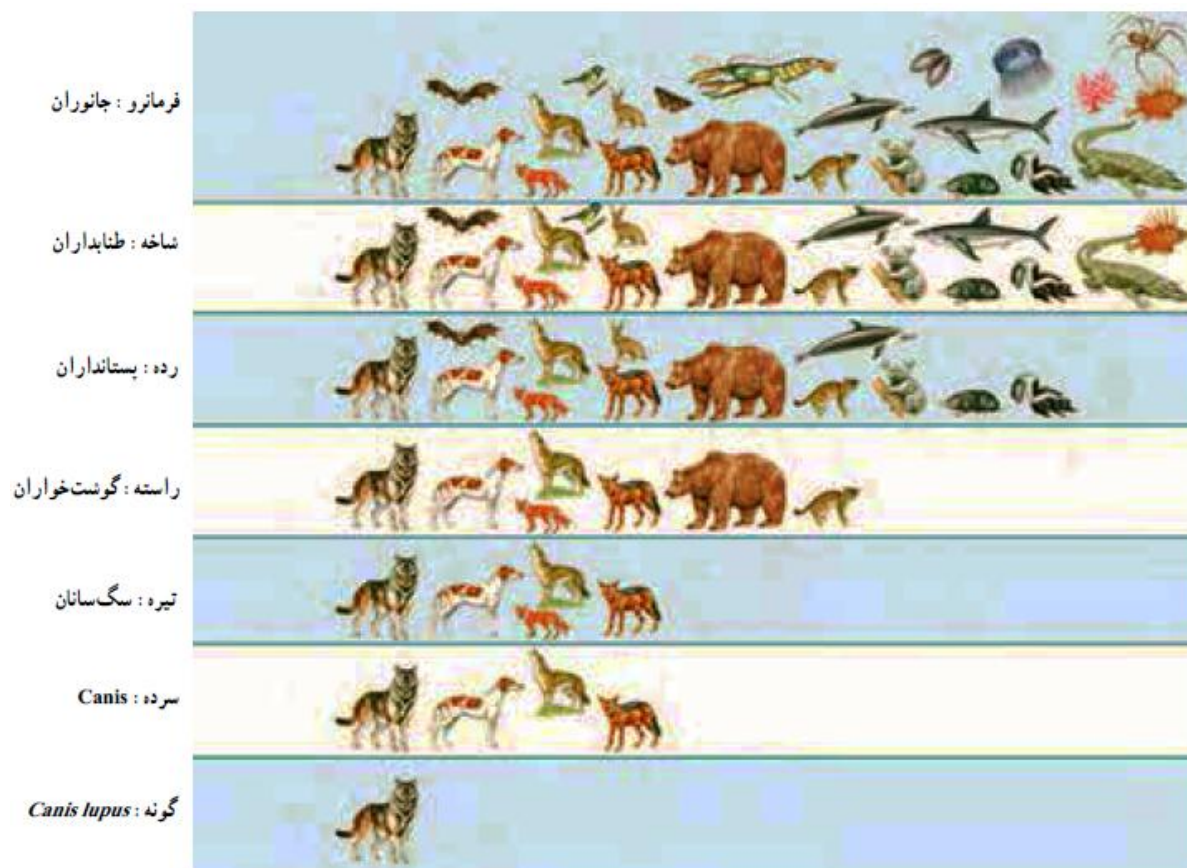


اندازه سلول‌ها را نسبت سطح به حجم محدود می‌کند. «پرسلولی شدن» یکی از راه‌های غلبه بر این محدودیت است به طوری که در میان صدها هزار موجود پرسلولی، تنوع گسترده‌ای از شکل‌ها و اندازه‌ها را می‌توان یافت:

از موجودات میکروسکوپی گرفته تا موجودات غول‌پیکر. این گوناگونی حیرت‌انگیز و با شکوه، بی‌درنگ لزوم نظام‌هایی را برای زده‌بندی و نام‌گذاری جانداران آشکار می‌کند.

در طول تاریخ روش‌های مختلفی برای زده‌بندی پیشنهاد شده است. در همه آن‌ها، ابتدا جانداران را براساس صفات پراهمیت (یعنی صفاتی که در تعداد بیشتری از جانداران دیده می‌شود) در چند گروه بزرگ جای می‌دهند و بعد هر گروه را به گروه‌های کوچک‌تر تقسیم می‌کنند. در نظام زده‌بندی رایج امروزی، بزرگ‌ترین گروه، فرمانرو نام دارد. زیست‌شناسان همه جانداران را به پنج فرمانرو تقسیم می‌کنند. این پنج فرمانرو عبارت‌اند از **باکتری‌ها، آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران**. شکل ۱-۱ مثالی از زده‌بندی را همراه با سطوح زده‌بندی نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱- مثالی از زده‌بندی جانداران

گرچه نظام پنج فرمانرویی تنها نظام رایج امروزی برای زده‌بندی نیست اما برای زده‌بندی جاندارانی که برای ما آشنا هستند، مناسب‌تر است.

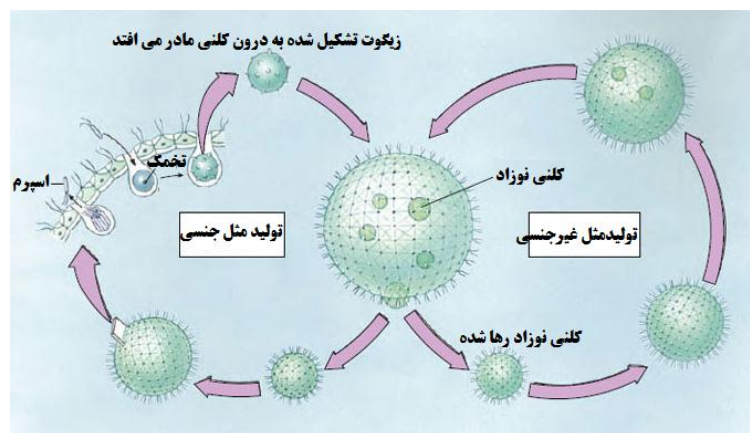
زیست‌شناسان به هر جاندار یک نام علمی می‌دهند. نام علمی از دو قسمت تشکیل شده است: قسمت اول نام سرده و قسمت دوم نام گونه است. نام علمی به زبان و حروف لاتین نوشته می‌شود. نام نخست (سرده) با حرف بزرگ آغاز می‌شود اما نام دوم (گونه) تماماً با حروف کوچک نوشته می‌شود. مثلاً نام علمی گرگ *Canis lupus* است.

کلنی‌ها ساده‌ترین جانداران پرسلولی هستند.

پیکر بعضی جانداران که به آن‌ها تک‌سلولی می‌گوییم، فقط از یک سلول ساخته شده است. کارهای زیستی چنین جاندارانی درون همان سلول انجام می‌گیرد. آمیب آب شیرین یکی از جانداران تک‌سلولی است. بین آمیب‌هاییکه در یک محیط زندگی می‌کنند، صرف‌نظر از موادی که از محیط می‌گیرند و از این نظر با هم رقابت می‌کنند و موادی که از خود ترشح می‌کنند، هیچ اتصال زیستی، مثلاً اتصال سیتوپلاسمی وجود ندارد.

پیکر جانداران پرسلولی از بیش از یک سلول ساخته شده است و این سلول‌ها در بدن جانداران پرسلولی، با یکدیگر اتصال زیستی برقرار کرده‌اند.

در پیکر ساده‌ترین جانداران پرسلولی، هر سلول صرف‌نظر از اتصالی که با سلول‌های مجاور دارد، به‌طور مستقل زندگی می‌کند. چنین جاندارانی را که پیکر آن‌ها از چندین سلول کم و بیش همانند و متصل به هم ساخته شده است، اصطلاحاً کلنی می‌نامند. **ولوکس** و **اسپیروژیر** دو جلبک سبز هستند که پیکر آن‌ها به‌صورت کلنی است. ولوکس جاندارانی ساکن آب شیرین است. پیکر آن به شکل کرهٔ توخالی است و از یک لایهٔ سلولی با هزاران سلول، تشکیل شده است، سلول‌ها کلروفیل دارند و هر یک دارای دو تاژک هستند و به گونه‌ای در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند که تاژک‌ها به طرف بیرون از پیکر جاندار قرار می‌گیرد. جاندار هنگام حرکت در آب می‌چرخد. در بعضی از گونه‌های این جاندار سلول‌های خاصی که برای تولیدمثل اختصاصی شده‌اند، وجود دارد (شکل ۲-۱).



شکل ۲-۱- چرخهٔ زندگی ولوکس

سلول‌های درستی که درون کلنی‌های ولوکس مشاهده می‌کنید، تقسیم می‌شوند و از تقسیم‌های آن‌ها گره‌های جدید سلولی به‌وجود می‌آید. هر کلنی جدید که بدین ترتیب به‌وجود می‌آید، از هزاران سلول بسیار کوچک ساخته شده است. کرهٔ نوزاد، با هضم چند سلول مادر، از درون آن خارج می‌شود و زندگی مستقل را در محیط ادامه می‌دهد.

بسیاری از جانداران پرسلولی، سلول‌های تخصصی دارند.

در بسیاری از جانداران پرسلولی، سلول‌ها برای انجام وظایف خاص، اختصاصی شده‌اند. چون فرآیندهای زیستی در این جانداران پیچیده است، همهٔ کارهای زیستی را یک سلول به تنهایی انجام نمی‌دهد. به عبارت دیگر در چنین جاندارانی بین سلول‌ها تقسیم کار صورت گرفته است. مثلاً ساختار بدن هیدر (شکل ۴-۱) بسیار ساده است و از چند نوع سلول ساخته شده است. هر گروه از این سلول‌ها، وظایف خاصی برعهده دارد.

فرآیندی که طی آن سلول‌های جانداران برای انجام وظایف خاصی، شکل و ساختار خاصی پیدا می‌کند، **تمايز** نام دارد. تمايز باعث تشکیل بافت‌های مختلف در جانداران می‌شود.

مجموعهٔ سلول‌هایی که در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و هماهنگ با یکدیگر وظایف خاصی را انجام می‌دهند، یک بافت را تشکیل می‌دهند. سال گذشته با بافت، اندام و دستگاه آشنا شدید.

فرمانروی جانوران

جانوران یا حیوانات یکی از انواع مهم جانداران هستند که از دو زیرگروه اصلی مهره‌داران و بی‌مهرگان تشکیل شده است. جانوران، موجودات زنده پرسلولی و یوکاریوتی هستند. بیش‌تر جانوران جنبنده هستند، بدین معنی که آن‌ها می‌توانند خودبه‌خود و آزادانه حرکت کنند. همهٔ جانوران باید برای تغذیه از دیگر موجودات زنده و یا از تولیدات خودشان استفاده کنند (هتروتروف اند).

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، کرم‌خاکی، 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	دهان‌گردان	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					
پرنده‌گان	شترمرغ، عقاب، جغد، مرغ و خروس، سیسک، مرغ عشق، مرغ جولا، سهره					
پستانداران	تخم‌گذار		پلاتی‌پوس (نوک اردکی)، اکیدنه (مورچه‌خوار خاردار)			
	کیسه‌دار		کانگورو، اوپاسوم			
	جفت‌دار	انسان، میمون، گاو، گوسفند، لمور				

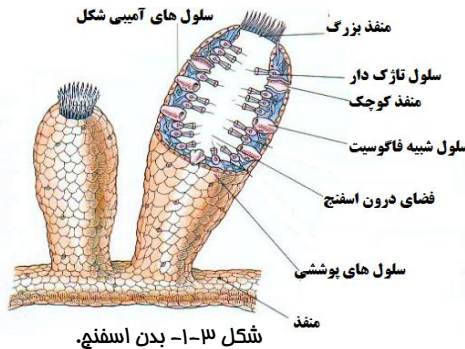
جدول ۱-۱- رده‌بندی جانوران

اسفنج‌ها

اسفنج‌ها از ساده‌ترین جانوران هستند. اندازه آن‌ها از چند میلیمتر تا چندین متر تغییر می‌کند. رنگ این جانوران نیز گوناگون است و از خاکستری تا قرمز، نارنجی، آبی، بنفش و سیاه تفاوت دارد. اسفنج‌ها در آب‌های شور و اعماق مختلف دریا یافت می‌شوند و تنها یک راسته از این جانوران در آب شیرین زندگی می‌کند.

اسفنج‌ها معمولاً خود را به سنگ‌ها و اجسام جامدی که در آب وجود دارد می‌چسبانند (زندگی ثابت) دارند. به علت داشتن فقط گوارش درون سلولی، اسفنج‌ها از سایر جانوران پرسلولی متمایز می‌شوند.

اسفنج‌ها، دستگاهی برای گوارش غذا و به طور کلی دستگاهی در بدن ندارند. بر روی پوست سخت بدن اسفنج سوراخ‌هایی وجود دارد که به طریق آن‌ها آب به داخل اسفنج وارد می‌شود. درون سوراخ‌ها را سلول‌هایی به نام یقه‌دار فرش کرده‌اند. این سلول‌ها با تازک خود باعث جریان آب در سوراخ‌ها می‌شوند. آبی که به وسیله این سوراخ‌ها و جریان‌ها وارد بدن اسفنج می‌شود، حاوی مواد ریز غذایی و اکسیژن محلول در آب دریا است. وقتی سلول‌های یقه‌دار غذا را جذب خود کردند، آن را به سلول‌های آمیبی شکل که سرگردان هستند تحویل می‌دهند. این سلول‌های آمیبی شکل همان‌طور که گفتیم سرگردان هستند. وقتی مواد غذایی ریز را دریافت کردند به نقاطی از بدن اسفنج که نیاز به غذا دارند می‌رسانند. مواد زائد این آب که استفاده غذایی ندارند، از سوراخ بزرگ بالای اسفنج خارج می‌شوند.



شکل ۳-۱- بدن اسفنج.

نکته ۱-۱: اسفنج‌ها قدرت پس زدن بافت را دارند و سلول‌های مشابه فاگوسیت‌ها در دفاع غیراختصاصی شرکت دارند.

کیسه‌تان

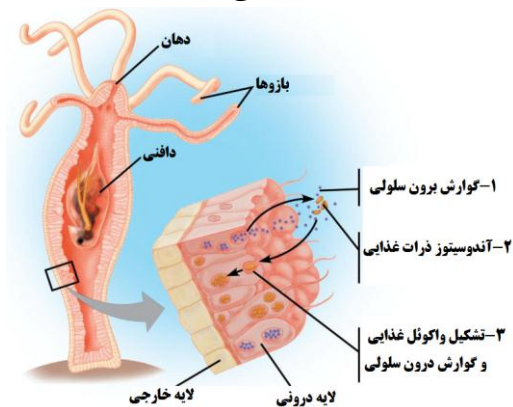
خصوصیات: شکل اولیه بدن بدن کیسه مانند بوده و ساختار بدن از دو و یا چند لایه سلولی تشکیل شده است. بنابراین همه سلول‌ها می‌توانند به‌طور مستقل به تبادل مواد بپردازند. این جانوران فاقد خون و دستگاه گردش خون هستند. سطح بدن آن‌ها دارای سلول‌های گزنده سمی است. دستگاه تنفس ندارند و از طریق انتشار به تبادل گاز می‌پردازند. دستگاه گوارش شامل کیسه‌ی گوارشی و دهان بوده و مخرج ندارند. دستگاه عصبی به‌صورت شبکه عصبی است. تولیدمثل غیرجنسی و جنسی (تخم‌گذار) می‌باشد، تغذیه عموماً از پلانکتون‌های گیاهی و جانوری، سخت پوستان، ماهی‌ها و ...

