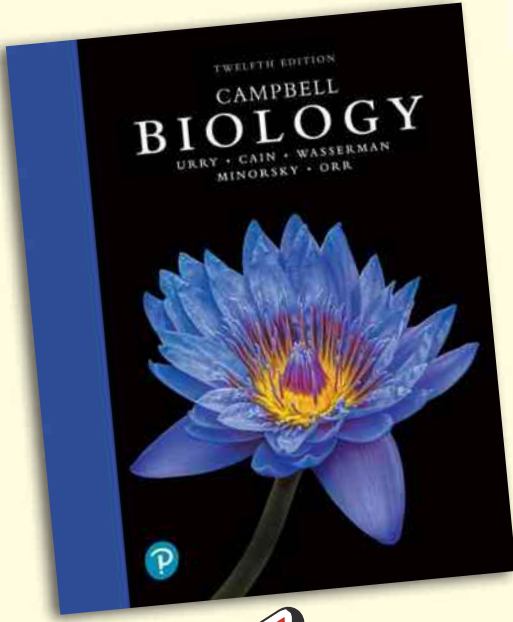




کتاب مرجع

پیولوژی کمپل

ویرایش دوازدهم - 2020

جلد ۶

لیزا یوری • مایکل کاین • استیون واسرمن
پیتر مینورسکای • ربکا اور

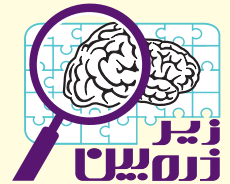
• مترجمین

مصطفی پویان، شراره مستانی نژاد
ساره زیدآبادی نژاد، مرضیه صالحی جهرمی
زینب دهقان، علی سینا شاهی، عباس جمشیدی اول؛ محمد امین خرقانی
امیرحسین شاهسون، علیرضا تنوری، حمیدرضا نبوی
مجید علی نوری، نسترن اصغری

• ویراستار علمی
مصطفی پویان

• زیر نظر

دکتر سامان حسینخانی
استاد گروه زیست شناسی دانشگاه تربیت مدرس



خانه زیست شناسی

پروفسور نیل کمپبل

(Neil A. Campbell)

پروفسور نیل آ. کمپبل، نویسنده کتاب معروف "Biology" و محقق برجسته دانشگاه کالیفرنیا، در ۲۱ اکتبر ۲۰۰۴ در بیمارستان "Redland" پس از تحمل رنج حاصل از نارسایی قلبی، درگذشت. وی در هنگام مرگ ۵۸ سال داشت. پروفسور کمپبل دکترایش را در شاخه علوم گیاهی و در سال ۱۹۷۵ از دانشگاه کالیفرنیا دریافت کرد. وی سپس در کالج Pomona، دانشگاه Cornell و نیز کالج San Bernardino مشغول به تدریس شد تا اینکه در سال ۱۹۸۹ به گروه زیست‌شناسی دانشگاه کالیفرنیا پیوست. وی در تمامی این دانشگاه‌ها و دانشکده‌ها به عنوان متخصص در آموزش زیست‌شناسی مشغول به فعالیت بود.

دکتر جودی هالت، پروفسور و رئیس دپارتمان علوم گیاهی دانشگاه کالیفرنیا می‌گوید: «دکتر کمپبل با بسیاری از دانشمندان و بزرگان زمان ما دوست بود. وی حامی سخاوتمندی برای کارکنان، دانشجویان و دپارتمان علوم گیاهی بود».



مهارت تألیف و ایثار و از خودگذشتگی دکتر کمپبل در آموزش زیست‌شناسی، بر معروفیت گروه زیست‌شناسی دانشگاه کالیفرنیا افزود. دکتر کمپبل یقیناً به خاطر نوشتن کتاب‌های معروف Biology در سطح بین‌المللی مشهور است. به گفته پیرسون و بنجامین کامینگز، ناشران کتاب‌های کمپبل، از زمان معرفی کتاب Biology در سال ۱۹۸۷، در حدود ۷۰٪ زیست‌شناسان، پزشکان، بیوتکنولوژیست‌ها و در حدود ۱۰٪ از معلمان زیست‌شناسی زیر ۴۰ سال، کتاب Biology را به عنوان کتاب درسی خود انتخاب کرده‌اند. در بخش دانش‌آموزی نیز تخمین زده می‌شود که هر ساله بیش از نیم میلیون دانش‌آموز در سراسر جهان از کتاب Biology کمپبل استفاده کنند. دکتر آنتونی هانگ، پروفسور زیست‌شناسی مولکولی و سلول گیاهی در دپارتمان زیست‌شناسی دانشگاه کالیفرنیا، در مورد تأثیر پروفسور کمپبل بر حوزه زیست‌شناسی و آموزش علوم زیستی می‌گوید:

«کتاب‌هایش چنان معروفند که ماه گذشته، زمانی که برای شرکت در سمیناری در تایوان بودم، سه ویرایش چینی مختلف از کتاب‌هایش را دیدم. هر جا که می‌روم، وقتی می‌گویم از دانشگاه کالیفرنیا هستم، مردم از من می‌پرسند، آیا دکتر کمپبل را می‌شناسم!»

کتاب‌های بیولوژی کمپبل تا کنون به بیش از ۹ زبان زنده دنیا ترجمه شده است. پس از مرگ دکتر کمپبل، از طرف خانواده‌اش درخواست می‌شود تا به جای اهدای تاج گل، هزینه‌اش را برای کمک به بودجه تحقیقاتی دانشجویانش، به حساب دانشگاه کالیفرنیا واریز کنند. در سال ۲۰۱۱ گروه مؤلفین کتاب Biology، به پاس سال‌ها خدمات ارزشمند نیل کمپبل در زمینه آموزش زیست‌شناسی، از ویرایش نهم، عنوان کتاب را به CAMPBELL BIOLOGY تغییر داده است.

روحش شاد و راهش پر رهرو باد

در مورد نویسندگان



- لیزا یوری (فصل ۱ و بخش‌های ۳-۱)، یک زیست‌شناس تکوینی و رئیس کنونی دپارتمان بیولوژی در کالج Mills است. لیزا پس از فارغ‌التحصیلی از دانشگاه Tufts در بیولوژی، دکترای خود را در زیست‌شناسی تکوینی و مولکولی در مؤسسه تکنولوژی ماساچوست (MIT) تکمیل کرد. وی تعدادی مقالات تحقیقی منتشر کرده است، که بیشتر آنها بر روی بیان ژن طی تکوین جنینی و لاروی در خارپوستان دریایی متمرکز هستند. لیزا همچنین عمیقاً متعهد به اعطای فرصت برای زنان در تحقیق و آموزش علوم است.



Lisa A. Urry



Michael L. Cain

- مایکل کاین (بخش‌های ۴ و ۵) یک زیست‌شناس تکاملی و اکولوژیست است که اکنون به‌طور تمام وقت مشغول تألیف می‌باشد. مایکل دارای لیسانس زیست‌شناسی و ریاضی از کالج Bowdoin، مدرک فوق‌لیسانس زیست‌شناسی از دانشگاه Brown، و دارای درجه دکترای اکولوژی و زیست‌شناسی تکاملی از دانشگاه Rose-Hulman، گستره وسیعی از دوره‌های تدریس، از جمله زیست‌شناسی عمومی، اکولوژی تکامل، و زیست‌شناسی حفظ ذخایر زیستی را تدریس می‌کرده است. مایکل کاین نویسنده ده‌ها مقاله علمی درباره موضوعاتی چون رفتار گیاه‌خواری در حشرات، پراکنش دوربرد دانه‌ها، و گونه‌زایی در جیرجیرک‌ها است. وی علاوه بر کارش در بیولوژی کمپبل، ناظر تألیف یک کتاب مرجع در زمینه اکولوژی است.

- مایکل استیون واسرمن (بخش ۷)، پروفسور دانشگاه کالیفرنیا سان‌دیگو (UCSD) است. وی لیسانس زیست‌شناسی خود را از دانشگاه هاروارد و دکترای خود را در علوم زیستی از MIT گرفت. استیو از طریق تحقیق بر روی مکانیسم‌های تنظیمی در مگس دروزوفیلا، وارد زمینه‌های زیست‌شناسی تکوینی، تولیدمثل و ایمنی شد. وی در حال حاضر در دانشگاه پزشکی تگزاس و UCSD، ژنتیک، تکوین و فیزیولوژی را برای دانشجویان پزشکی تدریس می‌کند. او همچنین مشاور و راهنمای پایان‌نامه بیش از ده‌ها دانشجوی دکترا بوده است.



Steven A. Wasserman



Peter V. Minorsky

- پیتر مینورسکی (بخش‌های ۶ و ۸)، پروفسور کالج Mercy در نیویورک است؛ وی در آنجا تکامل، اکولوژی گیاه‌شناسی و زیست‌شناسی عمومی را تدریس می‌کند. پیتر لیسانس زیست‌شناسی خود را از کالج Vassar و دکترای خود را در گرایش فیزیولوژی گیاهی از دانشگاه Cornell دریافت کرد. او همچنین نویسنده علمی مجله Plant Physiology است. پیتر پس از فلوشیپ فوق‌دکتر در دانشگاه ویسکانسین، در کالج Kenyon، کالج Union، دانشگاه Western Connecticut State، و کالج Vassar مشغول به تدریس شد. وی در حقیقت یک الکتروفیزیولوژیست است که پاسخ گیاهان به استرس را مطالعه می‌کند. پیتر در سال ۲۰۰۸ به‌خاطر شیوه منحصر به فردش در آموزش، جایزه ویژه بهترین روش تدریس را از آن خود کرده است.

- ربکا بی. اور، استاد زیست‌شناسی در دانشگاه کالین تگزاس است. دکتر اور در این دانشگاه، زیست‌شناسی مقدماتی تدریس می‌کند. وی مدرک دکترای تخصصی خود را از دانشگاه مرکز پزشکی جنوب غربی تگزاس اخذ کرده است. ربکا اور علاقه فراوانی به درس روش تحقیق و استراتژی‌های پژوهش دارد. او همچنین دارای گواهینامه «مشاور در امور یادگیری‌های مشارکتی» نیز می‌باشد. دکتر اور شیفته تمرکز بر روی نوعی از روش‌های یادگیری است که دانش‌پژوهان را به چالش می‌کشد و ذهن و فکرشان را درگیر می‌کند.



Rebecca B. Orr

پیشگفتار:

اکنون که ترجمه ویرایش ۲۰۲۰ کتاب ارزشمند و منحصر به فرد بیولوژی کمپبل را تقدیم شما عزیزان می‌کنیم، نزدیک به ۱۷ سال از ورود این «کتاب سترگ» به کشور می‌گذرد. طی این مدت، بیولوژی کمپبل تبدیل به یک «فرهنگ» دوست داشتنی شده است؛ فرهنگی که حاکی از درایت، تشخیص و درک دبیران محترم، دانش‌آموزان عزیز و والدین گرامی دارد! با افتخار اعلام می‌کنیم که امروز در بسیاری از مدارس دوره اول دبیرستان، در پایه‌های هفتم، هشتم و نهم، کلاس‌های کمپبل جزء برنامه‌های اصلی دانش‌آموزان شده است؛ دانش‌پژوهان المپیادی اولین مرجعی که مطالعه می‌کنند بیولوژی کمپبل است؛ در کنکور سراسری، تقریباً محال است دانش‌آموزی در رشته‌های پزشکی، دندانپزشکی و داروسازی پذیرفته شود ولی بیولوژی کمپبل را مطالعه نکرده باشد! جالب اینجاست که علاوه بر دبیران کشور، دانشجویان رشته دبیری زیست‌شناسی در دانشگاه فرهنگیان نیز مشتاقانه این کتاب را به عنوان مهم‌ترین مرجع تدریس در آینده کاری خود انتخاب می‌کنند.

