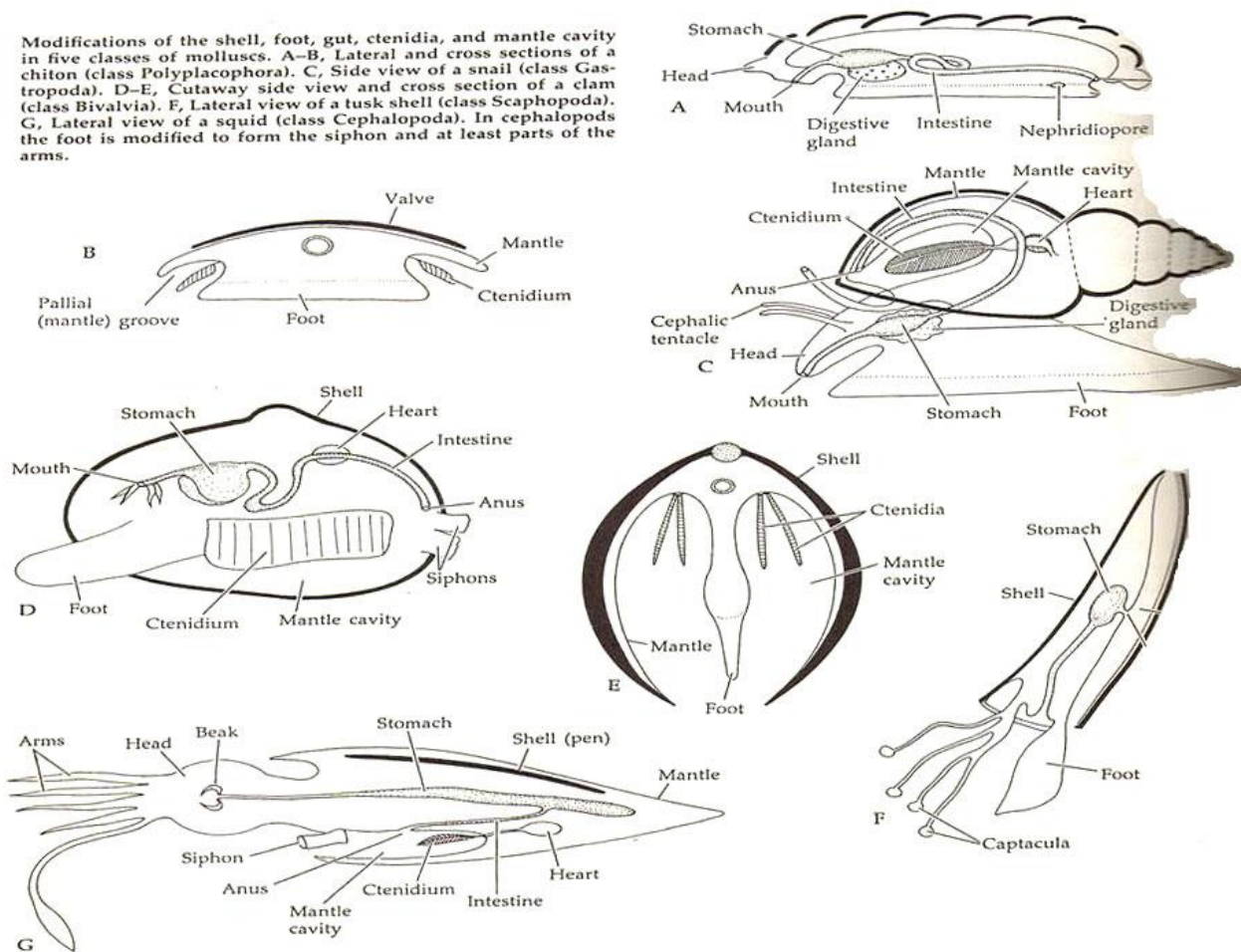
- 1- بدن آنها فاقد تقسیم و دارای تقارن دو جانبی (Bilateral) است.
- 2- قسمت سردرد و رده شکپایان و سرپایان رشد کرده و در بقیه رده ها تحلیل رفته است. نرمتنان یک پای شکمی عضلانی دارند و بدنشان را از خارج یک بافت نسبتاً محکم و تا حدی ارتجاعی به نام روپوش (Mantle) پوشانده که این روپوش نازک معمولاً در سطح پشتی است. صدف در نمونه های دارای صدف (که توده ای آهکی و محکم است) از روپوش ساخته می شود.

- 3- دستگاه گوارش کامل دارند که در آن مخرج و دهان مشخص است. همه نرمتنان به جز دوکفه ایها در دهان خود عضوی به نام سوهانک (Radula) دارند که دارای چندین ردیف دندان می باشد و برای جویدن و خورد کردن مواد غذایی به کار می آید. غدد گوارش در نرمتنان عبارتند از: یک کبد بزرگ و غدد بزاقی
- 4- قلب نرمتنان در ناحیه پشت قرار دارد. شامل دودهلیزیویک بطن است و این مجموعه در حفره ای در داخل بدن به نام حفره دور قلبی (Pericardium) قرار دارد. معمولا خون آنها هموگلوبین ندارد و بیشتر دارای رنگدانه هموسیانیین است. گردش خون در آنها باز است به جز در درده سرپایان که گردش خون بسته دارند.
- 5- دستگاه دفع در نرمتنان سیستم نفیدی است. تعداد نفیدی ها در اعضای این شاخه متغییر است. در بعضی از آنها نفیدیها خیلی پیشرفته اند که آنها را می توان نوعی کلیه ساده دانست. حفره عمومی بدن نرمتنان به چند حفره تقسیم می شود: یکی از حفره ها حفره ایست که کلیه و دستگاه تناسلی را در بر می گیرد و دیگری حفره ایست که قلب در آن جای دارد.
- 6- دستگاه عصبی نرمتنان شامل 3 تا 5 زوج عقده (Ganglion) است که با اعصاب طولی و عرضی به هم مربوط می شوند. دستگاه عصبی در گروه سرپایان چنان پیشرفته است که به نظر می رسد مغز است.
- 7- جنسها معمولا از هم جدا هستند (بعضی از آنها هرمافرودیت اند که در تعدادی از اینها یک غده تناسلی وجود دارد که ابتدا اسپرم و سپس تخمک تولید می کند (Protandric). در نرمتنان غده های تناسلی یک یا دو عدد بوده مجاری ویژه ای دارند. لقاح در داخل یا خارج بدن آنها به وقوع می پیوندد و به عبارتی دارای لقاح خارجی یا داخلی می باشند.

شاخه نرمتنان به هفت رده تقسیم می شود:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| Gastropoda | 1- شکمپایان |
| Aplacophora | 2- بی صدفان |
| Monoplacophora | 3- تک صدفان |
| Scaphopoda | 4- ناوپایان |
| Polyplacpphora | 5- چند صدفان |
| Bivalvia, Pelecypoda | 6- دوکفه ایها، تبرپایان |
| Lamellibranchia | یا تیغه آبششان |
| Cephalopoda | 7- سرپایان |

Modifications of the shell, foot, gut, ctenidia, and mantle cavity in five classes of molluscs. A-B, Lateral and cross sections of a chiton (class Polyplacophora). C, Side view of a snail (class Gastropoda). D-E, Cutaway side view and cross section of a clam (class Bivalvia). F, Lateral view of a tusk shell (class Scaphopoda). G, Lateral view of a squid (class Cephalopoda). In cephalopods the foot is modified to form the siphon and at least parts of the arms.

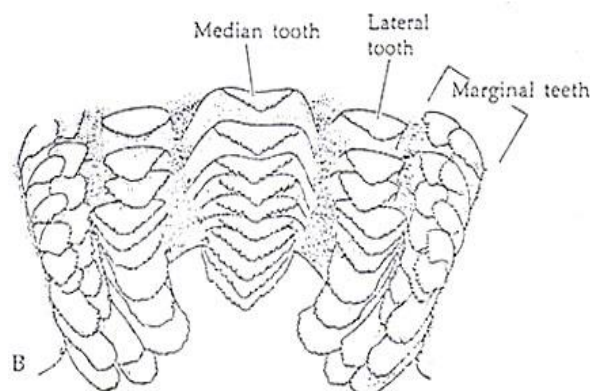


رده

Class Gastropoda

1- رده شکم پایان

شکمپایان بزرگترین رده نرمتنان است که از دوره کامبرین تاکنون زندگی می کنند جانوران این رده در سازش با محیط های مختلف از موفق ترین نرمتنان هستند چنانکه بعضی از نمونه های آنها در دریا زندگی می کنند، برخی در آب شیرین و حتی عده ای در خشکی بسر می برند. در نمونه های خشکی زی حفره روپوشی به شش تبدیل شده و فاقد آبشش می باشند. در شکم پایان قسمت سر از بقیه قسمتهای بدن قابل تفکیک نیست ولی سر در جلو قرار دارد و روی آن زوائدی به نام شاخک حسی وجود دارد. دهان در انتهای قدامی (جلویی) سر قرار دارد و دارای سوهانک است. سوهانک عضوی در دهان نرمتنان است که همانند صفحه ای تسمه مانند دربرگیرنده تعدادی دندان می باشد بطوریکه دندانها در ردیفهای طولی و عرضی بر روی این صفحه قرار گرفته اند. دندانها در ردیفهای مختلف از نظر شکل و اندازه باهم تفاوت دارند.



شکمپایان از نظر وضعیت تنفسی به سه زیر رده تقسیم می شوند:

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| Subclass Prosobranchia | 1- زیررده جلوآبششان |
| Subclass Opisthobranchia | 2- زیررده عقب آبششان |
| Subclass Pulmonata | 3- زیررده شش داران |

1- زیررده جلوآبششان:

در این زیررده حفره روپوشی (یعنی حفره بین دستگاههای داخلی و صدف پشتی) مخرج و برانشی ها در جلوبدن واقع شده اند به همین سبب به آنها جلوآبششی یا جلوبرانشی می گویند. به نظر می رسد بدن دچار چرخش شده چنانکه مخرج روی سر قرار گرفته است. بیشتر شکمپایان جز این زیررده می باشند. نمونه هایی از این گروه مانند: *Halotis*, *Cardium*, *Toritella*, *Venus*

2- زیررده عقب آبششان:

چرخش بدن در این زیررده صورت نگرفته است، حفره روپوشی و صدف کوچک شده یا حتی از بین رفته است. گونه های زیادی از آنها دارای تقارن اند (در حالیکه جلوآبششان به دلیل چرخش بدن تقارن ندارند و اگر هم داشته باشند تقارن جانبی است). بیشتر آنها هرمافرودیت می باشند. در بعضی نمونه های این زیر رده که به برهنه آبششان معروفند برانشی ها در اطراف مخرج قرار دارند مانند: *Doris* از نمونه های معروف عقب آبششان می توان *Aplysia* را نام برد.

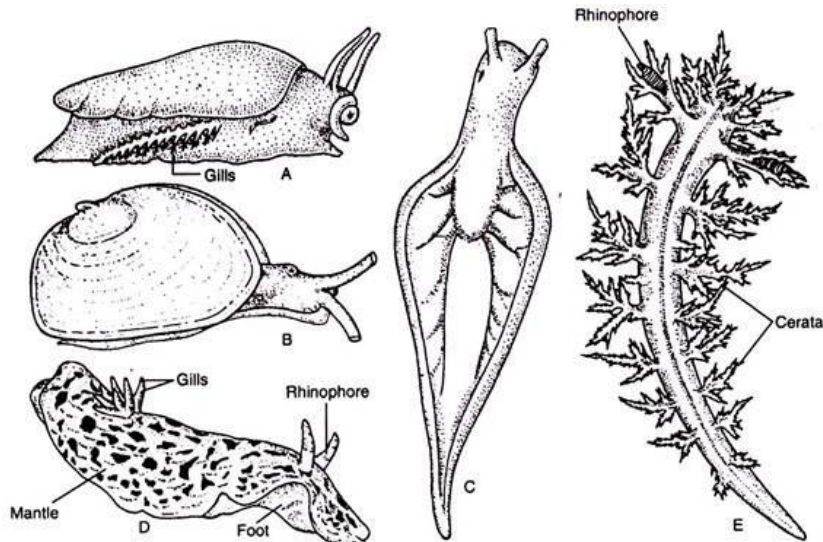


Fig. 16.56: Some opisthobranchs. A. *Pleurobranchus*. B. *Berthelinia*. C. *Elysia*. D. *Glossodoris*. E. *Dendronotus*.

3- زیررده شش داران:

شامل حلزونهای زمینی (یا به عبارتی شامل شکمپایان خشکی زی این زیررده) می باشد. در این جانوران برانش از بین رفته و به حفره روپوشی تبدیل شده است. روی سر شکمپایان در این زیررده دوجفت شاخک وجود دارد. *Helix* (حلزون معمولی) نمونه ای از این شکمپایان است.

ساختمان صدف و روپوش:

صدف شکم پایان به شکل مخروطی یا مارپیچ لوله ای است و توده احشایی جانور را نیز در بر می گیرد. ساختمان صدف از قله که دارای کوچکترین و قدیمی ترین حلقه است شروع می شود و بتدریج حلقه ها بزرگتر شده دور محور صدف می پیچند تا بالاخره به آخرین و بزرگترین حلقه یا دهانه (یعنی محلی که از آنجا سروپای جانور خارج می شود) ختم می شود. اگر صدف در جهت حرکت عقربه های ساعت بگردد آنرا راست گرد (Dextral) گویند و اگر خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت بگردد آنرا چپ گرد (Sinistral) نامند. برای مشخص کردن راستگرد یا چپگرد بودن صدف بدین طریق عمل می شود: در حالتی که قله به سمت بالا و دهانه به سمت شخص ناظر است اگر دهانه در سمت راست شخص ناظر باشد، صدف راست گرد و اگر در سمت چپ

باشد صدف چپ گرد خواهد بود. نمونه های شکمپایان امروزی بسیار شبیه به نمونه های اولیه این رده هستند ولی اجداد آنها دارای سربزرگ صدف یک قسمتی پهن و پای مسطح خزنده بوده اند. چون بزرگ بودن صدف حرکت و شنای جانور را مشکل می ساخت، تغییراتی مثل پیچ خوردگی صدف و چرخش بدن صورت گرفت تا جانور راحت تر بتواند حرکت کند. چرخش بدن و پیچ خوردگی صدف مراحل تکامل جداگانه ای دارند و تا کنون دلایل قانع کننده ای برای چرخش 180 درجه ای بدن آنها ارائه نشده است.

شکمپایان اولیه در قسمتهای مهم بدن تقارن دوطرفی داشته اند ولی در گونه های جدید در اثر چرخش 180 درجه بدن به دور محور صدف این تقارن از بین رفته است (البته در بعضی نمونه های امروزی نیز تقارن دوطرفی دیده می شود که این تقارن طی یک تحول ثانویه دوباره بوجود آمده است) در نتیجه چرخش بدن شکمپایان، حفره روپوشی، برانشی ها، مخرج و مراکز نفیدی در بخش جلویی بدن قرار گرفته اند که در واقع در پشت سر جانور به خارج باز می شوند. لوله گوارش به شکل U درآمده و در دستگاههای دیگر تغییراتی رخ داده است.

معمولاً صدف شکمپایان راستگرد هستند و تعداد اندکی دارای صدف چپگرد میباشند مانند *Bolinus* که صدف چپگرد دارد.

لایه های صدف:

اولین قسمت صدف که توسط لعاب ساخته شده و اندازه کوچکی دارد و نیز فاقد هرگونه ساختمان تزئینی است، ناحیه داخلی می باشد. ساختمان صدف در شکمپایان و اساساً در نرمتنان از نظر ترکیبات تشکیل دهنده اش آمیخته ای از مواد معدنی و ترکیبات پروتئینی است و اگر برشی در صدف بزنیم از خارج به داخل حداقل سه لایه مشاهده میشود که عبارتند از:

Priostracom

1- خارجی ترین لایه

لایه ای است مقاوم ولی نازک که تاحدی شبیه کیتین حشرات میباشد و ترکیب اصلی آن پروتئین شاخی Chonchiolin است. این بخش از لبه های روپوش ترشح میشود و صدف را در مقابل اسید کربنیک موجود در آب محافظت می کند. اگر این لایه آسیب ببیند سایر لایه های صدف خیلی زود خراب می شوند.

Prismatic layer

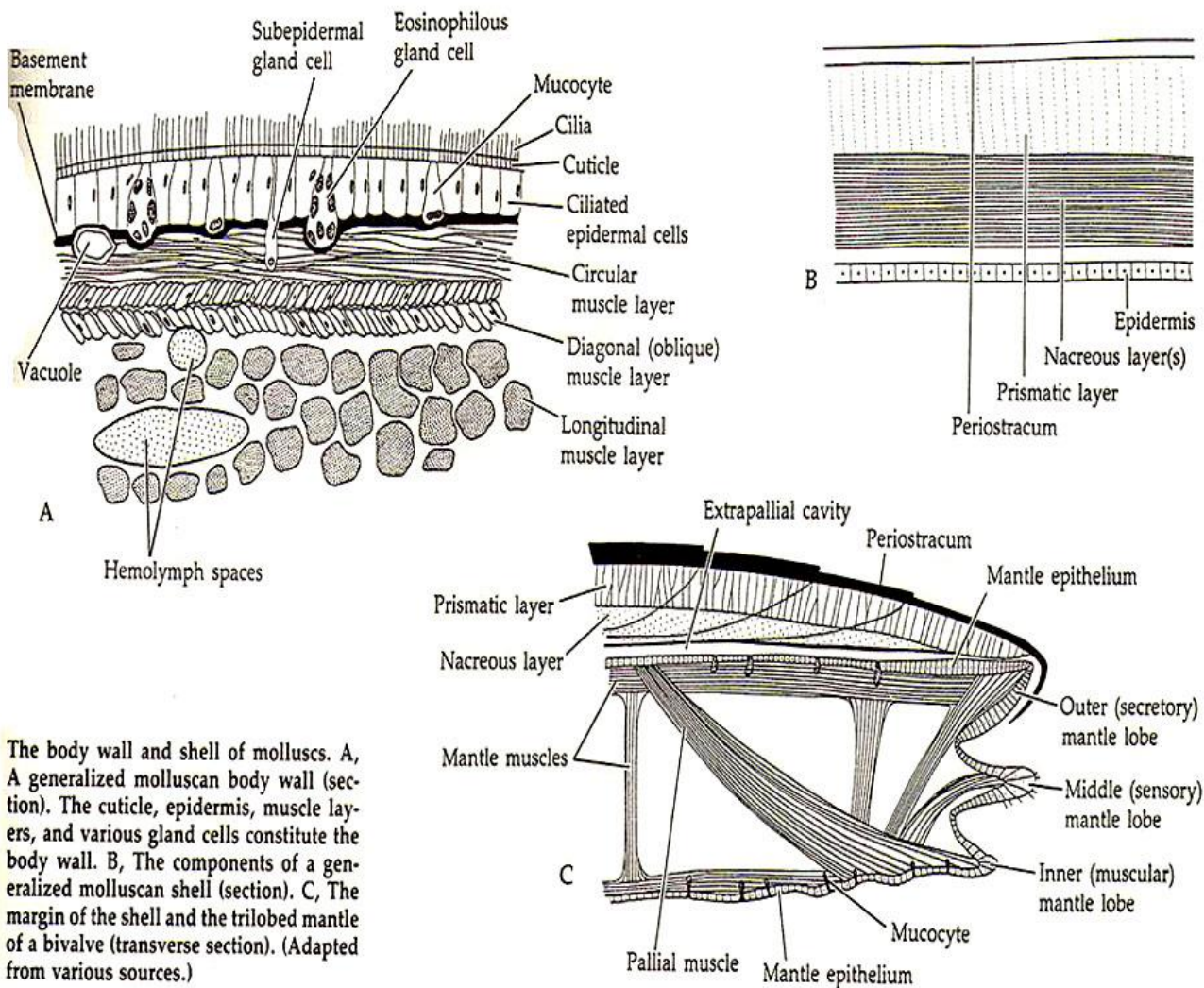
2- دومین لایه

این لایه بشکل منشور بوده و به همین سبب به لایه منشوری (Prismatic layer) معروف است. لایه منشوری از جنس کربنات کلسیم بوده توسط لبه روپوش ترشح می شود و در آن مواد معدنی بصورت عمودی و منشوری قرار می گیرند.

Nacreus layer

3- داخلی ترین لایه

به لایه مادر مروارید معروف است براق و درخشان بوده و توسط تمام بخشهای روپوش ترشح می شود. سروپای شکمپایان توسط عضله منقبض کننده ای به درون بدن کشیده می شود این عضله دوعدد بوده ولی در شکمپایان امروزی فقط یک عدد است. بیشتر شکمپایان صدف دار در ناحیه پشت پا یک صفحه تیغه دار به نام سروپوش (Operculum) دارند که از جنس صدف است. زمانی که جانور به داخل صدف کشیده میشود این صفحه دهانه صدف را کاملاً می پوشاند و ارتباط جانور را با محیط قطع می کند. سروپوش در نمونه های خشکی زی برای جلوگیری از تعلق و تبخیر آب بسیار حائز اهمیت است.

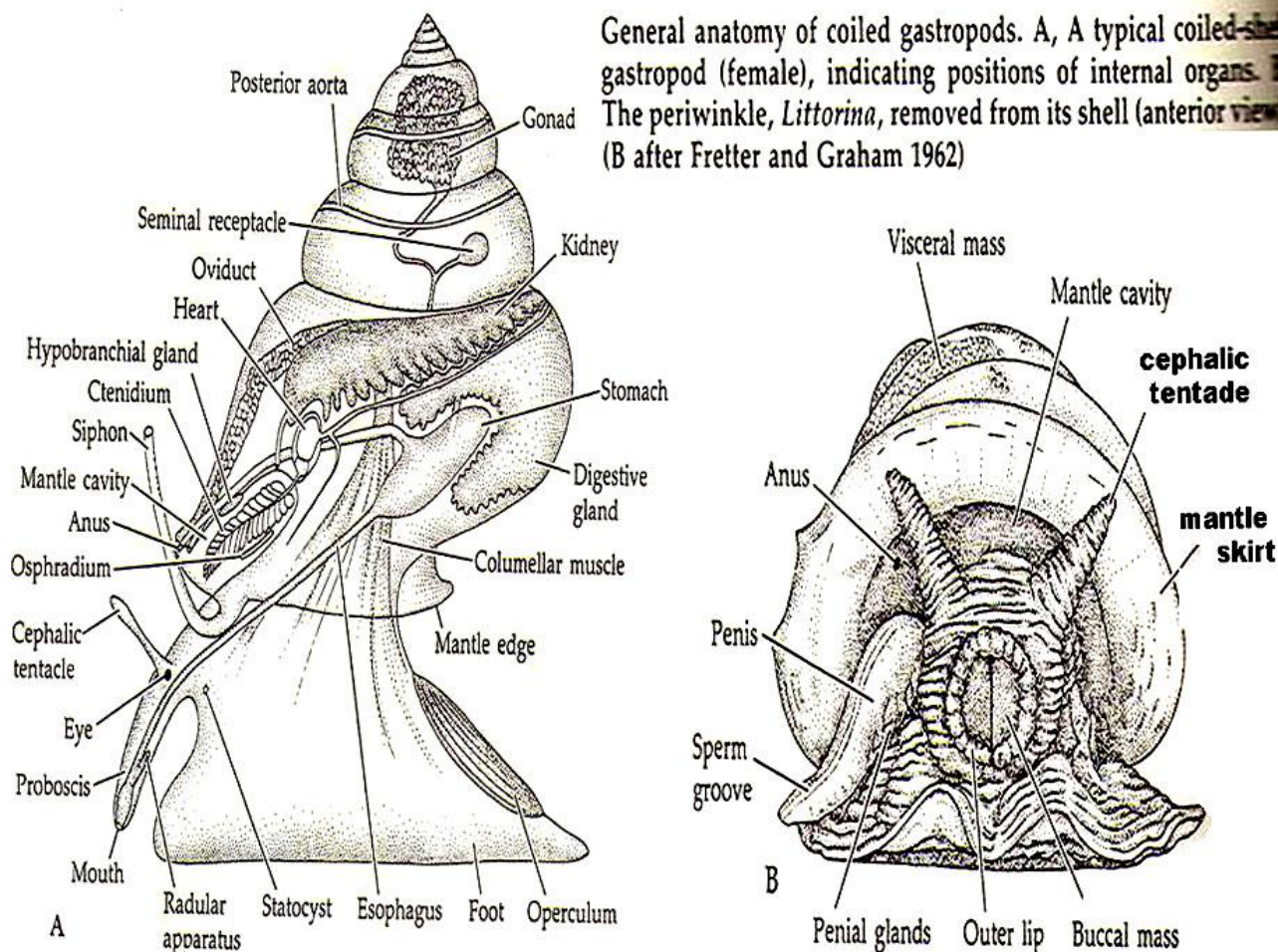


The body wall and shell of molluscs. A, A generalized molluscan body wall (section). The cuticle, epidermis, muscle layers, and various gland cells constitute the body wall. B, The components of a generalized molluscan shell (section). C, The margin of the shell and the trilobed mantle of a bivalve (transverse section). (Adapted from various sources.)

روپوش: Mantle

وجود روپوش از صفات اختصاصی همه نرمتنان است. روپوش بافت پیوندی محکمی است که تمام بدن را دربر گرفته است. درواقع روپوش مانند لفافه ای است که بدن در آن پیچیده شده است و فقط در نقاط ویژه ای به بیرون راه دارد و آن جاهایی می باشد که روپوش وجود ندارد پاها از این نقاط بیرون می آیند. حفره روپوشی اغلب به صورت حفره ای درمی آید که ساختمانهای خاصی مانند آبشش و نفیریدی در آن قرار می گیرد.

General anatomy of coiled gastropods. A, A typical coiled gastropod (female), indicating positions of internal organs. The periwinkle, *Littorina*, removed from its shell (anterior view) (B after Fretter and Graham 1962)

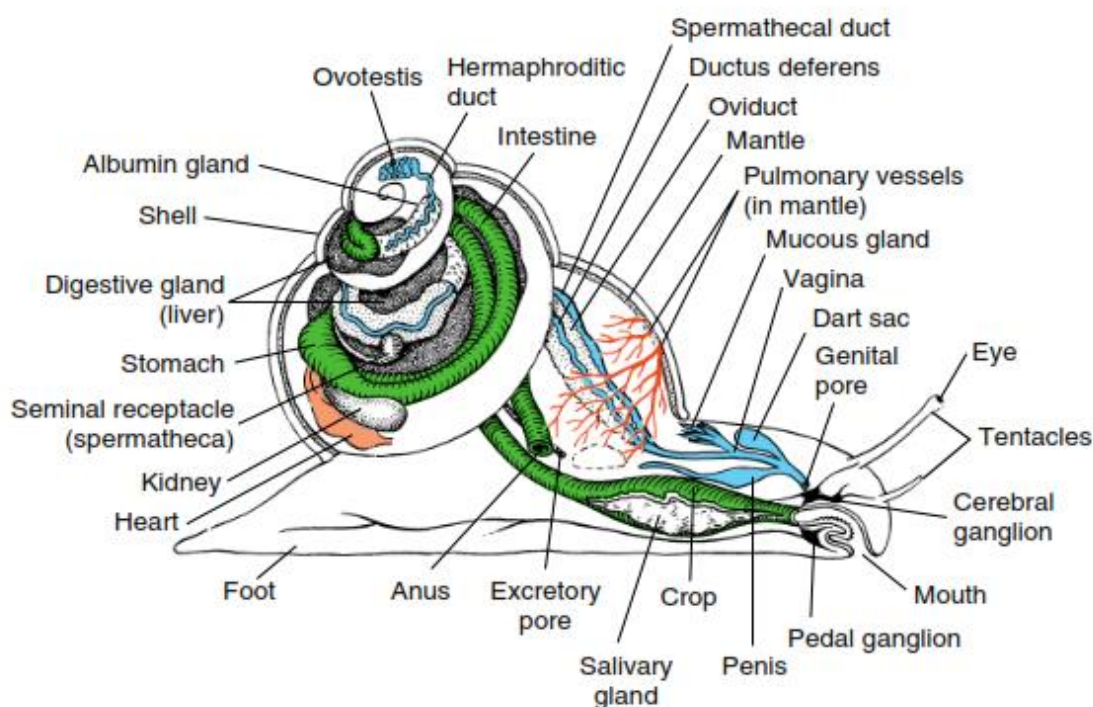


حلزون معمولی: *Helix*

دستگاه دفع حلزون شامل یک نفریدی است که در مجاورت قلب قرار دارد و ادرار را مستقیماً از خون گرفته توسط لوله ای به نام میزنای به خارج میریزد. سوراخ دفع در نزدیکی مخرج قرار دارد. دستگاه تنفسی حلزون فاقد برانشی است ولی در حفره روپوشی رگهای خونی فراوانی وجود دارد که بعنوان ریه عمل تنفس را انجام می دهند. دستگاه عصبی این جانور شامل گانگلیونهای سری، احشایی، دهانی و روپوشی است. این گانگلیونها توسط رابطهای عرضی به هم متصل می شوند.

دستگاه تولید مثل در حلزون شامل یک غده نرماده (هرمافرودیت) است که هم اسپرم و هم تخمک را می تواند تولید کند. عمل تولید اسپرم و تخمک هرگز در یک زمان صورت نگرفته و در دوزمان مختلف انجام می شود. معمولاً ابتدا اسپرم تولید می شود و پس از مدتی جانور شروع به تولید تخمک می کند. به این شیوه خاص هرمافرودیسمی که در آن جانور دارای یک غده جنسی است که گاهی تخمک و گاهی اسپرم تولید می کند در اصطلاح Protandric hermaphroditism میگویند.

غده جنسی نرماده به مجرای نرماده متصل است که این مجرا توسط لوله اسپرمی به عضو جفتگیری نرمربط می شود. زمانی که جانور اسپرم تولید می کند اسپرمها از طریق مجراهای مذکور به عضو جفتگیری نرمربط می شوند و از آنجا به بیرون راه مییابند. به هنگام تولید تخمک تخمها از طریق مجرای نرماده به اوویداکت هدایت میشوند و از آنجا به بیرون راه دارند. دستگاه تناسلی این سیستم دارای جایگاه اسپرمی به نام Seminalreceptacle برای ذخیره اسپرمهای جانور دیگری باشد. در دستگاه تناسلی این جانور غده هایی به نام غده های انگشتی نیز وجود دارد که جداره آهکی پوست تخم را ترشح می کنند. این جانور لقاح داخلی دارد و با اینکه هرمافرودیت است خود لقاحی در آن صورت نگرفته و معمولاً دو جانور با یکدیگر جفتگیری میکنند.



مراحل رشد جنینی در شکمپایان:

در رده ای از شکمپایان که بیشتر آنها از جلو آبششان اولیه اند لقاح در خارج از بدن رخ داده و تخمها به صورت انفرادی یا توده ای گذاشته می شوند. در شکمپایان دیگر لقاح داخلی بوده و بدنبال جفتگیری انجام می شود. تخمها معمولاً در یک ژله یا توده آلبومینی محصور بوده و در داخل یک کپسول قرار دارند. تعدادی از حلقوئیهای زمین زی تخمگذار زنده را می باشند. تخمها در داخل اویداکت رشد کرده و شکفته می شوند. در شکمپایان دریازی از شکفتن تخم لارو مژه داری به نام لارو Trochophor ایجاد شده که بیشتر در نمونه های ابتدایی یافت می شود. وجود لارو تروکوفور یکی از صفات مشترک بین کرمهای حلقوی و نرمتنان است به همین دلیل گفته می شود که احتمالاً منشأ نرمتنان، حلقویان اند. بعضی ها هم نظریه ای برعکس دارند. لارو تروکوفور در نرمتنان طی مراحل رشد و نمو به لارو دیگری به نام لارو باد باندار Veliger تبدیل می شود. وجود لارو اخیر یکی از ویژگی های اختصاصی اکثر نرمتنان بوده و در حلقویان دیده نمی شود.

Class Monoplacophora

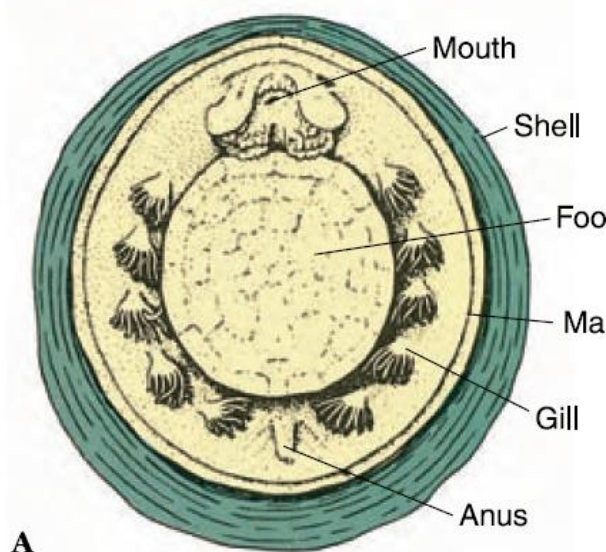
2- رده تک صدفان

در سیستمهای رده بندی قدیمی اعضای این رده به علت داشتن یک پای عضلانی شکمی در رده چند صدفیان قرار می گرفتند. جانوران این رده به دلیل داشتن پای عضلانی شکمی تا حدودی شبیه به شکمپایان نیز هستند. جانوران رده تک صدفان جزو ابتدایی ترین نرمتنان اند. تک صدفیها و چند صدفیها با وجود اینکه باهم رده بندی می شده اند تفاوتیهای نیز باهم دارند مثلاً در تک صدفیها صدف یک پارچه است در حالی که در چند صدفیها چند پارچه است.

یک جنس خیلی معروف از رده تک صدفیها Neopilina است که دارای صدفی منفرد و متقارن بوده و شکلی مسطح دارد. سطح زیرین بدن این جانور کمی مقعر بوده و دارای 3 تا 8 محل عضله است. در نمونه های زنده امروزی که حدود 3cm طول دارند صدف متقارن بوده ناحیه سر کوچک شده و در اطراف پای پهن شکمی یک حفره روپوشی قرار گرفته که کمی از پای عضلانی فاصله دارد. به فاصله بین روپوش و پامعضلانی شکمی شیار پالئال می گویند. این شیار طوری است که پا را از لبه های روپوش جدا می کند. شیار پالئال (Paleal) دارای 5 تا 6 برانشی است که جریان آب در آنها همانند جریان آب در کیتون (Chiton) می باشد.

مخرج در شیار پالئال بوده و در عقب بدن به بیرون باز می شود. دهان در جلو بدن واقع شده است.

در جلو و در دو طرف دهان یک چین خوردگی دهانی به نام ولوم (Velum) وجود دارد.



Class Aplacophora

3- رده بی صدفان

صدف در جانوران رده بی صدفان از بین رفته و در نتیجه این عده از نرم تنان فاقد صدف هستند.

Class Scaphopoda

4- رده ناوپایان

رده ناوپایان شامل حدود 300 گونه نرم تن حفر دریایی است. جانوران این رده دارای صدفی بلند و استخوانی اند به همین دلیل رده ناوپایان به رده صدفهای عاج فیلی یا رده صدفهای دندانی هم معروف می باشد. Dentalium یکی از نمونه های معروف ناوپایان است. دوسوراخ در دو طرف صدف بلند و کشیده این جانور وجود دارد.

Class Polyplacophora

5- رده چند صدفیها

اعضای این رده دارای یک صدف چند قطعه پشتی و یک پای عضلانی شکمی هستند. برای آشنایی با رده چند صدفیها یک نمونه معروف به نام کیتون Chiton را مطالعه می کنیم.

کیتون بدنی بیضی شکل دارد که در سطح پشتی محدب می باشد. این جانور تقارن دوطرفی داشته سرش نامشخص و فاقد چشم است. پای پهن جانور برای چسبیدن به اجسام سازش یافته است. از خصوصیات دیگر کیتون این می باشد که تاناکول ندارد و روپوش مانند کمر بندی دور تا دور بدن را فرا گرفته و بخشی از لبه های صدف را پوشانده است. به روپوش کمر بند مانند این جانور Gridle می گویند. بین لبه های روپوش و پای عضلانی فاصله ای به نام شیار پالئال وجود دارد. کیتونها به رنگهای قرمز، زرد، قهوه ای و سبز وجود دارند. از خصوصیات کیتونها این است که صدفشان هشت قطعه ای می باشد قطعات صدف یکدیگر را بصورت عرضی پوشانده و به هم متصل شده اند. صدف لایه ای متصل کننده دارد که ضمائم مفصل کننده صدف معمولاً از این لایه بوجود می آیند. از هر قطعه صدف ضمائمی خارج شده و در زیر قطعه جلویی برای اتصال قرار گرفته است. قطعات صدف به جز قطعه اول و قطعه آخر همه مشابه یکدیگرند. معمولاً لبه های قطعات صدف توسط بخشی از روپوش پوشیده می شود. در صدف کیتون اعضای حسی هم یافت می شود و حتی در بعضی از صدفها گیرنده های حساس به نوری که شبیه چشم عمل می کنند و عصبی به نام عصب چشمی هم از آنها خارج می شود، وجود دارند. در کیتونها پای پهن عضلانی که تمام سطح شکم کیتون را می پوشاند برای چسبیدن جانور به سطوح مختلف و حرکت کردن بسیار کند آن بکار می رود تنفس در کیتونها توسط برانشی هایی در شیار پالئال (فاصله بین پای عضلانی و لبه روپوش) صورت میگیرد.

دستگاه گوارش این جانوران شامل دهان، حلق، معده، روده و مخرج است. در کف دهان سوهانک قرار دارد.

دستگاه گردش خون وادرار:

قلب این جانوران سه حفره ای (شامل دودهلیز و یک بطن) است. قلب در حفره پریکاردیون (حفره دور قلبی) جا گرفته است. این حفره در انتهای بدن و زیر دو قطعه آخری صدف قرار دارد. دوفریدی بزرگ به شکل U در دو طرف بدن وجود دارد. هرنفریدی با حفره دور قلبی در ارتباط است. منافذ هرنفریدی - در همان طرفی که نفریدی قرار گرفته - در نزدیکی انتهای بدن بین دوزوج آخری برانشیاها در شیار پالئال باز می شوند.

اندامهای حسی در پس پاره صدفان:

پس پاره صدفان فاقد استاتوسپیست، چشمهای ناحیه سروتانتاکولها می باشند. منحصر در کیتونها زوائدی بر روی صدف به عنوان اعضای حسی اصلی جانور وجود دارند. این زوائد که در لایه خارجی صدف قرار دارند در واقع سلولهای حسی روپوش اند. در بعضی از کیتونها این دسته جات سلولهای حسی به عنوان چشمهای صدف به شمار می آیند بطوریکه کیتونهای جوان از نور گریزانند در حالیکه کیتونهای مسن تر به دلیل پوشیده شدن چشمها با ذرات و املاح مختلف حساسیت کمتری نسبت به نور دارند. در قسمتهای مختلف دیواره روپوش بخشهایی از بافت پوششی حسی قرار دارند که همانند عضو اسپورالیوم در نرم تنان دیگر عمل کرده و برای تشخیص ذرات معلق در آب به کار می رود.

بیشتر کیتونها دو جنسی (یعنی جدا جنس اند) و یک عدد غده تناسلی دارند. گامتها از طریق نفریدی انتقال یافته و توسط دو مجرای تناسلی به سوراخهای تناسلی برده می شوند. سوراخهای تناسلی در شیار پالئال و در جلو سوراخ نفریدی به بیرون بازمی شوند. در کیتونها جفتگیری وجود ندارد و لقاح در آب دریا صورت می گیرد یا پس از انتقال اسپرم توسط آب در حفره روپوشی جانور ماده انجام می شود.

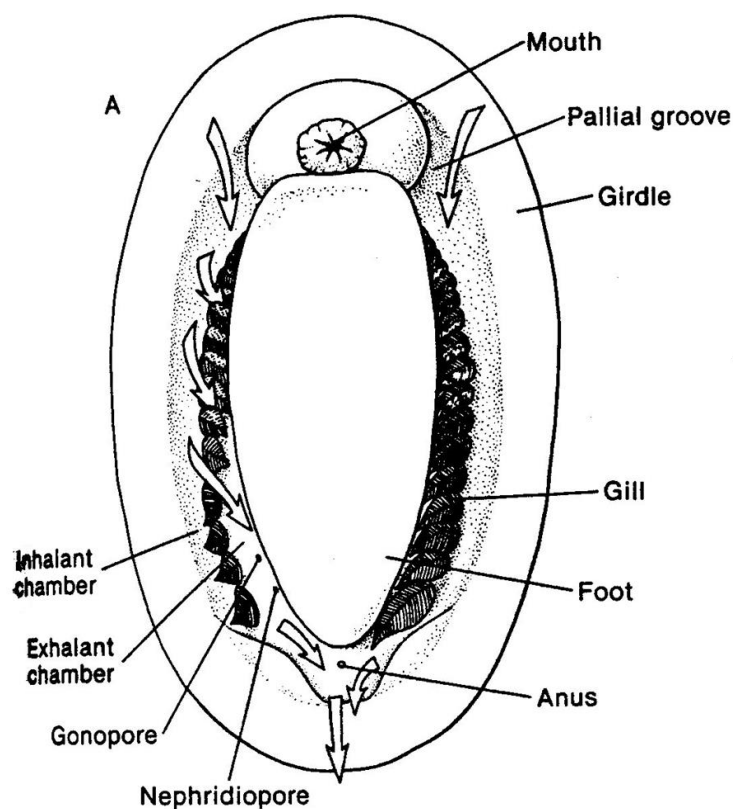
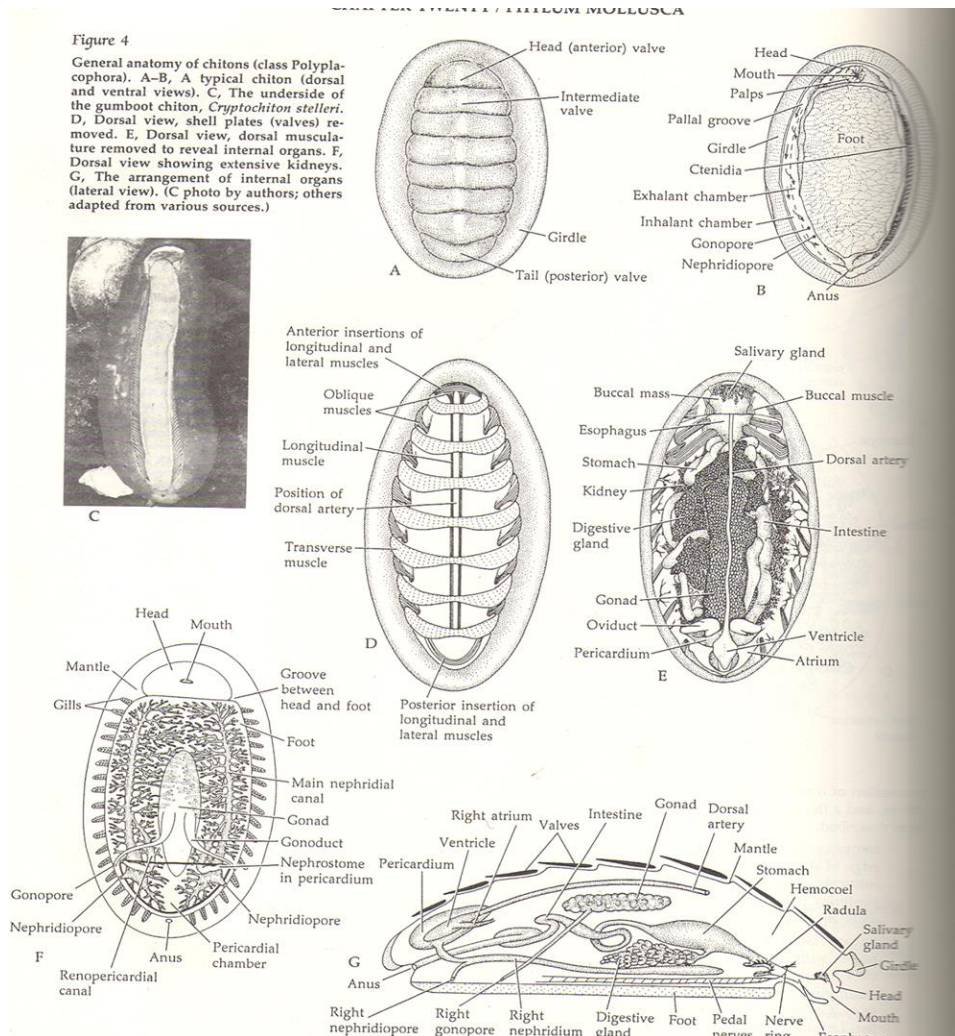


Figure 4

General anatomy of chitons (class Polyplacophora). A-B, A typical chiton (dorsal and ventral views). C, The underside of the gumboot chiton, *Cryptochiton stelleri*. D, Dorsal view, shell plates (valves) removed. E, Dorsal view, dorsal musculature removed to reveal internal organs. F, Dorsal view showing extensive kidneys. G, The arrangement of internal organs (lateral view). (C photo by authors; others adapted from various sources.)



Class Bivalvia

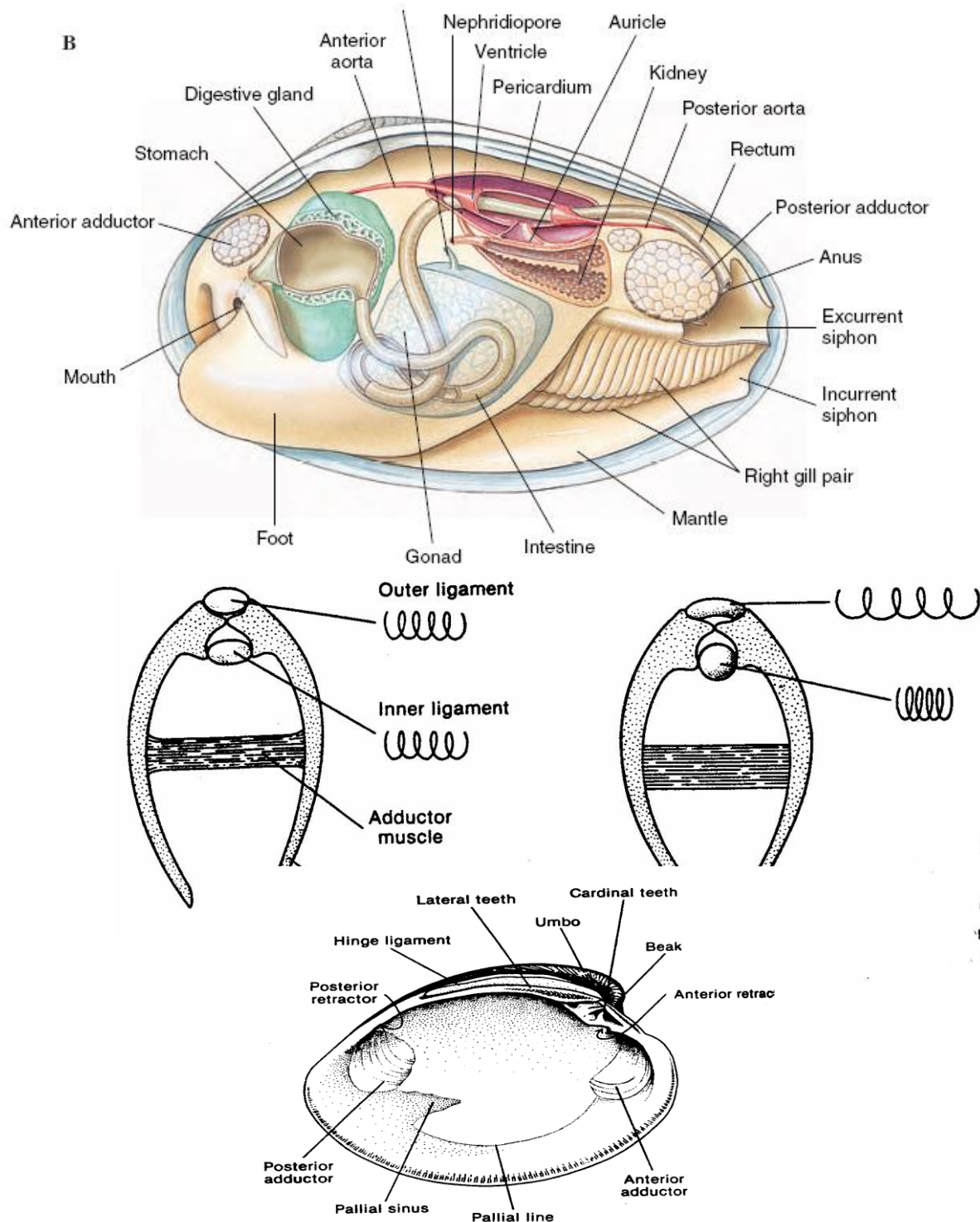
6- رده دوکفه ایها

دوکفه ایها - که تبرپایان وگاهی هم تیغه آبششان نامیده می شوند - شامل نمونه های بسیارمتنوعی اند ودرآبهای شور و شیرین زندگی می کنند. بدن دوکفه ایها از پهلوها فشرده شده و صدف این جانوران دارای دوکفه است. دوکفه صدف دربخش پشتی به لولا شده و بدن را کاملاً دربرگرفته اند. پای دوکفه ایها (تبرپایان) همانند بقیه بدن ازپهلوها فشرده شده است. پا از میان دوقطعه صدف بیرون آمده و شبیه تبر می باشد. به همین دلیل به دوکفه ایها تبرپایان هم گفته می شود. سراین جانوران خیلی کوچک وماند نقطه ای تحلیل رفته است به طوریکه به این رده بی سران یا Aplacophora نیز می گویند. دوکفه ایها آبششهایی صفحه ای و تیغه مانند دارند به همین دلیل تیغه آبششان یا Lamellabanchia هم نامیده می شوند. حفره روپوشی وبرانسی ها دراین رده از نرمتنان بسیار بزرگ بوده و علاوه بر تنفس در تغذیه جانور نیز نقش مهمی دارد. حفره روپوشی در گرفتن مواد غذایی هم شرکت دارد.

ساختمان صدف وروپوش در دوکفه ایها:

دوکفه صدف دربخش پشتی به هم لولا شده اند. خط لولا دارای یک قطعه صدف است که قدیمی ترین بخش صدف محسوب می شود. معمولاً قله صدف دربخش جلویی یا اندکی متمایل به جلو می باشد. سر نیز به جلو متمایل بوده و در سمت قله واقع شده است. همیشه در سطح خارجی صدف خطوطی که نشان دهنده رشد جانور بوده و خطوط رشد نامیده می شوند وجود

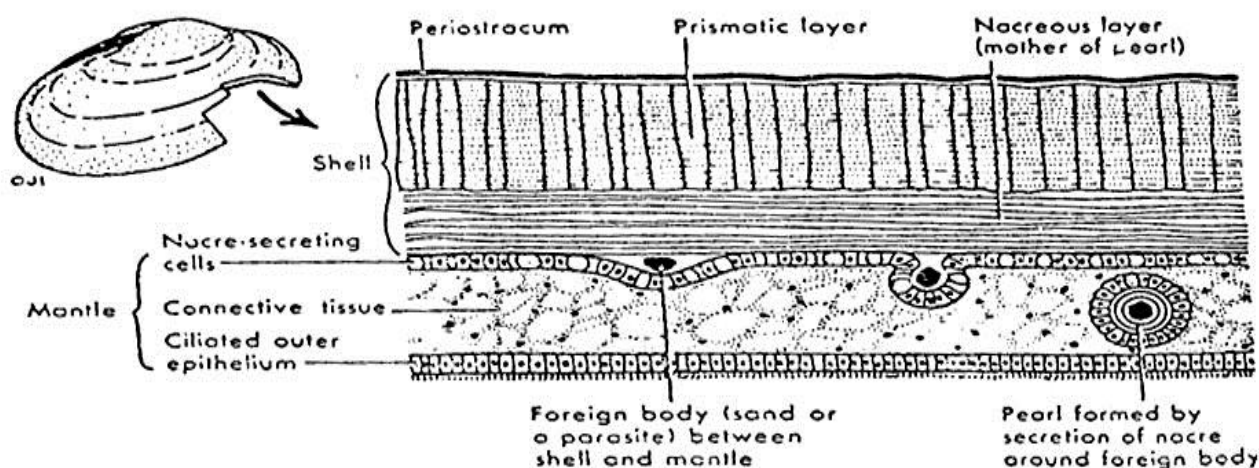
دارد. دوکفه صدف در محل لولا توسط لیگامانی محکم که از جنس ماده آلی به نام Conchiolin است به هم متصل می شوند. هر کدام از کفه ها دندان‌هایی دارند که در هنگام بسته شدن صدف در دندان‌های کفه دیگر قفل می شوند.



روپوش:

زیر صدف واقع شده و مانند لفافه ای بدن را دربر گرفته است. لبه های روپوش دارای 3 چین خوردگی است که داخلی ترین آن از همه بزرگتر بوده شامل عضلات حلقوی و شعاعی می باشد. چین خوردگی میانی عملی حسی داشته و گیرنده های زیادی دارد ; چین خوردگی خارجی صدف را ترشح می کند. اپتیلیوم (بافت پوششی روپوش) فقط در مکانهای خاصی به صدف وصل می

شود این بافت فقط در محل اتصال عضلات و در خطی به شکل نیم دایره توسط رشته های عضلانی به صدف متصل می شود. اثر چسبندگی روپوش بر روی صدف خط پالئال نامیده می شود. خط پالئال معمولا کمی بالاتر از لبه های صدف قرار دارد گاهی لبه های روپوش طوری به هم متصل می شوند که یک سیفونی در بدن جانور ایجاد می شود. این سیفون برای ورود و خروج آب به کار می آید. در انواع خاصی از دوکفه ایها وقتی بر اثر حوادث طبیعی یک ذره طبیعی بین فاصله روپوش و صدف قرارگیرد لایه ای از مروارید در اطراف ذره ترشح می شود. در گروهی از دوکفه ایها به نام صدفهای مروارید ساز خاصیت ترشح لایه مروارید به شدت زیاد می باشد. از این گونه دوکفه ایها مرواریدهای گرانبهائی بدست می آید. یک نمونه معروف از صدفهای مروارید ساز *Mellagrina* است.



حکایتی شده مروارید (Pearl)

دستگاه گوارش:

غذای این جانوران غالباً پلانکتنهایی است که بدست می آورند و دستگاه گوارششان شامل اجزای زیر می باشد: دهان که فاقد آرواره است. اساساً در دهان دوکفه ایها سوهانک (رادولا) وجود ندارد. مری کوتاه بوده و دهان را به معده وصل می کند. غده گوارشی بزرگی به نام کبد به معده متصل است در کنار معده کیسه ای به نام کیسه پیلوریک وجود دارد. این کیسه که در بیرون معده واقع شده به معده مرتبط است. در داخل کیسه پیلوریک قطعه ای شفاف و قابل انعطاف به نام *Crystalline* وجود دارد. کریستالین عملی مشابه دندانهای سوهانک در خورد کردن غذا انجام می دهد. در داخل معده آنزیمی ترشح می شود که سبب هضم نشاسته می گردد این آنزیم در داخل کیسه پیلوریک هم ترشح می شود آمیلاز روده باریک و پیچ خورده ای که توسط قلب احاطه شده به کیسه پیلوریک متصل است. بعد از روده باریک راست روده قرار دارد. راست روده به مخرج که به کانال خروجی باز می شود منتهی می گردد.

دستگاه گردش خون و سایر اندامهای داخلی:

قلب در منطقه پشتی بدن در حفره پریکاردیون قرار گرفته و شامل دودهلیز و یک بطن است. خون از بطن توسط آئورت جلویی به پا و احشای بدن (به جزئ کلیه و برانشی ها) می رود. خونی که از بطن وارد آئورت پشتی می شود به راست روده و روپوش می رود. خونی که به روپوش رفته در آنجا اکسیژن می گیرد و مستقیماً به دهلیزها برمی گردد. خونی که در سایر اندامهای بدن جریان دارد در یک سیاهرگ جمع شده و به کلیه می رود. بعد از اینکه خون در کلیه تصفیه شد به آبششها رفته و از آنجا به قلب بر می گردد. خون بعضی از اندامها توسط رگها باز نمی گردد بلکه توسط فضاهای خونی به قلب برمی گردد.

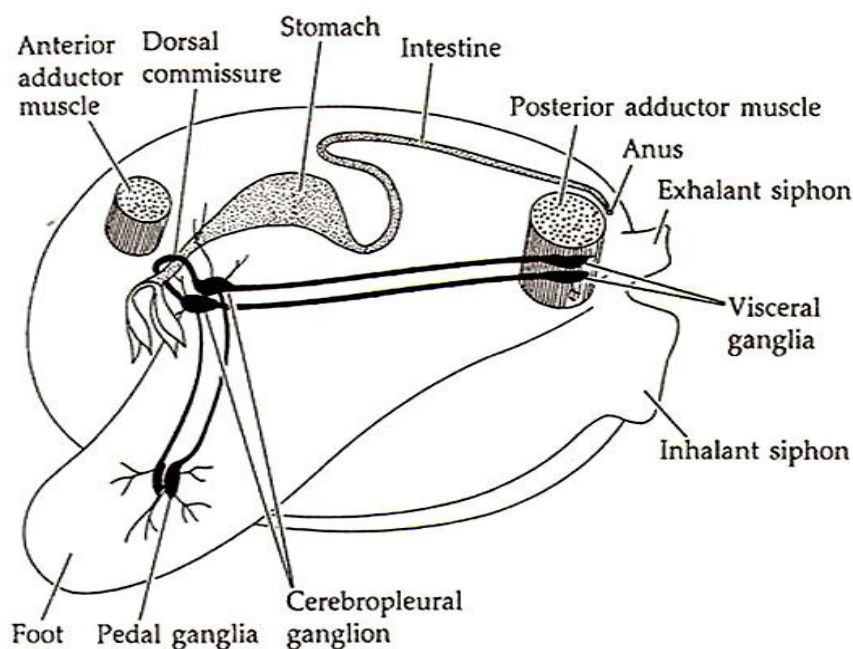
تنفس:

توسط یک زوج آبشش تیغه مانند انجام می گیرد. آبششها به شکل W دیده می شود. روپوش نیز تا حدی عمل تنفس را انجام می دهد. نفریدی ها که میتوان آنها را کلیه نامید به شکل U دیده می شوند. یک شاخه نفریدی به حفره دور قلبی و شاخه دیگر نفریدی به سوراخ نفریدیو پور باز میشود. این عضو دفعی مواد دفعی را از خون و مایع حفره دور قلبی گرفته و خارج میسازد.

دستگاه عصبی:

شامل 3 زوج عقده عصبی (گانگلیون) است که توسط رابطهایی به هم متصل می باشند. این 3 زوج عقده عصبی عبارتند از: عقده عصبی مغزی (بالایی) که در بالای دهان قرار دارد، عقده عصبی پایینی که در پاست و عقده عصبی احشایی که در زیر عضله مقربه عقبی واقع شده است. اندامهای حسی متفاوتی در دوکفه ایها وجود دارد: 1- گیرنده های حساس به نور که در حاشیه کانالهای ورودی و خروجی آب قرار دارند. 2- لبه چین خوردگی میانی روپوش نیز دارای گیرنده های حسی است. 3- دردوکفه ایها یک جفت اندام حسی به نام استاتوسیسست که نقش مهمی در حفظ تعادل دارد موجود است. در بعضی از دوکفه ایها استاتوسیسست روی پا قرار گرفته است. 4- در بالای هر عقده عصبی احشایی یک عضو حسی به نام اسفوردیوم که برای تشخیص ذرات معلق در آب به کار می آید وجود دارد. (اسفوردیوم Sphoradium) دردوکفه ایها غالباً جنسها از هم جدا نیستند ولی در ظاهر بسیار شبیه هم می باشند هر جانور دو غده تناسلی دارد. غده های تناسلی منشعب و در نزدیکی روده قرار گرفته اند. هر غده توسط مجرای کوتاهی که نزدیک کلی قرار دارد به منفذ تناسلی منتهی می گردد ; و منفذ تناسلی در نزدیکی سوراخ نفریدیو پور به خارج باز می شود.

The reduced and concentrated nervous system of a typical bi-valve.



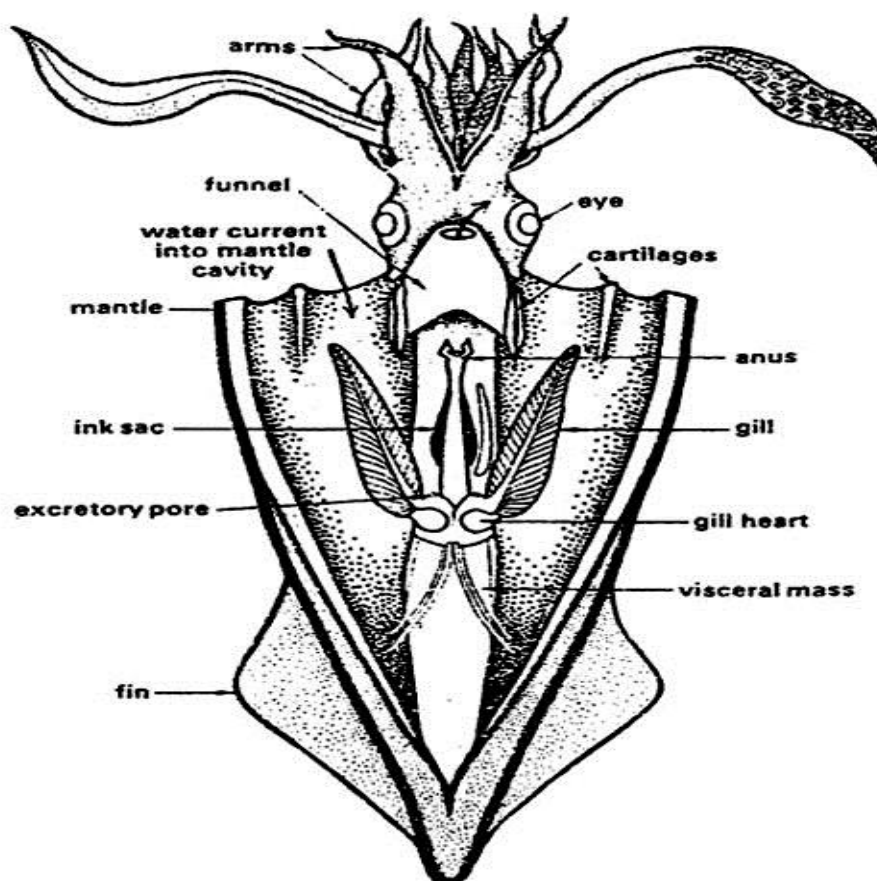
تولید مثل و رشد جنینی در دوکفه ایها:

بیشتر دوکفه ایها جدا جنس اند و هر جنس دو غده تناسلی دارد. دو غده جنسی تقریباً شبیه هم بوده و طوری به هم نزدیکند که تفکیک آنها از یکدیگر مشکل می باشد. بعضی دوکفه ایها هرمافرودیت اند ولی غده های جنسی آن به تناوب اسپرم و تخمک تولید می کند. به این شیوه (حالت) Protandric hermaphrodism می گویند. لقاح دوکفه ایها خارجی است.

Class Cephalopoda

رده سرپایان

سرپایان شامل نرمتنانی بسیار پیشرفته بوده و در واقع پیشرفته ترین گروه نرمتنان به حساب می آیند. جانوران این رده دارای جثه ای بزرگ بوده و از بزرگترین جانوران دریا هستند. Squid که همان *Loligo* هم نامیده می شود- بزرگترین نمونه رده سرپایان بوده و طولش به 16m هم می رسد. به جزمشت پا (*Octopus*) که در قعر دریا زندگی می کند سایر جانوران این رده زندگی شناوری دارند. در ضمن تکامل سرپایان بدن در طول محور شکمی - پشتی کشیده شده است. این محوره علت نوع حرکت جانور به عنوان محور جلویی - عقبی محسوب می شود. دهان در بخش جلویی بدن واقع است و معمولاً در اطرافش حلقه ای از تانتاکولها وجود دارد. احشای داخلی در بخش عقبی بدن قرار دارند. حفره روپوشی در نمونه های اولیه در عقب بدن بوده است ولی در سرپایان امروزی در سطح شکمی قرار دارد.



Ventral view of male squid with mantle slit open to show some of the principal organs.

صدف در سرپایان:

در رده سرپایان فقط برخی نمونه های فسیلی و یک نمونه به نام *Nautilus* صدف خارجی دارند. در نرمتنان مرکب (مثلاً *Loligo* و *Sepia*) صدف کوچک و داخلی می باشد. در هشت پا صدف به کلی از بین رفته است. نوتیلوس صدفی باتقارن دوطرفی (دوجانبی) دارد که در روی سر پیچ خورده است. شکل صدف به گونه ایست که تنها دو پیچ خوردگی آخر در حالی که بقیه پیچ خوردگی ها را در بر گرفته اند مشخص می باشند. با اینکه صدف نوتیلوس پیچ خورده است ولی دوتفاوت عمده با صدف شکمپایان دارد:

1- در نوتیلوس صدف توسط پرده ای داخلی به حجره هایی تقسیم شده است و جانور زنده فقط در آخرین حجره که بزرگترین حجره است قرار دارد. هر چه جانور بزرگتر می شود حجره ای بزرگتر ساخته داخل آن می رود و بدین ترتیب حجره قبلی خالی می شود.

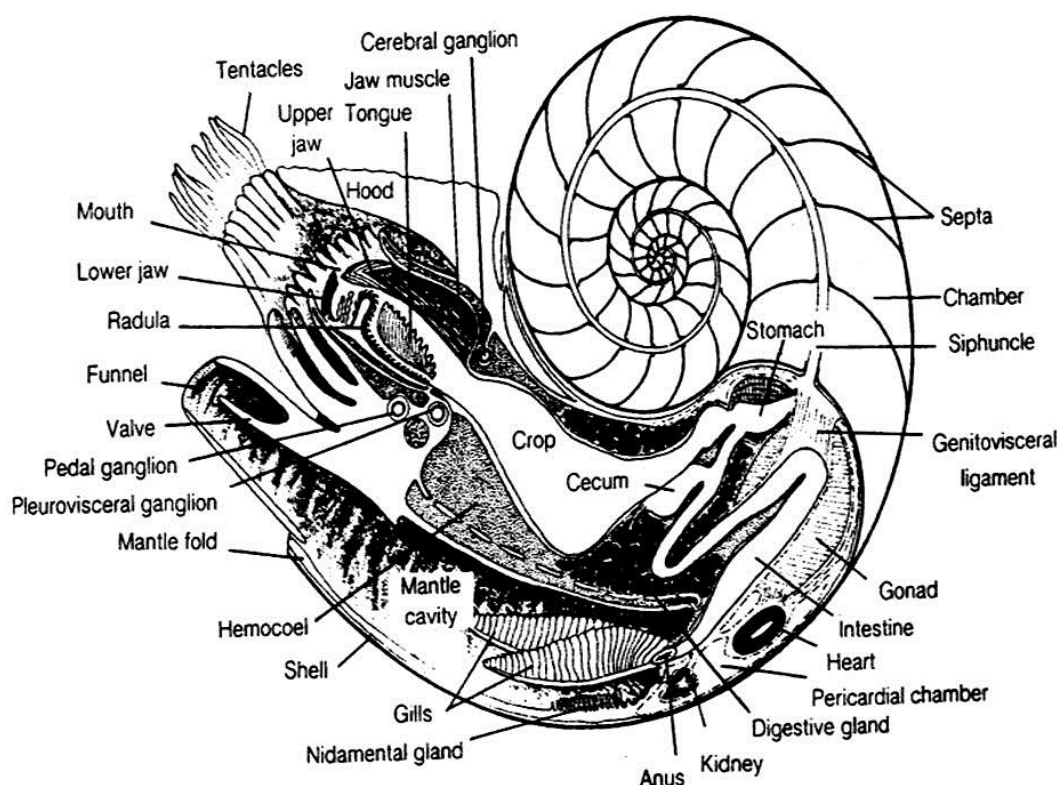
2- صدف نوتیلوس برعکس صدف شکمپایان قله ای نشده است.

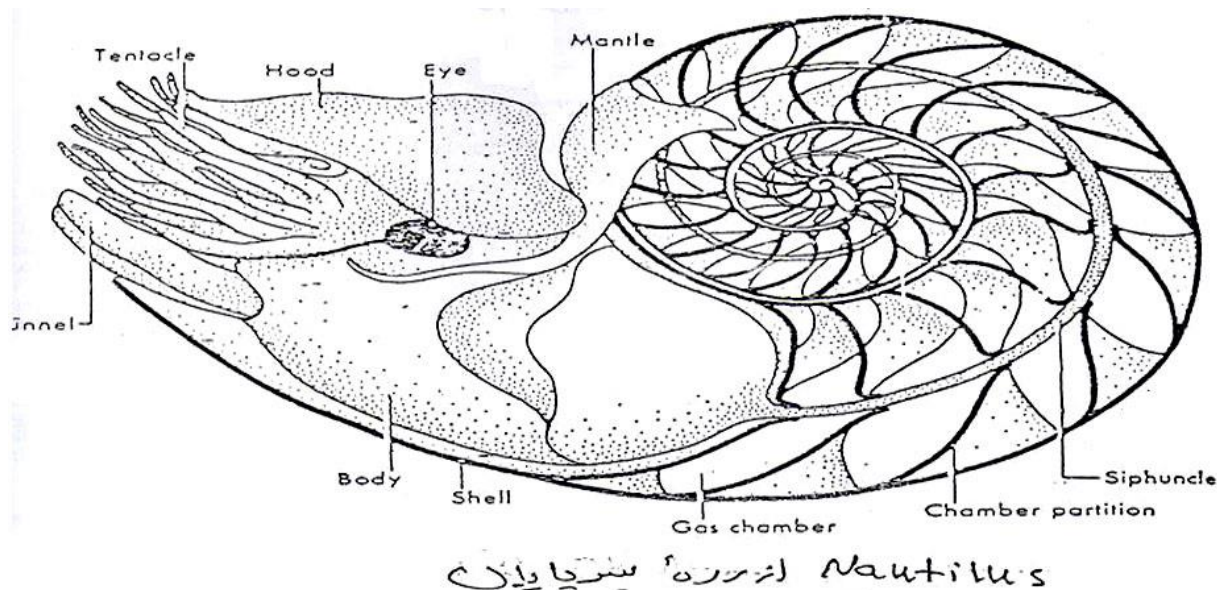
درمنظره داخلی صدف نوتیلوس پرده هایی دیده می شود که به عقب بدن تحذب پیدا کرده اند. از بدن جانور - که در حجره اول قرار دارد - مجرایی به نام Siphoncle که تمام حجره ها را طی می کند خارج شده است. این مجرا تمام پرده ها را سوراخ کرده و تا انتهای بدن کشیده شده است از مجرای سیفونکل در درون حجره ها گازی ترشح می شود که باعث راحت شدن عمل شنا می گردد. سطح خارجی صدف نوتیلوس از منشورهای کربنات کلسیم تشکیل شده است لایه داخلی صدف بسیار براق و متشکل از مواد آلی مختلف است. روی سطح خارجی صدف خطوطی نارنجی رنگ دیده می شود به نظر می رسد. همه فسیلهای سرپایان صدف پیچ خورده نداشته اند و نمونه هایی از آنها که دارای صدف پیچ خورده بوده اند پیچ خوردگی صدفشان همانند پیچ خوردگی صدف نوتیلوس نبوده بلکه شکل مخروطی یا خمیده داشته است. به نظر می رسد در صدف پیچ خورده این نمونه های فسیلی حجره های راسی محتوی مایع بوده اند و صدف حجره هایی که تازه تولید می شدند پر از گاز می گردیدند. به همین دلیل باوجود اینکه بخش مقعر صدف به طرف بالا بوده جانورافقی شنا می کرده است. البته باید توجه داشت که صدف مخروطی مستقیم یا خمیده نشانه ابتدایی بودن یا تکامل یافته بودن نیست.

در فسیلهایی از سرپایان که مورد مطالعه قرار گرفته اند موقعیت احشای نسبت به صدف دارای دو حالت بوده است:

1- حالت Exogastric: در این حالت احشا در خارج پیچ خوردگی صدف قرار دارند. نوتیلوس یکی از انواع اگزوگاستریک محسوب می شود.

2- حالت Endogastric: در این حالت احشای در سمت پیچ های صدف واقع شده اند.





حرکت در سرپایان:

بیشتر سرپایان با خارج کردن سریع آب از بدنشان به صورت جهشی حرکت می کنند. این جانوران حفره روپوشی بزرگی در سطح شکمی خود دارند. روپوش دارای رشته های عضلانی شعاعی و دایره ای (حلقوی) است. به هنگام فرو بردن آب عضلات شعاعی منقبض می شوند در حالی که عضلات دایره ای به حالت استراحت در می آیند. در اثر این اعمال حجم حفره روپوشی زیاد شده و آب از فاصله بین سروگردن وارد حفره روپوشی می شود. ورود آب باعث افزایش بیشتر حجم حفره روپوشی می گردد. پس از پر شدن حفره روپوشی اعمال عضلانی در جهت عکس انجام می گیرد. در این زمان عضلات دایره ای منقبض شده و عضلات شعاعی به حالت استراحت در می آیند. انقباض عضلات دایره ای کناره های روپوش را در روی سر محکم می کند. بطوریکه آب نمی تواند از منفذهایی که وارد شده خارج شود. در نتیجه آب از لوله سطح شکمی (که به قیف یا Funnel معروف است) با فشار و شدت زیادی خارج می شود. با خروج آب جانور به صورتی جت مانند در خلاف جهت خروج آب حرکت می کند. قیف متحرک است و به هر جهت می تواند بچرخد مثلاً می تواند به طرف جلو یا عقب بدن قرار گیرد. چگونگی قرار گرفتن قیف به حرکت جانور بستگی دارد. سرعت حرکت جانور به کیفیت و کمیت انقباض عضلات روپوش و سرعت خروج آب وابسته است. $\frac{2}{3}$ حجم بدن توسط مایع پرمی شود. این ویژگی سبب شناوری جانور می گردد. باینکه مایع با آب دریا ایزوتونیک است ولی وزن مخصوص آن از آب دریا کمتر بوده و در نتیجه جانور شناور می ماند. Sepia و Spirola بدنی پهن دارند و خیلی آهسته حرکت می کنند. در اطراف بدن سپیا و لولپگو باله هایی وجود دارد که برای حفظ تعادل جانور مفیدند و نیروی محرکه ای برای حرکت ایجاد نمی کنند. مکانیسم تنظیم گاز- مایع بدن تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله نور است. مثلاً سپیا در طول روز به ته آب می رود و در شب فعال می شود. در این جانور فضاهای بین پرده های نازک از مایع و گاز ازت یا نیتروژن پر است. با تغییر مقدار مایع یا گاز شناوری جانور تغییر می کند. شناوری سپیا در روز در مقابل نور به علت کم شدن مقدار گاز کم و در تاریکی زیاد می شود.

نوتیلوس در شب فعال است و در روز توسط تانتاکولهایش به ته آب می چسبد ولی در هر حالت گاز داخل صدف دهانه آنرا به طرف بالا نگه می دارد و باعث شناوری جانور می شود. در نوتیلوس تبادل گاز- مایع که عامل مهمی در شناوری جانور است توسط سیفونکل انجام می گیرد.

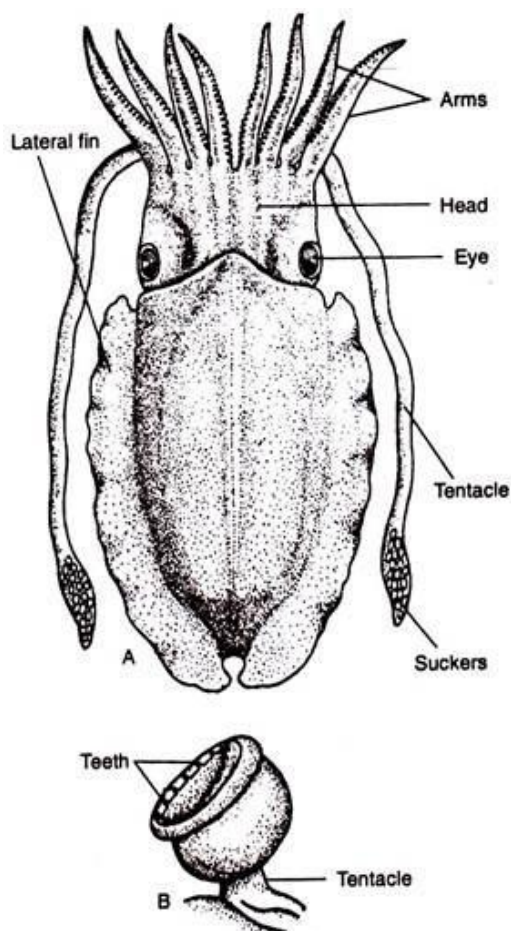


Fig. 16.38: A. Dorsal view of *Sepia*. B. Structure of a sucker in *Sepia*.

هشت پا بیشتر در ته آب زندگی می کند. این جانور فاقد باله است. لبه های روپوش در بخش پشتی - جانبی به دیواره بدن جوش خورده اند و بدین ترتیب حفره ای در روپوش به وجود آمده است. این جانور نیز بیشتر در شب فعال بوده و با حرکت جت ماندی به جلو رانده می شود. با این حال هشت پا بیشتر توسط تانتاکولهایش روی سنگها می خزد. بازوهای این جانور بادکشهایی دارند که به طبقه زیرین می چسبند. این ویژگی عامل مهم حرکت هشت پا می باشد.

تبادلات گازی:

جریان آب در داخل حفره روپوشی نه تنها باعث حرکت جانور می شود بلکه اکسیژن را هم به برانشیها فراهم می کند. سرپایان از نظر تعداد آبششها به دودسته تقسیم می شوند:

1- بعضی ها 4 عدد آبشش دارند این دسته به چهار آبششها (Tetra branchia) معروفند.

2- گروهی دیگر دارای دو آبشش بوده و به دو آبششها (Di branchia) معروف می باشند.

دو آبششها خود به دو گروه تقسیم می شوند:

(1) ده پایان که ده بازو در اطراف دهان خود دارند دمانند لولیگو. 8 عدد بازوهای ده پایان کوتاه بوده و بازو نامیده می شود. دو پای دیگر بلند اند و در سمت پشتی به طرف پایین آویزان شده اند. به این دو پا تانتاکول می گویند. اندازه تانتاکولها دوبرابر بازوهاست. در سمت داخلی تانتاکولها بادکشهایی فنجان مانند متعددی وجود دارد به همین دلیل به تانتاکولها **بازوهای بزرگ بادکش دار** هم گفته می شود. اغلب در لبه های بادکش ها قلاب یا حلقه های شاخی وجود دارد و در کف آنها رشته های عضلانی متصل است. انقباض رشته های عضلانی باعث ایجاد خلا و چسبیدن جانور می شود. 8 بازوی دیگر در بخش انتهایی خود بادکشهای ضعیفی دارند. طعمه غالباً توسط تانتاکولها گرفته می شود و به وسیله بازوها نگهداری شده و به سمت دهان هدایت می شود.

(2) هشت پاها که دارای هشت بازو هستند. بازوهای این جانوران از نظر طولی هم اندازه اند و بادکشهایی فاقد حلقه شاخی وقلاب دارند.

نوتیلوس 9 عدد تانتاکول دارد که در دوردیف دربالای سر قرار گرفته اند. تانتاکولهای این جانور بادکش ندارد. دربالای تانتاکولها درروی سر، پوشش چرمی بزرگی به عنوان محافظ وجود دارد. این پوشش وقتی جانور به داخل صدف می رود دهانه صدف را می پوشاند و در سایر سرپایان این عضو وجود ندارد.

گوارش در سرپایان:

سرپایان بیشتر گوشتخوارند و طعمه را با چشمهایشان تشخیص می دهند. این جانوران طعمه را با بازوهایشان گرفته و تغذیه می کنند. سرپایان دارای سوهانک اند و یک جفت آرواره منقارمانند در حفره دهانی خود دارند. این جانوران به کمک آرواره می توانند گاز بگیرند و حتی بافتهای بزرگ را پاره کنند تا طعمه برای جانور مناسب شود. جانور غذا را به دهان می برد و آن را توسط سوهانک برای بلعیدن آماده می کند. سرپایان در حفره دهانی خود دو جفت غده بزاقی دارند. این غده های بزاقی که شامل یک زوج غده جلویی و یک زوج غده عقبی اند ترشحات خود را در حفره دهانی جانور می ریزند. از زوج جلویی مخاط ترشح می شود و زوج عقبی که بزرگترند سم یا آنزیم ترشح می کنند. بدن شکار توسط آرواره ها زخمی می گردد و سپس سم وارد بدنش می شود. سم این نرمتنان از نوع Tiramine است. غذای سرپایان بستگی به محیط غذایی اطرافشان دارد و بیشتر شامل سخت پوستان ماهیها و بخصوص میگو و خرچنگ می باشد. این جانوران معده ای عضلانی دارند که در بخش جلوی خود دارای سکوم بزرگی است. در لولیکو سکوم راست می باشد ولی در نوعی هشت پا به نام Octopus سکوم پیچیده است. غدد گوارشی سرپایان شامل یک کبد بزرگ و یک بخش اسفنجی کوچک به نام پانکراس است. کبد سپیا دو قسمتی است. در سرپایان هضم خارج سلولی است و ترشحات غدد گوارشی به محل اتصال معده و سکوم می ریزد. هضم در معده شروع می شود سپس محتویات معده به سکوم می رود. در این حال آنزیمهای گوارشی ترشح شده و هضم کامل می شود. مواد هضم نشده به معده برمیگردند این مواد ارزش غذایی نداشته و به روده میریزند. محل اصلی جذب دیواره سکوم است. در لولیکو جذب در دیواره سکوم انجام می گیرد و مواد هضم نشده مستقیماً از معده به روده میریزند. عمل هضم در لولیکو 4 ساعت و در هشت پا 18 ساعت طول می کشد.

مطالعه لولیکو:

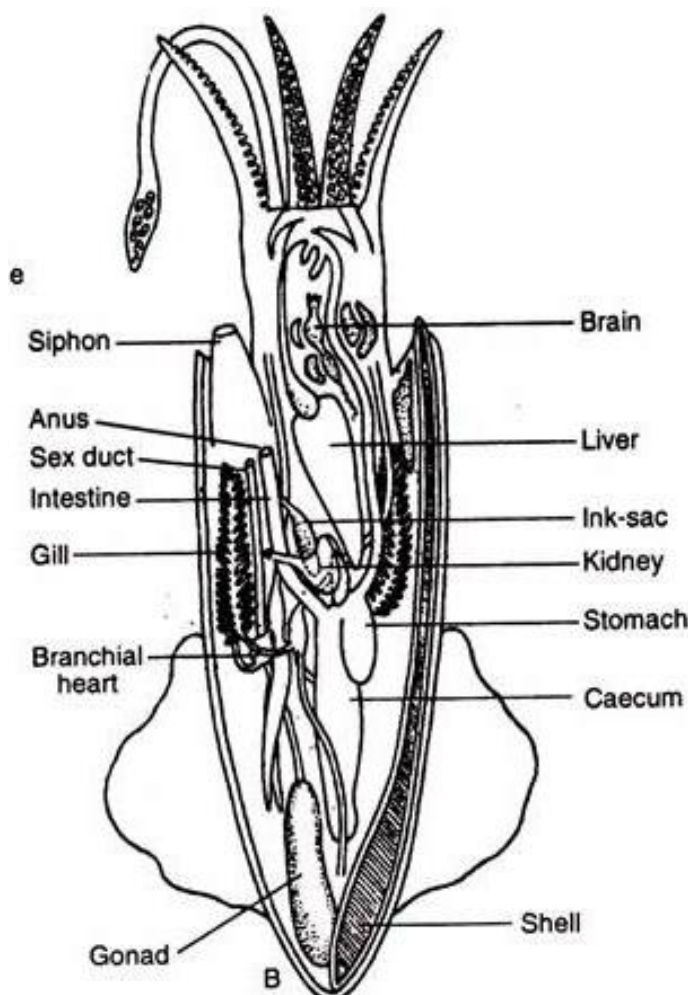
لولیکو دارای سربزرگ با چشمهای قدرتمند است. چشمهای پیشرفته این جانور همانند چشم مهره داران تصویر ایجاد می کند. این نرمتن که جز سرپایان ده پای است جانوری گوشتخوار بوده و بیشتر از سخت پوستان و ماهیها تغذیه می کند. انتها و کنار ه های بدن این جانور مخروطی شکل است. دو باله مثلثی شکل در دو طرف بدن وجود دارد. این باله ها تا انتهای بدن کشیده شده اند و نقش مهمی در حفظ تعادل جانور دارند. باله ها نیروی محرکه ای برای حرکت ایجاد نمی کنند. سر و بدن جانور به هم متصل می باشند لبه های آزاد روپوش به دور بدن یقه ایجاد کرده اند. دهان بین بازوها و تانتاکولها واقع شده است. در زیر گردن یک قیف عضلانی وجود دارد. پوست این جانور سلولهای رنگی دارد که تحت انعکاسات عصبی و نوعی هورمون خاص منبسط و منقبض می شوند. در نتیجه انقباض و انقباض سلولهای رنگی پوست رنگ جانور تغییر می کند.

