

آبزیان

- هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :
- گروه‌های مهم ماهیان را بیان کند.
 - تفاوت‌های مهم گروه‌های مختلف آبزیان را بیان کند.
 - ساختمان دستگاه‌های مختلف بدن ماهی را بیان کند.

پیشگفتار

ماهی‌ها جزء پست‌ترین گروه مهره‌داران هستند و همه آنها در آب زندگی می‌کنند. در حال حاضر ۳۸۰۰۰ (سی و هشت هزار گونه) مهره‌دار شناخته شده است، که بیش از ۵۰٪ آنها را ماهی‌ها دربر می‌گیرند. قدمت ماهیان مربوط به بیش از ۴۰۰ میلیون سال قبل است. زیستگاه ماهیان بسیار پراکنده است و در سراسر کره زمین، از قطب تا استوا و اعماق دریاها تا ارتفاعات، دیده می‌شوند. این تنوع زیستگاه، یکی از دلایل گوناگونی ماهیان است.

مهم‌ترین وجه تمایز ماهیان با سایر جانوران این است که ماهیان از اکسیژن محلول در آب استفاده می‌کنند و قادر به تنفس در هوای آزاد نیستند.

ویژگی‌های ماهیان

- ۱- دستگاه تنفسی شامل برانشی یا آبشش است و از اکسیژن محلول در آب استفاده می‌کنند.
- ۲- بدن، دوکی شکل است و اندام‌های حرکتی به صورت باله درآمده‌اند.
- ۳- باله‌ها دو نوع‌اند، باله‌های زوج و باله‌های فرد.
- ۴- قلب، دوحفره‌ای است و گردش خون آنها بسته، ساده و کامل است.
- ۵- مغز، ابتدایی و کوچک است و نسبت به مهره‌داران عالی‌تر، از رشد کمتری برخوردار

است.

۶- لقاخ خارجی دارند (در معدودی لقاخ، داخلی است).

۷- از مغز، ده جفت عصب، خارج می‌شود.

۸- خون‌سردند (دمای بدن آنها متغیّر و تابع محیط زیست است).

ماهیان کنونی به سه گروه تقسیم می‌شوند: دهان‌گردان، ماهیان غضروفی و ماهیان استخوانی. از دهان‌گردان یا ماهیان پست تعداد معدودی باقی مانده است و بیشترین ماهیان امروزی، مربوط به ماهیان غضروفی و استخوانی است.

دهان‌گردان: ساده‌ترین و ابتدایی‌ترین مهره‌داران هستند و از بین آنها می‌توان به لامپری اشاره کرد (شکل ۱-۱۰).



شکل ۱-۱۰- لامپری

بیشترین گونه‌های لامپری، در آب شیرین زندگی می‌کنند و معدودی در آب شور (دریا) به سر می‌برند که این گونه‌ها نیز برای تخم‌ریزی به آب شیرین مهاجرت می‌کنند. بدن، استوانه‌ای، دراز و باریک است و طول بدن تا ۶۰ سانتی‌متر می‌رسد. پوست بدن نازک و بدون فلس است و به علت وجود غدد موکوسی فراوان لغزنده و رنگ آن قهوه‌ای متمایل به سبز است. باله‌های زوج ندارند و دارای دو باله فرد هستند. یکی باله پستی و دیگری باله دم، که جانور با استفاده از آنها و عضلات دم و تنه، در آب شنا می‌کند. سر، چندان واضح نیست و مجموعه غضروفی است که مغز کوچک و ابتدایی لامپری را دربرمی‌گیرد. در روی سر، یک سوراخ بینی، دیده می‌شود که درون آن، گیرنده‌های بویایی قرار دارد. در بالای بینی، یک چشم سوم وجود دارد. طناب پشتی یا (نوتوکورد) و همچنین مغز و قلب در پوشش غضروفی قرار گرفته‌اند و حجره‌های آبششی، هر کدام توسط هفت جفت شکاف آبششی (شکاف برانشی) با خارج ارتباط دارند.

لامپری فاقد معده است و مری مستقیماً با روده وصل می‌شود.

لاروهای لامپری، در بستر رودخانه با صاف کردن آب، غذای خود را به دست می‌آورند و در

دوران بلوغ، بعد از مهاجرت به دریا، به وسیله دهان بادکش مانند خود، به بدن ماهی‌ها چسبیده و از خون آنها تغذیه می‌کنند. از جمله میزبان‌های لامپری، می‌توان به ماهی قزل‌آلا اشاره کرد که پرورش آن اهمیت جهانی دارد و سالانه خسارات هنگفتی به پرورش دهندگان وارد می‌شود (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- ماهی لامپری از خون سایر ماهی‌ها تغذیه می‌کند.

ماهیان غضروفی

تاکنون ۶۰۰ گونه، ماهی غضروفی شناخته شده است. از بین آنها، می‌توان کوسه‌ماهیان، اره‌ماهیان، سفره‌ماهیان و ماهیان خاویاری را نام برد. در این گروه، ستون مهره‌ها غضروفی است و اندام حرکتی (باله زوج) دارند. اغلب دریازی، درنده و گوشتخوارند. تعداد معدودی از آنها از پلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند. بدن آنها از شبه پولک پوشیده شده است و پوست آنها در ناحیه دم دارای غدد مخاطی است. باله‌های دمی، دوشاخه نامسای دارند که به این نوع باله هتروسرک گویند.

کوسه‌ها بسیار تنومند هستند و طول برخی از آنها به بیش از ۱۰ متر می‌رسد. پولک‌های بسیار ریز کوسه‌ها دارای زواید تیزی است که متوجه عقب است و به وسیله مواد لعابی (مخاطی) پوشیده می‌شود. سطح بدن کوسه‌ها زیر و خشن است. به این دلیل در برخی از جاها، از پوست بدن کوسه‌ها به عنوان سمباده استفاده می‌شود.

دهان کوسه به صورت یک شکاف افقی در قسمت زیرین سر قرار گرفته است و در بسیاری از کوسه‌ها، ردیف‌هایی از دندان‌های تیز و برنده وجود دارد و هنگامی که یکی از دندان‌های اصلی می‌افتد، پس از مدت کوتاهی دندانی جای آن را می‌گیرد.

دندان‌ها به سمت عقب دهان خمیدگی دارند که سبب نگهداری طعمه در دهان می‌شود. فرم خاص دندان‌ها و قدرت بدنی زیاد، کوسه‌ها را به‌صورت جانورانی خطرناک درآورده است. اندام‌های حسی ماهیان غضروفی شامل بینی: برای بویایی، خط جانبی: برای ادراک فشار و حس بینایی است. کوسه‌ها، از طریق بویایی می‌توانند وجود جانور مجروح را از فاصله ۵۰۰ متری تشخیص دهند.

برخی از کوسه‌ها، زنده‌زا هستند و تفریخ تخم داخل بدن انجام می‌شود. و در عده‌ای دیگر تفریخ تخم، خارج از بدن صورت می‌گیرد. کوسه‌ها بیشتر در آب‌های گرم یافت می‌شوند (شکل ۳-۱).



کوسه ماهی



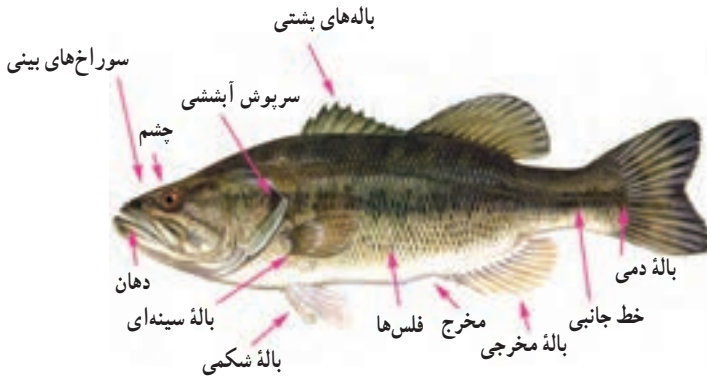
ماهی خاویار



اره ماهی

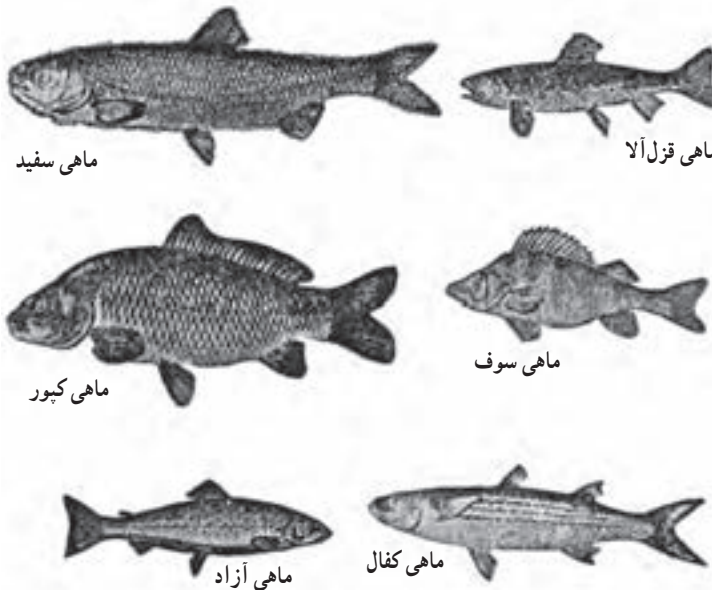
شکل ۳-۱- نمونه‌هایی از ماهی‌های غضروفی

ماهیان استخوانی: ساختمان بدن آنها، در بین ماهیان، از تکامل بیشتری برخوردار است. بدنی دوکی شکل و از سه قسمت سر، تنه و دم، و از هم متمایز تشکیل شده است. فرم خاص بدن و عضلات قوی، آنها را به‌صورت شناگران ماهری درآورده است. در دو طرف سر دارای سرپوش برانشی هستند و لبه‌های سرپوش، از ناحیه زیرین سر، تقریباً به هم می‌رسند. سطح پوست، از پولک‌های مختلف پوشیده شده است (شکل ۴-۱).

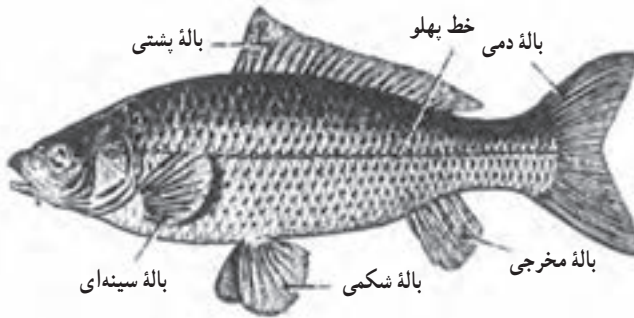


شکل ۴-۱- مشخصات ظاهری یک ماهی استخوانی

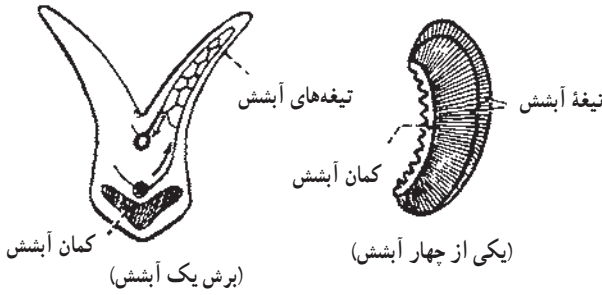
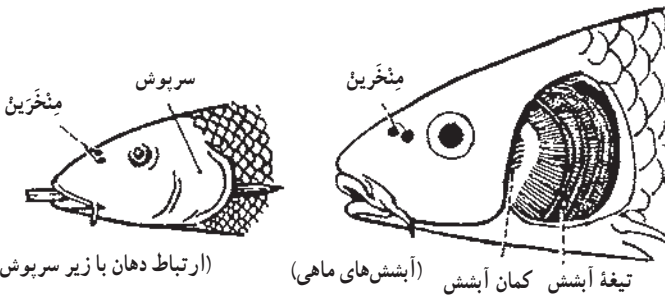
ماهیان استخوانی از بقیه گروه‌ها متنوع‌ترند. کیسه شنا، در برخی از گونه‌ها، ساختمانی شبیه شش در مهره‌داران عالی دارد؛ از این رو، می‌توانند در مواقع کمبود آب، از اکسیژن هوا استفاده کنند و یا از طریق خشکی جابه‌جا شوند. اندازه آنها بسیار متفاوت است، به طوری که اندازه برخی مانند ماهی گوبی فقط یک سانتی‌متر است و در برخی دیگر به چند متر می‌رسد، تعداد قوس‌های برانشی در ماهیان استخوانی چهار جفت است. از این گونه، می‌توان کپورماهیان، آزادماهیان و ... را نام برد که در تغذیه انسان نقش بسزایی دارند (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱- انواع ماهیان استخوانی



(باله‌های ماهی)



شکل ۶-۱۰- اندام‌های ماهی

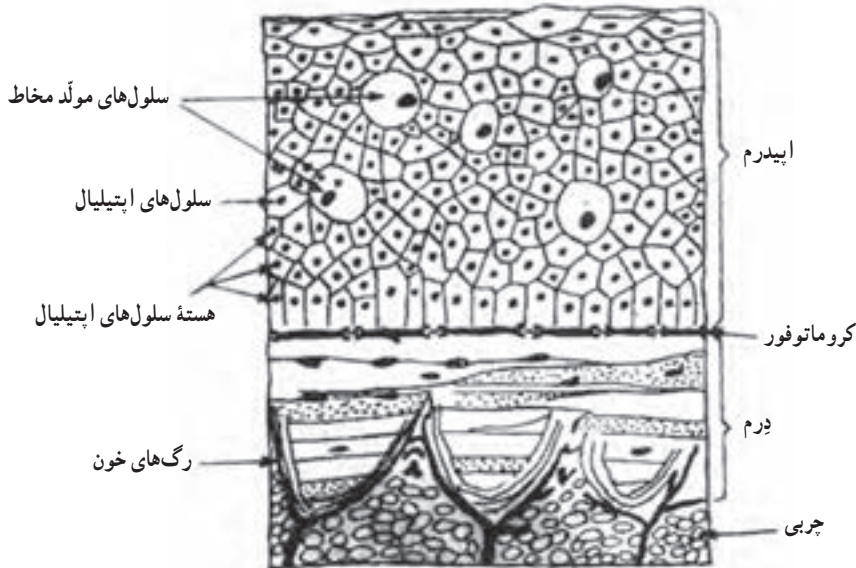
ساختمان بدن ماهی

پوست: از دو قسمت اپیدرم و درم تشکیل شده است.

