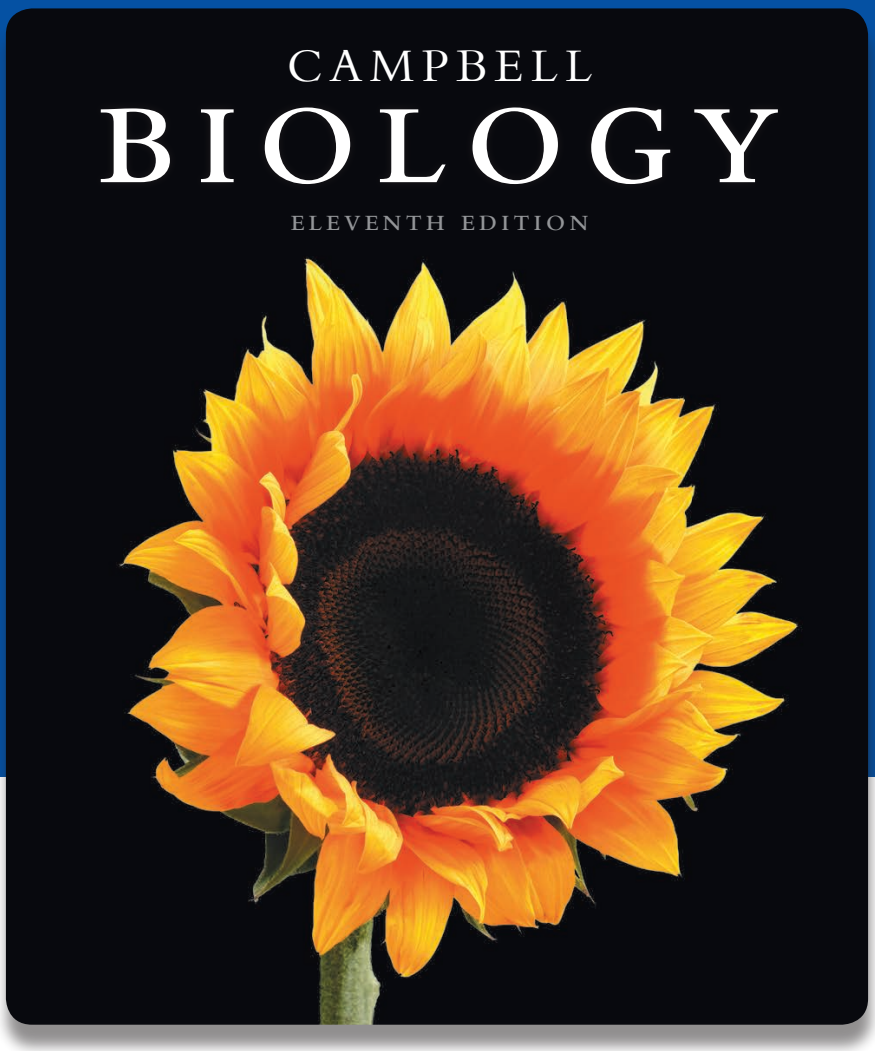
بسم الله الرحمن الرحیم

کتاب مرجع

بیولوژی کمپبل



جلد اول: شیمی حیات

ویرایش یازدهم - ۲۰۱۷

ریس ❊ اوری ❊ کاین ❊ واسرمن ❊ مینورسکای ❊ جکسون

مترجمین ❊ شراره مستانی‌نژاد ❊ علی سیناشاهی ❊ مریم کوهدار ❊ نسترن اصغری

ویراستار علمی ❊ مصطفی پویان

زیر نظر ❊ دکتر سامان حسینخانی (استاد گروه زیست‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس)

پروفسور نیل کمپبل
(Neil A.Campbell)

پروفسور نیل آ. کمپبل، نویسندهٔ کتاب معروف "Biology" و محقق برجستهٔ 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 شاخهٔ 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 گفتهٔ پیرسون و بنجامین کامینگز، ناشران کتاب‌های کمپبل، از زمان معرفی کتاب Biology در سال ۱۹۸۷، در حدود ۷۰٪ زیست‌شناسان، پزشکان، بیوتکنولوژیست‌ها و در حدود ۱۰۰٪ 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 حوزهٔ 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 ازکتاب‌هایش 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 زندهٔ 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 بودجهٔ تحقیقاتی دانشجویانش ، به حساب دانشگاه کالیفرنیا واریز کنند. در سال ۲۰۱۱ گروه مؤلفین کتاب Biology ، به پاس سال‌ها خدمات ارزشمند نیل کمپبل در زمینهٔ آموزش زیست‌شناسی، از ویرایش نهم، عنوان کتاب را به CAMPBELL BIOLOGY تغییر داده است.

روحش شاد و راهش پر رهرو باد

Lisa A. Urry - لیـزا یـوری (فصـل ۱ و بخش‌هـای ۳-۱)، یـک زیست‌شـناس تکوینـی و رئیـس کنونـی دپارتمـان بیولـوژی در کالـج Mills اسـت. لیـزا پـس از فارغ‌التحصیلـی از دانشـگاه Tufts در بیولـوژی، دکتـرای خـود را در زیست‌شناسـی تکوینـی و مولکولـی در مؤسسـهٔ تکنولـوژی ماساچوسـت (MIT) تکمیـل کـرد. وی تعـدادی مقـالات تحقیقـی منتشـر کـرده اسـت، کـه بیشـتر آنهـا بـرروی بیـان ژن طـی تکویـن جنینـی و لاروی در خارپوسـتان دریایـی متمرکـز هسـتند. لیـزا همچنیـن عمیقـاً متعهـد بـه اعطـای فرصـت بـرای زنـان در تحقیـق و آمـوزش علـوم اسـت.

Michael L. Cain - مایـکل کایـن (بخش‌هـای ۴ و ۵) یـک زیست‌شـناس تکاملـی و اکولوژیسـت اسـت کـه اکنـون به‌طـور تمـام وقـت مشـغول تألیـف می‌باشـد. مایـکل دارای لیسـانس زیست‌شناسـی و ریاضـی از کالـج Bowdoin، مـدرک فوق‌لیسـانس زیست‌شناسـی از دانشـگاه Brown، و دارای درجـهٔ دکتـرای اکولـوژی و زیست‌شناسـی تکاملـی از دانشـگاه Rose-Hulman، گسـترهٔ وسـیعی از دوره‌هـای تدریـس، از جملـه زیست‌شناسـی عمومـی، اکولـوژی تکامـل، و زیست‌شناسـی حفـظ ذخایـر زیسـتی را تدریـس می‌کـرده اسـت. مایـکل کایـن نویسـندهٔ ده‌هـا مقالـهٔ علمـی دربـارهٔ موضوعاتـی چـون رفتـار گیاه‌خـواری در حشـرات، پراکنـش دوربـرد دانه‌هـا، و گونه‌زایـی در جیرجیرک‌هـا اسـت. وی علاوه‌بـر کارش در بیولـوژی کمپبـل، ناظـر تألیـف یـک کتـاب مرجـع در زمینـهٔ اکولـوژی اسـت.