دستگاه گوارش لولیکو شامل اجزای زیر است:

- 1- دهان با یک جفت زوائد شاخی است که توسط عضلات حرکت کرده و عضو منقارمانندی دارد.
- 2- حلق عضلانی بزرگی که در عقب دهان قرار گرفته است. در داخل حلق یک سوهانک قوی است دو جفت غده بزاقی به حلق متصلند و ترشحات خود را به روده می ریزند. زوج جلویی غده ها بزرگ و طویل است.
- 3- یک مری باریک و بسیار بلند که از یک سو به حلق و از سوی دیگر به معده متصل است.
- 4- معده که یک عضو بزرگ و کیسه مانند است.
- 5- روده کوچک
- 6- راست روده که به مخرج منتهی می شود.
- 7- مخرج

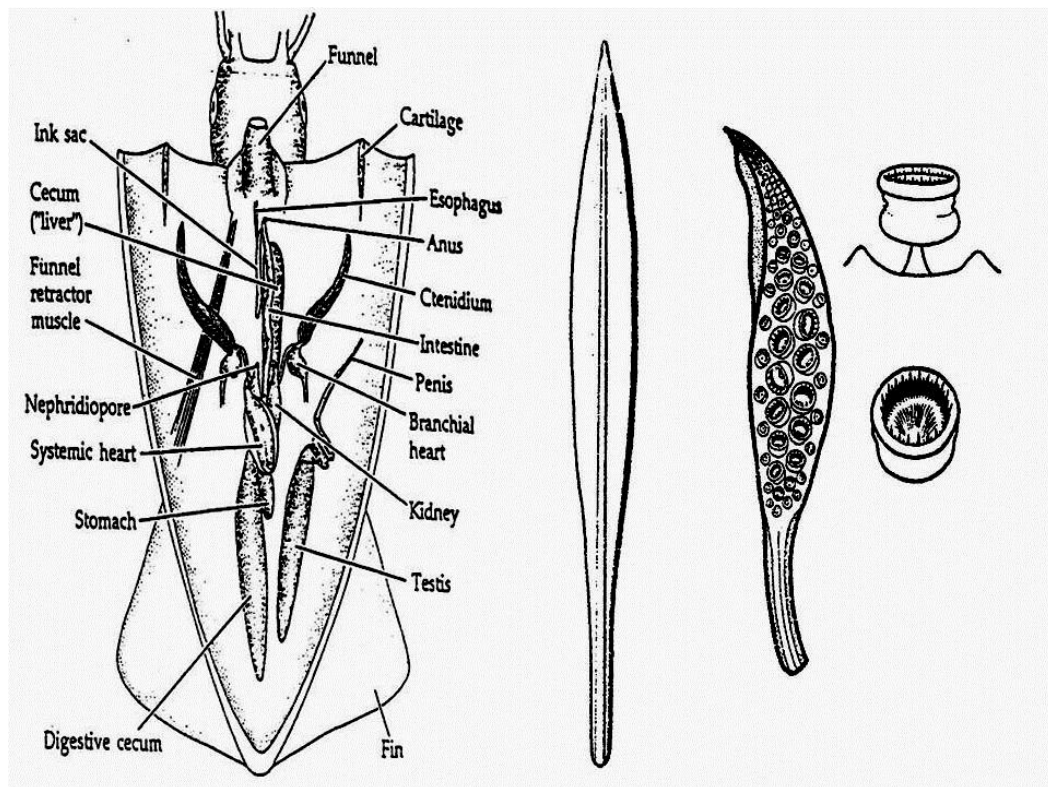
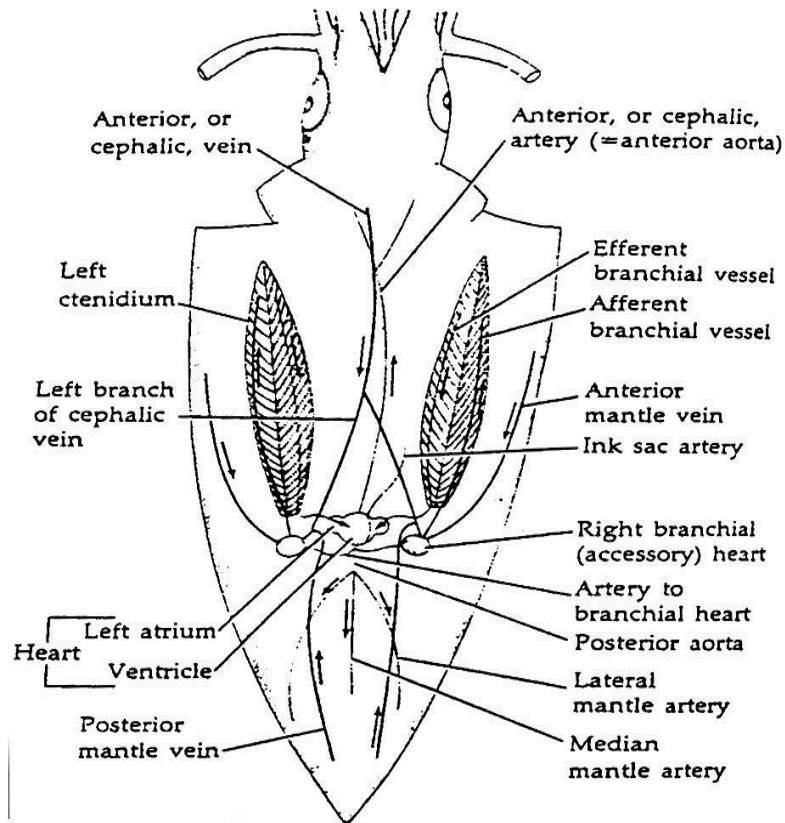
لولیکو یک کیسه به نام کیسه جوهر (Inc sac) دارد. درون این کیسه ماده ای به رنگ سیاه

است که به هنگام تهدید جانور به بیرون ریخته می شود و مانند مرکب آب را سیاه می کند. اکنون با توجه به ساختمان بدنی لولیگو به مطالعه دستگاههای مختلف رده سرپایان می پردازیم:



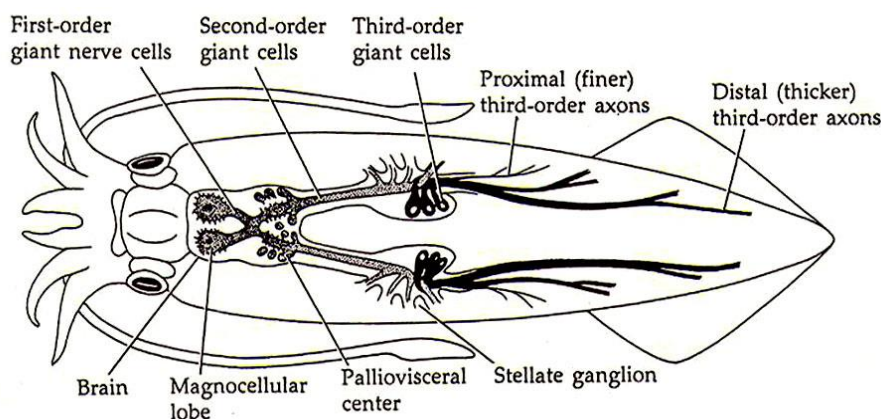
دستگاه گردش خون و وازنش در سرپایان:

دستگاه گردش خون سرپایان بسته است و نسبت به نرم تنان دیگر رگهای بیشتری دارد. قلب سه حفره ای و شامل دو دهلیز و یک بطن است. خون توسط سرخرگها از بطن خارج شده و به قسمتهای مختلف بدن می رود. سرخرگ که بطرف آبششها می رود قبل از ورود به آبشش به دوشاخه تقسیم می شود هر یک از شاخه های وارد یک عضو کوچک ضرباندار به نام قلب آبششی Branchia heart می شوند. قلب آبششی با حرکات انقباضی خود یک نیروی مضاعف به خون وارد کرده و آن را به برانشیها می رساند. دستگاه دفع این جانور شامل دونفریدی بزرگ کیسه مانند است که کلیه نامیده می شود. هر کلیه از سوراخ نفریدی به حفره روپوشی باز می شود. نفریدیها از طریق کانال کلیوی با حفره ششی و حفره دور قلبی (دل پوشی) در ارتباط اند.



دستگاه عصبی:

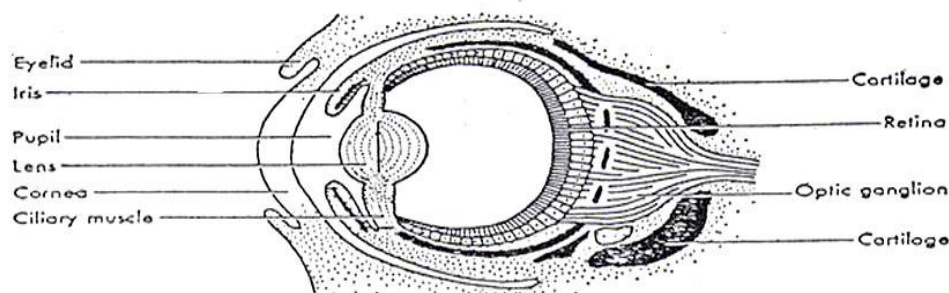
میزان تغییرات و پیشرفت سیستم عصبی سرپایان در مقایسه با سایر بی مهرگان همراه با تغییرات گوارشی رژیم گوشتخواری و مهارت‌های حرکتی جانوران این رده است. در سرپایان گانگلیون‌های مغزی متمرکزند و کم و بیش تغییر پیدا کرده اند مغز را بوجود آورده اند. مغز به قدری پیشرفته است که حتی مراکزی برای اعمال بخصوصی - مانند حرکت به جلو و عقب - دارد. یک عصب بینایی بزرگ از هر طرف مغز خارج می شود گانگلیون‌های مغزی در بالای مری قرار گرفته اند و از آنها یک جفت اعصاب دهانی خارج می شوند که در جلوه گانگلیون‌های بالایی حفره دهانی متصل می گردند. گانگلیون‌های بالایی حفره دهانی یک جفت بوده وبا واسطه حلقه عصبی دور مری به گانگلیون‌های پایینی حفره دهانی متصل می شوند. بخش پایینی مغز اعصابی دارد که به طرف قیف می روند. در نمونه های مختلف تقسیمات و چگونگی عمل گانگلیون‌های بازویی و اعصابی که این گانگلیونها به نقاط مختلف بدن می فرستند متفاوت می باشند. گانگلیون‌های بازویی در واقع همان گانگلیون‌های پایی اند. این طرز تقسیم دستگاه عصبی نشان می دهد قیف و تانتاکولها در سرپایان به منزله پا در سایر نرم تنان است.



گیرنده های حسی سرپایان عبارتند از:

1- یک عضو بینایی به نام چشم که در لولیکو- سپیا و هشت پا بسیار پیشرفته بوده و ساختمانی شبیه به چشم مهره داران دارد.

چشم دارای قرنیه عدسی و اتاقکهای قدامی و خلفی است. یک فضای کروی متشکل از قطعات غضروفی شکلی شبیه کره چشم را ایجاد می کند. عضلات مژگانی به عدسی متصلند تغییرات عدسی را برعهده دارند. دیافراگم عنبیه در جلوی عدسی قرار دارد و مقدار نور را (توسط تغییر دادن اندازه مردمک) تنظیم می کند. مردمک به صورت خطی افقی است. شبکیه با سلولهای استوانه ای پوشیده شده است. چشم تصویری حقیقی ایجاد می کند. برخلاف مهره داران تصویر بصورت مستقیم در چشم سرپایان می افتد. گرچه ظاهرا شبکیه فاقد سلول مخروطی است ولی این احتمال وجود دارد که سرپایان می توانند رنگ را هم تشخیص دهند.



ساختمان چشم در اسکمیر از سرپایان

2- استاتوسپیستها که توسعه یافته و در طرفین مغز قرار گرفته اند. جانور توسط این عضوها - که بالابه ای غضروفی پوشیده شده است - از شرایط مختلف مثلاً وضع قرار گرفتن بدنش در مقابل نیروی جاذبه زمین با خبر می شود. عمل استاتوسپیست شبیه عمل نیم دایره های های گوش داخلی مهره داران است. بطوریکه تغییرات حرکت را تشخیص می دهند.

3- بازوها سلولهای حساس به نام رسپتور دارند که گیرنده های مواد شیمیایی محسوب می شوند.

تولید مثل در سرپایان:

به جز چند گونه معمولاً همه سرپایان تک جنسی اند. غده جنسی در پشت بدن قرار دارد. تستیسها که یک حفره داخلی دارند در سلوم تشکیل می شوند. اسپرمها در دیواره کیسه بوجود می آیند و سپس توسط مجرا هدایت شده پس از عبور از ازدهانه مژه دار کیسه اسپرماتوفور وارد کیسه ذخیره اسپرم می شوند. در هر اسپرماتوفور تعداد زیادی اسپرم قرار می گیرد. اسپرماتوفورها پس از تکمیل به یک کیسه ذخیره ای به نام Needham می روند. کیسه نیدهام در سمت چپ حفره روپوشی قرار دارد. تخمدان جانور ماده ساختمانی شبیه تستیس دارد. در هشت پا دواویداکت وجود دارد. در ناتیلولوس اویداکت چپ از بین رفته و فقط اویداکت راست باقی مانده است. در سایر سرپایان غالباً اویداکت سمت راست از بین رفته و تنها اویداکت سمت چپ فعال می باشد. رشد تخم در حفره روپوشی یا خارج آن انجام می شود اما در هر مورد جفتگیری صورت می گیرد. قبل از جفتگیری تغییراتی در جانوران ایجاد می شود. از جمله این تغییرات تغییر رنگ جانور نر است که بطور محسوسی مشاهده می شود. معمولاً برای جفتگیری یکی از بازوهای جانور نر تغییر شکل می دهد این بازو Hectocotylus یا بازوی تناسلی نامیده می شود. تغییر شکل بازوی جانور نر لولیگو و سپیا به این صورت است که در یکی از بازوها چند ردیف از بادکشاها کوچک شده و بصورت منطقه چسبنده ای که برای انتقال اسپرماتوفور بکار برده می شود، درمی آید. در ضمن جفتگیری جانور نر توسط بازوی تناسلی اسپرماتوفورها را از قیف یا کیسه نیدهام گرفته و وارد حفره روپوشی جانور ماده می کند. اسپرماتوفورها در دیواره حفره روپوشی نزدیک دهانه اویداکت و یا در داخل مجرای تناسلی قرار داده می شوند. چون در انتهای بازوی تناسلی هشت پایان حفره های ذخیره اسپرم وجود دارد به هنگام جفتگیری انتهای بازو توسط جانور نر (هکتو کتیلوس) وارد حفره روپوشی جانور ماده می شود و همانجا انتهای آن بریده شده باقی می ماند. در دیواره روپوش غده هایی وجود دارد که در اطراف تخمکها پوشش هایی را به وجود می آورند. تخمکها در یک غشا (کپسول) ترشح شده توسط غده اویداکتی قرار می گیرند و غده Nidamental هم غشای دیگری روی غشا دیگر ترشح می کند. در لولیگو غشایی که توسط غده Nidamental ترشح می شوند یک پوشش ژلاتینی است. ضمن اینکه تخمکها از حفره روپوشی خارج می شوند با اسپرمهای کیسه اسپرمی (اسپرماتوفور) لقاح پیدا می کنند. جانور ماده تخم را به صورت خوشه ای رشته ای یا منفرد در جایی قرار می دهد. تخمهای سپیا- همانند دانه های انگور که روی خوشه چیده شده اند- به صورت خوشه مانند به تکیه گاه می چسبند. تخمها لولیگوبه صورت خطی و تخمهای هشت پا به صورت انفرادی در محیط قرار می گیرند.

رشد جنینی سرپایان:

در تمام سرپایان رشد جنینی مستقیم یعنی فاقد مراحل لاروی است. به طور کلی سرپایان از نظر تولید مثلی با بقیه نرمتهان متفاوتند چون لارو تروکوفور ندارند.

رنگدانه، غده مرکب و تابش نور در سرپایان:

رنگ سرپایان به رنگدانه هایی که در پوست آنها وجود دارد وابسته است. در اطراف سلولهای رنگدانه عضلات کوچکی وجود دارد که سبب بازوبسته شدن سلولهای رنگدانه می شوند. با منقبض شدن این عضلات رنگ ظاهر می گردد. وقتی عضلات مذکور در حالت استراحت باشند سلولهای رنگدانه جمع شده و رنگ ظاهر نمی شود. ظاهر شدن رنگ بوسیله سیستم عصبی و هورمونی کنترل می شود. پیامهای چشم محرک بزرگی برای تغییر رنگ جانور به حساب می آید. به جز نوتیلوس در سایر سرپایان یک کیسه بزرگ شکمی در ناحیه روده که دارای یک غده تولید کننده مرکب است وجود دارد. این غده در دیواره یک مخزن قرار گرفته است. در انتهای برآمده کیسه مجرای وجود دارد که کیسه را در ناحیه راست روده در پشت غالباً به مخرج متصل می کند.

وقتی جانور تهدید می شود کیسه در اثر یک مکانیسم عصبی منقبض شده و ماده سپاهرنک ترشح می کند. در این موقع محیط تیره شده و جانور فرار می کند. مایع ترشح شده به علت اینکه دارای رنگدانه ملانین است سیاه یا قهوه ای به نظر می رسد. بسیاری از سرپایان که در اعماق آب زندگی می کنند قدرت تابش نور را دارند.

رده بندی شاخه نرم تنان

شاخه نرم تنان شامل 7 رده به شرح زیر است:

- 1- Gastropoda شکمپایان
- 2- Cephalopoda سرپایان
- 3- Scaphopoda ناوپایان
- 4- Aplacophora بی صدفان
- 5- Bivalvia دوکفه ایها
- 6- Polyplacophora بس پاره صدفان
- 7- Monoplacophora تک صدفان

Pylum Arthropoda

شاخه بندپایان

اعضاء شاخه بندپایان بزرگترین و متنوعترین شاخه دنیای جانوری بوده و از کامبرین تا کنون زندگی می کنند. افراد این شاخه دارای قدرت سازش فوق العاده بوده و در انواع محیطها از قبیل دریا، آب شیرین، خشکی و هوا زندگی می کنند و گروهی از آنها یعنی حشرات تنها بی مهره گانی هستند که قادر به پرواز می باشند. بندپایان عموماً دارای یک اسکلت خارجی کیتینی می باشند که جانور را در مقابل شرایط نامساعد محیطی حفظ کرده و از هدر رفتن آب نیز جلوگیری می کند. وجود کیتین یکی از مهمترین دلایل موفقیت آنها در تمام محیط هاست این شاخه مهمترین گروه پروتوستوم بوده و یکی از شاخه هایی است که بسیاری از اجزای آن خشکی زی واقعی هستند. بلاستوپورجنینی تبدیل به دهان شده است. از نظر بسیاری از دستگاه ها پیشرفت قابل ملاحظه ای داشته و دارای انواع رفتارهای پیچیده و سازمان یافته هستند.

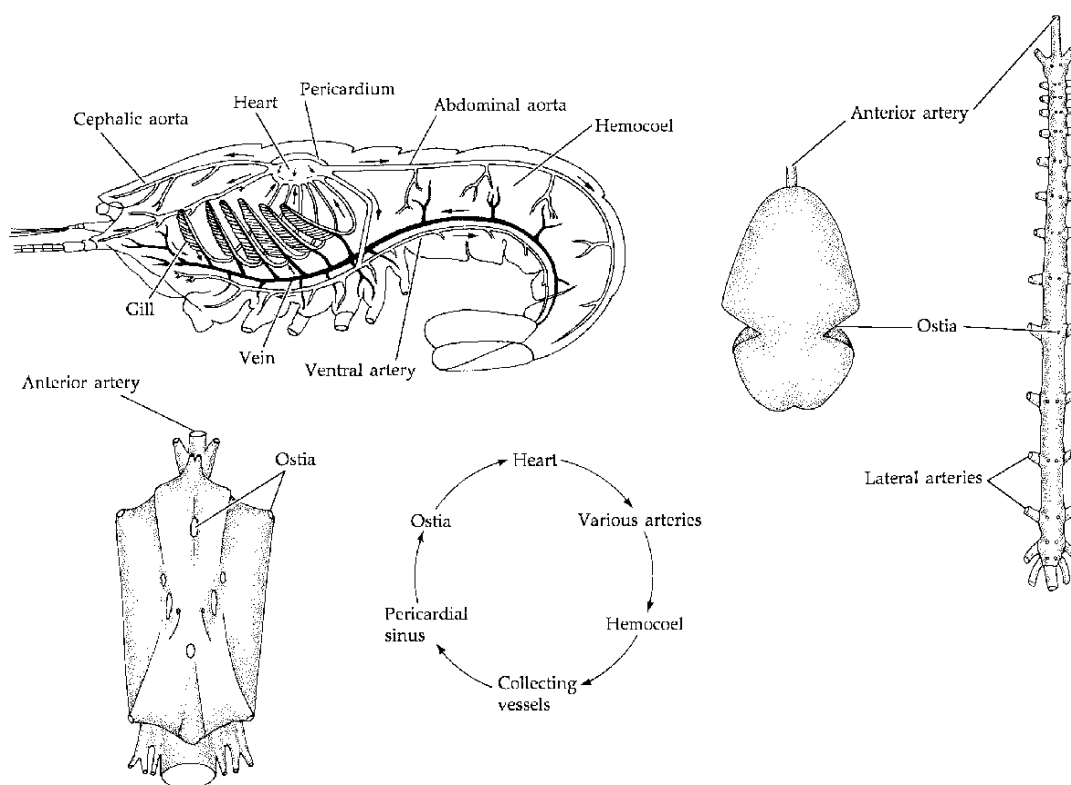
برخی از اعضاء این شاخه (عقربها) اولین گروهی هستند که به خشکی هجوم آوردند و در سیلورین با آنکه در انقراض بزرگ پرمین نسل بسیاری از بندپایان منقرض گردید با این حال به علت قدرت سازشی فوق العاده مجدداً دچار انشعاب سازشی و گونه زایی شده به طوریکه امروزه بیش از یک میلیون گونه در این شاخه وجود دارد و هر ساله تعداد زیاد دیگری از آنها شناسایی شده و نامگذاری می گردند و تخمین زده می شود که تعداد گونه های شناخته شده حدود 20-25 درصد کل گونه های شناخته شده این شاخه می باشد.

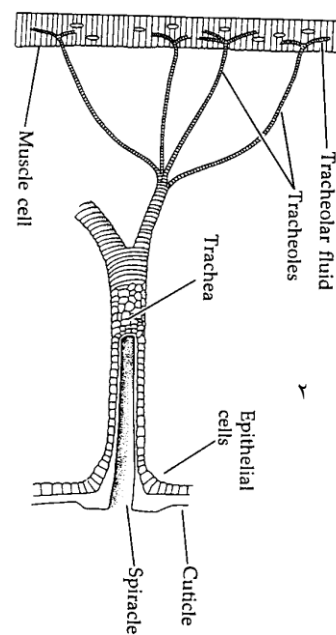
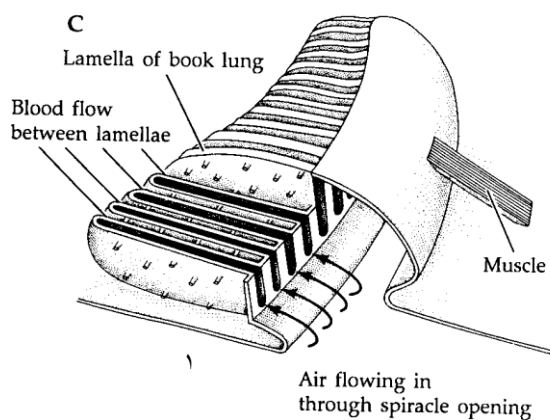
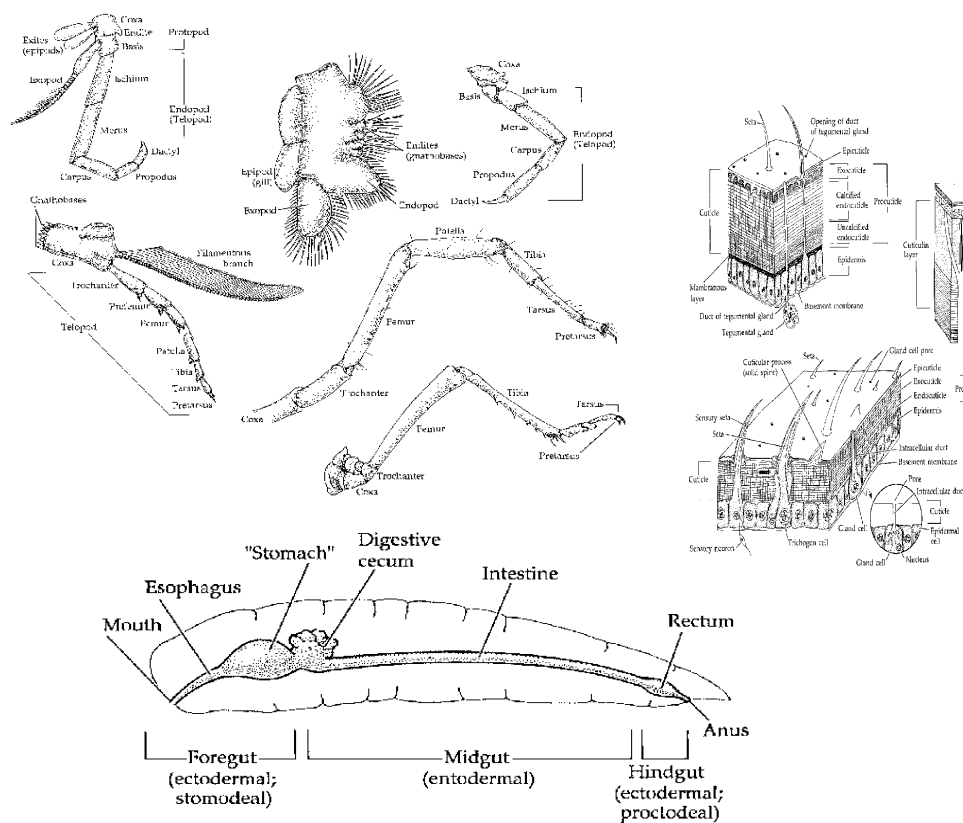
اولین بندپایان متعلق به زیرشاخه تریلوبیتها که در کامبرین وجود داشته و برخی معتقدند که در پرکامبرین ایجاد شده اند. بندپایان از اعماق 10 کیلومتری دریایی (برخی از سخت پوستان) تا ارتفاعات 6 هزارمتری (حشرات و عنکبوتها) زندگی می کنند.

اختصاصات بندپایان:

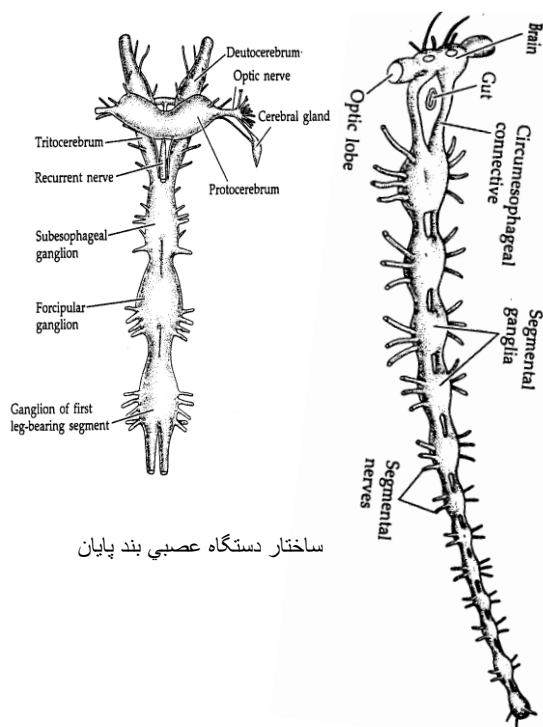
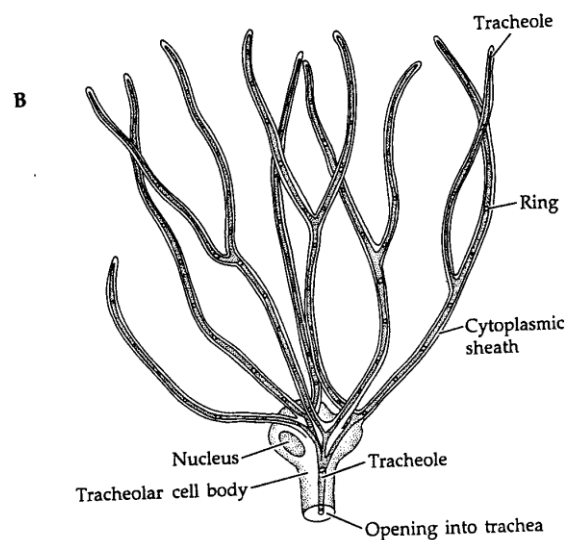
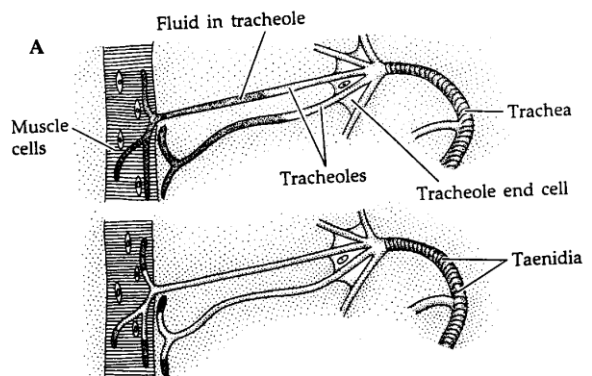
- 1- دارای تقارن دوطرفی و سه لایه رویشی (آندودرم - مزودرم - اکتودرم) هستند. بدن بندبند و در خارج مفصل بندی شده است. ناحیه سر - سینه در آنها مشخص بوده و یا اینکه به همدیگر جوش خورده اند.
- 2- در هر بند یک زوج یا کمتر ضمايم است و عضلات مختلفی از این ضمايم حمایت می کنند.
- 3- دارای اسکلت خارجی از جنس کیتین که توسط اپیدرم ترشح شده و به فواصلی می افتد. (پوست اندازی)
- 4- دارای عضلات مخطط و اغلب پیچیده که قادر به عمل سریع هستند.
- 5- لوله گوارش کامل قطعات دهانی دارای آرواره که برای جویدن یا خرد کردن یا مکیدن یا لیس زدن سازش یافته اند. مخرج در انتهای بدن قرار گرفته است.
- 6- دستگاه گردش خون باز - قلب پشتی و توسط سرخرگهایی خون رابه اندامهای مختلف می فرستد. خون از طریق فضاهاى بدن (هموسل - حفره خونی) به قلب برمی گردد. سلوم در آنها کاهش یافته است.

- 7- تنفس توسط آبشش لوله های تراشه ششهای کتابی و یا سطح بدن صورت می گیرد.
- 8- عمل ترشح یا دفع توسط غدد Coxal یا غدد سبز (شاخکی) و یا توسط لوله های مالپیگی در گروههای مختلف انجام می گیرد.
- 9- دستگاه عصبی دارای عقده های عصبی مغزی زوج در بالای دهان همراه با اعصاب رابط طولی در سطح شکمی است. در هر بند بدن یک گره عصبی موجود بوده و یا اینکه این گره های عصبی در یک ناحیه خاص متمرکز شده اند. اندامهای حسی شامل آنتن - آنتنول - موهای حسی - چشمهای ساده و مرکب - اندامهای شنوایی (در حشرات) و استاتوسیتها (سخت پوستان) می باشند.
- 10- جنسها معمولا شکل نرماده آنها با هم فرق می کند لقاح اغلب داخلی تخمها دارای زرده نسبتا زیاد (تخمهای مرکز زرده = Centrolecital) معمولا دارای یک یا چند مرحله لاروی و دگردیسی همچنین در برخی از گروهها (مانند سخت پوستان و حشرات) بکرزایی Parthenogenesis وجود دارد.

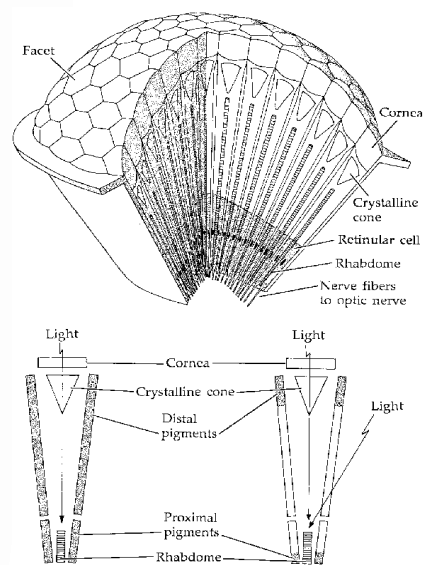




انواع سیستمهای تنفسی در بند پایان
۱. شنهای کتابی
۲. سیستم تنفسی تراشه ای



ساختار دستگاه عصبی بند پایان

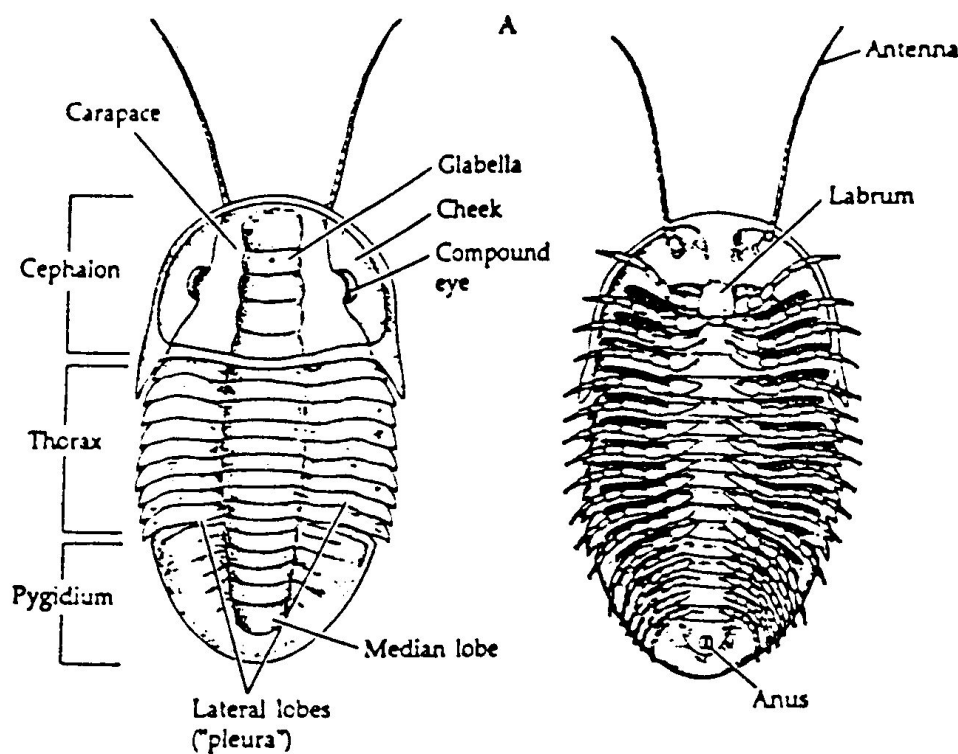


تشکیلات چشمهای مرکب در بند پایان

زیر شاخه Trilobita:

این جانوران به عنوان ابتدایی ترین بندپایان شناخته شده اند که در دریا می زیسته اند و تعداد آنها در دوره کامبرین به حد خود رسیده ولی در دوره پرمین Permian از بین رفته اند. اندازه آنها از 3 تا 10 سانتیمتر بوده و بدن آنها بیضی شکل و سطح بایک کوتیکول پشتی که خیلی ضخیمتر و سنگین تر از کوتیکول شکمی است و به همین دلیل بیشتر موارد فقط اسکلت پشتی تشکیل فسیل را داده است.

بدن تریلوبیت شامل بخش جلویی یا سرسینه باتنه که دارای ضمائم حرکتی می باشد و دم آن انتهایی است. ضمنا بدن توسط شیارهای طولی پشتی به سه بخش (لب میانی و لبهای جانبی) تقسیم می شود و نام تریلوبیت نیز به همین دلیل انتخاب شده است. دهان در ناحیه جلویی و سطح شکمی واقع شده است و در سر یک جفت شاخک و یک جفت چشم مرکب قرار دارد و نیز چهار زوج ضمائم در سطح شکمی واقع اند که هر کدام دارای برانشی اند و عمل تنفس را انجام می دهند. در تنه نیز ضمائم مشابه ضمائم سر دیده میشوند. ناحیه دم از یکپارچه شدن چندین قطعه حاصل شده است و ضمائم مربوط به آن به طرف عقب بدن خمیده اند.



Subphylum Chelicerata

زیر شاخه قلاب داران

کلیسرداران بدنشان از دو بخش سرسینه (Cephalothorax) و شکم تشکیل می شود. شاخک ندارند و اولین ضمائم جلوی دهان به قلاب Chelicera تبدیل شده است که جهت تغذیه مورد استفاده قرار می گیرد و اولین ضمائم عقبی دهان به نام پایهای آرواره ای Pedipalps هستند که در رده های مختلف اعمال مختلفی انجام می دهند. کلیسرداران شامل رده های زیر هستند:

رده عنکبوتیان Class Arachnida:

عنکبوتیان بزرگترین و مهمترین رده کلیسرداران بوده و شامل عنکبوتها- عقربها- کنه ها- هیله ها می باشند. عنکبوتیان امروزی خاکزی هستند مگر چند گونه آن که مجدداً به آب برگشته اند. متعاقب این مهاجرت به خشکی تغییراتی نیز اتفاق

افتاده است که سطح خارجی کوتیکول مومی گشته تا ازدست دادن آب را تقلیل دهد و نیز برانشیهای صفحه ای آنها جهت استفاده از هوا به ششهای صفحه ای (کتابی) تغییر شکل یافته اند. اندامهای حرکتی نیز برای حرکت در خشکی مناسب شده اند. همچنین تولید ابریشم در عنکبوتها و بعضی هیره ها و وجود غده های سمی در عنکبوتها و عنقرب شکلان نیز از تغییرات دیگر برای آنها محسوب می شوند.

شکل خارجی عنکبوتیان : بدن آنها (غیر از کنه ها) از سرسینه و شکم تشکیل می شود. سرسینه یا فاقد تقسیم بوده و بوسیله کاسه سنگ پوشیده شده است که دارای چهار زوج پای حرکتی و یک زوج کلیسر (قلاب) می باشد که در تغذیه عمل می کنند و یک زوج پاها را دارند که اعمال مختلفی را انجام می دهند.

تغذیه عنکبوتیان : بیشترین جانوران گوشتخوارند و از بند پایان کوچکتر تغذیه می کنند. به این ترتیب که قربانی را با کلیسر نگاه داشته و آنزیمهایی را که در روده میانی ترشح می کنند از دهان بیرون میریزند تا به بافتهای شکار وارد کنند و باعث هضم آنها گردد. مایع حاصل از اثر آنزیمها به حجره جلویی دهان و سپس به دهان حلق مری و سپس روده می رسد. مری با عملی عضلانی غذا را جلورانده و دیواره آن قطعات کوتیکولی دارد که برای خرد کردن غذا به کار می آیند. پس از هضم چون همه آن برای متابولیسم لازم نیست مقداری جذب می شود و بقیه در سلولهای ذخیره ای اطراف روده ذخیره می گردد. بعضی از گونه های عنکبوتیان برای حتی دو سال می توانند بدون غذا زنده بمانند.

دستگاه دفع ادرار در عنکبوتیان : دفع ادرار توسط غده های پیش رانی (Coxal gland) انجام می شود زیرا این غده ها در پشت ناحیه پیش ران (Coxa) اندامهای حرکتی بازمی گردند. بنابراین به همین نام نامیده می شوند. لوله های مالپیگی و سلولهای بزرگ نفروسیت (Nephrocytes) نیز از اعضای دفعی عنکبوتیان محسوب می شوند.

سیستم عصبی وحسی عنکبوتیان : شامل عقده های پشتی (مغز) و طناب عصبی شکمی با عقده های شکمی زوج که ممکن است متمرکز شده باشند. اندامهای حسی نیز شامل موهای حسی چشم (مستقیم و غیر مستقیم) و شیارهای حسی است. موهای حسی به صورت مژه ساده و مژه های طویل به نام Trichobutrium تریکوبوتری ها در سطح بدن به خصوص روی اندامهای حرکتی پراکنده اند. چشمها نیز حاوی عدسی و قرنیه می باشد که قرنیه با کوتیکول اسکلت خارجی یک پارچه است. شکافهای کوچکی نیز در سطح کوتیکول هست که ارتعاشات را حس می کنند.

راسته عنکبوتها: Order Aranea

ساختمان خارجی

منافذ موجود بر روی بدن عنکبوت به قرار زیر است:

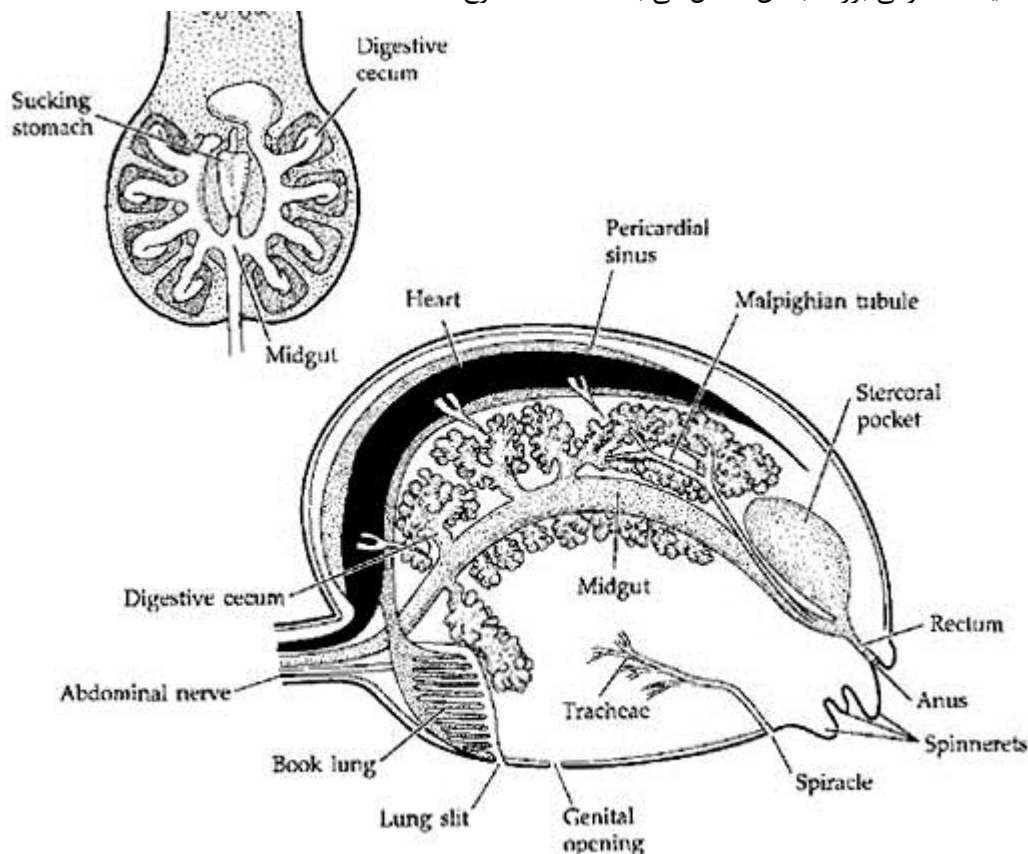
- 1- یک دهان نسبتاً کوچک که بین آرواره های پایین قرار گرفته است.
- 2- منافذ تناسلی که در ناحیه قدامی و میانی شکم قرار گرفته اند.
- 3- منافذ شکاف مانند به طرف ششهای کتابی در ناحیه شکم.
- 4- یک عدد اسپیراکل (منفذ تنفسی که در برخی از گونه ها وجود دارد) که در ناحیه قدامی مخرج قرار دارد و به لوله های تراشه مربوط می گردد.
- 5- دو یا سه زوج از منافذ غدد تارریس که از طریق آنها ابریشم یا تار ترشح می گردد.
- 6- مخرج که در انتهای بدن قرار دارد.

"اندامهای داخلی"

(الف) دستگاه گوارش:

این دستگاه شامل :

1- دهان 2- مری باریک 3- یک معده مکنده که توسط عضلاتی به ناحیه سرسینه وصل می شود. 4- معده اصلی در ناحیه سرسینه که دارای پنج زوج لوله کور (سکوم) است که یک جفت از لوله ها پشتی و چهار زوج دیگر ب طرف پاهای حرکتی عنکبوت جهت گیری دارد. 5- روده مستقیم در ناحیه شکم که مجاری یک غده گوارشی بسیار منشعب (کبد) به آن متصل است. 6- کبد 7- راست روده یا رکتوم که در ناحیه خلفی شکم امتداد داشته و قبل از اینکه به مخرج ختم گردد یک کیسه مدفوعی بزرگ به آن متصل می باشد. 8- مخرج.



"تغذیه"

عنکبوتها بیشتر شکارچی و گوشتخوار هستند و بسیاری از گونه های آنها به طور فعال شکار را تعقیب کرده و آن را به چنگ می آورند. گوارش کاملاً برون سلولی و بسیاری از آنها در برابر بی غذایی بسیار مقاوم هستند. حتی برخی از کنه ها می توانند تا دو سال بدون غذا زنده بمانند. برخی دیگر از عنکبوتیان حالت انگلی داشته (کنه) و از بافتهای گیاهی و حیوانی و با خون تغذیه می کنند. در عنکبوتیان شکارچی طعمه توسط پاهای آرواره ای (پدی پالپ) گرفته شده و به طرف کلیسر ها و دهان هدایت می گردد. در آنجا کلیسر ها طعمه را تکه تکه کرده و به طرف دهان یا حلق می فرستند. گاهی اوقات هم جانور از طریق معده و مری مکنده خود قسمتهای نرم و قابل هضم طعمه را مکیده و قسمتهای سخت و غیر قابل هضم را وارد دستگاه گوارش نمی کند. از عنکبوتیانی که فعالانه شکار را تعقیب می کنند لیکوزا (Lycosa عنکبوت گرگی) می باشد که چشمهای قدرتمندی دارد. برخی دیگر نیز مانند جنس سالتی کوس (Salticus) در کمینگاه منتظر شکار شده و بر روی شکار می پرند و آن را گرفتاری می سازند. برخی نیز مانند آرژوپ (Argiope) از طریق تئیدن تار طعمه را گرفتاری می کنند یعنی جانور در منطقه ای از تار مستقر شده و منتظر ورود شکار به تار می شود همینکه شکار وارد تار می شود (مثلاً یک حشره) گرفتار قدرت چسبندگی تار می گردد و تقریباً هیچ راه گریزی برای آن نمی ماند که در این هنگام عنکبوت به شکار نزدیک شده و آن را می خورد. برخی دیگر از عنکبوتیان از طریق نیش زدن طعمه را گرفتاری می کنند مانند لاترودکتوس (Laterodectus) و یا لوکسوسلس (Loxosceles) که دوجنس بسیار سمی اند و حتی نیش جنس اول گاهی اوقات ممکن است به مرگ انسان منجر گردد. اما جنس دوم خطر کمتری

دارد ولی می تواند باعث نکروز سلولهای بدن در محل نیش زدن گردد. برخی از عنکبوتهای مناطق حاره بسیار بزرگ بوده (15cm) و حتی پرندگان کوچک را نیز شکار می کنند مانند عنکبوتهای Galeodes (رطیل) از جنس (Dugesia).

(ب) دستگاه دفعی :

این دستگاه شامل غده های پیش رانی (کوکسال) است که این غده ها در ناحیه پشتی پیش ران (Coxa) قرار گرفته اند و مواد دفعی نیتروژن دار را به خارج از بدن هدایت می کنند. همچنین لوله های مالپیگی و سلولهای بزرگ نفروسیست نیز از اعضای دفعی عنکبوتیان محسوب می گردند.

(ج) دستگاه گردش خون:

این دستگاه از نظر وضعیت ظاهری تاحدی به دستگاه گردش خون حشرات شبیه است و عبارتست از:

1- یک قلب لوله ای و باریک و قابل انقباض و عضلانی که در ناحیه پشتی شکم قرار دارد و دارای سه زوج سوراخ (اوستیوم)

است که خون از طریق این منافذ به قلب وارد می شود.

2- از قلب یک آئورت خلفی به طرف عقب خارج شده و اندامهای خلفی را مشروب می کند.

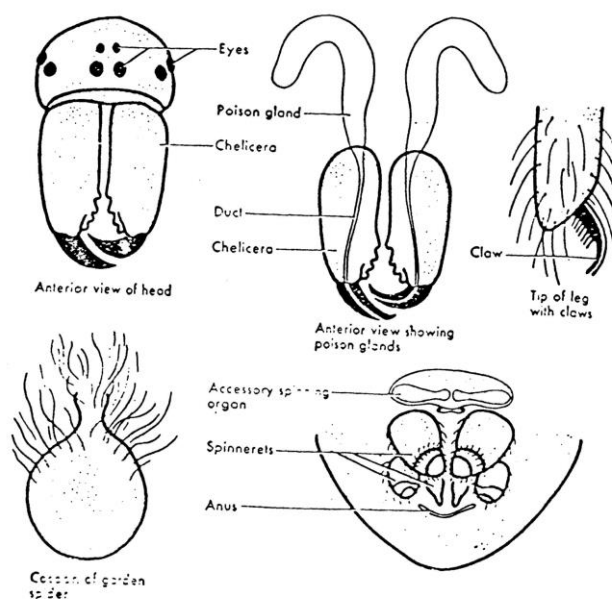
3- یک آئورت جلویی که دوشاخه شده و خون را به طرف معده - پاها - چشمها و همچنین غده سمی هدایت می کند.

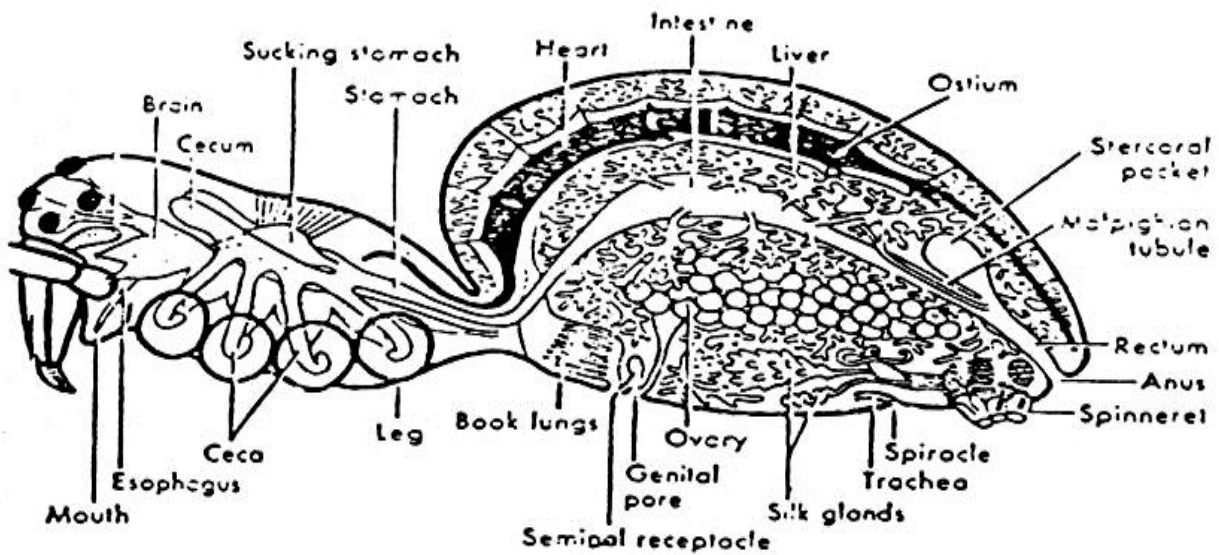
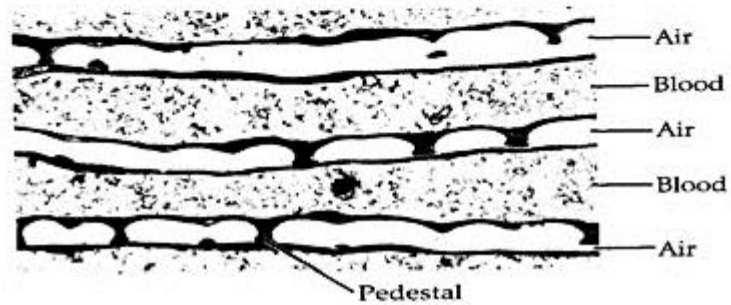
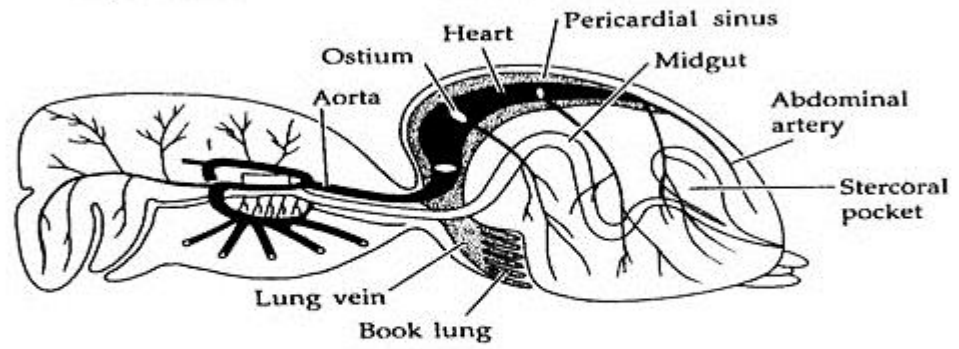
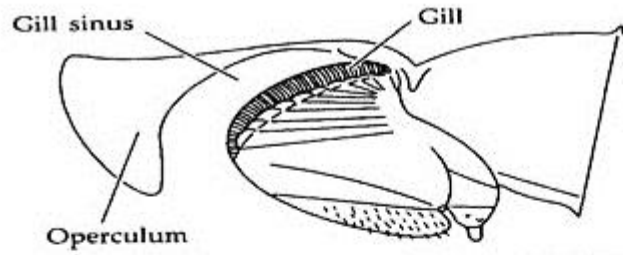
4- خون بیرنگ آنها دارای سلولهای آمیبی شکل و رنگدانه هموسیانین است. خونی که از قلب به داخل آئورتها پمپ می گردد در نهایت وارد سینوسهای میان بافتی می گردد (گردش خون باز) و سپس برای اکسیژن گیری به طرف ششهای کتابی هدایت می گردد. در ششها عمل تبادلات گاز صورت گرفته و خون از طریق سیاهرگهای ششی به حفره دور قلب (پریکارد) بر میگردد و از آنجا از طریق اوستیومها که زوج هستند به قلب وارد می گردد. در ضمن مصرف اکسیژن بسیار کم است.

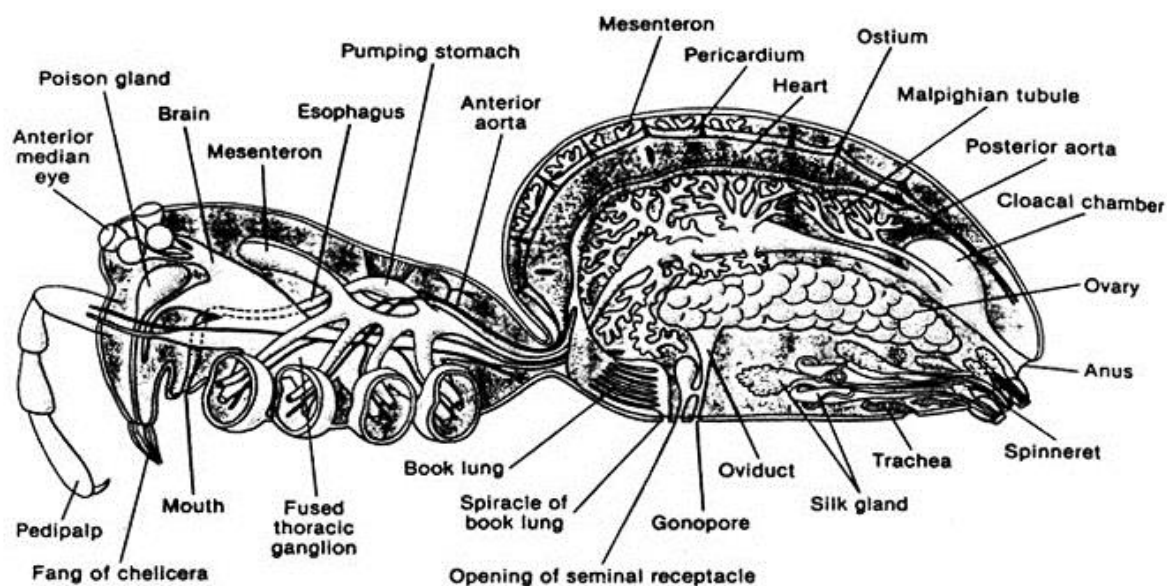
(د) دستگاه تنفس:

این دستگاه شامل :

ششهای کتابی بوده (Book Lung) است که در واقع منحصربه عنکبوتیان است. هر کدام از این ششها شامل حدود 15-20 صفحه تخت برگ مانند است که رگهای خونی ظریفی در آنها قرار گرفته اند. هوایی که از طریق منفذ ورودی ششها در ناحیه شکم به ششها وارد می شوند در بین این صفحات می چرخد و در این حالت تبادلات گازی (ورود اکسیژن به مویرگها و خروج CO2 از آنها) صورت می گیرد. همچنین لوله های تراشه که در برخی از عنکبوتیان وجود دارد در تنفس نقش مهمی بازی می کنند.







Internal anatomy of an araneomorph spider. (After Comstock.)

(ه) دستگاه عصبی :

این دستگاه متمرکز است و شامل :

یک عقده دولوبی در بالای مری است که در واقع نقش مغز را دارد و از این عقده ارتباطات عصبی خارج شده و آنرا به طناب عصبی شکمی ضخیم و بزرگ وصل می نماید.

معمولا در هر بند بدن یک زوج گانگلیون وجود دارد که این حالت بیشتر در نوزادان قابل مشاهده است اما در افراد بالغ بیشتر عقده ها در ناحیه شکمی به هم نزدیک شده و متمرکز می گردند.

از نظر وجود اندامهای حسی عنکبوتها عموما دارای :

چشمهای ساده هستند که تعداد آنها یک تا چند زوج است و برخی از آنها ممکن است بطور کلی فاقد چشم باشند (مانند برخی کنه ها) چشم عنکبوتیان ساده بوده و دارای : 1- یک عدسی کیتینی

2- یک لایه پوششی 3- سلولهای استوانه ای 4- شبکه است و چنانکه قبلا گفته شد قدرت بینایی در برخی از گونه ها قوی است. (کلا عنکبوتیان دارای موهای حسی بسیاری بر روی پدپالپ و دیگر اعضای بدن هستند که بسیار حساس می باشند. در سطح شکمی برخی از آنها (عقربها) یک عضو حسی پیشرفته به شکل ۸ به نام شانه حسی قرار دارد که کوچکترین ارتعاشات را به دستگاه عصبی منعکس می کنند و جانور هر لحظه از جریان محیطی آگاه می شود.

بر روی سطح بدن بسیاری از عنکبوتیان سلولهای خاصی به نام تریکوبوتری وجود دارد که درون آنها شاخه های بسیار نازک عصب قرار گرفته و این سلولها به تحریکات بسیار حساس هستند. به علاوه بر روی سطح کوتیکول بسیاری از عنکبوتیان شکافها و یا شیارهایی هستند که تحریکات مختلف را منعکس می کنند.)

(و) دستگاه تولید مثلی :

عنکبوتها عموما جدا جنس هستند و دستگاه تولید مثلی آنها به شرح زیر هستند:

الف- جنس نر: معمولا دودعد بیضه تقریبا خوشه ای وجود دارد که از هر کدام یک اسپرمیداکت خارج شده و سلولهای جنسی نر را به طرف منفذ تناسلی در ناحیه قدامی و میانی شکم هدایت می کند. همچنین یک سمینال ویکول به دستگاه تناسلی نر ضمیمه است.

ب- جنس ماده : این دستگاه معمولا شامل یک زوج تخمدان بزرگ در ناحیه شکم و زیر روده است که از آنها اویداکتها جدا شده و سلولهای جنسی را به طرف منفذ تناسلی که محل آن در همان محل منفذ تناسلی نر است هدایت می نماید و قبل از منفذ

تناسلی جانور ماده یک زوج سمینال رسپتاکل (جام اسپرمی) قرار دارد که در هنگام جفتگیری اسپرمها را از جانور نر دریافت می کند.

"جفتگیری"

هنگامی که در جانور نر اسپرمها بلوغ کامل پیدا کردند و آماده انتقال به جانور ماده گشتند جانور نر یک قطره اسپرم از منفذ تناسلی خود گرفته و بر روی یکی از پاهای آرواره ای خود قرار می دهد و سپس به جستجوی جانور ماده می پردازد و پس از یافتن جانور ماده بانجام یک سری فعالیتها توجه آنرا جلب نموده و سپس به جانور ماده نزدیک شده و قطره اسپرم را به درون منفذ تناسلی فرد ماده هدایت می کند و سپس جانور نر بلافاصله محل را ترک میکند در غیر

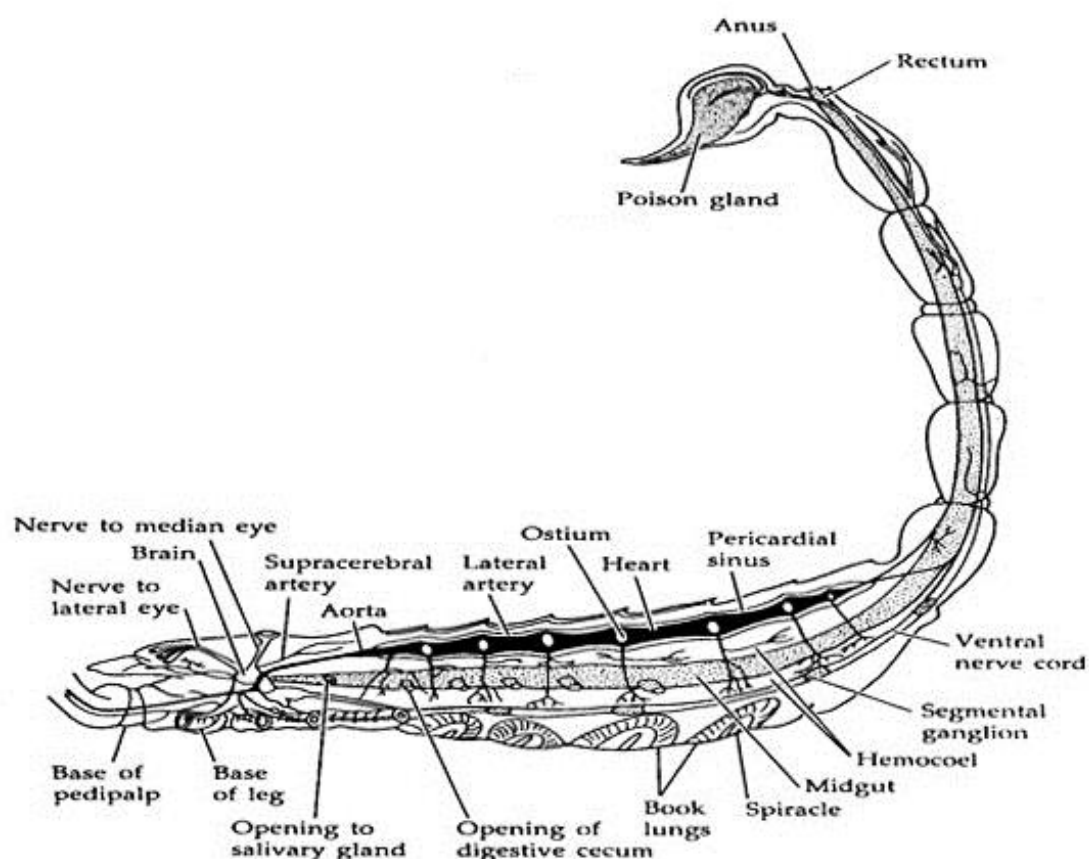
این صورت توسط جانور ماده کشته می شود و یا خورده می شود. چون جانور نر از جانور ماده کوچکتر است. در عنکبوتی به نام (*laterodectus mactans*) لا تر دو کتوس ماکتانس که خیلی سمی می باشد این رفتار به نحو مشخصی وجود دارد و در بسیاری از موارد پس از جفتگیری جانور ماده نر را کشته و یا میخورد لذا به این عنکبوت بیوه سیاه (Black widow) می گویند. این عنکبوت در آمریکا وجود دارد. پس از جفتگیری و در موقعیت مناسب لقاح صورت گرفته (لقاح داخلی) و جانور ماده معمولا تخمهای خود را درون پیله ای گذاشته و در برخی از عنکبوتیان که تار میتنند جانور پیله را به تارها آویزان می کند و در برخی نیز جانور پیله را با خود حمل می کند تا اینکه نوزادان از تخم بیرون آیند. (رشد و نمو مستقیم). عنکبوت گرگی بچه های خود را تا مدتی بر روی شکم خود حمل می کند و یا اینکه بیوه سیاه که حدود 25 تا 900 تخم میگذارد (در داخل یک پیله) و در هر فصل از یک تا 9 پیله تولید می کند معمولا تخمهای او طی ده تا چهارده روز تفریخ شده و سپس عنکبوتهای جوان به مدت 6-2 هفته درون پیله باقی مانده و سپس اولین پوست اندازی را انجام میدهند. معمولا نرها قبل از بلوغ 5 بار پوست اندازی و ماده ها 7 یا 8 بار پوست اندازی می کنند. در فواصل بین پوست اندازی جانور از نظر جثه بزرگ شده و همچنین تغییر رنگ می دهد. شرحهای بالا عموما مربوط به راسته عنکبوتها می باشد به غیر از راسته فوق رده عنکبوتیان دارای چندین راسته دیگر می باشد که در اینجا به شرح مهمترین راسته های آن میپردازیم:

Order scorpionida

راسته عقربها (کژدمها)

افراد این راسته نسبتا متنوع بوده و در مناطق گرم و خشک زندگی می کنند. در بین بی مهره ها اولین گروهی هستند که به خشکی هجوم آوردند. فسیلهای آنها به دوره سیلورین برمی گردد. امروزه عقربها از نظر پزشکی و بهداشتی دارای اهمیت هستند و تحقیقات گسترده ای در مورد آنها صورت گرفته است. این جانوران بیشتر در تاریکی زندگی کرده و شب فعال (Nocturnal) هستند و شبها برای شکار به فعالیت می پردازند و روزها بیشتر مخفی می گردند.

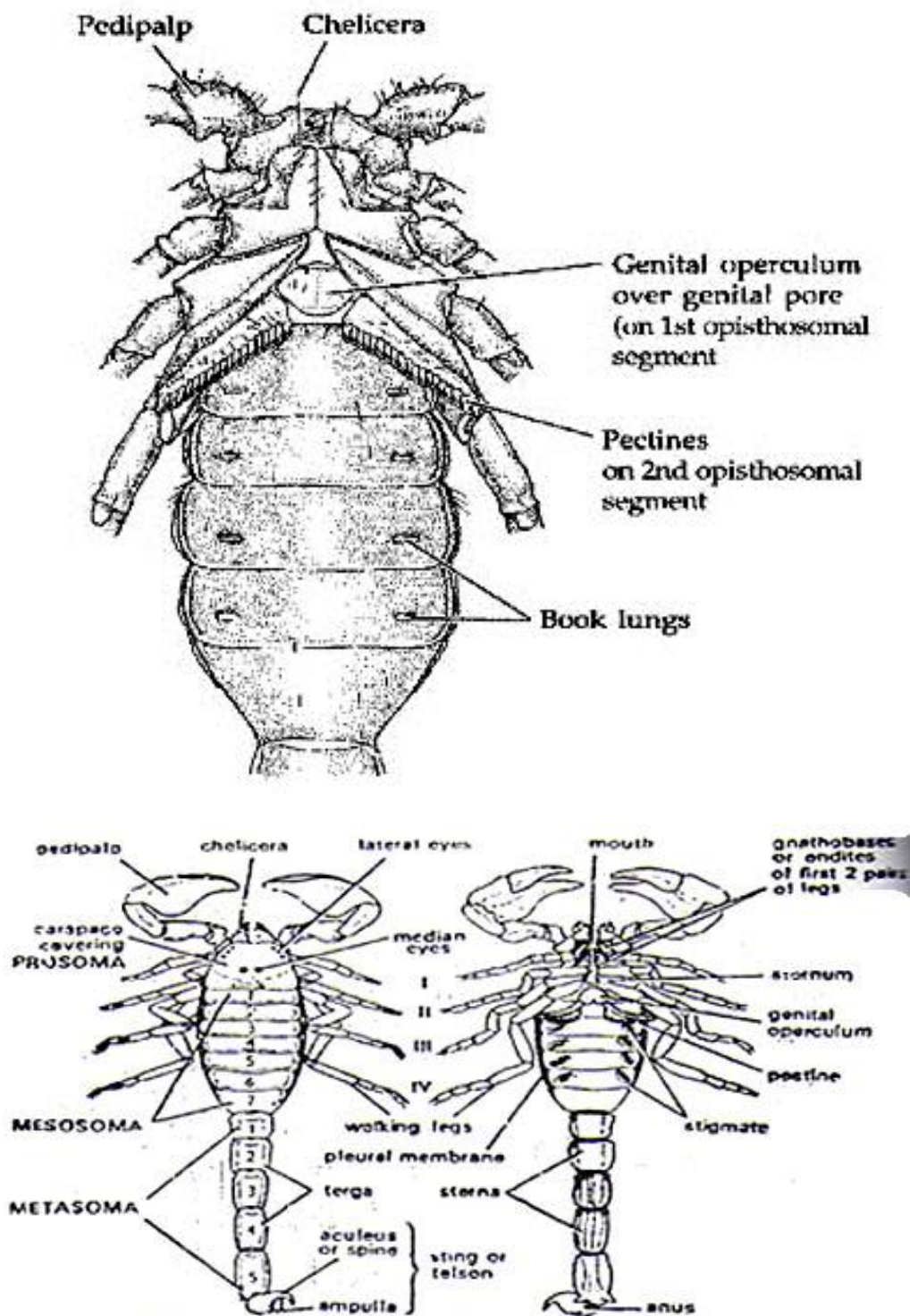
از نظر شکل ظاهری تا حدود زیادی توضیحات مربوط به عنکبوتیان در مورد این گروه صدق می کند به علاوه عقربها دارای یک ناحیه دیگر در انتهای شکم به نام دم هستند که معمولا از 5 تا 7 حلقه تشکیل شده است و در انتهای آن کیسه سمی و نیش سمی قرار دارد. در سطح شکمی آنها یک عضو حسی به نام شانه حسی (Pectine) قرار دارد که در جنس نر از جنس ماده پیشرفته تر است. این عضو نسبت به ارتعاشات و تحریکات بسیار حساس است. تعداد منافذ ششی آنها بیشتر و منافذ جنسی آنها در ناحیه قدامی پکتین (شانه حسی) قرار دارد. سم عقرب دارای ترکیبات مختلف نورو توکسین و پروتئولیزین می باشد که گاهی اوقات نیش زدن آن موجب عواقب وخیمی می گردد و گاهی کشنده است. خصوصا عقربهای مناطق حاره که خطر ناکتر هستند. در ایران دو خانواده بوتیده (*Buthidae*) و اسکورپیونیده (*Scorpionidae*) وجود دارد که در جنوب و مرکز پراکنده اند. عقربهای کاشان - یزد - نائین - کرمان از مناطق دیگر خطرناکتر هستند. در استان کرمانشاه نیز تاکنون 5 جنس و 5 گونه عقرب مشاهده و نامگذاری شده که چهار جنس از بوتیده و یک جنس به نام جنس *Scopio* از *Scorpionidae* می باشد. جنس آندروکتونوس بسیار خطرناکتر از بقیه میباشد.



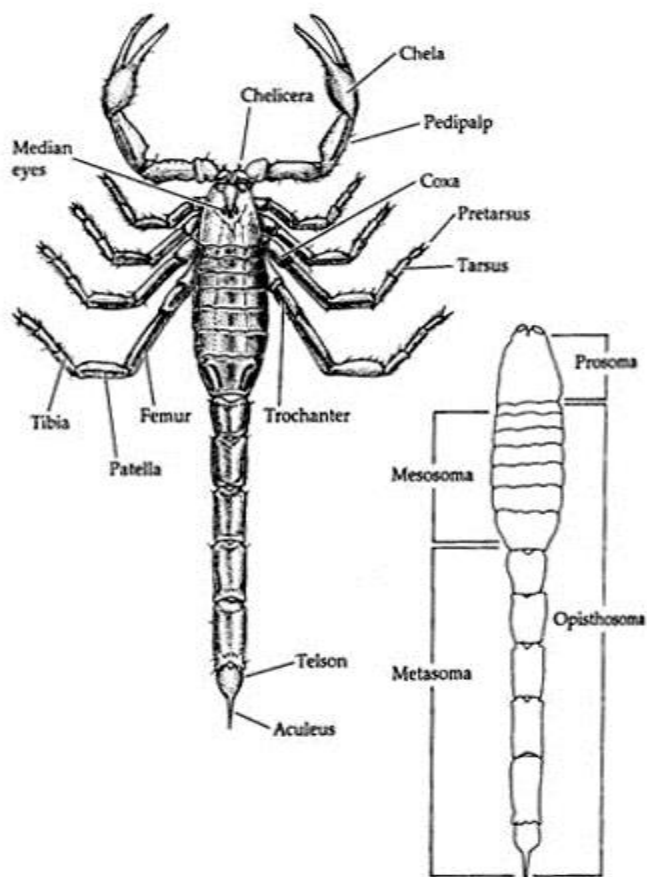
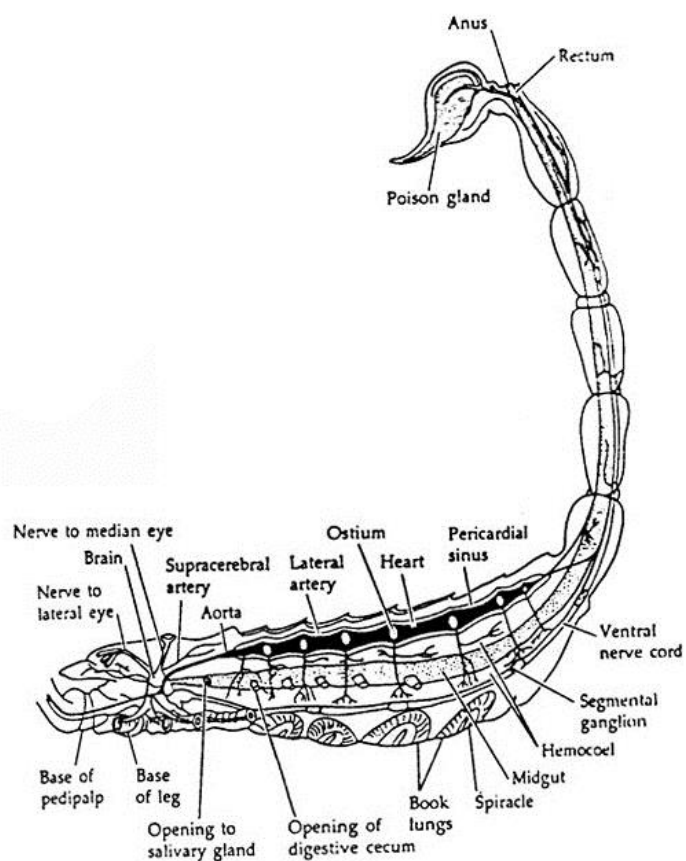
ساختمان داخلی عقربها (فیزیولوژی) :

عقربها عموماً گوشتخوار بوده و از بی مهرگان تغذیه می کنند. شکار توسط پاهای آرواره ای نگاه داشته می شود و در برخی موارد توسط سوزن سمی فلج می گردد. و در واقع وجود سم یک حربه و وسیله مهم برای بقای عقربها است. سپس طعمه به طرف دهان هدایت میگردد و تزریق سم به درون طعمه که خود نوعی آنزیم است از همانجا عملیات هضم را شروع می کند. سپس طعمه وارد دهان شده و پس از دهان یک حلق و مری مکنده و سپس معده قرار دارد که تمام ناحیه سرسینه را اشغال می کند. پس از معده، روده و سپس راست روده و در انتهای ناحیه دم مخرج قرار دارد. بعلاوه عقربها دارای غدد بزاقی هستند که ترشحات خود را به حلق می ریزند همچنین دارای یک کبد نسبتاً بزرگ می باشند که ترشحات آن توسط مجاری به درون روده می ریزند. در ابتدای راست روده عقرب دوزوج لوله مالپیگی قرار دارد و یک جفت غده کوکسال (پیش رانی) که در ناحیه پیش ران سومین پای حرکتی به خارج بازمی شوند. قلب شامل 7 بخش است و محل آن در جلومعده و در سطح پشتی است. خون توسط هفت زوج اوستیوم به قلب وارد می گردد.

عقربها دارای چهار زوج شش کتابی هستند که هر کدام توسط منفذی به نام اسپیراکل به خارج راه دارد. این منافذ توسط عضلات خود کار باز و بسته میگردند و این باز و بسته بسیار کند صورت میگیرد لذا مصرف اکسیژن عقربها بسیار اندک بوده و این جانوران در مقابل خفگی بسیار مقاوم اند. دستگاه عصبی شامل عقده های عصبی مغزی و همچنین عقده های زوج در ناحیه سرسینه شکم و دم می باشند که توسط طناب عصبی شکمی طولی به همدیگر مرتبط می باشند. در عقرب هایی که سم آنها فوق العاده خطرناک است پاهای آرواره ای خیلی قوی نیست یعنی جهت گرفتن و از بین بردن طعمه بیشتر به سم متکی هستند (خانواده بوتیده) برخی از عقربها بدن خود را از سطح زمین بالا نگه داشته تا هوا در زیر بدن جریان یابد و به این روش درجه حرارت بدن را کمی پایین می آورند.



Scorpion. External features. A—Dorsal view, B—Ventral view.

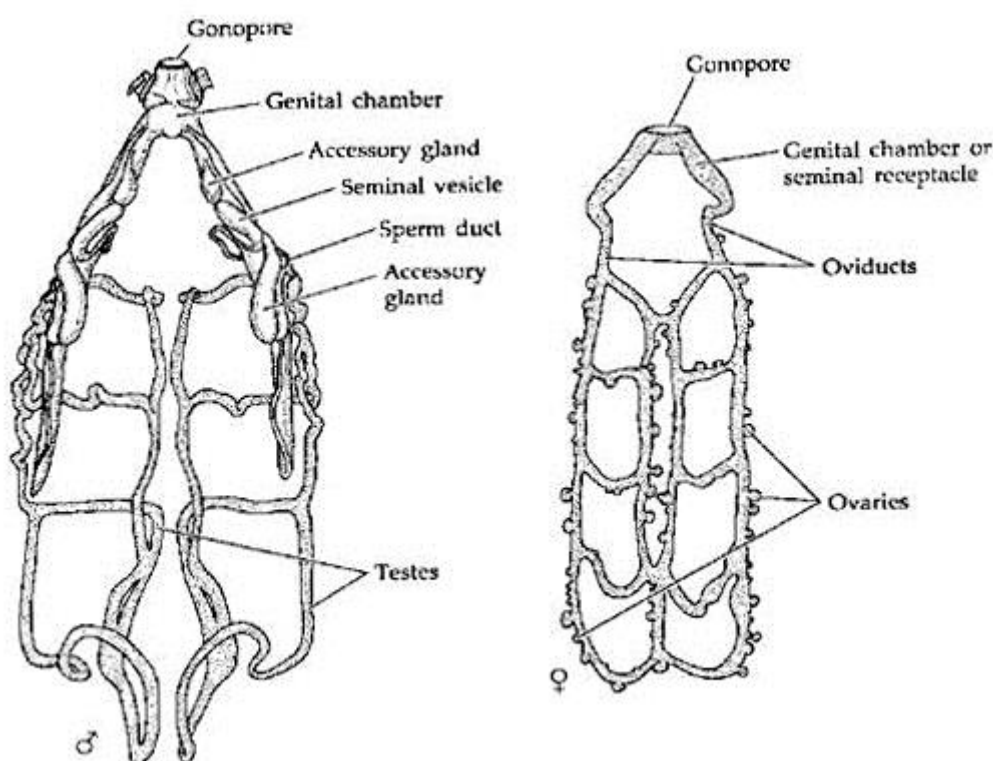


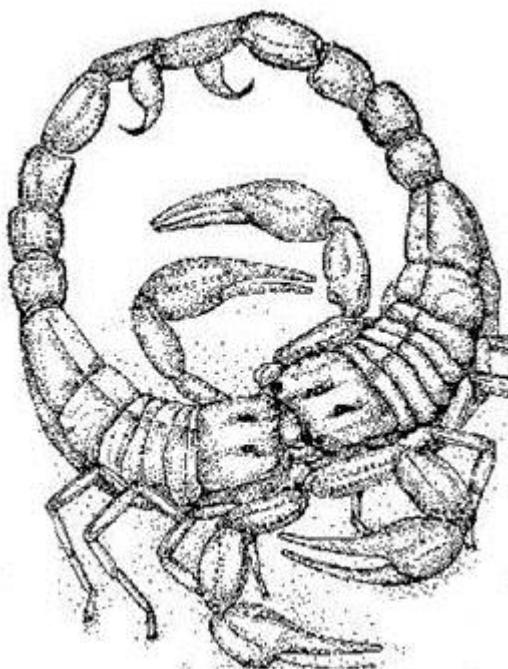
تولید مثل:

عقربها همگی جداجنس می باشند و فرد نر ماده بسیار شبیه به هم می باشند جز اینکه در فرد نر شانیه های حسی بلند تر و پیشرفته تری باشد. در جانور ماده تخمدانها بصورت لوله های طویل در بخش جلویی معده قرار دارد که با مجاری عرضی باهمدیگر در ارتباطند و لوله های اوویداکت قبل از رسیدن به منفذ تناسلی اندکی حجیم تری شوند و تشکیل سمینال رسپتاکل را می دهند. در زیر سر پوش تناسلی جانور ماده سلولهای غده ای وجود دارند که با ترشحات خود خروج بچه عقربها را از دستگاه تناسلی جانور ماده آسان می سازد. (عقربها تخمگذار زنده زا هستند) در جنس نریضه ها لوله ای شکل و دراز بوده و به هم متصل هستند و اسپرم توسط اسپرمیداکت (لوله هایی) به منفذ تناسلی منتقل می گردند.

رفتار جفتگیری تاحدی پیشرفته بوده و دو جانور رفتارهای خاصی از خود بروز می دهند. یعنی هر یک از آنها دم و شکم خود را به طرف بالا بلند کرده و نر با پاهای آرواره ای خود ماده را نگه داشته و در این هنگام هردو با هم به طرف جلو و عقب حرکت می کنند. این عمل ساعتها یا روز

طول می کشد تا اینکه جانور نر اسپرمها را به صورت اسپرماتوفور بر روی زمین قرار داده و جانور ماده را طوری حرکت میدهد که اسپرماتوفورها وارد منفذ تناسلی جانور ماده گردد و بعد با فشاری که به اسپرماتوفورها وارد می کند (جانور نر) اسپرمها را کاملاً به داخل دستگاه تناسلی ماده هدایت می کند. سپس در داخل بدن جانور ماده لقاح صورت گرفته و سلول تخم تشکیل می گردد. رشد جنینی عقربها به علت تخم گذار - زنده زا بودن جالب توجه بوده و پس از مدتی تخمها درون دستگاه تناسلی جانور ماده رشد کرده و جنین در داخل آنها تشکیل شده و اندکی قبل از اینکه تخمها از آن خارج شوند در همانجا تفریخ شده و نوزادان از منفذ تناسلی جانور ماده خارج می گردند که تعداد آنها معمولاً 6-10 عدد است. سپس مادر نوزادان را به مدت یک هفته و گاهی یک سال بر روی پشت خود قرار داده تا کاملاً رشد کرده و سپس بدن مادر را ترک کنند. (در بعضی عقربها نوزادان از محتویات بدن مادر تغذیه کرده و تا حدودی باعث آسیب مادری گردند.)





دوجنس معروف دیگر از عقربها که در ایالات متحده وجود دارند عبارتند از:

سنترورویید (Centroroides) و هاردوروس (Hardrurus).

Oviparous تخمگذار - Ovoviviparous تخمگذار - زنده زا

راسته کنه ها (Acari) Order Acarina:

از نظر پزشکی و اقتصادی و بهداشتی مهمترین عنکبوتیان بوده و تاکنون حدود 30000 گونه آنها شناسایی و نامگذاری گردیده اند. این گروه در اکثر محیط ها مانند آب شیرین - خشکی - بر روی بدن جانوران و گیاهان زندگی می نماید. و بعضی از آنها از نظر بهداشتی و اقتصادی بسیار مهم هستند از نظر اندازه بسیاری از آنها میکروسکوپی (بزرگترین آنها 2cm طول دارد) هستند. بسیاری از جانورشناسان معتقدند که تعداد کنه های شناخته شده امروزی بسیار کمتر از مقدار واقعی آنهاست وعده ای تصویری کنند که ممکن است تعداد اعضای این راسته بیش از 500 هزار گونه باشد. از بهترین اختصاصات کنه ها دارا بودن بدن تقریباً یکپارچه است. بدین معنی که سرسینه آنها به هم جوش خورده و یکی شده است و بدن عموماً فاقد حالت بندبندی است. در ناحیه قدامی بدن یا در ناحیه زیر سرسینه دارای یک عضو منحصربه فرد به نام کاپیتولوم Capitulum هستند که شامل دهان زیردهان Hypostom و همچنین کلیسرهاست. در برخی از افراد این گروه کاپیتولوم در داخل شکافی (فرورفتگی) Camerostome قرار گرفته است. ناحیه دهان آنها دارای زوائد تیغه ای است و در برخی از گونه ها کلیسرها نیز حالت بندبند و تیغه ای دارند. نظریه اهمیت فوق العاده این گروه امروزه شاخه جدیدی به نام کنه شناسی (Acarology) که بیشتر به بررسی گونه های انگلی می پردازد شکل گرفته است. افراد این راسته به دودسته مهم به نام: 1- کنه ها Tick و 2- هییره ها Mite تقسیم می شوند که اختصاصات هر یک به قرار زیر است:

1- بسیاری از کنه ها دارای رژیم خونخواری بوده در صورتی که هییره ها بیشتر دارای زندگی آزاد بوده و فقط بعضی از آنها انگلند.

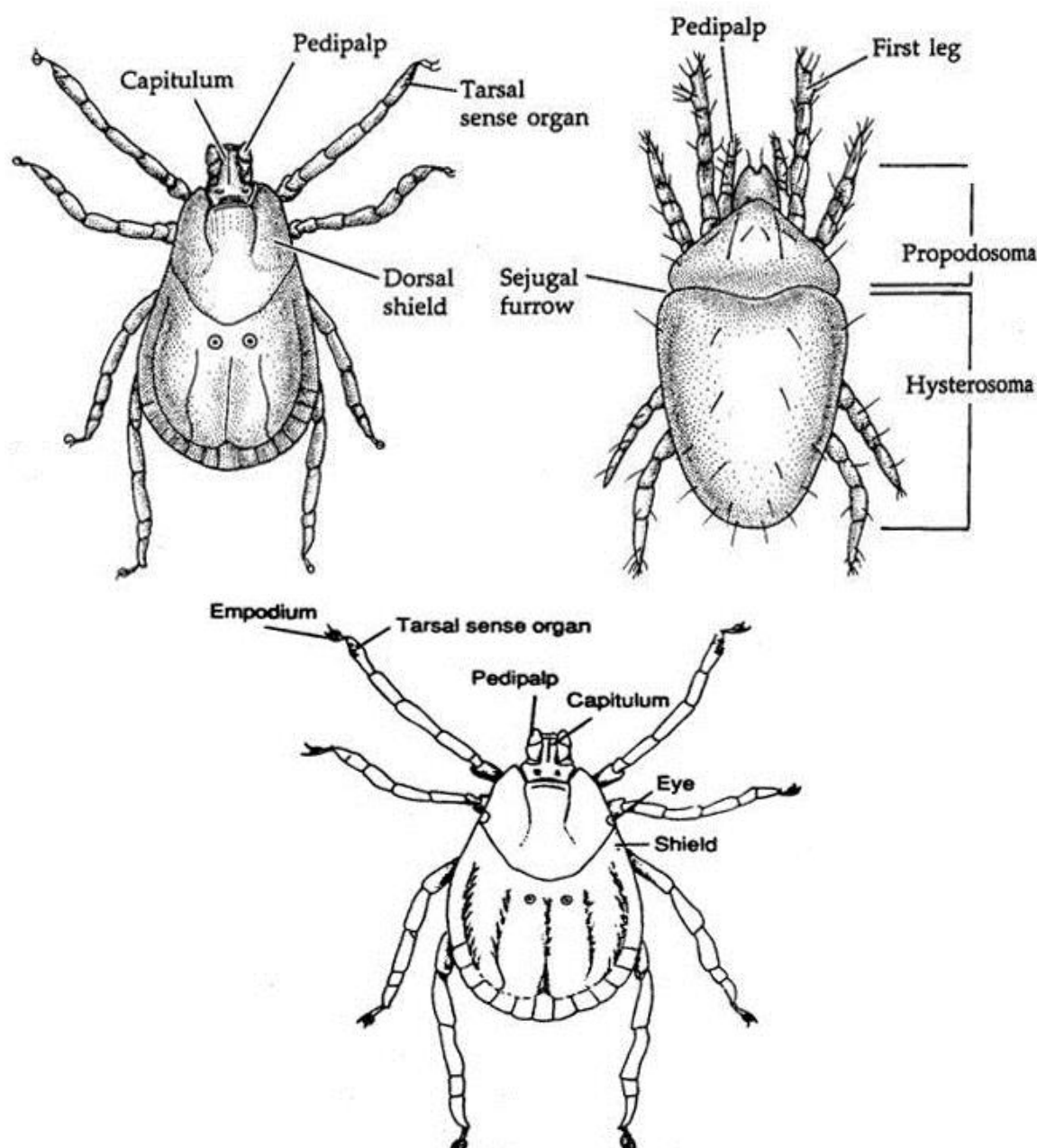
2- از نظر اندازه تمامی کنه ها ماکروسکوپی در صورتی که اکثر هییره ها میکروسکوپی هستند.