اتفاق جالب دیگر در این سال‌ها، مرجع تالیف قرار گرفتن کتاب بیولوژی کمپبل برای تمامی کتاب‌های علوم زیستی در حوزه آموزش و پرورش است! کتاب‌های زیست‌شناسی در دوره متوسطه دوم و کتاب‌های علوم در دوره متوسطه اول، همه و همه از روی کتاب کمپبل الگوبرداری و نوشته شده‌اند. به همین دلیل، دامنه اثرگذاری این اثر ماندگار، بسیار وسیع و قابل تأمل است. آنچه که باعث این همه اتفاقات میمون و ارزشمند شده است «جایگاه جهانی» این کتاب، شیوه نگارش و محتوای علمی آن است. پروفسور نیل کمپبل در مهندسی تالیف این اثر فاخر، چنان استادانه عمل کرده است که به جرأت می‌توان گفت هیچ کتاب دیگری در حوزه علوم زیستی تا این اندازه تاثیرگذار نبوده است! اینکه مدیر جهانی «IBO» به صراحت اعلام می‌دارد که «**بیولوژی کمپبل، انجیل زیست‌شناسی است**»، حاکی از نقش مؤثر و غیرقابل انکار این کتاب در آماده‌سازی دانش‌پژوهان در این رویداد جهانی است.

«بیولوژی کمپبل» جزء معدود کتاب‌های علمی است که به تمام زبان‌های زنده دنیا ترجمه شده است. در ایران نیز از ویرایش هشتم توسط «خانه زیست‌شناسی» ترجمه و در اختیار علاقمندان قرار گرفته است. در ترجمه ویرایش‌های یازدهم و دوازدهم این کتاب، سرکار خانم «شراره مستانی‌نژاد»، نقشی بسیار ارزنده و غیرقابل انکار داشتند؛ فهم عمیق ایشان از موضوعات مختلف زیست‌شناسی، تسلط فوق‌العاده بر متون انگلیسی و از همه مهم‌تر، عشق و علاقه فراوان به کار، از او یک «مترجم چیره‌دست» ساخته است. یقیناً از این مترجم جوان در آینده‌ای نزدیک فراوان خواهیم شنید!

سرکار خانم مریم مجاور، ویراستار صبور، دقیق و باحوصله گروه هستند که از ویرایش‌های اخیر به جمع ما اضافه شدند. خانم مجاور با وسواس بسیار زیاد، موجب روان‌تر شدن و شیوایی ترجمه در این اثر فاخر شده‌اند؛ از ایشان به‌خاطر زحمات ارزشمندشان سپاسگزاریم.

طراحی این اثر ماندگار نیز با خلاقیت و هنرمندی خانم‌ها سیما رائفی‌نیا و سپیده زارعی به سرانجام رسیده است. این عزیزان نهایت تلاش، حوصله و صبوری خود را برای خلق یک اثر زیبا و منحصر به فرد به کار گرفته‌اند؛ زحمات فراوان آنها بسیار جای تقدیر و تشکر دارد.

در پایان جا دارد از جناب آقای سید احمد موسوی، مدیر همیشه همراه مجموعه وزین کاپ، که در شرایط سخت و نفس‌گیر کرونایی، «جسورانه» موجبات چاپ این اثر فاخر را فراهم نموده‌اند، صمیمانه قدردانی و تشکر کنیم. توفیق روز افزون این عزیزان، آرزوی قلبی ماست.

مصطفی پویان
مدیر خانه زیست‌شناسی

فصل ۴۰



اصول پایه‌ای شکل و عملکرد جانوران

- ۴۰-۱ شکل و عملکرد جانوران در همه سطوح سازماندهی، به هم مرتبطند ۱۰
- تکامل اندازه و شکل جانوران ۱۰
- تبادل با محیط ۱۰
- سلسه مراتب سازماندهی طرح‌های بدنی ۱۲
- هماهنگی و کنترل ۱۶
- ۴۰-۲ مکانیسم‌های کنترلی بازخوردی، محیط داخلی را در بسیاری از جانوران حفظ می‌کنند ۱۸
- تنظیم و تطبیق ۱۸
- مکانیسم‌های هومئوستازی ۱۸
- کنترل فیدبک در هومئوستازی ۱۹
- تغییرات در هومئوستازی ۲۰
- ۴۰-۳ فرایندهای هومئوستازی برای تنظیم دما شامل شکل، عملکرد و رفتار است ۲۱
- اکتوترم‌ها و اندوترم‌ها ۲۱
- تعادل بین از دست دادن و به دست آوردن گرما ۲۲
- خنک کردن بدن با دفع گرما از طریق تبخیر ۲۴
- پاسخ‌های رفتاری ۲۵
- تنظیم گرم‌زایی متابولیکی ۲۵
- ترموستات‌های فیزیولوژیکی و تب ۲۷
- ۴۰-۴ نیازمندی‌ها به انرژی، با اندازه فعالیت و محیط جانور ارتباط دارند ۲۸
- تخصیص و استفاده از انرژی ۲۸
- کمی سازی مصرف انرژی ۲۸
- عوامل مؤثر بر سرعت متابولیک ۳۰
- اندازه بدن و سرعت متابولیک ۳۰
- فعالیت و سرعت متابولیک ۳۰

فصل ۴۱



تغذیه جانوران

- ۴۱-۱ رژیم غذایی جانور باید انرژی شیمیایی، مولکول‌های آلی و مواد غذایی ضروری را تأمین کند ۴۰
- مواد مغذی ضروری ۴۰
- آمینواسیدهای ضروری ۴۰
- اسیدهای چرب ضروری ۴۱
- ویتامین‌ها ۴۱
- مواد معدنی (املاح) ۴۲
- ارزیابی نیازهای تغذیه‌ای ۴۳
- ۴۱-۲ مراحل اصلی پردازش غذا عبارتند از بلع، گوارش، جذب و دفع ۴۴
- بخش‌های گوارشی ۴۶
- ۴۱-۳ هر اندام در دستگاه گوارش پستانداران عملکردی اختصاصی در مراحل مختلف پردازش غذا بر عهده دارد ۴۸
- گوارش در معده ۴۹
- گوارش در روده کوچک ۵۱
- ۴۱-۴ سازگاری‌های تکاملی دستگاه گوارش مهره‌داران با رژیم غذایی همبستگی دارند ۵۵
- سازش‌های دندانی ۵۵
- سازش‌های معدی و رودهای ۵۵
- سازش‌های همزیستی ۵۶
- ۴۱-۵ مدارهای بازخوردی، گوارش، ذخیره انرژی و گرسنگی را تنظیم می‌کنند ۵۸
- تنظیم گوارش ۵۹
- تنظیم اشتها و مصرف ۶۲

فصل ۴۲



گردش خون و مبادله گاز

- ۴۲-۱ دستگاه‌های گردش خون سطوح تبادل را به سلول‌های موجود در سراسر بدن مرتبط می‌کنند ۶۸
- حفره‌های معدی - عروقی ۶۸
- دستگاه‌های گردش خون باز و بسته ۶۹
- بررسی گردش خون مهره‌داران ۷۰
- ۴۲-۲ گردش خون مضاعف در پستانداران، وابسته به دوره‌های پمپاژ قلب است ۷۳
- گردش خون پستانداران ۷۳
- قلب پستانداران: یک مشاهده دقیق ۷۳
- حفظ ضربان منظم قلب ۷۳
- ۴۲-۳ ساختار و چینش رگ‌های خونی، بازتابی از فشار خون و جریان آن هستند ۷۶
- ساختار و عملکرد رگ خونی ۷۶
- فشار خون ۷۷
- عملکرد مویرگی ۸۰
- ۴۲-۴ اجزای خون در تبادل، انتقال و دفاع نقش دارند ۸۲
- ترکیب و عملکرد خون ۸۲
- اجزای سلولی ۸۳
- انعقاد خون ۸۵
- بیماری قلبی - عروقی ۸۵
- ۴۲-۵ مبادله گاز در عرض سطوح تنفسی تخصص یافته انجام می‌شود ۸۹
- آبشش‌ها در جانوران آبی ۹۰
- سیستم نایی در حشرات ۹۲
- ۴۲-۶ تنفس شش‌ها را تهویه می‌کند ۹۵
- یک دوزیست چگونه تنفس می‌کند ۹۵
- یک پستاندار چگونه تنفس می‌کند ۹۶
- یک پرنده چگونه تنفس می‌کند ۹۶
- کنترل تنفس در انسان ۹۷
- ۴۲-۷ سازگاری‌های تبادل گازها شامل رنگدانه‌های تنفسی می‌شود که به گازها متصل شده و آنها را انتقال می‌دهند ۹۸
- رنگدانه‌های تنفسی ۹۹
- انتقال دی اکسید کربن ۱۰۰
- پستانداران غواص ۱۰۱

فصل ۴۳



سیستم ایمنی

- ۴۳-۱ در ایمنی ذاتی، شناسایی و پاسخ به پاتوژن‌ها به ویژگی‌های مشترک گروهی آن‌ها وابسته است ۱۰۷
- دفاع‌های خارجی ۱۰۹
- پاسخ التهابی ۱۱۱
- ۴۳-۲ در ایمنی سازشی، گیرنده‌ها، هر پاتوژن را به طور اختصاصی شناسایی می‌کنند ۱۱۲
- شناسایی آنتی‌ژن به وسیله لنفوسیت‌ها ۱۱۴
- ۴۳-۳ ایمنی سازشی با عفونت مایعات و سلول‌های بدن مقابله می‌کند ۱۱۹
- سلول‌های T کمک‌کننده ۱۱۹
- نمره عملکرد آنتی‌بادی ۱۲۱
- مصون سازی ۱۲۴
- ۴۳-۴ هرگونه نقص در عملکرد سیستم ایمنی می‌تواند موجب بروز یا وخامت بیماری شود ۱۲۸
- پاسخ‌های ایمنی افراطی، علیه خودی یا کاهش یافته ۱۲۸
- الرژی‌ها ۱۲۸
- بیماری‌های خودایمنی ۱۲۹
- بیماری‌های نقص ایمنی ۱۳۰