Steven A. Wasserman - مایـکل اسـتیون واسـرمن (بخـش ۷)، پروفسـور دانشـگاه کالیفرنیـای سـان‌دیه‌گو (UCSD) اسـت. وی لیسـانس زیست‌شناسـی خـود را از دانشـگاه هـاروارد و دکتـرای خـود را در علـوم زیسـتی از MIT گرفـت. اسـتیو ازطریـق تحقیـق بـرروی مکانیسـم‌های تنظیمـی در مگـس دروزوفیـلا، وارد زمینه‌هـای زیست‌شناسـی تکوینـی، تولیدمثـل و ایمنـی شـد. وی در حـال حاضـر در دانشـگاه پزشـکی تگـزاس و UCSD، ژنتیـک، تکویـن و فیزیولـوژی را بـرای دانشـجویان پزشـکی تدریـس می‌کنـد. او همچنیـن مشـاور و راهنمـای پایان‌نامـهٔ بیـش از ده‌هـا دانشـجوی دکتـرا بـوده اسـت.

Peter V. Minorsky - پیتـر مینورسـکای (بخـش ۶)، پروفسـور کالـج Mercy در نیویـورک اسـت؛ وی در آنجـا تکامـل، اکولـوژی گیاه‌شناسـی و زیست‌شناسـی عمومـی را تدریـس می‌کنـد. پیتـر لیسـانس زیست‌شناسـی خـود را از کالـج Vassar و دکتـرای خـود را در گرایـش فیزیولـوژی گیاهـی از دانشـگاه Cornell دریافـت کـرد. او همچنین نویسـندهٔ علمـی مجلـهٔ Plant Physiology اسـت. پیتر پس از فلوشـیپ فـوق دکتـرا در دانشـگاه ویسکانسـین، در کالـج Kenyon، کالـج Union، دانشـگاه Western Connecticut State، و کالـج Vassar مشـغول بـه تدریـس شـد. وی در حقیقـت یـک الکتروفیزیولوژیسـت اسـت کـه پاسـخ گیاهان بـه اسـترس را مطالعه می‌کنـد. پیتر در سـال ۲۰۰۸ به‌خاطـر شـیوهٔ منحصربـه فـردش در آمـوزش، جایـزهٔ ویـژهٔ بهتریـن روش تدریـس را از آن خـود کـرده اسـت.

Jane B. Reece - جیـن ریـس، سـرگروه تیـم نویسـندگان یازدهمیـن ویرایـش، همـکار نیـل کمپبـل بـود. وی در تمـام ویرایش‌هـای کتـاب بیولـوژی کمپبـل شـرک داشـته اسـت. پیش‌تـر، جیـن ریـس در کالـج Middlesex County و کالـج Queensborough Community زیست‌شناسـی عمومـی را تدریـس می‌کـرد. وی دارای مـدرک لیسـانس بیولـوژی از دانشـگاه هاروارد،فـوق لیسـانس میکروبیولـوژی از دانشـگاه Rutgers و دکتـرای باکتریولـوژی از دانشـگاه کالیفرنیـا اسـت. ریـس هنگامی‌کـه دانشـجوی دکتـری و فـوق دکتـری بـود، بـرروی نوترکیبـی ژنتیکـی در باکتری‌هـا تحقیـق می‌کـرد. وی عـلاوه بـر ایـن کتـاب، نویسـندهٔ کتاب‌هـای :Biology Concepts & Connections و Essential Bilogy و The World of the Cell اسـت.

Robert B. Jackson - رابـرت جکسـون (بخـش ۸)، پروفسـور بیولـوژی و رئیـس علـوم محیطی در دانشـگاه Duke اسـت. رابـرت دارای مـدرک مهندسـی شـیمی از دانشـگاه Rice، فـوق لیسـانس در اکولـوژی و آمـار و دکتـرای اکولـوژی از دانشـگاه Utah State اسـت. رابـرت بـرای سـالیان زیـادی برنامـهٔ دانشـگاه Duke را در زمینـه اکولـوژی رهبـری کـرد. وی جوایـز متعـددی را دریافـت کـرده اسـت کـه از جملهٔ آن جایـزهٔ Presidential Early Career Award در زمینـهٔ علـوم و مهندسـی از مؤسسـه ملـی علـوم اسـت. رابـرت جکسـون از نوشـتن بـه سـبک پـاپ لـذت می‌بـرد. او علاوه‌بـر ایـن، یـک کتـاب تجـاری دربـارهٔ محیـط (The Earth Remains Forever) و دو کتـاب شـعر بـرای بچه‌هـا (Weekend Mischief و Animal Mischief) منتشـر کـرده اسـت.

پیشگفتار:

اکنون که ترجمهٔ ویرایش ۲۰۱۷ کتاب ارزشمند و منحصربفرد بیولوژی کمپبل را تقدیم شما عزیزان می‌کنیم، نزدیک به ۱۵ سال از ورود این« کتابِ سِتُرگ» 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 دورهٔ 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 رشتهٔ دبیری زیست‌شناسی در دانشگاه فرهنگیان نیز مشتاقانه این کتاب را به‌عنوان مهم‌ترین مرجع تدریس در آینده کاری خود انتخاب می‌کنند.

اتفاق جالب دیگر در این سال‌ها، مرجع تالیف قرار گرفتنِ کتاب بیولوژی کمپبل برای تمامی کتاب‌های علوم زیستی در حوزهٔ آموزش و پرورش است! کتاب‌های زیست‌شناسی در دورهٔ متوسطهٔ دوم و کتاب‌های علوم در دورهٔ متوسطهٔ اول، همه و همه از روی کتاب کمپبل الگوبرداری و نوشته شده‌اند. به همین دلیل، دامنهٔ اثرگذاری این اثر سترگ، بسیار وسیع و قابل تأمل است. آنچه که باعث این همه اتفاقات میمون و ارزشمند شده است «جایگاه جهانی» این کتاب، شیوهٔ نگارش و محتوای علمی آن است. پروفسور نیل کمپبل در مهندسیِ تالیف این اثر فاخر، چنان استادانه عمل کرده است که به جرأت می‌توان گفت هیچ کتاب دیگری در حوزهٔ 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 زندهٔ دنیا ترجمه شده است. در ایران نیز از ویرایش هشتم توسط «خانه زیست‌شناسی» ترجمه و در اختیار علاقمندان قرار گرفته است. در ترجمهٔ ویرایش یازدهم این کتاب، سرکار خانم «شراره مستانی نژاد»، نقشی بسیار ارزنده و غیرقابل انکار داشتند؛ فهم عمیق ایشان از موضوعات مختلف زیست‌شناسی، تسلط فوق‌العاده بر متون انگلیسی و از همهٔ مهم‌تر، عشق و علاقهٔ 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 بسیار منظمی هستند که از ویرایش جدید این کتاب به گروهِ مترجمین و ویراستاران اضافه شدند. خانم مجاور با وسواس بسیار زیاد، موجب روانتر شدن و شیوایی ترجمه در این اثر فاخر شده‌اند؛ از ایشان به خاطر زحمات ارزشمندشان سپاسگزاریم.

طراحی این اثر ماندگار نیز با خلاقیت و هنرمندی سرکار خانم «سپیده زارعی» به سرانجام رسیده است. خانم زارعی نهایت تلاش، حوصله و صبوری خود را برای خلق یک اثر زیبا و منحصربفرد به کار گرفته‌اند؛ زحمات فراوان ایشان بسیار جای تقدیر و تشکر دارد.