3- بر روی بدن کنه ها یا خاری وجود ندارد و یا خارهای روی بدن کوتاه است. در صورتیکه بر روی بدن هیبره ها خارهای بسیار بلند قرار دارد.

4- بدن کنه ها چرم مانند است در صورتیکه بدن هیبره ها بیشتر غشایی و شفاف و نازک است بسیاری از افراد این گروه (یعنی کنه ها در کل) در طی دوره ای از سیکل زندگی خود دارای زندگی انگلی هستند و در مرحله دیگر ممکن است زندگی آزاد داشته باشند. معمولاً پاهای آرواره ای آنها به یک چنگال ختم شده که برای خراشیدن و چسبیدن به بدن میزبان به کار می رود. کنه ها و هیبره ها مانند دیگر عنکبوتیان چهار زوج پای حرکتی دارند که هر یک مرکب از قسمتهای زیر است: (ترتیب مهم است!)

Coxa-Trochanter-Femor-Genu-Tibi-Tarsus-Phalanges.

بسیاری از این اندامهای حرکتی از نظر ظاهری دارای تغییراتی شده و در امر چسبیدن به بدن میزبان نقش بازی میکنند. همچنین موها و پرزهای حسی روی بدن حیوان از نظر دریافت احساسات و تحریکات نقش مهمی دارند. همچنان که گفته شد برخی از افراد این گروه (برخی هیبره ها) بر روی درختان و گیاهان به صورت انگلی زندگی می کنند و باعث ایجاد تاولها (Gall) بر روی گیاهان شده و بسیاری هم (کنه ها) روی بدن جانوران و انسان زندگی می کنند.



ساختمان داخلی و فیزیولوژی کنه ها:

افراد این گروه از نظر غذایی دارای رژیم نسبتاً متنوع بوده و از محتویات گیاهان و یا از خون و بافتهای جانوران تغذیه می نمایند. گروهی دیگر از آنها شکارچی بوده و شکار را به قطعاتی تقسیم کرده و سپس به مصرف می رسانند. کنه هایی که دارای رژیم خونخواری هستند به بدن جانوران دیگر چسبیده و از خون آنها تغذیه کرده و به علت خوردن خون حجم بدن آنها فوق العاده افزایش یافته و گاهی تا بیست برابر اندازه طبیعی می رسد که علت این امر وجود لوله های کور گوارشی و همچنین انعطاف پذیری بدن جانور است. هنگامی که جانور به اندازه کافی خونخواری کرد از بدن میزبان جدا شده و بر روی زمین افتاده و پوست اندازی می کند و در گونه هایی که لارو آنها خونخوار است این پوست اندازی همراه با تغییر شکل جانور و در نتیجه بالغ شدن آنهاست. (مهمترین اختلاف لارو با جانور بالغ این است که لارو سه زوج پا و جانور بالغ چهار زوج پا دارد). در برخی دیگر که بالغ آنها حالت خونخواری دارد به محض اینکه جانور به اندازه کافی خونخواری کرد از بدن میزبان جدا شده و بلافاصله جفتگیری صورت گرفته و کنه ماده تخمهای زیادی را تولید می کند که این تخمها در بیرون بدن تبدیل به لارو گردیده و در انتظار یک میزبان جدید می ماند و به محض پیدا کردن آن به بدن میزبان چسبیده و پس از خونخواری از بدن میزبان جدا و پوست اندازی می کنند و این کار (چسبیدن و پوست اندازی) ممکن است چند بار تکرار گردد تا به کنه بالغ تبدیل گردد.

دستگاه گوارش:

این دستگاه معمولاً شامل حفره پیش دهانی - دهان - حلق - مری - روده و فاقد معده مشخص می باشند. روده نیز در انتهای به مخرج ختم می گردد.

دستگاه دفعی:

شامل غده های پیش رانی هستند و در برخی گونه ها لوله های مالپیگی نیز وجود دارد.

دستگاه گردش خون:

بسیار کاهش یافته و فاقد قلب مشخص اند و جریان خون بیشتر از طریق انقباضات رگها و انقباضات عضلات صورت می گیرد.

دستگاه تنفس:

شامل لوله های تراشه یا نای که دارای 1 تا 4 زوج اسپیراکل بوده که در ناحیه قدامی بدن قرار گرفته اند. از نظر دستگاه عصبی نیز دارای عقده های عصبی مغزی و زنجیره عصبی شکمی هستند که از آنها اعصابی به تمام بدن منتشر می گردد. موها و پرزهای حسی روی بدن جانور نیز در اثر احساسات و تحریکات دخالت دارند. بر روی بدن برخی از کنه ها صفحات حسی وجود دارد و گاهی پاهای حرکتی آنها دارای عمل حسی می باشد. بسیاری از آنها فاقد چشم و برخی 1-2 زوج چشم ساده دارند.

دستگاه تناسلی:

جدا جنس بوده و دستگاه تناسلی نر شامل یک زوج بیضه چند قسمتی است که در ناحیه میانی بدن قرار دارد و اسپرمیداکت هم پیوسته و به سوراخ تناسلی که در سطح شکمی قرار دارد مرتبط می گردد. در جانور ماده معمولاً یک عدد تخمدان وجود دارد که توسط یک اوویداکت به منفذ تناسلی واقع در ناحیه شکمی مربوط می گردد. اکثر کنه ها تخمگذار بوده ولی برخی نیز بچه زا می باشند و لقاح داخلی می باشد.

نحوه انتقال اسپرم: جانور نر با ناحیه کاپیتولوم اسپرمها را از منفذ تناسلی گرفته و وارد منفذ تناسلی جانور ماده می کند. لارو کنه ها سه زوج پا داشته که پس از چند بار پوست اندازی چهارمین زوج پا نیز ظاهر شده و در نتیجه جانور کامل می گردد. کنه ها از نظر مقاومت و صبر بدون شک در دنیای جانوری بی نظیر هستند بسیاری از آنها چندین سال و بدون غذا قادر به بقا بوده و در گونه های انگلی برخی ماه ها در انتظار میزبان به سر برده و یا ممکن است ماه ها در انتظار جفت مناسب باشند.

Subphylum Crustacea

زیرشاخه سخت پوستان

در قدیم زیرشاخه سخت پوستان را همراه با حشرات صدپایان و هزارپایان در یک زیرشاخه واحد به نام Mandibulata قرار می دادند اما امروزه معلوم شده که اعضای زیرشاخه سخت پوستان از نظر اختلافات ساختاری آنقدر با حشرات صدپایان و هزارپایان اختلاف دارند که در یک گروه یا زیرشاخه واحد قرار نمی گیرند. یعنی فقط داشتن آرواره بالا و شاخک برای قرار دادن این

جانوران دریکی گروه کافی نیست و بسیاری از جانورشناسان معتقدند که شاخه بندپایان یک گروه پلی فیلیتیک است بنابراین با قبول اینکه نظریه جدا کردن سخت پوستان از *Uniramia* (حشرات - صدپایان و هزارپایان) کاملاً منطقی است و امروزه صورت می گیرد. این زیرشاخه مهمترین گروه آبی در بند پایان است و تمامی افراد این زیرشاخه در آب زندگی می کنند. (شوروشیرین) ولی با این حال معدودی از آنها مانند خرماکی (*Oniscus*) همچنین *Porcellio* و *Lygia* در خشکی و سواحل زندگی می کنند. ولی در خشکی این گروه دچار انشعاب سازشی نشده اند و گونه زیادی چندان در آنها صورت نگرفته است یعنی در روی خشکی سخت پوستان یک بن بست تکاملی را ایجاد کرده اند. تاکنون حدود 35.000 گونه از این زیر شاخه شناسایی شده است که در دره ها و راسته های مختلفی قرار می گیرند. از مهمترین مشخصات افراد این زیرشاخه این است که تمامی آنها دارای دوزوج شاخک (در خرماکی زوج اول از بین رفته است). و دارای آرواره بالایی هستند. تعداد پاهای آنها معمولاً پنج زوج و یا بیشتر است که از این نظر کاملاً با عنکبوتیان فرق دارند.

مهمترین اختصاصات گروه سخت پوستان:

- 1- عموماً آبی بوده و با آبشش تنفس می کنند.
- 2- عموماً دارای رشد و نمو غیر مستقیم و مرحله لاروی می باشند و معمولاً لارو آنها *Nauplius* نامیده می شود.
- 3- عموماً دارای دو قسمت مشخص سرسینه و شکم می باشند و در برخی از گونه ها سرسینه توسط کاسه سنگ پوشیده شده است.
- 4- بخش عقبی بدن آنها معمولاً باریک بوده و به تلسون معروف است و مخرج را نیز شامل می شود.
- 5- دستگاه گردش خون باز و شامل یک قلب با چندین زوج سوراخ (اوستیوم) است و در برخی از گونه ها قلب کوچک شده و دارای رنگدانه هموسیانین است.
- 6- دستگاه ترشحات آنها شامل غدد شاخکی (یا غدد سبز) و یا غدد آرواره ای است. در برخی هر دوی این غدد وجود دارد.
- 7- جنسها معمولاً جدا و لقاح بیشتر داخلی است و لارو آنها نفوپلوس نامیده می شود.

رده بندی سخت پوستان : زیرشاخه سخت پوستان رابه شرح زیر تقسیم می کنند:

Class Cephalocarida

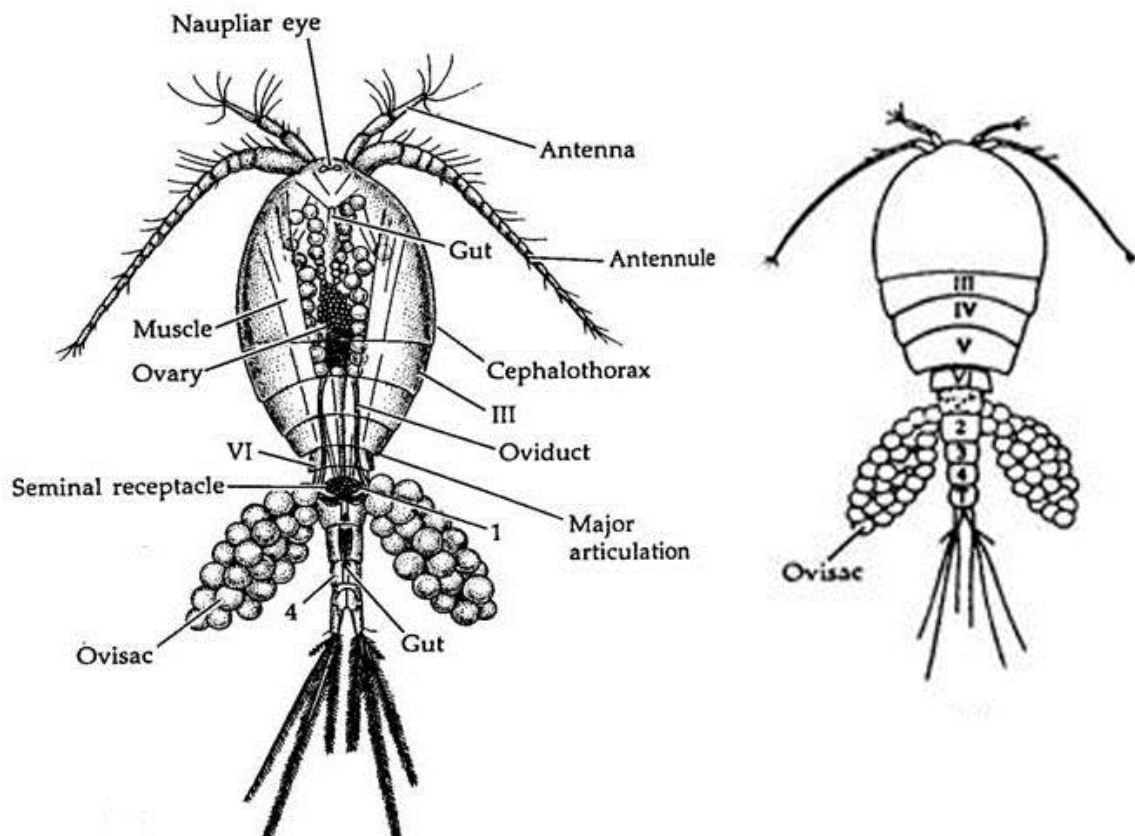
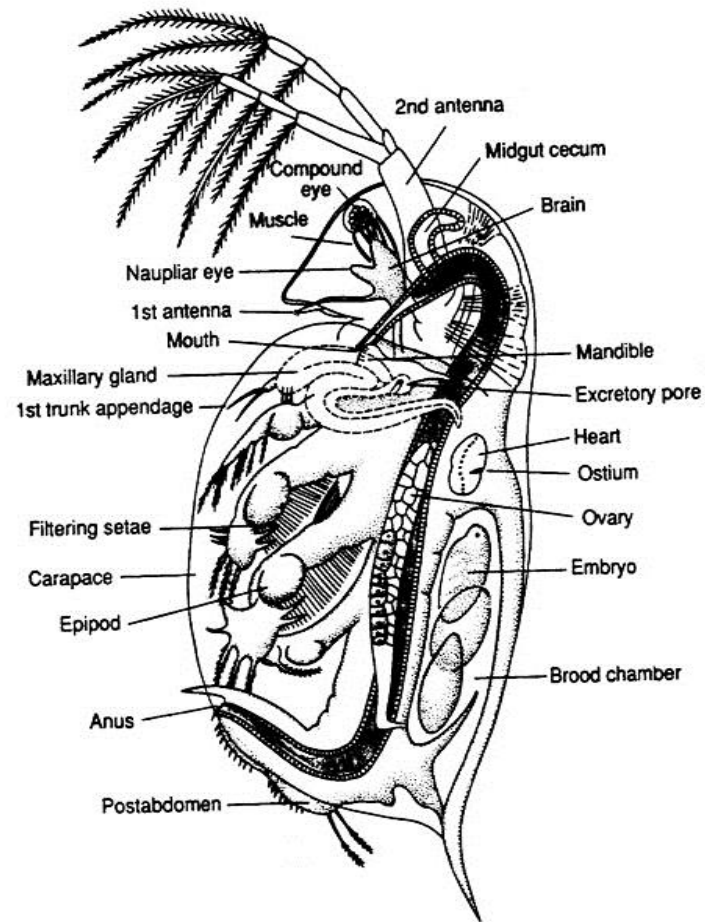
1- رده خرچنگان

جانوران این رده شامل ابتدایی ترین سخت پوستان هستند و اخیراً مورد شناسایی واقع شده اند. مانند میگو هستند اما بسیار کوچکتر بوده و اندازه آنها کمتر از 4mm است. بدن آنها شامل حدود 19 بند است که فقط 9 بند اول دارای ضامم حرکتی است. دوزوج شاخک آنها کوتاه بوده و همچنین چشمهای آنها از بین رفته و این تغییر نیز احتمالاً به علت زندگی در شن و ماسه و گل ولای در آنها حاصل شده است. این جانوران از این نظر که هر مافروdit هستند در بین سخت پوستان منحصر به فرد می باشند. جنس معروف این رده هاچینسونیلا *Hochinsonilla* می باشد.

Class Branchiopoda

2- رده آبشش پایان

شامل سخت پوستان کوچک است که بیشتر در آبهای شیرین وراکد و برخی نیز در آبهای شور زندگی می کنند. اندازه آنها چند میلیمتر است (بزرگترین آنها که از جنس آرتمیا می باشد تا چند سانتیمتر طول دارد). رنگ بدن این جانوران قرمز رنگ و این امر به علت وجود هموگلوبین در خون آنهاست. (باید هموسیانین می داشتند پس یک استثناء است). یکی از گونه ها به نام آرتمیا سالی *Artemia salina* که در آب دریاچه ارومیه زندگی می کند که تنها جانوری است که در این آب شور قادر به حیات است که این امر نمایانگر سازش پذیری فوق العاده در این جانور است.



3- رده زره داران

Class Ostracoda

این رده شامل سخت پوستان کوچکی است که در دریا و آب شیرین زندگی می کنند کاسه سنگ دوتکه و تمام سطح پشتی را می پوشاند این جانوران جزء معدودی سخت پوستان هستند که در آنها خاصیت تابش نور *Bilomilsans* وجود دارد که این امر در اثر وجود یک غده در ناحیه فوقانی دهان است و تابش نور در آنها به طور ناگهانی بوده و تا چند ثانیه ادامه پیدا می کند این غده شامل چندین عدد سلول است که منافذ آن به طور جداگانه به خارج بازمی گردد و این نور توسط تحریک و انقباض عضلات غده و طی یک سری فعل و انفعالات آنزیمی ایجاد می گردد. جنس معروف این رده سیپردینا *Cypridina* است. این رده دوهزار گونه دارد و از اردوویسین تا کنون زندگی می کنند.

4- رده پاروپایان

Class Copepoda

شامل سخت پوستانی است که بیشتر دریازی و برخی هم آب شیرین زی و تعدادی به صورت انگل بر روی بدن جانوران دریایی زندگی می کنند. افراد این رده در زنجیره های غذایی دریایی نقش بسیار مهمی داشته و بعنوان غذا مورد استفاده گروه زیادی از جانوران دریایی قرار می گیرند. اندازه آنها کوچک (یک تا چند میلیمتر) فاقد چشم مرکب و فقط چشم دوره لاروی *Nauplius* در آنها وجود دارد. این رده دارای 4500 گونه است و از مهمترین جنسهای آن می توان به سیکلوپس *Cyclops* اشاره کرد. از جنسهای دیگر آن کالیگوس *Caligus* است.

5- رده رشته پایان

Class Cirripedia

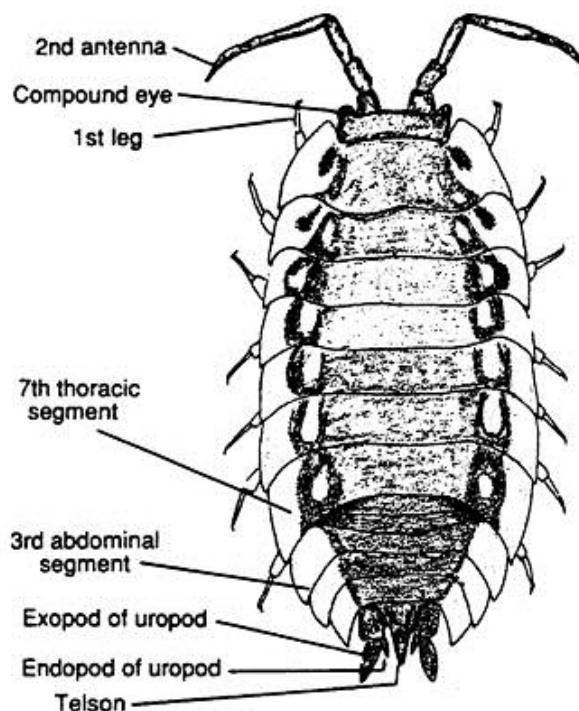
جانوران این رده که به کشتی چسب ها نیز معروفند شامل گروهی از سخت پوستان هستند که عموماً ثابت بوده و به بدن جانوران دیگر یا اشیاء مختلف می چسبند و بطور همزیست با جانوران دیگر زندگی می کنند. بدن این جانوران دارای یک پوشش واسکلت آهکی است و به همین دلیل ابتدا آنها را جزء نرمتنان تلقی می کردند ولی با مطالعه دوره لاروی و وجود کیتین در اسکلت آنها مشخص شد که نرمتن نبوده و بند پا می باشند. جنس معروف این رده بالانوس *Balanus* (کشتی چسب، بارناکل *Barnacle*) است.

از مهمترین خصوصیات این رده این است که برخلاف دیگر بندپایان تقریباً همگی هرمافرودیت هستند. 900 گونه بوده که از اردوویسین تا کنون زندگی می کنند. جنسهای *lepas* و *Pollicipes* از آنهاست.

6- رده سخت پوستان عالی

Class Malacostraca

این رده به تنهایی شامل حدود 75٪ از گونه های شناخته شده سخت پوستان است و خود شامل انواع خرچنگهای پهن و دراز- میگوها- خرخاکی ها و شپش های چوب است. در سطح شکم افراد این رده ضمائی وجود دارد و معمولاً دارای کاراپاس (پاراپودها) هستند. برخی از افراد این رده آب را ترک کرده و وارد خشکی شده اند (خرخاکی *Oniscus*) و بعضی از افراد آن در واقع در یک محیط بینابینی یعنی در سواحل مرطوب زندگی می کنند مانند *lygia* (لیجیا). این رده شامل راسته های متعددی است که در اینجا چند راسته مهم آن مورد بررسی قرار می گیرد. از نظر وضعیت بدنی افراد این رده دارای اندامهای نسبتاً پیشرفته هستند (نسبت به بقیه سخت پوستان) و معمولاً یک زوج از آنتنها (آنتنول) دوشاخه است و در بسیاری از آنها در انتهای شکم تلسون قرار دارد و در طرفین تلسون *Uropod* (دم پاره) وجود دارد که در امر شنا همراه باتلسون به جانور کمک می کنند. معمولاً منفذ تناسلی جانور ماده در قاعده سومین زوج پا و در جانور نر در قاعده پنجمین زوج پا به خارج بازمی گردد.



مهمترین راسته های این رده به قرار زیرند:

Order Isopoda

(الف) راسته جورپایان

این راسته پس از ده پایان بزرگترین راسته این رده می باشند که افراد آن در دریا آب شیرین و یا خشکی زندگی می کنند. بدن آنها به طور پستی شکمی پهن شده و متناسب با محیط زندگی آنها تغییر پیدا کرده است. اندازه آنها معمولاً از چند میلیمتر تا چند سانتیمتر متغیر است و فاقد کاسه سنگ محکم می باشند همچنین آخرین بخش ناحیه شکم آنها به تلسون جوش خورده افراد این راسته عموماً دارای چشمهای مرکب ثابت (بدون پایه) می باشند و در واقع به طور محکم بر روی ناحیه سر سینه چسبیده اند. اولین زوج آنتن کوتاه بوده و معمولاً فاقد زوج دوم می باشند (در جورپایان خشکی زی) همچنین در برخی افراد این راسته ضمائم در جلو بدن وجود دارد که به امر تنفس جانور کمک می کنند. در جورپایان آبی انتقال برانشیها از ناحیه سینه به ناحیه شکم باعث کوچک شدن حفره برانشی گردیده است. در این جانوران عمل شنا عموماً توسط ضمائم شکمی انجام می گیرد. تغذیه در جورپایان:

با اینکه عموماً گوشتخوار و یا همه چیز خوار هستند ولی بعضی از آنها در لانه مورچه ها به صورت Comensal زندگی کرده و از مواد دفعی مورچه ها به عنوان غذا استفاده می کنند برخی نیز دارای آنزیم سلولاز بوده و قادرند چوب را هضم کنند. مانند افراد جنس Porcellio (پورسلو) شپش های چوب که با ترشح آنزیم سلولاز به راحتی قادر به هضم چوب می باشند. اندامهای حسی جورپایان:

جورپایان دارای چشمهای مرکب ثابت هستند که در دو طرف سر قرار گرفته اند اما برخی از نمونه ها که در داخل حفرات و یا عمق دریا زندگی می کنند فاقد چشم هستند. همچنین در ناحیه تلسون برخی از جورپایان استاتوسیت قرار دارد که در عمل تعادل به جانور کمک می کند.

تغییرات برخی از جورپایان متناسب با زندگی در خشکی:

معدودی از افراد این راسته موفق به ترک آب و هجوم به خشکی شدند و واقعاً می توان بعضی از آنها را خشکی زی به تمام معنا به حساب آورد. اما این عده در خشکی هیچگاه دچار انشعاب سازشی و گونه زایی نشده اند و در واقع یک بن بست تکاملی

وژنتیکی را ایجاد کرده اند. از انواع خشکی زی آن میتوان به گونه های خرماکی اشاره کرد که به طور کامل آب را ترک کرده و خشکی زی شده اند. برخی دیگر مانند لیجیا به طور نسبی آب را ترک کرده اند و به علت اینکه این جانوران برخلاف عنکبوتیان و حشرات دارای کوتیکول مومی نیستند بنابراین برای اجتناب از خشک شدن بدن و از دست رفتن آب بیشتر در جاهای مرطوب و تاریک و در زیر سنگها و اشیاء دیگر زندگی کرده و عموماً شب فعال هستند و چون اسکلت خارجی آنها نسبتاً نازک است به همین علت این جانوران قادرند هنگام احساس خطر و یا از دست دادن آب بدن خود را به صورت گلوله جمع کرده تا از تبخیر آب بدن و یا از حمله شکارچیان تا حدی در امان باشند.

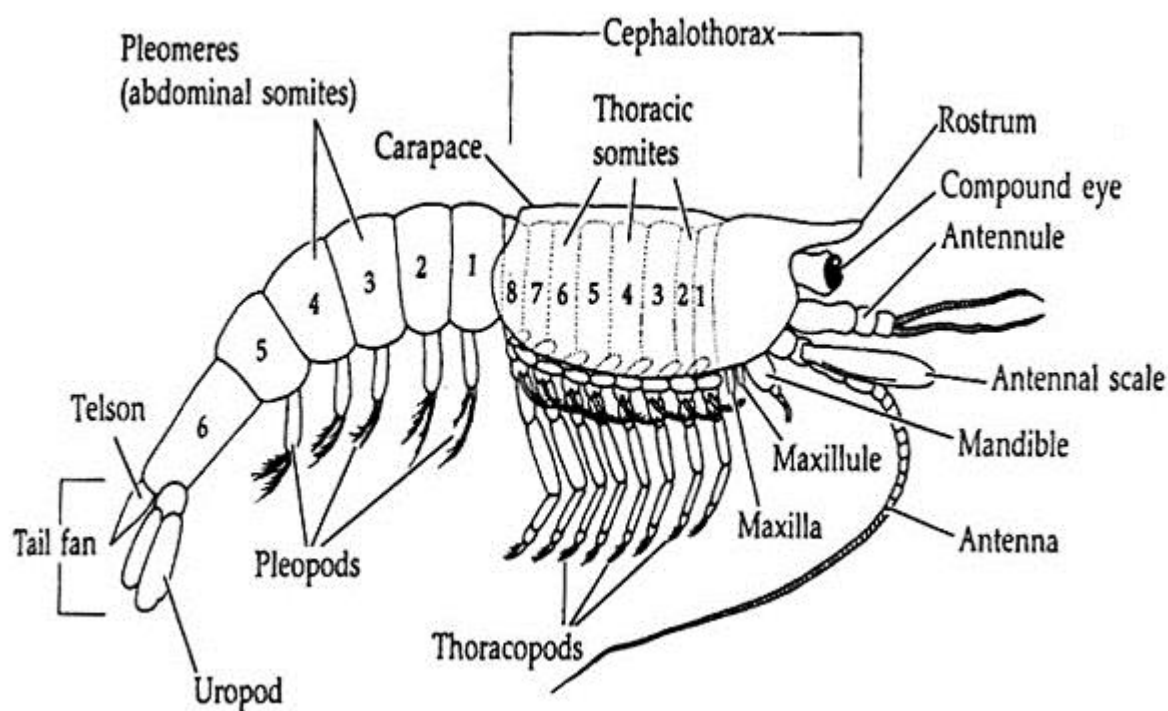
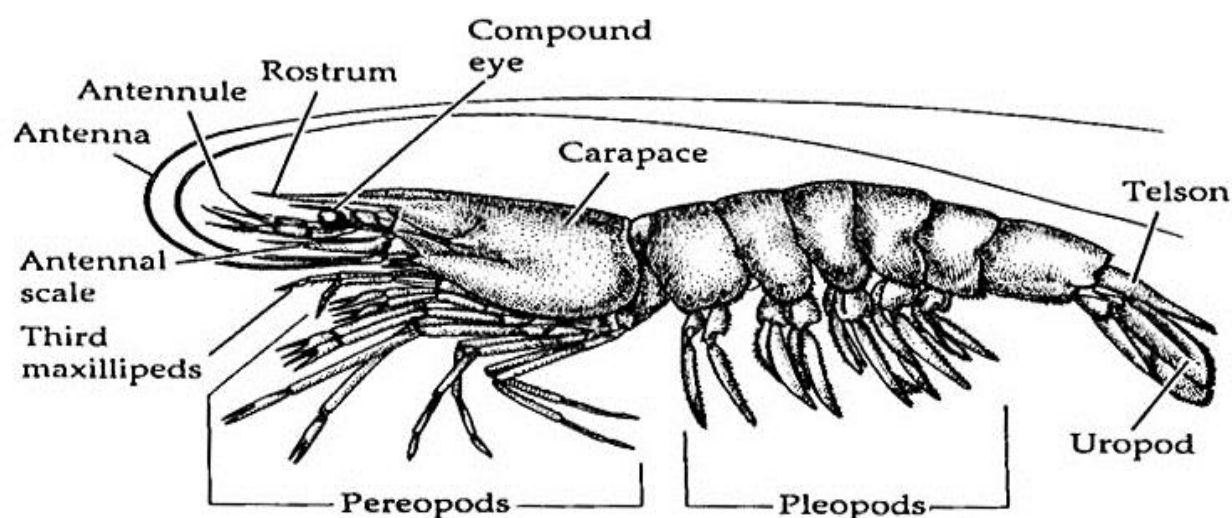
تولید مثل در جورپایان :

عموماً جدا جنس بوده و در جنس نر غده های تناسلی زوج که توسط مجاری جداگانه به خارج بازمی گردند همچنین تخمدانها غیر زوج و منافذ تناسلی ماده نیز زوج می باشند. لقاح داخلی است و بعد از لقاح تخمها درون یک کیسه جنینی و یا فرورفتگی کیسه مانند پاهای سینه ای رشد می کنند. معمولاً در جورپایان خشکی زی نر دوزوج اول پاهای شکمی به صورت عضو جفتگیری درآمده و اسپرمها را از جانور نر به جانور ماده منتقل می کند و عمل لقاح در اوویداکت جانور ماده صورت می گیرد و بعد از عمل لقاح جانور ماده تخمها را در محفظه هایی خاص ناحیه شکم نگه داری نموده و یا آنها را در جاهای محفوظی می گذارد. یکی دیگر از جنسهای این راسته (ایدوتئا) *Idothea* است که زندگی آزاد دارد.

Order Anisopoda

(ب) راسته ناجورپایان

حدود 4600 گونه دارند که بیشتر دریازی و برخی آب شیرین زی هستند. ساختمان بدن آنها تا حدودی شبیه جورپایان بوده بطوریکه اینها هم دارای چشم مرکب ثابت و فاقد کاسه سنگ هستند ولی برخلاف جورپایان بدن آنها معمولاً از پهلوفشرده بوده و همچنین پاهای آنها نیز بر خلاف جورپایان با همدیگر اختلاف دارند. افراد این راسته بیشتر در اعماق دریا زندگی کرده (آنهايي که دریازی اند) و متناسب با زندگی در محیط بسیاری چشمها را از دست داده اند. در افراد این راسته برخلاف جورپایان هر دوزوج شاخک ها بخوبی رشد کرده است. همچنین اولین زوج پاهای سینه ای آنها برای تغذیه تغییر شکل یافته و تنفس آنها توسط پوست و همچنین پاهای سینه ای جلویی انجام میگیرد. پاهای شکمی آنها معمولاً به دودسته تقسیم می گردند به طوریکه سه زوج قدامی در عمل شنا روبه جلو و بقیه آنها که جهتی روبه عقب دارند بیشتر در امر شنای روبه عقب به جانور کمک می کنند. دارای بدنی نسبتاً شفاف و پوستی نازک هستند و از مهمترین جنسهای آن می توان به گاماروس (*Gammarus*) اشاره کرد که در برکه ها و جویبار ها و دریاچه های تمام ایران پراکنده است. این جانور نقش مهمی در زنجیره غذایی دارد و به عنوان غذا مورد استفاده تعداد زیادی از ماهیها و دیگر جانوران آبی قرار می گیرد. از جنسهای دیگر این راسته می توان به سیاموس *Cyamus* کاپرلا *Caprella* اشاره کرد. هر دو راسته جورپایان و ناجورپایان از فوق راسته *Superorder Pericarida* می باشند.



Superorder Eucarida

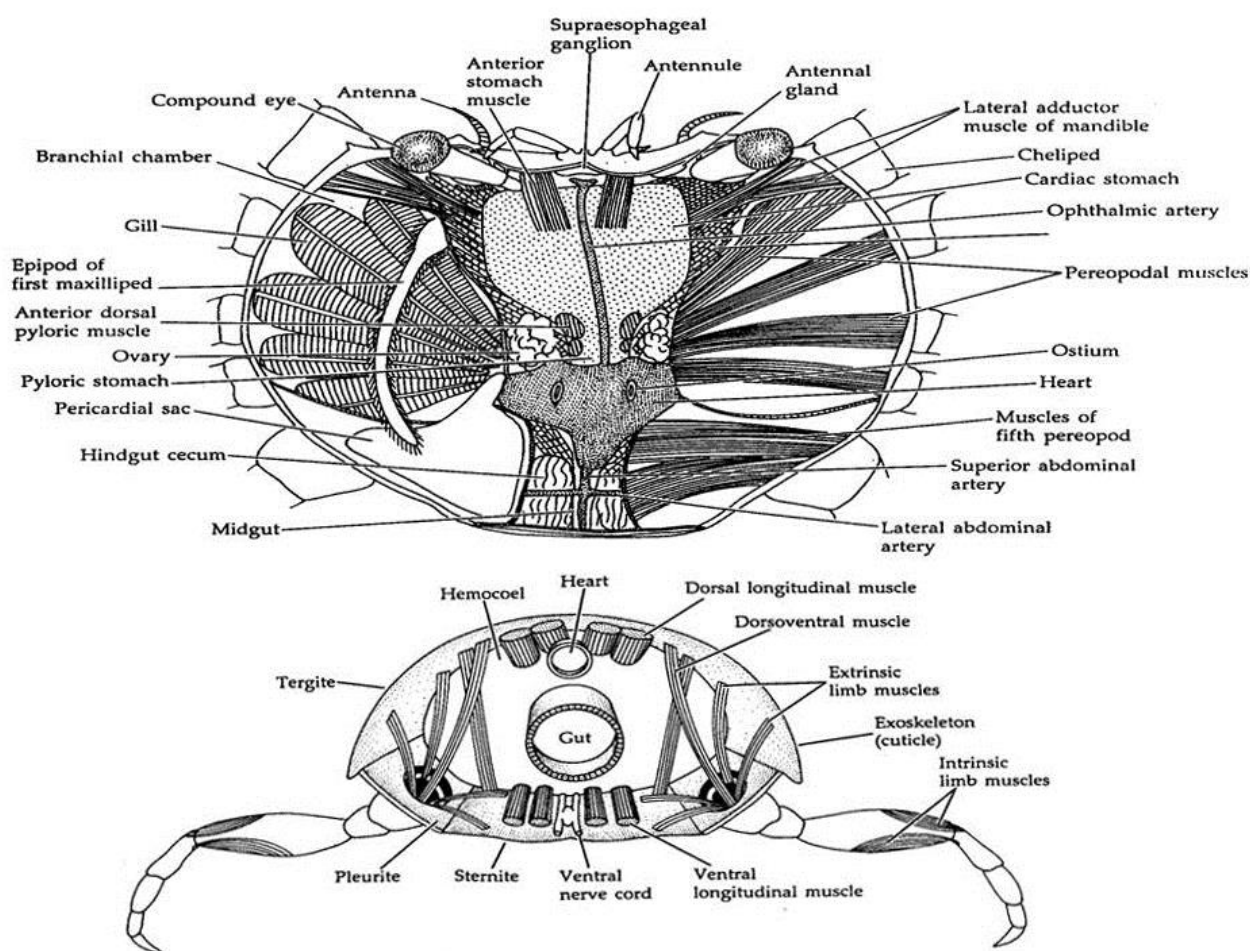
فوق راسته دیگر سخت پوستان حقیقی عبارتست از:

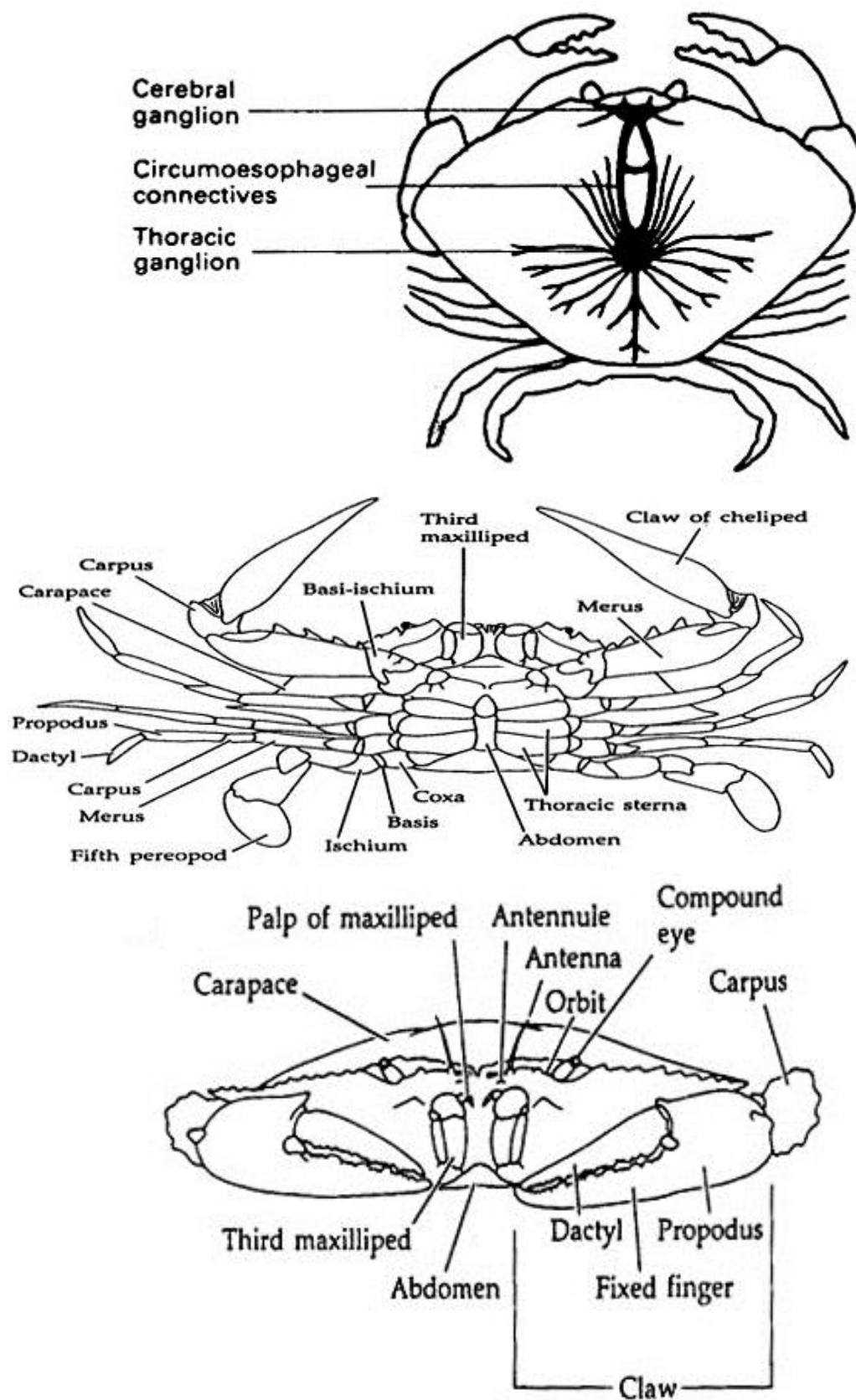
Eucarida در افراد این فوق راسته کاراپاس بزرگ بوده و تمام ناحیه سر سینه را می پوشاند - چشمهای مرکب پایه دار دارای دوزوج شاخک - دارای آبششهای سینه ای - دارای مرحله لاروی و فاقد کیسه مخصوص پرورش تخم هستند که این فوق راسته به دور راسته اصلی تقسیم می گردد که عبارتند از:

1- **Order Euphausiacea**: افراد این راسته دارای ضمائم سینه ای دوشاخه هستند همچنین فاقد پاهای آرواره ای مشخص و دریازی هستند و یکی از جنسهای مهم آن ائوفازیا *Euphausia* است که منبع غذایی مهمی برای والها می باشد.

2- **Order Decapoda**: این راسته شامل انواع خرچنگهای دراز و گرد و میگوها می باشد که دارای کاسه سنگ بزرگ و ضمائم سینه ای آنها اکثرا یک شاخه و دارای سه زوج پای آرواره ای - دوزوج شاخک - یک زوج چشم مرکب پایه دار و همچنین دارای پنج زوج پای سینه ای

هستند که اولین زوج آنها تغییر شکل یافته وبه cheliped معروف است که در دفاع حمله مورد استفاده قرار می گیرد. افراد این راسته بسیار متنوع بوده و بسیاری دریازی و گروهی نیز در آب شیرین زندگی می کنند. کاراپاس آنها به علت وجود کروماتوفور به رنگهای مختلف دیده می شود. همگی جدا جنس بوده لقاح داخلی و پس از لقاح جانور ماده معمولا تخمها را در ناحیه سطح شکم خود نگه داری کرده که تخمها در همانجا تفریخ شده و نوزادان نیز تا مدتی در بین پرزهای پاهای شکمی مادر باقی می مانند و سپس بدن مادر را ترک کرده و وارد آب می شوند. از خرچنگهای معروف آب شیرین در ایران جنس پوتامون *Potamon* است که دارای چند گونه و زیر گونه در نواحی مختلف ایران است. همچنین از خرچنگهای گرد دیگری توان به کانسر *Cancer* و کالینکتس *Callinectes* اشاره کرد. در خرچنگهای دراز میتوان به جنسهای کامباروس *Cambarus* کامباروئیدس *Cambaroides* آستاکوس *Astacus* پرو کامباروس *Procamburus* هومورس *Homorus* خرچنگ عابد *Pagurus* اشاره کرد.

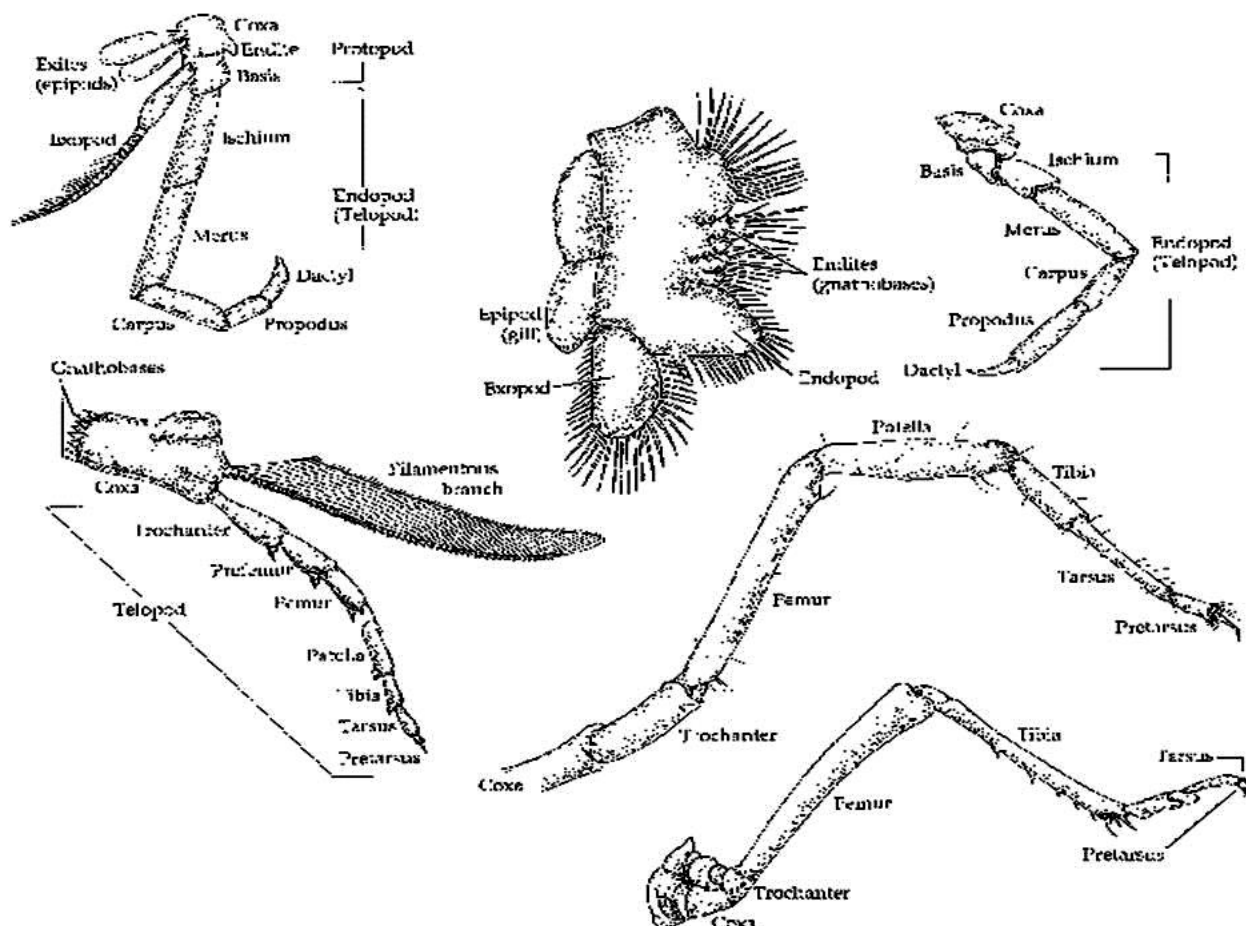




رنگدانه درستخت پوستان:

به علت وجود کروماتوفوربرروی بدن بسیاری از سخت پوستان به رنگهای مختلفی دیده می شوند. رنگدانه ها در بعضی افراد فقط از یک نوع و در برخی دیگر از چند نوع هستند بعضی از سخت پوستان خاصیت تغییر رنگ دارند که این عمل در اثر تغییر محل و تجمع و پراکندگی ذرات رنگدانه و همچنین تحت تاثیرات هورمونی انجام می گیرد و بعضی که دریازی هستند دارای خاصیت تابش نور هستند که در واقع تحت اثر یک سری فعل و انفعالات آنزیمی صورت می گیرد و جالب اینکه ایجاد نور با حرارت همراه نیست. (کروماتوفور اگر مجتمع شود جانور روشن می شود)

- **خودبری Autotomy**: از مکانیسمهای مهم تکاملی است که در بسیاری از گروههای جانوری چه بی مهره و چه مهره دارد دیده می شود. این خاصیت در سخت پوستان نیز کاملاً قابل مشاهده است. بطوریکه مثلاً اگر در یک خرچنگ یکی از پاهای جلویی حیوان شکسته شود و یا شدیداً دستکاری گردد و انتهای بند پا بيفتد جانور قادر است بقیه قسمتهای پا را نیز از دست بدهد و این از دست دادن همیشه در نواحی معینی صورت می گیرد. بطوریکه در این نواحی یک صفحه خاص قرار دارد که دو غشا در اطراف آن قرار گرفته اند. پس از قطع عضو از ناحیه صفحه مربوطه غشاهای اطراف صفحه منقبض گردیده و جلوه خونریزی را می گیرد سپس در اثر رشد و نمو کامل می گردد. اما معمولاً شکل و اندازه اندام ترمیم شده با اندام قبلی اختلاف دارد بطوریکه مثلاً در خرچنگ اگر یکی از کلیپدها از دست برود بعد از مدتی یک کلیپد کوچکتر از اولی ساخته می شود این مکانیسم (خودبری) در بسیاری از سوسمارها نیز وجود دارد که جانور از سطح یا سطوح دم خود را قطع کرده و بدین وسیله تاحد زیادی از خطر نجات یابد. بعد از مدتی سوسمار دارای یک دم جدید می شود که کاملاً از نظر رنگ و شکل با دم اولیه فرق دارد. نکته جالب اینکه دم کنده شده سوسمار تا چند دقیقه می تواند به حرکات شدید خود ادامه دهد و علت این امر اکسیداسیون بی هوازی است.



Subphylum Uniramia

زیرشاخه Uniramia

این زیرشاخه یکی از بزرگترین زیرشاخه های بندپایان است که اعضای آن دارای یک زوج شاخک بر روی سطح و همچنین پاهای حرکتی فاقد انشعابند. این زیرشاخه از نظر رده بندی شامل چندین رده است که آنها را بررسی می کنیم :

1- رده حشرات Class Insecta : رده حشرات یا شش پایان یا هگزاپودا بزرگترین رده عالم جانوری است و حدود 800 هزار گونه را در بر می گیرد و از کلیه رده های شاخه بندپایان هم بزرگتر است. اعضای این رده از موفق ترین بندپایان در تسخیر مناطق مختلف زیستی از آبهای شور گرفته تا آبهای شیرین و از آنجا تا قله کوهها. اگرچه به طور اساسی اعضای این رده خاکی می باشند ولی نمونه هایی از آنها نیز در آبها زندگی می کنند و معمولاً ساکنین آب شیرین هستند. اولین جانوران بی مهره ای هستند که قدرت پرواز دارند و اکولوژی حشرات برای انسان از جنبه های مختلف قابل اهمیت است. حشرات به خاطر داشتن سه زوج پای حرکتی و معمولاً دو زوج بال بر روی سینه از بندپایان دیگر متمایزند. سر معمولاً یک جفت شاخک و زوج هم چشم مرکب دارد سیستم تنفس آنها یک سیستم نابی یا تراشه ای است و مجاری تناسلی در انتهای شکم بازمی شود. این جانوران از مواد مختلف به عنوان غذا استفاده می کنند و خود نیز غذای دیگر جانوران اند. از نظر پزشکی و دامپزشکی هم حائز اهمیت هستند و خلاصه تنوع و فراوانی آنها است مثلاً در قاف بالان بالهای جلویی سفت و سخت شده و تمام روی سینه را پوشانده است که این بالهای سخت شده Elytral می گویند. مثلاً در مگس بالهای عقب کوچک شده و از ریش پرواز را از دست داده اند و به عضو تعادلی Halter تبدیل شده است. قطعه شکمی در حشرات معمولاً از 8 تا 12 بند تشکیل شده است و حداقل تعداد پیوسته در این قسمت بدن وجود دارد. اصطلاحاً گفته می شود شکم قطعه صافی است و گرچه در مراحل لاری برخی حشرات دارای زوائدی است که برای راه رفتن و حتی تنفس از آن استفاده می شود و در بسیاری از حشرات ماده انتهایی بدن زائده ای دارد به نام تخم ریز یا Ovipositor (این عضو در ملخ ماده Oviscapt و در زنبور ماده Tarrier نام دارد). از یک طرف ارزشهای خاصی که چه از نظر اقتصادی و چه از نظر پزشکی و دامپزشکی برای انسان دارند باعث شده که حشرات را در بیولوژی در علم جداگانه ای به نام حشره شناسی مطالعه کنند. (Entomology) که خود این علم چندین شاخه دارد. مثل حشره شناسی پزشکی و کشاورزی و

شکل ظاهری : طور کلی بدن حشرات از سه قسمت سر، سینه و شکم تشکیل شده است. این جانوران از نظر جنینی سه لایه ای هستند و پروتوستوم اند. و تسهیم در آنها از نوع مارپیچی است.

و تخمهای آنها از نوع خاصی به نام مرکز زرده است. سردر حشرات دارای ضامی است که از عمده ترین ضامی می توان قطعات دهانی که خود به انواع مختلف تقسیم می شوند را نام برد. ولی بطور کلی قطعات دهانی در حشرات تشکیل می شود از دوارواره بالایی - دوارواره پائینی - یک لب بالا و یک لب پائینی و پالپهای متصل تقسیم می شوند. که شاخک ها نقش حسی دارند. از دیگر ضامی سر چشمها هستند که معمولاً سه تا شش عدد چشم ساده در جلوی پیشانی و یک زوج چشم مرکب در طرفین سر وجود دارد. سینه در حشرات از سه قسمت تشکیل شده است. به نامهای سینه اول و دوم و سوم که دارای ضامی اند از جمله اینکه سینه در حشرات دارای سه زوج پا است که هر پا از قسمتهای مختلفی تشکیل شده است و به طور کلی فرمول کلی پا در حشرات از این قرار است:

Coax - trochant - femur - tibia - tarsus - pretarsus به ترتیب شامل پنجه - مچ - ساق - ران - پی ران - پیش ران می باشد. از دیگر زوائد سینه ای بالها هستند که در حشرات به تعداد دوزوج موجودند ولی در بسیاری از حشرات این تعداد کمتر است.

مروری بردستگاه های حشرات:

دستگاه گردش خون : قلب حشرات لوله ای است در قسمت پشتی این لوله انتهای خلفی بسته ای دارد و انتهای قدامی هم باز است این لوله با نگاهی دقیقتر خود از تعدادی قلب کوچک تشکیل شده که این قلبها به طور متوالی پشت سرهم قرار گرفته اند و منفذ خروجی هر کدام در داخل همدیگر قرار می گیرند. این قلبهای متوالی در حشرات تعدادشان به هشت عدد می رسد. موج انقباضی پشت سرهم آنها خون را با فشار از آئورت بیرون می ریزد در محل انقباض قلبها به یکدیگر منافذی به نام استیوم وجود دارد که خون از آنها وارد قلب می شود و هر قلب دارای دریچه ای است که از برگشت خون جلوگیری می کند. انتهای آئورت

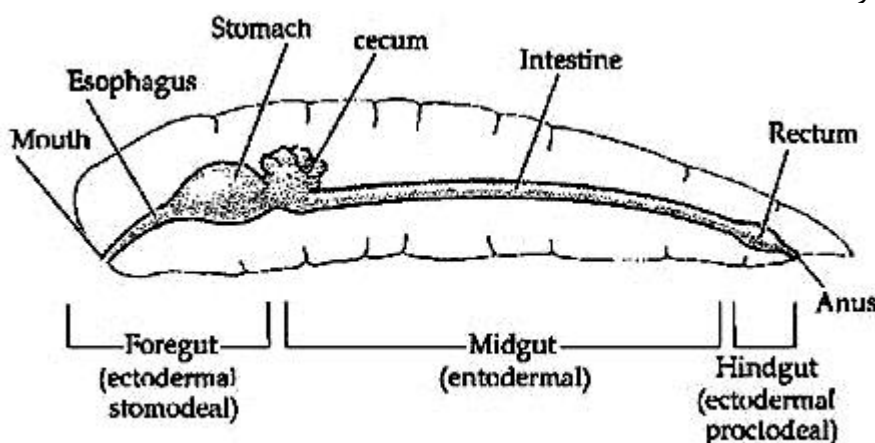
باز است و خون را وارد سلوم می کند و بطور مستقیم خون در تماس با سلولها قرار می گیرد و بخاطر همین سلوم حشرات را سلوم خونی

یا هموسل می گویند. انقباض قلب با یک پیام عصبی وبا عضلات Aliform که به هر طرفش اتصال دارد صورت می گیرد. بدن حشرات به طور طولی توسط پرده دیافراگم به سه قسمت تقسیم شده است، قسمت بالایی که قلب را در بر می گیرد و به سینوس پشتی معروف است، قسمت میانی که دستگاه گوارش در داخلش قرار می گیرد و آن را سینوس احشایی مینامند و قسمت پائینی که دستگاه عصبی در آن قرار دارد و آنرا سینوس شکمی می گویند. دیافراگم سوراخ است و خون از آن رد شده و وارد سینوسهای میانی (شکمی) می شود. با انقباض رشته های عضلانی آلیفورم متصل به قلب پایین می افتد و یک خلاء ایجاد می شود که موجب می گردد خون از سینوس پائینی وارد سینوس پشتی گردد و قلب با برگشت به حالت اول باعث می شود که خون از طریق استیومها به قلب وارد شود و مسیر گردش خون تکرار شود.

دستگاه گوارش : دستگاه گوارش حشرات دارای تنوع بسیار زیادی است چرا که رژیمهای حشرات بسیار متنوع است و حشرات گیاهخوار و عده ای گوشتخوارند و عده ای هم بصورت انگل زندگی کرده وبا این حال تفاوت بین دستگاه گوارش حشرات بسیار زیاد خواهد بود ولی به طور معمول دستگاه گوارش یک حشره که در سینوس میانی حشره قرار دارد از جلو تشکیل شده از دهان و قطعات دهانی حلق بعد هم مری که قسمت متورمی به انتهای مری متصل شده است و قسمتی به نام چینه دان را به وجود آورده است. بعد از چینه دان پیش معده و معده اصلی وجود دارد.

Pharynx - Esophagus - Crop - Proventriculus - Ileum - Colon - Rectum - Anus

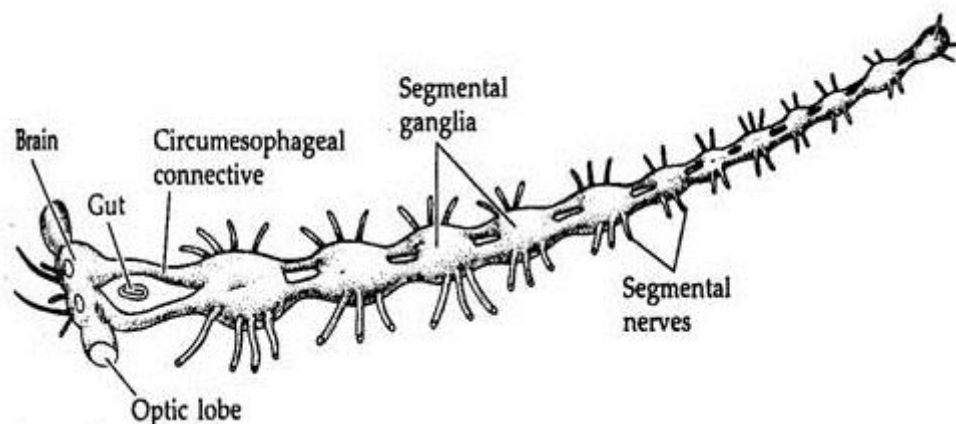
با توجه به تنوع در رژیمهای غذایی این سیستم دچار تغییراتی می شود مثلا برخی چینه دان ندارند، بعضی معده کوچک دارند و بطور کلی دستگاه گوارش حشرات به سه بخش تقسیم می شود که از بخش دهان تا معده اول را اصطلاحا Stomadom (روده اول) قسمت اول دستگاه گوارش که به شدت کیتینی است و منشا اکتودرمی دارد و جذب در آن بسیار اندک صورت می گیرد. بخش دوم معده اصلی در حشرات معروف است به رود دوم با بخش دوم دستگاه مزنتروم یا رود میانی Mesentrom و بخش آخر دستگاه گوارش که معروف است به رود سوم از ایلئوم شروع شده تا مخرج که معروف است به Proctoderm و منشاء اکتودرمی دارد.



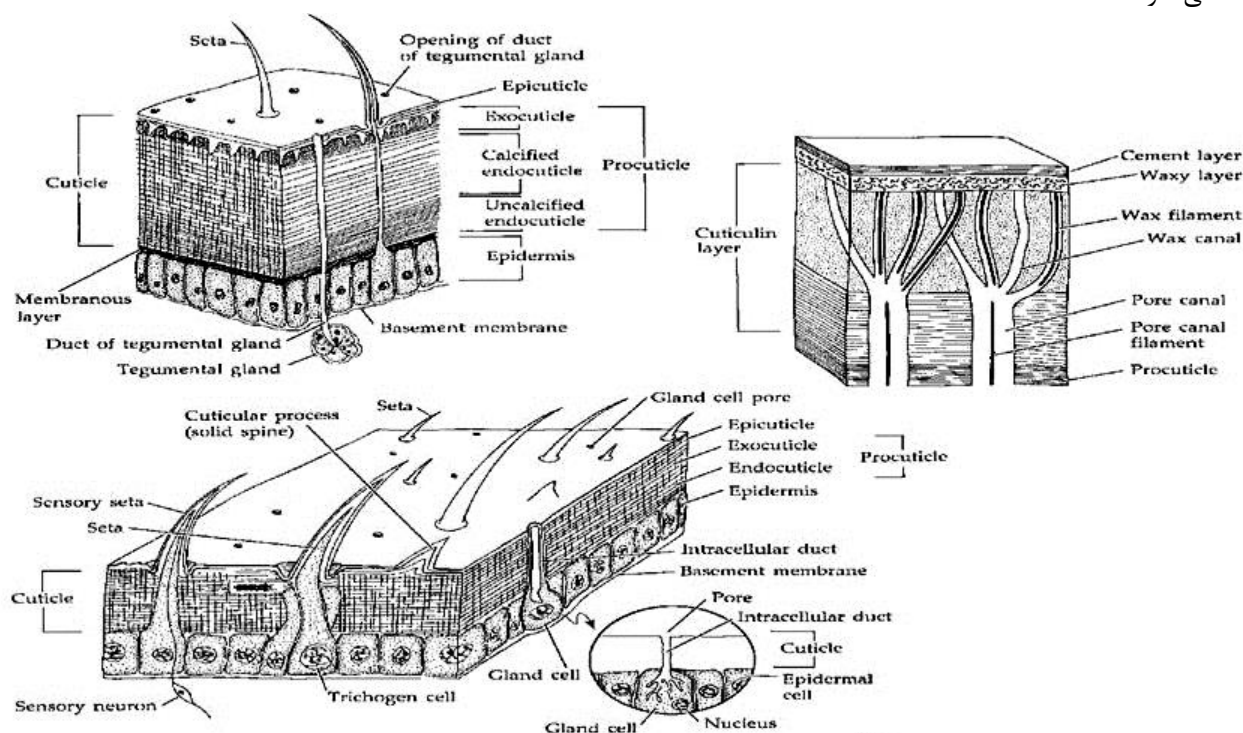
دستگاه دفع : در حشرات عبارت است از لوله های مالپیگی که این لوله ها یک انتهایشان داخل سلوم است و انتهای دیگرشان به ابتدای ایلئوم یعنی رود سوم وصل می شود و با ضربانهای منظم مواد دفعی را از سلوم گرفته و به رود می ریزد. تعداد لوله های مالپیگی در حشرات متفاوت است (روده میانی حشرات یا مزانتروم منشاء آندودرمی دارد و نسبتا ضخیم است و محل هضم و جذب غذا است. رود سوم هم مثل رود اول منشاء اکتودرمی دارد). دارای غشای کیتینی است و در هر پوست اندازی رود اول و سوم هم پوست اندازی می کند. مقدار جذب در رود سوم بیشتر از رود اول است و خیلی کمتر از رود دوم می باشد.

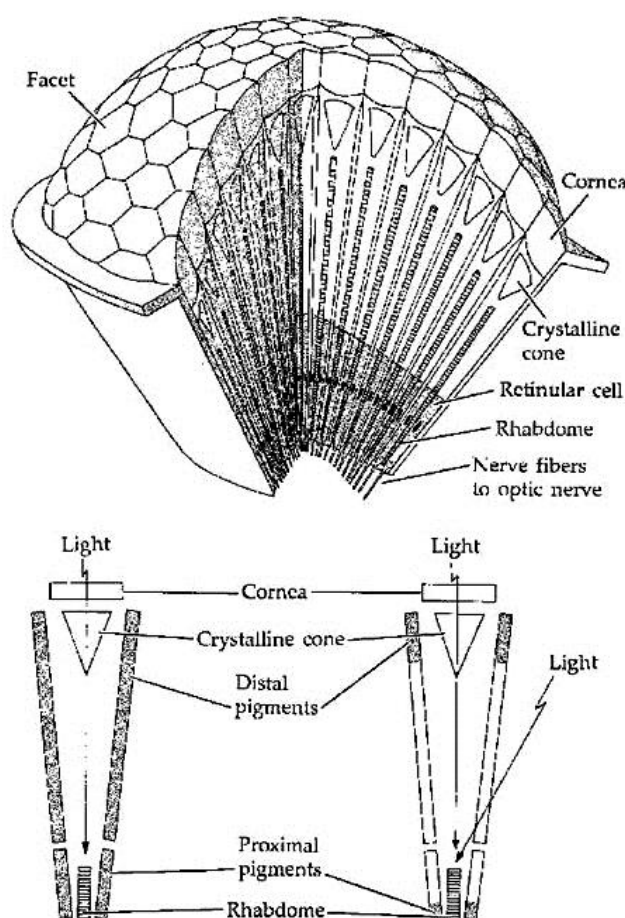
دستگاه عصبی : دستگاه عصبی تشکیل شده است از یک زوج عقده عصبی به علاوه یک حلقه دور مری، یک عقده عصبی زیر مری و سه زوج عقده سینه ای و تعدادی عقده شکمی که تا هشت عدد می رسد که تمامی این عقده های عصبی تمام بدن را عصب دار می کنند. عقده های عصبی مغزی معمولا بزرگ اند و قسمتی به نام مغز را در حشرات ایجاد کرده اند. که چشمها،

شاخکها، ودهان را عصب دارمی کند. درحشراتی که خوب پروازمی کنند مثل دویالان سه عقده سینه ای بهم متصل شده و عقده بزرگی را بوجود آورده اند که ظرافت پروازرا به دقت کنترل می کند که به مغزسینه ای معروف است.



اندامهای حسی : اندامهای حسی درحشرات عبارتند از یک زوج شاخک یا آنتن که نسبت به بسیاری از محرکهای محیطی عکس العمل نشان میدهد. سرما و گرما و ارتعاشات، تعدادی چشم ساده و یک زوج چشم مرکب در دوطرف سر که چشمها از نوع مستقیم اند و غیر از چشمهای مرکب سایر چشمها معمولاً ایجاد تصویر حقیقی نمی کنند. بر روی اکثر نقاط بدن حشرات برجستگیها یا زوائد حسی وجود دارد که این زوائد گرچه منشاء آندودرمی دارند ولی از کوتیکول بیرون می زنند و موهای حسی نامیده می شوند.

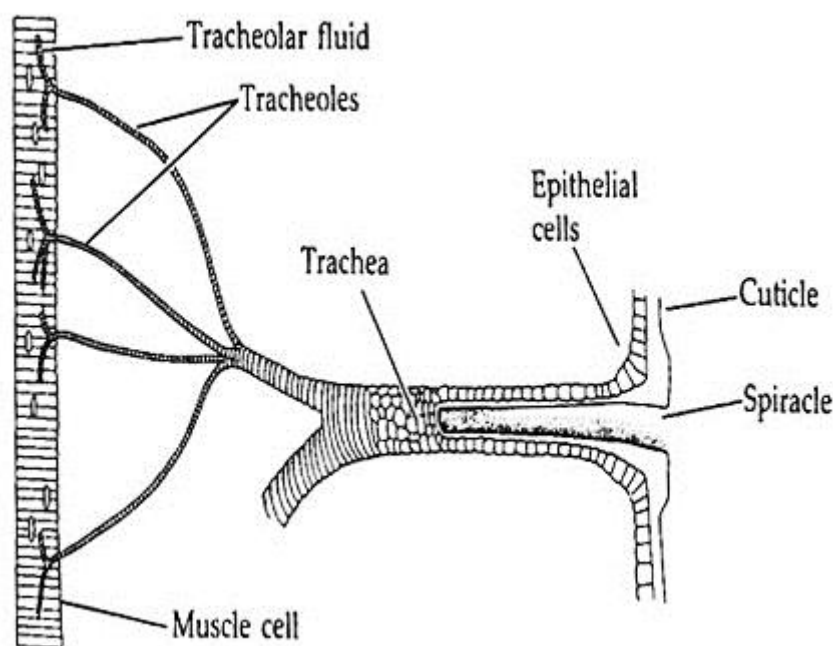




دستگاه تنفس : تنفس در حشرات توسط نای یا تراشه انجام میگیرد که عبارت است از مجاری که در قسمت شکمی بدن است و از پهلوها به بیرون بازمی شوند. منفذ بیرونی آنها را اصطلاحاً اسپیراکل می گویند که دارای دریچه ای است که ورود و خروج هوا را تنظیم می کند در حشرات 4 زوج اسپیراکل جلویی برای ورود هوا است و سه زوج عقبی برای خروج هوا است که به عبارت دیگر دم و بازدم در حشرات در دو مسیر جداگانه انجام می شوند.

هر اسپیراکل در عقب در قسمت داخلی به لوله ای متصل می شود به نام تراشه یا تراکه آ

Trachea. تراشه هر چه قدر به عمق بدن می رود انشعابات بیشتری دارد و تعداد بیشتری تراشه را می سازد و در نهایت در قسمتهای مرکزی بدن به مجاری بسیار ریزی تبدیل می شود به نام تراکول یا Tracheol که تراکولها مستقیماً در تماس با سلولهای بدن هستند و در مایع قرار دارند با استفاده از خاصیت انتشار تبادلات گازی را انجام می دهند. پس معلوم می شود که دستگاه تنفس حشرات هیچ ارتباطی با دستگاه گردش خون آنها ندارد و سلولها مستقیماً هوا را از بیرون می گیرند و دستگاه گردش خون برای انتقال مواد تا حدی هم دفع مواد زائد مورد استفاده قرار می گیرد. گفته می شود که یکی از دلایل کوچک ماندن حشرات عدم ارتباط بین دستگاه تنفس و گردش خون است. زیرا سیستم تراشه ای تنفس آنقدر توانایی ندارد که اگرچه بزرگ شود سلولهای عمقی بدن را هم اکسیژن برساند و اگرچه از حدی بزرگتر شود سلولهای مرکزی خواهند مرد. (تراشه هم از جنس کوتیکول است).



تولید مثل حشرات : حشرات جدا جنس اند و در بین حشرات دوشکلی جنسی بسیار رایج است و حتی این دوشکل در مواردی به حدی است که قبول اینکه جانور نر و ماده از یک گونه اند مشکل است. در حشرات معمولاً لقاح داخلی است حشرات تخمگذارند و تخم هایشان بر حسب نوع زندگی در مکانهای مختلفی مثل زیر خاک داخل بافتهای گیاهی یا بافتهای جانوری در نمونه انگل قرار می دهد.

دگر دینی در حشرات : در اغلب حشرات از تخم موجودی به دست می آید که شباهتی به والدینش ندارد که این موجود را اصطلاحاً لارو می گویند از نظر تنوع لاروی در دنیای حشرات تنوع زیادی وجود دارد و بر اساس تنوع لاروی بسیاری از حشرات را طبقه بندی کرده اند. در برخی حشرات هم مراحل لاروی دیده نمی شود و حشره نسبتاً شبیه والدین از تخم بیرون می آید. لارو پس از مدتی زندگی بصورت کرمی شکل طی یک فرایند پیچیده که دگر دینی نامیده می شود وارد مرحله شفیرگی می گردد. مرحله ای که در آن موجود معمولاً در داخل یک کپسول قرار می گیرد و به حالت راکد و ساکنی زندگی می کند و با تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی و مورفولوژی بسیار پیچیده ای درون کپسول - که اصطلاحاً آنرا شفیره می گویند- پس از مدتی حشره بالغ که شبیه والدین است به وجود می آید.

رشد و نمو دگر دینی در حشرات : حشرات از گروههایی هستند که عموماً در طی فرایند رشد و نمو خود تغییرات زیادی را متحمل می شوند و این امر یکی از لازمتین امور برای ادامه حیات آنها است. زیرا حشرات مجبورند برای اجتناب از شرایط نامساعد و استرسهای محیطی تغییرات مورفولوژیک را بپذیرند و این امر یک مکانیسم سازشی برای پیشرفت تکاملی و گونه زایی است. اشکال لاروی حشرات خصوصاً اگر درون پیله باشند می توانند شرایط نامساعد محیط را تحمل کنند و همین امر یکی از رموز بقای حشرات است و باعث می گردد که حشرات در جاهای بسیار سرد و یا گرم به زندگی خود ادامه دهند. حشرات به علت اینکه اسکلت خارجی تا حد زیادی جلو گزش بدن آنها را گرفته است عموماً دارای جثه ای کوچک می باشند و همچنانکه قبلاً گفته شد بیشترین مقدار رشد در فواصل بین پوست اندازی انجام می گیرد. مکانیسمهای دگر دینی و پوست اندازی در حشرات تحت تاثیر دستگاه عصبی و غدد درون ریز است که در اینجا تا حدی به آنها اشاره می گردد. به طور کلی رده حشرات از نظر مکانیسم دگر دینی به سه گروه اصلی تقسیم می شوند:

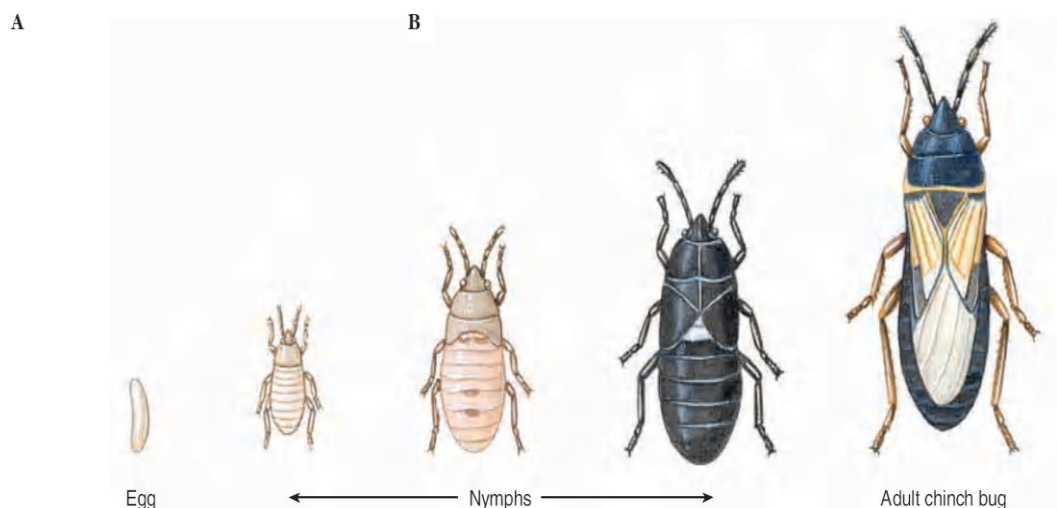
Ametabola

الف : حشرات فاقد دگر دینی .

این گروه شامل چند راسته ابتدایی می باشند که در جاهای تاریک و مرطوب زندگی می کنند و فاقد دگر دینی فاقد بال نیز می باشند که در مبحث رده بندی آنها اشاره خواهد شد.

Hemimetabola**ب : حشرات دارای دگردیسی ناقص**

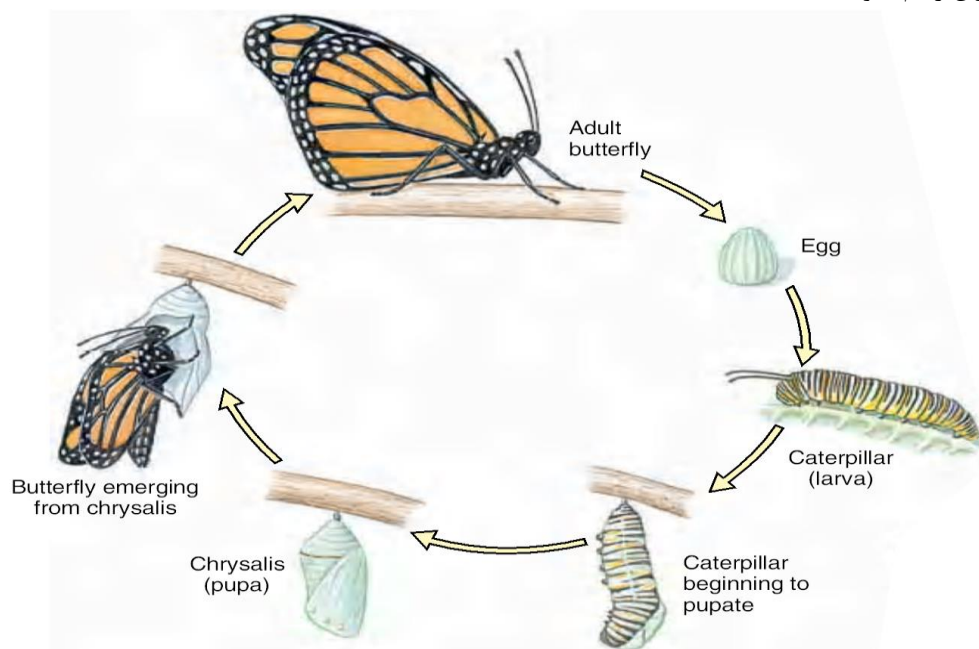
این گروه از حشرات دارای نوعی حالت دگردیسی هستند ولی هیچ وقت لارو کرمی شکل و یا پیله در آنها تشکیل نمی گردد و نوزاد بیرون آمده از تخم تا حدود زیادی شبیه والدین است ولی اندازه آنها بسیار کوچک است و همچنین فاقد بال می باشند مانند حشرات متعلق به راسته راست بالان (ملخ) سیکل زندگی را میتوان برای این گروه به قرار زیر نوشت:

**Figure 20-26**

Life history of a hemimetabolous insect.

Holometabola**ج : حشرات دارای دگردیسی کامل**

این گروه شامل راسته های مهمی مانند قاب بالان، دو بالان و پروانه سانان هستند که در آنها فرآیند دگردیسی کامل بوده به این معنی که در سیکل زندگی عموماً لارو کرمی شکل و پیله تشکیل می گردد سیکل زندگی این گروه از حشرات را به شرح زیر می توان رسم نمود:

**Figure 20-23**

Complete (holometabolous) metamorphosis in a butterfly, *Danaus plexippus*. Eggs hatch to produce first of several larval instars. Last larval instar molts to become a pupa. Adult emerges at pupal molt.

از نظر وجود بال یا عدم وجود بال رده حشرات به دوزیر رده بالداران و بی بالان تقسیم می شوند. زیر رده بی بالان Subclass Apterygota : شامل چهار راسته حشرات ابتدایی است که بعداً اشاره می شوند.

زیررده بالداران Subclass pterygota : شامل بقیه حشرات است که عموماً دارای دوزوج بال و برخی دارای یک زوج (دوبالان مانند مگسها و پشه ها) و حتی ممکن است برخی از آنها در مرحله ای از زندگی فاقد بال (مورچه) یا اصلاً فاقد بال (شپش) باشند. از بین رفتن بال یک صفت ثانویه است در بعضی از حشرات زوج اول بالها سخت شده و به شکل قاب درآمده است مانند سوسک یا اینکه در حشراتی که دارای یک زوج بال هستند (پشه) زوج دوم بالها تحلیل رفته و آثاری از آنها دیده می شود که Halter می نامند.

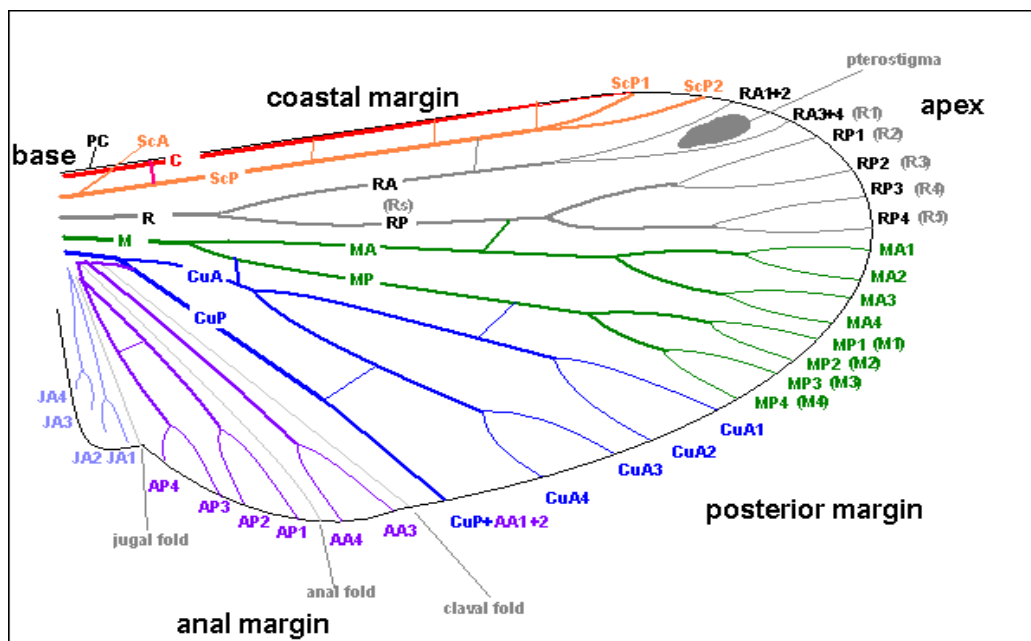
مکانیسم دگردیسی در حشرات : دگردیسی در حشرات تحت تأثیر دستگاه عصبی و دستگاه غدد درون ریز صورت می گیرد که به طور خلاصه این مکانیسم را به شرح زیر بیان می کنیم: در ناحیه مغز حشرات هورمونی ترشح می شود که بر روی غدد سینه ای حشرات اثر کرده و باعث ایجاد هورمون رشد حشره یا Ectysone می گردد. این هورمون باعث پوست اندازی و رشد نمو لارو می گردد و همچنین هورمون دیگری از یکی دیگر از نواحی مغز حشره به نام اجسام آلاتوم Corpus allatum ترشح می گردد که به نام هورمون جوانی معروف است. این هورمون در واقع آنتاگونیسم هورمون اکسی توسین است و از نظر مکانیسم ترشح آن به این صورت است که در ابتدای بیرون آمدن لارو از تخم میزان هورمون جوانی در خون لارو زیاد بوده و مقدار اکتی زون کم است ولی با گذشت زمان مقدار هورمون جوانی در لارو حشره کم شده و به مقدار اکسی توسین افزوده می گردد و همین امر باعث انجام پوست اندازی و پیشرفت مراحل دگردیسی می شود. با گذشت زمان و پوست اندازی های بعدی مقدار هورمون جوانی بسیار کم شده و اکتی زون افزایش بیشتری می یابد. بنابراین در حشره بالغ هورمون جوانی کم و نزدیک صفر و مقدار اکتی زون در واقع ماکزیمم است. برای اثبات عمل این هورمونها می توان آزمایشی انجام داد : اگر در زمان لاروی به طور مصنوعی هورمون جوانی را به لارو این حشره تزریق کنیم یعنی مقدار این هورمون را همیشه در خون حشره بالا نگه داریم دگردیسی صورت نگرفته و لارو فقط رشد می کند و به یک لارو بسیار بزرگ تبدیل می گردد. بدون اینکه پوست اندازی کند و برعکس اگر در زمان لاروی هورمون اکتی زون را به لارو تزریق کنیم دگردیسی و پوست اندازی زودتر از حد معمول صورت گرفته و یک حشره کامل و بسیار کوچک پدید می آید.

بال و پرواز در حشرات : داشتن بال از خصوصیات بارز حشرات است و اینها در واقع تنها گروه

بی مهرگان هستند که قادر به پروازی باشند. وجود بال برای بقا بسیاری از حشرات لازم است. ولی در عین حال حشراتی نیز وجود دارند که به طور کلی فاقد بال (بی بالان) و یا اینکه برخی دیگر به طور ثانویه بال را از دست داده اند مانند ککها و شپشها ولی چون اینها در اصل بال داشته اند آنها را جزء بالداران تقسیم می کنند. برخی دیگر از حشرات نیز در طی سیکل زندگی خود در مرحله ای فاقد بال و گاهی اوقات دارای بال می باشند. مانند مورچه به طور کلی میتوان گفت وجود بال یکی از دلایل اصلی برای ایجاد انشعاب سازشی و گونه زایی و تسخیر محیطهای مختلف در حشرات است.

ایجاد ارتباط در حشرات : بسیاری از حشرات به طور اجتماعی زندگی کرده و برای ارتباط با یکدیگر از علائم شیمیایی لامسه ای بینایی و شنوایی استفاده می کنند. بسیاری از ارتباطات شیمیایی توسط مواد بوداریا فرومونها استفاده می کنند. فرومونها که انواعی از مواد شیمیایی بودار هستند به فاصله نسبتاً دوری نیز قابل دریافت هستند. مثلاً اگر مورچه ها یک منبع غذایی پیدا کنند فرومونی ترشح می کنند که بقیه مورچه ها را نیز متوجه منبع غذایی می کند و وقتی آن منبع غذایی تمام شد ترشح فرومون نیز قطع می گردد که سایر مورچه ها بی دلیل به آنجا هجوم نبرند و اگر مورچه ای مرده باشد بوی حاصل از تجزیه آن باعث می گردد که کارگران کلنی آن را از محل دور کنند. از علائم بینایی نیز برای جذب جنس مخالف استفاده می گردد. قبلاً در یک نوع حشره از راسته دوبالان خاصیت بیلوسینانس در جنس مخالف موثر است. در بسیاری از حشرات نیز ایجاد ارتباط از طریق صدا مانند ملخها، جیرجیرکها و یا سرسیرکها که این ایجاد صدا بیشتر از طریق اصطکاک بین لبه جلویی با پای عقب جانور است. رده بندی حشرات به طور کلی:

- این زیررده به 4 زاسته تقسیم می شود (حشرات ابتدایی) → حشرات بی بال = 1-Apterygota
به 27 راسته تقسیم می شوند (حشرات پیشرفته) → حشرات بالدار = 2-Pterygota



اساس رده بندی راسته ای وزیرده بالداران تکیه بر بالهای آنهاست که نوع بالها در آنها ملاک قرار می گیرد.

رده بندی حشرات:

رده حشرات به دوزیرده بی بالان و بالداران تقسیم می گردد که زیرده بی بالان در عین حال جزء حشرات فاقد دگردیسی نیز می باشند و شامل 4 راسته پروتورا *Protura* دیپلورا *Diplura* تیزانورا *Tysanura* و کولمبولا *Collembula* هستند.

ولی زیرده بالداران هم دارای دگردیسی ناقص وهم دگردیسی کامل اند.

(الف) گروهی که دگردیسی ناقص دارند :

1- راسته اودناتا (طیاره مانندها) : این راسته شامل انواع سنجاقک هاست با بدنی درخشان و قطعات دهانی جونده و چشمهای بزرگ و برجسته. جنسهای معروف آن عبارتند از: آناکس *Anax* و *Libellula*. این راسته 23 خانواده و 5000 گونه است و از پرمین تا کنون زندگی کرده اند.

