

کتاب مرجع

پیولوژی کمپل

ویرایش دوازدهم - 2020

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

مترجمین

مصطفی پویان، شراره مستانی نژاد
مجید علی نوری، علی وفاپی
محمد امین خرقانی، علیرضا تنوری
حمیدرضا نبوی، ماهان پویان
امیر حسین شاهشوند

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 سال ۱۹۸۷، در حدود ۷۰٪ زیست‌شناسان، پزشکان، بیوتکنولوژیست‌ها و در حدود ۱۰۰٪ از کتاب‌های کمپبل، از زمان معرفی کتاب Biology در سال ۱۹۸۷، 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:

«کتاب‌های 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 هستیم، 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.

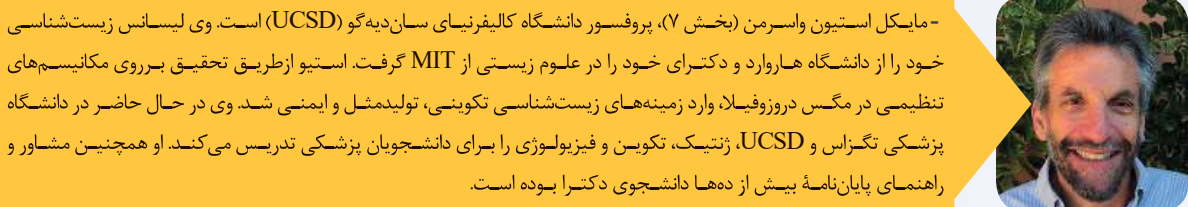


Lisa A. Urry



Michael L. Cain

- مایکل کابین (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 کابین 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.



Steven A. Wasserman

- مایکل استیون واسرمن (بخش ۷)، پروفیسور 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.



Peter V. Minorsky

- پیتر مینورسکای (بخش‌های ۶ و ۸)، پروفیسور 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 فوق دکترا 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 فکشان 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 «کتابِ سترگ» به کشور می‌گذرد. طی این مدت، بیولوژی کمپبل تبدیل به یک «فرهنگ» دوست‌داشتنی 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 به‌عنوان 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. پروفیسور 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 تأثیرگذار 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 ۱

تکامل، موضوعات علم زیست‌شناسی و پژوهش علمی



- 1-1** موضوع‌های اساسی حیات با مطالعه آن روشن می‌شود ۱۰
- ویژگی‌های نوپدید ۱۱
 - ساختار و عملکرد ۱۱
 - سلول‌ها واحدهای اصلی ساختار و عملکرد در جانداران هستند ۱۴
 - DNA، ماده ژنتیکی ۱۵
 - ژنومیکس: آنالیز توالی‌های DNA در مقیاس بزرگ ۱۷
 - مولکول‌ها: میانکنش‌های درون موجودات زنده ۱۸
 - اکوسیستم‌ها: جانداران با محیط فیزیکی و جانداران دیگر میانکنش می‌کنند ۱۹

1-2 موضوع اساسی: تکامل، علت وجود وحدت و تنوع در حیات است

- ۲۱ طبقه‌بندی گوناگونی حیات
- ۲۲ سه قلمرو اصلی حیات
- ۲۲ وحدت در گوناگونی حیات
- ۲۴ چارلز داروین و نظریه انتخاب طبیعی
- ۲۵ درخت حیات

1-3 در مطالعه طبیعت، دانشمندان فرضیه‌هایی را ارائه کرده و آزمایش می‌کنند

- ۲۷ کاوش و مشاهده ۲۷
- جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها ۲۸
- شکل‌گیری و آزمایش فرضیه‌ها ۲۸
- استدلال قیاسی و آزمایش فرضیه ۲۹
- سؤالاتی که می‌توان از طریق علم به آنها پاسخ داد و سؤالاتی که نمی‌توان به روش علمی پاسخ داد ۲۹
- انعطاف‌پذیری روش علمی ۳۰
- مثالی از پرسش‌گری علمی: بررسی رنگ‌بندی پوشش در جمعیت موش‌ها ۳۱
- متغیرها و کنترل‌های آزمایشگاهی ۳۲
- نظریه‌ها در علم ۳۳

1-4 علم از رویکردی تعاونی و نقطه‌نظراتی گوناگون بهره می‌برد

- ۳۴ بنا کردن بر روی تحقیق دیگران
- ۳۴ علم، فناوری و جامعه
- ۳۶ ارزش نقطه نظرات مختلف در علم

فصل ۲

اساس شیمیایی حیات



- 2-1** ماده در حالت خالص از عنصر شیمیایی تشکیل شده است و در حالت ترکیب، ماده مرکب نامیده می‌شود ۴۲
- عناصر و ترکیبات ۴۲
 - عناصر حیات ۴۲
 - مطالعه موردی: تکامل تحمل به عناصر سمی ۴۳
- 2-2** ویژگی‌های یک عنصر به ساختار اتم‌های آن بستگی دارد ۴۴
- ذرات سازنده اتم‌ها ۴۴
 - عدد اتمی و جرم اتمی ۴۴
 - ایزوتوپ‌ها ۴۵
 - ردیاب‌های رادیواکتیو ۴۵
 - زمان سنجی رادیومتری ۴۶
 - سطوح انرژی الکترون‌ها ۴۶
 - آرایش الکترون‌ها و ویژگی‌های شیمیایی ۴۸
 - آرینال‌های الکترونی ۵۰

2-3 شکل و عملکرد مولکول‌ها به پیوندهای شیمیایی بین اتم‌های آن بستگی دارد

- ۵۱ پیوندهای کووالانسی
- ۵۱ پیوندهای یونی
- ۵۳ پیوندهای شیمیایی ضعیف
- ۵۵ پیوندهای هیدروژنی
- ۵۵ میانکنش‌های واندروالسی
- ۵۶ شکل و عملکرد مولکولی

2-4 واکنش‌های شیمیایی، مسئول تشکیل باشکستن پیوندهای شیمیایی

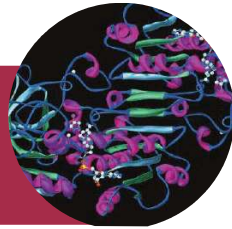
۵۷

فصل ۳

آب و زندگی



- 3-1** پیوندهای کووالان قطبی در مولکول‌های آب موجب تشکیل پیوندهای هیدروژنی می‌شوند ۶۴
- 3-2** چهار ویژگی بارز آب، زمین را برای استقرار حیات مناسب ساخته است ۶۵
- ۶۵ چسبندگی مولکول‌های آب
 - ۶۵ تعدیل درجه حرارت توسط آب



فصل ۵ ساختار و عملکرد درشت مولکول‌های زیستی

- 5-1** درشت مولکول‌ها پلیمرهایی هستند که از واحدهای مونومری ساخته شده‌اند
۹۴ تشکیل و شکستن پلیمرها
۹۴ گوناگونی پلیمرها
۹۵
- 5-2** کربوهیدرات‌ها به عنوان مواد ساختمانی و سوختی به کار می‌روند
۹۵ قندها
۹۸ پلی‌ساکاریدها
۹۸ پلی‌ساکاریدهای ذخیره‌ای
۹۸ پلی‌ساکاریدهای ساختمانی
۹۹
- 5-3** لیپیدها، گروه گوناگونی از مولکول‌های آب‌گریز هستند
۱۰۱ چربی‌ها
۱۰۱ فسفولیپیدها
۱۰۴ استروئیدها
۱۰۴
- 5-4** پروتئین‌ها دارای ساختارهای متعددی هستند که منجر به عملکردهای متنوع آنها می‌شود
۱۰۵ مونومرهای آمینواسیدی
۱۰۵ پلی‌پپتیدها (پلیمرهای آمینواسیدی)
۱۰۸ ساختار و عملکرد پروتئین‌ها
۱۰۸ چهار سطح ساختار پروتئین
۱۱۲ بیماری کم‌خونی داسی‌شکل: یک تغییر در ساختار اول
۱۱۲ چه عواملی ساختار فضایی پروتئین را تعیین می‌کنند؟
۱۱۲ تا خوردن پروتئین در سلول
- 5-5** اسیدهای نوکلئیک اطلاعات وراثتی را ذخیره کرده و انتقال می‌دهند
۱۱۴ نقش اسیدهای نوکلئیک
۱۱۴ اجزای اسیدهای نوکلئیک
۱۱۵ پلیمرهای نوکلئوتیدی
۱۱۶ ساختار مولکول‌های DNA و RNA
۱۱۷
- 5-6** ژنومیکس و پروتئومیکس، تحقیقات و کاربردهای زیست‌شناسی را دگرگون کرده‌اند
۱۱۸ DNA و پروتئین‌ها به عنوان معیارهای تکامل
۱۱۹