اپیدرم: یا روپوست که در آن سلول‌های مخاطی و رنگی (کروماتوفور) وجود دارد که سبب بروز رنگ‌های مختلف در ماهی‌ها می‌شود.

درم: یا لاپوست که منشأ فلس‌هاست و رگ‌های خونی و اعصاب فراوان در آن وجود دارد.

(شکل ۷-۱۰).



شکل ۷-۱. مقطع پوست ماهیان. در این مقطع اپیدرم که در آن سلول‌های مولد ماده مخاطی وجود دارند و همچنین سلول‌ها کروماتوفور و سایر قسمت‌های پوست به‌خوبی دیده می‌شوند.

در دوره بلوغ تغییراتی در پوست ایجاد می‌شود؛ مثلاً در کپور نر دانه‌هایی در سر ماهی ظاهر می‌شود و یا در مارماهیان، پوست، ضخیم می‌شود.

فلس‌ها: بدن بسیاری از ماهیان استخوانی، از فلس پوشیده شده است. در برخی گونه‌ها، همه بدن از فلس پوشیده شده است و در بعضی، بخشی از بدن از فلس پوشیده شده است.

استخوان‌بندی یا اسکلت ماهیان: اسکلت ماهیان بسیار پیچیده است و برحسب انواع ماهی‌ها، فرق می‌کند. در ماهیان استخوانی، جنس اسکلت، از استخوان و در ماهیان غضروفی، اسکلت، غضروفی است.

ساختمان باله‌های شنا: باله‌ها، اندام‌های حرکتی و شنای ماهیان است و عبارت است از چین‌های پوستی که در بین آنها تیغه‌های نازکی از جنس استخوان یا غضروف، موسوم به شعاع باله قرار دارد. باله‌ها یا زوج‌اند نظیر باله‌های سینه‌ای و شکمی و یا فرد، نظیر باله‌های پشتی و دم.

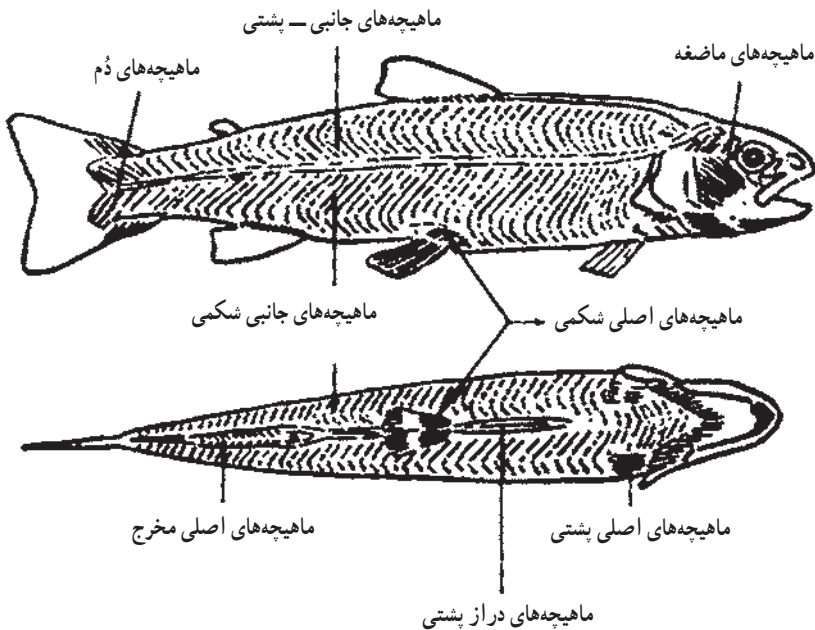
وظیفه باله‌های سینه‌ای و شکمی، حفظ تعادل ماهی است. تعداد باله‌های پشتی در برخی از ماهیان ۳ عدد است (تعداد آنها بسته به گونه‌های مختلف، از ۱ تا ۳ باله متغیر است). در آزادماهیان در

عقب باله پستی، باله‌ای موسوم به باله چربی دیده می‌شود.

ماهیچه‌ها: ماهیچه‌ها عامل اصلی حرکت‌اند. ماهیان آب شیرین، اغلب دارای ماهیچه‌های قویتر از ماهیان آب شور (دریایی) و آب‌های راكد هستند. ماهیچه‌های بدن ماهی، به‌طور کلی به دودسته تقسیم می‌شوند: ۱- ماهیچه‌های سر ۲- ماهیچه‌های تنه.

از مهم‌ترین ماهیچه‌های بدن ماهی، ماهیچه پهلویی بزرگ است که در حرکت ماهی نقش اساسی دارد و نیز گوشت اصلی بدن را تشکیل می‌دهد (شکل ۸-۱۰).

دستگاه گوارش: شامل دهان، حلق، مری، معده و روده و مخرج است. غدد کبد و لوزالمعده نیز به عنوان غدد ضمیمه محسوب می‌شوند.



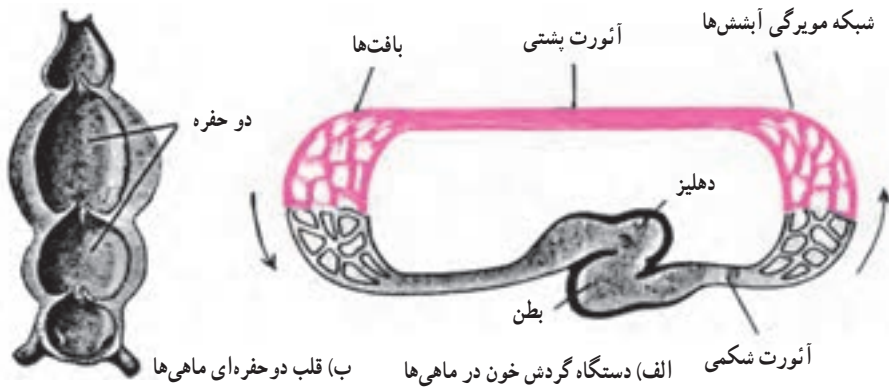
شکل ۸-۱۰- ماهیچه‌های بدن ماهیان

کبد: فرم و اندازه کبد در ماهیان گوناگون فرق می‌کند. مثلاً در کوسه‌ها، دوقسمتی است. وظیفه کبد، ذخیره چربی، گلیکوژن و تولید صفرا است.

دستگاه دفع: شامل کلیه‌هاست که وظیفه آن اخذ مواد زاید خون (به‌جز CO_2) است.

دستگاه گردش خون: وظیفه آن نقل و انتقال مواد در بدن است. تعداد ضربان قلب در ماهیان

از ۲۰ تا ۵۰ بار در دقیقه است. حجم خون در ماهیان کمتر از پرندگان و پستانداران و حدود $\frac{1}{5}$ تا $\frac{1}{6}$ وزن بدن است (شکل ۹-۱).



شکل ۹-۱

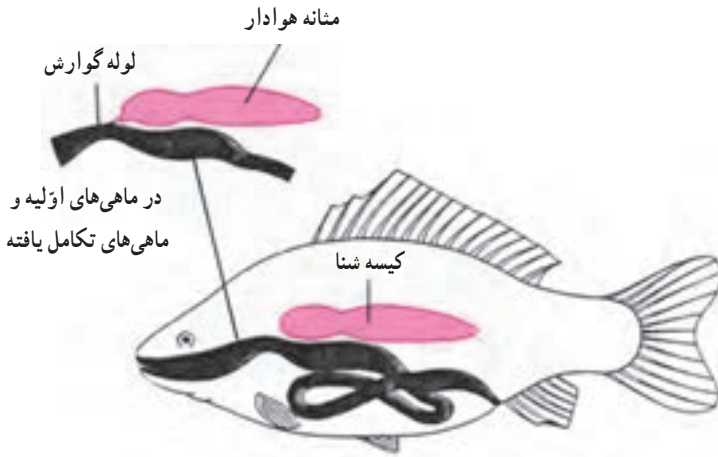
دستگاه تنفس ماهیان: اندام‌های تنفسی ماهیان، برانشی یا آبشش است.

کیسه شنا: کیسه‌ای است با جدار نازک که بین کلیه‌ها و اندام‌های گوارشی قرار دارد. در ماهیان دوزیستی نظیر سگ‌ماهیان که هم ریه و هم آبشش دارند، به وسیله مجرای تا پایان عمر، با حلق در ارتباط است. نقش آن در ماهیان دوزیستی به منزله ریه است ولی در ماهیان استخوانی، نقش تنفسی ندارد و بیشتر برای تغییر وضعیت ماهی، در مقابل فشار آب، در اعماق گوناگون است. بدین شکل که وقتی ماهی بخواهد به اعماق آب برود از حجم آن کاسته و وزن حجمی ماهی بیشتر می‌شود؛ در نتیجه، ماهی سنگین می‌شود و به راحتی در آب پایین می‌رود و برعکس، هنگامی که ماهی بخواهد به سطح آب بیاید حجیم می‌شود، در این حال وزن حجم ماهی کم شده و ماهی سبک می‌شود.

منشأ گازهای درون کیسه شنا، گازهای خون است نظیر CO_2 و O_2 و N_2 ، جذب و یا دفع گاز در کیسه شنا پیچیده است و منشأ عصبی دارد (شکل ۱۴-۱).

دستگاه عصبی: دستگاه عصبی شامل مغز، نخاع و رشته‌های عصبی است. مغز باریک و دراز است و ساختمان ساده دارد که شامل ۵ بخش است. مغز قدامی، مغز میانی، مغز رابط، مخچه و مغز پسین یا بصل النخاع.

مغز قدامی، مرکز بویایی و مغز میانی، مرکز بینایی است. مخچه، از رشد کافی برخوردار و در حفظ تعادل ماهیان نقش مهم دارد. از مغز ماهیان ۱۰ جفت رشته عصبی جدا می‌شود.



شکل ۱۰-۱- کیسه شنا در ماهی‌های اولیه به مری مربوط می‌شود.

اندام‌های حسی: قوی‌ترین حس در ماهیان حس بویایی است؛ به طوری که بوی گیاهان آبی و یا حتی مواد شیمیایی حاصل از شستشوی دست را به خوبی حس می‌کنند. قوی‌ترین حس بویایی را در مارماهیان می‌توان یافت.

حس چشایی: گیرنده‌های چشایی، در درون و اطراف دهان قرار گرفته است.

حس لامسه: مرکز آن در خط جانبی است که از سر تا دم امتداد دارد و بدن ماهی را به دو قسمت پشتی و شکمی تقسیم می‌کند. این سیستم در ماهیان بسیار پیچیده است و به صورت برجستگی‌هایی نظیر دانه تسبیح در یک ردیف و به صورت افقی قرار دارند. هریک از این برجستگی‌ها نشانه وجود یک کانال است که مملو از مایع لزج فراوان همراه با گیرنده‌های عصبی است. ارتعاشات، حرارت و یا فشار آب و سایر محرک‌ها، رشته‌های فوق را تحریک و انعکاسات عصبی به مغز مخابره می‌شود. خط جانبی ممکن است محدب، مقعر، خمیده و یا صاف باشد.

حس شنوایی: ماهی‌ها فقط گوش داخلی دارند و فاقد گوش خارجی و میانی هستند.

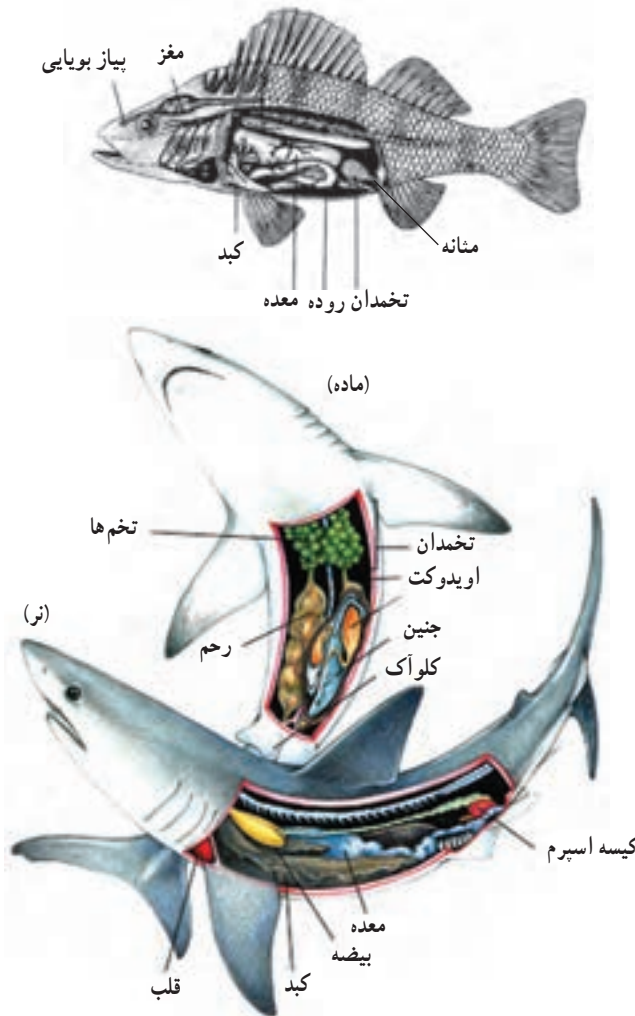
حس بینایی: چشم‌ها کروی، محدب و فاقد پلک و غده اشکی است. اندازه چشم در ماهیان مختلف فرق می‌کند. آنهایی که در سطح آب به سر می‌برند، دارای چشم‌های بزرگتر هستند. عدسی چشم، دایره‌ای و ضخامت آن غیر قابل تغییر است به این دلیل ماهیان، اغلب نزدیک بین هستند.