فصل ۴۴



تنظیم اسمزی و دفع

- ۱- ۴۴ تنظیم اسمزی، گرفتن و از دست دادن آب و مواد محلول را متعادل می‌سازد ۱۴۰
اسمز و اسمولاریته ۱۴۰
چالش‌های تنظیم اسمزی و مکانیسم‌های آن ۱۴۱
جانوران آب شور ۱۴۱
جانوران آب شیرین ۱۴۲
نقش ایپی‌تلیوم‌های انتقالی در تنظیم اسمزی ۱۴۴
۲- ۴۴ مواد زائد نیتروژنی منعکس‌کننده فیلوژنی و زیستگاه جانور هستند ۱۴۶
انواع مواد زائد نیتروژنی ۱۴۶
آمونیاک ۱۴۶
اوره ۱۴۶
اسید اوریک ۱۴۷
تأثیر تکامل و محیط بر روی مواد زائد نیتروژنی ۱۴۷
۳- ۴۴ دستگاه‌های دفعی مختلف تغییر یافته‌های یک لوله اولیه هستند ۱۴۸
فرآیندهای دفعی ۱۴۹
بررسی دستگاه‌های دفعی ۱۴۹
پروتونفریدها ۱۴۹
متانفریدی‌ها ۱۵۰
لوله‌های مالپیگی ۱۵۱
۴- ۴۴ نفرون برای پردازش تدریجی تصفیه خون سازماندهی شده است ۱۵۲
از فیلترای خون تا ادرار: یک مشاهده دقیق‌تر ۱۵۲
۵- ۴۴ مدارهای هورمونی عملکرد کلیه، تعادل آب و فشار خون را با یکدیگر مرتبط می‌کنند ۱۶۰
تنظیم هومئوستاتیک کلیه ۱۶۰
سیستم رنین، آنژیوتانسین - آلدوسترون ۱۶۲

فصل ۴۵



هورمون‌ها و دستگاه درون‌ریز

- ۱- ۴۵ هورمون‌ها و سایر پیام‌رسان‌های شیمیایی به گیرنده‌های سلول‌های هدف متصل می‌شوند و مسیرهایی را فعال می‌کنند که منجر به پاسخ‌های سلولی خاصی می‌شوند ۱۶۸
پیام‌رسانی درون‌ریز ۱۶۸
پاسخ‌های چندگانه به یک هورمون ۱۷۲
۲- ۴۵ در مسیرهای هورمونی، تنظیم بازخوردی و هماهنگی با سیستم عصبی متداول است ۱۷۴
مسیرهای درون‌ریز ساده ۱۷۴
مسیرهای کنترل فیدبکی ۱۷۵
تنظیم تیروئید ۱۷۹
۳- ۴۵ غدد درون‌ریز در تنظیم هومئوستاز، نمو و رفتار به محرک‌های متفاوتی پاسخ می‌دهند ۱۸۱
هورمون‌های غده فوق کلیه ۱۸۲
هورمون‌های جنسی ۱۸۶
تکامل عملکرد هورمون ۱۸۷

فصل ۴۶



تولید مثل در جانوران

- ۱- ۴۶ هر دو نوع تولیدمثل جنسی و غیر جنسی در فرماتروی جانوری رخ می‌دهند ۱۹۴
مکانیسم‌های تولیدمثل غیر جنسی ۱۹۴
الگوها و دوره‌های تولیدمثل ۱۹۵
۲- ۴۶ لقاح وابسته به مکانیسم‌هایی است که به اسپرم کمک می‌کنند تا به تخمک‌های همان گونه برسند ۱۹۷
تضمین بقای نوزادان ۱۹۸

- تولید و تحویل گامت ۱۹۹
۳- ۴۶ اندام‌های تولیدمثلی گامت‌ها را تولید کرده و منتقل می‌کنند ۲۰۰
رئی‌لثمدیلوتی‌موتاتا ۲۰۰
بیضه‌ها ۲۰۱
مجاری ۲۰۱
آلت تناسلی ۲۰۲
آناتومی تولیدمثلی ماده ۲۰۲
تخمدان‌ها ۲۰۲
لوله‌های رحمی و رحم ۲۰۳
واژن و فرج ۲۰۳
غدد پستانی ۲۰۳
۴- ۴۶ در پستانداران، تأثیر متقابل هورمون‌های تروپیک و جنسی، تولید گامت‌ها را تنظیم می‌کند ۲۰۷
دوره‌های تولیدمثلی زنان ۲۰۹
دوره‌های قاعدگی در مقابل دوره‌های استروس (فحلی) ۲۰۹
دوره‌ی تولیدمثلی زن: یک بررسی دقیق‌تر ۲۱۰
۵- ۴۶ در پستانداران جفت‌دار، جنین تا نوزادی در داخل رحم مادر رشد می‌کند ۲۱۳
لقاح، رشد و نمو جنینی، و تولد ۲۱۳
تحمل ایمنی مادر به جنین ۲۱۶
فن‌آوری تولیدمثلی مدرن ۲۱۹

فصل ۴۷



تکوین جانوران

- ۱- ۴۷ لقاح و تسهیم، تکوین جنینی را آغاز می‌کنند ۲۲۶
لقاح ۲۲۶
واکنش آکروزومی ۲۲۶
واکنش کُر تکسی ۲۲۶
فعال‌سازی تخمک ۲۲۸
تسهیم ۲۲۹
الگوهای تسهیم ۲۳۰
۲- ۴۷ ریخت‌زایی در جانوران شامل تغییراتی اختصاصی در شکل، جایگاه و بقای سلول است ۲۳۲
گاسترولاسیون ۲۳۲
سازش‌های تکوینی آمیونداران ۲۳۷
ارگانوزنز ۲۳۷
۳- ۴۷ تعیین‌کننده‌های سیتوپلاسمی و پیام‌های القایی باعث اختصاصی شدن سرنوشت سلول می‌شوند ۲۴۲
نقشه‌یابی سرنوشت ۲۴۲
تشکیل محور ۲۴۴
محدود شدن پتانسیل تکوینی ۲۴۶
تعیین سرنوشت سلولی و تشکیل الگو توسط پیام‌های القایی ۲۴۷
تشکیل اندام‌های حرکتی مهره‌داران ۲۴۸
مژک‌ها و سرنوشت سلولی ۲۵۰

فصل ۴۸



نورون‌ها، سیناپس‌ها و پیام‌رسانی

- ۱- ۴۸ ساختار و سازماندهی نورون‌ها روی انتقال اطلاعات تأثیرگذار است ۲۵۶
ساختار و عملکرد نورون ۲۵۶
۲- ۴۸ پمپ‌های یونی و کانال‌های یونی، پتانسیل آرامش یک نورون را حفظ می‌کنند ۲۵۸
پتانسیل آرامش ۲۵۸
۳- ۴۸ پتانسیل‌های عمل، سیگنال‌های هدایت‌شده به وسیله‌ی آکسون‌ها هستند ۲۶۱
هدایت پتانسیل عمل ۲۶۴
۴- ۴۸ نورون‌ها از طریق سیناپس‌ها با سلول‌های دیگر ارتباط برقرار می‌کنند ۲۶۶
انتقال سیناپسی مستقیم ۲۶۸



- ۵۱-۱ ورودی‌های حسی جداگانه می‌توانند محرک رفتارهای ساده و پیچیده باشند
۳۴۶
- الگوهای عمل ثابت..... ۳۴۶
- ریتم‌های رفتاری..... ۳۴۷
- پیام‌ها و ارتباطات جانور..... ۳۴۸
- فرومون‌ها..... ۳۴۹
- ۵۱-۲ یادگیری، روابطی خاص میان تجربه و رفتار برقرار می‌کند
۳۵۰
- نقش‌پذیری..... ۳۵۱
- یادگیری تداعی گرا..... ۳۵۳
- تکوین رفتارهای آموخته..... ۳۵۵
- ۵۱-۳ انتخاب بقای فردی و موقعیت تولیدمثلی، وجود رفتارهای متنوع را توضیح می‌دهد
۳۵۷
- تکامل رفتار جستجو برای غذا..... ۳۵۷
- رفتار جفت‌گیری و انتخاب جفت..... ۳۵۸
- به‌کارگیری تئوری بازی..... ۳۶۳
- ۵۱-۴ آنالیزهای ژنتیکی و مفهوم تناسب جمعی، اساسی برای مطالعات تکامل رفتار فراهم می‌آورند
۳۶۴
- اساس ژنتیکی رفتار..... ۳۶۴
- تنوع ژنتیکی و تکامل رفتار..... ۳۶۵
- نوع دوستی..... ۳۶۶



- جمع شدن پتانسیل‌های پس‌سیناپسی..... ۲۶۸
- انتقال دهنده‌های عصبی..... ۲۷۰
- لستیل‌کولین..... ۲۷۰

- ۴۹-۱ دستگاه عصبی شامل مدارهایی از نورون‌ها و سلول‌های پشتیبان است
۲۸۰
- سازماندهی دستگاه عصبی مهره‌داران..... ۲۸۰
- دستگاه عصبی محیطی..... ۲۸۱
- ۴۹-۲ دستگاه عصبی مهره‌داران از نظر مکانی تخصص یافته است
۲۸۳
- خواب و بیداری..... ۲۸۷
- احساسات..... ۲۸۹
- پردازش اطلاعات..... ۲۹۰
- ۴۹-۳ کورتکس مخ، حرکات ارادی و عملکردهای آگاهانه را کنترل می‌کند
۲۹۰
- زبان و تکلم..... ۲۹۲
- عملکرد لوب فرونتال..... ۲۹۲
- ۴۹-۴ تغییر در ارتباطات سیناپسی، حافظه و یادگیری را تحت تأثیر قرار می‌دهد
۲۹۴
- انعطاف‌پذیری نورونی..... ۲۹۴
- حافظه و یادگیری..... ۲۹۵
- تقویت بلندمدت..... ۲۹۶
- ۴۹-۵ امروزه برای بسیاری از اختلالات دستگاه عصبی، توضیحی مولکولی وجود دارد
۲۹۷
- اسکیزوفرنی..... ۲۹۷
- افسردگی..... ۲۹۸
- بیماری پارکینسون..... ۲۹۹



- ۵۰-۱ گیرنده‌های حسی انرژی محرک را تبدیل کرده و سیگنال‌هایی را به دستگاه عصبی مرکزی انتقال می‌دهند
۳۰۶
- انتقال..... ۳۰۷
- ادراک..... ۳۰۷
- انواع گیرنده‌های حسی..... ۳۰۸
- ۵۰-۲ گیرنده‌های مکانیکی که در شنوایی و تعادل به کار می‌روند حرکت مایع یا ته‌نشین شدن ذرات را آشکار می‌سازند
۳۱۱
- شنوایی و تعادل در پستانداران..... ۳۱۳
- تعادل..... ۳۱۵
- ۵۰-۳ تنوع گیرنده‌های بینایی در جانوران وابسته به رنگدانه‌های جذب‌کننده نور است
۳۱۷
- تکامل بینایی..... ۳۱۷
- اندام‌های تشخیص نور..... ۳۱۷
- سیستم بینایی مهره‌داران..... ۳۲۰
- ۵۰-۴ حس‌های چشایی و بویایی در بیشتر جانوران به طور نزدیکی به هم مرتبط هستند
۳۲۴
- چشایی در پستانداران..... ۳۲۵
- بویایی در انسان..... ۳۲۶
- ۵۰-۵ عملکرد ماهیچه نیازمند میانکنش فیزیکی رشته‌های پروتئینی است
۳۲۷
- ماهیچه اسکلتی مهره‌داران..... ۳۲۷
- نقش کلسیم و پروتئین‌های تنظیمی..... ۳۳۰
- انواع تارهای ماهیچه‌ای..... ۳۳۴
- انواع دیگر ماهیچه..... ۳۳۵
- ۵۰-۶ ماهیچه‌ها با انقباض خود قسمت‌های مختلف اسکلت را حرکت می‌دهند
۳۳۶
- انواع اسکلت..... ۳۳۶
- انواع حرکت..... ۳۳۹
- پرواز..... ۳۴۰