- ۶۶ گرما و دما
۶۶ گرمای ویژه بالای آب
۶۶ خنک‌شدن به کمک تبخیر
۶۷ شناور شدن یخ بر روی آب مایع
۶۸ آب: حلال حیات
۶۹ مولکول‌های آب‌گریز و آب‌دوست
۷۰ غلظت ماده حل‌شدنی در محلول‌های آبی
۷۱ تکامل احتمالی حیات بر روی سایر سیارات با کمک آب
۷۱
- 3-3** شرایط اسیدی و بازی، جانداران را تحت تأثیر قرار می‌دهد
۷۲ اسیدها و قلیاها (بازها)
۷۳ مقیاس pH
۷۳ بافرها
۷۵ اسیدی شدن: تهدیدی برای اقیانوس‌های ما
۷۵



فصل ۴ کربن و گوناگونی مولکولی در حیات

- 4-1** شیمی آلی دارای نقشی کلیدی در منشأ حیات در کره زمین است
۸۲
- 4-2** اتم‌های کربن می‌توانند از طریق پیوند با چهار اتم دیگر، مولکول‌های گوناگونی را بسازند
۸۳ تشکیل پیوند با کربن
۸۴ گوناگونی مولکولی، ناشی از اسکلت‌های کربنی مختلف است
۸۵ هیدروکربن‌ها
۸۵ ایزومرها
۸۶
- 4-3** پروتئین‌ها دارای ساختارهای متعددی هستند که منجر به عملکردهای متنوع آنها می‌شود
۸۸ گروه‌های شیمیایی که مهم‌ترین نقش را در فرایندهای حیات دارند
۸۸ ATP: منبع مهم انرژی برای فرایندهای سلولی
۹۰ عناصر شیمیایی حیات: مرور
۹۰



آکادمی تخصصی آموزش و مشاوره

کمپیل یولوژی

زیر نظر: خانه زیست‌شناسی

با مدیریت: مصطفی پویان

با همکاری: گروه زیستی‌ها؛ طلا کشوری‌ها و مدال جهانی‌ها



کتاب

کتاب آموزشی پیشرفته



خانواده زیست‌شناسی

دوره های منظم و
ثابت آموزشی

طول دوره: ۶ جلسه؛ هفته‌ای دو جلسه ۱/۵ ساعته
روز و ساعت برگزاری: پنجشنبه‌ها؛ ساعت ۱۵/۲۰ - ۱۷

شروع دوره بهار	←	۲۵ فروردین تا ۲۵ آبان
شروع دوره تابستان	←	۲۵ تیر تا ۲۵ بهمن
شروع دوره پاییز	←	۲۵ مهر تا ۲۵ اردیبهشت
شروع دوره زمستان	←	۲۵ دی تا ۲۵ مرداد

ویژه آزمون المپیاد هر ساله: ۲۵ مهر تا ۲۵ دی (۴۸ جلسه ۱/۵ ساعته)
ملزومات کمپیل برای کنکور: ۲۵ دی تا ۲۵ اسفند (۱۶ جلسه ۱/۵ ساعته)

دوره
فشرده

۰۹۳۵۶۹۰۵۵۵۹

۰۹۳۵۶۹۰۵۵۵۸

شماره واتساپ جهت هماهنگی برای مشاوره:
شماره واتساپ جهت هماهنگی برای ثبت نام کلاس‌ها:

سایت ثبت نام

www.hbio.ir



۰۲۱-۶۶۹۵۵۰۹۳

۰۲۱-۶۶۴۶۰۳۰۲

1

Evolution, the themes of Biology and Scientific Inquiry

تکامل، موضوعات علم زیست‌شناسی و پژوهش علمی



مفاهیم کلیدی

- ۱-۱ موضوع‌های اساسی حیات با مطالعه آن روشن می‌شود
- ۱-۲ مطلب اساسی: تکامل، علت وجود وحدت و تنوع در حیات است
- ۱-۳ در مطالعه طبیعت، دانشمندان فرضیه‌هایی را ارائه کرده و آزمایش می‌کنند
- ۱-۴ علم از رویکردی تعاونی و نقطه نظرانی گوناگون بهره می‌برد

روش مطالعه

یک جدول رسم کنید: در ردیف بالایی جدول، هر یک از پنج موضوع اساسی در زیست‌شناسی را وارد کنید. هنگام مطالعه، دست کم سه مثال برای هر یک از این موضوعات لیست شده را در سه ستون مربوطه بنویسید.

در جدول زیر برای یکی از موضوعات، نمونه‌ای یادداشت شده است. شما می‌توانید هنگام مطالعه زیست‌شناسی، با تمرکز بهتر بر روی این موارد، مثال‌های بیشتری را به هر ستون اضافه کنید.

تکامل	نظم
هم‌خوانی رنگ خز موش‌های ساحلی با زیستگاه شنی آنها	

➔ به **Mastering Biology** مراجعه کنید.

برای دانش‌آموزان: در *etext* و *study Area*

- برای فصل ۱ آماده شوید.
- تفسیر شکل ۱-۸: بیان ژن؛ سلول‌ها از اطلاعات رمزگذاری‌شده در یک ژن برای سنتز یک پروتئین عملکردی استفاده می‌کنند.
- فیلم: تنوع زیستی گالاپاگوس. تهیه شده توسط پیترو رزماری گران.

برای مدرسه‌سازان به‌عنوان تکلیف‌دانش‌آموزان: *Item Library* در

- تمرین مهارت‌های علمی: تفسیر دونمودارستونی
- مطلب آموزشی: روش علمی

▲ شکل ۱-۱ نوعی موش ساحلی با نام علمی *Peromyscus polionotus* در ساحل شنی فلوریدا زندگی می‌کند که دارای خز روشن خال‌خالی است. این ترکیب رنگ بدن به جانور اجازه می‌دهد تا در تپه‌های شنی سفید و روشن زیستگاهش، که صرفاً با بوته‌های پراکنده علف‌های ساحلی پوشیده می‌شود، پنهان شود. موش‌های دیگری نیز از همین گونه وجود دارند که اندکی دورتر از ساحل زندگی می‌کنند و دارای رنگ تیره‌تری هستند. دلیل این تیرگی پوشش بدن، خاک و نوع پوشش گیاهی است که در زیستگاه آن‌ها وجود دارد.

موضوع‌های اساسی در زیست‌شناسی، مانند تکامل، اطلاعات ژنتیکی، سازمان یافتگی، میانکنش‌ها و جریان ماده و انرژی، چگونه در موش‌های مورد مطالعه ما قابل بررسی و نشان دادن است؟

موش دور از ساحل

موش ساحلی

با کمک انتخاب طبیعی در مسیر **تکامل**، طی سالیان طولانی، رنگ خز این دو جمعیت از موش‌ها به محیط زیست‌شان شبیه شده است تا از گزند شکارچیان در امان بمانند.

رنگ خز موش توسط اطلاعات ژنتیکی رمز شده در مولکول DNA تعیین می‌شود.

ژن رنگ خز قهوه‌ای

ژن رنگ خز سفید

در بدن موش، در همه سطوح **سازمان یافتگی**، ساختارها با عملکردها تناسب دارند.

