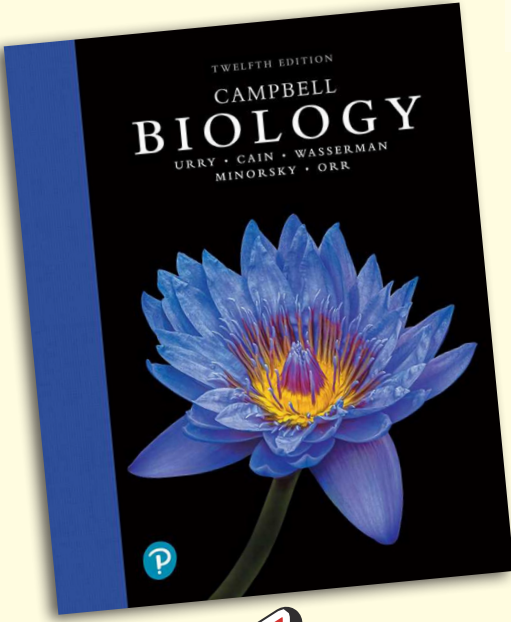




کتاب مرجع

پیولوژی کمپل

ویرایش دوازدهم - 2020

جلد ۷

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

• مترجمین

مصطفی پویان، شراره مستانی نژاد
زینب دهقان، محمد امین خرقانی
امیر حسین شاهسون، علیرضا تنوری، حمیدرضا نبوی
مجید علی نوری

• 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 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، 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 «کتابِ بسترگ» 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 است! 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.

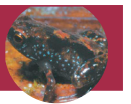
طراحی این اثر ماندگار نیز با خلاقیت و هنرمندی خانم‌ها سیما رائفی‌نیا و سپیده زارعی به سرانجام رسیده است. این عزیزان نهایت تلاش، حوصله و صبوری خود را برای خلق یک اثر زیبا و منحصر به فرد به کار گرفته‌اند؛ زحمات فراوان آنها بسیار جای تقدیر و تشکر دارد.

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

مصطفی پویان
مدیر خانه زیست‌شناسی

فصل ۵۲

مقدمه‌ای بر اکولوژی زیست کره



- ۵۲-۱ اقلیم کره زمین در فصل‌های مختلف و عرض‌های جغرافیایی متفاوت، یکسان نبوده و به سرعت در حال تغییر است ۱۲
- الگوهای جهانی اقلیم ۱۲
- تأثیرات منطقه‌ای و محلی بر روی اقلیم ۱۳
- تغییرات فصلی ۱۳
- توده‌های آبی ۱۳
- کوهستان‌ها ۱۴
- ریز اقلیم ۱۵
- تغییر اقلیم جهانی ۱۵
- ۵۲-۲ ساختار و پراکنش بیوم‌های خشکی توسط اقلیم و رویدادهای تخریبی مشخص می‌شوند ۱۷
- اقلیم و بیوم‌های خشکی ۱۷
- مشخصات کلی بیوم‌های خشکی ۱۷
- تخریب و بیوم‌های خشکی ۱۸
- ۵۲-۳ بیوم‌های آبی، سیستم‌های پویا و متنوعی هستند که بیشتر قسمت‌های کره زمین را می‌پوشانند ۲۴
- ناحیه‌بندی در بیوم‌های آبی ۲۴
- ۵۲-۴ برهمکنش بین جانداران و محیط آنها، پراکنش گونه‌ها را محدود می‌سازد ۳۰
- پراکندگی و پراکنش ۳۰
- انتقال گونه‌ها به مکان دیگر ۳۲
- عوامل زیستی ۳۲
- عوامل غیرزیستی ۳۳
- دما ۳۳
- آب و اکسیژن ۳۳
- تمرین مهارت‌های علمی ۳۴
- شوری ۳۵
- نور خورشید ۳۵
- سنگ‌ها و خاک ۳۵
- ۵۲-۵ اثرات متقابل تغییرات اکولوژیکی و تکاملی در دراز مدت و کوتاه‌مدت ۳۶

فصل ۵۳

اکولوژی جمعیت



- ۵۳-۱ فرایندهای زیستی بر روی تراکم و توزیع جمعیت و نیز ویژگی‌های جمعیتی اثر می‌گذارند ۴۲
- تراکم و توزیع ۴۲
- تراکم: یک دورنمای پویا ۴۲
- الگوهای توزیع ۴۴
- ویژگی‌های جمعیتی ۴۵
- جداول زندگی ۴۵
- منحنی‌های بقا ۴۶
- نرخ‌های تولیدمثلی ۴۶
- ۵۳-۲ مدل نمایی، رشد جمعیت در یک محیط نامحدود و ایده‌آل را توصیف می‌کند ۴۸
- نرخ افزایش سرانه ۴۸
- رشد نمایی ۴۹
- ۵۳-۳ مدل لجستیک نشان می‌دهد که چگونه سرعت رشد یک جمعیت با نزدیک شدن به ظرفیت تحمل آن جمعیت، کاهش می‌یابد ۵۰
- مدل رشد لجستیک ۵۱
- مدل لجستیک و جمعیت‌های واقعی ۵۲
- تمرین مهارت‌های علمی ۵۳
- ۵۳-۴ صفات مربوط به تاریخچه زندگی، محصول انتخاب طبیعی هستند ۵۴
- تکامل و تنوع تاریخچه زندگی ۵۴
- تعادل‌ها و تاریخچه‌های زندگی ۵۴
- ۵۳-۵ بسیاری از عوامل تنظیم‌کننده رشد جمعیت وابسته به تراکم هستند ۵۶
- تغییر جمعیت و تراکم جمعیت ۵۷
- مکانیسم تنظیم جمعیت که وابسته به تراکم است ۵۸
- پویایی جمعیت ۵۹
- پایداری و نوسان جمعیت‌ها ۶۰
- چرخه‌های جمعیتی: پژوهش علمی ۶۰
- مهاجرت به درون، مهاجرت به بیرون و فراجمعیت‌ها ۶۱
- ۵۳-۶ اگرچه جمعیت انسانی امروزه به صورت نمایی رشد نمی‌کند ولی هنوز با سرعت بالایی در حال افزایش است ۶۲
- جمعیت انسان در مقیاس جهانی ۶۳
- الگوهای منطقه‌ای تغییر جمعیت ۶۳
- ساختار سنی ۶۴



۹۵	مدل تعادل جزایر
۵۴-۵	عوامل بیماری‌زا، ساختار جوامع را در مقیاس محلیو جهانی تغییر می‌دهند
۹۷	
۹۷	عوامل بیماری‌زا و ساختار جوامع
۹۹	اکولوژی جامعه و بیماری‌های مشترک انسان و جانوران

اکوسیستم‌ها و اکولوژی بازایی

فصل ۵۵



۵۵-۱	جریان انرژی و چرخش مواد شیمیایی در اکوسیستم‌ها در چهارچوب قوانین فیزیکی صورت می‌گیرد
۱۰۴	
۱۰۵	بقای انرژی
۱۰۶	بقای جرم
۱۰۶	انرژی، جرم و سطوح تغذیه‌ای
۵۵-۲	انرژی و سایر عوامل محدودکننده، تولیدکنندگی اولیه اکوسیستم‌ها را کنترل می‌کنند
۱۰۷	
۱۰۷	بودجه انرژی برای اکوسیستم
۱۰۷	بودجه انرژی جهانی
۱۰۸	تولید خالص و ناخالص
۱۰۹	محدودیت نور
۱۰۹	محدودیت مواد مغذی
۱۱۰	تولید اولیه در اکوسیستم‌های خشکی
	محدودیت مواد مغذی و سازگاری‌هایی که این محدودیت را کاهش می‌دهند
۱۱۱	
۵۵-۳	به‌طور معمول، بازده انتقال انرژی بین سطوح تغذیه‌ای حدود ۱۰ درصد است
۱۱۳	
۱۱۴	بازده تولید
۱۱۴	بازده تغذیه‌ای و هرم‌های اکولوژیک
۱۱۵	تمرین مهارت‌های علمی
۵۵-۴	فرایندهای زیستی و ژئوشیمیایی باعث چرخش مواد مغذی در اکوسیستم‌ها می‌شوند
۱۱۷	
۱۱۸	چرخه‌های بیوژئوشیمیایی
۱۲۲	مطالعه موردی: چرخش مواد مغذی در جنگل تحقیقاتی هابارد بروک
۵۵-۵	اکولوژیست‌های بازایی، اکوسیستم‌های آسیب‌دیده را به حالت طبیعی‌تری باز می‌گردانند
۱۲۲	
۱۲۳	پاکسازی زیستی
۱۲۵	تقویت زیستی

۶۵	مرگ و میر نوزادان و امید به زندگی
۶۶	ظرفیت تحمل جهانی
۶۶	برآوردهای ظرفیت تحمل
۶۶	محدودیت‌های اندازه جمعیت انسان

اکولوژی جامعه

فصل ۵۴



۵۴-۱	برهمکنش‌های درون یک جامعه بر این اساس که به گونه‌های درون جامعه کمک می‌کنند، آسیب وارد می‌کنند و یا بر روی آنها بی‌تأثیر هستند، طبقه‌بندی می‌شوند
۷۲	
۷۲	رقابت
۷۲	حذف رقابتی
۷۳	کنام‌های اکولوژیک و انتخاب طبیعی
۷۴	جایگزینی صفات
۷۴	صیادی
۷۵	تمرین مهارت‌های علمی
۷۸	علفخواری
۷۸	انگلی
۷۹	همیاری
۷۹	همسفرگی
۵۴-۲	تنوع و ساختار تغذیه‌ای از مشخصه‌های جوامع هستند
۸۱	
۸۱	تنوع گونه‌ای
۸۳	تنوع و پایداری جامعه
۸۳	ساختار تغذیه‌ای
۸۳	شبکه‌های غذایی
۸۵	محدودیت‌ها برای طول زنجیره غذایی
۸۶	گونه‌هایی با اثرات وسیع
۸۷	کنترل‌های پایین - بالا و بالا - پایین
۵۴-۳	تخریب، بر روی تنوع و ترکیب گونه‌ای اثر می‌گذارد
۸۹	
۸۹	شرح دادن تخریب
۹۱	توالی اکولوژیک
۹۳	تخریب انسانی
۹۴	۵۴-۴ عوامل بیوجغرافیایی، تنوع جامعه را تحت تأثیر قرار می‌دهند
۹۴	
۹۴	شیب‌های عرض جغرافیایی
۹۵	اثر مساحت



۱۵۳ ۵۶-۴ کره زمین به دلیل عملکرد انسان به سرعت در حال تغییر است

۱۵۴	غنی‌سازی با مواد مغذی.....
۱۵۶	مواد سمی در محیط.....
۱۵۸	تمرین مهارت‌های علمی.....
۱۵۸	گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی.....
۱۵۸	افزایش میزان CO _۲ اتمسفری.....
۱۶۳	راه‌حل‌های تغییر اقلیم.....
۱۶۳	کاهش اُزون اتمسفری.....