در پایان جا دارد از مدیران مجموعهٔ زیرذره‌بین، که در شرایط سخت و نفس‌گیر اقتصادی کشور که «ویروس کرونا» تمامی جنبه‌های کسب و کار و اقتصاد کشور را مورد هجومِ ناباورانه خود قرار داده است، «جسورانه» موجبات چاپ این اثر فاخر را فراهم نموده‌اند، صمیمانه قدردانی و تشکر کنم. توفیق روز افزون این عزیزان، آرزوی قلبی ماست.

مصطفی پویان
مدیر خانه زیست شناسی

فهرست مطالب

فصل ۱ تکامل، موضوعات علم زیست‌شناسی و پژوهش علمی

۱-۱ مطالعه حیات، ریشه‌های یکسان شکل‌گیری آن را آشکار می‌کند ۳
ویژگی‌های نوپدید ۳
ساختار و عملکرد ۶
سلول‌ها واحدهای اصلی ساختار و عملکرد در جانداران هستند ۶
DNA، ماده ژنتیکی ۷
ژنومیکس: آنالیز توالی‌های DNA در مقیاس بزرگ ۹
مولکول‌ها: میانکنش‌های درون موجودات زنده ۱۰
اکوسیستم‌ها: جانداران با محیط فیزیکی و ... ۱۱
۱-۲ مطالب اساسی: تکامل، علت وجود وحدت و تنوع در حیات است ۱۳
طبقه‌بندی گوناگونی حیات ۱۴
سه قلمرو اصلی حیات ۱۴
وحدت در گوناگونی حیات ۱۴
چالز داروین و نظریه انتخاب طبیعی ۱۶
درخت حیات ۱۷
۱-۳ در مطالعهٔ طبیعت، دانشمندان ابتدا مشاهده می‌کنند، سپس فرضیه‌هایی را ارائه کرده و آزمایش می‌کنند ۱۹
کاوش و مشاهده ۱۹
شکل‌گیری و آزمایش فرضیه‌ها ۲۰
استدلال قیاسی و آزمایش فرضیه ۲۱
سوالاتی که می‌توان از طریق علم به آنها پاسخ داد و سوالاتی که نمی‌توان به روش علمی پاسخ داد ۲۱
انعطاف‌پذیری روش علمی ۲۲
مثالی از پرسش‌گری علمی: بررسی رنگ‌بندی پوشش در جمعیت موش‌ها ۲۳
متغیرها و کنترل‌های آزمایشگاهی ۲۴
نظریه‌ها در علم ۲۵
۱-۴ علم از رویکردی تعاونی و نقطه‌نظراتی گوناگون بهره می‌برد ۲۵
بنا کردن برروی تحقیق دیگران ۲۶

شیمی حیات ۲۷

فصل ۲ اساس شیمیایی حیات

۲-۱ ماده در حالت خالص از عنصر شیمیایی تشکیل شده است و در حالت ترکیب، مادهٔ مرکب نامیده می‌شود ۳۴
عناصر و ترکیب ۳۴

عناصر حیات ۳۴
مطالعهٔ موردی: تکامل تحمل به عناصر سمّی ۳۵
۲-۲ ویژگی‌های یک عنصر به ساختار اتم‌های آن بستگی دارد ۳۶
ذرات سازنده اتم‌ها ۳۶
عدد اتمی و جرم اتمی ۳۶
ایزوتوپ ۳۷
ردیاب‌های رادیواکتیو ۳۷
زمان‌سنجی رادیومتری ۳۷
سطوح انرژی الکترون‌ها ۳۸
توزیع الکترون‌ها و ویژگی‌های شیمیایی ۴۰
اُربیتال‌های الکترونی ۴۲
۲-۳ شکل و عملکرد مولکول‌ها به پیوندهای شیمیایی بین اتم‌های آن بستگی دارد ۴۳
پیوندهای کووالانسی ۴۳
پیوندهای یونی ۴۵
پیوندهای شیمیایی ضعیف ۴۷
پیوندهای هیدروژنی ۴۷
میانکنش‌های واندروالسی ۴۷
شکل و عملکرد مولکولی ۴۸
۲-۴ واکنش‌های شیمیایی، مسئول تشکیل یا شکستن پیوندهای شیمیایی هستند ۴۹

فصل ۳ آب و زندگی

۳-۱ پیوندهای کووالان قطبی در مولکول‌های آب موجب تشکیل پیوندهای هیدروژنی می‌شوند ۵۶
۳-۲ چهار ویژگی بارز آب، زمین را برای استقرار حیات مناسب ساخته است ۵۷
چسبندگی مولکول‌های آب ۵۷
تعدیل درجهٔ حرارت توسط آب ۵۷
گرما و دما ؟؟؟

فهرست مطالب

گرمای ویژهٔ بالای آب ۵۸
خنک شدن به کمک تبخیر ۵۹
شناور شدن یخ برروی آب مایع ۶۰
آب: حلال حیات ۶۱
مولکول‌های آب‌گریز و آب‌دوست ۶۲
غلظت مادهٔ حل‌شدنی در محلول‌های آبی ۶۳
تکامل احتمالی حیات برروی سایر سیارات با کمک آب ۶۳
۳-۳ شرایط اسیدی و بازی، جانداران را تحت تأثیر قرار می‌دهد ۶۴
اسیدها و قلیاها (بازها) ۶۵
مقیاس pH ۶۵
بافرها ۶۷
اسیدی شدن: تهدیدی برای اقیانوس‌های ما ۶۷

فصل ۴ کربن و گوناگونی مولکولی در حیات

۴-۱ شیمی آلی در اصل مطالعهٔ ترکیبات کربن‌دار است ۷۱
مولکول‌های آلی و منشأ حیات برروی کرهٔ زمین ۷۲
۴-۲ اتم‌های کربن می‌توانند از طریق پیوند با چهار اتم دیگر، مولکول‌های گوناگونی را بسازند ۷۳
تشکیل پیوند با کربن ۷۴
گوناگونی مولکولی ناشی از اسکلت‌های کربنی مختلف است ۷۵
هیدروکربن‌ها ۷۵
ایزومرها ۷۶
۴-۳ گروه‌های شیمیایی معدودی در عملکرد مولکول‌های زیستی نقش کلیدی دارند ۷۸
گروه‌های شیمیایی که مهم‌ترین نقش را در فرایندهای حیات دارند ۷۸
ATP: منبع مهم انرژی برای فرایندهای سلولی ۸۰
عناصر شیمیایی حیات: مرور ۸۰

فصل ۵ ساختار و عملکرد درشت مولکول‌های زیستی

۵-۱ درشت‌مولکول‌ها پلیمرهایی هستند که از واحدهای مونومری ساخته شده‌اند ۸۴
ساختن و شکستن پلیمرها ۸۴
گوناگونی پلیمرها ۸۴
۵-۲ کربوهیدرات‌ها به‌عنوان مواد ساختمانی و سوختی به‌کار می‌روند ۸۵
قندها ۸۵
پلی‌ساکاریدها ۸۸
پلی‌ساکاریدهای ذخیره‌ای ۸۸
پلی‌ساکاریدهای ساختمانی ۸۹
۵-۳ لیپیدها، گروه گوناگونی از مولکول‌های آب‌گریز هستند ۹۱
چربی‌ها ۹۱
فسفولیپیدها ۹۴
استروئیدها ۹۴
۵-۴ پروتئین‌ها دارای ساختارهای متعددی هستند که منجر به عملکردهای متنوع آنها می‌شود ۹۵
مونومرهای آمینواسیدی ۹۵
پلی‌پپتیدها (پلیمرهای آمینواسیدی) ۹۸
ساختار و عملکرد پروتئین‌ها ۹۸
چهار سطح ساختار پروتئین ۱۰۲
تا خوردن پروتئینی در سلول ۱۰۳
۵-۵ اسیدهای نوکلئیک اطلاعات وراثتی را ذخیره کرده و انتقال می‌دهند ۱۰۴
نقش اسیدهای نوکلئیک ۱۰۴
اجزای اسیدهای نوکلئیک ۱۰۵
پلیمرهای نوکلئوتیدی ۱۰۶
ساختار مولکول‌های DNA و RNA ۱۰۷
۵-۶ ژنومیکس و پروتئومیکس، تحقیقات و کاربردهای زیست‌شناسی را دگرگون کرده‌اند ۱۰۸
DNA و پروتئین‌ها به‌عنوان معیارهای تکامل ۱۰۹