هیدر

الف- سازمان بندی سلولی: بدن هیدر از دولایه سلولی تشکیل شده است. سلول‌های لایه‌ی بیرونی تقریباً مکعبی شکل‌اند در حالی که سلول‌های لایه درونی، استوانه‌ای شکل بوده و بعضی از آن‌ها تازک دارند.

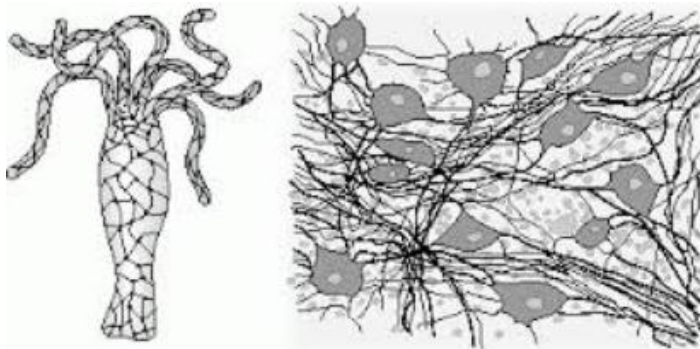
ب- تغذیه و گوارش: هیدر جانوری صیاد است و طعمه خود را به کمک سلول‌های گزنده شکار و پس از کشتن به کمک بازوها به سمت دهان هدایت و سپس به کیسه گوارشی وارد می‌کنند. در کیسه گوارشی آنزیم‌های گوارشی از طریق آگزوسیتوز ترشح و سپس به کمک تازک‌ها گوارش برون سلولی صورت می‌گیرد. بعد از گوارش برون سلولی ذرات غذایی آندوسیتوز می‌شود و با تشکیل

واکوئل‌های غذایی ادامه‌ی گوارش درون سلولی خواهد شد بدین صورت که لیزوزوم‌ها به واکوئل‌های غذایی می‌پیوندند و واکوئل گوارشی ایجاد می‌شود. ذرات گوارش نیافته نیز مجدداً از دهان خارج می‌شوند.



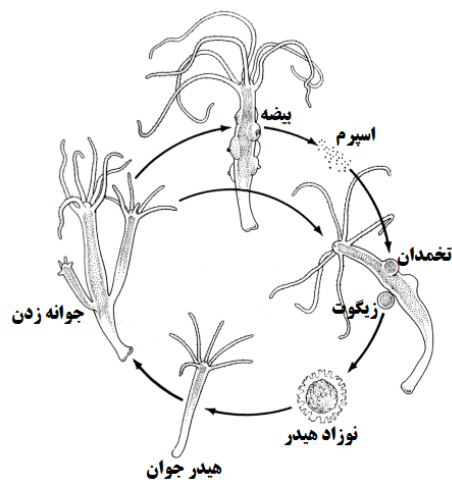
شکل ۴-۱- گوارش برون سلولی و درون سلولی هیدر

ج- **دستگاه عصبی:** هیدر فاقد دستگاه عصبی محیطی و مرکزی است. این جانور دارای شبکه‌ی عصبی بوده و نورن‌ها در بدن جانور پخش‌اند. در این شبکه نورون‌ها از طریق سیناپس با هم ارتباط دارند ولی جسم سلولی نورون‌ها تشکیل گره عصبی نمی‌دهند.



شکل ۵-۱- شبکه عصبی هیدر

د- **تولیدمثل:** هیدر هم تولیدمثل جنسی و هم تولیدمثل غیرجنسی دارد. هیدر به روش جوانه زدن تولیدمثل غیرجنسی انجام می‌دهد که نوعی کلون شدن است. در تولیدمثل جنسی جانور تخم‌گذاری می‌کند.



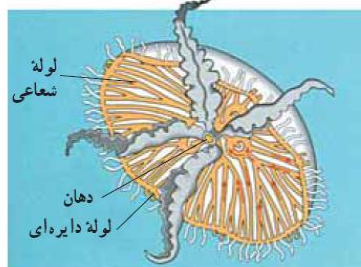
شکل ۶-۱- تولیدمثل هیدر

عروس دریایی

این موجودات دارای ساختار زیبایی هستند، به همین جهت **عروس دریایی** نامیده می‌شوند. عروس دریایی، در اعماق متوسط دریا زندگی می‌کند و بین ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر قطر دارد و بدنی چتر مانند و شفاف ژلاتینی دارد.

دهان چهار گوش در قسمت وسط بدن قرار دارد که به یک لوله‌ای با مقطع ۴ گوش وصل می‌شود و انتهای آن به کیسه گوارشی ختم می‌گردد. از کیسه گوارشی، لوله‌های گوارشی منشأ گرفته و به صورت مجرای شعاعی حلقوی قرار گرفته و مواد غذایی را به قسمت‌های مختلف می‌رسانند. در اطراف دهان ۴ بازوی دهانی وجود دارد.

عروس دریایی ساده‌ترین دستگاه گردش مواد را دارد به طوری که آب از راه دهان وارد کیسه گوارشی شده و از راه لوله‌های شعاعی به لوله دایره‌ای منتقل می‌شود، سپس آب مجدداً از همین مسیر برمی‌گردد و از دهان خارج می‌شود. حرکت آب درون لوله‌ها توسط **مژک‌های** سلول‌های جدار درونی صورت می‌گیرد. فقط این سلول‌ها با مواد غذایی درون آب تماس مستقیم دارند.



دهان ← کیسه گوارشی ← لوله شعاعی ← لوله دایره‌ای

شکل ۷-۱: ساده‌ترین گردش مواد در عروس دریایی

شقایق دریایی

شقایق دریایی به شکل کیسه‌ای کوچک است که به وسیله پای به نام صفحه پایه‌ای به کف دریا چسبیده است و بدنی لوله‌ای شکل دارد که به صفحه دهانی ختم می‌شود. در بین کیسه تنان شقایق دریایی زندگی ثابت دارد، هیدر تقریباً در زیستگاه خود ثابت است و جابه‌جایی چندانی در آب ندارد ولی عروس دریایی متحرک است.

نوعی از هم‌زیستی **هم‌سفرگی** است. در این نوع رابطه، یک طرف سود می‌برد و طرف دیگر نه سود می‌برد نه زیان. یک نوع معروف هم‌سفرگی بین دلقک ماهی و شقایق دریایی که نوعی از کیسه‌تنان است، وجود دارد. شقایق دریایی خارهای گزنده‌ای دارد که برای سایر جانوران سمی است.



شکل ۸-۱- هم‌سفرگی: دلقک ماهی‌ها از نیش این شقایق دریایی در امانند و در میان بازوهای آن مخفی می‌شوند.

ساده‌ترین نوع یادگیری و تغییر شکل رفتار عادی شدن است. در این یادگیری ساده جانور یاد می‌گیرد که از محرک‌های دائمی که هیچ سود و زیانی برای او ندارند، صرف‌نظر کند و به آن‌ها پاسخی ندهد.

این نوع یادگیری حتی در مورد رفتارهای بسیار ساده، مانند انعکاس هم وجود دارد. مثلاً شقایق دریایی و یا عروس دریایی با کوچک‌ترین تحریک مکانیکی، شاخک‌های حسی خود را منقبض می‌کنند، در حالی که نسبت به حرکت مداوم آب واکنشی از خود بروز نمی‌دهند.

کرم‌ها

جانورانی هستند با تنفس پوستی که در آب یا محیط‌های مرطوب زندگی می‌کنند. عده‌ای از آن‌ها زندگی آزاد داشته و محل زندگی‌شان متفاوت است و عده‌ای دیگر [زندگی انگلی](#) دارند و در بدن گیاهان، جانوران و حتی انسان به سر می‌برند و اغلب مولد امراض خطرناکی برای آن‌ها هستند.

کرم‌های پهن

پست‌ترین کرم‌ها، **کرم‌های پهن** می‌باشند که بدن‌های نازک و نرم دارند. عده کمی از آن‌ها آزادند و بیشتر آن‌ها به حالت انگل هستند. کرم‌های پهن آزاد اکثراً در آب شیرین یا شور و یا جاهای مرطوب به سر می‌برند. پلاناریاها جز این رده هستند، که در آب‌های سرد و دائمی به کنده‌ها و تیرهای معلق در آب آویزانند و از نور فراری هستند. این کرم‌ها هرمافرودیت هستند، یعنی هر دو دستگاه نر و ماده را دارا هستند.

ویژگی‌های پلاناریا :

۱- داشتن تنفس پوستی

۲- دفع آمونیاک از همه‌ی سلول‌های پوششی بدن

۳- داشتن دستگاه عصبی محیطی و مرکزی. دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز با ۲ یا ۳ گره عصبی که شامل جسم سلولی چندین نورون است می‌باشد از مغز پلاناریا ۲ طناب عصبی که رشته‌های آکسون و دندریت همان جسم سلول‌های مغز هستند به وجود می‌آیند پس در طناب‌های عصبی جسم سلولی وجود ندارد و از طناب‌های عصبی هم رشته‌هایی خارج می‌شوند که دستگاه عصبی محیطی پلاناریا را می‌سازند پس منشا دستگاه عصبی محیطی پلاناریا، فقط طناب‌های عصبی است یعنی مغز پلاناریا در تشکیل دستگاه عصبی محیطی نقشی ندارد. ۲ طناب عصبی پلاناریا از طریق رشته‌های دستگاه عصبی محیطی به هم متصل‌اند و در پاسخ‌های عصبی با هم هماهنگ عمل می‌کنند و همچنین منظره نردبانی دارند. در کل در مقایسه با شبکه عصبی هیدر، دستگاه عصبی پلاناریا از شبکه عصبی هیدر پیشرفته‌تر است.

۴- داشتن ساده‌ترین گیرنده یکی دیگر از خصوصیات کرم‌های پلاناریا چشم جامی شکل در پلاناریاها است. کرم پلاناریا از این چشم نه برای دیدن بلکه برای تشخیص جهت نور استفاده می‌کند. برای مثال در یک چشم جامی شکل اگر نور به صورت مایل از سمت چپ بتابد، گیرنده‌های نوری سمت راست تحریک و پیامی را به مغز پلاناریا ارسال می‌کنند و مغز در جواب پیام‌های عصبی ای را به عضلات مربوطه ارسال می‌کند.



شکل ۹-۱- چشم جامی شکل پلاناریا- دستگاه عصبی پلاناریا

کرم کدو

کرم‌های نواری شکل و انگل‌های داخلی می‌باشند که در روده مهرداران به سر می‌برند. این جانوران، بدنی پهن و نواری شکل دارند و بدن آن‌ها از قطعات زیاد یا بندهای کوتاه زیاد تشکیل یافته است. این جانوران دهان و لوله گوارش ندارند و مواد غذایی از دیواره بدنشان جذب می‌گردد.

کرم حلقوی

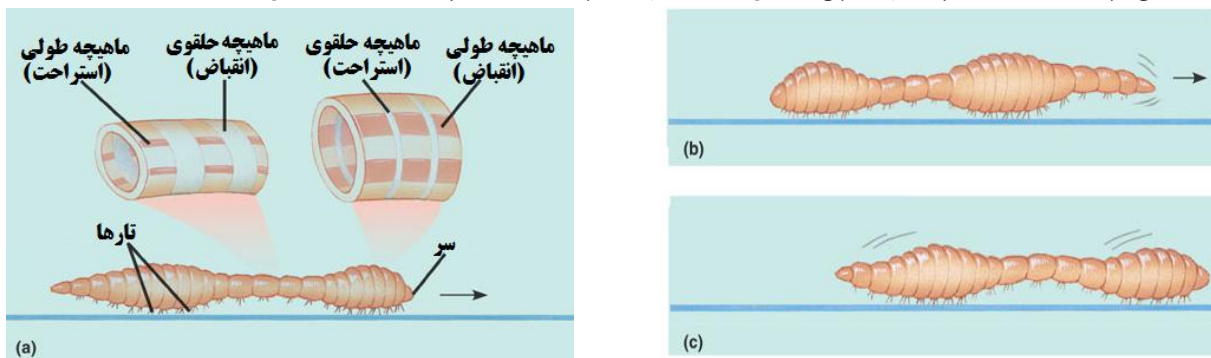
بدن آن‌ها مرکب از بسیاری قطعات حلقه‌ای شکل می‌باشد. داشتن قطعات مشابه، معمولاً هم در شکل خارجی و هم در ساختمان داخلی از قبیل عضلات، اعصاب و اندام‌های گردش خون و تولیدمثل نمایان است. کرم‌های حلقوی شامل رده کم‌تاران، رده پرتاران و رده زالوها می‌باشد.

رده کم تاران



کرم‌خاکی مثالی از این رده است. بدن این کرم استوانه‌ای دراز و به‌طور واضح در دو انتها نازک و باریک است. سر مشخص و متمایزی در حیوان وجود ندارد. بدن یک کرم بالغ به ۸۰ تا ۱۰۰ قطعه حلقه‌ای شکل تقسیم شده است. دهان کرم در حلقه اول است. روی حلقه‌های ۳۱ تا ۳۷ برآمدگی غده‌ای واضحی به نام کمر بند تناسلی دیده می‌شود. در هر حلقه به جز اولی و آخری چهار جفت تار مو مانند کوچک وجود دارد. تارها در موقعی که کرم در سوراخش قرار دارد و یا روی زمین حرکت می‌کند، مانند گیره یا میخ عمل می‌نمایند.

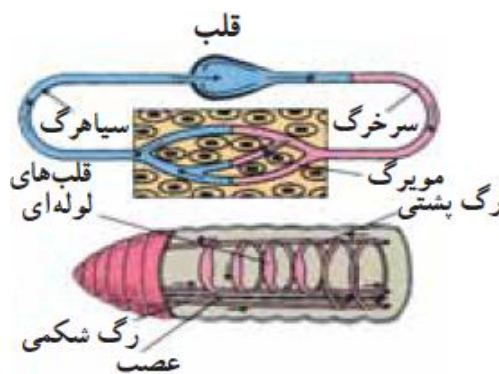
این جانور به کمک ماهیچه‌های زیر پوست و تارهای خود حرکت می‌کند. انقباض ماهیچه‌های طولی آن موجب افزایش قطر حلقه‌ها می‌شوند تا بدن کرم جمع شود (کاهش سطح تنفس) و برعکس با انقباض ماهیچه‌های حلقوی، طول حلقه‌ها افزایش یافته و بدن کرم کشیده می‌شود. در یک حلقه اگر ماهیچه طولی منقبض باشد ماهیچه حلقوی در حال استراحت است و بالعکس (شکل ۱-۱۰).



