

شاخه ی طنابداران (Phylum: Chordata)

ویژگی های اصلی شاخه ی طنابداران:

۱- عمده ترین صفت، وجود طناب پشتی به نام Notochord میباشد. نوتوکورد از سلول های واکوئل داری تشکیل شده که از کلسیم اشباع شده اند و بافت محکم و میله ای تشکیل داده اند که اساس اسکلت می باشد. 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 طنابداران خصوصاً در طنابداران 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 طنابداران به وجود می آید). توانایی سازش طنابداران در محیط های مختلف فوق العاده بالاست. طنابداران از موفق ترین موجودات می باشند و تمام زیستگاه های کره ی زمین را اشغال کرده اند. از ۳۸ شاخه ی جانوری ۳ 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.

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

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

۹- 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 طنابداران محسوب کنیم بسیار مشکل است. در صخره های کامبرین (Cambrian) که سنگواره های جانوری فراوان دارد آثاری از طنابداران مشاهده شده. احتمالاً اشکال اولی این جانوران بدنی نرم داشته اند و اجزای اسکلتی سخت که محفوظ بماند نداشته اند. اولین آثار طنابداران 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 طنابداران:

۱- **Annelids theory**: این تئوری بر این اساس بنا نهاده شده است که کرم های حلقوی و طنابداران هر دو تقارن جانبی دارند. بدن شان بندبند است. طناب عصبی و رگ های خونی سرتاسری دارند. ولی این شباهت ها برای اثبات این تئوری کافی نیست. دلایل رد این تئوری به شرح زیر است:

۲- **Arthropods theory**: این تئوری بر پایه ی شباهت های ظاهری که بین ماهیان زره دار قدیمی (Ostracoderma) و هم چنین

خرچنگ نعل اسبی (*Limulus polyphemus*) با برخی از کیسه داران امروزی نظیر *Euptridia* وجود دارد بنا نهاده شده است. این

تئوری بنا به دلایلی رد می شود.

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 آمده‌اند و در واقع دومین سیر تکاملی بنا نهاده شده 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.

۱- زیرشاخه‌ی نیمه طناب‌داران (subphylum Hemichordata) پست‌ترین زیرشاخه‌ی طناب‌داران هستند. کفزی‌اند و نوتوکورد کوتاهی دارند.

۲- زیرشاخه‌ی غلاف‌داران (Tunicate) طناب‌داران پستی هستند که در زمان بلوغ و پس از دگردیسی، طناب پشتی و تقارن ابتدائی خود را از دست می‌دهند.

۳- زیرشاخه‌ی سرطناب‌داران (Cephalochordata) طناب پشتی تا پشت ناحیه‌ی سر در آنها پیشروی کرده، کفزی‌اند (معمولاً) بدنی ماهی شکل دارند و نوتوکورد در تمام بدن وجود دارد.

۴- زیرشاخه‌ی مهره‌داران - جمجمه‌داران (vertebrata Craniata) 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:

۱- 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.

۲- طناب پشتی 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 ضمام مفصلی است. استخوان‌های دست و پاها منشا مزودرمی دارند.

۳- دستگاه عصبی در مقایسه با ساختار اسکلت در پشت قرار گرفته و لوله‌ی گوارش در سطح شکمی قرار دارد.

۴- اندام‌های حرکتی زوجند و بسته به نوع زندگی دچار تغییرات عمده‌ای شده‌اند.

۵- بافت پیوندی در این جانوران توسعه یافته و حتی غضروف و استخوان را ساخته است (توسط بافت همبند).

۶- دارای حالت بندبند هستند که عمدتاً در ستون فقرات دیده می‌شود.

۷- دستگاه گردش خون کامل‌تر شده دارای قلب و گلبول‌های قرمز هستند (جانورانی که تا به حال مطالعه شده مانند آمفیوکسوس‌ها فاقد گلبول قرمز بوده‌اند). دستگاه گردش خون شامل قلب و دو تا چهار حفره است. سیستم گردش خون بسته است. زوج قوس‌های آئورتی، آئورت پشتی و شکمی را به همدیگر متصل می‌نماید و انشعابات را به آبشش‌ها در مهره‌داران آبی می‌فرستد. در انواع خشکزی قوس آئورتی به قوس‌های ریوی و سیستمیک تقسیم می‌شود.

۸- دستگاه دفع از دو کلیه تشکیل شده که در پشت جانور قرار دارد. (انواع مزونفریک و متانفریک در بالغین) که به وسیله‌ی مجراهایی مواد زائد را به کلیواک و یا منطقه‌ی مخرجی هدایت می‌نماید. دستگاه تناسلی روی کلیه‌ها قرار دارد.

۹- 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 رده‌های مختلف مهره‌داران نظیر غدد، فلس، پر، ناخن، شاخ و مو به وجود آمده است.

۱۰- عضلات بسیاری جهت تامین حرکت به اسکلت متصل می‌شوند.

- ۱۱- دستگاه گوارش کامل است که نسبت به ستون نخاعی شکمی است و غدد بزرگی نظیر کبد و لوزالمعده را شامل می شود.
- ۱۲- سلوم کاملاً پیشرفته است که توسط اندام های احشایی پر شده است.
- ۱۳- 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.
- ۱۴- 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.
- ۱۵- سیستم های درون ریز (Endocrine system) , غدد فاقد مجرا در بدن پراکنده اند.
- ۱۶- تقریباً همه ی جنس ها جدا از همدیگر هستند.
- ۱۷- 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 آرواره داران نیز به صورت یک فوق رده به رده های زیر تقسیم می شود:

ماهیان غضروفی (Chondrichthyes), ماهیان استخوانی (Osteichthyes), دوزیستان (Amphibia), خزندگان (Reptilia), پرندهگان (Aves), پستانداران (Mammalia) و گروه منقرض شده Placoderma که به عنوان اجداد ماهیان غضروفی امروزی معرفی می شوند. در بخش های بعدی به شرح تمامی رده های فوق خواهیم پرداخت.

ماهیان بدون آرواره

برخی از صفات کلی و مهم ماهیان بدون آرواره :

- ۱- بدن باریک , ماری شکل با پوست نرم که شامل غدد موکوسی است اما فلس ندارد.
- ۲- بال های میانی دارای شعاع های غضروفی است. اما باله های زوج ندارند.
- ۳- دارای اسکلت فیبروزی و غضروفی است , نوتوکورد وجود دارد.
- ۴- 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.
- ۵- قلب دارای یک دهلیز و یک بطن است. قوس های آئورتی در منطقه ی آبششی وجود دارند. خون حاوی گلبول قرمز و سفید است.
- ۶- 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.
- ۷- 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.
- ۸- 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 دهان‌گردان‌ها دارند. دهان‌گردان امروزی در سن بلوغ اکثراً به شکل انگل زندگی می‌کنند ولی به نظر می‌رسد زره‌داران قدیمی با مکیدن مواد فاسد شده از ته آب تغذیه می‌نمودند.

Lampreys معروف‌ترین دهان‌گردان هستند که انواع مختلف آن‌ها در نواحی معتدل هر دو نیم‌کره یافت می‌شود.

Phylum: chordata, Subphylum: Vertebrata, Superclass: Gnatostomata

این فوق رده (آرواره‌داران) به ۷ رده شناخته شده زیر تقسیم می‌شوند:

۱- ماهیان زره‌دار قدیمی (Placoderma)؛

۲- ماهیان غضروفی (Chondrichthyes)؛

۳- ماهیان استخوانی (Osteichthyes)؛

۴- دوزیستان (Amphibia)؛

۵- خزندگان (Reptilia)؛

۶- پرندگان (Aves)؛

۷- پستانداران (Mammalia).

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

گروهی از ماهیان قدیمی هستند که فسیل شده‌اند و اجداد ماهیان غضروفی امروز می‌باشند.

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

رده ماهیان غضروفی به دو زیر رده تقسیم می‌شود: Elasmobranchia و (Holocephalia) Bradyodonta.