مولکول

موش از گیاهان تغذیه می‌کند و عقاب موش را شکار می‌کند؛ اینها نمونه‌هایی از **میانکنش‌ها** و تعاملات در یک سیستم هستند.

جریان انرژی از خورشید به گیاهان و سپس به بدن موش، به صورت یک‌طرفه انجام می‌شود. چرخه **ماده** نیز بین موش و محیط اطرافش اتفاق می‌افتد.

دانش پژوه گرامی؛ این قسمت از کتاب بیولوژی کمپبل، به سایت ناشر آمریکایی، یعنی انتشارات پیرسون مربوط می‌شود. در حقیقت **Mastering Biology**، بخشی ویژه در سایت پیرسون است که خدمات بیشتر و امکانات کاربردی تری را برای دبیران و دانش‌آموزان فراهم می‌کند. متأسفانه عزیزانی که از ترجمه فارسی این کتاب استفاده می‌کنند قادر نخواهند بود به این سایت دسترسی داشته باشند.

زیست‌شناسی، دانش مطالعهٔ حیات است؛ مبحثی گسترده که هر روزه با کشفیات جدید بر وسعت این علم افزوده می‌شود. طبقه‌بندی این حجم وسیع از اطلاعات که در مطالعهٔ زیست‌شناسی به دست می‌آید چگونه امکان‌پذیر خواهد بود؟ یک رویکرد مناسب می‌تواند این باشد که مطالب گسترده‌ای را که مطالعه می‌کنید به موضوعات کلی‌تری تقسیم کنید که مشتمل بر کلیات زیست‌شناسی باشد. این نوع تفکر در مورد حیات تا دهه‌های آتی نیز قابل استفاده و پرکاربرد خواهد بود. برای کمک به شما، پنج موضوع اساسی و محوری

▼ شکل ۱-۲ برخی ویژگی‌های حیات

مبحث 1-1

موضوع‌های اساسی حیات با مطالعهٔ آن روشن می‌شود

ممکن است در کاربردی‌ترین سطح، از خودمان بپرسیم «حیات چیست؟» حتی کودکی خردسال نیز می‌تواند تشخیص دهد که یک سنگ یا یک گیاه زنده است؛ در حالی که سنگ یا ماشین زنده نیستند. اما پدیده‌ای که ما آن را حیات می‌نامیم، در قالب یک تعریف ساده و یک جمله‌ای نمی‌گنجد! ما حیات را توسط آنچه که موجودات زنده انجام می‌دهند، می‌شناسیم.

شکل ۱-۲ برخی از ویژگی‌های بارز حیات را نشان می‌دهد.

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



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



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



▲ 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 دیگری را انجام دهد.



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

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



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

که این مولکول‌ها به شکل خاصی در کلروپلاست آرایش یابند. اجزای جدا شده 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 جعبه حاوی قطعات دوچرخه و یک دوچرخه 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 در نظر 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 چرخه ۲۴ ساعته 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 مطالعه همه سطوح حیات می‌توان استفاده کرد.

ساختار و عملکرد

در همه سطوح سلسله‌مراتب زیستی، میان ساختار و عملکرد تناسب وجود دارد. مثالی از شکل ۱-۳ در برگ دیده می‌شود؛ شکل پهن و تخت آن باعث می‌شود تا حداکثر نور خورشید توسط کلروفیل‌های آن دریافت شود.



را انتخاب کرده‌ایم: موضوعاتی که ضمن مطالعه گام به گام این کتاب، با آنها روبه‌رو خواهید شد:

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

در این بخش و در صفحات بعدی، هر یک از موارد ذکرشده را به طور مختصر مورد بررسی قرار خواهیم داد.

موضوع: 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 همه جانداران کره زمین را شامل می‌شود. به‌عنوان یک زیست‌شناس، ما می‌توانیم این طیف وسیع را به سطوح گوناگونی در سازمان‌دهی زیستی تقسیم کنیم. در شکل ۱-۳ 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 به سطوح 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 مطالعه 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 ۱-۳ 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 لوله آزمایش، کلروفیل و سایر مولکول‌های موجود در کلروپلاست را بریزید، فتوسنتز اتفاق نمی‌افتد. فتوسنتز، تنها زمانی اتفاق می‌افتد

۱) **بیوسفر یا زیست‌کره** به محض اینکه به قدر کافی به زمین نزدیک شویم تا بتوانیم اقیانوس‌ها و قاره‌های موجود بر روی آن را ببینیم، نشانه‌های حیات نیز به صورت 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) **اجتماع** به مجموعهٔ همهٔ جاندارانی که در یک اکوسیستم زندگی می‌کنند اجتماع 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 لوبین‌ها (نوعی گیاه که برخی از آنها در تصاویر نشان داده شده‌اند) و جمعیتی از گوزن‌ها (گوزن قاهر) است. اکنون می‌توانیم جامعه را این‌گونه تعریف کنیم: مجموعه‌ای از جمعیت‌ها که در یک مکان خاص زندگی می‌کنند.

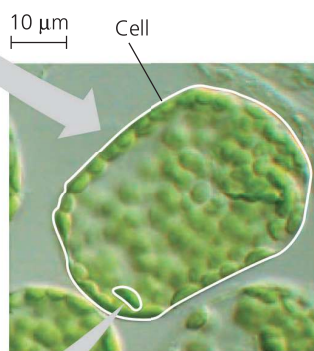
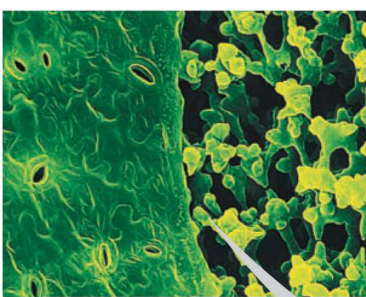
۵) **جانداران** افراد زنده را جاندار گویند. هریک از گیاهان، جانوران، قارچ‌ها و باکتری‌های موجود در میدو یک موجود زنده محسوب می‌شود.



▼ **۶ اندام‌ها** 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. در هر اندام بافت‌های مشخصی وجود دارند که در عملکردهای آن اندام نقش روشنی دارند.

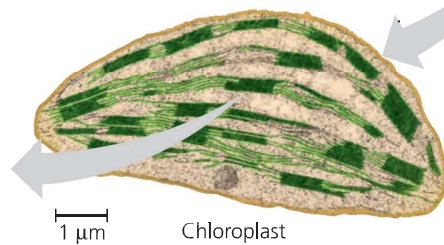
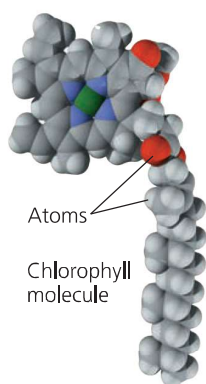
▼ **۷ بافت‌ها** در این مرحله برای دیدن بافت‌های برگ باید از میکروسکوپ استفاده کنیم. هر بافت شامل گروهی از سلول‌ها است که با هم کار کرده و عملکرد خاصی را انجام می‌دهند. برگی که در این شکل مشاهده می‌کنید در یک زاویه خاص برش خورده است. بافت کندومانندی که در داخل برگ مشاهده می‌کنید (سمت چپ تصویر) محل اصلی 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 کربن‌دی‌اکسید، ماده خامی که برای ساخت قند لازم است، اجازه می‌دهند که به بافت‌های فتوسنتزکننده داخل برگ راه یابد.



▼ **۸ سلول‌ها** سلول واحد پایه‌ای ساختار و عملکرد حیات است. برخی از جانداران، مثل آمیبا 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 تخصص یافته تقسیم شده است.

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



بدن انسان از تریلیون‌ها سلول میکروسکوپی از انواع بسیار مختلف، مثل سلول‌های ماهیچه‌ای و عصبی، تشکیل شده است که به صورت بافت‌های تخصص یافته 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 ۴۰ میکرومتر است. عرض حدود ۵۰۰ عدد از این سلول‌ها برابر عرض یک سکه کوچک است. با آنکه این سلول‌ها بسیار کوچک‌اند، اما هر کدام دارای چندین ساختار سبزرنگ به نام کلروپلاست هستند که مسئول فتوسنتز هستند.

