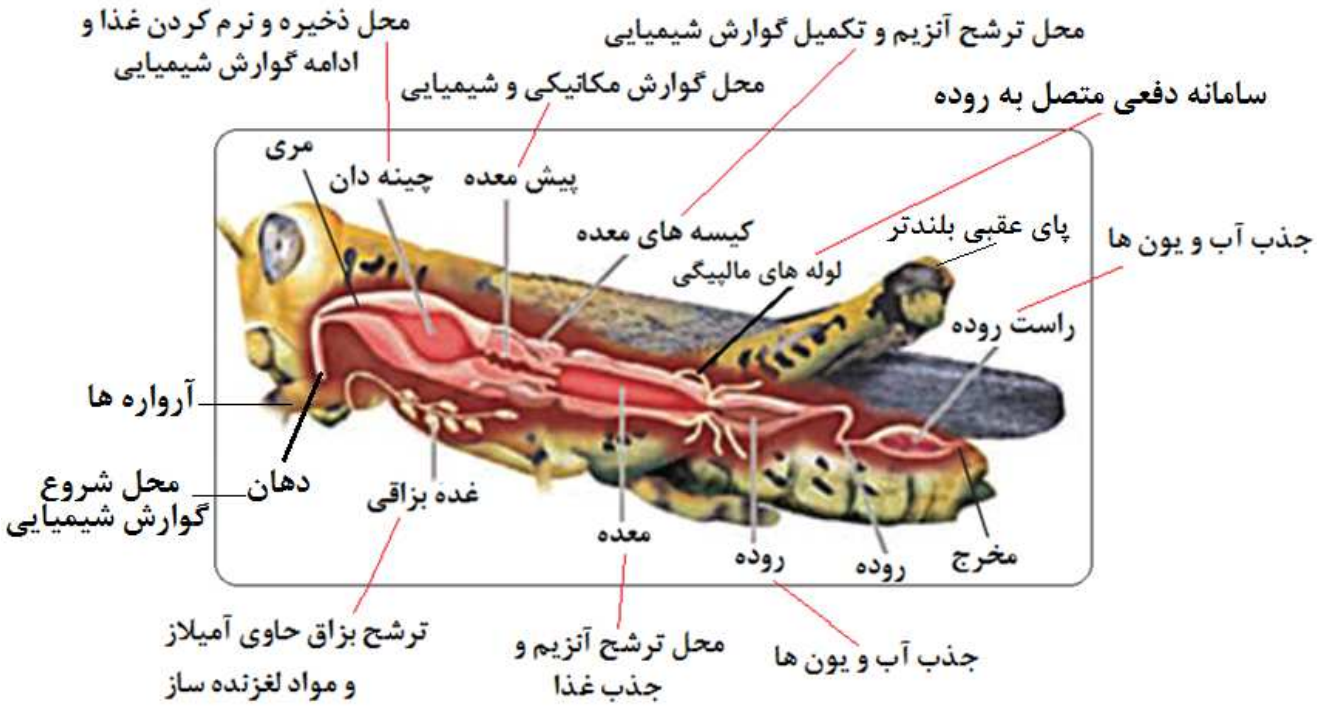
به نام خدا

یکجانویسی مباحث جانوری

(درکتب زیست شناسی دوره دبیرستان)



تهیه و تنظیم: نظام جلیلیان دبیر زیست شناسی خرمشهر

کنکور ۹۹

زیست شناسان جانداران را در پنج فرمانرو یا گروه بزرگ قرار می دهند (باکتری ها، آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران). در همه جانداران، **سلول** واحد ساختاری و عملی حیات است و می توان گفت که همه آن ها **هفت** ویژگی زیر را با هم دارند: نظم و ترتیب، هم ایستایی(هومئوستازی)، رشد و نمو، فرایند جذب و استفاده از انرژی، پاسخ به محیط، تولیدمثل و سازش با محیط. تعداد کروموزوم های جانداران مختلف (به جز باکتری ها) از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.

جدول رده بندی جانداران (برای مطالعه)

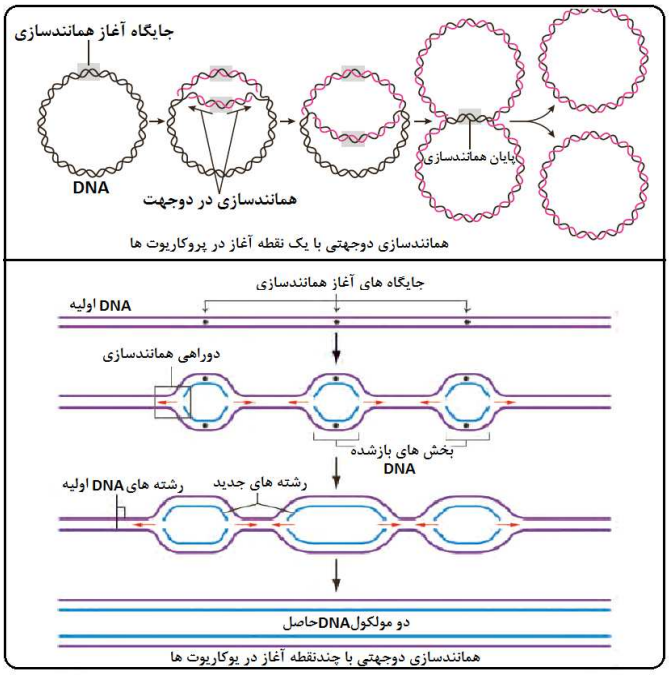
جانداران	پروکاریوت‌ها (باکتری‌ها)			آرکی باکترها (باکتری‌های باستانی)		متانوژن، هالوفیل، ترموفیل
				یوباکترها(باکتری‌های حقیقی)		کوکوس‌ها، باسیل‌ها، اسپیریل‌ها
	یوکاریوت‌ها	آغازیان		پروتوزوآ		آمیبی‌ها، مژک داران، تازک‌داران، هاگداران
				کپک مانند		کپک مخاطی سلولی، کپک پلاسمودیومی، کپک آبزی
				جلبک‌ها		جلبک‌های سبز، قرمز، قهوه‌ای، دیاتوم‌ها
		قارچ‌ها		زیگومیکوتا		کپک سیاه نان
				آسکومیکوتا		مخمر و قارچ فنجانی
				بازیدیومیکوتا		قارچ چتری، پفکی، زنگ، سیاهک
		گیاهان	بی‌آوند	خزه گیاهان		خزه، هپاتیک (جگرواش)
			آوندار	نهانزادان آوندی (سرخس‌ها)		سرخس
				بازدانگان	مخروطی	کاج، سرو
				نهاندانگان	دولپه	نخود، لوبیا، عدس
					تک لپه	گندم، جو، برنج، خرما، ذرت
		جانوران	بی‌مهره‌ها	اسفنج‌ها		شیشه‌ای، آهکی، شاخی
				کیسه‌تنان		مرجان، شقایق دریایی، عروس دریایی، هیدر
				کرم‌ها	پهن	پلاناریا، کرم کدو (تنیا)، کرم کبد
					لوله‌ای	آسکاریس، کرمک
					حلقوی	زالو، کرم خاکی، نرئیس
				نرمتنان	دوکفه‌ای‌ها	ونوس، کاردیوم
					شکم‌پایان	حلزون، لیسه
					سرپایان	نرم‌تن مرکب، هشت‌پا (اختاپوس)
				بندپایان	سخت‌پوستان	میگو، خرخاکی، دافنی، کشتی چسب
					هزارپایان	صدپا، هزارپا
					عنکبوتیان	عنکبوت، عقرب، رطیل
					حشرات	ملخ، سوسک، پروانه، بید، مورچه
				خارپوستان		توتیای دریایی، ستاره دریایی، ستاره شکننده
			مهره‌داران	ماهیان	دهان‌گرد	لامپری
					غضروفی	کوسه ماهی، سفره ماهی
					استخوانی	ماهی کپور، ماهی کفال، ماهی سفید، ماهی قرمز
				دوزیستان	دم‌دار	سمندر
					بی‌دم	وزغ، پوست زبر و خشک
						قورباغه، پوست نرم و مرطوب
				خزندگان		مارمولک، سوسمار، لاک‌پشت، مار، تمساح
				پرندگان		شترمرغ، عقاب، جغد، مرغ و خروس، سِسک، مرغ عشق، مرغ جولا، سهره
				پستانداران	تخم‌گذار	پلاتی پوس (نوک اردکی)، اکیدنه (مورچه‌خوار خاردار)
					کیسه‌دار	کانگورو، اوپاسوم
					جفت‌دار	انسان، میمون، گاو، گوسفند، لمور

پروکاریوت ها و یوکاریوت ها

بر اساس وجود یا عدم وجود غشای هسته، جانداران را در گروه **پروکاریوت** و **یوکاریوت** قرار می گیرند. در پروکاریوت ها (پیش هسته ای ها) که شامل همه باکتری ها می شوند، مولکول های وراثتی در غشا محصور نشده و کروموزوم اصلی به صورت یک مولکول DNA حلقوی است که در سیتوپلاسم قرار دارد و به غشای سلول متصل است. پروکاریوت ها علاوه بر DNA اصلی ممکن است مولکول هایی ازDNA دیگر به نام **دیسَک**(پلازمید) داشته باشند درواقع پلازمید یک مولکول DNAی دو رشته ای و خارج کروموزومی است که معمولاً درون باکتری ها والبته بعضی قارچ ها مثل مخمرها وجود دارد و می تواند مستقل از ژنوم میزبان و با کمک آنزیم های میزبان، همانندسازی کند. پلازمیدها را کروموزوم های کمکی نیز می نامند چون حاوی ژن هایی هستند که در کروموزوم اصلی باکتری وجود ندارند. مثلاً ژن مقاومت به آنتی بیوتیک در پلازمید قرار دارد.

اغلب پروکاریوت ها فقط یک جایگاه آغاز همانندسازی در DNA خود دارند. درضمن پروکاریوت های دارای یک نوع RNAپلی‌مراز و یوکاریوت ها دارای چندین نوع از این آنزیم هستند.

در یوکاریوت ها (هوهسته ای ها) که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ ها، گیاهان و جانوران را شامل می شوند DNA در هرکروموزوم به صورت خطی است و مجموعه ای **از** پروتئین ها که مهم ترین آن ها هیستون ها هستند همراه آن قرار دارند.



بیشترDNA درون هسته قرار دارد که به آن DNA هسته ای می‌گویند. در یوکاریوت ها علاوه بر هسته در سیتوپلاسم نیز مقداری DNA وجود دارد که به آن DNAی سیتوپلاسمی می گویند. این نوع از DNA که حالت حلقوی دارد در میتوکندری (راکیزه) و پلاست (دیسه) دیده می شود.

در یوکاریوت ها، آغاز همانندسازی در چندین نقطه در هر کروموزوم انجام می شود. در ضمن، تعداد جایگاه های آغاز همانندسازی در یوکاریوت ها حتی می تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود.

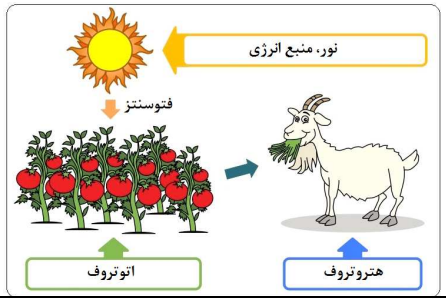
انواع جانداران بر اساس روش کسب انرژی:

جانداران را بر اساس شیوه کسب انرژی در دو گروه اتوتروف و هتروتروف قرار می دهند. اتوتروف ها ها می‌توانند با استفاده از انرژی نور خورشید یا از انرژی واکنش های اکسایشی، مواد آلی را از موادمعدنی(مثلاً CO_2و H_2O یا H_2S) بسازند اما هتروتروف ها این توانایی را ندارند.

اتوتروف ها:

گیاهان(بجز انواع کاملاً انگل مثل گُل جالیز و گیاه سِس)، برخی باکتری ها و برخی آغازیان اتوتروف اند. اتوتروف هایی که برای تبدیل مواد معدنی به مواد آلی از انرژی نور خورشید استفاده می کنند **فتوسنتزکننده** نامیده می شوند. جالب است که بخش **عمدهٔ** فتوسنتز را جاندارانی انجام می دهند که گیاه نیستند و در خشکی زندگی نمی کنند. فتوسنتزکنندها خود به دوگروه اکسیژن زا **و** غیراکسیژن زا تقسیم می شوند. همه اتوتروف ها کربن دی اکسید را تثبیت می کنند.

اتوتروف هایی که انرژی مورد نیاز برای ساختن مواد آلی از مواد معدنی را از واکنش های اکسایش به دست می آورند **شیمیوسنتزکننده** نام دارند.



هتروتروف ها : بیش از ۹۵ درصد جانداران، هتروتروف اند. همه جانوران و قارچ ها، بیشتر باکتری ها و آغازیان(مثلاً پارامسی و آمیب) و همچنین گیاهان کاملاً انگل، هتروتروف هستند. هتروتروف ها و اتوتروف ها دارای نمونه های تک سلولی و پرسلولی، یوکاریوتی و پروکاریوتی هستند.