برخی صفات کلی و مهم ماهیان غضروفی :

- ۱- بدن دوکی شکل، باله‌ی دمی هتروسرک است. دارای باله‌های زوج سینه‌ای و لگنی است. دو باله‌ی پشتی دارد. باله‌های لگنی (شکمی) در نرها به اندام جفت‌گیری به نام کلاسپر تغییر شکل یافته است. شعاع‌های باله وجود دارد.
- ۲- دهان تحتانی و در سطح شکمی است. دو منفذ بینی دارند و به دهان راه ندارد. آرواره دارند.
- ۳- پوست دارای پولک‌های پلاکوئیدی و غدد موکوسی است. شمیرا فلس ندارد. فلس‌های پلاکوئیدی تغییر شکل یافته دندان‌ها را تشکیل می‌دهند و به طور مرتب جایگزین می‌شود.
- ۴- اسکلت داخلی تماماً غضروفی است. نوتوکورد وجود دارد. مهره کامل و مجزا از همدیگر است. ضمام حرکتی دارد. جمجمه‌ی یک تکه دارند.
- ۵- دستگاه گوارش دارای معده ل‌شکل بوده و روده دارای دریچه‌ی مارپیچی است. دارای کبد، کیسه‌ی صفرا و لوزالمعده است. شمیرا معده ندارد.
- ۶- خون ایزواسموتیک است. دستگاه گردش خون دارای چندین زوج قوس‌انورتی است. آنورت پشتی و شکمی، مویرگ‌ها و سیاهرگ‌ها وجود دارند. سیستم‌های باب کبدی و کلیوی وجود دارد. قلب دو حفره‌ای است. خون دارای مقادیر زیادی اوره و تری‌متیل‌آمین اکسید می‌باشند.
- ۷- تنفس به وسیله‌ی ۵ تا ۷ جفت آبشش با شکاف‌های آبششی مجزا صورت می‌گیرد. اپرکلوم ندارند، شمیرا اپرکلوم دارد.
- ۸- مغز دارای دو لوب بویایی، دونیمکره‌ی مغزی، دو لوب بینایی، یک مخچه و بصل‌النخاع است. ده جفت اعصاب مغزی و سه زوج مجاری نیم‌دایره‌ای وجود دارد.
- ۹- فاقد کیسه‌شنا هستند.
- ۱۰- جنسها از هم مجزاست. مجاری تناسلی به کلوک باز میشود. اشکال تخمگذار، تخمگذارزنده زا، زنده زا وجود دارد. سیرتکاملی مستقیم است. لقاح داخلی است.
- ۱۱- کلیه‌ها از نوع مزونفروس است.

الف) صفات عمده ماهیان غضروفی

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

دندان‌های 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 حفره‌ای است. دارای سینوس سیاهرگی و پیاز آئورتی می‌باشد. دارای ۱۰ زوج عصب مغزی می‌باشد. تنفس توسط ۷-۵ عدد آبشش صورت می‌گیرد. جنس‌ها جدا از همند و لقاح داخلی است. زنده‌زا یا تخم‌گذار - زنده‌زا هستند. رشد مستقیم و بدون دگرذیسی می‌باشد. 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 آدنتوبلاستی 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-۱) 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:

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

۲- 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-۲) 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.

ب-۳) 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 اندام‌اند 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 به جمجمه 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 کمر بند سینه‌ای بسیار ساده است. بخش‌هایی از باله‌های کمر بند لگنی موجود در حیوان نر Clasper یا ندام جفت گیری را به وجود می‌آورد.

دندان مانند تمام ماهیان آرواره‌دار به طور یکنواخت در آرواره قرار گرفته است و معمولاً با فلس پلاکوتید 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 ۵۰ دندان جانشینی برای هر دندان وجود دارد. دندان‌ها در دهان بصورت ردیف‌های متعدد در عرض دهان قرار گرفته‌اند.

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. 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 اسکوالن Squalen است که وزن مخصوص آن ۸۶٪ آب است. سبک‌ترین روغن طبیعی است. علی‌رغم حجم زیاد، وزن کمی دارد و به شنای جانور کمک می‌کند. کبد دارای ۳ لُب است. در لُب وسطی کیسه صفرا پیوسته‌ای 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 ۵ 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 ورودی وارد محفظه دهلیزی شده و سپس وارد جدار عضلانی بطن و بعد وارد پیاز آئورتی می‌شود. 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 (۵ انشعاب). برانشی‌ها به صورت تیغه‌هایی قرار گرفته‌اند. برانشی شماره ۵ یک برانشی ناقص است. چون انشعاب کاملی می‌گیرد ولی انشعاب کاملی از آن خارج نمی‌شود. و سپس 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 ۵ ناقص است. یک آبشش تحلیل رفته وجود دارد که نقشی در تنفس ندارد.

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 Oviviviparus یا تخم‌گذار بچه‌زا می‌گویند. سه شکل تولید مثل عبارتند از:

– Oviparous یا تخم‌گذار

– Viviparous یا بچه‌زا

– Oviviviparous 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 کلواک 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 ۵ 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 ۱۰

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 کپسول - هایی منتهی می‌شوند که جدار کپسول‌ها دارای چین‌خوردگی فراوانی است و در این چین‌خوردگی‌ها سلول‌های حسی وجود دارد به طور عموم این کپسول‌ها ته بسته هستند و در ماهیان غضروفی به دهان راه ندارند. چین‌خوردگی‌های داخل کپسول بویایی 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 بویایی (Olfactory lobes) در مغز ماهیان غضروفی بسیار پیشرفته است و این ماهی‌ها اندام بویایی بسیار قوی دارند. گفته می‌شود لب بویایی در ماهیان غضروفی بزرگ‌ترین حجم را نسبت به بدن در تمام جانوران دارد و این نشانه اهمیت این عضو در ماهیان غضروفی است. حس بویایی یکی از عوامل اصلی شکار است و بدون آن چشم به تنهائی قادر به یافتن شکار نمی‌باشد.
- **فتورسیتورها (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 جمجمه وجود دارند، ارتباط دارد و پیام‌های بینایی 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
- 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 مزه‌دار 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.

- Capsule of Lorenzeni یا آمپوا لورنزینی: 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 مزه‌دار 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 Loronzeni 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 Thermo 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 شنوائی 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

- 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 کربونifer انتشار پیدا کرده‌اند

۱- 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 از ابتدایی‌ترین ماهی‌های غضروفی است. شکاف‌های آبششی در این‌ها ۵ و گاهی اوقات ۷ ناست 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 ۶ 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 ۱۰ متر می‌رسد. بسیار وحشتناک بوده و کوسه سفید هم نامیده می‌شود.

Cetorhinus carcharais که تا ۱۶ 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: Gnathostomata, Class: Chondrichthyes,
Subclass: Holocephalia

وجود صفت عالی دندان‌های مجتمع، Holocephalia را به ماهیان استخوانی نزدیک می‌کند. گر چه 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* یا موش ماهی 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. موش ماهی‌ها سرپوش آبششی کاذب، اسپیراکل و کلواک ندارند، به جز در محل‌های خاص پولک ندارند، باله ای سینه ای بزرگ و نقش آن در حرکت و کف زی اند.

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

رده ماهیان استخوانی در حال حاضر به ۳ زیررده تقسیم می‌شود که عبارتند از:

۱- Actinopterygia

۲- Sarcopterygia

۳- Acanthodii

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

Subclass: Actinopterygii

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

۱- Chondristei

۲- Holostei

۳- Teleostei

Chondristia گروهی از ماهیان استخوانی‌اند که حد واسط غضروفی‌ها و استخوانی‌ها می‌باشند (به ماهیان استخوانی نزدیک‌ترین). 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 ۶ راسته و Teleostia شامل ۹ راسته است.

Subclass: Sarcopterygia

به دو راسته تقسیم می‌شود:

۱- Dipnoi (دو تنفسی): در حال حاضر دارای ۶ جنس زنده می‌باشد. مانند: Ceratodus, Protopterus, Neoceratodus

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

۱-۲ Rhipidistia: که جنسی دارد به نام Osteolepis (گفته می‌شود اجداد دوزیستان اولیه است). ۲-۲ Codanthinia

برخی از خصوصیات کلی و مهم ماهیان استخوانی:

۱- اسکلت کمابیش استخوانی است. ممکن است نوتوکورد در بخشی از بدن وجود داشته باشد. باله ی دم‌ی هوموسرکال است.

۲- پوست دارای غدد موکوسی است که در آن فلس‌های پوستی به شکل گانوئیدی، مدور و شانه ای قرار گرفته است. برخی پوست‌ها فاقد فلس می‌باشند. ماهیان استخوانی فاقد فلس پلاکوئیدند.

۳- باله‌ها هم زوج و هم فردند که دارای شعاع‌های غضروفی یا استخوانی می‌باشند.

۴- دهان انتهایی با دندان‌های متعددی است (برخی فاقد دندانند). آرواره‌ها وجود دارند. کیسه‌های بویایی زوجند و ممکن است به دهان باز شوند.

۵- تنفس به وسیله آبشش‌ها صورت می‌گیرد که به وسیله ی قوس آبششی استخوانی نگهداری می‌شوند و به وسیله ی سرپوش آبششی محصور گردیده است.

۶- کیسه شنا در بیشتر موارد وجود دارد که ممکن است به وسیله ی مجرای به حلق مرتبط باشد.

۷- 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.

۸- 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 نیمه دایره ای وجود دارند.