▼ **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 رنگسزهای است که موجب سبزی برگ می‌شود. کلروفیل که یکی از مهم‌ترین مولکول‌های موجود بر روی زمین است، در مرحله اول فتوسنتز، انرژی نورانی را از خورشید جذب می‌کند. در هر کلروپلاست، میلیون‌ها کلروفیل وجود دارد که قرارگیری‌شان در کنار هم، آنها را به وسیله‌ای تبدیل کرده است تا انرژی نور را به انرژی شیمیایی ذخیره‌شده در مولکول‌های غذا تبدیل کند.

می‌رود. مثالی دیگر در این زمینه، حرکت چشمان شما در حین مطالعه سطوح این صفحه، نتیجه همکاری بین عضلات و اعصاب است. حتی فرایندی مثل چرخه کربن نیز جزو فعالیت‌های سلولی، از جمله فتوسنتز است که در کلروپلاست‌های سلول‌های برگ انجام می‌شود.

تمامی سلول‌ها دارای خصوصیات 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.

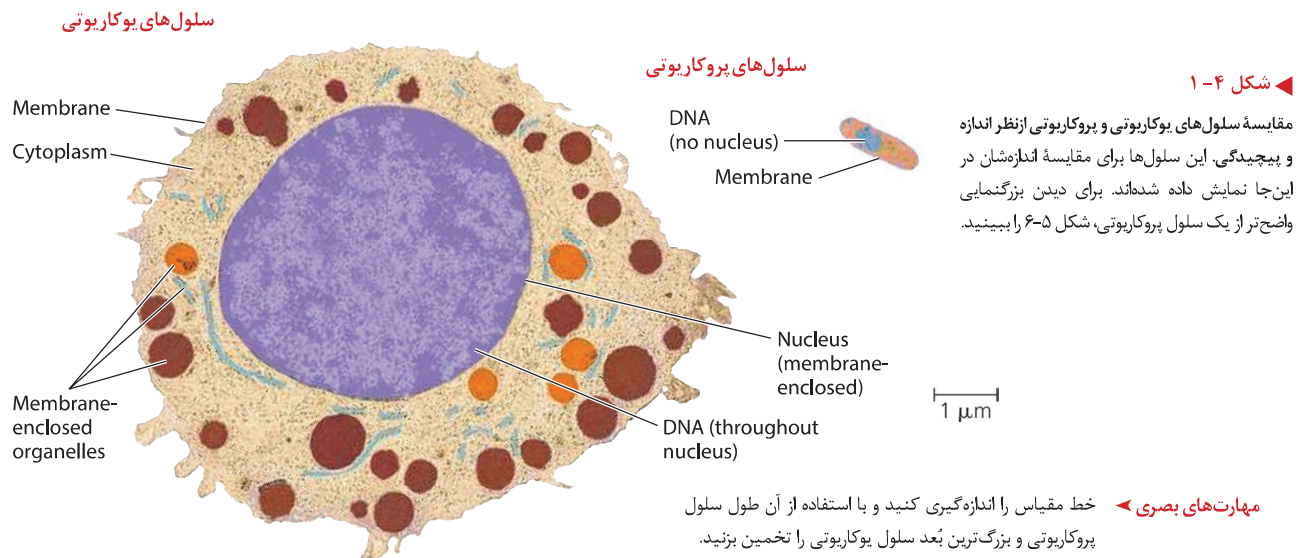
یک سلول یوکاریوت توسط غشاهای درونی به اندامک‌های مختلفی که توسط غشا احاطه شده‌اند، بخش‌بندی می‌شود؛ همانند آنچه در شکل ۴-۱ می‌بینید. برخی اندامک‌ها، همانند هسته حاوی DNA در همه سلول‌های یوکاریوتی یافت می‌شوند، دیگر اندامک‌ها مختص انواع ویژه‌ای از سلول‌ها هستند. برای مثال، کلروپلاست شکل ۳-۱ تنها در سلول‌های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

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 به کمک انتخاب طبیعی قابل توجیه است که به زودی به آن می‌پردازیم.

سلول‌ها واحدهای اصلی ساختار و عملکرد در جانداران هستند

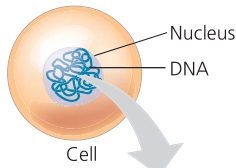
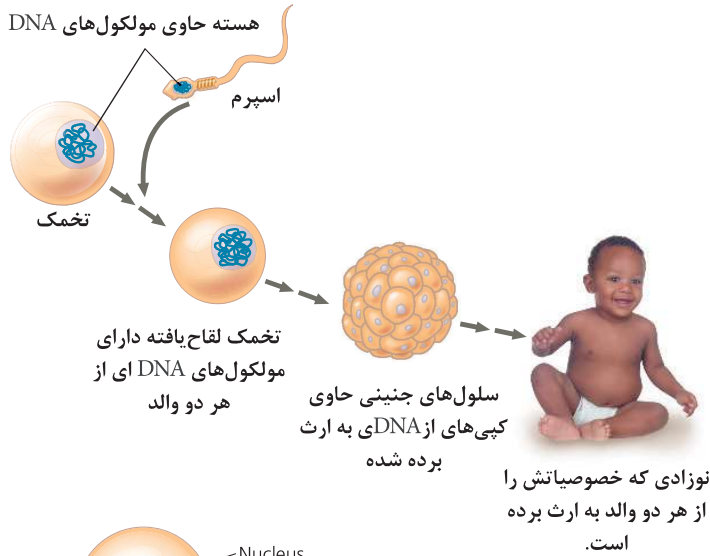
در طبقه‌بندی حیات، سلول جایگاه خاصی را به‌عنوان پایه‌ای‌ترین سطح در این طبقه‌بندی دارد که توانایی انجام تمامی فعالیت‌های زیستی را داراست. نظریه سلولی، اولین بار در قرن نوزدهم و براساس مشاهدات بسیاری از دانشمندان پدید آمد. این تئوری بیان می‌کند که همه موجودات زنده از سلول‌ها که واحدهای اصلی حیات هستند تشکیل شده‌اند. در واقع، فعالیت جانداران بر پایه فعالیت سلول‌های آنهاست.

برای مثال، فرایند تقسیم سلولی برای تولید سلول‌های جدید، پایه‌ای برای تولیدمثل، رشد و ترمیم جانداران پرسلولی به‌شمار

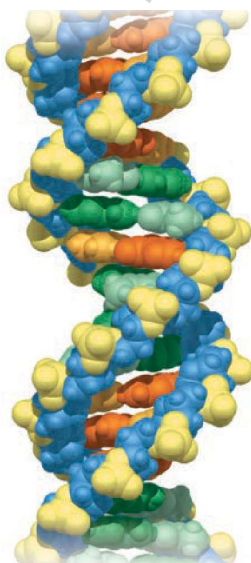


را رمز می‌کند که ما برای ساختن کلمات، حروف را کنار هم قرار می‌دهیم. برای مثال لغت rat به معنای موش است. لغات tar و art نیز از همین سه حرف تشکیل شده ولی معنای این دو کلمه بسیار متفاوت است (قیر = tar).

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

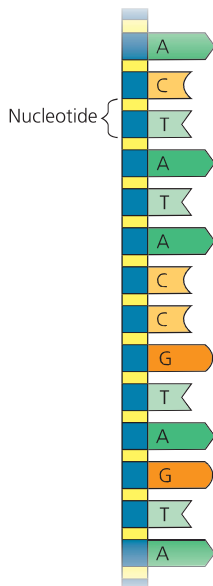


▼ شکل ۷-۱ DNA به‌عنوان ماده ژنتیکی.



(a) مارپیچ مضاعف DNA

این طرح، اتم‌های موجود در یک قطعه از DNA را نشان می‌دهد. مولکول DNA از دو زنجیره بلند تشکیل شده است که واحدهای سازنده آنها نوکلئوتیدها هستند. شکل سه بعدی مولکول DNA به‌صورت یک مارپیچ مضاعف است.