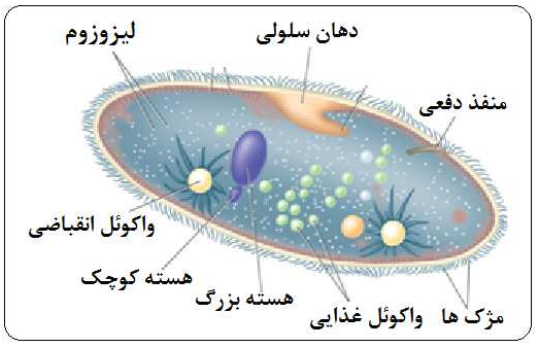
انواع جانداران بر اساس روش کسب انرژی			
اتوتروف ها	**فتوسنتزکننده** (استفاده از انرژی نورخوشید برای ساخت مواد آلی)	اکسیژن زا	این گروه با شکستن آب، گاز اکسیژن تولید می کنند. گیاهان، سیانوباکتری ها و آغازیانی همچون جلبک ها در این گروه قرار دارند. در این جانداران، رنگیزه **کلروفیل** وجود دارد، هرچند ممکن است کلروپلاست نداشته باشد مثلاً سیانوباکتری ها دارای کلروفیل a هستند اما کلروپلاست ندارند.
		غیراکسیژن زا	این گروه کربن دی اکسید را جذب می کنند، اما اکسیژن تولید نمی‌کنند؛ زیرا منبع تأمین الکترون در آن ها ترکیبی به غیر از آب مثلاً H_2S است. باکتری های گوگردی ارغوانی و سبز در این گروه جای دارند که به جای اکسیژن، گوگرد تولید می کنند. رنگیزه فتوسنتزی در این گروه، **باکتریوکلروفیل** است.
	شیمیوسنتزکننده (استفاده از انرژی واکنش های اکسایشی برای ساخت مواد آلی)	تولیدکننده نیترات	انواعی از باکتری ها هستند که در معادن، اعماق اقیانوس ها و اطراف دهانه آتشفشان های زیرآب وجود دارند و از کربن دی اکسید، مادهٔ آلی می سازند و انرژی لازم برای این کار را از اکسایش مواد معدنی به دست می آورند. به عنوان مثال، باکتری های نیترات ساز که آمونیوم را به نیترات تبدیل می کنند، از باکتری های شیمیوسنتزکننده اند. آمونیوم خاک توسط باکتری های تثبیت کننده از نیتروژن هوا یا توسط باکتری های آمونیاک ساز از مواد آلی تولید می شود.
هتروتروف ها	این گروه از جانداران، از مواد آلی به عنوان منبع انرژی استفاده می کنند و خود تولیدکننده نیستند.		
اوگلنا جانداری تک سلولی و تاژک دار و همچون جلبک ها از آغازیان فتوسنتزکننده است. این جاندار در حضور نور فتوسنتز می کند و در صورتی که نور نباشد، کلروپلاست های خود را از دست می دهد و با تغذیه از مواد آلی، ترکیبات مورد نیاز خود را به دست می آورد (زندگی هتروتروفی).			
انواعی از گیاهان **انگلی** وجود دارند که همه **یا** بخشی از آب و مواد غذایی مورد نیاز خود را از گیاهان فتوسنتزکننده دریافت می کنند یعنی برخی گیاهان انگل برخلاف گُل جالیز و گیاه سِس، زندگی کاملاً انگلی ندارند و فتوسنتز نیز انجام می دهند.			
واکنش فتوسنتز **اکسیژن زا** در گیاهان	$6CO_2 + 6H_2O + LIGHT \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$		
واکنش فتوسنتز **غیراکسیژن زا** در باکتری ها	$6CO_2 + 12H_2S + LIGHT \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$		

جانداران تک سلولی

فرمانرو گیاهان و جانوران نمونه ی تک سلولی ندارند اما همه باکتری ها، انواعی از آغازیان(مثلاً پارامسی و آمیب) و برخی از قارچ ها (مثلاً مخمر) تک سلولی اند. در تک سلولی ها به دلیل اندازه کوچک، نسبت سطح به حجم زیاد است. در ادامه، جانداران تک سلولی مورد بررسی قرار می گیرند:

پارامسی: برخی تک سلولی ها **مواد مغذی** را از سطح سلول و به طور مستقیم از محیط جذب می کنند(مثلاً آمیب) اما در پارامسی که گوارش درون سلولی دارد جذب مواد غذایی با واکوئل گوارشی و از منطقه ای خاص به نام **دهان سلولی** انجام می‌گیرد و دفع نیز از محل **منفذدفعی** انجام می شود.

دراین مژکدار، حرکت مژک ها غذا را از محیط اطراف به حفره دهان منتقل می کند. در این حفره، مژک ها بلندترند. در انتهای حفره، ذرات غذا با روش اندوسیتوز و با صرف ATP وارد سلول می شوند و **واکوئل غذایی** تشکیل می شود. واکوئل غذایی درون سیتوپلاسم حرکت می کند. اندامکی به نام کافنده تن (لیزوزوم)، که دارای آنزیم های گوارشی است به آن می پیوندد و آنزیم های خود را به درون واکوئل غذایی آزاد می کند. در نتیجه، **واکوئل گوارشی** تشکیل می شود.



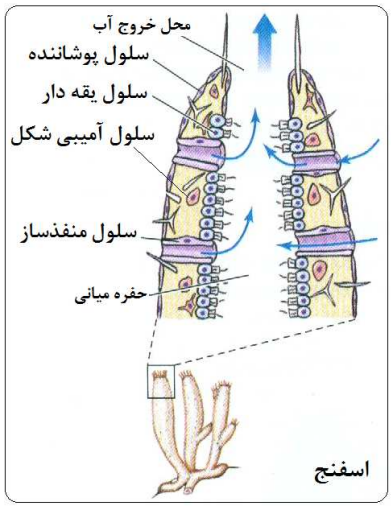
مواد گوارش یافته، جذب می شوند و مواد گوارش نیافته در واکوئل باقی می‌مانند. به این واکوئل، **واکوئل دفعی** می گویند. محتویات این واکوئل از راه **منفذ دفعی** پارامسی خارج می شود.

در پارامسی همانند سایر تک سلولی ها گازهای تنفسی می توانند مستقیماً بین سلول ها و محیط مبادله شوند. از طرفی هر چند در بسیاری از تک سلولی ها تنظیم اسمزی با کمک انتشار انجام می شود اما در برخی دیگر مانند پارامسی، آبی که در نتیجه اُسمز وارد می شود به همراه مواد دفعی توسط کُریچه های انقباضی(دو عدد) و با صرف ATP دفع می شود.

جاندارن پرسلولی

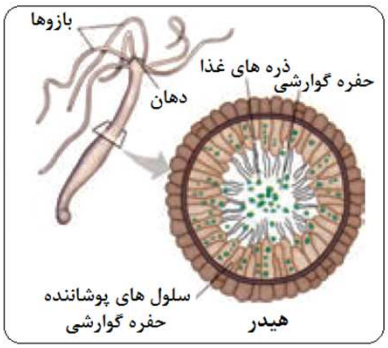
اسفنج ها: اسفنج ها ساده ترین جانورانِ بی مهره هستند. اسفنج ها سامانه انتقال ویژه ای دارند. دراسفنج ها به جای گردش درونی مایعات، آب از محیط بیرون از طریق سوراخ های دیواره به حفره یا حفره هایی وارد، و پس از آن از سوراخ یا سوراخ های بزرگ تری خارج می شود. عامل حرکت آب سلول های یقه دار هستند که **تاژک** دارند. طبق شکل، حداقل چهار نوع سلول در اسفنج ها وجود دارد.

مرجان ها(کیسه تنان)



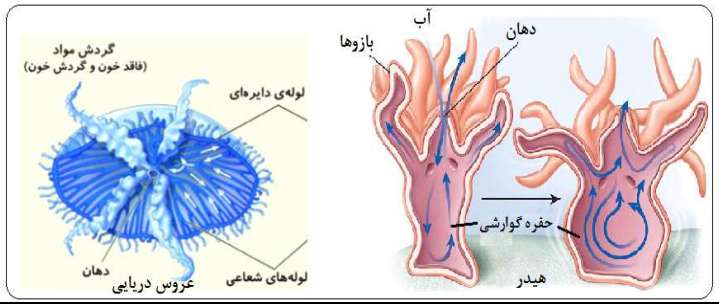
بسیاری از جانوران، درون بدن خود جایگاه ویژه ای (**حفره گوارشی** و **لوله گورشی**) برای گوارش غذا دارند. این جایگاه در خارج از محیط داخلی یعنی خارج از خون و سلول های بدن است؛ به این ترتیب، آنزیم های گوارشی در این جایگاه ریخته می شوند و غذا، گوارش برون سلولی پیدا می کند.

گوارش در بی مهرگانی مانند مرجان ها (هیدر، عروس دریایی و شقایق دریایی)، در کیسه منشعبی به نام حفره گوارشی انجام می شود. این حفره فقط یک سوراخ برای ورود و خروج مواد دارد. گردش مواد نیز درون همین کیسه و انشعابات آن انجام می شود. سلول هایی در این حفره، آنزیم هایی ترشح می کنند که فرایند **گوارش برون سلولی** را آغاز می کنند. سلول های این حفره، مواد مغذی را با بیگانه خواری(فاگوسیتوز) دریافت می کنند و فرایند **گوارش درون سلولی** را در واکوئل های غذایی و با دخالت لیزوزوم ها ادامه می دهند. در هیدر، اغلب سلول های لایه داخلی دارای تاژک هستند. در این جاندار غذا توسط بازوها به دهان وارد می شود.



در برخی کرم های پهن، نظیر پلاناریا، کیسه گوارشی منشعبی وجود دارد و روش مشابهی در تغذیه مشاهده می شود.

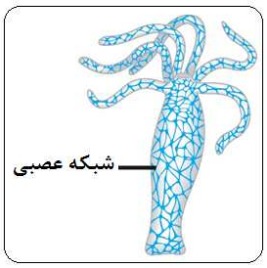
در مرجانیان مثل هیدر آب شیرین، کیسه گوارشی پر از مایعات علاوه بر **گوارش، وظیفه گردش مواد** را نیز بر عهده دارد. در عروس دریایی، این سامانه انشعاب های متعددی دارد که به گردش مواد در چتر و بازوهای جانور کمک می کند. در این جانوران حرکات بدن **نیز** به جابه جایی مواد کمک می کند.



ساختار اسکلت درجانوران متفاوت است، ولی می توان انواع اسکلت در جانوران را به سه گروه آب ایستایی(هیدرواستاتیک)، بیرونی و درونی طبقه بندی کرد.اسکلت آب ایستایی در اثر تجمع مایع درون بدن به آن شکل می دهد. عروس دریایی اسکلت آب ایستایی دارد.

در این جانوران، با فشار جریان آب به بیرون، جانور به سمت مخالف حرکت می کند. این حالت مانند حرکت بادکنک هنگام خالی شدن هوای آن است و باعث رانده شدن بادکنک در خلاف جهت خروج هوا می شود.

تنفس: همانطوریکه اشاره شد در جانورانی که همه سلول های بدن آنها به محیط بیرون دسترسی دارند مثل کرم پهن یا هیدر آب شیرین، **گازهای تنفسی** می توانند مستقیماً بین سلول ها و محیط با انتشار مبادله شوند. اما در سایر جانوران، ساختارهای تنفسی ویژه ای (تنفس نایدیسی، پوستی، آبششی و ششی) مشاهده می شود که ارتباط سلول های بدن را با محیط فراهم می کنند.



دستگاه عصبی: ساده ترین ساختار عصبی، **شبکهٔ عصبی** در هیدر است. این شبکهٔ عصبی مجموعه ای از نورون هایی پراکنده در دیواره بدن هیدر و بازوهای آن است که با هم ارتباط دارند بنابراین دستگاه عصبی هیدر فاقد تقسیم بندی محیطی و مرکزی است. در هیدر، تحریک هر نقطه از بدن جانور در همهٔ سطح آن منتشر می شود. شبکهٔ عصبی سلول های ماهیچه ای بدن را تحریک می کند.

شقایق دریایی که از مرجان هاست بازوهایی دارد که با تحریک مکانیکی(تماس) آن ها را منقبض می کند. اما به حرکت مداوم آب پاسخ نمی دهد زیرا حرکت آب، محرک تکراری است و سود و زیانی برای آن ندارد لذا رفتار **عادی شدن** (خوگیری) شکل می گیرد.

کرم ها

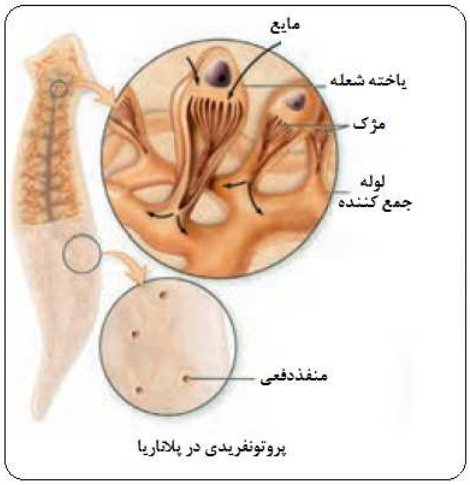
کرم های پهن: بی مهرگانی مانند کرم کدو، کرم کبد و پلاناریا را شامل می شوند. در این گروه گازهای تنفسی می توانند مستقیماً بین سلول ها و محیط با انتشار مبادله شوند. در برخی کرم های پهن، نظیر پلاناریا، روش تغذیه مشابه تغذیه در هیدر است یعنی در کیسه منشعبی به نام حفره گوارشی انجام می شود(گوارش برون سلولی و سپس درون سلولی). این حفره فقط یک سوراخ برای ورود و خروج مواد دارد. در کرم های پهن آزادزی مثل پلاناریا، انشعابات حفره گوارشی به تمام نواحی بدن نفوذ می کند به طوری که فاصله انتشار مواد تا سلول ها بسیار کوتاه است. در این جانوران حرکات بدن به جابه جایی مواد کمک می کند. بنابراین در مرجانیان و کرم های پهن دستگاه گوارش و دستگاه گردش مواد یکی هستند.

کرم کدو دهان و دستگاه گوارش ندارد و انگل است این جاندار مواد مغذی آماده را از سطح بدن جذب می کند در واقع عمل گوارش را جاندار دیگری انجام می دهد. این کرم بدنی بند بند دارد و بندها هم اندازه نیستند.

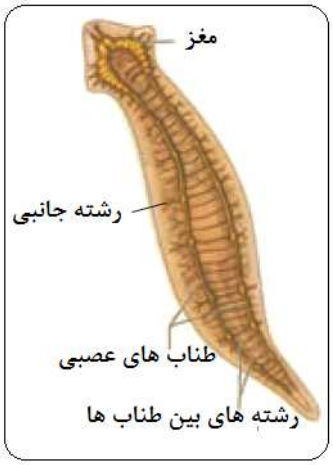
دستگاه دفعی: بیشتر بی مهرگان دارای ساختار مشخصی برای دفع مواد هستند که می توان به نفریدی (پروتونفریدی و متانفریدی)، دفع آبششی، غدد شاخکی و لوله های مالپیگی اشاره کرد.

نفریدی لوله ای است که با منفذی به بیرون باز می شود و برای **دفع**، **تنظیم اسمزی** یا **هر دو** مورد به کار می رود. در پلاناریا سامانه دفعی نوعی نفریدی به نام **پروتونفریدی** است که کار اصلی آن، دفع آب اضافی است. در پلاناریا بیشتر دفع نیتروژن، از طریق **سطح بدن** انجام می شود.

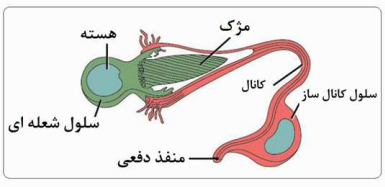
سامانه دفعی پروتونفریدی از سلول های شعله ای، منافذ دفعی و شبکه ای از لوله ها وکانال ها تشکیل شده است. در طول کانال های پروتونفریدی، سلول های شعله ای (با هسته درشت در یک انتها) قرار دارند.



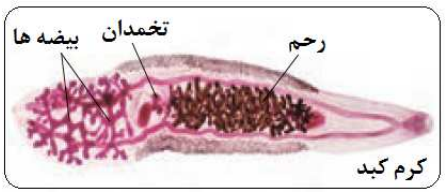
پروتونفریدی در پلاناریا



مایعات بدن از فضای بین سلولی به سلول های شعله ای وارد می شوند و ضربان مژه های این سلول ها (که ظاهری شبیه شعله شمع دارند) مایعات را به کانال های دفعی (لوله های جمع کننده) هدایت و از منافذ دفعی خارج می کند.