فصل ۵۶



زیست‌شناسی حفاظتی و تغییرات جهانی

۱۳۴ ۵۶-۱ فعالیت‌های انسان، تنوع زیستی کره زمین را تهدید می‌کند

۱۳۵	سه سطح تنوع زیستی.....
۱۳۵	تنوع ژنتیکی.....
۱۳۵	تنوع گونه‌ای.....
۱۳۶	تنوع اکوسیستمی.....
۱۳۶	تنوع زیستی و رفاه انسان.....
۱۳۶	منافع حاصل از تنوع ژنتیکی و گونه‌ای.....
۱۳۷	خدمات اکوسیستمی.....
۱۳۸	تهدیدهای تنوع زیستی.....
۱۳۹	نابودی زیستگاه.....
۱۳۹	گونه‌های بیگانه.....
۱۳۹	برداشت بی‌رویه.....
۱۴۱	تغییرات جهانی.....

۱۴۲ ۵۶-۲ حفاظت در سطح جمعیت‌ها، به ویژگی‌هایی مانند اندازه جمعیت، تنوع ژنتیکی و زیستگاه حیاتی توجه می‌کند

۱۴۲	شیوه مربوط به جمعیت‌های کوچک.....
۱۴۲	گرداب انقراض: پیامدهای تکاملی اندازه کوچک جمعیت.....
۱۴۲	مطالعه موردی: سیاه خروس شاندار و گرداب انقراض.....
۱۴۳	اندازه کوچک‌ترین جمعیت زیست‌پذیر.....
۱۴۴	اندازه مؤثر جمعیت.....
۱۴۴	مطالعه موردی: آنالیز جمعیت‌های خرس گریزلی.....
۱۴۶	شیوه مربوط به جمعیت‌های در حال کاهش.....
۱۴۶	مطالعه موردی: کاهش جمعیت دارکوب سرخ جغه.....
۱۴۷	ارزش‌گذاری نیازهای متضاد.....

۱۴۷ ۵۶-۳ حفاظت در سطح چشم‌انداز و در مقیاس منطقه‌ای به حفظ تنوع زیستی کمک می‌کند

۱۴۸	ساختار چشم‌انداز و تنوع زیستی.....
۱۴۸	قطعه‌قطعه شدن و مناطق حاشیه‌ای.....
۱۴۹	راهروهایی که قطعات زیستگاهی را به هم وصل می‌کنند.....
۱۵۰	ایجاد مناطق حفاظت‌شده.....
۱۵۰	حفظ کردن نقاط داغ تنوع زیستی.....
۱۵۰	فلسفه ذخیره‌گاه‌های طبیعت.....
۱۵۱	ذخیره‌گاه‌های ناحیه‌بندی شده.....
۱۵۲	اکولوژی شهری.....

52 An Introduction to Ecology and the Biosphere

مقدمه‌ای بر اکولوژی و زیست کره

مفاهیم کلیدی

۵۲-۱ اقلیم کره زمین در فصل‌های مختلف و عرض‌های جغرافیایی متفاوت، یکسان نبوده و به سرعت در حال تغییر است

۵۲-۲ ساختار و پراکنش بیوم‌های خشکی توسط اقلیم و رویدادهای تخریبی مشخص می‌شوند

۵۲-۳ بیوم‌های آبی، سیستم‌های پویا و متنوعی هستند که بیشتر قسمت‌های کره زمین را می‌پوشانند

۵۲-۴ برهمکنش بین جانداران و محیط آنها، پراکنش گونه‌ها را محدود می‌سازد

۵۲-۵ اثرات متقابل تغییرات اکولوژیکی و تکاملی در درازمدت و کوتاه‌مدت

▲ شکل ۱-۵۲ در تصویر بالا قورباغه‌ای را مشاهده می‌کنید که به کوچکی یک سکه است و در سال ۲۰۰۸ در پاپوا گینه نو کشف شده است. جنس *Paedophryne* فقط در یک شبه‌جزیره در بخش شرقی کشور دیده شده است. طول قورباغه‌های بالغ این جنس حدود ۸ میلی‌متر است و از کوچک‌ترین مهره‌داران بالغ روی زمین هستند.

عوامل مؤثر بر پراکنش گونه‌هایی مانند این قورباغه کدام‌اند؟



روش مطالعه

جدول بسازید: هنگام مطالعه این فصل، از عوامل مؤثر بر پراکنش گونه‌ها در محیط‌های آبی و خشکی، جدولی رسم کنید. شماره شکل‌ها یا شماره صفحاتی که مثال‌هایی از این عوامل در هر محیط آورده شده را در جدول یادداشت کنید.

نمونه	عوامل مؤثر بر گونه‌هایی که در آن محیط زندگی می‌کنند	مفیط مورد نظر
گیاهان فتوسنتزی و جلبک‌هایی که در نواحی کم‌عمق و سطح نورگیر آب زندگی می‌کنند (شکل ۱۳-۵۲، ۱۴-۵۲)	مقدار نور فشار شید که به جانداران می‌رسد.	دریاچه

در تعیین محل زندگی گونه‌ها پراکنش و روابط بین جانداران از قبیل رقابت، نقش بسزایی دارند.

عوامل بیماری‌زا، چگونه بر اندازه جمعیت آنها اثر می‌گذارند؟
سؤالاتی از این قبیل موضوع اکولوژی^۱ محسوب می‌شوند.

کدام عوامل محیطی، توزیع جغرافیایی قورباغه‌های *Paedophryne* را محدود می‌سازند؟ تغییرات در ذخایر غذایی و یا برهمکنش‌های آنها با سایر گونه‌ها مانند

▼ شکل ۲-۵۲ بررسی گستره تحقیقات اکولوژیک.

اکولوژیست‌ها بر روی سطوح مختلف سلسله‌مراتب زیستی (*biological hierarchy*) از یک فرد تا سیاره زمین کار می‌کنند. ما در اینجا به ارائه یک نمونه سؤال تحقیقاتی برای هرکدام از سطوح سلسله‌مراتب می‌پردازیم.

اکولوژی جهانی (global ecology)

زیست‌کره (biosphere) اکوسیستم جهانی بوده و شامل مجموع اکوسیستم‌ها و چشم‌اندازهای (landscape) کره زمین است. اکولوژی جهانی به بررسی اثر تبادل مواد و انرژی در مقیاس منطقه‌ای (regional) بر روی عملکرد و پراکنش جانداران زیست‌کره می‌پردازد.
◀ الگوهای جهانی گردش هوا چه تأثیری روی پراکنش موجودات زنده دارند؟

اکولوژی چشم‌انداز

یک چشم‌انداز، خشکی (و یا دریایی (seascape)) موزائیکی از اکوسیستم‌های مرتبط است. تحقیقات در اکولوژی چشم‌انداز بر روی عوامل کنترل‌کننده تبادل انرژی، ماده و جاندار مابین چندین اکوسیستم متمرکز هستند.
◀ مواد مغذی اکوسیستم‌های خشکی تا چه اندازه روی موجودات زنده دریاچه تأثیر گذار هستند؟

اکولوژی اکوسیستم (ecosystem ecology)

یک اکوسیستم شامل جوامع جانداران یک منطقه مشخص همراه با عوامل فیزیکی است که جانداران در حال برهمکنش با آنها هستند. تأکید اکولوژی اکوسیستم بر روی جریان انرژی و چرخش مواد بین جانداران و محیط است.
◀ تولیدکنندگی فتوسنتزی در این اکوسیستم آبی توسط چه عواملی کنترل می‌شود؟

اکولوژی جامعه (community ecology)

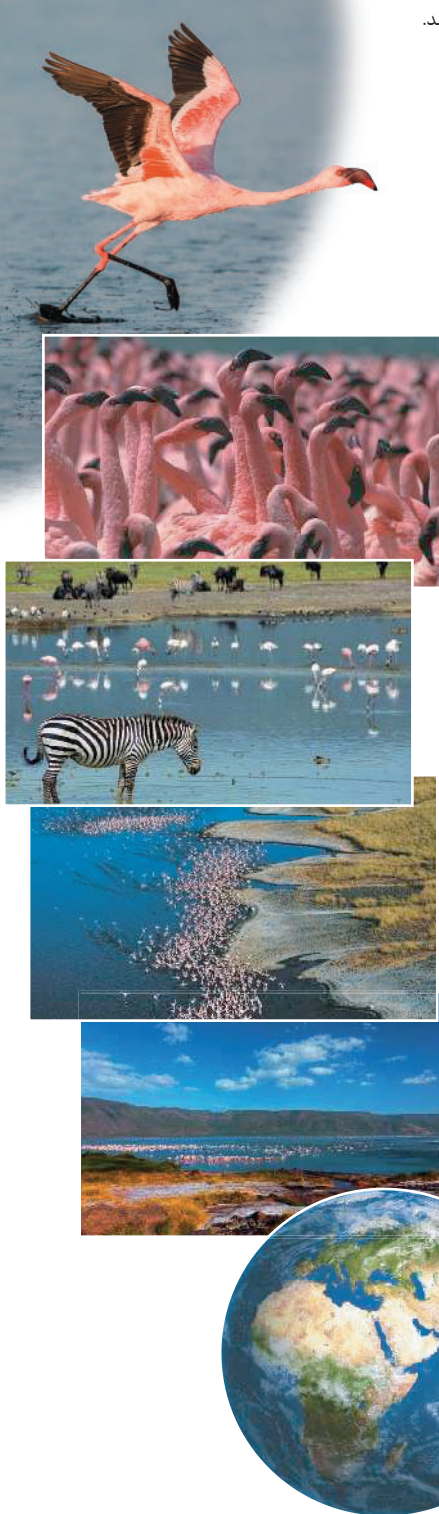
یک جامعه شامل گروهی از جمعیت‌های گونه‌های مختلف در درون یک منطقه مشخص است. اکولوژی جامعه به بررسی اثرات برهمکنش‌های گونه‌ای از قبیل صیادی و رقابت بر روی ساختار و سازماندهی جوامع اکولوژیک می‌پردازد.
◀ چه عواملی روی تنوع گونه‌های این دریاچه که در آفریقا قرار دارد، تأثیر می‌گذارند؟

اکولوژی جمعیت (population ecology)

یک جمعیت، گروهی از افراد یک گونه در یک منطقه مشخص است. اکولوژی جمعیت، عواملی را که بر روی اندازه جمعیت و نیز چرایی و چگونگی تغییرات آن در طول زمان اثر می‌گذارند را تجزیه و تحلیل می‌کند.
◀ کدام عوامل محیطی بر روی نرخ تولیدمثلی فلامینگوها اثر می‌گذارند؟

اکولوژی جاندار (Organismal ecology)

این شاخه از اکولوژی شامل زیرشاخه‌هایی مانند اکولوژی فیزیولوژیکی (physiological ecology)، اکولوژی تکاملی (evolutionary ecology) و اکولوژی رفتاری (behavioral ecology) است. این مسئله که چگونه ساختار، فیزیولوژی و رفتار یک جاندار پاسخ به چالش‌های محیط آن جاندار را تعیین می‌کند، موضوع اکولوژی جاندار محسوب می‌شود.
◀ فلامینگوها چگونه جفت خود را انتخاب می‌کنند؟



مطالعه اکولوژیست‌ها را می‌توان به صورت یک سیستم سلسله‌مراتبی که مقیاس آن از یک جاندار تا سیاره زمین است، طبقه‌بندی کرد (شکل ۲-۵۲).