2- راسته یک روزه ها *Order Ephemeroptera* : شامل حشرات کوچکی است با بدنی نرم و قطعات دهانی جونده و پوره آنها آبی است و در برخی تا 21 بار پوست اندازی صورت می گیرد. جانور بالغ بلافاصله تولید مثل کرده و می میرد. 11 خانواده و 500 گونه است و از پرمین تا کنون زندگی کرده اند. جنس معروف افمر *Ephemera* از این راسته است.

3- راسته راست بالان *Order Orthoptera* : شامل انواع ملخها آخوندکها سوسکهای حمام است که اندازه آنها متوسط یا بزرگ دارای قطعات دهانی جونده و عموماً گیاهخوار و معدودی نیز گوشتخوار هستند مانند آخوندکها. این راسته دارای 50 خانواده و 23000 گونه است که از کربونیفر تا کنون زندگی کرده اند. جنسهای معروف عبارتند از: بلاتا *Blatta* (سوسک حمام) - رومالیا (ملخ) *Romalea* مانیتیس (آخوندک) *Mantis*.

4- راسته جوربالان *Order Isopoda* : شامل انواع موریانه است که دارای بدن نرم بوده و ناحیه سینه آنها بطور وسیع به شکم جوش خورده دارای قطعات دهانی جونده دارای سازماندهی اجتماعی دارای شکلهای مختلف در درون کلنی مانند سرباز، ملکه، ... این راسته دارای 6 خانواده و بیش از 2000 گونه است که از زائوسن تا کنون زندگی می کنند. جنس معروف این راسته ماکروتمز *Macrotermes* است.

5- راسته پوست بالان *Order Dermaptera* : شامل حشراتی با قطعات دهانی جونده بالهای جلویی کوتاه و چرم مانند دگردیسی بسیار کند و دارای 32 خانواده و 100 گونه و از ژوراسیک تا کنون زندگی می کنند. جنس معروف فورفیکولا *Forficula* می باشد.

- 6- راسته باف بالان Order Plecoptera : شامل حشراتی است که بدن آنها نرم قطعات دهانی جویده شاخکها بزرگ دارای 16 خانواده و 1500 گونه و از پرمین تا کنون زندگی می کنند. جنس معروف این راسته پترونارسیس Pteronarcys است.
- 7- راسته امبیوپترا Order Embioptera : حشراتی کوچک - بدن باریک - قطعات دهانی جویده - بیشتر در شکافها و منافذ دیده می شوند. 7 خانواده و 200 گونه که بیشتر در جاهای حاره و نیمه حاره زندگی کرده و از اولیگوسن تا کنون زندگی می کنند. جنس معروف آنها اولیکوتوما Oligotoma است.
- 8- راسته پوست خواران Order Mallophago : شامل انواع شیشه های جویده با اندازه بسیار کوچک بدن تخت و فاقد بال ناحیه سر بزرگ و قطعات دهانی برای جویدن و سوراخ کردن شدیداً دچار تغییر شده است. شاخک کوتاه چشم تحلیل رفته (یا کاملاً از بین رفته) اعضای این راسته بیشتر به صورت انگل خارجی بر روی بدن پرندگان و پستانداران زندگی می کنند و جنس معروف آن Trichodectas که بر روی گونه های مختلفی از پستانداران اهلی و وحشی زندگی می کنند. بر روی بدن گاو Tobovis بر روی بدن Conis که بصورت میزبان واسط اند.
- 9- راسته شیشه های مکنده Order Anoplura : به صورت انگل بر روی سطح خارجی بدن پرنده و پستاندار زندگی کرده چشمها کوچک و یا فاقد چشم - بدن پهن و فاقد بال - قطعات دهانی برای سوراخ کردن پوست و مکیدن خون میزبان تغییر شکل یافته - دگردیسی بسیار کند - دارای 7 خانواده و 250 گونه و تا کنون نمونه فسیل از آنها بدست نیامده. جنس معروف پدیکولوس هومانوس Pediculus Homanus است.
- 10- راسته کتابخواران Order Psocoptera : شامل انواع شیشه های کتابی - قطعات دهانی جویده - دوزوج بال دگردیسی تدریجی - 13 خانواده و 1100 گونه از پرمین تا کنون زندگی می کنند. جنس معروف آنها لیپوسلیس Liposcelis می باشد.
- 11- راسته نابالان Order Zoraptera : شامل حشرات کوچک و از بیولوژی و زندگی آنها اطلاعی در دست نیست. 16 گونه شناسایی شده جنس معروف زوروتیپوس Zorotypus است.
- 12- راسته نیمه بالان Order Hemiptera : شامل انواع ساسها حقیقی که اکثراً بزرگ به قطعات دهانی سوراخ کننده و مکنده دوزوج بال و برخی نیز فاقد بال - آبی و خشک زی - 56 خانواده و 40000 گونه از تریاس تا کنون زندگی می کنند. تغذیه از شیر گیاهان و از نظر اقتصادی مهم اند. جنس معروف آن Trichocorixa است.
- 13- راسته هم بالان Order Homoptera : شامل انواع جیرجیرکها و شته ها - قطعات دهانی مکنده و سوراخ کننده 66 خانواده و 32000 گونه و از پرمین زندگی می کنند. جنس معروف آفروپورا Aphrophora می باشد.
- 14- راسته حاشیه بالان Order Thysanoptera : حشراتی کوچک قطعات دهانی سوراخ کننده و مکنده دارای بال یا فاقد آن - دگردیسی کند - مضر برای کشاورزی - 19 خانواده و 4000 گونه - از ژوراسیک تا کنون زندگی می کنند. جنس معروف Thrips است.
- (ب) حشرات دارای دگردیسی کامل:
- 1- راسته توربالان Order Neuroptera : قطعات دهانی جویده - شاخکها بلند - دوزوج بال - لارو گوشتخوار - 23 خانواده و 4700 گونه و از پرمین تا کنون زندگی می کنند - جنس معروف Sialis است.
- 2- راسته پروانه ها Order Lepidoptera : شامل انواع پروانه و شب پره است که اندازه آنها تا 25cm نیز می رسد - لاروها آفت هستند - بالغ بدون ضرر - دارای 118 خانواده و 112000 گونه - از ژوراسیک تا کنون زندگی می کنند. جنسهای معروف Microptrys, پروانه ابریشم Bombyx.mori, Rmosia هستند.
- 3- راسته دوبالان Order Diptera : شامل انواع مگسها و پشه های واقعی است - یک زوج بال و زوج دوم هالتر است - قطعات دهانی سوراخ کننده و جویده یا مکنده - برخی از نظر پزشکی و یا دامپزشکی مهم می باشند - و در واقع بزرگترین راسته از حشرات انگلی است - (هم ناقل و هم حامل) 138 خانواده و بیش از 85000 گونه - از پرمین فوقانی اکنون جنسهای معروف Culex - Anophel - Aedes - Mansonia - Prosopora - Musca domestica -
- 4- راسته لوله بالان Order Siphonoptera : شامل انواع ککهاست بدن پهن و از طرفین فشرده - فاقد بال - قطعات دهانی مکنده و یا سوراخ کننده - چشمها ساده و فاقد چشم - در پزشکی و دامپزشکی مهم - بر روی بدن پستانداران و پرندگان و عامل

6- راسته بال غشائیان Order Hymenoptera: شامل انواع زنبورها و مورچه هاست- قطعات دهانی جونده - دارای دوزوج بال یافقد آن وباله‌ای آنها نازک و غشائی است- در انتهای بدن آنها معمولا یک سوزن سمی قرار دارد (در زنبورها) که جانور به کمک آن نیش می زند- برخی به صورت کلنی زندگی کرده مانند زنبور عسل و مورچه - دارای سازماندهی پیشرفته - افراد انگل نیز در این راسته وجود دارند. - 109 خانواده و 105000 گونه- که از ژوراسیک تا کنون زندگی می کنند- جنسهای معروف: Apis . mellifera - و سیبا Vespa - و سیبا Vespula - فورمیکا Formica - سیرکس Sirex

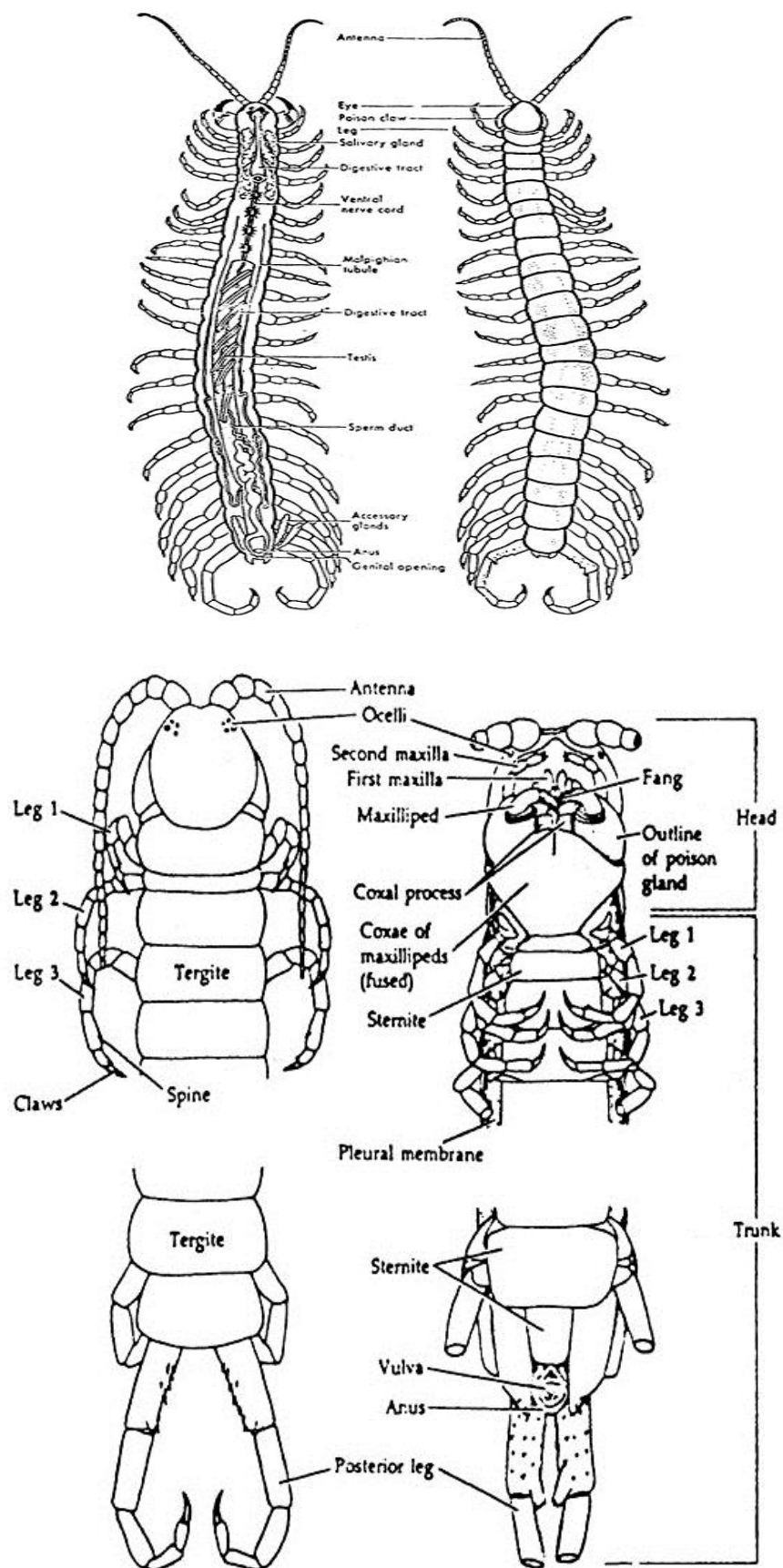
گروه هزار یابان

چهاررده از شاخه‌داران خشکی زی یعنی : صدپایان Chlopoda, هزارپایان Diplopoda, صدپایان باغی Symphyla, خدیابان Pauropoda.

دارای 11000 گونه بدن آنها شامل سر و بدن کشیده همراه با ضامم متحرک است. در گذشته همه را در یک گروه به نام هزارپایان قرار می دادند ولی امروزه به علت مشخص شدن اختلافات آنها را در رده های مختلفی رده بندی می کنند. بیشتر در محیط های مرطوب، زیر سنگها، خاک و خاک برگ زندگی می کنند و در ناحیه سردارای یک زوج شاخک و گاهی چشمهای ساده هستند. دهان در سطح شکمی و تنفس آنها توسط لوله های تراشه (نای) انجام می گیرد و لوله های مالپیگی نیز عمل ترشح را برعهده دارند. قلب لوله ای شکل در ناحیه پشتی است و دارای یک زوج استیوم در هربند است. سیستم عصبی متمرکز نبوده و طناب عصبی شکمی در هربند بدن دارای گره عصبی است. انتقال اسپرم در آنها عموماً توسط اسپرماتوفور صورت گرفته و همگی جدا جنس اند.

گروه هزارپایان به چهاررده تقسیم می‌گردند که در اینجا مورد بررسی قرار می‌گیرند:

الف: رده صدپایان Class Chilopoda: در بسیاری از نقاط دنیا زندگی کرده و عموماً دارای یک زوج چنگالهای سمی forcipule هستند. غده سمی موجود در هر چنگال توسط مجرای به انتهای چنگال بازمی گردد بعد از اولین قطعه بدن که چنگالها روی آن قرار دارند بیش از 15 قطعه دیگر همراه با پاهاى حرکتی وجود دارد. بدن به صورت پشتی شکمی تخت و در هر بند بدن **یک زوج پا** موجود است. بین آخرین قطعه بدن و تلسون انتهای دوقطعه که فاقد ضمام هستند به نام قطعه پیش تناسلی و تناسلی وجود دارد. حرکت صدپایان توسط پاها و انبساط و انقباض بدن صورت میگیرد. این جانوران عموماً شکارچی هستند و بیشتر از بندپایان دیگر تغذیه می کنند. برخی سمی و خطرناک هستند و گاهی موجب مرگ انسان هم می شوند. این رده چهار رسته دارد.



Phylum Echinodermata

شاخه خارپوستان

مقدمه : شاخه خارپوستان شامل گروهی از حیوانات دریازی و دارای پوست خاردار است مانند ستاره دریایی (Starfish) توتیای دریایی (sea urchins) دلارهای شنی (sand dollars) خیار های دریایی (sea cucumbers) ستاره های شکننده (Brittle stars) و لاله های دریایی (sea lilies) را در بر می گیرد. تاکنون حدود 6000 گونه زنده و بیش از 20000 گونه فسیل از این شاخه تشخیص داده شده است. خارپوستان یک گروه قدیمی بوده و سابقه فسیلی آنها به کامبرین برمی گردد. خارپوستان بالغ توسط تقارن شعاعی (Radial symmetry) پنج طرفی خود به آسانی شناخته میشوند. افراد این شاخه دارای یک اسکلت داخلی آهکی هستند که از صفحات کوچک بسیاری ساخته شده است که ممکن است این قطعات یا صفحات از هم جدا بوده مانند خیار دریایی یا اینکه توسط یک پوسته و شبکه محکمی به همدیگر چسبیده باشند. مانند توتیای دریایی یا دلار شنی. در بسیاری از خارپوستان این صفحات اسکلتی مزدور می خارهای سطح بدن را ایجاد میکنند. خارپوستان دارای یک حفره عمومی (Coelom) (سلوم) بزرگ بوده یک با یک صفاق (peritoneum) مژه دار مفروش شده است. قسمتی از این حفره عمومی در نموجینی دستگاه عروق آبی (water vascular system) منحصر به فرد افراد این شاخه را بوجود می آورند. دستگاه عروق آبی برای خارپوستان دارای اهمیت فراوان بوده و در حرکت، چسبیدن، تنفس، حمل غذا و درک حسی نقش حیاتی دارد. خارپوستان به علت ارتباطات تکاملی نزدیک به شاخه طنابداران (chordata) دارای اهمیت خاصی هستند. شواهد جنین شناسی نشان دهنده ارتباط نزدیک بین خارپوستان و طنابداران است. (مهره داران زیر شاخه ای از شاخه طنابداران می باشند). اسکلت داخلی مزدور می ایجاد سلوم از طریق Enteroceoly در جنین تشکیل مخرج از بلاستوپور جینی و تسهیم نامعین شعاعی در جنین اولیه از خصوصیات مهمی است که خارپوستان را به طنابداران نزدیک می کند

الف : اختصاصات :

- 1- فاقد حالت بندبندی و فاقد سربوده و دارای تقارن شعاعی هستند (در زمان بلوغ) ولی در زمان لاروی دارای تقارن دوجانبی می باشند.
- 2- دارای یک اسکلت داخلی (Endoskeleton) با قطعات ریز هستند که به همدیگر مفصل شده یا به هم جوش خورده و یکپارچه گردیده اند. اپیدرم اسکلت را میپوشاند و اسکلت دارای خاریا برآمدگی هایی است که به بدن منظره خاردار می دهند و به همین علت خارپوستان نامیده شده اند. (اسکلت داخلی آنها منشا درمی داشته و از استخوانچه های آهکی بوجود آمده است).
- 3- دارای یک دستگاه عروق آبی (water vascular system) منحصر به فرد هستند که منشا سلومی داشته و معمولا شامل یک منفذ ورودی و خروجی به نام Modreporite (مادرپوریت) کانال حلقوی، کانالهای شعاعی در هر بازو، کانال جانبی، آمپولها Ampulae و پاهای لوله ای می- باشد. این سیستم در حرکت، تنفس، تغذیه و دفع به جانور کمک می کند.
- 4- دستگاه گوارش ساده و کامل (بغیر از زرده ستاره های شکننده (Ophiuroidea) که فاقد مخرج می باشد.
- 5- فاقد دستگاه دفع ادرار می باشند.
- 6- جنسها از هم جدا و جفتگیری وجود ندارد و عموما لقاح در آب دریا انجام می شود.
- 7- حفره عمومی وسیع بوده و حفره دور احشایی (perivisceral) و حفره دستگاه عروق آبی را می نماید. حفره عمومی از نوع Enteroceolous و مایع سلومی دارای سلولهای آمیبوسیت است.
- 8- سیستم خونی- عروقی (Hemal system) بسیار کاهش پیدا کرده و در گردش مواد در داخل بدن فاقد نقش یا دارای نقش اندکی است. گردش اصلی مایعات بدن (مایعات سلومی) توسط مژه های صفاقی انجام میگردد.
- 9- تنفس توسط برانشیهای پوستی (deral branchia)، پاهای لوله ای، درخت تنفسی (respiratory tree در خیارسانان) و (Bursae در ستاره های شکننده) انجام می شود.
- 10- دستگاه عصبی دارای حلقه دوردهانی و اعصاب شعاعی می باشد. (فاقد مغز هستند)
- 11- خودبری (Aulotomy) نوپدیدی (Regeneration) قسمتهای از دست رفته بدن در آنها بسیار توسعه یافته است.

ب : اکولوژی و انتشار خارپوستان : خارپوستان همگی دریازی بوده و در تمام اقیانوسها و اعماق مختلف از سطح جزر و مد تا اعماق بسیار زیاد وجود دارد. نوعی خیار دریایی در عمق 10540 متری نواحی فیلیپین زندگی می کند. تعداد زیادی

از خارپوستان درروی سنگها وسطوح مختلف زندگی می کنند که درحقیقت ظاهرا محل زندگی اجداد آنها بوده است درسه گروه از آنها افرادی یافت می شوند که درگل ولای یا درشن زندگی می کنند واین طرززندگی تغییراتی در آنها به وجود آورده است. خارپوستان تنها گروه جانوری هستند که گونه انگل ندارند. هم چنانکه قبلا گفته شد خارپوستان ازدوره کامبرین تا حال زندگی کرده اند بنابراین یک گروه بسیار قدیمی میباشند وازمیان رده های مختلف این شاخه رده لاله وشان (Crinoidae) ازهمه قدیمی تر است ولی معمولا رسم براین است که ابتدا ستاره سانان (Asteroidea) رامورد بررسی قرار می دهند بنابراین ابتدا به مطالعه این رده می پردازیم:

Class Asteroidea

1- رده ستاره سانان

برای بررسی این رده ستاره دریایی معمولی (Asterias) را مطالعه می کنیم:

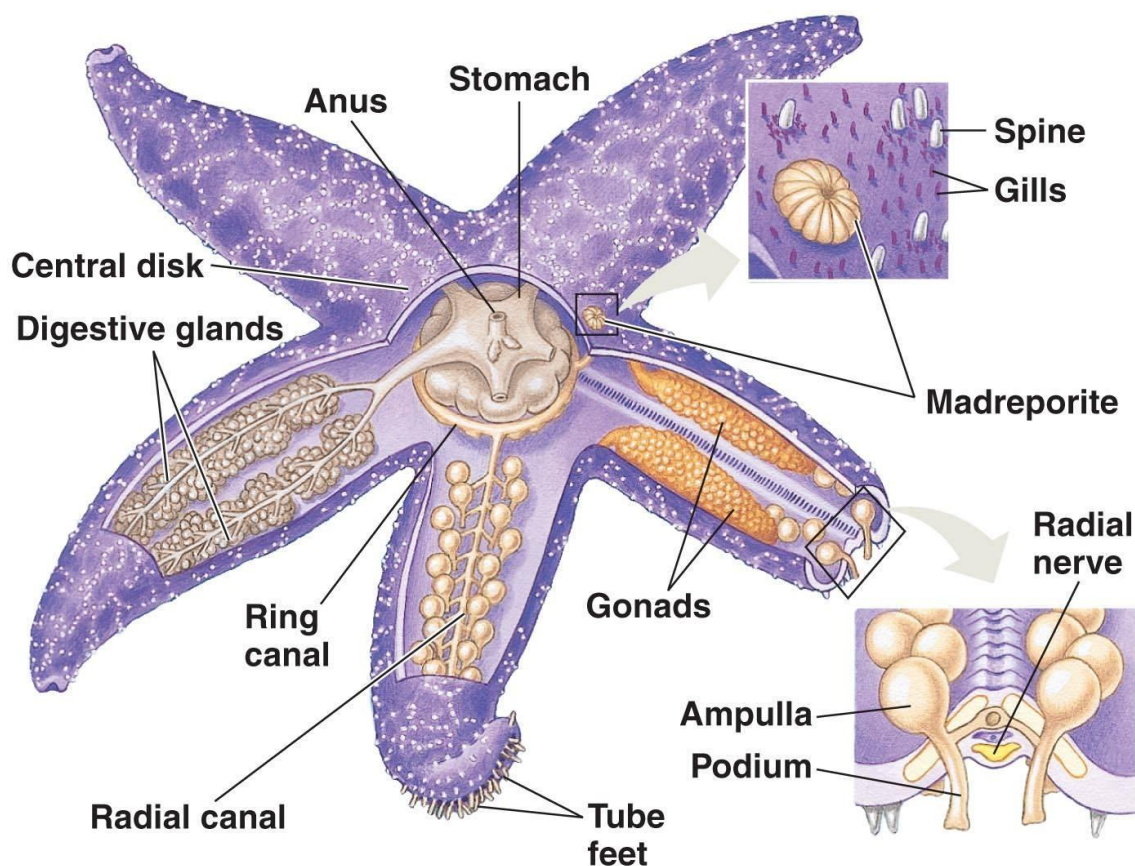
a- شکل خارجی : بدن ستاره دریایی ازیک صفحه مرکزی و 5 عدد بازوتشکیل شده است. اما تعداد بازوها ممکن است بیشترینباشد. حدود بازوها ازصفحه مرکزی مشخص نبوده (برخلاف مارسانان) وهرچه به طرف انتها می رسند باریکترمیگردند. دهان در زیرصفحه مرکزی واقع است وتمام سطح زیرین بازوها و صفحه مرکزی به نام سطح دهانی نامیده می شود. (oral surface) و طرفی که دربالا(پشت) قرار دارد به سطح مقابل دهانی (Aboral surface) معروف است. از دهان مجاری شعاعی به نام شیار آمبولاکرال (Ambulacral groove) در هر بازو امتداد پیدا می کند و هر شیار آمبولاکرال دارای 2 تا 4 ردیف پاهای لوله ای (Tube feet) جهت حرکت و چسبیدن به سطوح می باشد که درواقع بخشی از دستگاه عروق آبی را تشکیل می دهد. درلبه شیار آمبولاکرال خارهایی جهت محافظت وجود دارد و درنوک هر بازو چند تانتاکول حسی و یک لکه چشمی (Eye spot) قرمز رنگ یافت می شود. در سطح مقابل دهانی (ناحیه پشتی) یک منخر (Anus) غیر مشخص در صفحه مرکزی و نیز یک بخش تکه ای به نام صفحه مادرپوریت (Madreporite) قرار دارد سطح خارجی بدن معمولا خاردار می باشد. در بعضی از ستاره های دریایی در سطح بدن ضمام فکمانندی به نام پدیسلاریا (Pedicellaria) وجود دارد که جانور را در بالای موجودات یا لاروهایی که ممکن است روی بدن آنها بنشینند محافظت می کند. سطح بدن توسط یک اپیدرم نازک مژه دار پوشیده شده است که حاوی سلول های حسی - عصبی و غده ای - مخاطی است. درروی اپیدرم نیز کوتیکول نازک قرار دارد. اسکلت ستاره دریایی از قطعات کوچک یا صفحاتی تشکیل شده است که به وسیله بافت پیوندی به یکدیگر متصل شده اند. خارها و برآمدگیهای روی بدن بخشی از اسکلت محسوب می شوند که درروی قطعات درمی قرار گرفته اند و یا از رشد قطعات درمی حاصل شده اند. در زیر درم یک لایه عضلانی شامل عضلات حلقوی در خارج و عضلات طولی در داخل قرار دارند که عضلات طولی در سطح مقابل دهانی توسعه بیشتری یافته و در خم کردن بازوها بکار می روند.

b- دستگاه عروق آبی: (water vascular system) این دستگاه شامل کانالها و ضمامی از دیواره بدن است که مخصوص خارپوستان بوده و در هیچ گروه جانوری دیگری وجود ندارد و چون این کانالها از حفره عمومی بدن حاصل شده اند و با یک لایه اپیدرم مژه دار مغروش گردیده اند داخل آنها پرازمایع بوده و این سیستم که در ستاره سانان بسیار توسعه دارد عمدتا دارای عمل حرکتی است دستگاه عروق آبی از طریق صفحه مادرپوریت واقع در سطح مقابل دهان با خارج در ارتباط می باشد. مادرپوریت از طریق کانالی به نام کانال سنگی Stone canale (به خاطر وجود ذرات آهک در دیواره آن) به کانال حلقوی (دوردهانی) رسیده و از کانال حلقوی 5 کانال شعاعی جدا گردیده که هر کدام به یکی از بازوها میروند. درروی حلقه دوردهانی (کانال حلقوی) اجسام تایدمن (Tiedemns body) قرار دارند که آمیبوسیت های دستگاه عروقی را تولید می کنند. همچنین کیسه های عضلانی به حلقه دوردهان اتصال دارند (این کیسه ها در جنس Asteri وجود ندارد) هر کدام از کانالهای شعاعی در بازوها انشعابات جانبی پیدا کرده (کانالهای جانبی) و به یک قسمت متورم به نام آمپول Ampula و سپس به پای لوله ای منتهی میگردد. پاهای لوله ای حالت بادکش مانند داشته و مثل دیواره بدن از بافت پوششی مژه دار پوشیده شده است. آب از مادرپوریت وارد دستگاه عروقی آبی شده و بداخل این پاها جریان می یابد. وقتی پاها با سطح جسمی تماس پیدا کنند بادکش انتهایی حالت خلاء ایجاد کرده و پای لوله ای در انتها ماده چسبناکی ترشح می کند که به چسبیدن جانور کمک می کند. همچنین این پاها در امر تنفس نیز به ستاره دریایی کمک کرده و قسمتی از تبادلات گاز در دیواره آنها انجام میشود. ولی مرکز اصلی تبادلات گازی جانور برآمدگی های سطح بدن به نام برانشیهای پوستی (Branchia Dermal) یا پاپولها

(Papulae) هستند که مایع سلومی در آنها جریان دارد و مژه های اپیدرم خارجی باعث جریان یافتن آب دریا در روی آنها گردیده و بدینوسیله تبادلات گازی صورت می گیرد.

c- دستگاه گوارش : ستاره های دریایی گوشتخوارند و از بی مهرگان دیگرولاشه جانوران تغذیه می کنند. لوله گوارش در آنها کوتاه و بین سطح دهانی و مقابل دهانی قرار گرفته است. دهان عضلاتی که در وسط صفحه مرکزی قرار دارد و به مری کوتاه و سپس معده بزرگ میرسد. معده که بخش سطح صفحه مرکزی را اشغال می کند دو قسمتی می باشد. بخشی از آن در قسمت دهان واقع است که بزرگ می باشد و بخش دیگر کوچک بوده و در ناحیه مقابل دهان قرار داشته و به صورت دوشاخه (سکوم) وارد هریاز و میشود و این سکومها در دو طرف شیار آمبولاکرال قرار می گیرند و آنزیمهای گوارشی را ترشح می کنند و احتمالاً محل جذب غذا نیز می باشند. در هنگام تغذیه معده از دهان خارج شده و شکار را فرو میبرد و وقتی که غذا تمام شد به محل خود بر میگردد به دنبال معده، روده کوتاه و مخرج در سطح مقابل دهانی قرار دارد.

d- دستگاه گردش خون : مایع سلومی که حاوی سلولهای ریزه خوار و سلولهای آمیبوسیت می باشد و اندامهای داخلی ستاره دریایی را پر می کند وسیله اصلی انتقال مواد در این جانوران می باشد دستگاه گردش خون شامل کانالها و سینوسهایی است که از مایع پرده است. کانالها توسط بخشی از سلوم احاطه شده اند این کانالها عبارتند از کانالهای دور دهانی و سینوسهای شعاعی در هریاز و در امتداد شیار آمبولاکرال است. عمل این سیستم به خوبی مشخص نیست و فاقد قلب می باشد ولی جریان خون توسط ضربان اندام پستی حاصل می شود.



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

e- دستگاه دفعی : با آزمایشات (تزریق رنگ) مشاهده شده که مواد زائد توسط سلولهای سلومی (آمیبوسیت) و با برانشیهای پوستی یا پاپولا منتقل شده و از آنجا به خارج دفع می گردند.

F - دستگاه عصبی : دستگاه عصبی فاقد عقده وشامل یک حلقه دوردهانی است که انشعابات رابه بازوها میفرستد. یک چشم ساده به صورت کفه ای قرمزدرانتهای هربازو قرارداشته وکوتیکول ضخیمی که مثل عدسی عمل میکند روی آنرا می پوشاند. این چشم به نورحساس است.

g- تولیدمثل و ترمیم : این جانوران قدرت ترمیم بسیاردارندبه طوریکه اگریک بازو قطع شود ترمیم شده وهمچنین اگرقسمتی ازصفحه مرکزی ازبین برود جایگزین میگردد.جنسها عموما جدا بوده وهرجنس دارای 10 غده جنسی یعنی یک زوج درابتدای هربازو میباشدووقتی که پرازاسپرم یا تخمک شدند تمام بازوها را پرمیکنند. برای هرغده تناسلی یک سوراخ تناسلی وجود دارد که معمولا بین قاعده دوبازو ودرسطح دهانی قرارمیگیرد.دربعضی ازگونه ها تعدادغدد تناسلی درهربازو زیاد است. چند نمونه هرمافرودیت نیزوجود دارند که درجوانی نربوده ووقتی که مسن تر شدند تبدیل به ماده می شوند. لقاح درآب دریا صورت گرفته ووجود تخمک یا اسپرم عامل محرکی برای جنس مخالف می باشد که سلولهای جنسی را تولید نماید. بعضی ها نیزتخمها را دربخشی ازبدن که برای رشد تخمها تغییریافته است نگه می دارند.

h- رشد و نمو: تقسیم تخم هولوبلاستیک (تمام تخم تقسیم میگردد) بوده و تخم کم زرده میباشد. ضمن رشد لارویی پی ناریا Bipinnaria درمرحله ای بین مراحل بلاستولا وگاسترولا ایجاد می گردد که آزادانه شنا کرده وازپلانکتونها تغذیه کرده وپس ازمدتی به لاروبراکیولاریا Brachiolaria تبدیل می گردد.این لاروپس ازچند هفته به کف دریا می چسبد وپس ازتغییرات عمیقی به جانوربالغ تبدیل می گردد.

Class Ophiuroidea

2- رده مارسانان

افراداین رده که ازبزرگترین رده های خارپوستان می باشد بیشتردرعمق دریا زندگی کرده ازلحاظ ظاهری شبیه ستاره سانان می باشند و بازوهای آنها با زاویه ای تند ازصفحه مرکزی جدا شده وحدود بازوها ازصفحه مرکزی کاملا مشخص است. ضمنا بازوها شکننده میباشدند (ستاره شکننده). دربخش دهانی شیآرامبولاکرال وجود ندارد وپاهای لوله ای بین قطعات دهانی وکناره بازوها قرارگرفته ودرعمل حرکت دخالت ندارد. سطح بدن آنها فاقد برانشی پوستی یا پاپولا بوده ودرضمن فاقد پایک (Pedicellariae) نیزمی باشد.دربیشترمارسانان یکی ازقطعات دورددهانی به مادرپوریت تبدیل می شود که فقط یک سوراخ دارد بنابراین مادرپوریت برخلاف ستاره سانان دربخش دهانی قراردارد.مارسانان به کمک بازوهای خود حرکت می کنند معده این جانوران صفحه مرکزی راپرمی کند ولی دستگاه گوارش به داخل بازوها ادامه پیدا نمی کند ومعده محل هضم وجذب مواد غذایی است. مخرج نیزوجود ندارد و مواد زائد ازراه دهان دفع می گردد.

Class Echinoidea

3- رده خارسانان یا خارداران

افراد این رده شامل انواع توطیای دریایی (Sea urchins) ودلارهای شنی (Sand dollars) میباشدند وچون بدن آنها ازخارپوشیده شده است آنها را خارسانان یا خارداران نامیده اند. برای بررسی این رده به مطالعه توتیا می پردازیم.

Class Crinoidea

5- رده لاله و شان

لاله و شان ابتدایی ترین و قدیمی ترین رده خار پوستان امروزی هستند این جانوران ثابت وبه شکل گل بوده وبه نام لاله های دریایی نامیده می شوند ولی عده ای ازآنها نیزغیرثابت می باشند. بدن آنها شامل 5 بخش است به نام تاج (Crown) که قابل مقایسه با بازوهای ستاره دریایی می باشد. تاج از ناحیه مقابل دهانی که مخروطی شکل بوده به نام جام (Calyx) معروف است وقطعات اسکلتی درآن به خوبی مشخص است وبه ساقه (Stalk) متصل می باشد وبخش دهانی به طرف بالا قرارمی گیرد. دهان درمرکزسطح دهانی واقع است وازازدیواره سطح دهانی 5 شیآرامبولاکرال ازدهان به طرف بازوها کشیده می شود. مخرج نیزدراین سطح ودربیک بخش بین آمبولاکرال روی یک برآمدگی مخروطی شکل قراردارد. بازوها ظاهری بندبند دارند واغلب هر بازو بلافاصله بعد از جداشدن از تاج دوشاخه شده ومجموعا 10 عدد بازوبوجود می آید طول بازوها تا حدود 35 سانتیمتری هم میرسد.

در ادامه روندی که در جانورشناسی از تک‌یاختگان شروع گردید و بعد به بی‌مهرگان پست و نهایتاً تا مطالعه شاخه‌های جانوری نسبتاً پیشرفته‌ای چون خارپوستان ادامه یافت بحث دیگری را آغاز می‌کنیم. شاخه مهم دیگری که پس از خارپوستان و چند شاخه‌ی کوچک از دوتروستوم‌های اولیه باید به مطالعه‌ی آن بپردازیم شاخه‌ی نسبتاً آشنای طنابداران است. که در واقع در قله مسیر تکاملی جانوران قرار دارد. جانوران این شاخه علاوه بر صفاتی اختصاصی که آنها را از سایر شاخه‌های جانوری متمایز می‌سازد (که این ویژگی‌ها اکولوژیکی، مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، آناتومیک، ژنتیکی و ساختاری‌اند) دارای یک وجه تمایز مهم دیگر با سایر جانوران و آن توانایی فوق‌العاده جانوران این شاخه در تسخیر محیط‌های زیست مختلف در تمامی نقاط کره زمین است و بدون تردید از این نظر موفق‌ترین شاخه‌ی جانوری به حساب می‌آیند. جانوران این شاخه از لحاظ ساختاری، رفتار، محیط زیست، فیزیولوژی و... اختلافات زیادی را با یکدیگر نشان می‌دهند بطوریکه بسیاری از انواع شباهت چندانی به یکدیگر ندارند. این شاخه از جانوران پستی نظیر آب‌پاش‌های دریایی (sea Squirts) تا عالی‌ترین پستانداران یعنی انسان تشکیل شده است. بطوریکه تاکنون بیش از 65000 گونه بجز انواع فسیل شده و از بین رفته در این شاخه شناخته شده است. و با وجود همه‌ی اختلافاتی که در بین اعضای این شاخه وجود دارد خصوصیات مشترکی نیز در بین همه‌ی آنها وجود دارد که نمودار ارتباط اجدادی آنها با یکدیگر است. (خصوصیاتی مثل وجود نوتوکورد در همه‌ی آنها- وجود طناب عصبی روی نوتوکورد، وجود قلب در ناحیه شکم، وجود شکاف‌های برانشی‌هایی در مرحله جنینی همه‌ی کوردها).

شاخه نیمه طنابداران (Hemichordata)

نیمه طنابداران (Hemochordata؛ یونانی: *hemi*: نصف، نیمه، + *chorda*: رشته، ریسمان) جانورانی دریایی هستند که در گذشته بر اساس داشتن شکاف‌های آبششی و یک نوتوکورد ابتدایی یک زیر شاخه از طنابداران در نظر گرفته می‌شدند. اما آن چه نوتوکورد نیمه طنابداران نام دارد در حقیقت یک سکوم دهانی است (استوموکورد [stomochord] نام دارد، به معنی طناب دهانی) و با نوتوکورد طنابداران همساخت نیست، بنابراین نیمه طنابداران به عنوان یک شاخه‌ی مجزا رتبه بندی شده اند.

نیمه طنابداران موجودات کرمی شکل ساکن در کف هستند، معمولاً در آب‌های کم عمق زندگی می‌کنند. برخی از گونه‌های کلنی در لوله‌های پنهانی زندگی می‌کنند. اکثراً غیر متحرک و متصل هستند. پراکنش آن‌ها غالباً جهانی است، اما زیستگاه پنهان آن‌ها و بدن شکننده، جمع‌آوری آن‌ها را مشکل می‌کند.

دارای دو رده هستند. اعضای رده‌ی Enteropneusta (یونانی: *enteron*: روده، + *pneustikos*: تنفس) (کرم‌های بلوطی) بین 20 mm تا 2.5 m طول دارند. اعضای رده‌ی Pterobranchia (یونانی: *pteron*: بال، + *branchia*: آبشش) کوچک‌تر بوده و معمولاً بدون در نظر گرفتن پایه، 1 تا 12 میلی‌متر هستند. حدود 75 گونه از Enteropneusta ها و سه جنس کوچک از Pterobranchia ها شناخته شده است.

شاخه‌ی طنابداران (Phylum: Chordata)

ویژگی‌های اصلی شاخه‌ی طنابداران:

1- عمده‌ترین صفت، وجود طناب پشتی به نام Notochord میباشد. نوتوکورد از سلول‌های واکوئل داری تشکیل شده که از کلسیم اشباع شده‌اند و بافت محکم و میله‌ای تشکیل داده‌اند که اساس اسکلت می‌باشد. از نظر منشاء جنینی نوتوکورد از قسمتی به نام Chordomesoderm در ناحیه

پشتی جانور بالای Archentron بوجود می آید که به آن طناب پشتی یا Dorsal cord می گویند. طناب پشتی در انواع کوردات ها مختلف است. در گروهی به صورت طناب نرم تری باقی مانده است و در بعضی تحلیل رفته، در کوردات های پیشرفته این طناب قطعه قطعه شده، و با ترکیبات غضروفی و استخوانی جانشین شده و به ستون فقرات تبدیل میشود.

۲- طناب عصبی (Nerve cord) همواره روی نوتوکورد قرار دارد. در مهره داران پیشرفته Nerve cord در لوله ای در مرکز نوتوکورد قرار دارد. در دوزیستان روی نوتوکورد است. از پرندگان به بعد به داخل نوتوکورد می رود.

۳- قلب در ناحیه شکم قرار دارد در صورتی که در بی مهرگان در ناحیه ی پشتی قرار دارد.

۴- شکاف های آبششی حلقی : شکاف های آبششی حلقی منافذ شکاف دار سوراخ شده ای هستند که از حفره ی حلقی به خارج بدن ارتباط دارند. از توی هم رفتن و پیچ خوردگی اکتودرم سطح خارجی و پشت و رو شدن پوشش آندودرمی حلقی به وجود می آید. این دو حفره به هم دیگر رسیده و تشکیل یک شکاف را می دهند. در مهره داران عالیتر این حفره ها ممکن است به هم دیگر نرسیده و فقط تشکیل یک شیار را بجای شکاف بدهند.

۵- دم پس مخرجی معمولاً" زائده ای در ماورای مخرج در برخی مراحل تشکیل می شوند اما ممکن است از بین برود و یا باقی بماند.

۶- پیشرفت دستگاه عصبی در شاخه ی طناب داران خصوصاً در طناب داران پیشرفته چنان توانایی از نظر هوشی به آنها داده که قادر شده اند تقریباً تمامی محیط های زیست را تسخیر کنند. (ساختاری به نام مغز «Brain» بصورت متکامل و پیشرفته آن در طناب داران به وجود می آید.) توانایی سازش طناب داران در محیط های مختلف فوق العاده بالاست. طناب داران از موفق ترین موجودات می باشند و تمام زیستگاه های کره ی زمین را اشغال کرده اند. از 38 شاخه ی جانوری 3 شاخه وارد خشکی شده اند. بندپایان، نرم تنان، و کوردات ها (Chordata – Mollusca - Arthropoda) تنوع گونه های خشکی زی بیشتر از دریازی است ولی تعداد نمونه های دریایی بیشتر است. به دلیل مشکلات موجود در خشکی، موجودات خشکی-زی باید قابلیت های ویژه ای را دارا باشند تا بتوانند بر این مشکلات فائق آیند. (مشکلاتی مثل زیادی وزن، تنفس، حرکت و...) یکی از بزرگ ترین مشکلات زندگی در خشکی وجود فشار اتمسفری و کمبود غذاست. همچنین محیط زندگی در آب همگن تر است.

7- تقارن دوطرفی ، بدن بند بندی ، دارا بودن سه لایه ی رویانی (زاینده) ، سلوم کاملاً" پیشرفته است.

8- عضلات بند بندی در یک تنه ی غیر بند بندی

9 - وجود اسکلت داخلی غضروفی و یا استخوانی در بیشتر آنان (مهره داران)

منشاء کوردات ها (Origin of Chordates)

نظرات زیادی در مورد منشاء کوردات ها وجود دارد ولی آنچه مسلم است منشاء آنها را باید در بی مهرگان جستجو کرد. تعیین قطعی جانوری که آن را جد طناب داران محسوب کنیم بسیار مشکل است. در صخره های کامبرین (Cambrian) که سنگواره های جانوری فراوان دارد آثاری از طناب-داران مشاهده شده. احتمالاً اشکال اولی این جانوران بدنی نرم داشته اند و اجزای اسکلتی سخت که محفوظ بماند نداشته اند. اولین آثار طناب داران را می توان در رسوبات دوره ی سیلورین (Silurian) مشاهده کرد. بنابراین برای پی بردن به منشاء کوردات ها باید به حدود ۵۰۰ میلیون سال قبل برگردیم.

مهم ترین تئوری ها در مورد منشاء طناب داران:

۱- **Annelids theory**: این تئوری بر این اساس بنا نهاده شده است که کرم‌های حلقوی و طناب‌داران هر دو تقارن جانبی دارند. بدن‌شان بندبند است. طناب عصبی و رگ‌های خونی سرتاسری دارند. ولی این شباهت‌ها برای اثبات این تئوری کافی نیست. دلایل رد این تئوری به شرح زیر است:

الف: بندبندبودن حلقویان تقریباً شامل تقسیم شدن کل بدن به بندهای متعدداست درحالی‌که درطناب‌داران فقط ناحیه عضلانی پشتی بندبنداست.

ب: اندامهای حرکتی درطناب‌داران دارای طرح‌های متفاوتی نسبت به حلقویان است.

ج: طناب عصبی مهره‌داران درسطح پشتی روده ولی درحلقویان در زیر روده قرار دارد.

د: تسهیم تخم در حلقویان spiral و درطناب‌داران radial است.

ه: گاسترولاسیون درطناب‌داران از طریق تورفتگی است ولی درحلقویان ازطریق مهاجرت سلولهاست

ز: حلقویان protostome هستند (منفذ blastopore تبدیل به دهان می‌شود و مخرج (Anus) از نقطه‌ی مقابل آن به وجود می‌آید ولی طناب‌داران Deutrostom هستند. یعنی انتهای بلاستوسل تبدیل به دهان و منفذ بلاستوپور تبدیل به مخرج می‌شود.

ح: طناب‌داران Entrocoellus هستند ولی حلقویان Schizocoellus می‌باشد.

ط: حلقویان دارای لارو Trochophore هستند که شباهتی به لارو Tornaria طناب‌داران ندارند.

۲- **Arthropods theory**: این تئوری بر پایه‌ی شباهت‌های ظاهری که بین ماهیان زره دارقدیمی (Ostracoderma) و هم چنین خرچنگ نعل اسبی (*Limulus polyphemus*) با برخی از کیسه‌داران امروزی نظیر Euptridia وجود دارد بنا نهاده شده است. این تئوری بنا به دلایلی که برای حلقویان ذکر گردید رد می‌شود.

۳- **Chinoderms theory**: طرفداران این تئوری معتقدند که در زمانی حدود نیم میلیارد سال پیش اشتقاق بزرگی در دنیای جانوری رخ داده است که در نتیجه آن از موجودات اجدادی نظیر شقایق‌های دریایی و هیدر(مرجانیان) دو گروه جانوران به وجود آمده اند و در واقع دومین سیر تکاملی بنا نهاده شده است.

الف) کرمهای حلقوی Annelida و نرم‌تنان Mollusca

ب) خزه شکلان bryozoa, بازوپایان brachiopoda, خارپوستان Echinodermata و طناب‌داران.

از بین این تئوری‌های گفته شده، تئوری خارپوستان منطقی‌تر به نظر می‌رسد. اولین بار دانشمندی بنام گارسترانگ (garrstrong) این نظریه را ارائه کرد. به گفته‌ی او اولین طناب‌داران hemichordate ازتغییرشکل لارو auricularia و bipinaria بوجود آمده‌اند.

اخیراً شواهدی از بیوشیمی و سرولوژی (سرم‌شناسی) بدست آمده که مسیر تکاملی خارپوستان - طنابداران را تایید می‌کند.

دلایل دیگری نیز بر اثبات این فرضیه وجود دارد. ازجمله وجود شباهت بین لارو اوریکولاریا و بی‌پیناریا با لارو تورناریا طناب‌داران.

طناب‌داران و خارپوستان هر دو Deutrostoma هستند.

هر دو Entrocoel هستند و تسهیم radial دارند.

همی کورداتا 5 حفره سلولی دارند که در خارپوستان هم قابل مشاهده است.

۴- **Nemerteans theory**: این نظریه (نظریه‌ی کرم‌های روبانی) پایه و اساسی ندارد.

Classification of Chordata

بر اساس یک رده‌بندی کلاسیک شاخه‌ی طناب‌داران به چهار زیر شاخه تقسیم می‌شود.

- 1- زیرشاخه‌ی نیمه طناب‌داران (subphylum Hemichordata) پست‌ترین زیرشاخه‌ی طناب‌داران هستند. کفزی‌اند و نوتوکورد کوتاهی دارند.
- 2- زیرشاخه‌ی غلاف‌داران (Tunicate) طناب‌داران پستی هستند که در زمان بلوغ و پس از دگردیسی، طناب پستی و تقارن ابتدائی خود را از دست می‌دهند.
- 3- زیرشاخه‌ی سرطناب‌داران (Cephalochordata) طناب پستی تا پشت ناحیه‌ی سر در آنها پیشروی کرده، کفزی‌اند (معمولاً) بدنی ماهی شکل دارند و نوتوکورد در تمام بدن وجود دارد.
- 4- زیرشاخه‌ی مهره‌داران - مجموعه‌داران Craniata vertebrata شامل پیشرفته‌ترین طناب‌داران است که در آنها بخشی به نام جمجمه تشکیل گردیده است.

Phylum: chordata, Subphylum: Vertebrata

جمجمه‌داران (Craniata) یا مهره‌داران دارای جمجمه، دارای قوس‌ها یا کمان‌های احشایی (visceral arches) و مهره‌های کامل هستند.

عمده‌ترین صفات زیرشاخه مهره‌داران:

- 1- قسمت جلویی طناب عصبی رشد و نمو فراوانی کرده و مغز را تشکیل داده که در آن دو نیمکره‌ی مشخصی است. این نیمکره‌ها با تکامل جانور بزرگ می‌شوند. انسان بزرگترین حجم مغز را نسبت به جثه‌اش در بین جانوران دارد.
- 2- طناب پستی با نوتوکورد در این جانوران دچار تغییرات عمده شده است و در مهره‌داران تکامل یافته تشکیل ستون مهره را داده است. نوتوکورد کم و بیش به وسیله‌ی ستون نخاعی مهره‌ها که از غضروف، استخوان و یا هر دو تشکیل شده است، جایگزین می‌گردد. دهان گردان، ماهیان غضروفی و ماهیان استخوانی دارای نوتوکورد میباشند. در دوزیستان نوتوکورد به مدت کوتاهی وجود دارد. از دوزیستان به بعد نوتوکورد وجود ندارد. فقط یک خانواده از سوسمارها به نام Gekkonidae دارای نوتوکورداند. اسکلت داخلی مشخص و متمایزی وجود دارد که شامل ستون مهره‌ها به انضمام جمجمه، قوس‌های احشایی، کمر بندهای عضوی و دو جفت ضمائم مفصلی است. استخوان‌های دست و پاها منشا مزودرمی دارند.
- 3- دستگاه عصبی در مقایسه با ساختار اسکلت در پشت قرار گرفته و لوله‌ی گوارش در سطح شکمی قرار دارد.
- 4- اندام‌های حرکتی زوجند و بسته به نوع زندگی دچار تغییرات عمده‌ای شده‌اند.
- 5- بافت پیوندی در این جانوران توسعه یافته و حتی غضروف و استخوان را ساخته است (توسط بافت همبند).
- 6- دارای حالت بندبند هستند که عمدتاً در ستون فقرات دیده می‌شود.
- 7- دستگاه گردش خون کامل‌تر شده دارای قلب و گلوبول‌های قرمز هستند (جانورانی که تا به حال مطالعه شده مانند آمفیوکسوس‌ها فاقد گلوبول قرمز بوده‌اند). دستگاه گردش خون شامل قلب و دو تا چهار حفره است. سیستم گردش خون بسته است. زوج قوس‌های آئورتی،

آئورت پستی و شکمی را به همدیگر متصل می نماید و انشعابات را به آبشش ها در مهره داران آبی می فرستد. در انواع خشکزی قوس آئورتی به قوس های ریوی و سیستمیک تقسیم می شود.

8- دستگاه دفع از دو کلیه تشکیل شده که در پشت جانور قرار دارد. (انواع مزونفریک و متانفریک در بالغین) که به وسیله ی مجراهایی مواد زائد را به کلواک و یا منطقه ی مخرجی هدایت می نماید. دستگاه تناسلی روی کلیه ها قرار دارد.

9- پوشش بدن از دو لایه تشکیل شده است. لایه خارجی بنام اپیدرمیس که از بافت پوششی مطبق تشکیل شده و از اکتودرم منشا گرفته است و لایه داخلی درمیس که از بافت همبندی است و از مزودرم ناشی شده است. تغییرات عظیمی در پوست رده های مختلف مهره داران نظیر غدد ، فلس ، پر ، ناخن ، شاخ و مو به وجود آمده است.

10- عضلات بسیاری جهت تامین حرکت به اسکلت متصل می شوند.

11- دستگاه گوارش کامل است که نسبت به ستون نخاعی شکمی است و غدد بزرگی نظیر کبد و لوزالمعده را شامل می شود.

12- سلوم کاملاً پیشرفته است که توسط اندام های احشایی پر شده است.

13- حلق عضلانی است. در ماهی ها شکاف های آبششی شامل کمان های آئورتی است. حلق در تتراپود ها کاهش یافته و به مخزنی برای تولید غدد داخلی مثل تیروئید و پاراتیروئید تبدیل شده است.

14- مغز تمایز یافته و معمولاً ده یا دوازده زوج اعصاب مغزی وجود دارند که اعمال حرکتی و هم اعمال حسی را به عهده دارند. هر زوج اعصاب نخاعی برای هر میوتوم ابتدایی است. سیستم عصبی خودکار برای کنترل اعمال غیر ارادی اندام های داخلی است.

15- سیستم های درون ریز (Endocrine system) ، غدد فاقد مجرا در بدن پراکنده اند.

16- تقریباً همه ی جنس ها جدا از همدیگر هستند.

17- طرح بدن به صورت مشخص شامل سر ، تنه و دم پس مخرجی است. گردن در برخی موارد به خصوص در اشکال خشکی زی وجود دارد.

Classification of Verteberata:

زیرشاخه مهره داران از نظر رده بندی به دو فوق رده تقسیم می شود:

Superclass: Agnatha

Superclass: Gnatostomata

Agnatha: یا بی آروارگان که اکثراً فسیل اند و در حال حاضر فقط یک راسته در قید حیات دارند که آن ها را دهان گردان یا Cyclostomata می نامند. این راسته خود به دو زیر راسته تقسیم می شود که شامل Pteromizontidae و Myxinoideae می باشد که در زیر به شرح آن ها خواهیم پرداخت.

Gnatostomata: یا آرواره‌داران نیز به صورت یک فوق رده به رده‌های زیر تقسیم می‌شود:

ماهیان غضروفی (Chondrichthyes)، ماهیان استخوانی (Osteichthyes)، دوزیستان (Amphibia)، خزندگان (Reptilia)، پرندگان (Aves)، پستانداران (Mammalia) و گروه منقرض شده Placoderma که به عنوان اجداد ماهیان غضروفی امروزی معرفی می‌شوند. در بخش‌های بعدی به شرح تمامی رده‌های فوق خواهیم پرداخت.

Phylum: chordata, Subphylum: Vertebrata, Superclass: Agnatha, Order: Cyclostomata,

Suborder: Pteromizontideae

برخی از صفات کلی و مهم ماهیان بدون آرواره :

- 1- بدن باریک ، ماری شکل با پوست نرم که شامل غدد موکوسی است اما فلس ندارد.
 - 2- بال های میانی دارای شعاع های غضروفی است. اما باله های زوج ندارند.
 - 3- دارای اسکلت فیبروزی و غضروفی است ، نوتوکورد وجود دارد.
 - 4- اندام بادکش مانند دهانی با دندان های کاملاً" رشد کرده وجود دارد. دهان گزنده با دو ردیف دندان های قابل برگشت در هگ فیشها وجود دارد.
 - 5- قلب دارای یک دهلیز و یک بطن است. قوس های آئورتی در منطقه ی آبششی وجود دارند. خون حاوی گلبول قرمز و سفید است.
 - 6- دستگاه گوارش فاقد معده است. روده ها دارای دریچه های مارپیچی و مژه ها در لامپری است. هگ فیشها فاقد مژه و دریچه های مارپیچی است.
 - 7- اندام های حسی چشایی ، بویایی ، شنوایی و بینایی در لامپری نسبتاً" رشد و نمو یافته اند اما در هگ فیشها تحلیل رفته می باشند. مجاری نیم دایره ای در هگ فیش ها یک جفت و در لامپری دو زوج وجود دارد.
 - 8- لقاح خارجی است و جنس ها نیز از هم مجزا می باشند. دوران لاروی طولانی (لارو به نام Ammocoete نامیده می شود). در لامپری وجود دارد. هگ فیش ها سیر تکاملی مستقیم بدون مراحل لاروی دارند.
- این زیر راسته ها از دهان گردان را Lamprey ها نیز می نامند. مهره داران اولیه هستند که با وجود دارا بودن بیشتر خصوصیات مهره داران به دلیل فقدان آرواره با بقیه فرق دارند. به نظر می رسد که اجدادشان ماهیان زره دار قدیمی (Ostracoderms) می باشند که اغلب آن ها دارای زرهی محکم بر روی بدن بوده اند. در حالی که دهان گردان امروزی دارای بدنی نرم و بدون فلس هستند. Ostracoderms نیز بدون آرواره بوده اند و برخی خصوصیات مشترک دیگر نیز با دهان گردان ها دارند. دهان گردان امروزی در سن بلوغ اکثراً به شکل انگل زندگی می کنند ولی به نظر می رسد زره داران قدیمی با مکیدن مواد فاسد شده از ته آب تغذیه می نمودند.
- Lampreys معروف ترین دهان گردان هستند که انواع مختلف آن ها در نواحی معتدل هر دو نیم کره یافت می شود. دوره ی زندگی همه ی لامپری ها دارای دو مرحله ی مجزا است:

۱- دوره لاروی: دارای لارو Ammocoete هستند که در آب زندگی می‌کند و در گل فرو می‌رود. نوزاد لامپری میکروفاژ است.

(Ammocoete یعنی خوابیده در شن).

۲- دوره ی بلوغ: لامپری دارای دهان مکنده است و در موقع تغذیه انگل سایر ماهیان است.

الف) ریخت شناسی (Morphology) لامپری

سر و سینه نامشخص است و در امتداد بدن استوانه‌ای آن‌ها قرار دارد. دم از دو سوی کناری فشرده شده و در برخی نمونه‌ها چشم‌ها کاملاً مشخص‌اند و دارای یک دهان مدور ساده‌اند که فاقد آرواره است. یک سوراخ بینی (Nasal aperture) و یک کیسه‌ی بویایی (Olfactory sac) دارند. در طرفین قسمت جلویی بدن 7 سوراخ آبششی (Gill pouches) وجود دارد.

پوست بدن نرم و فاقد فلس بوده و از چندین لایه تشکیل شده. سلول‌های خارجی دارای لبه‌ی کوتیکولی مخطط هستند. سلول‌های پوششی بدن لامپری دارای سلول‌های غده‌ای ترشح‌کننده‌ی مواد مخاطی می‌باشد. این غدد، چماقی‌شکل و تک‌سلولی هستند و معمولاً 2 هسته دارند. سلول‌های غده‌ای از طبقه‌ی Germinal جدا شده و به سطح می‌روند و در آنجا ترکیده و محتویات خود را پخش می‌کنند. جلد (Derm) در زیر بشره (Epiderm) قرار دارد و دارای یک لایه دسته‌جات کلوزن در رشته‌های الاستین است که اغلب به صورت حلقوی قرار دارند. بعد از این لایه بافت زیرجلدی وجود دارد که شامل رگ‌های خونی چربی و بافت پیوندی است. در ناحیه‌ی Derm رنگدانه‌ها قابل مشاهده‌اند و به صورت سلول‌های ستاره‌ای دیده می‌شوند که ماده‌ی رنگی آن‌ها می‌تواند جمع یا پراکنده باشد و باعث تغییر رنگ جانور به ویژه در لارو آن‌ها بشود. تغییر رنگ بستگی به میزان ترشح هورمون‌های هیپوفیزی دارد. در زیر درم لایه‌ی پیوندی قرار گرفته که از مزانشیم ساده موزائیکی است. در زیر آن هم لایه عضلانی یا میوتوم‌ها قرار دارند.

ب) سیستم عضلانی (Muscular system) لامپری : عضلات تنه شامل یک سری Myotom است که به وسیله Myosepta از هم جدا شده‌اند. هر میوتوم به شکل "W عمودی" است در حالیکه عضلاتی به شکل "<" در آمفیوکسوس وجود داشت. رشته‌های عضلانی به شکل طولی قرار داشته و مخطط هستند. تا حدودی هم به صورت مشبک دیده می‌شوند. ماهیچه‌ها حالت بندبند دارند. هر بند از یک جفت Myotom تشکیل شده است و در سینه و دم میوتوم‌ها بدون بافت پیوندی روی یکدیگر قرار دارند. با تکان دادن تمام بدن شنا صورت می‌گیرد. حرکت از جلو شروع شده و به انتهای بدن می‌رسد. لامپری دارای باله‌ی شنای فرد است.

اولین Myotom سینه‌ای تا مرز آبشش‌ها ادامه می‌یابد. هم‌چنین منطقه تنفسی و زبان را عضلانی می‌کند عضلات Mypobranchial عضلاتی هستند که تمام منطقه تنفسی را عضلانی می‌نماید. از میوتوم‌های سری که 8 زوج هستند اولین آن‌ها عضلات حرکتی چشم‌ها را می‌سازد و 7 جفت دیگر به تیغه‌های آبششی در منطقه تنفسی می‌رود.

ج) اسکلت (Skeleton) لامپری

اسکلت شامل دو قسمت است : الف) اسکلت محوری (Axial)؛ ب) اسکلت سری (Cephalic)

الف) Axial skeleton: از دهان شروع شده و تا نزدیک دم ادامه می‌یابد. شامل نوتوکورد است که به خوبی رشد کرده و به صورت میله‌ای در زیر طناب عصبی واقع است و در تمام طول عمر باقی می‌ماند. این اندام از یک توده‌ی سلولهای واکوئل دار بزرگ ساخته شده و به وسیله یک لایه

فیبری ضخیم احاطه شده است. انحنای نوتوکورد به تورم سلول‌ها بستگی دارد. بدون شک این اندام همانند نوتوکورد آمفیوکسوس از کوتاه شدن به هنگام انقباض میوتوم‌ها جلوگیری می‌کند. لایه نوتوکورد در ادامه‌ی یک لایه بافت پیوندی قرار دارد که طناب عصبی را نیز در بر می‌گیرد و به Myosept پیوسته و سرانجام به بافت زیرجلدی متصل می‌شود. درون این بافت تعدادی برآمدگی غضروفی نامنظم به وجود می‌آید که شاید بتوان آنها را با مهره‌ها مقایسه نمود (احتمالاً با قطعه Basidorsal) این برآمدگی در طرفین طناب نخاعی در بالای نوتوکورد قرار می‌گیرند. آنها را Protovertebral می‌گویند. تیغه‌های غضروفی هم‌چنین در بخش پشتی و شکمی باله‌ها کشیده شده که به برآمدگی‌های غضروفی پیش‌مهره‌ها متصل می‌باشد باید توجه داشت که اسکلت محوری فقط دارای حرکت الاستیکی است.

ب) Cephalic skeleton: مجموعه لامپری در مرحله بلوغ تماماً غضروفی است که غضروف در جلوی سر ادامه یافته و تشکیل کپسول‌های شنوایی را می‌دهد که گوش داخلی را می‌پوشاند. در وسط سر یک کپسول بویایی غضروفی قرار دارد (در برخی نمونه‌ها این کپسول بویایی ممکن است به صورت غیر واضحی به دو قسمت تقسیم شده باشد). کف مجموعه از غضروفی بنام Parachordal تشکیل شده است که قسمت‌های مختلف را به وجود آورده است. اسکلت سقف مجموعه از جلو به عقب شامل:

- غضروف حلقوی Annular cartilage؛

- غضروف پشتی- قدامی Antrodorsal cartilage؛

- غضروف پشتی- خلفی Posterodorsal cartilage؛

- کپسول بویایی که ممکن است دو قسمتی باشد Nasal capsule؛

- کپسول‌های بینایی orbital capsule؛

- کپسول‌های شنوایی Auditory capsule؛ می‌باشد.

اسکلت دهان زیر اسکلت سر و انتهای داخلی طناب پشتی در منطقه آبششی واقع شده است و مجموعاً تشکیل یک سبد آبشش Branchial basket را می‌دهد که غضروفی بوده و دارای ۸ زوج قوس احشایی است که شکاف‌های آبششی در اطراف آن قرار دارد. اطراف این شکاف‌ها توسط سیاهرگی به صورت شبکه‌ای برای تبادلات گازی احاطه شده در قسمت عقبی اسکلت سری یک غضروف به نام Pericardial cartilage یا غضروف دور قلبی وجود دارد. در قسمت جلوی آن هم غضروف طولی به نام غضروف زبانی وجود دارد که تشکیل دهنده اسکلت نگهدارنده‌ی زبان است.

به طور کلی اسکلت ناحیه‌ی برانشی، سیستمی از میله‌های عمودی بین شکاف‌های آبششی است که به میله‌های افقی بالا و پایین آن متصل است. این مجموعه‌ی غضروفی در خارج عضلات و اعصاب قرار دارد و لذا به سختی می‌توان آن را با اسکلت برانشی ماهی‌های عالی که در دیواره حلق واقع است مقایسه نمود.

د) دستگاه گوارشی (Digestive system) لامپری: در لامپری دستگاه گوارشی به ترتیب تشکیل شده است از: دهان قیفی شکل که قسمت گشاد آن در جلو و قسمت تنگ آن در عقب قرار دارد. در لبه‌های قیف دهانی برآمدگی‌های لیبی وجود دارد که علاوه بر عمل حسی باعث می‌شود در هنگام تغذیه لامپری به سختی به بدن طعمه بچسبد. در قیف دهانی دندان‌های متعددی وجود دارد که طرز قرار گرفتن آنها در انواع مختلف

متفاوت است. دندان‌ها در واقع برآمدگی‌های شاخی اپیدرمی‌اند که به وسیله‌ی دکمه‌های غضروفی نگهداری می‌شوند و لذا با دندان‌های مهره‌داران که منشاء مزودرمی دارند متفاوتند. زبان پیستونی و استوانه‌ای شکل است و با سه عضله داخل و خارج می‌شود. روی زبان دندان‌های شاخی وجود دارد بنابراین داخل و خارج شدن زبان سبب می‌شود زبان در داخل پوست میزبان فرو رفته و آن را سوراخ نماید. هم‌چنین ماده ضد انعقادی از خود ترشح می‌کند که جریان خون را از میزبان به انگل دائمی می‌کند. بخش عقبی حفره دهانی به دو بخش تقسیم می‌شود که بخش پشتی آن مری است و برای عبور غذا به کار می‌رود. بخش پایینی لوله‌ی تنفسی می‌باشد که به کیسه‌های تنفسی رفته و انتهایش بسته است. دردهانه‌ی لوله‌ی تنفسی یک سری بازوهای غشایی وجود دارد که مشابه آمفیوکسوس می‌باشد. هنگامی که لامپری مشغول غذا خوردن است دهان و مری را از لوله‌ی تنفسی مجزا می‌کند و مواد غذایی را وارد دستگاه گوارشی می‌نماید.

در دوره‌ی لاروی (Ammocoete) در دستگاه گوارش Endostyle وجود دارد که مواد غذایی را جمع‌آوری کرده (با استفاده از سلول‌های مژه‌دار مخاطی) و آن را به دستگاه گوارش انتقال می‌دهد. اندوستیل در جانور بالغ تبدیل به فولیکول تیروئیدی شده و نقش غده‌ی تیروئیدی را بازی می‌کند. در لامپری کبد (Liver) رشد نموده و از چندین لب تشکیل شده است. البته ساختمان‌ش ساده‌تر از سایر مهره‌داران است و نقش یک غده‌ی داخلی را بازی می‌کند. در زمان دگردیسی مجرای کبدی که به کیسه‌ی صفرا منتهی می‌شود دیگر صفرا در آن جریان نمی‌یابد و کبد از عضو گوارشی بیرون آمده و تبدیل به یک غده‌ی بسته می‌شود که دارای مواد چربی و رنگی است و قسمت اعظم حفره‌ی داخلی را اشغال می‌کند. پانکراس (Pancras) در مدخل گلو قرار دارد و رشد کمی دارد و به دو شکل متفاوت دیده می‌شود:

1- پانکراس شکمی که توسط مزانشیم پوشیده شده و مایع کلونیدی بنام تریپسین ترشح می‌کند.

2- پانکراس پشتی که ساختار آن شبیه جزایر لانگرهانس است و آن را فولیکول لانگرهانس گویند.

ه) دستگاه عصبی (Nervous system) لامپری

دستگاه عصبی دهان‌گردان نسبتاً پیشرفته است و در طرح کلی مشابه مهره‌داران دیگر می‌باشد. در مقایسه با آمفیوکسوس بسیار کامل‌تر بوده و میزان Cephalization آن بسیار بیشتر است. بخش جلویی طناب عصبی بزرگ شده و مغز نسبتاً پیچیده‌ای را به وجود آورده است. اعصاب نخاعی از لحاظ این‌که ریشه‌های پشتی و شکمی آنان از هم جدا هستند با سایر مهره‌داران متفاوت‌اند. هم‌چنین هیچ یک از ریشه‌های عصبی دستگاه عصبی دهان‌گردان دارای غلاف میلین نمی‌باشد. از این لحاظ به اعصاب آمفیوکسوس شباهت دارد و با مهره‌داران دیگر تفاوت دارد. ریشه‌های شکمی دارای رشته‌های حرکتی بزرگ است و به Myotome می‌روند و رشته‌های کوچکی به Myosepta می‌فرستد. ریشه‌های پشتی عمدتاً واجد رشته‌های حسی می‌باشد. دستگاه عصبی خودکار پراکنده است و دارای تعدادی خصوصیات عمومی مهره‌داران می‌باشد. رشته‌های عصبی که از ریشه‌های پشتی و شکمی مجزا می‌شوند می‌توانند یک سیستم سمپاتیک را به وجود بیاورند. بسیاری از این رشته‌ها مستقیماً و بدون وجود سیناپس با سلولهای حسی به اندام‌ها می‌روند؛ مانند سرخرگ‌ها.

مغز لامپری در مقایسه با سایر مهره‌داران نسبت به وزن بدن خیلی کوچک‌تر است. به علاوه این جانور دارای کوچک‌ترین مغز جلویی Forebrain نیز هستند. مغز دارای طرح عمومی ساختمانی مهره‌داران است و از بزرگ شدن بخش جلویی طناب عصبی به وجود آمده است. به این ترتیب که ابتدا بخش قدامی متورم می‌شود و سپس با ایجاد دو چین‌خوردگی در آن به سه بخش تقسیم می‌شود که از جلو به عقب عبارتند از:

Rhombencephalon- Mesencephalon- Prosencephalon

در مرحله بعد Prosencephalon با ایجاد یک چین‌خوردگی به دو بخش تقسیم می‌شود: Telencephalon و Diencephalon

Rhombencephalon با ایجاد یک شیار به دو بخش تبدیل می شود: Metencephalon و Myelencephalon

بدین ترتیب مغز با 5 بخش به وجود می آید. این طرح اساسی در تمام مهره داران بعد از دهان گردان است ولی در ایجاد بخش هایی که هر کدام از این بخش های پنج گانه به وجود می آورند تفاوت هایی بین آن ها وجود دارد. در لامپری Telencephalon تشکیل Pallium و کف نیم کره های مغزی را داده است که ابتدا نازک است و به طور خالص از یافت پوششیت تشکیل گردیده. قسمت پایه آن کمی ضخیم شده و تشکیل مغز ابتدائی را می دهد که در جلوی آن لب بویایی و کیسه ی بویایی (Olfactory sac) و عصب بویایی قرار دارد. نورون ها به صورت گروه هایی به طرف مرکز منظم شده اند. لذا در قشر مغز (Cortex) وجود ندارد. Diencephalon مغز جلویی را به مغز میانی ارتباط می دهد. این قسمت مغز حجیم شده و با یک شیار پشتی تشکیل اپی فیز و نیز دستگاه چشم سوم (Pineal eye) را می دهد. در قسمت شکمی، تشکیل لب عصبی هیپوفیز را می دهد و محل خروج عصب چشمی و تشکیل کیاسمای بینایی است. این قسمت تالاموس (Thalamus) را هم به وجود می آورد.

Mesencephalon یا مغز میانی تشکیل برجستگی های دو گانه را در لامپری می دهد (در جانوران عالی تر تشکیل برجستگی های چهار گانه را می دهد). این برجستگی ها در برخی از حیوانات از نیم کره های مغز هم بزرگ تر می شوند. مانند ماهیان استخوانی و غضروفی، مرکز اصلی بینایی همان سقف مغز میانی یا Tectum است.

Metencephalon تشکیل یک نوار نازک و باریک به نام مخچه Cerebellum را می دهد. همین بخش در جانوران پیشرفته تر تشکیل مخچه با دو نیم کره را می دهد (پستانداران).

Myelencephalon بصل النخاع (Medulla oblongata) را به وجود می آورد. که قسمت نسبتاً حجیمی در مغز دهان گردان است. از مغز دهان گردان ده زوج عصب مغزی خارج می شود که با اعصابی که از مغز مهره داران دیگر خارج می شود مطابقت می کند.

در مغز دهان گردان مثل سایر مهره داران 4 حفره وجود دارد که آن ها را بطن های چهار گانه می نامند که به وسیله کانال های خاصی به هم ربط دارند. در سقف برخی قسمت های مغز خصوصاً مغز قدامی شبکه های عروقی فراوانی به وجود آمده به نام Coroid plexus که در ترشح مایع مغزی نخاعی مشارکت دارد.

چشم صنوبری (Pineal eye)

لامپری علاوه بر چشم های زوج جانبی دارای اندام صنوبری یا چشم سوم (چشم اپی فیز) یا چشم پینه ای است که به سقف Diencephalon متصل می باشد. این اندام در لامپری نسبتاً رشد یافته است. چشم صنوبری از سمت خارج با یک شکاف زرد رنگ روی دیانسفالن در پشت کیسه بویایی به خارج راه دارد. چشم صنوبری در حقیقت در وضعیت میانی قرار ندارد و از دو کیسه نامساوی درست شده است. کیسه بزرگ تر که در طرف راست واقع است اندام صنوبری اصلی Pineal می باشد و در وضعیت پشتی به کیسه چپ یعنی اندام صنوبری کناری Para pineal متصل است. کیسه های مذکور از چین خوردگی مغز به وجود آمده و به وسیله دو پایه به ناحیه Dorsal epithalamic متصل باقی می ماند.

سلول های گیرنده ی حسی در دیواره های داخلی کیسه ها قرار دارند. علاوه بر این کیسه ها محتوی سلول های رنگی اند که دارای قدرت جابجایی می باشند. سلول های اندام صنوبری نسبت به نور حساسند. ساختار کلی اندام صنوبری نظیر چشم های جانبی است. اما عدسی مجزا یا اندام تطابقی دیگری ندارند. هرگاه نقطه نورانی روی اندام صنوبری یک لارو Ammocoete ثابت به مدت چند ثانیه بتابانیم جانور شروع به حرکت می کند. از

آنجا که چشم‌های جانبی لارو زیر پوست مخفی است، اندام صنوبری می‌تواند در حرکت جانور موثر باشد. سلول‌های گیرنده‌ی نور دیگری در Diencephalon موجود است که نسبت به تغییرات نور تحریک پذیرند. لارو Ammocoete دارای یک ریتم روزانه تغییر رنگ است. بدین ترتیب که جانور در روز تیره و در شب بی‌رنگ می‌شود. ریتم روزانه تغییر رنگ با فعالیت شبانه مربوط است. هرگاه چشم صنوبری را از بدن خارج سازند این تغییرات دیگر به وقوع نمی‌پیوندد و جانور هم‌چنان تیره باقی می‌ماند. اندام صنوبری ماده‌ای ترشح می‌کند که Mellanophore ها را منقبض می‌کند. این اندام در دگردیسی لارو نیز تاثیر دارد و اگر آن را بردارند دگردیسی انجام نمی‌شود. این اندام بر تولید مثل جانور موثر است. تذکر: لامپری دارای خط کناری (Lateral line) است و به وسیله عصب مخصوص کناری، جریان آب، میزان شوری، سرما، گرما و تغییرات برخی فاکتورهای دیگر را تشخیص می‌دهد. ساختار دقیق خط جانبی در ماهیان استخوانی و غضروفی وجود دارد و در آنجا مطالعه خواهد شد.

و) دستگاه گردش خون (Circulatory sytem) لامپری

سیستم رگ‌های خونی همانند طرح عمومی است که در آمفیوکسوس وجود دارد. اما یک قلب رشد یافته هم دارند که در عقب برانشی‌ها است و به شکل S می‌باشد و ۳ حفره دارد. قلب در بخش خاصی از سلوم با دیواره‌های غضروفی به نام Pericardium قرار دارد. دیواره‌های غضروفی موجب عمل قلب به صورت یک پمپ می‌کند.

انقباض قلب از حفره‌ی عقبی به طرف حفره‌ی جلویی صورت می‌گیرد. عقبی‌ترین حفره‌ی سینوس سیاهرگی (Sinus venous) است با دیواره‌ی نازک که خون سیاهرگ‌ها به آن می‌ریزد. این حفره به دهلیز (Atrium) متصل می‌باشد که آن هم دیواره‌ی نازک دارد و در بالای سینوس واقع است. خون از دهلیز به بطن (Ventricle) می‌رود که در زیر آن قرار دارد و دیواره‌اش ضخیم است و نیروی اصلی انتقال خون را به همه بدن فراهم می‌نماید.

خون توسط یک آئورت شکمی بزرگ از بطن خارج شده و به طرف جلو بین کیسه‌های برانشی از طریق یک سری ۸ تایی سرخرگ‌های برانشی آوران پخش می‌شود. این رگ‌ها در اطراف برانشی به مویرگ تبدیل شده و رگ‌های وبران برانشی خون را جمع‌آوری کرده به یک جفت آئورت پشتی که به طرف عقب امتداد دارد می‌ریزد. این دو آئورت در عقب به یکدیگر پیوسته و آئورت پشتی اصلی را می‌سازند که به طرف بخش پایین-تنه رفته و خود را به سراسر بدن می‌رساند. ویژگی انحصاری سرخرگ‌های کوچکی که از آئورت پشتی جدا می‌شوند این است که این رگ‌ها در محلی که از تنه‌ی اصلی جدا می‌شوند دارای بالشتک‌های دریچه مانند هستند.

سیستم سیاهرگی بدن شامل یک سیاهرگ بزرگ دمی است که در محل ورود به شکم به دو سیاهرگ کاردینال خلفی تبدیل می‌شود. این سیاهرگ‌ها در امتداد دیواره‌ی پشتی سلوم به طرف جلو پیش رفته و خون کلیه‌ها و گنادها و... را جمع‌آوری نموده، توسط یک مجرای curvier در طرف راست به قلب (سینوس سیاهرگی) راه می‌یابند. کاردینال‌های قدامی، خون بخش جلویی بدن را جمع‌آوری می‌کنند و علاوه بر این که یک سیاهرگ گردنی شکمی وجود دارد که خون تیره را از عضلات بادکش دهانی و کیسه‌های برانشی می‌آورد. خون اطراف روده توسط یک سیاهرگ باب کبدی وارد کبد شده و از آنجا توسط رگ‌های فوق کبدی به قلب می‌رود. خون لامپری دارای رنگدانه‌ی تنفسی هموگلوبین است که در گلبول‌های بزرگ هسته‌دار کروی جای دارد. گلبول‌های سفید که شبیه لنفوسیت‌ها می‌باشند توسط بافت لنفوئیدی در کلیه و برخی نواحی دیگر تولید می‌شوند.

ز) دستگاه دفع (Excretory system) لامپری

این دستگاه نسبت به آمفیوکسوس پیشرفت ساختاری زیادی را نشان می‌دهد. شامل اندام‌های دفعی پیچیده، یعنی کلیه‌ها می‌باشد. این اندام‌ها از طرفی مایعات اضافی و مواد زائد از ته و سایر مواد زائد را از بدن دفع می‌کنند و از طرف دیگر تبادلات اسمزی جانور را که در آب شیرین یا دریا زندگی می‌کنند برقرار می‌نمایند. کلیه‌ها در دوران بلوغ دراز و لوله‌ای شکلند و از (Mesonephrous) به وجود آمده‌اند. 2 کلیه‌ی نوارمانند، در بخش انتهایی سلوم قرار دارند که با روده‌بند پوشیده شده و بسیار کشیده‌اند. در کنار خروجی مجرای واحد ادراری، یک جفت مجرای تناسلی که در ناحیه‌ی عقبی بدن به هم پیوسته و مجموعاً تشکیل یک لوله‌ی منفرد میانی را می‌دهد به نام مجرای تناسلی- ادراری که در قسمت پشتی لوله‌ی گوارشی به عقب کلواک (Cloak) باز می‌شود (این قسمت را سینوس ادراری تناسلی (Urogenital sinus) می‌نامند که از طریق یک برآمدگی ادراری- تناسلی (Urogenital papilla) به یک فرورفتگی کلواکی باز می‌شود. در این فرو رفتگی انتهای روده نیز قرار دارد. در دیواره‌ی های جانبی سینوس ادراری- تناسلی یک جفت منفذ کوچک به نام (Genital Pore) که آن را به سلوم متصل می‌کند قرار دارد. واحدهای ادراری اصلی که در کلیه‌ی افراد بالغ وجود دارد شامل تعداد زیادی اندام‌های مالپیگی ظریف می‌باشد. هر اندام دارای یک برآمدگی مرکب از رگ‌های خونی میکروسکوپی به نام گلومرول (Glomulus) است و به یک لوله‌ی پیچ خورده به نام مزونفریک (Mesonephric duct) راه دارد. ضربان قلب، خون را به داخل گلومرول تلمبه می‌کند. مایعات اضافی و مواد دفعی از خون جدا شده به سمت خارج لوله‌ها هدایت می‌شوند. بعد از عبور از لوله‌های کوچک مزونفریک، وارد یک کانال اصلی می‌شوند به نام کانال ولف (wolffian canal) که همان مجرای تناسلی است. در مراحل ابتدایی لارو آموسیت کلیه‌ها از نوع Pronephrous هستند که با رشد لارو، کلیه‌های Mesonephrous جای آن‌ها را می‌گیرند.

ح) دستگاه تنفسی (Respiratory system) لامپری

این دستگاه تشکیل شده است از 7 جفت آبشش که در برخی کم‌تر یا بیش‌تر است. آب از دهان وارد شده و از طریق شکاف‌های آبششی خارج می‌گردد و در این جریان مبادله گازهای تنفسی صورت می‌گیرد. در زمانی که حیوان به صورت آزاد زندگی می‌کند شکاف‌های آبششی در خارج گشاد شده‌اند و حفره یا کیسه‌های آبششی شکل جیب به خود می‌گیرند. این کیسه‌ها حاوی تیغه‌های آبششی هستند و دارای شبکه رگ‌های موئین می‌باشند. وقتی لامپری شنا می‌کند، آب از قیف دهانی وارد و از حفرات آبششی گذشته، به وسیله عضلات قوس آبششی با فشار خارج می‌شود. اما زمانی که لامپری به صورت انگل زندگی می‌کند دیگر نمی‌تواند از دهان برای ورود آب استفاده کند در نتیجه آب از سوراخ آبششی از یک طرف وارد و از طرف دیگر خارج می‌شود. بدین ترتیب تنفس انجام می‌گیرد. یعنی هر منفذ آبششی عملاً به دو بخش وارد کننده آب و خارج کننده آن تقسیم می‌شود.

ط) دستگاه تولید مثل (Reproductive system) لامپری

غدد جنسی فرد بوده و به صورت برآمدگی‌هایی در بخش میانی مزونفریدی به وجود می‌آیند. تمایز گنادها در زمان نسبتاً طولانی صورت می‌گیرد. لذا نوزاد لامپری اندامی هرمافوردیت مانند دارد که دارای Spermatoocyte و Oocyte می‌باشد. تخمدان‌ها حاوی تخمک‌هایی هستند که هر یک توسط یک فولیکول یک لایه‌ای محصور شده‌اند. فولیکول‌ها سرانجام پاره شده و تخم‌ها به سلوم می‌ریزند و در آن‌جا از طریق Genital Pore خارج می‌شوند. بیضه‌ها محتوی تعدادی فولیکول دارای اسپرم است. چون این فولیکول‌ها فاقد مجرا می‌باشند در بین مهره‌داران منحصر بفردند. فولیکول‌های رسیده پاره شده اسپرم‌ها وارد سلوم می‌شوند. سپس این اسپرم‌ها نیز همانند تخمک‌ها از منافذ ذکر شده خارج می‌گردند. منافذی که گامت‌ها بدان وسیله خارج می‌شوند، در هر دو جنس مشابهند و در هر طرف دارای یک مجرای کوتاه می‌باشند که از سلوم به انتهای پایینی مجرای کلیه راه می‌یابند. مجاری مذکور فقط چند هفته قبل از تخم‌ریزی باز می‌شوند. لقاح خارجی است. ناحیه‌ی کلواکی دو جنس با هم اختلاف ساختاری دارند. لبه‌های کلواک فرد نر به هم نزدیک شده و لوله‌ی Penis مانند باریکی را به وجود می‌آورد. لبه‌ی کلواک جنس ماده بزرگ و اغلب

قرمز رنگ است. تولید مثل در لامپری همراه با مهاجرتی طولانی است. بدین طریق که لارو آموسیت پس از بلوغ در آب رودخانه (آب شیرین) (که بلوغ در زمانی حدود ۵ سال به طول می انجامد) دچار دگردیسی شده به لامپری بالغ تبدیل می شود که برای تولید مثل آماده است. در این هنگام لامپری ها به صورت دسته جمعی آب رودخانه را ترک کرده و به سمت دریا مهاجرت می کنند و گاهی مسافت هایی تا حدود ۵ هزار کیلومتر را طی می کنند تا به محل های خاص تولید مثلی خود در اعماق دریا می رسند و در آنجا تخم ریزی می نمایند. پس از تخم ریزی معمولاً لامپری ها به دلیل تحلیل رفتن توان و ضعف فراوان جسمی می میرند یا سریعاً طعمه شکارچیان می گردند. به هر حال لامپری بعد از تخم ریزی مدت کمی زنده خواهد ماند.

تخم های لقاح یافته پس از طی مراحل جنینی به Ammocete Larva تبدیل می شوند پس از طی مدتی حدود سه هفته (جانور حدود 7 میلیمتر طول دارد) دوره لاروی به صورت مدفون در گل ولای سپری شده و جانور به ندرت از گل بیرون می آید. لاروها مدت کوتاهی را در دریا به سر می برند ولی برای طی مراحل تکاملی باید بتوانند دوباره به رودخانه هایی که والدینشان در آن زندگی می کردند، برگردند. بنابراین لاروهای آموسیت مهاجرت شگفت انگیزی را آغاز نموده، سرانجام پس از طی همانندسازی که لامپری های بالغ طی کرده بودند به رودخانه بر می گردند و سیکل زندگی را دوباره تکرار می کنند. لارو هایی که نتوانند به رودخانه باز گردند هرگز به سن بلوغ نخواهند رسید و محکوم به نابودی هستند.

غده آدرنال در لامپری

در لامپری بخش های مختلف اندام های فوق کلیوی به طور یک جا وجود ندارد. بلکه سلول های تشکیل دهنده دو قسمت این اندام در انواع عالی تر لامپری به صورت پراکنده در قسمت های مختلف دیده می شود. سلول های بخش قشری (Renal) به صورت گروه هایی در ناحیه پرونفریدی در زیر سیاهرگ های کاردینال گرد آمده اند. این سلول ها دارای واکوئل های بزرگ و مقدار زیادی فسفولیپید هستند. اما هورمون های استروئیدی تولید نمی کنند. بافت تشکیل دهنده بخش مرکزی (Suprarenal) به شکل سلول Chromaffin در دیواره قلب و رگ های بزرگ به فراوانی یافت می شود. آدرنالین و نورآدرنالین در بافت قلب وجود دارند.