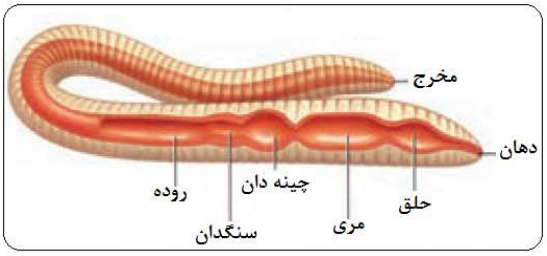
دستگاه عصبی: در پلاناریا دو گره عصبی در سر جانور، مغز را تشکیل داده اندکه شبیه به نعل اسب است. هر گره مجموعه ای از جسم سلول نورون هاست. دو طناب عصبی(فاقد جسم سلولی) متصل به مغز که در طول بدن جانورکشیده شده اند، با رشته هایی به هم متصل اند و ساختار **نردبان مانندی** را ایجاد می کند. این مجموعه بخش مرکزی دستگاه عصبی جانور است. **رشته های جانبی** متصل به آن نیز، بخش محیطی دستگاه عصبی را تشکیل می دهند. در ضمن در مهره داران یک طناب پشتی و در حشرات یک طناب شکمی دیده می شود.



تولید مثل: در برخی جانوران که نرماده یا هرمافرودیت نامیده می شوند یک فرد هر دو نوع دستگاه تولیدمثلی نر و ماده را دارد. در کرم های پهن مثل کرم کبد، هر فرد تخمک های خود را بارور می کند(حالت خودلقاحی).

کرم های حلقوی: بی مهرگانی مانند کرم خاکی و زالو را شامل می شوند. از نظر **تبادل گازهای تنفسی**، بی مهرگانی نظیر کرم خاکی که در محیط های مرطوب زندگی می کنند از تنفس پوستی استفاده می کنند. کرم خاکی دارای شبکه مویرگی زیرپوستی با مویرگ های فراوان است و گازها را با هوای درون فضاهای خالی بین ذرات خاک، تبادل می کند

در **لوله گوارش** کرم خاکی معده وجود ندارد. غذا پس از ورود به دهان، وارد حلق شده و از طریق مری به چینه دان وارد می شود،چینه دان محل ذخیره و نرم کردن غذاست و به جانور امکان می دهد تا با دفعاتِ کمترِ تغذیه، انرژی مورد نیاز خود را تأمین کند. غذا پس از چینه دان وارد سنگدان شده و گوارش مکانیکی در سنگدان **آغاز** می‌گردد. سپس غذا وارد روده می شود. در روده، گوارش مکانیکی ادامه یافته و گوارش شیمیایی نیز آغاز می شود. در روده مواد غذایی جذب شده و در نهایت مواد **گوارش نیافته** از طریق مخرج دفع می گردد.



کرم لوله ای: با شکل گیری لوله گوارش که از دهان، شروع و به مخرج منتهی می شود در فاصله **بین بخش خارجی این دستگاه و دیواره داخلی بدن**، فضایی شکل می گیرد که سلوم یا حفره عمومی بدن نامیده می شود.

در بی مهرگانی مثل کرم های لوله ای، حفره عمومی بدن با **مایعی** پر می شود که از آن برای انتقال مواد استفاده می شود.

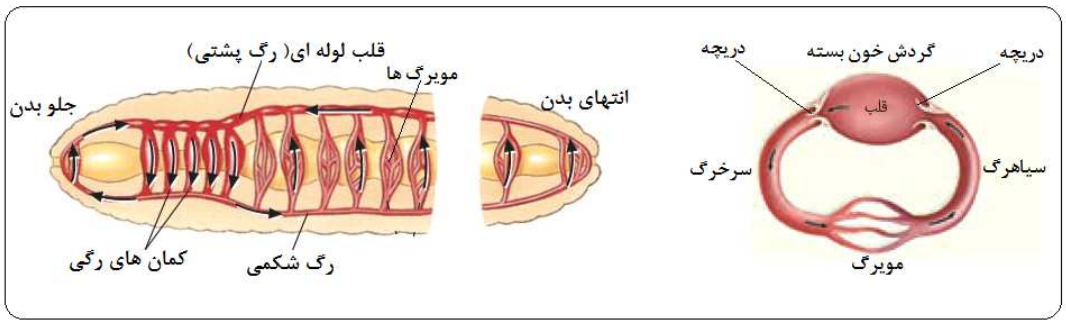
کرم لوله ای و مقطع بدن آن

دستگاه گردش مواد:

در جانورانی که پیچیده تر از اسفنج ها، هیدر،کرم پهن پلاناریا و کرم های لوله ای هستند **دستگاه اختصاصی** برای گردش مواد شکل می گیرد که در آن مایعی برای جابه جایی مواد وجود دارد. در این جانوران، دو نوع سامانهٔ گردش مواد (**سامانه گردش باز و بسته**) مشاهده می شود.

در **سامانهٔ گردش باز**، قلب مایعی به نام **همولنف** را به حفره های بدن پمپ می کند. همولنف نقش های خون، لنف و آب میان بافتی را بر عهده دارد این جانوران مویرگ ندارند و همولنف مستقیماً به فضای بین سلول های بدن وارد می شود و در مجاورت آن ها جریان می یابد. بندپایان و بیشتر نرم تنان سامانهٔ گردشی باز دارند.

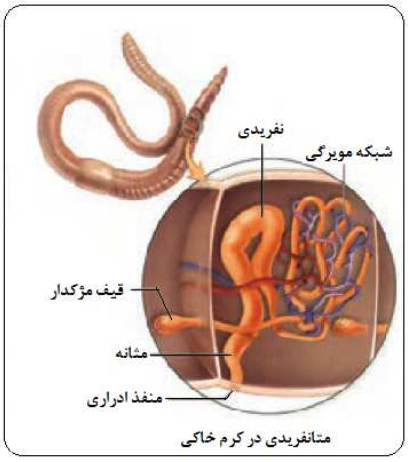
در **سامانه گردش خون بسته**، مویرگ ها در کنار سلول ها و با کمک آب میان بافتی، تبادل مواد غذایی، دفعی و گاز ها را انجام می دهند. **ساده ترین** گردش خون بسته در کرم خاکی دیده می شود. در این بی مهره، رگ پشتی به صورت **قلب اصلی** عمل می کند(قلب لوله ای) و خون را به جلو می راند. در قسمت جلویی بدن، ۵ جفت کمان رگی در اطراف لوله گوارش(بخش مری) به صورت قلب کمکی عمل می کنند و خون را به سمت پایین و سپس از طریق رگ شکمی به عقب می رانند. بنابراین رگ پشتی و کمان های رگی خون را پمپ می کنند. در ضمن، مویرگ ها در همه قسمت های بدن، بین رگ پشتی و شکمی وجود دارند.

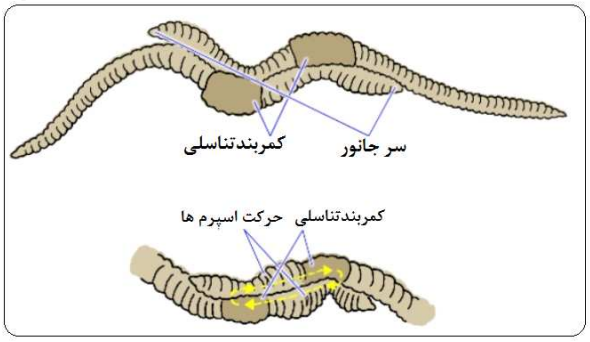


سامانه دفعی: درکرم خاکی سامانه دفعی نوعی نفریدی به نام **متانفریدی** است. بدن کرم خاکی از حلقه هایی تشکیل شده که هر کدام یک جفت متانفریدی دارند. متانفریدی لوله ای است که در جلو، قیف مژک دار و در نزدیک انتها، دارای مثانه است که به منفذ ادراری در خارج از بدن ختم می شود. دهانهٔ این قیف به طور مستقیم با مایعات بدن ارتباط دارد(دهانه قیف باز است). درکرم خاکی بخش هایی از متانفریدی، توسط شبکه مویرگی احاطه شده است. درضمن، بخش قیف مژکدار هر نفریدی در قطعه مجاور(به سمت سر) قرار گرفته است و در دفع مواد آن قطعه نقش دارد. در بیشتر کرم های حلقوی و نرم تنان سامانه دفعی متانفریدی وجود دارد در ضمن، بیشتر نرم تنان سامانهٔ گردشی باز دارند.

تولید مثل:

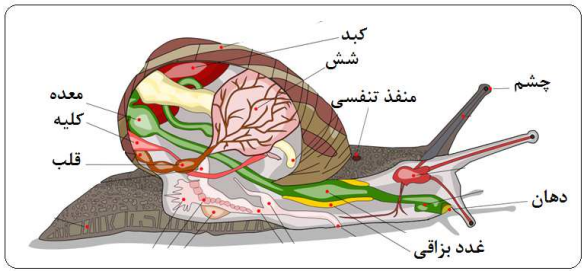
درکرم خاکی نیز همانند کرم های پهن، نرمادگی (هرمافرودیت) دیده می شود. در مورد کرم های حلقوی، مثل کرم خاکی، لقاح دو طرفی انجام می شود؛ یعنی وقتی دو کرم خاکی به صورت برعکس در کنار هم قرار می گیرند، اسپرم های هر کدام تخمک های دیگری را بارور می سازد(لقاح داخلی).





نرم تنان

جانورانی همچون حلزون، لیسه، هشت پا و دوکفه ای ها را شامل می شوند. بیشتر نرم تنان سامانه گردش خون باز دارند. از طرفی نرم تنان سامانه دفعی متانفریدی دارند که برخلاف کرم خاکی در **آنهایی** که گردش خون باز دارند با مویرگ احاطه نشده و در تماس با همولنف است. نرم تنانی مانند حلزون و لیسه که از بی‌مهرگان خشکی زی هستند و برای تنفس از شش استفاده می‌کنند. حلزون اسکلت خارجی دارد.

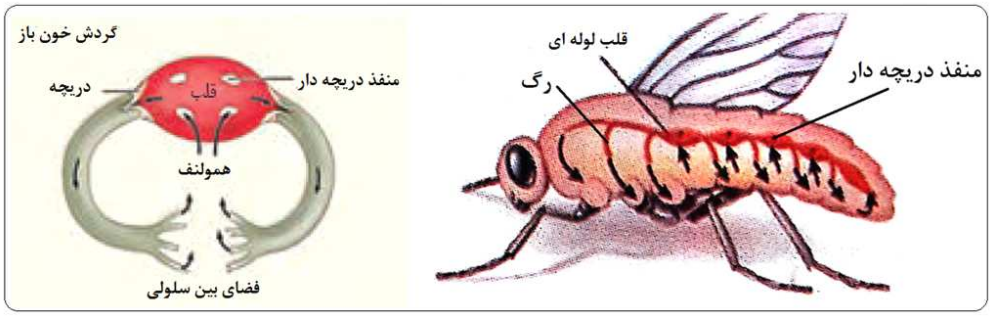


بندپایان

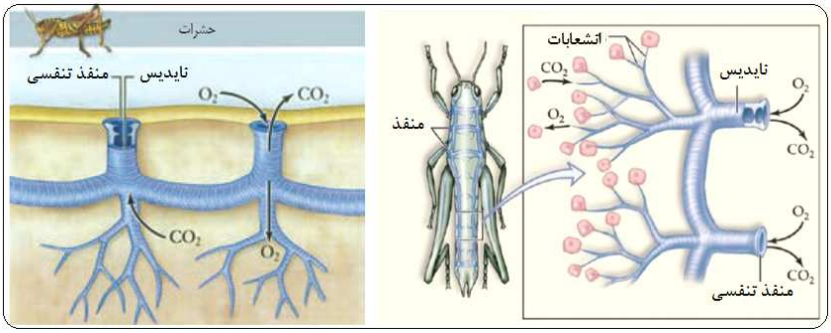
این گروه از بی مهرگان سخت پوستان، هزارپایان، عنکبوتیان و حشرات را شامل می شوند. همه بندپایان دارای سامانه گردش خون باز هستند.

دستگاه گردش مواد: بندپایان و بیشتر نرم تنان سامانه گردشی باز دارند. در سامانه گردش خون باز، قلب دارای منافذ دریچه دار است که هنگام انقباض بسته می شوند و خون از طریق رگ هایی که **در ابتدای** آن دریچه وجود دارد از قلب خارج می شود در هنگام انبساط قلب، دریچه منافذ قلب باز می شوند تا همولنف از طریق منافذ(نه سیاهرگ) به قلب بر گردد.

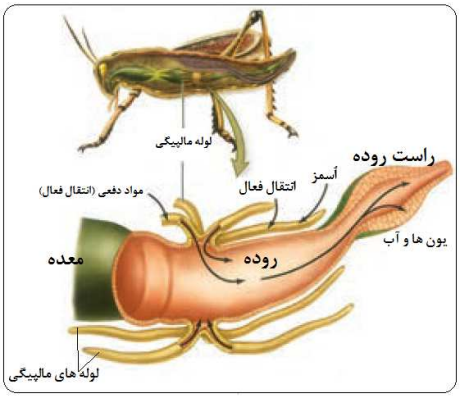
در حشرات، **قلب لوله ای** همولنف را از طریق رگ ها به درون حفرهایی (سینوس ها) پمپ می کند. تبادل مواد بین سلول ها و همولنف انجام شده و همولنف از طریق منافذ دریچه دار به قلب برمی گردد. دریچه های منافذ در هنگام انقباض قلب، بسته هستند. در حشرات دستگاه گردش مواد در انتقال گاز تنفسی نقشی ندارد.



دستگاه تنفس: در بی مهرگان خشکی زی مانند **حشرات** و صدپایان **تنفس نایدیسی** وجود دارد. نایدیس ها، لوله های منشعب و مرتبط به هم هستند که که از طریق منافذ تنفسی سطح بدن، به خارج راه دارند و **معمولاً** ساختاری جهت بستن منافذ دارند که مانع از هدر رفتن آب بدن می شود منافذ تنفسی در ابتدای نایدیس قرار دارد. نایدیس به انشعابات کوچک تری تقسیم می شود. اشعابات پایانی، که در کنار تمام سلول های بدن قرار می گیرند، بن بست بوده و دارای مایعی است که تبادلات گازی را ممکن می کند. چون متوسط فاصلهٔسلول ها از نایدیس های انتهایی، چند میکرون است، گازها بین نایدیس و سلول های بدن از طریق **انتشار** مبادله می شوند. این نوع تنفس در بی مهرگان خشکی زی مانند حشرات و صدپایان وجود دارد و چون در این جانوران دستگاه گردش مواد، نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد بنابراین پروتئین ناقل اکسیژن مثل هموگلوبین هم ندارند.