شکل ۱-۱۰- حرکت کرم‌خاکی

دستگاه گردش خون کرم‌خاکی:

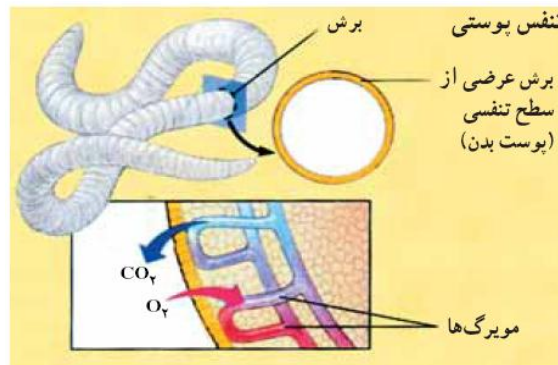
کرم‌خاکی دارای دستگاه گردش خون بسته است. پلاسمای خون قرمز و حاوی **هموگلوبین** محلول و گلبول‌های بی‌رنگ است. کرم‌خاکی دارای قلب‌های لوله‌ای (۵ جفت) است. یک رگ پشتی (سیاهرگ) خون را از دم به سر منتقل و خون تیره را وارد قلب‌ها می‌کند. قلب‌ها لوله‌ای خون تیره را به دو رگ شکمی می‌فرستد. این رگ‌ها خون را از سر به دم منتقل می‌کنند. اگر خون به مویرگ‌های سطح پوست برود، روشن می‌شود. عصب این جانور همانند حشرات در سطح شکمی و بین دو رگ قرار دارد.



شکل ۱-۱۱- گردش خون کرم‌خاکی

تنفس پوستی:

بعضی از جانوران تنفس پوستی دارند. در تنفس پوستی از همه سلول‌های سطحی بدن برای تبادل گازهای تنفسی استفاده می‌شود. جانوران دارای این نوع تنفس باید در محیط‌های مرطوب یا آب زندگی کنند تا سطح تنفس آن‌ها همیشه مرطوب بماند. این جانوران معمولاً جثه کوچک دارند و بسیاری از آن‌ها بدن دراز (کرم‌خاکی) یا پهن (پلاناریا) دارند. در کرم‌خاکی برای انتقال گازهای تنفسی به بخش‌های مختلف بدن به گردش خون نیاز است.

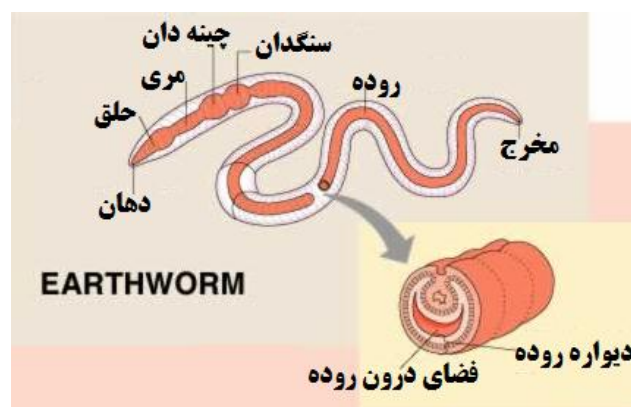


شکل ۱۲-۱- تنفس پوستی در کرم‌خاکی

تغذیه و گوارش در کرم‌خاکی:

کرم‌خاکی جانوری همه‌چیزخوار است. این جانور درون خاک حرکت می‌کند و خاک سر راه خود، همراه با مواد آلی درون آن را می‌بلعد. این مواد از دهان به مری و از آن‌جا به چینه‌دان جانور برده می‌شوند. درون سنگ‌دان غذا به کمک سنگ‌ریزه‌هایی که وارد لوله گوارشی شده‌اند، آسیاب می‌شود.

در روده، مواد آلی غذایی گوارش می‌یابند و مواد قابل جذب آن، جذب می‌شوند. در شکل ۱۳-۱ مشاهده می‌کنید که دیواره روده کرم‌خاکی برجسته است. این برجستگی سطح تماس روده را با غذا افزایش می‌دهد؛ بدین وسیله تعداد سلول‌هایی که در تماس با غذا قرار می‌گیرند، افزایش می‌یابد و کارایی روده بیش‌تر می‌شود. مواد گوارش نیافته، خاک و سنگ‌ریزه‌ها از مخرج کرم خارج می‌شوند.



شکل ۱۳-۱- دستگاه گوارش کرم‌خاکی

بندپایان:

شامل: ۱- حشرات ۲- عنکبوتیان ۳- سخت پوستان ۴- هزارپایان

شاخه بندپایان بزرگترین شاخه در میان جانوران است. گوناگونی بندپایان به تنهایی از گوناگونی همه جانوران و گیاهان نیز بیش تر است. در حدود ۷۵ درصد از گونه‌های شناخته شده بندپایان را حشرات تشکیل می‌دهند. اندازه بندپایان از کنه‌های میکروسکوپی تا خرچنگ‌های غول پیکر ۱.۵ متری که وسعت پاهایشان به ۴ متر می‌رسد متغیر است. این جانوران بیش تر از هر نوع جانور دیگری در روی زمین گستردگی و تراکم دارند. بندپایان مهمترین گروهی هستند که موجودات دیگر از جمله انسان‌ها مجبور به رقابت با آنها هستند.

موفقیت بزرگ این جانوران، نتیجه ساختمان اساسی بدن به‌ویژه سازمان قطعه قطعه‌ای و اسکلت خارجی کیتینی آنهاست. بدن بندپایان امروزی شامل سینه، سر و شکم است و در بسیاری از موارد سر و سینه به هم چسبیده سر سینه را ساخته‌اند.

۱-دستگاه گردش خون بندپایان

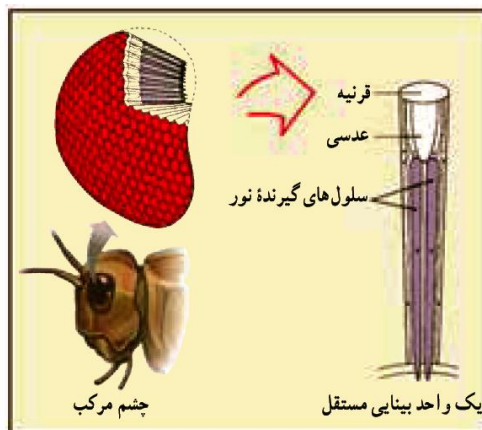
بسیاری از بی‌مهرگان، مانند عنکبوتیان، سخت‌پوستان و حشرات گردش خون باز دارند. خون در بدن این جانداران درون رگ‌های بسته جریان ندارد، بلکه از انتهای باز بعضی رگ‌ها خارج می‌شود و در میان سلول‌ها گردش می‌کند. در جانورانی که گردش خون بسته دارند، خون فقط با آن دسته از سلول‌هایی که در دیواره داخلی قلب و رگ‌ها قرار دارند، تماس مستقیم دارد. در این جانوران بخشی از پلاسمای خون از دیواره مویرگ‌ها به فضاهای بین سلول‌ها نفوذ می‌کند و مایع میان‌بافتی را می‌سازد. این مایع پس از تغذیه سلول‌ها به وسیله رگ‌های لنفی جمع‌آوری و به سیاهرگ‌ها بازگردانده می‌شود. در جانورانی که گردش خون باز دارند در بین سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها شبکه مویرگی کامل وجود ندارد و خون مستقیماً به فضای بین سلول‌های بدن وارد می‌شود و در مجاورت سلول‌ها جریان می‌یابد. این مایع همولنف نام دارد و نقش خون، مایع میان‌بافتی و لنف را داراست.

۲-دستگاه تنفس بندپایان

تنفس از طریق آبشش، آبشش‌های، شش‌های کتابی یا سیستم نایی انجام می‌شود که همگی کیتینی هستند و از سطح به‌طور بند بند رو به خارج یا داخل بدن رشد یافته‌اند. آبشش‌های کتابی در خرچنگ‌های نعل اسبی و شش‌های کتابی در عنکبوت‌ها و عقرب‌ها حجره‌هایی هستند که در آنها صفحات آبشش‌ها در آب و شش‌ها در هوا عمل می‌کنند. سیستم نایی شامل مجاری منشعب و متصل به هم هستند که از سطح بدن به تمام قسمت‌های درونی می‌رسند. این سیستم در صدپایان و حشرات دیده می‌شود.

۳-دستگاه بینایی بندپایان

خرچنگ‌ها و حشرات، چشم مرکب دارند. چشم مرکب از تعداد زیادی واحد مستقل بینایی تشکیل شده که هر کدام یک قرینه و یک عدسی دارد و نور را روی تعدادی سلول گیرنده متمرکز می‌کند. هر یک از این واحدها نور را از بخش کوچکی از میدان بینایی دریافت می‌کنند و در نتیجه تصویری که ایجاد می‌شود موزاییکی از بخش‌های مختلف است. جانور به‌وسیله این نوع چشم، قادر است جزئی‌ترین حرکات را در محیط تشخیص دهد و وجود شکارچی را به موقع احساس کند.



شکل ۱۴-۱- سافتمان چشم مرکب

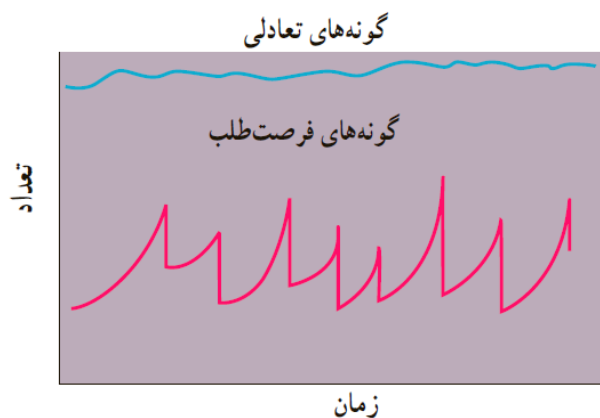
حشرات

بزرگ‌ترین گروه از بندپایان بوده و از نظر بال به ردهٔ حشرات بال دار و بی بال تقسیم می‌شوند. البته بیش‌تر حشرات بال‌دار هستند. حدود یک میلیون گونهٔ مختلف حشره در جهان شناسایی و توسط دانشمندان نام‌گذاری شده‌است. مجموع حشرات روی زمین تا مرز ده میلیون گونهٔ مختلف می‌رسد. حشرات تقریباً در همهٔ نقاط روی زمین پیدا می‌شوند و همچنین می‌توان آن‌ها را در آب‌های شیرین یافت. حشرات اولین حیوانات پرنده‌اند که در روی زمین به وجود آمدند. ۳۵۰ میلیون سال قبل، اولین بار آن‌ها توانستند در هوای زمین شروع به پرواز کنند، و این میلیون‌ها سال قبل از پرواز پرندگان و خفاش‌ها بود.

حشرات یکی از اولین ساکنان خشکی بودند. این گروه از بندپایان فراوان‌ترین و متنوع‌ترین گروه جانوران در تاریخ زمین بوده‌اند. به احتمال زیاد موفقیت حشرات در ارتباط با توانایی پرواز آن‌ها بوده است. حشرات اولین جانورانی بودند که بال داشتند. حشرات اولیه، مانند سنجاقک‌ها دارای دو جفت بال بودند. توانایی پرواز برای حشرات این امکان را فراهم آورد که به نحو مؤثرتری به جستجوی غذا، جفت و آشیانه بپردازند. این امر منجر به همیاری بین حشرات و گیاهان گل‌دار شد.

۱- ویژگی جمعیت حشرات :

رخدادهای غیرمنتظره، مانند آتش‌سوزی، خشکسالی، سیل و گردباد- که هر چند گاه در طبیعت اتفاق می‌افتد- باعث مرگ و میر شدید و ناگهانی می‌شوند. این نوع کاهش جمعیت، ارتباطی به تراکم آن و رقابت افراد با هم ندارد. به عنوان مثال، جمعیت حشرات و گیاهان یک ساله در بهار و تابستان - که شرایط مساعد است- با سرعت رشد می‌کند؛ ولی با بروز بحران مٹلاض فرارسیدن سرما، به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. چنین جمعیت‌هایی در محیط‌های متغیر و غیرقابل پیش‌بینی زندگی می‌کنند و اصطلاحاً جمعیت‌های فرصت‌طلب نامیده می‌شوند (شکل ۱۵-۱).



شکل ۱۵-۱- جمعیت‌های فرصت‌طلب و جمعیت‌های تعادلی

جمعیت طبیعی برخی از گونه‌ها، مانند اغلب مهره‌داران در طول زمان کوتاه تغییر چندانی نمی‌کند. شرایط محیط‌زیست این گونه‌ها نسبتاً پایدار است و حوادث ناگهانی در آن به ندرت رخ می‌دهد. این جمعیت‌ها را جمعیت‌های تعادلی می‌نامند.

اندازه جمعیت‌های تعادلی معمولاً نزدیک به گنجایش محیط (K) است. رشد جمعیت‌ها پس از تساوی اندازه آن‌ها با گنجایش محیط متوقف می‌شود. جمعیت‌های فرصت‌طلب و جمعیت‌های تعادلی، دو حد آستانه هستند و بسیاری از گونه‌ها وضعیتی بینابین این دو دارند، یعنی شرایط محیط برای آن‌ها نه کاملاً پایدار است و نه به شدت بحرانی. پایداری یا ناپایداری محیط را باید با توجه به گونه مورد بررسی سنجید؛ مثلاً سرمای زمستان اغلب حشرات را از پای در می‌آورد، در حالی که بسیاری از جانوران بزرگ‌تر این شرایط را تحمل می‌کنند.

مهم‌ترین جنبه مقایسه جمعیت‌های تعادلی و فرصت‌طلب، نوع اثری است که انتخاب طبیعی روی آن‌ها می‌گذارد. در محیط‌هایی که شدیداً متغیر و غیرقابل پیش‌بینی هستند، مرگ و میر گسترده افراد ارتباط چندانی با ژنوتیپ و فنوتیپ آن‌ها، یا تراکم جمعیت ندارد. هر فردی سعی می‌کند هر چه بیشتر و سریع‌تر تولیدمثل کند تا حداقل تعدادی از زاده‌هایش از بحران جان سالم به‌در ببرند. در آغاز فصل تولیدمثل گونه‌های فرصت‌طلب، معمولاً تعداد افراد بالغی که زنده مانده‌اند، بسیار کم‌تر از حد گنجایش محیط است و رقابت چندانی وجود ندارد. در چنین شرایطی، حتی زاده‌هایی که چندان هم سالم و توانمند نباشند، می‌توانند زنده بمانند. افراد سعی می‌کنند بیش‌ترین انرژی را صرف تولیدمثل کنند و بیش‌ترین تعداد زاده‌ها را در کوتاه‌ترین زمان به‌وجود آورند. نتیجه طبیعی تعداد زیاد زاده‌ها، اندازه کوچک آن‌هاست (زیرا مقدار کل ماده و انرژی محدود است). نمونه چنین جمعیت‌هایی، نوعی پروانه به نام **اپرافترا بروماتا** است که در پاییز تخم می‌گذارد. لاروها در بهار از تخم خارج می‌شوند؛ تا اوایل تابستان از برگ‌ها تغذیه می‌کنند و سپس تا فرا رسیدن پاییز به‌صورت شفیره در خاک می‌مانند. در پاییز پروانه‌های بالغ از پیله خارج می‌شوند و جفت‌گیری می‌کنند. یک بررسی ۱۸ ساله نشان داد که بیش‌ترین مرگ و میر (در حدود ۹۱ درصد) در فصل زمستان برای تخم‌ها و نیز در فصل بهار برای لاروها اتفاق می‌افتد، زیرا بسیاری از لاروها زمانی از تخم خارج می‌شوند که درختان هنوز برگ ندارند.