چشم های زوج در لامپری

ساختار چشم های زوج در لامپری شبیه سایر مهره داران است اما واجد تعدادی خصوصیات غیرمشتک و ابتدایی است. این اندام ها همانند چشم صنوبری از چین خوردگی جدار Diencephalon به وجود آمده اند. بنابراین عصب بینایی در حقیقت یک عصب محیطی نبوده بلکه بخشی از مغز می باشد. حرکت چشم ها به وسیله عضلات خارجی که تا حدودی به صورت غیرمنظم قرار دارند، تامین می شود. تطابق به روشی متفاوت با سایر مهره داران انجام می گیرد. قرنیه دارای 2 لایه مجزا است که به وسیله یک ماده ژلاتینی از یکدیگر جدا شده اند. یک دسته عضله به قرنیه خارجی یا Spectacle متصل است. این عضلات ظاهراً منشأ میوتومی دارند و باعث پهن تر شدن قرنیه می شوند و عدسی را به شبکیه نزدیک می کنند. عنبیه دارای مردمک گردی است که قطر آن در نورهای مختلف تغییر نمی کند. بیشتر گونه های لامپری جانورانی روز فعالند. در لارو آموسیت چشم ها در زیر پوست مخفی است و تابش نور به آنها سبب حرکت جانور نمی شود.

گیرنده های پوست (Skin receptors) لامپری

لامپری همانند بسیاری از مهره داران پست علاوه بر چشم ها دارای سلول های حساس به نور در پوست خود می باشد. گیرنده های مزبور بیشتر در ناحیه دم قرار دارند. در صورت تابش نور به این ناحیه جانور به سرعت دور می شود. هر گاه طناب نخاعی را درست در عقب سر قطع کنیم و سپس نور به سر جانور بتابانیم سر جانور شروع به حرکت می کند. این امر نشان دهنده آن است که موج عصبی از طریق اعصاب خط جانبی به طرف جلو

منتقل می‌شود. اما هرگاه این اعصاب را قطع کنیم و نخاع دست نخورده باقی بماند در صورتی که به دم نور تابانده شود حرکتی مشاهده نمی‌گردد. حساسیت اندام‌های خط جانبی نسبت به نور در سایر مهره‌داران ماهی شکل دیده نمی‌شود. علاوه بر این گیرنده‌های نور سلول‌های رنگی نیز نسبت به نور حساس می‌باشند.

از گونه‌های مشهور و مهم این زیر راسته که در حال حاضر نیز به صورت زنده یافت می‌شوند می‌توان

Lampetra planeri, *Petromyzon marinus* و *Lampetra fluviatilis* را نام برد.

Phylum: chordata, Subphylum: Vertebrata, Superclass: Agnatha, Order: Cyclostomata,

Suborder: Myxinoideae

جانورانی هستند که به شدت برای مکیدن مواد تغییر یافته‌اند. این جانوران به صورت مدفون در گل یا شن زندگی می‌کنند و از Polychaeta (پرتاران) و سایر بی‌مهره‌گان تغذیه نموده و نیز لاشه ماهی‌های مرده را تمیز می‌کنند. اگر چه چشم‌ها غیرفعال و ناقصند، اما جانور نسبت به تغییرات نور از طریق گیرنده‌های نوری پوستی حساس است. در اطراف دهان بازوهای حسی Tentacles وجود دارد. دندان‌ها و اندام‌های مکنده رشد یافته‌اند. این جانوران به داخل بدن ماهی‌های مرده یا در حال مرگ نقب می‌زنند. از بدن یک ماهی تا 123 عدد از آن‌ها خارج شده است. پس از ورود به داخل بدن طعمه که از طریق دهان صورت می‌گیرد، تمام محتویات آن‌را خورده و کیسه‌ای از پوست و استخوان بر جای می‌گذارند. نمونه‌های معروف آن عبارتند از:

Eptatretus- Bdelostoma- myxine

Myxine شبیه لامپری است ولی چشم‌های آن در زیر پوست مخفی است. شاخک‌ها دور دهان و نزدیک سواخ بینی می‌باشند. سوراخ بینی جلوی بدن در سطح شکمی به خارج باز می‌شود که به وسیله غضروف دهانی و بینی و کیسه هیپوفیزی در حلق باز می‌شود. وقتی Myxine ثابت می‌شود آب از مجرای بینی هیپوفیزی وارد می‌شود. زبان دارای دندان‌های شاخص سختی است. زبان پیچیده و استوانه‌ای است. تعداد شکاف‌های آبششی ثابت نیست. (6-14 عدد در *Bdelostoma* و 6 عدد در *Myxine*).

سوراخ‌های آبششی در جلوی بدن باز می‌شوند. اسکلت میگزین به مراتب از لامپری سخت‌تر است. تیغه‌های آبششی در سبد آبششی تحلیل رفته‌اند و جدار Ancephalon از لامپری ضخیم‌تر است. یک مجرای نیم دایره در گوش داخلی دارد ولی لامپری دو عدد مجرای نیم دایره‌ای دارد. خط جانبی توسعه کمتری دارد. حفره دور قلب رشد کرده و دور گلو را نیز گرفته است. گردش خون به وسیله از بین رفتن مجرای curvier چپ مشخص می‌شود. مزونفروس حالت بندبند دارد. از دو غده تناسلی یکی از بین رفته و دیگری باریک شده و در قسمت راست روده قرار گرفته است. از نظر سایر خصوصیات این زیر راسته تقریباً شبیه زیر راسته Pteromyzontideae می‌باشد.

Phylum: chordata, Subphylum: Vertebrata, Superclass: Gnathostomata

این فوق رده (آرواره‌داران) به 7 رده شناخته شده زیر تقسیم می‌شوند:

1- ماهیان زره‌دار قدیمی (Placoderma)؛

2- ماهیان غضروفی (Chondrichthyes)؛

3- ماهیان استخوانی (Osteichthyes)؛

4- دوزیستان (Amphibia)؛

5- خزندگان (Reptilia)؛

6- پرندگان (Aves)؛

7- پستانداران (Mammalia).

Phylum: chordata, Subphylum: Vertebrata, Superclass: Gnathostomata, Class: Placoderma

گروهی از ماهیان قدیمی هستند که فسیل شده اند و اجداد ماهیان غضروفی امروز می باشند.

Phylum: chordata, Subphylum: Vertebrata, Superclass: Gnathostomata, Class: Chondrichthyes

رده ماهیان غضروفی به دو زیر رده تقسیم می شود: Elasmobranchia و (Holocephalia) Brachyodontia.

برخی صفات کلی و مهم ماهیان غضروفی :

- 1- بدن دوکی شکل , باله ی دمی هتروسرک است. دارای باله های زوج سینه ای و لگنی است. دو باله ی پشتی دارد. باله های لگنی (شکمی) در نرها به اندام جفت گیری به نام کلاسپر تغییر شکل یافته است. شعاع های باله وجود دارد.
- 2- دهان تحتانی و در سطح شکمی است. دو منفذ بینی دارند و به دهان راه ندارد. آراوازه دارند.
- 3- پوست دارای پولک های پلاکوییدی و غدد موكوسی است. شمیرا فلس ندارد. فلس های پلاکوییدی تغییر شکل یافته دندان ها را تشکیل می دهند و به طور مرتب جایگزین می شود.
- 4- اسکلت داخلی تماما" غضروفی است. نوتوکورد وجود دارد. مهره کامل و مجزا از همدیگر است. ضمائم حرکتی دارد. جمجمه ی یک تکه دارند.
- 5- دستگاه گوارش دارای معده ل شکل بوده و روده دارای دریچه ی مارپیچی است. دارای کبد , کیسه ی صفرا و لوزالمعده است. شمیرا معده ندارد.
- 6- خون ایزواسموتیک است. دستگاه گردش خون دارای چندین زوج قوس آئورتی است. آئورت پشتی و شکمی , مویرگ ها و سیاهرگ ها وجود دارند. سیستم های باب کبدی و کلیوی وجود دارد. قلب دو حفره ای است. خون دارای مقادیر زیادی اوره و تری متیل آمین اکسید می باشند.
- 7- تنفس به وسیله ی 5 تا 7 جفت آبشش با شکاف های آبششی مجزا صورت می گیرد. اپرکلوم ندارند, شمیرا اپرکلوم دارد.

8- مغزدارای دو لوب بویایی، دونیمکره ی مغزی، دو لوب بینایی، یک مخچه وبصل النخاع است. ده جفت اعصاب مغزی و سه زوج مجاری نیم دایره ای وجود دارد.

9- فاقد کیسه شنا هستند.

10- جنسها از هم مجزا است. مجاری تناسلی به کلوک باز میشود. اشکال تخمگذار، تخمگذارزنده زا، زنده زا وجود دارد. سیر تکاملی مستقیم است. لقاح داخلی است.

11- کلیه ها از نوع مزونفروس است.

الف) صفات عمده ماهیان غضروفی

پوست این جانوران محکم است که در آن غدد مخاطی فراوانی وجود دارد. هر دو باله ی فرد و زوج وجود دارد. دهان در سطح شکمی باز می شود. دارای

دندان های مخروطی هستند که مینا دارد. سوراخ بینی یک یا دو عدد است و به دهان راه ندارد. اسکلت کاملاً غضروفی است که با کلسیم اشباع شده است. قلب دو حفره ای است. دارای سینوس سیاهرگی و پیاز آئورتی می باشد. دارای 10 زوج عصب مغزی می باشد. تنفس توسط 5-7 عدد آبشش صورت می گیرد. جنس ها جدا از همدن و لقاح داخلی است. زندهزا یا تخم گذار- زندهزا هستند. رشد مستقیم و بدون دگردیسی می باشد.

وجه تمایز ماهیان غضروفی با دهان گردان

- بدن شان پوشیده از فلس است.

- دو زوج باله طرفی دارند.

- آرواره های قابل تحرک دارند که به جمجمه متصل شده.

- دندان های آن ها مینا دارد و مجرای نیم دایره گوش داخلی 3 عدد است.

وجه تمایز ماهیان غضروفی با ماهیان استخوانی

- اسکلت غضروفی است و اسکلت حقیقی ندارد

- دارای فلس پلاکوئید هستند

- فاقد کیسه شنا هستند

- دارای منفذی بر روی سر و در پشت بینی به نام Spiracle یا Event می باشند. (Spiracle منفذی است که حاصل یک آبشش تحلیل رفته می باشد که حلق را به بالای سر مرتبط می کند و در امر تنفس دخالت دارد).

پوست در ماهیان غضروفی

پوست ساختار مستحکمی دارد. دارای فلس‌های ریز و خاردار است که خارها به طرف عقب برگشته‌اند. در پوست غدد مخاطی فراوانی وجود دارد. پوست از چند لایه تشکیل شده (مطبّق). صفت عمده پوست در ماهیان غضروفی وجود فلس‌های پلا کوئید می‌باشد. این فلس‌ها از لایه درم و اپیدرم به وجود می‌آیند. در لایه اپیدرم یک طبقه سلولی وجود دارد. این سلول‌ها هسته‌هایی در قاعده دارند که به آن لایه سازنده مینا می‌گویند. (Ameloblasts) در لایه درم و در فواصل کوتاهی سلول‌های کشیده‌تر وجود دارد. این قسمت را که به سمت بیرون است Odontoblast می‌نامند. برای تشکیل فلس، Odontoblast به طرف بیرون ریشه می‌کند و با خود Ameloblast را به طرف بالا می‌کشد. در نهایت پوست را شکافته و از پوست بیرون می‌زند. جهت رشد به طرف عقب است. جداره این خار از سلول‌های Ameloblast که مینا نام دارد پوشیده شده و به سلول‌های داخلی خار Dentine گفته می‌شود که منشأ ادنتوبلاستی دارد. (Placoid scales) تنها فلس موجود در ماهیان غضروفی است.

(ب) اسکلت در ماهیان غضروفی

به طور عمده اسکلت شامل سه بخش زیر است:

- اسکلت محوری (تنه‌ای) (Axial skeleton)

- اسکلت سری (Cephalic skeleton)

- اسکلت اندامی (Limbs skeleton)

ب-1) اسکلت تنه (Axial skeleton)

این اسکلت از دنده‌ها (که بسیار کم رشد نموده‌اند) و مهره‌ها (که از قطعات شبیه به هم تشکیل شده و یکی پس از دیگری قرار گرفته‌اند و تشکیل سیگما تاسیون یا حالت بندبندی را داده‌اند) به وجود آمده است. جسم مهره‌ای غضروفی بوده، در وسط خود دارای سوراخی است که از این سوراخ طناب پشتی می‌گذرد. این مهره‌ها به هم مفصل‌بندی نشده‌اند بلکه توسط لیگامان (Ligament) یا زردپی قابل ارتجاع به هم متصل شده‌اند و در چنین حالتی حرکت در مهره‌ها کند است. مهره‌ها در دو طرف گود شده‌اند که این حالت اصطلاحاً Amphicoelous نامیده می‌شود و در وسط مهره سوراخی وجود دارد که طناب پشتی از آن عبور می‌کند. طناب پشتی در جسم مهره‌ای خفه شده (یعنی باریک شده) و در بین دو مهره باد کرده است. ضمائم و قوس‌هایی که از جسم مهره‌ای خارج می‌شوند عبارتند از:

1- دو جفت قطعه پشتی که با هم قوس عصبی را تشکیل می‌دهند و (Basidorsal) نام دارد که هم‌سطح با جسم مهره‌ای است.

2- Interdorsal ها که در بین دو جسم مهره‌ای قرار گرفته‌اند. (دو جفت قطعه شکمی که قوس خونی را تشکیل می‌دهند Basiventral و Interventral نام دارند).

قطعات قرینه قوس‌های عصبی به هم نزدیک شده، تولید سوراخی را می‌کنند که طناب عصبی از آن می‌گذرد و روی قوس عصبی در محل Basidorsal قطعه‌ای به نام خار عصبی قرار دارد. در ناحیه سینه Basiventral ها از هم جدا گشته و تشکیل زواید دنده‌ها را می‌دهند که این دنده‌ها در ناحیه دم به هم نزدیک شده، آئورت را در بغل گرفته و تشکیل قوس خونی را می‌دهند. هر مهره دارای دو غلاف پوششی است: یکی غلاف خارجی ارتجاعی و دیگری غلاف داخلی فیبری است.

ب-2) اسکلت سری (Cephalic skeleton)

این اسکلت در ماهیان غضروفی از دو قسمت مجزا تشکیل شده است. یکی Neurocranium یا کاسه سر که مغز را درون خود جای می‌دهد و دیگری اسکلت احشایی Visceral یا Splanchnocranium که در قسمت زیر واقع شده و تشکیل قوس‌های آبششی را می‌دهد. کاسه سر شبیه محفظه بسته بیضی شکلی است که مغز را در خود جای داده و منشأ آن از کف جمجمه از غضروف‌های معروف به Paracordaus توسعه یافته و تشکیلات آن شروع می‌شود. این غضروف‌ها رشد نموده و تشکیلات کف جمجمه را می‌سازند. در اسکلت سر سه جفت محفظه غضروفی وجود دارد که کیسه‌های جمجمه اولیه را تشکیل می‌دهند. این محفظه‌ها عبارتند از: یک جفت کپسول بویائی در جلو که مجموعاً تشکیل ناحیه Ethmoidian را می‌دهند؛ یک جفت کپسول شنوائی در عقب که به غضروف Paracordaus مفصل می‌شود؛ و یک جفت کپسول بینائی که از قسمت‌های کناری جمجمه تشکیل می‌شود و بین ناحیه Ethmoidian و کپسول شنوائی قرار دارند.

در قسمت عقب تعدادی مهره با هم جمع شده و تشکیل ناحیه پس‌سری را می‌دهند. جمجمه به وسیله یک سقف کامل که دارای مایع مخاطی است به کپسول بینائی و شنوائی مربوط می‌شود. به طور کلی کاسه سر شبیه گودالی است که دارای سوراخ‌ها و حفره‌هایی متعدد بوده و از این سوراخ‌ها رگ‌های خونی داخل و عصب خارج می‌شود و در قسمت عقب جمجمه به اولین مهره ثابت می‌گردد و چون بدون سطح مفصلی است تحرک بسیار کمی دارد. اسکلت Visceral یا اندرونه یا Splanchnocranium به وسیله یک عده غضروف‌هایی که در قسمت شکمی کاسه سر قرار دارد تشکیل ناحیه آبششی را می‌دهد. این قسمت شامل قوس‌های خونی است که توسط قوس‌های آبششی از هم جدا شده و اصطلاحاً تشکیل قوس‌های آثورتی را می‌دهند که در بین قوس‌های آبششی در دو طرف سر باز شده و تشکیلات پیش‌آرواره‌ای یا Premandibular را پایه‌گذاری می‌کنند. قبل از این قوس، قوس دیگری وجود داشته که اکنون از بین رفته است. قوس‌های آرواره‌ای تشکیل آرواره‌ها را می‌دهند به طوری که در هر طرف دو تکه غضروف مفصل شده و دندان‌ها روی آن قرار گرفته‌اند. سطح پشتی آرواره را غضروف سقفی و غضروف بیضی شکل تشکیل داده‌اند. در سطح شکمی غضروف Meckel تشکیل اسکلت آرواره پائینی را داده است. در عقب قوس آرواره‌ای در دو طرف، سوراخ Event که یک شکاف آبششی تغییر یافته می‌باشد دیده می‌شود. قوس‌هایی که بعد از قوس Hyoide درست شده‌اند تشکیل دو قسمت یکی به نام Hyomandibular پشتی و دیگری شکمی را می‌دهند که با هم مجموعاً غضروف زبانی را تشکیل می‌دهند.

ب-3) اسکلت اندامی (Limbs skeleton)

در ماهیان غضروفی این اسکلت از دو قسمت مجزا تشکیل شده است و مانند تمام مهره‌داران آرواره‌دار، آن‌ها نیز دارای دو جفت اندامند که بر روی اسکلت تنه قرار گرفته و مجموعاً با اسکلت تنه تشکیل کمربندها را می‌دهند. به طوری که در جلوی باله سینه‌ای تشکیل کمربند سینه‌ای و در عقب باله لگنی (شکمی) تشکیل کمربند لگنی را می‌دهند که کمربند سینه‌ای را Pectoral girdle می‌گویند. اتصال پشتی کمربند سینه‌ای در بعضی ماهیان به طور کامل و در بعضی به طور ناقص وجود دارد. باله سینه‌ای روی کمربند سینه‌ای متصل شده و تشکیل یک قطعه را که در سطح شکمی به طور مورب قرار دارد می‌دهد. در این ماهیان کمربند سینه‌ای بسیار ساده است. هر کدام از قطعات مورب تشکیل شده به وسیله ناحیه غرابی به موازات هم قرار گرفته‌اند. باله لگنی روی کمربند لگنی قرار دارد که بسیار تحلیل رفته بوده و به صورت یک خط مستقیم درآمده که این خط کمربند لگنی یا Pelvic girdle خوانده می‌شود. تکه‌های پایه‌ای یا Basal موجود در وسط این باله عضو جفت‌گیری یا Pterygopod را در حیوان نر به وجود می‌آورد که آن را Clasper نیز می‌گویند.

بین قطعات باله‌ها اشعه‌های غضروفی وجود دارند که نسبتاً ضخیم بوده، از یک طرف به تکه‌های Basal و از طرف دیگر به اشعه‌های باله‌ی مربوطه متصلند. در کمربند سینه‌ای در Roussete تکه‌های Basal 3 تا 4 عددند که توسط خطوطی از هم جدا گشته‌اند و اشعه‌های غضروفی بر روی تکه‌ی پایه‌ای چسبیده‌اند. سپس اشعه‌های غضروفی به اشعه‌های شاخی باله سینه‌ای متصل شده و تشکیل باله سینه‌ای را می‌دهند. باله سینه‌ای

برای حفظ تعادل حیوان در آب به کار برده می‌شود و گاهی کمی به حیوان در حرکت به جلو و عقب کمک می‌کند. حرکت حیوان به وسیله دم و باله‌ی دمی صورت می‌گیرد. (در کوسه‌ماهیان باله‌های سینه‌ای و شکمی در شنا مؤثر نیستند).

دندان مانند تمام ماهیان آرواره‌دار به طور یکنواخت در آرواره قرار گرفته است و معمولاً با فلس پلاک‌کوئید منشاء یکسانی دارد. به طوری که رشد آن از قسمت داخلی آرواره شروع شده و تا زمان فعال شدن به رشد و نمو خود ادامه می‌دهد. سپس در اثر گاز گرفتن از بین رفته و دندان جانشینی که نزدیک دندان اصلی قرار دارد جای آن را پر می‌کند. این عمل به طور دائمی انجام می‌گیرد. چرا که این ماهیان دائماً در حال شکارند و همواره شکار را به دندان می‌گیرند که به دنبال آن دندان خورد می‌شود. در بعضی کوسه‌ماهیان تا 50 دندان جانشینی برای هر دندان وجود دارد. دندان‌ها در دهان بصورت ردیف‌های متعدد در عرض دهان قرار گرفته‌اند. در بعضی نمونه‌ها حتی در کف دهان نیز دندان وجود دارد. دندان‌ها نوک‌تیز و برنده و سخت می‌باشند (البته تا اندازه‌ای دارای قابلیت انعطافند). اسکلت داخلی دندان غضروفی بوده و به وسیله کلسیم اشباع شده است. البته دندان‌ها از نظر نحوه اتصال به آرواره در جانوران عالی دارای انواع متعددی هستند که در این رابطه بعداً توضیح کامل داده خواهد شد. در ماهیان غضروفی به دلیل نبودن اسکلت استخوانی دندان‌ها توسط لیگامان‌های فیبری به غضروف آرواره متصلند و این اتصال لیگامانی در تلتوستین‌ها، سوسماران و مارها نیز وجود دارد و در این‌ها آلونول وجود نداشته و دندان در آن قرار نمی‌گیرد و اگر دندان کشیده شود اثری از آن روی آرواره باقی نخواهد ماند و به این حالت اصطلاحاً (Acrodont) می‌گویند.

ج) دستگاه گوارش (Digestive system) ماهیان غضروفی

دستگاه گوارش از دهان که دارای تعداد زیادی دندان‌های نوک تیز مخروطی در ردیف‌های عرضی است تشکیل شده و زبان کوچکی چسبیده به کف دهان دارند که غیر متحرک است و روی آن دندان‌ها قرار دارند. دندان‌ها مانند خارها و فلس‌ها هستند و همه مثل همدند. به این دندان‌ها Homodont یا Isodont می‌گویند (دندان‌های غیرمشابه را Heterodont می‌گویند).

بعد از دهان حلق قرار دارد که حفره‌های آبششی در آن باز می‌شوند. بعد از حلق مری (Esophagus) قرار دارد. بعد از مری، معده است که به شکل L در آمده. سپس روده قطور و کوتاه قرار دارد. روده از داخل دارای چین خوردگی‌های زیادی به نام دریچه‌های مارپیچی (Spiral valves) است. بعد از روده، راست‌روده و سپس کلوک وجود دارد. پانکراس در خم معده و روده قرار دارد و شیری رنگ است. دارای دو قسمت پشتی و شکمی است. کبد در ماهیان غضروفی بسیار پیشرفته است و حجم زیادی را در شکم اشغال کرده و بزرگ‌ترین کبد را نسبت به حجم بدن دارا هستند. گرچه کبد انبار گلیکوژن است ولی نقش مهم کبد در ماهیان غضروفی ذخیره چربی است. که نوعی خاص از چربی به نام Squalen است که وزن مخصوص آن 86% آب است. سبک‌ترین روغن طبیعی است. علی‌رغم حجم زیاد، وزن کمی دارد و به شنای جانور کمک می‌کند. کبد دارای 3 لب است. در لب وسطی کیسه صفرا پیچیده‌ای وجود دارد که به روده متصل است. ماهیان غضروفی کیسه شنا Swimming bladder ندارند. بنابراین به راحتی و در زمان کمی می‌توانند بالا و پائین بروند.

د) دستگاه تنفس (Respiratory system) ماهیان غضروفی

از 5 زوج برانشی تشکیل شده که این شکاف‌ها از کمان‌های آبششی و قوس‌های خونی به وجود آمده‌اند. نحوه گردش خون در این دستگاه طوریست که همواره جهت گردش خون با جریان آب در تضاد است. بیش‌ترین سطح تماس بین برانشی‌ها و خون وجود دارد. ورود آب به دستگاه تنفس معمولاً "توسط حرکت جانور صورت می‌گیرد که حرکت با دهان باز است، آب وارد دهان می‌شود و از روی برانشی‌ها عبور می‌کند که به

این Ram ventilation گویند. برخی از ماهیان غضروفی به وسیله دو پمپ دهانی - حلقی صورت می‌گیرد. با بسته شدن مسیر آبشش‌ها، اسپیراکل و دهان باز شده و آب وارد محفظه حلق می‌شود (توسط ایجاد خلا). در مرحله بعد اسپیراکل و دهان بسته شده و آب با فشار عضلات حلق به شکاف‌های آبششی می‌رود و از آن خارج می‌گردد (بعد از تبادل گازهای تنفس). به این پمپ دوم Branchial گفته می‌شود.

ه) دستگاه گردش خون (Circulatory system) ماهیان غضروفی

قلب ماهیان غضروفی S شکل است. دهلیز روی بطن خوابیده است. یعنی سینوس وریدی وارد محفظه دهلیزی شده و سپس وارد جدار عضلانی بطن و بعد وارد پیاز آئورتی می‌شود.

مسیر گردش خون سرخرگی

ضربان قلب از سینوس شروع می‌شود. رگی که از پیاز آئورتی خارج می‌شود آئورت شکمی (Ventral Aorta) نام دارد این رگ، خون سیاهرگی را به برانشی‌ها می‌برد. این رگ در مسیر خود به هر برانشی یک انشعاب می‌دهد (5 انشعاب). برانشی‌ها به صورت تیغه‌هایی قرار گرفته‌اند. برانشی شماره 5 یک برانشی ناقص است. چون انشعاب کاملی می‌گیرد ولی انشعاب کاملی از آن خارج نمی‌شود. خون سیاهرگی وارد برانشی‌ها شده، پس از تصفیه به وسیله انشعابات و ابران Efferent وارد سرخرگ‌های طرفی می‌شود. سرخرگ‌های طرفی اندکی به جلو رفته قسمتی از سر را دور زده، به برانشی سمت دیگر می‌پیوندند و وارد آئورت پشتی می‌شوند. به این قوس پدید آمده در سر Cephalic arch می‌گویند. سرخرگ پشتی به هر اندام یک انشعاب می‌دهد. اطراف برانشی‌ها را قوس خونی فرا گرفته است. قوس خونی برانشی شماره 5 ناقص است. یک آبشش تحلیل رفته وجود دارد که نقشی در تنفس ندارد.

مسیر گردش خون سیاهرگی

در ناحیه دم ماهی، یک سیاهرگ به طرف قلب جریان پیدا کرده به نام سیاهرگ دمی (Caudal vein). این سیاهرگ سه شاخه شده که دو شاخه طرفی وارد کلیه می‌شود که بعد از خروج از کلیه به آنها کاردینال‌های راست و چپ گفته می‌شود. کاردینال‌ها در نزدیک قلب با کاردینال‌های فوقانی مشترکاً وارد کانال curvier شده از طریق این کانال به سینوس وریدی می‌روند (کانال کویه محل اتصال کاردینال‌های فوقانی و تحتانی است).

انشعاب دیگر سیاهرگ دمی که خون دستگاه گوارش را جمع‌آوری می‌کند وارد کبد می‌شود. پس از خروج از کبد سیاهرگ فوق کبدی (Hepatic vein) نامیده می‌شود. این سیاهرگ مستقیماً وارد Sinus Venosus می‌شود. دو سیاهرگ به نام سیاهرگ‌های طرفی که خون دو طرف شکم را جمع‌آوری می‌کنند، در بالا به سیاهرگ تحت چمبری (سیاهرگ زیر کتف) Sub Clavian می‌پیوندند و با یک مجرای مشترک مستقیماً وارد Sinus Venosus می‌شوند (بدون ورود به کانال کویه). سیاهرگ لاترال را سیاهرگ Abdominal نیز می‌گویند. خون سیاهرگی در ناحیه سر و گردن توسط دو سیاهرگ کاردینال‌های فوقانی جمع‌آوری شده و وارد کانال کویه می‌شود که از این به بعد به آن کانال کویه مشترک می‌گویند. یک سیاهرگ Jugular یا گردنی خون نواحی میانی سر و گردن را مستقیماً وارد سینوس ونوس می‌کند. در انتهای دستگاه گوارش ماهیان غضروفی غده‌ای به نام غده مخرجی Rectal gland وجود دارد که این غده در تعادلات یون‌های مغزی و سایر موارد دفعی به ماهی کمک می‌کند. از جمله نقش مهمش بیرون کردن نمک زیادی از بدن ماهی و خروج آمونیوم است.

ح) دستگاه تولید مثل (Reproductive system) ماهیان غضروفی

دستگاه تناسلی نر

این دستگاه از دو بیضه تشکیل شده که به قسمت رأس کلیه اتصال دارند. تستیس‌ها به وسیله مجاری فراوانی به قسمت جلو کلیه چسبیده‌اند. این مجاری به هم می‌پیوندند و از روی کلیه به سمت پایین می‌آیند (مجاری اسپرمی‌داکت). اسپرمی‌داکت در ماهیان غضروفی همان مجرای Mesonephrous کلیه‌هاست. کانال اسپرمی‌داکت در قسمت پایین به Seminal vesicle می‌پیوندد. سپس مجرا باریک شده و یک کیسه کوچک‌تر به نام کیسه اسپرم به آن متصل می‌شود. در انتها یک کانال خروجی قرار دارد که اسپرم‌ها را به Clasper می‌برد.

دستگاه تناسلی ماده

در جنس ماده دو تخمدان وجود دارد که حالت دانه دانه دارند. تخمک‌ها پس از رسیدن وارد شیپور فالوپ می‌شوند (حالت دانه دانه تخمدان‌ها را گرانوله می‌گویند). لقاح در دهانه شیپور صورت گرفته سپس تخم‌ها وارد محفظه‌ای به نام شل گلند (Shel gland) می‌شوند که پوسته تخم را می‌سازد. بعد وارد اویداکت و سپس وارد رحم می‌شوند. رحم توانایی زنده‌زایی به کوسه ماهی می‌دهد. رحم قسمتی از Oviduct است که ضخامت زیادی پیدا کرده و تخم‌های لقاح یافته وارد آن شده تا تبدیل شدن به نوزاد در آن می‌مانند. به این فرم، فرم Ovoviviparus یا تخم‌گذار بچه‌زا می‌گویند. سه شکل تولید مثل عبارتند از:

– Oviparous یا تخم‌گذار

– Viviparous یا بچه‌زا

– Ovoviviparous یا تخم‌گذار بچه‌زا (شکل رایج در کوسه‌ها)

ط) دستگاه دفع (Excretory system) ماهیان غضروفی

کلیه‌ها درون حفره کلیوی قرار گرفته‌اند. بالاتر از حفره لگنی به صورت کشیده‌اند و دو قسمت دارند.

– قسمتی به نام قسمت Cranial (قسمتی که به تستیس‌ها اتصال دارد).

– قسمت پایینی یا Caudal.

در کوسه‌ماهی‌های نر قسمت کرانیال نقشی در دفع ندارد. قسمت Caudal با مجرای مستقلی جدا از مجرای مزونفریک وارد کلوک می‌شود. در کوسه‌ماهی ماده این قسمت غیرفعال وجود ندارد (Cranial) و مجرای اصلی کلیه همان مجرای جنینی یعنی مجرای مزونفریک می‌باشد. کلیه از نوع Mesonephric است و توان تصفیه چندانی ندارد. به خاطر همین اوره در خون آن‌ها زیاد است.

ی) دستگاه عصبی (Nervous system) ماهیان غضروفی

در کوسه‌ماهی‌ها مغز به 5 قسمت تقسیم شده که از جلو به عقب عبارتند از:

Myelen cephalon - Meten cephalon - Mesen cephalon - Dien cephalon - Telen cephalon

و بعد نخاعی شوکی قرار دارد. اعصاب مغزی هم 10 زوجند و عبارتند از:

زوج اول: اعصاب بویائی، زوج دوم: اعصاب بینائی، زوج سوم: اعصاب حرکتی چشم، زوج چهارم: اعصاب Trochelar (حدقه چشم)، زوج پنجم: اعصاب فک بالا و پائین و دندان‌ها (عصب سه قلو یا Trigeminal)، زوج ششم: اعصاب حرکتی خارجی چشم، زوج هفتم: اعصاب صورتی، زوج هشتم: اعصاب دهلیزی (شنوایی یا Otic)، زوج نهم: اعصاب زبانی - حلقی (glosu pharynyia)، زوج دهم: اعصاب واگ (دستگاه گوارش و اندام‌های داخلی).

در جانوران، از خزندگان به بعد، دو زوج عصب دیگر به این 10 زوج اضافه می‌شوند:

زوج یازدهم: عصب شوکی یا عصب کمکی Accessory (عمدتاً جناغ سینه و دنده‌ها را عصب‌دار می‌کند)،

زوج دوازدهم: عصب زیر زبانی. Subglosal.

در ماهیان غضروفی زوج 12 وجود ندارد و عصب 10 و 11 با هم ادغام شده‌اند. کلاً در جانوران سیستم عصبی به دو قسمت اصلی تقسیم می‌شود:

- سیستم عصبی مرکزی (C.N.S (Central Nervous System)

- سیستم عصبی محیطی (P.N.S (Peripheral Nervous System)

اندامهای حسی در ماهیان غضروفی

- بویایی (Olfaction): اندام بویایی در ماهیان غضروفی دو عدد است که توسط منافذی به بیرون راه دارد. این منافذ از داخل به کپسول‌هایی منتهی می‌شوند که جدار کپسول‌ها دارای چین‌خوردگی فراوانی است و در این چین‌خوردگی‌ها سلول‌های حسی وجود دارد که پیام‌های بویائی را به مغز می‌رساند. در معدودی از ماهیان غضروفی شیاری به نام Oronasal این کپسول را به سقف دهان ارتباط می‌دهد. ولی به طور عموم این کپسول‌ها بسته هستند و در ماهیان غضروفی به دهان راه ندارند. چین‌خوردگی‌های داخل کپسول بویائی به شکلی است که عملاً این عضو را به دو بخش تقسیم می‌کند. آب به یک قسمت وارد شده و از قسمت دیگر خارج می‌شود. لب بویائی (Olfactory lobes) در مغز ماهیان غضروفی بسیار پیشرفته است و این ماهی‌ها اندام بویائی بسیار قوی دارند. گفته می‌شود لب بویائی در ماهیان غضروفی بزرگ‌ترین حجم را نسبت به بدن در تمام جانوران دارد و این نشانه اهمیت این عضو در ماهیان غضروفی است. حس بویائی یکی از عوامل اصلی شکار است و بدون آن چشم به تنهایی قادر به یافتن شکار نمی‌باشد.

- فتورسپتورها (Photoreceptors): گیرنده‌های نور در ماهیان غضروفی عمدتاً از دو قسمت تشکیل شده‌اند:

الف) چشم پینه‌ای یا چشم سوم: در سقف Diencephalon قرار گرفته است و با سلول‌های حساسی که در اپیتلیوم مجمله وجود دارند، ارتباط دارد و پیام‌های بینائی را از آن‌ها دریافت می‌کند. این اندام فقط به شدت نور حساس است و جانور با آن چیزی را نمی‌بیند و فقط میزان و مقدار و جهت روشنائی را احساس می‌کند.

ب) چشم‌های زوج: چشم‌ها طرح و فرم اصلی مهره‌داران را دارند و از همان قسمت‌ها تشکیل شده‌اند. چشم‌های ماهیان غضروفی اساساً دوربینی هستند که برای شکار اهمیت زیادی دارند. تحدب عدسی در این جانوران خیلی زیاد نیست و عدسی توسط الیافی به نام الیاف

آویزان یا الیاف Falciform به جسم مژگانی اتصال دارد. در محل اتصال این الیاف به عدسی، برجستگی ایجاد شده که به آن جسمک هالر (Compunelof haller) گویند. الیاف Falciform نقش اصلی را به همراه جسمک هالر در تطابق عدسی دارند. جسم هالر نقش نگهدارنده و تغذیه‌ای برای مردمک دارد.

- خط جانبی (Lateral line): خط جانبی یکی از مهم‌ترین ارگان‌های حسی در ماهیان است که در غضروفیان رشد و نمو مناسبی پیدا کرده و یکی از اندام‌های حسی مهم به شمار می‌رود. این خط از تعداد زیادی منافذ که به بیرون راه دارند تشکیل شده. این منافذ فلس‌های خط جانبی را سوراخ کرده، ارتباط جانور را با محیط آب برقرار می‌کنند. از سمت داخل این منافذ به کانالی ارتباط دارند که درون آن کپسول‌های حسی خاصی قرار گرفته این کپسول‌ها از تعدادی سلول مژه‌دار حساس به نام سلول‌های Neuromast پوشیده شده‌اند که توسط سلول‌های اطراف محافظت می‌شوند. از انتهای هر کپسول یک رشته عصب بیرون می‌رود که این اعصاب، هر کدام مستقلاً با یک عصب قطورتر کناری ارتباط پیدا می‌کند. توسط این عصب پیام‌های حسی دریافت شده به وسیله کپسول‌ها که حاصل برخورد آب و محتویات آب با آن‌هاست به مغز انتقال پیدا می‌کند. خط کناری جهت دریافت شدت جریان آب، حرارت آب و فاکتورهای شیمیایی در آب به جانور کمک می‌کند و در بعضی ماهیان نقش خاصی در حفظ تعادل بازی می‌کند.

عصب خط کناری در ماهیان غضروفی عمدتاً شاخه‌ای از عصب دهم است (عصب زوج دهم، عصب واگ). در ماهیان دیگر از اعصاب زوج‌های هفتم، هشتم و نهم نیز می‌تواند تشکیل شده باشد. در ماهیان استخوانی عصب خط کناری عمدتاً از عصب زوج هشتم است و گفته می‌شود که خط جانبی در این ماهیان عملی معادل گوش داخلی پستانداران دارد؛ یعنی در حفظ تعادل مؤثر است. خط جانبی از سر تا دم کشیده شده که در ناحیه سر منشعب شده و شبکه‌ای را روی سر ایجاد می‌کند که یک انشعاب آن به پس سر و بالای سر می‌رود که به آن Superatemporal می‌گویند. انشعابات هم به آرواره‌ها می‌رود که انشعابات Mandibular نام دارند.

- Capsule of Lorenzen: در ناحیه سر خصوصاً سطح پشتی و شکمی سر کپسول‌های مخصوصی قرار دارد که توسط ماده ژله‌ای پوشیده شده است. از هر کپسول منفذی به بیرون راه دارد که این منفذ توسط کانالی به کپسول ارتباط پیدا می‌کند. درون کپسول از سلول‌های مژه‌دار حساسی مشابه Neuromast‌های خط جانبی پوشیده شده است و از انتهای کپسول یک رشته عصب خارج می‌شود که این اعصاب نهایتاً به هم پیوسته وارد مغز می‌شوند. کپسول‌های Loronzenی فرم بسیار پیشرفته و تکامل یافته‌ای از کپسول‌های خط جانبی هستند که ارتباطات دقیق جانور را با محیط خارج برقرار می‌کنند. این اندام حسی در اعمالی مثل تعیین مقدار فشار آب، درک و احساس لامسه به عنوان یک گیرنده ضعیف نور و حتی به عنوان گیرنده‌های دقیق حرارتی Termo sensor عمل می‌کنند. همچنین نقش گیرنده‌های الکتریکی (Electro sensor) را بازی می‌کنند.

- گوش‌ها (Ears): در ماهیان غضروفی گوش میانی و خارجی وجود ندارد و عضو شنوایی آن‌ها فقط از گوش داخلی تشکیل شده است. بنابراین قدرت شنوایی بالائی ندارند. گوش داخلی از سر مجرای نیم دایره‌ای یک ساکول و دو اتریکول تشکیل شده است. از قسمتی از ساکول با مجرائی به بالای سر ارتباط دارد به نام مجرای Endolymphatic که به آن (Invaginated Canal) هم گفته می‌شود. این مجرا مستقیماً گوش داخلی را به بیرون ارتباط می‌دهد و یکی از اساسی‌ترین صفات ماهیان غضروفی است و در هیچ جانور دیگری مشاهده نمی‌شود. در جدار اتریکول و ساکول سلول‌های حساسی وجود دارد که در حفظ تعادل به جانور کمک می‌کند. ساکول یک اندام گلابی شکل است. در قسمتی از انتهای ساکول برجستگی کوچکی بیرون زده که به آن Lagen می‌گویند. که منشأ تشکیل حلزون در

جانوران است. کوسه‌ماهی‌ها فاقد حلزون هستند. Lagenas در جانوران متکامل‌تر به حلزون تبدیل می‌شود. ماهی‌های غضروفی فقط فرکانس‌های پایین‌تر از 1000HZ را می‌توانند درک کنند و قدرت شنوایی بالایی ندارند.

- اندام چشایی: در ناحیه دهان و روی زبان به طور پراکنده سلول‌های چشایی قرار گرفته‌اند که مزه شکار را درک می‌کنند. این عضو چندان پیشرفته نیست.

Phylum: chordata, Subphylum: Vertebrata, Superclass: Gnatostomata, Class: Chondrichthyes,

Subclass: Elasmobranchia

به عنوان یک زیررده به راسته‌های مختلف تقسیم می‌شود. از سه راسته تشکیل شده که دو راسته فسیل و راسته سوم به نام Selachia شامل کوسه‌ماهی‌ها و سفره‌ماهی‌ها است که به شش زیرراسته تقسیم می‌شوند. گاه به کلیه ماهیان غضروفی، Elasmobranchia اطلاق می‌شود. در دونین ظاهر شده و در کربونیفر انتشار پیدا کرده‌اند که Pleuropterygians در کربونیفر و دونین و Pleurocanthichea در دونین می‌زیسته‌اند و همگی جزو Protoselacien هستند ولی Selacien های شناخته شده در کربونیفر از نظر زندگی دارای دو تیپ مختلفند.

1- Squales یا کوسه‌ماهی‌ها یا Requins: که دارای باله شنای بزرگ هستند. بدنی کشیده دارند که از دو سطح کناری که به هم فشرده شده و تخت گردیده است، تشکیل شده است. چشم‌ها و شکاف‌های آبششی بزرگ و تخت است. معمولاً شکاف‌هایی که در عقب قرار دارند بزرگ‌تر از شکاف‌های جلویی بوده و در دو طرف بدن قرار گرفته‌اند. به این ماهی‌ها Pleurotreme می‌گویند.

۲- Batoides یا سفره‌ماهی یا Ray: که جانورانی عمق‌زی هستند که سطح بدن‌شان تخت شده و در دو سطح پشتی و شکمی اختلاف رنگ دارند و قسمتی که با زمین تماس دارد روشن‌تر از قسمت پشتی است. چشم‌ها و شکاف Event در سطح پشتی، ولی شکاف‌های آبششی در سطح شکمی واقعند و باله سینه‌ای عامل مؤثری در جابجا شدن این دسته است و این دسته آبشش را در سطح شکمی دارند.

Squale دو جنس ساده هگزانکوس و هپتانکوس را دارا می‌باشند که از ابتدایی‌ترین ماهی‌های غضروفی است. شکاف‌های آبششی در این‌ها 5 و گاهی اوقات 7 تاست و گاه اتفاق افتاده که شکاف‌های آبشش دو طرف یکسان نیستند. پس نمی‌توان از شکاف‌های آبششی به عنوان کلید تشخیص استفاده نمود. *Hexanchus cinereus* حیوانی است بزرگ و درنده و خطرناک حتی برای انسان که طول آن به 6 متر می‌رسد.

Lamna کوسه‌ماهی دیگری است که خوراک آن بیشتر از ماهی قباد یا ماکرو است. ماکرو ماهی‌ای است که سطح‌زی نبوده و در اعماق نه چندان زیاد زندگی می‌کند. قسمت‌های پشتی سبز بوده و خطوط زیگزاگ قهوه‌ای مایل به سبز تمام زمینه را پر کرده است که این خطوط از قسمت‌های تیره پشت شروع و تا شکم ادامه دارد. این ماهی شبیه کفال بوده و خطوط قهوه‌ای پررنگ عرضی آن را کاملاً مشخص می‌کند. Charcarodon کوسه‌ای است با طول نسبتاً زیاد که به حدود 10 متر می‌رسد. بسیار وحشتناک بوده و کوسه سفید هم نامیده می‌شود.

Cetorhinus carcharias که تا 16 متر هم طول داشته و خطری برای انسان ندارد. حیوانی است میکروفاژ و از پلانکتون‌ها تغذیه می‌کند. دارای خار بزرگی است که در روی آبشش قرار داشته و هم‌چون صافی عمل نموده و پلانکتون‌ها را از آب جدا می‌کند. این ماهی با وجود پلانکتون‌خوار بودن از ماهیان ریز نمی‌گذرد.

Phinodon یا کوسه بالنی، کوسه‌ای است نسبتاً بزرگ که در آب‌های نیمه گرم زندگی می‌کند.

Phylum: chordata, Subphylum: Vertebrata, Superclass: Gnatostomata, Class: Chondrichthyes,

Subclass: Holocephalia

وجود صفت عالی دندان‌های مجتمع، Holocephalia را به ماهیان استخوانی نزدیک می‌کند. گرچه توسط صفات دیگری هم‌چون وجود اسکلت غضروفی، وجود نوتوکورد و ساختار اسکلتی ناقص در سیستم رده‌بندی جزو ماهیان غضروفی به حساب می‌آیند. ولی به خاطر داشتن صفاتی که قبلاً ذکر گردید، حد واسط غضروفیان و استخوانی‌ها هستند. نمونه مشهور آن‌ها *Chimera monstrosa* می‌باشد که دارای صفات اختصاصی گفته شده می‌باشد. علاوه بر این شمیرا دارای یک باله سینه‌ای پیشرفته است. حدقه یا Orbit در آن‌ها بزرگ شده و در بالای سر یک زائده قلاب مانند وجود دارد که در عمل جفت‌گیری از آن استفاده می‌شود. البته این‌ها دارای Clasper نیز هستند.

Phylum: chordata, Subphylum: Vertebrata, Superclass: Gnatostomata, Class: Osteichthyes

رده ماهیان استخوانی در حال حاضر به 3 زیررده تقسیم می‌شود که عبارتند از:

Actinopterygia- ۱

Sarcopterygia- ۲

Acanthodii- ۳

گروه سوم تماماً فسیل هستند و نمونه زنده ندارند. از اردوویسین تا کربونیفر می‌زیسته‌اند.

Phylum: chordata, Subphylum: Vertebrata, Superclass: Gnatostomata, Class: Osteichthyes,

Subclass: Actinopterygii

به سه تحت‌رده یا دون‌رده تقسیم می‌شود. (پائین‌تر از Subclass):

Chondristei -۱

Holostei -۲

Teleostei -۳

Chondristia گروهی از ماهیان استخوانی‌اند که حد واسط غضروفی‌ها و استخوانی‌ها می‌باشند (به ماهیان استخوانی نزدیک‌ترند). نمونه‌های معروف آن در ایران عبارتند از فیل‌ماهی یا ازون‌برون از خانواده Acipenseridae (خاویار ماهیان) دو زیر رده دیگر عمده ماهیان استخوانی پیش‌رفته امروزی دنیا هستند. Holostia شامل 6 راسته و Teleostia شامل 9 راسته است.

Phylum: chordata, Subphylum: Vertebrata, Superclass: Gnatostomata, Class: Osteichthyes,

Subclass: Sarcopterygia

به دو راسته تقسیم می‌شود:

۱- Dipnoi (دو تنفسی): در حال حاضر دارای 6 جنس زنده می‌باشد. مانند: Ceratodus, Protopterus, Neoceratodus

۲- Crossopterygi: به دو زیرراسته تقسیم می‌شود که عبارتند از:

1-2- Rhipidistia: که جنسی دارد به نام Osteolepis (گفته می‌شود اجداد دوزیستان اولیه است). 2-2- Codanthinia

برخی از خصوصیات کلی و مهم ماهیان استخوانی:

- 1- اسکلت کمابیش استخوانی است. ممکن است نوتوکورد در بخشی از بدن وجود داشته باشد. باله ی دمی هوموسرکال است.
- 2- پوست دارای غدد موکوسی است که در آن فلسهای پوستی به شکل گانوئیدی، مدور و شانه ای قرار گرفته است. برخی پوست ها فاقد فلس می باشند. ماهیان استخوانی فاقد فلس پلاکوئیدند.
- 3- باله ها هم زوج و هم فردند که دارای شعاع های غضروفی یا استخوانی می باشند.
- 4- دهان انتهایی با دندانهای متعددی است (برخی فاقد دندانند). آرواره ها وجود دارند. کیسه های بویایی زوجند و ممکن است به دهان باز شوند.
- 5- تنفس به وسیله آبشش ها صورت می گیرد که به وسیله ی قوس آبششی استخوانی نگهداری می شوند و به وسیله ی سرپوش آبششی محصور گردیده است.
- 6- کیسه شنا در بیشتر موارد وجود دارد که ممکن است به وسیله ی مجرای به حلق مرتبط باشد.
- 7- گردش خون شامل قلب دو حفره ای، سیستم های شریانی و وریدی است. چهار زوج قوس آئورتی دارد. خون دارای گلبول های قرمز هسته دار است.
- 8- سیستم عصبی دارای یک مغز با لوب شنوایی کوچک، مخ، لوب های بینایی بزرگ و مخچه است. ده زوج اعصاب مغزی و سه زوج مجاری نیم دایره ای وجود دارند.
- 9- جنسها از هم مجزا می باشند. غدد جنسی (گنادها) زوج است. لقاح معمولاً خارجی است. اشکال لاروی معمولاً از بالغین کاملاً متفاوت است.

بررسی پوست در ماهیان استخوانی

از دو طبقه پوشیده شده است اپیدرم نازک و کوتینی است و غده مخاطی زیادی دارد. سلول های اپیدرم، موزائیکی هستند. لایه درم در این ها دارای کروماتوفور ستاره ای شکل می باشد. هم چنین دارای سلول هایی به نام Iridocyte می باشد که این سلول ها فاقد رنگدانه اند و نور را منعکس می کنند و عامل اصلی جلا و براقی بدن برخی از ماهیان هستند. رنگ در ماهی ها بعد از پرندگان زیباترین نوع رنگ آمیزی می باشد. این کروماتوفورها و ملانوفورها که درون کروماتویست هستند. تحت اثر سیستم عصبی پراکنده و جمع می شود که عامل تغییر رنگ می باشد. تغییر رنگ در ماهی ها بسیار سریع است و تحت اثر عصب سمپاتیک می باشد که از طریق ترشح نورآدرنالین کروماتوفورها باز و بسته می شوند و عامل تحریک اولیه حس بینائی است. وظایف رنگ در جانوران مختلف متفاوت است. به طور عمده این وظایف عبارتند از:

- 1- استتار: جانور با رنگ خاص محیط خود، خود را مخفی می‌کند.
- 2- به رنگهای هشدار دهنده درآمدن: در این فرآیند جانوری که مورد حمله شکارگرهای خاصی قرار می‌گیرد به رنگ جانوری در می‌آید که به تجربه شناخته شده که برای شکارچی سمی و بدمزه است. در واقع رنگ جانور سمی را تقلید می‌کند. معمولاً رنگهای هشداردهنده رنگهای تیره هستند و با تبدیل رنگ جانور به این رنگهای هشداردهنده از میزان شکار آن کم می‌شود.
- 3- تغییر رنگ در تولیدمثل و مرحله جفت‌گیری بسیار مهم است. اگر بعضی از جانوران در فصل تولیدمثل به رنگ خاصی درنیابند. جانور مخالف آن‌ها را نمی‌شناسد و از سیکل تولیدمثلی خارج می‌شود. تغییر رنگ تولید مثلی در عالم پرندگان دیده می‌شود. (بیش‌تر از ماهیان)

الف) اسکلت در ماهیان استخوانی

در ماهیان استخوانی اسکلت به چند بخش تقسیم می‌شود که شامل:

- 1- اسکلت محوری (Axial)؛
- 2- اسکلت سری (Cephalic)؛
- 3- اسکلت اندامهای حرکتی (Limbs)؛
- 4- اسکلت احشایی (Visceral).

الف-1) اسکلت محوری (Axial skeleton)

اسکلت محوری در ماهیان استخوانی همانند ماهیان غضروفی است. یعنی دارای جسم مهره‌ای و زواید مهره‌ای است. تفاوت عمده آن این است که سیستم ذکر شده در ماهیان غضروفی در این‌جا استخوانی شده است. علاوه بر این، خار عصبی در ماهیان استخوانی خیلی بزرگ است. قوس‌های عصبی و خونی بهتر از ماهیان غضروفی رشد نموده و قابل مشاهده است. در دو انتهای شکمی و پشتی، قسمت خلفی جسم مهره‌ای، دو زائده وجود دارد که اندکی از مهره قبلی را نیز پوشانده‌اند. به زائده پشتی زائده Apophys و به زائده شکمی زائده transvers process می‌گویند. نوتوکورد در ماهیان استخوانی بسیار تحلیل رفته است و کم‌تر از ماهیان غضروفی است.

الف-2) اسکلت اندام‌های حرکتی (Limbs skeleton)

اسکلت اندام‌ها از کمربندهای سینه‌ای و لگنی تشکیل شده است. کمربند سینه‌ای در ماهیان استخوانی شامل:

- 1- استخوان Coracoid (در بعضی ماهیان استخوانی، استخوان دیگری به نام Mesocoracoid نیز دارند).

- 2- اسکاپودا Scapuda.

- 3- Clavicle (clithelum) که روی آن استخوان دیگری جوش خورده به نام Supraclavicle.

در ماهیان استخوانی، استخوان Supraclavicle کمر بند سینه‌ای به استخوان Posttemporal مجمله متصل است و این یکی از اساسی‌ترین صفات ماهیان استخوانی است. کمر بند لگنی از یک استخوان یکپارچه تشکیل شده است. به نام استخوان تیغه‌ای Basipterygium که باله لگنی به آن متصل شده است. این استخوان به صورت یکپارچه و نوک تیز است.

باله‌ها

باله‌ها در ماهیان استخوانی از یک قسمت پایه‌ای که در داخل بدن قرار دارد تشکیل شده است. قسمت پایه‌ای از قسمت کوچکی به نام استخوان‌های شعاعی تشکیل شده (Radial osteous) که این‌ها دارای تیغه‌های استخوانی می‌باشند که این تیغه‌های استخوانی قسمت آزاد باله را تشکیل می‌دهند و از بدن خارج شده‌اند. قسمت آزاد باله را که از بدن خارج شده Lepidotrich می‌نامند. از داخل هم استخوان‌های رادیال به کمر بندهای سینه‌ای و لگنی متصلند. کمر بند لگنی در ماهیان استخوانی به هیچ استخوانی وصل نیست. یعنی به مهره‌ها متصل نیست.

الف-3) اسکلت سری (Cephalic skeleton)

Neurocranium-1

Splanchnocranium-2

اسکلت کرانیال یا مجمله‌ای در ماهیان استخوانی همان ساختار ماهیان غضروفی را دارد. ولی استخوان جای غضروف را گرفته و مقداری تکه‌تکه شدن در مجمله رخ داده است. کف مجمله را استخوان paracordal می‌سازد. سقف مجمله هم از استخوانی شدن غضروف‌هایی به وجود می‌آید که کپسول‌های بویایی و شنوایی و کلاً محفظه سر را در بر دارد.

الف-4) اسکلت احشایی (Visceral skeleton)

این اسکلت نسبت به ماهیان غضروفی تفاوت‌های زیادی پیدا کرده است که عمده‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- 1- اولین قوس آبششی در ماهیان استخوانی به آرواره‌های بالا و پایین و اسکلت سقف دهان تبدیل شده است. آرواره بالا از جلو به عقب از Maxilla و Premaxila تشکیل شده که بر روی هر دو این‌ها دندان‌ها قرار دارد. استخوان Jugal (از مشتقات Maxilla) بر روی Maxilla چسبیده است. آرواره پایین از جلو به عقب از Dentary و Articular و Angular تشکیل شده که بر روی Dentary دندان‌ها قرار گرفته‌اند. قسمت‌های ذکر شده در بالا از مشتقات غضروف Meckel هستند. اسکلت سقف دهان از 5 استخوان ساخته شده که این 5 تایی را Platypterygoquadrate می‌گویند. این پنج استخوان عبارتند از:

a.Palatin, b.Pterygoid, c.Mesopterygoid, d.Metapterygoid, e.Quadrate (مربعی)

مجموعه این 5 استخوان را Platypterygocarré نیز می‌گویند. منشأ استخوانی شدن این مجموعه استخوان‌ها از طریق غشایی صورت می‌گیرد.

- 2- دومین قوس آبششی در ماهیان استخوانی از بالا به پایین به قسمت‌های زیر تبدیل می‌شود:

هیوماندیبولر (Hyomandibular) به وسیله استخوان کوچکی به نام Interhyal به استخوان Epihyal متصل است. Epihyal به استخوان Ceratohyal و این استخوان هم در پایین به Hypohyal متصل می‌شود. هیپوهیال هم به Basi hyal وصل می‌شود.

بین قوس اول و دوم استخوانی به نام Symplectic قرار دارد که این دو قوس را به هم وصل می‌کند. استخوان carre یا quadrate آرواره بالا را به آرواره پایین متصل می‌کند. این نحوه اتصال نقش مهمی در میزان باز شدن دهان دارد. چنان که در مارها استخوان Quadrate به صورت افقی و لولایی بین دو آرواره قرار گرفته و دهان 180 درجه باز می‌شود. در حالی که در لاک‌پشت‌ها این استخوان به آرواره بالا جوش خورده و دهان لاک‌پشت به زحمت باز می‌شود. در انسان حد متوسطی است.

قوس‌های 3 تا 7، یعنی 5 قوس، به قوس‌های آبششی تبدیل شده‌اند که یکی از آن‌ها عمدتاً تحلیل رفته و کوچک است. چنان که در ماهیان استخوانی 4 کمان آبششی فعال وجود دارد و پنجمی از بین رفته است. این کمان‌ها از بالا به پایین از قسمت‌های زیر تشکیل شده‌اند:

۱- Pharyngobranchial، ۲- Epibranchial، ۳- Ceratobranchial، ۴- Hypobranchial، ۵- Basibranchial.

ب) دستگاه گوارش (Digestive system) ماهیان استخوانی

دستگاه گوارش (از جلو) تشکیل شده از:

- دهان که در قسمت قدامی بدن قرار گرفته است (در رأس بدن نه در سطح شکمی. مثل غضروفیان در سطح زیرین شکم نیست). روی سطح داخلی دهان دندان‌های مخروطی و نوک‌تیز قرار دارد. که تعداد و اندازه‌ی آن بستگی به رژیم غذایی ماهی دارد.
- بعد از دهان حلق قرار دارد که در آن شکاف‌های آبششی به بیرون باز می‌شوند.
- بعد مری قرار گرفته که با معده ارتباط دارد. معده به وسیله یک اسفنگتر پیلور به روده وصل می‌شود.
- روده دارای قسمت‌های متفاوتی است: روده کوچک، بزرگ و راست روده که در انتها به مخرج ختم می‌شود.
- کلواک تحلیل رفته یا وجود ندارد. غده مخروطی هم در اینجا وجود ندارد.
- از غدد ضمیمه دستگاه گوارش، می‌توان کبد و پانکراس را نام برد. کبد دارای کیسه صفرا است که ترشحات خود را به روده می‌ریزد. پانکراس دارای دو قسمت برون‌ریز و درون‌ریز می‌باشد که قسمت درون‌ریز، جزایر لانگرهانس می‌باشد و انسولین ترشح می‌کند. قسمت برون‌ریز هم از آسینی‌های پراکنده در مزانترم نرم تشکیل شده است.
- طحال در ماهیان استخوانی، بزرگ است و به دستگاه گوارش چسبیده است.
- یکی از ملحقات بزرگ دستگاه گوارش در ماهیان استخوانی، کیسه شنا (swimming bladder) است. این کیسه در برخی ماهی‌ها به شکل دو بُبی است و در عده‌ای دیگر به صورت یکپارچه قرار گرفته است. معمولاً سفید یا صورتی رنگ است. در عده‌ای از ماهی‌ها این کیسه با دستگاه گوارش ارتباط دارد. به این گروه physostomatus می‌گویند. در گروهی دیگر، کیسه شنا با دستگاه گوارش ارتباط ندارد. به این گروه physoclistous می‌گویند. مجرایی که کیسه شنا را به دستگاه گوارش وصل می‌کند، مجرای پنوماتیک نامیده می‌شود (Pneumatic).

محتویات گاز درون کیسه شنا عمداً نیتروژن و اکسیژن است که بسته به عمقی که ماهی در آن زندگی می‌کند، نسبت این دو گاز فرق می‌کند. پر شدن و خالی شدن کیسه شنا از هوا به طور عمده توسط غده‌ای است که روی آن، در نقاط مشخصی قرار گرفته‌است. به این غده، غده قرمز Red gland می‌گویند و شامل دو قسمت است: 1- غده تخم مرغی Oval gland: که مسئول جذب گاز از خون است (غده ذخیره گاز)؛ 2- غده گاز Gas gland: که عملی برعکس انجام می‌دهد و گاز درون کیسه را به درون خون هدایت می‌کند. پر و خالی شدن کیسه نتیجه عمل متقابل این دو غده است. سرخرگ‌هایی که خون را به این غده می‌برند هر دو مشتق شده از آئورت پشتی-اند. بدین طریق دو انشعاب سرخرگی که از آئورت پشتی خون را به غده Oval می‌آورند، پس از تشکیل شبکه مویرگی به سیاهرگی وصل می‌شوند که این سیاهرگ خون را به قلب بر می‌گرداند. انشعاب سرخرگی که از آئورت پشتی خون را به غده Gas می‌آورد پس از تشکیل شبکه مویرگی به سیاهرگی منتهی می‌شود که آن سیاهرگ به طرف کبد می‌رود و خون را به کبد می‌برد. علت اینکه خون غده Oval به قلب می‌رود این است که اکسیژن و نیتروژن خون توسط این غده جذب شده و دوباره به قلب می‌رود که به آبشش‌ها پمپ شود. خون غده Gas به این خاطر به کبد (liver) می‌رود که حاوی نیتروژن زیادیست که از کیسه شنا وارد خون شده و باعث ایجاد اسپاسم عضلانی

می‌شود. این نیتروژن در کبد تبدیل به اکسید آمینه (معمولاً آرژنین) می‌شود. در ماهیان دو تنفسی، سرخرگ‌های وارد شده به کیسه شنا ارتباطی با شش‌ها پیدا می‌کنند. بدین ترتیب که: سرخرگی که خون را به کیسه شنا منتقل می‌کند پس از خروج از کیسه شنا تبدیل به سرخرگ ششی می‌شود و با دستگاه تنفس ارتباط برقرار می‌کند. این ماهیان هنگامی که در محیط خشکی زندگی می‌کنند از کیسه شنا به عنوان یک شش استفاده می‌کنند. چنین اتفاقی در ماهیانی که اجداد دوزیستان اولیه بوده‌اند نیز رخ داده است و کیسه شنا در آن‌ها با دستگاه تنفس در خشکی (شش‌ها) ارتباط برقرار می‌کند. گفته می‌شود این ماهی‌ها در برکه‌ها زندگی می‌کرده‌اند که پس از خشک شدن برکه برای مدتی زندگی هوازی داشتند و از کیسه شنا به عنوان یک شش استفاده می‌کردند. پس از مدتی به برکه برگشته و از آبشش‌ها استفاده می‌کردند. در این سیر تکاملی، سرانجام تعدادی پس از ورود به خشکی دیگر به آب برنگشته، کیسه شنا به شش تبدیل شده، باله‌های شنا به اندام‌های حرکتی تبدیل شدند بدین ترتیب این جانوران پایه‌گذار زندگی در خشکی شدند. از کیسه شنا در خشکی به عنوان شش استفاده می‌شود. در این حالت به آن کیسه هوایی Air bladder می‌گویند. در ماهیان استخوانی که کف دریا زندگی می‌کنند کیسه هوایی وجود ندارد. (مانند شیطان ماهی از خانواده پلاتی سفالیده با نام پلاتی سفالوس ایندیکوس *Platycephalus indicus*). در گونه‌هایی از ماهیان استخوانی، کیسه شنا از نوع physoclistous است.

از اکسیژنی که در کیسه هوایی ذخیره شده، در امر تنفس نیز استفاده می‌شود. بدین ترتیب که غده Gas اکسیژن را توسط یک پمپ فعال به خون ترشح می‌کند. Gas gland علاوه بر ترشح اکسیژن، اسید لاکتیک هم ترشح می‌کند. در نتیجه خون را اسیدی می‌کند. خون اسیدی در مسیر عبور از کبد و کلیه خنثی می‌شود.

در ماهیانی که در سطح آب زندگی می‌کنند، ترکیب گازهای کیسه شنا همان ترکیب هواست. (79٪ نیتروژن، 20٪ اکسیژن). در ماهیانی که در اعماق متوسط آب زندگی می‌کنند (مزوپلاژیک)، تا حدود 95٪ گاز O₂ است. در آزادماهیان، تقریباً به طور کامل گاز نیتروژن و در ماهی سفید به طور کلی گاز اکسیژن می‌باشد.

کاربرد دیگر کیسه شنا: همان‌طور که گفته شد، کیسه شنا پشت سر قرار گرفته است. به انتهای قدامی کیسه شنا چند تکه استخوان متصل است که رأس این استخوان‌ها به گوش داخلی اتصال دارد و این اتصال موجب می‌شود که حس شنوایی در ماهیان بسیار تقویت شود. بدین ترتیب با اتساع کیسه شنا، این استخوان‌های کوچک به گوش داخلی اتصال پیدا می‌کنند. (در حال عادی فاصله کمی با

گوش داخلی دارند). این اتصال ارتعاشی ایجاد می‌کند که شنوایی خاصی برای ماهی دارد. این مجموعه چند تکه استخوان را استخوان - های Weber می‌گویند. این استخوان‌های کوچک از مشتقات مهره‌های اطراف هستند. غده‌های Gas و Oval روی کیسه شنا تحت کنترل سیستم اعصاب خودکار بدن (سمپاتیک و پاراسمپاتیک) هستند.

- کیسه شنا به عنوان یک عضو هیدروستاتیک است و عامل سبک کردن وزن مخصوص ماهی در هنگام شنا می‌باشد و ماهی را در آب معلق نگه می‌دارد. علاوه بر این ماهی را از انحرافات جانبی حفظ می‌کند. شانه شنا در ماهی‌های استخوانی کفزی وجود ندارد.

ج) دستگاه تنفس (Respiratory system) ماهیان استخوانی

این ماهیان دارای اوپرکولوم هستند که روی تیغه‌های آبششی را پوشانده است. ماهیان استخوانی دارای 5 زوج برانشی هستند که زوج اول آن یک آبشش تحلیل رفته است که به آن pseudo branchi می‌گویند و نقشی در تنفس ندارد. سرخرگ آوران (afferent branchial arteries) به آن وارد نمیشود. نقش عمده آن در ترشح مواد زاید بدن می‌باشد که توسط سلول‌های تخصص یافته‌ای که روی این برانشی قرار گرفته‌اند صورت می‌گیرد. این سلول‌ها را lonocyte می‌نامند که نقش بزرگی در دفع یون‌ها (خصوصاً یون‌های کلر و سدیم) دارند و کمکی برای کلیه‌ها هستند. پس عملاً دستگاه تنفس از 4 زوج برانشی فعال تشکیل شده است. هر برانشی دو شاخه دارد که دو شاخه را Hemibranchi می‌گویند و مجموعاً روی هم Holobranchi را تشکیل داده‌اند. همی برانشی‌ها را فیلامنت نیز می‌گویند روی هر همی برانشی چین‌خوردگی‌های فراوانی دیده می‌شود که لاملا یا تیغه‌ها نام دارند. سطح رو به دهان هر کمان آبششی دارای خارهایی می‌باشد که به آنها gill raker می‌گویند. Gill raker حالت سفت و محکی به آبشش می‌دهد و نقش فیلتر کردن مواد را دارد و از ورود ذرات جامد به آبشش‌ها جلوگیری می‌کند. به هر کمان آبششی یک رگ آوران (afferent) می‌آید و یک رگ وایران (efferent) از آن خارج می‌شود. قاعده هر برانشی یک اسکلت استخوانی دارد که انشعاباتی به دو طرف دارد. برانشی‌ها علاوه بر نقش تنفسی دارای نقش جذب و ترشح آب هستند.

عبور آب از روی برانشی‌ها طی 3 فاز انجام می‌گیرد: در فاز اول اوپرکولوم بسته و دهان باز می‌شود. در نتیجه آب وارد حفره دهان و حلق می‌شود. در فاز دوم اوپرکولوم بسته و دهان نیز بسته می‌شود. در نتیجه فشاری روی آب می‌آید و آب به داخل حفره برایشایی یا حفره اوپرکولوم کشیده می‌شود. در فاز سوم دهان بسته است و با جمع شدن آب در حفره اوپرکولوم و فشاری که به آن وارد می‌شود، اوپرکولوم باز شده و آب به خارج رانده می‌شود.

مسیر حرکت آب روی تیغه‌های برانشی مخالف جریان خون است که اصطلاحاً به آن counter-current می‌گویند یا دو مسیر متضاد. این یک اصل در بیولوژی می‌باشد.

نکته: اوپرکولوم یکی از اجزای اسکلتی در ماهیان استخوانی است که به عنوان یک درپوش روی برانشی‌ها قرار گرفته است. این دستگاه از قسمت - های مختلفی ساخته شده است: استخوان operculum، استخوان suboperculum، استخوان interoperculum، استخوان peroperculum.

د) دستگاه گردش خون (Circulatory system) ماهیان استخوانی

تشکیل شده است از مویرگ‌ها، قلب S شکل که از عقب به جلو، از سینوس وریدی (sivusvenosus)، دهلیز (auricle)، بطن (ventricle) و پیاز آئورتی (conusarteniosus) تشکیل شده است. (پیاز آئورتی در ماهیان استخوانی کوچک شده و به آن پیاز سرخرگی bulbus arteriosus می‌گویند که فشار کم‌تری را تحمل می‌کند. فشار خون ماهیان استخوانی کم‌تر است).

مسیر گردش خون سرخرگی:

خون پس از خروج از پیاز سرخرگی وارد آئورت شکمی شده و ایجاد 4 زوج انشعاب می‌کند که هر انشعاب به یک برانشی می‌رود و یک afferent تشکیل می‌دهد. در برانشی یک شبکه مویرگی ایجاد می‌کند (در زیر gill raker) بعد رگ‌هایی از برانشی‌ها خارج می‌شود که به آن‌ها efferent می‌گویند. این رگ‌ها به هم می‌پیوندند و آئورت طرفی را ایجاد می‌کنند. از به هم پیوستن دو آئورت طرفی، آئورت پشتی به وجود می‌آید که به سراسر بدن خون می‌رساند. از طرف جلو از هر آئورت طرفی یک انشعاب به سمت سر خارج شود که به آن کاروتید carotid می‌گویند. هر کاروتید به دو شاخه تقسیم می‌شود یکی را کاروتید داخلی و دیگری را کاروتید خارجی می‌نامند.

مسیر گردش خون سیاهرگی:

یک سیاهرگ، خون ناحیه انتهایی بدن را بالا می‌آورد (سیاهرگ caudal). این سیاهرگ در ناحیه لگن دو انشعاب می‌دهد. هر انشعاب به طرف یک کلیه می‌رود و در کلیه ایجاد سیستم renal portal را می‌کند. پس از خروج از کلیه دو سیاهرگ به وجود می‌آورد که به آن‌ها کارونیال‌های تحتانی می‌گویند. کارونیال‌ها در زیر قلب به هم می‌پیوندند و وارد مجرای مشترکی به نام کانال کوید می‌شوند. خون دستگاه گوارش توسط سیاهرگ گوارشی وارد کبد می‌شود و پس از خروج از کبد، سیاهرگ فوق کبدی یا باب کبدی را تشکیل می‌دهد و مستقیماً وارد سینوس ونوس می‌شود.

در ماهیان استخوانی سیاهرگ abdominal وجود ندارد. در عوض دو سیاهرگ جدید به وجود آمده که از بالای کلیه وارد سیاهرگ گوارشی می‌شوند که به کبد می‌رود به نام new vein از ناحیه سر دو سیاهرگ (از طرفین سر) پایین می‌آید به نام کارونیال‌های فوقانی که وارد کانال کوید می‌شوند.

خون ناحیه گردن و نواحی میان سر توسط سیاهرگ subclavian وارد سینوس وریدی می‌شود. (Jugular اصطلاح فرانسوی subclavian می‌باشد).

نکته: از اختلافات آن‌ها با مهره‌داران عالی اینست که بطن‌های 1 یا 2 طرفی در ماهیان وجود ندارد.

ه) دستگاه دفع (Excretory system) ماهیان استخوانی

از دو کلیه تشکیل شده که به طور کشیده در دو طرف ستون فقرات قرار گرفته‌اند. از هر کلیه یک مجرای میزراه خارج می‌شود. کلیه‌ها از نوع مزونفروس می‌باشند. دو مجرا به هم می‌پیوندند و مثانه کوچکی را ایجاد می‌کنند بعد وارد مجرای خروج ادرار می‌شوند. در ماهیان استخوانی معمولاً کلوک وجود ندارد یا خیلی کوچک است. مجرای ادراری در ماهیان استخوانی همان مجرای meso nephric duct است. مثانه در ماهیان استخوانی منشأ مزودرمی دارد. در حالی که در تتراپودا (جانوران بالاتر از ماهی‌ها) مثانه منشأ آندودرمی دارد. و از قسمتی از کلوک به وجود می‌آید.

گروهی از ماهیان در آب شیرین به سر می‌برند. مقدار املاح در بدن این ماهی‌ها 6/0 درصد است. در حالی که مقدار نمک در محیط‌شان بسیار کم‌تر است. در نتیجه آب تمایل شدیدی دارد که وارد بدن‌شان شود. بنابراین این ماهیان باید سیستمی برای دفع این آب اضافی داشته باشند. این سیستم در ماهی‌ها از چند قسمت تشکیل شده:

- 1- گلومرول‌های کلیوی آن‌ها بزرگ شده در نتیجه آب بیش‌تری را دفع می‌کنند.
 - 2- لوله‌های کلیوی نمک بیش‌تری را از آب باز جذب می‌کنند.
 - 3- یونوسیت‌های روی برانشی تحلیل‌رفته برای جذب املاح تخصص پیدا کرده‌اند.
- علاوه بر موارد فوق، برانشی‌ها هم در این حالت به دفع آب کمک می‌کنند. پس در نهایت 4 مکانیسم در حفظ و تنظیم یونی به جانور کمک می‌کنند که عبارتند از:

1- دفع بیش‌تر آب از کلیه با بزرگ شدن گلومرول‌ها

2- جذب بیش‌تر نمک از لوله‌های کلیوی

3- جذب نمک از یونوسیت‌ها (بر روی برانشی تحلیل‌رفته)

4- دفع آب از برانشی‌ها

ماهی‌هایی که غلظت نمک بدن‌شان بیش‌تر از محیط زیست‌شان است را *hyperosmotic* می‌نامند.

در ماهیان دریازی قضیه کاملاً برعکس است. چنان‌که در این ماهی‌ها غلظت نمک بدن جانور 0/4 درصد است. در حالی که غلظت نمک در دریا 3/5٪ است. در این حالت آب بدن جانوران تمایل شدید به دفع شدن دارد و از سوی دیگر املاح محیط آب مایل به جذب شدن دارند. این دسته از ماهی‌ها جهت مقابله با از دست دادن آب مکانیسم‌هایی را به کار می‌برند که عبارتند از:

1- گلومرول‌های کلیه کوچک شده و در بعضی تا حد از بین رفتن کوچک شده است.

2- یونوسیت‌ها در این مورد برای دفع نمک تخصص یافته‌اند.

3- جانور از طریق برانشی‌ها نیز آب جذب می‌کند (حتی گفته می‌شود که جانور آب را می‌خورد).

این گروه از ماهیان که غلظت نمک در بدن‌شان کم‌تر از محیط دریاست را *hypoosmotic* می‌نامند.

و) دستگاه تولید مثل (Reproductive system) ماهیان استخوانی

جنس نر:

از دو عدد testis شیری رنگ و کشیده تشکیل شده که روی کلیه‌ها (روی سطح شکمی کلیه) قرار گرفته‌اند. دو testis توسط دو مجرای spermiduct سلول‌های جنسی را به منفذ تناسلی منتقل می‌کنند. البته این دو مجرا پس از اتصال به هم وارد منفذ تناسلی می‌شوند. در مقایسه با کوسه‌ماهی‌ها، در ماهیان استخوانی مجرای ادراری (در جنس نر) همان مزونفریک اصلی است و مجرای تناسلی (اسپر میداکت) مجرای جدیدی است. در حالی که در ماهیان غضروفی اسپرمیداکت مجرای مزونفریک اصلی است و میزنای مجرای جدیدی است که منشأ جدیدی دارد.

جنس ماده:

در جنس ماده معمولاً دو تخمدان وجود دارد (بعضی نمونه‌ها یک تخمدان راست دارند). هر تخمدان توسط یک oviduct سلول‌های جنسی را به بیرون از بدن منتقل می‌کند. این دو oviduct نهایتاً به هم می‌پیوندند و با یک مجرا به سوراخ تناسلی ارتباط دارند. دو تیپ oviduct و دو تیپ تخمک وجود دارد. در گروهی از ماهی‌ها اویداکت به تخمدان متصل است و سلول‌های جنسی مستقیماً وارد اویداکت می‌شوند که به آن تیپ، تخمک اویداکتی می‌گویند. در گروهی دیگر اویداکت به تخمدان متصل نیست و پایین‌تر از تخمدان قرار دارد. تخمک‌های رها شده وارد حفره‌ی سلومی می‌شوند که به آن تیپ، تخمک سلومی می‌گویند. پس از ورود تخمک‌ها به سلوم، اویداکت آن‌ها را از سلوم جمع‌آوری می‌کند و به بیرون از بدن منتقل می‌کند.

لقاح خارجی است و سازش‌های خاصی با محیط در رابطه با تولید مثل صورت می‌گیرد. از جمله این که تخمک‌ها را درون کیسه‌های ovisac قرار می‌دهند که نقش تغذیه‌ای و محافظتی برای تخمک دارد. تخم‌ها telolecithal هستند. تسهیم از نوع holoblastic می‌باشد.

معمولاً هم‌زمانی خاصی بین تخمک‌گذاری جنس ماده و اسپرم‌ریزی جنس نر وجود دارد. پس از شکفتن تخم (hatching) همراه نوزاد کیسه زرده وجود دارد (ovisac حاصل) که نوزاد مدتی از آن تغذیه می‌کند. البته این کیسه غیر قابل مقایسه با کیسه زرده در پستانداران است.

در ماهیان انواع تولیدمثل وجود دارد. تیپ غالب oviparous است. البته پارتنوز نیز در ماهیان دیده می‌شود (بکرزایی).

ز) دستگاه عصبی (Nervous system) ماهیان استخوانی

مغز در ماهیان استخوانی از 5 قسمت تشکیل شده است. همان سیستمی که به طور تیپیک در سایر مهره‌داران دیده می‌شود.

مغز اول telencephalon، ایجاد نیم‌کره‌ها و لوب‌های بویایی را می‌کند. نیم‌کره‌ها در ماهی خیلی کوچکند و سقفشان نازک است. یعنی کورتکس آن‌ها بر خلاف بقیه مهره‌داران است. این حالت را که سقف نیم‌کره‌ها نازک است evasion یا everted می‌نامند و حالتی که سقف نیم‌کره‌ها ضخیم است را inversion (inverted) گویند.

مغز دوم (diencephalon) کوچک است و تالاموس و هیپوتالاموس را تشکیل داده، در سطح شکمی کیاسمای بینایی را تشکیل می‌دهد. سقف این سفالون دارای شبکه مویرگی غنی است که به آن anterior choroidsplexus می‌گویند (شبکه مشیمیه فوقانی) این شبکه تولید مایع مغزی- نخاعی می‌کند. در سقف بطن 4، در بصل النخاع (medula) شبکه‌ی مشابهی وجود دارد که به آن شبکه‌ی مشیمیه تحتانی posterior choroidsplexus می‌گویند.

Mesencephalon: مغز میانی یا مغز سوم، قسمتی از مغز است که در ماهیان استخوانی پیشرفت زیادی کرده و بزرگ شده است. لوب‌های بینایی در سقف آن است و محل عبور اعصاب مغزی می‌باشد (وجود کیاسماها).

Metencephalon: یا مخچه در این ماهیان رشد زیادی کرده است. خصوصاً در ماهیانی که شناگران ماهری هستند. مخچه عامل تصحیح و جهت‌دهی به بسیاری از حرکات ظریف جانور می‌باشد. ساختمان آن شبیه مهره‌داران عالی است.

Myelencephalon: در سقف آن شبکه مشیمیه تحتانی posterior choroidsplexus قرار دارد که یکی از عوامل ترشح مایع مغزی- نخاعی است. گفته می‌شود در بعضی ماهی‌ها بصل‌النخاع در امر شنوایی هم دخالت دارد.

اندام‌های حسی در ماهیان استخوانی:

1- چشمهای زوج: چشم‌ها یکی از اندام‌های حسی مهم در ماهیان استخوانی هستند. در چشم سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی وجود دارد. بنابراین ماهی دارای دید رنگی است. چشم در ماهیان بسته به محیط زیست تغییرات زیادی کرده است. عدسی چشم کروی است و با رشد ماهی عدسی هم رشد می‌کند. نسبت بین قطر عدسی و فاصله کانونی عدسی همیشه مقدار ثابت 1 به 55/2 می‌باشد. چشم ماهی در حال استراحت نزدیک بین است و احتیاج به تطابق چندانی ندارد. در ماهیان غارزی و گروهی از ماهیان که در اعماق دریا (1000 متر) زندگی می‌کنند، چشم‌ها کوچک شده و قدرت بینایی بسیار کاهش یافته است. در ماهیانی که در آب گل‌آلود زندگی می‌کنند نیز همین اتفاق افتاده است. در ماهیان mesophagic (ماهیانی که در اعماق متوسط زندگی می‌کنند) چشم‌ها بسیار بزرگ شده و توان دید بسیار بالایی پیدا کرده‌اند (ماهیانی که در عمق 100-75 متر زندگی می‌کنند). در این ماهی‌ها نور علاوه بر این که از عدسی وارد می‌شود از قرنیه و حاشیه‌های آن نیز وارد چشم می‌شود. یعنی از حداقل نور محیط استفاده می‌کنند.

بینایی در ماهیان استخوانی دوچشمی Binocular می‌باشد. دید دوچشمی برای ماهیان شکارچی بسیار مفید است. خصوصاً در مرحله‌ای که باید صید را بقاپند (snap). در مرحله دیدن شکار و استتار برای نزدیک شدن به آن دید یک چشمی کافیت.

2- خط جانبی lateral line: خط کناری در ماهیان استخوانی هم تشکیل شده است از مجموعه حفره‌هایی که به طور ردیفی درون پوست به وجود آمده‌اند. هر کدام از این حفره‌ها شامل سلول‌های مزه‌دار حسی‌اند به نام Neuromast. این سلول‌ها را از سطح پایین، تعداد زیادی سلول محافظت می‌کنند به نام سلول‌های محافظ. Supporting cell روی این مجموعه، کپسولی ژله‌ای کشیده شده بنام capula که این مجموعه در داخل کانالی قرار دارد که فلس را در سطح بدن سوراخ کرده و به بیرون راه پیدا می‌کند. ورود آب به درون این کانال قسمت capula را به ارتعاش در می‌آورد. در نتیجه مزه‌های حسی تحریک می‌شوند و پیام عصبی را ایجاد می‌کنند. این پیام عصبی از انتهای نورومست‌ها خارج شده و به عصب خط جانبی می‌رسد. اعصابی که به خط جانبی می‌روند اعصاب زوج دهم و نهم و در خیلی از موارد اعصاب زوج هشتم می‌باشند. فیبرهای حسی خط جانبی این توانایی را دارند که در فواصل دور از ماهی، ارتعاشات درون آب را حس کنند. اگر این اعصاب را قطع کنیم ماهی بسیاری از توانایی‌های درک اجسام را در آب از دست می‌دهد.

خط جانبی توانایی دریافت شدت و جهت جریان آب را دارد. عامل دریافت بعضی از حس‌های شیمیایی محیط نیز می‌باشد. هم‌چنین جابجایی ظریف ماهی را به مغز اطلاع می‌دهد.

3- گوش و شنوایی: همانند کوسه‌ماهیان، ماهی‌های استخوانی نیز فقط دارای گوش داخلی هستند. گوش داخلی درون کیسه‌ای قرار گرفته به نام Earsac. این کیسه دو قسمت دارد: (1) قسمت قدامی یا فوقانی: که تشکیل دهنده اتریکول و مجاری نیم‌دایره است. (2) قسمت تحتانی: که تشکیل دهنده ساکول و لاژنا است. بخش حساس گوش که به آن Macula گویند بیشتر در ساکول و اتریکول قرار دارد و دارای مزه‌های حسی است که این مزه‌ها در ساکول و اتریکول به صورت عمودی قرار گرفته‌اند و مزه‌های لاژنا به صورت افقی قرار دارند.

در گوش ماهیان استخوانی، حلزون شنوایی هنوز تشکیل نشده و لاژنا که در مهره‌داران عالی‌تر حلزون را تشکیل می‌دهد نسبت به ماهیان غضروفی اندکی بلندتر شده و پیشرفته‌تر است. ماهیان شنوایی خوبی دارند. خصوصاً ماهیان آب شیرین.

بین شانه شنا و گوش داخلی ارتباطی وجود دارد که این ارتباط یا از طریق کانال‌هایی پر از مایع است (در موارد اندکی) یا توسط استخوانچه‌های کوچکی است که به آن‌ها استخوان‌های Webber می‌گویند که غالباً در ماهیانی که شنای خوبی دارند دیده می‌شود. گفته می‌شود که بعضی از ماهیان استخوانی حس شنوایی در حد شنوایی انسان دارند. علی‌رغم این که قسمت حلزون و اندام کورتی در آن‌ها تشکیل نشده است.

استخوان‌های Webber ارتباط خیلی سستی با مهره‌ها دارند که اتساع کیسه شنا موجب وارد آمدن ضربه‌ای به آن‌ها می‌شود و این ضربه نهایتاً به گوش داخلی منتقل می‌شود. با کوچک شدن کیسه شنا، ارتباط استخوانچه‌ها با کیسه شنا قطع می‌شود و طبیعتاً ارتباط آن با گوش داخلی هم قطع می‌شود. غیر از حساسیت به امواج صوتی، ماهی‌ها قادرند تولید صدا کنند. خصوصاً در فصل جفت‌گیری.

مکانیسم تولید صدا در ماهیان متنوع است. ولی عمدتاً صدا از طریق Stridulation یا Phonation تولید می‌شود. Stridulation یکسری ساختمان در بدن است که برای تولید صدا مورد استفاده قرار می‌گیرد. که مثلاً از به هم ساییدن آن‌ها در حالی که عوامل اصلی تولید صدا نمی‌باشند، تولید صدا صورت می‌گیرد (مثل جیرجیرک که توسط مالیدن بال‌هایش صدا تولید می‌کند).