دستگاه تولید مثل: اکثر ماهیان تخم‌ریز و معدودی نیز زنده‌زا هستند. محل تخم‌ریزی در ماهیان مختلف فرق می‌کند. مثلاً ماهی قزل‌آلا در مصب رودخانه، مارماهیان در آب شیرین و در آب شور و آزادماهیان در آب شیرین تخم‌ریزی می‌کنند. معمولاً لقاح ماهیان، خارجی است. تشخیص نر و ماده

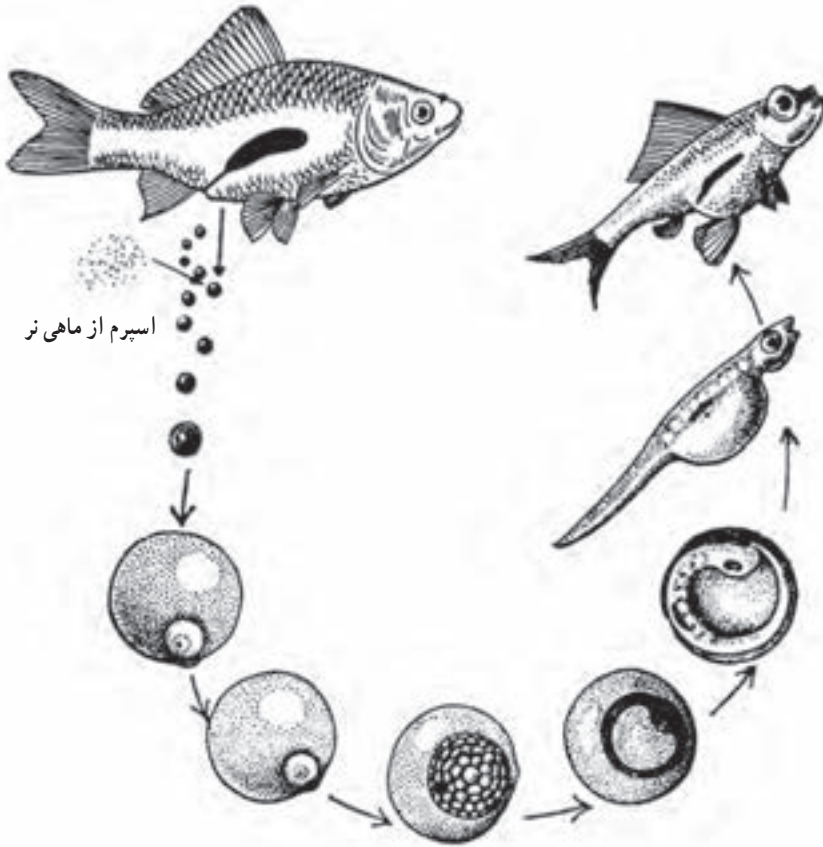
اغلب مشکل است و هنگام بلوغ تغییراتی حاصل می‌شود که تا حدودی به تشخیص ما کمک می‌کند. مثلاً نرها بدنی کشیده و ماده‌ها جثه‌ای حجیم و کوتاه‌تر دارند. رنگ نرها در ایام فعالیت جنسی روشن‌تر از ماده‌ها می‌شود.

میزان تخم در ماهیان مختلف فرق می‌کند. مثلاً در قزل‌آلای جویباری از ۵ تا ۸ هزار و در برخی گونه‌ها، به میلیون‌ها تخم می‌رسد. البته همه تخم‌ها تبدیل به نوزاد نمی‌شوند؛ زیرا دشمنان طبیعی فراوان دارند، ثانیاً عمر اسپرم در خارج از بدن بسیار کم و از چند دقیقه تجاوز نمی‌کند. بنابراین احتمال عدم باروری وجود دارد.

اعضای تناسلی: در نرها بیضه و در ماده‌ها تخمدان است که از نظر وظیفه و ساختمان تا حدودی مشابه سایر مهره‌داران است (شکل ۱۱-۱۰).



شکل ۱۱-۱۰- اعضای داخلی ماهی ماده و نر



شکل ۱۲-۱۰. مراحل تخم‌ریزی و تکامل جنین در ماهی

خودآزمایی

- ۱- ماهیان چه تفاوت محسوسی با سایر جانوران دارند؟
- ۲- ماهیان به طور کلی به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ مهم‌ترین ماهیان هر دسته را نام ببرید.
- ۳- ماهیان استخوانی چه تفاوت‌هایی با ماهیان غضروفی دارند؟
- ۴- وضعیت مخرج در کبوتر، چگونه جنسیت را مشخص می‌کند؟
- ۵- آیا کیسه سنا، در تنفس نیز نقش دارد؟ چگونه؟
- ۶- قوی‌ترین حس در ماهیان کدام یک از حواس است؟
- ۷- چرا همه تخم‌های ماهی تبدیل به نوزاد نمی‌شود؟

دوزیستان

- هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :
- خصوصیات عمومی دوزیستان را بیان کند.
 - تفاوت‌های دوزیستان را با سایر گروه‌های جانوری بیان کند.
 - ساختمان و کار دستگاه گوارش، تنفس، تولیدمثل و ... را در دوزیستان بیان کند.

پیشگفتار

دوزیستان، بخشی از زندگی را در آب و بقیه را در خشکی سپری می‌کنند. تاکنون بیش از ۲۵۰۰ گونه آنها شناخته شده است. از نظر تکاملی، حد واسط ماهی‌ها و خزندگان هستند. این رده، از حدود ۳۰۰ میلیون سال قبل، در کره زمین پیدا شده‌اند.

ویژگی‌های دوزیستان

- ۱- نوزاد دوزیستان ابتدا در آب زندگی و با آبشش تنفس می‌کند و به مرور ساختمان بدن آنها عوض می‌شود تا به موجود کامل تبدیل شود (دگردیسی).
- ۲- پوست بدن مرطوب، نرم و نازک و بدون پولک، پریا مو است.
- ۳- تعداد انگشتان ۴ تا ۵ عدد است و بین انگشتان پاهای عقب پرده وجود دارد که به امر شنا کمک می‌کند.
- ۴- نوزاد گیاه‌خوار و جانور بالغ گوشت‌خوار است.
- ۵- مجاری بینی با حفره دهان ارتباط دارد.
- ۶- قلب نوزاد دوحفره‌ای و قلب جانور بالغ سه‌حفره‌ای است (دودهلیز و یک بطن).
- ۷- خونسردند (دمای بدن آنها تابع محیط و متغیر است).

- ۸- لقاخ، داخلی یا خارجی است و فاقد پرده‌های رویانی (جنینی) هستند.
- ۹- نوزاد، مطلقاً آبی و جانور بالغ هم در آب و هم در خشکی زندگی می‌کند.
- ۱۰- جمجمه، دو استخوان برجسته به نام گُندیل دارد و دنده‌ها به جناغ سینه متصل نیستند.
- ۱۱- تنفس در دوزیستان به وسیله برانش، شش، پوست، حفره دهانی یا حلق صورت می‌گیرد.
- ۱۲- از مغز ۱۰ جفت عصب خارج می‌شود.

اندازه و شکل دوزیستان: طول جانوران فوق از چند سانتی‌متر تا بیش از ۱۰ متر متفاوت است. طول بیشتر سمندرها از ۷/۵ تا ۲۰ سانتی‌متر است و گونه‌هایی به کوچکی ۳۷ میلی‌متر و بزرگی ۱/۷۵ متر نیز وجود دارد. طول وزغ‌ها از ۵ تا ۱۲ سانتی‌متر است و طول برخی از قورباغه‌ها تا ۳۰ سانتی‌متر می‌رسد.

در سمندرها سروگردن متمایز و بدن طویل است که به دم ختم می‌شود. قورباغه‌ها گردن و دم ندارند و سر، مستقیماً به تنه متصل است. بدن پهن و حجیم و قسمت جلویی (قدامی) بدن از قسمت عقبی (خلفی) باریک‌تر است.

ساختمان بدن دوزیستان

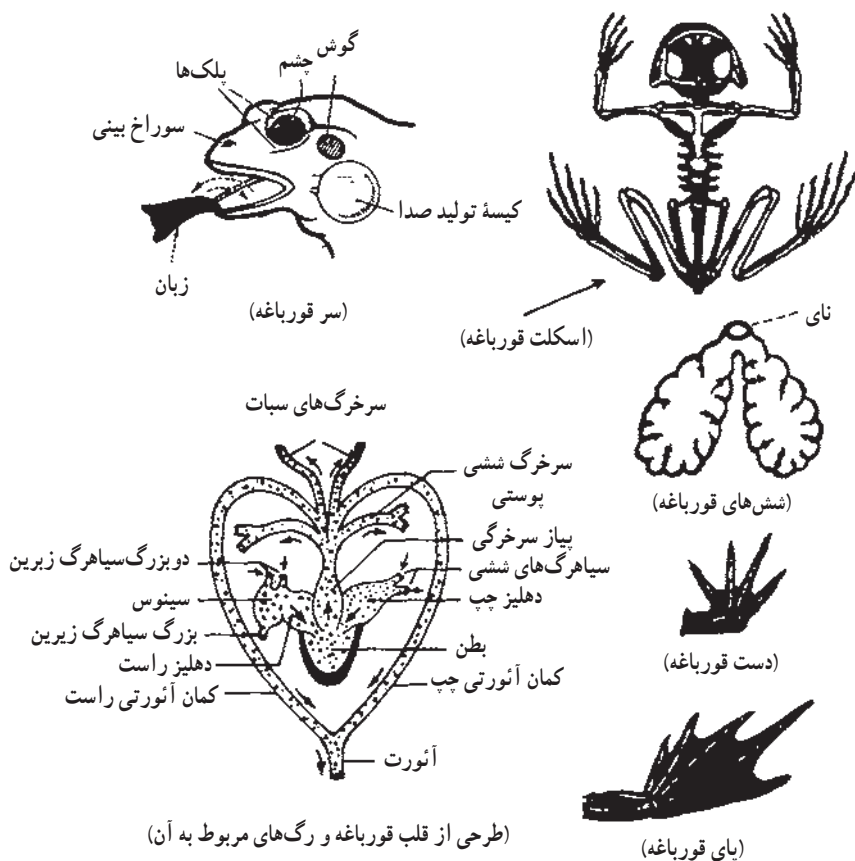
پوست: از دو لایه اپیدرم و درم تشکیل شده است. وظیفه مهم آن، علاوه بر حفاظت از اندام‌های داخلی، جذب O_2 است. در قورباغه‌ها ۳٪ از O_2 جذب شده در بدن، توسط پوست صورت می‌گیرد. علاوه بر اعمال فوق، جذب آن نیز از طریق پوست صورت می‌گیرد. به این دلیل، قورباغه‌ها آب نمی‌آشامند. لایه اپیدرم، شاخی است و در تابستان از بدن جدا می‌شود و ممکن است توسط جانور خورده شود. در لایه درم، اعصاب فراوان و سلول‌های کروماتوفر و نیز غدد سمی دیده می‌شود. برخی از قورباغه‌های نواحی حارّه، سم مهلکی ترشح می‌کنند.

تغییر رنگ پوست، عمل انعکاسی است و با حس بینایی ارتباط دارد؛ به‌طوری که اگر روی چشم قورباغه را بپوشانند، تغییری در رنگ پوست ایجاد نمی‌شود. میزان سلول‌های مولد رنگدانه (کروماتوفر) در نوزاد قورباغه فراوان است و به بیش از ۳۰۰ یاخته در هر میلی‌متر مربع پوست می‌رسد.

اسکلت دوزیستان: استخوان‌بندی شامل استخوان‌های سر (جمجمه و آرواره‌ها) ستون مهره‌ها و اندام‌های حرکتی و کمربندهای وابسته به آنهاست.

تعداد استخوان‌های سر، نسبت به سایر مهره‌داران کم و در عوض تعداد مهره‌ها به‌خصوص، در نوع دم‌دار، فراوان است. مثلاً سمندرها بیش از ۱۰۰ مهره دارند. قورباغه معمولی دنده ندارد و

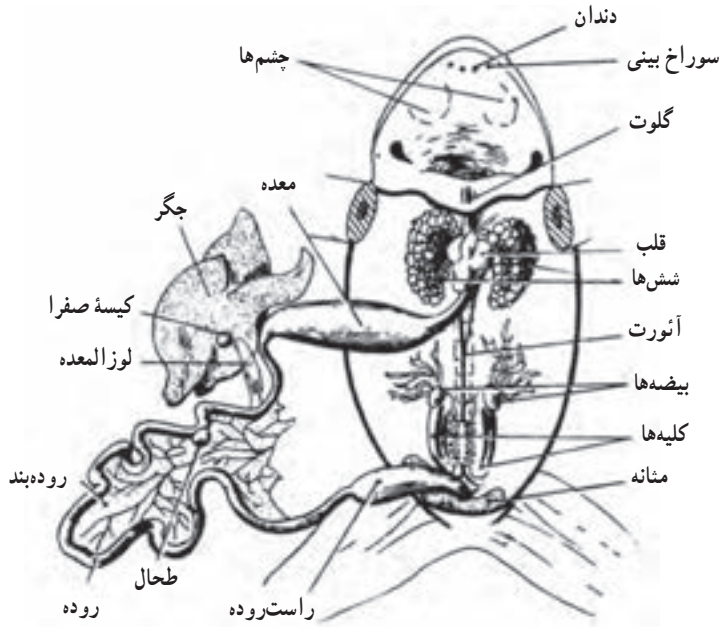
در گونه‌هایی که دنده وجود دارد، به علت کوتاهی، به جناغ سینه نمی‌رسد. دست‌ها به کمک کمربند سینه‌ای و پاها به کمک کمربند لگنی به ستون فقرات وصل می‌شوند (شکل ۱۱-۱).



