



## بوم‌شناسی

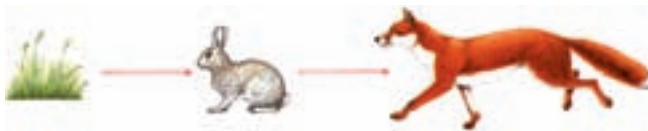


در فصل سوم خواندید که در فرآیند فتوسنتز با کمک انرژی نورانی دی‌اکسیدکربن و آب که موادی غیرآلی هستند، به مواد آلی تبدیل می‌شوند. مواد آلی بین گیاهان و جانوران و نیز بین جانوران مختلف منتقل می‌شود و سرانجام به شکل گرما و کارهای زیستی موجودات زنده به مصرف می‌رسد. بنابراین هر موجود زنده‌ای باید پیوسته با موجودات زنده دیگر و نیز با موجودات غیرزنده اطراف خود، در ارتباط باشد. تحقیق درباره روابط بین موجودات زنده با یکدیگر و با محیط زندگی آنها، موضوع علم بوم‌شناسی (اکولوژی) است.

### اکوسیستم

در محیطی که در شکل ۳-۶ می‌بینید، علاوه بر موجودات زنده، موجودات غیرزنده هم یافت می‌شود: آب، گِل‌های بستر، سنگ، گازها و حتی نمک‌های حل شده در آب، همگی بر زندگی موجودات زنده این محیط اثر دارند. به مجموعه موجودات زنده و غیرزنده یک محیط که باهم در ارتباطند اکوسیستم می‌گویند.

انرژی در اکوسیستم: در فصل‌های پیش خواندید که انرژی آفتاب نخست به گیاهان می‌رسد و سپس مقداری از آن به صورت مواد غذایی به بدن جانوران مصرف‌کننده وارد می‌شود. بنابراین درون هر اکوسیستم، رابطه‌ای غذایی بین موجودات زنده برقرار می‌شود. مثالی از این رابطه را در شکل زیر می‌بینید:



شکل ۱-۶- ساده‌ترین رابطه غذایی بین چند موجود زنده



شکل ۲-۶- یک شبکه غذایی. چند زنجیره غذایی در این شبکه وجود دارد؟

به رابطه غذایی که به این شکل بین موجودات زنده مختلف نشان داده می‌شود، زنجیره غذایی می‌گویند.

شبکه غذایی: اگر چند زنجیره غذایی را بررسی کنیم، متوجه می‌شویم که یک یا چند موجود زنده در آنها مشترک است. یعنی بین زنجیره‌های غذایی رابطه‌ای وجود دارد. مثلاً خرگوش و ملخ ممکن است هر دو از یک نوع گیاه تغذیه کنند. یا آنکه شاهین نیز مانند روباه،

خرگوش را صید کند و پرندگان کوچک از سوسک و پروانه تغذیه کنند و خود نیز نصیب جانوران دیگر مثل شاهین یا روباه شوند.

پس، مطالعه زنجیره‌های غذایی نشان می‌دهد که نه تنها موجودات زنده آنها با یکدیگر رابطه دارند، بلکه بین حلقه‌های یک زنجیره با زنجیره دیگر نیز ارتباط غذایی موجود است. چند زنجیره غذایی که با یکدیگر ارتباط داشته باشند، یک شبکه غذایی را به وجود می‌آورند. شکل ۲-۶ یک شبکه غذایی ساده مربوط به برخی از موجودات زنده یک علفزار را نشان می‌دهد.

### شعاعیت

در این شکل یک محیط طبیعی نشان داده شده است. با دقت به موجودات زنده آن نگاه کنید و درباره روابط آنها با هم و با محیط، بحث کنید.

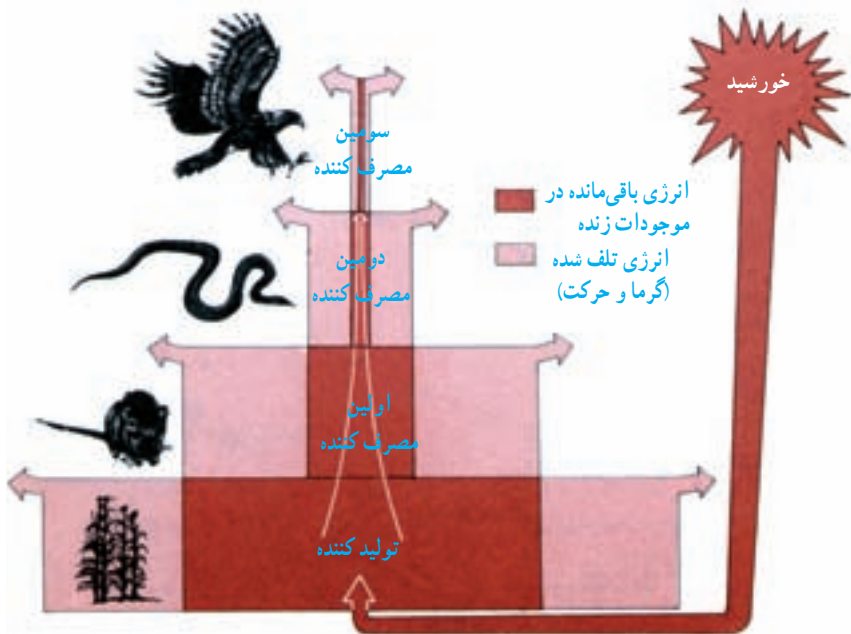


شکل ۳-۶- یک محیط طبیعی

هرم انرژی: در زنجیره غذایی شکل ۴-۶ می‌بینید که مقدار کمی از انرژی نورانی خورشید در مواد آلی که توسط گیاه‌سبز (تولیدکننده) ساخته می‌شود، به دام می‌افتد. همه این مواد آلی (یا انرژی ذخیره شده در آنها) به موش‌ها که جانورانی مصرف‌کننده‌اند، نمی‌رسد. زیرا بخشی از این مواد آلی در ضمن فعالیت‌های زیستی گیاه سبز مصرف می‌شود و انرژی آن از دسترس موش‌ها خارج می‌شود. بخشی نیز (بخش‌های مرده گیاه) به وسیله موجودات تجزیه‌کننده مصرف می‌شود.

موش‌ها نیز همه انرژی موجود در موادی را که به دست می‌آورند، در بافت‌های خود ذخیره نمی‌کنند، زیرا بخشی از آنها از طریق فعالیت‌های مختلف بدن (مانند تنفس و گرما) و قسمتی نیز از طریق ادرار و مدفوع تلف می‌شود. این موضوع در مورد مار و شاهین (دومین و سومین مصرف‌کننده) نیز صادق است. کاهش تدریجی مقدار انرژی از تولیدکننده‌ها به مصرف‌کننده‌های یک زنجیره غذایی به صورت هرمی نمایش داده می‌شود که هرم/انرژی نام دارد.

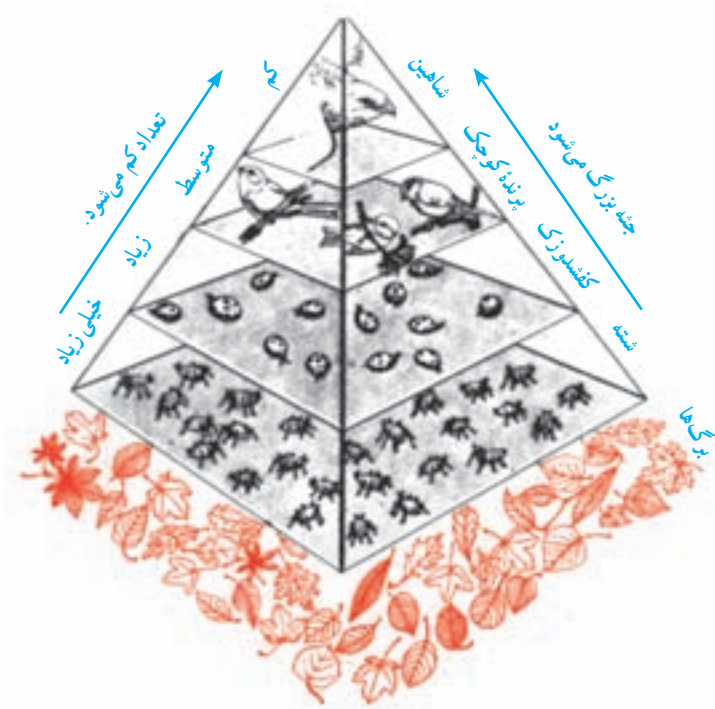
بررسی‌ها نشان داده است که در کره زمین، سالانه فقط ۲٪ درصد از انرژی نور خورشید برای ماده سازی در گیاهان سبز به کار می‌رود و بقیه آن به صورت‌های مختلف هدر می‌رود. آیا فکر می‌کنید که این مقدار انرژی بتواند غذای کافی برای همه مصرف‌کننده‌ها تولید کند؟



شکل ۴-۶- در اثر فعالیتهای هر موجود زنده مقداری انرژی مصرف می‌شود؛ به طوری که مقدار انرژی که از تولیدکننده‌ها به مصرف‌کننده‌ها منتقل می‌شود، به تدریج کاهش می‌یابد.

زیست‌شناسانی که به کشاورزی علاقه‌مند هستند، در فکر یافتن گیاهانی هستند که بیشتر از گیاهان دیگر انرژی نور خورشید را برای ماده‌سازی به کار می‌برند و در نتیجه، مقدار ماده‌آلی که به وسیله آنها تولید می‌شود، بیشتر است. این نوع بررسی‌ها از نظر تأمین غذای کافی برای جمعیت روزافزون مصرف‌کننده‌ها، به‌ویژه آدمی، اهمیت فراوان دارد.