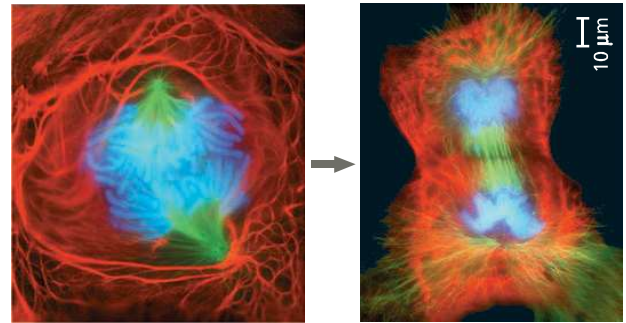
(b) تک رشته DNA

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

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

اطلاعات درون سلول‌ها، ساختارهایی وجود دارند که حاوی ماده ژنتیکی از جنس DNA (دئوکسی ریبونوکلئیک‌اسید) است و کروموزوم نام دارند. در سلول‌های در حال 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 شش مربوط به سمندر آبی به دو سلول کوچک‌تر تقسیم می‌شود که آنها خود رشد کرده و مجدداً تقسیم می‌شوند.



DNA، ماده ژنتیکی

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

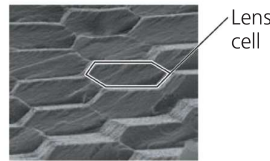
ساختار مولکولی DNA به آن این امکان را می‌دهد تا اطلاعات را ذخیره کند. هر مولکول DNA از دو رشته طولی که به دور هم پیچ خورده‌اند تشکیل شده است. اجزای تشکیل‌دهنده هر رشته، از چهار نوع واحد ساختاری شیمیایی به‌نام نوکلئوتید تشکیل شده است. به‌اختصار A، T، C و G (شکل ۷-۱). توالی خاص این چهار نوکلئوتید اطلاعات موجود در ژن‌ها را رمز می‌کند (شکل ۷-۱). DNA همان‌گونه اطلاعات

توسط همانندسازی همراه با هر تقسیم سلولی، توارث دقیق اطلاعات ژنتیکی از نسلی به نسل دیگر را تضمین می‌کند.

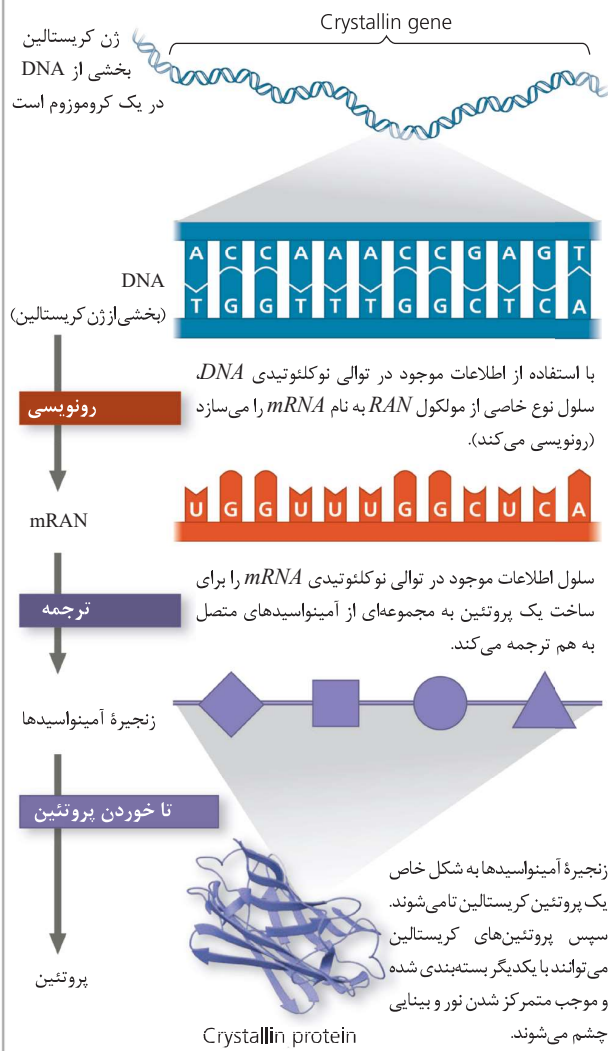
▼ شکل ۸-۱ بیان ژن: سلول‌ها برای سنتز یک پروتئین دارای عملکرد از اطلاعات رمزشده توسط ژن‌ها استفاده می‌کنند.



(a) عدسی چشم (پشت مردمک) قادر است نور را متمرکز کند زیرا سلول‌های عدسی توسط پروتئین‌های شفاف به نام کریستالین محکم بسته‌بندی شده‌اند. سلول‌های عدسی چگونه پروتئین‌های کریستالین را می‌سازند؟



(b) یک سلول عدسی برای ساختن کریستالین از اطلاعات موجود در DNA استفاده می‌کند.



چهار نوع نوکلئوتید را می‌توان به‌عنوان الفبای وراثت در نظر گرفت. برای بسیاری از ژن‌ها، توالی، طرح اولیه ساخت یک پروتئین را فراهم می‌کند. به‌طور مثال یک ژن باکتریایی ممکن است معرف یک پروتئین خاص (یک آنزیم) باشد که برای شکستن یک مولکول قند مورد نیاز است، در حالی که ژن انسانی ممکن است یک پروتئین متفاوت (یک آنتی‌بادی) که به مقابله در برابر یک عفونت کمک می‌کند را مشخص کند. به‌طور کلی، پروتئین‌ها دارای نقشی بسیار مهم در ساختن سلول‌ها و حفظ و بقا و انجام فعالیت‌های آنها هستند.

ژن‌های رمزکننده پروتئین به‌طور غیرمستقیم و با استفاده از یک مولکول حد واسط به نام RNA، تولید پروتئین‌ها را کنترل می‌کنند (شکل ۸-۱) توالی نوکلئوتیدی ژن به mRNA رونویسی می‌شود. پس mRNA به واحدهای تشکیل‌دهنده پروتئین به نام آمینواسیدها ترجمه می‌شود. پس از کامل شدن ترجمه، زنجیره آمینواسیدی، یک پروتئین خاص با شکل و عملکرد منحصر به فرد را می‌سازد. کل این فرایند که توسط آن اطلاعات یک ژن، تولید یک محصول سلولی را هدایت می‌کند، بیان ژن نام دارد. در فرایند بیان ژن، تمامی اشکال حیات از یک رمز ژنتیکی استفاده می‌کنند. یک توالی خاص از نوکلئوتیدها، در همه جانداران معنی یکسانی دارد. تفاوت موجودات زنده در رمزهای ژنتیکی آنها نیست، بلکه در توالی‌های نوکلئوتیدی آنها نهفته است. فراگیر بودن رمزهای ژنتیکی، گواهی است بر این موضوع که کل حیات با یکدیگر مرتبط هستند. مقایسه توالی ژن‌های کدکننده یک پروتئین خاص در چند گونه متفاوت، اطلاعات ارزشمندی درباره آن پروتئین و نسبت آن گونه‌ها با یکدیگر در اختیار ما قرار می‌دهد. مولکول mRNA نشان داده شده در شکل ۸-۱ به یک پروتئین ترجمه می‌شود، اما دیگر RNAهای سلولی عملکرد متفاوتی دارند. به‌طور مثال، دهه‌هاست که می‌دانیم برخی انواع RNA در حقیقت اجزای ماشین سلولی تولیدکننده پروتئین‌ها هستند. اخیراً، دانشمندان گروه‌های جدیدی از RNA را کشف کرده‌اند که نقش‌های دیگری مانند تنظیم عملکرد ژن‌های کدکننده پروتئین را ایفا می‌کنند. ژن‌ها، تعیین‌کننده همه انواع RNA نیز هستند و به تولید RNAها نیز بیان ژن اطلاق می‌شود. DNA با حمل کردن دستورالعمل ساخت پروتئین‌ها و RNAها و

ژنومیکس: آنالیز توالی‌های DNA در مقیاس بزرگ

کل کتابخانه اطلاعات ژنتیکی که یک موجود به ارث می‌برد ژنوم نامیده می‌شود. یک سلول معمولی انسانی دو سری کروموزوم مشابه دارد و هر سری کروموزومی جمعاً حدود ۳ میلیارد جفت نوکلئوتید دارد. اگر یک حرف، مخفف یک نوکلئوتید باشد و نوکلئوتیدهای یک رشته به تعداد حروف این کتاب نوشته می‌شدند، متن ژنتیکی حدود ۶۰۰ کتاب به اندازه کتاب کمپبل می‌شد.