در محیط‌هایی که نسبتاً پایدار هستند، تراکم جمعیت نوسان کم‌تری دارد و مرگ و میر افراد تصادفی نیست. آن‌هایی که با محیط سازگارتر باشند و بهتر بتوانند در شرایط رقابتی سخت دوام بیاورند، باقی می‌مانند. در محیطی که تقریباً اشباع شده است، ($N \cong K$) رقابت شدید وجود دارد. بهترین راهبرد به‌وجود آوردن فرزندان است که قابلیت‌های بیش‌تری در رقابت با سایر افراد داشته باشند. پرورش فرزندان سالم و قوی هزینه زیادی دارند؛ لذا، تعداد فرزندان محدود است. در بسیاری از گونه‌هایی که چنین شرایطی دارند، والدین تا مدتی از فرزندان مراقبت می‌کنند. بپر، گوریل و عقاب از این گروه‌اند.

رفتار غذایی: جانوران را براساس انواع غذایی که مصرف می‌کنند، در دو گروه عمده جای می‌دهند. گروهی از جانوران منحصراً از یک نوع غذا استفاده می‌کنند. مثلاً عنکبوت‌ها گوشت‌خوارند. بعضی از گونه‌های مورچه فقط تخم عنکبوت می‌خورند. بعضی از حشره‌ها برگ گیاهان را می‌خورند. در عوض گروهی دیگر که همه چیزخوار نامیده می‌شوند به یک نوع غذا بسنده نمی‌کنند. این جانوران در واقع نمی‌توانند نیازهای غذایی خود را از یک منبع غذایی تأمین کنند. گروهی که منحصراً از یک نوع غذا استفاده می‌کنند، هنگامی که یک نوع منبع غذایی فراوان‌تر است، موفق‌ترند؛ اما هنگامی که هیچ یک از منابع غذایی فراوان‌تر نباشند، همه چیزخوارها غذای بیش‌تری برای خوردن پیدا می‌کنند؛ زیرا این امتیاز را دارند که می‌توانند از منابع غذایی بیش‌تری استفاده کنند.

برای جانوران شکارچی مثل عنکبوت‌ها و انواعی از هزارپایان اندازه غذا مهم است. طعمه‌های بزرگ‌تر، انرژی بیش‌تری دارند؛ اما شکار این طعمه‌ها سخت‌تر است و معمولاً کم‌تر یافت می‌شوند. بنابراین غذایی بستگی به موازنه بین محتوای انرژی غذا و سهل‌الوصول بودن آن دارد. جانوران تمایل دارند که بیش‌ترین انرژی را به ازای کم‌ترین زمان، به‌دست آورند. این رویکرد، **غذایابی بهینه** نامیده می‌شود. اگر چه انتخاب طبیعی در جهت شکل‌گیری این نوع غذایی بوده است اما به هر حال باید توجه داشت که بعضی مواقع جانوران غذاهایی را می‌خورند که انرژی کم‌تری دارند؛ زیرا آن‌ها مواد غذایی مهمی دارند. از طرفی محل منبع غذایی نیز مهم است. جانوران برای یافتن غذا به محل‌هایی می‌روند که احتمال خطر روبه‌رو شدن با شکارچی کم‌تر باشد (حفظ بقا).

به طور کلی حشرات از نظر رژیم غذایی مانند سایر جانوران در سه گروه اکولوژیک تقسیم می‌شوند:

۱- حشرات همه چیزخوار: به گونه‌هایی اطلاق می‌شود که در محیط زیست خود به طور یکسان از مواد گیاهی و جانوری تغذیه کرده و مواد غذایی آن‌ها اغلب ترکیبی از مواد غیر زنده به صورت باقی مانده گیاهان و جانوران به ویژه در محیط‌های زیستی آب و خاک می‌باشد. مثال سوسک‌ها

۲- حشرات گیاهخوار: این گروه با مکیدن شیره گیاهان، نوش گل‌ها و یا جویدن قسمت‌های مختلف گیاه میزبان تغذیه می‌کنند و لذا این روش‌های تغذیه‌ای متنوع باعث به وجود آمدن تحولات زیادی در اندام‌های مختلف حشره مانند قطعات دهانی، شاخک‌ها، پاها و شکل عمومی بدن، اعضای داخلی و حسی و نیز رفتار حشره گیاهخوار شده است.

تشخیص تابش‌های فروسرخ: وقتی از نور مرئی سخن می‌گوییم، در واقع منظورمان نوری است که برای «ما» مرئی است. نور مرئی بخش بسیار کوچکی از طیف تابش‌های الکترومغناطیسی است که محدوده بین طول موج‌های بنفش و قرمز را شامل می‌شود. امواجی با طول موج‌های کوتاه‌تر یا بلندتر از این دو، برای ما قابل رویت نیستند، حال آن‌که برای بعضی از جانداران، قابل درک‌اند. مثلاً ما نمی‌توانیم پرتوهای فرابنفش را ببینیم، اما بسیاری از حشرات می‌توانند این پرتوها را ببینند.

این توانایی، در گرده‌افشانی توسط حشرات نقش مهمی ایفا می‌کند. بعضی از گل‌ها، الگوهایی دارند که برای ما قابل رویت نیستند؛ اما اگر با یک فیلم حساس به پرتوهای فرابنفش از آن عکس بگیریم، آن الگوها را در عکس خواهیم دید (شکل ۱۶-۱). این الگوها، حاوی اطلاعاتی برای حشرات گرده‌افشان هستند که ما قادر به درک آن‌ها نیستیم.



شکل ۱۶-۱- زنبور پرتوهای فرابنفش بازتابیده شده از گل را می‌بیند. تصویر سمت راست مربوط به همان گل است که با فیلم حساس به پرتو فرابنفش گرفته شده است.

گل‌ها منبع غذایی جانوران گرده‌افشان هستند؛ مثلاً زنبورها شیره گل را می‌خورند و از گرده‌ها برای تغذیه نوزادان خود استفاده می‌کنند (دانه‌های گرده منبع غنی پروتئین برای زنبورها هستند). زنبورها با این عمل دانه‌های گرده را از یک گل به گل دیگر منتقل می‌کنند. زنبورها ابتدا گل‌ها را با استفاده از بوی آن‌ها و سپس از طریق رنگ و شکل شناسایی می‌کنند. زنبورها معمولاً گرده‌افشانی گل‌های آبی، یا زرد را انجام می‌دهند.

حشره‌هایی که در شب تغذیه می‌کنند به سمت گل‌های سفید رنگ و دارای رایحه قوی می‌روند. رنگ سفید این گل‌ها یافتن آن‌ها را در نور بسیار کم شب آسان می‌کند.

حشرات گیاهخوار از لحاظ این‌که کدام بخش‌های گیاه را می‌خورند دچار **تکامل همراه** شده‌اند (هم‌آهنگی تغییر گونه‌هایی که در یک اکوسیستم زندگی می‌کنند و با هم ارتباط نزدیک دارند، تکامل همراه نامیده می‌شود). بعضی حشرات از شیره درون گیاه تغذیه می‌کنند و دارای خرطوم شده‌اند مثل شته و یا بخش بیرونی گیاه تغذیه می‌کنند مثل ملخ که دارای صفحات آرواره مانند.

گیاهان مختلف برای دفاع از خود ترکیب‌های شیمیایی (**ترکیب‌های ثانوی**) مختلفی تولید می‌کنند. مثلاً گیاهان تیره شب‌بو گروهی از ترکیب‌های شیمیایی را که در مجموع **روغن خردل** نامیده می‌شوند.

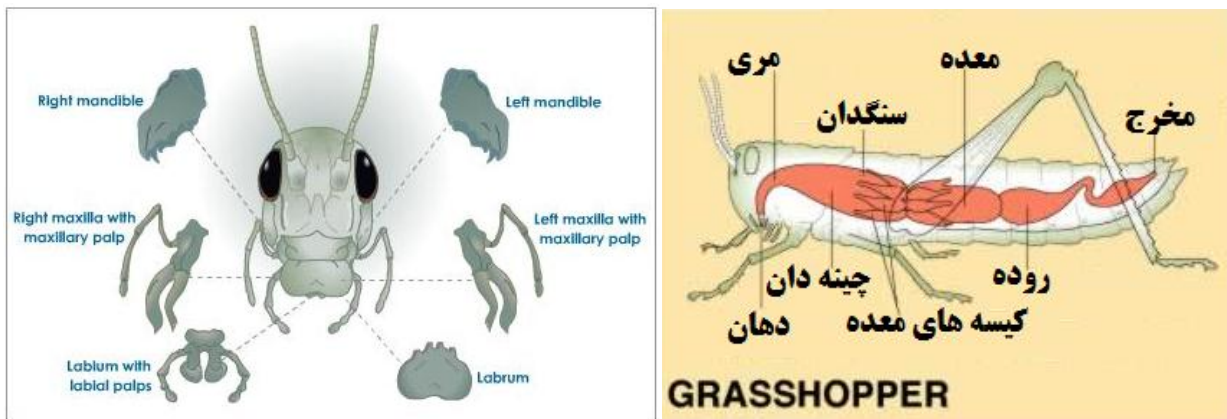
روغن خردل بو و مزه تند دارد. مزه تند اعضای این تیره گیاهی، مانند کلم و تربچه نیز به دلیل وجود همین ترکیب هاست. این مواد برای حشرات سمی هستند.

گیاه خواران چگونه خطوط دفاعی گیاهان را می شکند: بعضی از جانوران گیاه خوار می توانند از گیاهانی تغذیه کنند که مواد شیمیایی دفاعی می کنند. مثلاً، نوزاد پروانه کلم روی گیاهان تیره شب بو زندگی و از آنها تغذیه می کند. روغن خردل که در این گیاهان تولید می شود، برای بسیاری از حشرات سمی، اما نوزاد پروانه کلم چگونه این مواد سمی را تحمل می کند؟ این جانور می تواند روغن خردل را تجزیه کند و از اثرهای سمی آن در امان بماند.

۳- حشرات گوشخوار: مثل کفشدوزک ها و بعضی از گونه های مورچه که فقط تخم عنکبوت می خورند.

دستگاه گوارش ملخ

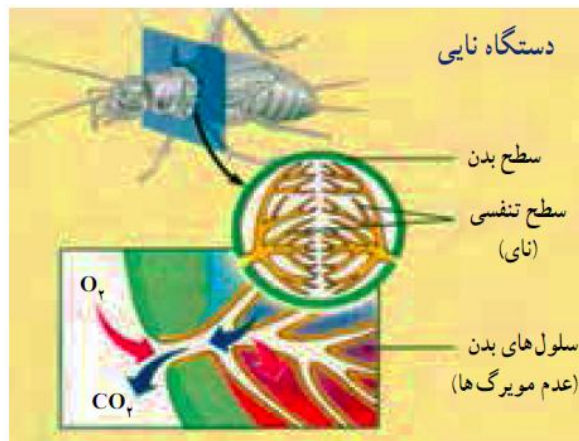
ملخ جانوری گیاه خوار است. صفحه های آرواره ماندی که در اطراف دهان ملخ قرار دارد، برای خرد کردن غذا که عمدتاً برگ ها و بخش های تازه و نرم گیاهی هستند، به کار می رود. ملخ نیز مانند کرم خاکی چینه دان و سنگ دان دارد. غذایی که به ذرات ریز خرد شده است، از سنگ دان وارد معده می شود. معده جایگاه گوارش شیمیایی غذاست. در اطراف معده ملخ تعدادی کیسه وجود دارد که به درون معده راه دارند. جذب مواد غذایی در معده ملخ انجام می شود. نقش روده ملخ جذب آب و فشرده تر کردن باقی مانده مواد برای خارج کردن آنها از مخرج است.



شکل ۱۷-۱- دستگاه گوارش ملخ و بخش های مختلف صفحات آرواره مانند

تنفس نایی در حشرات

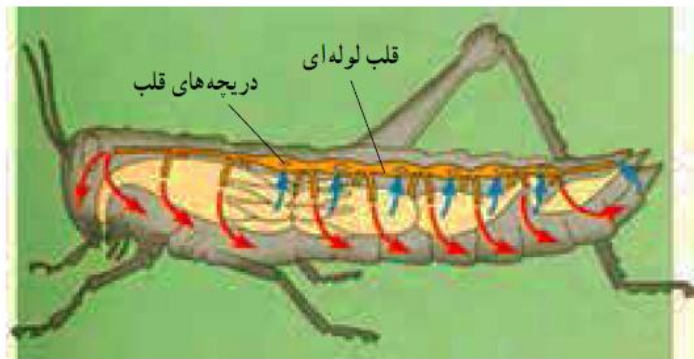
حشرات سیستم تنفسی متفاوتی دارند. این سیستم از تعدادی لوله های درونی به نام نای تشکیل شده است (شکل ۱۸-۱). شاخه های نای در سراسر بدن منشعب می شوند. تبادل گازها (اکسیژن و دی اکسید کربن) از این انشعابات با سلول های بدن، به طور مستقیم و بدون نیاز به همکاری سیستم گردش مواد، انجام می گیرد.



شکل ۱۸-۱- دستگاه تنفسی نایی مشرات

دستگاه گردش خون ملخ

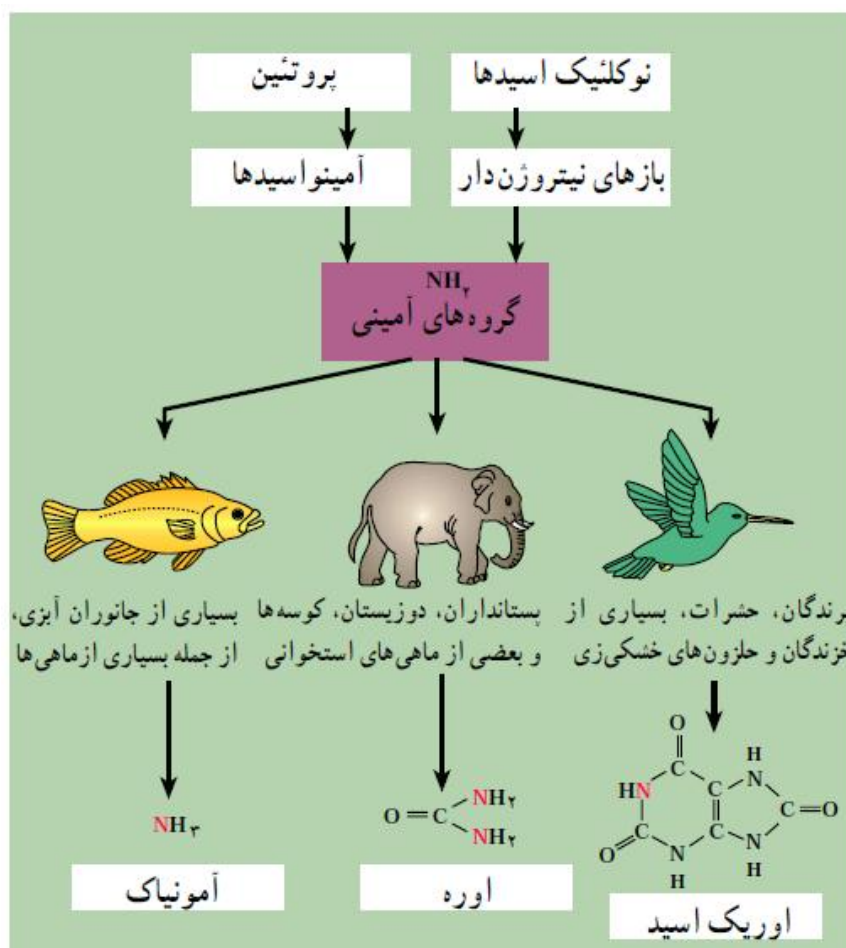
قلب ملخ (شکل ۱۹-۱) لوله‌ای شکل است و خون را به سوی سر و سایر بخش‌های بدن می‌راند. مواد غذایی به‌طور مستقیم بین خون و سلول‌های ملخ مبادله می‌شوند و حرکت ماهیچه‌های بدن جانور را به بخش‌های عقبی بدن می‌راند. هنگام استراحت قلب، خون بار دیگر از طریق چند منفذ به قلب باز می‌گردد. هر یک از این منافذ دریچه‌ای دارد که هنگام انقباض قلب بسته می‌شود.