هرم ماده و هرم تعداد: هرم انرژی، هرم ماده نیز به شمار می‌رود، زیرا موجودات زنده برای به‌دست آوردن انرژی، ماده (غذا) مصرف می‌کنند؛ اما اگر هرم انرژی را از نظر تعداد موجودات زنده مورد بررسی قرار دهیم، چگونگی انتقال انرژی از طریق مواد آلی، به خوبی معلوم می‌شود. مثلاً در شکل ۵-۶ به آسانی می‌توانید ببینید که برای تأمین غذای یک مصرف‌کننده که در قله هرم قرار دارد وجود تعداد زیادی تولیدکننده لازم است. از طرف دیگر، هر چه به شاهین نزدیک می‌شویم تعداد مصرف‌کنندگان، کمتر می‌شود. این هرم را که در آن افراد مصرف‌کننده به تدریج بزرگتر؛ اما از تعداد آنها کاسته می‌شود، *هرم تعداد* نامیده‌اند.



شکل ۵-۶- در هرم تعداد، از تولیدکننده به سوی آخرین مصرف‌کننده، به تدریج افراد مصرف‌کننده بزرگتر؛ اما تعداد آنها کمتر می‌شود.

## پوسیدگی

مواد آلی بدن جانداران، پس از مرگ به مواد معدنی مُرده تبدیل می‌شوند. سرانجام این تبدیل که به آهستگی انجام می‌شود، بدن به ماده‌ای که تنها مواد معدنی دارد، تبدیل می‌شود. به این جریان پوسیدگی می‌گویند. سه عامل مهم در پوسیدگی نقش دارند :

۱- آنزیم‌های موجود در سلول‌های جاندار : این آنزیم‌ها بلافاصله پس از مرگ، شروع به تجزیه سلول‌ها و بافت‌های خودی می‌کنند.

۲- جانوران مردارخوار : مثلاً لاشخورها با نوک زدن و کرم‌ها و حشرات با سوراخ کردن جسد، باعث از هم‌گسیختگی بافت‌های بدن می‌شوند.

۳- میکروب‌ها، به‌ویژه باکتری‌ها و قارچ‌ها : از جسد تغذیه و مواد آلی آن را تجزیه می‌کنند. این جانداران که تجزیه‌کننده نامیده می‌شوند، نقش اصلی را در پوسیدگی ایفا می‌کنند.

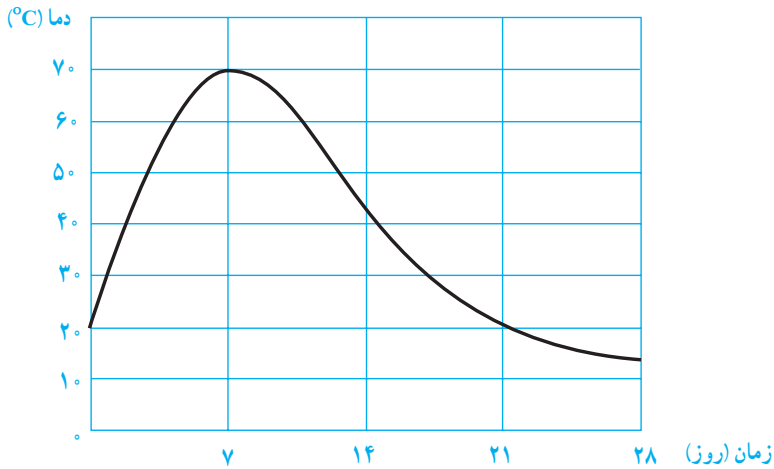
### تجزیه‌کنندگان چگونه باعث پوسیدگی می‌شوند

کمی پس از مرگ جاندار، تعدادی هاگ باکتری روی آن می‌نشینند و شروع به تولیدمثل می‌کنند. باکتری‌ها سپس به همه بخش‌های جسد نفوذ می‌کنند. در این هنگام مثلاً در یک قاشق چای‌خوری گیاه درحال پوسیدگی، ممکن است بیش از یک میلیارد باکتری موجود باشد.

میکروب‌ها برای آن که از مواد موجود در جانداران مرده تغذیه کنند، آنها را به‌صورت محلول درمی‌آورند؛ همان‌طور غذای ما نیز برای جذب شدن باید محلول باشد. میکروب‌ها برای این کار نخست آنزیم‌های گوارشی از خود ترشح می‌کنند. این آنزیم‌ها مواد را تجزیه می‌کنند. سپس میکروب‌ها مواد تجزیه شده را جذب می‌کنند.

بخش‌های نرم‌تر بدن، مانند ماهیچه‌ها و پوست سریع‌تر از بخش‌های سخت، مانند استخوان‌ها و چوب پوسیده می‌شوند. اسکلت بدن مهره‌داران و صدف‌های نرم‌تنان تا سال‌ها پس از مرگ تجزیه نمی‌شود و باقی می‌ماند.

پوسیدگی با تولید گرما همراه است (شکل ۶-۶). چون میلیون‌ها باکتری که درحال تجزیه بدن هستند، گرما تولید می‌کنند. بوی بد حاصل از بدن جانداران درحال تجزیه، به علت آن است که بعضی از باکتری‌ها به روش خاصی (بدون اکسیژن) تنفس می‌کنند و گازهای بدبو به‌وجود می‌آورند.



شکل ۶-۶- نمودار تغییرات گرما در یک توده برگ در حال تجزیه

## چه شرایطی برای پوسیدگی لازم است

براساس آزمایش‌هایی که صورت گرفته است برای فساد کامل بقایای موجودات، شرایط زیر ضروری است:

**رطوبت کافی:** رطوبت برای رویش هاگ‌ها و رشد و تکثیر میکروب‌ها ضروری است. اگر جسد موجودی خشک باقی بماند، پوست آن چروکیده می‌شود و پوسیدگی در آن رخ نمی‌دهد. این روش اصطلاحاً مومیایی شدن نامیده می‌شود. مصریان باستان از این روش برای نگهداری اجساد سلاطین خویش استفاده می‌کردند.

**گرمای کافی:** میکروب‌ها در محیط‌های گرم با سرعت رشد و تکثیر می‌کنند. بنابراین پوسیدگی در گرما خیلی سریع صورت می‌گیرد. سرما سرعت پوسیدگی را کند می‌کند به طوری که در دماهای زیر صفر، پوسیدگی به هیچ‌وجه صورت نمی‌گیرد. جسد ماموت‌هایی که هزاران سال پیش در سیبری مرده‌اند، در یخ‌های قطبی سالم برجای مانده‌اند. به طوری که مردم محلی از گوشت آنها تغذیه می‌کرده‌اند.

**اکسیژن:** بعضی میکروب‌هایی که عمل تجزیه و پوسیدگی را انجام می‌دهد، برای تنفس به اکسیژن نیاز دارند. تنفس بدون اکسیژن را تنفس بی‌هوازی می‌گویند. هنگام تنفس بی‌هوازی اسید تولید می‌شود. اسید از تجزیه و پوسیدگی جلوگیری می‌کند. بنابراین در غیاب اکسیژن، پوسیدگی به طور کامل انجام نمی‌شود. تورب (زغال سنگ ناقص) در چنین شرایطی به وجود می‌آید. جسدی که در تورب مدفون می‌شود، از پوسیدگی مصون می‌ماند.

عدم وجود ترکیبات شیمیایی که موجب مرگ تجزیه‌کنندگان می‌شوند: زیست‌شناسان برای نگهداری نمونه‌ها، آنها را در محلول‌های شیمیایی نگهدارنده از قبیل الکل نگه می‌دارند. گاهی جانوران به‌طور طبیعی در گودال‌های قیر یا دریاچه‌های حاوی مایعات روغنی می‌افتند. در کالیفرنیا، گودال‌های پر از قیری وجود دارد که از درون آنها اسکلت‌های سالم ببرهای منقرض شده دندان شمشیری که میلیون‌ها سال پیش از بین رفته‌اند، پیدا شده است.



شکل ۷-۶- بقایای جسد ماموتی که هزاران سال پیش مرده است. این جسد به دلیل سرمای شدید سیبری، سالم باقی مانده است.

### چگونه می‌توان موجب پوسیدگی شد

برای انجام پوسیدگی بایستی بقایای مُرده موجودات را در جایی قرار دهیم که در آن تمام شرایط مناسب برای رشد تجزیه‌کنندگان فراهم باشد، باغبانان چنین کاری را برای تهیه کود انجام می‌دهند.

### اهمیت پوسیدگی در چیست

اگر پوسیدگی صورت نگیرد و بقایای موجودات زنده در محیط انباشته شود، فکر می‌کنید در این صورت چه اتفاقی خواهد افتاد؟ پوسیدگی به دلیل دیگری نیز ضروری است. چرخه عناصر شیمیایی از قبیل کربن و نیتروژن در طبیعت با کمک پوسیدگی کامل می‌شود تا از عناصر شیمیایی در طول حیات بارها مورد استفاده قرار گیرد. مواد پوسیده، به شکل کود، برای گیاهان بسیار مفیدند. گیاهان، مواد غذایی کود را مورد استفاده قرار می‌دهند.

ما به روش‌های مختلف از پوسیدگی استفاده می‌کنیم، تصفیه فاضلاب‌ها یکی از آنهاست. پوسیدگی همچنین در از بین بردن زباله‌ها اهمیت دارد. چیزهایی از قبیل: غذاهای مانده، پوست سبب‌زمینی و تفاله‌های چای باید به‌وسیله تجزیه‌کنندگان از محیط طبیعی پاکسازی شوند. این نوع زباله‌ها تجزیه‌پذیر هستند و مواد شیمیایی موجود در بقایای موجودات را به چرخه طبیعی برمی‌گردانند تا مجدداً مورد استفاده قرار بگیرند.

انواع دیگر مواد زاید تجزیه‌ناپذیرند؛ چون این مواد، از موادی ساخته شده‌اند که میکروب‌ها قادر نیستند از آنها استفاده کنند. موادی از قبیل پلاستیک و بسیاری از مواد مصنوعی از این دسته‌اند. اگر شما سببی را در محیط رها کنید، سرانجام تجزیه و ناپدید خواهد شد. اما اگر شما یک بسته پلاستیک را دور بیندازید مدتی طولانی در آنجا باقی خواهد ماند. مگر اینکه شخص دیگری آن را بردارد و از محیط دور کند.