Phonatioion حالتی است که تولید صدا توسط عامل اصلی انجام می‌گیرد. مثلاً در ماهی‌ها توسط کیسه شنا است. Stridulation در ماهیان توسط مالیدن مهره‌ها به اپرکولوم صورت می‌گیرد یا مهره‌ها به کمریند مثانه‌ای. Phonation در ماهیان توسط کیسه شنا صورت می‌گیرد. خصوصاً در ماهیانی که در سطح آب زندگی می‌کنند. هم‌چنین در ماهیان دوتنفسی کیسه شنا پر از هوا شده بعد هوای آن به سرعت تخلیه می‌شود که این تخلیه کردن تولید صدا می‌کند. در گروهی دیگر از ماهی‌ها که در عمق زیاد به سر می‌برند ماهی با انقباض عضلات دنده‌ها را بلند می‌کند و محکم روی کیسه شنا می‌کوبد و به این وسیله تولید صدا می‌کند.

4- اندام نورزا Light organ: در ماهیانی که در اعماق زیاد دریا زندگی می‌کنند، خصوصاً در ماهیانی که پایین‌تر از 100 متر زندگی می‌کنند تولید نور یک مسئله عمومی است. تولید نور توسط موجودات زنده را luminescent می‌نامند که این نور دو منشأ دارد. یا توسط باکتری‌های همزیست تولید می‌شود که این حالت را Bacteria Luminus می‌گویند. یا توسط خود جانور تولید می‌شود که در این حالت همان Luminescent (Bioluminescent) می‌گویند. این نور برای ماهیان جهت شناسایی گونه خود بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد. هم‌چنین برای ترساندن دشمنان و برای شکار، از نور استفاده می‌کنند. اندام‌های نورزا بیش‌تر در حوالی چشم ماهی قرار دارند که معمولاً زیر یک لایه رنگی مخفی شده‌اند. یک اندام نورزا Photophor شامل قسمت‌های زیر است:

در قسمت پایین از یک لایه سیاهرنگ تشکیل شده که از جنس مشیمیه چشم انسان است که این لایه نور را منعکس می‌کند و به آن Reflecting organ می‌گویند. بعد از این لایه سلول‌های نورساز قرار دارد (photogen). این سلول‌ها با استفاده از آنزیمی به نام Luciferase، پروتئینی به نام Luciferine را تجزیه می‌کنند که در نتیجه این تجزیه نوری تولید می‌شود که به آن نور سرد گویند. سپس یک لایه به نام فیلتر رنگی colour filter وجود دارد. روی این سه لایه را اندامی از جنس عدسی چشم انسان پوشانده است که به آن Lens می‌گویند. کل مجموعه درون محفظه‌ای به نام کپسول محافظ است. فیلتر رنگی نور خاصی را عبور می‌دهد که برای هر

ماهی نور متفاوتی است. اندام نورزا در ماهیان استخوانی از تغییر شکل بعضی از غده‌های مخاطی به وجود می‌آید که این اندام را اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک کنترل می‌کنند.

5- اندام الکتریکی Electriciorgan organ: اندام الکتریکی در ماهیان استخوانی و غضروفی وجود دارد و از تغییر شکل عضلات به وجود می‌آید. خصوصاً در قسمت‌هایی از عضلات که محل پایانه‌های عصب هستند (End plate). اندام الکتریکی از تغییر شکل صفحات انتهایی و محل اتصال عصب به عضله حاصل می‌شود. بنابراین تحت کنترل سیستم عصبی است. ولتاژ تولید شده در ماهیان مختلف تفاوت دارد. در Torpedo از ماهیان غضروفی حدود 500 ولت است و در ماهیان استخوانی مقادیر مختلفی گزارش شده از جمله در *Gymnotus* 260 ولت و در *Electrophours* چیزی حدود 400 ولت است. الکتریسیته تولید شده در ماهی‌ها بیشتر برای شکار کردن استفاده می‌شود و به وسیله آن شکار را بی‌حس می‌کنند و از فرار کردن آن جلوگیری می‌نمایند.

6- حس بویایی: حس بویایی در ماهیان استخوانی خصوصاً آن‌هایی که دید خوبی ندارند بسیار قوی شده است. مثلاً در ماهیانی که در اعماق دریا زندگی می‌کنند لوب‌های بویایی بسیار توسعه یافته و پیازهای بویایی نیز حجم زیادی را اشغال نموده‌اند. دو کپسول بویایی وجود دارد که توسط دو سوراخ مجزا (nostril) به بیرون راه دارند. پرده‌های غشایی منافذ بینی را چنان تقسیم کرده که معمولاً آب از یک طرف وارد شده و از طرف دیگر خارج می‌شود. در ابتدای کپسول بویایی سلول‌های حساس بویایی قرار گرفته‌اند که حالت چین-خورده‌ای پیدا کرده‌اند و پیام‌های تولید شده توسط این سلول‌های حساس، به پیاز بویایی و از آن‌جا به معده فرستاده می‌شود.

7- حس چشایی: حس چشایی در ماهیان استخوانی از جوانه‌های چشایی تشکیل شده است. Taset bud که در دهان و حلق فراوان هستند. بعضی ماهیان استخوانی barble دارند. که این barbleها فیلامنت‌های گوشتی هستند در دور دهان و به حس چشایی کمک می‌کنند. سلول‌های چشایی در بعضی از گونه‌های ماهیان در جاهای دیگر هم پراکنده هستند.

8- حس لامسه Touch sens: حس لامسه از راه دور توسط خط جانبی دریافت می‌شود ولی علاوه بر خط جانبی برای دریافت حس لامسه خصوصاً از راه نزدیک، در قسمت اپیدرم و درم تعداد زیادی سلول‌های حسی قرار دارند که این سلول‌ها مخصوص حس لامسه‌اند. این رسپتورها به شنا و تغذیه ماهی کمک زیادی می‌کنند. خصوصاً حس لامسه در فصل تخم‌ریزی (spawning) بسیار شدید و قوی می‌شود. زیرا چه در لقاح داخلی چه در لقاح خارجی ماهی‌های نر و ماده هنگام تخم‌ریزی به هم می‌چسبند. بنابراین حس لامسه نقش مهمی را در تخم‌ریزی بازی می‌کند. این سلول‌های حس لامسه با اعصاب نخاعی در ارتباطند.

Phylum: chordata, Subphylum: Vertebrata, Superclass: Gnathostomata, Class: Osteichthyes,

Subclass: Sarcopterygia, Order: Dipnoi

دوتنفسی‌ها در حال حاضر در دنیا با 3 جنس معرفی می‌شوند که همگی آن‌ها ساکن آب‌های شیرین و رودخانه‌ای هستند.

1- جنس *Neoceratodus* که در استرالیا زندگی می‌کند.

2- جنس *Protopterus* که در افریقا زندگی می‌کند (رودخانه‌های موسمی).

3- جنس *Lepidoserin* که در رودخانه بزرگ آمازون در آمریکای جنوبی به سر می‌برد.

این ماهی‌ها دارای بدن تخت هستند. ابتدا و انتهای بدن تفاوت زیادی با هم ندارد. خط جانبی، بدن آن‌ها را تقریباً به دو نیمه مساوی تقسیم کرده، دارای

فلس‌های سیکلوئید هستند. این ماهیان در پالئوزوئیک به وجود آمده‌اند و بعد در مسیر تکامل در رودخانه‌های آب شیرین ساکن شده‌اند. دارای دو تنفس آبی و هوایی هستند. در شرایط مناسب از آبشش‌ها استفاده می‌کنند و وقتی محیط نامساعد شود و آب رودخانه خشک شود دسته جمعی دور هم جمع می‌شود و بدنشان را در گل و لای کف رودخانه خشک شده به طور عمودی فرو می‌برند و فقط سر آن‌ها بیرون می‌ماند. در این حالت به وسیله دهان هوا را می‌بلعند و از اکسیژن موجود در آن استفاده می‌کنند. در این حالت اوپر کولوم بسته است. گفته می‌شود مثانه شناور این جانوران به شش تبدیل می‌شود و در این حالت به آن کیسه هوایی می‌گویند که نمو زیادی پیدا کرده و تا قسمت‌های انتهایی بدن هم کشیده می‌شود. درون کیسه هوایی اتاقک‌هایی به وجود می‌آید و شبکه‌های مویرگی روی آن عمل تبادلات گازی را به خوبی انجام می‌دهند. در بعضی از این ماهی‌ها جدار شش‌ها دارای عضلاتی است و این تصور را به وجود می‌آورد که شش در این ماهی‌ها از مری مشتق شده است. این حالت در جنس *Lepidoserin* به خوبی دیده می‌شود.

دوتنفسی‌ها در حالت عادی و زمانی که درون آبند، از آبشش‌ها استفاده می‌کنند. مسیر گردش خون همان مسیر گردش خون ماهی‌های استخوانی است. یعنی از قلب، آئورت شکمی خارج شده که محتوی خون سیاهرگی است. آئورت شکمی به هر آبشش یک انشعاب می‌فرستد و پس از تبادل گازهای تنفسی در آبشش‌ها خون سرخرگی وارد آئورت پشتی شده و به هر عضو یک انشعاب می‌دهد. وقتی که آب رودخانه خشک می‌شود و جانور از شش‌ها استفاده می‌کند مسیر گردش خون عوض می‌شود (ماهیان دوتنفسی به دو جهتی بودن مسیر گردش خون مشهورند). به این ترتیب آئورت شکمی خون را به آبشش‌ها هدایت نمی‌کند. بلکه در این حالت یک سرخرگ، درون شش انشعابات متعددی ایجاد می‌کند و تولید شبکه مویرگی می‌نماید و تبادلات گازی صورت می‌گیرد. خون سرخرگی توسط دو انشعاب سرخرگی دیگر وارد آئورت پشتی می‌شود و مسیر خود را همان طور که قبلاً گفته شد ادامه می‌دهد.

ماهیان دوتنفسی دارای باله گوشتی‌اند و حتی دیده شده که از این باله‌های گوشتی برای راه رفتن روی خشکی هم استفاده شده است.

اسکلت محکم‌تر است و عادت به خشکی پیدا کرده است. تغذیه در ماهیان دوتنفسی وقتی تنفس هوایی دارند تقریباً قطع می‌شود. چون کلیه حرکات و

جنبش‌های این ماهیان در این زمان از بین رفته است و سیستم تنفسی آن‌چنان ناقص است که اکسیژن کافی برای حرکات و جنبش‌های تغذیه ای وجود ندارد.

انواع آویختگی در جانوران (Suspension):

در هر جانور آرواره‌ها به نوعی به جمجمه متصل شده است که به حالت آن آویختگی گفته می‌شود. این آویزان شدن آرواره به جمجمه، تیپ‌های خاصی دارد.

1- آویختگی نوع Amphistylic: این حالت در ماهیان غضروفی، خصوصاً ماهیان غضروفی پست (*Hexanchus*) به طور زیاد دیده می‌شود.

در این حالت آرواره فوقانی توسط زائده otic که روی کپسول otic است و هم چنین استخوان هیوماندیبولر به Neuro cranium (جمجمه) متصل است و عملاً اتصال از دو نقطه برقرار است. این اتصال دوگانه تحرکی خاص برای جمجمه دارد.

2- آویختگی نوع Hyostylic: این تیپ آویختگی در تعدادی از کوسه‌ماهیان مثل *scylohinus* و در ماهیان استخوانی به جز دوتنفسی‌ها رایج است. حالتی است که در آن اتصال آرواره به جمجمه از طریق استخوان petrygoid و فقط توسط Hyomandibulaire و زردپی‌ها انجام می‌گیرد. در واقع Hyomandibulaire اتصال را تقویت می‌کند و آرواره فوقانی به تنهایی رابطه مفصلی با جمجمه ندارد. بنابراین قدرت تحرک فوق‌العاده‌ای دارد و حیوان را قادر به انجام حرکات گوناگونی می‌کند.

3- آویختگی نوع Autostylic: در ماهیان دوتنفسی و تتراپودا رایج است. در این تیپ هیوماندیبولر نقشی در آویختگی ندارد و عملاً آویختگی توسط 3 زائده دیگر انجام می‌گیرد: 1) زائده otic روی کپسول شنوایی؛ 2) زائده پایه جمجمه Basal؛ 3) زائده Acident. چنین به نظر می‌رسد که در این تیپ، آرواره به سختی به جمجمه متصل شده و حالت جوش خورده‌ای پیدا کرده است.

در یک تقسیم‌بندی دیگر شاخه کوردها را به دو زیر شاخه تقسیم می‌کنند: الف) آبزیان (pisches) و ب) چهارپایان خشکی زی (Tetrapoda). Tetrapoda گروهی از جانوانند که توانایی بیرون آمدن از آب را پیدا کرده‌اند و توانسته‌اند بر مشکلات زندگی در خشکی فائق شوند. شامل 4 رده هستند که عبارتند از:

1- دوزیستان (Amphibia)

2- خزندگان (Reptilia)

3- پرندگان (Aves)

4- پستانداران (Mammalia)

Phylum: Chordata, Subphylum: Tetrapoda, Class: Amphibia

مرحله‌ای از زندگی را درون آب زندگی می‌کنند و مرحله بعد از دگردیسی را درون خشکی به سر می‌برند. حدود 2000 گونه از آن‌ها شناسایی شده است. اولین چهارپایانی هستند که آب را ترک کرده‌اند و به زندگی در خشکی پرداخته‌اند. اجداد دوزیستان *ostegocephalia* هستند که از گروهی از ماهی‌ها مشتق شده‌اند. برخی از خصوصیات این گروه عبارتند از: 1) دارای فلسند، درحالی‌که دوزیستان فلس ندارند؛ 2) یک کندیل پس‌سری دارند، درحالی‌که دوزیستان 2 کندیل پس‌سری دارند؛ 3) دوازده زوج عصب جمجمه‌ای دارند، درحالی‌که دوزیستان 10 زوج عصب جمجمه‌ای دارند؛ 4) فاقد فرورفتگی گیج‌گاهی هستند، درحالی‌که دوزیستان دارای فرورفتگی گیج‌گاهی می‌باشند. به طور کلی چنین به نظر می‌رسد که با توجه به صفات گفته شده، دوزیستان عملاً دچار یک پس‌روی تکاملی شده‌اند.

برخی از صفات کلی و مهم دوزیستان:

1- اسکلت اغلب استخوانی است. تعداد مهره ها متغییر است. در برخی دنده وجود دارد که دنده های واقعی نیستند و به استخوان جناغ متصل نیست. اسکلت خارجی ندارند.

2- شکل بدن بسیار متغییر است از تنه طویل با سر، گردن و دم مشخص تا بدن فشرده و متراکم که به سر لحیم شده و بدون گردن مشخص می باشد.

3- دست و پا معمولاً "چهار عدد" (تتراپود) است. برخی فاقد پا هستند. دستها معمولاً "کوچکتر از پاها هستند. در برخی دست و پا همگی کوچکند. پاها اغلب پرده ی شنا دارند. ناخن و یا چنگال وجود ندارد.

4- پوست نرم و مرطوب و دارای غدد بسیار است. برخی از غدد ممکن است سمی باشند، سلولهای رنگی (کروماتوفورها) معمولاً با تنوع قابل توجهی وجود دارند. فلس ندارند به استثنای پولک های پوستی مخفی در برخی گونه ها.

5- دهان معمولاً بزرگ با دندانهای کوچک در آرواره ی بالا و یا هر دو فک است. دو سوراخ بینی به قسمت قدامی حفره دهانی باز میشود.

6- تنفس به وسیله ریه ها صورت می گیرد (برخی سمندر ها فاقد آنند). پوست و در برخی موارد آبشش نیز در تنفس دخالت دارند. آبشش خارجی مراحل لاروی ممکن است در سراسر زندگی باقی بمانند.

7- دستگاه گردش خون دارای قلب سه حفره ای است. دو دهلیز و یک بطن دارد. پوست دارای عروق خونی فراوان است.

8- اکتوترمال یا خونسرد هستند.

9- اندام های دفعی شامل کلیه های مزونفریک هستند. اوره فرآورده ی دفعی مواد ازته است.

10- ده جفت اعصاب مغزی دارند.

11- جنسها از هم مجزا هستند. در بیشتر موارد سمندرها و سیسیلیان ها لقاح داخلی دارند. در قورباغه ها و وزغ ها لقاح اغلب خارجی است. دگرذیسی معمولاً وجود دارد. تخم های مزولسییتال با پوشش غشایی ژله مانند دارند.

الف) ریخت شناسی (Morphology) دوزیستان

درجه حرارت بدن متغییر بوده و تابع حرارت محیط است. پوست دارای غده های موکوسی و سمی فراوان می باشد که غدد موکوسی بدن را مرطوب می کند و غدد سمی برای دفاع می باشد. دوزیستان بالغ دارای اندام های حرکتی زوج هستند و در پا 5 و در دست 4 انگشت دارند. از نظر تولیدمثلی معمولاً دارای لقاح خارجی اند و دارای یک مرحله دگرذیسی می باشند که بعد از آن در خشکی زندگی می کنند. تخمها از نوع Mesolecithal هستند. ستون مهره ها دارای قسمت های مختلف است که شامل مهره های گردنی، سینه ای، کمری، خاجی و دمی است. گوش میانی از دوزیستان به بعد به وجود می آید. در خزندگان آثار گوش خارجی دیده می شود. در پرندگان نیز آثار گوش خارجی دیده می شود و در پستانداران گوش خارجی کاملاً مشاهده می شود. برخی دوزیستان زندهزا هستند.

ساختمان پوست در دوزیستان:

پوست از یک لایه نازک شاخی تشکیل شده که اصلاً می‌توان گفت پوشش شاخی ندارند. بدن فاقد فلس است و پوست بسیار لطیف و لزج می‌باشد. عمده‌ترین ساختارهای پوستی در دوزیستان، رنگدانه‌ها در قسمت درم و اپیدرم و خصوصاً ناحیه درم وجود دارند. در پوست دوزیستان سه نوع رنگدانه وجود دارد:

- ۱- کروماتوفورها که سلول‌های ستاره‌ای شکل هستند و مواد درونشان ملانوفور می‌باشد. معمولاً ملانوفورها رنگ قهوه‌ای تیره دارند که از ملانین ساخته شده‌اند. وقتی ملانین در پوست پخش شود رنگ پوست تیره می‌شود و اگر جمع شود پوست روشن می‌شود.
 - ۲- لیپوفورها که همراه با چربی می‌باشند. معمولاً رنگ قرمز به جانور می‌دهند و گاهی هم رنگ زرد را ایجاد می‌کنند که رنگ زرد را گزانتوفور و رنگ قرمز را اریتروفور می‌گویند.
 - ۳- گوانوفورها که درون سلول‌های خاصی بنام Iridocytes قرار دارند. این‌ها عملاً به انعکاس نور کمک می‌کنند. و رنگدانه خاصی نیستند. از گوانین ساخته شده‌اند. طول موج‌های خاصی توسط انواعی از این رنگدانه‌ها منعکس می‌شود.
- نور با طول موج بلند به وسیله ملانوفورها جذب می‌شود و به وسیله گوانوفورها منعکس می‌شود. کار لیپوفورها بیشتر جلوگیری از ورود نور آبی است و فقط نور سبز منعکس می‌کنند. به همین دلیل است که رنگ سبز در قورباغه بیش‌تر دیده می‌شود. مکانیسم تغییر رنگ در قورباغه تحت تأثیر هورمون‌هاست. ولی در ماهی‌ها تحت تأثیر سیستم عصبی می‌باشد.
- از دیگر ساختارهای درون پوست دوزیستان که پیشرفت کرده انواع غده پوستی است که دو تیپ عمده هستند:

1- غده موکوسی (Mucus gland)

2- غدد سمی (poison gland)

غدد موکوسی به تعداد بسیار زیاد درون پوست هستند که با ترشحات خود پوست را مرطوب می‌کنند تا تنفس پوستی به راحتی انجام گیرد. تنفس پوستی 50٪ تنفس دوزیستان را شامل می‌شود. این غدد تک‌سلولی یا چندسلولی هستند. غدد سمی در انواعی از دوزیستان دیده می‌شود (خصوصاً دوزیستان بی‌دم) که در نواحی خاصی از بدن تجمع پیدا می‌کنند. مثلاً در جنس Bufo در پشت سر غدد زهری (که آن‌ها را غدد parotoid می‌نامند) دیده می‌شود که بیشتر نقش دفاعی دارند و عملاً مجرای برای ترشح زهر ندارند. ولی از شکار شدنشان توسط جانوران دیگر جلوگیری می‌کند. زیرا با شکار این‌ها جانور شکارچی دچار مسمومیت می‌شود. این غدد می‌توانند تک سلولی یا چند سلولی باشند. ماده دیگری در پوست دوزیستان ترشح می‌شود که شیری رنگ، لزج، بدبو و بدمزه است. این ماده نقش دفاعی دارد. خصوصاً در آن‌هایی که غدد parotoid ندارند.

ب) دستگاه اسکلتی (Skeleton system) دوزیستان

شامل سه قسمت است:

1- اسکلت سری (Cephalic Skeleton): که شامل دو بخش است؛

a. جمجمه‌ای (Neurocranium): اسکلت جمجمه‌ای در دوزیستان تا حد زیادی غضروفیست. نسبت به ماهیان غضروفی تغییر زیادی پیدا کرده که ادغام استخوان‌هاست. لازم به ذکر است قسمت پس سر جمجمه بیش‌تر استخوانی شده است.

استخوان occipital به سمت عقب، تشکیل دو زائده را می‌دهد به نام Exooccipital که همان کندیل‌های پس سری می‌باشند و به اولین مهره گردنی متصل می‌شوند. به قول کنت، استگوسفال‌ها که اجداد دوزیستان هستند دارای سه کندیل پس سری بوده و به قول یانگ یک Condayle پس سری داشته‌اند. در جمجمه دوزیستان حفره بویایی، کپسول شنوایی و کپسول بینایی (حدقه) کامل است. خصوصاً در قسمت پایین حدقه استخوان squamosal حفره چشمی را کامل کرده است. در جلو حفره چشمی استخوان ethmoid قرار دارد که در اشتراک با استخوانی که قسمت عقب حفره بینی را می‌سازد می‌باشد و مجموعاً استخوان spheno-ethomid را تشکیل داده است. سقف جمجمه دارای دو استخوان parietal و یک استخوان پیشانی است.

b. احشائی (Viseral): این اسکلت در لاروها تکامل بیشتری دارد. از قوس‌های برانشیایی تشکیل شده و تشکیل اسکلت آبششی را

می‌دهد. ولی در بالغین تحلیل رفته و جزء کوچکی را تشکیل می‌دهد. قوس هیوئید تحلیل رفته هیوماندیولر به گوش داخلی تبدیل می‌شود. استخوان هیوئید که یک حالت غضروفی دارد به شکل چهارگوش در انتهای زبان، اسکلت زبانی را تشکیل می‌دهد. آرواره بالا از Maxilla و Premaxilla تشکیل شده است. Premaxilla غضروفی و Maxilla اندکی استخوانی شده است. آرواره پایین (ماندیبول) از تشکیلات غضروف Meckel نتیجه می‌شود و دارای دو قسمت Dentaier و articulaier می‌باشد. استخوان مربعی و استخوان jugal به سقف کام متصل شده‌اند. هیوماندیولر تقریباً تحلیل رفته است. نوع آویختگی Autostylic است که آرواره‌ها به طور محکمی به جمجمه متصل شده‌اند.

2- اسکلت محوری (Axial Skeleton): اسکلت محوری در دوزیستان از ستون فقرات که شامل 10 مهره است تشکیل شده است. یک مهره گردنی، هفت مهره پشتی و یک مهره خاجی sacral که دارای دو زائده افقی است. این دو زائده با استخوان تهیگاهی (Ilium) از کمر بند لگنی مفصل‌بندی می‌شود. در انتهای ستون مهره‌ها یک استخوان دمی وجود دارد بنام Urostyle که استخوان دراز و باریکی است و از 5 قطعه استخوان در دوره جنینی تشکیل شده است. این قطعات در نمونه‌های بالغ بهم پیوسته و Urostyle را به وجود آورده‌اند. مهره‌ها نمو زیادی پیدا کرده‌اند. تقریباً غیر از دو مهره آخر همه هم‌شکلند و هر مهره دارای دو زائده عرضی است. در دوزیستان دنده واقعی وجود ندارد ولی زواید عرضی تا حدی شبیه دنده است. استخوان جناق برای اولین بار در دوزیستان به وجود آمده و شامل 4 قسمت است. دو قسمت آن در بالای محل اتصال کمر بند شانه‌ای است و دو قسمت در پایین. دو قسمت بالایی یکی غضروف prezonal Cartilage و دیگری استخوان prezonal است و دو قسمت پایینی یکی خود استخوان sternum (جناغ) و دیگری یک غضروف دو شاخه xiphisternum می‌باشد.

جناغ در دوزیستان تشکیل قفسه سینه را نمی‌دهد، برای این‌که دنده‌ای وجود ندارد. پرده دیافراگم هم ندارند. ضمناً ارزش مهم قفسه سینه در دستگاه تنفس است که دوزیستان با وجود تنفس پوستی به آن احتیاج ندارند.

3- اسکلت اندامی (Limbs Skeleton): شامل اندام‌های جلویی و عقبی است که هر کدام از تشکیلات خاصی درست شده‌اند.

اندام جلویی: از کمر بند سینه‌ای یا شانه‌ای تشکیل شده که این کمر بند 3 استخوان دارد: الف) Coracoid؛ ب) Clavicle؛ ج) Scapula.

در محل اتصال این استخوان‌ها، حفره‌ای به نام حفره glenoid به وجود آمده که سر استخوان بازو در آن قرار می‌گیرد. ضمناً در کمر بند شانه‌ای بعضی از دوزیستان استخوانی به نام cleithrum وجود دارد که با درزی از استخوان coracoid جدا می‌شود. بعد از pectoral girdle، استخوان بازو (Humerus) قرار دارد که با زائده سری خود به درون حفره glenoid مفصل شده است. در انتهای دیگر مفصل آرنج (elbow) را می‌سازد. بعد از مفصل آرنج دو استخوان Radios و ulna (زند زیرین و زند زیرین) قرار دارند که چون این دو استخوان در دوزیستان به هم متصلند به آن‌ها radio-ulna می‌گویند. البته استخوان ulna را در جانوران cubitus هم می‌گویند.

این دو قسمت radio-ulna تشکیل ساعد را می‌دهند. بعد از ساعد مچ (carpus) قرار گرفته که از دو ردیف سه تایی استخوان تشکیل شده است. بعد از مچ، کف دست Metacarpals قرار دارد که از 4 استخوان کشیده و دراز تشکیل گردیده. در انتها انگشتان phalanges قرار دارند. انگشت یک و دو، سه بند دارند و انگشت سه و چهار، چهار بند.

اندام عقبی: این اندام از کمر بند لگنی pelvice girdle تشکیل شده که این کمر بند از سه استخوان ilium، pubis و Ischium به وجود آمده است. استخوان تهیگاهی استخوان بلند است که قسمت اصلی pelvic girdle را به وجود آورده و از یک طرف به استخوان sacral و از طرف دیگر با دو استخوان شرمگاهی pubis از سطح شکمی، و Ischium (نشیمن‌گاهی) از سطح خلفی، تشکیل حفره‌ای به نام cotiloid یا Acetabulum می‌دهد. سر استخوان ران (femur) درون این حفره قرار دارد. بعد از کمر بند لگنی، استخوان ران قرار دارد که با زائده سری به حفره Acetabulum متصل است. از انتهای دیگر، مفصل زانو را به وجود می‌آورد. بعد از زانو، ساق پا Tibia (درشت نی) قرار دارد. در بعضی دوزیستان و در جانوران بالاتر همراه با fibula (نازک نی) می‌باشد. در دوزیستان fibula در Tibia ادغام شده است.

بعد از ساق، مچ پا Tarsus قرار دارد که از دو استخوان قوزک داخلی (Astragalus) و قوزک خارجی (Calcaneum) تشکیل شده است. بعد از مچ، کف پا (metatarsus) می‌باشد که از 5 استخوان کشیده و بلند تشکیل شده و در انتها 5 انگشت به آن متصلند (Phalanges). انگشت 1 و 2، هر کدام دو بند، شماره 3 و 5 سه بند و شماره 4، چهار بند دارد.

ج) دستگاه عصبی (Nervous System) دوزیستان: این دستگاه از مغز و نخاع تشکیل شده. مغز از جلو شامل یک زوج عصب بویایی است. بعد از لوب بویایی مشخص قرار گرفته و سپس نیم‌کره‌های مغز و برجستگی‌های دوگانه قرار دارد. در فاصله بین نیم‌کره‌ها و برجستگی‌های دوگانه، Epiphys قرار دارد و در زیر برجستگی‌های دوگانه، کیاسمای بینایی (chiasma optic) قرار می‌گیرد. بعد از برجستگی‌ها نوار باریک مخچه (Cerebellum) است و در انتها بصل‌النخاع قرار گرفته و بعد هم نخاع شوکی.

در دوزیستان و ماهیان استخوانی، 10 زوج عصب مغزی وجود دارد.

اندام‌های حسی در دوزیستان:

1- شنوایی:

گوش میانی برای اولین بار در دوزیستان به وجود آمده که به وسیله مجرای عریضی به حلق مربوط می‌شود. این مجرا توسط پرده‌ای مسدود می‌شود و این پرده به وسیله یک استخوان کشیده به نام Columella به پرده صماخ (Tympanum) متصل می‌شود. از طرف

دیگر هم به دریچه بیضی در گوش داخلی وصل است. در طرفی که به دریچه بیضی متصل است دارای یک برجستگی است به نام اپرکولوم و در طرفی که به پرده صماخ وصل است برجستگی دیگری دارد به نام کاپیتولوم. *Columella* دارای عضلاتیست که باعث حرکتش می‌شوند. قسمت اعظم *columella* غضروفی است.

از اعضای دیگری که در گوش داخلی قرار دارند، یک اوتریکول بزرگ و حجیم است که سه مجرای نیم‌دایره‌ای روی آن قرار گرفته‌اند. بعد ساکول می‌باشد که به شکل کیسه‌ای است. در دوزیستان، *Lagena* بسیار پیشرفته‌تر از ماهیان است و متمایل به ستون مهره‌هاست. در دوزیستان دم‌دار مثل سمندر، گوش داخلی و پرده صماخ تحلیل رفته و تقریباً وجود ندارد. شیپور استاش هم بسیار تحلیل رفته است. این‌ها فقط دارای استخوان *Columella* هستند که از جلو، برجستگی اپرکولوم را ساخته و به دریچه بیضی متصل است و توسط عضلاتی متحرک می‌شود. *Columella* در این جانوران به استخوان *squamosal* و استخوان *platoquatre* متصل است. همچنین قسمت اپرکولوم توسط ماهیچه‌ها به استخوان *suprascapula* ارتباط دارد. قورباغه‌ها خصوصاً در فصل جفت‌گیری شنوایی خوبی دارند.

2- بینایی: چشم در دوزیستان با ماهی‌ها اختلافاتی دارد و می‌توان گفت چشم دوزیستان حد واسط ماهی‌ها و مهره‌داران عالی است. عدسی دارای دو قسمت داخلی و خارجی است. سطح داخلی عدسی (*lens*) نسبت به ماهی‌ها تحدب کمتری دارد و تقریباً عدسی به طور کامل در پشت مردمک (*pupil*) قرار گرفته. در چشم دوزیستان اثری از جسمک هالر دیده نمی‌شود. مشیمیه (*choroid*) توسط یک پرده نقره‌ای پوشیده شده است. قسمت اعظم صلبیه *sclerotic coat* غضروفیست. تطابق به وسیله ماهیچه‌های شکمی یا ماهیچه‌های فوقانی - تحتانی که از یک‌طرف به صلبیه و از طرف دیگر به عدسی متصل‌اند صورت می‌گیرد. در چشم دوزیستان، الیاف نگهدارنده *falciform* وجود دارند. جسم مژه‌ای که عدسی را احاطه کرده با جلو و عقب بردن عدسی به تطابق کمک می‌کند.

چشم در بعضی دوزیستان مثل خانواده *pipidae* قادر است 360° بچرخد. هم در جهت عقربه‌های ساعت هم عکس آن. چشم دوزیستان توسط سه پلک محافظت می‌شود: الف) پلک بالایی که ضخیم و دارای رنگدانه است؛ ب) پلک پایینی که شفاف‌تر است و تحرک بیش‌تری دارد؛ ج) غشاء شفافی که از سطح پایینی چشم به بالا کشیده شده و تمام قرنیه را می‌پوشاند و در هنگام شنا مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پلک به پلک سوم (*Nictitating membrane*) معروف است.

غده‌ای در گوشه چشم دوزیستان وجود دارد که ماده‌ای روغنی ترشح می‌کند و حالت لزج و براقی به چشم می‌دهد. این غده را *Harderian* می‌نامند.

3- خط جانبی (Lateral Line): در لارو تمام دوزیستان خط کناری وجود دارد. در صورتی که در افراد بالغ و خصوصاً دوزیستان بی‌دم، خط کناری از بین می‌رود. فقط در جنس *pipa* خط کناری در دوره بلوغ هم دیده می‌شود. خط کناری در دوزیستان سطحی است و مانند ماهی‌ها از دو خط منظم تشکیل نشده. بلکه دارای خطوط نامنظمی در روی سر، دور چشم‌ها و اطراف بدن می‌باشد. اعضای تشکیل دهنده بدین صورت‌اند:

یک فرورفتگی که در قسمت عمقی آن سلول‌های نگهدارنده و سلول‌های حساس مژه‌دار همانند *Neuromastes* وجود دارد. از این سلول‌های حساس، رشته‌های عصبی خارج شده و به عصب خط کناری متصل می‌شود. آزمایش نشان داده که در *xenopus* خط کناری می‌تواند تغییر حرارت 2 تا 3 درجه را درک کند. در *Treton* خط کناری تشکیل شده از خطوطی در ناحیه دم که به طور نامنظم قرار

گرفته‌اند و همچنین یک خط طولی در ناحیه شکمی و ناحیه پشتی و خطوطی دور چشم و روی پوزه که پیام‌های خط کناری را دریافت می‌کنند. حیوان با وجود آن‌ها نسبت به تغییرات آب (شوری و شیرینی) و جریانات مختلف آب حساسیت پیدا می‌کند.

4- بویایی (Olfactory): از دو کپسول بویایی تشکیل شده که با دو سوراخ به بیرون باز می‌شود. در عمق کپسول‌های بویایی، سلول‌های اپی تلیومی مژه‌دار حساسی قرار دارند که پیام‌های بویایی را دریافت می‌کنند و این پیام‌ها را از طریق عصب بویایی o.nerve به مغز منتقل می‌کنند. سوراخ بینی در دوزیستان به سقف دهان راه دارد. بنابراین علاوه بر نقش بویایی دارای ارزش تنفسی نیز هست.

5- Vomeronasal) Jacobson's organs: این اندام در دوزیستان به وجود آمده و در خزندگان پیشرفت کرده است. Jacobson's organs اندامیست در سقف دهان، نزدیک سوراخ حفره بویایی. سطح این اندام که به صورت یک حفره است از سلول‌های اپی تلیوم بویایی پوشیده شده است. بنابراین نقش تقویت کننده حس بویایی را دارد.

6- چشایی: سلول‌های چشایی در دهان پخش شده‌اند. روی آرواره نیز یافت می‌شوند. به علاوه یک شبکه پخش شده از سلول‌های چشایی نیز در پوست وجود دارد.

7- گیرنده‌های پوستی: در پوست انواع مختلفی از رسپتورهای حرارتی و لامسه دیده می‌شود که بسیاری از آن‌ها ساختاری مثل خط کناری دارند. در بعضی حالات و در بعضی نمونه‌های دوزیستان، رسپتورهای پوستی دور هم جمع شده‌اند و درون حفره‌ای قرار گرفته‌اند. مانند خط کناری و کاری مشابه خط کناری برای جانور بالغ انجام می‌دهند. چشم سوم در دوزیستان هم وجود دارد که به طور معمول خیلی فعال نیست و فقط در بعضی دوزیستان شدت نور را درک می‌کند.

د) دستگاه تنفسی (Respiratory system) دوزیستان

در دوزیستان دو سیستم تنفسی وجود دارد: 1- سیستم دوران لاروی؛ 2- سیستم دوران بلوغ.

در دوره لاروی دستگاه تنفس از برانشی‌ها و آبشش‌ها تشکیل شده و دارای اپرکولوم است. تبادلات گازهای تنفسی توسط آبشش‌ها صورت می‌گیرد. با توجه به این‌که پوست دوزیستان مرطوب است و اکسیژن در بیرون پوست بیشتر از مویرگ‌های زیر پوست است و به دلیل نفوذپذیری زیاد پوست، اکسیژن از پوست عبور کرده وارد شبکه مویرگ‌های زیر پوست می‌شود. CO_2 هم از مویرگ‌ها و سپس پوست خارج می‌شود. تا مدت‌ها تصور بر این بود که خشک شدن پوست دوزیستان و مرگ ناشی از آن، در اثر کمبود اکسیژن و خفگی صورت می‌گیرد. ولی اخیراً آزمایشات نشان داده که عامل اولیه مرگ دوزیستان که پوستشان خشک شده، بهم خوردن تعادل یونی بدن است و این نقش بسیار مهم پوست دوزیستان را در تبادلات یونی بین بدن و محیط خارج نشان می‌دهد که با خشک شدن پوست، این تعادل به هم می‌خورد و باعث مرگ آن‌ها می‌شود.

تنفس از طریق شش، نوع دیگری از تنفس در دوزیستان است. این نوع، که 50٪ کار تنفس در دوزیستان را انجام می‌دهد، توسط شش‌های نه چندان پیشرفته‌ای انجام می‌گیرد که در دوزیستان بی‌دم، تعداد آن‌ها دو عدد است. در اصل یک کیسه هوایی‌اند تا یک شش واقعی. داخل آن‌ها اتاقک‌های فراوانی قرار دارد. از بیرون سطح آن‌ها پوشیده از شبکه‌های مویرگی است.

خون توسط قلب با دو سرخرگ ششی به سطح شش منتقل شده، در این شبکه مویرگی تبادل گازها انجام می‌گیرد. خون تصفیه شده توسط دو سیاهرگ ششی به قلب برمی‌گردد.

در دوزیستانی که در خواب زمستانی به سر می‌برند، بدن چندان مرطوب نیست که از آن برای تنفس پوستی استفاده کنند و عمل بلعیدن هوا و تنفس ششی نیز صورت نمی‌گیرد. دوزیست در این حالت، مدت خواب زمستانی را با استفاده از ذخیره هوایی داخل شش‌ها به سر می‌برد. زیرا در این حالت فعالیت زیادی ندارند و نیاز چندانی به تنفس پیدا نمی‌کنند.

مکانیسم تنفس ششی به این صورت است که: ابتدا هوا توسط دهان بلعیده شده یا توسط سوراخ‌های بینی وارد حفره دهانی می‌شود. در نتیجه غشاء گلویی به پایین کشیده می‌شود. در مرحله بعد، سوراخ بینی و دهان بسته می‌شود و غشاء پایین رفته به حالت اول بر می‌گردد. در نتیجه با بسته بودن دهان و بینی و با فشاری که به هوا وارد می‌شود، هوا شکاف گлот را باز کرده و وارد شش‌ها می‌شود. شش‌ها در قورباغه تقریباً فاقد نای است و به دو طرف غضروف تشکیل دهنده گлот متصل است.

گفته می‌شود نوع دیگری تنفس در دوزیستان وجود دارد معروف به تنفس گلو-حلقی که در این حالت تنفس توسط شبکه‌های مویرگی در گلو و حلق و با حرکت خاص این اعضا انجام می‌گیرد.

ه) دستگاه گوارشی (Digestive system) دوزیستان

در جلو از دهان تشکیل شده که در سقف دهان، سلول‌های مژه‌دار لرزانی وجود دارد. زبان در ابتدا چسبیده و در انتها آزاد است. در جنس Rana، زبان دو شاخه است. روی زبان مایع لزج و چسبنده‌ای قرار دارد که حشرات به آن می‌چسبند. در سقف دهان جنس Rana، دو ردیف دندان به نام دندان‌های Vomerine Teeth وجود دارد که جنس Bofo فاقد آن‌هاست. بعد از دهان، مری (Esophagus)، معده (phloric) v شکل، بعد روده کوچک (small Intestine)، روده بزرگ (Large intestine) و راست روده قرار دارد که نهایتاً به cloaca ختم می‌شود. روده دوزیستان در دوره لاروی بسیار طولی‌تر از دوزیستان بالغ است. چون گیاه‌خوارند و غذای گیاهی دیر جذب می‌شود. ضمائم دیگر دستگاه گوارش عبارتند از:

- پانکراس منشعب (pancreas) که در ابتدای روده کوچک قرار دارد؛

- کبد (Liver) دولوبی؛

- کیسه صفرا (Gall Blader) که مجرای صفراوی وارد روده کوچک می‌شود.

و) دستگاه دفع و تولیدمثل (Urogenital system) دوزیستان

کلیه‌ها در دوزیستان Mesonephrous است. مواد دفعی در دوره لاروی، آمونیاک و در دوره بلوغ اوره است. دستگاه دفع از دو کلیه تشکیل شده که توسط دو مجرای Mesonephrous یا میزنای، مواد دفعی را وارد cloaca می‌کند. در دوزیستان یک مثانه (Bladder) دولوبی وجود دارد که از کلواک مشتق شده پس منشأ آندودرمی دارد. مواد دفعی وارد شده به cloaca از طریق میزنای (Ureter) وارد Bladder می‌شود (میزنای مستقیماً به مثانه راه ندارد). در آن‌جا ادرار انبار شده و با انقباض عضلات مثانه، به طور جهشی دفع می‌شود. غده فوق کلیوی (Adrenal gland) به صورت دو نوار زرد رنگ روی کلیه‌ها قرار دارند.

دستگاه تولیدمثلی در جنس نر از دو Testis تشکیل شده که سفید یا شیری رنگ هستند. از تستیس‌ها مجاری ریزی خارج شده که وارد کلیه می‌شوند. این مجاری درون پرده‌ای به نام Mesorchium قرار دارند. به این مجاری Afferent می‌گویند که سلول‌های جنسی را وارد کلیه می‌کنند.

از طریق مجاری کلیوی، سلول‌های جنسی وارد کلوک می‌شوند و از منفذ کلوک به بیرون ریخته می‌شوند. در دوزیستان مجرای ادراری و تناسلی یکی است و همان مجرای مزونفروس است (در جنس نر؛ Mesonephrous = Ureter = Spermiduct).

زمانی که مزونفروس، سلول‌های جنسی را منتقل می‌کند، سلول‌های جنسی مستقیماً از کلوک به بیرون ریخته می‌شوند و موقعی که ادرار منتقل می‌کند، منفذ کلوک بسته می‌باشد و ادرار وارد مثانه می‌شود. بنابراین سلول‌های جنسی و ادرار هیچ‌گاه با هم مخلوط نمی‌شوند.

روی Testis ها اندامی به نام fatbody (اندام چربی) وجود دارد که نقش تغذیه دارد. روی Testis و پایین‌تر از محل اتصال اندام چربی، برآمدگی کوچکی وجود دارد به نام جسم Bidder. اگر با یک عمل جراحی تستیس برداشته شود این جسم رشد می‌کند و جنسیت قورباغه را عوض می‌کند. این موضوع نشان می‌دهد پتانسیل دوجنسی در این‌ها وجود دارد.

در جنس ماده دو تخمدان (Ovaries) وجود دارد. بین تخمدان و کلیه ارتباط ساختمانی وجود ندارد (ارتباط عملی بیولوژیکی وجود ندارد) و مجاری آن‌ها مستقل از هم می‌باشند. مزونفروس مجرای ادراری است.

در زیر بغل، روی تخمدان‌ها که در فصل تولید مثل خیلی رشد می‌کنند، شیپور فالوپ قرار دارد که بعد از آن Oviduct طویل و پیچ‌خورده‌ای وجود دارد. انتهای اویداکت متورم شده و قسمتی به نام Ovisac را به وجود آورده که محل انبار شدن تخمک‌هاست. در نهایت Ovisac به Cloaca ختم می‌شود. روی تخمک‌ها در مسیر عبور از اویداکت و Ovisac، یک غشاء ژله‌ای رنگی چند لایه ترشح می‌شود که اعمال مهمی را انجام می‌دهد. از جمله نقش حفاظت در برابر نور، حفظ تعادل گرمایی، ایجاد محیط مناسب از لحاظ رطوبتی و حفاظت از تخمک‌ها و جلوگیری از خورده شدن آن‌ها توسط جانوران دیگر (بدبو و بدمزه است).

لقاح خارجیست. پس از مدتی از تخم لقاح یافته یک لارو خارج می‌شود که به آن Tad pole یا Tetard می‌گویند که دارای آبشش‌های خارجی و چند مرحله زندگی لاروی است. پس از آن دچار دگردیسی شده و به جانور بالغ تبدیل می‌شود.

ز) دستگاه گردش خون (Circulatory System) دوزیستان

دستگاه جریان خون مواد لازم را به اندام‌ها و بافت‌های مختلف بدن رسانیده و مواد زاید را از آن‌ها گرفته و این مواد را به اندام‌های وازنشی می‌رساند. دستگاه گردش خون شامل موارد مختلفیست: 1) قلب (Heart)؛ 2) سرخرگ‌ها (Arteries)؛ 3) مویرگ‌ها (Capillaries)؛ 4) سیاهرگ‌ها (Veins)؛ 5) رگ‌های لنفی (Lymph Vessels)؛ 6) خون (Blood) و 7) لنف (Lymph).

قلب اندامی است ماهیچه‌ای که با باز و بسته شدن خود باعث جریان خون و لنف در دستگاه لوله‌ای بسته قابل کششی می‌شود. قلب از حفره‌هایی تشکیل یافته که دارای دیواره‌های ماهیچه‌ای می‌باشد. یک بطن (Ventricle) با دیواره ستبر و مخروطی شکل، دو دهلیز (Auricles) به نام دهلیز راست و دهلیز چپ (دیواره دهلیزها نازک است). سینوس سیاهرگی (sinus venosus) تقریباً سه گوشه است و در رویه پشتی قلب قرار دارد. پیاز آئورتی (Truncus arteriosus) در ابتدای آئورت قرار دارد. دریچه‌هایی (valves) بین حفره‌های قلب قرار گرفته و مانع بازگشت خون از آن‌ها می‌شود. دهلیزها به وسیله دیواره بین دهلیزی از هم جدا می‌شوند. قلب از یک غشاء نازک پوشیده شده است به نام دلپوش (pericardium) و در کیسه‌ای از همین جنس قرار گرفته.

سرخرگ‌ها خون را از قلب به خارج می‌برند. سرخرگ‌ها آستر شده‌اند از یک بافت به نام Endothelium که از بافت پوششی ساده و مخاط زیر آن تشکیل یافته است. در دیواره سرخرگ‌ها علاوه بر بافت آندوتلیوم، تارهای ماهیچه صاف، بافت هم‌بند (Connective tissue) و تارهای کش‌دار

وجود دارد. این تارها در برابر انقباض بطن که با فشار خون را به داخل آن‌ها می‌راند ایستادگی می‌کنند. سرخرگ‌ها که از قلب دور می‌شوند به تدریج باریک و شاخه‌شاخه می‌شوند و دیواره شان نازک‌تر می‌گردد تا به تمام بخش‌های بدن کشیده می‌شوند. به شکلی که انتهای سرخرگ‌ها بسیار کوچک و باریک شده و به مویرگ‌ها منتهی می‌گردد. دیواره مویرگ‌ها فقط از بافت Endothelium تشکیل شده است. غذا، اکسیژن، گاز کربنیک، پلاسما، بعضی گویچه‌های سفید یا یاخته‌های لنفی و بعضی موارد دیگر، از دیواره مویرگ‌ها خارج می‌شوند. مویرگ‌ها به هم می‌پیوندند و سیاهرگ‌های کوچک را به وجود می‌آورند. از اتصال این سیاهرگ‌ها به هم سیاهرگ‌های بزرگ‌تری بوجود می‌آید. این رگ‌ها خون را به قلب باز می‌گردانند. ساختمان سیاهرگ‌ها تقریباً شبیه سرخرگ‌هاست. با این تفاوت که دیواره سیاهرگ‌ها نازک‌تر می‌باشد و تارهای ماهیچه‌ای و تارهای قابل کشش آن کم‌تر از سرخرگ‌هاست. فشار خون در سیاهرگ‌ها کم‌تر از سرخرگ‌ها است. خون از سیاهرگ‌های بدن به جز سیاهرگ‌های ششی، به سینوس سیاهرگی ریخته و از آن‌جا به دهلیز راست می‌ریزد و وارد بطن می‌شود.

ساختمان و چگونگی کار بطن طور است که هنگام انقباض بیشتر خون سیاهرگی وارد سرخرگ ششی می‌گردد و از آن‌جا برای تبادلات گازی به شش‌ها می‌رود. پس از تبادلات گازی در شش‌ها، به دهلیز چپ باز می‌گردد و از آن‌جا به بطن می‌رود، انقباض بطن باعث می‌شود بیشتر خون اکسیژن‌دار وارد پیاز آئورتی شود.

سرخرگ‌های ششی (pulmonary artery) شامل سرخرگی ششی سمت راست و چپ می‌باشد که هر یک به یکی از شش‌ها می‌روند. هم‌چنین یک شاخه سرخرگ پوستی (Cutaneous) برای اکسیژن‌گیری، خون را به پوست می‌رساند. سرخرگ‌های ششی در شش‌ها، شاخه‌های زیادی پیدا می‌کنند و به مویرگ‌ها تبدیل می‌گردند. خون به وسیله سایر سرخرگ‌ها به اندام‌های گوناگون بدن می‌رود و تقریباً سرخرگ‌های هر اندام به نام همان اندام نامیده می‌شوند. مانند: سرخرگ سر و گردن، دست و پاها، سرخرگ کبدی، سرخرگ روده‌ای، سرخرگ پوستی و سرخرگ کلیوی و غیره.

دو کمان شریانی راست و چپ که از پیاز آئورت منشعب می‌شوند در پایین قلب متصل می‌شوند و تنه سرخرگ پشته (Dorsal aorta) را به وجود می‌آورند. از این سرخرگ، رگ‌های اندام‌های زیرین و اندرونی به وجود می‌آیند. مانند سرخرگ‌های دستگاه گوارش، سرخرگ‌های دستگاه تناسلی و واژنشی (ادراری) و غیره. دستگاه سیاهرگی قورباغه مفصل‌تر از دستگاه سرخرگی آن‌هاست.

دستگاه سیاهرگی شامل این موارد است:

- 1- دو سیاهرگ بزرگ (Precaval veins) یا سیاهرگ‌های پیشین که خون سیاهرگی سر و گردن و صورت و اندام‌های جلویی را به سینوس سیاهرگی بر می‌گردانند.
- 2- سیاهرگ‌های پشته (Postcaval veins) که خون سیاهرگی دستگاه گوارش، دستگاه ادراری و تولیدمثل و ماهیچه‌های پشته و غیره را جمع کرده به سینوس سیاهرگی می‌رساند.
- 3- دو سیاهرگ ششی (Pulmonary Veins) که از شش چپ و راست، خون را به قلب باز می‌گردانند و سیاهرگ‌های پوستی (Cutaneous veins) به این دو سیاهرگ می‌پیوندند و همه آن‌ها خون روشن اکسیژن‌دار را به دهلیز چپ می‌ریزند.
- 4- دستگاه آوران کبدی (Hepatic portal system) که خون را از لوله‌گوارش (معده و روده) و بخشی از خون پاها را به کبد می‌برد. ابتدا در کبد رگ‌ها به شاخه‌های کوچک‌تر تقسیم می‌شوند و خون را در مویرگ‌های کبد پخش می‌کنند سپس رگ‌ها بهم می‌پیوندند و رگ

های بزرگ‌تری به وجود می‌آورند. بالاخره به وسیله سیاهرگ‌های فوق کبدی (Hepatic venis) خون از کبد خارج شده به سیاهرگ آوران کبدی وارد می‌شود و بعضی مواد غذایی را از دستگاه گوارش به کبد می‌رساند.

5- دستگاه آوران کلیوی (Rend portal system) خون اندام‌های پسین وارد کلیه‌ها شده در مویرگ‌های درون کلیوی جریان می‌یابد. سپس

مویرگ‌های کلیه به هم پیوسته سیاهرگ‌های کلیوی (Renal venis) را به وجود می‌آورند که از کلیه‌ها خارج شده به سیاهرگ زیرین مربوط می‌گردند.

Metamorphosis:

بلوغ دارای دو مرحله اصلی و تکاملی می‌باشد. در مرحله اول، لارو تتارد حاصل می‌شود و با مرحله دوم که دگرذیسی نام دارد، جانور بالغ از تغییرات لارو، ایجاد می‌شود.

1- مرحله Tetard: در این مرحله، جاندار دارای آبشش‌ها و شکاف‌های آبششی است و بدون اندام حرکتی می‌باشد. در این مرحله، بدن از سر و سینه تشکیل شده است. سر دارای چشم، بینی و دهان می‌باشد و چهار شکاف آبششی در دو طرف آن وجود دارد. سینه بدون اندام و دارای حفره گوارشی و لوله بسیار طولانی است. از رژیم گیاه‌خواری، اسکلت غضروفی و ناقص است. طناب پشتی نمایان است و مهره‌ها دور طناب پشتی در حال تشکیل می‌باشند. پس از آن مخرج است که دم روی آن قرار گرفته به علت شفافیت دم می‌توان میوورها را به خوبی ملاحظه نمود. این مرحله، خود سه پله دارد:

a) شکفتن تخم: باید توجه داشت که ممکن است تخم روی شاخه‌های درخت گذاشته شود. قورباغه‌هایی که در آفریقا زندگی می‌کنند روی ماده کف ماندنی تخم‌های خود را نگه می‌دارند. این ماده کف مانند، از خشک شدن تخم‌ها جلوگیری می‌کند، حرارت مناسب را به تخم‌ها می‌رساند و از ورود حرارت مخرب جلوگیری می‌کند. تخم‌ها معمولاً روی شاخه‌هایی که مجاور آب هستند یا شاخه‌هایی که انشعابات آن روی آب قرار گرفته، گذاشته می‌شوند. وقتی دوره تقسیم به پایان رسید، لاروها از این ماده کف‌آلود بیرون آمده یکی‌یکی در آب می‌افتند. ممکن است دوزیستان در شکاف رودخانه‌هایی که به وسیله آب کنده شده و در رطوبت زیاد جفت‌گیری کرده و تخم بگذارند. تخم‌ها وقتی سیر تکاملی خود را طی کردند، به وسیله شنا در آب کمی که گاهی در این حفره‌ها نفوذ می‌کند خود را به رودخانه می‌رسانند و دگرذیسی را در رودخانه می‌گذرانند. یا اینکه تخم‌ها در پشت مادر به صورت یک توده ژلاتینی تا زمان تقسیم تخم می‌چسبند. تتاردی که از تخم خارج می‌شود 5 تا 6 میلی‌متر طول دارد. برخلاف اصول کلی که در مهره‌داران بیان گردید، اطراف آن را مژه پوشانده و لارو مژه‌دار است.

دهان و شکاف‌های آبششی با یک فرورفتگی نمایان است و هنوز به خارج راه ندارد. چشم در زیر پوست قرار دارد. سوراخ بینی وجود ندارد و دم رشد نکرده و فقط قسمت کوچکی از آن دیده می‌شود. بین شکاف‌های آبششی، فرورفتگی کوچکی وجود دارد که بین آن‌ها شکاف‌های آبششی را تشکیل می‌دهد. در عقب این فرورفتگی، دهان و اعضای ثابت‌کننده را می‌توان مشاهده کرد. اعضای ثابت‌کننده غددی هستند که در جلو قرار گرفته و ماده مخاطی ترشح می‌کنند که بادکش چسبان نام دارند. با این بادکش‌ها می‌توانند به گیاهان آبی بچسبند. در این موقع Tetard بی‌حرکت و ثابت شده و از مواد غذایی و تیلولس تغذیه می‌نمایند. تخم باید Telolecithal باشد.

(b) ظهور آبشش‌های خارجی: پس از چند روز tetrad کامل می‌شود. یعنی مژه خود را از دست می‌دهد و پوست هم کمی شاخی می‌شود.

پوشش بدن دارای غدد مخاطی تک سلولی است برای نرم ولزج کردن بدن.

مثل دهان‌گردان سوراخ‌های بینی ظاهر می‌شود. چشم‌ها، قرینه و پلک‌ها به وجود می‌آیند. چهار شکاف آبششی ظاهر می‌شود و به خارج مربوط می‌شوند. دهان نیز سوراخ شده و دندان‌ها نمایان می‌شوند. دارای دو آرواره غضروفی است. روی سه شکاف آبششی (بین شکاف‌های آبششی) قوس‌های آنورتی وجود دارد که شبکه رگ‌های موئین را تشکیل می‌دهد و آبشش‌های خارجی به وجود می‌آید که شبیه شانه‌اند و رگ‌های موئین زیادی دارند. آبشش‌ها منشأ اکتودرمی دارند. در محل باز شدن شکاف‌های آبششی، حلق نمایان می‌شود. در حلق زائده صافی مانند وجود دارد که مواد درشت را نگه داشته و نمی‌گذارد وارد شکاف‌های آبششی شود یا غذا را نگه داشته و نمی‌گذارد وارد آبشش‌ها شود.

Tetard گوش میانی ندارد و دارای خط کناریست. این خط تمام بدن حیوان را مانند ماهیان به دو نیم تقسیم نکرده بلکه اطراف چشم و دور دهان و اطراف سر خطوط به خوبی دیده می‌شوند. این خطوط در حیوان بالغ وجود ندارند و کاملاً از بین می‌روند. مجرا حلزونی و شش‌ها در نتیجه تکامل با یکدیگر رابطه‌ای برقرار می‌کنند که سبب می‌شود لغزش و طول موج‌های بالا تقویت شود. مثل استخوان Webber در ماهیان.

(c) تبدیل آبشش‌های خارجی به داخل: دو تا خوردگی پوستی در جلوی شکاف‌های آبششی ظاهر می‌شود که به طرف عقب رشد نموده و پس از رشد، تشکیل آبشش‌های خارجی را می‌دهند. سپس تاخوردگی پوستی یا اپرکولوم در قسمت شکمی و در ناحیه عقب آبششی با هم یکی شده و تشکیل حفره زیر سرپوشی را می‌دهند. به وسیله سوراخ کوچکی به خارج راه پیدا می‌کند. در این هنگام شکاف‌های ششی توسط حفره زیر اپرکولار با حلق مربوط می‌شوند. آبی که وارد می‌شود از حلق و شکاف‌های آبششی گذشته وارد حفره می‌شود و بعد از اکسیژن‌گیری به وسیله مجرای اسپیراکل خارج می‌گردد. در همین زمان آبشش‌های داخلی رشد کرده و آبشش‌های خارجی به طور کلی از بین می‌روند.

2- در مرحله دوم آبشش‌ها از بین رفته، دم پس از تغییرات پیچیده‌ای به تدریج از بین می‌رود. این تغییرات را Metamorphous می‌گویند. در این مرحله است که قورباغه آب را برای همیشه ترک می‌کند و خشکی را برای زندگی انتخاب می‌کند. این مرحله با ظاهر شدن اندام و شش‌ها و از بین رفتن دم مشخص می‌شود و شامل چند مرحله است:

(a) اندام‌ها توسط برجستگی‌هایی که در اطراف بدن بوجود می‌آیند، تشکیل می‌شوند. میوتوم‌ها وارد اندام شده تشکیل ماهیچه‌ها را می‌دهند. اندام عقبی زودتر از اندام جلویی ظاهر می‌شود. اگرچه هر دو در یک زمان برجستگی اولیه‌شان شروع می‌شود. وقتی اندام عقبی خارج می‌شود هنوز اندام جلویی در زیر پوست مخفی می‌ماند. البته اندام جلویی چپ ظاهر می‌شود سپس اندام جلویی راست با سوراخ کردن اسپیراکل خارج می‌شود.

(b) در زمان رشد اندام‌ها، دم تحلیل رفته و بالاخره در پایان دگردیسی دم از بین می‌رود. تحلیل دم به وسیله سلول‌های مزانشیماتوز، فاگوسیتوز یا استئولیز، با دخالت لیزوزوم‌ها انجام می‌گیرد.

C) شش‌ها که دو قسمتی بوده رشد می‌کنند و کم‌کم قفسه سینه را پر می‌کنند. قسمت‌های دیگری که به وجود می‌آیند عبارتند از: دستگاه گردش خون که شبیه ماهیان بوده و به آبشش‌ها مرتبط است؛ قوس‌های آئورتی که به آئورت پشتی مربوط می‌شوند. سومین قوس آئورتی به سرخرگ کاروتید و چهارمین جفت قوس‌ها، دو سرخرگ آئورتی به راست و چپ را تشکیل می‌دهند که این دو قوس در راست و چپ با هم یکی شده آئورت پشتی را در امتداد تیره پشت تا دم، تشکیل می‌دهد؛ قوس 5 از بین می‌رود؛ ششمین جفت قوس‌های آئورتی، سرخرگ آبششی را تشکیل می‌دهند. در این زمان شکاف‌های آبششی از بین می‌روند؛ درپوش به پوست تبدیل شده و حفره زیر سرپوشی از بین می‌رود؛ همزمان با تغییر رژیم غذایی، دستگاه گوارش ساده می‌گردد. یعنی روده کوتاه می‌شود.

تغییرات کلی در چشم‌ها به وجود می‌آیند. تشکیل یک طبقه پوستی بسیار نازک شاخی، غدد آسینوسی، تکامل و به وجود آمدن پرده گوش، تشکیل گوش میانی، تغییراتی در سر و تشکیل سر کوچک. با تشکیل سر، لارو با حیوان بالغ اختلافی جز اندازه ندارد.

مراحل تبدیل Tetard به قورباغه کوچک:

1- از بین رفتن اعضاء لاروی مثل منقار شاخی، شکاف آبشش‌ها، اسپیراکل، دم، سیاهرگ‌های کاردینالی، اعضای خط کناری و اپیدرم مژه داری که در زمان لاروی وجود دارد؛

2- به وجود آمدن اعضاء بالغ، دندان، زبان، غدد آسینوسی در پوست، شش‌ها، اندام عقبی و جلویی؛

3- سر مشخص کوچک‌تر از سر قورباغه بالغ، کوچک شدن دهان، کوچک شدن روده، کوچک شدن طول بدن، تغییرات بسیار در دستگاه گردش خون و عضلات.

عوامل دگردیسی:

دو عامل مهم در دگردیسی نقش دارند:

1- غده تیروئید؛ تأثیر غده تیروئید در دگردیسی به ترتیب زیر است:

a. اگر به آبی که تتارد در آن قرار دارد عصاره تیروئید ریخته شود، سبب رشد ناگهانی تتارد می‌شود؛

b. اگر به تتارد یا مهره‌دار دیگری مثل آنکوئیل، عصاره تیروئید خورانده شود، دگردیسی قبل از موعد معین شروع می‌شود؛

c. هرگاه تیروئید را در تتارد برداریم، دگردیسی واقع نخواهد شد؛

d. اگر به تتارد فاقد تیروئید، غده تیروئید پیوند بزئیم دگردیسی شروع می‌شود؛

e. به سمندر ها که فاقد دگردیسی می‌باشند اگر در زمان لاروی عصاره تیروئید تزریق شود ملاحظه می‌شود که دگردیسی در آنها شروع می‌گردد.

2- هیپوفیز؛ عمل آن در اصل به طور غیرمستقیم است و باعث دگردیسی می‌شود. بدین ترتیب:

- a. اگر هیپوفیز تتاردی را از بین ببریم، دگردیسی در آن صورت نمی‌گیرد. زیرا غده تیروئید رشد نکرده و به صورت جنینی می‌ماند و غده تیروئید رشد نکرده نمی‌تواند تیروکسین را که عامل دگردیسی است ترشح نماید.
- b. اگر به تتاردی که هیپوفیزش را برداشته‌ایم هیپوفیز پیوند بزنیم یا عصاره هیپوفیز تزریق کنیم، دگردیسی شروع می‌شود.
- c. اگر به یک تتارد که هم تیروئید و هم هیپوفیزش برداشته شده عصاره هیپوفیز تزریق کنیم، هیچ‌گونه عکس‌العملی در Tetard مشاهده نمی‌شود. اگر به این تتارد عصاره تیروئید تزریق کنیم دگردیسی شروع می‌شود.

Phylum: Chordata, Subphylum: Tetrapoda, Class: Reptilia

خزندگان اولین گروه جانوران خشکی‌زی هستند که به طور کامل در خشکی زندگی می‌کنند. از ابتدای زندگی با شش تنفس می‌کنند و زندگی کاملاً هوایی دارند. تمام بدن آن‌ها از فلس پوشیده شده است. فلس‌ها زوئیدی اپیدرمی اند که محکم و شاخی (کیتینی) شده‌اند و سطح خارجی بدن خزندگان را پوشانده‌اند. غدد پوستی در خزندگان بسیار کم است. خصوصاً در کروکودیل‌ها بسیار نایاب است یا اصلاً وجود ندارد. بدن‌شان بسیار زبر و خشک است و معمولاً نسبت به رطوبت مقاوم است. جمجمه در خزندگان دارای یک کندیل پس سری است. جمجمه کاملاً استخوانی شده است و تعداد استخوان‌های جمجمه کاهش پیدا کرده است. در بعضی از خزندگان استخوان Quadrat به شکل لولایی و افقی قرار گرفته است. در این حالت آرواره 180 درجه باز می‌شود. مانند مارها.

خزندگان دارای 12 زوج عصب جمجمه‌ای هستند و در جمجمه آن‌ها حفره‌هایی وجود دارد به نام حفره‌های گیجگاهی که بر این اساس انواع تیپ‌های جمجمه‌ای در خزندگان مشخص می‌شود. از نظر تولیدمثل خزندگان اکثراً تخم‌گذارند. ولی حالت‌های دیگر تولیدمثلی نیز در آن‌ها وجود دارد. در پوست خزندگان رنگدانه نیز یافت می‌شود و مکانیسم تغییر رنگ همانند ماهی‌ها وجود دارد. خزندگان به طور کلی خونسردند (Ectotherm) و دمای بدن‌شان تحت تاثیر دمای محیط است. هیچ دوره دگردیسی در خزندگان دیده نمی‌شود. دستگاه گردش خون در خزندگان حدواسط دوزیستان، پرندگان و پستانداران است. گرچه قلب در خزندگان هنوز سه حفره‌ای است، ولی آثاری از جدایی بطن‌ها در آن‌ها دیده می‌شود. یعنی قلب رو به 4 حفره‌ای شدن می‌رود. در کروکودیل‌ها قلب کاملاً 4 حفره‌ای شده است. تا به حال حدود 5500 گونه از خزندگان شناسایی شده است. دستگاه دفع در خزندگان منشأ Metanephrous دارد. این‌ها اولین مهره‌دارانی هستند که کلیه متانفریک دارند. جانوران پس از خزندگان نیز دارای کلیه متانفروس هستند.

خزندگان اولین گروه مهره‌داران هستند که آن‌ها را آمنیون‌داران می‌گویند. علاوه بر این‌ها پرندگان و پستانداران می‌باشند. یعنی آمنیون‌داران شامل 3 گروهند: پرندگان، پستانداران و خزندگان. به این علت آن‌ها را آمنیون‌داران می‌نامند که در دوران جنینی دارای پرده کوریوالانتوئیس هستند.

برخی صفات کلی و مهم خزندگان:

- 1- شکل بدن متنوع است. برخی بدنی فشرده و برخی بدنی طویل دارند. بدن دارای اسکلت خارجی است که گاهی به آن صفحات استخوانی افزوده می‌شود. بافت پوششی دارای غدد کمی است.
- 2- اندام‌های حرکتی زوج بوده و معمولاً دارای پنج انگشت است که برای بالا رفتن، دویدن یا دست و پا زدن سازگاری پیدا کرده‌اند. اندام‌های حرکتی در مارها و برخی سوسمارها وجود ندارد.

- 3-اسکلت کاملاً استخوانی است. دنده ها با جناغ تشکیل محفظه ی سینه ای کاملی را می دهند. جمجمه دارای یک کندیل پس سری است.
- 4-تنفس به وسیله ی ریه ها صورت می گیرد. آبشش ندارند. برخی از کلوک نیز برای تنفس استفاده می نمایند. قوسهای آبششی در دوران جنینی وجود دارد.
- 5-قلب سه حفره ای است. تمساحها قلب چهارحفره ای دارند. معمولاً یک قوس آئورتی وجود دارد.
- 6-اکتوترمیک (برون حرارتی) می باشند. برخی از سوسمارها و مارها رفتار تنظیم حرارتی از خود نشان می دهند.
- 7-کلیه ها متانفریک بوده و ماده ی اصلی از ته دفعی اسید اوریک می باشد.
- 8-سیستم عصبی دارای لوبهای بینایی در پشت مغز است. دوازده زوج اعصاب مغزی دارند.
- 9-جنسها از هم مجزا و لقاح داخلی است.
- 10-تخمها با پوسته ی آهکی یا چرمی پوشیده شده است. غشاهای خارج جنینی (امنیون، کوریون، کیسه زرده، آلانتوئیس) در طی زندگی جنینی وجود دارند.

Classification of Reptiles

رده خزندگان بعنوان یک رده به 6 زیر رده تقسیم می شود.

1- Subclass: Anapsida

این زیررده دارای یک راسته در قید حیات است به نام Chelonia. این راسته در ایران دو خانواده بزرگ دارد:

الف) Testudinida و ب) Emydida.

2- Subclass: Synaptosouria

همگی نمونه‌های این زیررده فسیلند و نمونه زنده‌ای ندارند.

3- Icthyopterygia

همگی فسیل هستند و فاقد نمونه زنده‌اند.

4- Lepidosouria

دارای دو راسته در قید حیات است: الف) Squamata؛ با نمونه‌هایی نظیر: Ophidia, Lacertilia (Sauria) و Amphisbaenia که تا همین اواخر جزء سوسمارها به حساب می‌آمدند. ولی امروزه آن‌ها را در یک زیرراسته جدا قرار داده‌اند و صفات مشخصی را به آن‌ها نسبت می‌دهند. از مهم‌ترین صفاتی که آن‌ها را از سوسمارها جدا می‌کند عبارتند از: کمربندهایی از فلس که سراسر بدن Amphisbaenia را پوشانده است. یعنی بدن آن‌ها از فلس‌هایی که تشکیل حلقه را می‌دهند پوشیده شده است و اکثراً زیر خاک زندگی می‌کنند. ب) Rhynchocephalia؛ با نمونه

معروف *Tuatara* (*Sphenodon punctatus*) که در نیوزیلند زندگی می‌کند. از 60 میلیون سال قبل تا به حال هیچ تغییر رفتار فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی نداشته است. به آن فسیل زنده می‌گویند (به هر جانوری که از 10 میلیون سال پیش تا به حال تغییر نکرده فسیل زنده اطلاق می‌شود).

5- Corocodilia

6- Synapsida

از این زیر رده نمونه زنده ای وجود ندارد.

الف) پوشش (Integument) خزندگان

بدن خزندگان به طور کلی از فلس است. اساس تشکیل فلس این است که سلول‌های زاینده اپیدرمی از داخل به طرف بیرون رشد می‌کنند. هرچه به بیرون می‌آیند، مواد شاخی و کراتینی به آن‌ها اضافه می‌شود. سرانجام فلس محکمی در بیرون به وجود می‌آید. فلس‌ها نسبت به نفوذ رطوبت و آب مقاومند ولی تجربه نشان داده که نسبت به مایعات، دارای تراوایی هستند. به طوری که اگر یک سوسمار را داخل محلول رنگی آبی متیل قرار دهیم، رنگ به درون بدن نفوذ می‌کند (بعد از 2 ساعت). فلس‌ها در برخی خزندگان، تاج‌هایی دارند که فلس را خشن و محکم می‌کند. این تاج‌ها در کروکودیل‌ها به خوبی دیده می‌شود. هم‌چنین در ناحیه درم برخی خزندگان، استخوان‌هایی تشکیل می‌شود به نام *Osteoderm* که در زیر فلس‌ها قرار می‌گیرند و گاهی فلس‌ها را بلند می‌کنند و حالتی بسیار خشن به فلس‌ها می‌دهند. این استخوان‌ها در سوسمارها و بعضی مارها دیده می‌شود.

پوست خزندگان دارای رنگدانه است که اکثراً کروماتوفورهای حاوی ملانین هستند و در ناحیه درم قرار دارند. تغییر رنگ در خزندگان به فراوانی دیده می‌شود و یک واکنش سازشی به حساب می‌آید و تحت کنترل اعصاب صورت می‌گیرد. همانند ماهی‌ها در دوزیستان، تغییر رنگ هورمونی است. تغییر رنگ ارزش سازشی دارد و بیش‌تر در دو مورد به کار برده می‌شود:

1- استتار که ارزش دفاعی دارد.

2- خزندگان در جهت تبادلات گرمایی و حفظ گرما نیز تغییر رنگ می‌دهند. چنان‌که تجربه نشان داده، سوسمارها هنگامی که هوا سرد است (اوایل صبح) به رنگ تیره در می‌آیند و خود را روی صخره‌ها و نقاط آفتاب‌گیر قرار می‌دهند. هر چه هوا گرم‌تر شود، رنگ‌شان روشن‌تر می‌شود. در اوج گرما پرتغالی و نارنجی کم‌رنگ می‌شوند. هنگامی که حرارت محیط خیلی بالا رود، معمولاً به نقاطی از محیط پناه می‌برند که از نظر حرارت دمایی کمی پائین‌تر از محیط اطراف داشته باشد (*Microclima*). در این هنگام معمولاً روی دست و پای‌شان بلند می‌شوند در حالی که وقتی سرد است، به زمین می‌چسبند. (میکروکلیما نقاطی مشخص از محیط است که برای زندگی اندکی بهتر و مناسب‌تر از محیط اطراف می‌باشند).

از دیگر ضمام، غدد پوستی است که در خزندگان گرچه فراوان نیست ولی نایاب هم نیست. غدد پوستی در نقاط خاصی از بدن خزندگان به وجود می‌آید و برای تعیین قلمرو و بعضی رفتارهای فیزیولوژیکی و جلب جنس مخالف استفاده می‌شود. در بعضی از سوسمارها این غدد در ناحیه ران است که به آن غدد یا منافذ رانی می‌گویند. این غدد از درم به وجود می‌آیند و مواد ترشحی آن‌ها از سوراخ‌هایی که روی فلس‌های اپیدرمی قرار دارد به بیرون ترشح می‌شوند که این منافذ در سری‌های مشخص در ران و نواحی اطراف مخرج قرار دارند. از دیگر غدد پوستی در خزندگان، می-

توان غدد سمی را نام برد که در مارها توسعه زیادی پیدا کرده‌اند. این غدد درمی هستند و بیشتر در ناحیه سر دیده می‌شوند. از هر غده، مجرایبی خارج شده که محتویات غده را به دندان‌های سمی مار منتقل می‌کند (Fang دندان سمی). به طور معمول سوسمارها فاقد غده سمی‌اند. به جز یک نمونه در آمریکای جنوبی به نام Gila Monster؛ (*Holoderma suspectum*) که دارای غدد سمی است، مواد سمی به بزاق ریخته می‌شود. بنابراین آب دهان این سوسمارها سمی است. غدد بزاقی در خزندگان وجود دارد. خصوصاً در مارها و سوسمارها این غدد توسعه یافته و به بلع غذا کمک می‌کنند.

ب) دستگاه اسکلتی (Skeleton system) خزندگان

دستگاه اسکلتی در خزندگان از 3 قسمت تشکیل شده است:

1- اسکلت سری (Cephalic skeleton): سر در خزندگان کاملاً استخوانی شده، استخوان‌ها در هم ادغام شده و تعدادی از استخوان‌ها از

بین رفته‌اند. مانند استخوان‌های Sphenoid, Alisphenoid و Basisphenoid استخوان Jugal هم در بعضی از بین رفته است. استخوان quadrate به جمجمه جوش خورده و فک تحرک کم‌تری دارد. در بعضی به حالت لولا قرار گرفته و تحرک فک زیاد است. استخوان Maxilla کاملاً استخوانی و محکم است. آرواره پایین از تشکیلات غضروفی Mekels به وجود می‌آید که در اکثر خزندگان استخوانی شده است. در مارها قسمت جلو غضروفی مانده است. استخوان سقف کاسه‌ی سر منشأ غشایی دارد (استخوان‌ها منشأ غضروفی و پوستی هم دارند).

در جمجمه و در طرفین سر روی استخوان گیجگاهی و Squamosal حفره‌هایی وجود دارد به نام حفره‌های گیجگاهی که محل تکیه‌گاه عضلات حرکت دهنده آرواره‌ها می‌باشند. بر اساس وجود نوع و تعداد این حفره‌ها، تیپ‌های مختلف جمجمه را در خزندگان می‌توان مشاهده کرد که عبارتند از:

الف) تیپ Anapsid: در این گروه حفره‌های گیجگاهی وجود ندارد و در طرفین سر فقط یک حفره چشمی وجود دارد که در لاکپشت‌ها مشهود است.

ب) تیپ Synapsida: در این حالت یک حفره گیجگاهی وجود دارد که در قسمت پایین استخوان Temporal (گیج گاهی) و Squamosal قرار دارد که حفره‌ی نسبتاً بزرگی است و در بسیاری از مارها و مارمولک‌ها دیده می‌شود.

ج) تیپ Parapsid: یک حفره وجود دارد که در بالای استخوان Temporal و Squamosal است و از نوع Synapsida کوچکتر است.

د) تیپ Diapsida: در این حالت در هر طرف جمجمه دو حفره گیجگاهی وجود دارد. یکی در پایین و یکی در بالا. این تیپ در مارها رایج است.

خزندگان دارای یک کندیل پس سری هستند که با استخوان Atlas مفصل شده و استخوان اطلس با دو زائده به استخوان آسه متصل می‌شود.

2- اسکلت محوری (Axial skeleton) خزندگان: ستون مهره کامل و استخوانی شده، مهره‌ها از نوع پروسلوس هستند. در بین مهره‌ها بافت

پیوندی وجود دارد. انواع مهره در خزندگان دیده می‌شود: گردنی، پشتی، کمری، خاجی و دمی که بسته به نوع جانور، تعداد و شکل مهره‌ها تغییر می‌کند. اتصال مهره‌ها علاوه بر این که از طریق جسم مهره‌ای صورت می‌گیرد، از طریق زائده روی مهره‌ها نیز این اتصال

برقرار می‌شود. چون در خزندگان که کاملاً در خشکی زندگی می‌کنند، ستون مهره‌ها باید دارای استحکام بیشتری باشد. بنابراین اتصال مهره‌ها باید خیلی محکم‌تر باشد. در خزندگان دنده واقعی وجود دارد.

در سوسمارها از مهره‌های سینه‌ای دنده‌ها جدا می‌شوند و به استخوان جناق که یک استخوان دو تکه است و به شکل مسطح قرار گرفته، متصل می‌شود. بنابراین دنده‌ها، دنده‌های واقعی هستند. ارتباط دنده به مهره‌ها از یک نقطه است و فقط به جسم مهره‌ای متصل است. این نوع دنده را Monocipital گویند. دنده‌هایی هم در پرندگان و پستانداران دیده می‌شود که از دو نقطه متصلند. این نوع دنده را Bicipital می‌نامند.

در مارها دنده‌های Monocipital از جلو آزادند. زیرا جناق سینه در مارها وجود ندارد که به آن متصل شوند و فقط سر دنده‌ها از دو طرف روی هم قرار می‌گیرند و وقتی که جانور طعمه بزرگی را می‌بلعد، سر دنده‌ها از هم فاصله می‌گیرند و مانع بلعیدن طعمه نمی‌شوند. در مارها تمام مهره‌ها دارای دنده هستند. مهره‌های دمی بسیار محکم به هم متصلند و بافت پیوندی بین مهره‌ها خیلی کم است و مثل اینست که مهره‌ها داخل هم ادغام شده‌اند.

3- اسکلت احشایی (Viseral skeleton) خزندگان:

a. اندام جلویی: کمر بند شانه‌ای در خزندگان از سه استخوان Clavicle، Coracoid و Scapula تشکیل شده است. استخوان Claricle به شکل T قرار دارد. یک استخوان به نام Interclaricle دو قسمت T شکل را به هم متصل کرده است و عملاً استخوان جناغ را به دو نیمه تقسیم کرده است. در بعضی خزندگان، استخوان Coracoid دارای زائده است که زائده کوراکوئیدی نام دارد. در مواردی هم یک تکه استخوان اضافی دارد به نام PreCoracoid که از پیوستن این سه استخوان به هم حفره‌ای به نام Glenoid ایجاد می‌شود و سر استخوان بازو (Humerus) در آن قرار دارد. بعد از استخوان بازو، ساعد Radio-ulna است و بعد مچ Carpus از دو ردیف استخوان تشکیل شده است. بین این دو ردیف، استخوان مرکزی قرار گرفته است. پس از استخوان کف که از استخوان‌های کشیده درست شده، انگشتان قرار دارد که در خزندگان 5 تا 2 انگشت دیده می‌شود (2-3-4-2).

b. اندام عقبی: در داخل از کمر بند لگنی تشکیل شده است. کمر بند لگنی از سه استخوان Ilium، Pubis، Ischium تشکیل شده است. استخوان ایلیم به استخوان خاجی (Sacral) متصل است (همانند دوزیستان). دو استخوان Ischium و Pubis به هم جوش خورده و استخوان واحدی به نام اسیکو-پوبیس را به وجود آورده‌اند. Ischium در عقب و Pubis در جلو قرار گرفته‌اند و از به هم پیوستن این سه استخوان، حفره‌ای به نام Cotiloid به وجود می‌آید که سر ران در آن قرار می‌گیرد. بعد استخوان ساق (Tibia و fibula)، استخوان مچ Astragal و Calcaneum و استخوان کف پا Metatarsus که استخوان‌های کشیده‌ای دارند، قرار می‌گیرند. بعد هم انگشتان پا که از 2 تا 5 متغیرند و گاهی هم وجود ندارند (2-3-4-2). مارها کمر بند لگنی و شانه‌ای ندارند. فقط در افعی‌ها آثاری از کمر بند لگنی دیده می‌شود.

ج) دستگاه گوارشی (Digestive system) خزندگان

از دهان شروع می‌شود که درون آن دندان‌ها قرار گرفته‌اند. هم‌چنین غدد بزاقی در زبان که در بلع غذا کمک می‌کنند (به علاوه خود زبان). در بعضی خزندگان مثل لاک پشت منقار وجود دارد.

دندان‌ها در خزندگان:

از دیدگاه مورفولوژیک و ظاهری دندان‌ها به دو تیپ تقسیم می‌شوند:

1- آن‌هایی که همه دندان‌های‌شان مثل هم، یک شکل و یک اندازه است؛ که به آن‌ها Homodont (Isodont) می‌گویند.

2- آن‌هایی که دندان‌های‌شان از نظر شکل و اندازه تفاوت دارند؛ به این تیپ Heterodont می‌گویند (مارهای سمی).

از نظر مکان به وجود آمدن دندان‌ها، در خزندگان سه تیپ دندانی وجود دارد:

1- تیپ Acrodont؛ در سوسمارهای خانواده Agamidae دیده می‌شود. دندان‌ها روی آرواره قرار گرفته‌اند. بدون این‌که درون حفره دندانی باشند. مثل این‌که به آرواره چسبیده‌اند.

2- تیپ Pleurodont؛ دندان‌ها به لبه داخلی آرواره چسبیده‌اند و اتصال چندان محکم نیست. این تیپ در خانواده Seincidae از سوسمارها دیده می‌شود.

3- تیپ Thecodont؛ دندان‌ها روی آرواره درون حفره دندانی قرار دارند. این حالت در جانوران عالی و در پستانداران، بعضی از مارها و سوسمارها دیده می‌شود.

از نظر فرم دندان سمی، مارها را به 4 گروه تقسیم می‌کنند:

1- گروهی از مارها دندان سمی ندارند و همه دندان‌های‌شان مثل هم است (Homodont). به این گروه، Aglipha می‌گویند. مثل خانواده Colubridae (مارهای معمولی).

2- Opisthoglipha: در این مارها دندان‌های سمی در انتهای آرواره قرار دارند (جزء Heterodont‌ها هستند).

3- Proteroglipha: مارهایی هستند که دندان سمی در جلو قرار گرفته و به آرواره چسبیده است و فاقد تحرک می‌باشد (علاوه بر این جزء Heterodont و Thecodont‌ها نیز هستند). مانند: Elapidae (مارهای کبری).

4- Solenoglipha: دندان سمی در جلو قرار دارد و به حالت لولا به کف کام می‌چسبد و بسیار متحرک است (علاوه بر این جزء Heterodont و Thecodont‌ها نیز می‌باشد). مانند: افعی‌ها Viperidae.

دندان‌های سمی به طرق مختلف سم را منتقل می‌کنند:

در بعضی مارها شیاری در روی دندان وجود دارد که سم را منتقل می‌کند. در بعضی مارها شیار کمی عمیق‌تر شده. مانند مارهای دریایی، در مار کبری (*Naja*) این شیار تقریباً بسته شده و در مار افعی به یک لوله کاملاً بسته در دندان تبدیل شده که سم را منتقل می‌کند.

در ادامه دستگاه گوارش مری است و بعد معده قرار دارد. معده در خزندگان شکل مشخصی دارد. بعد از معده، روده کوچک، روده بزرگ، راست روده و کلوآک می‌باشند. از ضمایم دستگاه گوارش، کبد است که دولوبی بوده و نسبتاً پیشرفته است. کیسه صفرا نیز وجود دارد که مجرای صفراوی از آن وارد روده می‌شود. در مارها یک کبد لوله‌ای شکل وجود دارد. غده پانکراس روی روده کوچک قرار دارد و در خزندگان کاملاً مشخص است و بزرگ می‌باشد. بسته به رژیم غذایی، طول روده بزرگ و روده کوچک متفاوت است.

د) دستگاه تنفس (Respiratory system) خزندگان

در خزندگان تنفس کاملاً هوازی است. دارای دو زوج شش هستند که حجم زیادی دارند. نسبت به حجم بدن، پر حجم‌ترین شش را در جانوران، خزندگان دارند. چنان‌که در لاکپشت‌های دریایی شش‌های حجیم در سبک کردن جانور نقش مهمی دارند.

خزندگان به خاطر داشتن متابولیسم پایین، نیاز به مقدار زیاد اکسیژن ندارند و دستگاه تنفس بسیار کند کار می‌کند. عموماً دارای قفسه سینه هستند که در امر تنفس نقش مهمی دارد. مارها فاقد قفسه سینه‌اند و دارای یک شش فعال هستند. شش دیگر تحلیل رفته است. شش در مارها حجم زیادی از هوا را در خود جای داده است. معمولاً به طور عمومی مارها با پر کردن شش از هوا و تخلیه ناگهانی آن صدا تولید می‌کنند. خزندگان هوا را می‌بلعند. سازش‌های تنفسی در بعضی خزندگان صورت گرفته است. از جمله در مارها و خزندگانی که طعمه‌های بزرگی را می‌بلعند. در این جانوران، حنجره یا شکاف گلو به سطح دهان آمده تا به هنگام بلعیدن، مشکل تنفسی برای مارها پیش نیاید. در خزندگان دریازی شش‌ها تا حدی نقش کیسه شنا را بازی می‌کنند. تنفس در بعضی از لاکپشت‌ها آبی توسط کلوآک نیز صورت می‌گیرد. در این روش آب به داخل کلوآک پمپ می‌شود و تبادل گاز در بورسای کلوآکی انجام می‌شود.