اکولوژی (از کلمه یونانی *Oikos* به معنی خانه و *logos* به معنی مطالعه) در واقع مطالعه علمی برهمکنش‌های بین جانداران و محیط آنهاست. برهمکنش‌های مورد

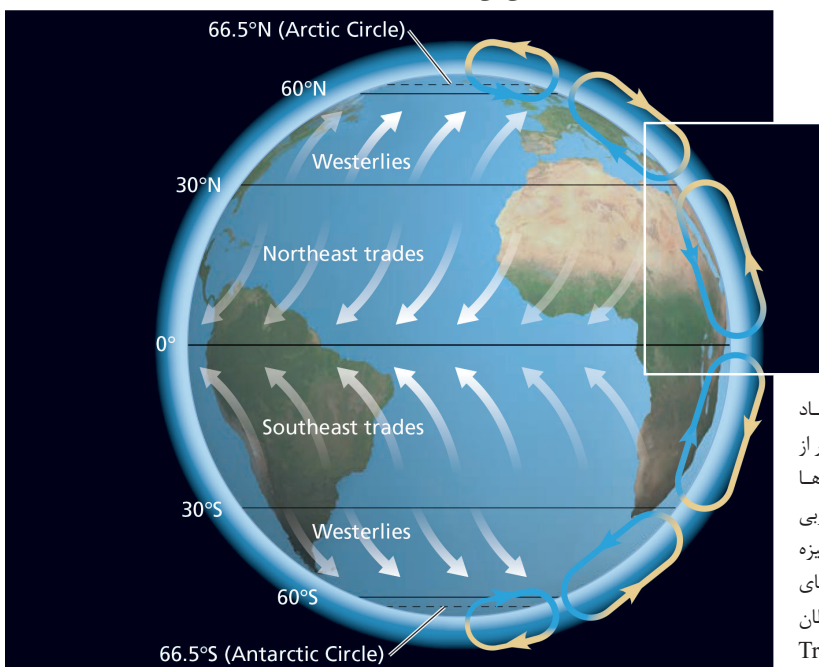
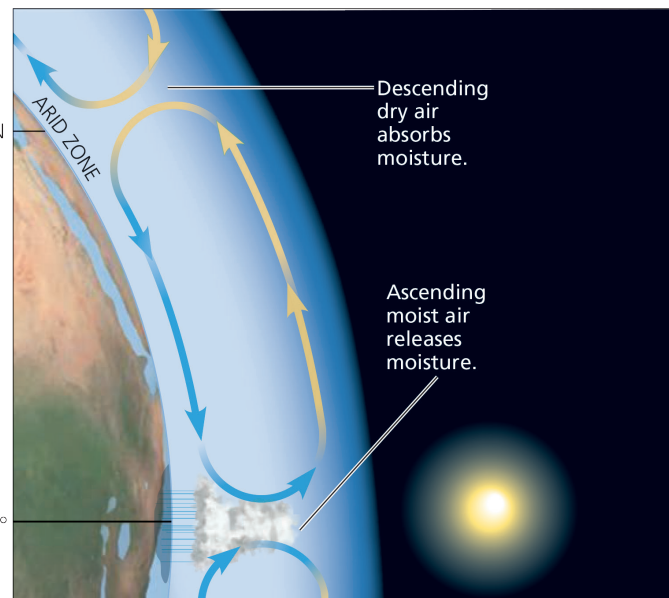
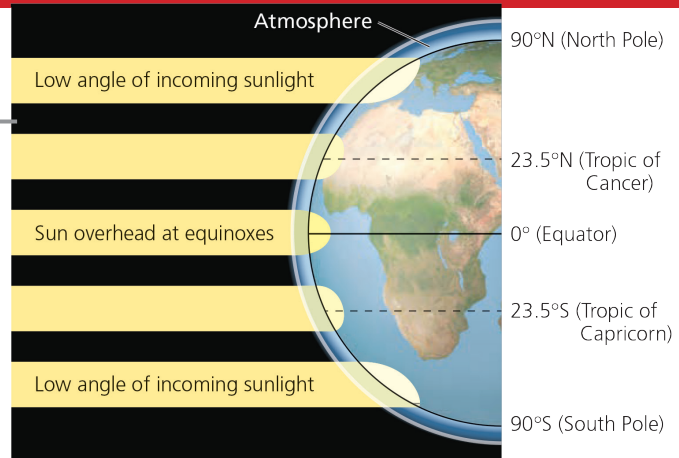
▼ شکل ۲-۵۲ بررسی الگوهای جهانی اقلیم.

تغییر شدت نور خورشید براساس عرض جغرافیایی

انحنای محور کره زمین باعث تغییرات شدت نور خورشید در عرض‌های جغرافیایی مختلف می‌شود. به دلیل برخورد مستقیم نور خورشید با مناطق گرمسیری (tropics) (مناطق که بین ۲۳/۵ درجه عرض شمالی و ۲۳/۵ درجه عرض جنوبی قرار دارند) در این مناطق گرما و نور بیشتری به واحد سطح زمین می‌رسد. در عرض‌های جغرافیایی بالاتر نور خورشید با یک زاویه مورب به زمین برخورد می‌کند و بنابراین انرژی نورانی بر روی سطح زمین پخش می‌شود.

گردش جهانی هوا و الگوهای بارشی جغرافیایی

تشعشع شدید نور خورشید در اطراف خط استوا باعث ایجاد یک الگوی جهانی گردش هوا و بارش می‌شود. دمای بالای مناطق گرمسیری، آب موجود در سطح زمین را تبخیر کرده و باعث می‌شود توده‌های هوای گرم و مرطوب بالا رفته (پیکان‌های آبی) و به سمت قطب‌ها جریان پیدا کنند. توده‌های هوای در حال صعود به مرور سرد می‌شوند و با آزاد کردن محتوای آب خود باعث نزول بارش‌های فراوان در مناطق گرمسیری می‌شوند. توده‌های صعود کرده به ارتفاعات بالا که اکنون خشک است، در حدود عرض‌های ۳۰ درجه شمالی و جنوبی به سمت زمین فرود می‌آید (پیکان‌های قهوه‌ای) و رطوبت موجود در سطح زمین در این مناطق را جذب می‌کند. همین مسئله منجر به ایجاد یک اقلیم خشک و در نتیجه ایجاد بیابان‌ها که در این عرض‌های جغرافیایی بسیار دیده می‌شوند، می‌گردد. قسمتی از هوای در حال فرود به سمت قطب‌ها جریان می‌یابد. این توده‌های هوا، در عرض‌های جغرافیایی حدود ۶۰ درجه، مجدداً بالا رفته و بارش‌های فراوانی (هرچند کمتر از مناطق گرمسیری) ایجاد می‌کنند. بخشی از این هوای سرد و خشک به سمت قطب حرکت کرده و در آنجا فرود می‌آید. این هوا ضمن حرکت به سمت استوا رطوبت موجود را جذب کرده و باعث ایجاد یک اقلیم بسیار سرد و نسبتاً بدون بارش در مناطق قطبی می‌شود.



هوایی که نزدیک سطح زمین جریان دارد باعث ایجاد الگوهای جهانی منظم وزش باد می‌شود. هم‌زمان با چرخش زمین حول محور خود، خشکی‌های نزدیک استوا سریع‌تر از خشکی‌های موجود در قطب‌ها حرکت می‌کنند. این تفاوت سرعت، باعث انحراف بادها از مسیر عمودی (که در بالا نشان داده شده است) و ایجاد بادهای شرقی (easterly) و غربی (westerly) می‌شود که در شکل سمت چپ به نمایش درآمده‌اند. بادهای سرد شده آلیزه (trade winds) در مناطق گرمسیری از سمت شرق به غرب جریان می‌یابند ولی بادهای غالب (prevailing winds) غربی در مناطق معتدله (حداصل بین مدار راس‌السرطان Tropic of Cancer) و قطب شمال و نیز بین مدار راس‌الجدي (Tropic of capricorn) و قطب جنوب از سمت غرب به سمت شرق جریان می‌یابند.

بر روی پراکنش جانداران است. چهار عامل فیزیکی شامل دما، بارش، نور خورشید و باد، اجزای بسیار مهم اقلیم هستند. برای درک چگونگی تأثیر اقلیم و تغییرات اقلیمی روی زمین، از مطالعهٔ الگوهای اقلیمی جهانی، منطقه‌ای و محلی بحث را آغاز می‌کنیم.

الگوهای جهانی اقلیم

انرژی ورودی خورشید و حرکت زمین در فضا تا حد زیادی الگوهای جهانی اقلیم را تعیین می‌کنند. خورشید باعث گرم شدن اتمسفر، خشکی و آب می‌شود. این گرم شدن باعث تغییرات دمایی، حرکت‌های گردشی هوا و آب و نیز تبخیر آب که خود عامل تنوع بارز اقلیمی در عرض‌های جغرافیایی مختلف است، می‌شود. **شکل ۳-۵۲** الگوهای اقلیمی زمین و چگونگی تشکیل آنها را به طور خلاصه نشان می‌دهد.