۹- 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 اینها 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 کروماتوسیت 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:

- ۱- استتار: جانور با رنگ خاص محیط خود، خود را مخفی می کند.
- ۲- به رنگ های هشدار دهنده درآمدن: در این فرآیند جانوری که مورد حمله شکارگرهای خاصی قرار می گیرد به رنگ جانوری در می آید که به تجربه شناخته شده که برای شکارچی سمی و بدمزه است. در واقع رنگ جانور سمی را تقلید می کند. معمولاً رنگ های هشداردهنده رنگ های تیره هستند و با تبدیل رنگ جانور به این رنگ های هشداردهنده از میزان شکار آن کم می شود.
- ۳- تغییر رنگ در تولیدمثل و مرحله جفت گیری بسیار مهم است. اگر بعضی از جانوران در فصل تولیدمثل به رنگ خاصی در نیایند. جانور مخالف آن ها را نمی شناسد و از سیکل تولیدمثلی خارج می شود. تغییر رنگ تولید مثلی در عالم پرندگان دیده می شود. (بیش تر از ماهیان)

الف) 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 دندان های مخروطی و نوک تیز قرار دارد. که تعداد و اندازه ی آن بستگی به رژیم غذایی ماهی دارد.
- بعد از دهان حلق قرار دارد که در آن شکاف های آبششی به بیرون باز می شوند.
- بعد مری قرار گرفته که با معده ارتباط دارد. معده به وسیله یک اسفنگتر پیلور به روده وصل می شود.
- روده دارای قسمت های متفاوتی است: روده کوچک، بزرگ و راست روده که در انتها به مخرج ختم می شود.
- کلواک تحلیل رفته یا وجود ندارد. غده مخروطی هم در اینجا وجود ندارد.
- از غدد ضمیمه دستگاه گوارش، می توان کبد و پانکراس را نام برد. کبد دارای کیسه صفرا است که ترشحات خود را به روده می ریزد. پانکراس دارای دو قسمت برون ریز و درون ریز می باشد که قسمت درون ریز، جزایر لانگرهانس می باشد و انسولین ترشح می کند. قسمت برون ریز هم از آسینی های 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 ماهی ها به شکل دو لُبی است و در عده ای دیگر به صورت یکپارچه قرار گرفته است. معمولاً سفید یا صورتی رنگ است. در عده ای از ماهی ها این کیسه با دستگاه گوارش ارتباط دارد. به این گروه physostomatus می گویند. در گروهی دیگر، کیسه شنا با دستگاه گوارش ارتباط ندارد. به این گروه physoclistous می گویند. مجرای کیسه شنا را به دستگاه گوارش وصل می کند، مجرای پنوماتیک نامیده می شود (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: ۱- غده تخم مرغی Oval gland: که مسئول جذب گاز از خون است (غده ذخیره گاز)؛ ۲- 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 زیاد است که از کیسه شنا وارد خون شده و باعث ایجاد اسپاسم عضلانی می‌شود. این نیتروژن در کبد تبدیل به اکسید آمینه (معمولاً آرژینین) 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 برگشته، 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. (۷۹٪ نیتروژن، ۲۰٪ اکسیژن). در ماهیانی که در اعماق متوسط آب زندگی می‌کنند (مزوپلاژیک)، تا حدود ۹۵٪ 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.

(ب) دستگاه تنفس (Respiratory system) ماهیان استخوانی

این ماهیان دارای اوپرکولوم هستند که روی تیغه‌های آبششی را پوشانده است. ماهیان استخوانی دارای ۵ 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 monocyte می‌نامند که نقش بزرگی در دفع یون‌ها (خصوصاً یون‌های کلر و سدیم) دارند و کمکی برای کلیه‌ها هستند. پس عملاً دستگاه تنفس از ۴ 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 چین خوردگی‌های فراوانی دیده می‌شود که لاملا یا تیغه‌ها نام دارند. سطح رو به دهان هر کمان آبششی دارای خارهایی میباشند 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 و ابران (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 ۳ 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 برانشیایی 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 قسمت‌های مختلفی ساخته شده است: استخوان operculum، استخوان suboperculum، استخوان interoperculum، استخوان peroperculum.

ج) 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 (conusarteriosus) 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).

خون پس از خروج از پیاز سرخرگی وارد آئورت شکمی شده و ایجاد ۴ 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.

د) 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.

تنظیم اسمزی (Osmoregulation) در ماهیان استخوانی:

مقدار املاح در بدن ماهیان ساکن در آب شیرین به سر می‌برند بسیار کم‌تر از محیطشان 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:

۱- گلومرول‌های کلیوی آن‌ها بزرگ شده در نتیجه آب بیش‌تری را دفع می‌کنند.

۲- لوله‌های کلیوی نمک بیش‌تری را از آب باز جذب می‌کنند.

۳- 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 ۴ مکانیسم در حفظ و تنظیم یونی به جانور کمک می‌کنند که عبارتند از:

۱- دفع بیش‌تر آب از کلیه با بزرگ شدن گلومرول‌ها که ادرار رقیقی را دفع میکنند.

۲- جذب بیش‌تر نمک از لوله‌های کلیوی

۳- جذب نمک از یونوسیت‌ها (بر روی برانشی تحلیل رفته)

۴- 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 ۰/۴ مولار است. در حالی‌که غلظت نمک در دریا ۱ مولار 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:

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

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

۳- 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 (اسپرمیداکت) مجرای جدیدی است. در حالی‌که در ماهیان غضروفی اسپرمیداکت مجرای مزونفریک اصلی است و میزناهی 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 (پر زرده) 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 ۵ 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 ۴، در بصل النخاع (medula) شبکه مشابهی وجود دارد که به آن شبکه 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.

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

اندام‌های حسی در ماهیان استخوانی:

۱- 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 ۱ به ۵۵/۲ 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 (۱۰۰۰ 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 ۱۰۰-۷۵ 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.

۲- 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 مژه‌دار حسی‌اند به نام Neuromast. این سلول‌ها را از سطح پایین، تعداد زیادی سلول محافظت می‌کنند به نام سلول‌های محافظ. Supporting cell روی این مجموعه، کیسولی 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 مژه‌های 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.

۳- 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: (۱) قسمت قدامی یا فوقانی: که تشکیل دهنده اتریکول و مجاری نیم‌دایره است. (۲) 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 مژه‌های حسی است که این مژه‌ها در ساکول و اتریکول به صورت عمودی قرار گرفته‌اند و مژه‌های 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 کمر بند 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.

۴- اندام نورزا Light organ: در ماهیانی که در اعماق زیاد دریا زندگی می‌کنند، خصوصاً در ماهیانی که پایین‌تر از ۱۰۰ 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.

۵- اندام الکتریکی Electricorgan 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 ۵۰۰ ولت است و در ماهیان استخوانی مقادیر مختلفی گزارش شده از جمله در *Gymnotus*، ۲۶۰ ولت و در *Electrophours* چیزی حدود ۴۰۰ 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.

۶- 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.

- ۷- 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.
- ۸- 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: Gnatostomata, Class: Osteichthyes,
Subclass: Sarcopterygia, Order: Dipnoi**

دوتنفسی‌ها در حال حاضر در دنیا با ۳ جنس معرفی می‌شوند که همگی آن‌ها ساکن آب‌های شیرین و رودخانه‌ای هستند.

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

۲- جنس *Protopterus* که در آفریقا زندگی می‌کند (رودخانه‌های موسمی).

۳- 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 تغذیه‌ای 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.

- ۱- 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.
 - ۲- 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 *Hyomandibulaire* 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.
 - ۳- آویختگی نوع Autostlic: در ماهیان دوتنفسی و تتراپودا رایج است. در این تیپ هیوماندیبولر نقشی در آویختگی ندارد و عملاً آویختگی توسط ۳ زائده دیگر انجام می‌گیرد: (۱) زائده otic روی کپسول شنوایی؛ (۲) زائده پایه جمجمه *Basal*؛ (۳) زائده *Acendent*. 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 جانواند که توانایی بیرون آمدن از آب را پیدا کرده‌اند و توانسته‌اند بر مشکلات زندگی در خشکی فائق شوند. شامل ۴ رده هستند که عبارتند از:

۱- دوزیستان (*Amphibia*)

۲- خزندگان (*Reptilia*)

۳- پرندگان (*Aves*)

۴- پستانداران (*Memmalia*)

Phylum: Chordata, Subphylum: Tetrapoda, Class: Amphibia

مرحله‌ای از زندگی را درون آب زندگی می‌کنند و مرحله بعد از دگرذیسی را درون خشکی به سر می‌برند. حدود ۲۰۰۰ 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: (۱) دارای فلسند، درحالی‌که دوزیستان فلس ندارند؛ (۲) یک کندیل پس‌سری دارند، درحالی‌که دوزیستان ۲ کندیل پس‌سری دارند؛ (۳) دوازده زوج عصب جمجمه‌ای دارند، درحالی‌که دوزیستان ۱۰ زوج عصب جمجمه‌ای دارند؛ (۴) 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:

- ۱- اسکلت اغلب استخوانی است. تعداد مهره‌ها متغییر است. در برخی دنده وجود دارد که دنده‌های واقعی نیستند و به استخوان جناغ متصل نیست. اسکلت خارجی ندارند.
- ۲- 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 می‌باشد.
- ۳- 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 پرده‌ی شنا دارند. ناخن و یا چنگال وجود ندارد.
- ۴- 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 پولک‌های پوستی مخفی در برخی گونه‌ها.
- ۵- دهان معمولاً بزرگ با دندانهای کوچک در آرواره‌ی بالا و یا هر دو فک است. دو سوراخ بینی به قسمت قدامی حفره دهانی باز میشود.
- ۶- تنفس به وسیله ریه‌ها صورت می‌گیرد (برخی سمندرها فاقد آنند). پوست و در برخی موارد آبشش نیز در تنفس دخالت دارند. آبشش خارجی مراحل لاروی ممکن است در سراسر زندگی باقی بمانند.

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

۸- اکتوترمال یا خونسرد هستند.

۹- اندام های دفعی شامل کلیه های مزونفریک هستند. اوره فرآورده ی دفعی مواد از ته است.