سامانه دفعی درحشرات: حشرات سامانه دفعی متصل به روده به نام **لوله های مالپیگی** دارند این لوله های انتها بسته، در تماس مستقیم با همولنف هستند. ابتدا یون های پتاسیم وکلر با انتقال فعال از همولنف به لوله های مالپیگی ترشح، و در پی آن آب از طریق اسمز وارد این لوله ها می شود. سپس اوریک اسید به صورت فعال به لوله های مالپیگی ترشح می‌شود. محتوای لوله های مالپیگی **به** روده، تخلیه و با عبور مایعات در روده، آب و یون ها **بازجذب** می شوند (**جذب** یون های غذا هم صورت می گیرد). اوریک اسید از طریق روده به همراه مواد دفعی دستگاه گوارش دفع می شود.



دستگاه عصبی :

در حشرات **مغز** از چند گره به هم جوش خورده تشکیل شده است. یک طناب عصبی شکمی که در طول بدن جانور کشیده شده است، در هر بند از بدن، یک گره عصبی دارد. هر گره فعالیت ماهیچه های آن بند را تنظیم می کند.

حواس: درحشرات **چشم مرکب** دیده می شود. چشم مرکب از تعداد زیادی واحد بینایی تشکیل شده است. هر واحد بینایی، یک قرنیه، یک عدسی و تعدادی گیرندهٔ نوری دارد. برخلاف انسان، قرنیه در تماس مستقیم با عدسی است و زلالیه دیده نمی‌شود. هر یک از این واحد ها تصویر کوچکی از بخشی از میدان بینایی را ایجاد می کنند. دستگاه عصبی جانور، این اطلاعات را یکپارچه و تصویری **موزاییکی** ایجاد می کند.گیرنده های نوری برخی حشرات مانند زنبور، پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت می کنند. زنبور از فرومون ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می کند. درحشراتی همچون مگس،**گیرنده های شیمیایی** در موهای حسی روی پا های آن قرار دارند. مگس ها به کمک این گیرنده ها انواع مولکول ها را تشخیص می دهند.

روی هر یک از پای های جلویی جیرجیرک یک محفظهٔ هوا وجود دارد که پردهٔ صماخ روی آن کشیده شده است(در مجموع دو محفظه). لرزش پرده در اثر امواج صوتی، **گیرنده های مکانیکی** را که در پشت پرده قرار دارند تحریک و جانور صدا را دریافت می کند. درضمن، صدای جیرجیرک نر، اطلاعاتی مانند گونه و جنسیت را به اطلاع جیرجیرک ماده می رساند.

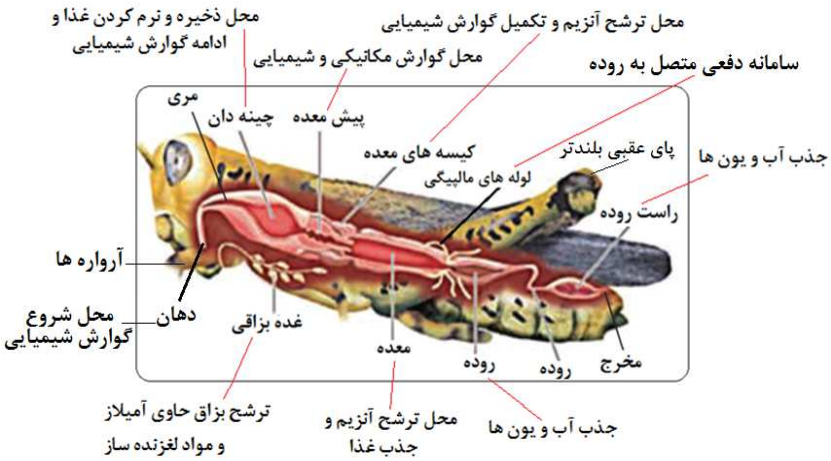
حشرات و سخت پوستان نمونه هایی از جانوران دارای **اسکلت بیرونی** هستند. در این جانوران، اسکلت علاوه بر کمک به حرکت، وظیفهٔ حفاظتی هم دارد. با افزایش اندازهٔ جانور، اسکلت خارجی آن هم باید بزرگ تر و ضخیم تر شود. بزرگ بودن اسکلت خارجی، باعث سنگین تر شدن آن می شود که در حرکات جانور محدودیت ایجاد می کند. به همین علت، اندازهٔ این جانوران از حدّ خاصی بیشتر نمی شود

دستگاه گوارش: حشرات لوله گوارش دارند. این لوله در اثر تشکیل مخرج، شکل می گیرد و امکان جریان یک طرفه غذا را بدون مخلوط شدن غذای گوارش یافته و مواد دفعی فراهم می کند. در نتیجه، دستگاه گوارش **کامل** شکل می گیرد.

بخش های لوله گوارش **ملخ** عبارتند از:

دهان: ملخ حشره ی گیاه خواری است که با استفاده از آرواره ها، مواد غذایی را خرد و **به** دهان **منتقل** می کند. بزاق، غذا را برای عبور از دستگاه گوارش لغزنده می کند. آمیلاز ترشح شده از **غدد** بزاقی، گوارش شیمیایی کربوهیدرات ها را در دهان آغاز می کند.

مری: غذای خرد شده از طریق مری به چینه دان وارد می شود.



چینه دان: بخش حجیم انتهای مری و حجیم ترین بخش لوله گوارش ملخ است و در آن غذا ذخیره و نرم می شود. این بخش در بالای غدد بزاقی قرار گرفته است. گوارش شیمیایی کربوهیدرات ها در چینه دان ادامه می یابد.

پیش معده : غذا پس از چینه دان به بخش کوچکی به نام پیش معده وارد می شود. دیواره پیش معده دندانه هایی دارد که به خرد شدن بیشتر مواد غذایی(گوارش مکانیکی) کمک می کنند.

معده و کیسه های معده: معده و کیسه های معده، آنزیم هایی ترشح می کنند که به پیش معده وارد می شوند. بنابراین در پیش معده گوارش شیمیایی نیز صورت می گیرد. حرکات مکانیکی پیش معده و عملکرد آنزیم ها، ذرات ریزی ایجاد می کنند که به کیسه های معده وارد و گوارش برون سلولی **کامل** می شود. جذب، **در معده** صورت می گیرد.

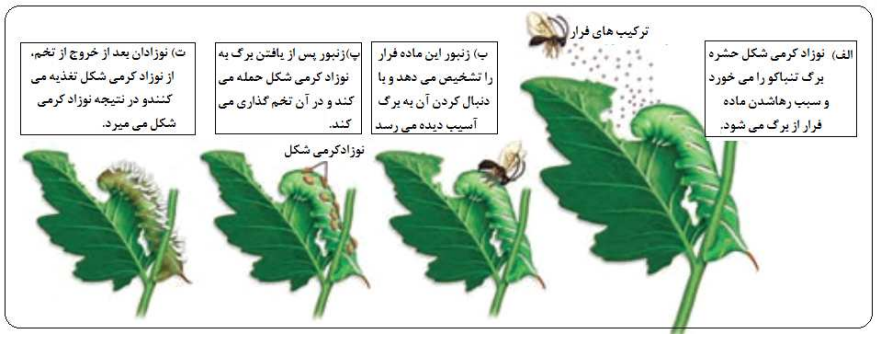
روده و راست روده: مواد گوارش نیافته پس از عبور از روده به راست روده وارد و آب و یون های آن جذب می شوند و سرانجام مدفوع از مخرج دفع می شود. در ملخ بخش ابتدایی روده **قطر** بیشتری نسبت به بخش انتهایی آن دارد.

مخرج: محلی برای خروج مدفوع و ادرار جانور است زیرا لوله های مالپیگی که سامانه دفعی ملخ هستند مواد دفعی مثلاً اوریک اسید را به روده می ریزد. اوریک اسید از طریق روده به همراه مواد دفعیِ دستگاه گوارش، دفع می شود.

حشرات و گیاهان:

انواعی از حشرات همچون زنبورهای عسل گل هایی را گرده افشانی می کنند که شهد آنها قند فراوانی داشته باشد؛ همچنین این گل ها علائمی دارند که فقط در نور فرابنفش دیده می شوند و زنبور را به سوی شهد گل هدایت می کنند. گرده افشانی درخت آکاسیا نیز وابسته به زنبورهاست. در مجموع اکثر گرده افشان ها، حشره اند. در ضمن حشرات عامل انتقال ویروس HIV نیستند.

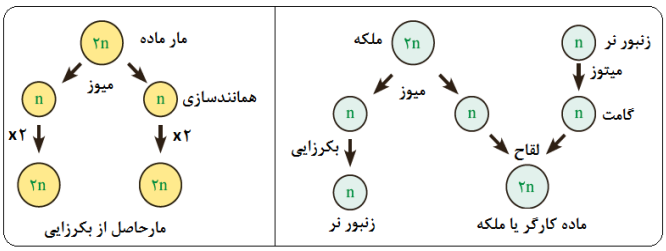
برخی حشرات آفت گیاهان هستند و برخی دیگر به از بین بردن آفت در گیاهان کمک می کنند. همین طور که در شکل زیر می بینید، نوزاد کرمی شکلِ حشره در حال خوردن برگ تنباکو است. از سلول های آسیب دیده برگ، ترکیب فراری متصاعد می‌شود که نوعی زنبور وحشی آن را شناسایی می کند. زنبور ماده ای که در آن اطراف زندگی می کند، با ردیابی این مواد، خود را به نوزاد کرمی شکل می رساند و روی آن تخم می گذارد. نوزادان زنبور بعد از خروج، از تخم از نوزاد کرمی شکل تغذیه می کنند و در نتیجه آن را می کشند. نتیجه این رویداد کاهش جمعیت حشره آفت است.



نوعی **مورچه** نیز با درخت آکاسیا همزیستی دارد. مورچه از درخت محافظت کرده و حتی به پستانداران کوچک و گیاهان دارزی نیز حمله می کند. البته این مورچه ها به زنبورهای گرده افشان حمله نمی کنند زیرا وقتی گل های آکاسیا باز می شوند، نوعی ترکیب شیمیایی تولید و منتشر می کنند که با فراری دادن مورچه ها مانع از حملهٔ آن ها به زنبورهای گرده افشان می شود. در این زندگی همزیستی، هر دو جاندار سود می برند، درخت محافظت می شود و برای مورچه زیستگاه و غذا فراهم می گردد.

بکرزایی در زنبور

بکرزایی نوعی دیگر از تولید مثل جنسی است و برای مثال، در زنبورعسل و بعضی مارها دیده می شود. در این روش، فرد ماده گاهی اوقات به تنهایی تولید مثل می کند. در این حالت، یا تخمک بدون لقاح شروع به تقسیم می کند و موجود تک لاد (هاپلوئید) را به وجود می آورد (در زنبور عسل). یا از روی پکروموزوم های تخمک یک نسخه ساخته می شود تا کروموزوم های تخمک دو برابر شوند و سپس شروع به تقسیم می کند و موجود دولاد (دیپلوئید) را به وجود می‌آورد (در برخی مارها).



در زنبور عسل نر همه گامت ها حاصل تقسیم **میتوز** هستند و از نظر ژنی یکسانند. بنابراین در زنبور نر مراحل تقسیم میوز، تشکیل تتراد و کراسینگ اور اتفاق نمی افتد.در ضمن در یک کندو همه زنبورهای کارگر، نازا و ماده هستند و از نظر ژنی ۷۵ درصد به یکدیگر شبیه اند. زنبورهای کارگر، نگهداری و پرورش زاده های ملکه را انجام می دهند در واقع، زنبورهای عسل کارگر رفتار دگرخواهی دارند، دگرخواهی رفتاری است که در آن یک جانور بقا و موفقیت تولید مثلی جانور دیگری را با هزینهٔ کاسته شدن از احتمال بقا و تولیدمثل خود، افزایش می دهد. بنابراین زنبور عسل کارگر برخلاف ملکه خودش تولیدمثل نمی کند اما با پرورش زاده های ملکه بطور غیرمستقیم ژن های خود را به نسل بعد منتقل می کند(فصل آخر در زیست شناسی دوازدهم).

استفاده از حشرات در مطالعه شیره پرورده

یکی از راه های استخراج شیره پرورده استفاده از برخی حشرات، مانند شَته است. شته از شیره پرورده تغذیه می کند، این حشرات خرطوم دهانی خود را تا محل آوند های آبکشی در پوست فرو می کنند. برای جمع آوری شیره پرورده، نخست آنها را بی حس می کنند و سپس خرطوم آنها را قطع می کنند شیره پرورده از خرطوم بریده شده به بیرون تراوش می کند. برای تعیین **سرعت** و **ترکیب** شیره پرورده می توان از شته استفاده کرد.

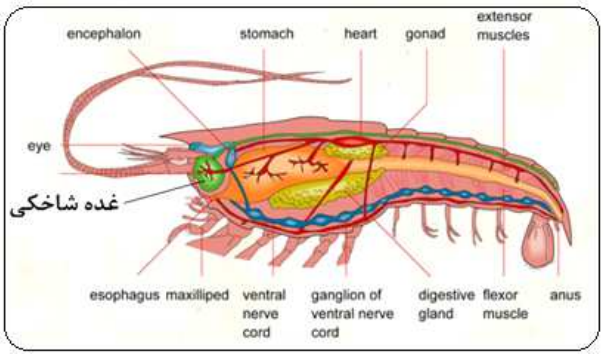
	گروه	مثال	ویژگی
انواع بی مهرگان	اسفنج ها	اسفنج	دارای سامانه انتقال ویژه، دارای حفره یا حفره های بدن خود با سلول یقه دار. دارای اسکلت داخلی و فاقد ساختار تنفس ویژه.
	مرجان ها	هیدر عروس دریایی شقایق دریایی	دارای حفره گوارشی منشعب با یک منفذ، دارای گوارش برون سلولی و درون سلول، دارای اسکلت آب ایستایی، دارای شبکه عصبی، فاقد ساختار تنفس ویژه (جذب گازهای تنفسی با انتشار توسط سلول ها)
	کرم پهن	پلاناریا کرم کدو کرم کبد	در پلاناریا (آزادزی): حفره گوارشی منشعب و گوارش برون سلولی و درون سلولی است. دفع مواد نیتروژن دار عمدتاً با پوست و کمی با پروتونفریدی انجام می شود. دارای دستگاه عصبی مرکزی (مغز نعل اسبی با دو طناب عصبی موازی و رشته های ارتباط دهنده این دو طناب) و محیطی(رشته های جانبی متصل به طناب ها). کرم کدو انگل است. دهان و دستگاه گوارش ندارد. کرم کبد : هرمافرودیت و دارای خودلقاحی است. کرم های پهن ساختار تنفسی ویژه ندارند و گاز های تنفسی بین سلول و محیط مبادله می شوند.
	کرم حلقوی	کرم خاکی	تنفس پوستی و دارای شبکه مویرگی زیرپوستی با مویرگ های فراوان، دارای لوله گوارش بدون معده ، شروع گوارش در سنگدان، دارای ساده ترین دستگاه گردش خون بسته با یک قلب لوله ای در پشت و پنج جفت قلب کمکی در اطراف مری، دارای سامانه دفعی متانفریدی، هرمافرودیت اما دارای دگرلقاحی و لقاح داخلی،
	کرم لوله ای	آسکاریس	حفره عمومی بدن با مایعی پر شده که از آن برای انتقال مواد استفاده می شود.
	نرم تنان	حلزون لیسه	تنفس ششی، بیشتر آنها دارای گردش خون بازند و همولنف دارند. بیشتر کرم های حلقوی و نرم تنان متانفریدی دارند.
	بندپایان (گروه سخت پوستان)	میگو خرچنگ	دارای گردش خون باز و اسکلت خارجی اند. دفع مواد دفعی نیتروژن دار با انتشار ساده از آبشش هاست. برخی مانند میگوها و خرچنگ ها دارای غدد شاخکی هستند.
	بندپایان (گروه حشرات)	شته ملخ زنبور مگس جیرجیرک	دارای گردش خون باز و اسکلت خارجی اند. دفع اوریک اسید با لوله های مالپیگی متصل به روده انجام می شود. دارای مغز تشکیل شده از چند گره به هم جوش خورده و دارای یک طناب عصبی شکمی که در هر بند از بدن، دارای یک گره عصبی است. چشم مرکب دارند و تصویر موزاییکی ایجاد می شود. لوله گوارش دارند. درحشرات و صدپایان تنفس نایدیسی وجود دارد و دستگاه گردش مواد، نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد. گیرنده های نوری زنبور، پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت می کنند و زنبور از فرومون ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می کند. زنبور عسل بکزایی می کند و جانور نر هاپلوئید، و با میتوز گامت می سازد. مگس دارای گیرنده های شیمیایی در موهای حسی روی پاهای خود است. جیرجیرک گیرنده مکانیکی برای درک امواج صوتی دارد. اکثر گرده افشان ها، حشره اند.
	خارپوستان	ستاره دریایی	دارای ساده ترین آبشش ها که برجستگی های کوچک و پراکنده پوستی هستند. اولین سلول های بیگانه خوار با مطالعه لارو ستاره دریایی شناسایی شد.