## تعالیت

۱- تجزیه عمدتاً به‌وسیله میکروب‌ها، مثل باکتری‌ها و قارچ‌ها صورت می‌گیرد، ولی عوامل دیگری نیز در تجزیه دخالت دارند. عوامل فیزیکی نیز همانند عوامل زیستی به تجزیه کمک می‌کنند. نام چهار عامل فیزیکی را ذکر کنید؟

۲- جسد مردی در غار دورافتاده‌ای در صحرای افریقا پیدا شده است. کارشناسان پزشکی قانونی تخمین می‌زنند که جسد متعلق به بیش از یکصد سال قبل است. پوست آن خشک و چروکیده، ولی سالم باقی مانده است. چرا جسد این فرد تجزیه نشده است؟

۳- به شکل ۷-۷ نگاه کنید و بگویید که چرا در حال پوسیدگی کودهای گیاهی، دما داخل آن پس از مدتی بالا می‌رود و سپس اُفت می‌کند؟

۴- یک خانواده زباله‌های غذایشان را همراه با ظروف یک‌بار مصرف در جنگل رها می‌کنند. بعد از یک سال، باقیمانده‌های غذایی ناپدید می‌شوند، ولی ظروف پلاستیکی هنوز در آنجا هستند.

(الف) برای باقیمانده‌های غذایی چه اتفاقی ممکن است رخ داده باشد؟

(ب) چرا ظروف پلاستیکی از بین نمی‌روند؟

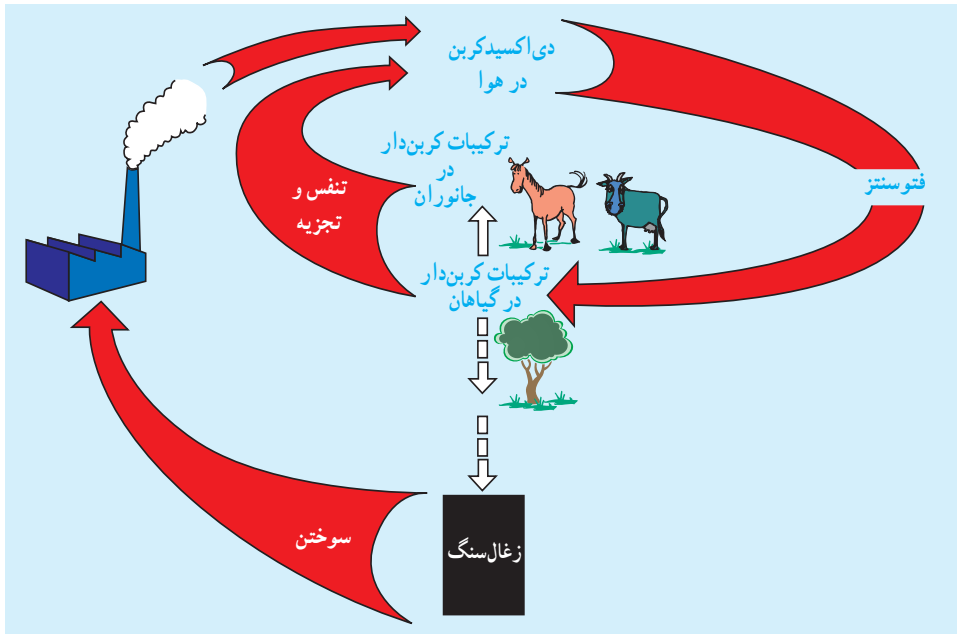
(ج) پدر خانواده روزنامه خود را مچاله و آن را به باغچه پرتاب کرده است. آیا روزنامه تا یک سال دیگر نیز هنوز در آنجا خواهد بود؟ دلیل خود را توضیح دهید.



## چرخه مواد در طبیعت

عناصر شیمیایی همواره در حال چرخش در طبیعت هستند. این مواد از بدن جانداران وارد محیط می‌شوند و ممکن است دیر یا زود وارد بدن جاندار دیگری شوند و به صورت جزئی از پیکر آن درآیند. به عبارت دیگر هر عنصر ممکن است بارها توسط جانداران مختلف جذب شود و بار دیگر به محیط بازگردد. حرکت عناصر و مواد مختلف از محیط به بدن جاندار و خروج دوباره آن از بدن جاندار به محیط که همیشه در حال تکرار است، چرخه مواد می‌گویند.

**چرخه کربن:** درصد دی‌اکسیدکربنی که در هوای اطراف ما وجود دارد، در حدود ۰/۳٪ است. این  $CO_2$  همواره توسط گیاهان به قندها و سایر مواد آلی تبدیل می‌شود. جانوران این مواد آلی را بار دیگر به  $CO_2$  و آب تجزیه و از انرژی نهفته در آنها استفاده می‌کنند. تبادل دی‌اکسیدکربن بین جانداران و محیط چرخه کربن را تشکیل می‌دهد. شکل ۶-۸ چرخه کربن را در طبیعت نشان می‌دهد.



شکل ۶-۸ خلاصه چرخه کربن. قسمت اصلی چرخه در بالا نشان داده شده است. خط‌چینی که تبدیل ترکیبات کربن‌دار گیاهان را به زغال‌سنگ نشان می‌دهد، فقط در نبود اکسیژن انجام می‌شود، چون باکتری‌های تجزیه‌کننده بدون اکسیژن نمی‌توانند زندگی کنند.

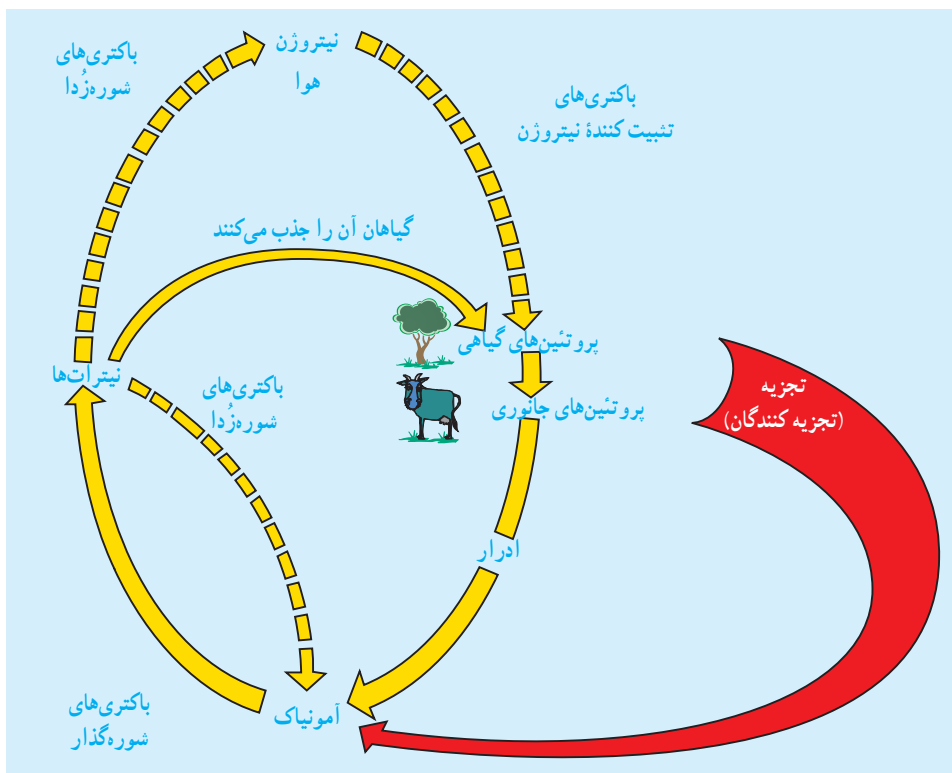
## چرخه نیتروژن

نوعی ترکیب نیتروژن دار غیرآلی به نام نیترات در خاک وجود دارد. نیترات در آب موجود در خاک حل و سپس جذب گیاهان می‌شود. گیاهان این نیترات را به اسیدهای آمینه و سپس اسیدهای آمینه را به پروتئین تبدیل می‌کنند.

هنگامی که جاندارانی بخشی از گیاه را می‌خورد، نیتروژنی را که در آن به صورت پروتئین یا اسیدنوکلئیک وجود دارد، به بدن خود منتقل و بخشی از آن را به جسم خود تبدیل می‌کند. بدن گیاهان و جانوران پس از مرگ تجزیه می‌شود. باکتری‌ها و قارچ‌های تجزیه‌کننده پروتئین‌های بدن جانداران را به آمونیاک تبدیل می‌کنند. ادرار جانوران نیز پس از مدتی به آمونیاک تجزیه می‌شود. انواعی باکتری در خاک وجود دارد که سرانجام آمونیاک را به نیترات تبدیل می‌کنند. به این ترتیب نیترات بار دیگر به خاک بازمی‌گردد و دوباره مورد استفاده گیاهان قرار می‌گیرد. چنین باکتری‌هایی که خاک را برای رشد گیاهان مناسب می‌کنند، باکتری‌های شوره‌گذار نامیده می‌شوند.

تبادل نیتروژن بین جانداران و محیط، چرخه نیتروژن نام دارد. چرخه نیتروژن در شکل ۹-۶ نشان داده شده است. در این شکل مشاهده می‌کنید که بعضی باکتری‌ها نیترات خاک را به آمونیاک، یا حتی نیتروژن درمی‌آورند. چنین باکتری‌هایی که نیترات خاک را کاهش می‌دهند، باکتری‌های شوره‌زدا نام دارند.

گیاهان نمی‌توانند نیتروژن موجود در هوا را جذب کنند. بعضی باکتری‌ها چنین کاری را انجام می‌دهند. این باکتری‌ها که نیتروژن هوا را جذب می‌کنند و با آن پروتئین می‌سازند، باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن نام دارند. بعضی از این باکتری‌ها به صورت آزاد، یعنی خارج از بدن جانداران دیگر، به صورت مستقل زندگی می‌کنند؛ اما بعضی دیگر وارد ریشه گیاهانی از خانواده نخود، مانند نخود، لوبیا، باقلا، شبدر و یونجه می‌شوند. هنگامی که ریشه این گیاهان در خاک پوسیده و تجزیه می‌شود، پروتئین‌های موجود در آنها توسط باکتری‌های شوره‌گذار به نیترات تبدیل می‌شود. بنابراین باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن سودمندند، چون نیترات خاک را افزایش می‌دهند (به فصل ۳ مراجعه کنید).