شکل ۱۱-۱- اندام‌های قورباغه

ماهیچه‌ها: عضلات، ساختمان پیچیده‌تر از ماهی‌ها دارند و دارای انقباضات سریع هستند. دستگاه گوارش: شامل لوله گوارشی و غدد گوارشی است. لوله گوارشی از دهان، حلق، مری، معده، روده باریک و روده بزرگ و مخرج تشکیل شده است. غدد گوارشی، شامل کبد و لوزالمعده است (شکل ۱۱-۲).

در دهان دوزیستان زبان متحرکی وجود دارد که برخلاف سایر جانوران، از جلو به کف دهان چسبیده و از عقب آزاد است؛ به این دلیل، می‌توانند زبان را به راحتی از دهان خارج کنند و چون زبان



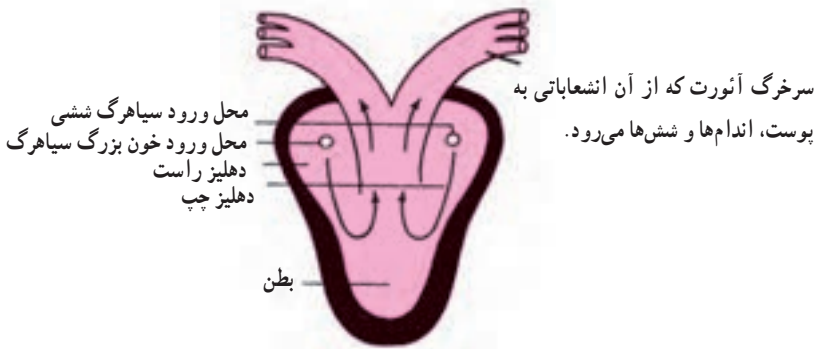
شکل ۲-۱۱- اندام‌های داخلی قورباغه

چسبنده است، حشرات نظیر پشه و مگس روی آن می‌نشینند. در این حالت، جانور، زبان را به سرعت داخل دهان می‌کند و آنها را می‌بلعد از این نظر به انسان خدمت می‌کنند. قورباغه‌ها غدد بزاقی ندارند و غذا با ترشحات مری آغشته می‌شود. دندان‌های دوزیستان کوچک و اغلب در آرواره، بالا و کام قرار دارد و وظیفه آنها گرفتن طعمه است. معده، بیشتر وظیفه انبار کردن غذا را دارد و اعمال هضمی کمتری در آن صورت می‌گیرد. هضم و جذب کامل، در روده باریک انجام می‌شود.

دستگاه گردش خون: دستگاه گردش خون آنها مانند ماهی‌هاست؛ با این تفاوت که قلب، سه حفره‌ای است. خون سیاهرگی از همه بدن جمع‌آوری و وارد دهلیز راست می‌شود و خون دارای اکسیژن، از طریق سیاهرگ ششی، داخل دهلیز چپ می‌شود. همزمان دو دهلیز منقبض و خون وارد بطن می‌شود. با انقباض بطن، بخشی از خون توسط سرخرگ ششی، وارد شش‌ها می‌شود و تبادلات گازی صورت می‌گیرد و بقیه خون، از طریق سایر سرخرگ‌ها به همه اندام‌های بدن می‌رسد (از جمله بخشی به پوست می‌رود تا مبادلات تنفسی جلدی صورت گیرد).

گردش خون، مضاعف و ناقص است. مضاعف به علت این که هم گردش ششی دارند و هم

گردش عمومی؛ ناقص، به دلیل این که در خون O_2 و CO_2 مخلوط می‌شود (شکل ۱۱-۳).



شکل ۱۱-۳- قلب سه‌حفره‌ای قورباغه

دستگاه دفع: کلیه‌ها، بزرگ و به رنگ قرمز تیره در دو طرف ستون فقرات قرار گرفته‌اند. کلیه‌ها، مواد دفعی حاصل از متابولیسم را از خون، فعالانه دفع می‌کنند. هر کلیه از ۲۰۰۰ اندام دفعی به نام نفرون تشکیل شده است. ادرار ممکن است از طریق میزنای مستقیماً وارد کلوآک و یا در مثانه ذخیره شود (قورباغه).

دستگاه تنفس: دوزیستان بالغ، از طریق پوست، سقف دهان و شش تنفس می‌کنند و نوزادان از طریق آبشش، مبادلات گازی را انجام می‌دهند. آبشش، بر اثر دگرذیسی، به شش مبدل می‌شود (شکل ۱۱-۱).

تنفس دوزیستان دو نوع است: تنفس داخلی و خارجی. در تنفس داخلی شش‌ها و سقف دهان و آبشش‌ها تبادلات گازی را انجام می‌دهند. پوست، وسیله مبادلات تنفسی خارجی است. پوست دوزیستان باید همیشه مرطوب باشد تا بتوانند از اکسیژن هوا استفاده کنند. تنفس پوستی، هم داخل آب و هم در هوای آزاد انجام می‌شود. تنفس جلدی، به‌خصوص در آن‌هایی که زمستان‌گذرانی دارند، حایز اهمیت است.

دستگاه عصبی: مانند سایر مهره‌داران از مغز، نخاع و رشته‌های عصبی است. مغز آن، نسبت به ماهی، از تکامل بیشتری برخوردار است. مرکز بویایی، نسبت به ماهی‌ها رشد کمتری دارد و برعکس، مغز میانی، که مرکز بینایی است، رشد یافته‌تر است.

مخچه، به‌صورت نوار کوچکی است و در دوزیستان اهمیت کمتری دارد. ولی با این حال

تخریب آن، سبب اختلال در پرش و تضعیف حرکات می‌شود. بصل النخاع اهمیت ویژه‌ای دارد و مرکز کنترل بسیاری از اعمال حیاتی است؛ به طوری که اگر همه مغز، به جز بصل النخاع برداشته شود، جانور به حیات خود ادامه خواهد داد.

اندام‌های حسّی

حسّ لامسه : به صورت اندام‌های بسیار ریز در زیر اپیدرم قرار دارد.

حسّ چشایی : به شکل پرزهای فراوان، در زبان وجود دارد.

حس بویایی : در بینی قرار دارد.

حسّ شنوایی : دوزیستان گوش خارجی ندارند و گوش میانی و داخلی دارند. امواج صوتی، از طریق آب یا هوا، پرده صماخ را تحریک می‌کند و توسط استخوان‌های گوش میانی، به گوش داخلی منتقل و سبب تحریک عصب شنوایی می‌شود. تحریکات فوق، به مغز منتقل و باعث شنوایی می‌شود.

حسّ بینایی : چشم‌ها ساختمان بسیار پیچیده دارند و مانند چشم پستانداران است. چشم، دارای پلک متحرک اما فاقد مژه است. شش ماهیچه، کره چشم را حرکت می‌دهد. دوزیستان پرده خاصی به نام پلک سوّم دارند که چشم را از خشک شدن حفظ می‌کند و به نام غشاء چشمک‌زن، موسوم است. گیرنده‌های دیگر نیز وجود دارد که نسبت به تغییرات دما و موادّ شیمیایی و سایر محرکات حسّاس‌اند.

دستگاه تولیدمثل : دستگاه تناسلی مانند سایر مهره‌داران در جنس ماده شامل تخمدان و در جنس نر شامل بیضه است. تخمدان‌ها، بسیار فعال و در فصل بهار تعداد زیادی تخمک می‌سازد که باعث حجیم شدن شکم جانور ماده می‌شود. وقتی تخمک‌ها رسید، جدار تخمدان پاره می‌شود و تخمک‌ها وارد اودیوکت و از این مجرا به بیرون هدایت می‌شوند. مجاری تناسلی ماده، قبل از کلوآک متسع می‌شود و غشاء ژلاتینی اطراف تخمک، در این ناحیه ساخته می‌شود. وظیفه این غشاء حفاظت تخمک و نیز منبع غذایی برای نوزادان است.

تفاوت قورباغه نر و ماده : در کف دست (پاهای قدامی) قورباغه نر برجستگی‌هایی به نام جسم پینه‌ای وجود دارد که اواخر زمستان ظاهر و در بهار بزرگ‌تر می‌شود. بازو، در جنس نر، کوتاه و ضخیم است و بدن، کشیده‌تر و کوچک‌تر از ماده است (بدن ماده حجیم‌تر است).

دوره فعالیت و خمودگی

دوزیستان دارای دو دوره فعالیت و خمودگی هستند. فعالیت آنها با پیدایش بهار آغاز می‌شود. در این فصل، جانور نر به سمت آب سرازیر می‌شود و شروع به آواز خواندن می‌کند، تا ماده‌ها را به سوی خود جلب کند. ماده‌ها نیز که دارای تخمک رسیده هستند، به سوی آب می‌روند و عمل جفت‌گیری صورت می‌گیرد، نحوه جفت‌گیری به این صورت است که جانور نر بر پشت جانور ماده سوار می‌شود و به کمک اجسام پینه‌ای و ماهیچه‌های قوی خود بر پشت ماده می‌چسبد. همزمان با خروج تخمک، اسپرم نیز آزاد می‌شود.

دگردیسی: مجموع تغییراتی که از تخم تا دوره بلوغ در جانور دوزیستی صورت می‌گیرد به نام دگردیسی موسوم است. این تغییرات، شامل چهار دوره است.

الف) تقسیم سلول تخم^۱: که از اولین مرحله تقسیم سلول تخم، تا مرحله تشکیل رویان (جنین) صورت می‌گیرد (گاسترولا).

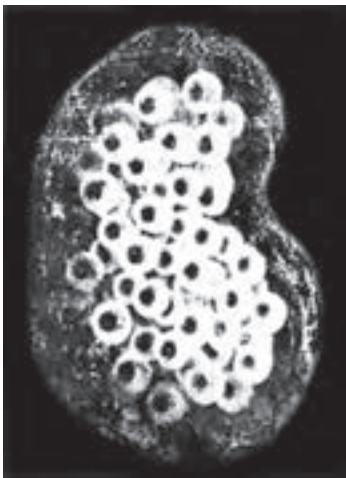
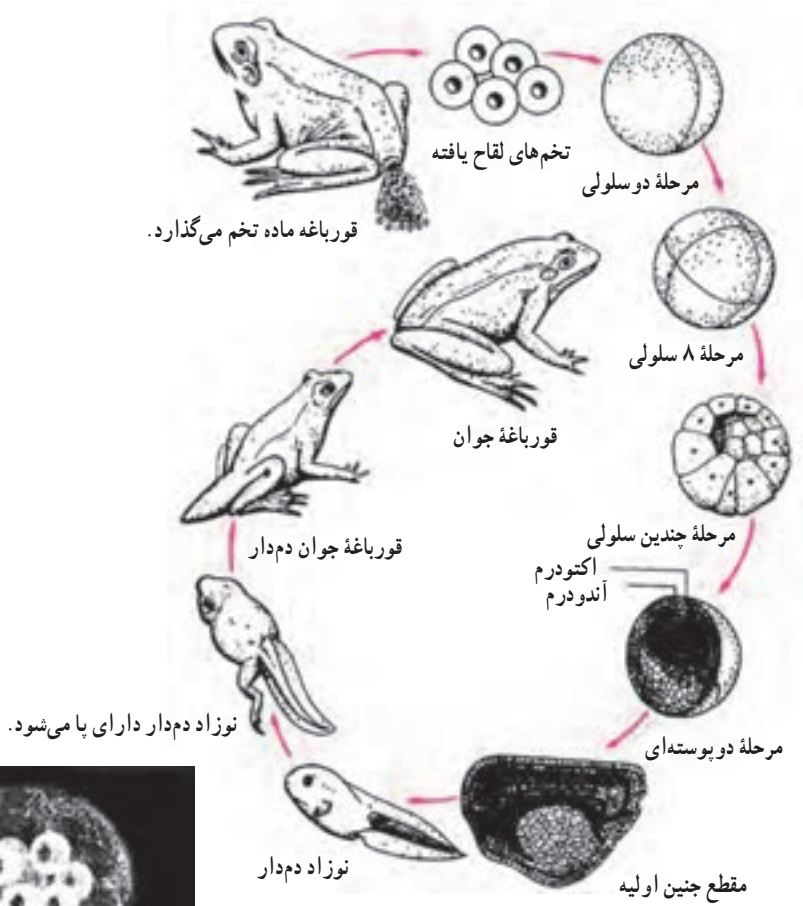
ب) مرحله تشکیل جنین: که تا هنگام خروج از تخم، ادامه دارد.
ج) مرحله خودخوری: در این مرحله نوزاد، از اندوخته غذایی خود استفاده می‌کند (به مدت ۳-۵ روز).