ما ابتدا در این فصل به بررسی اثرات اقلیم زمین و سایر عوامل بر روی موقعیت مهم‌ترین نواحی حیاتی^۱ در خشکی و اقیانوس خواهیم پرداخت. سپس خواهیم دید که چگونه اکولوژیست‌ها عوامل کنترل‌کنندهٔ پراکنش گونه‌ها را مطالعه می‌کنند. چهار فصل بعدی به اکولوژی جمعیت، جامعه، اکوسیستم و اکولوژی جهانی اختصاص دارند و ما در این فصول خواهیم دید که اکولوژیست‌ها چگونه دانش زیست‌شناسی را برای پیش‌بینی پیامدهای جهانی فعالیت‌های انسانی و برای حفاظت از تنوع زیستی کرهٔ زمین به کار می‌گیرند.

مبحث 1-52

اقلیم کرهٔ زمین در فصل‌های مختلف و عرض‌های جغرافیایی متفاوت، یکسان نبوده و به سرعت در حال تغییر است

اقلیم^۲ که عبارت است از شرایط آب و هوایی غالب در یک منطقه در مدت‌زمان طولانی، مهم‌ترین عامل تأثیرگذار

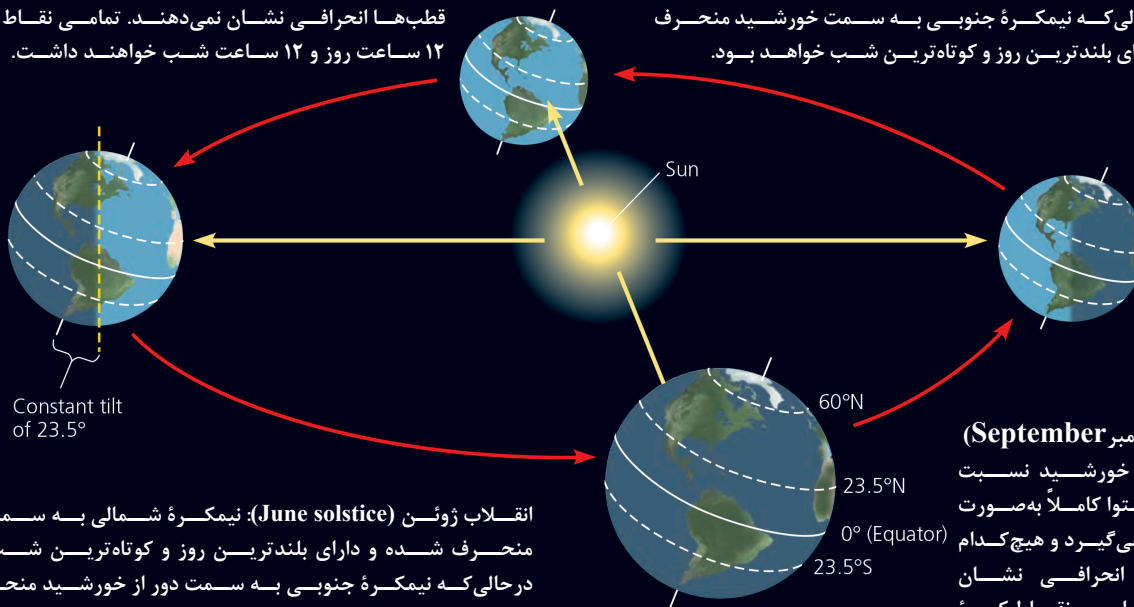
▼ **شکل ۴-۵۲** تغییرات فصلی در شدت نور خورشید. به دلیل انحراف محور زمین نسبت به صفحهٔ مدار آن در اطراف خورشید، شدت نور خورشید به‌صورت فصلی تغییر می‌کند. این تغییرات در مناطق گرمسیری کمترین بوده ولی به سمت قطب‌ها افزایش می‌یابد.

اعتدال مارس (March equinox): خورشید نسبت به خط استوا کاملاً به‌صورت عمود قرار می‌گیرد و هیچ‌کدام از قطب‌ها انحرافی نشان نمی‌دهند. تمامی نقاط کرهٔ زمین ۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب خواهند داشت.

انقلاب دسامبر (December solstice): نیمکرهٔ شمالی به سمت دور از خورشید منحرف شده و کوتاه‌ترین روز و طولانی‌ترین شب را نشان می‌دهد در حالی که نیمکرهٔ جنوبی به سمت خورشید منحرف می‌شود و دارای بلندترین روز و کوتاه‌ترین شب خواهد بود.

انقلاب ژوئن (June solstice): نیمکرهٔ شمالی به سمت خورشید منحرف شده و دارای بلندترین روز و کوتاه‌ترین شب می‌شود، در حالی که نیمکرهٔ جنوبی به سمت دور از خورشید منحرف شده و دارای کوتاه‌ترین روز و بلندترین شب خواهد بود.

اعتدال سپتامبر (September equinox): خورشید نسبت به خط استوا کاملاً به‌صورت عمود قرار می‌گیرد و هیچ‌کدام از قطب‌ها انحرافی نشان نمی‌دهند. تمامی نقاط کرهٔ زمین ۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب خواهند داشت.



گرمسیری برگ‌ریز در آن می‌رویند، می‌شود. علاوه‌براین، تغییرات فصلی در الگوهای وزش باد ممکن است باعث فرازجوشی^۲ آب‌های سرد از لایه‌های عمیق اقیانوسی گردد. این آب سرشار از موادغذایی منجر به رشد فیتوپلانکتون‌های سطحی و جاندارانی که از آنها تغذیه می‌کنند، می‌شود. این نواحی فرازجوشی^۳ علی‌رغم اینکه درصد ناچیزی از سطح اقیانوس را شامل می‌شوند ولی بیش از یک‌چهارم صید جهانی ماهی در آنها صورت می‌گیرد.

توده‌های آبی^۴

جریان‌های اقیانوسی با گرم و سرد کردن توده‌های هوایی که از روی خشکی عبور می‌کنند، اقلیم حاکم بر سواحل قاره‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در یک عرض جغرافیائی مشخص، نواحی ساحلی نسبت به مناطق خشکی مرطوب‌تر هستند. اقلیم سرد و مه‌آلود حاصل از جریان سرد کالیفرنیا^۵ در امتداد بخش غربی آمریکای شمالی به سمت جنوب حرکت می‌کند و باعث ایجاد جنگل‌های بارانی سوزنی‌برگ در اکثر قسمت‌های ساحلی اقیانوس آرام و دره‌های بزرگ چوب سرخ^۶ در بخش‌های جنوبی‌تر

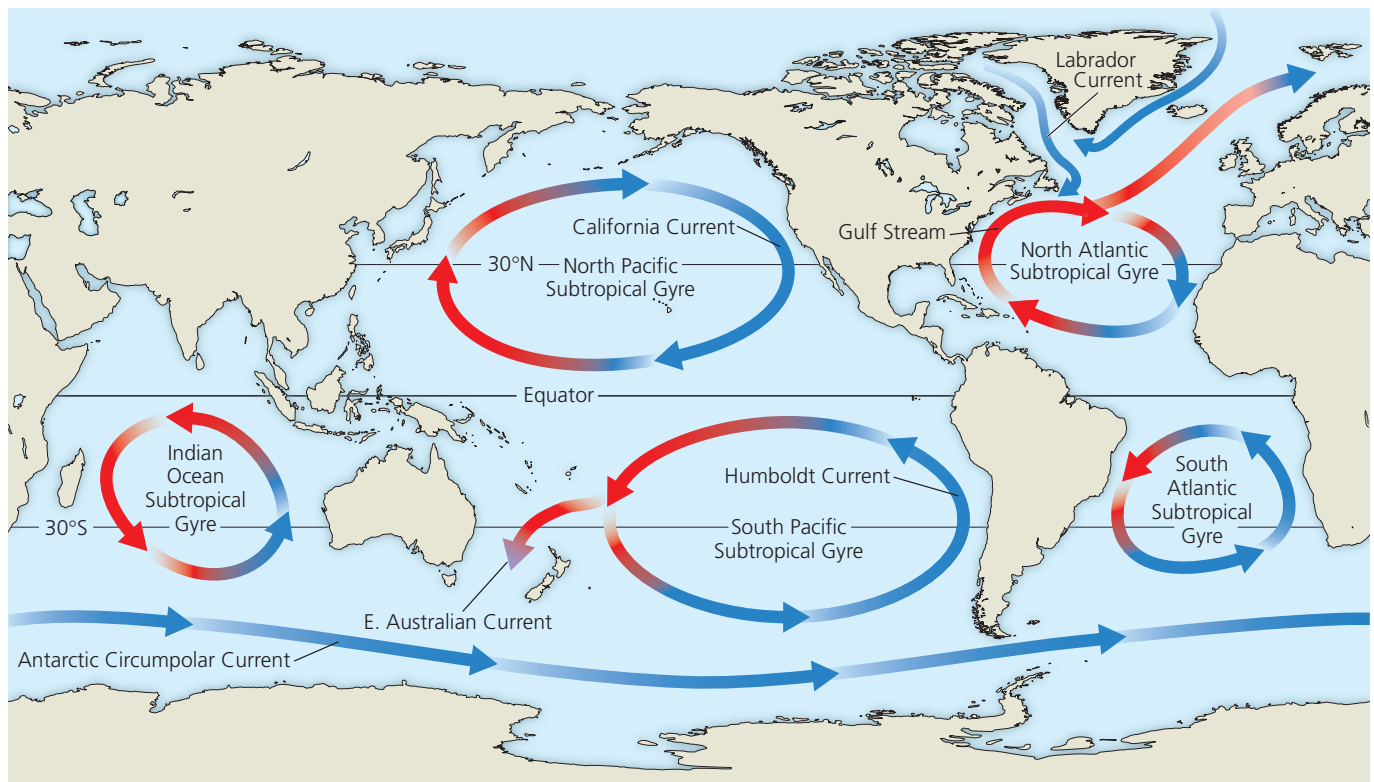
تأثیرات منطقه‌ای و محلی بر روی اقلیم

الگوهای اقلیمی شامل تنوع فصلی آب و هوا بوده و توسط سایر عوامل مانند توده‌های بزرگ آبی و رشته‌کوه‌ها نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرند. هرکدام از این عوامل را به‌صورت دقیق و جزئی بررسی خواهیم کرد.