40 Basic Principles of Animal Form and Function

اصول پایه‌ای شکل و عملکرد جانوران

مفاهیم کلیدی

۱-۴ شکل و عملکرد جانوران، در همه سطوح سازماندهی، به هم مرتبطند

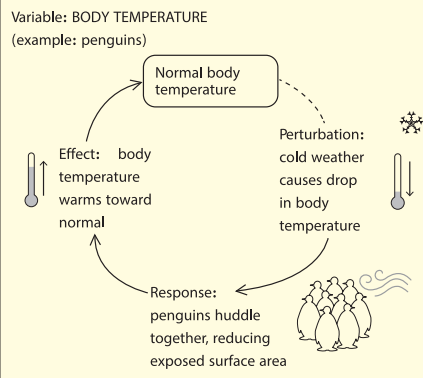
۲-۴ مکانیسم‌های کنترلی بازخوردی، محیط داخلی را در بسیاری از جانوران حفظ می‌کنند

۳-۴ فرآیندهای هومئوستازی برای تنظیم دما شامل شکل، عملکرد و رفتار است

۴-۴ نیازمندی‌ها به انرژی، به اندازه، فعالیت و محیط جانور ارتباط دارند

روش مطالعه

نمودار طراحی کنید: نوعی نمودار مانند طرح زیر رسم کنید و هنگام مواجهه با نوعی حفظ حالت درونی جانور، متغیرهای تحت کنترل، مواردی که موجب ایجاد تغییر در متغیر می‌شود، پاسخ به تغییر و اثر آن در بازگرداندن به حالت معمول را روی طرح نمودار مشخص کنید.



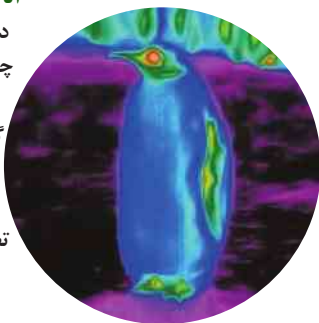
▲ شکل ۱-۴۰ تصویر بالا، پنگوئن‌های امپراتور را نشان می‌دهد که در قطب جنوب زندگی می‌کنند. قاره قطب جنوب، سردترین و بادخیزترین قاره جهان است. پنگوئن‌های امپراتور (*Aptenodytes forsteri*) پرنده‌ای هستند که در تابستان برای شکار ماهی به عمق ۵۰۰ متری زیر سطح آب رفته و دمای ۲ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کنند. در فصل زمستان اما، همین پرنده‌ها می‌توانند دمای ۴۰- درجه سانتی‌گراد و سرعت بادی نزدیک به ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت را تحمل کنند! در این شرایط، پرنده‌ها ماده به دنبال غذا رفته و پرنده‌ها نر بر روی تخم‌های خوابنده.

جانوران چگونه می‌توانند وضعیت داخلی بدن خود را، حتی در محیط‌های متغیر و نامساعد تنظیم کنند؟

برخی سازگاری‌هایی که در شکل، عملکرد و رفتار جانوران ایجاد شده است به حفظ محیط داخلی بدن جانور کمک می‌کند. سازش‌هایی که تغییرات دمایی و دیگر متغیرهای درونی جانور را کنترل می‌کنند، بسیار وسیع و متنوع هستند. در زیر، سه نمونه از این سازگاری‌ها که موجب گرم نگه‌داشتن بدن پنگوئن‌های امپراتور می‌شود را ملاحظه می‌کنید:

آناتومی (شکل و ساختار):

در بدن پنگوئن، لایه‌ای از چربی وجود دارد که عایق بوده و از هدررفت گرما از بیشتر سطح بدن جلوگیری می‌کند. سطوح آبی در این تصویر را ملاحظه کنید.



فیزیولوژی (عملکرد اندام‌ها): چرخه سریع انقباض و انبساط ماهیچه‌ها در موقع لرزیدن جانور، باعث تولید گرمای بیشتر در سلول‌ها می‌شود.



رفتار: این جانوران با تشکیل گروه‌های بزرگ چند هزار تایی، کمتر در معرض باد شدید و سرما قرار می‌گیرند.



بنابراین هرگونه برآمدگی در سطح بدن که باعث ایجاد کشش شود سرعت شناگر را حتی خیلی بیشتر از آنچه در مورد یک دوندۀ یا یک پرنده رخ می‌دهد، کند می‌کند. ماهی‌تُن و سایر ماهی‌های باله‌شعاعی سریع می‌توانند با سرعت‌هایی تا حد 80 km/hr شنا کنند. کوسه‌ها، پنگوئن‌ها و پستانداران آبی مثل دولفین‌ها، فوک‌ها و وال‌ها نیز شناگران سریعی هستند. همه این جانوران دارای شکل بدنی مشترکی هستند: بدن در دو انتها باریک می‌شود (شکل ۲-۴۰). این حقیقت که این شناگران سریع، شکل‌های مشابهی دارند مثالی از تکامل همگرا است (بخش ۳-۲۲). وقتی جانوران مختلف با چالش‌های محیطی یکسانی درگیرند، مثل مقاومت آب در برابر حرکت سریع، انتخاب طبیعی منجر به سازش‌های یکسانی می‌شود.

در صورتی که اندازه بدن جانوران بزرگ باشد نیز قوانین فیزیکی بر طرح‌های بدنی بسیار تأثیرگذار هستند. با افزایش ابعاد بدن، اسکلت محکم‌تری برای حمایت کافی لازم است. این محدودیت برای اسکلت‌های داخلی مانند آنچه که در مهره‌داران وجود دارد و همچنین اسکلت‌های خارجی مانند اسکلت حشرات و دیگر بندپایان وجود دارد. به علاوه، با افزایش اندازه بدن، ماهیچه‌های مورد نیاز برای جابه‌جایی نیز می‌بایست نسبت به جرم کلی بدن مقدار بیشتری را به خود اختصاص دهند. دانشمندان با در نظر گرفتن جرم ماهیچه‌های پا نسبت به جرم بدن و نیروی مؤثری که این ماهیچه‌ها تولید می‌کنند، برای طرح‌های بدنی متفاوت قادر به تخمین حداکثر سرعت دویدن هستند. چنین محاسباتی نشان می‌دهد که دایناسور تیرانوسوروس رکس که قدی معادل ۶ متر داشته، احتمالاً می‌توانسته با سرعت 30 km/hr بدود، این عدد برابر با سرعت دویدن سریع‌ترین انسان است.

تبادل با محیط

جانوران باید مواد را با محیط اطرافشان مبادله کنند و این نیازمندی، محدودیت‌هایی را بر طرح‌های بدنی آنها وارد می‌سازد. تبادل هنگامی رخ می‌دهد که مواد حل‌شده در یک محلول آبی از عرض غشای پلاسمایی سلول حرکت کنند. سرعت تبادل مواد غذایی، مواد زائد و گازها با نسبت سطح غشا متناسب هستند،

مانند هر جانور دیگری مثل انسان، مار و شاهین، پنگوئن‌های امپراتور نیز با چالش‌های اساسی و مهمی در طول زندگی خود روبه‌رو هستند. در بین همه جانوران، نیاز به غذا و انرژی، نیاز به اکسیژن، مبارزه با میکروب‌ها و زاد و ولد، نیازی مشترک است. با توجه به این نیازهای مشترک، چرا شکل و آناتومی گونه‌های مختلف متفاوت است؟ پاسخ به این سوال در انتخاب طبیعی و سازش با محیط نهفته است. انتخاب طبیعی، صفاتی که شایستگی‌های نسبی را افزایش می‌دهند را برمی‌گزیند. سازش‌های تکاملی که بقا را ممکن می‌سازند میان محیط‌ها و گونه‌ها متفاوت هستند، اما در غالب موارد، موجب انطباق شکل و عملکرد جانور می‌شوند. در شکل ۱-۴۰، در شکل و عملکرد پنگوئن‌های امپراتور، این موضوع کاملاً مشهود است. با توجه به اینکه بین شکل و عملکرد، همبستگی وجود دارد، بررسی آناتومی‌ها، اغلب سرنخ‌هایی درباره فیزیولوژی جانوران نیز فراهم می‌کند.

مبحث 1-40

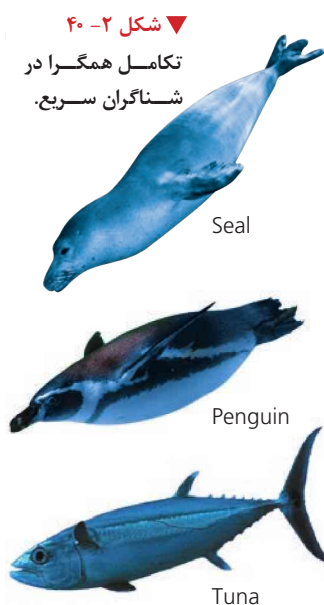
شکل و عملکرد جانوران در همه سطوح سازماندهی،

به هم مرتبط‌اند

شکل و اندازه جانور که زیست‌شناسان، اغلب آنها را طرح بدنی^۱ می‌خوانند، جنبه‌های اساسی از فرم هستند که به طور معنی‌داری روشی را که یک جانور با محیطش برهمکنش می‌کند تحت تأثیر قرار می‌دهند. منظور ما در استفاده از واژه طرح در اینجا، اشاره به این نیست که شکل‌های بدنی جانور، نتیجه یک ابداع آگاهانه است. طرح بدنی یک جانور، نتیجه الگوی تکوین برنامه‌ریزی شده توسط ژنوم است که خود، نتیجه میلیون‌ها سال تکامل است.