د) مرحله دگردیسی حقیقی: که لارو، مرحله خودخوری را گذرانده و شروع به تغذیه می‌کند. در این مرحله، نوزاد دارای بدنی ظریف و کوتاه و دهانی گرد و کوچک است. نوزاد، به مرور طویل‌تر، سر بزرگ و حجیم می‌شود و در دو طرف سر، سه جفت آبشش خارجی به وجود می‌آید. دم طویل می‌شود و به صورت باله درمی‌آید. آبشش‌ها به وسیله یک چین خوردگی پوستی، پوشیده می‌شوند و به اصطلاح به آبشش داخلی تبدیل می‌شوند. قلب دوحفره‌ای و دارای خط جانبی است و از بسیاری جهات شبیه ماهی‌هاست. آب از دهان وارد آبشش‌ها و از راه بینی خارج می‌شود. به مرور، پاهای عقبی، ظاهر می‌شود. بعد از چند هفته پاهای جلویی نمودار می‌شود. روده‌ها از حالت گیاهخواری به گوشتخواری تبدیل می‌شوند (کوتاه می‌شوند). دم کوتاه می‌شود و قورباغه آب را ترک می‌کند و به خشکی می‌آید.

مدت لازم برای دگردیسی، در دوزیستان متفاوت است. در برخی گونه‌ها نظیر قورباغه پلنگی، حدود یک ماه، و در برخی مانند غوک امریکایی، بیش از ۲ سال، طول می‌کشد.

علت بروز دگردیسی هورمون تیروکسین است؛ به طوری که اگر غده تیروئید را بردارند دگردیسی

متوقف می‌شود یا برعکس، تزریق عصاره تیروئید، به دگر دیسی سرعت می‌بخشد. گلبول‌های سفید نیز اندام‌های زاید را می‌خورند (شکل ۴-۱۱).



توده تخم‌ها که در ماده‌ای ژله‌ای احاطه شده‌اند.

شکل ۴-۱۱- مراحل دگر دیسی قورباغه

رکود زمستانی و تابستانی: دمای بدن دوزیستان متغیر و تابع محیط است. این جانوران تغییرات دما را تا حدودی تحمل می‌کنند. با سرد شدن هوا در زمستان فعالیت‌های حیاتی کاهش می‌یابد و جانور به اعماق آب می‌رود و خود را در لابه‌لای لجن‌ها و گل‌ها مخفی می‌کند. این حالت، نام رکود زمستانی موسوم است. بعد از پایان فصل سرما، فعالیت‌های حیاتی خود را از سر می‌گیرد. در مناطق حاره نیز وقتی گرما به اوج خود می‌رسد فعالیت جانور به‌طور محسوسی کم می‌شود و جانور برای فرار از گرما، به اعماق آب فرومی‌رود و خود را در بین لجن‌ها مخفی می‌کند. این حالت، به نام رکود تابستانی معروف است. با کاهش دما، فعالیت‌های حیاتی از نو شروع می‌شود.

نوپیدی: قورباغه‌ها و وزغ‌ها در صورتی که در دوران نوزادی بخشی از بدن، نظیر دم، دست و یا پای خود را از دست بدهند، می‌توانند عضو از دست داده را ترمیم کنند. این حالت، به نام نوپیدی، موسوم است. قورباغه بالغ خاصیت نوپیدی را ندارد. سمندرها در طول حیات، اعم از دوران نوزادی و بلوغ، قدرت ترمیم عضو از دست رفته را دارند.

خودآزمایی

- ۱- پوست دوزیستان چه تفاوت‌هایی با پوست ماهی‌ها دارد؟
- ۲- در دوزیستان دستگاه گردش خون نوزاد با بالغ چه تفاوتی دارد؟
- ۳- دوزیستان به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ مثال بزنید.
- ۴- سیستم گردش خون در دوزیستان چگونه است؟
- ۵- تنفس دوزیستان چه تفاوتی با سایر گروه‌های جانوری دارد؟
- ۶- در دوزیستان:
 - (الف) مغز میانی رشد یافته‌تر است.
 - (ب) مغز ساده دارند.
 - (ج) مخچه بسیار تکامل یافته است.
 - (د) مرکز بویایی رشد یافته است.
- ۷- قورباغه نر و ماده چه تفاوت‌هایی دارند؟
- ۸- دگردیسی یعنی چه؟ مراحل آن را بیان کنید.
- ۹- تفاوت قلب قورباغه و ماهی را شرح دهید.
- ۱۰- دوره رکود تابستانی یعنی چه؟

خزندگان

- هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :
 - خصوصیات عمومی خزندگان را بیان کند.
 - تفاوت‌ها و شباهت‌های گروه‌های مهم خزندگان را بیان کند.
 - ساختمان و کار دستگاه‌های مختلف بدن خزندگان را توضیح دهد.
 - وجوه اشتراک و تمایز خزندگان را با سایر گروه‌های جانوری بیان کند.

پیشگفتار

خزندگان از قدیمی‌ترین جانورانی هستند که زندگی خود را در خشکی آغاز می‌کنند و در تمام دوره حیات خود، در خشکی به سر می‌برند (البته وابستگی آنها به آب، به کلی از بین نمی‌رود بلکه نسبت به دوزیستان، وابستگی کمتری نسبت به آب دارند).

قدمت خزندگان مربوط به حدود ۲۲۰ میلیون سال قبل است. اولین گروه خزندگان که امروزه به صورت سنگواره یافت می‌شوند دایناسورها بودند که بسیار عظیم‌الجثه و نوعی از آنها موسوم به پروتوزوروس، بیش از ۲۵ متر طول داشتند.

خزندگان تفاوت‌هایی با دوزیستان دارند، از آن جمله اینکه سطح بدنشان خشک و پوست آنها از یک طبقه پوششی ضخیم کراتینی احاطه شده است. تنفس جلدی ندارند و لقاح آنها داخلی است. دست و پا ندارند و یا دارای دست و پای کوتاه‌اند. استخوان‌بندی آنها کامل‌تر و تخم آنها دارای پوسته آهکی یا چرمی است.

زیستگاه خزندگان بیشتر نواحی گرمسیر است و در نواحی معتدل نیز یافت می‌شوند.

ویژگی‌های خزندگان

- ۱- بدن، از یک طبقه پوشش ضخیم از جنس کراتین پوشیده شده است و منشأ آن، اپیدرم است (برخلاف ماهی‌ها که منشأ پولک‌ها درم است).
- ۲- شش‌ها تکامل یافته تر از دوزیستان است و تنفس جلدی ندارند.
- ۳- قلب آنها چهار حفره است و بین بطن‌ها، دیواره ناقصی (در مارها و سوسمارها) یا دیواره کامل (نظیر تمساح‌ها) وجود دارد.
- ۴- خونسردند.
- ۵- اکثر قریب به اتفاق آنها تخم می‌گذارند و روی تخم‌ها می‌خوابند.
- ۶- جمجمه، دارای یک استخوان پس سری است.
- ۷- از مغز آنها، ۱۲ جفت عصب خارج می‌شود.
- ۸- جنین از غشاهای رویانی پوشیده شده است (آمنیون، کوریون، غشاً کیسه زرده و پرده آلاتوئید).

۹- نوزاد کاملاً شبیه مادر است و دگرذیسی ندارد.

خزندگان امروزی، بیش از ۶۰۰۰ گونه‌اند، در حالی که خزندگان قدیمی بسیار بیشتر بودند. از نظر جانورشناسان، خزندگان کنونی به ۴ دسته تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از: رینکوسفال‌ها، لاک‌پشتان، اسکواماتا و کروکودیل‌ها.

لاک‌پشتان: بدن، در یک پوشش سختی به نام لاک قرار گرفته است. لاک، دارای سطح شکمی صاف و سطح پشتی برجسته است. سطح پشتی از اتصال دنده‌ها به ستون مهره‌ها و سطح شکمی از تغییرات قفسه سینه حاصل شده است. لاک، در حال عادی تمام اندام‌ها به جز سر و دست‌ها و پاها و دم را می‌پوشاند و در لحظه خطر، اندام‌های فوق نیز در لاک مخفی می‌شوند.

لاک‌پشتان دریایی دارای لاک نرم‌تری هستند و در نوع خشکی‌زی، لاک سخت‌تر و دست و پا کلفت و ضخیم است.

لاک‌پشت در آرواره دندان ندارد و دارای ساختمانی شبیه منقار پرنده‌گان است که شاخی است و برای گرفتن و خرد کردن غذا به کار می‌رود. دست‌ها و پاها چنگال‌های شاخی دارند که برای حفر کردن زمین، به کار می‌رود و در نوع آبی، دست‌ها و پاها به شکل باله است که به کار شنا می‌آید. برخی از لاک‌پشتان دریایی بسیار بزرگ و غول‌آسا هستند به طوری که طول آنها به ۲ متر می‌رسد و وزن آنها بالغ بر ۶۰۰ کیلوگرم است. اندام‌های تنفسی آنها، مانند جانوران خشکی است و نوع آبی آن برای تنفس،



شکل ۱-۱۲- اسفنودون

ناچار، به سطح آب می‌آید. ماده‌ها برای تخم‌ریزی به سواحل می‌روند و تخم‌های خود را در ماسه‌های ساحلی مخفی می‌کنند. نوزاد، پس از بیرون آمدن از تخم، راهی آب می‌شود (شکل ۲-۱۲).



شکل ۲-۱۲- نمونه‌هایی از لاک‌پشتان

کروکودیل‌ها

تکامل یافته‌ترین و در عین حال عظیم‌الجثه‌ترین خزندگان محسوب می‌شوند؛ به طوری که طول برخی از آنها به بیش از ۱۰ متر می‌رسد. نظیر آناکوندا که در آمریکای جنوبی زندگی می‌کند. بدن، از سه قسمت سر، تنه و دم تشکیل شده است. دهان، بزرگ و حجیم و مجهز به دندان‌های مخروطی است. پوشش بدن، سخت و چرمی و جانور دارای اسکلت خارجی است. پوست کروکودیل گرانبهاست؛ به همین سبب بیش از حد، شکار می‌شوند؛ به طوری که در معرض نابودی قرار گرفته‌اند. در رودخانه سرباز، واقع در بلوچستان ایران، نوعی تمساح وجود دارد (شکل ۳-۱۲).



شکل ۳-۱۲- کروکودیل‌ها، شکارچیان قدرتمند رودخانه‌ها هستند.

سوسمارها: حدود ۳۱۴۰ گونه دارند. بدن، کشیده و دراز و شکل بدن آنها، متفاوت است. اندام‌های حرکتی آنها، کوتاه و یا بلند و برخی فاقد اندام حرکتی هستند نظیر مار شیشه‌ای که در ایالات متحده فراوان است و در ایران نیز در نواحی گیلان دیده می‌شود. برخی تند و سریع حرکت می‌کنند. اینها بدن کشیده و دم طویل دارند و عده‌ای که بدشان جمع و جور و دارای دم کوتاه‌اند به کندی حرکت می‌کنند. مهره‌های دم، استخوانی نشده است؛ به این دلیل اگر دم سوسمار گرفته شود و جانور احساس خطر کند، با یک تکان شدید، دم کنده می‌شود و جانور فرار می‌کند. دم، بعد از گذشت زمان، مرمت می‌شود.

دسته‌ای دیگر از سوسماران، آفتاب‌پرست‌ها هستند. اینها به سرعت تغییر رنگ می‌دهند و خود را به رنگ محیط درمی‌آورند. زبان آنها متحرک و چسبنده است. حشرات، به زبان آنها می‌چسبند و جانور آنها را می‌بلعد. دستگاه دفعی آنها ادرار را به صورت نیمه جامد دفع می‌کند (شکل ۴-۱۲).
معدودی از سوسمارها نظیر سوسمار غول، سمی هستند و سم آنها مانند زهر مار زنگی است.



مارمولک صحرایی



ازدهای کومودو



مارمولک شاخدار

شکل ۴-۱۲- نمونه‌هایی از سوسمارها

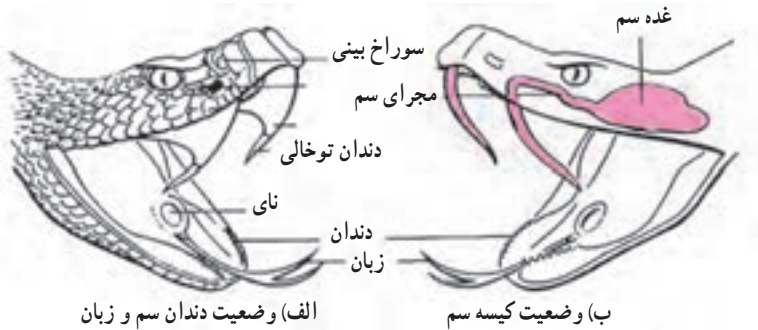
مارها: بعد از سوسمارها، فراوان‌ترین خزندگان هستند و تاکنون بیش از ۲۵۰۰ گونه شناخته شده است که تعداد معدودی از آنها (حدود ۳۰۰ گونه) سمی هستند. مارها جانورانی مفیدند و در کنترل حشرات و جوندگان نقش مؤثری دارند. از سم مارها نیز برای درمان برخی از بیماری‌ها نظیر سرطان استفاده می‌شود.