تغییرات فصلی^۱

همان‌طور که در شکل ۴-۵۲ شرح داده شده است، کج بودن محور چرخش زمین و گردش آن به دور خورشید، باعث ایجاد دوره‌های فصلی مشخص در عرض‌های جغرافیایی میانی و بالا می‌شود. علاوه‌براین، تغییرات جهانی طول روز، میزان تشعشع خورشیدی و دما، تغییر زاویه خورشید در طول سال نیز بر محیط‌ها و زیستگاه‌های محلی اثر می‌گذارد. برای مثال، با تغییر زاویه خورشید، کمربندهای هوای مرطوب و خشک در دو طرف استوا کمی به سمت شمال و به سمت جنوب جابه‌جا می‌شوند. این جابجایی باعث ایجاد فصل‌های خشک و مرطوب در حدود ۲۰ درجه شمالی و ۲۰ درجه جنوبی یعنی موقعیتی که بسیاری از جنگل‌های

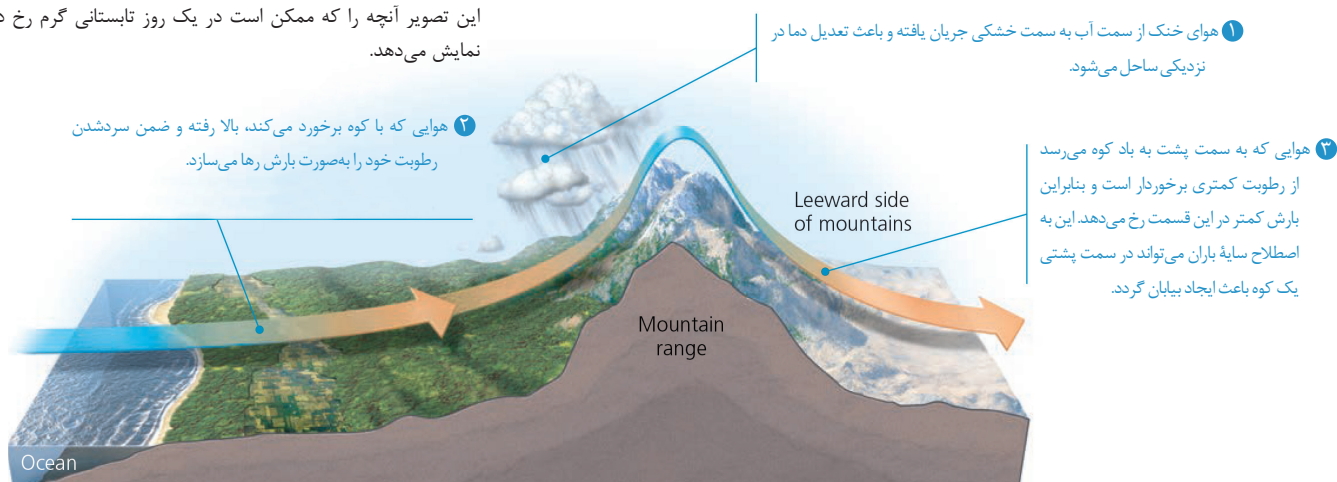
▼ شکل ۵-۵۲ گردش جهانی آب‌های سطحی اقیانوسی. در محل استوا، آب‌ها گرم می‌شوند و به سمت قطب شمال و قطب جنوب جریان یافته و در آنجا سرد می‌شوند. به شباهت‌های بین جهت حرکت آب در حلقه‌های گردش آب و جهت بادهای آلایزه در شکل ۳-۵۲ دقت کنید.



- 2- upwelling
- 3- upwelling zones
- 4- water bodies
- 5- California current
- 6- redwood

- 1- seasonality

▼ شکل ۶-۵۲ چگونه توده‌های آبی بزرگ و کوهستان‌ها بر روی اقلیم تأثیر می‌گذارند. این تصویر آنچه را که ممکن است در یک روز تابستانی گرم رخ دهد نمایش می‌دهد.



را ببینید). این الگوی اقلیمی در اطراف دریای مدیترانه نیز دیده می‌شود و به همین دلیل به اقلیم مدیترانه‌ای^۴ معروف است.

کوهستان‌ها

کوهستان‌ها همانند توده‌های بزرگ آبی، جریان هوا بر روی خشکی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. وقتی هوای گرم و مرطوب به یک کوه می‌رسد، بالا رفته و ضمن سرد شدن، رطوبت خود را به صورت بارش در سمت رو به باد^۵ کوه آزاد می‌کند (شکل ۶-۵۲ را ببینید). در سمت پشت به باد کوه^۶، هوای سرد ولی خشک فرود آمده و رطوبت موجود را جذب می‌کند و بدین ترتیب باعث ایجاد سایه باران^۷ می‌شود. بسیاری از بیابان‌های جهان در مناطق سایه باران سمت پشت به باد کوه‌ها تشکیل می‌شوند که از آن جمله می‌توان به بیابان حوضه بزرگ^۸ و موهاوی^۹ در غرب آمریکای شمالی و بیابان گبی^{۱۰} در آسیا اشاره کرد.

کوهستان‌ها همچنین با اثر گذاشتن روی میزان نور خورشید که به یک سطح می‌رسد، دما و بارش در مقیاس محلی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در نیمکره شمالی، شیب‌های جنوبی کوه‌ها نسبت به شیب‌های شمالی نور بیشتری دریافت می‌کنند و بنابراین گرم‌تر و خشک‌تر هستند. این تفاوت‌های فیزیکی بر روی پراکنش گونه‌ها در مقیاس محلی اثرگذار هستند. در بسیاری از کوه‌های

می‌شود. برعکس، مناطق غربی اروپای شمالی دارای اقلیم متعادل هستند، زیرا جریان گلف استریم^۱ آب‌های گرم را از سمت استوا به سمت اقیانوس اطلس شمالی جابجا می‌کند (شکل ۵-۵۲). در نتیجه، شمال غربی اروپا نسبت به جنوب شرقی کانادا زمستان‌های گرم‌تری را تجربه می‌کند. جنوب شرقی کانادا در عرض جغرافیایی پایین‌تری قرار دارد ولی توسط جریان لابرادر^۲ خنک می‌شود. این جریان از سواحل گرینلند منشأ می‌گیرد و در مسیر حرکت خود به سمت جنوب باعث سرد شدن جنوب شرقی کانادا می‌شود.

به دلیل گرمای ویژه^۳ بالای آب (مبحث ۲-۳ را ببینید)، اقیانوس‌ها و دریاچه‌های بزرگ، اقلیم نواحی خشکی اطراف خود را تعدیل می‌کنند. در یک روز بسیار گرم که خشکی‌ها دمای بالاتری نسبت به آب‌ها دارند، هوای روی خشکی گرم شده و بالا می‌رود. در نتیجه، نسیم خنکی از سمت آب به سمت خشکی جریان می‌یابد (شکل ۶-۵۲). در مقابل، چون دما در طول شب در مناطق خشکی با سرعت بیشتری نسبت به مناطق آبی افت پیدا می‌کند، این بار هوای گرم‌تر روی آب بالا می‌رود و هوای سردتر را از سمت خشکی به سمت آب می‌کشاند. ولی، این تعدیل محلی اقلیم تنها در سواحل دیده می‌شود. در مناطقی مانند جنوب کالیفرنیا و جنوب غربی استرالیا، بادهای خشک و سرد اقیانوسی وقتی در تابستان بر روی خشکی جریان می‌یابند، گرم شده و رطوبت را به خود جذب می‌کنند و در نتیجه تا چند کیلومتری دور از ساحل در درون توده خشکی، اقلیمی گرم و خشک ایجاد می‌کنند (شکل ۵-۳)

4- Mediterranean climate

5- windward

6- leeward

7- rain shadow

8- Great Basin

9- Mojave Desert

10- Gobi Desert

1- Gulf stream

2- Labrador

3- specific heat

داشت. درواقع، چنین رخداد بزرگ اقلیمی همواره در حال اتفاق افتادن است. سوزاندن سوخت‌های فسیلی و جنگل‌زدائی موجب افزایش غلظت دی اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر می‌شوند. این موضوع موجب تغییرات آب و هوایی شده است، تغییرات آب و هوایی تغییرات جهت‌دار آب و هوای جهان هستند که بیش از سه دهه تداوم یافته باشند (برخلاف تغییرات آب و هوایی کوتاه‌مدت) همان‌طور که بعداً در بخش ۴-۵۶ بررسی خواهیم کرد، از سال ۱۹۰۰ تاکنون کره زمین به طور متوسط ۰/۸ درجه سانتی‌گراد (۱/۴ درجه فارنهایت) گرم‌تر شده است و انتظار می‌رود تا سال ۲۱۰۰، حدود ۶-۱ درجه سانتی‌گراد (۱۱-۲ درجه فارنهایت) به دمای زمین افزوده شود.

یکی از راه‌های پیش‌بینی اثرات تغییرات اقلیمی بر روی محدوده‌های جغرافیایی جانداران این است که ببینیم از زمان پایان آخرین دوره یخبندان، چه تغییراتی در مناطق معتدله رخ داده است. تا ۱۶۰۰۰ سال پیش، اکثر قسمت‌های آمریکای شمالی و اوراسیا از یخچال‌های قاره‌ای پوشیده شده بود. با گرم شدن اقلیم و عقب‌نشینی یخچال‌ها، محدوده پراکنش درختان به سمت شمال گسترش پیدا کرد. جزئیات این تغییرات در دانه‌های گرده سنگواره‌ای که در دریاچه‌ها و آبگیرها رسوب کرده‌اند، ثبت و نگهداری شده است. داده‌های به‌دست آمده از سنگواره دانه‌های گرده نشان می‌دهد که برخی گونه‌ها به سرعت به سمت شمال گسترش پیدا کردند درحالی‌که سرعت گسترش دیگر گونه‌ها آهسته‌تر بوده است. در مورد گونه‌هایی که سرعت حرکتشان کمتر بوده، چند هزار سال تأخیر در زمان نقل مکان به زیستگاه مناسب مشاهده می‌شود.