شکل ۹-۶- خلاصه چرخه نیتروژن. آذرخش نیز همیشه مقداری نترات تولید می کند.

## فعالیت

- ۱- چرخه اکسیژن را به صورت طرحی نشان دهید. این چرخه چه اهمیتی برای انسان دارد؟
- ۲- کشاورزان گاهگاه در زمین های کشاورزی خود عدس یا یونجه می کارند. تحقیق کنید این کار چه فایده ای دارد؟
- ۳- باکتری های تجزیه کننده، شوره گذار و تثبیت کننده نیتروژن، همگی به اکسیژن نیاز دارند؛ اما باکتری های شوره زدا به اکسیژن احتیاج ندارند. با توجه به این موضوع، برای مراقبت از خاک های کشاورزی چه توصیه ای به کشاورزان دارید؟

## درصد گازهای مختلف موجود در هوا همیشه کم و بیش یکسان است

مهم‌ترین گازهای هوا نیتروژن (در حدود ۷۹ درصد)، اکسیژن (در حدود ۲۰ درصد) و دی‌اکسیدکربن (۰.۳٪ درصد) هستند. این درصد در محیط‌های طبیعی معمولاً ثابت است. تنفس دی‌اکسیدکربن را به هوا می‌افزاید، در حالی که فتوسنتز از مقدار آن می‌کاهد (شکل ۱۰-۶).



شکل ۱۰-۶ گیاهان و جانوران همیشه CO<sub>2</sub> تولید می‌کنند. گیاهان فقط در برابر نور فتوسنتز و CO<sub>2</sub> جذب می‌کنند.

تنفس (جانوران و گیاهان) و سوزاندن مواد در طبیعت، افزایشدهنده CO<sub>2</sub> هوا هستند. بنابراین در صورتی که مقدار زیادی CO<sub>2</sub> از راه‌های غیرطبیعی، مانند سوزاندن ترکیبات نفتی و زغال‌سنگ به هوا وارد می‌شود، چه اتفاقی می‌افتد؟

افزایش CO<sub>2</sub> هوا موجب گرم‌تر شدن هوا می‌شود، چون CO<sub>2</sub> موجود در هوا، گرما را در خود نگه می‌دارد. گرم‌تر شدن هوای پیرامون کره زمین عواقب خطرناکی به دنبال دارد، آب و هوا را تغییر می‌دهد و یخ‌های قطبی را ذوب می‌کند. متوسط دمای هوا، در صد سال اخیر ۲°C افزایش یافته است.

۱- دانشمندان مقدار دی‌اکسیدکربن موجود در هوای یک منطقه معتدل را در نیمکره شمالی کره زمین اندازه گرفتند. نتیجه این بود که مقدار این گاز در فروردین ماه ۰/۰۲۹۷۱ درصد و در مهرماه ۰/۰۲۹۰۵ درصد بود. فکر می‌کنید این تفاوت به چه علت

بوده است؟ آیا در مناطق گرمسیری نیز چنین نوسانی قابل پیش‌بینی است؟ چرا؟

۲- پژوهشگران پیشنهاد کرده‌اند، در مسافرت‌های فضایی طولانی، برای تأمین اکسیژن مورد نیاز فضانوردان، درون سفینه‌های فضایی گیاه کاشته شود. آیا به نظر شما این کار عملی است؟ چه مشکلاتی در این کار وجود خواهد داشت؟

۳- پژوهشگران درصد دی‌اکسیدکربن موجود در هوای یک مزرعه گندم را طی ۲۴ ساعت اندازه گرفتند و نتایج را در جدول زیر منظم کردند:

الف) نموداری برای این تغییرات رسم کنید.

ب) علت این تغییرات را شرح دهید.

ج) فکر می‌کنید تغییرات اکسیژن در ۲۴ ساعت در این مزرعه چگونه بوده است؟

۴- سه پیشنهاد برای کاهش سرعت گرم شدن هوا که به علت افزایش  $CO_2$  انجام می‌شود، ارائه شده است:

- استفاده از انرژی‌هایی که  $CO_2$  تولید نمی‌کنند،

- کاهش دادن مصرف انرژی،  
- افزایش سرعت فرآیندهایی که باعث کاهش  $CO_2$  هوا می‌شوند.

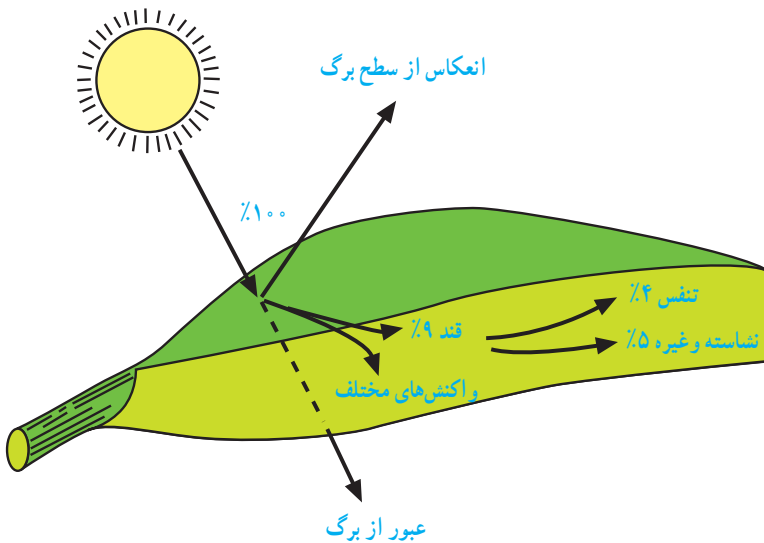
برای انجام هر یک از این پیشنهادها چه راه‌هایی وجود دارد؟

درصد $CO_2$ هوا	ساعت
۰/۰۴۲	۲۴ (نیمه شب)
۰/۰۳۷	۳
۰/۰۳۱	۶
۰/۰۲۹	۹
۰/۰۲۸	۱۲ (ظهر)
۰/۰۳۰	۱۵
۰/۰۳۲	۱۸
۰/۰۳۵	۲۱
۰/۰۴۲	۲۴ (نیمه شب)

## انسان و زنجیره‌های غذایی

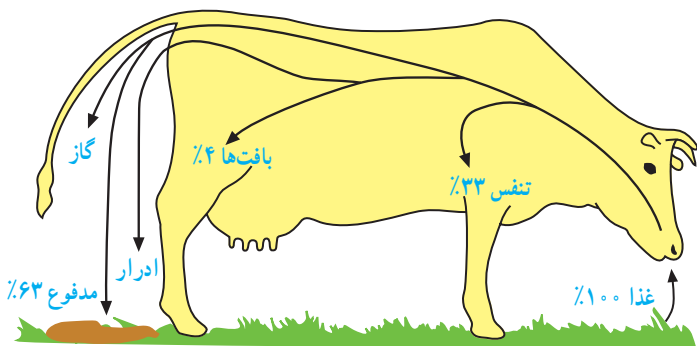
گیاهان مقدار بسیار اندکی از انرژی نورانی را که بر سطح برگ‌های آنها می‌تابد، جذب می‌کنند. مقداری از انرژی که به سطح برگ می‌رسد منعکس می‌شود و مقدار اندکی از آن نیز از برگ عبور می‌کند و از سطح زیرین آن خارج می‌شود.

آن مقدار انرژی نور که در گیاهان به صورت مواد آلی ذخیره می‌شود، بازده تبدیل انرژی نامیده می‌شود. اگر بهترین شرایط را برای رشد گیاهی که حداکثر بازده تبدیل انرژی را دارد، فراهم کنیم، این مقدار به ندرت به ۵ درصد می‌رسد. بازده تبدیل انرژی گیاه گندم در بهترین شرایط در حدود یک درصد است. حتی نیشکر نیز در صورتی که در بهترین شرایط محیطی گرمسیری رشد کند، حداکثر ۲/۵ درصد بازده تبدیل انرژی دارد (شکل ۱۱-۶).



شکل ۱۱-۶- از انرژی نوری که بر سطح برگ می‌تابد، حداکثر ۵ درصد در مولکول نشاسته ذخیره می‌شود.

مقداری از انرژی موجود در نشاسته‌ای که در گیاهان وجود دارد، وارد بدن جانوران گیاه‌خوار، مانند گاو، می‌شود. مقدار اندکی از این انرژی در بافت‌های بدن او ذخیره می‌شود. در شکل ۱۲-۶ این مقادیر نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۶- از انرژی خورده شده توسط گاو تنها ۴٪ در بافت‌ها ذخیره می‌شود.

## غذاهای گیاهی یا جانوری

انسان غذاهای گیاهی و جانوری می‌خورد. از نظر اقتصاد محیط زیست خوردن غذاهای گیاهی باصرفه‌تر است، چون در این صورت مقدار انرژی که در زنجیره‌ها هدر می‌رود، کاهش می‌یابد. بنابراین گیاهانی مانند گندم، ذرت و برنج نسبت به جانورانی مانند گاو و گوسفند، برای تعداد بیشتری انسان غذا فراهم می‌کند. این امر در مناطق پرجمعیت‌تر، اهمیت بیشتر دارد: «اگر در مساحت خاصی از زمین گیاه بکاریم، تعداد بیشتری انسان را می‌توانیم سیر کنیم، تا هنگامی که در همان مساحت گاو و گوسفند پرورش دهیم.»

موادی که از زنجیره‌های غذایی به دست می‌آوریم: ما، علاوه بر انرژی؛ بسیاری از موادی را که برای ادامه زندگی لازم داریم، از زنجیره‌های غذایی به دست می‌آوریم. تراکم بعضی از این مواد در طول زنجیره‌های غذایی افزایش می‌یابد. مثلاً ویتامین D توسط جانداران ریز فتوسنتزکننده‌ای که در آبهای دریاها زندگی می‌کنند، ساخته می‌شود. جانوران کوچک دریاها این ویتامین را وارد بدن خود می‌کنند. ماهی‌ها با خوردن این جانوران کوچک این ویتامین را از آنها می‌گیرند. ویتامین D در جگر ماهی انباشته می‌شود. به همین دلیل است که روغن جگر ماهی سرشار از ویتامین D است.