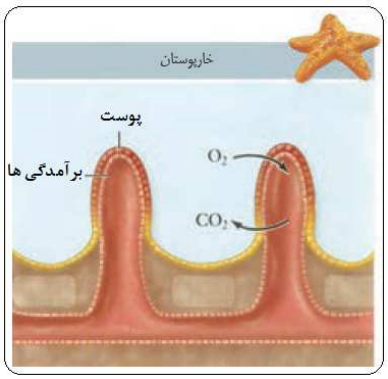
سامانه دفعی در سخت پوستان

در **سخت پوستان**(میگو، خرخاکی ، خرچنگ، دافنی و کشتی چسب) مواد دفعی نیتروژن دار با انتشار ساده، از اندام تنفسی (آبشش ها) دفع می شوند. البته برخی از سخت پوستان مثل میگوها وخرچنگ ها غدد شاخکی(غدد سبز) نیز دارند. مایعات دفعی تحت تاثیر فشار همولنف از حفره عمومی به این غده تراوش و از منفذ دفعی نزدیک شاخک، دفع می شوند.

ستاره دریایی

ساده ترین آبشش ها، برجستگی های کوچک و پراکنده پوستی هستند، مانند آبشش های ستارهٔ دریایی. در سایر بی مهرگان، آبشش ها به نواحی خاص محدود می شوند. اولین سلول های بیگانه خوار با مطالعه لارو ستاره دریایی توسط ایلیا مچنیکوف کشف شد. ستاره دریایی از بی مهرگانی است که در گروه خارپوستان قرار دارد.





ایمنی در بی مهرگان: همهٔ جانوران ایمنی غیر اختصاصی دارند، اما ایمنی اختصاصی اساساً در مهره داران دیده می شود. با وجود این، سازوکارهایی در بی مهرگان یافت شده است که مشابه ایمنی اختصاصی عمل می کنند. به عنوان مثال، در مگس میوهٔ، مولکولی کشف شده است که می تواند به صدها شکل مختلف درآید و آنتی ژن های مختلفی را شناسایی کند. مطالعات دانشمندان دربارهٔ دستگاه ایمنی بی مهرگان در سال های اخیر، شباهت های بیشتری با مهره داران را نشان داده است. این گونه مطالعات ما را در درک بهتر نحوهٔ پیدایش ایمنی اختصاصی یاری خواهد کرد.

مهره داران

این گروه شامل ماهیان، دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران هستند. همه مهره داران کلیه دارند که ساختار متفاوت، ولی عملکرد مشابهی درمیان آنها دارد. مهره داران همچنین سیستم گردش خون بسته دارند که خون در آن تحت فشار است. این فشار، خون را از غشاها به کلیه ها تراوش می کند. همهٔ جانوران ایمنی غیر اختصاصی دارند، اما ایمنی اختصاصی اساساً در مهره داران دیده می شود.

در مهره داران یک طناب عصبی پشتی دارند که بخش جلویی آن برجسته شده و مغز را تشکیل می دهد. طناب عصبی درون سوراخ مهره ها و مغز درون جمجمه ای غضروفی، یا استخوانی جای گرفته است. در مهره داران نیز مانند انسان، دستگاه عصبی شامل دستگاه عصبی مرکزی و محیطی است. در بین مهره داران اندازهٔ نسبی مغز پستانداران و پرندگان (نسبت به وزن بدن) از بقیه بیشتر است.

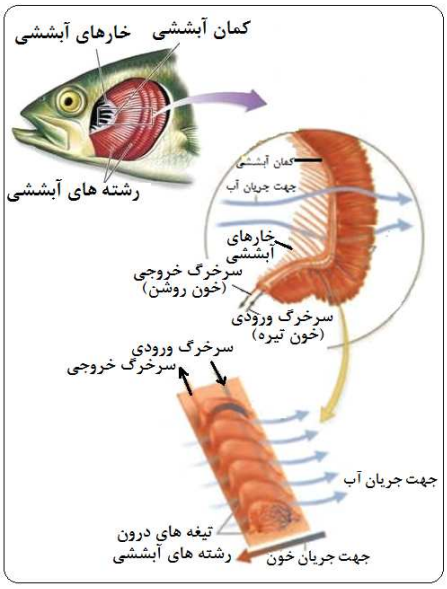
ماهیان

این مهره داران شامل ماهیان استخوانی و غضروفی می شوند. در بین مهره داران، ماهیان بالغ و نوزاد دوزیستان آبشش دارند. تبادل گاز از طریق سطوح آبشش، بسیار کارآمد است.

آبشش در ماهیان بالغ

هر آبشش ماهی از تعدادی کمان آبششی تشکیل شده است. به سمت مقعر هر کمان آبششی، خارهای آبششی و به سمت محدب آن رشته های آبششی متصل شده است. خارهای آبششی از خروج مواد غذایی از شکاف آبششی جلوگیری می کنند. در ساختمان هر رشته آبششی تیغه های آبششی موازی وجود دارد که دارای شبکه مویرگی هستند. به هر رشته آبششی از طریق یک سرخرگ،

خون تیره وارد و پس از تشکیل شبکه مویرگی در تیغه های آبششی و تبادل اکسیژن با فرایند انتشار، خون روشن از طریق یک سرخرگ دیگر خارج می شود. جهت حرکت آب، عمود بر جهت حرکت خون در سرخرگ ها اما مخالف جهت جریان خون در تیغه های آبششی است. این **جریان مخالف**، سبب انتشار بیشتر اکسیژن به خون و کسب اکسیژن بیشتر از آب نسبت به حالت جریان هم جهت آب و خون می شود. درضمن، سرخرگ ورودی به آبشش ها که دارای خون تیره است از قلب منشا می گیرد و پس از خروج از آبشش ها بدون برگشت به قلب، مستقیماً به سمت اندام ها می رود (همانند گردش خون در کپسول بومن در کلیه، در دو سمت شبکه مویرگی، سرخرگ وجود دارد البته برخلاف کلیه، خون ورودی با خون خروجی متفاوت است).



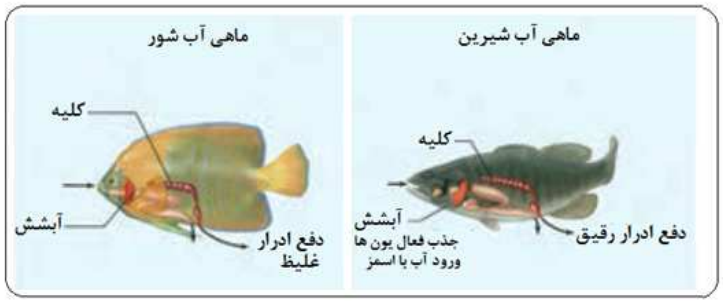
در ماهیان **آب شیرین** جذب نمک و یون ها با انتقال فعّال از آبشش ها انجام می‌شود و درماهیان **آب شور** برخی از یون ها از طریق سلول های آبشش و برخی، توسط کلیه به صورت ادرار غلیظ دفع می شوند.

تنظیم اسمزی در ماهیان

در مهره داران برای مقابله با مسائل تنظیم اسمزی **انواعی** از راهکارها وجود دارد و بیشتر آنها سازگاری هایی در دستگاه ادراری است. **همه** مهره داران کلیه دارند که ساختار متفاوت، ولی عملکرد مشابهی درمیان آنها دارد.

ماهیان **غضروفی**(مثل کوسه ها و سفره ماهی ها) علاوه بر کلیه ها، دارای غدد راست روده ای هستند که محلول نمک (سدیم کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می کنند. در حشرات نیز محتویات لوله های مالپیگی به روده تخلیه می شوند.

در ماهیان **استخوانی آب شیرین** فشار اسمزی مایعات بدن از آب بیشتر است بنابراین آب می تواند وارد بدن شود. برای حل مشکل:



۱) معمولاً آب زیادی نمی نوشند.

۲) بدن آنها با ماده مخاطی ای پوشیده شده است که مانع ورود آب به بدن می شود.

۳) این ماهی ها حجم زیادی از آب را به صورت ادرار رقیق دفع می کنند در این ماهیان جذب نمک و یون ها با انتقال فعّال از آبشش هاست.

در**ماهیان دریایی**، آب تمایل به خروج از بدن دارد. برای حل این مشکل و جبران آب، این ماهیان مقدار زیادی آب می نوشند. در این ماهیان برخی از یون ها از طریق سلول های آبشش و برخی، توسط کلیه به صورت ادرار غلیظ دفع می شوند.

گردش خون در ماهی

تمام مهره داران، سامانه گردشی بسته دارند. گردش خون در مهره داران به صورت ساده (در ماهی و نوزاد دوزیستان) و یا مضاعف (در سایر مهره داران) است

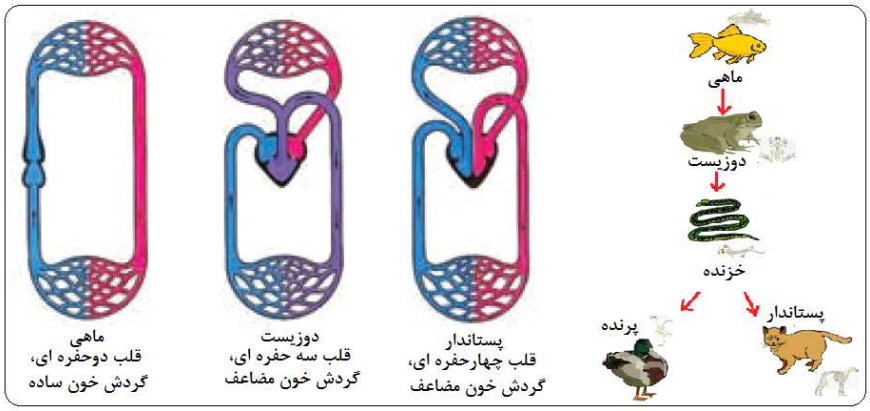
الف) گردش خون ساده :

در گردش خون ساده، خون ضمن یک بار گردش در بدن، **یک بار** از قلب دو حفره ایِ آن عبور می کند. مزیّت این سیستم، انتقال یکباره خون اکسیژن دار به تمام مویرگ های اندام هاست. در ماهی ها و نوزاد دوزیستان، فقط خون تیره از قلب عبور می کند.

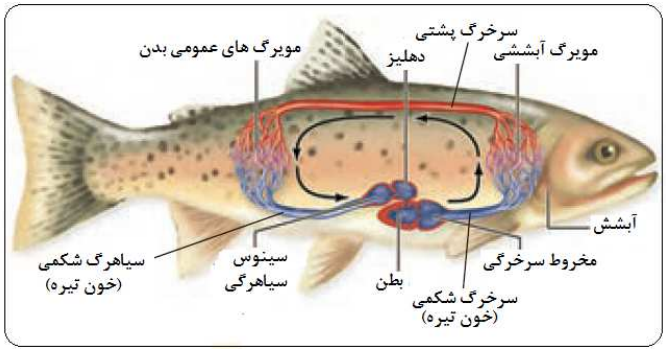
ب) گردش خون مضاعف:

درگردش مضاعف، که در سایر مهره داران (دوزیستان بالغ، خزندگان، پرندگان و پستانداران) دیده می شود، خون ضمن یک بار گردش در بدن، **دو بار** از قلب عبور می کند. در این سامانه، قلب به صورت **دو تلمبه** عمل می کند: یک تلمبه با فشار **کمتر** برای تبادلات گازی و تلمبه دیگر با فشار **بیشتر** برای گردش عمومی، فعّالیت می کند.

گردش خون در ماهی



قلب ماهی، دوحفره ای است و از یک دهلیز و یک بطن با دیواره ضخیم، تشکیل شده است قبل از دهلیز، سینوس سیاهرگی و بعد از بطن، مخروط سرخرگی وجود دارد. در سه قسمت دریچه ی یک طرفه وجود دارد: بین سینوس سیاهرگی ـ دهلیز، بین دهلیز ـ بطن و بین بطن ـ مخروط سرخرگی. در ماهی، خون تیره ی تمام بدن از طریق سیاهرگ شکمی وارد دهلیز و سپس وارد بطن می شود. انقباض بطن، خون را ازطریق سرخرگ شکمی به آبشش ها می فرستد. پس از تبادل گازهای تنفسی، خون بدون برگشت مستقیم به قلب، از طریق سرخرگ پشتی به تمام بدن و پس از تبادل مویرگی با سلول های بدن وارد سیاهرگ شکمی می شود و سپس به قلب بر می گردد، در انسان خون پس از دستگاه تنفس

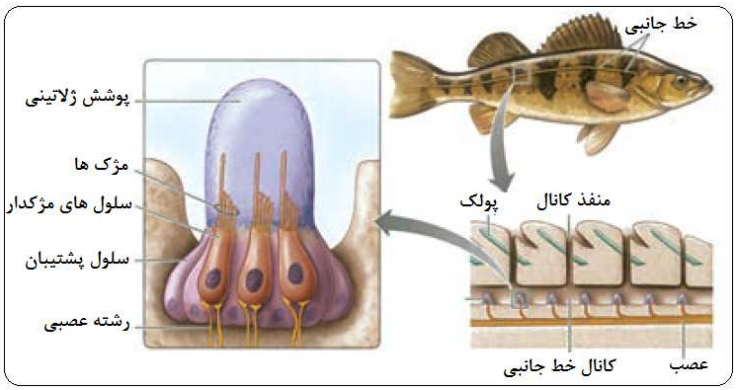


اول به قلب بر می گردد و سپس به سمت اندام ها پمپ می‌شود. در ماهی قلب آبشش ها در دو طرف سر و قلب در سطح شکمی قرار دارد و با خون روشن تغذیه می شود.در ضمن، رگ پشتی خون به سمت دُم و رگ شکمی به سمت سر حرکت می دهد. برای مشاهده گردش خون در آزمایشگاه می‌توان از در باله دمی ماهی استفاده کرد.