آیا گیاهان و سایر گونه‌ها می‌توانند با سرعت بالاتر گرم شدن که برای این قرن پیش‌بینی شده است، نیز پیش بروند؟ اکولوژیست‌ها سعی کرده‌اند تا به این سوال در مورد راش آمریکائی پاسخ دهند. مدلی که آنها استفاده کردند پیش‌بینی کرد که حد شمالی محدوده پراکنش راش ممکن است حدود ۷۰۰-۹۰۰ کیلومتر به سمت شمال جابه‌جا گردد و حتی حد جنوبی محدوده راش از این بیشتر نیز تغییر یابد. محدوده پراکنش فعلی و پیش‌بینی شده این گونه در دو شرایط اقلیمی متفاوت در **شکل ۷-۵۲** نشان داده شده است. اگر حتی این پیش‌بینی‌ها تقریباً درست باشند، محدوده راش برای هماهنگی با اقلیم در حال گرم شدن باید حدود ۹-۷ کیلومتر در سال به سمت شمال جابه‌جا شود. ولی از زمان پایان آخرین دوره یخبندان، راش تنها با سرعت ۰/۲ کیلومتر در سال جابه‌جا شده است.

غرب آمریکای شمالی، نوئل^۱ و سایر سوزنی‌برگان در شیب‌های شمالی که خنک‌تر هستند، می‌رویند ولی گیاهان درختچه‌ای مقاوم به گرما در شیب‌های جنوبی یافت می‌شوند. علاوه‌براین، به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع، دما به میزان ۶ درجه سانتی‌گراد افت پیدا می‌کند که برابر با میزان افت دما به ازای ۸۸۰ کیلومتر تغییر در عرض جغرافیایی است. این مسئله یکی از دلایل شباهت جوامع مناطق مرتفع یک عرض جغرافیایی با جوامع مناطق پست عرض‌های جغرافیایی بسیار دورتر از استوا است.

ریزاقلیم

ریزاقلیم در مقیاس کوچک‌تری قرار دارد که شامل الگوهای آب و هوایی محلی بسیار دقیق است. بسیاری از ویژگی‌های محیط با ایجاد سایه، تغییر میزان تبخیر از خاک و یا تغییر الگوهای وزش باد می‌توانند بر روی ریزاقلیم اثر بگذارند. درختان جنگل، اغلب ریزاقلیم زیر تاج پوش خود را تعدیل می‌کنند. بنابراین نواحی باز به دلیل جریان باد و تابش نور شدیدتر که خود حاصل سرد و گرم شدن سریع مناطق باز است، نسبت به مناطق جنگلی نوسانات دمایی شدیدتری را تجربه می‌کنند. در داخل یک جنگل، قسمت‌های پست نسبت به قسمت‌های مرتفع‌تر از رطوبت بیشتری برخوردارند و توسط گونه‌های متفاوت مختلفی اشغال می‌شوند. یک تنه درخت و یا سنگ بزرگ می‌توانند سرپناهی برای سمندرها، کرم‌ها و حشرات باشند و از آنها در برابر دما و رطوبت محافظت کند.

وجود تفاوت‌های جزیی در ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی مانند دما، نور، آب و مواد مغذی از مشخصه‌های هر محیط و زیستگاهی بر روی کره زمین محسوب می‌شود. این عوامل غیرزیستی^۲ یا غیرزنده بر روی پراکنش و فراوانی جانداران اثرگذار هستند. در قسمت‌های بعدی این فصل خواهیم دید که چگونه عوامل زیستی^۳ یا زنده که شامل سایر جانداران حاضر در محیط یک جاندار هستند، به‌طور مشابهی پراکنش و فراوانی حیات بر روی کره زمین را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

تغییر اقلیم جهانی

به دلیل نقش متغیرهای اقلیمی در تعیین محدوده جغرافیایی اکثر گیاهان و جانوران، هرگونه تغییر عمده در اقلیم کره زمین، اثرات عمیقی بر روی زیست‌کره خواهد

1- spruce

2- abiotic

3- biotic

▼ شکل ۸-۵۲ زنبور عسل (*Bombus affinis*) rusty-patched. این گونه نتوانسته قلمرو خود را گسترش دهد و بنابراین در معرض خطر است.



میانگین گسترش جغرافیایی ۶۷ گونه از زنبورهای عسل در نیمکره شمالی کاهش یافته است: زنبورهای عسل در حال عقب‌نشینی از زیستگاه‌های جنوبی خود بودند اما نتوانستند قلمرو خود را به سمت شمال گسترش دهند (شکل ۸-۵۲). به‌طور کلی تغییرات اقلیمی موجب کاهش جمعیت و حتی ناپدید شدن بسیاری از گونه‌ها شده است (شکل ۱۲-۱) را ببینید). در ادامه همچنان به بررسی اهمیت اقلیم در تعیین پراکنش گونه‌ها در سطح جهان می‌پردازیم.

پرسش‌های مبحث ۱-۵۲

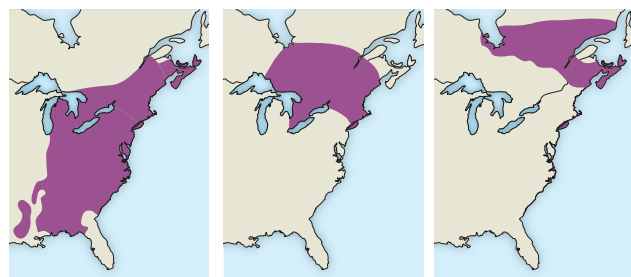
- ۱- توضیح دهید که چگونه گرم شدن غیریکنواخت سطح زمین توسط خورشید موجب ایجاد بیابان‌ها در حدود ۳۰ درجه عرض شمالی و عرض جنوبی می‌شود؟
 - ۲- برخی از تفاوت‌های ریزاقلیم بین یک مزرعه کاشته‌نشده و یک رودخانه نزدیک با ردیف درختان کنار آن را ذکر کنید.
 - ۳- چه می‌شد اگر؟ در پایان آخرین دوره یخبندان، تغییرات اقلیمی زمین به‌صورت تدریجی و در طول قرن‌ها تا هزاران سال صورت گرفت. اگر طبق پیش‌بینی‌ها، گرم شدن فعلی زمین به سرعت اتفاق افتد، این روند چگونه می‌تواند تکامل درختان با طول عمر زیاد را در مقایسه با گیاهان یکساله که طول عمر به مراتب کمتری دارند، تحت تأثیر قرار دهد؟
 - ۴- ارتباط دهید! اگر فقط دما را در نظر بگیریم، انتظار دارید که پراکنش جهانی گیاهان C₄ در پاسخ به گرمتر شدن زمین گسترش یابد یا تحلیل رود؟ چرا؟ (مبحث ۴-۱۰ را ببینید).
- برای ملاحظه پاسخ‌های پیشنهادی، به ضمیمه A مراجعه کنید.

▼ شکل ۷-۵۲

محدوده پراکنش فعلی و پیش‌بینی شده راش آمریکایی در دو حالت مختلف تغییرات اقلیمی.



▲ American beech
(*Fagus grandifolia*)



(a) Current range

(b) 4.5°C warming
over next century

(c) 6.5°C warming
over next century

❓ محدوده پراکنش پیش‌بینی شده تنها بر اساس عوامل اقلیمی به‌دست آمده است. چه عوامل دیگری ممکن است پراکنش این گونه را تغییر دهند؟

گونه‌هایی مانند راش آمریکایی، بدون کمک انسان برای انتقال به زیستگاه‌های جدید، ممکن است محدوده بسیار کوچک‌تری داشته باشند یا حتی منقرض شوند.

تغییرات مشخص در پراکنش بسیاری از گروه‌ها مانند جانداران خشکی، آب شور و آب شیرین نشانه‌ای از یک جهان گرم‌تر است. برای مثال، در چند دهه اخیر محدوده پراکنش ۲۲ گونه از ۳۵ گونه پروانه در اروپا، حدود ۲۴۰-۳۵ کیلومتر به سمت شمال جابه‌جا شده است. در قسمت غربی آمریکای شمالی، ۲۰۰ گونه گیاهی احتمالاً در پاسخ به کاهش بارش باران و برف در ارتفاعات بالاتر، به ارتفاعات پایین‌تر نقل مکان کرده‌اند. تحقیق دیگری نشان می‌دهد که یک گونه دیاتوم اقیانوس آرام (*Neodenticula seminae*) اخیراً برای اولین بار در طول ۸۰۰۰ سال اخیر وارد اقیانوس اطلس شده و ساکن شده است. در این موارد و بسیاری از مثال‌های دیگر از این دست، زمانی که تغییرات اقلیمی موجب گسترش قلمرو یک گونه به یک ناحیه جغرافیایی جدید می‌شود، احتمال آسیب رسیدن به دیگر موجودات زنده ساکن در آن ناحیه وجود دارد (شکل ۳۰-۵۶ را ببینید).

به‌علاوه، با تغییرات آب و هوا، برخی از گونه‌ها با کمبود زیستگاه جایگزین مناسب مواجه می‌شوند و برخی از آنها نمی‌توانند با سرعت کافی مهاجرت کنند. به‌عنوان مثال، مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۵ انجام شد نشان داد که به‌طور

مشخصات کلی بیوم‌های خشکی

اکثر بیوم‌های خشکی براساس ویژگی‌های فیزیکی یا اقلیمی اصلی و پوشش گیاهی غالب نام‌گذاری شده‌اند. برای مثال، علفزارهای معتدله عموماً در عرض‌های جغرافیایی میانی که اقلیم آنها نسبت به مناطق گرمسیری و یا قطبی متعادل‌تر است، قرار گرفته‌اند و گونه‌های مختلف گیاهان گندمی^۲ در آنها غالب هستند. همچنین، هر بیومی دارای میکروارگانیسم‌ها، قارچ‌ها و جانوران خاصی است که به محیط ویژه آن سازگار شده‌اند. احتمال حضور جمعیت‌های بزرگی از پستانداران چرنده بزرگ و قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار^۳ در علفزارهای معتدله بسیار بیشتر از جنگل‌های معتدله است (شکل ۱۵-۳۷ را ببینید).

علی‌رغم اینکه شکل ۸-۵۲ مرزهای مشخصی را بین بیوم‌ها نشان می‌دهد، بیوم‌های خشکی معمولاً به‌صورت تدریجی و گاهی در طول نواحی بسیار وسیع درهم می‌آمیزند. این نواحی آمیختگی یا تغییر تدریجی از یک بیوم به بیوم دیگر که اکوتون^۴ نام دارند، ممکن است وسیع یا باریک باشد.