سم در زنجیره‌های غذایی: همهٔ موادی که در زنجیره‌های غذایی متراکم می‌شوند، سودمند نیستند. سم‌های مختلف نیز گاه در این زنجیره‌ها از جاندار به جاندار دیگر منتقل می‌شوند.

مادهٔ حشره‌کش DDT یکی از این سم‌هاست. این سم مدت زیادی در طبیعت و در بدن جانداران پایدار باقی می‌ماند. اگر این ماده وارد آب رودخانه‌ها یا دریاها شود، به بدن ماهی‌ها راه می‌یابد و در بافت‌های بدن آنها انباشته می‌شود. افزایش غلظت آن در زنجیره‌های غذایی برای انسان نیز خطرناک است. به همین دلیل مصرف آن در بسیاری کشورها ممنوع است.

ترکیبات جیوه نیز به همین شیوه عمل می‌کنند. در چند سال پیش تعدادی از مردم ژاپن به دلیل خوردن ماهی‌های آلوده به ترکیبات جیوه که از کارخانه‌ها وارد آب دریا شده بود، مُردند.

۱- فهرستی از غذاهایی که در یک روز خورده‌اید، تهیه کنید. یک زنجیره غذایی برای هریک از آنها رسم کنید. در این زنجیره‌ها شما حلقه آخر هستید.

۲- به یک فروشگاه مراجعه کنید و قیمت موارد زیر را جویا شوید:

الف) گوشت (مثلاً گاوی، گوسفندی و مرغ)

ب) سبزیجات (مثلاً هویج، سیب‌زمینی، کاهو)

مقدار هر گرم از مواد فوق را محاسبه کنید. میانگین قیمت مواد گوشتی و سبزیجات را به دست آورید. آیا ارتباطی بین قیمت این مواد و جایگاه آنها در زنجیره‌های غذایی وجود دارد؟ عوامل دیگری به جز زنجیره‌های غذایی را نیز در نظر بگیرید. آیا می‌توانید این عوامل را نام ببرید؟

گران‌ترین قیمت مربوط به کدام گوشت است؟ فکر می‌کنید علت آن چیست؟ ارزان‌ترین و گران‌ترین سبزیجات کدام‌اند؟ فکر می‌کنید علت این تفاوت‌ها چیست؟

۳- این دو زنجیره غذایی را در نظر بگیرید:

گندم ← گاو ← انسان                      گندم ← انسان

الف) فرض کنید شما مأموریت دارید تعیین کنید که کدام یک با صرفه‌تر است. فهرستی از اطلاعاتی که برای تصمیم‌گیری در این باره به آنها نیاز دارید، تهیه کنید. تعیین کنید برای هر مورد از این اطلاعات به چه منابعی باید مراجعه کنید. سرانجام چگونگی مقایسه‌ای را که انجام خواهید داد، شرح دهید.

ب) منظور از با صرفه‌تر بودن، همیشه صرفه اقتصادی و پولی نیست، بلکه صرفه از نظر بهداشتی و حفاظت محیط‌زیست نیز در نظر گرفته می‌شود. از این دیدگاه، دو زنجیره فوق را با هم مقایسه کنید.

۴- تصور کنید کشاورز هستید و می‌خواهید حداکثر بازده را از یک مزرعه گندم به دست آورید. برای این کار چه مواردی را در نظر می‌گیرید و چه اقداماتی انجام می‌دهید؟

۵- بازده تبدیل انرژی گاوی که در شکل ۱۲-۶ می‌بینید، در حدود ۴ درصد است؛

اما این بازده در نوعی ماهی به ۲۲/۵ درصد می‌رسد. علت این تفاوت چیست؟

۶- فرض کنید برگی که در شکل ۱۱-۶ می‌بینید، غذای گاو شکل ۱۲-۶ را

تشکیل دهد. چه درصدی از انرژی خورشیدی که به برگ تابیده است در بدن

گاو ذخیره می‌شود؟ محاسبه کنید.



## زیستگاه

محلی که هر موجود زنده به طور طبیعی در آن زندگی می‌کند، زیستگاه نامیده می‌شود. آبگیر، صخره‌ای در کنار آب، زمین چمن، هر یک زیستگاه گروهی از موجودات زنده هستند. حتی یک درخت، با وجود آن که خود موجودی زنده است، زیستگاهی برای بعضی دیگر از موجودات زنده، یعنی حشرات، پرندگان و غیره محسوب می‌شود.

### فعالیت

۱- زیستگاهی مانند باغچه، درخت، گیاهی در گلدان، رودخانه یا صخره‌ای ساحلی را که به آسانی به آن دسترسی دارید، انتخاب کنید.

۲- گیاه یا جانور خاصی را که در آن زیستگاه زندگی می‌کند، انتخاب کنید. سعی کنید موجود زنده‌ای که انتخاب می‌کنید به اندازه کافی بزرگ و قابل مشاهده باشد.

۳- نام عواملی را که ممکن است بر آن موجود زنده اثر بگذارند، روی کاغذ بنویسید.

۴- موجود زنده انتخابی خود را با دقت مشاهده کنید و شکلی از آن رسم کنید. ویژگی‌هایی که موجود را برای زندگی در آن زیستگاه مناسب می‌سازد، روی شکل بنویسید (در شکل ۱۳-۶ نمونه‌ای از این کار را مشاهده می‌کنید).

۵- پس از پایان کار اگر موجود زنده را از محیط خود دور کرده‌اید، آن را به محل اصلی زندگی، بازگردانید.

صدف، جانور را از خورده شدن توسط جانوران و فشارها محافظت می‌کند.



شاخک‌ها جانور را از محیط خود، به ویژه برای یافتن غذا و فرار از دشمنان یاری می‌دهد.

پاهای ماهیچه‌ای به سطح حرکت می‌چسبند و باعث حرکت در جهت افقی، عمودی و بر سطوح شیب‌دار می‌شوند.

دهان با لب‌های اره مانند برای بریدن برگ و ساقه‌های علفی مناسب است.

شکل ۱۳-۶

یک بار دیگر به حلزون شکل ۱۳-۶ و ویژگی‌های آن توجه کنید. معلوم است اگر محیط بیش از حد خشک باشد، یا گیاه علفی در محل موجود نباشد، جانور خیلی زود از بین خواهد رفت. بسیاری از جانداران فقط در محیط‌های خاصی زندگی می‌کنند. مثلاً کرم خاکی برای زندگی در درون خاک‌هایی که مواد آلی دارند، سازش دارد. این کرم نمی‌تواند در سطوح صاف (مثلاً سنگ‌ها) به زندگی عادی خود ادامه دهد. بنابراین بسیاری از جانداران زندانی محیط‌زیست خود هستند. بعضی جانداران نیز در محیط‌های متنوع‌تری قادر به ادامه زندگی هستند. مثلاً خزها فقط در محیط‌های مرطوب زندگی می‌کنند، درحالی که گیاهان گلدار در بسیاری محیط‌ها یافت می‌شوند.

## جوامع و اکوسیستم‌ها

جاندارانی را که در یک اکوسیستم زندگی می‌کنند، می‌توان در سه گروه تولیدکننده، مصرف‌کننده و تجزیه‌کننده جای داد. این جانداران، همه با هم، یک جامعه را تشکیل می‌دهند. جامعه‌ای که در هر اکوسیستم زندگی می‌کند، ویژه همان اکوسیستم است. معمولاً در هر اکوسیستم یک یا چند گونه ویژه از جانداران وجود دارد. مشخص‌ترین گونه‌ای که در هر اکوسیستم یافت می‌شود، گونه شاخص آن اکوسیستم نام دارد. گونه شاخص اکوسیستم شهر انسان و گونه شاخص یک جنگل کاج، درخت کاج است.

**تغییرات زیستگاه‌ها:** شرایط محیطی زیستگاه‌ها همیشه یکنواخت نیست. تغییرات فصول باعث تغییر شرایط زیستگاه و در نتیجه فراوانی گونه‌های مختلف می‌شود. مثلاً در فصل پاییز برگ درختان جنگل‌های برگ‌ریز، می‌ریزد و جوانه‌های درختان خواب زمستانی خود را آغاز می‌کنند. فراوانی گیاهان علفی نیز کاهش می‌یابد و بعضی پرندگان از آنجا به مناطق گرم‌تر مهاجرت می‌کنند. بعضی جانوران دیگر در این زمان خواب زمستانی خود را آغاز می‌کنند و دانه‌های گیاهان تا بهار سال بعد به صورت نهفته باقی می‌مانند.

در بهار پرندگان مهاجر بار دیگر بازمی‌گردند، جوانه‌های درختان شروع به رویش می‌کنند و گیاهان علفی سر از خاک درمی‌آورند. بهار فصل تولیدمثل بسیاری از جانوران است. هوای گرم‌تر بهار و طول روزهای بلندتر آن باعث چنین تغییراتی می‌شود.

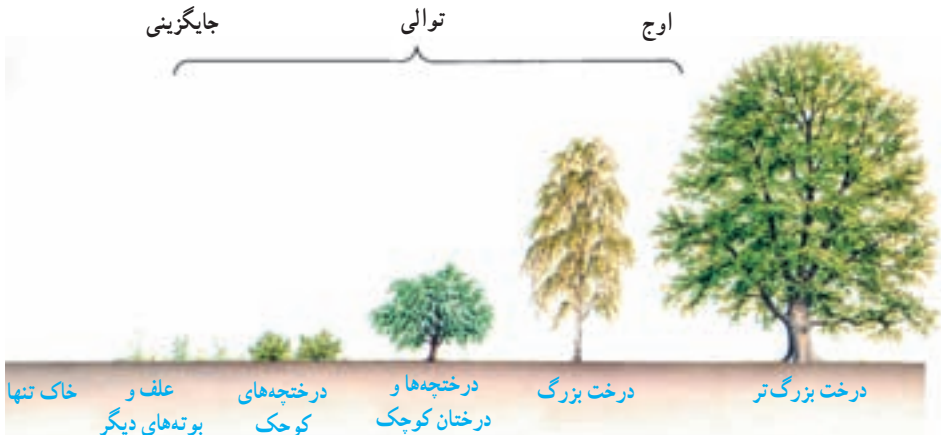
تغییرات شبانه‌روزی نیز بر زیستگاه اثر می‌گذارد. معمولاً روزها گرم‌تر و روشن‌تر از شب‌هاست. تغییرات روزانه در جمعیت گونه‌ها را می‌توان در مناطق ساحلی که در معرض جزر و مد قرار دارند، به آسانی مشاهده کرد.