مارها دست و پا ندارند (به جز مار بوآ و پیتون که اثری از دست و پا در آنها دیده می‌شود). چشم‌ها، بدون پلک است. سوراخ گوش، مثانه و جناغ سینه ندارند. زبان، دوشاخه است و خیلی سریع حرکت می‌کند. دندان‌ها باریک و روی آرواره و سقف دهان قرار دارند. ریه چپ تحلیل رفته است

و ریه راست باریک و دراز است و در انتهای آن محافظه‌ای به نام اتاق هوایی قرار دارد. آرواره‌های مار، آزاد است؛ به این دلیل می‌تواند دهان خویش را بیش از حد باز کند و طعمه‌های بزرگ را ببلعد (شکل ۵-۱۲). معده، قابلیت اتساع زیاد دارد. دندان‌ها به سمت عقب دهان خمیدگی دارند و وظیفه آنها گرفتن و نگهداری طعمه است و به کار جویدن نمی‌آید. مارهای سمی دندان‌های خاصی به نام فنگ (دندان زهری) در آرواره بالا دارند (شکل ۶-۱۲) که با غدد زهری مرتبط هستند. این دندان‌ها، توخالی است و مانند سرنگ عمل می‌کند. هنگامی که مار، جانوری را نیش می‌زند، غدد زهری که در آرواره بالا هستند و با دندان‌های مزبور در ارتباط اند منقبض می‌شود و سم، از راه این دندان‌ها به داخل بدن جانور نیش خورده تزریق می‌شود. تعداد مهره‌ها در مارها زیاد و از ۲۰۰ تا ۴۰۰ مهره متغیر است. عضلات نیز در مارها فراوان و بندبند است.



شکل ۵-۱۲- به علت ساختمان ویژه استخوان‌های دهان و نداشتن استخوان جناغ سینه مارها می‌توانند طعمه‌های بزرگ‌تر از خود را ببلعد.



شکل ۶-۱۲- سر مار سمی

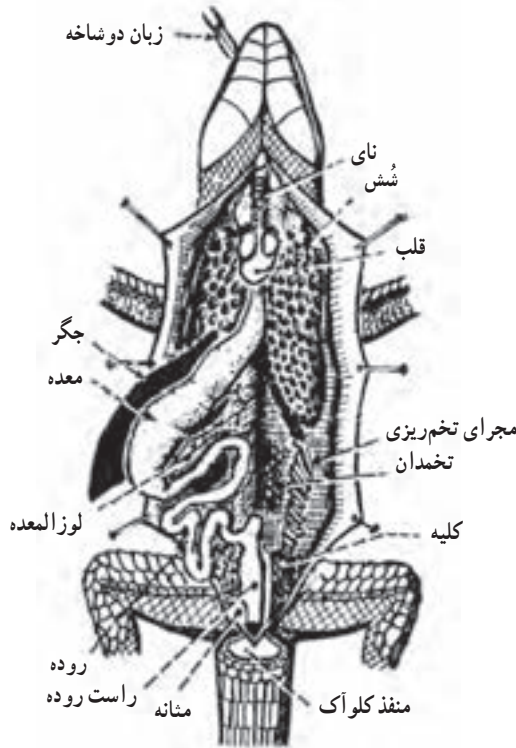
دستگاه‌های مختلف بدن خزندگان

پوست: پوست، نظیر سایر جانوران، از اپیدرم و درم، تشکیل شده است. اپیدرم، تعداد زیادی سلول، درست می‌کند که شاخی است و به پوست استحکام می‌بخشد. درم، علاوه بر اعصاب و رگ‌های خونی و سلول‌های کروماتوفر، تارچه‌هایی از بافت همبند دارد که به پوست خاصیت ارتجاعی می‌بخشد.

لایه رویه پوست، بعد از مدتی، می‌افتد. مثلاً مارها در سال، از ۶-۲ بار پوست‌اندازی می‌کنند. تغییر رنگ پوست بر اثر هورمون‌های فوق کلیه و هیپوفیز است. برخی مانند آفتاب‌پرست‌ها، به سرعت تغییر رنگ می‌دهند و برخی نظیر مارها و سوسمارها به تدریج رنگ عوض می‌کنند، لاک‌پشت‌ها و کروکودیل‌ها تعویض پوست ندارند.

دستگاه گوارش: مانند سایر مهره‌داران است. با این تفاوت که در مارها اتساع فراوان دارد. مارهای سمی از آنزیم‌های سمی خود برای هضم نیز استفاده می‌کنند. خزندگان اغلب بعد از خوردن غذا، در آفتاب دراز می‌کشند تا گرم شوند. یک بار غذا خوردن، تکافوی احتیاجات آنها را برای چند هفته و یا حتی چندین ماه، می‌کند. برخی از سوسمارها و لاک‌پشتان از سبزیجات استفاده می‌کنند ولی غالباً گوشت خوارند (شکل ۷-۱۲).

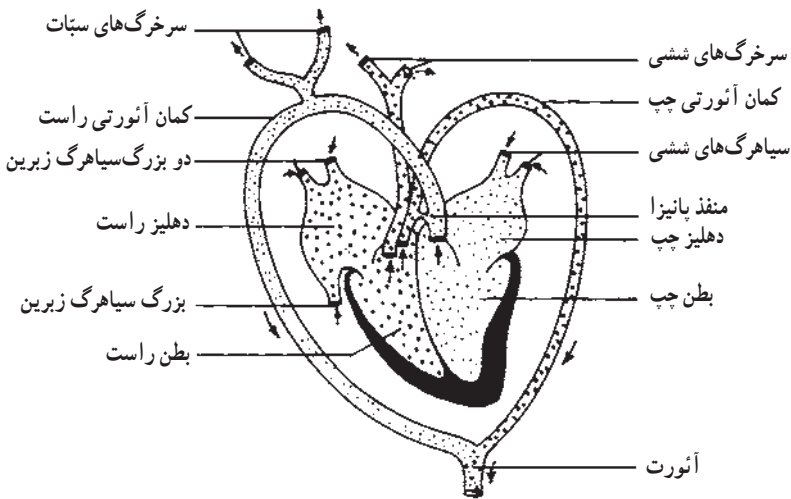
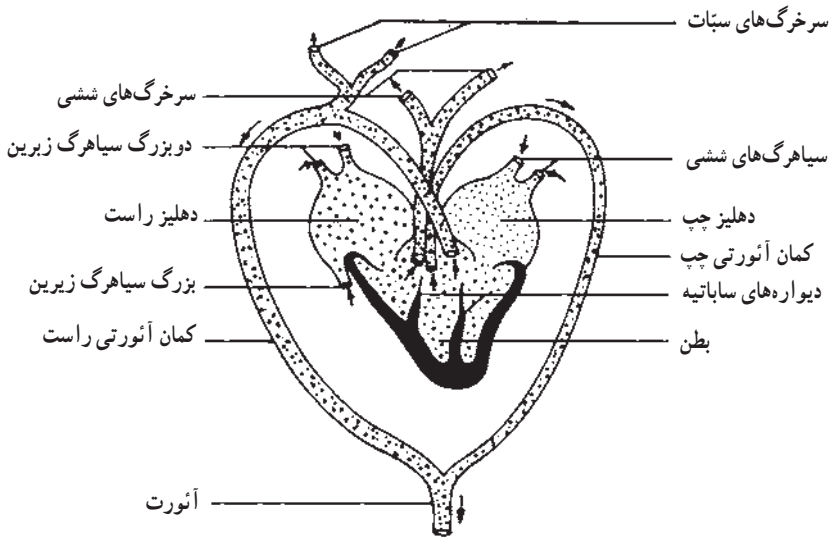
دستگاه گردش خون: مانند سایر مهره‌داران، گردش خون مضاعف و ناقص است. ولی به علت وجود دیواره بین بطن‌ها از دوزیستان کامل‌تر است. خون نیمه راست و نیمه چپ قلب، نهایتاً مخلوط می‌شود ولی میزان اختلاط به شدت دوزیستان نیست (شکل ۸-۱۲).



شکل ۷-۱۲- اندام‌های داخلی مارمولک

دستگاه عصبی: مخچه، تکامل یافته‌تر از دوزیستان است و از مغز ۱۲ جفت عصب خارج می‌شود. سایر قسمت‌ها مشابه دوزیستان است.

دستگاه تولیدمثل: اندام‌های تولیدمثل در خزندگان نابالغ مشابه و در دوران بلوغ متمایز می‌شود. بیضه‌ها و تخمدان‌ها در نزدیک کلیه‌ها جای دارند تخمک‌ها بعد از رها شدن، داخل مجاری اویدوکت می‌شوند و در آن‌جا، عمل لقاح صورت می‌گیرد و پرده‌های جنین تشکیل می‌شود. در پاره‌ای از خزندگان، تخم‌های بارور شده، در مجاری تخمدان می‌ماند و پس از بیرون آمدن نوزاد از تخم، از بدن مادر خارج می‌شود. این‌گونه جانوران را زنده‌زا می‌گویند؛ نظیر: افعی‌ها و مارهای دریایی. عده‌ای نیز روی تخم‌های خود چنبر می‌زنند؛ مثل مار کبرا. برخی نیز در صورتی که شرایط محیطی نامساعد باشد، تخم را درون بدن نگهداری می‌کنند تا نوزاد از تخم خارج شود مانند مارهای حلقوی اروپایی. ولی اکثر خزندگان در بیرون تخم‌گذاری می‌کنند و گرمای خورشید، دمای لازم را برای رشد جنین



شکل ۸-۱۲- دستگاه گردش خون خزندگان پست (شکل بالا). دستگاه گردش خون خزندگان عالی (شکل پایین).

فراهم می‌کند. تعداد تخم در خزندگان متغیر است. مثلاً برخی از مارمولک‌ها فقط یک تخم می‌گذارند در حالی که لاک پشت دریایی بیش از ۴۰۰ تخم می‌ریزد. تعداد تخم در مارها ۱۰ تا ۲۰ عدد و در کروکودیل‌ها ۳۰ تا ۶۰ تخم است.

حواس خزندگان: در مارها حس بینایی و شنوایی، ضعیف است، ولی حس بویایی بسیار قوی

است. گوش خارجی و پرده صماخ ندارند و فقط گوش میانی و داخلی دارند. وسیله حس بویایی، بینی و زبان است. گیرنده‌های گرمایی در بدن مارها فراوان است.

فعالیت خزندگان، تابع دمای محیط است. در نواحی گرم، طی سال فعال‌اند ولی در نواحی معتدل، برحسب دما، بخشی از سال را به استراحت می‌پردازند.

مارها و سوسمارها هنگام خواب زمستانه به اعماق زمین و لاک پشته‌ها به قعر آب روی می‌آورند. برخی از مارهای بیابانی، در فصل گرم روزها به استراحت می‌پردازند و شب‌ها فعالیت می‌کنند. به‌طور کلی حداکثر دمای مناسب برای فعالیت خزندگان ۳۵-۴۰ درجه سانتی‌گراد است و دمای ۴۵° برای آنها کشنده است.

خودآزمایی

- ۱- تفاوت‌های خزندگان و دوزیستان را شرح دهید.
- ۲- چشم سمّ در اسفنون‌دو چه وظایفی برعهده دارد؟
- ۳- کروکودیل‌ها :
- الف) تکامل‌یافته‌ترین خزندگان هستند.
- ب) عظیم‌الجثه‌ترین مهره‌دارانند.
- ج) بسیار پرمصرف هستند.
- د) همه موارد فوق صحیح است.
- ۴- سوسمارها چه خدمتی به بشر می‌کنند؟ شرح دهید.
- ۵- مارهای سمّی و غیرسمّی چه تفاوت‌هایی دارند؟
- ۶- چه عواملی در تغییر رنگ پوست خزندگان مؤثر است؟
- ۷- دستگاه گردش خون، در خزندگان پست و عالی چه تفاوتی دارد؟

پرنندگان

- هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :
- مشخصات عمومی پرنندگان را بیان کند.
 - تفاوت‌ها و شباهت‌های گروه پرنندگان را بیان کند.
 - وجود تشابه و تمایز پرنندگان را با سایر گروه‌های جانوری بیان کند.
 - ساختمان و کار دستگاه‌های مختلف بدن پرنندگان را بیان کند.

پیشگفتار

پیدایش پرنندگان از حدود ۱۵۰ میلیون سال قبل تخمین زده می‌شود. اولین فسیل به‌دست آمده مربوط به نوعی پرنده به نام آرکتوپتریکس است که هم صفات خزندگان و هم خصوصیات پرنندگان را توأمأ داشت. پرنندگان از مفیدترین جانوران برای انسانند و می‌بایست آنها را دوست و یار دیرینه انسان دانست. نیمی از فضای سبز جهان را پرنندگان به‌وجود آورده‌اند. با انتقال دادن بذور و قلم گیاهان و نیز کمک به گرده‌افشانی و به‌وجود آوردن ارقام گیاهی جدید سبب گسترش و انبوهی جامعه گیاهی می‌گردند. با تغذیه از حشرات آفت باعث کاهش جمعیت آفات می‌شوند. نقش گنجشک در کاهش جمعیت سن و ملخ از قدیم برای بشر شناخته شده بود، برخی از پرنندگان از کنه‌های دامی نیز تغذیه می‌کنند.

پرنندگان به دو دسته تقسیم می‌شوند : ۱- نورمرغان یا پرنندگان حقیقی که حدود ۸۶۰۰ گونه دارند. ۲- دیرینه مرغان. از رده نورمرغان می‌توان به ماکیان، غازها، شترمرغ، بوقلمون، مرغ شاخدار، کبوتران و گنجشک‌ها اشاره کرد.

خصوصیات عمومی پرنندگان

- ۱- بدن از پر پوشیده شده است.