لایه‌بندی عمودی پوشش گیاهی نیز یک ویژگی مهم برای بیوم‌های خشکی محسوب می‌شود. در بسیاری از جنگل‌ها، لایه‌ها از بالا به پایین عبارتند از لایه تاج پوش^۵ در بالا، لایه درختی پایین، لایه درختچه‌ای، لایه گیاهان علفی، کف جنگل (لایه لاشبرگ) و لایه ریشه‌ای. بیوم‌های غیرجنگلی لایه‌های مشابه ولی نه چندان مشخصی دارند. لایه‌بندی پوشش گیاهی، زیستگاه‌های مختلفی را برای جانوران فراهم می‌سازد. این جانوران معمولاً به گروه‌های تغذیه‌ای متفاوت از پرندهای حشره‌خوار و خفاشانی که در لایه‌های بالایی تاج پوش تغذیه می‌کنند تا پستانداران کوچک، کرم‌های مختلف و بندپایانی که به دنبال غذا در لایه‌های ریشه‌ای و لایه لاشبرگ می‌گردند، تعلق دارند. ترکیب گونه‌ای یک نوع بیوم از یک محل به محل دیگر ممکن است تغییر یابد. برای مثال، در قسمت‌های شرقی جنگل‌های مخروطیان شمالی (تایگا^۶)، نوئل سرخ^۷ به فراوانی دیده می‌شود ولی در سایر قسمت‌ها که نوئل

ساختار و پراکنش بیوم‌های خشکی توسط اقلیم و رویدادهای تخریبی مشخص می‌شوند

حیات بر کره زمین با مقیاس بزرگ در بیوم‌ها پراکنده شده است. این بیوم‌ها درواقع نواحی حیاتی هستند که در خشکی با نوع پوشش گیاهی و در اکوسیستم‌های آبی با نوع محیط فیزیکی مشخص می‌شوند. (همان‌طور که در بخش ۳-۵۲ می‌خوانید) چه چیزی تعیین‌کننده مکان قرارگیری این بیوم‌ها است؟

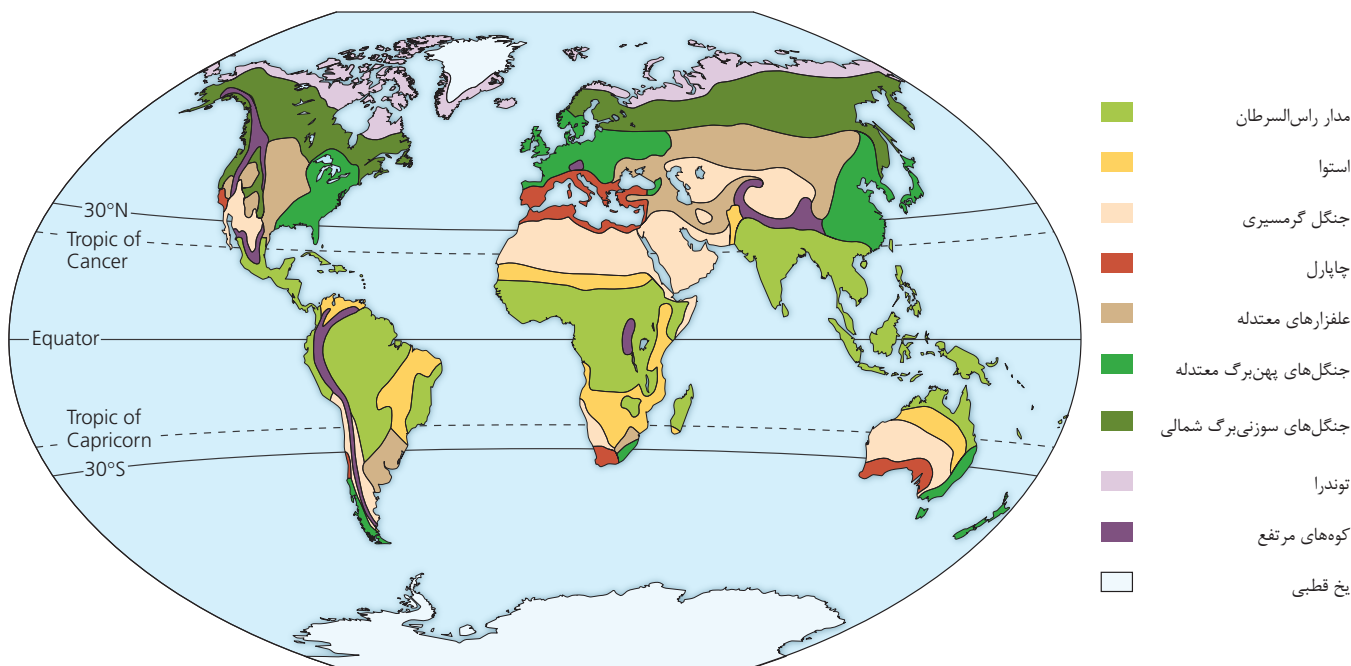
اقلیم و بیوم‌های خشکی

به دلیل نقش بسیار مهم اقلیم در تعیین پراکنش گونه‌های گیاهی، این عامل اصلی‌ترین تعیین‌کننده موقعیت بیوم‌های خشکی است (شکل ۹-۵۲). یکی از راه‌های آشکار کردن نقش اقلیم در پراکنش بیوم‌ها ترسیم نمودار اقلیمی^۱ است. نمودار اقلیمی درواقع نموداری است که میانگین بارش سالانه و میانگین دمای سالانه را در یک منطقه خاص نشان می‌دهد. شکل ۱۰-۵۲ نمودار اقلیمی برخی از بیوم‌های آمریکای شمالی را نشان می‌دهد. برای مثال، دقت کنید که میزان بارش در جنگل‌های مخروطیان شمالی و جنگل‌های معتدله مشابه است ولی به‌طور کلی جنگل‌های معتدله گرم‌تر هستند. علفزارها نسبت به هر دو نوع جنگل فوق گرم‌تر هستند و بیابان‌ها از همه اکوسیستم‌های فوق، شرایط گرم‌تری را تجربه می‌کنند. عوامل دیگری به غیر از میانگین بارش و دما نیز در تعیین موقعیت بیوم‌ها اثرگذار هستند. برخی نواحی آمریکای شمالی با میزان مشخصی از دما و بارش، جنگل‌های پهن برگ معتدله را در خود جای داده‌اند ولی سایر نواحی با مقادیر مشابهی از دما و بارش دارای جنگل‌های سوزنی‌برگ هستند (همپوشانی دو بیوم فوق را در شکل ۱۰-۵۲ ببینید). چگونه می‌توانیم این گوناگونی را توضیح دهیم؟ باید به خاطر داشت که نمودار اقلیمی با استفاده از مقادیر میانگین سالانه رسم می‌شود. ولی، اغلب تغییرات جزئی اقلیمی نیز به اندازه میانگین اقلیم اهمیت دارند. برخی نواحی ممکن است بارش منظمی را در طول سال تجربه کنند ولی سایر نواحی، فصول خشک و مرطوب مشخصی داشته باشند.

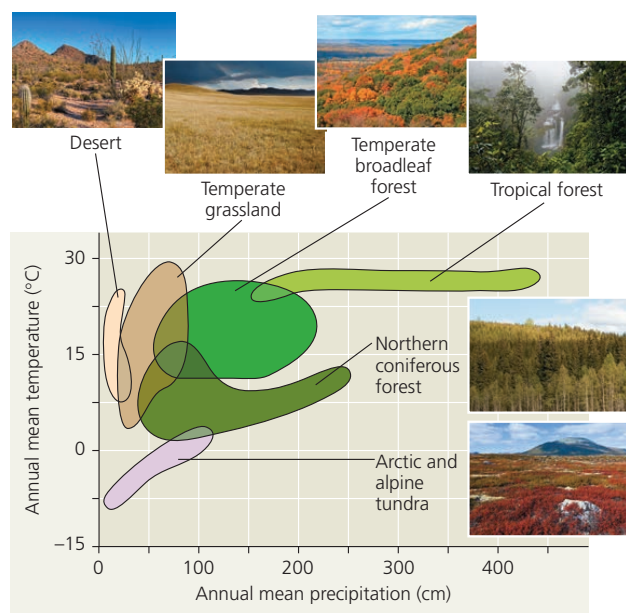
2- grass
3- arbuscular mycorrhiza
4- ecotone
5- canopy
6- taiga
7- red spruce

1- climograph

▼ شکل ۹-۵۲ پراکنش بیوم‌های خشکی اصلی.



▼ شکل ۱۰-۵۲ یک نمودار اقلیمی برای برخی از بیوم‌های اصلی در آمریکای شمالی. قسمت‌های رسم‌شده رنگی در این نمودار، مقادیر میانگین سالانه برای دما و بارش را در بیوم‌های نامبرده در بر می‌گیرند.



تفسیر داده‌ها. برخی از اکوسیستم‌های توندرای قطبی بارش بسیار اندکی در حد بیابان دارند ولی از پوشش گیاهی متراکمی برخوردارند. کدام عامل اقلیمی می‌تواند باعث این تفاوت شود؟ توضیح دهید.

سیاه^۱ و سفید^۲ غالب هستند، حضور ندارد. همان‌طور که در **شکل ۱۱-۵۲** نشان داده شده است، کاکتوس‌های ساکن بیابان‌های آمریکای شمالی و جنوبی از نظر ظاهری بسیار شبیه فرفیون‌های^۳ ساکن بیابان‌های آفریقا هستند ولی به دلیل اینکه کاکتوس‌ها و فرفیون‌ها به دودمان‌های تکاملی متفاوتی تعلق دارند، شباهت آنها به دلیل تکامل همگرا^۴ است.

تخریب و بیوم‌های خشکی

بیوم‌ها به‌طور مداوم در حال تغییر هستند و به جای پایداری، عامل اصلی در این زمینه **تخریب**^۵ است. در اصطلاح اکولوژیک، تخریب رویدادی مانند طوفان، آتش‌سوزی یا فعالیت انسانی است که موجب تغییر یک جامعه، حذف جانداران از آن یا تغییر میزان دسترسی به منابع می‌گردد. آتش‌سوزی‌های مکرر، گیاهان چوبی را از بین برده و باعث جلوگیری از تبدیل شدن ساوانا به درخت‌زار می‌گردند، درحالی‌که شرایط اقلیمی برای این تبدیل فراهم است. تندباد و طوفان‌های دیگر می‌توانند مکان‌هایی باز در جنگل‌های گرمسیری و معتدله برای استقرار جانداران جدید فراهم کنند و از این طریق ترکیب گونه‌ای جنگل را تغییر دهند. پس از

- 1- black spruce
- 2- white spruce
- 3- euphorbs
- 4- convergent evolution
- 5- disturbance

در حین خواندن این ویژگی‌ها، به یاد داشته باشید که انسان اکثر قسمت‌های سطح زمین را تغییر داده است و جوامع طبیعی را با جوامع زراعی و شهری جایگزین کرده است. برای مثال، بخش مرکزی آمریکا به دلیل اینکه زمانی دارای بخش‌های وسیعی از علفزارهای قد بلند^۶ بودند، تحت بیوم علفزار طبقه‌بندی می‌شود. ولی امروزه، بخش‌های بسیار کمی از آن علفزار باقی مانده، زیرا اکثر قسمت‌های آن به زمین‌های کشاورزی تبدیل شده است.