1 Evolution, the Themes of Biology, and Scientific Inquiry

تکامل، موضوعات علم زیست‌شناسی و پژوهش علمی

▲ شکل ۱-۱ موش ساحلی (*Peromyscus polionotus*) چه موضوعی را دربارهٔ زیست‌شناسی به ما می‌آموزد؟

مفاهیم کلیدی

۱-۱. مطالعهٔ حیات، ریشه‌های یکسانِ شکل‌گیری آن را آشکار می‌کند

۱-۲. مطلب اساسی: تکامل، علت وجود وحدت و تنوع در حیات است

۱-۳. در مطالعهٔ طبیعت، دانشمندان ابتدا مشاهده می‌کنند، سپس فرضیه‌هایی را ارائه کرده و آزمایش می‌کنند

۱-۴. علم از رویکردی تعاونی و نقطه نظراتی گوناگون بهره می‌برد

نگاه کلی

پژوهش دربارهٔ حیات

در تپه‌های شنی سفیدِ درخشانِ ساحلِ دریای فلوریدا، در میان بوته‌های پراکندهٔ علف‌های ساحلی که مانند نقاطی به‌نظر می‌رسند، مکان‌های اندکی برای پنهان شدن یک موش وجود دارد. با این‌حال، موش ساحلی دارای خز روشن و خال‌خالی است که به آن امکان محو شدن در محیط پیرامونش را می‌دهد (شکل ۱-۱). موش دیگری از همین‌گونه (*Peromyscus polionotus*) نیز اندکی دورتر از ساحل زندگی می‌کند. این موش‌ها رنگ بسیار تیره‌تری دارند که مانند خاک و پوشش گیاهی‌ای است که روی آن زندگی می‌کنند (تصویر کوچک‌تر را ببینید). برای هر دوی این موش‌های ساحلی و غیرساحلی، جور بودن رنگ پوشش (خز) و محیط زندگی برای بقا حیاتی است زیرا شاهین‌ها، حواصیل‌ها و دیگر شکارچیان تیزبین، در فواصل زمانی معین چشم‌اندازشان را برای یافتن شکار بررسی می‌کنند. رنگ این دو گروه از موش‌ها، چگونه به‌خوبی با محیط اطرافشان جور یا سازگار شده است؟

سازگاری یک موجود زنده با محیط پیرامونش، مانند استتار محافظتی موش، حاصل تکامل است، فرایندی که طی آن حیات بر روی زمین از حالت اولیهٔ خود به شکل جانداران گوناگونی که امروزه زندگی می‌کنند تغییر کرده است. در قسمت‌های بعدی این فصل خواهید آموخت که تکامل، اصل اساسی زیست‌شناسی و محور اصلی این کتاب است.

با اینکه زیست‌شناسان مطالب زیادی در مورد حیات بر روی زمین می‌دانند اما هنوز اسرار زیادی باقی مانده است. برای مثال، منشأ گیاهان گل‌دار دقیقاً چیست؟ طراحی سؤال در مورد مسائل حیات و جستجوی پاسخ‌هایی علمی برای آنها - تحقیق علمی - جزو فعالیت‌های اصلی **زیست‌شناسی** (مطالعهٔ علمی حیات) هستند. ممکن است سؤالات زیست‌شناسان بلندپروازانه به‌نظر برسد؛ مثلاً بپرسند که چگونه یک سلول کوچک تبدیل به یک درخت یا سگ می‌شود؟ ذهن انسان چگونه عمل می‌کند؟ یا ارتباط موجودات زندهٔ مختلف در جنگل با هم چگونه است؟

یک موش غیرساحلی از گونهٔ *Peromyscus polionotus*، پشت، کناره‌ها و صورت این موش نسبت به موش دیگرمتعلق به‌همین‌گونه که در تپه‌های شنی زندگی می‌کند، بسیار تیره‌تر است.

▲ **تنظیم**. تنظیم جریان خون از رگ‌های خونی گوش‌های این خرگوش به حفظ دمای ثابت بدن ازطریق تنظیم مبادلهٔ گرما با هوای محیط کمک می‌کند.

▲ **سازگاری تکاملی**. این اسب دریایی کوچک در محیطش استتار می‌کند. چنین سازگاری‌هایی طی نسل‌های بسیاری ازطریق موفقیت تولید مثلی افرادی که دارای صفاتی وراثتی هستند تکامل می‌یابند و آنها را نسبت به محیط‌شان سازگار می‌کند.

▼ **نظم**. این نمای نزدیک از گل آفتابگردان ساختار بسیار منظمی را نشان می‌دهد که مشخصهٔ حیات است.

▲ **پردازش انرژی**. این پروانه سوخت مورد نیاز خود را به شکل شهد از گل‌ها به دست می‌آورد. پروانه از انرژی ذخیره شده در غذایش استفاده می‌کند تا پرواز کرده و کارهای دیگرش را انجام دهد.

▲ **رشد و نمو**. اطلاعات وراثتی حمل‌شده توسط ژن‌ها، الگوی رشد و نمو جانداران را کنترل می‌کنند، شبیه این نهال بلوط.

▲ **پاسخ به محیط** گیاه دیونه قسمت چپی برگ‌های خود را در پاسخ به تحریک محیطی یک ملخ می‌بندد.

▼ **تولیدمثل**. موجودات زنده افرادی شبیه به خود تولید می‌کنند.

▲ **شکل ۲-۱ برخی ویژگی‌های حیات.**

آیا شما می‌توانید سؤالاتی در مورد جانداران زنده مطرح کنید؟ اگر این کار را انجام دهید، درحقیقت شروع به فکر کردن مانند یک زیست‌شناس کرده‌اید. زیست‌شناسی بیش از هر چیز دیگری،نوعی جستجو است؛ پژوهشی پایان نیافتنی در مورد طبیعت حیات.

اما حیات چیست؟ حتی کودکی خردسال نیز می‌تواند تشخیص دهد که یک سگ یا گیاه زنده است درحالی‌که سنگ و چوب خشک، بی‌جان هستند. اما پدیده‌ای که ما آن را حیات می‌نامیم، یک تعریف ساده و یک جمله‌ای را نمی‌پذیرد. ما حیات را توسط آنچه که جانداران زنده انجام می‌دهند، می‌شناسیم. شکل ۲-۱ برخی از ویژگی‌های حیات را نشان می‌دهد.