تکامل اندازه و شکل جانوران

تکامل طرح‌های بدنی بسیاری طی دوره تکامل ایجاد شده‌اند، اما این گوناگونی‌ها محدودیت‌های خاصی دارند. قوانین فیزیکی، محدودیت‌هایی را بر آنچه انتخاب طبیعی می‌تواند «ابداع کند»، شامل شکل و اندازه جانوران، وارد می‌سازد. به یک مثال توجه کنید. چگونه قوانین هیدرودینامیک، شکل‌های ممکن را برای جانوران آبی که به سرعت شنا می‌کنند تعیین می‌کنند؟ آب، تقریباً ۱۰۰۰ بار متراکم‌تر از هواست،

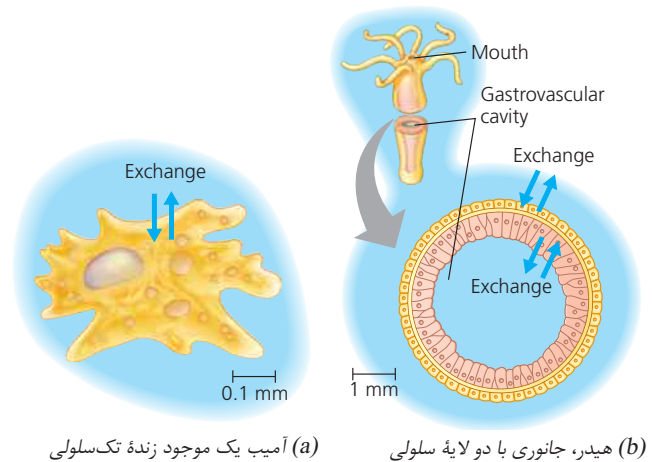


Seal

Penguin

Tuna

▼ شکل ۳-۴۰ تبادل مستقیم با محیط.



(a) آمیب یک موجود زنده تک‌سلولی

(b) هیدر، جانوری با دو لایه سلولی

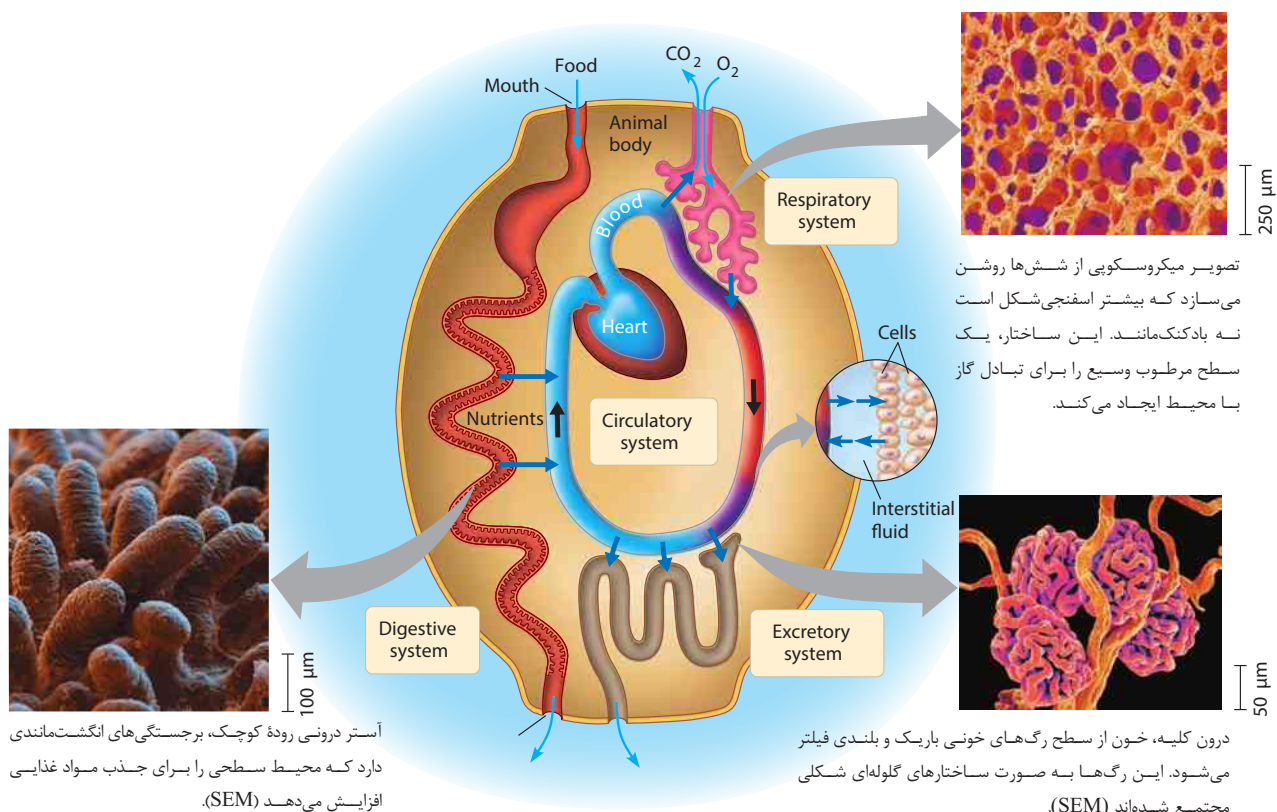
هرکدام غشای پلاسمایی خود را دارند که باید از عرض آنها تبادل مواد انجام گیرد. بنابراین یک جاندار پرسلولی زمانی کار می‌کند که هر سلول به یک محیط آبی مناسب (در درون یا بیرون بدن جانور) دسترسی داشته باشد.

بسیاری از جانوران با سازماندهی داخلی ساده دارای طرح‌های بدنی‌ای هستند که امکان تبادل میان همه سلول‌ها با محیط خارجی را فراهم می‌کند. در هیدر که طرح بدنی کیسه‌مانند دارد، ضخامت دیواره بدنی تنها دو لایه سلولی است (شکل ۳b-۴۰). به علت اینکه، حفره شکمی-عروقی آن به بیرون باز می‌شود، هر دو لایه سلولی درونی و بیرونی، به‌طور مداوم با آب شسته می‌شوند. شکل بدنی مسطح، طرح دیگری است که قرار گرفتن در معرض محیط پیرامونی را به حداکثر می‌رساند. برای مثال، یک کرم نواری انگل ممکن است چندین متر طول داشته باشد (شکل ۱۲-۳۳ را ببینید) اما به‌علت اینکه خیلی باریک است، بیشتر سلول‌های آن در مایع روده‌ای میزبان مهره‌دار قرار می‌گیرند که منبع تغذیه‌ای کرم است.

درحالی‌که مقدار موادی که باید مبادله شوند با حجم سلول متناسب است.

یک جاندار تک‌سلولی همانند آمیب (شکل ۳a-۴۰)، سطح غشایی کافی دارد تا همه مبادلات مورد نیازش را انجام دهد. در مقابل، یک جانور متشکل از تعداد بسیاری سلول است که

▼ شکل ۴-۴۰ سطوح تبادلی داخلی در جانوران پیچیده. این دیاگرام، نمایی کلی از تبادل شیمیایی با محیط را در یک جانور نشان می‌دهد. اغلب جانوران، سطوحی دارند که برای تبادل مواد شیمیایی با محیط اطرافشان تخصص یافته‌اند. این سطوح تبادلی، معمولاً درونی‌اند اما از طریق منافذی در سطح بدن (مثلاً دهان) با محیط در ارتباط هستند. سطوح تبادلی به‌دقت پیچ خورده و منشعب‌اند که به آنها سطح بسیار وسیعی می‌دهند. سیستم‌های گوارشی، تنفسی و دفعی همگی چنین سطوح تبادلی دارند. مواد شیمیایی انتقال یافته از این سطوح توسط سیستم گردش مواد در سرتاسر بدن حمل می‌شوند. مهارت‌های بصری ◀ با استفاده از این دیاگرام، توضیح دهید که چگونه تبادلات جانوری را می‌توان هم خارجی و هم داخلی دانست.



آستر درونی روده کوچک، برجستگی‌های انگشت‌مانندی دارد که محیط سطحی را برای جذب مواد غذایی افزایش می‌دهد (SEM).

درون کلیه، خون از سطح رگ‌های خونی باریک و بلندی فیلتر می‌شود. این رگ‌ها به صورت ساختارهای گلوله‌ای شکلی مجتمع شده‌اند (SEM).

مایع بینابینی (میان‌باقتی) و مایع در گردش امکان کسب مواد مغذی و دفع مواد زائد را برای همه سلول‌های بدن فراهم می‌کند (شکل ۴-۴۰ را ببینید). پیچیدگی شکل‌های بدنی علی‌رغم ایجاد چالش‌های بیشتر در تبادل مواد با محیط، منافع روشنی نیز دارد. مثلاً پوشش خارجی اختصاصی می‌تواند جانور را در برابر شکارچیان محافظت کند؛ عضلات بزرگ حرکات سریع را ممکن می‌سازند و اندام‌های گوارشی درونی می‌توانند به تدریج غذا را شکسته و رها شدن انرژی ذخیره‌ای آن را کنترل کنند. به علاوه، به علت اینکه محیط بی‌واسطه اطراف سلول‌ها، مایع درونی بدن است، اندام‌های جانور می‌توانند ترکیب این محلول را کنترل کرده و به جانور اجازه دهند محیط درونی نسبتاً پایداری را وقتی که در یک محیط بیرونی متغیر قرار دارند، حفظ کنند. یک شکل پیچیده بدنی، خصوصاً برای جانورانی مناسب است که روی زمین زندگی می‌کنند، جایی که محیط بیرونی می‌تواند بسیار متغیر باشد.

سلسله‌مراتب سازماندهی طرح‌های بدنی

جانوران دارای سطوح سازماندهی سلسله‌واری هستند که هریک ویژگی‌های نوظهور خود را دارند (فصل ۱). سلول‌ها به‌صورت **بافت** سازماندهی می‌شوند؛ بافت، گروهی از سلول‌ها است که ظاهری مشابه و عملکردی مشترک دارند. انواع متفاوت بافت‌ها به‌صورت واحدهای عملکردی به نام

بدن بیشتر جانوران متشکل از تعداد زیادی سلول است که سازماندهی درونی بسیار پیچیده‌تری نسبت به هیدر و کرم نواری دارد. در چنین طرح بدنی، افزایش تعداد سلول‌ها باعث کاهش نسبت سطح خارجی به حجم کل می‌شود. به عنوان یک مقایسه، نسبت سطح به حجم در وال صدها هزار بار کوچک‌تر از دافنی است. در عین حال، هر سلول وال باید در مایعی قرار گیرد و دسترسی به اکسیژن، مواد غذایی و سایر منابع داشته باشد. این مهم چگونه محقق می‌شود؟ در وال و اغلب جانوران دیگر، سطوح درونی به‌شدت تاختورده و منشعب، این تبادل را با محیط آسان می‌کنند (شکل ۴-۴۰).

در اغلب موارد، این سطوح تبادل، درون بدن قرار دارد، به این ترتیب بافت نازک آنها از آسیب و دهیدراته شدن حفظ می‌شود. انشعاب یا تاختورن، سطح تماس را بسیار افزایش می‌دهد (شکل ۹-۳۳ را ببینید). به‌عنوان مثال در انسان‌ها سطح تبادل داخلی برای گوارش، تنفس و جریان خون، هریک مساحتی ۲۵ برابر پوست دارند.