از اوایل دهه ۱۹۹۰، سرعت توالی‌یابی ژنوم‌ها با سرعتی تقریباً باورنکردنی افزایش یافته است که به دلیل وقوع یک انقلاب در فناوری است؛ توالی ژنوم (کل توالی نوکلئوتیدی مربوط به یک گونه) برای انسان‌ها و جانوران بسیار دیگر و همچنین گیاهان، قارچ‌ها، باکتری‌ها و آرکی‌ها امروزه شناسایی شده است.

دانشمندان برای اینکه از سیل اطلاعات حاصل از طرح‌های توالی‌یابی ژنوم و کاتالوگ روبه‌رشد اعمال پروتئین‌ها سردرآورند، به جای اینکه در یک زمان یک ژن منفرد بررسی شود کل مجموعه‌های ژنی یک گونه را مطالعه و ژنوم‌های گونه‌ها را با هم مقایسه کردند - این دستاورد، ژنومیکس نامیده می‌شود. قابل ذکر اینکه، مانند ژنومیکس، به مطالعه مجموعه پروتئین‌ها و ویژگی‌های آنها پروتئومیکس گفته می‌شود. (کل مجموعه پروتئین‌هایی که توسط یک سلول، بافت یا موجود زنده مورد نظر بیان می‌شود، پروتئوم نام دارد) روش‌های ژنومیکس و پروتئومیکس توسط سه پیشرفت تحقیقاتی میسر شده‌اند.

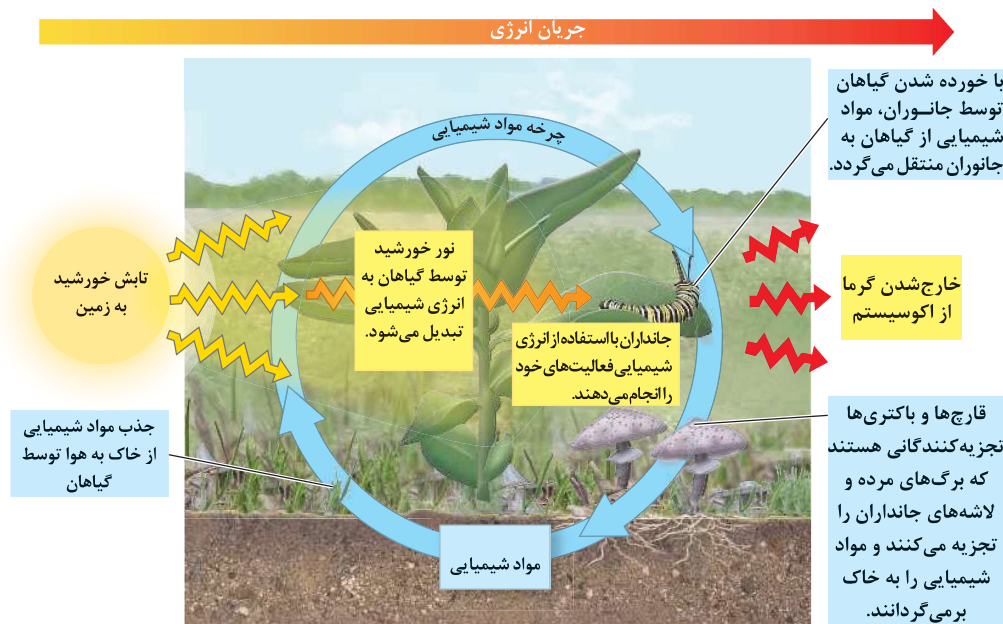
(۱) تکنولوژی با «بازده بالا» ابزارهایی که می‌توانند مواد زیستی را به سرعت آنالیز کنند. (۲) بیوانفورماتیک؛ که با استفاده از ابزارهای کامپیوتری، اطلاعات بسیار زیاد حاصل از روش‌های با بازده بالا را ذخیره، سازمان‌دهی و تحلیل می‌کنند. (۳) پیشرفت کلیدی سوم، تشکیل تیم‌های تحقیقاتی بین شاخه‌ای است، ترکیبی از چندین متخصص شامل دانشمندان علم کامپیوتر، ریاضی‌دانان، مهندسی‌ن، شیمی‌دانان، فیزیک‌دانان و بالاخره زیست‌شناسان شاخه‌های مختلف. هدف محققان در این سیستم‌ها، آموختن این موضوع است که چگونه فعالیت همه پروتئین‌ها و RNA هایی که توسط DNA رمز می‌شوند، درون سلول‌ها و در کل موجودات زنده هماهنگ می‌شود.

موضوع: حیات به انتقال و تبدیل انرژی و ماده نیاز دارد

انرژی و ماده حرکت، رشد، تولیدمثل و سایر فعالیت‌های حیاتی، کار محسوب می‌شوند. یکی از ویژگی‌های اساسی موجودات زنده، استفاده آنها از انرژی برای انجام اعمال حیاتی است. کار به انرژی احتیاج دارد. برگ‌های درخت نور خورشید را جذب می‌کنند، ورود انرژی خورشید، حیات را ممکن می‌کند (شکل ۹-۱). مولکول‌های درون برگ‌های درخت انرژی نور خورشید را به دام انداخته و با استفاده از آن فتوسنتز را پیش می‌برند و کربن‌دی‌اکسید و آب را به قند و اکسیژن تبدیل می‌کنند. سپس انرژی شیمیایی موجود در قند توسط گیاهان و سایر موجودات فتوسنتزکننده (تولیدکننده‌ها) به مصرف‌کننده‌ها داده می‌شود. مصرف‌کننده‌ها، مانند جانوران، موجوداتی هستند که از تولیدکننده‌ها و سایر مصرف‌کننده‌ها تغذیه می‌کنند.

زمانی که یک موجود زنده از انرژی شیمیایی برای انجام کاری مانند انقباض ماهیچه‌ای یا تقسیم سلولی استفاده می‌کند، بخشی از انرژی به صورت گرما در محیط آزاد می‌شود. در نتیجه انرژی در یک جهت در اکوسیستم جریان می‌یابد، معمولاً به صورت نور وارد شده و به صورت گرما خارج می‌شود. برخلاف آن، مواد غذایی شیمیایی دارای یک چرخه در اکوسیستم هستند به طوری که استفاده شده و سپس بازیافت می‌شوند (شکل ۹-۱ را ببینید). مواد شیمیایی که یک گیاه از طریق هوا یا خاک جذب می‌کند ممکن است در ساختار گیاه به کار برده شود و سپس به جانوری که گیاه را می‌خورد منتقل شود. در نهایت، این مواد شیمیایی از طریق تجزیه‌کنندگانی مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها که زباله‌ها، برگ‌ها و اجساد را تجزیه می‌کنند، به محیط بازگردانده می‌شوند. مواد شیمیایی سپس برای جذب مجدد در دسترس گیاه قرار می‌گیرند و بنابراین چرخه کامل می‌شود.

شکل ۹-۱ ◀ شارش انرژی و چرخه مواد شیمیایی. در یک اکوسیستم، شارش انرژی به صورت یکطرفه وجود دارد: در هنگام فتوسنتز، گیاهان انرژی نور خورشید را به انرژی شیمیایی تبدیل می کنند (و در مولکول های غذا مانند قندها ذخیره می شود) که توسط گیاهان و دیگر موجودات زنده برای انجام کار استفاده می شود و در نهایت به صورت گرما در اکوسیستم آزاد می شود. برخلاف آن، مواد شیمیایی میان موجودات زنده و محیط فیزیکی در یک چرخه قرار می گیرند.