گیرنده های مکانیکی خط جانبی ماهی

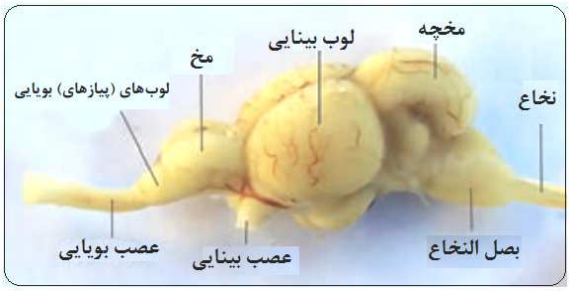
در دو سوی بدن ماهی ها ساختاری به نام خط جانبی وجود دارد. این ساختارکه بالاتر از باله سینه ای قرار دارد،کانالی در زیر پوست جانور است که از راه سوراخ هایی با محیط بیرون ارتباط دارد. درون کانال، تجمعاتی از سلول های مژک داری (نوعی گیرنده مکانیکی) وجود دارد که به هر کدام از سلول ها، دو رشته عصبی متصل است. همه این رشته ها باهم از طریق یک عصب به دستگاه عصبی مرکزی منتقل می شوند. درکنار گیرنده های مکانیکی، همچون جوانه های چشایی ما سلول های پشتیبانِ بدون مژک که تعداد بیشتری دارند نیز دیده می شود.

سلول های مژکدار به ارتعاش آب حساس اند. مژک های این سلول ها با ماده ای ژلاتینی در تماس اند. جریان آب درکانال، مادۀ ژلاتینی و در نتیجه مژک ها را به حرکت در آورده و بدین ترتیب، حرکت مادۀ ژلاتینی سلول های گیرنده را تحریک می کند. ماهی به کمک خط جانبی از وجود اجسام و جانوران دیگر (شکار و شکارچی) در پیرامون خود آگاه می شود. مژهای سلول های مژکدار هم اندازه نیستند و بطور کامل با ماده ژلاتینی پوشیده شده اند و برای حرکت آن ها ATP مصرف نمی شود.



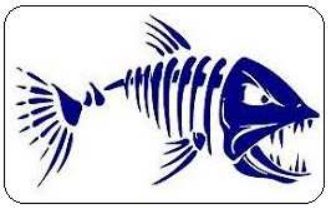
مغزدر ماهی

تصویر زیر مغزِ ماهی را نشان می دهد که در آن لوب های (پیازهای) بویایی نسبت به کل مغز جانور از لوب های بویایی انسان بزرگ تر است. لوب های بویایی که در شکل می بینید، محل دریافت پیام های عصبی از گیرنده های بویایی است. در ماهی لوب بینایی بزرگ ترین بخش مغز است که بین مخ و مخچه قرارگرفته است در مغز ما چنین لوبی وجود ندارد. در انسان، پردازش اطلاعات بینایی در لوب پس سری انجام می گیرد.



اسکلت ماهی

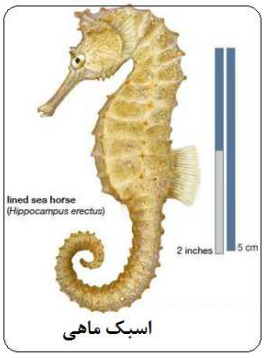
مهره داران اسکلت درونی دارند. در انواعی از ماهی ها مانند کوسه ماهی، جنس این اسکلت از نوع غضروفی است، ولی در سایر مهره داران استخوانی است که غضروف نیز دارد. ساختار استخوان در این جانوران بسیار شبیه ساختار استخوان انسان است. در ضمن موادغذایی دودی شده مثل گوشت و ماهی دودی از عوامل مهم سرطان زایی اند.



لازم به ذکر است که جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود می توانند از جایی به جای دیگری حرکت کنند. شیوه های حرکتی در جانوران بسیار متنوع است. شنا کردن ، پروازکردن، دویدن و خزیدن، نمونه هایی از این حرکات اند. با این وجود، اساس حرکت در جانوران **مشابه** است؛ برای حرکت در یک سو، جانور باید نیرویی در خلاف آن وارد کند. برای انجام حرکت، جانوران نیازمند ساختار های اسکلتی و ماهیچه ای هستند.

نحوه لقاح

در آبزیان مثل ماهی ها، دوزیستان و بی مهرگان آبزی **لقاح خارجی** دیده می شود. در این روش، والدین گامت های خود را در آب می ریزند و لقاح در آب صورت می گیرد. برای افزایش احتمال برخورد گامت ها، والدین تعداد زیادی گامت را هم زمان وارد آب می کنند. برای هم زمان شدن ورود گامت ها به آب عوامل متعددی دخالت دارد **از** جمله دمای محیط محیط، طول روز، آزاد کردن مواد شیمیایی توسط نر یا ماده یا بروز بعضی رفتارها مثل رقص عروسی در ماهی ها. البته در برخی ماهی ها مثلاً کوسه و اسبک ماهی، **لقاح داخلی** دیده می شود.



اسبک ماهی

در**اسبک ماهی** جانور ماده، تخمک را به درون حفره ای در بدن جنس نر منتقل می کند. لقاح در بدن نر انجام می شود و جنس نر، جنین ها را در بدن خود نگه می دارد، پس از طی مراحل رشد و نموی، نوزادان متولد می شوند.

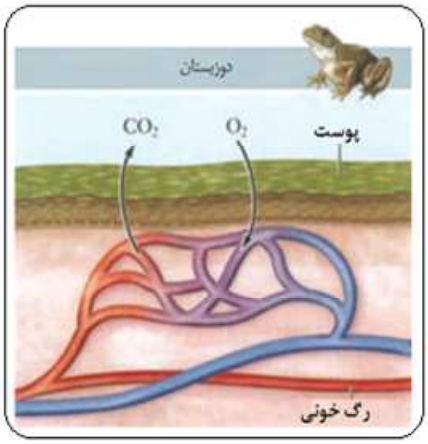
تغذیه و حفاظت جنین

در ماهی ها و دوزیستان به علت دوره جنینی کوتاه میزان اندوخته تخمک کم است. از نظر حفاظتی در جانورانی که لقاح خارجی دارند تخمک دیواره ای چسبناک و ژله ای دارد که پس از لقاح تخمک ها را به هم می چسباند. این لایهٔ ژله ای ابتدا از جنین در برابر عوامل نامساعد محیطی محافظت می کنند و سپس به عنوان غذای اولیه مورد استفادهٔ جنین قرار می گیرد.

دوزیستان

این گروه از تکامل ماهیان بوجود آمده اند و جانورانی همچون قورباغه، وزغ و سمندر را شامل می شوند. در دوزیستان، بیشتر **تبادلات گازی** از طریق پوست است. پوست دوزیستان ساده ترین ساختار دراندام های تنفس مهره داران است. در قورباغه ها، شبکه مویرگی یکنواخت و وسیعی در زیر پوست قرار دارد که تبادل گازها را با محیط آسان می کند. ماده مخاطی لغزنده که پوست دوزیستان را مرطوب نگه می دارد، به افزایش کارایی تنفس پوستی کمک می کند.

در ضمن لارو تمام دوزیستان، دارای آبشش ولی دوزیستان بالغ، شُش دارند. در مهره داران خشکی زی، شش ها جایگزین آبشش‌ها شدند.



بیشتر جانوران ساز و کارهایی دارند که باعث می شود **جریان پیوسته ای** از هوای تازه در مجاورت سطح تنفسی برقرار شود که به ساز و کارهای تهویه ای شهرت دارند.

مهره داران **دو نوع** ساز و کار متفاوت در تهویه دارند:

الف) دوزیستان با **پمپ فشار مثبت**، هوا را به شش ها هدایت می کنند. در واقع هوا با فشار به شش ها رانده می شود(هُل دادن هوا).

ب) در انسان سازوکار **فشار منفی** وجود دارند که در آن، هوا به وسیله مکش حاصل از فشار منفی، به شش ها وارد می شود(مکیدن هوا).

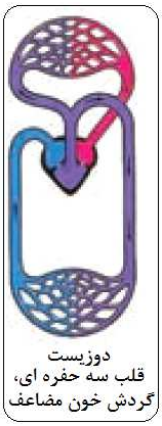
تنفس در قورباغه

قورباغه برای تنفس ششی از پمپ فشار مثبت، استفاده می کند. این دوزیست به کمک عضلات دهان و حلق، با حرکتی شبیه به "قورت دادن"، هوا را با فشار به شش ها می راند. قورباغه در هنگام دَم، ابتدا بینیِ خود را باز می کند و با حجیم کردن حفره دهانی، هوا را وارد دهان می کند، در این مرحله هوا وارد شش ها نمی شود. در ادامه ی دَم، جانور بینی خود را می بندد و با انقباض ماهیچه های دهان و حلق، هوا را با فشار به درون شش ها می راند. برای انجام بازدم، مسیر جریان هوا در فرایند دَم برعکس می شود.

گردش خون در دوزیستان

ماهیان گردش خون ساده دارند و سامانه گردشی مضاعف، برای اولین بار در دوزیستان شکل گرفته است. البته دوزیستان نابالغ نیز گردش خون ساده و قلب دوحفره ای دارند و گردش خون در آن ها مشابه گردش خون درماهیان است.

در دوزیستان بالغ ، قلب سه حفره ای با دو دهلیز و یک بطن دارند که بطن، خون را یک بار به شش ها و پوست و سپس به بقیه بدن تلمبه می کند.(طبق شکل کتاب، در بطن دوزیستان خون تیره و روشن به مقدارکم با هم مخلوط می شوند. با انقباض بطن، بخشی از خون بطن به سمت شش ها و بخش دیگر به سمت بقیه بدن می رود).


دوزیست
قلب سه حفره ای،
گردش خون مضاعف

تنظیم اسمزی در دوزیستان

کلیه دوزیستان مشابه ماهیان آب شیرین است.مثانه این جانوران محل ذخیره آب و یون هاست. به هنگام خشکشدن محیط، دفع ادرار کم، و مثانه برای ذخیره بیشتر آب **بزرگ تر** می شود و سپس **بازجذب** آب از مثانه به خون افزایش پیدا می کند.

نحوه لقاح در دوزیستان

همانطوریکه دیدیم در آبزیان مثل ماهی ها، دوزیستان و بی مهرگان آبزی لقاح خارجی دیده می شود. در دوزیستان نیز همانند ماهیان به علت دوره جنینی کوتاه میزان اندوخته تخمک کم است. از نظر حفاظتی نیز همانند سایر جانورانی که لقاح خارجی دارند تخمک دیواره ای چسبناک و ژله ای دارد که پس از لقاح تخمک ها را به هم می چسباند. این لایهٔ ژله ای ابتدا از جنین در برابر عوامل نامساعد محیطی محافظت می کنند و سپس به عنوان غذای اولیه مورد استفادهٔ جنین قرار می گیرد. دوزیستان نیز همانند سایر مهره داران اسکلت بیرونی و سیستم گردش خون بسته دارند.

خزندگان

این گروه از تکامل دوزیستان بوجود آمده اند و جانورانی همچون مار، مارمولک، کروکودیل و لاک پشت را شامل می شوند. در این گروه تنفس با **شش** انجام می شود.

خزندگان **گردش خونِ** بسته و قلب چهار حفره ای دارند که در بیشتر آن ها بین دو بطن، دیواره ایی ناقص وجود دارد اما در برخی خزندگان مثلاً درکروکودیل ها جدایی کامل دو بطن صورت گرفته است، این حالت، حفظ فشار در سامانه گردشی مضاعف را آسان می کند.

از نظر **تنظیم اسمزی** خزندگان، پرندگان و پستانداران، پیچیده ترین شکل کلیه را دارند که متناسب با کنترل تعادل اسمزی مایعات بدن آنهاست. ساختار کلیه در خزندگان **و** پرندگان مشابه است و توانمندی بازجذب آب زیادی دارد. در برخی از خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک دار مصرف می کنند می توانند نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان، به صورت قطره های غلیظ دفع کنند.

نحوه لقاح در خزندگان

خزندگان لقاح داخلی دارند در جانوران دارای لقاح داخلی، حفاظت از جنین به صورت های متفاوتی انجام می شود. درجانوران تخم گذار وجود پوستهٔ ضخیم در اطراف تخم از جنین محافظت می کند. البته برای محافظت بیشتر در خزندگانی مثل لاک پشت تخم ها با ماسه و خاک پوشانده می شوند.

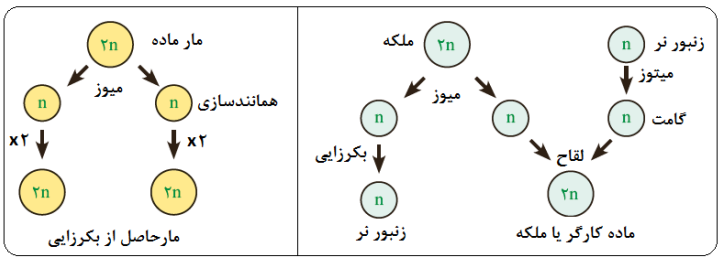
گیرندهٔ فروسرخ در مار زنگی

برخی مارها می توانند پرتو های فروسرخ را تشخیص دهند. در جلو و زیر هر چشم مار زنگی سوراخی است که گیرنده های پرتو های فرو سرخ در آن قرار دارند. به کمک این گیرنده ها، مار پرتو های فرو سرخ **تابیده** از بدن شکار را دریافت و محل آن را در تاریکی تشخیص می دهد.

مارها قادرند با گیرنده هایی شیمیایی زبانشان، فرومون های موجود در هوا را تشخیص دهند و گربه ها از فرومون ها برای تعیین قلمرو خود استفاده می کنند.

بکرزایی در مار

بکرزایی نوعی دیگر از تولید مثل جنسی است و برای مثال، در زنبور عسل و بعضی مارها دیده می شود. در این روش، فرد ماده گاهی اوقات به تنهایی تولید مثل می کند. در این حالت، یا تخمک بدون لقاح شروع به تقسیم می کند و موجود تک لاد (هاپلوئید) را به وجود می آورد (در زنبور عسل). یا از روی کروموزوم های تخمک یک نسخه ساخته می شود تا کروموزوم های تخمک دو برابر شوند و سپس شروع به تقسیم می کند و موجود دولاد (دیپلوئید) را به وجود می آورد(در برخی مارها).