مایعات داخلی بدن سطوح تبادل را با سلول‌های بدن مرتبط می‌کنند. فضای میان سلول‌ها با مایع پر شده است که در بسیاری از جانوران تحت عنوان مایع بینابینی یا interstitial fluid (از کلمه‌های لاتین به معنای «مابین» گرفته شده است) شناخته می‌شود. در طرح‌های بدنی پیچیده مایعی در گردش همانند خون نیز وجود دارد. تبادلات میان

▼ جدول ۱-۴۰ دستگاه‌ها در پستانداران

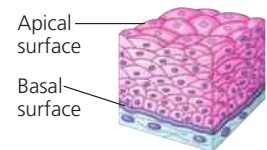
دستگاه	اجزای اصلی	عملکردهای اصلی
گوارشی	دهان، حلق، مری، معده، روده‌ها، کبد، پانکراس، مخرج (شکل ۸-۴۱)	فراوری غذا (دریافت غذا، هضم، جذب، دفع)
گردش خون	قلب، عروق خونی، خون (شکل ۵-۴۲)	توزیع مواد درون بدن
تنفسی	شش‌ها، نای، سایر مجاری تنفسی (شکل ۲۴-۴۲)	تبادل گازها (جذب O_2 و دفع CO_2)
ایمنی و لنفی	مغز استخوان، گره‌های لنفی، تیموس، طحال، رگ‌های لنفی، سلول‌های سفید خون (شکل ۷-۴۳)	دفاع از بدن (مبارزه با عفونت‌ها و سرطان)
دفعی	کلیه‌ها، میزنای، کیسه مثانه، میزراه (شکل ۱۲-۴۴)	دفع مواد زائد متابولیک، تنظیم تعادل اسمزی خون
درون‌ریز	هیپوفیز، تیروئید، پانکراس، سایر غدد ترشح‌کننده هورمون (شکل ۸-۴۵)	هماهنگی فعالیت‌های بدن (مانند گوارش و متابولیسم)
تولید مثلی	تخمندان‌ها، بیضه‌ها و اندام‌های همراه آنها (شکل‌های ۹-۴۶ و ۱-۴۶)	تولید مثل
عصبی	مغز، طناب نخاعی، اعصاب، اندام‌های حسی (شکل ۶-۴۹)	هماهنگی فعالیت‌های بدن، درک محرک‌ها و تنظیم پاسخ به آنها
پوششی	پوست و مشتقات آن (مانند مو، چنگال‌ها و غدد پوستی) (شکل ۵-۵۰)	حمایت در برابر صدمات مکانیکی، عفونت و خشکی هوا؛ تنظیم دمای بدن
اسکلتی	اسکلت (استخوان‌ها، زردپی‌ها، رباط‌ها، غضروف) (شکل ۳۷-۵۰)	حمایت بدن، محافظت اندام‌های درونی، حرکت
عضلانی	ماهیچه‌های اسکلتی (شکل ۲۶-۵۰)	حرکت، جابه‌جایی

شکل ۵-۴۰ بررسی ساختار و عملکرد در بافت‌های جانوری

بافت‌های پوششی

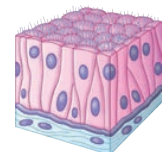
بافت‌های پوششی یا اپی‌تلیا (مفرد آن اپی‌تلیوم) صفحاتی از سلول‌ها هستند که بیرون بدن را می‌پوشانند و آستر اندام‌ها و حفره‌های بدن هستند. سلول‌های اپی‌تلیال از طریق اتصالات محکم به هم فشرده شده‌اند، بنابراین به‌عنوان سدی در برابر آسیب‌های مکانیکی و از دست رفتن مایعات عمل می‌کنند. بافت پوششی، خط اتصال فعال بدن با محیط بیرون است. به‌عنوان مثال، بافت پوششی‌ای که آستر حفره بینی است برای حس بویایی ضروری است. توجه کنید که چگونه شکل و چیدمان سلول‌های متفاوت با عملکردهای متمایز آنها مرتبط است.

اپی‌تلیوم استوانه‌ای



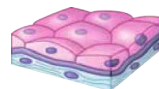
سلول‌های بزرگ و آجرمانند اپی‌تلیوم استوانه‌ای ساده اغلب در مکان‌های جذب فعال و ترشح یافت می‌شوند، برای مثال روده‌ها را می‌پوشاند. این اپی‌تلیوم شیریه‌های گوارشی را ترشح و مواد غذایی را جذب می‌کند.

اپی‌تلیوم استوانه‌ای چند لایه کاذب مژکدار



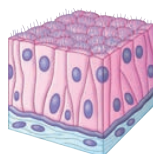
یک اپی‌تلیوم استوانه‌ای چند لایه کاذب از یک لایه از سلول‌هایی تشکیل شده که از نظر ارتفاع و محل قرارگیری هسته با یکدیگر متفاوت هستند. این نوع از بافت پوششی، یک غشای مخاطی ایجاد می‌کند که بخش‌هایی از مجاری تنفسی بسیاری از مهره‌داران را می‌پوشاند. مژک‌های در حال زنبش، لایه‌ای از مخاط را در راستای سطح، به حرکت در می‌آورد.

اپی‌تلیوم ساده سنگفرشی



تک لایه سلول‌های بشقابمانند که اپی‌تلیوم ساده سنگفرشی را تشکیل می‌دهند در تبادل مواد از طریق انتشار نقش دارند. این نوع از اپی‌تلیوم، نازک بوده و مبادله مواد را به کمک انتشار انجام می‌دهد. این بافت، عروق خونی و کیسه‌های هوایی ریه‌ها را که انتشار مواد زائد و گازها در آنها ضروری است، می‌پوشاند.

اپی‌تلیوم سنگفرشی مرکب



سلول‌های جدید به سرعت و با تقسیم سلولی در نزدیکی غشای پایه (تصویر پایین را ببینید) دوباره تولید می‌شوند که به منظور جایگزینی سلول‌هایی که دائماً جدا می‌شوند به سمت سطح آزاد رانده می‌شوند. این نوع اپی‌تلیوم معمولاً در سطوحی که در معرض سایش هستند، مانند پوست خارجی و آستر مری، مقعد و واژن، یافت می‌شوند.

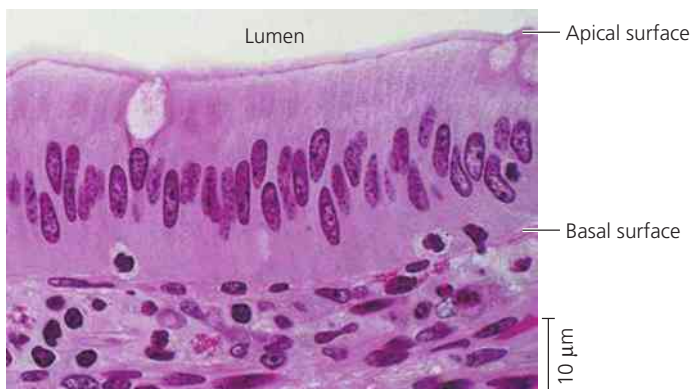
اپی‌تلیوم مکعبی



با سلول‌های تخصص یافته برای ترشح، لوله‌های کلیه و بسیاری از غدد شامل غده تیروئید و غدد بزاقی را می‌پوشاند.

قطبیت اپی‌تلیوم‌ها

همه اپی‌تلیوم‌ها دارای قطبیت هستند، به این معنی که آنها دو سمت متفاوت دارند. سطح رآسی رو به منفذ (حفره) یا بیرون بدن است و بنابراین در معرض مایع یا هوا قرار دارد. زائده‌های اختصاصی اغلب این سطح را می‌پوشانند. برای مثال، سطح رآسی اپی‌تلیوم پوشاننده روده کوچک با ریزپرها پوشانده می‌شود. سمت مخالف اپی‌تلیوم، سطح قاعده‌ای است. سطح قاعده‌ای به غشای پایه متصل است.



بافت پیوند

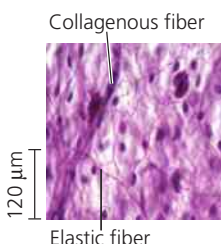
بافت پیوندی از جمعیت پراکنده‌ای از سلول‌ها تشکیل شده که در ماتریکس خارج سلولی پخش شده‌اند، این سلول‌ها بافت‌ها و اندام‌ها را در کنار یکدیگر نگاه می‌دارد. ماتریکس عموماً شبکه‌ای از فیبرهاست که در بستری از یک مایع ژله‌مانند یا جامد قرار گرفته است. درون ماتریکس سلول‌های بسیاری وجود دارند سلول‌هایی که فیبروبلاست نام دارند وظیفه ترشح پروتئین‌های فیبر را برعهده دارند و ماکروفاژها که ذرات بیگانه و بقایای سلولی را از طریق فاگوسیتوز از بین می‌برد.



معمولاً رشته‌های بافت پیوندی سه نوع هستند: رشته‌های کلاژن که استحکام و انعطاف را تأمین می‌کنند، رشته‌های شبکه‌ای بافت پیوندی را به سلول‌های مجاور متصل می‌کنند و رشته‌های کشسان بافت‌ها را منعطف می‌کنند. اگر بافت دستتان را نیشگون بگیرید، رشته‌های کلاژنی و شبکه‌ای نمی‌گذارند پوست زیاد از استخوان دور شود و زمانی که پوستتان را رها کنید رشته‌های کشسان، پوست را به حالت طبیعی خود برمی‌گردانند. ترکیباتی متفاوت از این رشته‌ها، انواع اصلی بافت پیوندی را می‌سازند که آنها را در پایین مشاهده می‌کنید.

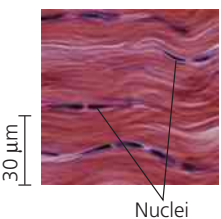
بافت پیوندی سست

فراوان‌ترین بافت پیوندی در بدن مهره‌داران، بافت پیوندی سست است که اپی‌تلیوم‌ها را به بافت‌های زیرین متصل کرده و اندام‌ها را در محل خود نگه می‌دارد. بافت پیوندی سست، نام خود را از درهم پیچیدن سست رشته‌هایش می‌گیرد که شامل هر ۳ نوع رشته است. این بافت در پوست و در تمام بدن یافت می‌شود.



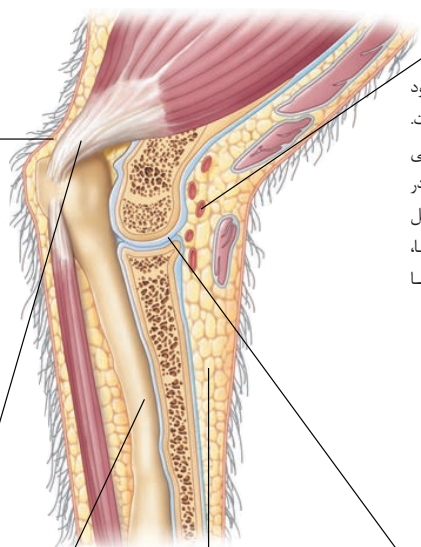
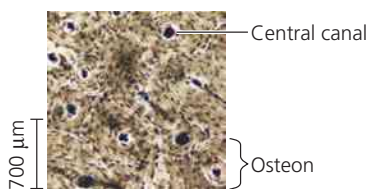
بافت پیوندی رشته‌ای

متراکم و دارای مقادیر زیادی از رشته‌های کلاژنی است. بافت پیوندی رشته‌ای در زردپی‌ها که ماهیچه‌ها را به استخوان‌ها متصل می‌کنند و در رباط‌ها که استخوان‌ها را در مفاصل به هم وصل می‌کنند، یافت می‌شوند.