آن پاسخ موجب کاهش محرک اولیه می شود؛ همان طور که در مثال پیام رسانی انسولین (شکل ۱۰-۱) دیده می شود پس از صرف غذا میزان قند گلوکز در خون افزایش می یابد که سلول های پانکراس را تحریک به ترشح انسولین می کند. پس انسولین موجب جذب گلوکز توسط سلول های بدن و ذخیره آن توسط سلول های کبد می شود و بنابراین سطح گلوکز خون کاهش می یابد. این روند موجب حذف محرک ترشح انسولین و خاموش شدن مسیر می شود. بنابراین، نتیجه فرایند موجب تنظیم منفی فرایند می شود.

اگرچه فرایندهایی که توسط خودتنظیمی منفی، تنظیم می شوند رایج تر هستند، اما بسیاری از فرایندهای زیستی توسط خودتنظیمی مثبت، تنظیم می شوند که در آنها محصول نهایی، تولید خودش را افزایش می دهد. لخته شدن خون در پاسخ به جراحت، مثالی از این موضوع است. زمانی که یک رگ خونی آسیب می بیند، ساختارهایی در خون به نام پلاکت ها شروع به تجمع می کنند. خودتنظیمی مثبت توسط مواد شیمیایی که به وسیله پلاکت ها آزاد شده است رخ می دهد و موجب جذب تعداد بیشتری از پلاکت ها می شود. سپس توده پلاکتی، فرایند پیچیده ای را آغاز می کند که موجب پوشیده شدن زخم با لخته می شود.

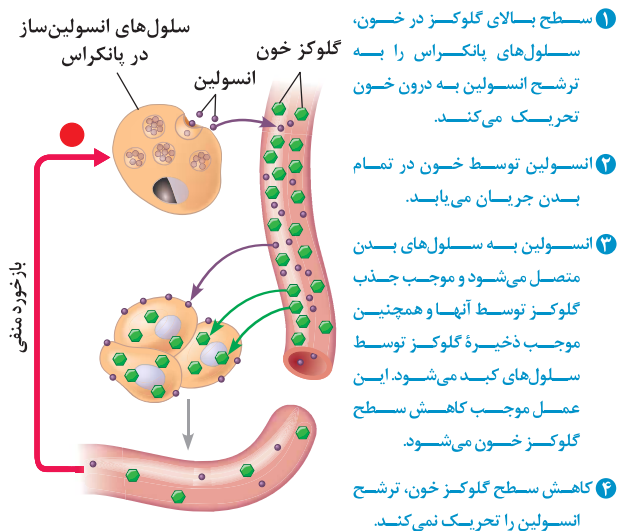
موضوع: از مولکول ها تا اکوسیستم ها: میانکنش ها در سیستم های زیست شناختی حائز اهمیت هستند

میانکنش ها در هر سطح از سلسله مراتب زیست شناختی، میانکنش های میان اجزای سیستم، یکپارچگی همه قسمت ها و عملکرد هماهنگ آنها را تضمین می کند. این موضوع برای مولکول های درون یک سلول و همچنین اجزای یک اکوسیستم صادق است که هر دوی این موارد را به عنوان مثال در ادامه بررسی خواهیم کرد.

مولکول ها: میانکنش های درون موجودات زنده

در سطوح پائین تر سازمان یافتگی، میانکنش میان اجزایی که موجودات زنده را تشکیل می دهند، مانند اندام ها، بافت ها، سلول ها و مولکول ها، برای عملکرد مناسب آن موجود زنده ضروری هستند. برای مثال، تنظیم سطح قندخون را در نظر بگیرید. سلول ها می بایست با منبع تأمین سوخت (قند) تطابق داشته باشند تا فرایندهای متضاد تجزیه و ذخیره قند تنظیم شوند. کلید این موضوع، قابلیت بسیاری از فرایندهای زیستی برای خودتنظیمی به وسیله مکانیسمی به نام بازخورد است. در تنظیم بازخوردی، محصول یا نتیجه یک فرایند، خود فرایند را تنظیم می کند. رایج ترین شکل تنظیم در سیستم های زنده، خودتنظیمی منفی است، چرخه ای که در

▼ شکل ۱۰-۱ تنظیم بازخوردی: بدن انسان، استفاده و ذخیره‌سازی گلوکز (سوخت اصلی سلول) را تنظیم می‌کند. این تصویر، خودتنظیمی منفی را نشان می‌دهد، پاسخ به انسولین، محرک اولیه را کاهش می‌دهد.



مهارت‌های بصری ◀ در این مثال، پاسخ به انسولین چیست؟ محرک اولیه‌ای که توسط این پاسخ کاهش می‌یابد چیست؟

برگ‌ها دی‌اکسید کربن را از هوا جذب کرده و اکسیژن آزاد می‌کنند. برگ‌ها انرژی نوری را از خورشید جذب می‌کنند. جانوران برگ‌ها و میوه‌های درخت را می‌خورند و از طریق مدفوع خود مواد مغذی و معدنی را به خاک بازمی‌گردانند. آب و مواد معدنی موجود در خاک توسط ریشه‌های گیاه جذب می‌شوند. برگ‌ها بر سطح خاک می‌ریزند و توسط جانداران تجزیه می‌شوند.

► شکل ۱۱-۱ برهم‌کنش‌های یک درخت اقیانای آفریقای با جانداران دیگر و محیط فیزیکی



اکوسیستم‌ها: جانداران با محیط فیزیکی و جانداران دیگر میانکنش می‌کنند

در سطح اکوسیستم، هر موجود زنده با دیگر موجودات زنده میانکنش می‌کند. برای مثال یک درخت اقیانیا با میکروارگانیسم‌های خاک که با ریشه‌اش در تماس هستند، حشراتی که روی آن زندگی می‌کنند و حیواناتی که از برگ‌ها و میوه‌هایش تغذیه می‌کنند، دارای میانکنش است. (شکل ۱۱-۱) میانکنش‌های میان موجودات زنده ممکن است متقابلاً سودمند باشد (مانند زمانی که ماهی‌های پاک‌کننده، انگل‌های کوچک روی یک لاک‌پشت را می‌خورند). یا اینکه یکی از گونه‌ها سود ببرد و دیگری زیان کند (همانند زمانی که یک شیر یک گورخر را کشته و آن را می‌خورد). در برخی میانکنش‌های میان گونه‌ها، هر دوی آنها متضرر می‌شوند، به‌طور مثال زمانی که دو گیاه بر سر منابع خاک محدود رقابت می‌کنند. میانکنش در میان موجودات زنده به تنظیم عملکرد اکوسیستم به‌عنوان یک مجموعه کمک می‌کنند.

از گونه‌ها کمتر شده و یا ناپدید شده است (شکل ۱۲-۱) این روند ممکن است به انقراض و فقدان دائمی یک گونه منجر شود. همان‌طور که با جزئیات بیشتر در شکل ۳۰-۵۶ بحث خواهیم کرد، تبعات این تغییرات برای انسان‌ها و دیگر موجودات زنده احتمالاً بسیار شدید خواهد بود.

حال که چهار موضوعی که موجب همبستگی حیات می‌شوند (سازمان‌یافتگی، اطلاعات، ماده و انرژی و میانکنش‌ها) را بررسی کرده‌ایم، می‌بایست به تکامل بپردازیم. زیست‌شناسان توافق دارند که تکامل موضوع اصلی زیست‌شناسی است. موضوع تکامل در بخش بعدی با جزئیات بیشتری بحث شده است.