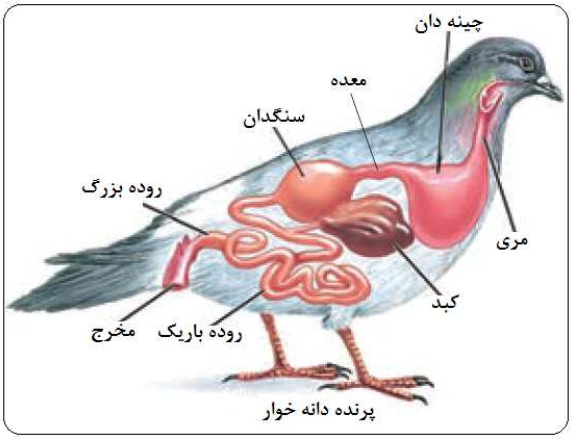


پرندگان

این گروه از تکامل خزندگان بوجود آمده اند. قلب چهارحفره ای، گردش خون بسته و اسکلت داخلی دارند. در بین مهره داران اندازهٔ نسبی مغز پستانداران و پرندگان(نسبت به وزن بدن) از بقیه بیشتر است. از نظرگوارشی، دارای گوارش برون سلول و **لوله گوارش** هستند.

گوارش در پرندگان: پرندگان دانه خوار همانند ملخ و کرم خاکی، دارای چینه دان هستند که به ذخیره غذا کمک می کند. این ساختار که حجیم ترین بخش لوله گوارش این پرندگان است به جانور این امکان رامی دهد تا با دفعاتِ کمترِ تغذیه، انرژی

مورد نیاز خود را تأمین کند. در این جانداران معده بین چینه دان و سنگدان قرار دارد. سنگدان از بخش عقبی معده تشکیل می شود و دارای ساختار ماهیچه ای است. سنگریزه هایی که پرنده می بلعد، فرایند آسیاب کردن غذا را تسهیل می کنند. در پرندگان دانه خوار، گوارش شیمیایی و مکانیکی از معده شروع می شود اما در سنگدان و روده باریک نیز این دو نوع گوارش ادامه پیدا می کنند. از طرفی ترشحات کبد از طریق مجرایی به روده باریک می ریزند.

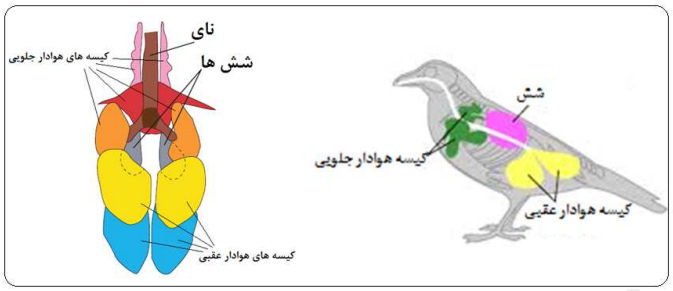


حذف سلول های اضافی از بخش های عملکردی مانند پرده های بین انگشتان پا در دوران جنینی برخی پرندگان مثالی از مرگ برنامه ریزی شده سلول است.

از نظر ایمنی، آنفلوانزای پرندگان را ویروسی پدید می آورد که می تواند سایر گونه ها، از جمله انسان را نیز آلوده کند. این ویروس به شش ها حمله می کند و سبب می شود دستگاه ایمنی بیش از حدّ معمول فعالیت کند. بدین ترتیب، به تولید انبوه و بیش از اندازهٔ لنفوسیت های T می انجامد.

تنفس در پرندگان

پرندگان علاوه بر شش دارای ساختارهایی به نام کیسه های هوادار هستند که کارایی تنفس آنها را نسبت به پستانداران افزایش می دهد. کیسه های هوادار انعطاف پذیرند و در تمام حفره بدنی، دو طرف گردن و استخوان های بازو وجود دارند. در پرندگان پنج کیسه هوادار جلوی و چهار کیسه هوادار عقبی که یکی از آن ها بین دو شش مشترک است وجود دارد. پرندگان به علت پرواز، نسبت به سایر مهره داران انرژی **بیشتری** مصرف می کنند و بنابراین به اکسیژن بیشتری نیاز دارند.

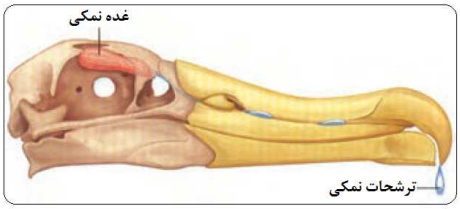


نحوه لقاح و حفاظت از جنین

پرندگان لقاح داخلی دارند. البته اندازهٔ تخمک در جانوران مختلف بستگی به میزان اندوخته دارد. در جانوران تخم گذار اندوخته غذایی تخمک زیاد است؛ زیرا در دوران جنینی ارتباط غذایی بین مادر و جنین وجود ندارد.

درجانورانی که لقاح داخلی دارند، حفاظت جنین به صورت های متفاوتی انجام می شود. درجانوران تخم گذار وجود پوستهٔ ضخیم در اطراف تخم از جنین محافظت می کند. البته برای محافظت بیشتر، پرندگان روی تخم ها می خوابند.

در برخی از خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک دار مصرف می کنند می توانند نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان(در پرنده بالای کاسه چشم)، به صورت قطره های غلیظ دفع کنند. ساختار کلیه در خزندگان و پرندگان مشابه است و توانمندی بازجذب آب زیادی دارد.



پستانداران

این گروه نیز از تکامل خزندگان بوجود آمده اند. دارای قلب چهارحفره ای، گردش خون بسته و اسکلت داخلی اند. از نظر تنفسی دارای شُش هستند. سازوکار تنفسی در پستانداران به صورت مکش حاصل از فشار منفی است. در ضمن شُش ها خون تیره را به از بطن راست می گیرند و خون روشن برای تامین بخش هایی از آن، از آئورت دریافت تامین می شود. در پستانداران همانند پرندگان و برخی خزندگان جدایی کامل بطن ها رخ می دهد. در ضمن در انسان و بسیاری از پستانداران، گویچه های قرمز هسته و بیشتر اندامک های خود را از دست می دهند.

پستاندارانی همچون خفاش برخی گل ها (بیشتر سفید رنگ و شیپوری شکل) را گرده افشانی کرده و در شب تغذیه می کنند. از طرفی بیشتر پستانداران نظام چندهمسری دارند.

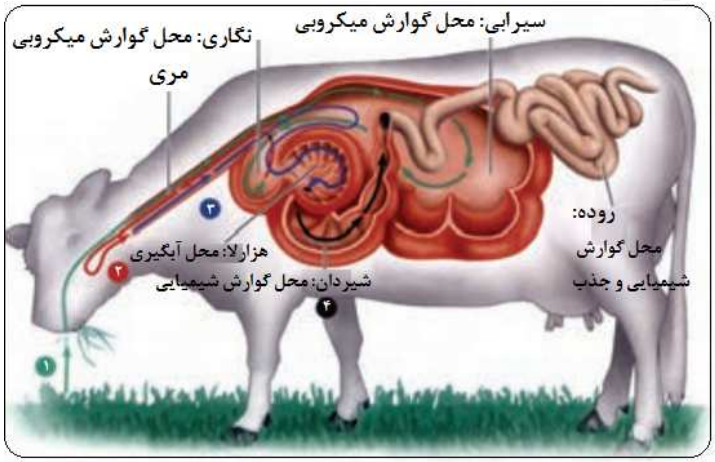
نحوه لقاح و حفاظت از جنین

پستانداران لقاح داخلی دارند. در پستانداران به دلیل ارتباط خونی بین مادر و جنین میزان اندوخته تخمک که مخلوطی از مواد مغذی متفاوت است کم می باشد. در جانورانی که لقاح داخلی دارند، حفاظت جنین به صورت های متفاوتی انجام می شود. در جانوران تخم گذار وجود پوستهٔ ضخیم در اطراف تخم از جنین محافظت می کند. البته برای محافظت بیشتر پستاندار تخم گذاری مثل پلاتی پوس، تخم را در بدن خود نگه می دارد و چند روز مانده **به تولد** نوزاد، تخم گذاری می کند و روی آنها می خوابد تا مراحل نهایی رشد و نمو طی شود. در **پستانداران کیسه دار**، مثل کانگورو جنین ابتدا درون رحم ابتدایی مادر رشد و نمو را آغاز می کند. به دلیل مهیا نبودن شرایط به صورت نارس متولد می شود و خود را به درون کیسه ای که بر روی شکم مادر است می رساند. در آنجا ضمن حفاظت، از غدد شیری درون آن تغذیه می کند تا مراحل رشد و نمو را کامل کند.

در **پستانداران جفت دار**، جنین درون رحم مادر رشد و نمو را آغاز و از طریق اندامی به نام جفت با خون مادر مرتبط می شود و از آن تغذیه می کند. در این جانوران، بهترین شرایط ایمنی و تغذیه برای جنین مهیاست. پس از تولد هم از غدد شیری مادر تغذیه می کند تا زمانی که بتواند به طور مستقل به زندگی ادامه دهد. در مجموع می توان گفت در پستانداران روش محافظت و تغذیه از جنین متفاوت است اما همه پستانداران به نوزادان خود شیر می دهند.

گوارش در پستانداران

از نظرگوارشی، پستانداران دارای گوارش برون سلولی و **لوله گوارش** هستند. پستانداران نشخوارکننده، نظیر گاو و گوسفند، معدهٔ چهار قسمتی دارند. در این جانوران، معده، شامل کیسهٔ بزرگی به نام **سیرابی**؛ بخش کوچکی به نام **نگاری**؛ یک اتاقک لایه لایه به نام **هزارلا** و معدهٔ واقعی یا **شیردان** است. این جانوران به سرعت غذا می خورند تا در فرصت مناسب یا مکانی امن، غذا را با نشخوارکردن وارد دهان کنند و بجوند. ابتدا غذای نیمه جویده به سرعت بلعیده و وارد سیرابی می شود و در آنجا در معرض میکرب ها قرار می گیرد. **میکروب ها** به کمک **حرارت بدن**، **ترشح مایعات** و **حرکات سیرابی**، تا حدودی توده های غذا را گوارش می دهند. این توده ها به نگاری وارد و به دهان بر می گردند. در این زمان غذا به طور کامل، جویده و دوباره به سیرابی وارد می شود؛ بیشتر حالت مایع پیدا می کند و سپس به نگاری جریان می یابد. مواد از آنجا به هزارلا رفته، تا حدودی آبگیری و سرانجام به شیردان وارد می شود. در این محل آنزیم های گوارشی وارد عمل می شوند و گوارش ادامه پیدا می کند.جذب مواد غذایی گوارش یافته در روده انجام می شود. بنابراین غذا سه بار از مری می گذرد و دوبار وارد سیرابی و نگاری می شود و جهت حرکت غذا در بخشی از لوله گوارش نشخوارکنندگان دوطرفه است.



در نشخوارکنندگان وجود میکروب ها برای گوارش سلولز ضروری است. سلولز مقدار زیادی انرژی دارد ولی **اغلب** جانوران فاقد توانایی تولید آنزیم سلولاز برای گوارش آن هستند. درگیاه خواران غیرنشخوارکننده، معده چهارقسمتی وجود ندارد و عمل گوارش میکروبی، **پس از** گوارش آنزیمی صورت می گیرد. مثلاً در اسب، میکروب هایی که در روده کورِ جانور زندگی می کنند، سلولز را هیدرولیز می کنند. از آنجا که گوارش سلولز در روده باریک این جانور انجام نمی شود، بخشی از مواد غذایی دفع می شوند.

حرکت در جانوران

جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود می توانند از جایی به جای دیگری حرکت کنند. شیوه های حرکتی در جانوران بسیار متنوع است. شنا کردن، پروازکردن، دویدن و خزیدن، نمونه هایی از این حرکات اند. با این وجود، اساس حرکت در جانوران **مشابه**

است؛ برای حرکت در یک سو، جانور باید نیرویی در خلاف آن وارد کند. برای انجام حرکت، جانوران نیازمند ساختار های اسکلتی و ماهیچه ای هستند.

سلول های مژک‌دار و تاژک‌دار

مژک‌دار: سلول پوششی در مخاط تنفسی انسان، گیرنده های بویایی و چشایی،گیرنده های شنوایی و تعادلی درگوش، سلول‌های گیرنده مکانیکی در خط جانبی ماهی، سلول های مژک‌دارِ مخاط لوله رحم، در پارامسی

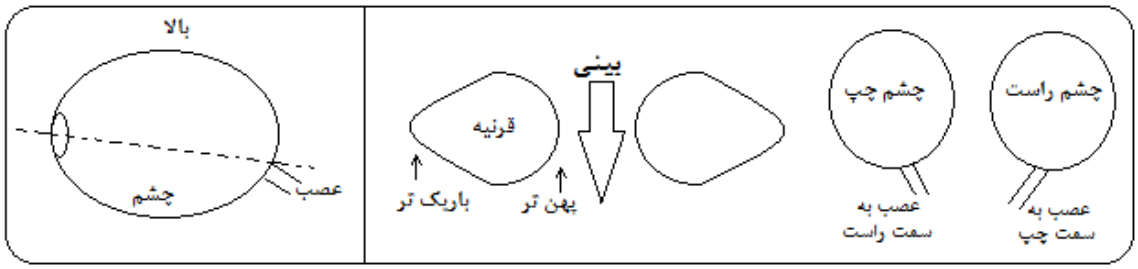
تاژک‌دار: برخی سلول های حفره گوارشی هیدر، سلول یقه دار در اسفنج، اسپرم و اسپرماتید در انسان، سلول جنسی نر در برخی گیاهان مثلاً خزه،

لازم به ذکر است که سلول های پوششی روده باریک و سلول های مکعبی لوله پیچ خورده نزدیک نفرون ها دارای ریزپرز هستند.

تشریح چشم گاو

بررسی ویژگی های ظاهری چشم: برای تشخیص **بالا و پایین** چشم، فاصلهٔ عصب بینایی تا قرنیه را در نظر بگیرید. سطحی که در آن فاصله، عصب تا روی قرنیه بیشتر است، بالای چشم و سطح دیگر، پایین آن است.

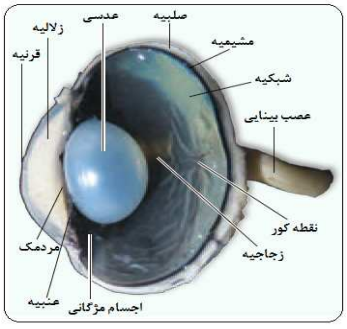
برای تشخیص **چپ یا راست** بودن چشم، آن را طوری در دست بگیرید که سطح بالایی آن رو به بالاباشد. قرنیه به شکل تخم مرغ دیده می شود و بخش پهن تر آن به سمت بینی و بخش باریک تر آن به سمت گوش قرار دارد. راه دیگر بررسی عصب بینایی است. این عصب پس از خروج از چشم به سمت مخالف، خم می شود.