- ۲- خونگرم اند (دمای بدن آنها ثابت است).
 - ۳- دندان ندارند و دارای منقار شاخی هستند.
 - ۴- دست‌ها تبدیل به بال شده است و روی پا راه می‌روند.
 - ۵- استخوان‌ها ظریف، محکم و توخالی است.
 - ۶- قلب چهارحفره‌ای و گردش خون، مضاعف و کامل است.
 - ۷- اندام‌های مولد صوت، در نای آن‌ها قرار دارد.
 - ۸- تنفس به کمک شش‌های پیوسته به کیسه‌های هوایی صورت می‌گیرد.
 - ۹- مثانه ندارند و ادرار به همراه مدفوع، دفع می‌شود.
 - ۱۰- تخم‌گذارند و بر روی تخم می‌خوابند.
 - ۱۱- لقاح داخلی دارند و مقدار اندوخته غذایی در تخم، بسیار زیاد است.
 - ۱۲- از مغز ۱۲ جفت عصب، خارج می‌شود.
- به دلایل زیر پرندگان از ماهی‌ها و دوزیستان و خزندگان، تکامل یافته‌ترند :
- وجود پوشش مناسب در سطح بدن که از اتلاف گرما جلوگیری می‌کند.
 - قلب چهارحفره‌ای و وجود دیواره کامل در بطن‌ها که از مخلوط شدن خون حاوی اکسیژن و گاز کربنیک، جلوگیری می‌کند.
 - بالا بودن متابولیسم، کامل تر شدن حس بینایی و شنوایی و مراقبت کامل از جوجه می‌تواند از دیگر دلایل تکامل پرندگان باشد.
- اندازه پرندگان بسیار متنوع است. شترمرغ آفریقایی با ارتفاعی بیش از ۲ متر بزرگ‌ترین و مرغ مگس خوار کوبا که عرض آن ۵-۳ سانتی‌متر است (به علت کوچکی به نام پرنده مگس موسوم است) و وزنی که از چند گرم تجاوز نمی‌کند، کوچک‌ترین پرنده است.

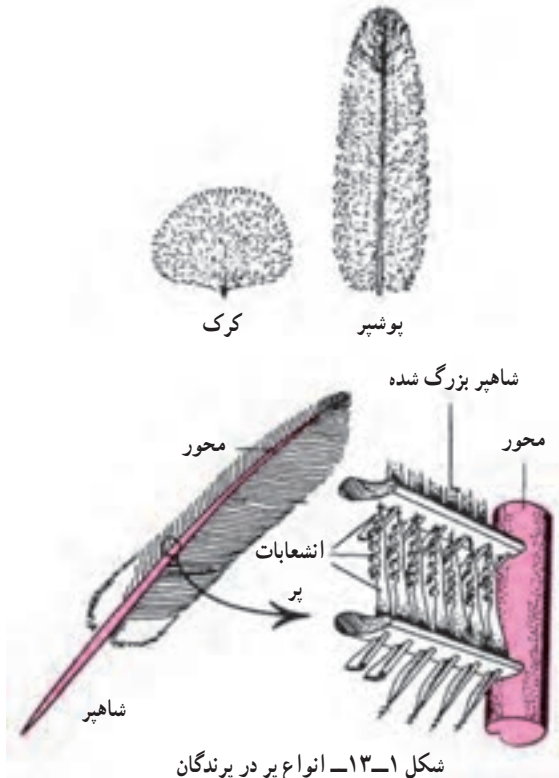
ساختمان بدن پرندگان

برای بررسی مشخصات بدن پرندگان، به تشریح مرغ خانگی می‌پردازیم :

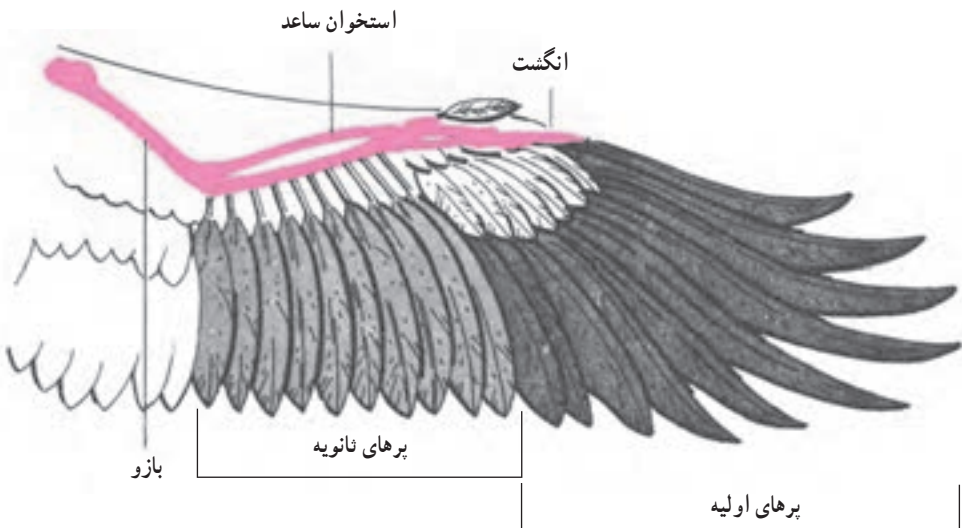
مشخصات ظاهری : بدن از سر، گردن، تنه، پاها و بال‌ها تشکیل شده است. سر نسبتاً کوچک و مشخص است. گردن دراز و از مهره‌های زیادی تشکیل شده است (حدود ۱۶ مهره). تعدد مهره‌ها، سبب آسانی چرخش گردن می‌شود.

قسمت بالای پاها ماهیچه دارد (ران) ولی قسمت پایین و کف پا فاقد ماهیچه است و تنها وتر

دارد. در هر پا چهار انگشت وجود دارد که سه انگشت به سمت جلو و یک انگشت به سمت عقب است. انگشت‌ها ناخن دارند (در برخی از پرندگان انگشت‌ها به چنگال‌های قوی ختم می‌شود). میج و کف پا دارای پولک‌های شاخی است. دم، کوتاه و از یک دسته پرهای بادبزنی تشکیل شده است. چشم‌ها دارای پلک است و علاوه بر پلک بالایی و پایینی، پرده‌ای موسوم به پلک سوم دارند که در مواقع توفان و گرد و خاک، روی چشم را می‌پوشاند. چشم‌ها داخل کره چشم ثابت است و چرخش ندارد. به این دلیل برای دیدن اطراف، سر خود را به دور و بر خود برمی‌گردانند. در زیر و پشت چشم‌ها، دو سوراخ گوش وجود دارد که به وسیله پرهای ظریف پوشیده می‌شود. پوست: پوست طیور با بدن، اتصال ضعیف دارد و فاقد هرگونه غده است (به‌جز در قسمت بالای قاعده دم و زیر بال‌های پرندگان آبی، که غدد چربی دارند). پرها: پوشش مناسب برای حفظ گرمای بدن و حفاظت از صدمات فیزیکی و مکانیکی است و در پرندگان پروازی، وسیله پرواز است. منشأ پرها، اپیدرم است. پرها، انواع مختلفی دارند (شکل ۱-۱۳) و عبارت‌اند از:



پره‌های اصلی: شاهپرها که شامل پره‌های بال و دم است. تعدادشان کمتر و طولشان بیشتر است. و روی سایر پرها را می‌پوشانند. وظیفه اصلی آنها، شرکت در عمل پرواز است (شکل ۲-۱۳). این گونه پرها، در پرندگان پروازی نظیر کرکس‌ها، از رشد زیادی برخوردار است.



شکل ۲-۱۳— ساختمان بال. دست‌های پرنده تبدیل به بال شده‌اند. استخوان‌های دست پرنده، مانند دست بازو، ساعد و انگشتان است. شاهپرها از پره‌های عمده بال هستند.

پوش پرها: تعداد آنها زیاد است و در تمام سطح بدن، دیده می‌شوند. انحنای این پرها، باعث می‌شود که به هنگام پرواز، مقاومت هوا به حداقل برسد. وظیفه آنها حفظ بدن در مقابل تغییرات دما و صدمات فیزیکی و مکانیکی نیز است.

علاوه بر اینها، پره‌های دیگری نیز هستند که به‌طور پراکنده و در زیر پره‌های کوچک، دیده می‌شوند؛ نظیر موی پرها و پره‌های سوزنی که در لایه اپیدرم فرورفته‌اند. در بدن جوجه‌های تازه از تخم درآمده، پره‌های بسیار ظریف، موسوم به کرک وجود دارد.

هر کرک دارای محور ظریفی است که در انتها، به انبوهی از رشته‌های ظریف ختم می‌شود (شکل ۱-۱۳).

ساختمان پر: هر پر از چند بخش تشکیل شده است. یک ساقه یا محور مرکزی که قاعده آن توخالی و رأس آن توپر است. قسمت توخالی به نام کالاموس و قسمت توپر راشیس است.

از هر پر، پرهای فرعی‌تری به نام ریش جدا می‌شود و ریش، به اشعاعات کوچک‌تری، به نام ریشک منتهی می‌شود. ساقه یا محور مرکزی، در پرهای بال و دم، راست و در سایر پرها، منحنی است. پرها، توسط ماهیچه‌های مخصوصی سیخ و یا باز و بسته می‌شوند. رنگ پرها، مربوط به رنگدانه‌های ملانین و لیوکروم است. ۹٪ وزن پرنده زنده را پرها تشکیل می‌دهند.

اسکلت: اسکلت پرندگان معمولاً سبک و توخالی است و کار پرواز را آسان می‌کند. استخوان‌های کاسه سر، در جوجه‌ها جدا و در پرنده بالغ به هم جوش خورده است. جمجمه، توسط یک استخوان پس‌سری (کندیل) به اولین مهره گردن (اطلس) متصل می‌شود. مهره‌های گردن، می‌توانند روی هم بلغزند ولی مهره‌های تنه محکم و تقریباً یکپارچه هستند. در پرندگان قسمت کمر، وجود ندارد و دم، دارای ۴ مهره آزاد است. دنبالچه، از چندین استخوان به هم جوش خورده، تشکیل شده است. قفسه سینه از مهره‌های پستی، دنده‌ها و جناغ سینه تشکیل می‌شود.

بال که به منزله دست‌ها است از استخوان‌های بازو و ساعد و استخوان‌های دیگر تشکیل شده است. اینها، طوری به هم متصل شده و تغییر شکل یافته‌اند تا تکیه‌گاه مناسبی برای پرواز باشند. کمر بند لگنی، شامل یک زین پهن و نازک است که با استخوان خاجی (دنبالچه) یکی شده است و از سوی شکم، کاملاً باز است و عبور تخم را آسان می‌کند.

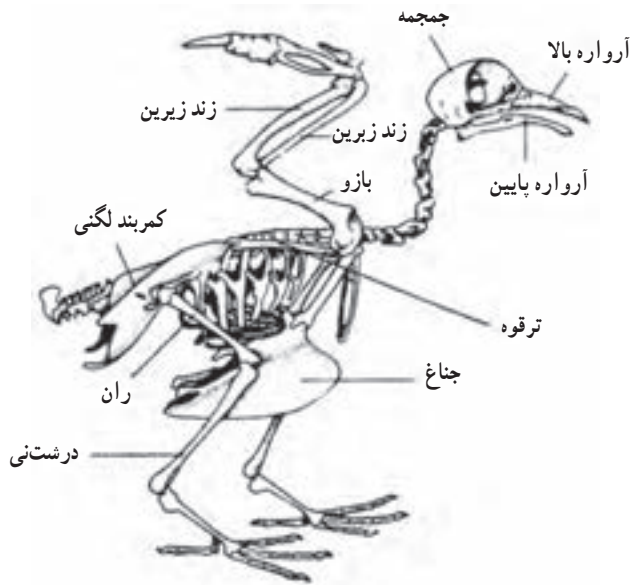
پاها از استخوان ران، درشت‌نی، نازک‌نی، استخوان مچی – کف پایی که با هم جوش خورده‌اند و استخوان زانو یا کشکک و چهار انگشت تشکیل شده‌اند.

ماهیچه‌ها: در طیور از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و در تغذیه سایر جانوران از جمله انسان نقش مهمی دارند. ماهیچه‌های سینه در حرکت بال‌ها نقش دارند و بزرگ‌ترین ماهیچه‌های بدن محسوب می‌شوند. ماهیچه‌های ران نیز رشد یافته است و در حرکات سریع پرنده، نقش دارد. پنجه‌ها و ساق پا ماهیچه ندارد و به وسیله زردپی‌هایی که به ماهیچه‌های ران متصل است باز و بسته می‌شوند و حرکت می‌کنند (شکل ۳-۱۳).

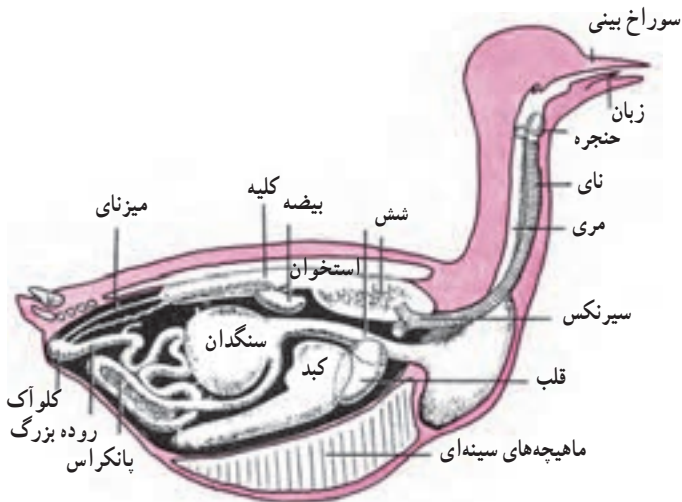
دستگاه گوارش: شامل دهان، حلق، مری، چینه‌دان، پیش‌معه، سنگدان، روده باریک، راست روده و کلواک است. غدد گوارشی، شامل لوزالمعده و کبد است.

لوزالمعده: آتریم‌های آن به هضم مواد غذایی کمک می‌کنند (شکل ۴-۱۳).

دستگاه گردش خون: قلب دارای دیواره‌های کامل است به این دلیل، خون سیاهرگی و سرخرگی (حاوی O_2 و CO_2) مخلوط نمی‌شوند. پرندگان، برخلاف مهره‌داران قبلی که دو کمان آئورتی



شکل ۳-۱۳- اسکلت پرنده



شکل ۴-۱۳- موقعیت اندام‌های داخلی در بدن پرنده از پهلو

دارند، فقط دارای یک کمان آئورتی هستند.