۱۰- ده جفت اعصاب مغزی دارند.

۱۱- 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 مزولسیتال 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 ۵ و در دست ۴ 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. تخم ها 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 زنده زا هستند.

ساختمان پوست در دوزیستان:

پوست از یک لایه نازک شاخی تشکیل شده که اصلاً می توان گفت پوشش شاخی ندارند. بدن فاقد فلس است و پوست بسیار لطیف و لزج می باشد. عمده ترین ساختارهای پوستی در دوزیستان، رنگدانه ها در قسمت درم و اپیدرم و خصوصاً ناحیه درم وجود دارند. در پوست دوزیستان سه نوع رنگدانه وجود دارد:

- ۱- کروماتوفورها که سلول های ستاره ای شکل هستند و مواد درونشان ملانوفور می باشد. معمولاً ملانوفورها رنگ قهوه ای تیره دارند که از ملانین ساخته شده اند. وقتی ملانین در پوست پخش شود رنگ پوست تیره می شود و اگر جمع شود پوست روشن می شود.
 - ۲- لیپوفورها که همراه با چربی می باشند. معمولاً رنگ قرمز به جانور می دهند و گاهی هم رنگ زرد را ایجاد می کنند که رنگ زرد را گزانتوفور و رنگ قرمز را اریتروفور می گویند.
 - ۳- گوانوفورها که درون سلول های خاصی بنام Iridocytes قرار دارند. اینها عملاً به انعکاس نور کمک می کنند. و رنگدانه خاصی نیستند. از گوانین ساخته شده اند. طول موج های خاصی توسط انواعی از این رنگدانه ها منعکس می شود. نور با طول موج بلند به وسیله ملانوفورها جذب می شود و به وسیله گوانوفورها منعکس می شود. کار لیپوفورها بیشتر جلوگیری از ورود نور آبی است و فقط نور سبز منعکس می کنند. به همین دلیل است که رنگ سبز در قورباغه بیش تر دیده می شود. مکانیسم تغییر رنگ در قورباغه تحت تأثیر هورمون هاست. ولی در ماهی ها تحت تأثیر سیستم عصبی می باشد.
- از دیگر ساختارهای درون پوست دوزیستان که پیشرفت کرده انواع غده پوستی است که دو تیپ عمده هستند:

۱- غده موکوسی (Mucus gland)

۲- غدد سمی (poison gland)

غدد موکوسی به تعداد بسیار زیاد درون پوست هستند که با ترشحات خود پوست را مرطوب می کنند تا تنفس پوستی به راحتی انجام گیرد. تنفس پوستی ۵۰٪ تنفس دوزیستان را شامل می شود. این غدد تک سلولی یا چندسلولی هستند. غدد سمی در انواعی از دوزیستان دیده می شود (خصوصاً دوزیستان بی دم) که در نواحی خاصی از بدن تجمع پیدا می کنند. مثلاً در جنس Bufo در پشت سر غدد زهری (که آن ها را غدد parotoid می نامند) دیده می شود که بیشتر نقش دفاعی دارند و عملاً مجرای برای ترشح زهر ندارند. ولی از شکار شدنشان توسط جانوران دیگر جلوگیری می کند. زیرا با شکار اینها جانور شکارچی دچار مسمومیت می شود. این غدد می توانند تک سلولی یا چند سلولی باشند. ماده دیگری در پوست دوزیستان ترشح می شود 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:

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

a. جمجمه‌ای (Neurocranium): استخوان occipital به سمت عقب، تشکیل دو زائده را می‌دهد به نام Exooccipital که همان کندیل های پس سری می‌باشند و به اولین مهره گردنی متصل می‌شوند.

۲- 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.

۳- اسکلت محوری (Axial Skeleton): اسکلت محوری در دوزیستان از ستون فقرات که شامل ۱۰ 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 ۵ قطعه استخوان در دوره جنینی تشکیل شده است. این قطعات در نمونه‌های بالغ بهم پیوسته و Urostyle را به وجود آورده‌اند. مهره ها 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. جناغ در دوزیستان تشکیل قفسه سینه را نمی‌دهد، برای این که 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.

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

در انتها اندام جلویی 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. در انتها ۵ انگشت به آن متصلند (Phalanges). انگشت ۱ و ۲، هر کدام دو بند، شماره ۳ و ۵ سه بند و شماره ۴، 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 دو لوب بویایی مشخص قرار گرفته و سپس نیم‌کره‌های مغز و برجستگی‌های دوگانه قرار دارد.

اندام‌های حسی در دوزیستان:

۱- 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 platoquatrate متصل است. هم‌چنین قسمت اپرکولوم توسط ماهیچه‌ها به استخوان suprascapula ارتباط دارد. قورباغه‌ها خصوصاً در فصل جفت‌گیری شنوایی خوبی دارند.

۲- 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 یک

طرف 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 ۳۶۰° 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.

۳- 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 تشکیل‌دهنده 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 ۲ تا ۳ 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.

۴- بویایی (Olfactory): از دو کپسول بویایی تشکیل شده که با دو سوراخ به بیرون باز می‌شود. در عمق کپسول‌های بویایی، سلول‌های اپی‌تلیومی 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.

۵- Jacobson's organs (Vomer nasal): 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 اپی‌تلیومی پوشیده شده است. بنابراین نقش تقویت کننده حس بویایی را دارد.

۶- 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.

۷- 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: ۱- سیستم دوران لاروی؛ ۲- 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 این که 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 ۵۰٪ 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 Vomerrine 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 مزونفروس 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 کلوک 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 Testis‌ها 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 واژنشی می‌رساند. دستگاه گردش خون شامل موارد مختلف است: ۱) قلب (Heart)؛ ۲) سرخرگ‌ها (Arteries)؛ ۳) مویرگ‌ها (Capillaries)؛ ۴) سیاهرگ‌ها (Veins)؛ ۵) رگ‌های لنفی (Lymph Vessels)؛ ۶) خون (Blood) و ۷) 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 سستبر 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 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.

ساختمان و چگونگی کار بطن طوریکه 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. دو کمان شریانی راست و چپ که از پیاز آئورت منشعب می‌شوند در پایین قلب متصل می‌شوند و تنه سرخرگ پشتی (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:

۱- 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.

۲- سیاهرگ‌های پشتی (Postcaval veins) که خون سیاهرگی دستگاه گوارش، دستگاه ادراری و تولیدمثل و ماهیچه‌های پشتی و غیره را جمع کرده به سینوس سیاهرگی می‌رساند.

۳- 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.

۴- 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 بزرگ تری 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.

۵- 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.

۱- **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 طولی 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 میومرها 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 یکی یکی 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 زلاتینی تا زمان تقسیم تخم می‌چسبند. تتاردی که از تخم خارج می‌شود ۵ تا ۶ 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 آئورتی 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 کنار نیست. 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 تا خوردگی 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.

۲- 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 وجود 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 استولیز، 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 ۵ 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:

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

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

۳- 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:

۱- 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 خوراندن شود، دگردیسی قبل از موعد معین شروع می‌شود؛

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

d. اگر به تتراد 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.

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

a. اگر هیپوفیز تترادی 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 تترادی که هیپوفیزش را برداشته‌ایم هیپوفیز پیوند بزئیم یا عصاره هیپوفیز تزریق کنیم، دگردیسی شروع می‌شود.

c. اگر به یک تتراد که هم تیروئید و هم هیپوفیزش برداشته شده عصاره هیپوفیز تزریق کنیم، هیچ‌گونه عکس‌العملی در Tetard مشاهده نمی‌شود. اگر به این تتراد 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 زوآندی 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 زیر 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 ۱۸۰ درجه باز می‌شود. مانند مارها.

خزندگان دارای ۱۲ 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 ۴ حفره‌ای شدن می‌رود. در کروکودیل‌ها قلب کاملاً ۴ حفره‌ای شده است. تا به حال حدود ۵۵۰۰ 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 ۳ گروهند: پرندگان، پستانداران و خزندگان. به این علت آن‌ها را آمنیون‌داران می‌نامند که در دوران جنینی دارای پرده کوریولانتوئیس هستند.

برخی صفات کلی و مهم خزندگان:

۱- شکل بدن متنوع است. برخی بدنی فشرده و برخی بدنی طولی دارند. بدن دارای اسکلت خارجی است که گاهی به آن صفحات استخوانی افزوده می‌شود. بافت پوششی دارای غدد کمی است.

۲- 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.

۳- اسکلت کاملاً استخوانی است. دنده‌ها با جناغ تشکیل محفظه‌ی سینه‌ای کاملی را می‌دهند. جمجمه دارای یک کندیل پس سری است.

۴- تنفس به وسیله‌ی ریه‌ها صورت می‌گیرد. آبشش ندارند. برخی از کواک نیز برای تنفس استفاده می‌نمایند. قوسهای آبششی در دوران جنینی وجود دارد.

۵- قلب سه حفره‌ای است. تمساحها قلب چهارحفره‌ای دارند. معمولاً یک قوس آئورتی وجود دارد.

۶- اکتوترمیک (برون‌حرارتی) می‌باشند. برخی از سوسمارها و مارها رفتار تنظیم حرارتی از خود نشان می‌دهند.