با وجود تعداد اندک عکس‌های شکل ۲-۱، این مسئله به ذهن خطور می‌کند که زندگی چقدر متنوع است؟ زیست‌شناسان چگونه از این همه گوناگونی و پیچیدگی سر درمی‌آورند؟ این فصل ساختاری را برای پاسخ دادن به این سؤال دانشمندان مهیا می‌سازد. در ابتدای فصل نگرشی وسیع نسبت به زیست‌شناسی خواهیم داشت که الگوهای واحدی را برای ما ایجاد می‌کند. سپس نگاهی از بالا به این الگوهای زیستی خواهیم انداخت؛ پس از آن نگاهی کوتاه به تکامل خواهیم داشت و دلایلی را بررسی می‌کنیم که موجب شد تا چارلز داروین به نظریهٔ تکامل خود برسد. سپس نگاهی بر تحقیقات زیست‌شناسان می‌اندازیم که ببینیم چگونه سؤالی را طرح می‌کنند و به‌دنبال پاسخ برای آن می‌گردند. در نهایت به فرهنگ علم و اثرات آن روی جامعه می‌پردازیم.

۱-۱ مطالعهٔ حیات ریشه‌های یکسان شکل‌گیری آن را آشکار می‌کند

زیست‌شناسی یک مبحث گسترده است و هرکسی که اخبار را دنبال کند متوجه می‌شود که این علم به‌سرعت درحال گسترش است. صرفاً حفظ کردن جزئیات بسیار زیاد این علم، کار معقولی نیست. پس چگونه شما به‌عنوان یک دانش‌پژوه می‌توانید دیدگاه منسجمی از حیات داشته باشید؟ یک رویکرد بهتر این است که مطالب گسترده‌ای را که مطالعه می‌کنید به موضوعات کلی‌تر تقسیم کنید که مشتمل بر کلیات زیست‌شناسی باشد - راه‌های فکر کردن در رابطه با حیات که تا دهه‌های آتی به‌کار می‌روند. تمرکز بر روی چند مسئلهٔ بزرگ به شما کمک می‌کند تا بتوانید مطالبی را که در حین آموختن زیست‌شناسی کسب می‌کنید مرتب کرده و آنها را بهتر بفهمید. برای کمک به شما، پنج موضوع مختلف را انتخاب کرده‌ایم؛ موضوعاتی که ضمن مطالعهٔ قدم‌به‌قدم این کتاب، با آنها مواجه خواهید شد:

- **نظم**
- **اطلاعات**
- **ماده و انرژی**
- **میانکنش‌ها**
- **تکامل**

موضوع ۱: ویژگی‌های جدید در هر سطحی از سلسله‌مراتب زیستی، پدیدار می‌شوند

نظم بررسی حیات طیف وسیعی دارد؛ از یک مقیاس میکروسکوپی مولکول‌ها و سلول‌هایی که جانداران را ساخته‌اند تا یک مقیاس کلی که همهٔ جانداران کرهٔ زمین را شامل می‌شود. به‌عنوان یک زیست‌شناس، ما می‌توانیم این طیف وسیع را به سطوح گوناگونی در سازمان‌دهی زیستی تقسیم کنیم. در شکل ۳-۱ از فضا به حیات در کوهستان میدو نگاه کرده و در هر مرحله نگاه خود را نزدیک‌تر می‌کنیم. اعدادی که کنار شکل‌ها نوشته شده‌اند شما را به‌سطوح مختلف راهنمایی می‌کنند. جانداران توسط عکس نشان داده شده‌اند. بزرگ‌نمایی کردن سطوح مختلف سلسله‌های زیست‌شناختی با بیشترین حد وضوح، روشی است که کاهش‌گرایی (reductionism) نامیده می‌شود. نام‌گذاری این روش به این علت است که در آن سیستم‌های پیچیده به اجزای ساده‌تر تبدیل می‌شوند تا مطالعهٔ آنها آسان‌تر شود. کاهش‌گرایی، یک استراتژی قوی در زیست‌شناسی است. به‌طور مثال، جیمز واتسون و فرانسیس کریک با بررسی ساختار مولکولی DNA که از سلول‌ها استخراج شده بود، توانستند به این نتیجه برسند که اساس شیمیایی وراثت زیستی، همین مولکول DNA است. کاهش‌گرایی موجب اکتشافات مهم بسیاری شده است اما دیدگاه آن به حیات روی زمین هنوز کامل نیست. در این مورد در بخش بعدی بحث می‌کنیم.

ویژگی‌های نوپدید

اگر از سطح مولکولی شکل ۳-۱ به بالا برگردیم می‌توانیم ویژگی‌های نوپدیدی را در هر سطح مشاهده کنیم که در سطح دیگر وجود ندارد. این **ویژگی‌های نوپدید**، مربوط به آرایش و میانکنش‌های بین قسمت‌های مختلف است. برای مثال، اگر در یک لولهٔ آزمایش کلروفیل و سایر مولکول‌های موجود در کلروپلاست را بریزید، فتوسنتز اتفاق نمی‌افتد. فتوسنتز، تنها زمانی اتفاق می‌افتد که این مولکول‌ها به شکل خاصی در کلروپلاست آرایش یابند.

اجزای جدا شدهٔ سیستم‌های زنده (که اشیاء تحت مطالعه در روش کاهش‌گرایی هستند) فاقد ویژگی‌هایی هستند که در سطوح بالاتر سازماندهی سیستم‌ها نمایان می‌شود.

ویژگی‌های نوپدید صرفاً مربوط به حیات نیست. ما می‌توانیم اهمیت قرارگیری اجزا در کنار یکدیگر را در تفاوت بین یک جعبهٔ حاوی قطعات دوچرخه و یک دوچرخهٔ کامل ببینیم. در مقایسه با این مثال‌های غیرزنده، پیچیدگی بی‌نظیر سیستم‌های زیستی باعث می‌شوند تا ویژگی‌های آنها مطلب بحث‌انگیزی برای مطالعه باشد.

برای بررسی کامل ویژگی‌های نوپدید، زیست‌شناسان نواقص کاهش‌گرایی را توسط زیست‌شناسی سیستم‌ها که بررسی یک سیستم زیست‌شناختی با آنالیز میانکنش‌های میان اجزای آن است، کامل می‌کنند. در این روش، یک سلول برگ، یک قورباغه، یک کلونی مورچه یا اکوسیستم کویر را می‌توان به‌عنوان یک سیستم درنظر گرفت. زیست‌شناسی سیستم‌ها، با آزمایش و مدل‌سازی رفتار پویای یک شبکه از اجزا، به ما امکان مطرح کردن انواع جدیدی از پرسش‌ها را می‌دهد. مثلاً: چگونه شبکه‌های میانکنش‌های مولکولی در بدن ما چرخهٔ ۲۴ ساعتهٔ خواب و بیداری را ایجاد می‌کنند؟ در یک مقیاس بزرگ‌تر، افزایش تدریجی دی‌اکسیدکربن اتمسفر چگونه اکوسیستم و کل بیوسفر را تغییر می‌دهد؟ از زیست‌شناسی سیستم‌ها، برای مطالعهٔ همهٔ سطوح حیات می‌توان استفاده کرد.