ه) دستگاه گردش خون (Circulatory system) خزندگان

قلب در دوزیستان 3 حفره‌ایست و در پرندگان و پستانداران 4 حفره‌ای. خزندگان در این میان نقش واسط را بازی می‌کنند. قلب در خزندگان یک حالت گذرا (Transitional) دارد. به این معنی که آغاز 4 حفره‌ای شدن قلب، در خزندگان دیده می‌شود. دیواره‌های بین بطنی شروع به تشکیل شدن می‌کنند. در کروکودیل‌ها این فرآیند کامل شده و قلب 4 حفره‌ای می‌باشد. در سایر خزندگان، با این که قلب هنوز 4 حفره‌ای کامل نشده ولی تا حدود زیادی کار قلب 4 حفره‌ای را می‌کند. به خاطر درجه‌بندی در قلب.

مسیر گردش خون در خزندگان به این صورت است که سیاهرگ‌های تحتانی بدن مجموعاً در یک سیاهرگ به نام بزرگ سیاهرگ تحتانی (Venacava) جمع می‌شوند و سیاهرگ‌های فوقانی بدن مجموعاً به هم پیوسته و وارد دهلیز راست می‌شوند. (محل به هم پیوستن این دو، سینوس ونوس است). دهلیز راست، خون بدون اکسیژن (خون سیاهرگی) را از بدن دریافت می‌کند. در حالی که دهلیز چپ خون اکسیژن‌دار را از شش‌ها می‌گیرد. این دو خون وارد بطن می‌شوند. بطن به وسیله جدار ناقصی که از نوک قلب تا نیمه بطن ادامه دارد جدا شده است. سرخرگ‌ها از دو قوس آئورتی چپ و راست و یک سرخرگ ششی تشکیل می‌شوند. خون از دهلیز راست وارد بطن مشترک (بطن راست) می‌شود. سیستم دریچه‌های قلب طوری است که خون وارد شده از دهلیز راست به بطن بیش‌تر وارد سرخرگ ششی می‌شود. این سرخرگ در خروج از قلب دو شاخه می‌شود و هر شاخه وارد یک شش می‌شود و تبادلات گازی را انجام می‌دهد. در اکثر مارها که واجد یک شش هستند سرخرگ

ششی چپ کوچک و بسته است که با طول حدود 4 تا 5 میلی‌متر، در قاعده سرخرگ ششی راست دیده می‌شود. سیاهرگ‌های Jugular از قسمت سر به این سیستم می‌پیوندند. دو سیاهرگ ششی خون اکسیژن‌دار را از شش‌ها وارد دهلیز چپ می‌کنند. از دهلیز چپ خون وارد بطن می‌شود. از قسمت چپ بطن دو سرخرگ بزرگ خارج می‌شود. یک سرخرگ که قوس سیستمیک راست نامیده می‌شود و یک سرخرگ که قوس سیستمیک چپ نامیده می‌شود از قسمت راست بطن چپ خارج می‌شود. در محل خروج این دو قوس سیستمیک، مجرای ارتباطی بین این دو وجود دارد به نام رابط پانیز. وجود این رابط (Foramen of panizy) یکی از اساسی‌ترین صفات گردش خون خزندگان است.

سرخرگ کاروتید از تنه قوس آئورتی راست منشعب شده و به سمت سر می‌رود. این سرخرگ دو انشعاب کاروتید درونی و بیرونی دارد و حامل خون اکسیژن‌دار است. پس خون ناحیه سر دارای اکسیژن است و اکسیژن کافی به سر می‌رسد. از اتصال دو قوس آئورتی راست و چپ، آئورت خلفی تشکیل می‌شود. قوس آئورتی راست حامل خون اکسیژن‌دار و قوس آئورتی چپ حامل خون بدون اکسیژن است. در نتیجه آئورت پشتی که از اتصال این دو به وجود می‌آید خون مخلوط را به بدن می‌رساند.

سیاهرگ‌ها عبارتند از یک سیاهرگ ششی که خون را از شش راست به دهلیز کوچک قلب می‌ریزد. سیاهرگ بزرگ که خون را از بدن به دهلیز راست برمی‌گرداند و سیاهرگ کبدی که خون اندام‌ها، لوزالمعده و کبد را به قلب باز می‌گرداند. از دیگر سیاهرگ‌ها، سیاهرگ‌های کلیوی را می‌توان نام برد.

و) دستگاه دفع (Excretory system) خزندگان

در خزندگان، کلیه‌ها منشأ متانفروس دارند و اساساً کلیه‌های متانفریک دارای مجراهای جدیدی هستند. غیر از مجرای Mesonephros که این مجرای جدید را مجاری متانفریک می‌گویند. مجرای مزونفروس در خزندگان تبدیل به مجرای تناسلی شده است. در خزندگان مثانه وجود دارد ولی مارها و بعضی مارمولک‌ها فاقد مثانه هستند. مثانه از کلوآک مشتق شده بنابراین منشأ آندودرمی دارد. در برخی خزندگان مثانه تبدیل به انبار ذخیره آب می‌شود و برای تبادل آب با محیط از آن استفاده می‌کنند. ماده دفعی خزندگانی که در آب زندگی می‌کنند اوره است و ماده دفعی آن-هایی که در در بیابان زندگی می‌کنند اسید اوریک است. در بعضی خزندگان مثل لاک‌پشت‌های دریایی غده Hardriane (که در کره چشم وجود دارد)، مواد معدنی خصوصاً نمک را از بدن دفع می‌کند. این غده در دوزیستان یک ماده روغنی ترشح می‌کند که چشم را لزج می‌کند و در لاک-پشت‌های دریایی پیشرفت کرده، نمک را دفع می‌کند. در مارهای دریایی غددی در زیر زبان یافت می‌شوند که به دفع مواد معدنی کمک می‌کنند. این غدد در سوسمارها در اطراف بینی قرار دارند.

ز) دستگاه تولید مثل (Reproductive system) خزندگان

در خزندگان لقاح عموماً داخلیست. هیچ‌گونه دگردیسی در آن‌ها دیده نمی‌شود. اندام تناسلی خارجی که از کلوآک مشتق شده، در اکثر خزندگان وجود دارد که به آن Copulatory organ می‌گویند. در لاک‌پشت‌ها و سوسمارها یک عدد و در مارها دو عدد می‌باشد. در اسفندون (یکی از نمونه‌های پست خزندگان) سیستم ذکر شده وجود ندارد. خزندگان اکثراً تخم‌گذارند. گرچه حالت‌های دیگر تولیدمثل هم در آنها دیده می‌شود (افعی‌ها زنده‌زا هستند). تخم‌ها پوسته آهکی یا چرب دارند. تسهیم مرویلاستیک است. دستگاه تولیدمثل در جنس نر دو عدد Testis است که توسط مجرای مزونفریک یا اسپرمیداکت به کلوآک متصل می‌شود. سلول‌های جنسی از طریق Copulatory organ به بیرون منتقل می‌شوند.

در جنس ماده دو تخمدان وجود دارد که توسط دو مجرای اویداکت (مزونفریک) به کلواک متصل می‌شوند. خزندگان اولین گروه از جانوران هستند که به آن‌ها آمنیون‌داران می‌گویند که به خاطر داشتن پرده Chorio allantoic است. این پرده از خزندگان به بعد وجود دارد. در خزندگان زنده‌زا اتصال جنین به بدن مادر اتصال ضعیفی است؛ جهت تبادل گازهای تنفسی. ولی در انواع پیشرفته خزندگان مانند بعضی سوسمارهای زنده‌زا این اتصال آنقدر پیشرفته است که جنین مواد غذایی را از بدن مادر می‌گیرد. انتقال مواد غذایی از طریق پرزهایی که از بدن مادر به جنین متصل می‌شود صورت می‌گیرد.

بکرزایی (Parthenogenesis) در بعضی خزندگان وجود دارد. خصوصاً در بعضی از سوسمارهای خانواده Lacertidae دیده می‌شود. بکرزایی نوعی تولیدمثل است که در آن جانور ماده بدون دخالت سلول جنسی نر اقدام به تولیدمثل می‌کند و از یک تخمک جانور جدید می‌سازد. برای خروج از تخم، روی بینی نوزاد خزندگان تیغه‌ای وجود دارد که به آن الماس می‌گویند (Egg caruncle). این تیغه‌ها هنگام خروج از تخم عامل سوراخ کردن پوسته آهکی تخم هستند که در پرندگان نیز یافت می‌شود. Egg caruncle در تمساح، لاک‌پشت و اسفندون خیلی پیشرفته و توسعه یافته‌اند.

تعیین جنسیت به روش TSDF???

ح) **دستگاه عصبی (Nervous system) خزندگان**: مغزهای 5 گانه که در جانوران قبل مطالعه شد در خزندگان هم وجود دارد. نیمکره‌ها در خزندگان بزرگ‌تر از دوزیستان است. Plexus choriod شبکه مشیمیه‌ای تحتانی و فوقانی (ترشح کننده مایع مغزی- نخاعی) در خزندگان به طور توسعه یافته قرار دارند. سقف Mesencephalon در خزندگان رشد زیادی کرده است و ضخامت آن بیشتر شده است. 12 زوج عصب مغزی وجود دارد.

اندام‌های حسی:

1- حس بویایی: خزندگان مانند دوزیستان دارای دو کپسول بویایی هستند که این کپسول‌ها از دوزیستان پیشرفته‌ترند. سطح کپسول‌ها از اپی‌تلیوم حس بویایی پوشیده شده که در ارتباط با عصب شماره 1 می‌باشند (خزندگان 12 زوج عصب مغزی دارند). در خزندگان منفذ بینی به سقف دهان متصل است و در بعضی خزندگان مثل لاک‌پشت و کروکودیل منفذ بینی در حلق باز می‌شود (مانند انسان) که این در جانوران ایجاد کام ثانویه می‌کند.

Vomerolateral organ یا Jacobson's organ در خزندگان وجود دارد. (در سقف دهان و نزدیک بینی) که پیچیدگی و پیشرفت زیادی نسبت به دوزیستان پیدا کرده و کمک زیادی به حس بویایی می‌کند. زبان دوشاخه مارها ذرات مواد شیمیایی را جذب کرده و آن را به اندام جاکوبسون می‌رساند و به حس بویایی کمک زیادی می‌کند.

2- حس چشایی: حس چشایی در خزندگان بر خلاف دوزیستان کاملاً محدود به دهان است و اساساً خزندگان حس چشایی قوی ندارند و رستپورهای حس چشایی در سطح زبان و محوطه دهان قرار دارند.

3- گیرنده‌های نوری (Photoreceptor): این گیرنده‌ها در خزندگان دو دسته‌اند:

a. گروهی تشکیل چشم سوم یا چشم صنوبری (Pineal eye) را می‌دهند؛ چشم سوم که در سقف دین سفالن به وجود می‌آید در برخی از خزندگان بسیار فعال است و کمک زیادی به تشخیص نور و تعقیب جهت نور می‌کند. در برخی خزندگان چشم سوم عمل تنظیم حرارتی دارد.

b. گروهی چشم‌های زوج را در دو طرف سر به وجود می‌آورند؛ طرح کلی چشم در خزندگان همانند مهره‌داران پیشرفته است. لاک‌پشت‌ها ضعیف‌ترین و سوسمارها قوی‌ترین چشم را در خزندگان دارند. پلک سوم در خزندگان وجود دارد که به آن Nictitating membrane می‌گویند و کار آن محافظت از چشم است. خصوصاً این پلک در خزندگان دریایی پیشرفت کرده است. در مارها یک غشای مشتق از پوست بنام Spectacle که بسیار شفاف است روی چشم را کاملاً می‌پوشاند. درحالی‌که پلک‌های اول و دوم در مارها تقریباً از بین رفته‌اند. غدد اشکی و غدد Harderian در خزندگان وجود دارند و در بعضی خزندگان مانند لاک‌پشتان دریایی غدد Harderian نقش دفعی دارند. از خزندگان به بعد تطابق چشم توسط تغییر شکل عدسی صورت می‌گیرد. در حالی که در جانوران قبل، تطابق توسط تغییر مکان و جابجایی عدسی حاصل می‌شد.

در قسمت عقبی چشم خزندگان یعنی در Vitreous body برجستگی‌ای وجود دارد به نام مخروط یا Conus که دارای عمل تغذیه‌ای است و رگ‌های خونی از آن وارد چشم می‌شوند. در سوسمارها این برجستگی منشأ اکتودرمی دارد و در مارها منشأ مزودرمی. اسفنگتر (sphengter) بازکننده مردمک در سوسمارها منشأ اکتودرمی و در مارها منشأ مزودرمی دارد. مخروط در محل خروج عصب بینایی قرار دارد.

4- اندام شنوایی: در خزندگان گوش داخلی نسبت به دوزیستان پیشرفت زیادی کرده است ولی در اصل دارای همان قسمت‌ها می‌باشد. Lagena در خزندگان پیشرفت زیادی کرده، استخوان Columella گوش میانی را تشکیل می‌دهد و آثاری از گوش خارجی در بعضی از خزندگان یافت می‌شود. پرده صماخ در اکثر خزندگان وجود دارد. استخوان Columella در مارها به استخوان‌های جمجمه و آرواره پایین متصل است و ارتعاشات را به گوش داخلی منتقل می‌کند. مارها فاقد پرده صماخ هستند. لابیرنت‌های غشایی و استخوانی در خزندگان تشکیل شده‌اند. شنوایی در کروکودیل‌ها بسیار خوب در مارمولک‌ها خوب و در لاک‌پشت‌ها بسیار ضعیف است.

سم و مارهای سمی:

اصولاً سم مایعی است زرد رنگ و حاوی ترکیبات آلی و معدنی زیاد که حالت اسیدی. در حرارت بالای 50 درجه زود خراب می‌شود. اشعه‌های X و گاما نیز آن را خراب می‌کنند. ترکیب پیچیده سم در مارهای مختلف متفاوت است ولی به طور کلی از مواد آلی و معدنی تشکیل شده که عبارتند از: آلبومین، گلوبولین، پروتئین‌های آنزیمی پروتئولیتیک، کلسیم، آلومینیم، منیزیم و PO_4^{3-} .

سم‌ها آنزیم‌های لیتیک قوی هستند که بسته به نوع مار دارای اثرات متفاوتی هستند. غدد سمی (Poison gland) در مارها از تغییر شکل غدد بزاقی به وجود آمده‌اند. این غدد توسط مجاری Poison duct وارد دندان سمی (Poison teeth) مار می‌شوند و از طریق دندان سمی تزریق می‌شوند. دندان‌های سمی از تغییر شکل دندان‌های ماژیلایی به وجود آمده‌اند. غدد سمی توسط لیگامان‌هایی در جای خود محکم نگهداری می‌شوند.

عمده‌ترین خانواده‌های مارهای سمی عبارتند از:

- خانواده افعی‌ها (Viperida)
- خانواده افعی‌های حفره‌دار (Cortilidae)
- خانواده مارهای کبری (Elapidae)
- خانواده مارهای دریایی (Hydrophidae)

سم در خانواده Viperidae و Crotalidae همولیتیک (تجزیه کننده خون) است. با ورود به جریان خون گلبول‌های قرمز را تجزیه می‌کند، جدار رگ‌ها را تخریب و سلول‌ها و بافت‌های بدن را نکروزه و تخریب می‌نماید. در نتیجه ایجاد تورم، آماس، نکروز بافتی می‌کند و حالت بسیار دردناکی برای مارگزیده به وجود می‌آید. نهایتاً منجر به خون‌ریزی لثه‌ها، خون‌ریزی زیرجلدی و خون‌ریزی مغزی و مرگ می‌شود.

سم در خانواده Elapidae نوروتوکسین است. در محل گزش فرد احساس درد نمی‌کند. سم پس از ورود به جریان خون و رسیدن به سیستم عصبی، روی مخچه و دستگاه لیمبیک اثر می‌گذارد. فرد تعادل خود را از دست می‌دهد و از نظر روانی دچار حالت خوشحالی می‌شود، افراد را تشخیص نمی‌دهد، کنترل فعالیت‌های متابولیکی بدن را از دست می‌دهد. هذیان می‌گوید و در نهایت در اوج خوشحالی می‌میرد. با تأثیر سم بر روی بصل‌النخاع، تخریب مرکز تنفسی در بصل‌النخاع صورت می‌گیرد و ایجاد سکته تنفسی می‌کند.

سم در خانواده Hydrophidae همانند افعی‌ها همولیتیک است و خیلی دردناک. همچنین به مراتب قوی‌تر از سم افعی است. مقدار تزریق سم کم است چون دندان‌های سمی کوچک است و دارای شیاری می‌باشد که مقداری از سم را هدر می‌دهد.

Autotomy in lizards

خودبری یا اتوتومی در بعضی خزندگان خصوصاً سوسمارها طی یک پدیده بسیار جالب که صرفاً نقش دفاعی و حفاظتی برای جانور دارد انجام می‌گیرد. هنگام تهدید یا وقتی جانور از طرف دشمن مورد حمله قرار می‌گیرد دمش را از نقاط خاصی قطع می‌کند. دم قطع شده حدود 2 دقیقه با استفاده از اکسیداسیون بی‌هوازی به فعالیت شدیدی می‌پردازد و شدیداً تکان می‌خورد. این عمل توجه شکارچی را جلب می‌کند و سوسمار می‌تواند فرار کند. این استراتژی تا حد بالایی برای سوسمارها موفقیت‌آمیز بوده است.

Phylum: Chordata, Subphylum: Tetrapoda, Class: Aves

در زبان لاتین، Avis یعنی پرنده. جمع آن Aves (پرنندگان) است. لغت دیگری هم به معنی اعم پرنندگان به کار برده شده است. Avian به معنای هوازیان است. در زبان لاتین، Ornitho نیز به معنی پرنده است و بدین‌سان علم پرنده‌شناسی را Ornithology می‌گویند.

Aviation به معنی پرواز، Avifauna به معنی پرنندگان یک منطقه و Ptero به معنی بال پرنده است.

برخی خصوصیات کلی و مهم پرنندگان:

- 1- بدن معمولاً دوکی شکل است و از چهار ناحیه ی سروگردن، تنه و دم تشکیل شده است. گردن طویل بوده و در تعادل و کسب غذا کمک می کند.
- 2- اندامهای حرکتی زوج است. اندام قدامی برای پرواز و اندام خلفی برای نشستن، راه رفتن و شنا سازگاری یافته است. پا عمدتاً دارای چهار انگشت است.
- 3- اپیدرم از پر و پا از پولک پوشیده شده است. بافت پوششی نازک از اپیدرم و درم تشکیل شده است. فاقد غدد عرق می باشند. غده روغن (چرب) در قاعده دم قرار دارد.
- 4- اسکلت کاملاً استخوانی و دارای حفره های هوایی است. استخوانهای مجمله به همدیگر لحیم شده و دارای یک کندیل پس سری می باشند. فکها به وسیله ی منقار شاخی پوشیده شده اند. دنده ها کوچک و مهره ها تمایل به اتصال به همدیگر و یکپارچگی دارند. جناغ کاملاً رشد یافته است.
- 5- سیستم عصبی کاملاً رشد کرده و مغز دارای دوازده جفت اعصاب مغزی است.
- 6- دستگاه گردش خون چهار حفره ای است و قوس آئورتی به سمت راست پیچیده است. سیستم باب کلیوی کاهش یافته است. گلبول های قرمز هسته دارند.
- 7- اندوترمیک می باشند.
- 8- تنفس به وسیله ریه هایی که کمی قابل اتساع می باشند همراه با کیسه های هوایی که در بین اندامهای احشایی و اسکلت هستند صورت می گیرد. سیرنکس (Syrinx) نزدیک اتصال نای و نایژه می باشد.
- 9- کلیه ها متانفریک بوده و رحم به کلواک باز می شود. مثانه ندارند. ادرار نیمه جامدی دارند و اسید اوریک ماده ی اصلی مواد دفعی ازته است.
- 10- جنسها از هم مجزاست. واس دفران به کلواک باز می شود. ماده ها فقط تخمدان و اویداکت چپ را دارند. اندام جفتگیری در اردکها، غازها و تعداد کمی دیگر از پرندگان وجود دارد.
- 11- لقاح داخلی است. تخمهای امینیوتیک با زرده ی زیاد و پوسته آهکی سخت دارند. تعیین جنسیت به وسیله ی ماده ها صورت می گیرد (کروموزوم ماده ها هترومورف است یعنی ZW).

الف) مورفولوژی پرندگان

بدن پرندگان پوشیده از پر است. اندام جلویی به فرمی درآمده که به آن بال می گوئیم و برای پرواز قابل استفاده است. اندام عقبی در سازش با محیطهای مختلف برای راه رفتن، شناکردن و روی شاخه نشستن مورد استفاده قرار می گیرد. معمولاً 4 انگشت دارند و دارای منقار شاخی در جلوی سر می باشند. پرندگان امروزی فاقد دندان هستند. در بعضی پرندگان شکاری، روی منقار زوئندی دیده می شود که به آن دندان می گویند. ولی در حقیقت دندان نیستند. دارای یک کندیل پس سری هستند و 12 زوج عصب مغزی دارند. استخوان لگن و چند مهره، به هم جوش خورده و استخوان بزرگ یکپارچه ای را به وجود آورده اند به نام Synsacrum. قلب چهار حفره ای و گردش خون مضاعف و کامل است. تنفس هوازی و

دارای کیسه‌های هوایی در دستگاه تنفس‌اند. اندام تولید صدا در قاعده نای در محل انشعاب نای به نایژه‌ها دیده می‌شود. مثانه در پرندگان وجود ندارد. دمای بدن ثابت و همگی تخم‌گذارند.

ب) دستگاه پوششی (Integument system) پرندگان

پوست پرنده دارای سه مشخصه مهم است:

(1) نازک بودن؛

(2) سست و شل بودن؛

(3) خشک بودن.

خاصیت نازک بودن و سست بودن سازشی است در پوست پرندگان که به پرنده اجازه می‌دهد پوست را روی قسمت‌های زیرین آن (عضلات) بلغزند. در هنگام پرواز که عضلات منقبض می‌شوند، پوست روی این عضلات می‌لغزد و باعث می‌شود پوست بدن جمع نشود و این کمک بزرگی به پرواز می‌کند. در پوست پرنده هیچ گونه غده‌ای وجود ندارد (نه غده چربی و نه غده عرقی). تعرق از طریق خود پوست صورت می‌گیرد که نقش غده عرق را بازی می‌کند. به جای غده چربی در بدن پرندگان در ناحیه دم، یک غده دو قسمتی وجود دارد بنام Uropygial یا Uropygial. این غده دو نوع ماده چرب ترشح می‌کند. یکی ماده چربی رقیق که خود به خود از منفذ غده جاری می‌شود و ماده چربی غلیظ که پرنده با منقارش از آن بر می‌دارد و روی پرها می‌مالد. در مورد نقش غده Uropygial آزمایشات، نتایج ضد و نقیضی ارائه داده‌اند. اوایل عقیده بر این بود که عامل منظم کردن پر در پرندگان بوده و عاملیست که از غوطه‌ور شدن پرندگان آبی جلوگیری می‌کند. اما به عنوان نمونه در باکلان (نوعی پرنده دریایی)، با وجود این که غده Uropygial بزرگی دارد ولی اگر مدتی در آب بماند، داخل آب فرو می‌رود. بدین صورت ناچاراً باید چند وقت یک بار به خشکی بیاید و بدنش را خشک کند. اگر یک لیوان آب روی پرندگانی مثل قناری و طوطی بریزیم با وجود داشتن این غده، نمی‌توانند پرواز کنند. این مشاهدات نشان می‌دهد که نقش غده Uropygial به عنوان عایق‌کننده پرها و ضد آب کردن آن‌ها چندان مهم نیست. این غده در پرندگان مختلف از درجات اهمیت مختلفی برخوردار است. مثلاً بعضی پرندگان دریایی نظیر اردک سرسبز یا خانواده اردک‌ها (Anathidae) به علت داشتن این غده هرگز در آب فرو نمی‌روند و مدت طولانی در آب به سر می‌برند. اگر به وسیله‌ای این غده را برداریم یا مجرای آن را با پارافین ببندیم، اردک سرسبز پس از مدتی در آب فرو می‌رود و نمی‌تواند زیاد در آب بماند. ولی به طور کلی می‌توان گفت این غده عامل نظم بخشیدن و مرتب شدن پرها در پرنده است. هم‌چنین عامل مثبتی در جهت حفظ پرندگان آبی بر روی آب است. در پرنده‌ای به نام کشیم بزرگ (*Podiceps Cristatus*) (پرنده‌ای آبی به اندازه اردک و به رنگ کرم یا خاکستری که در جنوب ایران هم یافت می‌شود) مدت‌ها دیده می‌شد که این پرنده پرهای خود را می‌کند و می‌خورد و علت این کار مشخص نبود. با توجه به این که ساختار پر یک ساختار کراتینی است، بنابراین نمی‌تواند ارزش غذایی داشته باشد و خوردن آن دلیل دیگری دارد. بعدها معلوم شد که کشیم به دلیل اینکه پرهای روی بدنش بسیار ضخیم و پرپشت است، مانع ورود نور بر روی پوست می‌شوند. در نتیجه ویتامین D لازم بدن تامین نمی‌شود. برای جبران این مسئله، پرنده از ماده چربی که از غده Uropygial ترشح می‌شود روی پرهایش می‌مالد. این پرها در معرض نور خورشید قرار می‌گیرند و طی یک فرآیند بیوشیمیایی کلسترول این چربی تبدیل به ارگوسترول می‌شود و بعد از ارگوسترول به ویتامین D تبدیل می‌شود و پرنده با خوردن پرها ویتامین D لازم را برای بدنش تامین می‌کند. این یکی از کاربردهای غده Uropygial است.

در پوست پرندگان رنگدانه وجود ندارد و رنگ پرنده توسط پرها مشخص می‌شود. از ضمائم دیگر موجود در پوست، پرها هستند که در گروه‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شوند. پرها (Feathers) بر اساس طبقه‌بندی کتاب یانگ به 4 گروه اصلی و یک گروه فرعی که عملاً شامل پرهای حسی است تقسیم می‌شوند:

1- شاهپر (Pennea)؛

2- پوش پر (Contour) که بدن را می‌پوشانند؛

3- موی پر (Filoplume) که حمایت از پوش پرها را به عهده دارند؛

4- کرک پر (Semiplume) که به منظور حفظ و نگهداری گرما هستند؛

5- پرهای حسی (Bristel) که پرهایی مویی و نازک هستند و در کنار منقار و اطراف بینی وجود دارند و نقش حسی دارند.

شاهپرهای دارای ساختمان پیچیده‌تری هستند که روی دم و بال قرار دارند. شاهپرهای روی بال دو تیپ هستند:

1- شاهپر اولیه

2- شاهپر ثانویه

شاهپر اولیه روی انگشتان و کف قرار دارد و شاهپر ثانویه روی ساعد. شاهپر اولیه 10 تا 12 عدد و شاهپر ثانویه 1 تا 4 عدد است. هر شاهپر از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده است. قسمتی که درون بدن است: Calamus نام دارد و یک مجرای خون، رگ و اعصاب دارد. قسمتی که خارج از بدن قرار دارد و نامنظم است، Hyporachy نام دارد. هرچه Hyporachy بزرگ‌تر باشد پرنده به پروازتر است. اگر بین شاهپرهای اولیه و ثانویه اختلاف زیادی باشد، پرنده خوب پرواز است و اگر اختلاف کم باشد بد پرواز می‌باشد. ستون وسط شاهپر را Rachy یا محور وسط گویند. از هر Rachy انشعابات جانبی به نام Barb خارج می‌شود. بارب‌ها توی هم قلاب می‌شوند. روی هر بارب انشعابات کوچک‌تری در دو طرف وجود دارد به نام Barbule. دو نوع Barbule وجود دارد: یکی به طرف داخل محور وسط قرار می‌گیرد و به آن Inter barbule یا باربل داخلی می‌گویند. دیگری به سمت خارج قرار دارد به نام Extern barble یا باربل خارجی.

وظایف پرها:

از وظایف مهم و مستقیم پرها عبارتند از:

1- پوشش دادن به بدن؛

2- پرواز؛

3- خاصیت Aerodynamic دادن به بدن توسط پرها.

از عواملی که به طور غیر مستقیم توسط پرها انجام می‌شود، می‌توان چنین مواردی را نام برد:

1- تنظیم حرارت بدن که این فرآیند برای پرندگان بسیار حیاتی است. هنگامی که هوا سرد است، پرنده با افزایش پرهایش به اصطلاح پف یا پوش می‌کند و بدین وسیله از خروج گرمای بدن به بیرون جلوگیری می‌کند و گرما را در سطح پوست نگه می‌دارد. همچنین از ورود هوای سرد به روی پوست جلوگیری می‌کند. برعکس هنگامی که هوا گرم است، پرنده پف می‌کند و این بار از ورود هوای گرم بر روی پوست جلوگیری می‌کند و حرارت خود بدن را که به راحتی برایش قابل تحمل است روی پوست حفظ می‌کند. در واقع این عمل پر را که پوست و بدن را از هوای اطراف جدا می‌کند خاصیت Isulation پر می‌گویند.

2- خاصیت دیگر پر، حفظ رطوبت مناسب برای بدن است. وقتی که آب به مقدار زیاد از طریق پوست نرم و لطیف پرنده تبخیر می‌شود، اگر به وسیله‌ای جلوی این تبخیر گرفته نشود، به زودی پوست خشک و چروکیده می‌شود. ولی پرها با ایجاد یک حالت عایق بین پوست و محیط اطراف روی پوست را از رطوبت اشباع می‌کنند و این عامل باعث حفظ رطوبت بدن می‌شود و از تبخیر بی‌رویه جلوگیری می‌کند.

3- ایجاد رنگ‌های مختلف و متنوع در پرندگان. پرندگان دارای زیباترین رنگ‌آمیزی در جهان جانورانند. رنگ‌های پر در پرنده، دارای دو منشأ است (دو نوع رنگ): الف) رنگ‌های شیمیایی که عامل آن کروماتوفورهای رنگی‌اند که در نواحی مختلف پرها قرار دارند و ایجاد رنگ‌های مختلف در پرندگان می‌کنند؛ ب) رنگ‌های فیزیکی که در پر هیچ نوع کروماتوفوری دیده نمی‌شود. بلکه مواد خاصی روی پر وجود دارد که همانند منشور عمل می‌کنند و نور را با طیف‌های مختلف می‌شکنند. ایجاد رنگ‌های براق می‌کنند و تالو خاص را در رنگ پر پرنده ایجاد می‌کنند. خصوصاً در پرندگان نر (جلای خاص پره‌های خروس و زیبایی پره‌های طاووس نر هر دو رنگ‌های فیزیکی-اند). پرندگان از رنگ‌آمیزی در موارد مختلفی استفاده می‌کنند. از جمله برای جفت‌یابی، شناسایی متقابل جوجه و مادر. همچنین برای استتار و دفاع در برابر دشمنان طبیعی از آن استفاده می‌کنند. همچنین رنگ‌آمیزی نقش مهمی در بقای سازمان‌یابی پرندگان دارد (عامل ارتباط‌های درون جمعیتی).

4- پرهایی که نقش حسی دارند به عنوان میانجی حسی عمل می‌کنند. یعنی پیام‌های حس لامسه و فشار را به پوست منتقل می‌کنند تا از طریق اعصاب موجود در پوست، پیام حسی به مغز برود.

5- پر در حفظ و نگهداری رطوبت و درجه حرارت تخم و در فرآیند تولیدمثل بسیار مهم است.

پوست قسمت‌های انتهایی اندام‌های حرکتی عقبی در پرندگان از فلس پوشیده شده است. خصوصاً قسمت Tarsus و Metatarsus و انگشتان.

ج) دستگاه اسکلتی (Skeleton system) پرندگان

اسکلت در پرندگان شبیه سایر مهره‌داران عالی است. ولی در سازش با محیط‌های خاصی که پرندگان زندگی می‌کنند دچار تغییراتی شده است. اولاً: استخوان‌ها توخالی و اسفنجی شده‌اند که این امر سبب سبکی و کمک به پرواز پرنده شده است.

ثانیاً: استخوان‌ها تا حد زیادی در هم ادغام شده و اسکلت یکپارچه و سبکی را برای پرنده به وجود آورده است.

میزان توخالی شدن استخوان‌ها در پرندگان خوب پرواز به حداکثر رسیده است و در پرندگانی که فاقد قدرت پرواز هستند (پرندگان خانگی) استخوان‌ها تا حد زیادی توپر باقی مانده‌اند. برخی استخوان‌ها به کیسه‌های هوایی متصل‌اند و این سبب شده که قسمت‌های خالی پر از هوا شود که به سبک کردن پرنده کمک زیادی می‌کند.

سر مخروطی شکل و دارای یک منقار توپر است و از استخوان‌های متعددی که به هم جوش خورده‌اند تشکیل شده است. از این نظر اختلاف زیادی بین جنین و جانور بالغ وجود دارد. استخوان‌ها به طور یکسان اسفنجی و تو خالی شده‌اند و اسکلت محکم و منظمی را تشکیل داده‌اند. استخوان Forontal رشد زیادی نموده و استخوان‌های Temporal و Squamosal برای اتصال به آرواره‌ها سطوح مفصلی خاصی دارند. استخوان پس سری Oxcipital فقط دارای یک کندیل است. سقف سر به طور یکسان استخوانی نشده است. استخوان Platine به طور جانبی قرار گرفته و در وسط دارای یک حفره سراسری است. استخوان Vomer (تیغه‌ای) رشد کرده، البته رشد آن کامل نیست و دو سوراخ بینی در آن باز می‌شود. استخوان Etmoid در کف چاله حدقه است. استخوان Quadrate (مربعی) به وسیله یک سطح مفصلی به استخوان Squamosal متصل شده و از طرف دیگر نیز به استخوان Jugal متصل است. استخوان Pterygoid نازک است و از یک طرف به استخوان Carre یا Quadrate و از طرف دیگر به استخوان Platine متصل است.

Premaxilla منقار فوقانی را به وجود آورده که توپر است و زیر آن Maxilla قرار دارد. آرواره‌ها فاقد هر نوع دندان می‌باشند. آرواره فوقانی آزاد است. تمام قسمت‌های آرواره تحتانی به هم جوش خورده است و یکپارچه شده، به وسیله استخوان مربعی که رشد کم‌تری دارد به سر اتصال می‌یابد.

دستگاه هیوئید:

شامل یک تنه داخلی میانی است که از ترکیب و در هم ادغام شدن تعدادی استخوان به وجود آمده است. دارای دو ریشه است که نسبتاً طویل اند و از دو قسمت به هم چسبیده تشکیل شده است. قسمت انتهایی اسکلت هیوئید، Epibranchial قرار دارد و در نزدیکی این دستگاه، Cerato branchial دیده می‌شود.

قفسه سینه:

از مهره‌ها و جناغ، رشد نموده و عضلات پروازی روی آن تشکیل شده‌اند (عضلات پروازی روی جناغ ثابت شده‌اند) و می‌توان گفت قفسه سینه حجم بزرگی از بدن را در بر می‌گیرد. دارای تاج نسبتاً بزرگی است و بر حسب سازش با محیط اندازه آن قابل تغییر است. پرندگان شناگر تاج کوچک و قفسه سینه پهن دارند (هم‌چنین پرندگان خوب پرواز) و پرندگانی همانند پرندگان خانگی که پرواز نمی‌کنند دارای تاج بزرگی هستند.

مهره‌ها:

مهره‌ها در 5 ناحیه قرار گرفته‌اند و اختلافات زیادی با هم دارند. این 5 ناحیه عبارتند از:

1- ناحیه گردنی؛

2- ناحیه سینه‌ای؛

3- ناحیه کمری؛

4- ناحیه خاجی؛

5- ناحیه دمی.

تعداد مهره‌های ناحیه گردنی در پرندگان مختلف متفاوت است. در کبوتر 13 عدد و در قو 22 عدد است. اولین مهره گردنی اطلس است که یک حلقه توگود را تشکیل داده و کندیل پس سری را در خود جای می‌دهد. دومین مهره، آبرسه است. این زائده‌ایست که به اطلس متصل است. مهره‌های دیگر شبیه زین‌اند و به دنبال هم قرار دارند. در حواصیل، ششمین مهره گردنی رشد کرده و 4 عضله به آن وصل شده که این عضلات با انقباضشان می‌توانند گردن و سر را به جلو پرت کنند. ناحیه پشتی 8 مهره دارد. اولین و دومین مهره آن آزادند. سه مهره بعدی به هم جوش خورده و یکپارچه شده‌اند. مهره 6 آزاد است و مهره‌های 7 و 8 در هم ادغام و یکپارچه شده، به استخوان Ilium متصل می‌شوند. ناحیه Sacral یا خاجی از 14 مهره تشکیل شده که همگی با هم ادغام شده و 2 مهره را ساخته‌اند. این دو مهره Sacral، مجموعاً یک استخوان را تشکیل داده‌اند که با مهره‌های کمری یکی شده و تشکیل منطقه استخوانی یکپارچه و بزرگی به نام Synsacral می‌دهند (مهره‌های دمی 2 عدد است). 2 مهره‌ی دمی در هم ادغام شده، 6 تای اول خیلی کوچکند ولی آخری بزرگ، تخت و ستیغ شده (مثل جلوی کشتی) و به آن Pygostyle می‌گویند. شاه-پره‌های دمی، روی آن قرار می‌گیرند. دنده‌ها در هر طرف بدن 8 عدد است. اولی، دومی و آخرین دنده را دنده مواج می‌گویند. چون از جلو آزادند. 5 تای بقیه از طرف جلو به جناغ و از طرف عقب به مهره‌ها متصلند. دنده‌ها به وسیله یک سر به ستون مهره‌ها (جسم مهره‌ای) چسبیده‌اند و با برجستگی دیگری بر روی زائده عرضی مهره‌ها محکم شده‌اند. این دنده‌ها را که با دو سر به مهره‌ها وصل هستند Bicipital می‌گویند.

اسکلت کمر بند سینه‌ای:

از سه استخوان تشکیل شده است که عبارتند از: Scapula، Coracoid و Clavicle که با استخوان‌های هم‌نام در پستانداران شباهت زیادی ندارد. Scapula باریک و دراز است و به طور افقی پشت قفسه سینه قرار گرفته است. قوی‌ترین استخوان Coracoid است که به شانه و جناغ وصل است. از اتصال این سه استخوان، حفره Glenoid به وجود می‌آید و حتی به مهره گردنی متصل می‌شود.

اسکلت بال:

اندام جلویی از بازوی رشد یافته‌ای تشکیل شده که به سمت عقب تمایل دارد. وقتی که بال به حالت خوابیده تا شده باشد، ساعد به طرف جلو متمایل است. ساعد شامل دو استخوان است: Radius و Ulna) Cobitus (که رشد زیادی پیدا کرده و شاهپره‌های ثانویه روی آن قرار می‌گیرند. مچ (Carpus) از دو استخوان تشکیل شده است: Radial و Cobital. استخوان‌های کف دست بسیار ساده‌اند. اولین و دومین Metacarpal دارای سر مفصلی هستند که انگشت دومی روی آن است. متاکارپ‌های 2 و 4 در انتها به هم چسبیده‌اند و بین آن‌ها فاصله‌ای وجود دارد که انگشت 3 و 4 روی آن هستند.

کمر بند لگنی:

که مجموعاً لگن را تشکیل داده به طور مشخصی به طرف جلو و عقب کشیده شده است. مجموعاً به وسیله سه استخوان به هم چسبیده‌اند و انتهای یکی از آن‌ها آزاد است. این 3 استخوان حفره Cotiloid را تشکیل می‌دهند که سر استخوان ران در آن قرار می‌گیرد. این سه استخوان عبارتند از: Ilium، Ischium و Pubis که دو تای اولی به هم متصل‌اند ولی Pubis در انتها آزاد است. Ilium کشیده شده و به مهره Sacral

متصل است. قسمت پشتی لگن را می‌سازد. Ischium به طرف عقب متمایل است. Pubis به جلو کشیده شده و به طور موازی با Ischium و Post pubis قرار گرفته. قسمتی از Pubis که آزاد است حفره‌ای را تشکیل می‌دهد که تخم به راحتی می‌تواند عبور کند.

اندام عقبی:

ران به طور مورب به جلو کشیده شده. به طوری که تا قسمت وسط بدن به طور افقی و موازی با ستون مهره‌ها قرار گرفته است. ساق پا از دو استخوان Tibia و Fibula (پرن) متشکل است. این دو استخوان طوری در هم ادغام شده‌اند که کاملاً همانند یک استخوان واحد به نظر می‌رسند. Tarsus و کف پا Meta tarsus در هم ادغام شده‌اند و بعد انگشتان پا قرار گرفته که همواره تعداد بندها یکی + شماره انگشت است.

(د) دستگاه گردش خون (Circulatory system) پرندگان

قلب در پرندگان کاملاً 4 حفره‌ای است. گردش خون کامل و مضاعف است. به دلیل متابولیسم بالا، معمولاً ضربان قلب بسیار سریع و تند است. به طوری که در کبوتر 300 بار در دقیقه، در آب چلیک 830 بار در دقیقه، در اردک سرسبز 212 بار و در پرنده شه‌خواری بنام مرغ مگس 1200 بار در دقیقه است.

شاخه اصلی آئورت در پرندگان به سمت راست می‌پیچد (برای حفظ تعادل در پرواز). بر خلاف پستانداران که به سمت چپ می‌پیچد. قلب پرنده دارای دو دهلیز با دیواره نازک و دو بطن با دیواره بسته است و به طور کامل گردش خون سیاهرگی و سرخرگی را از هم مجزا می‌سازد. این کیفیت بدون شک عاملی در تکامل تنظیم دمای بدن به شمار می‌رود. سینوس سیاهرگی در دهلیز راست جای گرفته است. خون از راه دو بزرگ سیاهرگ پیشین Precaval veins و یک سیاهرگ پشتی Postcaval vein داخل دهلیز راست شده و به بطن راست می‌رود. سپس از بطن راست به وسیله سرخرگ ششی به مویرگ‌های ششی رفته و اکسیژن می‌گیرد. آن‌گاه خون به سیاهرگ ششی بازگشته و به سوی دهلیز چپ و بطن چپ جریان می‌یابد. کمان آئورتی راست خون را از بطن چپ برای پخش در بدن بیرون می‌برد. از کمان آئورتی راست، دو سرخرگ باز و سری Innominate arterios جدا می‌شود. این سرخرگ سه شاخه دارد. سرخرگ گردنی (Carotid) به سوی سر و گردن، سرخرگ بازویی (Brachial) به سوی بال و سرخرگ سینه‌ای (Pectoral) به سوی ماهیچه‌های سینه که ویژه پروازند می‌رود. کمان آئورتی به نام آئورت پشتی (Dorsal Aorta) در پشت به سوی پشت امتداد یافته و اندام‌های داخلی و بقیه بخش‌های بدن را مشروب می‌کند. دستگاه سیاهرگی برخی ویژگی‌های خزندگان را داراست. دو بزرگ سیاهرگ پیشین خون‌های بخش پیشین را جمع می‌کنند. سیاهرگ پشتی کوتاه بوده و از دو سیاهرگ لگنی (Iliac veins) بزرگ که خون اندام‌های پسین و بخش‌های عقب بدن را می‌کشد، تشکیل می‌گردد.

در پرندگان مانند سایر مهره‌داران یک دستگاه آوران کبدی وجود دارد. ولی دستگاه باب کلیوی (کلیه‌ها کوچک شده‌اند) یک سازگاری (تطابق یا Adaptation) ویژه در پرندگان دیده می‌شود. اتصال عرضی سیاهرگ‌های گردن در زیر سر است که از توقف گردش خون، در صورت فشرده شدن سیاهرگی، در اثر جنبش‌های سر یا گردن جلوگیری می‌کند.

طحال (Spleen) مدور و کوچک است و نزدیک روده قرار دارد. در پشت کیسه برون شامه قلب یا Pericardial که قلب در آن قرار دارد، دیواره‌های ظریفی وجود دارد که قلب و شش‌ها را از سایر بخش‌ها جدا می‌سازد.

(ه) دستگاه گوارش (Digestive system) پرندگان

در جلو از منقار تشکیل شده که دارای تیپ‌های گوناگونی است. در عده‌ای از پرندگان حشره‌خوار، منقار کشیده، باریک و ظریف و دراز است. البته در برخی از حشره‌خواران که صرفاً در هوا شکار می‌کنند، مثل بادخورک، منقار و دهان پهن شده که حجم بیشتری را در بر می‌گیرد. در پرندگان دانه‌خوار، منقار مثلثی و سه گوش و بسیار ضخیم و محکم شده و نوک آن تیز است. مانند گنجشک. در پرندگان شهدخوار (Nectivourus) منقار بسیار ظریف و نازک شده و می‌توانند منقار خود را در گل فرو برده و از شهد گل استفاده کنند. در پرندگان گوشتخوار شکاری (Carnivourus) منقار خمیده، ضخیم و بسیار خشن شده و برای پاره کردن شکار از آن استفاده می‌شود. تیپ‌های منقار در پرندگان ماهی خوار بسیار متنوع است. گروهی منقارهایی بلند و گروهی منقارهای بادکنکی و خرطوم مانند دارند (پلیکان دارای کیسه‌ای در پایین منقار است). در پرندگان، سقف دهان سخت شده و کام نرم دارند. زبان، بسته به نوع تغذیه، دارای تیپ‌های متفاوتی است. البته به هر تیپی که باشد دستگاه هیوئید را تشکیل می‌دهد. طول مری متناسب با طول گردن است و مری فاقد حرکات دودی شکل است.

مری در قسمتی متسع شده و چین‌دهان را به وجود می‌آورد و دوباره هم‌گرایی پیدا کرده و دنباله مری را ساخته که به معده ترش‌حی و بعد به معده مکانیکی (سنگدان، Gizzard) می‌رسد. پس عملاً معده در پرندگان دو قسمتی است. تکامل این قسمت‌ها بستگی به رژیم غذایی پرنده دارد. طبیعی است در پرندگانی مانند شهدخواران احتیاج زیادی به چین‌دهان و سنگدان نمی‌باشد. ولی در پرندگان دانه‌خوار، چین‌دهان و سنگدان رشد زیادی کرده‌اند. بعد از معده، قسمت‌های مختلف روده است. (روده کوچک، روده بزرگ و راست روده که در ابتدای آن دو سکوم (روده کور) گوارشی کوچک وجود دارد). از غدد ضمیمه دستگاه گوارش، کبد دو قسمتی است و بعد یک کیسه صفرا که به روده وصل است. غده دیگر پانکراس است که در ابتدای روده کوچک یافت می‌شود. غدد بزاقی هم در ناحیه دهان وجود دارند.

(و) دستگاه تنفس (Respiratory system) پرندگان

پرندگان هوازی هستند و دستگاه تنفس در پرندگان دارای اختصاصاتی است به شرح زیر:

1- شش‌ها و قفسه سینه حجیم شده است؛

2- ریه‌ها به وسیله کیسه‌های هوایی به استخوان‌ها متصلند (استثنا)؛

3- شش‌ها دارای انشعابات بسیار زیادی هستند و سطح تماسشان با هوا خیلی زیاد است. شش‌ها به قسمت پشت چسبیده‌اند. یکی از

اختصاصات دستگاه تنفس پرندگان، وجود کیسه‌های هوایی است که 9 عددند. 2 تا سینه‌ای خلفی، 2 تا سینه‌ای قدامی، 2 تا زیر

چمبری 2 تا شکمی و یکی گردنی.

کیسه‌های هوایی منشأ آندودرمی دارند. تا مدت‌ها تصور می‌شد کیسه‌های هوایی به سبک شدن جانور برای پرواز کمک می‌کنند. زیرا با وجود حرارت 44 درجه‌ای درون کیسه‌ها طبیعی است که فکر کنید هوای درون گرم شده و به پرواز پرنده کمک می‌کند. ولی بعدها مشخص شد که این کیسه‌های هوایی بیش‌تر از آن‌چه که برای سبک شدن باشد، عامل مهمی در تنفس جانور است و اگر آن‌ها را از بین ببریم، جانور حتی اگر روی زمین باشد و پرواز نکند در اثر خفگی می‌میرد (پس نقش اصلی کیسه‌های هوایی در تنفس است). هنگام پرواز با فشاری که عضلات روی قفسه سینه می‌آورند، قفسه سینه کوچک شده و حجم شش‌ها کم می‌شود و اگر کیسه‌های هوایی نباشند، پرنده چند متر بیش‌تر نمی‌تواند پرواز کند. زیرا پرواز احتیاج به انرژی زیاد دارد و نقش دستگاه تنفس در تأمین انرژی مهم است. هر کیسه هوایی دارای دو مجرا است. یکی آوران که انشعابی

از شش‌هاست و هوایی را که وارد شش‌ها شده، از طریق مجرای مشخصی (که از درون شش می‌گذرد) وارد کیسه‌های هوایی می‌کند و دیگری وایران است که هوا را از کیسه هوایی به شش‌ها منتقل می‌کند. پرندگان یک نای دارند که به نای‌ژه تبدیل می‌شود. هر نای‌ژه وارد یک شش شده و در محل انشعاب نای به دو نای‌ژه، اندام تولید صدای پرنده قرار دارد که به آن Syrinx گفته می‌شود.

ز) دستگاه دفع (Excretory System) پرندگان

کلیه‌ها در پرندگان Metanephrous اند و مجرای آن‌ها مجرای جدیدی است به نام مجرای Metanephric (میزنای). در کیوتر، کلیه‌ها 3 لوبی است. مثانه در اکثر پرندگان وجود ندارد که سبب سبک شدن پرنده می‌شود. کلیه‌های متانفریک در پرندگان از نوع Cotical (قشری) هستند یا تیپ خزنده‌ای دارند.

کلیه‌های متانفریک پستانداران که دارای قسمت Medula (مرکزی) اند را تیپ Mammalia می‌گویند. ماده دفعی بیشتر اسید اوریک است. البته در بعضی پرندگان اوره است که به صورت نیمه جامد دفع می‌شود. در برخی پرندگان دریایی مثل پترازها، غدد دفعی نمک در گوشه چشم وجود دارد که نمک را به صورت بلور یا مایع نمکی غلیظ دفع می‌کنند. اگر این غدد نباشند کلیه‌ها توانایی تصفیه آب شور دریا را ندارند. پرندگان آبی که فاقد این غدد هستند نمی‌توانند آب دریا را بخورند.

ح) دستگاه تولیدمثل (Reproductive System) پرندگان

جنس‌ها جدا از همند. دارای (Sexual Dimorphism) هستند. در پرندگان علاوه بر دی‌مورفیزم جنسی، دی‌مورفیزم‌های دیگری نیز وجود دارد. از جمله دی‌مورفیزم سنی و دی‌مورفیزم فصلی که در نوع اول جوجه‌ها و جانور قبل از بلوغ دارای رنگی است که بعد از بلوغ به رنگ دیگری در می‌آید. در نوع دوم پرنده در بهار و زمستان تغییر رنگ می‌دهد. مثل کبک دری.

در جنس نر دو Testis وجود دارد با دو مجرای Spermiduct که همان مجاری Mesonephric است. این دو مجرا به طور مستقل به کلواک ختم می‌شوند. معمولاً کلواک پرندگان فاقد اندام جفت‌گیری است ولی در برخی از اردک‌ها اندام جفت‌گیری ناودان مانندی دیده می‌شود که از برآمدگی‌هایی درون کلواک به وجود آمده است. در انتهای مجرای اسپرمیداکت، در برخی پرندگان، قسمت متورمی وجود دارد که به آن انبار ذخیره اسپرم یا کیسه اسپرم می‌گویند (seminal vesicle). در جنس ماده یکی از تخمدان‌ها تحلیل رفته است و عملاً تخمدان سمت چپ فعال مانده و تخمدان و اویداکت سمت راست از بین رفته است. اویداکت در پرندگان به نواحی مختلف تقسیم می‌شود که از بالا به پایین عبارتند از:

1- قیف یا شیپور فالوپ (Infundibulum) که حرکت تخم به درون اویداکت از طریق آن صورت می‌گیرد و لقاح نیز در آن انجام می‌شود؛

2- پیمانه (Magnum) که ترشح آلبومین (سفیده تخم‌مرغ) را باعث می‌شود؛

3- تنگه (Isthmus) که ساخت پرده‌های نازک داخلی و خارجی را انجام می‌دهد؛

4- رحم (Shell Gland) که پوسته آهکی تخم را ترشح می‌کند؛

5- Regina که تخم به وسیله آن وارد کلواک می‌شود.

از جلو، تشکیل شده از دو لب بویایی که در برخی رشد زیادی کرده (کبوتر)، دو نیمکره مخ که حجم زیادی از مغز را اشغال کرده‌اند، کورتکس نیمکره‌ها در پرندگان چین‌خوردگی ندارد ولی سطح زیر کورتکس در پرندگان کاملاً توپر است. در حالی که این قسمت در پستانداران دارای چین‌خوردگی‌های فراوان و فضاهای خالی است. سطح توپر کورتکس در پرندگان معادل نئوکورتکس در پستانداران است. بعد از نیمکره‌های مخ برجستگی‌های چهارگانه وجود دارد که مرکز رفلکس‌های بینایی و شنوایی است. رشد قسمت‌های مختلف مغز در پرندگان موازی با رشد قسمت‌هایی از مغز در برخی حشرات است.

Diencephalon دارای هیپوتالاموس، اپی‌تالاموس و تالاموس است. جسم پینه‌ای در پرندگان فعالیت کمی دارد و به عضوی تبدیل شده که ملاتونین ترشح می‌کند. این غده کنترل تمام ریتم‌های شبانه‌روزی پرنده را کنترل می‌کند. همچنین عامل بلوغ و تخم‌گذاری در پرندگان است. از Mesencephalon اعصاب سوم و چهارم مغز خارج می‌شود که بزرگ‌ترین اعصاب مغزی هستند. مخچه چین‌خورده و پله‌پله است. چین‌خوردگی آن بیش‌تر از خزندگان است. در طول بلوغ جانور، مخچه دارای تعدادی لوب می‌شود که تعداد این لوب‌ها در پرندگان گوناگون، متفاوت است. بصل‌النخاع محل عبور دستجات اعصابی است که از نخاع بالا آمده و به مغز می‌روند یا از مغز پایین آمده و به نخاع می‌روند. نخاع (Spinal cord) حالت بندبند دارد که این حالت بندبندی در پرندگان متفاوت فرق می‌کند و بستگی به تعداد مهره‌ها دارد.

اندامهای حسی:

1- حس بینایی: پرندگان دارای قوی‌ترین حس بینایی در بین مهره‌داران هستند. قدرت تفکیک دید (Resolution) در آن‌ها بسیار زیاد است. چشم‌ها رشد زیادی یافته و بزرگ شده‌اند. معمولاً در طرفین سر قرار گرفته‌اند. در چشم پرندگان، ساختمانی به نام Pectenoculi (جسم شانه‌ای یا شانه چشمی) وجود دارد که در نزدیکی نقطه کور واقع است و دو عمل مهم انجام می‌دهد: الف) به تغذیه شبکه کمک زیادی می‌کند. به همین سبب به وجود مویرگ در شبکه نیازی نیست؛ ب) در این‌جا تطابق به پرنده کمک می‌کند. جسم شانه‌ای پرنده عملاً کار دو چشم را انجام می‌دهد. جسم شانه‌ای درون زجاجیه انشعاب یافته، پایه آن به نقطه کور چسبیده و با اتصال به لبه مشیمه ثابت می‌شود. Pecten در پرندگان شکاری که روز شکار می‌کنند رشد بیش‌تری دارد و در پرندگان شب‌زی رشد کم‌تری دارند. تصور می‌شود که Pecten اندامیست راست شدنی (زیرا افقی است) که در عمل تطابق کمک زیادی می‌کند. یعنی از حالت خمیدگی در آمده و به این صورت باعث می‌شود فشار داخل کره چشم زیاد شود و این فشار زیاد باعث تغییر شکل عدسی می‌شود و ایجاد تطابق می‌کند. در پرندگان شکاری، چشم به جلو آمده و در کناره‌ها نیست. بر عکس پرندگانی که در نزدیکی آب زندگی می‌کنند، چشم‌هایشان در کناره‌ها قرار دارد. جلو آمدن چشم‌ها در پرندگان شکاری کمک زیادی به مکان‌یابی Location شکار می‌کنند. چشم پرندگان آبی به قدری دقیق است که حتی شکست نور جزئی در درون آب را حس و محاسبه می‌نماید. اختلاف عمق واقعی و ظاهری را به خوبی محاسبه کرده، هیچ‌وقت در گرفتن شکار در زیر آب اشتباه نمی‌کند. پرندگان پلک سوم دارند که هنگام پرواز از آن استفاده می‌کنند و مانع می‌شود که خار و خاشاک وارد چشم شود. چون چشم باز است.

تطابق توسط الیاف Falciform و به کمک جسم شانه‌ای صورت می‌گیرد. در شکاری‌هایی که روزپروازند، سلول‌های مخروطی خیلی فراوانند. در روز، سلول‌های مخروطی فعالند و قدرت تشخیص زیادی دارند ولی در پرندگان شب‌پرواز، تعداد سلول‌های استوانه‌ای خیلی بیش‌تر است. لکه زرد در عقب کره چشم است (محل تمرکز و تراکم سلول‌های عصبی). در پرندگان؛ لکه زرد دارای دو قسمت است که

کاملاً رشد کرده‌اند. یکی درست در مرکز و سطح عقب کره است و دیگری متمایل به نقطه گیجگاهی Temporal. این دو لکه زرد در افزایش دید هنگام پرواز کمک زیادی می‌کنند (یک چشم عملاً کار دو چشم را انجام می‌دهد).

2- اندام شنوایی: سوراخ گوش و پرده صماخ در پرندگان وجود دارد ولی فاقد لاله گوش هستند. بنابراین به خوبی جهت صدا را تشخیص می‌دهند. در بعضی پرندگان مانند برخی از جغدها، پرهای خاصی اطراف گوش قرار گرفته است و با انقباض عضلاتی که زیر پرها هستند، پرها را در جهات خاص به حرکت در می‌آورند و نقش لاله گوش را بازی می‌کنند. بدین ترتیب جهت صدا را تشخیص می‌دهند.

تحدب پرده صماخ به سمت بیرون است و توسط استخوان کلومل که گوش میانی را تشکیل داده به دریچه بیضی متصل است. سه مجرای نیم دایره در گوش داخلی است. ابتدای هر مجرا یک برجستگی به نام Ampula وجود دارد که محل اجتماع سلول‌های حسی تعادلی‌اند. در گوش داخلی دارای اتریکول و ساکول هستند. Lagna رشد زیادی نسبت به خزندگان داشته و عملاً تشکیل یک حلزون ناقص را می‌دهد. با وجود رشد زیاد Lagna گوش پرندگان، بیشتر نقش تعادلی دارد تا نقش شنوایی. پرندگان میدان مغناطیسی را توسط فولیکول‌های پایه پر احساس می‌کنند.

Classification of Aves

1- Subclass: Archacornithes

زیررده دیرینه مرغان یا سوسمارهای پرنده. از خصوصیات آن‌ها می‌توان چنین نام برد: سه انگشت داشتند، استخوان‌های مچ از هم جدا بوده و هر کدام به یک چنگال ختم می‌شده‌اند، دم بلند با بیش‌تر از 13 مهره داشتند که به مهره اول یک جفت زائده متصل بوده است، در محل اتصال دم به بدن، برآمدگی وجود نداشته و در هر آرواره، دندان‌هایی در حفره‌های آرواره‌ای داشتند. مثل Archaeopteryx.

2- Subclass: Neornithes

زیررده نومرغان یا پرندگان حقیقی. کف دست آن‌ها به هم چسبیده و یک استخوان تشکیل داده است. دومین انگشت پا، بلندترین انگشت است. مهره‌های دم 13 تا یا کم‌ترند. استخوان جناغ سفید و دارای ستیغ (تیغه)، یا مسطح و بدون تیغه است و از کرتاسه تا امروز وجود دارند. این زیر رده، دو فوق راسته دارد:

2-1- Superorder: Odontognathae

فوق راسته پرندگان دندان‌دار دنیای جدید. دندان‌ها به صورت ردیف، روی آرواره قرار داشتند. در کرتاسه بالایی وجود داشته‌اند با دو راسته و 14 گونه. راسته‌های Hesperornis و Ichthyornis.

2-2- Superorder: Palaeognathae

یا پرندگانی که راه می‌روند، دندان دارند، بال‌هایشان کوچک شده و معمولاً پرواز نمی‌کنند. مهره‌های دمی آزاد دارند و استخوان‌های شانه‌ای و غرابی کوچک دارند و شامل هفت راسته می‌شوند.

2-2-1- Order: Struthioniformes

راسته شترمرغان. پرواز نمی‌کنند و زمین‌زی هستند. (این مبحث ادامه دارد).

Phylum: Chordata, Subphylum: Tetrapoda, Class: Mammalia

پستانداران در عهد مزوزوئیک از خزندگان جدا شده و به سرعت در تمام زیستگاه‌های قابل استفاده پراکنده شدند. این مهره‌داران در همه جا؛ اقیانوس‌ها، سواحل، قطبین، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، زیر و روی زمین، روی درختان و... زندگی می‌کنند. پستانداران دارای مشخصات منحصر به فردی می‌باشند که به آسانی می‌توان آن‌ها را تشخیص داد. مهم‌ترین خصوصیتی که پستانداران را از سایر مهره‌داران جدا می‌کند وجود غدد پستانی است که غذای نوزادان را تامین می‌نماید. از دیگر خصوصیات بارز این جانوران، وجود مو به عنوان پوشش محافظ بدن است که اغلب در تمام مراحل زندگی وجود دارد. در برخی از پستانداران مقدار مو در مراحل مختلف زندگی کم می‌شود یا به کلی از بین می‌رود.

پستانداران همانند پرندگان به علت داشتن مکانیسم‌های تنظیم حرارت داخلی، جانورانی خون گرم به حساب می‌آیند.

این مهره‌داران تنها گروه منحصر به فردی هستند که پرده دیافراگم دارند. دارای دو کندیل پس سری و 12 زوج عصب مغزی هستند. رشد مغز در آن‌ها بسیار زیاد است. برای اولین بار چین و شکن‌های مغز در پستانداران نمایان می‌شود. بنابراین جانورانی بسیار باهوش هستند. اندام‌های حرکتی تغییرات فراوان کرده است و در گروهی به بال و باله و در گروهی به اندام‌های رونده زمینی تبدیل شده است.

برخی صفات کلی و مهم پستانداران:

1- بدن از مو پوشیده شده است. در برخی پستانداران مقدار آن کاهش یافته است.

2- بافت پوششی دارای غدد عرق، بو، سباسه و پستان می‌باشد.

3- جمجمه دارای دو کندیل پس سری و معمولاً "دارای هفت مهره ی گردنی است. تنها جانورانی هستند که کام ثانویه دارند. دنده ها فقط به مهره های سینه ای اتصال دارند و اغلب دارای یک دم طویل می باشند.

4- دندانها دیفی دونت هستند(دندان شیری یا ریزشی دارند که دندانهای دائمی جانشین آنها می شوند).دندانها هترو دونت اند و در روی هر دو فک می باشد. فک پایین از یک استخوان بزرگ به نام Dentary تشکیل شده است.

5- پلکهای متحرک و گوش خارجی گوشتی دارند که به آن لاله گوش (Pinnae) گویند.

6- دارای چهار عضو حرکتی(دربرخی کاهش یافته و یا وجود ندارد) است که به اشکال مختلف حرکتی سازگاری یافته است.

7- سیستم گردش خون دارای قلب چهار حفره ای است. قوس آئورتی به سمت چپ پیچیده است. دارای گلبولهای قرمز بدون هسته ومقعرالطرفین هستند.

8- دستگاه تنفس از ریه ها و جعبه صدا (Voice box) تشکیل شده است.صفحات ثانویه،مسیر عبور هوا و غذا را تفکیک می نماید.عضله دیافراگم حفرات سینه ای و شکمی را از همدیگر مجزا می سازد.

9- سیستم دفعی از کلیه های متانفروز تشکیل می شود.میزنای معمولاً" به مثانه باز می شود.

10- مغز کاملاً رشد و نمو یافته است. مخ دارای دوازده جفت اعصاب مغزی می باشد.

11- خونگرم اند و سیستم داخلی گرمای بدن را تنظیم می کند.

12- کلوک فقط در مونوترم ها وجود دارد.

13- جنسها از هم مجزا هستند.

14- لقاح داخلی است. تخم در رحم رشد و نمو می یابد. دارای اتصالی به نام جفت (به استثنای مونوترم ها) و غشاهای جنینی (آمنیون، کوریون، آلانتوئیس) می باشند. تعیین جنسیت به وسیله ی نرها صورت می گیرد.

15- نوزادان به وسیله ی شیر غدد پستانی تغذیه می شوند.

الف) دستگاه اسکلتی (Skeleton system) پستانداران

در دستگاه اسکلتی پستانداران، نسبت به انواع پست تر میزان استخوانی شدن قطعات زیادتر شده اما از تعداد استخوان ها کاسته شده است. این مطلب به ویژه درباره استخوان های مجمله صادق است. به طوریکه استخوان هایی نظیر پیش پیشانی (Prefrontal)، پس پیشانی (Postfrontal)، استخوان های پس

حدقه ای، استخوان Jugal و چندین استخوان دیگر از بین رفته. در بیش تر پستانداران 4، استخوان پس سری به یکدیگر جوش خورده اند و یکی شده اند. با ادغام استخوان های کف مجمله ای، استخوانی به نام شب پره ای (Sphenoid) به وجود آمده است. استخوان صماخی یا Tympanic با استخوان Squamosal جوش خورده و استخوان گیجگاهی Temporal را به وجود آورده اند.

مجمعه به تناسب مغز حجیم شده و از اندازه های نسبتاً بزرگ در مقایسه با سایر مهره داران برخوردارند. مجموعه توسط دو کندیل پس سری که هر یک از آن ها بر روی یکی از استخوان های پس سری خارجی (Exooccipital) قرار دارد و به اولین مهره گردنی (اتلس) ملحق شده اند. گوش میانی دارای 3 استخوان است:

1- استخوان رکابی (Stane) که از استخوان کلومل خزندگان به وجود آمده است؛

2- استخوان سندان (Incus) که از استخوان مربعی مشتق شده است؛

3- استخوان چکشی (Maleus) که از دستگاه هیوئید مشتق شده است.

آرواره پایین بدون دخالت استخوان مربعی مستقیماً به استخوان Squamosal متصل می شود. در آرواره بالا، دندان ها از استخوان های پیش فکی به وجود

آمده اند (Maxilla و Premaxilla).

مهره های پستانداران از تیپ Acoelus هستند. تعداد مهره های گردنی در همه پستانداران 7 عدد است. به جز 4 استثنا که در پستانداران پست دیده می شود. سه تای آن ها از راسته ی بی دندان ها (Edantata) هستند که یکی از آن ها Manatee و دیگری تنبل دو انگشت (Coloepus) است

که هر دو 6 مهره گردنی دارند و نوعی مورچه‌خوار به نام Tamandeu که 8 مهره گردنی دارد. تنبل سه انگشت (*Bradypus*) 9 مهره گردنی دارد. این پستانداران استثنایی بیش‌تر در نواحی حاره‌ای آمریکای جنوبی زندگی می‌کنند. راسته Sirenidae دارای 6 مهره گردنی هستند.

مهره‌های سینه‌ای یا دنده‌ای بسیار قابل انعطاف هستند. البته در بعضی نمونه‌ها و در بعضی هم کم‌تر انعطاف پذیرند. تعداد آن‌ها برابر تعداد دنده‌ها از 9 تا 24 عدد است. مهره‌های کمری در عقب مهره‌های سینه‌ای واقع است و قابلیت انعطاف خوبی دارند. تعدادشان 5-7 عدد است. بین مهره-های کمری و دمی 3-5 مهره خاجی (Sacral) قرار دارد که به یکدیگر جوش خورده و استخوان یکپارچه‌ای به نام Sacrum را به وجود آورده‌اند.

بسته به طول دم، تعداد مهره‌های دمی متغیر است. دنده‌های پستانداران در محل اتصال به مهره‌ها دارای دو سر هستند. یک سر به نام Cupitulum که به تنه جسم مهره‌ای متصل است. و سر دیگر به نام Tuberculum به زائده عرضی مهره وصل است. دنده‌های جلویی که به آن‌ها دنده‌های حقیقی گویند مستقیماً به استخوان جناغ متصل‌اند ولی سایر دنده‌ها که در عقب واقعند یا به غضروف آخرین دنده حقیقی چسبیده‌اند که به آن‌ها دنده‌های مواج می‌گویند و یا انتهای آن‌ها آزاد است که به آن‌ها دنده‌های کاذب گویند.

استخوان جناغ از یک سری قطعات استخوانی تشکیل شده که به ترتیب طولی کنار هم قرار گرفته‌اند. اگرچه پستانداران اصولاً دارای 4 اندام حرکتی 5 انگشتی‌اند ولی در بسیاری از گروه‌ها این اصل رعایت نشده است و نوعی خاص از تخصص‌یافتگی موجب گشته است که از تعداد انگشتان کاسته شود.

در نهنگان و پستانداران گیاه‌خوار دریایی و Siren‌ها به طور کلی همه آثار خارجی اندام‌های حرکتی خصوصاً اندام حرکتی عقبی از بین رفته است. کمربند شانه‌ای و لگنی در پستانداران به علت زندگی متفاوت دارای تنوعات زیادی است.

ب) دستگاه ماهیچه‌ای (Muscular system) پستانداران

در پستانداران دستگاه عضلانی بسیار توسعه یافته و بر خلاف تعداد استخوان‌هایی که کاهش یافته، تعداد عضلات افزایش پیدا کرده است. وضعیت بندبندی عضلات تنه که در مهره‌داران پست آشکار است، در پستانداران به مقدار زیاد از بین رفته است.

عضلات خارجی اندام‌های حرکتی به دلیل قابلیت تحرک زیاد بزرگ شده و بخش اعظم عضلات تنه را به وجود آورده‌اند. عضلات برانشی که در مهره‌دارانی شبیه ماهی (مهره‌داران پست) عمدتاً برای حرکت کمان‌های آبششی استفاده می‌شدند به عضلات صورت، گردن و شانه تبدیل شده‌اند.

عضلات پوستی که مسئول حرکات چهره‌اند و همچنین حرکات چشم‌ها، بینی و لب‌ها برای اولین بار در پستانداران به وجود آمده‌اند. همین عضلات هستند که موجب تغییر سریع چهره در انسان می‌شوند.

ج) دستگاه گردش خون (Circulatory System) پستانداران

دارای خصوصیتی بسیار پیشرفته است. قلب کامل و چهار حفره‌ای است. گردش خون سرخرگی و سیاهرگی کاملاً از هم جدا هستند. درون قلب دیواره‌بندی خاص با دریچه‌های مخصوص به وجود آمده. به طوری که دهلیز راست توسط دریچه سه‌لته (*Tricuspid*) از بطن راست جدا شده و دهلیز چپ توسط دریچه دو لته (*Bicuspid* یا *Mitral*) از بطن چپ جدا شده است.

آئورت از پنجمین و چهارمین کمان آئورتی چپ به وجود آمده و در پستانداران هم به سمت چپ بدن می‌پیچد. بزرگ سیاهرگ زیرین ممکن است یک یا دو عدد باشد. سیستم باب کبدی در پستانداران توسعه پیدا کرده است ولی سیستم باب کلیوی (*Renal Portal*) از بین رفته است.

خون دارای گلبول قرمز است. هموگلوبین رنگ‌دانه اصلی خون است که قابلیت بالای حمل اکسیژن را دارد. بنابراین توان گردش خون در پستانداران خیلی بالاست.

د) دستگاه گوارش (Digestive System) پستانداران

دارای تعدادی خصوصیات منحصر به فرد است. در همه آن‌ها به جز پستانداران تخم‌گذار و نهنگ‌ها، لب‌های متحرک وجود دارد. معمولاً دندان دارند. در بعضی گونه‌ها دندان‌ها بسیار تخصص یافته‌اند و به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند. دندان‌ها در حفره دندانی قرار دارند. تیپ دندانی از نوع Thecodont و Hetrodont است. غدد دهانی که عمدتاً موکوس ترشح می‌کنند در همه مهره‌داران خصوصاً پستانداران وجود دارد. در انواع خشک‌زی پستانداران، بسیار توسعه یافته و به حس چشایی و بلعیدن غذا کمک می‌کنند. معمولاً در پستانداران سه غده بزاقی وجود دارد:

1- بناگوشی (Paial)؛

2- تحت فکی (Submaxillary)؛

3- زیر زبانی (Sublingual)؛

که از آن‌ها علاوه بر موکوس، آنزیم‌هایی هم ترشح می‌شود (مثل آمیلاز). زبان پستانداران به جز وال‌ها بسیار رشد کرده و علاوه بر جمع و باز شدن، قابلیت تحرک قابل ملاحظه‌ای نیز دارد. در سطح بالای زبان، برآمدگی‌هایی متعدد یافت می‌شود که تعدادی عنصر حس چشایی‌اند.

مری پستانداران قابل تشخیص است. فاقد هرگونه غده است. طول آن به اندازه طول گردن می‌باشد. و قطرش بسیار متفاوت است. معده در پستانداران بسته به روش تغذیه، به اشکال متفاوتی دیده می‌شود. و از یک کیسه نسبتاً ساده تا اندامی چند حفره‌ای مشاهده می‌شود. معده خفاش‌های خون‌آشام بزرگ و کیسه مانند است و عملاً برای ذخیره به کار می‌رود. پیچیده‌ترین ساختمان معده در پستانداران نشخوار کننده دیده می‌شود. معده‌ی نهنگ‌ها و پستانداران گیاه‌خوار دریایی نیز پیچیده است و از حفره‌های متعددی تشکیل شده است.

معده در نشخوارکنندگان دارای 4 بخش است: اولین بخش محل ذخیره موقتی غذا است به نام شکمبه، یا سیرابی (Rumen). علوفه‌ای که با عجله خورده شده درون شکمبه انبار می‌شود و در آن جا خیس‌انده می‌شود و پس از مخلوط شدن به توده‌ای تبدیل می‌شود که در مرحله بعد، این توده به قسمت‌های کوچکی تقسیم و وارد بخش دوم معده می‌شود که به آن نگاری یا (Reticulum) می‌گویند. این بخش دارای حفرات کوچکی است که غذا درون آن به صورت تکه‌تکه در می‌آید. این تکه‌ها برای نشخوار به دهان برگردانده می‌شوند. نشخوار در هنگام استراحت حیوان صورت می‌گیرد. پس از نشخوار غذا، به قسمت سوم معده یا هزارلا (Omasum) می‌رود. بر اثر حرکات دودی شکل، غذا مخلوط می‌شود و به چهارمین بخش معده به نام شیردان (Abomasum) می‌رود. غذا پس از عبور از شیردان و ترشح شیره‌های گوارشی بر روی آن، وارد روده کوچک شده و مسیر روده بزرگ-راست روده را در پیش می‌گیرد. روده کوچک در اکثر پستانداران نسبتاً طویل و پیچ خورده است و طول آن بستگی به رژیم غذایی جانور دارد. روده پستانداران گیاه‌خوار به طور قابل ملاحظه‌ای از روده پستانداران گوشت‌خوار و حشره‌خوار طویل‌تر است. به طوریکه طول روده کوچک در دام‌ها ممکن است به 51 متر نیز برسد. کلوک در پستانداران وجود ندارد. مگر در تعداد اندکی از پستانداران تخم‌گذار.

ه) دستگاه تنفسی (Respiratory System) پستانداران

دستگاه تنفس پستانداران در مقایسه با پرندگان، پیچیدگی کمتری دارد. در جلو از بینی و دهان تشکیل شده است. شکاف گлот توسط غضروفی بنام اپی گлот باز و بسته می شود. اپی گлот در کف حلق قرار دارد. هوا از شکاف حنجره وارد شده و سپس از نای عبور می کند. نای از حلقه های غضروفی متعددی تشکیل شده است. هوا از نای عبور کرده وارد یک جفت نای ژه شده و سپس به نای ژه های ثانوی وارد شده پس از عبور از نای- ژه ها و نای ژک های انتهایی، وارد اتاقک های هوایی می شود و فرآیند اصلی تنفس در این مکان صورت می گیرد. حشره خواران گروهی از پستانداران هستند که دارای سریع ترین درجه تنفس هستند. به طوری که در بعضی از آن ها (Sherew) تعداد تنفس در دقیقه 850 بار و تعداد ضربان قلب 800 بار در دقیقه است. در بخش هایی از دستگاه تنفس، برخی از پستانداران آبزی و دریایی، تغییراتی در مسیر سازگاری حاصل شده است که این تغییرات به طور عمده شامل پیدایش دریچه هایی است که موجب مسدود شدن منافذ بینی می شود. هم چنین طولیل شدن بخشی از حنجره و لوله ای شدن آن که این لوله تا قسمت خلفی سوراخ بینی نیز ادامه دارد. در پستانداران گیاه خوار دریایی، شش ها طولیل شده و گنجایش آن ها نسبت به اندازه بدن خیلی زیاد شده است. در فوک ها سازگاری هایی مخصوص ایجاد شده به منظور جلوگیری از خطر کمبود اکسیژن هنگام فرو رفتن در آب. در این حالت ضربان قلب بسیار کم می شود و مصرف اکسیژن کاهش پیدا می کند. تعداد ضربان قلب از 85 به 12 بار در دقیقه می رسد. در بین پستانداران نهنگ ها می توانند به عمیق ترین ناحیه آب بروند به طوری که بعضی از وال ها تا اعماق 900 متر پیش می روند و فشار زیاد این عمق را تحمل می کنند. ضربان قلب نهنگ ها در اعماق آب حدود 10 بار در دقیقه است. بخش اعظم جریان خون وارد پوست و عضلات می شود. البته با مسدود شدن رگ ها در بعضی نواحی بدن که خون زیادی لازم ندارند، خون بیش تری وارد مغز می شود.

و) دستگاه دفع و تولیدمثل (Urogenital System) پستانداران

معمولاً هر دو تخمدان در پستانداران فعالند. اویداکت های زوج یا لوله های فالوپ معمولاً در تمام پستانداران وجود دارند. این لوله های فالوپ زوج با به هم پیوستن شان ایجاد جسم کیسه ای به نام رحم (Uterus) می کنند که نوزاد در آن قرار می گیرد. البته در پستانداران تخم گذار این حالت وجود ندارد و اویداکت ها وارد کلوک می شوند. در کیسه داران نیز این دو مجرای اویداکت به هم نمی پیوندند و رحم کیسه ای را تشکیل نمی دهند. فقط در انتها به هم وصل شده با یک مجرا به بیرون متصل می شود. لقاح داخل است. پستانداران تخم گذار یا بچه زای می باشند.

Testis ها در بخش عقبی بدن پستانداران قرار دارند یا در خارج از بدن درون کیسه ای به نام (Scrotum) قرار می گیرند. در بعضی گونه ها تستیس ها فقط در فصل باروری به درون (Scrotum) وارد می شوند. جنس نر دارای اندام جفت گیری منفرد است. این اندام در پستانداران تخم- گذار در کف کلوک جای می گیرد. در انواع عالی تر در پوسته ای قرار می گیرد که از طریق آن به خارج باز می شود یا خود به عنوان یک اندام خارج است.

کلیه پستانداران همانند سایر آمینون داران متانفریک بوده و دارای مثانه هستند. کلیه پستانداران نه تنها مواد از ته زائد از متابولیسم پروتئین را به صورت اوره دفع می کند بلکه در تعادل آب بدن نیز نقش مهمی دارن خصوصاً در برقراری تعادل آب در گونه های خشکزی حائز اهمیت است. پستانداران دریایی بایستی همواره با افزایش نمک موجود در غذای خود مقابله کنند. در حالی که انواع بیابانزی با مشکل کمبود یا عدم وجود آب در محیط روبرو هستند. در این حالت نگهداری آب توسط کلیه ها صورت می گیرد و اوره دفع شده نیز تا حد امکان تغلیظ می شود.

ز) دستگاه عصبی (Nervous System) پستانداران

به طور کلی دستگاه عصبی پستانداران از سایر مهره‌داران تکامل یافته‌تر است. در بیش‌تر گونه‌ها سطح نیمکره‌ها که از Telencephalon مشتق شده دارای چین‌خوردگی است. لایه خارجی Cortex از ماده خاکستری ساخته شده و نیمکره‌های چپ و راست مغز به وسیله رابط سه‌گوش سفیدرنگی به نام Cupus Callusum یا جسم پینه‌ای به هم متصل‌اند که یکی از صفات اختصاصی دستگاه عصبی پستانداران است.

Diencephalon، تالاموس، هیپوتالاموس و اپی‌تالاموس را تشکیل داده است. در سقف Diencephalon، غده صنوبری (Pineal Gland) قرار دارد. لیکن اندامی شبیه چشم سوم در خزندگان را نمی‌سازد.

تالاموس‌ها مرکز مهم رله جریانات عصبی (بینایی) هستند. هیپوتالاموس در پستانداران بخش بسیار مهمی است که از 4 قسمت تشکیل شده است. با این‌که حس بویایی در اکثر پستانداران خیلی قوی نیست ولی لوب‌های بویایی وجود دارد و در تعدادی از آن‌ها نیز بسیار توسعه یافته است. خصوصاً در جوندگان و سگ‌ها.

Mesencephalon (مغز میانی) پستانداران در مقایسه با مهره‌داران پست‌تر (که در آن‌ها مرکز مهمی به حساب می‌آید) دارای اهمیت چندانی نیست. این بخش به 4 اندام به نام برجستگی‌های 4گانه تقسیم می‌شود. دو لوب بالایی مربوط به بینایی و دو لوب پایینی مربوط به شنوایی است. مخچه در پستانداران مرکز کنترل حرکات بدن است که در پستانداران به بالاترین حد رشد خود رسیده است. سطح مخچه چین‌خورده و به چند لوب تقسیم

می‌شود. در زیر مخچه اندامی به نام Pons یا پل مغز وجود دارد که این اندام نیز مخصوص پستانداران است. البته آثاری از آن در بعضی پرندگان نیز قابل مشاهده است. لیکن در پستانداران پل مغز، مرکز رله عصبی است و به صورت اندام مشخصی در سطح شکمی ساقه مغز دیده می‌شود. Spinal Cord (طناب نخاعی) بسیار کوتاه است و فقط در چند گونه به استخوان خاجی می‌رسد. سیستم عصبی مرکزی توسط یک لایه به نام منژ حفاظت می‌شود که این لایه سه قسمت دارد. از داخل به خارج عبارتند از: نرم‌شامه، عنکبوتیه و سخت شامه.

پستانداران همانند سایر آمیون‌داران دارای 12 جفت عصب مغزی‌اند که دارای ریشه‌های پشتی و شکمی هستند. ریشه‌ها قبل از خروج از مهره‌ها به هم پیوسته و یک شاخه اصلی را به وجود می‌آورند. در پستانداران از به هم پیوستن شاخه‌های شکمی، اعصاب شبکه‌ای پیچیده‌ای به وجود می‌آیند که عبارتند از شبکه‌های گردنی، کمری، خاجی و بازویی.

12 زوج عصب جمجمه‌ای عبارتند از:

- 1- عصب بویایی (Olfactory N.) حسی؛
- 2- عصب بینایی (Optic N.) حسی؛
- 3- عصب حرکتی چشمی (Oculomotor N.) حسی و حرکتی؛
- 4- عصب تروکلر یا قرقره‌ای (Trochlear N.) حرکتی؛
- 5- عصب سه قلو (Trigeminal N.) حسی و حرکتی؛

6- عصب حرکتی خارجی چشم (Abducens N.) حرکتی؛

7- عصب چهره‌ای (Facial N.) حسی و حرکتی؛

8- عصب دهلیزی و شنوایی (Auditory N.) حسی و حرکتی؛

9- عصب زبانی - حلقی (Glossopharyngeal N.) حسی و حرکتی؛

10- عصب واگ (Vagus N.) حسی و حرکتی؛

11- عصب شوکی (Spinal Accessory) حرکتی؛

12- عصب زیرزبانی (Sublingual یا Hypoglossal) حرکتی.

ج) خصوصیات ویژه (Special properties) پستانداران

بسیاری از ویژگی‌های پستانداران مربوط به دستگاه پوششی آن‌ها می‌باشد. غدد پستان، غدد پوستی، مو، شاخ، ناخن، سم، همه اساساً بخشی از پوشش بدن یا از ضامم آن هستند. پوشش بدن شامل پوست است که از لایه نازک خارجی به نام روپوست یا بصره (Epidermis) و یک لایه عمقی و معمولاً بسیار ضخیم‌تر به نام جلد (Dermis) تشکیل یافته است.

از لحاظ جنینی، روپوست از اکتودرم و جلد از مزانشیم که منشأ مزودرمی دارد مشتق شده‌اند. دستگاه پوششی که خارجی‌ترین بخش بدن را تشکیل می‌دهد به طرق زیادی محافظت آن را به عهده دارد. پوست تا حدودی غیرقابل نفوذ است و هم‌چون سدی در برابر عفونت مقاومت می‌کند و اندام‌های زیر خود را از آسیب حفظ می‌نماید. موها باعث محافظت بیش‌تر بدن می‌شوند. کاهش مو باعث ضخیم‌تر شدن پوست می‌شود. پوست گاهی علاوه بر مو و ناخن واجد فلس‌های شاخی می‌باشد. فلس‌هایی روی دم بسیاری از جوندگان و بعضی از کیسه‌داران به چشم می‌خورد. ممکن است در برخی از پستانداران نظیر پانگولین‌ها و آرمادیلو تمام یا بخش اعظم بدن به وسیله فلس‌های صفحه‌مانند شاخی پوشیده شده باشد. یکی از مهم‌ترین اعمال دستگاه پوششی پستانداران، کمک به تنظیم حرارت بدن است. علاوه بر این پوست در محافظت بدن در برابر حرارت زیاد و اشعه خورشید نقش مهمی دارد. پستاندارانی که در نواحی معتدله به سر می‌برند دارای پوستی رنگین و ضخیم هستند. حال به شرح ویژگی‌های دستگاه پوششی پستانداران می‌پردازیم.

1- غدد پستان: اهمیت این غدد در پستانداران به اندازه‌ایست که نام این رده از آن گرفته می‌شود. اندام‌های مزبور از بعضی لحاظ با غدد چربی و عروقی وابستگی داشته و ممکن است همه آن‌ها از منشأ اپیدرمی مشترکی مشتق شده باشند. از لحاظ جنینی غدد پستان از قطعات ضخیم شده اپیدرمی به وجود آمده‌اند که به صورت خطی در دو طرف بدن، از زیر بغل تا کشاله ران کشیده شده است. غدد پستانی در مرحله رشد هر دو جنس ظاهر شده لیکن معمولاً فقط در جنس ماده فعال گشته و تحت کنترل هورمونی قرار می‌گیرد. جای غدد پستانی در گونه‌های مختلف بسیار متغیر بوده و ممکن است در ناحیه سینه، شکم یا کشاله ران قرار داشته باشد. مجرای خروجی این غدد در اغلب پستانداران نوک پستان است.