۷- کلیه‌ها متانفریک بوده و ماده‌ی اصلی از ته دفعی اسید اوریک می‌باشد.

۸- سیستم عصبی دارای لوبهای بینایی در پشت مغز است. دوازده زوج اعصاب مغزی دارند.

۹- جنسها از هم مجزا و لقاح داخلی است.

۱۰- تخمها با پوسته ی آهکی یا چرمی پوشیده شده است. غشاهای خارج جنینی (امنیون، کوریون، کیسه زرده، آلتوتویس) در طی زندگی جنینی وجود دارند.

Classification of Reptiles

رده خزندگان بعنوان یک رده به ۶ 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: Emydida (الف) و Testudinida (ب).

2- Subclass: Synaptosouria

همگی نمونه‌های این زیررده فسیلند و نمونه زنده‌ای ندارند.

3- Ichthyopterygia

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 ۶۰ میلیون سال قبل تا به حال هیچ تغییر رفتار فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی نداشته است. به آن فسیل زنده می‌گویند (به هر جانوری که از ۱۰ 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 ۲ 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 گاهاً 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:

۱- استتار که ارزش دفاعی دارد.

۲- خزندگان در جهت تبدلات 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، می‌توان 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

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.

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

۲- اسکلت احشایی (Viseral skeleton) خزندگان:

a. اندام جلویی: کمر بند شانه‌ای در خزندگان از سه استخوان Clavicle, Coracoid و Scapula تشکیل شده است. پس از استخوان کف که از استخوان‌های کشیده درست شده، انگشتان قرار دارد که در خزندگان ۵ تا ۲ انگشت دیده می‌شود (۲-۴-۳-۲).

b. اندام عقبی: در داخل از کمر بند لگنی تشکیل شده است. انگشتان پا از ۲ تا ۵ متغیرند و گاهی هم وجود ندارند (۲-۳-۴-۳-۳-۲). 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:

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

۲- 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:

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

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

۳- 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 ۴ گروه تقسیم می‌کنند:

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

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

۳- 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).

۴- 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 شیاری کمی عمیق‌تر شده. مانند مارهای دریایی، در مار کبری (*Naja*) این شیاری 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 کلواک می‌باشند. از ضامم 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 هوایی 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 خزندگان که طعمه‌های بزرگی را می‌بلعند. در این جانوران، حنجره یا شکاف گلوت به سطح دهان آمده تا به هنگام بلعیدن، مشکل تنفسی برای مارها پیش نیاید. در خزندگان دریایی

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 ۳ حفره‌ایست و در پرندگان و پستانداران ۴ حفره‌ای. خزندگان در این میان نقش واسط را بازی می‌کنند. قلب در خزندگان یک حالت گذرا (Transitional) دارد. به این معنی که آغاز ۴ حفره‌ای شدن قلب، در خزندگان دیده می‌شود. دیواره‌های بین بطنی شروع به تشکیل شدن می‌کنند. در کروکودیل‌ها این فرآیند کامل شده و قلب ۴ حفره‌ای می‌باشد. در سایر خزندگان، با این که قلب هنوز ۴ حفره‌ای کامل نشده ولی تا حدود زیادی کار قلب ۴ حفره‌ای را می‌کند. به خاطر در پیچه‌بندی در قلب. سرخرگ‌ها از دو قوس آئورتی چپ و راست و یک سرخرگ ششی تشکیل می‌شوند.

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 - هابی 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 دگرذیسی 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 مروبلاستیک 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 کلوآک متصل می‌شوند. خزندگان اولین گروه از جانوران هستند که به آن‌ها آمینون‌داران 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 دمایی TSD: در لاکپشتان دیده می‌شود انکوبه شدن در دمای بالاتر از محدوده مشخص (مثلاً ۲۸ درجه) همه ماده و زیر آن همه تخم‌ها نر می‌شوند

ج) دستگاه عصبی (Nervous system) خزندگان: مغزهای ۵ 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. ۱۲ زوج عصب مغزی وجود دارد.

اندام‌های حسی:

۱- 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 ۱ می‌باشند (خزندگان ۱۲ 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.

Jacobson's organ یا Vomerolateral 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.

۲- 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.

۳- 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.

۴- اندام شنوایی: در خزندگان گوش داخلی نسبت به دوزیستان پیشرفت زیادی کرده است. 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. لابیونت‌های غشایی و استخوانی در خزندگان تشکیل شده‌اند. شنوایی در کروکودیل‌ها بسیار خوب در مارمولکها خوب و در لاک‌پشت‌ها بسیار ضعیف است.

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 ۲ 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 بدین سان 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:

- ۱- 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 می‌کند.
- ۲- 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.
- ۳- اپیدرم از پر و پا از پولک پوشیده شده است. بافت پوششی نازک از اپیدرم و درم تشکیل شده است. فاقد غدد عرق می‌باشند. غده روغن (چرب) در قاعده دم قرار دارد.
- ۴- اسکلت کاملاً استخوانی و دارای حفره های هوایی است. استخوانهای جمجمه به همدیگر لحیم شده و دارای یک کندیل پس سری می‌باشند. فکها به وسیله ی منقارشاخی پوشیده شده اند. دنده ها کوچک و مهره ها تمایل به اتصال به همدیگر و یکپارچگی دارند. جناغ کاملاً رشد یافته است.
- ۵- سیستم عصبی کاملاً رشد کرده و مغز دارای دوازده جفت اعصاب مغزی است.
- ۶- 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.
- ۷- اندوترمیک می‌باشند.
- ۸- تنفس به وسیله ریه هایی که کمی قابل اتساع می‌باشند همراه با کیسه های هوایی که در بین اندامهای احشایی و اسکلت هستند صورت می‌گیرد. سیرنکس (Syrinx) نزدیک اتصال نای و نایژه می‌باشد.
- ۹- کلیه ها متانفریک بوده و رحم به کلوک باز می‌شود. مثانه ندارند. ادرار نیمه جامدی دارند و اسید اوریک ماده ی اصلی مواد دفعی ازته است.
- ۱۰- جنسها از هم مجزاست. واس دفران به کلوک باز می‌شود. ماده ها فقط تخمدان و اویداکت چپ را دارند. اندام جفتگیری در اردکها، غازها و تعداد کمی دیگر از پرنندگان وجود دارد.
- ۱۱- لقاح داخلی است. تخمهای امنیوتیک با زرده ی زیاد و پوسته آهکی سخت دارند. تعیین جنسیت به وسیله ی ماده ها صورت می‌گیرد (کروموزوم ماده ها هترومورف است یعنی ZW).

الف) مورفولوژی پرنندگان

بدن پرنندگان پوشیده از پر است. اندام جلویی به فرمی درآمده که به آن بال می‌گوئیم و برای پرواز قابل استفاده است. اندام عقبی در سازش با محیطهای مختلف برای راه رفتن، شناکردن و روی شاخه نشستن مورد استفاده قرار می‌گیرد. معمولاً ۴ انگشت دارند و دارای منقار شاخی در جلوی سر می‌باشند. پرنندگان امروزی فاقد دندان هستند. در بعضی پرنندگان شکاری، روی منقار زواندی دیده می‌شود که به آن دندان می‌گویند. ولی در حقیقت دندان نیستند. دارای یک کندیل پس سری هستند و ۱۲ زوج عصب مغزی دارند. استخوان لگن و چند مهره، به هم جوش خورده و استخوان بزرگ یکپارچه‌ای را به وجود آورده‌اند به نام Synsacrum. قلب چهار حفره‌ای 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 پرنندگان وجود ندارد. دمای بدن ثابت و همگی تخم‌گذارند.

ب) دستگاه پوششی (Integument system) پرنندگان

پوست پرنده دارای سه مشخصه مهم است:

- ۱) نازک بودن؛
- ۲) سست و شل بودن؛
- ۳) خشک بودن.

خاصیت نازک بودن و سست بودن سازشی است در پوست پرندگان که به پرند اجازة می‌دهد پوست را روی قسمت‌های زیرین آن (عضلات) بلغزاند. 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 پرند 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 Uropygian 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 پرند با منقارش از آن بر می‌دارد و روی پرها می‌مالد. در مورد نقش غده دمی Uropygian 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 آبری جلوگیری می‌کند. مشاهدات نشان می‌دهد که نقش غده Uropygian به عنوان عایق‌کننده پرها و ضد آب کردن آن‌ها چندان مهم نیست. ولی به طور کلی می‌توان گفت این غده عامل نظم بخشیدن و مرتب شدن پرها در پرند است. هم‌چنین عامل مثبتی در جهت حفظ پرندگان آبری بر روی آب است.

در پوست پرندگان رنگدانه وجود ندارد و رنگ پرند 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 ۴ گروه اصلی و یک گروه فرعی که عملاً شامل پرهای حسی است تقسیم می‌شوند:

۱- شاهپر (Pennea)؛

۲- پوش‌پر (Contour) که بدن را می‌پوشاند؛

۳- موی‌پر (Filoplume) که حمایت از پوش‌پر را به عهده دارند؛

۴- کرک‌پر (Semiplume) که به منظور حفظ و نگهداری گرما هستند؛

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

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

۱- شاهپر اولیه

۲- شاهپر ثانویه

شاهپر اولیه روی انگشتان و کف قرار دارد و شاهپر ثانویه روی ساعد. شاهپر اولیه ۱۰ تا ۱۲ عدد و شاهپر ثانویه ۱ تا ۴ عدد است. هر شاهپر از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده است. قسمتی که درون بدن است: کالاموس 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 پرند به پروازتر است. اگر بین شاهپرهای اولیه و ثانویه اختلاف زیادی باشد، پرند 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 barbule یا باربل خارجی.