▼ **۱) بیوسفر** به‌محض اینکه به قدر کافی به زمین نزدیک شویم تا بتوانیم اقیانوس‌ها و قاره‌های موجود بر روی آن را ببینیم، نشانه‌های حیات نیز به‌صورت موزاییک سبزی از جنگل‌های گیاهی ظاهر می‌شوند. این اولین تصویر از بیوسفر (زیست‌کره) است که شامل تمامی محیط‌های روی زمین است که حیات در آنها جاری است. بیوسفر شامل بیشتر خشکی‌ها، بیشتر آب‌ها، اتمسفری به عرض چند کیلومتر و حتی رسوباتی در کف اقیانوس و صخره‌هایی چندین کیلومتر زیر سطح زمین است.

◀ **۲) اکوسیستم‌ها** با اولین تغییر مقیاس، به کوهستان میدو در آمریکای شمالی می‌رسیم که مانند جنگل‌های گرمسیری، علفزارها، کویرها و صخره‌های مرجانی، مثالی از یک اکوسیستم است. اکوسیستم شامل همهٔ انواع جانداران در یک منطقهٔ ویژه، همراه با همهٔ اجزای بی‌جان محیط است که در آن جانداران با اجزای غیرزنده، مثل خاک، آب، گازهای اتمسفر و نور میانکنش می‌دهند.

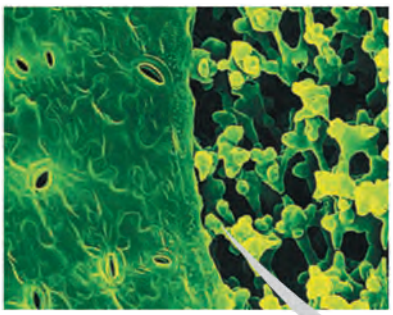
◀ **۳) جوامع** به مجموعهٔ همهٔ جاندارانی که در یک اکوسیستم زندگی می‌کنند جامعهٔ زیستی می‌گویند. جامعهٔ ما در کوهستان میدو شامل انواع مختلفی از درختان و سایر گیاهان، گستره‌ای از جانوران، انواع مختلفی از قارچ‌ها و تعداد بسیار زیادی از میکروارگانیسم‌های گوناگون مثل باکتری‌ها است که بسیار کوچک‌اند و بدون میکروسکوپ قادر به دیدن آنها نیستیم. هریک از این اشکال زیستی، گونه نام دارد.

◀ **۴) جمعیت‌ها** جمعیت شامل افراد مختلف یک گونه است که در یک مکان خاص زندگی می‌کنند برای مثال، میدو شامل جمعیت لوپین‌ها (نوعی گیاه که برخی از آنها در تصاویر نشان داده شده‌اند) و جمعیتی از گوزن‌ها (گوزن قاهرا) است. اکنون می‌توانیم جامعه را این‌گونه تعریف کنیم: مجموعه‌ای از جمعیت‌ها که در یک مکان خاص زندگی می‌کنند.

▲ **۵) جانداران** افراد زنده را جاندار گویند. هریک از گیاهان، جانوران، قارچ‌ها و باکتری‌های موجود در میدو یک موجود زنده محسوب می‌شود.

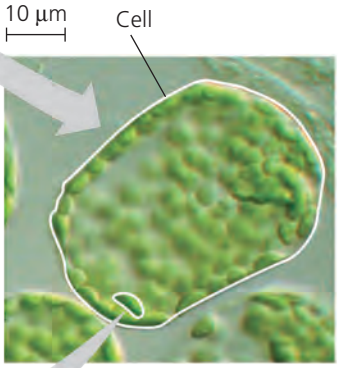
۶) اندام‌ها و دستگاه‌ها هرچه ما معماری جانداران پیچیده‌تری را بررسی می‌کنیم، ساختار سلسله مراتبی حیات بیشتر آشکار می‌گردد. برگ، مثالی از یک اندام است. اندام، یک کار خاص را در بدن انجام می‌دهد. ساقه و ریشه از دیگر اندام‌های اصلی درخت هستند. دستگاه شامل دسته‌ای از اندام‌ها است که با هم در انجام عملی خاص همکاری می‌کنند.

۷) بافت‌ها در این مرحله برای دیدن بافت‌های برگ باید از میکروسکوپ استفاده کنیم. هر بافت شامل گروهی از سلول‌ها است که با هم کار کرده و عملکرد خاصی را انجام می‌دهند. برگی که در این شکل مشاهده می‌کنید در یک زاویهٔ خاص برش خورده است. بافت کندومانندی که در داخل برگ مشاهده می‌کنید (سمت چپ تصویر) محل اصلی فرایند فتوسنتز است، فرایندی که طی آن انرژی نور به انرژی شیمیایی موجود در قند تبدیل می‌شود.



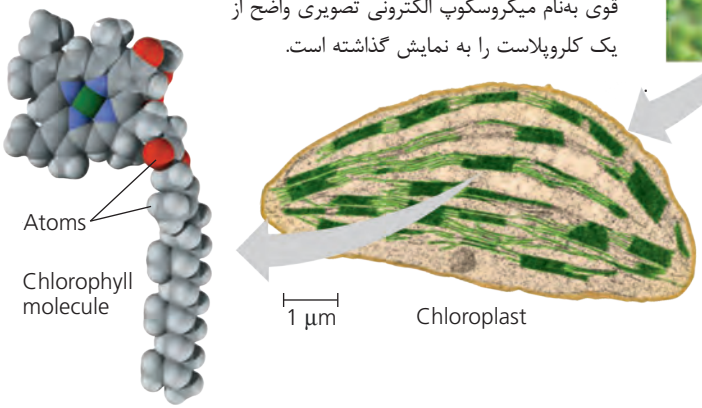
از زاویه‌ای که ما به این برگ نگاه می‌کنیم. بافت دیگری که همانند پازل Jigsaw (نوعی پازل دشوار) است را نیز مشاهده می‌کنیم. این بافت اپیدرم است که سطح برگ را می‌پوشاند (سمت راست تصویر). سوراخ‌های موجود در اپیدرم به گاز دی‌اکسیدکربن، مادهٔ خامی که برای ساخت قند لازم است، اجازه می‌دهند که به بافت‌های فتوسنتزکنندهٔ داخل برگ راه یابد.

۸) سلول‌ها سلول واحد پایه‌ای ساختار و عملکرد حیات است. برخی از جانداران، مثل آمیب‌ها و بیشتر باکتری‌ها، تک‌سلولی‌اند. سایر جانداران، مثل جانوران و گیاهان، پرسلولی‌اند. برخلاف موجودات تک‌سلولی که یک سلول، مسئول انجام تمامی اعمال حیاتی است، در جانداران پرسلولی کار بین سلول‌های تخصص‌یافته تقسیم شده است.



بدن انسان از تریلیون‌ها سلول میکروسکوپی از انواع بسیار مختلف، مثل سلول‌های ماهیچه‌ای و عصبی،تشکیل شده است که به‌صورت بافت‌های تخصص‌یافتهٔ متفاوتی سازمان‌دهی شده‌اند. برای مثال، بافت ماهیچه‌ای از دسته‌ای از سلول‌های ماهیچه‌ای تشکیل شده است. در عکس زیر، تصویری بسیار بزرگ‌تر، از سلول‌های موجود در برگ را مشاهده می‌کنید. عرض هریک از این سلول‌ها تنها ۴۰µm (میکرومتر) است. عرض حدود ۵۰۰ عدد از این سلول‌ها برابر عرض یک سکهٔ کوچک است. با آنکه این سلول‌ها بسیار کوچک‌اند، اما هرکدام دارای چندین ساختار سبزرنگ به‌نام کلروپلاست هستند که مسئول فتوسنتز هستند.