پستانداران تخم‌گذار فاقد نوک پستان هستند و مجاری مربوطه در سطح صافی از پوست باز شده و نوزادان، شیر تولید شده را در موهای شطح شکمی مادر پراکنده است لیس می‌زنند. در کیسه‌داران و جفت‌داران مجاری غدد پستان از نوک برآمده آن به خارج باز می‌شود.

تعداد پستان بسته به گونه‌های مختلف به طور قابل ملاحظه‌ای متفاوت است. پستان‌ها همیشه زوج‌اند و تعداد آن از یک تا 13 جفت در تغییر است و به سختی با تعداد نوزادان برابر است. معمولاً پستاندارانی که عموماً یک یا دو بچه می‌آورند دارای یک جفت پستان هستند. این مطلب درباره نخستیان، نهنگان و بعضی خفاش‌ها صدق می‌نماید. سایر گونه‌ها که باروری بیشتری دارند برای مطابقت بیش‌تر با تعداد فرزندان پستان‌های بیشتری دارند. به طوریکه که گفته شد شیر در پستانداران تخم‌گذار از غدد پستان به بیرون تراوش می‌کند و در بیشتر پستانداران از نوک پستان مکیده می‌شود. لیکن نهنگ‌ها واجد یک وضعیت استثنایی هستند. در این پستانداران عضلات ویژه-ای وجود دارد که شیر را با نیروی زیادی از نوک پستان به دهان نوزادان پرتاب می‌کند. چون نهنگ‌ها فاقد لب هستند، پدیده فوق مانع هدر رفتن شیر در حالت زندگی آبی می‌گردد.

شیر که غذای منحصر به فرد نوزادان را در آغاز تولد تشکیل می‌دهد، علاوه بر آب محتوی چربی شیر، لاکتوز، آلبومین و نمک‌های گوناگون است. میزان مواد مزبور در شیر انواع مختلف پستانداران بسته به درجه رشد نوزادان متفاوت است. وجود آلبومین زیاد در شیر موجب تسریع در رشد نوزاد

می‌شود. لذا چون شیر انسان محتوی مقدار کمی آلبومین است، رشد نوزاد انسان نیز کند می‌باشد. در صورتی که وزن نوزادان خوک‌چه هندی که از شیر مملو از آلبومین تغذیه می‌کنند در ظرف چند روز دو برابر می‌شود. شیر اکثر پستانداران دریایی دارای چربی زیادیست و گاهی میزان آن به 50 درصد می‌رسد.

2- غدد پوستی: علاوه بر پستان‌ها، غدد مولد عرق، چربی و بو نیز از جمله غدد اصلی دستگاه پوششی محسوب می‌شوند. غدد مولد عرق عموماً در پستانداران وجود داشته و نه تنها بخشی از مواد زاید را از بدن خارج می‌سازد بلکه به مقدار زیاد به تنظیم حرارت بدن نیز کمک می‌کند. غدد عرقی در بیش‌تر پستانداران محدود به نواحی خاصی از پوست است و مانند انسان در همه جای بدن پراکنده نیست. در برخی جوندگان و گوشت‌خواران غدد مزبور فقط در کف پاها و بین انگشتان وجود دارند. به نظر می‌رسد بعضی خفاش‌ها فاقد غدد عرقی هستند ولی در بعضی دیگر در ناحیه صورت دارای این غدد هستند. وال‌ها فاقد غدد مزبورند. زیرا هیچ‌گونه تبخیری از سطح بدن آن‌ها صورت نمی‌گیرد.

غدد چربی در پای فولیکول‌های مو قرار داشته و ترشحات آن نه تنها موها بلکه پوست بدن را چرب نگه می‌دارد. پستانداران دارای غدد مولد بوهای مختلفی هستند. به نظر می‌رسد که برخی از این غدد از تغییر شکل جزئی غدد چربی یا عرق به وجود آمده‌اند. در حالی که بعضی دیگر بسیار تخصص یافته‌اند. غدد مولد بو اعمال مختلفی به عهده دارند. بعضی از آن‌ها برای دفاع یا خبر دادن به افراد هم‌گونه و دور ساختن آن‌ها از قلمرو و سایر افراد به کار می‌روند. برخی دیگر برای جذب افراد هم‌گونه یا جنس مخالف مورد استفاده قرار می‌گیرند. رشد این غدد در پستانداران که حس بویایی قوی دارند زیاد است و در سایر پستانداران نظیر وال‌ها که دستگاه بویایی کاهش یافته‌ای دارند به کلی وجود ندارد.

معروف‌ترین نمونه این غدد در راسوها وجود دارد. جانور مزبور می‌تواند ترشحات غدد دور مخرجی خود را با نیروی زیاد به خارج پرتاب نماید و با دقت زیادی بر روی دشمن فرود آورد. ترشحات حاصل بوی بسیار نامطبوعی داشته و در صورت تماس با چشم می‌تواند موجب کوری موقت یا دائمی شود. لذا به عنوان یک اسلحه دفاعی بسیار قوی مورد استفاده جانور قرار می‌گیرد. غدد مشابهی در سایر افراد

خانواده راسوی آمریکایی وجود دارد که به منظوره‌های دیگری به کار می‌روند. از جمله برای جلب سایر افراد هم‌گونه یا جنس مخالف. چنانچه هرگاه ترشحات غدد دور مخرجی راسویی بر روی تله مالیده شود اغلب باعث فریب و به دام افتادن سایر راسوها می‌گردد.

در لبه بالایی قاعده دم خانواده سگ، غدد بو داری به نام غدد مشک وجود دارد. موهای محافظ این ناحیه زبر و خشن است و فاقد موهای نرم زیرین می‌باشد. طول این غده بستگی به گونه‌های مختلف متفاوت است. به طوریکه در روباه خاکستری از 8 تا 11 سانتی متر در تغییر می‌باشد. به طور کلی به نظر می‌رسد که این غده برای ارتباط بین جانوران مزبور به کار می‌رود. در بین موش‌های کور و موش‌های صحرایی، غدد مشابهی در نواحی مختلف بدن دیده می‌شود که به منظوره‌های مختلفی به کار می‌روند. علاوه بر این، نوعی گوزن آمریکایی به نام گوزن شاخ‌بلند واجد 11 غده بودار است که در ابتدای گوش، در عقب پشت، در طرفین دنبالچه، در عقب زانوها و بین انگشتان قرار دارد. بعضی غدد در تشخیص و جلب جنس مخالف به کار می‌روند. هنگامی که موهای دنبالچه جابجا می‌شود بوی مشک قوی تولید می‌گردد که احتمالاً برای حفاظت در برابر حشرات موذی است. اعضاء خانواده گوزن دارای غدد پوستی متعددی هستند که از لحاظ طبقه‌بندی حائز اهمیت می‌باشد: در جلو چشم غدد پیش حدقه‌ای کیسه مانند وجود دارد که در فرورفتگی زیر استخوان اشکی جای دارد. این غدد در گوزن آمریکایی غیرفعال است و در گوزن استر به طور قابل ملاحظه‌ای بزرگ‌تر از گوزن دم‌سفید می‌باشد و در برخی از جنس‌های خانواده بزکوهی در فصل باروری به قدری بزرگ و برآمده می‌شود که حالت چهارچشمی به خصوصی را به وجود می‌آورد؛ غده مچی که در وسط مچ قرار دارد، شامل بخش ضخیمی از پوست محتوی غدد چربی و عرقی بزرگ شده است. این غدد به وسیله یک دسته موی زبر و طویل پوشیده شده و گفته می‌شود که ترشحات روغنی آن بوی آمونیاک می‌دهد. غده مزبور حداقل در فصل باروری در جنس نر به بالاترین حد فعالیت خود می‌رسد. آزمایش‌های انجام شده نشان می‌دهد که افراد یک گله گوزن دم‌سیاه به طور منظم در شب و روز غده مچی یکدیگر را بو می‌کشند و به این وسیله به شناسایی یکدیگر می‌پردازند. هرگاه فرد غریبه‌ای به گله وارد شود به وجود او پی برده و رفتار تهاجمی آغاز می‌گردد. آن فرد تعقیب شده و از گله دور می‌شود. بچه گوزن‌ها نیز به همین طریق مادران خود را می‌شناسند.

بسیاری از گوزن‌ها واجد غده کف‌پایی نیز هستند. گفته می‌شود که ترشحات مشک بوی این غده در تعیین نقاط استراحت مورد استفاده قرار می‌گیرد. غده بین انگشتی نیز در بسیاری از زوج‌سُمان دیده می‌شود و در گوزن آمریکایی، در هر چهار پا وجود دارند. این غدد بین دو انگشت اصلی قرار داشته و در تمام سال فعالند و می‌توانند در ردیابی سایر افراد یا حتی خود جانور مجدداً مورد استفاده قرار گیرند.

بسیاری از خفاش‌ها دارای غدد پوستی متعددی هستند که اغلب بر روی سر جانور قرار دارند. ترشحات این غدد در بعضی گونه‌ها بسیار قوی و تا حدودی شبیه راسو است. در اغلب پستانداران به هنگام ترس مقدار زیادی ماده ترشحاتی از غدد پوستی خارج می‌شود که بیان-گر مکانیسم دفاعی

نمی‌باشد. احتمالاً از این ترشحات در یافتن مکان‌های زیست جانور استفاده می‌شود. زیرا مکان‌های مزبور بوی شدیدی را که از مشخصات این جانوران است به خود می‌گیرند.

غده ختنه‌گاهی از جمله غدد پوستی به شمار می‌رود که در بسیاری از پستانداران وجود دارد. بهترین نمونه این غدد در بیدستر یا خر آبی دیده می‌شود. غده مزبور به صورت کیسه‌های بزرگی محتوی ماده‌ای به نام کاستوریم می‌باشد که در زیر پوست دو طرف پنیس قرار دارد و ترشحات آن توسط چند مجرا به ختنه گاه راه دارد. غدد مزبور در فصل باروری بسیار بزرگ شده و ترشحات‌شان در مکان‌های متعددی گذاشته شده و به احتمال زیاد بیدسترها را در یافتن جفت کمک می‌نمایند. در بسیاری از جوندگان و خانواده سگ، غدد

مشابهی یافت شده است. گرگ مزرعه نر، روباه و گرگ به طور منظم ادرار خود را که با ترشحات غدد ختنه‌گاه مخلوط است در نقاط متعددی ریخته و این نقاط به تناوب توسط سایر افراد همان گونه سرکشی می‌شود.

3- **مو:** پس از غدد پستانی، مو از بارزترین ویژگی‌های پستانداران است. در عده معدودی نظیر آرمادیلو و وال موها بمقدار زیاد کاهش یافته‌اند. لیکن در مرحله جنینی وال‌های دندان‌دار مو وجود دارد. در هر صورت بدن اغلب پستانداران را موهای نسبتاً بلندی می‌پوشاند.

مو اندامی اکتودرمی است که از لایه مالپیگی اپیدرم مشتق شده است. از لحاظ ساختمانی در برش عرضی مو سه لایه اصلی دیده می‌شود: الف) هسته داخلی (Medula)؛ که شامل سلول‌های مکعبی است و به سستی کنار هم قرار دارند. هم‌چنین دارای دانه‌های رنگی یا فاقد آنند. در برخی موها ممکن است مدولا به کلی وجود نداشته باشد یا بخش اعظم ساقه مو را اشغال نماید. ب) لایه قشری؛ که در خارج مدولا قرار دارد. سلول‌های آن دوکی شکل، به هم فشرده و دارای رنگ یا فاقد آنند. ضخامت این لایه در گونه‌های مختلف متغیر است. ج) لایه خارجی؛ که مرکب از کوتیکول است و شامل سلول‌های پهن فلس مانند است و معمولاً فاقد رنگ است. شکل و طرز قرار گرفتن فلس‌های لایه خارجی در پستانداران مختلف متفاوت است. فلس‌ها معمولاً به دو گروه تقسیم می‌شوند: 1) سفالی؛ 2) تاجی.

فلس‌های سفالی به جهتی قرار گرفته‌اند که بخشی از یکی لبه دیگر را می‌پوشاند. فلس‌های تاجی، ساقه را در برگرفته و مانند تعدادی انگشتانه یا جام، در یکدیگر جا گرفته‌اند. برش عرضی مو می‌تواند دایره‌ای یا پهن باشد. موهای صاف ساقه‌ای گرد و موهای مجعد ساقه‌ای مسطح دارند. به طور کلی شاید بتوان موها را به دو دسته موهای محافظ و موهای خز مانند یا زیرین تقسیم نمود. موهای محافظ زبر و طویل اند و در سطح خارجی پوست به خوبی آشکارند. لیکن موهای دسته دوم بسیار ظریف و کوتاه‌ترند و تا زمانی که موهای روی آن‌ها کهنه نشود، نمایان نمی‌شوند. همه پستانداران دارای خزهای زیرین نمی‌باشند. در بعضی از حشره‌خواران، خزهای زیرین بسیار کم شده یا به طور کلی از بین رفته است. علاوه بر این موهای حشره‌خواران به اندازه‌ای ظریف است که نمی‌توان انواع محافظ و خزهای زیرین را از یکدیگر تشخیص داد.

موها پس از تشکیل، به اندامی مرده و شاخی تبدیل می‌گردند و پیوسته در معرض فرسایش قرار دارند. لذا موهای قدیمی به تدریج ریخته و موهای جدید جای آن را می‌گیرند. ریزش مو در بعضی گونه‌ها هر سال یک بار و در پاییز صورت می‌گیرد. در برخی دیگر دوبار در سال، یک بار در بهار و دیگری در پاییز می‌باشد. در چند نمونه، ریزش مو به طور نامنظم صورت می‌گیرد. ریزش مو معمولاً در چند هفته و به تدریج انجام می‌شود و تا زمانی که موهای جدید تقریباً به رشد نهایی نرسد، موهای کهنه نمی‌ریزند. معمولاً در هر گونه، موها طی الگوی خاصی می‌ریزند. نوعی ریزش موی نسبتاً غیرعادی در فک‌های فیل مانند رخ می‌دهد. موهای کهنه همراه لایه‌ای از اپیدرم به صورت تکه‌های چند سانتی‌متری کهنه می‌شوند. همزمان با آن موهای جدید نیز از سطح پوست زیرین ظاهر می‌شوند.

مو وظایف گوناگونی به عهده دارد که عمده‌ترین آن‌ها حفظ حرارت بدن است. مو به صورت عایقی باعث جلوگیری از اتلاف حرارت شده، از این لحاظ به پر خیلی شبیه است. معمولاً پوشش موهای پستاندارانی که در نواحی سرد زندگی می‌کنند نسبت به انواعی که در آب و هوای گرم به سر می‌برند ضخیم‌تر است. در برخی پستانداران دریایی نظیر نهنگ‌ها، مو بسیار کم است یا اصلاً وجود ندارد. در عوض در زیر پوست آن‌ها یک لایه ضخیم چربی جای دارد. در فیل‌ها نیز مو بسیار کم است. لیکن پوست‌شان بسیار ضخیم می‌باشد.

علاوه بر حفظ حرارت بدن یکی دیگر از وظایف عمده مو، حفاظت از بدن است. در پستانداران نسبتاً کندرو نظیر جوجه‌تیغی، موها زبر و تیغ‌مانند است و برای دفاع به کار می‌روند. رنگ مو نیز نقش محافظتی دارد. در اغلب پستانداران رنگ مو تقریباً با محیط زیست جانور

یکنواخت است. رنگ پستاندارانی که در نواحی جنگلی زندگی می‌کنند اغلب تیره‌تر از انواع بیابانیست. بهترین نمونه تطبیق رنگ جانور با محیط زیست آن در انواعی دیده می‌شود که دارای پوشش تابستانی تیره و پوست زمستانی سفید می‌باشند. به این جانوران متغیرالرنگ می‌گویند. مانند: خرگوش صحرایی و راسوها. پدیده فوق باعث می‌شود که جانوران مزبور از دید دشمنان خود مخفی بمانند. بعضی پستانداران از موهای خود برای علامت دادن به سایر افراد هم گونه استفاده می‌کنند. موهای سفید روی دنبالچه گوزن شاخ‌دار شمالی که می‌تواند توسط عضلات مربوطه به سرعت بلند شده و روشنایی سفید مشخصی را تولید کند از دور قابل تشخیص است و به همین منظور به کار می‌روند. موهای دم برخی از پستانداران درخت‌زی نظیر سنجاب‌ها بسیار متراکم است و به عنوان تکیه‌گاهی به هنگام پریدن جانور از یک شاخه به شاخه دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این به علت وجود موهای طویل دو طرف آن به عنوان اندام تعادلی نیز به کار می‌روند.

در برخی پستانداران، موهای ویژه‌ای در نواحی مختلف بدن وجود دارد که با اعصاب بویایی در ارتباط بوده و به صورت یک اندام حسی جهت آگاهی جانور از محیطش مورد استفاده قرار می‌گیرند. این موها به ویژه در پستاندارانی که در حفرات و سوراخ‌های زیر زمین به سر می‌برند دارای اهمیت است.

4- دندان: گرچه ماهی‌ها، دوزیستان، خزندگان و اجداد پرندگان نیز دارای دندان هستند، لیکن دندان پستانداران به بالاترین حد رشد و تکامل رسیده است. با آن که در بعضی پستانداران نظیر وال‌های بالین‌دار و مورچه‌خوارها، دندان از بین رفته است. اما در اکثر آن‌ها دندان نقش مهمی در زندگی جانور دارد و برای به دست آوردن غذا، جویدن آن و در بسیاری موارد به عنوان اسلحه برای دفاع مورد استفاده است. ساختمان دندان شامل یک پوشش خارجی نازک اما بی‌نهایت سخت به نام مینا می‌باشد که در زیر آن لایه ضخیم‌تر اما نرم‌تری به نام عاج قرار گرفته است. در داخل دندان حفره‌ای وجود دارد که در آن اعصاب و رگ‌های خونی قرار دارد. در بعضی گروه‌ها ممکن است مینای دندان به صورت چین خورده باشد. بیشتر پستانداران دارای دوسری دندان هستند. اولین سری، دندان‌های موقت یا دندان‌های شیری نام دارند. در برخی گونه‌ها دندان‌های موقت فقط در چند روز یا چند هفته اول تولد دوام دارد. لیکن در برخی دیگر مدت زیاده‌تری باقی می‌مانند. در کورموش‌ها دندان‌های شیری در تمام عمر باقی می‌مانند و از پیدایش دندان‌های دائمی جلوگیری می‌شود. در اغلب پستانداران، پس از دندان‌های شیری، دندان‌های دائمی به وجود می‌آیند که در صورت کنده شدن، دندان دیگری جای آن‌ها را نمی‌گیرد. این دندان‌ها معمولاً به چهار دسته تقسیم می‌شوند که به ترتیب از جلو به طرف عقب آرواره عبارتند از:

الف) دندان‌های پیشین؛ ب) نیش؛ ج) آسیای کوچک و د) آسیای بزرگ. به جز نیش‌ها که فقط یک جفت در هر آرواره است، بقیه در انواع مختلف پستانداران متفاوت می‌باشند. برای مشخص ساختن تعداد دندان‌های یک گونه معین، معمولاً از فرمول دندانی استفاده می‌شود که در آن تعداد و نوع دندان‌های موجود در یک طرف آرواره‌ها نشان داده می‌شود. مثلاً فرمول دندانی سگ‌سانان به صورت $3/2$ پیشین، $1/1$ نیش، $4/4$ آسیای کوچک، $5-4/2-1$ آسیای بزرگ می‌باشد و با ضرب کردن این تعداد در دو، عدد کل دندان‌ها مشخص می‌شود.

دندان‌های پیشین که در جلو دهان قرار دارند، اصولاً برای قطع کردن، نگهداشتن و گاز گرفتن به کار می‌روند. لذا در پستانداران علف‌خوار به بالاترین حد رشد خود رسیده و در اکثر علف‌خواران بزرگ، مسطح و تیغه‌مانند است. گاهی اوقات در خانواده گوزن و گاو، دندان‌های پیشین بالایی وجود ندارد و قطع علوفه به وسیله دندان‌های پیشین پایینی و به کمک لب‌ها و زبان صورت می‌گیرد. فیل‌ها که امروزه محل زندگی آن‌ها منحصر به بر قدیم است، دارای بزرگ‌ترین دندان‌های پیشین هستند. عاج‌های بزرگ این پستانداران دومین

دندان‌های پیشین بالایی آن‌ها می‌باشند. هر چند که اغلب پستانداران دارای شش جفت دندان پیشین هستند، لیکن تعداد آن‌ها تا دو جفت در جوندگان کاهش یافته. دندان‌های پیشین جوندگان تخصص یافته و اسکنه مانند است و در تمام عمر به رشد خود ادامه می‌دهد. بنابراین برای جلوگیری از رشد بیش از اندازه، بایستی پیوسته سائیده شوند. خرگوش‌ها دارای دو جفت دندان پیشین بالایی هستند که یک جفت آن‌ها کوچک است و در پشت جفت دوم قرار دارد و بدین وسیله از جوندگان متمایز می‌گردند.

تعداد دندان‌های پیش خفاش‌ها بسیار متغیر است. تعداد آن‌ها در آرواره بالایی بیش از دو جفت نمی‌باشد لیکن در آرواره پایینی برخی گونه‌ها سه جفت است. به هر صورت برخی از گونه‌ها نیز به کلی فاقد دندان پیشین بالایی هستند.

به احتمال زیاد پیشرفته‌ترین ساختمان دندان‌های پیشین مربوط به خفاش‌های خون‌خوار است. در این خفاش‌ها تنها دندان پیشین بالایی هر طرف تیغه مانند و ظریف است و برای خون‌گیری به کار می‌روند. دندان‌های پیشین اکثر گوشت‌خواران کوچک و نامشخص است. دندان‌های نیش پستاندارانی که از لاشه جانوران دیگر تغذیه می‌کنند بر خلاف دندان‌های پیشین آن‌ها بسیار بزرگ و رشد یافته است. دندان‌های نیش گوشت‌خواران نسبتاً نوک تیز است و برای گرفتن، کشتن طعمه و دریدن گوشت آن به کار می‌روند. دندان‌های نیش بالایی گراز دریایی بزرگ و عاج مانند است و برای بالا رفتن جانور از یخ‌ها و جدا کردن نرم‌تنان صدف‌دار از کف اقیانوس مورد استفاده قرار می‌گیرند. دندان‌های نیش اکثر خفاش‌ها بزرگ است و در انواع خون‌خوار نیش‌های بالایی همانند دندان‌های پیشین تیغه‌مانند می‌باشند و برای سوراخ کردن پوست بدن طعمه به کار می‌روند. دندان‌های نیش زوج‌سُمان ممکن است دراز و عاج‌مانند باشند. مانند برخی از خوک‌ها.

Classification of Mammalia

پستانداران از تریاسه تا به امروز وجود داشته و به سه زیر رده تقسیم می‌شوند:

1- Subclass Prototheria

پستانداران تخم‌گذار ابتدایی هستند که دارای مو و غده پستانی فاقد نوک می‌باشند. در افراد بالغ، دندان فعال وجود ندارد و اویداکت‌ها مجزا به کلواک متصل می‌شوند. بر روی قوزک پای نرها یک خار شاخی میانی وجود دارد که ممکن است شیاردار باشد و ترشحات غدد سمی مربوطه را از خود عبور دهند. این زیر رده تنها شامل یک راسته است.

1-1-Order Monotremata

پستانداران تخم‌گذار؛ منحصر به ناحیه استرالیا می‌باشند و به دو خانواده تقسیم می‌شوند:

1-1-1- Family: Tachyglossidae

خانواده مورچه‌خوارهای خاردار؛ دهان و پوزه به منقار درازی تبدیل شده است. زبان دراز و چسبناک است. اندام‌های حرکتی برای کندن زمین تغییر شکل یافته است. دم کوتاه و زائده‌مانند است. بخش عمده بدن را تیغ یا خارهای زبری پوشانده‌اند. این خانواده شامل دو جنس است *Tachyglossus* یا *Echidna* که در استرالیا، تاسمانیا و گینه نو پراکنده‌اند و *Zaglossus* که در گینه نو پراکنده‌اند.

1-1-2- Family: Ornithornynchidae

خانواده پهن پای منقار اردکی؛ پوزه آن‌ها دراز است و به یک منقار پهن اردک مانند که به وسیله پوست مرطوب و بدون مو پوشیده شده، تبدیل شده است. دم از سطح پشتی - شکمی پهن می‌باشد. موها کوتاه و زبرند. پاها پرده دارند که برای شنا مناسب می‌باشد. در دریاچه‌ها و نه‌رهای شرق استرالیا پراکنده‌اند و شامل فقط یک گونه به نام *Ornithorhynchusanatinus* یا *Platypos* می‌باشند.

2- Subclass: Allotheria

این زیر رده شامل پستانداران غیرمتداول منقرض شده می‌باشد که از ژوراسیک تا ائوسن وجود داشته و سپس از بین رفته‌اند.

3- Subclass: Theria

انواع امروزی این زیررده بچه‌زا (*Vivi Parous*) بوده و دارای غدد پستانی نوک‌دار هستند. کمر بند سینه‌ای آن‌ها معمولاً شامل استخوان کتف و گاهی غرابی و ترقوه می‌باشد. استخوان بین ترقوه و پیش‌غرابی وجود ندارد. معمولاً واجد دندان‌های رشد یافته‌ای هستند. بخشی از اویداکت‌ها هم معمولاً به هم پیوسته است. از ژوراسیک تا به امروز وجود داشته‌اند و به سه دونه تقسیم می‌شوند:

3-1- Inferclass: Pantotheria

این پستانداران در ژوراسیک وجود داشته و به احتمال زیاد اجداد پستانداران عالی زیررده تریا می‌باشند.

3-2- Inferclass: Metatheria

گروهی از پستانداران ابتدایی و قدیمی هستند که نوزادشان به صورت رشد نیافته متولد شده و سپس مادر معمولاً در یک کیسه شکمی به نام *Masupium* از بچه‌ها نگهداری می‌کند. نوک پستان‌ها نیز در داخل *Masupium* قرار دارند. کمر بند سینه‌ای آن‌ها از سه استخوان کتف، غرابی و ترقوه تشکیل یافته. این گروه شامل یک راسته به شرح زیر است:

3-2-1- Order Marsupiala

راسته کیسه‌داران؛ واجد خصوصیات دونه‌ده‌اند. اندازه آن‌ها از بسیار کوچک تا نسبتاً بزرگ (5 تا 160 سانتی‌متر) در تغییر است. امروزه در ناحیه استرالیا، امریکای شمالی و جنوبی پراکنده‌اند و شامل 9 خانواده می‌باشند. برخی از آن‌ها عبارتند از: خانواده ماریخ یا اپوسوم *Opossum* آمریکایی، خانواده موش، موش صحرائی، گربه، گرگ و شیطان‌های کیسه‌دار، خانواده کورموش‌های کیسه‌دار، خانواده کوالا *Kola*، خانواده کانگرو *Kangeroo* و والابی *Wallaby*.

3-3- Inferclass: Eutheria

این پستانداران دارای جفت بوده و بچه‌زا هستند. *Marsupium* ندارند. همه آن‌ها به جز چند نوع ابتدایی، فاقد کلواک‌اند. از کرتاسه تا به امروز وجود داشته‌اند و شامل 17 راسته به شرح زیر می‌باشند:

3-3-1- Order: Insectivora

پستانداران ابتدائی کوچک یا متوسط هستند که چشم‌ها و گوش خارجی کوچکی دارند. اندام‌های حرکتی آن‌ها پنج انگشتی است و دندان‌هایشان ابتدائی است. در همه جای جهان به جز استرالیا، گرینلند، نواحی قطبی جنوب و بخش اعظم آمریکای جنوبی پراکنده‌اند. این راسته شامل 8 خانواده است که سه تای آن عبارتند از:

3-3-1-1- Family: Talpidae

خانواده کورموش‌ها (Moles)؛ برای زندگی زیرزمینی سازش یافته‌اند. پوزه آن‌ها دراز و برهنه است. چشم‌ها بسیار کوچک یا از بین رفته‌اند. گوش‌های خارجی کوچک یا فاقد لاله گوش‌اند. دم کوتاه و کلفت، موها بسیار نرم و اندام‌های حرکتی در طرفین بدن قرار دارند. چنگال‌های آن‌ها برای کندن زمین بسیار دراز شده‌اند.

3-3-1-2- Family: Soricidae

خانواده موش پوزه دار (Shrew)؛ شبیه موش صحرایی است. پوزه دراز و نوک‌دار می‌باشد. چشم‌ها کوچک اما فعالند. گوش‌ها واجد لاله، دم از کوتاه تا بلند متغییر است. موها بسیار ظریف‌اند.

3-3-1-3- Family: Erinaceidae

خانواده خارپشت (Nedgehog)؛ اندازه نسبتاً بزرگ، پوزه نسبتاً دراز و چشم‌های رشد کرده‌ای دارند. گوش‌ها واجد لاله‌اند. دم زائده مانند است یا دراز می‌باشد. موهای اطراف و بخش بالایی بدن به خار تبدیل شده‌اند.

3-3-2- Order Dermoptera

راسته پوست‌گستران؛ پستانداران ابتدایی پرنده می‌باشند. پرده‌های پوستی خزداری نه تنها در طرفین بدن بلکه بین دست و پا کشیده شده است. همانند خفاش‌ها در اطراف گردن و دم نیز قرار دارد. اندام‌های حرکتی دارای پنج انگشت است که چنگال‌های آن تیز و خمیده می‌باشد و برای آویزان شدن از درختان مناسب است. این راسته دارای یک خانواده است که شامل سمورهای پرنده می‌باشد و در فیلیپین و مالایا پراکنده‌اند.

3-3-3- Order: Chiropte

راسته خفاش‌ها؛ پستانداران پرنده حقیقی هستند که اندازه‌ای کوچک تا متوسط دارند. استخوان‌های کف و انگشتان جلویی آن‌ها دراز شده و توسط پرده دو جداره‌ای که به بدن متصل می‌باشد و از طرف عقب تا قوزک پا امتداد دارد، پوشیده شده است. در بسیاری از گونه‌ها، یک پرده بین رانی (Uropatagium) بین پاهای عقبی کشیده شده و دم را به طور کامل یا ناقص در بر می‌گیرد. تنها در انگشت اول، اندام‌های حرکتی جلویی چنگال‌دار است. پاهای عقبی معمولاً کوچک و دارای پنج انگشت است که واجد ناخن‌های خمیده قوی می‌باشد و توسط آن‌ها جانور آویزان می‌شود. خفاش‌ها در همه جای جهان به جز نواحی جزیره‌ای دور افتاده قطب جنوب به سر می‌برند و شامل 17 خانواده هستند که تعدادی از آن‌ها عبارتند از: خانواده خفاش‌های میوه‌خوار که روباه پرنده نمونه‌ای از آن‌هاست. خانواده خفاش‌های ماهی‌خوار، خون‌آشام، گوش‌قیفی یا بادکشی، دم-کوتاه و دم آزاد و غیره.

3-3-4- Order Primates

راسته نخستیان؛ پستانداران کوچک تا بزرگی هستند (8/5 تا 200 سانتی متر در حالت ایستاده). دارای نیمکره‌های مغزی بسیار رشد کرده می‌باشند. چشم‌ها مستقیماً به طرف جلو قرار دارد. در محل اتصال اندام‌های حرکتی آن‌ها برآمدگی و فرورفتگی‌هایی وجود دارد که موجب تحرک بسیار زیاد آن‌ها می‌شود.

اندام‌های حرکتی، پنج انگشتی هستند. در اغلب گونه‌ها انگشت شست در مقابل سایر انگشتان قرار می‌گیرد. ناخن‌ها معمولاً پهن، اما گاهی اوقات چنگال‌مانند هستند. برخی از پریمات‌ها واجد دم و برخی فاقد آنند. در بعضی گونه‌ها نیز چسبیده است. به جز استرالیا، در سایر نقاط جهان پراکنده‌اند و شامل 11 خانواده امروزی هستند.

3-3-4-1- Family: Lemuridae

خانواده سمورها؛ دم دراز پرپشتی دارند. موهای روی بدن آن‌ها نرم و پشتی است. اندام‌های حرکتی عقبی درازتر از اندام‌های جلویی است. اغلب بر روی درختان به تنهایی به سر می‌برند و در جزایر ماداگاسکار، کامور و اقیانوس هند ساکن هستند.

3-3-4-2- Family: Tarsiidae

نخستیان بسیار کوچکی هستند که دمی نسبتاً دراز و برهنه و چشمان بسیار درشتی دارند. انتهای انگشتان آن‌ها واجد برآمدگی‌های صفحه‌مانند است.

3-3-4-3- Family: Cercopithecidae

خانواده میمون‌های قدیم؛ دم آن‌ها غیرچسبنده، کوتاه یا بلند است. صورت برهنه، گوش‌ها گرد، اندام‌های حرکتی عقبی معمولاً درازتر از اندام‌های جلویی است. میمون خرطوم‌دار، بابون (Baboon)، مندریل (Mandrill)، ماکاکوس (Macacus) و رزوس (Rhesus) انواعی از این خانواده هستند.

3-3-4-4- Family: Pongidae

خانواده بوزینه‌های آدم‌نما؛ این نخستیان فاقد دم هستند. گوش و صورت آن‌ها مو ندارد. دست‌ها بلندتر از پاها است. شست و انگشت بزرگ آن‌ها متقابل است. این میمون‌ها بسیار باهوش هستند و به صورت خانوادگی زندگی می‌کنند. ژیبون (Gibbon)، Gorilla، Oran-Gutan و Chimpanzee انواعی از این خانواده‌اند.

3-3-4-5- Family: Hominidae

خانواده آدم؛ قامتی بلند و ایستاده دارند. دم وجود ندارد. پاها بلندتر از دست‌ها است. انگشت شست متقابل است. فرمول دندانی $2/2, 1/1, 2/2$ است. شامل یک گونه به نام *Homo sapiens* هستند که در تمام جهان پراکنده می‌باشند.

3-3-5- Order: Edentata

راسته بی‌دندان؛ پستانداران کوچک تا نسبتاً بزرگی هستند که حداقل برخی از چنگال‌های اندام‌های حرکتی جلوی آن‌ها بزرگ شده است و برای کندن زمین یا آویزان شدن از درختان به کار می‌رود. عموماً فاقد دندان‌های پیشین و نیش هستند. برخی گونه‌ها نیز به کلی دندان ندارند. در جنوب آمریکا و اغلب در نواحی آمریکای جنوبی پراکنده‌اند و شامل سه خانواده امروزی می‌باشند.

3-3-5-1- Family: Myrmecophagidae

خانواده مورچه‌خوارها؛ زبان دراز و چسبناکی دارند. دندان ندارند. دم دراز و در یک گونه چسبنده است. چنگال‌های پاهای جلویی جهت به هم ریختن و خراب کردن لانه مورچه و موریه‌ها بسیار بزرگ شده است. در جنوب مکزیک تا پاراگوئه به سر می‌برند و شامل سه جنس هستند.

3-3-5-2- Family: Praehypodidae

خانواده تنبل‌های درختی؛ سر گرد، گوش‌ها کوچک و حداکثر سه انگشت دارند. 6 یا 9 مهره گردنی دارند. تعداد دندان‌های آن‌ها 5/5 یا 5/4 است و همیشه در حال رشد می‌باشد. در آمریکای مرکزی تا آرژانتین پراکنده‌اند و شامل دو جنس می‌باشند.

3-3-5-3- Family: Pasypodidae

خانواده آرمادیلوها؛ سطح پشتی بدن آن‌ها را صفحات شاخی پوشانده است. پوزه نسبتاً دراز، چنگال‌ها قوی و برای کندن زمین مناسب‌اند. تعداد دندان‌ها متغیر است. در جنوب ایالات متحده تا آرژانتین پراکنده‌اند و شامل 9 جنس می‌باشد.

3-3-6- Order: Pholidota

راسته پانگولین‌ها؛ سطح پشتی سر، تنه، دم و حتی سطح خارجی پاهای این پستانداران را فلس‌های سفالی شکل پوشانیده است. سر نسبتاً دراز است. دندان ندارند و انگشتان واجد چنگال‌های درازند. در آفریقا و جنوب شرقی آسیا پراکنده‌اند و شامل یک خانواده و یک جنس به نام *Manis* می‌باشند.

3-3-7- Order: Lagomorpha

راسته خرگوش‌ها؛ پستانداران نسبتاً کوچکی هستند که دمی کوتاه یا تحلیل رفته دارند. گوش خارجی آن‌ها نسبتاً بزرگ است. پنج انگشت در دست و چهار یا پنج انگشت در پا دارند. کف پا واجد مو است. دندان‌های پیشین بالایی دو جفت است که یک جفت بزرگ در جلو و یک جفت خیلی کوچک در عقب آن‌ها قرار دارد و کاملاً از مینا پوشیده شده است. بین دندان‌های پیشین و آسیا فضای خالی دیاستما واقع است. فرمول دندان‌های 2/1، 0/0، 2-3/2، 3-2/2 می‌باشد. در تمام جهان به جز استرالیا، زلاندنو (به این دو کشور نیز آورده شده‌اند)، ماداگاسکار، نواحی قطب جنوب و جزایر پراکنده‌اند و شامل دو خانواده‌اند:

3-3-7-1- Family: Ochotonidae

خانواده *Pikas* یا خرگوش موش‌ها؛ که عبارتند از خرگوش‌های روزفعال کوچک یا خرگوش‌های گرد با دم تحلیل رفته. پاها چندان بزرگ‌تر از دست‌ها نمی‌باشند و دارای چهار انگشت است.

3-3-7-2- Family: Loporidae

خانواده خرگوش‌های خانگی و خرگوش‌های صحرایی؛ شامل خرگوش‌هایی هستند که دارای دم کوتاه خرداری می‌باشند. فعالیت آن‌ها اغلب در ساعات عصر و صبح زود یا در شب صورت می‌گیرد. گوش‌های آن‌ها دراز و پاهایشان به طور مشخص درازتر از دست‌هاست و دارای پنج انگشت است.

3-3-8- Order: Rodentia

راسته جونندگان؛ پستانداران بسیار کوچک تا متوسطی هستند که دارای دو دندان پیشین در آرواره بالا و دو تا در آرواره پایین می‌باشند. دندان‌های پیشین پیوسته در حال رشدند و سطح خارجی آن‌ها سخت‌تر از سطح داخلی می‌باشد. دندان نیش ندارند و گاهی نیز فاقد آسیای کوچکند. تعداد دندان‌های آسیای بزرگ 3/2 است. در تمام جهان پراکنده‌اند و معمولاً به سه زیر راسته اصلی تقسیم می‌شوند.

3-3-8-1- Suborder: Sciuromorpha

زیرراسته سنجاب‌شکلان؛ این زیر راسته شامل خانواده‌های زیر است:

3-3-8-1-1- Family: Sciuridae

خانواده سنجاب؛ دم نسبتاً طویل و واجد موهای نرم کوتاه و متراکم است. چشم‌ها نسبتاً بزرگ و گوش‌ها کوچک می‌باشند.

3-3-8-1-2- Family: Geomidae

خانواده گوفرهای کیسه‌دار؛ دارای کیسه‌های بزرگ در طرفین سر هستند.

3-3-8-1-3- Family: Castoridae

خانواده بیدسترها؛ جونندگان آبی هستند که واجد دم پهن پارو مانندی که پوشیده از فلس است می‌باشند. انگشتان عقبی پرده دارند. سایر خانواده‌ها عبارتند از: بیدستر کوهی، موش و موش صحرایی کیسه دهان، سنجاب‌های دم فلسی.

3-3-8-2- Suborder: Myomorpha

زیرراسته موش‌شکلان؛ شامل این خانواده‌هاست: خانواده موش صحرایی، کورموش Molarats. موش صحرایی (Muridae) شامل دو جنس موش خانگی و موش صحرایی Ratus می‌باشد.

خانواده موش زمستان خواب، خانواده موش‌های جهنده، خانواده موش‌های دوپا، خانواده کیسه‌دهانان شامل هامتر و Gerbils و چند خانواده دیگر.

3-3-8-3- Suborder: Hystricomorpha

زیرراسته تشی‌شکلان؛ شامل این خانواده‌هاست:

1- تشی‌های برقدیم: که موهای سطح پشتی بدن‌شان به خار تبدیل شده و جثه‌ای سنگین و پوزه‌ای بدون نوک دارند؛

2- خانواده تشی‌های برج‌دید: که موهای سطح پشتی بدن، بخش خارجی پاها و روی دم به خارهای سختی تبدیل شده‌اند؛

4- خانواده چین‌چیل؛

5- موش صحرایی نی‌شکر و چند خانواده دیگر.

3-3-9- Order: Cetacea

راسته نهنگان؛ پستانداران متوسط یا بسیار بزرگ دریایی هستند که پوست آن‌ها فاقد مو اما دارای یک لایه ضخیم چربی (Blubber) می‌باشد. گوش خارجی آن‌ها به جز مجرای شنوایی بسیار کوچک، از بین رفته است. یک یا دو سوراخ بینی‌شان در بالای سر قرار دارد و به منافذ خروج آب (Blowhole) تبدیل شده است. اندام‌های حرکتی جلویی به پاروی شنا تبدیل شده است و اندام‌های حرکتی عقب از بین رفته است. دم به صورت یک سکان پهن افقی تغییر شکل یافته است. وضعیت دندان‌ها متغیر است. به طوریکه برخی دندان ندارند و به جای آن دارای صفحات Baleen می‌باشند که از سقف دهان‌شان آویزان است و به صورت آبکشی برای جمع‌آوری غذا به کار می‌رود. در برخی دیگر فقط آرواره پایینی دارای دندان است و عده‌ای نیز در هر دو آرواره دندان دارند. این راسته شامل دو زیر راسته و 10 خانواده به شرح زیر:

3-3-9-1- Suborder: Mysticeti

این زیر راسته شامل وال‌های بالین‌دار است که فاقد دندان هستند و صفحات شاخی از سقف دهان‌شان آویزان بوده و به صورت صافی برای جمع‌آوری غذا به کار می‌رود. مجسمه متقارن و دارای یک جفت منفذ خروج آب است. این زیر راسته شامل خانواده‌های زیر است:

1- خانواده وال‌های حقیقی: دارای سری بسیار بزرگند که ممکن است تا $3/1$ طول بدن برسد. جثه تنومند و تا 18 متر طول دارد. فقط در یک جنس باله پشتی دارند؛

2- خانواده وال‌های خاکستری: باله پشتی ندارند و بدن آن‌ها باریک است؛

3- خانواده Rorquals: اندازه آن‌ها تا 30 متر هم می‌رسد و دارای یک باله پشتی هستند.

3-3-9-2- Suborder: Odontoceti

شامل نهنگان دندان‌دار است که مجسمه نامتقارن و یک منفذ خروجی آب دارند. شامل خانواده‌های زیر می‌باشند:

1- خانواده وال‌های منقاردار؛

2- خانواده وال‌های روغنی که واجد یک محفظه مملو از روغن در سر خود هستند؛

3- خانواده دلفین‌های رودخانه‌ای پوزه‌دار؛

4- خانواده پروپوئیزها (Propoises) که فاقد منقار مشخصی هستند و دندان‌های آن‌ها قاشقی شکل یا بیل‌چه مانند است؛

5- خانواده دلفین‌های اقیانوس و چند خانواده دیگر.

3-3-10- Order: Carnivora

راسته گوشت‌خواران؛ بسیار کوچک یا بزرگ هستند که عمدتاً خشکی‌زی می‌باشند. هرپای آن‌ها حداقل دارای چهار انگشت چنگال‌دار است. دندان‌های پیشین کوچک اما نیش‌های بزرگ و نوک‌تیز دارند. اصولاً در تمام جهان پراکنده‌اند و شامل 7 خانواده می‌باشند:

3-3-10-1- Family: Canidae

خانواده سگ‌سانان؛ اندام‌های حرکتی آن‌ها برای دویدن سازش یافته است. دم نسبتاً دراز و پریشتی دارند. پوزه دراز، گوش‌ها بزرگ و نوک تیزند. این خانواده شامل 15 جنس است. جنس *Canis* شامل سگ، شغال و گرگ. جنس *Vulpes* شامل انواع روباه و جنس *Cyon* شامل سگ وحشی و.....

3-3-10-2- Family: Ursidae

خانواده خرس سانان؛ گوشت‌خوارانی بزرگ و کفرو هستند. جثه آن‌ها تنومند و بدن پوشیده از موهای متراکم است. گوش‌ها نسبتاً کوچک و گرد، چشم‌ها نیز نسبتاً کوچکند. پاهای 5 انگشت است در این خانواده 6 جنس وجود دارد که شامل: خرس قطبی، خرس سیاه، خرس قهوه‌ای، خرس خاکستری و غیره است.

3-3-10-3- Family: Procyonidae

خانواده راکون‌ها؛ دم دراز نواری و چشم‌های نسبتاً بزرگی دارند.

3-3-10-4- Family: Mustelidae

خانواده راسوسانان؛ واجد غدد پیش مخرجی مولد بو بسیار رشد یافته‌ای هستند. اندازه آن‌ها کوچک بوده و بدنی نسبتاً باریک دارند.

3-3-10-5- Family: Veverridae

خانواده نمس‌ها؛

3-3-10-6- Family: Hyaenidae

خانواده کفتارسانان؛

3-3-10-7- Family: Felidae

خانواده گربه‌سانان؛ سری نسبتاً گرد و چنگال‌های مخفی شونده تا نیمه مخفی دارند. واجد موهای حسی اطراف دهان هستند. اندام‌های حرکتی معمولاً یک اندازه و برای جهیدن سازش یافته‌اند. چهار انگشت در پای عقبی و 5 انگشت در پای جلویی وجود دارد. به جز استرالیا و ماداگاسکار در سایر نقاط جهان پراکنده‌اند. این خانواده سه جنس دارد:

1- جنس *Felis*. شامل انواع گربه و سیاه‌گوش؛

2- جنس *Panthera* شامل شیر، گونه *P. Leo*، پلنگ *P. Pardus*، ببر *P. Tigris* و یوزپلنگ؛

3- جنس *Cheetah*

3-3-11- Order: Pinnipedia

راسته پستانداران دریایی؛ اندام‌های حرکتی این پستانداران برای سازش با زندگی آبی به پاروهای شنا تبدیل شده‌اند. چشم‌ها بزرگ، لاله گوش بسیار کوچک یا وجود ندارد. موهای حسی اطراف دهان رشد زیادی دارد. دم بسیار کوتاه یا وجود ندارد. در آب‌های قطب شمال و جنوب و چند گونه در آب‌های شیرین نواحی حاره‌ای پراکنده‌اند و به سه خانواده تقسیم می‌شوند:

3-3-11-1- Family: Otariidae

خانواده شیرهای دریایی و خوک‌های خردار؛ لاله‌گوش هستند. دندان‌های پیشین خارجی شبیه نیش‌هاست. پاروهای عقبی دارای حرکت معکوس است و می‌تواند به هنگام حرکت بر روی خشکی از زیر بدن به جلو بیاید. دم کوتاه بوده و نرها به طور مشخص بزرگ‌تر از ماده‌ها هستند. شامل سه جنس می‌باشند.

3-3-11-2- Family: Odobenidae

خانواده گراز دریایی؛ نسبتاً بدون مو و دندان‌های نیش بالایی دراز و عاج مانند است. لاله‌گوش ندارند. پاروهای عقبی دارای حرکت معکوس است. فقط در نواحی نزدیک قطب شمال پراکنده‌اند و شامل فقط یک گونه است.

3-3-11-3- Family: Phocidae

خانواده خوک‌های بی‌گوش یا خوک‌های مودار؛ لاله‌گوش، پاروهای عقبی فاقد حرکت معکوس، نر و ماده معمولاً به یک اندازه هستند. شامل 13 جنس می‌باشد.

3-3-12- Order: Tubulidentata

این راسته شامل پستاندارانی به نام *Ardavark* است که جثه‌ای تنومند، مری دراز، پوزه‌ای شبیه خوک و گوش‌های لوله‌ای دراز دارند. موهای بدن زبر و پراکنده و اندام‌های حرکتی کوتاهند. چهار انگشت در جلو و 5 انگشت در عقب وجود دارد. ناخن‌های جلویی دراز و قوی شده و برای کندن زمین مناسب شده‌اند. این راسته یک خانواده و یک گونه دارد که در آفریقا پراکنده می‌باشند.

3-3-13- Order: Proboscidea

راسته خرطوم‌داران؛ پستانداران خشکی‌زی بسیار بزرگی می‌باشند که بینی و لب بالایی آن‌ها دراز و تغییر شکل یافته و به خرطوم طولی تبدیل شده است. سر بسیار حجیم، گوش‌ها دراز و چرمی، پوست ضخیم و تقریباً فاقد مو، دم کوتاه و پاها کلفت و ستونی می‌باشند. ناخن‌ها هم به 3 تا 5 سُم تبدیل شده‌اند. دندان‌های پیشین بالایی دراز شده و عاج‌ها را به وجود آورده‌اند. این راسته شامل یک خانواده به نام *Elephantidae* است که دو جنس دارد: فیل آفریقایی (*Loydonya*) و فیل آسیایی (*Elaphas*).

3-3-14- Order: Hyracoidea

راسته هیراکوئیده؛ پستانداران کوچکی به نام *Hyraxes* یا *Conies* هستند که اندازه کوچک دارند. دم بسیار کوچک یا تحلیل رفته است. پاها کوتاه بوده و کف آن‌ها دارای بالشتک‌هایی است که برای بالا رفتن مورد استفاده قرار می‌گیرند. این راسته شامل یک خانواده و سه جنس است که در آفریقا و جنوب غربی آسیا پراکنده‌اند.

3-3-15- Order: Sirenia

راسته علف‌خواران دریایی؛ پستانداران آبی بزرگی هستند که فاقد اندام‌های حرکتی عقبی‌اند و اندام‌های حرکتی جلویی آن‌ها نیز به پاروی شنا تبدیل شده‌اند. چشم‌ها بسیار کوچک، گوش‌ها فاقد لاله و بدن اصولاً فاقد مو می‌باشند. دم نیز به اندام‌های مسطح مانند افقی تبدیل شده است. به دو خانواده تقسیم می‌شوند: الف) خانواده *Dugong* و گاو دریایی؛ ب) خانواده *Manatees*.

3-3-16- Order: Perissodactyla

راسته فرد سُمّان

3-3-17- Order: Artiodactyla

راسته زوج سُمّان؛ خشکی زی کوچک تا نسبتاً بزرگی هستند که محور اصلی پاهای آن‌ها از بین انگشتان 3 و چهار می‌گذرد. ناخن‌ها به سُم تبدیل شده‌اند. دم کوتاه، دندان‌های پیشین بالایی معمولاً کوچک یا از بین رفته‌اند. در همه جای جهان به جز استرالیا پراکنده‌اند. به 9 خانواده تقسیم می‌شوند:

3-3-17-1- Family: Suidae

خانواده خوک‌ها؛ سری بزرگ دارند و بینی آن‌ها به پوزه درازی که در انتهای آن یک صفحه پهن غضروفی یا استخوانی قرار دارد تبدیل شده است. چشم‌ها کوچک، موها زبر و سیخک مانند، دم باریک و در انتهایش موهای زبر وجود دارد. هر پای آن‌ها چهار انگشت دارد. دندان‌های نیش آن‌ها به عاج تبدیل شده است که به طرف بالا خمیده است.

3-3-17-2- Family: Tayassuidae

خانواده پکاری‌ها؛ شبیه خوک هستند. در پای جلویی چهار انگشت و در پای عقبی سه انگشت دارند. فقط شامل یک جنس هستند که در جنوب آمریکا پراکنده‌اند.

3-3-17-3- Family: Hippopotamidae

خانواده اسب آبی؛ جثه‌ای سنگین و پوزه‌ای بزرگ و گرد دارند. چشم‌ها در وضعیت پشتی قرار داشته و برآمده‌اند. گوش‌ها کوچک بوده و بدن فاقد مو می‌باشد. چهار انگشت فعال در هر پا دارند. دندان‌های پیش و نیش عاج مانندند. در آفریقا پراکنده‌اند و شامل دو جنس می‌باشند.

3-3-17-4- Family: Camelidae

خانواده شترها؛ گردنی دراز و سری کوچک دارند. دارای دو انگشت فعال در هر پا هستند. لب بالایی نسبتاً بزرگ و شکاف‌دار است. موهای روی بدن نرم و کرکی است. در آسیا، آفریقا و جنوب آمریکا پراکنده‌اند. شامل دو جنس یکی شتر (*Camelidae*) در آسیا و دیگری *Lama* در جنوب آمریکا می‌باشند.

3-3-17-5- Family: Cervidae

گوزن‌ها؛ پاهایی دراز، باریک و چهار انگشتی دارند که دو تای میانی بزرگ‌تر از طرفی‌هاست. معمولاً جنس نر آن‌ها واجد شاخ‌های منشعب است. شامل حدود 17 جنس می‌باشند.

3-3-17-6- Family: Giraffidae

خانواده زرافه؛ پاهای دراز و گردن بسیار طولی دارند. 2 یا 3 اندام شاخ مانند بر روی جمجمه آن‌ها وجود دارد. پاها دارای دو انگشت سُم‌دار است. در آفریقا پراکنده‌اند و شامل دو جنس زرافه و اوکاپی می‌باشند.

3-3-17-7- Family: Antilocapridae

خانواده بزکوهی شاخ چنگالی؛ شبیه بزکوهی است و دارای شاخ‌های چنگالی است که لایه خارجی آن موقتی است. در غرب آمریکای شمالی پراکنده است و فقط یک گونه دارد.

3-3-17-8- Family: Bavidae

خانواده گاوها؛ معمولاً هر دو جنس دارای شاخ‌های توخالی هستند. انگشت 3 و 4 آنها به خوبی رشد کرده و انگشت 2 و 5 کوچک شده یا وجود ندارند. شامل حدود 44 جنس است. در اروپا، آسیا، آمریکای شمالی و آفریقا پراکنده‌اند.

3-3-17-9- Family: Tragulidae (Chevrotains)

مقایسه اندام‌ها و دستگاه‌های مسئول اعمال زیستی در طنابداران:

1- پوشش بدن: بدن تمام جانداران دارای پوشش است که آنها را در برابر عوامل محیطی محفوظ نگه می‌دارد. به علاوه عهده‌دار اعمالی از قبیل تنفس، دفع مواد زاید و احساس می‌باشد. پوشش بدن یا پوست در مهره‌داران از اپیدرم مطابق که از اکتودرم به وجود می‌آید و درم که از مزودرم مشتق

می‌شود درست شده است. در پوست مهره‌داران ضنائم متعددی دیده می‌شود که در ساختمان برخی از آنها اکتودرم و در برخی دیگر مزودرم و در ایجاد دسته ای دیگر اکتودرم و مزودرم هر دو شرکت دارند. در *Amphioxus* درم نازک و فقط دارای یک لایه سلول‌های اپیدرمی است. در *Cyclostomata* پوست نازک و سلول‌های اپیدرمی تا زمان جدا شدن از بدن فعالیت حیاتی خود را حفظ می‌کنند. این کیفیت در ماهی‌ها و لارو دوزیستان نیز مشاهده می‌شود. مع‌هذا در بعضی از نقاط بدن (لب‌های شاخی ماهی‌های استخوانی *Osteichthyes*) و دندان دهان گردان (*Cyclostomata*) سلول‌های اپیدرم به تدریج شاخی می‌شوند در پوست این جانوران دو نوع سلول‌های ترش‌خی به نام سلول‌های مخاطی و

سلول‌های سرروز دیده می‌شود. سلول‌های مخاطی ماده مخاطی ترشح می‌نمایند که این ماده به صورت ورقه نازکی در سطح پوست گسترده شده و پوست را مرطوب و لزج نگه می‌دارد سلول‌های سرروزی مواد مترشحه خود را که مایع است بین سلول‌های پوست پخش می‌سازند.

پوست در ماهی‌ها از یک اپیدرم نازک و یک درم ضخیم به وجود آمده است. اپیدرم غنی از غدد مخاطی است و با ترشح خود پوشش حمایت کننده‌ای در مقابل ورود مواد خارجی و جلوگیری از رشد قارچ‌ها بر روی پوست به وجود می‌آورد. هم‌چنین مواد ترش‌خی از این غدد پوست را نرم و لزج نگه داشته و از اصطکاک حیوان موقع عبور و حرکت در آب می‌کاهد. در پوست بعضی از ماهی‌ها فلس‌ها فقط از ناحیه درم تکامل می‌یابند. در بعضی دیگر فلس‌ها از هر دو ناحیه پوست اپیدرم و درم به وجود می‌آیند. فلس‌ها با وجود این‌که دارای انواع مختلف هستند به طور کلی به 4 دسته تقسیم می‌شوند:

1-1- فلس‌های Placoid: فلس‌های صفحه‌ای شکلی هستند که بدن ماهیان غضروفی را می‌پوشانند و در ایجاد آن اپیدرم و درم هر دو شرکت دارند. این پولک‌ها که ساختمانی شبیه دندان دارند دارای رشد محدودی بوده و پس از پایان رشد می‌ریزند و به جای آن پولک‌های تازه رشد می‌کند.

1-2- فلس‌های Cycloid: این فلس‌ها که در ماهیان استخوانی دیده می‌شوند. تیغه‌های استخوانی نازک و بدون مینا و قابل انعطاف هستند که فقط سلول‌های درم در ساختمان و ایجاد آن‌ها شرکت می‌نمایند. این فلس‌ها کنار هم قرار گرفته‌اند و کم و بیش یکدیگر را می‌پوشانند. این فلس‌ها هیچ‌وقت نمی‌ریزند و دارای رشد دائمی هستند. ولی سرعت رشد فلس در فصول مختلف متفاوت است و در اثر اختلاف سرعت رشد دارای خطوط موازی و متحدالمرکز است که می‌توان از روی آن سن ماهی را تعیین نمود. این فلس‌ها در اغلب ماهی‌های امروزی دیده می‌شوند. فلس‌های مزبور حاوی سلول‌های خاصی به نام کروماتوفور می‌باشند که رنگ‌دانه داخل سلول‌های مزبور جمع شده و جانور می‌تواند تحت تأثیر عوامل عصبی یا هورمونی تغییر رنگ دهد.

1-3- فلس‌های شانه‌ای Ctenoid: فلس مزبور دایره‌ای شکل بوده و اختلاف آن با فلس سیکلوئید در این است که لبه آزاد آن دندانه‌دار است و به وسیله خارهای ظریفی که ممکن است نرم یا خشن باشند پوشیده شده‌اند. این نوع فلس در تعدادی از ماهیان استخوانی مثل ماهی سوف وجود دارد.

1-4- فلس‌های Ganoid: این فلس‌ها ضخیم و بیضی شکل‌اند و ساختار آن‌ها حد واسط بین فلس‌های صفحه‌ای شکل (پلاکوئید) و سیکلوئید است. سطح آن را هرگز طبقه آهکی سخت و ضخیم می‌پوشاند. در کنار آن‌ها دندانه‌هایی یافت می‌شود که به کمک آن‌ها به فلس‌های مجاور خود می‌پیوندند این فلس‌ها را می‌توان در خاویار ماهیان (Acipenseridae) مشاهده کرد.

در دوزیستان مانند قورباغه، پوست غده‌ای و مرطوب است و نقش مهمی در عمل تنفس این جانور به عهده دارد (تنفس جلدی). غدد مخاطی که موکوس ترشح می‌نمایند در ناحیه درم قرار گرفته و مواد ترشحاتی را به وسیله مجرای باریکی به خارج می‌ریزند. بدن خزندگان از یک پوست خشک پوشیده شده که از تبخیر مایعات درونی جلوگیری کرده و جانور را برای زندگی کاملاً آزاد قادر می‌سازد. بر خلاف اپیدرم نازک دوزیستان و ماهی‌ها، خزندگان دارای اپیدرمی ضخیم شامل چندین لایه سول مرده و شاخی می‌باشند. در خزندگان فلس‌های درمی که مختص ماهی باشد وجود ندارد بلکه بدن به وسیله فلس‌های اپیدرمی ضخیم یا صفحات استخوانی درمی پوشیده شده است. نمو اپیدرم دائمی بوده و خارجی‌ترین لایه آن در سوسمارها و مارها گاه به گاه و اغلب به طور کامل می‌افتد و طبقه شاخی دیگری جایگزین آن می‌گردد. در بدن خزندگان غده به ندرت دیده می‌شود. فقط در اطراف دهان یا مخرج بعضی از لاک‌پشتان و مارها غده بدبویی ممکن است وجود داشته باشد. در خزندگان ساخته‌های دیگری از پوست مثل چنگال و سیخک وجود دارد.

بدن پرندگان از پر پوشیده شده است که پر از ساخته‌های اپیدرمی است و بدن را نسبت به حرارت داخل و خارج عایق ساخته است. از طرفی پرواز را ممکن می‌سازد. در بدن پرندگان غدد مخاطی وجود ندارد. فقط در بالای قاعده دم غده چربی وجود دارد که ترشحات روغنی آن را برای پوشش پرها به کار می‌برد. ضمناً این غده برای محافظت منقار شاخی پرنده و هم‌چنین برای ساختن ویتامین D مؤثر می‌باشد. پرها هر چند یک بار می‌ریزند و به جای آن‌ها پرهای تازه می‌رویند.

پوست پستانداران از مو یا پشم که نوع دیگری از ساخته‌های شاخی اپیدرمی هستند پوشیده شده است. در پوست پستانداران غده مولد عرق و غده مولد چربی وجود دارد. پوست علاوه بر این که قسمت‌های درونی را از گزند عوامل محیطی مصون نگه می‌دارد عامل درک احساسات مختلف گرمی و سردی، خشونت و نرمی، تیزی و کندی، فشار و غیره نیز می‌باشد.

2- اسکلت در مهره‌داران: در مهره‌داران اسکلت کاملاً رشد کرده و برای شکل‌دادن، استحکام، محافظت و اتصال عضلات به کار برده می‌شود. اسکلت در مهره‌داران پست فقط از غضروف و در مهره‌داران عالی‌تر از غضروف و استخوان ساخته شده است. قسمت‌هایی که از پوست روییده می‌شود مانند ناخن، چنگال، فلس و شاخ، پر اسکلت خارجی نامیده می‌شوند. بدن بعضی از مهره‌داران مانند لاک‌پشت از قطعات شاخی به نام لاک ساخته شده است و تشکیل اسکلتی را در خارج بدن حیوان می‌دهد. اسکلت داخلی مهره‌داران از 3 قسمت سر، تنه و اندام‌های حرکتی تشکیل شده است.

2-1- سر: تشکیل قسمتی از بدن به نام سر در مهره‌داران عمومیت داشته و شامل جمجمه و اسکلت صورت می‌باشد. جمجمه که در حالت جنینی غضروفیست در کوسه‌ماهی و ماهی چهارگوش به همان حالت باقی می‌ماند. ولی در ماهی‌های استخوانی و جانوران عالی مهره‌دار تبدیل به استخوان می‌گردد. شکل معمولی و ساختمان دقیق جمجمه در حیوانات بالغ مهره‌داران گوناگون مختلف است. یک بررسی مقایسه‌ای یا تطبیقی از ماهی‌ها تا پستانداران، بسیاری از اختلافات و از جمله کاهش مقدار استخوان‌ها را نشان می‌دهد. مع‌هذا در مجموعه دسته‌های مهره‌داران یک تشابه اساسی دیده می‌شود.

2-2- تنه: شامل ستون فقرات، دنده‌ها و جناغ سینه است. ستون فقرات در تمام مهره‌داران به صورت یک رشته باریک یکنواخت ژلاتینی به نام Notochord نمایان می‌گردد. این رشته در طول محور بدن میان دستگاه گوارش و طناب عصبی امتداد می‌یابد. نوتوکورد در مهره‌داران پست به همان حالت باقی می‌ماند. ولی در انواع مهره‌داران عالی‌تر ستون فقرات که از مهره‌های مجزا تشکیل شده، جانشین آن می‌شود. تعداد مهره‌ها در مهره‌داران مختلف متفاوت است. در مارماهی‌ها و ماهی‌های مشابه آن، بعضی از سمندرها، مارهای امروزی و هم‌چنین نهنگ‌ها تعداد مهره‌ها زیاد و بسیار به هم شبیه است. به ستون فقرات دنده‌ها و اندام‌های حرکتی متصل است. دنده‌های مهره‌داران زمینی معمولاً از سوی شکمی به استخوان جناغ سینه مفصل می‌شوند. مارها استخوان جناغ سینه ندارند. در پرندگان جناغ سینه دارای فرورفتگی زورقی شکل بزرگیست که عضلات بستر پرواز به آن اتصال می‌یابند.

2-3- اندام‌های حرکتی: در بیش‌تر مهره‌داران دو جفت اندام حرکتی مشاهده می‌شود که یک جفت آن به قسمت قدامی بدن و جفت دیگر به قسمت خلفی بدن متصل است. در مهره‌داران مختلف وضع زائده‌های سینه‌ای بسته به نوع زندگی جانور از لحاظ شکل، تغییرات زیادی پیدا کرده و به صورت بال، باله‌های شنای سینه‌ای و دست‌ها درآمده است. زائده‌های خلفی لگنی نیز به همین ترتیب تغییراتی پیدا نموده‌اند.

3- دستگاه گوارشی: دستگاه گوارش از لوله گوارش و غدد ضمیمه آن، کبد و لوزالمعده و در بعضی مهره‌داران همراه با غدد بزاقی تشکیل شده است. در حقیقت لوله گوارش لوله‌ایست که مواد غذایی ضمن عبور از آن هضم شده یا تغییرات شیمیایی پیدا می‌کنند و برای مصرف سلول‌های بدن قابل استفاده می‌گردند. قسمت‌های مختلف لوله گوارش عبارتند از: حفره دهان (Mouth Cavity)، حلق (Pharynx)، مری (Esophagus)، معده (Stomach)، روده باریک (Small Intestine) و روده بزرگ (Large Intestine).

دندان‌ها و زبان از ساختارهای داخل دهان هستند. در پرندگان دندان دیده نمی‌شود. غذا به وسیله دهان وارد لوله گوارش شده و دندان‌ها وسیله گرفتن یا خرد کردن غذا می‌باشند. زبان در مهره‌داران مختلف وظایف گوناگونی را انجام می‌دهد. در قورباغه و مارمولک وسیله گرفتن غذا و در پستانداران وسیله حرکت و چشیدن غذا و در انسان، زبان علاوه بر کمک در امر تغذیه، وسیله تکلم نیز می‌باشد. حذفاصل مشخصی بین دهان و حلق وجود نداشته و دو محل عبوری برای غذا و هوا می‌باشند. حلق در عقب به طرف مری امتداد پیدا می‌کند و در سطح شکمی آن Glottis قرار گرفته است. اندازه مری در مهره‌داران مختلف متفاوت است و معمولاً فقط برای رسانیدن غذا از حلق به معده به کار برده می‌شود. ولی در پرندگان یک قسمت از آن متسع شده و تشکیل چینه‌دان (Crop) را می‌دهد که وسیله‌ای جهت ذخیره مواد غذایی می‌باشد. از طرفی چون پرندگان فاقد دندانند لذا بعد از معده سنگ‌دان قرار دارد که با داشتن دیواره ماهیچه‌ای قوی، عمل خرد کردن غذا را عهده‌دار است. در بعضی پستانداران، مانند نشخوارکنندگان، معده چهار قسمتی است و شامل سیرابی (نگاری)، شیردان و هزارلا می‌باشد. در بین نشخوارکنندگان شتر فاقد هزارلا است.

معده و روده باریک که کاملاً از هم به وسیله باب‌المعده Pylorus مجزا هستند، در همه مهره‌داران قابل مقایسه هستند. به طور کلی معده، روده باریک و روده ضخیم، به وسیله پرده مزانتر در محوطه شکم نگه داشته شده‌اند. مزانتر هم‌چنین وسیله نگه‌داری کبد، لوزالمعده و طحال است و مانند پلی برای عبور رگ‌های خونی و لنفی و رشته‌های اعصاب به دستگاه‌های داخلی به کار می‌رود. تاخوردگی معده و روده‌ها در مهره‌داران مختلف فرق می‌کند. هر قدر مواد غذایی متراکم‌تر باشد طول روده کم‌تر می‌شود. در قورباغه نابالغ که از گیاهان تغذیه می‌کند طول روده در حدود 5 سانتی‌متر است در صورتی که در قورباغه بالغ که از حشرات تغذیه می‌کند، طول روده به 3 سانتی‌متر تقلیل پیدا می‌کند. طول روده در پستانداران گوشت‌خوار کوتاه‌تر از پستانداران علف‌خوار است. خیلی از علف‌خواران دارای روده کور (Caecum) بزرگی هستند که برای نگه‌داری مواد غذایی به کار برده می‌شود. در انسان باقی‌مانده روده کور نزدیک محل اتصال روده باریک و روده بزرگ دیده می‌شود و Appendix نامیده می‌شود. روده ضخیم در قورباغه خیلی کوتاه می‌باشد ولی در پستانداران رشد کرده و از دو قسمت مشخص قولون (Colon) و روده راست (Rectum) تشکیل می‌شود که به مخرج منتهی می‌گردد.

4- **دستگاه گردش خون:** تمام سلول‌های بدن مهره‌داران دارای یک محیط داخلی هستند که به وسیله جریان خون و لنف تأمین می‌شود. خون در مهره‌داران در دستگاه بسته‌ای گردش می‌کند. وضع گردش خون به طور کلی در مهره‌داران به ترتیب زیر است: یک قلب عضلانی در محوطه پریکاردی قرار دارد که به وسیله ضربان‌های منظم خون را به داخل سرخرگ‌ها می‌فرستد. سرخرگ‌ها به تدریج تقسیم شده، سرانجام در داخل عضلات و قسمت‌های دیگر بدن تبدیل به مویرگ شده، در مجاورت سلول‌ها قرار می‌گیرند. بالاخره مویرگ‌ها تبدیل به سیاهرگ می‌شوند و خون به وسیله آن‌ها به طرف قلب جریان

می‌یابد. بنابراین سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها توسط مویرگ‌ها به هم متصل می‌شوند. در این مورد فقط یک استثنا مهم وجود دارد که در سیستم رگی

مهره‌داران دیده می‌شود و آن عبارت است از این‌که مویرگ‌های معده و روده پس از تبدیل به سیاهرگ، به جای اتصال به شاخه‌های اصلی سیاهرگ‌ها در کبد، دو مرتبه تبدیل به مویرگ می‌شوند. به این ترتیب سیاهرگ بین دو سری مویرگ قرار دارد. این سیاهرگ، سیاهرگ باب (Portal Vein) نامیده

می‌شود و چون مویرگ‌های انتهایی این رگ در کبد قرار دارند. سیاهرگ باب کبدی (Hepatic Portal Vein) نام می‌گیرد. در مهره‌داران پست‌تر سیستم باب دیگری دیده می‌شود. خونی که از مویرگ‌های پاهای عقب می‌آید در کلیه‌ها دو مرتبه وارد سیستم مویرگی می‌شود و سیاهرگ باب کلیوی را تشکیل می‌دهد (Renal-Portal Vein).

در داخل مویرگ‌ها چون فشار خون نسبتاً کم می‌باشد مقداری از پلاسمای خون و گلبول‌های سفید از جدار مویرگ‌ها به طرف سلول‌های مجاور نفوذ کرده و مایع لنف (Lymph) را می‌سازد. قسمتی از مایع لنف دوباره به وسیله جدار مویرگ‌ها جذب شده، وارد خون می‌شود. ولی قسمت اعظم آن به طرف رگ‌های لنفی می‌روند. رگ‌های لنفاوی به تدریج یکی شده و رگ‌های بزرگ‌تری را تشکیل می‌دهند که بعداً به سیاهرگ‌های بزرگ ناحیه سینه می‌روند. تعداد حفرات قلبی در مهره‌داران متفاوت است و از ماهی‌ها تا پستانداران یک سیر تکاملی را نشان می‌دهد. در ماهی‌ها قلب دارای دو حفره (دهلیز و بطن)

می‌باشد. قبل از دهلیز، سینوس ورودی و بعد از بطن، پیاز آئورتی قرار دارد. از قلب خون تیره عبور می‌کند. دوزیستان واجد قلب سه حفره‌ای (دو دهلیز و یک بطن) هستند. خزندگان قلب چهارحفره‌ای دارند (دو دهلیز و دو بطن) در خزندگان پست، بین دو بطن، دیواره ناقص وجود دارد و در خزندگان عالی مانند تمساحان، این دیواره کامل است و بطن چپ و راست به هم راه ندارند. در پرندگان و پستانداران قلب دارای 4 حفره کامل بوده و تداخلی بین خون تیره و روشن وجود ندارد.

5- **دستگاه تنفس:** دستگاه تنفس در مهره‌داران به دو شکل دیده می‌شود. در اکثر مهره‌داران آبزی برانشی (Gill) و در مهره‌داران خاک‌زی ریه (Lung) قسمت اصلی دستگاه تنفس را تشکیل می‌دهند. برانشی‌ها ساختارهایی هستند که در طول دیواره‌های حلق قرار داشته و تشکیل تیغه‌های باریکی را می‌دهند که به خوبی در مجاورت مویرگ‌ها قرار می‌گیرند. ریه‌ها به طور عمیقی در داخل محوطه بدن قرار گرفته و به وسیله معبرهای هوایی (Air Passages) به حلق وصل می‌شوند. در قسمتی که حلق به حنجره (Larynx) باز می‌شود قسمت متسعی وجود دارد که در آن طناب‌های صوتی قرار دارند. این قسمت گлот نامیده می‌شود. حنجره به وسیله نای (Trachea) به داخل محوطه سینه راه پیدا می‌کند که در انتها به دو شاخه نایژه (Branchi) تقسیم می‌شود که وارد ریه‌ها می‌گردد.

در مهره‌داران پست‌تر مانند قورباغه، ریه‌ها از کیسه‌های هوایی تشکیل شده‌اند که به وسیله چند تاخوردگی، سطح آن‌ها افزایش می‌یابد. ولی در مهره‌داران عالی‌تر مانند انسان، نایژه‌ها در داخل ریه مجدداً تقسیم می‌شوند و نایژک‌ها (Branchiales) را می‌سازند که در انتها به کیسه هوایی ختم می‌شوند. در قورباغه، ریه‌ها در حفره جنینی صفاقی قرار دارد ولی به علت تکامل در مهره‌داران عالی‌تر به تدریج این حفره‌ها به وسیله پرده عضلانی که در پستانداران دیافراگم نام دارد از هم جدا می‌شوند. به این ترتیب ریه‌ها در حفره جنبی که در اطراف قلب قرار دارند جای می‌گیرند.

6- **دستگاه دفع:** در مهره‌داران ریه‌ها، پوست، کبد و دستگاه دفع ادرار، دستگاه‌هایی هستند که عمل دفع مواد زائد بدن را انجام می‌دهند. ولی چون در

تقسیم‌بندی قسمت‌های مختلف بدن، بیش‌تر معمول است که هر عمل به خصوصی را به عضو جداگانه‌ای وابسته می‌دانند، از ریه‌ها به عنوان عضو تنفسی، پوست عضو پوششی و کبد وابسته به گوارش اسم برده می‌شود و فقط به کلیه‌ها و مجاری مربوط به آن (Urinary System) که ترشح کننده ادرار هستند، دستگاه دفع گفته می‌شود.

چون در مهره‌داران پست‌تر مانند ماهی‌ها و دوزیستان، در نرها مجاری ادراری برای عبور سلول‌های تناسلی هم به کار برده می‌شوند، دستگاه دفع ادرار و تناسلی معمولاً با هم دستگاه ادراری- تناسلی (Urinogenital System) گفته می‌شوند. دو نوع دستگاه دفع یا کلیه در مهره- داران مختلف دیده می‌شود. نوع Mesonephrous در ماهی‌ها و دوزیستان بالغ دیده می‌شود. این نوع کلیه در مهره‌داران عالی‌تر مانند خزندگان، پرندگان و پستانداران در مراحل جنینی پیدا شده و سپس کلیه نوع Metanephros جایگزین آن می‌شود. در پستانداران یک

مثانه یا کیسه ادراری (Urinary Bladder) وجود دارد که ادرار قبل از خارج شدن از بدن در آن ذخیره می‌گردد. مثانه به وسیله میزنای‌ها (Ureters) به کلیه‌ها متصل می‌شود.

7- **دستگاه تولیدمثل:** دستگاه تولیدمثل مهره‌داران از دو قسمت تشکیل شده است: غدد تناسلی (Reproductive Gland) یا گنادها که تولید سلول تناسلی را می‌نمایند و مجاری تناسلی. مهره‌داران مانند اکثریت جانوران دو جنس هستند و فرد، یا نر یا ماده می‌باشد. غدد تناسلی و مجاری مربوط به آن در هر دو جنس تفاوت دارد. در ماهی‌ها و قورباغه‌های نر، بیضه‌ها به وسیله قسمتی از پرده مزانتیر به نام Mesorchia از سطوح پشتی حفره شکمی آویزان شده‌اند. به طوری که در سطح شکمی، کلیه‌ها که از نوع Mesonephros هستند قرار می‌گیرند. در خزندگان و پرندگان، بیضه‌ها نزدیک کلیه معلق هستند. ولی در پستانداران در قسمت خلفی قرار می‌گیرد و در بعضی از پستانداران بیضه پایین آمده و از محوطه شکمی خارج شده، داخل کیسه‌های بیضه قرار می‌گیرند. در ماهی و قورباغه، بیضه‌ها دارای تعداد زیادی مجرا به نام (Efferents Ducts) هستند که از بیضه‌ها به کلیه‌ها وصل می‌شوند. در این گونه جانوران، اسپرماتوزوئید از داخل بیضه‌ها به طرف مجاری دفعی کلیه‌ها رانده شده و از راه مجاری کلیه‌ها به طرف بالوم و خارج راه می‌یابد. در خزندگان، پرندگان و پستانداران برای خروج اسپرماتوزوئید مجرای جداگانه‌ای وجود دارد.

دستگاه تولیدمثل ماده از تخمدان و مجاری مربوط به آن تشکیل شده است. تخمدان‌ها به وسیله قسمتی از پرده مزانتیریک به نام Mesovaria در محوطه شکم آویزان است و در همه مهره‌داران به استثنا پستانداران در سطح شکمی، انتهای قدامی کلیه‌ها قرار دارند و در پستانداران پایین آمده در محوطه لگن دیده می‌شوند. تخمدان‌ها در قورباغه کیسه‌ای ولی در سایر مهره‌داران کاملاً توپر می‌باشند. مجاری تخمدان‌ها اویداکت نامیده می‌شود که مستقیماً به تخمدان‌ها وصل نیستند. ابتدای اویداکت‌ها در قورباغه، در انتهای قدامی حفره شکمی قرار دارد ولی در مهره‌داران عالی‌تر ابتدای اویداکت به تخمدان نزدیک‌تر است. در بسیاری از پستانداران، ابتدای اویداکت دور تخمدان را محصور نموده است. در قورباغه، هنگام رسیدن فولیکول‌ها، اوول‌ها به داخل محوطه شکم ریخته شده و سپس از محوطه شکم به داخل اویداکت رانده می‌شوند. در مهره‌داران عالی‌تر بعد از اوولاسیون، تخم‌ها یا اوول‌ها مستقیماً به داخل اویداکت هدایت می‌شوند و فقط در حالات استثنایی و غیرطبیعی ممکن است اوول به محوطه شکم افتاده شود. در قورباغه ماده ژلاتینی بین تخم‌ها از جدار اویداکت ترشح می‌شود و ماده آلبومین سفیده تخم خزندگان و پرندگان به وسیله قسمت معینی از اویداکت ترشح شده و پرده‌های دیگر تخم و پوسته آهکی در قسمت‌های دیگری از اویداکت ساخته می‌شود.

جانورانی که تخم می‌گذارند و تخم آن‌ها دارای مواد غذایی زیادی است که به مصرف رشد جنین می‌رسد، تخم‌گذار نامیده می‌شوند (Oviparus). در بین ماهی‌ها و خزندگان، بعضی اوقات اوول یا تخم بارور شده مرحله‌ای از نمو خود را در داخل اویداکت می‌گذارند. در این گونه جانوران، جنین به وسیله مواد غذایی موجود در تخم تغذیه می‌شود و چون موقع گذاشتن تخم قسمت نسبتاً زیادی از مراحل رشد جنین در داخل تخم انجام گرفته است، تخم‌گذار زنده‌زا (Ovoviviparus) نامیده می‌شوند. تعداد کمی از پستانداران اولیه مانند *Ornithorhyncus* (ارنی تورنگ) تخم می‌گذارند. در پستانداران دیگر، قسمت زیاد مراحل رشد و نمو جنین در داخل بدن انجام می‌شود. به این جانوران (Viviparus) گفته می‌شود. در این پستانداران ابتدای اویداکت باریک، شده لوله فالوپ نامیده می‌شود. در قسمت عقب لوله فالوپ اویداکت پهن شده و رحم را تشکیل می‌دهد. رحم محل رشد و نمو جنین بوده و به مهبل ختم می‌شود.

در مهره‌داران جنس نر و ماده مجزا می‌باشند و اختلاف جنس افراد در مراحل اولیه رشد و نمو جنین پیدا نیست و نمی‌توان مشخص نمود که گنادها بیضه‌ها هستند یا تخم‌دان. در مراحل بعدی رشد، به تدریج گنادها به بیضه‌ها یا تخم‌دان تبدیل می‌شوند.

8- دستگاه عصبی: برای بررسی، دستگاه عصبی را معمولاً به دو قسمت تقسیم می‌کنند. دستگاه عصبی مرکزی که شامل مغز و نخاع شوکی است و دستگاه عصبی محیطی که یک رشته اعصاب را تشکیل می‌دهد جهت برقراری ارتباط بین مغز و نخاع شوکی با قسمت‌های مختلف بدن.

8-1- دستگاه عصبی مرکزی: دستگاه عصبی مرکزی در کلیه مهره‌داران تقریباً به یک شکل رشد می‌کند. به زودی بعد از پیدایش لوله عصبی 5 ناحیه در مغز دیده می‌شود که از نخاع شوکی کاملاً متمایز هستند. این 5 ناحیه از جلو به عقب عبارتند از: مغز اول (Telencephalon)، مغز دوم (Diencephalon)، مغز سوم (Mesencephalon)، مغز چهارم (Metencephalon)، مغز پنجم (Myelencephalon). هیچ‌کدام از 5 مغز در سری مهره‌داران از بین نمی‌رود. فقط تغییراتی در مغزها به خصوص در مغز اول و چهارم به وجود می‌آید. نیمکره‌های مغز در قسمت پشتی مغز اول و مخچه در سطح پشتی مغز چهارم رشد پیدا می‌کنند و چگونگی رشد این دو قسمت از مغز در مهره‌داران مختلف متفاوت است. در مغز انسان نیمکره‌های مغز رشد پیدا می‌کنند و تمام 5 مغز دیگر را از سطح پشتی می‌پوشانند.

در مهره‌داران همان‌طور که گفته شد دستگاه عصبی توخالی و شکل لوله می‌باشد. حفره داخلی این لوله در مغز اتساع پیدا کرده و در قسمت‌های مختلف بطن‌ها را می‌سازد و در نخاع شوکی تبدیل به مجاری بسیار باریکی به اسم مجرای اپاندیم می‌گردد.

مجرای دستگاه اعصاب مرکزی از مایع مغزی- نخاعی پوشیده است که از جدار مویرگ‌های شبکه مشیمیه قدامی- خلفی واقع در لوب‌های جانبی به داخل حفره‌ها نفوذ پیدا می‌کند و همچنین این مایع قسمت‌های خارجی مغز و نخاع شوکی را پوشانیده و وظیفه محافظتی این قسمت‌ها را انجام می‌دهد.

8-2- دستگاه عصبی محیطی: دستگاه عصبی محیطی از رشته‌های اعصاب مغزی و نخاعی و همچنین اعصاب خودکار (Autonomic) تشکیل می‌شود. این اعصاب رشته‌های سلول‌های عصبی هستند که از قسمت سلول که در ماده خاکستری اعصاب مرکزی یا در غده‌های عصبی که در خارج اعصاب مرکزی قرار دارند منشعب می‌شوند. در مهره‌داران پست‌تر مانند قورباغه، 10 زوج اعصاب مغزی دیده می‌شود که از مغز خارج می‌شوند. همه این اعصاب به استثنا زوج دهم، به طرف سر و گردن می‌روند و زوج دهم یا عصب واگ، شاخه‌هایی به قلب و ریه و لوله گوارش می‌فرستد. در خزندگان، پرندگان و پستانداران 11 و 12 جفت اعصاب مغزی دیده می‌شود. اعصاب نخاعی از نخاع شوکی منشأ گرفته و به عضلات و پوست مربوط می‌شوند. تعداد اعصاب نخاعی در مهره‌داران مختلف متفاوت است.

اعصاب Autonomic دو نوع هستند: سمپاتیک و پاراسمپاتیک. اعصاب سمپاتیک از قسمتی از نخاع شوکی که در مهره‌های ناحیه سینه و کمر قرار دارند مبدأ می‌گیرند. عقده‌ها که جزو اعصاب سمپاتیک هستند، اکثراً به طور زوج در دو طرف ستون مهره‌ها قرار دارند. اعصاب

پاراسمپاتیک از مراکز عصبی عقده‌مانند مغز میانی و بصل‌النخاع و ناحیه خاجی نخاع شوکی سرچشمه می‌گیرند. اعصاب خودکار به عضلات قلب و عضلات صاف رگ‌ها و احشاء درونی شکم، هم‌چنین غدد شعباتی می‌فرستند.

اعضای حسی: اعضای حسی مخصوص مانند چشم، گوش، اپی‌تلیوم، قسمت‌های چشایی و هم‌چنین قسمت‌های دریافت‌کننده حس لامسه، حرارت و درد در نزدیکی سطح بدن قرار دارند که در این‌جا از بحث درباره آن‌ها خودداری می‌شود و فقط باید متوجه ارتباط بین این اعضا حسی با اعصاب کناری و مغزی بود. مثلاً عصب بویایی از اپی‌تلیوم بویایی داخل بینی به مغز ادامه پیدا می‌کند و عصب بینایی پرده عصبی داخل کره چشم (Retina) را به مغز و عصب شنوایی اپی‌تلیوم حساس گوش داخلی را به مغز مربوط می‌سازد.

9- غدد مترشحه داخلی: به بعضی از غده‌های بدن مهره‌داران که ترشحات خود را به وسیله مجاری مخصوص به خارج می‌ریزند اشاره شد ولی غده دیگری در بدن مهره‌داران هست که بدون مجرا بوده و ترشحات آن‌ها مستقیماً به خون ریخته می‌شود. این غدد به نام غدد مترشحه داخلی (Secretion Gland of Internal) یا غدد آندوکرین (Endocrine Gland) نامیده می‌شوند و ترشحات آن‌ها ترشحات داخلی (Internal Secretion) یا آندوکرین یا هورمون (Hormones) نام دارد. غدد Endocrine اصلی عبارتند از: هیپوفیز، تیروئید، پاراتیروئید، لوزالمعده، غدد فوق کلیوی و غدد جنسی. در پستانداران عالی‌تر جفت و هم‌چنین چند دسته از سلول‌های مخصوص در دیواره روده باریک هستند که هورمون ترشح می‌نمایند.