وظایف پرها:

از وظایف مهم و مستقیم پرها عبارتند از:

۱- پوشش دادن به بدن؛

۲- پرواز؛

۳- خاصیت Airodynamic دادن به بدن توسط پرها.

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

۱- تنظیم حرارت بدن که این فرآیند برای پرند بسیار حیاتی است. هنگامی که هوا سرد است، پرند 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، پرند پف می‌کند و این‌بار 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.

۲- 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.

۳- 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 تالک‌های خاصی را در رنگ پر پرنده ایجاد می‌کنند. خصوصاً در پرندگان نر (جلای خاص پرهای خروس و زیبایی پرهای 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).

۴- 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.

۵- 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.

اسکلت سری (Cephalic skeleton):

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.

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 طویل‌اند 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 ۵ ناحیه قرار گرفته‌اند و اختلافات زیادی با هم دارند. این ۵ ناحیه عبارتند از:

۱- ناحیه گردنی؛

۲- ناحیه سینه‌ای؛

۳- ناحیه کمری؛

۴- ناحیه خاجی؛

۵- ناحیه دمی.

تعداد مهره‌های ناحیه گردنی در پرنده‌گان مختلف متفاوت است. در کبوتر ۱۳ عدد و در قو ۲۲ 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، آسه 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 ۴ عضله به آن وصل شده که این عضلات با انقباضشان می‌توانند گردن و سر را به جلو پرت کنند. ناحیه پشتی ۸ مهره دارد. اولین و دومین مهره آن آزادند. سه مهره بعدی به هم جوش خورده و یکپارچه شده‌اند. مهره ۶ آزاد است و مهره‌های ۷ و ۸ در هم ادغام و یکپارچه شده، به استخوان Ilium متصل می‌شوند. ناحیه Sacral یا خاجی از ۱۴ مهره تشکیل شده که همگی با هم ادغام شده و ۲ 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 ۷ عدد است). ۷ مهره‌ی دمی در هم ادغام شده، ۶ 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 ۸ عدد است. اولی، دومی و آخرین دنده را دنده مواج می‌گویند. چون از جلو آزادند. ۵ 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 ۲ و ۴ در انتها به هم چسبیده‌اند و بین آن‌ها فاصله‌ای وجود دارد که انگشت ۳ و ۴ 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 ۳ 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. مچ 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) پرنده‌گان

قلب در پرنده‌گان کاملاً ۴ 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 ۳۰۰ بار در دقیقه، در آب چلیک ۸۳۰ بار در دقیقه، در اردک سرسبز ۲۱۲ بار و در پرنده شهدخواری بنام مرغ مگس ۱۲۰۰ بار در دقیقه است.

شاخه اصلی آئورت در پرندگان به سمت راست می پیچد (برای حفظ تعادل در پرواز). بر خلاف پستانداران که به سمت چپ می پیچد. 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 می سازد. این کیفیت بدون شک عاملی در تکامل تنظیم دمای بدن به شمار می رود.

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، دیواره های ظریفی وجود دارد که قلب و شش ها را از سایر بخش ها جدا می سازد.

ه) دستگاه گوارش (Digestive system) پرندگان

در جلو از منقار تشکیل شده که دارای تیپ های گوناگونی است. در عده ای از پرندگان حشره خوار، منقار کشیده، باریک و ظریف و دراز است. البته در برخی از حشره خواران که صرفاً در هوا شکار می کنند، مثل بادخورک، منقار و دهان پهن شده که حجم بیشتری را در بر می گیرد. در پرندگان دانه خوار، 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 می توانند 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 می شود. تیپ های منقار در پرندگان ماهی خوار بسیار متنوع است. گروهی منقارهایی بلند و گروهی منقارهای بادکنکی و خرطوم مانند دارند (پلیکان دارای کیسه ای در پایین منقار است). در پرندگان، سقف دهان سخت شده و کام نرم دارند. زبان، بسته به نوع تغذیه، دارای تیپ های متفاوتی است. البته به هر تیپی که باشد دستگاه هیوئید را تشکیل می دهد. طول مری متناسب با طول گردن است و مری فاقد حرکات دودی شکل است.

مری در قسمتی متسع شده و چینه دان را به وجود می آورد و دوباره هم گرایبی پیدا کرده و دنباله مری را ساخته که به معده ترشچی و بعد به معده مکانیکی (سنگدان، Gizzard) می رسد. پس عملاً معده در پرندگان دو قسمتی است. تکامل این قسمت ها بستگی به رژیم غذایی پرنده دارد. طبیعی است در پرندگانی مانند شهدخواران احتیاج زیادی به چینه دان و سنگدان نمی باشد. ولی در پرندگان دانه خوار، چینه دان و سنگدان رشد زیادی کرده اند. بعد از معده، قسمت های 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 می شود. غدد بزاقی هم در ناحیه دهان وجود دارند.

و) دستگاه تنفس (Respiratory system) پرندگان

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

- ۱- شش ها و قفسه سینه حجیم شده است؛
- ۲- ریه ها به وسیله کیسه های هوایی به استخوان ها متصلند (استثنا)؛
- ۳- شش ها دارای انشعابات بسیار زیادی هستند و سطح تماسشان با هوا خیلی زیاد است. شش ها به قسمت پشت چسبیده اند. یکی از اختصاصات دستگاه تنفس پرندگان، وجود کیسه های هوایی است که ۹ عددند. ۲ تا سینه ای خلفی، ۲ تا سینه ای قدامی، ۲ تا زیر چمبری ۲ تا شکمی و یکی گردنی.

کیسه های هوایی منشأ آندودرمی دارند. تا مدت ها تصور می شد کیسه های هوایی به سبک شدن جانور برای پرواز کمک می کنند. زیرا با وجود حرارت ۴۴ درجه ای درون کیسه ها طبیعی است که فکر کنید هوای درون گرم شده و به پرواز پرنده کمک می کند. ولی بعدها مشخص شد که این کیسه های هوایی بیش تر از آن چه که برای سبک شدن باشد، عامل مهمی در تنفس جانور است و اگر آن ها را از بین ببریم، جانور حتی اگر روی زمین باشد و پرواز نکند در اثر خفگی می میرد (پس نقش اصلی کیسه های هوایی در تنفس است). هنگام پرواز با فشاری که عضلات روی قفسه سینه می آورند، قفسه سینه کوچک شده و حجم شش ها کم می شود و اگر کیسه های هوایی نباشند، پرنده چند متر بیش تر نمی تواند 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 شش هاست و هوایی را که وارد شش ها شده، از طریق مجرای مشخصی (که از درون شش می گذرد) وارد کیسه های هوایی می کند و دیگری و ابران است که هوا را از کیسه هوایی به شش ها منتقل می کند. پرندگان یک نای دارند که به نای ژه تبدیل می شود. 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 می شود.

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 ۳ لوبی است. مثانه در اکثر پرندگان وجود ندارد که سبب سبک شدن پرنده می‌شود. کلیه‌های متانفریک در پرندگان از نوع Cortical (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 دو شکلی جنسی (Sexual Dimorphism) هستند. در پرندگان علاوه بر دی‌مورفیسیم جنسی، دی‌مورفیسیم‌های دیگری نیز وجود دارد. از جمله دی‌مورفیسیم سنی و دی‌مورفیسیم 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 کلوک ختم می‌شوند. معمولاً کلوک پرندگان فاقد اندام جفت‌گیری است ولی در برخی از اردک‌ها اندام جفت‌گیری ناودان مانندی دیده می‌شود که از برآمدگی‌هایی درون کلوک 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:

- ۱- قیف یا شیپور فالوپ (Infundibulum) که حرکت تخم به درون اویداکت از طریق آن صورت می‌گیرد و لقاح نیز در آن انجام می‌شود؛
- ۲- پیماننه (Magnum) که ترشح آلبومین (سفیده تخم‌مرغ) را باعث می‌شود؛
- ۳- تنگه (Isthmus) که ساخت پرده‌های نازک داخلی و خارجی را انجام می‌دهد؛
- ۴- رحم (Shell Gland) که پوسته آهکی تخم را ترشح می‌کند؛
- ۵- Regina که تخم به وسیله آن وارد کلوک می‌شود.

ط) اندامهای حسی پرندگان

۱- حس بینایی: پرندگان دارای قوی‌ترین حس بینایی در بین مهره‌داران هستند. قدرت تفکیک دید (Resolation) 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 شبکیه کمک زیادی می‌کند. به همین سبب به وجود مویرگ در شبکیه نیازی نیست؛ ب) در این جا 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 مشمی 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 پرنده‌گان شب‌پرواز، تعداد سلول‌های استوانه‌ای خیلی بیش‌تر است. لکه زرد در عقب کره چشم است (محل تمرکز و تراکم سلول‌های عصبی). در پرنده‌گان؛ 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).