شکل ۱۹-۱- دستگاه گردش خون ملخ باز است.

دفع ماده زاید نیتروژن‌دار در حشرات

پرنده‌ها، حشرات و بسیاری از خزندگان اوریک اسید دفع می‌کنند. دفع اوریک اسید به آب چندانی احتیاج ندارد. بنابراین دفع چنین ماده‌ای در جانوران ساکن مناطق خشک معمول‌تر است. سمی بودن اوریک اسید بسیار کم‌تر از اوره و آمونیاک است. جانوران مناطق خشک می‌توانند اوریک اسید را که نسبت به اوره و آمونیاک، فرمول پیچیده‌تری دارد، به شکل بلورهای جامد از خود دفع کنند. دفع اوریک اسید نسبت به دفع اوره به انرژی بیشتری نیاز دارد.



شکل ۲۰-۱- دفع مواد زاید نیتروژن‌دار در چند جاندار

اسکلت خارجی حشرات

مورچه‌ها در سراسر خشکی‌های کره زمین، به جز مناطق پوشیده از برف و یخ، زندگی می‌کنند. این حشرات جاندارانی بسیار پرتحرک هستند. بدن مورچه، نمونه‌ای از هماهنگی ساختار با کار را نشان می‌دهد. مورچه‌ها نیز مانند سایر حشرات اسکلتی خارجی دارند که از جنس ماده محکمی به نام کیتین است. رشته‌های کیتینی که از جنس نوعی پلی‌ساکارید سخت و مستحکم هستند، درون ماده‌ای زمینه‌ای از جنس پروتئین قرار می‌گیرند و اسکلت خارجی حشره را می‌سازند.

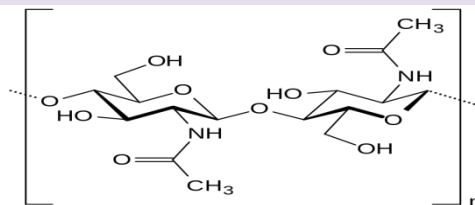
هر یک از شش پای مورچه از چند بند ساخته شده است (شکل ۲۱-۱). بندها در محل مفصل‌ها به هم متصل می‌شوند. بندهای پاهای مورچه، توخالی و لوله‌مانندند، اما استحکام آن‌ها به اندازه‌ای است که در اثر نیروهایی که معمولاً مورچه با آن‌ها سرو کار دارد، نمی‌شکنند. ماهیچه‌های درون این لوله‌ها بسیار قدرتمند و در عین حال باریک‌اند. چون وزن بدن مورچه روی هر شش پا وارد می‌شوند، نیرویی که به هر پا وارد می‌شود، چندان زیاد نیست.



شکل ۲۱-۱- ساختار پای مورچه

حرکت پاهای حشرات در شکل ۲۱-۱ نشان داده شده است. درون هر پا دو ماهیچه وجود دارد. کار این دو ماهیچه عکس یکدیگر است و با هماهنگی با هم، پا را حرکت می‌دهند.

نکته ۱-۲: کیتین علاوه بر حشرات در دیواره سلولی قارچ‌ها و بند پایانی مثل میگوها و خرچنگ نیز دیده می‌شود. کیتین پلیمری بلند است که همانند سایر پلی‌ساکاریدها از واحدهای گلوکز تشکیل شده است.



پلی‌ساکارید کیتین به صورت رشته‌ای هست. با توجه به وجود پلی‌ساکارید و پروتئین می‌توان گفت که بیش‌تر پوسته خارجی حشرات از عناصری مثل هیدروژن و اکسیژن و کربن و نیتروژن تشکیل شده است. ساختار کلی کیتین نیز مانند سایر قندها است با این تفاوت که مونوساکاریدهای تشکیل‌دهنده آن دارای شاخه نیتروژن‌دار هستند که موجب استحکام کیتین می‌شوند. با این توصیفات کیتین جزو پلی‌ساکاریدهای ساختاری است. در طبیعت توسط برخی باکتری‌ها و قارچ‌ها که آنزیم‌های کیتیناز تولید می‌کنند قابل تجزیه است.

دستگاه عصبی حشرات

سلول‌های عصبی جانوران مختلف، از نظر نحوه عمل بسیار شبیه یکدیگرند. اما در سازمان عصبی جانوران مختلف، گوناگونی‌های بسیاری به چشم می‌خورد. بیش‌تر جانوران دارای سر و دم‌اند و سر آنها مجهز به اندام‌های حسی و مغز است. مغز حشرات از چند گره به هم جوش خورده تشکیل شده است (شکل ۲۲-۱). طناب عصبی شکمی این جانوران در هر قطعه از بدن دارای یک گره عصبی است. هر یک از این گره‌ها فعالیت ماهیچه‌های آن قطعه را کنترل می‌کنند.



شکل ۲۲-۱- دستگاه عصبی در حشرات

نکاتی که در مورد حشرات باید بدانید:

۱- شته

شته‌ها به تعیین ترکیب شیرۀ پرورده کمک مهمی کرده‌اند. یکی از راه‌های استخراج شیرۀ پرورده استفاده از برخی حشرات، مانند شته است. شته از شیرۀ پرورده تغذیه می‌کند. این حشرات که به صورت گُلنی روی ساقه‌های گیاهان زندگی می‌کنند، خرطوم دهانی خود را تا محل آوندهای آبکشی در پوست فرو می‌کنند و مدت ۲ تا ۳ ساعت به همان حالت باقی می‌مانند (شکل ۲۳-۱). برای جمع‌آوری شیرۀ پرورده، نخست آنها را بی‌حس می‌کنند و سپس خرطوم آنها را قطع می‌کنند.



شکل ۲۳-۱- شته‌ها برای تغذیه، خرطوم خود را وارد آوند آبکشی می‌کنند. با بریدن خرطوم این مشر، شیرۀ پرورده از انتهای خرطوم به بیرون تراوش می‌کند.

همیاری: همیاری، نوعی رابطه هم‌زیستی است که در آن هر دو طرف سود می‌برند. یکی از معروف‌ترین انواع روابط همیاری بین مورچه و شته در نظام آفرینش یافت می‌شود (شکل ۲۴-۱). شته‌ها حشرات کوچکی هستند که روی شاخه‌های جوان و سبز بعضی گیاهان زندگی می‌کنند و با اندام مکندۀ دهانی خود شیرۀ پرورده گیاه میزبان را به فراوانی از درون آوندهای آبکش آن‌ها می‌کند. مواد قندی موجود در شیرۀ پرورده از مخرج آن‌ها به بیرون تراوش می‌کند. بعضی از انواع مورچه‌ها از این قطرات تغذیه می‌کنند و در مقابل از شته‌ها در برابر حشرات شکارچی محافظت می‌کنند (شکل ۲۴-۱).



شکل ۲۴-۱- هم‌زیستی. مورچه‌های نگهبان از شته‌های روی این ساقه محافظت و در عین حال از شیرۀ آن‌ها تغذیه می‌کنند.

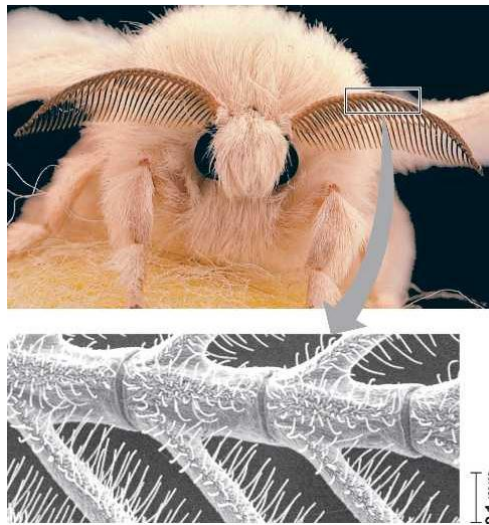
۲- برگ متحرک

این حشره همچون سربازی که در میدان جنگ سعی در مخفی ماندن و استتار دارد، خود را از دسترس دشمنان دور نکه داشته و با این کار شانس بقا و تولیدمثل خود را افزایش داده است. زاده‌های این حشره نیز همین ویژگی را به ارث می‌برند.

۳- پروانه‌ها و بیدها

الف- افراد پروانه‌های گونه بیستون بتولاریا، یا پروانه شب پرواز فلفلی، به یکی از دو رنگ تیره یا روشن دیده می‌شود. پروانه‌های تیره‌تر دارای ال‌هایی برای تولید ملانین (رنگیزۀ تیره‌کننده رنگ) هستند. بنابر گزارشی، رقم تیره این گونه تا دهه ۱۸۵۰ بسیار اندک بوده است. پس از این تاریخ در مناطق صنعتی تعداد پروانه‌های تیره، بیش‌تر شد. پس از ۱۰۰ سال، تقریباً همه پروانه‌های موجود در نزدیکی مراکز صنعتی تیره‌رنگ بودند.

ب- یکی از حساس‌ترین انواع گیرنده‌های شیمیایی، روی شاخک جنس نر نوعی پروانه ابریشم قرار دارد (شکل ۲۵-۱). شاخک این جانور را هزاران جسم مو مانند ظریف می‌پوشاند. اغلب این اجسام دارای گیرنده‌های شیمیایی قوی هستند و به بوی بدن جانور ماده حساس‌اند. وقتی تعداد کمی از این اجسام مو مانند ظریف با مولکول‌های بوی بدن جاندار ماده برخورد می‌کنند، تحریک می‌شوند و حضور جانور ماده را تشخیص می‌دهند.



شکل ۲۵-۱- موهای ظریف روی شافک پروانه ابریشم

ج- حرکت به سمت یک محیط مساعدتر هنگام تغییر فصل




پروانه‌های موناک هزاران کیلومتر را از یک نقطه به نقطه‌ای دیگر مهاجرت می‌کنند.

د- تعداد کروموزوم‌ها و الگوی تعیین جنسیت در حشرات

۱- مگس سرکه در هر سلول خود ۸ کروموزوم دارد.

۲- در بعضی حشرات، مثل که کروموزوم Y وجود ندارد، تعداد کروموزوم X جنسیت را تعیین می‌کند. ماده‌ها XX هستند و نرها XO (O نشان‌دهنده نبودن کروموزوم است).



$\text{♂} \begin{pmatrix} 22 \\ + \\ X \end{pmatrix}$

$\begin{pmatrix} 22 \\ + \\ XX \end{pmatrix} \text{♀}$

ج) الگوی XO: تعیین جنسیت با جنس نر

۳- زنبور عسل ماده (ملکه) نیز بکرزایی، زنبور نر تولید می‌کند. زنبورهای نر هاپلوئید (n کروموزومی) اند. اما زنبورهای ماده دیپلوئید (2n کروموزومی) اند و از لقاح تخمک ملکه با اسپرم به وجود می‌آیند.

بعضی جانوران رفتارهای مشارکتی نشان می دهند.

زنبورهای کارگر برای دفاع از کندو، مهاجمان را نیش می زنند. با این کار نیش در بدن مهاجم باقی می ماند و همراه با آن محتویات شکم زنبور نیز بیرون می آید و می میرد.

مثال دیگر، رفتار زنبورهای عسل ماده است. این زنبورها خود تولیدمثل نمی کنند. آن‌ها انرژی خود را صرف نگه‌داری و تغذیه زاده‌های ملکه (که مادر خود آن‌ها هم است) می کنند. در نوعی عنکبوت به نام بیوه سیاه، عنکبوت نر پس از جفت‌گیری وارد دهان عنکبوت ماده می شود و عنکبوت ماده آن را می خورد. علت وجود چنین رفتارهای فداکارانه چیست؟ برای این که صفتی به نسل بعد انتقال یابد. ژن مربوط به آن باید منتقل شود. بسیاری از ژن‌های افراد خویشاوند مشترک است. هر فرد نیمی از ژن‌های خود را از مادر و نیم‌دیگر را از پدر دریافت می کند و بنابراین با هر یک از والدین در ۵۰ درصد از ژن‌های خود مشترک است. هم‌چنین فرزندان نیز تعدادی از ژن‌ها را کاملاً یکسان دریافت می کنند. بر این اساس در رفتارهای فداکارانه (زنبورهای عسل) به جای این که ژن‌های خود فرد مستقیماً به نسل بعد منتقل شود، جانور به افراد خویشاوند خود کمک می کند تا زاده‌های بیش‌تری به وجود آورند و از این طریق ژن‌های مشترک آن‌ها بیش‌تر به نسل بعد منتقل می شود. در مثال عنکبوت بیوه سیاه، عنکبوت ماده با تغذیه از عنکبوت نر، انرژی لازم برای پرورش تخم‌ها را به دست می آورد و این در حالی است که ژن‌های عنکبوت نر نیز به نسل بعد منتقل شده است.

در واقع هر رفتار جانور که به نظر می رسد انجام آن به نفع دیگر افراد است، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بقای ژن‌های خود فرد را تضمین می کند.

۴- موریانه :

غذای اصلی بعضی جانوران، مانند گاو و موریانه سلولز است. در لوله گوارش این جانداران، میکروبی‌های مفیدی زندگی می کنند که می توانند سلولز را هیدرولیز کنند و مورد استفاده خود و جانور میزبان قرار دهند.

بعضی از تاژک‌داران جانورمانند به‌صورت هم‌زیست درون لوله گوارش موریانه‌ها زندگی و آنزیم‌های مورد نیاز برای هضم چوب را فراهم می کنند.

راه‌های برقراری ارتباط در حشرات

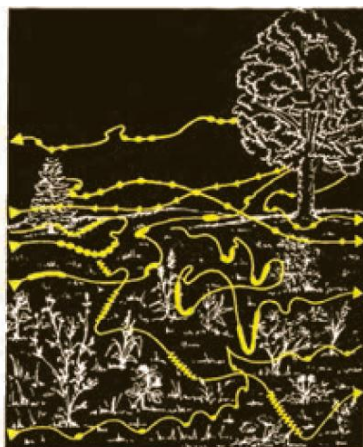
ارتباط با کمک مواد شیمیایی یکی از ابتدایی‌ترین راه‌هاست. در بعضی از جانوران، مواد شیمیایی به نام فرومون ترشح می شود که بر رفتار سایر افراد گونه، اثر می گذارد. در پروانه‌های شب‌پرواز، فرومون‌های جنسی سبب جلب جنس مخالف از فاصله‌های بسیار دور می شوند؛ اما نقش فرومون‌ها در جانوران پیشرفته‌تر مثل نخستی‌ها کم‌رنگ شده است. نخستی‌ها بیش‌تر از طریق علائم صوتی با هم‌دیگر ارتباط برقرار می کنند.