۹) اندامک‌ها اندامک‌ها ساختارهای عملکردی متفاوتی هستند که سلول را می‌سازند. کلروپلاست نمونه‌ای از آنهاست. در این تصویر، یک وسیلهٔ بسیار قوی به‌نام میکروسکوپ الکترونی تصویری واضح از یک کلروپلاست را به نمایش گذاشته است.



۱۰) مولکول‌ها مقیاس نهایی ما را به نمایی از حیات در کلروپلاست، در سطح مولکولی می‌برد. مولکول ساختار شیمیایی است که از واحدهای شیمیایی کوچک‌تری به نام اتم ساخته شده است. در این تصویر کامپیوتری برای نشان دادن اتم‌های کلروفیل از گوی‌ها استفاده شده است. کلروفیل رنگیزه‌ای است که موجب سبزی برگ می‌شود. کلروفیل که یکی از مهم‌ترین مولکول‌های موجود بر روی زمین است، در مرحلهٔ اول فتوسنتز، انرژی نورانی را از خورشید جذب می‌کند. در هر کلروپلاست، میلیون‌ها کلروفیل وجود دارد که قرارگیری‌شان در کنار هم، آنها را به‌وسیله‌ای تبدیل کرده است تا انرژی نور را به انرژی شیمیایی ذخیره‌شده در مولکول‌های غذا تبدیل کند.

ساختار و عملکرد

در همهٔ سطوح سلسله‌مراتب زیستی، میان ساختار و عملکرد تناسب وجود دارد. مثالی از شکل ۳-۱ در برگ دیده می‌شود؛ شکل پهن و تخت آن باعث می‌شود تا حداکثر نور خورشید توسط کلروفیل‌های آن دریافت شود. تجزیه و تحلیل یک ساختار زیستی به ما سرنخ‌هایی در مورد چگونگی عملکرد آن می‌دهد. برعکس، دانستن چگونگی عملکرد می‌تواند اطلاعاتی در مورد ساختار به ما بدهد. مثال‌های بسیاری در قلمرو حیوانات وجود دارند که ارتباط میان ساختار و عملکرد را نشان می‌دهند. به‌طور مثال، آناتومی مرغ مگس‌خوار به گونه‌ای است که امکان چرخش بال‌ها از شانه را فراهم می‌کند، بنابراین مرغ مگس‌خوار دارای توانایی پرواز به سمت عقب یا معلق ماندن در یک مکان است که در میان پرندگان منحصربه‌فرد است. این پرندگان، درحالی‌که در هوا معلق هستند، می‌توانند نوک بلند و باریک خود را به درون گل‌ها فرو برده و از شهد آنها تغذیه کنند. تطابق شکل و عملکرد در میان ساختارهای حیات توسط انتخاب طبیعی شرح داده شده است که به زودی به آن می‌پردازیم.

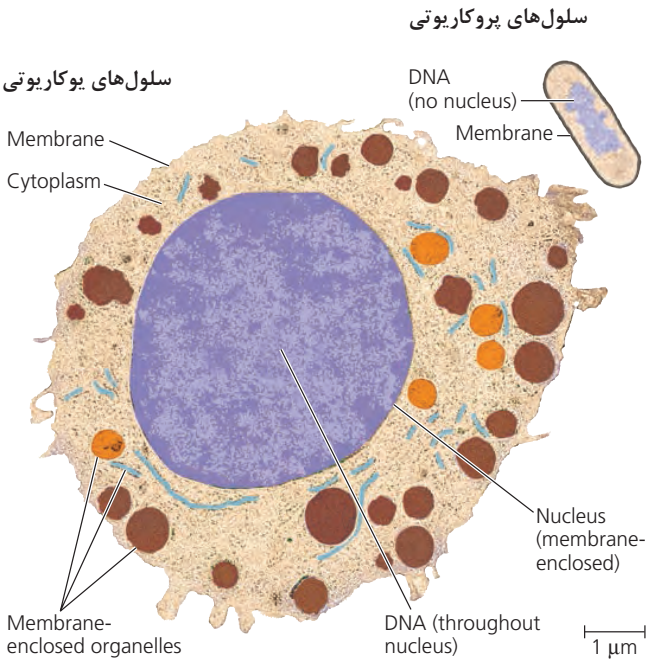
سلول‌ها واحدهای اصلی ساختار و عملکرد در جانداران هستند

در طبقه‌بندی حیات، سلول جایگاه خاصی را به‌عنوان پایه‌ای‌ترین سطح در این طبقه‌بندی دارد که توانایی انجام تمامی فعالیت‌های زیستی را داراست. تئوریِ سلول، اولین‌بار در قرن نوزدهم و براساس مشاهدات بسیاری از دانشمندان پدید آمد. این تئوری بیان می‌کند که همهٔ موجودات زنده از سلول‌ها که واحدهای اصلی حیات هستند تشکیل شده‌اند. درواقع، فعالیت جانداران بر پایهٔ فعالیت سلول‌های آنهاست. برای مثال، فرایند تقسیم سلولی برای تولید سلول‌های جدید، پایه‌ای برای تولیدمثل، رشد وترمیم جانداران پرسلولی به‌شمار می‌رود. مثالی دیگر در این زمینه، حرکت چشمان شما در حین مطالعهٔ سطرهای این صفحه، نتیجهٔ همکاری بین عضلات و اعصاب است. حتی فرایندی مثل چرخهٔ کربن نیز جزو فعالیت‌های سلولی، از جمله فتوسنتز است که در کلروپلاست‌های سلول‌های برگ انجام می‌شود.

تمامی سلول‌ها دارای خصوصیاتی مشترک هستند. برای مثال، تمامی سلول‌ها با غشایی احاطه می‌شوند که عبور و مرور مواد را بین سلول و محیط خارج کنترل می‌کند، اما می‌توان سلول‌ها را به دو گروه عمده تقسیم کرد: سلول‌های پروکاریوت و سلول‌های یوکاریوت. سلول‌های میکروارگانیسم‌هایی که در دو گروه باکتری‌ها و آرکی‌باکترها قرار دارند، پروکاریوت هستند و تمامی انواع سلول‌های دیگر، از جمله جانوران و گیاهان، یوکاریوت محسوب می‌شوند.

یک **سلول یوکاریوت** توسط غشاهای درونی به اندامک‌های مختلفی که توسط غشا احاطه شده‌اند، بخش‌بندی می‌شود؛ همانند آنچه در شکل ۴-۱ می‌بینید. برخی اندامک‌ها، همانند هستهٔ حاوی DNA در همهٔ سلول‌های یوکاریوتی یافت می‌شوند، دیگر اندامک‌ها مختص انواع ویژه‌ای از سلول‌ها هستند. برای مثال، کلروپلاست شکل ۳-۱ تنها در سلول‌های یوکاریوتی فتوسنتزکننده یافت می‌شود. برخلاف سلول‌های یوکاریوتی، یک سلول پروکاریوتی فاقد هسته و دیگر اندامک‌های دارای غشا است. به‌علاوه، سلول‌های پروکاریوتی معمولاً از سلول‌های یوکاریوتی کوچک‌تر هستند (شکل ۴-۱).