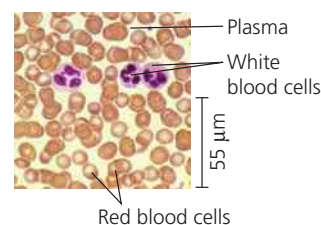
استخوان

اسکلت اغلب مهره‌داران، از استخوان ساخته شده است که یک بافت پیوندی معدنی شده است. سلول‌های سازنده استخوان، استئوبلاست نامیده می‌شوند که ماتریکس کلاژنی را می‌سازند. یون‌های کلسیم، منیزیم و فسفات که در هیدروکسی آپاتیت معدنی ماتریکس ترکیب شده‌اند باعث سختی آن می‌شوند. ساختار میکروسکوپی استخوان محکم پستانداران شامل واحدهای تکراری هستند که استئون نامیده می‌شوند. هر استئون شامل لایه‌های متحدالمرکزی از ماتریکس معدنی شده است که به دور یک کانال مرکزی دارای عروق خونی و اعصاب قرار گرفته‌اند.



خون

دارای ماتریکس مایعی است که پلاسما نامیده می‌شود و شامل آب، نمک‌ها و پروتئین‌های حل شده است. سلول‌های خونی قرمز و لکوسیت‌ها (سلول‌های خونی سفید) و قطعات سلولی که پلاکت نامیده می‌شود در پلاسما معلق‌اند. گلبول‌های قرمز، اکسیژن را حمل می‌کنند. گلبول‌های سفید در دفاع علیه ویروس‌ها، باکتری‌ها و سایر مهاجمین عمل می‌کنند پلاکت‌ها به لخته شدن خون کمک می‌کنند.



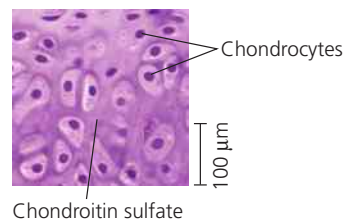
بافت چربی

شکل تخصص یافته‌ای از بافت پیوندی است که چربی را در سلول‌های چربی ذخیره می‌کند که در سراسر ماده زمینه‌ای آنها منتشرند. بافت چربی، بدن را عایق‌بندی می‌کند و سوخت را به صورت مولکول‌های چربی ذخیره می‌کند (شکل ۴-۴). هر سلول چربی دارای یک قطره بزرگ چربی است و زمانی که چربی ذخیره می‌شود متورم شده و زمانی که بدن، چربی را به عنوان سوخت مصرف می‌کند، چروکیده می‌گردد.



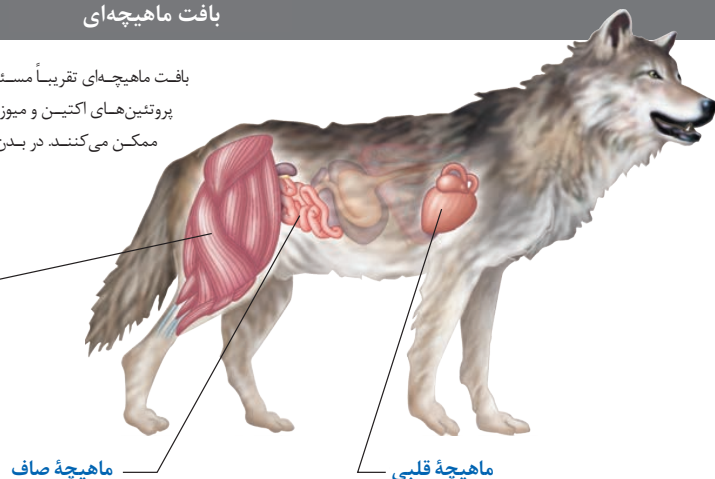
غضروف

تعداد زیادی رشته‌های کلاژنی دارد که در یک ماتریکس الاستیکی قرار گرفته است، این ماتریکس از یک کمپلکس پروتئین - کربوهیدرات که کوندرویتین سولفات نامیده می‌شود، ساخته شده است. کوندرویتین سولفات و کلاژن توسط سلول‌هایی که کوندروسیت نامیده می‌شوند ترشح می‌شوند. ترکیب رشته‌های کلاژنی و کوندرویتین سولفات، غضروف را به یک ماده حفاظتی محکم و تا حدی قابل انعطاف تبدیل می‌کند. بسیاری از مهره‌داران در مرحله جنینی، اسکلت غضروفی دارند، اما در اغلب آنها، زمانی که جنین بالغ می‌شود، استخوان، جایگزین غضروف می‌گردد. با وجود این، غضروف‌ها در محل‌های به خصوصی مانند دیسک‌ها قرار دارند که به عنوان بالشک‌هایی بین مهره‌ها عمل می‌کنند.



بافت ماهیچه‌ای

بافت ماهیچه‌ای تقریباً مسئول همه حرکت‌های بدن است. همه سلول‌های ماهیچه‌ای از فیلامنت‌های حاوی پروتئین‌های اکتین و میوزین تشکیل شده‌اند، این دو پروتئین با همکاری یکدیگر انقباض ماهیچه‌ها را ممکن می‌کنند. در بدن مهره‌داران سه نوع بافت ماهیچه‌ای وجود دارد: اسکلتی، صاف و قلبی.



ماهیچه‌های اسکلتی

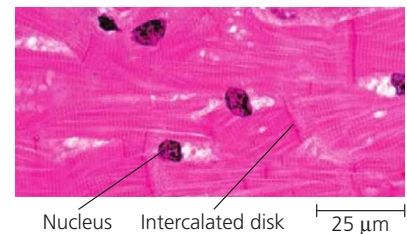
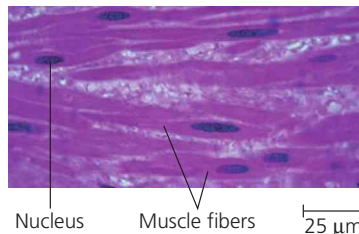
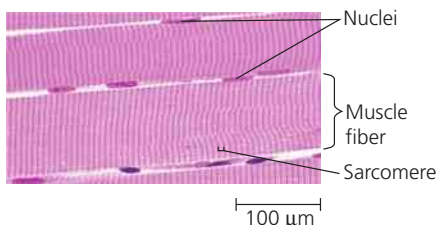
که توسط زردپی‌ها به استخوان‌ها وصل شده‌اند، مسئول حرکات بدن هستند. ماهیچه اسکلتی شامل دسته‌هایی از سلول‌های طولی است که فیبر نامیده می‌شوند. آرایش واحدهای انقباضی یا سارکومرها، در طول فیبر در زیر میکروسکوپ به سلول‌ها، ظاهری نواری (مخطط) می‌دهد. پستانداران بالغ، تعداد ثابتی از سلول‌های عضلانی دارند؛ عضله در حال ساخت، تعداد سلول‌ها را افزایش نمی‌دهد بلکه آنهایی را که قبلاً وجود داشتند را بزرگ‌تر می‌کند.

ماهیچه صاف

که ظاهر مخطط ندارد، در دیواره‌های دستگاه گوارش، کیسه مثانه، سرخرگ‌ها و سایر اندام‌های درونی یافت می‌شود. سلول‌ها دوکی شکل‌اند، عضلات صاف، مسئول فعالیت‌های غیرارادی بدن مثل انقباضات مداوم معده یا انقباض سرخرگ‌ها هستند.

ماهیچه قلبی

دیواره انقباضی قلب را می‌سازد. مانند ماهیچه اسکلتی، مخطط است و ویژگی‌های انقباضی آن شبیه ماهیچه اسکلتی است. اما برخلاف ماهیچه اسکلتی، فیبرهای عضله قلبی بین‌شان اتصال برقرار می‌شود که پیام‌ها را از سلولی به سلول دیگر انتقال داده و به هم‌زمانی تپش قلب کمک می‌کنند.



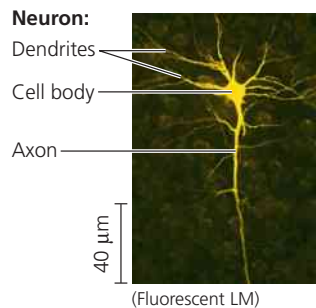
بافت عصبی



بافت عصبی در دریافت، پردازش و انتقال اطلاعات نقش دارد. بافت عصبی دارای نورون‌ها (یا سلول‌های عصبی) است که تکانه‌های عصبی را منتقل می‌کند و همچنین سلول‌های پشتیبان که سلول‌های گلیال نام دارند که به آنها گلیا نیز گفته می‌شود. در بسیاری از جانوران، تراکمی از بافت عصبی مغز را می‌سازد که مرکز پردازش اطلاعات است.

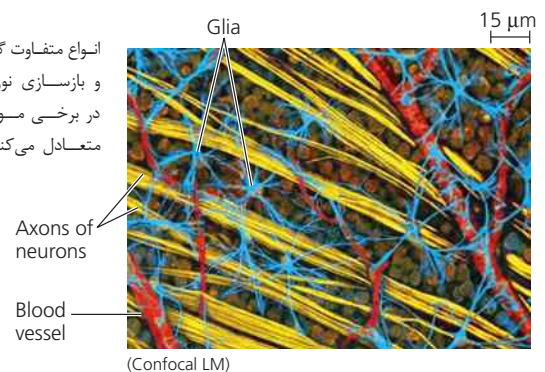
نورون‌ها

نورون‌ها واحدهای اصلی سیستم عصبی هستند. یک نورون از طریق جسم سلولی و دندریت‌ها، اطلاعات را از نورون‌های دیگر دریافت می‌کند. اکسون‌ها پیام‌های عصبی را به سمت دیگر نورون‌ها، ماهیچه‌ها یا سلول‌های دیگر هدایت می‌کنند.



گلیا

انواع متفاوت گلیا به تغذیه، عایق‌سازی و بازسازی نورون‌ها کمک کرده و در برخی موارد، عملکرد نورون‌ها را متعادل می‌کنند.



هماهنگی و کنترل

بافت‌ها، اندام‌ها و دستگاه‌های یک جانور باید هماهنگ با یکدیگر عمل کنند. برای مثال، زمانی که گرگ نشان داده شده در شکل ۵-۴۰ در حال شکار کردن است، جریان خون طوری تنظیم می‌شود که مواد مغذی و گازها به میزان کافی در اختیار ماهیچه‌های پاهایش قرار گیرند، این ماهیچه‌ها در پاسخ به بوهایی که توسط بینایی ردیابی می‌شوند، توسط مغز فعال می‌شوند. چه پیام‌هایی برای این هماهنگی استفاده می‌شوند؟ چگونه این پیام‌ها در بدن حرکت می‌کنند؟ دو مجموعه پاسخ به این پرسش‌ها وجود دارد که منعکس کننده دو سیستم اصلی برای کنترل و هماهنگ کردن پاسخ‌ها به محرک‌ها هستند (شکل ۶-۴۰). در دستگاه درون‌ریز، مولکول‌های پیام‌رسانی که توسط سلول‌های درون‌ریز به درون جریان خون آزاد شده‌اند، به همه نقاط بدن می‌رسند. در دستگاه عصبی، نورون‌ها پیام‌های عصبی را بین جایگاه‌های خاصی از بدن انتقال می‌دهند. در هر سیستم، فارغ از اینکه هدف نهایی سیگنال در انتهای دیگر بدن قرار داشته باشد یا چند سلول آن طرف‌تر، نوع مسیری که استفاده می‌شود یکسان خواهد بود.