انتخاب جفت به همراه رفتارهای زیادی است.

جانوران در فصل تولیدمثل برای ارتباط با جفت، علائم خاصی از خود بروز می دهند. معمولاً علائم جفت‌یابی هر گونه، خاص همان گونه است؛ بنابراین افراد یک گونه با افرادی از گونه‌های دیگر جفت‌گیری نخواهند کرد. مثلاً هر یک از گونه‌های کرم شب‌تاب، الگوی تابش خاص خود را دارند و کرم شب‌تاب ماده، نرهای گونه خود را براساس تعداد تابش‌های آن‌ها شناسایی می کند و به نری که الگوی تابشی متفاوتی دارد، توجهی نمی کند. بسیاری از حشرات، دوزیستان و پرندگان صداها و یا آوازهای ویژه‌ای برای جلب جفت تولید می کنند.

حشره‌های شب‌تاب نر متعلق به هر گونه، الگوی ویژه‌ای برای تاباندن نور و جلب توجه ماده‌های همان گونه دارند. هر ماده فقط به رفتار

تقاضای جفت‌گیری نر هم‌گونه خود پاسخ می دهد (شکل ۲۶-۱).

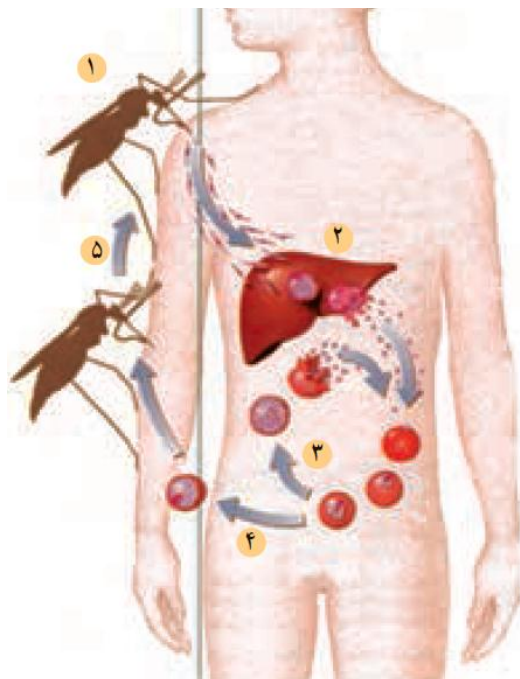


شکل ۱-۲۶- الگوی تابش نور، نوعی میدایی رفتاری تولید می‌کند. مشرۀ شب‌تاب ماده فقط با مشرۀ شب‌تاب نری آمیزش می‌کند که الگوی تابش نور آن ویژه همان گونه باشد. در این شکل الگوی تابش گونه‌های مختلف مشرۀ شب‌تاب را مشاهده می‌کنید.

حشرات انگل:

آغازیان انگل که در طی چرخۀ تولیدمثلی خود هاگ تولید می‌کنند، هاگ‌داران نامیده می‌شوند. این آغازیان غیرمتحرک، انگل و تک‌سلولی هستند. همهٔ هاگ‌داران انگل هستند و بیماری‌هایی را سبب می‌شوند. مالاریا، که توسط هاگ‌داران تولید می‌شود، در مقایسه با دیگر بیماری‌های عفونی قربانیان بیش‌تری می‌گیرد. هاگ‌داران جانوران را مبتلا می‌کنند و از میزبانی به میزبان دیگر منتقل می‌شوند. بسیاری از هاگ‌داران به‌وسیلهٔ حشراتی مانند پشه‌ها که از خون تغذیه می‌کنند، از میزبانی به میزبان دیگر منتقل می‌شوند. بعضی دیگر از هاگ‌داران در مدفوع جانور آلوده یافت می‌شوند. وقتی جانوری از آب یا غذای آلوده شده به مدفوع عفونی تغذیه می‌کند، به این انگل مبتلا می‌شود.

- ۱- وقتی پشهٔ آلوده، انسان را نیش می‌زند، اسپوروزوئیت‌ها را به خون او تزریق می‌کند.
- ۲- اسپوروزوئیت‌ها، سلول‌های جگر را آلوده می‌کنند و به مروزوئیت نمو می‌یابند.
- ۳- مروزوئیت‌ها سلول‌های قرمز خون را آلوده می‌سازند. در آن‌جا تکثیر می‌یابند و سلول‌های قرمز دیگر را آلوده می‌کنند.
- ۴- بعضی از مروزوئیت‌ها به گامتوسیت نمو می‌یابند. وقتی پشه انسان آلوده‌ای را نیش می‌زند، گامتوسیت‌ها به بدن پشه منتقل می‌شوند.
- ۵- گامتوسیت‌ها درون بدن پشه به گامت تبدیل و به یک‌دیگر ملحق می‌شوند و زیگوت را تشکیل می‌دهند. از تقسیم زیگوت اسپوروزوئیت‌ها تشکیل می‌شوند.



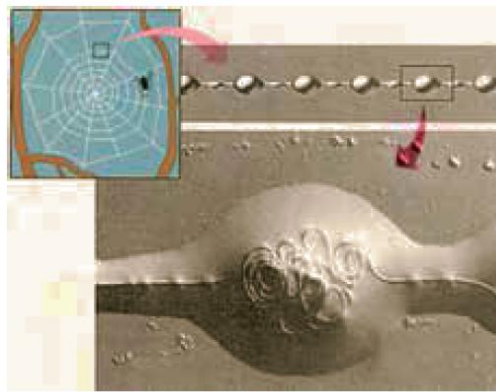
شکل ۱-۲۷- پرفۀ زندگی پلاسمودیوم. پلاسمودیوم پرفۀ زندگی پیچیده‌ای دارد که پشه و انسان را در بر می‌گیرد.

عنکبوتیان و هزارپایان

تکامل همراه شکار و شکارچی: صیادی نوعی رابطه بین دو گونه است که طی آن یکی دیگری را می خورد. مثالهای آشنای این نوع رابطه شکار گورخر به وسیله شیر و شکار موش به وسیله مار یا گربه است. در شکل های دیگر رابطه صیادی را می توان در بندپایان مشاهده کرد. عنکبوت ها و انواعی از هزارپایان منحصراً شکارچی هستند.

تار عنکبوت

تار عنکبوت همیشه برای آدمی جالب توجه بوده است. مقاومت هر یک از این تارها، نسبت به قطری که دارند، بسیار زیاد و بی همتاست. عنکبوت تنیدن تار را با سرعت بسیار انجام می دهد. توانایی تنیدن تار ارثی است و عنکبوت اطلاعات مربوط به این توانایی را به شکل مولکول های DNA از والدین خود به ارث برده است. غده های مربوط به تنیدن تار در زیر سطح شکمی جانور قرار گرفته اند. این غده ها پروتئین ویژه ای را با مواد دیگری مخلوط می کنند و تار می سازند.



شکل ۲۸-۱- ساختار یک تار عنکبوت

پروتئین های تشکیل دهنده تار عنکبوت استحکام، چسبندگی و کشسانی بسیار دارند. به طوری که حشره ای که در دام می افتد، نمی تواند دام را پاره و فرار کند. رشته های موجود در تار عنکبوت که درون اجسام مهره مانند (شکل ۲۸-۱) روی یک دیگر پیچ و تاب خورده اند، چسبناک و کشسان هستند. در اثر نیرویی که به این قسمت از رشته ها وارد می شود، پیچ و تاب های آنها باز می شود. در این حالت طول رشته ها تا چهار برابر افزایش می یابد. پس از قطع کشش یا رانش، بار دیگر رشته ها پیچ و تاب می خورند و به حالت اول باز می گردند. این توانایی برای نگه داشتن حشراتی که به دام افتاده اند و نیز برای دارا بودن انعطاف در برابر باد و سایر نیروها، مانند وزن قطره های باران یا شبنم، لازم است. قابلیت پیچ خوردگی و باز شدن مجدد این پیچ خوردگی ها خاصیت کشسانی فراوانی به تارها می دهد. شبکه تارهای عنکبوت، نشانگر کاربرد مولکول های زیستی در جانداران هستند: پروتئین های موجود در تار و DNA جاندار که توانایی تولید تار را از والدین به فرزندان منتقل می کند، دو گروه از مولکول های مهم زیستی هستند. گوناگونی این دو نوع مولکول زیستی، زمینه گوناگونی جانداران است.

سخت پوستان

یکی از گروه های بزرگ از جانوران بندپا هستند. جانورانی مانند میگو، خرچنگ، کشتی چسب و دافنی جزو سخت پوستان هستند. سخت پوستان لقاخ داخلی دارند.

کشتی چسب جانوری دریازی، از گروه سخت پوستان است. نوزاد این جانور که در ابتدا آزادانه در آب زندگی می کند، خود را به تخته سنگ ها می چسباند و بقیه عمر خود را چسبیده به آن باقی می ماند.

خارپوستان

شاخه خارپوستان یکی از شاخه‌های مهم جانوران بی‌مه‌ره محسوب شده و تماماً دریازی بوده و در اعماق مختلف و آب و هوایی متفاوت به سر می‌برند. یکی از اعضای مهم خارپوستان ستاره دریایی است.

صیادی رقابت را کاهش می‌دهد: پژوهش‌هایی که در اکوسیستم‌های طبیعی صورت گرفته، معلوم کرده است که صیادی اثرات رقابت را کاهش می‌دهد. یکی از پژوهش‌هایی که در این مورد صورت گرفته است، درباره تأثیر ستاره دریایی روی تعداد و نوع گونه‌هایی است که در مناطق جزر و مدی دریا زندگی می‌کنند. ستاره دریایی شکارچی جانوران دریازی، مانند صدف باریک و صدف پهن است. پژوهشگری به نام رابرت پاین ستاره‌های دریایی یک منطقه طبیعی را از آن خارج کرد. او مشاهده کرد که تعداد گونه‌های شکار این ستاره‌های دریایی از ۱۵ به ۸ می‌رسد. در واقع صدف‌های باریک که شکار اصلی ستاره دریایی محسوب می‌شوند، این هفت گونه را از محیط حذف کرده‌اند. ستاره‌های دریایی با شکار صدف‌های باریک، جمعیت آن‌ها را به حداقل کاهش و با این کار رقابت را نیز کاهش می‌دهند. (شکل ۲۹-۱)



شکل ۲۹-۱- اثر حذف ستاره‌های دریایی از دریا. هنگامی که این ستاره دریایی از اکوسیستم دریا حذف شد، تنوع زیستی کاهش و رقابت بین گونه‌هایی که شکار آن هستند، افزایش یافت.

***** تست های سراسری *****

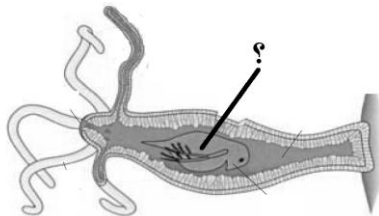
۱- در مورد ولوکس، کدام عبارت نادرست است؟ (سراسری ۸۸ فارغ)

- (۱) متعلق به فرمانروی آغازیان و اتوتروف است.
- (۲) سلول های زایشی آن بزرگتر از سلول های پیکری است.
- (۳) حرکت چرخشی جاندار به کمک هزاران تاژک انجام می شود.
- (۴) نوزاد این مژک دار با هضم چند سلول مادر، از درون آن خارج می شود.

۲- در هیدر، آنزیم های هیدرولاز با کدام روش وارد کیسه گوارشی می شوند؟ (سراسری ۹۰ فارغ)

- (۱) انتشار
- (۲) انتقال فعال
- (۳) آگروسیتوز
- (۴) انتشار تسهیل شده

۳- کدام عبارت در مورد جاننداری که در شکل با علامت سؤال مشخص شده است، نادرست است؟ (سراسری ۹۰ فارغ)



این جاندار و

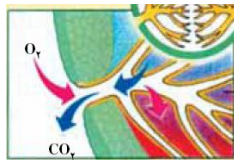
- (۱) هیدر، رابطه ی همزیستی دارند.
- (۲) شته، مواد زاید آمین دار دفع می کند.
- (۳) کشتی چسب، در یک گروه جای دارند.
- (۴) خرچنگ دراز، گردش خون بسته دارند.

۴- کدام جانور در محیط زیست خود بیش تر اوقات به تکیه گاه چسبیده است، دستگاه گردش خون ندارد و مواد غذایی مورد

نیاز خود را با گوارش برون سلولی و درون سلولی تأمین می کند؟ (سراسری ۹۰ فارغ)

- (۱) هیدر
- (۲) اسفنج
- (۳) کشتی چسب
- (۴) کپک مخاطی سلولی

۵- شکل روبه رو سطح تنفس جانوری را نشان می دهد که دارد. (سراسری ۸۷)



- (۱) شبکه ی مویرگی کامل
- (۲) طناب عصبی فاقد گره
- (۳) توانایی دفع اسید اوریک
- (۴) اسکلت داخلی از جنس کیتین

۶- سیستم تنفسی نایی، در کدام وجود دارد؟ (سراسری ۸۵)

- (۱) عروس دریایی
- (۲) زنبور عسل
- (۳) کرم خاکی
- (۴) خرچنگ دراز

۷- کدام جانور نقل انتقال گازهای تنفسی توسط دستگاه گردش مواد انجام نمی گیرد؟ (سراسری ۸۴)

- (۱) مگس سرکه
- (۲) عروس دریایی
- (۳) خرچنگ دراز
- (۴) کرم خاکی

۸- اکسیژن برای رسیدن به سلول های سوماتیکی کدام جانور، از رگ عبور نمی کند؟ (سراسری ۸۹ فارغ)

- (۱) برگ متحرک
- (۲) کرم خاکی
- (۳) مریکپیوس
- (۴) کشتی چسب

۹- از جمله ویژگی های دستگاه گردش خون در خرچنگ دراز عبارتست از: (سراسری ۸۷)

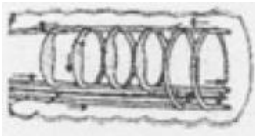
- (۱) وجود قلب های لوله ای شکل
- (۲) وجود شبکه ی مویرگی کامل
- (۳) خروج تنها یک سرخرگ از قلب
- (۴) ورود خون غنی از اکسیژن به قلب

۱۰- در کدام همولنف جزئی از دستگاه گردش مواد است؟ (سراسری ۸۲)

- (۱) هیدر
- (۲) ماهی
- (۳) عنکبوت
- (۴) عروس دریایی

۱۱- در کدام، خون فقط با سلول های دیواره ی داخلی قلب و رگ ها تماس دارد؟ (سراسری ۸۳)