## جایگزینی و توالی

سرزمینی بی‌آب و علف و خشک را در نظر بگیرید که به علت تغییر آب و هوا محیط آن مرطوب می‌شود و علف‌ها بر سطح این زمین شروع به رشد می‌کنند. هنگامی که جاندارانی برای اولین بار در محیطی جدید استقرار می‌یابند، می‌گویند که آن جانداران در محل جدید جایگزین شده‌اند. مدتی پس از جایگزینی گیاهان علفی در محیط جدید، بوته‌های بلندتر و سپس درختچه‌ها و سرانجام درختان بزرگ در آنجا جایگزین می‌شوند. مجموعی از تغییرات این چینی که در شکل ۱۴-۶ نمونه‌ای از آن نشان داده شده است، توالی نام دارد.

توالی شکل ۱۴-۶ را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد :

علفزار ← بوته‌زار ← جنگل



شکل ۱۴-۶- توالی گیاهی در یک محیط. در این شکل، در هر مرحله فقط یک گیاه غالب نشان داده شده است.

گیاهانی که در هر مرحله از توالی حضور دارند، محیط را برای رشد گونه‌های خاصی مساعد می‌کنند. مثلاً درخت بلوط در پایان توالی جایگزین می‌شود، چون در این حال بوته‌ها و گیاهان علفی روی زمین سایه می‌اندازند و از رشد سایر گیاهان جلوگیری می‌کنند. دانه بلوط می‌تواند در سایه بروید، بنابراین می‌تواند با سایر گیاهان رقابت کند و در چنین محیطی رویش انجام دهد.

تغییر در گیاهان هر اکوسیستم، موجب تغییر در جانوران آن نیز می‌شود. مثلاً هنگامی که بوته‌ها در سرزمینی فراوان‌اند، بعضی پرندگان و جوندگانی مثل موش می‌توانند در میان آنها حرکت کنند و در آنجا لانه بسازند. هر گیاهی که جایگزین می‌شود، محیط را برای گروه خاصی از جانوران مناسب می‌کند. بنابراین، هر قدر توالی به پیش می‌رود، اکوسیستم نیز پیچیده‌تر می‌شود.

پس از جایگزینی درختان بزرگ، اکوسیستم به اوج خود می‌رسد؛ چون پس از آن تغییر دیگری در آنجا صورت نمی‌گیرد. در این حالت درصد مرگ با درصد تولد مساوی می‌شود و بنابراین نوعی تعادل در اکوسیستم برقرار می‌شود. در چنین اوجی، تغییرات ناگهانی، مانند آتش‌سوزی یا دخالت انسان و قطع درختان توسط او (جنگل‌زدایی) اکوسیستم را تغییر می‌دهد. گاهی ممکن است جانور خاصی از پیشرفت توالی جلوگیری کند. مثلاً جانوران علفخواری مانند خرگوش و گوسفند از جایگزینی بوته‌ها در اکوسیستم‌ها جلوگیری می‌کنند و آن را در مرحله علفزار نگه می‌دارند.

### بیشتر بدانید

در سال ۱۸۸۳ آتشفشانی در جزیره کراکاتو که در اقیانوس هند واقع است، شروع به فعالیت کرد. در اثر این آتشفشانی مواد مذاب آتشفشانی چند کیلومتر مربع از جزیره را اشغال کرد و سراسر جزیره را غبار آتشفشانی فراگرفت. بیش از چهل هزار نفر از بین رفتند و آب و هوای منطقه دچار تغییر شد و این جزیره که در حدود ۴۰ کیلومتر از خشکی‌های دیگر فاصله دارد، کاملاً خالی از موجودات زنده شد. سه سال پس از آن تعدادی باکتری سبز آبی (تثبیت‌کننده نیتروژن)، ۱۱ گونه سرخس و ۱۵ گونه گیاه گلدار در آنجا وجود داشت. ۱۵ سال بعد درخت‌زاری انبوه با ۲۶۳ گونه جانوری در آنجا حضور داشت. پنجاه سال پس از آن آتشفشان ۴۷ گونه مهره‌دار، شامل ۳۶ گونه پرنده، ۵ گونه سوسمار، ۳ گونه خفاش، یک گونه موش، یک گونه کروکودیل و یک گونه مار از آنجا نمونه‌برداری شد.

۱- فکر می‌کنید این جانداران چگونه خود را به آن جزیره رسانده بودند؟

۲- هرگونه جدید به چه میزانی بر زندگی جانداران دیگر تأثیر داشته است؟



شکل ۱۵-۶- جزیره کراکاتو با قله آتشفشانی آن. این جزیره در اقیانوس هند، بین سوماترا و جاوه واقع است.

- ۱- برای هر کدام از جانداران زیر، حداقل یک سازش در محیط‌هایی که شرح داده می‌شود، بنویسید:
- پستانداری کوچک که از میوه‌های بالای درختان تغذیه می‌کند.
  - سوسماری که می‌خواهد در بیابانی شنی، به غذای پرندگان تبدیل نشود.
  - کرمی انگل که در روده انسان زندگی می‌کند.
  - گیاهی که نمی‌خواهد برگ‌های آن را گاوها بخورند.
  - ماهی‌ای که می‌خواهد هم در آب‌های شیرین زندگی کند و هم در آب‌های شور.
- ۲- بعضی جانداران در طول زندگی خود از یک زیستگاه به زیستگاهی دیگر تغییر مکان می‌دهند. دو مثال در این باره ارائه دهید و علت جابه‌جایی آنها را شرح دهید.
- ۳- در محیطی مرطوب و معتدل جاده‌ای در سرزمینی احداث می‌شود. کناره‌های جاده بدون کاشتن گیاه و یا آبیاری رها می‌شود. وضعیت کناره‌های جاده را: الف) پس از یک سال، ب) پس از ۵ سال و ج) پس از ۲۰ سال پیش‌بینی کنید.

### بررسی پراکندگی جانداران در محیط

برای دانستن پراکندگی هر گونه، لازم است در بایم که در هر محیط تقریباً چند جاندار از آن گونه حضور دارد. آسان‌ترین راه تخمین زدن تراکم گونه مورد نظر و بیان آن با استفاده از اصطلاحات زیر است:

غالب: گونه‌ای که بیشترین اثر را بر اکوسیستم دارد، مانند انسان در اکوسیستم شهر  
 فراوان: گونه‌ای که در همه جا حضور دارد، مثلاً گیاهان گندمی  
 کمیاب: گونه‌ای که به ندرت یافت می‌شود.

این اصطلاحات تعداد چندان دقیقی را ارائه نمی‌دهند. راه‌هایی وجود دارد که می‌توان تعداد افراد هر گونه را به‌طور دقیق‌تر تخمین زد.

نمونه‌برداری: فرض کنید حدس زده‌اید که تراکم گیاهی خاص در یک زمین نسبت به محیطی دیگر با همان مساحت افزایش یافته است. یک راه پی بردن به درستی حدس شما، شمردن یکایک گیاهان مذکور است. اما این کار غیرممکن است یا به سختی امکان‌پذیر است. راه دیگر شمردن تعداد این گیاهان در بخشی از آن زمین و سپس تخمین زدن کل گیاهان مورد نظر است. این روش نمونه‌برداری نامیده می‌شود.

زیست‌شناسان از نمونه‌برداری نه تنها برای تخمین افراد یک زیستگاه، بلکه مثلاً برای شمارش

گلبول‌های قرمز انسان استفاده می‌کنند.

چارچوب: یکی از معمول‌ترین روش‌های نمونه‌برداری، استفاده از چارچوب است. چارچوب قابی مربعی، چوبی یا فلزی، است. هنگام نمونه‌برداری چارچوب را روی زمین قرار می‌دهند و تعداد جانداران مورد نظر را که در آن قرار می‌گیرند، می‌شمارند و به این ترتیب تراکم جمعیت‌ها را حدس می‌زنند. فعالیت‌های زیر را انجام دهید تا بیشتر با این روش آشنا شوید:

## فعالیت

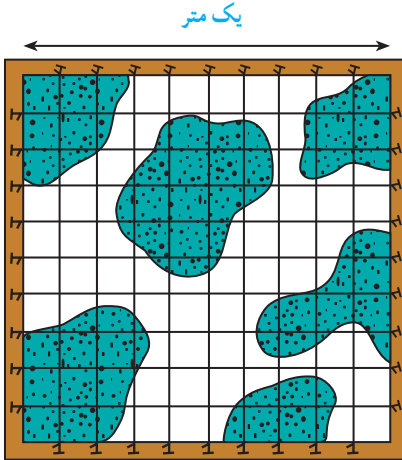
۱- تخمین تعداد گیاهان علفی در یک باغچه

(الف) چارچوبی را به مساحت یک مترمربع تهیه کنید.

(ب) باغچه‌ای را انتخاب کرده و گونه گیاهی را که می‌خواهید تراکم آن را تخمین بزنید، مشخص کنید.

(ج) چارچوب را روی بخشی از زمین بگذارید و تعداد گیاهان موردنظر را که درون آن هستند، بشمارید. اگر گیاهی زیر قاب چارچوب قرار گرفت، به شرطی آن را نیز به حساب آورید که حداقل نیمی از آن درون چارچوب قرار گرفته باشد.

(د) این کار را حداقل پنج بار در بخش‌های مختلف زمینی که به‌طور تصادفی انتخاب کرده‌اید، تکرار کنید.



شکل ۱۶-۶

(ه) میانگین تعداد گیاه را در هر چارچوب به‌دست آورید. این رقم تراکم جمعیت گیاه موردنظر را می‌رساند.