۲- اندام شنوایی: سوراخ گوش و پرده صماخ در پرنده‌گان وجود دارد ولی فاقد لاله گوش هستند. بنابراین به خوبی جهت صدا را تشخیص می‌دهند. در بعضی پرنده‌گان مانند برخی از جغدها، پره‌های 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. تحذب 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 پرنده‌گان، بیشتر نقش تعادلی دارد تا نقش شنوایی. پرنده‌گان 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 ۱۳ 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 پرنده‌گان حقیقی. کف دست آن‌ها به هم چسبیده و یک استخوان تشکیل داده است. دومین انگشت پا، بلندترین انگشت است. مهره‌های دم ۱۳ 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 پرنده‌گان دندان‌دار دنیای جدید. دندان‌ها به صورت ردیف، روی آرواره قرار داشتند. در کرتاسه بالایی وجود داشته‌اند با دو راسته و ۱۴ گونه. راسته‌های Hesperorius و Ichthyornis.

2-2- Superorder: Palaeognathae

یا پرنده‌گانی 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 پرنده‌گان 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 ۱۲ 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:

- ۱- بدن از مو پوشیده شده است. در برخی پستانداران مقدار آن کاهش یافته است.
- ۲- بافت پوششی دارای غدد عرق، بو، سیاه و پستان می باشد.
- ۳- 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.
- ۴- 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.
- ۵- پلکهای متحرک و گوش خارجی گوشتی دارند که به آن لاله گوش (Pinnae) گویند.
- ۶- دارای چهار عضو حرکتی (در برخی کاهش یافته و یا وجود ندارد) است که به اشکال مختلف حرکتی سازگاری یافته است.
- ۷- سیستم گردش خون دارای قلب چهار حفره ای است. قوس آئورتی به سمت چپ پیچیده است. دارای گلبولهای قرمز بدون هسته و مقعرالطرفین هستند.

۸- 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.

۹- سیستم دفعی از کلیه های متانفروز تشکیل می شود. میزنا می معمولاً به مثانه باز می شود.

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

۱۱- خونگرم اند و سیستم داخلی گرما ی بدن را تنظیم می کند.

۱۲- کلوک فقط در مونوترم ها وجود دارد.

۱۳- جنسها از هم مجزا هستند.

۱۴- 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.

۱۵- 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 جمجمه صادق است. به طوریکه استخوان های نظیر پیش پیشانی (Prefrontal)، پس پیشانی

(Postfrontal)، استخوان های پس

حذقه ای، استخوان Jugal و چندین استخوان دیگر از بین رفته. در بیش تر پستانداران ۴، استخوان پس سری به یکدیگر جوش خورده اند و یکی

شده اند. با ادغام استخوان های کف جمجمه 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.

جمجمه به تناسب مغز حجیم شده و از اندازه های نسبتاً بزرگ در مقایسه با سایر مهره داران برخوردارند. جمجمه 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 (اطلس) ملحق شده اند. گوش

میانی دارای ۳ استخوان است:

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

۲- استخوان سدانی (Incus) که از استخوان مربعی مشتق شده است؛

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

آرواره پایین بدون دخالت استخوان مربعی مستقیماً به استخوان Squamosal متصل می‌شود. در آرواره بالا، دندان‌ها از استخوان‌های پیش‌فکی به وجود آمده‌اند (Maxilla و Premaxilla).

مهره‌های پستانداران از تیپ Acoelus هستند. تعداد مهره‌های گردنی در همه پستانداران ۷ عدد است. به جز ۴ استثنا که در پستانداران پست دیده می‌شود. سه تای آن‌ها از راسته‌ی بی‌دندان‌ها (Edantata) هستند که یکی از آن‌ها Manatee و دیگری تنبل دو انگشت (Coloepus) است که هر دو ۶ مهره گردنی دارند و نوعی مورچه‌خوار به نام Tamandeu که ۸ مهره گردنی دارد. تنبل سه انگشت (Bradypus) ۹ مهره گردنی دارد. این پستانداران استثنایی بیش‌تر در نواحی حاره‌ای آمریکای جنوبی زندگی می‌کنند. راسته Sirenidae دارای ۶ 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 ۹ تا ۲۴ عدد است. مهره‌های کمری در عقب مهره‌های سینه‌ای واقع است و قابلیت انعطاف خوبی دارند. تعدادشان ۵-۷ عدد است. بین مهره-های کمری و دمی ۳-۵ 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 ۴ اندام حرکتی ۵ 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. کمر بند 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 Miteral) از بطن چپ جدا شده است.

آنورت از پنجمین و چهارمین کمان آنورتی 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:

۱- بناگوشی (Paietal)؛

۲- تحت فکی (Submaxillary)؛

۳- 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 ۴ 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 طوری که طول روده کوچک در دام‌ها ممکن است به ۵۱ 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 اپی‌گлот باز و بسته می‌شود. اپی‌گлот در کف حلق قرار دارد. هوا از شکاف حنجره وارد شده و سپس از نای عبور می‌کند. نای از حلقه‌های غضروفی متعددی تشکیل شده است. هوا از نای عبور کرده وارد یک جفت نای‌ژه شده و سپس به نای‌ژه‌های ثانوی وارد شده پس از عبور از نای-ژه‌ها و نای‌ژک‌های انتهایی، وارد اتاقک‌های هوایی می‌شود و فرآیند اصلی تنفس در این مکان صورت می‌گیرد. حشره‌خواران گروهی از پستانداران هستند که دارای سریع‌ترین درجه تنفس هستند. به طوری که در بعضی از آن‌ها (Sherew) تعداد تنفس در دقیقه ۸۵۰ بار و تعداد ضربان قلب ۸۰۰ بار در دقیقه است. در بخش‌هایی از دستگاه تنفس، برخی از پستانداران آبی‌زی و دریایی، تغییراتی در مسیر سازگاری حاصل شده است که این تغییرات به طور عمده شامل پیدایش دریچه‌هایی است که موجب مسدود شدن منافذ بینی می‌شود. هم‌چنین طویل شدن بخشی از حنجره و لوله‌ای شدن آن که این لوله تا قسمت خلفی سوراخ بینی نیز ادامه دارد. در پستانداران گیاه‌خوار دریایی، شش‌ها طویل شده و گنجایش آن‌ها نسبت به اندازه بدن خیلی زیاد شده است. در فوک‌ها سازگاری‌هایی مخصوص ایجاد شده به منظور جلوگیری از خطر کمبود اکسیژن هنگام فرو رفتن در آب. در این حالت ضربان قلب بسیار کم می‌شود و مصرف اکسیژن کاهش پیدا می‌کند. تعداد ضربان قلب از ۸۵ به ۱۲ بار در دقیقه می‌رسد. در بین پستانداران نهنگ‌ها می‌توانند به عمیق‌ترین ناحیه آب بروند به طوری که بعضی از وال‌ها تا اعماق ۹۰۰ متر پیش می‌روند و فشار زیاد این عمق را تحمل می‌کنند. ضربان قلب نهنگ‌ها در اعماق آب حدود ۱۰ بار در دقیقه است. بخش اعظم جریان خون وارد پوست و عضلات می‌شود. البته با مسدود شدن رگ‌ها در بعضی نواحی بدن که خون زیادی لازم ندارند، خون بیش‌تری وارد مغز می‌شود.

و) دستگاه دفع و تولیدمثل (Urogenital System) پستانداران

معمولاً هر دو تخمدان در پستانداران فعالند. اویداکت‌های زوج یا لوله‌های فالوپ معمولاً در تمام پستانداران وجود دارند. این لوله‌های فالوپ زوج با به هم پیوستن‌شان ایجاد جسم کیسه‌ای به نام رحم (Uterus) می‌کنند که نوزاد در آن قرار می‌گیرد. البته در پستانداران تخم‌گذار این حالت

وجود ندارد و اویداکت‌ها وارد کلوک می‌شوند. در کیسه‌داران نیز این دو مجرای اویداکت به هم نمی‌پیوندند و رحم کیسه‌ای را تشکیل نمی‌دهند. فقط در انتها به هم وصل شده با یک مجرا به بیرون متصل می‌شود. لقاح داخل‌یست. پستانداران تخم‌گذار یا بچه‌زا می‌باشند.

Testisها در بخش عقبی بدن پستانداران قرار دارند یا در خارج از بدن درون کیسه‌ای به نام (Scrotum) قرار می‌گیرند. در بعضی گونه‌ها تستیس‌ها فقط در فصل باروری به درون (Scrotum) وارد می‌شوند. جنس نر دارای اندام جفت‌گیری منفرد است. این اندام در پستانداران تخم-گذار در کف کلوک جای می‌گیرد. در انواع عالی‌تر در پوسته‌ای قرار می‌گیرد که از طریق آن به خارج باز می‌شود یا خود به عنوان یک اندام خارج‌یست.