- (۱) ملخ
- (۲) عنکبوت
- (۳) سفره ماهی
- (۴) خرچنگ دراز

- ۱۲- کدام عبارت، در مورد دستگاه گردش خون ملخ، نادرست است؟
 (۱) قلب لوله‌ای شکل در سطح پشتی دارد.
 (۲) همولف در فضای بین سلول‌های بدن گردش می‌کند.
 (۳) خون از طریق چند منفذ به قلب باز می‌گردد.
 (۴) هنگام انقباض قلب، دریچه‌های منافذ قلبی، باز می‌شوند.
 (سراسری ۸۷ فارغ کشور)
- ۱۳- ملخ و کرم‌خاکی، دارند.
 (۱) تنفس پوستی (۲) گردش خون باز (۳) چین‌دهان و معده (۴) قلب لوله‌ای
 (سراسری ۸۸ فارغ)
- ۱۴- در خرچنگ دراز،
 (۱) قلب‌های لوله‌ای شکل، رگ‌های پشتی و شکمی را به یکدیگر متصل می‌کنند.
 (۲) قلب خون کم اکسیژن را دریافت می‌کند و پس از تصفیه به بافت‌ها می‌رساند.
 (۳) قلب خون پراکسیژن را از دستگاه تنفس دریافت کرده و به سلول‌های بدن می‌فرستد.
 (۴) هنگامی که قلب استراحت می‌کند، خون کم اکسیژن از طریق چندین منفذ به قلب باز می‌گردد.
 (سراسری ۸۹ فارغ)
- ۱۵- هر جانوری که ساده‌ترین را دارد، فاقد می‌باشد.
 (۱) گیرنده‌ی نوری - هومئوستازی (۲) دستگاه عصبی - همولف
 (۳) دستگاه گردش مواد - سلول‌هایی با زوائد حرکتی (۴) گردش خون بسته - گوارش برون سلولی
 (سراسری ۹۳)
- ۱۶- کدام جانور، مواد زائد نیتروژن دار را به صورت اسید اوریک دفع می‌کند؟
 (۱) سنجاچک (۲) پلاناریا (۳) کوسه (۴) وزغ
 (سراسری ۹۴ فارغ)
- ۱۷- مواد زائد نیتروژن داری که توسط دفع می‌شود، از تغییر حاصل شده‌اند.
 (۱) فیل - اوره (۲) سنجاچک - آمونیاک
 (۳) کبوتر - اوریک اسید (۴) پلاناریا - آمونیاک
 (سراسری ۹۱)
- ۱۸- شکل مقابل، قسمتی از دستگاه گردش مواد جانوری را نشان می‌دهد. در این جاندار
 (۱) معده و سنگدان محل ذخیره‌ی موقتی غذا است.
 (۲) غذا توسط صفحات آرواره مانند اطراف دهان خرد می‌شود.
 (۳) حرکت بوسیله‌ی عضلات طولی و حلقوی زیر پوست ممکن است.
 (۴) برای انتقال گازهای تنفسی به سلول‌های سوماتیکی نیاز به دستگاه گردش خون نیست.
 (سراسری ۸۸)
- 
- ۱۹- کدام، طناب عصبی فاقد جسم سلولی دارد؟
 (۱) زنبور (۲) انسان (۳) هیدر (۴) پلاناریا
 (سراسری ۸۶)
- ۲۰- کدام، فاقد گره عصبی است؟
 (۱) زنبور (۲) پلاناریا (۳) ملخ (۴) هیدر
 (سراسری ۸۳)
- ۲۱- کدام یک از ویژگی‌های حشرات نیست؟
 (۱) دارای لیزوزیم و آنزیم‌های لیزوزومی هستند.
 (۲) مواد نیتروژن دار را به شکل اوره دفع می‌کنند.
 (۳) طناب عصبی در هر قطعه از بدن دارای یک گره‌ی عصبی است.
 (۴) تبادل گازهای تنفسی بین سلول‌های سوماتیک و هوا به‌طور مستقیم انجام می‌شود.
 (سراسری ۸۸ فارغ)
- ۲۲- در ساختار گیرنده‌ی نوری کدام، سلول وجود ندارد؟
 (۱) خرچنگ (۲) اوگلنا (۳) پلاناریا (۴) شته
 (سراسری ۸۶)
- ۲۳- کدام، از اجزای چشم پروانه موناک است؟
 (۱) مردمک (۲) قرنيه (۳) عنبیه (۴) عدسی و مردمک
 (سراسری ۸۵)

(سراسری ۸۷)

۲۴- همه ی

- (۱) جانوران دارای چشم مرکب، حشره‌اند.
 (۲) بی‌مهره‌گان قلب منفذ دار دارند.
 (۳) ماهیان استخوانی اوره دفع می‌کنند.
 (۴) حشرات دارای چشم مرکب‌اند.

(سراسری ۸۹)

۲۵- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) در چشم پلاناریا، سلول‌های تیره رنگ دارای رنگیزه‌های بینایی هستند.
 (۲) در هر واحد مستقل چشم مرکب زنبور، تعدادی سلول گیرنده وجود دارد.
 (۳) در چشم جامی شکل، آکسون‌های سلول‌های گیرنده نور، عصب بینایی را می‌سازند.
 (۴) انواعی از حشرات، به کمک چشم مرکب قادر به دیدن پرتوهای فرابنفش می‌باشند.



برترین تست‌های آزمون‌های قلم چی:

۱- در همه ی گونه‌های ولوکس

- (۱) سلول‌های خاصی برای تولیدمثل، اختصاصی شده‌اند.
 (۲) کلنی‌های نوزاد با هضم چند سلول مادر، از آن‌ها تغذیه می‌کنند.
 (۳) پیکر جاندار از یک لایه‌ی سلولی، متشکل از هزاران سلول مزوکدار تشکیل شده است.
 (۴) هر سلول صرف‌نظر از اتصالی که با سلول مجاور دارد، به‌طور مستقل زندگی می‌کند.

۲- چند عبارت، در مورد ولوکس درست است؟

- الف- تعدادی از میکروتوبول‌های هر سلول آن، به چرخش جاندار کمک می‌کنند.
 ب- هر یک از کلنی‌های جدید، همانند جاندار بالغ، از هزاران سلول تشکیل شده است.
 ج- سلول‌های آن، به کمک واکوئل ضربان دار، قادر به حفظ محیط درونی هستند.
 د- پیکر ولوکس بسیار ساده است و از چند نوع سلول با وظایف مشخص ساخته شده است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۳- جانورانی پر سلولی‌اند که در آن‌ها گوارش درون سلولی دیده می‌شود.

- (۱) آمیب و اسفنج
 (۲) اسفنج و هیدر
 (۳) آمیب و هیدر
 (۴) آمیب و اسفنج و هیدر

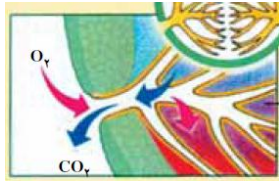
۴- کدام عبارت، نادرست است؟ همه ی جانوران دارای

- (۱) گوارش مکانیکی، گوارش شیمیایی نیز دارند.
 (۲) گوارش شیمیایی برون سلولی، گوارش درون سلولی هم دارند.
 (۳) گوارش مکانیکی، سلول‌هایی برای جذب مواد غذایی دارند.
 (۴) سلول‌های جذب کننده‌ی مواد غذایی، گوارش شیمیایی هم دارند.

۵- کدام عبارت نادرست است؟ ساختاری که در فاصله‌ی بین معده و مخرج جانوران قرار دارد،

- (۱) می‌تواند نقش مهمی در گوارش مکانیکی داشته باشد.
 (۲) می‌تواند آنزیم گوارشی و هورمون تولید نماید.
 (۳) همواره وظیفه‌ی جذب مواد غذایی را بر عهده دارد.
 (۴) می‌تواند محل ذخیره‌ی موقتی غذا با ماهیچه‌های قوی باشد.

۶- جانوری که دارای سیستم تنفسی مقابل است نمی تواند دارای باشد.



- ۱) سنگدان و چینه‌دان
- ۲) سلول‌های مشابه فاگوسیت‌ها
- ۳) شبکه‌ی مویرگی کامل
- ۴) الل‌هایی برای تولید ملانین

۷- در پیکر کیسه تنان دیده نمی‌شود.

- ۱) سلول‌های تاژک‌دار
- ۳) دستگاه گردش مواد

۸- چند مورد از عبارات زیر صحیح است؟

- | | |
|--|---|
| الف) همه‌ی جانوران با محیط تبادل مواد دارند. | ج) بسیاری از بی‌مهرگان، گردش خون باز دارند. |
| ب) همه‌ی جانوران پرسلولی به خون نیازمندند. | د) اریتروسیت در بسیاری از جانوران، بدون هسته است. |
| ۱ (۱) | ۲ (۲) |
| ۳ (۳) | ۴ (۴) |

۹- در کرم خاکی برخلاف

- ۱) ملخ، قلب لوله‌ای می‌باشد.
- ۳) پروانه‌ی موناک، مویرگ در تنفس نقشی ندارد.

۱۰- در خرچنگ دراز

- ۱) خون تیره از قلب به آبشش‌ها می‌رود.
- ۳) سیاهرگ شکمی خون تیره را به سطح تنفسی می‌برد.

۱۱- چند مورد جمله‌ی زیر را به درستی کامل می‌کند؟ هر

- | | |
|--|--|
| الف- جانور مهره‌دار، گردش خون بسته دارد. | ج- جانور بی‌مهره، گردش خون باز دارد. |
| ب- جانوری که گردش خون بسته دارد، مهره‌دار است. | د- جانوری که گردش خون باز دارد، بی‌مهره است. |
| ۱ (۱) | ۲ (۲) |
| ۳ (۳) | ۴ (۴) |

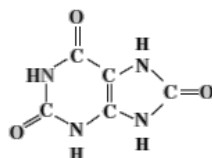
۱۲- رگی که خون را

- ۱) وارد قلب خرچنگ دراز می‌کند، سیاهرگ است و خون کم اکسیژن دارد.
- ۲) وارد قلب کرم خاکی می‌کند، سیاهرگ است و خون پر اکسیژن دارد.
- ۳) از قلب کرم خاکی خارج می‌کند، سرخرگ است و خون پر اکسیژن دارد.
- ۴) از قلب خرچنگ دراز خارج می‌کند، سرخرگ است و خون پر اکسیژن دارد.

۱۳- ماده‌ی آلی دفعی نیتروژن‌داری که از بدن دفع می‌شود، نسبت به سیسک، سمیت دارد.

- | | | | |
|----------------------|---------------------|------------------|-----------------|
| ۱) پلاناریا- بیش‌تری | ۲) پلاناریا- کم‌تری | ۳) کوسه- بیش‌تری | ۴) کوسه- کم‌تری |
|----------------------|---------------------|------------------|-----------------|

۱۴- جانور دفع‌کننده‌ی ماده‌ی مقابل ممکن نیست



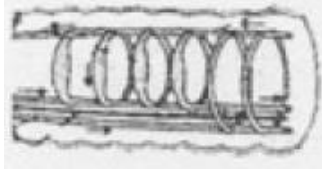
- ۱) فاقد اسکلت خارجی کیتینی باشد.
- ۲) دارای خرطوم باشد.
- ۳) اسکلت داخلی غضروفی داشته باشد.
- ۴) هاپلوئید باشد.

۱۵- چند مورد جمله‌ی زیر را به‌طور نادرستی کامل می‌کند؟

- | | |
|--|--|
| الف- دیافراگم کامل ندارند. | ج- ماده‌ی زائد نیتروژن‌دار دیگری دفع نمی‌کنند. |
| ب- سطح تنفسی آن‌ها خارج از سطح بدن نیست. | د- خون کم‌اکسیژن از قلب آن‌ها عبور نمی‌کند. |
| ۱ (۱) | ۲ (۲) |
| ۳ (۳) | ۴ (۴) |

۱۶- در کرم خاکی هرگاه ماهیچه‌ی در حال انقباض است، ممکن نیست در همان حلقه از بدن

- (۱) طولی- ماهیچه‌ی حلقوی در حال استراحت باشد.
 (۲) حلقوی- ماهیچه‌ی طولی در حال استراحت باشد.
 (۳) حلقوی- افزایش طول مشاهده شود.
 (۴) طولی- افزایش طول مشاهده شود.



۱۷- کدام موارد تکمیل کننده‌ی جمله‌ی مقابل هستند؟

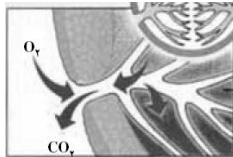
- شکل زیر، قسمتی از دستگاه گردش خون جانوری را نشان می‌دهد. در این جاندار
- الف- چینه‌دان و سنگ‌دان محل ذخیره‌ی موقتی غذا هستند.
 ب- غذا توسط صفحات آرواره مانند اطراف دهان خرد می‌شود.
 ج- حرکت به‌وسیله‌ی عضلات طولی و حلقوی زیر پوست ممکن است.
 د- برای انتقال گازهای تنفسی به سلول‌های سوماتیکی نیازی به دستگاه گردش خون نیست.
 ه- همولنف از طریق رگ‌های شکمی جمع‌آوری می‌شود.

- (۱) الف- ج (۲) الف- ج- ه (۳) ب- د- ه (۴) ب- د

۱۸- کدام جمله‌ی مقابل را به طور نادرستی تکمیل می‌کند؟

شکل روبه‌رو سطح تنفس جانوری را نشان می‌دهد که دارد.

- (۱) برای حرکت هر پای خود دو ماهیچه
 (۲) در هر واحد بینایی خود یک عدسی و یک قرنیه
 (۳) توانایی دفع اسید اوریک را به شکل بلورهای جامد
 (۴) در هر قطعه بدن، یک جفت گره عصبی در طناب عصبی شکمی خود



۱۹- با وجود در ملخ، امکان فراهم شده است.

- (۱) سلول‌هایی مشابه فاگوسیت‌ها- دفاع اختصاصی
 (۲) پپتیدهای کوچک غنی از گوگرد- فعالیت ضد قارچی
 (۳) گره‌های عصبی در طناب عصبی پشتی- کنترل مستقل فعالیت ماهیچه‌ها در هر قطعه
 (۴) گره‌هایی متشکل از جسم سلولی نورون‌ها- پردازش اطلاعات حسی و حرکتی

۲۰- در ساده‌ترین دستگاه عصبی،

- (۱) مغز حاوی جسم سلولی نورون‌هاست.
 (۲) رشته‌های عصبی، در تمام بدن پخش شده‌اند.
 (۳) طناب عصبی، فاقد گره عصبی است.
 (۴) دستگاه عصبی محیطی شامل رشته‌های کوچک است.

۲۱- جانوری که طناب عصبی فاقد جسم سلولی دارد،

- (۱) دارای یک منفذ برای تبادل مواد با محیط است.
 (۲) دارای اسکلت خارجی از جنس کیتین است.
 (۳) از همه‌ی سلول‌های سطحی بدن خود آمونیاک دفع می‌کند.
 (۴) از طریق خط جانبی، محیط پیرامون خود را شناسایی می‌کند.

۲۲- کدام نمی‌تواند جمله‌ی زیر را به درستی تکمیل کند؟

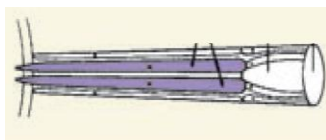
« واجد جسم سلولی نورون، در خود است.»