شکل ۴-۱ مقایسهٔ سلول‌های یوکاریوتی و پروکاریوتی ازنظر اندازه و پیچیدگی. این سلول‌ها برای مقایسهٔ اندازه‌شان در این‌جا نمایش داده شده‌اند. برای دیدن بزرگنمایی واضح‌تر از یک سلول پروکاریوتی، شکل ۵-۶ را ببینید.

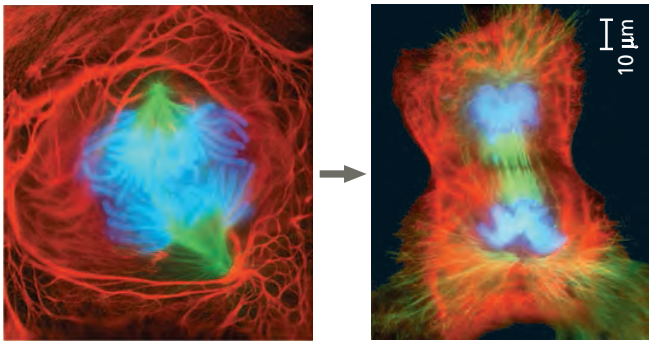


مهارت‌های بصری ◄ خط مقیاس را اندازه‌گیری کنید و با استفاده از آن طول سلول پروکاریوتی و بزرگ‌ترین بُعد سلول یوکاریوتی را تخمین بزنید.

موضوع ۲: فرایندهای مربوط به حیات، بیان و انتقال اطلاعات ژنتیک را دربرمی‌گیرد

اطلاعات درون سلول‌ها، ساختارهایی وجود دارند که حاوی مادهٔ ژنتیکی از جنس DNA (دئوکسی ریبونوکلئیک‌اسید) است و کروموزوم نام دارند. در سلول‌های درحال تقسیم می‌توان کروموزوم‌ها را با استفاده از یک رنگ که در صورت اتصال به DNA آبی می‌شود، قابل رؤیت کرد (شکل ۵-۱).

شکل ۵-۱ یک سلول شُش مربوط به سمندر آبی به دو سلول کوچک‌تر تقسیم می‌شود که آنها خود رشد کرده و مجدداً تقسیم می‌شوند.

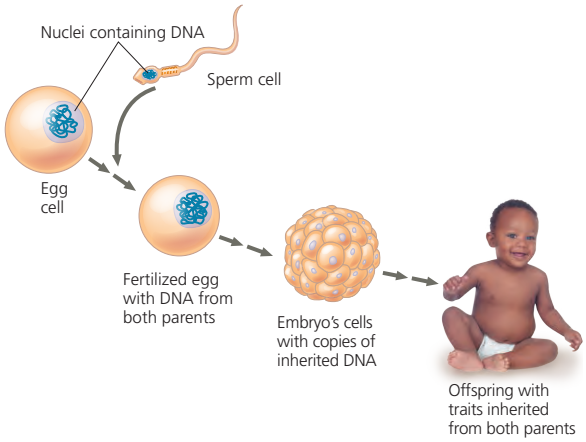


DNA، مادهٔ ژنتیکی

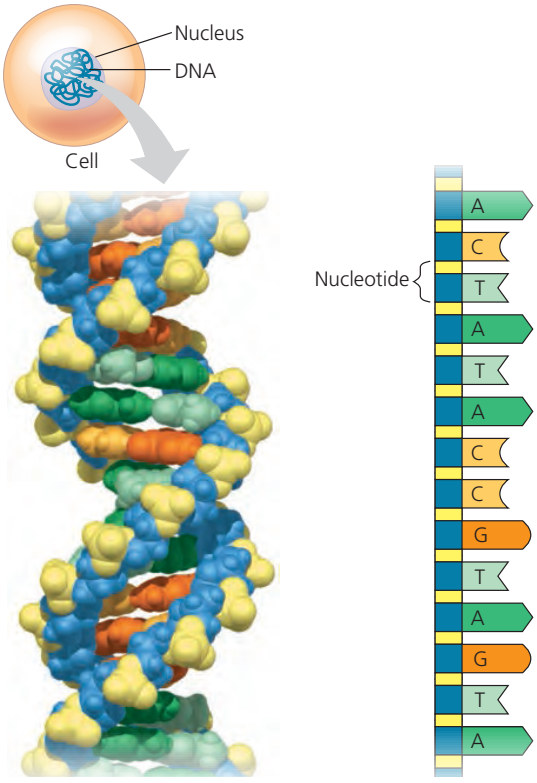
هر کروموزوم، یک مولکول DNAی طویل دارد که صدها یا هزاران ژن در طول آن قرار گرفته است. DNAی کروموزوم قبل از تقسیم سلول مضاعف می‌شود و به هریک از سلول‌های حاصل یک سری کامل از ژن‌ها، به ارث می‌رسد. هریک از ما حیات را از یک سلول منفرد که DNAی آن را از والدین‌مان به ارث بردیم، شروع کرده‌ایم. همانندسازی همان مولکول DNA با هربار تقسیم سلولی موجب شد تا همهٔ سلول‌های ما یک سری کامل DNA داشته باشند. درهر سلول، ژن‌ها که در طول مولکول DNA قرار دارند اطلاعاتی را در مورد ساخته شدن مولکول‌های دیگری در سلول رمز می‌کنند. بدین‌ترتیب، DNA رشد و بقای جاندار و به‌طور غیرمستقیم هر کاری که جاندار می‌کند را تحت کنترل دارد (شکل ۶-۱).

ساختار مولکولی DNA به آن این امکان را می‌دهد تا اطلاعات را ذخیره کند. هر مولکول DNA از دو رشتهٔ طویل که به دور هم پیچ خورده‌اند تشکیل شده است. اجزای تشکیل‌دهندهٔ هر رشته، از چهار نوع واحد ساختاری شیمیایی به‌نام نوکلئوتید تشکیل شده است. به‌اختصار A، T، C و G (شکل ۷-۱). توالی خاص این چهار نوکلئوتید اطلاعات موجود در ژن‌ها را رمز می‌کند (شکل ۷-۱). DNA همان‌گونه اطلاعات را رمز می‌کند که ما برای ساختن کلمات، حروف را کنار هم قرار می‌دهیم. برای مثال لغت rat به معنای موش است. لغات tar و art نیز از همین سه حرف تشکیل شده ولی معنای این دو کلمه بسیار متفاوت است (قیر = tar).

شکل ۶-۱ DNAی به ارث رسیده، تکوین جاندار را هدایت می‌کند.



شکل ۷-۱ DNA به‌عنوان مادهٔ ژنتیکی.



(a) مارپیچ مضاعف DNA
این طرح، اتم‌های موجود در یک قطعه از DNA را نشان می‌دهد. مولکول DNA از دو زنجیرهٔ بلند تشکیل شده است که واحدهای سازندهٔ آنها نوکلئوتیدها هستند. شکل سه‌بعدی مولکول DNA به‌صورت یک مارپیچ مضاعف است.

(b) تک رشتهٔ DNA
این اشکال هندسی و حروف، علائم ساده‌ای هستند که نوکلئوتیدهای موجود در قطعهٔ کوچکی از یک زنجیره از مولکول DNA را نشان می‌دهند. اطلاعات ژنتیکی به‌صورت توالی‌های خاصی از چهار نوع نوکلئوتید رمز می‌شوند. (نام نوکلئوتیدها به‌صورت A، T، C و G خلاصه می‌شود.)