پرسش‌های مبحث ۲-۵۲

۱- **تفسیر داده‌ها.** با توجه به نمودار اقلیمی شکل ۱۰-۵۲،

علفزارهای معتدله برچه اساسی از جنگل‌های پهن‌برگ معتدله متمایز می‌گردند؟

۲- با استفاده از شکل ۱۲-۵۲ بیوم طبیعی که ساکن آن هستید را شناسایی کرده و ویژگی‌های غیرزیستی و زیستی آن را خلاصه‌نویسی کنید. آیا این ویژگی‌ها در محیط حقیقی اطراف شما انعکاس یافته‌اند؟ توضیح دهید.

۳- **چه می‌شد اگر؟** اگر گرمایش جهانی در این قرن، دمای زمین را ۴ درجه سانتی‌گراد افزایش دهد، پیش‌بینی کنید که کدام بیوم احتمالاً جایگزین توندرا حداقل در برخی مناطق خواهد شد؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

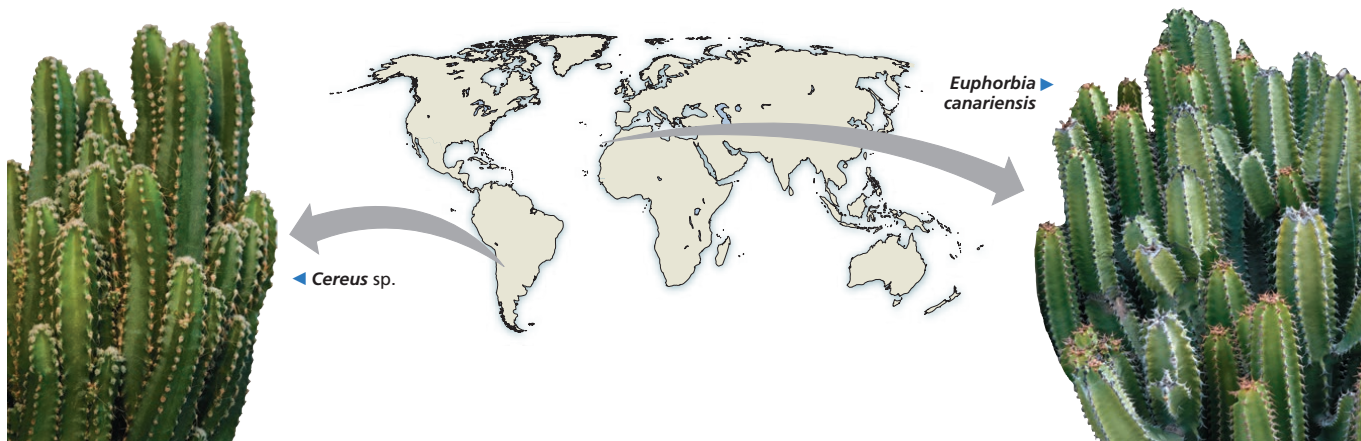
برای ملاحظه پاسخ‌های پیشنهادی، به ضمیمه A مراجعه کنید.

اینکه در سال ۲۰۰۵ طوفان کاترینا^۱ ساحل خلیج^۲ در ایالات متحده را در نوردید، در جنگل‌های تالابی موجود در ساحل، دو گونه سرو مرداب^۳ (*Taxodium distichum*) و توپلوی آبی^۴ (*Nyssa aquatica*) غالب شدند، زیرا نسبت به گونه‌های درختی دیگر، حساسیت کمتری به باد داشتند. به دلیل اثرات تخریب، بیوم‌ها عموماً قطعه قطعه بوده و شامل جوامع مختلف در درون یک منطقه هستند.

در بسیاری از بیوم‌ها، حتی گیاهان غالب نیز وابسته به تخریب‌های دوره‌ای هستند. آتش‌سوزی‌های طبیعی دوره‌ای از ویژگی‌های ثابت علفزارها، ساواناها، چاپارل و بسیاری از جنگل‌های مخروطیان هستند. قبل از توسعه کشاورزی و شهری، تنها یک گونه مخروطی سوزنی‌برگ یعنی کاج برگ بلند^۵ (*Pinus palustris*) در جنوب شرق آمریکا غالب بود. بدون آتش‌سوزی‌های دوره‌ای، درختان پهن‌برگ جایگزین کاج‌ها می‌شوند. امروز، مدیران جنگل، از آتش‌سوزی به‌عنوان ابزاری برای حفظ بسیاری از جنگل‌های سوزنی‌برگ استفاده می‌کنند.

شکل ۱۲-۵۲ مهم‌ترین ویژگی‌های بیوم‌های خشکی را به‌صورت خلاصه نشان می‌دهد.

▼ **شکل ۱۱-۵۲** تکامل همگرا در یک کاکتوس و یک فرفیون. کاکتوس سرده *Careus* در آمریکا ساکن است ولی فرفیون *Euphorbia canariensis* بومی جزایر قناری در سواحل شمال غرب آفریقا است.



- 1- Hurricane Katrina
- 2- Gulf coast
- 3- baldcy press
- 4- water tupelo
- 5- longleaf pine

شکل ۱۲-۵۲ مروری بر بیوم‌های خشکی.

جنگل‌های گرمسیری

پراکنش: جنگل‌های گرمسیری در مناطق

استوایی و نیمه‌استوایی دیده می‌شوند.

بارش: در جنگل‌های پرباران گرمسیری (tropical rain forest)

میزان بارش سالانه حدود ۲۰۰-۴۰۰ سانتی‌متر

بوده و در تمام طول سال ثابت است. در جنگل‌های

خشک گرمسیری (tropical dry forest) میزان بارش سالانه

حدود ۱۵۰-۲۰۰ سانتی‌متر و به شدت فصلی می‌باشد، به طوری که

گاه‌ها یک فصل خشک ۶ تا ۷ ماهه دیده می‌شود.

دما: در طول سال بالا می‌باشد و میانگین آن ۲۹-۲۵ درجه سانتی‌گراد است. تغییرات فصلی ناچیزی در مورد دما دیده می‌شود.

گیاهان: جنگل‌های گرمسیری دارای لایه‌بندی عمودی بوده و در آن رقابت برای نور، شدید است. لایه‌های جنگل‌های پرباران عبارتند از: درختانی که بالاتر از تاج پوش بسته رشد می‌کنند، درختان تشکیل‌دهنده تاج پوش، یک یا دو لایه

درختی در زیر تاج پوش و لایه‌های درختچه‌ای و علفی هستند (گیاهان غیرچوبی کوچک). به طور کلی، لایه‌های کمتری در جنگل‌های خشک گرمسیری دیده می‌شوند. در جنگل‌های پرباران گرمسیری، درختان پهن‌برگ همیشه سبز غالب هستند، در حالی که بسیاری از درختان جنگل‌های خشک گرمسیری، در طول فصل خشک، برگ‌های خود را می‌ریزند. گیاهان دارزی یا اپیفیت (epiphytes) مانند بروملیاسه‌ها (bromeliad) و ارکیدها روی درختان جنگل‌های گرمسیری را می‌پوشانند، اگرچه در جنگل‌های خشک گرمسیری از فراوانی کمتری برخوردار هستند. درختچه‌های خاردار و گیاهان گوشتی در برخی جنگل‌های خشک گرمسیری به فراوانی یافت می‌شوند.

بیابان

پراکنش: بیابان‌ها در عرض‌های جغرافیایی حدود ۳۰ درجه در شمال و جنوب خط استوا و نیز در سایر عرض‌های جغرافیایی در درون قاره‌ها (برای مثال بیابان گبی (Gobi desert) در شمال آسیای مرکزی) دیده می‌شوند.

بارش: بسیار پایین و متغیر است و به طور کلی کمتر از ۳۰ سانتی‌متر در سال است.

دما: به طور فصلی و روزانه تغییر می‌کند. در بیابان‌های گرم (hot desert)، حداکثر دما از ۵۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز می‌کند، در حالی که دما در بیابان‌های سرد (cold desert) ممکن است به کمتر از ۳۰- درجه سانتی‌گراد نیز برسد.

گیاهان: چشم‌اندازهای بیابانی دارای پوشش گیاهی قد کوتاه و بسیار پراکنده هستند و در مقایسه با سایر بیوم‌های خشکی، درصد زمین برهنه در آنها بسیار بالاتر است. گیاهان این بیوم شامل گیاهان گوشتی از جمله کاکتوس‌ها و فریون‌ها، درختچه‌های دارای ریشه عمیق، گیاهان علفی که تنها در طول دوره‌های نادر پررطوبت فعال هستند، می‌شوند. سازگاری‌های گیاهان بیابانی در راستای تحمل گرما و خشکی، ذخیره آب و کاهش مساحت سطح برگ‌ها است. دفاع فیزیکی مانند خار و دفاع شیمیایی مانند سموم در برگ‌های درختچه‌های بیابانی بارز است. بسیاری از گیاهان دارای فتوسنتز C_4 یا CAM هستند.

جانوران: جانوران معمول در بیابان‌ها عبارتند از مارها و مارمولک‌ها، مورچه‌ها، سوسک‌ها، پرندگان ساکن و مهاجر و نیز جوندگان بذرخوار. بسیاری از گونه‌ها شب فعال (nocturnal) هستند. سازگاری اصلی در آنها حفظ آب است به طوری که برخی گونه‌ها تنها با آب حاصل از شکستن کربوهیدرات‌ها در درون بذرها زنده می‌مانند.

اثرات انسانی: ایجاد چاه‌های عمیق و انتقال بلند مسافت آب به انسان اجازه داده است تا جوامع فراوانی را در درون بیابان‌ها به وجود آورد. فعالیت‌هایی مانند توسعه شهری و تبدیل زمین‌ها به کشاورزی آبی، تنوع زیستی طبیعی بسیاری از بیابان‌ها را کاهش داده است.