- (۱) ملخ- طناب عصبی
 (۲) انسان- دستگاه عصبی محیطی
 (۳) هیدر- شبکه‌ی عصبی
 (۴) پلاناریا- طناب عصبی

۲۳- در یک چشم مرکب، تعداد کدام یک با سایرین متفاوت است؟

- (۱) قرنیه (۲) عدسی (۳) واحد بینایی (۴) سلول گیرنده‌ی نور

۲۴- کدام عبارت نادرست است؟ جانور دارای ساختار مقابل می‌تواند دارای ...

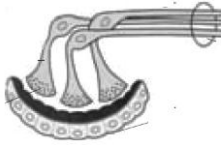


- (۱) قلب لوله‌ای و دریچه‌دار باشد.
 (۲) مفصل گوی و کاسه در پاهای خود باشد.
 (۳) جسم سلولی در طناب عصبی خود باشد.
 (۴) اسکلت سلولی کیتینی باشد.

۲۵- چشم بیستون بتولاریا چشم انسان است.

- (۱) برخلاف- فاقد قرنیه و عنبیه
 (۲) همانند- دارای قرنیه و عدسی
 (۳) برخلاف- فاقد عنبیه و عدسی
 (۴) همانند- دارای عنبیه و مردمک

۲۶- شکل مقابل اندام حسی جانوری را نشان می دهد که ...



- (۱) از امواج الکترومغناطیسی با طول موج های ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر گریزان است.
 (۲) در هر قطعه از بدن خود دارای یک گرهی عصبی برای کنترل ماهیچه ها است.
 (۳) در دستگاه عصبی محیطی خود دارای دو طناب عصبی موازی هم می باشد.
 (۴) برای حفاظت خود در پاسخ به محرک های محیطی دارای انعکاس نخاعی است.

۲۷- انسان زنبور عسل، گیرنده های الکترومغناطیسی است.

- (۱) همانند- فاقد
 (۲) همانند- دارای
 (۳) برخلاف- فاقد
 (۴) برخلاف- دارای

۲۸- کدام عبارت، صحیح است؟

- (۱) پلاناریا در طناب عصبی خود، جسم سلولی دارد.
 (۲) زنبور همانند پلاناریا در چشم خود دارای قرنیه است.
 (۳) در خط جانبی مارماهی همانند گربه ماهی، سلول های مزهدار وجود دارد.
 (۴) رنگیزه های بینایی پلاناریا در سلول های تشکیل دهنده ی جام تجمع یافته اند.

پاسخ تست‌های قلم چی:

۱- گزینه‌ی «۴»

چون ولوکس به صورت کلنی است، بنابراین هر سلول صرف نظر از اتصالی که با سلول مجاور دارد، به‌طور مستقل زندگی می‌کند.

۲- گزینه‌ی «۳»

موارد الف، ب و ج درست‌اند:

الف - ولوکس به کمک تاژک‌ها حرکت می‌کند. تاژک از تعدادی میکروتوبول تشکیل شده است.

ب- جاندار بالغ و کلنی جدید هر دو از هزاران سلول تشکیل شده‌اند.

ج- ولوکس، از آغازیان ساکن آب شیرین است و وجود واکوئل ضربان‌دار برای حفظ محیط درونی سلول‌های آن الزامی است.

مورد (د) نادرست است. چون ولوکس از سلول‌های کم و بیش مشابه تشکیل شده است.

۳- گزینه‌ی «۲»

اسفنج و هیدر جانوران پر سلولی هستند که گوارش درون سلولی دارند.

۴- گزینه‌ی «۴»

این ویژگی در مورد کرم کدو صادق نیست!

۵- گزینه‌ی «۳»

در ملخ وظیفه‌ی جذب مواد غذایی بر عهده‌ی معده است. در فاصله‌ی بین معده و مخرج جانوران، روده در مواردی سنگدان قرار دارد. در پرندگان سنگدان بین معده و مخرج قرار داشته که نقش مهمی در گوارش مکانیکی بر عهده دارد. در انسان روده علاوه بر تولید و ترشح آنزیم توانایی تولید و ترشح هورمون را بر عهده دارد (رجوع شود به فصل ۴ سال سوم). سنگدان محل ذخیره‌ی موقتی غذا نیز محسوب می‌شود.

۶- گزینه‌ی «۳»

در حشرات شبکه‌ی مویرگی وجود ندارد.

گزینه‌ی «۱»: مثلاً در ملخ وجود دارد.

گزینه‌ی «۲»: حشرات که فراوان‌ترین گروه بندپایانند سلول‌هایی مشابه فاگوسیت‌ها دارند.

گزینه‌ی «۴»: مثلاً در بیستون بتولاریا وجود دارد.

۷- گزینه‌ی «۴»

در بدن هیدر، سلول‌های تاژک دار و در پیکر عروس دریایی دستگاه گردش مواد و سلول‌های مژک دار دیده می‌شود ولی کیسه تنان دستگاه گردش خون ندارند.

۸- گزینه‌ی «۳»

همه‌ی جانداران باید به تبادل مواد با محیط بپردازند. جانورانی که بدن آن‌ها چندین لایه‌ی سلولی دارد به دستگاه گردش مواد و خون نیازمندند. ولی جانوران پرسلولی الزاماً به خون نیازمند نیستند، مثل کیسه تنان.

بسیاری از بی‌مهرگان مانند عنکبوتیان، خرچنگ دراز و ملخ، گردش خون باز دارند.

اریتروسیت‌ها در انسان و بسیاری از جانوران بدون هسته هستند.

۹- گزینه‌ی «۴»

قلب ملخ لوله‌ای شکل است و کرم خاکی نیز قلب‌های لوله‌ای دارد. در کرم خاکی خون ورودی و خروجی از قلب تیره است. در خرچنگ

دراز خون ورودی و خروجی از قلب روشن است. و در ماهی نیز خون ورودی و خروجی از قلب تیره است. در حشرات (پروانه‌ی مونارک)

مویرگ وجود ندارد، ولی در کرم خاکی به دلیل وجود گردش خون بسته مویرگ مشاهده می‌شود.

۱۰- گزینه‌ی «۳»

با توجه به شکل کتاب، سیاهرگ شکمی خون تیره را به سطح تنفسی می‌برد.

۱۱- گزینه‌ی «۲»

تمام مهره‌داران گردش خون بسته دارند، در بی‌مهرگان، نیز گردش خون بسته دیده می‌شود مثل کرم خاکی. هر جانوری که گردش خون باز دارد بی‌مهره است. پس موارد «الف» و «د» صحیح هستند.

۱۲- گزینه‌ی «۴»

از قلب خرچنگ دراز خون پر اکسیژن عبور می‌کند بنابراین سرخرگ‌هایی که خون را از قلب خرچنگ دراز خارج می‌کنند، حاوی خون پر اکسیژن هستند.

۱۳- گزینه‌ی «۳»

آمونیاک ماده‌ای معدنی است ولی اوره و اوریک اسید مواد آلی‌اند، چون در ساختار خود کربن دارند. کوسه اوره، ولی سسک، اوریک اسید دفع می‌کند، سمیت اوریک اسید کم‌تر از اوره است.

۱۴- گزینه‌ی «۳»

اسکلت داخلی غضروفی در مهره‌دارانی نظیر ماهیان غضروفی دیده می‌شود. در ماهی دفع اوریک اسید وجود ندارد. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه‌ی «۱»: پرنده‌گان اوریک اسید دفع می‌کنند و فاقد اسکلت خارجی از جنس کیتین هستند.

گزینه‌ی «۲»: شته حشره‌ای است که با خرطوم خود از آوند آبکش شیره‌ی پرورده را می‌مکد. حشرات، اوریک اسید دفع می‌کنند.

گزینه‌ی «۴»: زنبور نر هاپلوئید است و جزء حشرات می‌باشد که اوریک اسید دفع می‌کنند.

۱۵- گزینه‌ی «۴»

همه موارد جمله را به طور نادرستی کامل می‌کنند. بررسی موارد:

الف- پستانداران از جمله انسان پرده‌ی دیافراگم کامل دارند که اوره نیز دفع می‌کنند.

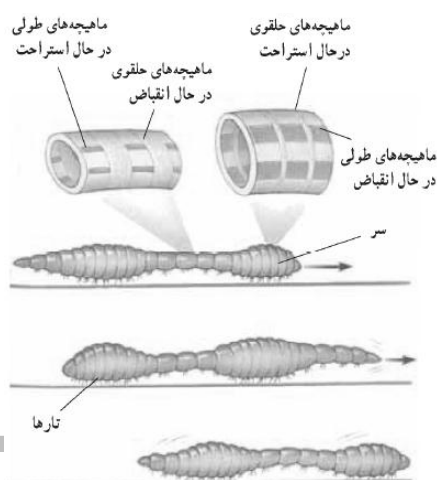
ب- آبشش‌ها سطوح تنفسی‌ای هستند که در خارج از سطح بدن واقع شده‌اند و در ماهی‌ها وجود دارند. کوسه‌ها و برخی از ماهیان استخوانی اوره دفع می‌کنند.

ج- پستانداران و دوزیستان علاوه بر دفع اوره مواد زائد نیتروژن دار دیگری نیز دفع می‌کنند. به عنوان مثال انسان اوریک اسید و وزغ در آب، آمونیاک نیز دفع می‌کند.

د- در ماهی‌ها خون کم اکسیژن از قلب عبور می‌کند، کوسه‌ها و بعضی از ماهیان استخوانی اوره دفع می‌کنند.

۱۶- گزینه‌ی «۴»

با توجه به شکل ۲-۸ در هنگام انقباض ماهیچه‌های طولی در هر حلقه از بدن کرم خاکی، امکان ندارد طول حلقه افزایش یابد. انقباض ماهیچه‌های طولی موجب کاهش طول و افزایش قطر بدن می‌شوند.



۱۷- گزینه‌ی «۱»

شکل ارائه شده مربوط به کرم خاکی است. در کرم خاکی حرکت به وسیله‌ی عضلات طولی و حلقوی زیر پوست ممکن است؛ هم‌چنین در بدن این جاندار چینه‌دان و سنگ‌دان محل ذخیره‌ی موقتی غذا هستند.

۱۸- گزینه‌ی «۴»

شکل، سطح تنفسی در حشرات را نشان می‌دهد. طناب عصبی شکمی این جانوران در هر قطعه از بدن دارای یک گره‌ی عصبی (نه یک جفت گره‌ی عصبی) است.

۱۹- گزینه‌ی «۴»

دفاع اختصاصی اساساً در مهره‌داران وجود دارد. طناب عصبی در ملخ و سایر حشرات، طناب شکمی است و نه پشتی. گره‌های عصبی که توده‌هایی متشکل از جسم سلولی نوروها هستند، هم در مغز و هم در طناب عصبی شکمی قرار گرفته‌اند و در واقع مرکز پردازش اطلاعات می‌باشند. پپتیدهای کوچک غنی از گوگرد با فعالیت ضد قارچی در گیاهان دیده می‌شوند.

۲۰- گزینه‌ی «۲»

هیدر که از کیسه‌تنان است، یکی از ساده‌ترین دستگاه‌های عصبی را دارد. دستگاه عصبی هیدر به شکل یک شبکه‌ی عصبی است و شامل شبکه‌ای از رشته‌هاست که در تمام بدن جانور پخش شده‌اند. هیدر سر و مغز ندارد و نیز تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی در دستگاه عصبی آن وجود ندارد.

۲۱- گزینه‌ی «۳»

در پلاناریا طناب عصبی فاقد جسم سلولی است. پلاناریا یک کرم پهن است و از تمام سلول‌های سطح بدن خود آمونیاک دفع می‌کند.

۲۲- گزینه‌ی «۴»

پلاناریا دو طناب عصبی موازی دارد که صرفاً دسته‌هایی از آکسون‌ها و دندریت‌ها را شامل می‌شود و فاقد جسم سلولی نوروها است.

۲۳- گزینه‌ی «۴»

هر واحد بینایی مستقل در چشم مرکب حاوی یک قرنیه، یک عدسی و تعدادی سلول گیرنده‌ی نور است.

۲۴- گزینه‌ی «۴»

شکل در ارتباط با یک واحد بینایی در چشم مرکب است. حشرات و خرچنگ‌ها دارای این نوع چشم هستند. این جانوران اسکلت خارجی کیتینی دارند ولی اسکلت سلولی آن‌ها از جنس ریزرشته و میکروتوبول می‌باشد.

۲۵- گزینه‌ی «۲»

پروانه‌ی بیستون بتولاریا یک حشره است و چشم مرکب دارد. هر واحد مستقل بینایی در چشم مرکب دارای قرنیه، عدسی و سلول‌های گیرنده‌ی نور است اما عنبیه و مردمک ندارد.

۲۶- گزینه‌ی «۱»

شکل مربوط به چشم جامی شکل در پلاناریا است. طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، محدوده یا طیف نور مرئی است. پلاناریا به کمک سلول‌های گیرنده‌ی نور در چشم خود، شدت و جهت نور را تعیین می‌کند و به این وسیله مغز می‌تواند دستور فرار از نور و پیدا کردن جایی برای پنهان شدن را صادر کند. رد سایر گزینه‌ها:

گزینه‌ی «۲»: وجود گره عصبی در هر قطعه از بدن برای کنترل ماهیچه‌ها از مشخصات دستگاه عصبی حشرات است نه پلاناریا.

گزینه‌ی «۳»: دو طناب عصبی موازی، بخشی از دستگاه عصبی مرکزی در پلاناریا است نه دستگاه عصبی محیطی.

گزینه‌ی «۴»: نخاع مختص مهره‌داران است نه بی‌مهرگانی نظیر پلاناریا.

۲۷- گزینهی «۲»

اگر به این قسمت از متن کتاب توجه کنید متوجه می‌شوید که هر جانوری با قدرت بینایی، دارای گیرنده‌های الکترومغناطیسی است: تشخیص تابش‌های فرابنفش و فروسرخ: وقتی از نور مرئی سخن می‌گوئیم، در واقع منظورمان نوری است که برای " ما " مرئی است. نور مرئی بخش بسیار کوچکی از طیف تابش‌های الکترومغناطیسی است که محدوده‌ی بین طول موج‌های بنفش و قرمز را شامل می‌شود.

۲۸- گزینهی «۳»

یکی از سازگاری‌هایی که در ماهیان پدید آمده است، **خط جانبی** است که در دو سوی بدن ماهی امتداد یافته است. این ساختار حاوی گیرنده‌هایی مکانیکی است که نسبت به ارتعاش‌های امواج آب حساس‌اند. خط جانبی در واقع کانالی است که در زیر پوست ماهی قرار دارد. این کانال به وسیله‌ی سوراخ‌های متعددی که در سطح بدن ماهی وجود دارد، با محیط بیرون ارتباط پیدا می‌کند. درون کانال، ساختارهای متعددی به نام **کاپولا** وجود دارد (شکل ۹-۳). هر کاپولا حاوی سلول‌های مژه‌دار مخصوصی است که مژه‌های آن‌ها با ماده‌ای ژلاتینی در تماس هستند. در خط جانبی مارماهی و گربه ماهی علاوه بر کاپولا، گیرنده‌ی الکتریکی نیز وجود دارد.