آیا فکر می‌کنید این روش برای تخمین تعداد گیاهان موجود در زمین مورد نظر مناسب است؟ چرا؟ برای بهبود این روش چه پیشنهادهایی دارید؟

۲- هنگام استفاده از چارچوب برای پی بردن به تراکم جانداران، باید توجه داشته باشیم آن را به‌صورت اتفاقی روی

بخشی از زمین مورد مطالعه قرار دهیم. چرا توجه به اتفاقی بودن قسمتی که انتخاب می‌کنیم اهمیت دارد؟ چگونه می‌توان این کار را به بهترین نحو انجام داد؟

۳- به شکل زیر نگاه کنید. چه درصدی از این مکان را گیاهان پوشانده‌اند؟ محاسبه کنید.

## جمعیت‌ها

به مجموع افرادی که به یک گونه تعلق دارند و در مکان و زمان مشخصی زندگی می‌کنند، جمعیت گفته می‌شود؛ مانند همه قورباغه‌هایی که امسال در یک برکه زندگی می‌کنند. یک گونه به مجموعه افرادی گفته می‌شود که بسیار به هم شبیه‌اند و می‌توانند با هم زاد و ولد کنند. گونه انسان، گونه اسب، گونه گیاه گل‌سرخ و گونه باکتری مولد حصبه، همگی مثال‌هایی از گونه هستند.

### فعالیت

نوزادان قورباغه از نظر شکل و رفتار با قورباغه‌های بالغ تفاوت‌های فراوان دارند. آیا برای بیان کردن تعداد تقریبی قورباغه‌های یک آبگیر، نوزادان قورباغه را هم به حساب می‌آورند، یا فکر می‌کنید جمعیت نوزادان قورباغه را جداگانه بیان می‌کنند؟

تغییرات تعداد افراد جمعیت: اگر هیچ‌یک از افراد یک جمعیت نمی‌مرد و با از محل زندگی خود به محل جدیدی مهاجرت نمی‌کرد، از تعداد افراد آن جمعیت هرگز کاسته نمی‌شد و همین‌طور اگر نوزاد جدیدی در جمعیت متولد نمی‌شد و یا فردی از محل دیگری به آنجا مهاجرت نمی‌کرد، به تعداد افراد آن جمعیت افزوده نمی‌شد؛ اما به دلیل تولد، مرگ و مهاجرت‌هایی که در یک جمعیت اتفاق می‌افتد، تعداد افراد جمعیت‌ها معمولاً در حال تغییر است.

### فعالیت

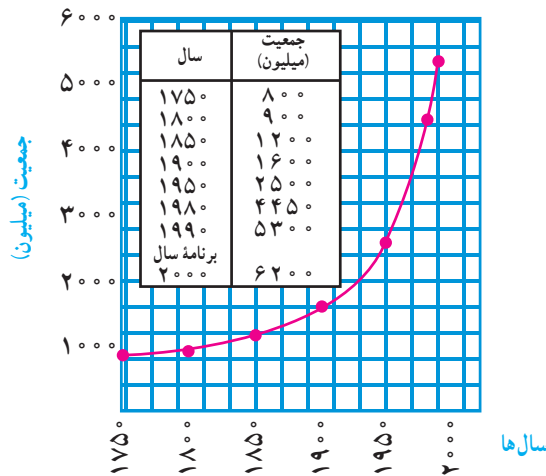
۱- با توجه به عوامل مؤثر بر تعداد افراد جمعیت، چگونه می‌توان جمعیت انسان‌ها را تقریباً ثابت نگه داشت؟  
۲- کدامیک در تغییر جمعیت‌ها اثر بنیادی‌تری دارد: مرگ و میر، زاد و ولد، غذا یا مهاجرت؟

## رشد جمعیت انسان

جمعیت جهان در سال ۱۶۵۰ پس از میلاد، که نخستین سرشماری رسمی به عمل آمد، ۵۴۵ میلیون نفر بود. در سال ۱۸۵۰ این رقم به ۱۲۰۰ میلیون نفر، در ۱۹۵۰ به ۲۵۰۰ میلیون نفر و در ۱۹۷۰ به ۳۶۳۱ میلیون نفر و در سال ۱۹۹۴ به ۵۶۳۰ میلیون نفر رسید!

با مقایسه ارقام فوق، می‌توان دریافت که رشد جمعیت در گذشته کند بوده و بعد در قرن‌های ۱۹ و ۲۰ یکباره سرعت گرفته است، که طبیعتاً علت آن هم رشد اقتصادی کشورها، بهتر شدن وضع بهداشت، زیاد شدن غذا و غیره بوده است.

آهنگ رشد سریع جمعیت جهان، بسیار قابل توجه است. به منحنی شکل ۱۷-۶ توجه کنید. اگر قرار باشد که نسبت رشد به این سرعت بالا رود، قطعاً در فاصله زمانی کوتاهی منابع طبیعی کره زمین قادر به تأمین نیازهای حیاتی ما نخواهند بود.



شکل ۱۷-۶- منحنی رشد جمعیت جهان از سال ۱۷۵۰

با کمک محاسباتی که به عمل آمده است، نسبت رشد جمعیت مردم جهان به‌طور متوسط ۲ درصد در سال تعیین شده است. این نسبت در بعضی از نقاط کمتر و در بعضی دیگر بیشتر است.

بر اثر پیشرفت‌های پزشکی، بیماری‌های واگیر که روزگاری عامل اصلی مرگ‌ومیر انسان‌ها بودند، تحت کنترل درآمده‌اند. سرخک، دیفتی و آبله یک زمان از بیماری‌های کشنده محسوب می‌شدند، اما امروزه با ایمن‌سازی افراد، جلوی انتشار آنها را گرفته‌اند. با این ترتیب، نسبت مرگ‌ومیر به میزان زیادی کاهش یافته، و در همان حال نسبت زاد و ولد افزایش یافته است. البته هر چه میزان تولد بیشتر باشد، زمان دو برابر شدن جمعیت هم کوتاهتر خواهد بود. با این ترتیب، تنها راه کاستن از نسبت سریع رشد جمعیت، «کاهش دادن میزان تولد» است.

تراکم جمعیت: تعداد افرادی که در زمان خاصی در واحد معینی از سطح (مثلاً کیلومتر مربع) زندگی می‌کنند، تراکم جمعیت انسان‌های آن منطقه را تشکیل می‌دهند.



در جدول زیر تعداد جمعیت جهان در سال‌های مختلف نوشته شده است. مساحت خشکی‌های کره زمین حدود ۱۳۵/۵ میلیون کیلومتر مربع است. با توجه به این موضوع:

۱- تراکم جمعیت\* جهان را در سالهای مختلف به دست آورید و آن را در جدول زیر قرار دهید.

۲- تراکم جمعیت را روی نموداری رسم کنید.

۳- تراکم جمعیت را در سال ۲۰۲۰ پیش‌بینی کنید.

سال	۱۹۸۰	۱۹۸۵	۱۹۹۰	۱۹۹۴	۲۰۱۰	۲۰۲۰
تراکم نسبی						
جمعیت کلی کره زمین : (به میلیون نفر)	۴۴۴۴	۴۸۴۶	۵۲۸۵	۵۶۳۰	۷۱۷۶	

### بحران‌های ناشی از افزایش جمعیت

آموختید که طبیعت می‌تواند خود را بازسازی کند و مواد در طبیعت دارای چرخه هستند. در طبیعت، تولیدکننده‌ها و مصرف‌کننده‌ها به حالت متوازن قرار دارند و ماده و انرژی در زنجیره‌های غذایی و

شبکه‌های غذایی سیری طبیعی دارند، اما برقرار ماندن این توازن، معمولاً تا زمانی ادامه می‌یابد که انسان به زنجیره‌ها وارد نشود.

انسان، برای آن‌که غذای کافی و مناسب‌تری برای جمعیت در حال افزایش خود به دست آورد، اکوسیستم‌های طبیعی را تغییر می‌دهد. ایجاد مزرعه در یک سرزمین طبیعی، مثلاً در یک جنگل یا علفزار به معنای از میان بردن جنگل یا



شکل ۱۸-۶- مزارع پرنج، نمونه‌ای از اثر انسان بر اکوسیستم

\* برای محاسبه تراکم جمعیت از فرمول  $D = \frac{N}{S}$  استفاده کنید. D: تراکم، N: تعداد و S: مساحت

علفزار است. بدیهی است که با از بین رفتن گیاهان آن جنگل یا علفزار جانوران آن هم نابود می‌شوند؛ اما در عوض، گیاهان تازه‌ای در آن محیط، به‌دست انسان پدید می‌آیند که باعث پیدایش جانوران جدیدی می‌شوند. در این صورت، انسان تمایلی به دیدار بعضی از این جانوران ندارد. آنها را «آفت» می‌نامد و با سمپاشی کردن، یا راه‌های دیگر، آنها را از میان می‌برد، زیرا عقیده دارد که آنها در غذایش سهیم هستند!

پیدایش چنین تغییراتی، بویژه از زمانی آغاز شد و سرعت گرفت که آدمی با استفاده از ابزارهای صنعتی موفق شد بر نیروهای طبیعی غلبه کند و آنها را در کنترل خود بگیرد. او آب را به روی زمینهای خشک کشاند، گوناگونی گیاهان طبیعی را از بین برد و گیاهان کشاورزی دلخواه را جانشین آنها کرد. به خاک، کودهای مختلف افزود و گیاهان را سمپاشی کرد.

در ابتدا، که جمعیت انسان زیاد نبود و ابزارهای صنعتی و کشاورزی او چندان کارآمد نبودند، انجام این اقدامات اشکال چندانی پدید نمی‌آورد، اما با وسعت گرفتن شهرها و افزوده شدن نیازها، بهره‌گیری از زمین نیز سرعت بیشتری یافت. این کار تا به آنجا ادامه پیدا کرد که زمین بازدهی خود را به کلی ازدست داد. در طول قرنهای گذشته، اگر آدمیان، زمینهای منطقه‌ای را نامناسب می‌یافتند، به منطقه‌ای دیگر روی می‌آوردند و زمینهای تازه‌ای را به زیر کشت می‌بردند، اما محدودیت زمین و منابع، امروزه اجازه ادامه چنین کاری را نمی‌دهد.