▼ شکل ۱۲-۱ تهیدید توسط گرم شدن جهانی:

گرم شدن محیط موجب می‌شود که مارمولک‌های متعلق به جنس *Sceloporus* زمان بیشتری را در پناهگاه‌ها بگذرانند که این موضوع زمان جستجوی آنها برای غذا را کاهش می‌دهد. مصرف غذا در آنها کاهش می‌یابد و در نتیجه توفیق کمتری در تولیدمثل می‌یابند. آمار نشان می‌دهد که از سال ۱۹۷۵، از جمعیت ۲۰۰ نفری موجود در مکزیک ۲٪ آنها ناپدید شده‌اند.



هر موجود زنده‌ای به‌طور مداوم با عوامل فیزیکی در محیط پیرامون خود میانکنش می‌کند. مثلاً، برگ‌های یک درخت نور را از خورشید و دی‌اکسیدکربن را از هوا جذب می‌کنند و اکسیژن را به هوا آزاد می‌کنند (شکل ۱۱-۱ را ببینید) محیط نیز تحت تأثیر موجودات زنده قرار می‌گیرد. به‌طور مثال، علاوه‌بر جذب آب و مواد معدنی از خاک، ریشه‌های گیاه در حین رشد سنگ‌ها را شکسته و خاک را تشکیل می‌دهند. در مقیاس جهانی، گیاهان و دیگر موجودات زنده فتوسنتزکننده، همه اکسیژن موجود در اتمسفر را تولید کرده‌اند.

ما انسان‌ها مانند همه موجودات دیگر با محیط خود میانکنش داریم. متأسفانه گاهی میانکنش‌های ما پیامدهای ناگواری دارند. به‌عنوان مثال، طی ۱۵۰ سال گذشته، سرعت مصرف سوخت‌های فسیلی (ذغال‌سنگ، نفت و گاز) همواره افزایش یافته است. این عمل سبب رها شدن ترکیبات گازی از جمله مقادیر زیادی دی‌اکسیدکربن (CO_2)، به درون اتمسفر و در نتیجه به دام افتادن گرما در سطح زمین شده است (شکل ۲۹-۵۶ را ببینید). دانشمندان تخمین می‌زنند که از سال ۱۹۰۰ میانگین دمای سیاره زمین به‌دلیل این «اثر گلخانه‌ای» $1^{\circ}C$ افزایش یافته است و آنها تصور می‌کنند میانگین دمای کره زمین در طول قرن ۲۱ حداقل $3^{\circ}C$ دیگر افزایش یابد.

یک جنبه اصلی تغییر آب و هوا، گرم شدن مداوم جهانی است که تغییری جهت‌دار برای آب و هوای جهان محسوب می‌شود و برای سه دهه یا مدت‌زمان بیشتری ادامه دارد (برخلاف تغییرات کوتاه‌مدت آب و هوا). البته گرم شدن جهانی تنها طریقه تغییر آب و هوای جهان نیست؛ الگوهای وزش باد و رطوبت نیز در حال تغییر هستند و رخدادهای شدید هوایی مانند طوفان و خشکسالی بیشتر اتفاق می‌افتند. تغییرات آب و هوا موجودات زنده و زیستگاه‌های آنها در سرتاسر سیاره زمین را تحت تأثیر قرار داده است. به‌طور مثال، خرس‌های قطبی قسمت زیادی از سکوه‌های یخی را که بر روی آنها شکار می‌کردند از دست داده‌اند و دچار کمبود مواد غذایی و افزایش نرخ مرگ و میر شده‌اند. با تخریب زیستگاه‌ها، صدها گونه گیاهی و جانوری محدوده زندگی خود را به مکان‌های مناسب‌تری تغییر می‌دهند اما برای برخی از آنها زیستگاه‌های مناسب کافی وجود ندارد و یا با سرعت کافی قادر به مهاجرت نیستند. در نتیجه، جمعیت بسیاری

پرسش‌های مبحث ۱-۱

۱- برای هر یک از سطوح زیستی که در شکل ۳-۱ مشاهده می‌کنید جمله‌ای بنویسید که در آن سطح پائین‌تر زیستی وجود داشته باشد.

برای مثال: «یک مولکول از اتم‌های متصل به هم تشکیل شده است» با اندامک‌ها ادامه دهید و سپس سلسله‌مراتب زیست‌شناسی را به سمت بالا ذکر کنید.

۲- چه موضوعاتی را از مطالب زیر درک می‌کنید؟

(a) تیغ‌های تیز جوجه تیغی (b) تکوین یک موجود زنده پرسلولی از یک تخم لقاح‌یافته. (c) مرغ مگس‌خوار از قند به‌عنوان سوخت برای پرواز استفاده می‌کند.

۳- چه می‌شود اگر؟ < برای هر یک از موضوعاتی که در این قسمت مطرح شد مثالی بزنید که در کتاب وجود نداشته باشد.

برای ملاحظه پاسخ‌های پیشنهادی، به ضمیمه A مراجعه کنید.

مبحث 1-2

موضوع اساسی: تکامل، علت وجود وحدت و تنوع در

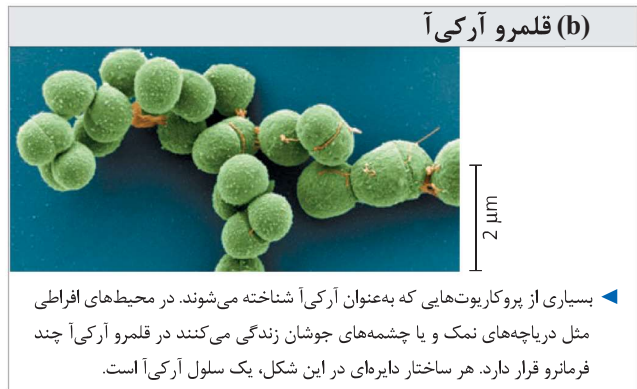
حیات است

تکامل

تکامل موضوع اصلی زیست‌شناسی است - ایده‌ای که به ما کمک می‌کند تا مفاهیمی را که در مورد جانداران زنده می‌دانیم توجیه کنیم. همان‌طور که شواهد فسیلی به وضوح نشان می‌دهند حیات چندین میلیارد سال پیش بر روی زمین آغاز شد و موجب پیدایش گونه‌های متفاوتی از جانداران گردید. صرف نظر از تنوع، می‌توانیم بسیاری از ویژگی‌های مشترک را در آنها پیدا کنیم. برای مثال، با آنکه اسب آبی، خرگوش، مرغ مگس‌خوار، کروکودیل و زرافه از لحاظ ظاهری بسیار با هم متفاوت هستند، اما شکل اسکلت آنها تقریباً یکسان است. توجیه علمی برای این وحدت و تنوع - و همچنین مناسب بودن هر جاندار

شکل ۱۳-۱ سه قلمرو حیات

برای محیط زیست خودش - تکامل است؛ ایده‌ای که بیان می‌دارد جاندارانی که امروز بر روی زمین زندگی می‌کنند زاده‌هایی از یک نیای مشترک هستند. به‌عبارت دیگر، وجود صفات مشترک بین دو جاندار را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که آنها از یک نیای مشترک مشتق شده‌اند و تفاوت‌های آنها را نیز می‌توان این‌طور توجیه کرد که به‌علت تغییرات وراثتی در طول زمان ایجاد شده‌اند. شواهد زیادی دال بر وقوع تکامل و تئوری آن وجود دارد که در فصل‌های ۲۵-۲۲ با جزئیات بیشتری به آنها می‌پردازیم. یکی از بزرگان پایه‌گذار تئوری تکامل، تئودوسیوس دوبژانسکی (Theodosius Dobzhansky) می‌گوید: «هیچ مطلبی در زیست‌شناسی جز در زیر نور تکامل معنا پیدا نمی‌کند». برای فهمیدن منظور دوبژانسکی، باید در مورد چگونگی تفکر زیست‌شناسان درباره این گوناگونی بحث کرد.



(c) قلمرو یوکاریوت‌ها



بحث زیست‌شناسان اکنون بر سر این مسئله است که چگونه آغازیان را طبقه‌بندی کنند که روابط تکاملی آنها را به‌طور دقیق نشان دهد.