کلیه پستانداران همانند سایر آمینون‌داران متانفریک بوده و دارای مثانه هستند. کلیه پستانداران نه تنها مواد از ته زائد از متابولیسم پروتئین را به صورت اوره دفع می‌کند بلکه در تعادل آب بدن نیز نقش مهمی دارند خصوصاً در برقراری تعادل آب در گونه‌های 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 کلیه‌ها صورت می‌گیرد و اوره دفع شده نیز تا حد امکان تغلیظ می‌شود.

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 ۴ 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 ۴ اندام به نام برجستگی‌های ۴گانه 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 مننژ حفاظت می‌شود که این لایه سه قسمت دارد. از داخل به خارج عبارتند از: نرم‌شامه، عنکبوتیه و سخت شامه.

پستانداران همانند سایر آمینون‌داران دارای ۱۲ 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.

۱۲ زوج عصب جمجمه‌ای عبارتند از:

- ۱- عصب بویایی (Olfactory N.) حسی؛
- ۲- عصب بینایی (Optic N.) حسی؛
- ۳- عصب حرکتی چشمی (Oculomotor N.) حسی و حرکتی؛
- ۴- عصب تروکلر یا قرقره‌ای (Trochlear N.) حرکتی؛
- ۵- عصب سه قلو (Trigeminal N.) حسی و حرکتی؛
- ۶- عصب حرکتی خارجی چشم (Abducens N.) حرکتی؛

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

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

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

۱۰- عصب واگ (Vagus N.) حسی و حرکتی؛

۱۱- عصب شوکی (Spinal Accessory) حرکتی؛

۱۲- عصب زیرزبانی (Subglossal یا Hypoglossal) حرکتی.

ح) 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 ضمام 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 آن‌را به عهده دارد. پوست تا حدودی غیرقابل نفوذ است و هم‌چون سدّی 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.

۱- 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 ۱۳ 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 ویژه‌ای 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 زیاد است و گاهی میزان آن به ۵۰ درصد می‌رسد.

۲- **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 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 منظورهای 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 ۸ تا ۱۱ 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 منظورهای مختلفی به کار می‌روند. علاوه بر این، نوعی گوزن آمریکایی به نام گوزن شاخ‌بلند واجد ۱۱ 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 حذقه‌ای کیسه مانندی 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.

۳- **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: ۱) سفالی؛ ۲) تاجی. فلس‌های سفالی به جهتی قرار گرفته‌اند که بخشی از یکی لبه دیگر را می‌پوشاند. فلس‌های تاجی، ساقه را در برگرفته و مانند تعدادی انگشته 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 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 متغی‌الرنگ می‌گویند. مانند: خرگوش صحرائی 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 هم‌گونه 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.

۴- 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 زیادتری 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 تیغه-مانند 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 Monotermata

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 پهن‌پای 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 نه‌های شرق استرالیا پراکنده‌اند و شامل فقط یک گونه به نام *Ornithorhynchusanatinus* یا *Platypus* 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 دون‌رده 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 دون‌رده‌اند. اندازه آن‌ها از بسیار کوچک تا نسبتاً بزرگ (۵ تا ۱۶۰ سانتی‌متر) در تغییر است. امروزه در ناحیه استرالیا، امریکای شمالی و جنوبی پراکنده‌اند و شامل ۹ خانواده می‌باشند. برخی از آن‌ها عبارتند از: خانواده ماریغ یا اپوسوم *Opossum*

آمریکایی، خانواده موش، موش صحرایی، گربه، گرگ و شیطان‌های کیسه‌دار، خانواده کورموش‌های کیسه‌دار، خانواده کولا 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 کراتسه تا به امروز وجود داشته‌اند و شامل ۱۷ راسته به شرح زیر می‌باشند:

3-3-1- Order: Insectivora

پستانداران ابتدایی کوچک یا متوسط هستند که چشم‌ها و گوش خارجی کوچکی دارند. اندام‌های حرکتی آن‌ها پنج انگشتی است و دندان‌هایشان ابتدایی است. در همه جای جهان به جز استرالیا، گرینلند، نواحی قطبی جنوب و بخش اعظم آمریکای جنوبی پراکنده‌اند. این راسته شامل ۸ 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 خرداری 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: Chiroptera

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 ۱۷ 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 (۸/۵ تا ۲۰۰ سانتی‌متر 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 پرمات‌ها واجد دم و برخی فاقد آنند. در بعضی گونه‌ها نیز چسبیده است. به جز استرالیا، در سایر نقاط جهان پراکنده‌اند و شامل ۱۱ خانواده امروزی هستند.

3-3-4-1- Family: Lemuridae

خانواده سمورها؛ دم دراز پریشتی دارند. موهای روی بدن آن‌ها نرم و پشتی است. اندام‌های حرکتی عقبی درازتر از اندام‌های جلوئی 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 دم نسبتاً دراز و برهنه و چشمان بسیار درشتی دارند. انتهای انگشتان آن‌ها واجد برآمدگی‌های صفحه مانند 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 جلوئی 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)، اوران-گوتان (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 *Homisapiens* 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 پای‌های جلوئی جهت به هم ریختن و خراب کردن لانه مورچه و مورچه‌ها 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. ۶ یا ۹ 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 ۹ جنس می‌باشد.

3-3-6- Order: Pholidota

راسته پانگولین‌ها؛ سطح پشتی سر، تنه، دم و حتی سطح خارجی پای‌های 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 دندانی $2/1, 0/0, 2-2/2-3, 2-3/2-3$ 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 ماندی 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: Hystriconta

زیرراسته تشی‌شکلان؛ شامل این خانواده‌هاست:

- ۱- تشی‌های برقدیم: که موهای سطح پشتی بدن‌شان به خار تبدیل شده و جثه‌ای سنگین و پوزه‌ای بدون نوک دارند؛
- ۲- خانواده تشی‌های برجدید: که موهای سطح پشتی بدن، بخش خارجی پاها و روی دم به خارهای سختی تبدیل شده‌اند؛
- ۴- خانواده چین‌چیل؛
- ۵- 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 ۱۰ 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. جمجمه متقارن و دارای یک جفت منفذ خروج آب است. این زیر راسته شامل خانواده‌های زیر است:

۱- خانواده وال‌های حقیقی: دارای سری بسیار بزرگند که ممکن است تا ۳/۱ طول بدن برسد. جثه تنومند و تا ۱۸ متر طول دارد. فقط در یک جنس باله پشتی دارند؛

۲- خانواده وال‌های خاکستری: باله پشتی ندارند و بدن آن‌ها باریک است؛

۳- خانواده *Rorquals*: اندازه آن‌ها تا ۳۰ متر هم می‌رسد و دارای یک باله پشتی هستند.

3-3-9-2- Suborder: Odontoceti

شامل نهنگان دندان‌دار است که مجمله نامتقارن و یک منفذ خروجی آب دارند. شامل خانواده‌های زیر می‌باشند:

۱- خانواده وال‌های منقاردار؛

۲- خانواده وال‌های روغنی که واجد یک محفظه مملو از روغن در سر خود هستند؛

۳- خانواده دلفین‌های رودخانه‌ای پوزه‌دار؛

۴- خانواده پروپوئی‌ها (*Propoises*) که فاقد منقار مشخصی هستند و دندان‌های آن‌ها قاشقی شکل یا بیل چه مانند است؛

۵- 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 ۷ خانواده می‌باشند:

3-3-10-1- Family: Canidae

خانواده سگ‌سانان؛ اندام‌های حرکتی آن‌ها برای دویدن سازش یافته است. دم نسبتاً دراز و پرپشتی دارند. پوزه دراز، گوش‌ها بزرگ و نوک تیزند.

این خانواده شامل ۱۵ 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 خرس‌سانان؛ 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 آن‌ها ۵ انگشت است در این خانواده ۶ 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 پیش‌مخرجی 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 ۵ انگشت در پای جلویی وجود دارد. به جز استرالیا و ماداگاسکار در

سایر نقاط جهان پراکنده‌اند. این خانواده سه جنس دارد:

۱- جنس *Felis* شامل انواع گربه و سیاه‌گوش؛

۲- جنس *Panthera* شامل شیر، گونه *P. Leo*، پلنگ *P. Pardus*، ببر *P. Tigeris* و یوزپلنگ؛

۳- 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 ۱۳ 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 کوتاه‌اند. چهار انگشت در جلو و ۵ 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 طویلی 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 ۳ تا ۵ 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 (*Lodynya*) 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 اندام‌سکان 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 سُم‌ان

3-3-17- Order: Artiodactyla

راسته زوج‌سُم‌ان؛ خشکی‌زی کوچک تا نسبتاً بزرگی هستند که محور اصلی پاهای آن‌ها از بین انگشتان ۳ 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 ۹ 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 ۱۷ جنس می‌باشند.

3-3-17-6- Family: Geraffidae

خانواده زرافه؛ پاهای دراز و گردن بسیار طولی دارند. ۲ یا ۳ اندام شاخ مانند بر روی جمجمه آن‌ها وجود دارد. پاهای دراز 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 ۳ و ۴ آن‌ها به خوبی رشد کرده و انگشت ۲ و ۵ کوچک شده یا وجود ندارند. شامل حدود ۴۴ جنس است. در اروپا، آسیا، آمریکای شمالی و آفریقا پراکنده‌اند.

3-3-17-9- Family: Tragulidae (Chevrotairs)