مولکول‌های پیام‌رسانی که توسط دستگاه درون‌ریز در سرتاسر بدن پخش می‌شوند، **هورمون** نامیده می‌شوند. هورمون‌های متفاوت اثرات مجزایی را ایجاد می‌کنند و فقط سلول‌هایی که برای یک هورمون خاص گیرنده دارند پاسخ می‌دهند (شکل ۶a-۴۰). بسته به سلول‌هایی که دارای گیرنده برای هورمون باشند، هورمون‌ها ممکن است تنها در یک مکان یا در مکان‌هایی پراکنده در کل بدن اثرگذار باشند. برای مثال، هورمون محرک تیروئید (TSH) که تنها روی سلول‌های تیروئید عمل می‌کند وظیفه تحریک رهاسازی هورمون تیروئید را برعهده دارد، این هورمون برای افزایش مصرف اکسیژن و تولید گرما تقریباً روی همه بافت‌ها اثرگذار است. چند ثانیه طول می‌کشد که هورمون درون جریان خون آزاد شود و در کل بدن گردش کند. هورمون‌ها می‌توانند برای چند دقیقه یا حتی ساعت‌ها در جریان خون باقی بمانند، بنابراین اثرات آنها طولانی‌مدت است. در سیستم عصبی پیام‌ها که تکانه‌های عصبی نامیده می‌شوند از طریق خطوط ارتباطی که عمدتاً از آکسون‌ها تشکیل شده‌اند به سلول‌های هدف خاص منتقل می‌شوند (شکل ۶b-۴۰). تکانه‌های عصبی

اندام، سازماندهی می‌شوند. (ساده‌ترین جانوران، از قبیل اسفنج‌ها، فاقد اندام یا حتی بافت‌های حقیقی هستند.) گروهی از اندام‌ها که با هم کار می‌کنند یک **دستگاه** را می‌سازند که سطح بالاتری از سازماندهی و هماهنگی است (جدول ۱-۴۰). به این ترتیب، مثلاً پوست یک اندام از دستگاه پوششی است که وظیفه آن حفاظت از بدن در برابر عفونت و کمک به تنظیم دمای آن است.

بسیاری از اندام‌ها حاوی بافت‌هایی با نقش‌های فیزیولوژیک مجزا هستند. در برخی موارد، نقش‌ها، آن‌قدر متفاوت هستند که ما آن اندام را متعلق به بیش از یک دستگاه در نظر می‌گیریم. برای مثال، پانکراس، آنزیم‌های ضروری برای عملکرد دستگاه گوارش را تولید می‌کند و نیز سطح قند خون را به عنوان بخشی حیاتی از عملکرد دستگاه درون‌ریز تنظیم می‌کند.

همان‌طور که به سازماندهی بدن از پایین به بالا (از سلول‌ها به دستگاه‌ها) نگاه می‌کنیم، خواص نوظهور پدیدار می‌شوند. دستگاه گوارش انسان را در نظر بگیرید: دهان، حلق، مری، معده، روده کوچک و بزرگ، اندام‌های کمکی و مخرج. هر اندام نقش‌های خاصی در گوارش دارد. برای مثال، یک عملکرد معده، آغاز کردن تجزیه پروتئین‌هاست. این فرآیند نیازمند حرکت‌های ایجادشده توسط ماهیچه‌های معده و نیز شیره گوارشی ترشح‌شده توسط پوشش معده است. تولید شیره گوارشی به نوبه خود نیازمند انواع سلولی بسیار تخصص یافته است: یک نوع سلول، آنزیم تجزیه‌کننده پروتئین را تولید می‌کند، نوع دوم هیدروکلریک اسید را تولید می‌کند و نوع سوم موکوز ترشح می‌کند که پوشش معده را محافظت می‌کند.

سیستم‌های اندامی پیچیده و اختصاصی جانوران از انواع محدودی از سلول‌ها و بافت‌ها تشکیل شده‌اند. به عنوان مثال، ریه‌ها و رگ‌های خونی دارای عملکردهای متفاوتی هستند اما اساساً از بافت‌های یکسانی تشکیل شده‌اند و ویژگی‌های مشترک بسیاری دارند.

چهار نوع اصلی از بافت‌های جانوری وجود دارند: پوششی (اپی‌تلیوم)، پیوندی، ماهیچه‌ای و عصبی. شکل ۵-۴۰ ساختار و عملکرد هر نوع بافت را بررسی می‌کند. در فصل‌های بعدی، خواهیم دید که چگونه بافت‌های توصیف‌شده در اینجا، در عملکرد هر دستگاه مشارکت می‌کنند.

می‌کنند. در مقابل، انتقال اطلاعات از یک نورون به نورون دیگر، اغلب سیگنال‌های شیمیایی با برد بسیار کوتاهی را در برمی‌گیرند. به‌طور کلی، انتقالات در سیستم عصبی بسیار سریع صورت می‌گیرد. تکانه‌های عصبی تنها در کسری از ثانیه به مقصد می‌رسند و تنها کسری از ثانیه دوام دارند. از آنجایی که دو سیستم ارتباطی اصلی بدن از نظر نوع سیگنال، انتقال، سرعت و طول مدت آن با یکدیگر متفاوتی سازگار شده‌اند. سیستم درون‌ریز برای هماهنگ کردن تغییرات تدریجی که کل بدن را تحت تأثیر قرار می‌دهند، سازگار شده است، مانند رشد، تکوین، تولیدمثل، فرآیندهای متابولیک و گوارش. سیستم عصبی نیز برای پاسخ‌دهی بلافاصله و سریع به محیط مناسب است مانند عکس‌العمل‌های غیرارادی (انعکاس) و حرکات سریع.

عملکرد سیستم‌های درون‌ریز و عصبی اگرچه متمایز است، اما این دو سیستم اغلب با هماهنگی یکدیگر کار می‌کنند. هر دوی این سیستم‌ها موجب برقراری ثبات محیط داخلی می‌شوند که موضوع بحث بعدی ما است.

پرسش‌های مبحث ۱-۴۰

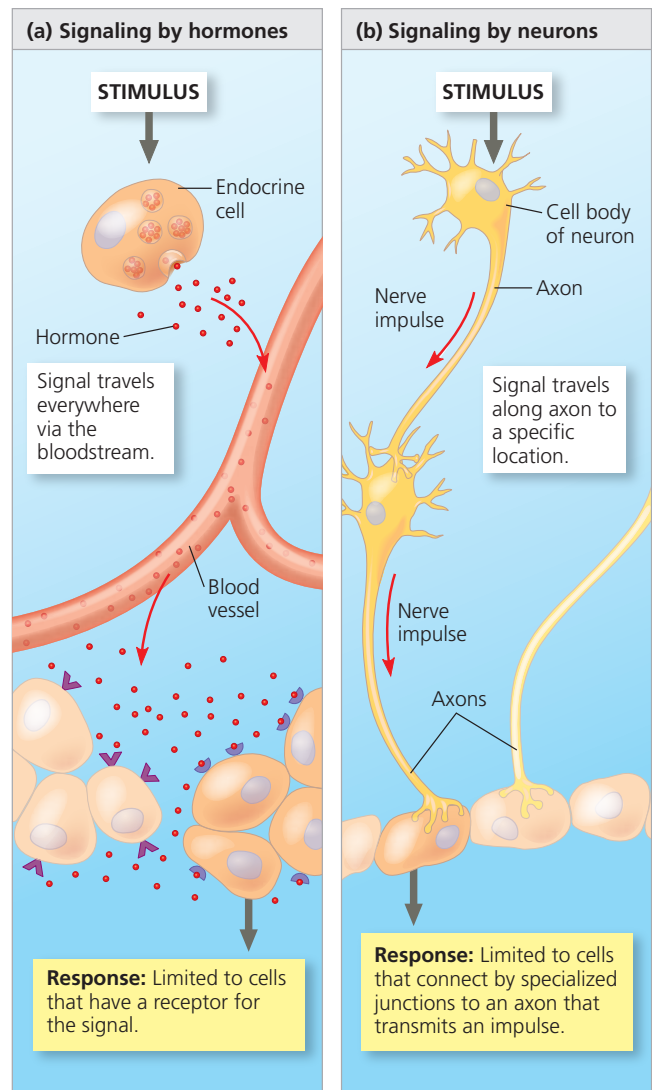
۱- چه ویژگی‌هایی در همهٔ انواع بافت‌های پوششی وجود دارند؟

۲- **مهارت‌های بصری** - حیوان ایده‌آل نشان داده شده در شکل ۴۰-۴ را در نظر بگیرید. اکسیژن در سفر از محیط خارجی به سیتوپلاسم یک سلول از بدن در چه مکان‌هایی می‌بایست از یک غشای پلاسمایی عبور کند؟

۳- **چه می‌شد اگر؟** تصور کنید که در لبهٔ یک تخته سنگ ایستاده‌اید و ناگهان لیز می‌خورید و به سختی قادر به حفظ تعادل خود و جلوگیری از افتادن هستید. با بالا رفتن ضربان قلبتان به دلیل جریان خون به درون رگ‌های منبسط شده ماهیچه‌هایتان و افزایش گلوکز خونتان احساس انرژی بیشتری می‌کنید. چرا انتظار دارید که این پاسخ «مرگ یا زندگی» نیاز به هر دو سیستم عصبی و درون‌ریز داشته باشد؟

برای ملاحظه پاسخ‌های پیشنهادی، به ضمیمهٔ A مراجعه کنید.

شکل ۶-۴۰ پیام‌رسانی در دستگاه‌های درون‌ریز و عصبی.



مهارت‌های بصری - پس از مقایسهٔ این دو دیاگرام، توضیح دهید که چرا یک تکانهٔ عصبی خاص تنها دارای یک مسیر فیزیکی است اما یک مولکول هورمون ممکن است چندین مسیر فیزیکی داشته باشد؟

می‌توانند روی دیگر نورون‌ها، سلول‌های ماهیچه‌ای و روی سلول‌ها و غددی که مواد ترشحی تولید می‌کنند عمل کنند. برخلاف سیستم درون‌ریز، سیستم عصبی، اطلاعات را از طریق مسیر خاصی منتقل می‌کند که سیگنال آن را تعیین می‌کند. مثلاً انسان‌ها می‌توانند نت‌های متفاوت موسیقی را از هم تشخیص دهند زیرا فرکانس هر نت نورون‌های خاصی را درون گوش فعال می‌کند که به مکان‌هایی با فاصله اندک در مغز متصل هستند.

برقراری ارتباط در سیستم عصبی معمولاً بیش از یک سیگنال را شامل می‌شود. تکانه‌های عصبی معمولاً با تغییر ولتاژ در مسافت‌های طولانی و در طول آکسون‌ها حرکت