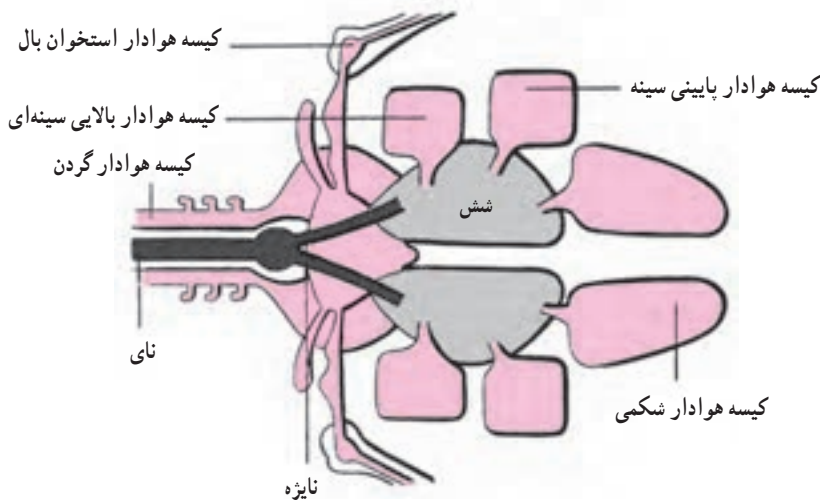
دستگاه تنفس: شامل بینی، حلق، حنجره، نای، نایژه، نایژک‌ها، شش‌ها و کیسه‌های هوایی

است.

سوراخ‌های بینی روی منقار قرار دارد و هوا از طریق آنها وارد حلق می‌شود. قسمت ابتدای نای، حجیم است و حنجره نامیده می‌شود که در آن تارهای صوتی قرار دارد.

نای، لوله‌ای غضروفی است و از تعداد زیادی حلقه‌های غضروفی تشکیل می‌شود. شش‌ها، در طیور، نسبتاً کوچک و به دنده‌ها چسبیده است. به شش‌ها ۹ کیسه هوادار متصل است و برخی از کیسه‌های هوادار، به درون استخوان‌ها کشیده شده است. کیسه‌های هوادار، با انقباض عضلات، بسته و با انبساط عضلات، منبسط می‌شود. این عمل، به تخلیه شش‌ها و جذب اکسیژن کمک می‌کند و نیز ورود هوای سرد به کیسه‌های هوادار یکی از راه‌های مقابله با گرم‌است (چرا که طیور غدد عرق ندارند و وجود عرق باعث سنگینی پرها و مانع پرواز می‌شود). بنابر عقیده دانشمندان $\frac{3}{4}$ هوای کیسه‌های هوایی صرف خنک کردن بدن می‌شود.

نیاز پرندگان به اکسیژن ۵ برابر انسان است؛ برای اینکه، پرندگان برای حفظ دمای بدن، به مقدار زیادی انرژی نیاز دارند. دمای بدن پرندگان 40° تا 42° درجه سانتی‌گراد است. حجم دستگاه تنفسی در انسان $\frac{1}{5}$ و در پرندگان $\frac{1}{2}$ حجم بدن است. تحقیقات نشان داده است که اگر ارتباط شش‌ها با کیسه‌های هوایی از بین برود پرنده به حیات خود ادامه خواهد داد؛ ولی دمای بدن افزایش خواهد یافت. ولی اگر ارتباط شش‌ها با عضلات بین دنده‌ای از بین برود، پرنده می‌میرد. چرا که تنفس صورت نمی‌گیرد (شکل‌های ۵-۱۳ و ۶-۱۳).



شکل ۵-۱۳- دستگاه تنفس پرنده



شکل ۶-۱۳- ساختمان استخوان توخالی پرنده

دستگاه عصبی : مغز، تکامل یافته است و تقریباً همه فضای جمجمه را اشغال می کند. مخچه، از رشد زیادی برخوردار است و سبب می شوند که پرندگان در پرواز و سایر اعمال حیاتی از دقت کافی برخوردار باشند.

حس بویایی ضعیف، ولی حس بینایی بسیار قوی است و فاصله های دور را به خوبی تشخیص می دهند. برخی مانند جغد، در نور بسیار کم (در شب) قادر به دیدن هستند. حس شنوایی نیز در پرندگان قوی است و گوش به وسیله پرهای ظریف پوشیده می شود.

دستگاه تولیدمثل : در نر، شامل بیضه ها و در ماده شامل تخمدان است.

بیضه ها : در خروس باریک و دراز و در دوطرف ستون فقرات قرار دارد، از هر بیضه یک لوله آوران (کانال دفران) که بسیار پیچ در پیچ است بیرون آمده است و به موازات میزناهی کشیده شده است این مجرا، در انتها، حجیم تر شده و اسپرم ها در آن ذخیره می شوند. این مجرای، به آلت تناسلی ظریف، در وسط کلواک ختم می شود.

تخمدان : در پرندگان، تخمدان راست، تحلیل رفته است و تخمدان چپ، فعال است. تحقیقات نشان داده است که اگر تخمدان چپ را بردارند، تخمدان راست فعال می شود. تخمدان، دارای یک لایه زاینده است که تعداد زیادی فولیکول تولید می کند. این فولیکول ها قبل از بلوغ کوچک اند، ولی همزمان با بلوغ بر اثر گنادوتروپ های هیپوفیز، رشد می کنند و تعداد زیادی زرده

به وجود می‌آورند. برخی از زرده‌ها بزرگترند و پس از رسیدن رها می‌شوند و به داخل شیپور می‌افتند. در مجاری تخمدان، سفیده و پوسته تشکیل و تخم کامل می‌شود. عمل لقاح قبل از تشکیل سفیده و پوسته، در شیپور، صورت می‌گیرد.

منظره تخمدان در پرندۀ بالغ مانند خوشه انگور است که دارای زرده‌هایی با اندازه متفاوت است. در سطح تخمدان، تعدادی فولیکول سفید رنگ، دیده می‌شود که نشانه تحلیل رفتن آنهاست. تعداد فولیکول قابل شمارش در تخمدان مرغ، بیش از ۱۸۰۰ عدد است و در تخمدان هزاران فولیکول ریز و غیر قابل رؤیت وجود دارد.

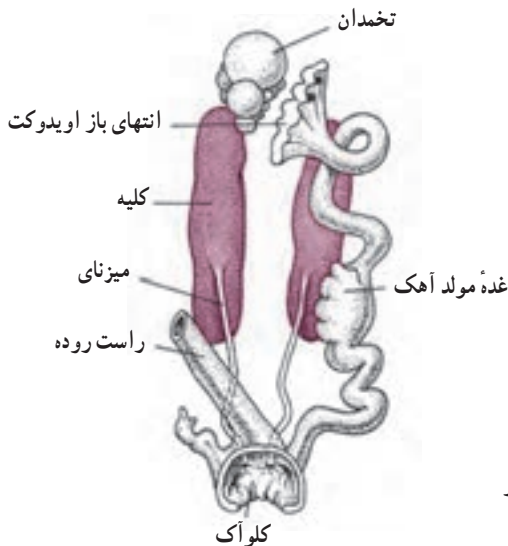
مجاری تخمدان: شامل شیپور یا قیف (فانل)، ماگنوم، ایستموس، اتروس (زهدان)، واژن و کلواک است.

ماگنوم، طولانی‌ترین بخش مجاری تخمدان است و بیش از ۳۳ سانتی‌متر طول دارد. در این قسمت، سفیده ترشح می‌شود.

در ناحیه ایستموس، دو غشاء اطراف تخم را فرامی‌گیرد ولی هنوز تخم شکل اصلی خود را نیافته است. اتاقک هوایی پس از خارج شدن تخم از کلواک، تشکیل می‌شود.

در قسمت اتروس (زهدان) غشای خارجی آهکی می‌شود. بیشترین زمان توقف تخم، در این بخش است.

قسمت واژن موکوس ترشح می‌کند تا خلل و فرج پوسته آهکی پر و عبور تخم از مجاری (کلواک) آسان شود (شکل ۷-۱۳).



شکل ۷-۱۳- دستگاه‌های تولیدمثلی و دفع ادرار در پرندۀ (مرغ)

دستگاه دفع: شامل دو کلیه سه‌بخشی است که در قسمت خلفی بدن، به ستون فقرات چسبیده‌اند. از کلیه‌ها، مجرای میزنای به کلواک ختم می‌شود (چون طیور مثانه ندارند). ادرار نیمه جامد و حاوی مقدار زیاد اسیداوریک است (پرندگان مواد زاید را به صورت اسیداوریک و پستانداران به شکل اوره دفع می‌کنند) (شکل ۷-۱۳).

طبقه‌بندی پرندگان

پرندگان را برحسب شکل منقار و پاهایشان طبقه‌بندی می‌کنند. شکل منقار، نشان می‌دهد که پرند چه می‌خورد و شکل پاها، نشان‌دهنده محل زندگی پرند است. جدول صفحه ۱۶۴ طبقه‌بندی پرندگان را نشان می‌دهد (شکل‌های ۸-۱۳، ۹-۱۳ و ۱۰-۱۳).



دانه‌خوار (گنجشک)



گوشته‌خوار قرقی



شهدخوار (مرغ مگس‌خوار)

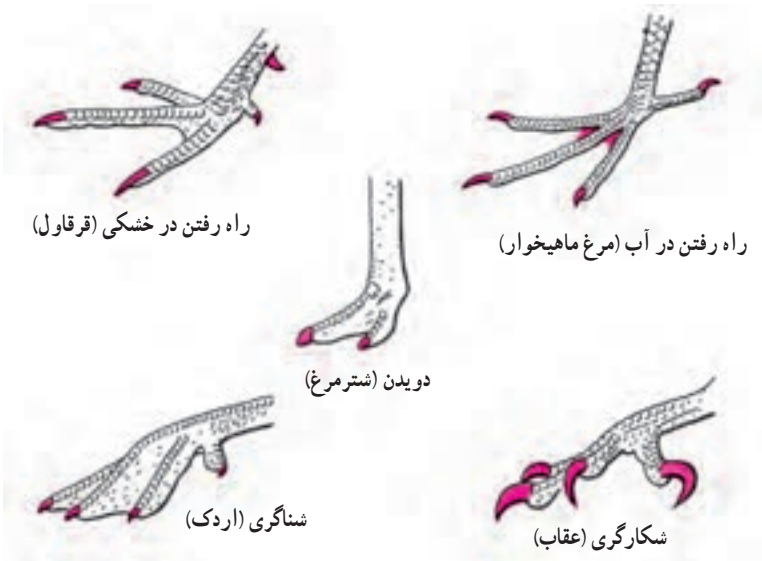


حشره‌خوار (چرخ‌ریسک)



صاف‌کننده (اردک)

شکل ۸-۱۳- تنوع منقار در پرندگان



شکل ۹-۱۳- تنوع وضعیت انگشتان در پرندگان



شکل ۱۰-۱۳- انواع پرندگان

جدول ۱-۱۳- گروه‌های مختلف پرندگان

نام راسته	ویژگی‌ها	چند مثال
شترمرغ‌ها	بزرگ‌ترین پرندگان، هر پا دارای دو انگشت قوی است قادر به پرواز نیستند.	شترمرغ
پنگوئن‌ها	بال‌های کوچک دارند که برای پارو زدن است. در سواحل قطب جنوب زندگی می‌کنند.	پنگوئن
اردک شکلان پلیکان‌ها	پاهای کوتاه، منقار پهن و بین انگشتان پا پرده دارند. منقار بزرگ کیسه‌داری دارند که آب یا لجن را در آن وارد و غذای خود را از آن جدا می‌کنند.	اردک، مرغابی، غاز، قو، پلیکان (مرغ سقا)
لک‌لک شکلان	منقار دراز و پاهای بلند دارند.	مرغ ماهیخوار، دُرنا، لک‌لک
عقاب شکلان	منقار خمیده و قوی، چنگال‌های نیرومند و چشم‌های قوی دارند.	عقاب، شاهین و کرکس
شکاریان شب	جزء شکاریان هستند. پروازشان بی صدا و چشم‌ها در جلو سر قرار دارد.	جغد
ماکیان‌ها	بال‌هایشان کوتاه، چنگال‌های قوی برای کندن زمین دارند.	مرغ، خروس، تیهو، قراول و طاووس
دارکوب شکلان	منقار قوی و دراز، از چهار انگشت پا، دوتا در جلو و دوتا در عقب، قرار دارد.	دارکوب
طوطی شکلان	منقار برگشته و قوی و زبان پهن دارند، وضع انگشتان پا مانند دارکوب شکلان است.	طوطی
کبوتر شکلان	منقار ضعیف و پاهای کوتاه دارند.	کبوتر نامه‌رسان، کبوتر وحشی
گنجشک شکلان	چنه کوچک، منقار کوتاه و جنبش زیادی دارند.	گنجشک، بلبل، قناری، سار و کلاغ

خودآزمایی

- ۱- پرندگان به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ نام ببرید و مثال بزنید.
- ۲- منشأ پرها در طیور :
الف) اپیدرم است.
ب) درم است.
ج) از مغز استخوان است.
د) از زیر اپیدرم سرچشمه می‌گیرد.
- ۳- اسکلت طیور چه ویژگی خاصی دارد؟
- ۴- دستگاه گردش خون در طیور چه تفاوت‌هایی با سایر مهره‌داران دارد؟
- ۵- در پرندگان کدام یک از حواس قوی‌تر است؟
- ۶- سیستم دفع ادرار طیور با سایر مهره‌داران چه تفاوت‌هایی دارد؟