جالب آن‌که چنین وضعی، از کشورهای صنعتی و مغرب زمین شروع شد که هم ابزارهای صنعتی بهتر و کارآمدتری داشتند، هم آن‌که به امید دستیابی به سود بیشتر، مقیاس کار خود را وسیع‌تر می‌کردند. اما این کار امروزه به حدی توسعه یافته است که ادامه‌اش به بروز بحرانی قطعی در محیط‌زیست می‌انجامد.

برای بسیاری از مردم، کلمه «بحران» هنوز معنای خودش را ندارد و آن را اغراق‌آمیز می‌پندارند، زیرا فکر می‌کنند که زمین بسیار وسیع است و هنوز امکانات فراوانی برای ما وجود دارد؛ اما آیا واقعاً چنین است؟

**منابع طبیعی و آلودگی محیط:** هر اکوسیستمی فقط می‌تواند نیازهای تعداد معینی از جانداران را برآورده کند. این توانایی را عوامل متعددی محدود می‌کنند. مهم‌ترین این عوامل عبارت‌اند از: ۱- تولید غذا و مقدار منابع طبیعی، ۲- مقدار توانایی محیط در خنثی کردن آلودگی‌ها:

۱- غذا و منابع طبیعی، تعیین‌کننده اصلی اندازه جمعیت انسان و سایر جانوران است. زیاد شدن غذا، افزایش جمعیت‌ها را به دنبال دارد. به آنچه در طبیعت وجود دارد و انسان از آنها استفاده می‌کند، منبع طبیعی گفته می‌شود. معادن، آب، خاک، جنگلها و اکسیژن هوا، همگی از منابع طبیعی هستند.

انسان، علاوه بر غذا، به کدام منابع زمینی دیگر متکی است؟

دانشمندان، بعضی از منابع طبیعی مورد استفاده انسان را، برای سایر جانداران هم با اهمیت و لازم می‌شمارند. خاک، آب و هوا از این جمله‌اند. در این صورت، نوعی رقابت بر سر آنها بین انسان و سایر جانداران وجود دارد که در این رقابت اغلب پیروزی با آدمی است.

۲- یک خصوصیت دیگر محیط‌های طبیعی، توانایی آنها در جذب و خنثی‌سازی آلودگی‌هاست. در این قبیل محیط‌ها، معمولاً مواد آلوده کننده، تا حد بی‌ضرر شدن، رقیق می‌شوند. مثلاً، فضولات دامها، توسط تجزیه‌کنندگان به مصرف می‌رسند و در نتیجه، گازهای اکسیدکربن، نیتروژن و مواد دیگر حاصل می‌آیند. ولی انسان، در این چرخه‌ها هم دخالت می‌کند. مثلاً با وارد کردن مقدار زیادی ترکیبات نیتروژن‌دار یا فسفردار که به‌عنوان کودشیمیایی مصرف می‌کند، به آب، باعث رشد زیاد از حد جلبک‌ها و گیاهان آبی دیگر می‌شود. جلبک‌ها روی سطح آب را می‌پوشانند و از ورود اکسیژن به آب جلوگیری می‌کنند و در نتیجه ماهی‌ها کشته می‌شوند.

از جمله اختراعات مهم قرن حاضر، پلاستیک، مواد حشره‌کش و کودهای شیمیایی مختلف بوده است. همان‌گونه که می‌دانید، بسیاری از این مواد، در طبیعت تجزیه نمی‌شوند، یعنی، باکتری‌ها و قارچ‌های موجود در خاک، آنزیم‌های تجزیه‌کننده آنها را ندارند. در نتیجه چنین موادی ده‌ها سال همچنان در محیط باقی می‌مانند. مهم‌تر آن است که بعضی از ترکیبات شیمیایی موجود در آفت‌کش‌ها، وارد بدن جانوران مختلف می‌شوند، و آنها را مسموم می‌کنند.

مشکلات محیطی کشورهای صنعتی و پیشرفته، از نوع مشکلاتی نیست که در کشورهای در حال توسعه وجود دارد. در مورد انواع مسائل موجود در این دو نوع کشورها تحقیق کنید و آنچه را که یافته‌اید، با بقیه دانش‌آموزان به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید.

**فرسایش خاک :** از جمله مشکلات عمده زیست محیطی به‌ویژه در کشور ما فرسایش خاک است. فرسایش خاک به این دلایل است که کشاورزان ما زیاده از حد از خاک استفاده می‌کنند، یا آنکه در بعضی از مناطق، به علت از میان رفتن پوشش گیاهی (چریدن بیش از حد دام‌ها و کمبود بارندگی)، وزش باد یا جاری شدن آب، خاکِ پرازشِ سطحی از میان می‌رود و حاصلخیزی خاک از دست می‌رود. این مشکل، وقتی شدیدتر می‌شود که برای فعالیت‌های شهرسازی، ساختن جاده و فرودگاه و غیره هم از زمین‌های پرازش کنار شهرها استفاده می‌شود. در این صورت، آینده امیدوارکننده‌ای از لحاظ تهیه غذا در پیش نداریم.



شکل ۱۹-۶- فرسایش خاک به خاطر بهره‌برداری نادرست از زمین

**کمبود منابع آب شیرین :** در بیشتر استان‌های کشور ما، از گذشته کمبود آب وجود داشته است. حتی در استان‌های شمالی هم با توجه به زیاد شدن مصرف آب، آثار کمبود آب به‌ویژه در فصل تابستان، آشکار است. بدیهی است که علت اصلی این کمبود، زیاد شدن جمعیت شهرهاست. صنایع مختلف، به آب نیاز دارند و کارهای کشاورزی هم طبیعتاً نیازمند آب فراوانند. در بیشتر شهرهای ما، آب مورد نیاز از طریق چاه یعنی مخازن آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود؛ اما سطح این مخازن به سرعت در حال پایین رفتن است، اگر از چاه‌ها برای آبیاری باغ و مزرعه استفاده شود، آب مخازن زیرزمینی در فاصله کوتاه‌تری به پایان خواهد رسید. بارش‌های سالانه هم برای پرکردن مجدد مخازن زیرزمینی کافی نیست.

با توجه به موارد فوق، دربارهٔ راه‌های جلوگیری از آلودگی بیشتر محیط و برخورداری از محیط زندگی سالم‌تر، بحث کنید.

پایان یافتن نفت: نفت، عامل اصلی فعال ماندن و بقای صنایع است. امروزه، با محاسبات و تخمین‌هایی که انجام داده‌اند، مقدار ذخایر نفتی جهان را حدود ۹۰۰ میلیارد بشکه تعیین کرده‌اند. اما این مقدار با آن که زیاد به نظر می‌رسد، فقط به مدت ۴۰ سال (با سرعت مصرف فعلی) دوام می‌آورد. اگر معادن کشف نشده را هم به حساب بیاوریم، حداکثر، ۲۵ سال دیگر را می‌توان به رقم فوق اضافه کرد. از طرفی، از سال ۱۸۶۰ به بعد، مصرف انرژی، سالی ۵ درصد افزایش یافته است. در این صورت، باید در آینده نزدیک منتظر بحران انرژی در جهان بود.

البته در کنار مسائل بحث شده، مشکلات دیگری هم که ناشی از جمعیت زیاد و بی‌توجهی به محیط‌زیست است، زندگی ما را تهدید می‌کند. موارد زیر، از آن جمله‌اند:

- گرم شدن هوای کره زمین به علت ازدیاد مقدار دی‌اکسیدکربن هوا
- از بین رفتن لایهٔ اوزون
- ایجاد فاضلاب‌ها و مواد مضر شیمیایی و صنعتی

بیشتر بدانید

هیدروژن منبع جدید انرژی

محدودیت منابع سوخت‌های فسیلی از یک طرف و اثرات منفی این سوخت‌ها بر سلامت محیط‌زیست از طرف دیگر، بشر را به سمت کشف و ارائه سوخت‌های جدید برای جانشینی با سوخت‌های فسیلی کرده است. استفاده از هیدروژن یکی از این گزینه‌هاست که به روش‌های متفاوتی تولید و ذخیره می‌شود.

اهمیت استفاده از هیدروژن در تولید انرژی در کاهش آلودگی محیط‌زیست است.

۱- تحقیق کنید :

الف) انرژی به چه شکلی وارد اکوسیستم می‌شود؟

ب) انرژی به چه شکلی وارد بدن شما می‌شود؟

۲- چرا مقدار انرژی‌ای که مورد استفادهٔ گوشت‌خواران قرار می‌گیرد، از مقدار انرژی قابل

دسترس برای گیاه‌خواران کمتر است؟

۳- بعضی‌ها عقیده دارند که اگر همهٔ انسان‌ها به گیاه‌خواری روی آورند، غذای بیشتری برای

مردم فراهم می‌شود. آیا این تصور درست است؟ چرا؟

۴- تحقیق کنید در محل زندگی شما چه نوع آلوده‌کننده‌هایی (خانگی، صنعتی، کشاورزی و

غیره) وارد آنها یا هوا می‌شوند. چه نوع آلوده‌کننده‌هایی به‌صورت جامد در محیط‌زیست شما انباشته

می‌شوند؟ آیا راهی برای کاهش این آلودگی‌ها به نظرتان می‌رسد؟

۵- در این جدول غلظت جیوه در آب دریا و در بدن چند جاندار نشان داده شده است.

آب دریا	۰/۰۰۰۰۳٪ قسمت در میلیون
جلبک	۰/۰۳٪ قسمت در میلیون
ماهی	۰/۳٪ قسمت در میلیون
برندهٔ ماهی‌خوار	۲/۰٪ قسمت در میلیون

الف) غلظت جیوه در بدن ماهی چند برابر آب دریاست؟

ب) علت این تفاوت‌ها در غلظت جیوه، چیست؟

ج) خوردن ماهی‌هایی که غلظت جیوه در بدن آنها بیشتر از ۰/۵٪ قسمت در میلیون است، برای

آدمی خطرناک است. غلظت ۰/۲٪ قسمت در میلیون جیوه در بدن انسان باعث پیدایش علائم مسمومیت

جیوه، مانند آسیب رسیدن به کلیه‌ها، فلج و سرانجام مرگ می‌شود. با توجه به این اطلاعات، اثر آلودگی

آب‌ها را بر سلامتی آدمی توضیح دهید.