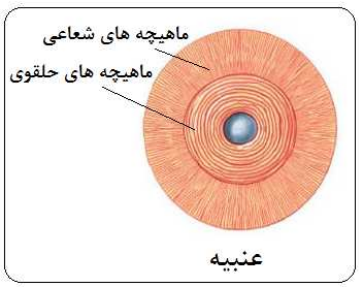


در ادامه، بافت های چربی بین ماهیچه ها و کرهٔ چشم را جدا و ماهیچه های آنرا مشاهده کنید. ماهیچه ها را با قیچی از کرهٔ چشم جدا کنید. چشم را روی ظرف تشریح قرار دهید و با چاقوی جراحی، صلبیه را در فاصلهٔ یک سانتی متری از قرنیه سوراخ کنید و با قیچی دورتا دور قرنیه را در این فاصله برش دهید.

دقت کنید قیچی را خیلی درون کرهٔ چشم فرو نبرید تا زجاجیه آسیب نبیند. پس از برش، می توانید سه لایهٔ چشم و بخش های تشکیل دهندهٔ آنها و نقطهٔ کور را ببینید.لایهٔ شبکیه بسیار **نازک** است، دقت کنید هنگام کار جمع نشود. در پشت شبکیه لایه درخشان قرار دارد.

در **کنار عدسی**، اجسام مژگانی و تارهای آویزی که عدسی را احاطه کرده اند، دیده می شوند. عدسی را به آرامی خارج و مایع زلالیه و زجاجیهٔ ژله ای را مشاهده کنید. در این حالت، زلالیه به طور کامل شفاف نیست؛ زیرا مقداری از دانه های سیاه ملانین از بخش های دیگر چشم در آن رها شده اند. جسم مژگانی به شکل حلقه ای دور محل استقرار عدسی قرار دارد. درون این حلقه، عنبیه قرار دارد که نازک تر و شامل ماهیچه های صاف حلقوی (تنگ کنندهٔ مردمک) و شعاعی (گشادکنندهٔ مردمک) است. سوراخ وسط عنبیه همان مردمک است. جسم مژگانی و عنبیه به آسانی جدا می شوند و در زیر آنها قرنیه شفاف و برآمده دیده می شود.





تشریح شُش گوسفند

ویژگی ظاهری: شش به علت دارا بودن کیسه های هوایی فراوان، حالتی اسفنج گونه دارد. شش راست از شش چپ بزرگ تر است. شش راست از سه قسمت یا لَپ (لوب) و شش چپ از دو قسمت تشکیل شده است.

تشخیص شُش راست و چپ

به دو روش می توان سطح جلویی و پشتی نای و شش ها (و در نتیجه راست و چپ آن ها) را تشخیص داد:

۱) نای در جلو و مری در پشت قرار گرفته است و به این ترتیب می توانید سطح جلویی و پشتی نای و شش ها (و در نتیجه راست و چپ آن ها) را نیز مشخص کنید.

۲) مری را جدا کنید. برای تشخیص سطح جلویی و پشتی نای در حالتی که مری از آن جدا شده است، کافی است به یاد داشته باشید که غضروف های نای C شکل اند. این وضعیت باعث می شود که در نای، قسمت دهانه حرف C از سایر قسمت ها نرم تر باشد. این قسمت، محل اتصال نای به مری و بنابراین سطح پشتی نای است.

بررسی ساختارهای درونی

نای را از قسمت نرم آن (دهانه حرف C) درطول، برش دهید تا به نزدیکی شش ها برسید. درنای گوسفند، قبل از دو نایژه اصلی، یک **انشعاب سوم** هم مشاهده می شود که به شش راست می رود. نایژه های اصلی بعد از مدخل این انشعاب مشاهده می شود.

برش طولی نای را از مدخل نایژه اصلی ادامه دهید. دقت کنید که بریدن نایژه اصلی به سادگی نای نیست و این به علت ساختار غضروف های نایژه است که در ابتدا به صورت حلقه کامل و بعد به صورت قطعه قطعه است. در طول نای، مدخل های نایژه های بعدی قابل مشاهده است.

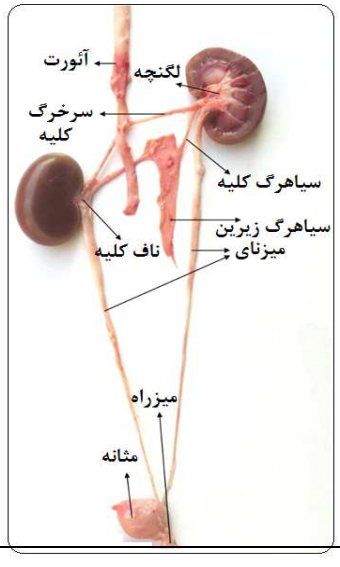
اگر تکه ای از شش را ببُرید، در مقطع آن سوراخ هایی را مشاهده می کنید که به سه گروه قابل تقسیم اند:

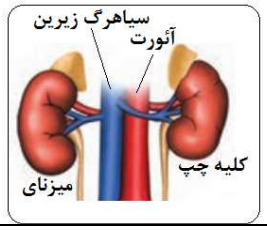
الف) نایژه ها، **ب)** سرخرگ ها، **ج)** سیاهرگ ها. لبه نایژه ها به علت دارا بودن غضروف، زبر است و به این ترتیب از دو رگ دیگر قابل تشخیص است. سرخرگ ها دیواره محکم تری نسبت به سیاهرگ ها دارند و به همین علت، برخلاف سیاهرگ ها دهانه آنها حتی در نبود خون هم باز است اما دهانه سیاهرگ ها در نبود خون بسته است.

مراحل تشریح کلیه گوسفند

۱) یک کلیه گوسفند تهیه کنید. اگر چربی های اطراف آن کنده نشده باشد بهتر است **۲)** در بین چربی ها میزنای، سرخرگ و سیاهرگ کلیه را تشخیص دهید **۳)** کپسول یا پوشش کلیه با بریدن قسمتی از آن به **راحتی** جدا می شود **۴)** با یک برش طولی در سطح محدب کلیه، آن را باز کنید. لگنچه با رنگ سفید مشخص است. با قیچی در بالایستون های کلیه برش هایی ایجاد کنید تا هرم های کلیه بهتر مشاهده شوند. سرخرگ ها و سیاهرگ های بین هرمی در این ستون ها دیده می‌شوند.

در وسط لگنچه، منفذ میزنای مشخص است با وارد کردن سوند و جلو بردن آن درون میزنای می توانید اطمینان پیدا کنید که میزنای را درست تشخیص داده اید. ضخامت دیواره و محل قرار گرفتن این رگ ها باهم متفاوت است. ادامه سرخرگ ها و سیاهرگ ها در بخش قشری، رگ های قوسی را می سازند. با له کردن بخش قشری مقابل هر هرم می توانید رگ های شعاعی را نیز مشاهده کنید. در ضمن طبق شکل کتاب درسی، میزنای چپ بلندتر است و به علت موقعیت سیاهرگ زیرین و آئورت، طول سرخرگ کلیه راست، بلندتر از چپ و سیاهرگ آن کوتاه تر است.





تشریح مغز گوسفند

بررسی بخش های خارجی مغز

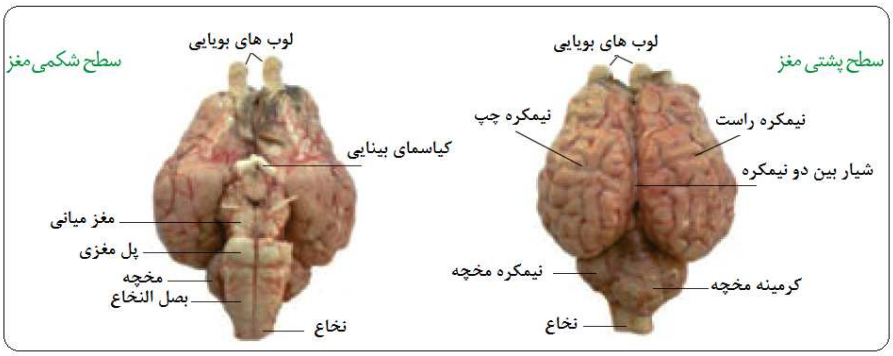
الف) مشاهدهٔ سطح پشتی: مغز را مانند شکل در ظرف تشریح قرار دهید. روی مغز بقایای پردهٔ مننژ وجود دارد. آنها را جدا کنید تا شیارهای مغز بهتر دیده شوند. کدام بخش های مغز را با مشاهدهٔ سطح پشتی آن می توانید ببینید؟

ب) مشاهدهٔ سطح شکمی مغز: باقیماندهٔ مننژ را به آرامی جدا کنید و بخش های مغز را در این سطح مشاهده کنید.

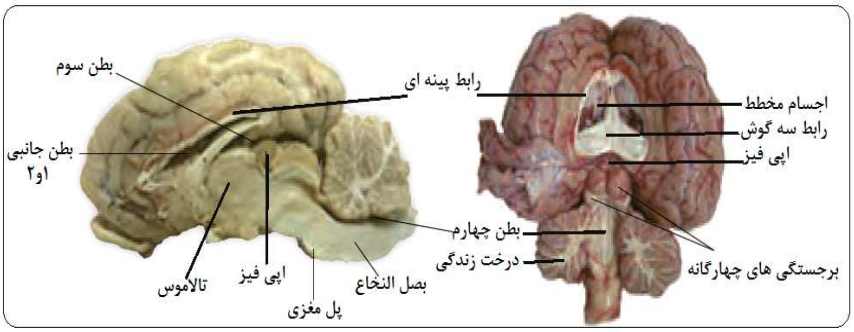
مشاهدهٔ بخش های درونی مغز:

مغز را طوری در ظرف تشریح قرار دهید که سطح پشتی آن را ببینید. با انگشتان شست، به آرامی دو نیمکره را از محل شیار بین آن ها از یکدیگر فاصله دهید و بقایای پرده های مننژ را از بین دو نیمکره خارج کنید تا نوار سفید رنگ **رابط پینه ای** را ببینید.

در حالی که نیمکره های مخ از هم فاصله دارند، با نوک چاقوی جراحی، درجلوی رابط پینه ای، برش کم عمقی ایجاد کنید و به آرامی فاصلهٔ نیمکره ها را بیشتر کنید تا **رابط سه گوش** را در زیر رابط پینه ای مشاهده کنید. دو طرف این رابط ها، فضای بطن ها ۱ و ۲ مغز و داخل آن ها، **اجسام مخطط** قرار دارند. **شبکه های مویرگی** که مایع مغزی ـ نخاعی را ترشح می کند نیز درون این بطن ها دیده می‌شوند.



در مرحلهٔ بعد به کمک چاقوی جراحی در رابط سه گوش، برش طولی ایجاد کنید تا در زیر آن، تالاموس ها را ببینید. **دو** تالاموس با یک رابط به هم متصل اند و با کمترین فشار از هم جدا می شوند. **در عقب** تالاموس ها، بطن سوم و در لبهٔ پایین این بطن، رومغزی (اپی فیز یا پینه آل) را ببینید. در عقب اپی فیز برجستگی های چهارگانه قرار دارند که دوبرجستگی فوقانی بزرگتر از دوتای تحتانی است.. در مرحلهٔ بعدی کرمینهٔ مخچه را در امتداد شیار بین دو نیمکرهٔ مخچه برش دهید تا درخت زندگی و بطن چهارم مغز را ببینید.



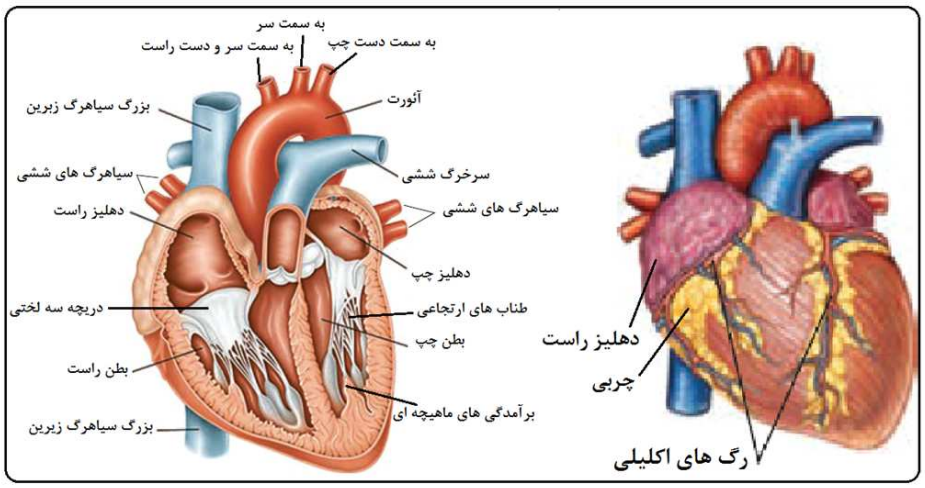
تشریح قلب گوسفند

الف) مشاهدهٔ شکل ظاهری:

سطح پشتی قلب تخت اما سطح شکمی آن برآمده است. بطن چپ، دیوارهٔ قطورتری دارد و رگ های اکلیلی(کرونری) را مشاهده و آنها را در جلو و عقب قلب، مقایسه کنید. در بالای قلب، سرخرگ ها و سیاهرگ ها قابل مشاهده اند. دیوارهٔ سرخرگ ها و سیاهرگ ها را با هم مقایسه شوند.

ب) مشاهدهٔ بخش های درونی قلب

گمانه شیاردار را از دهانهٔ سرخرگ ششی به بطن راست وارد کنید. دیوارهٔ سرخرگ و بطن را در امتداد سوند، با قیچی ببرید. با بازکردن آن، دریچهٔ سینی، سه لختی، برآمدگی های ماهیچه ای و طناب های ارتجاعی را می توان دید. به همین روش، سرخرگ آئورت و بطن چپ را شکاف دهید و جزئیات بطن چپ را مشاهده کنید. در ابتدای سرخرگ آئورت، بالای دریچهٔ سینی، می توانید دو ورودی سرخرگ های کرونری را ببینید. با عبور دادن گمانه از میان دریچه های دولختی و سه لختی به سمت بالا و بریدن دیواره در مسیر سوند، می توانید دیوارهٔ داخلی دهلیزها و سیاهرگ های متصل به آنها را بهتر ببینید.



درسمت چپ قلب، خون روشن چهار سیاهرگ ششی به دهلیز چپ می ریزد و خون روشن از طریق یک سرخرگ آئورت از بطن چپ خارج می شود و در سمت راست آن، خون تیره‌ی سه سیاهرگ (دو سیاهرگ زیرین و زبرین و یک سیاهرگ کرونر) وارد دهلیز راست شده و خون تیره بطن راست از طریق یک سرخرگ ششی خارج می‌گردد.

سربلند و پیروز باشید