

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شیمی (۱)

شیمی برای زندگی

سال اوّل دبیرستان

وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی ابتدایی و متوسطه نظری

نام کتاب : شیمی (۱) سال اول دبیرستان - ۲۰۷/۱

مؤلفان : شورای تألیف گروه شیمی دفتر تألیف کتاب‌های درسی ابتدایی و متوسطه نظری

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وبسایت: www.chap.sch.ir

رسم : فاطمه رئیسیان فیروزآباد

صفحه‌آرا : شهرزاد قنبری

طراح جلد : فرشاد رستمی

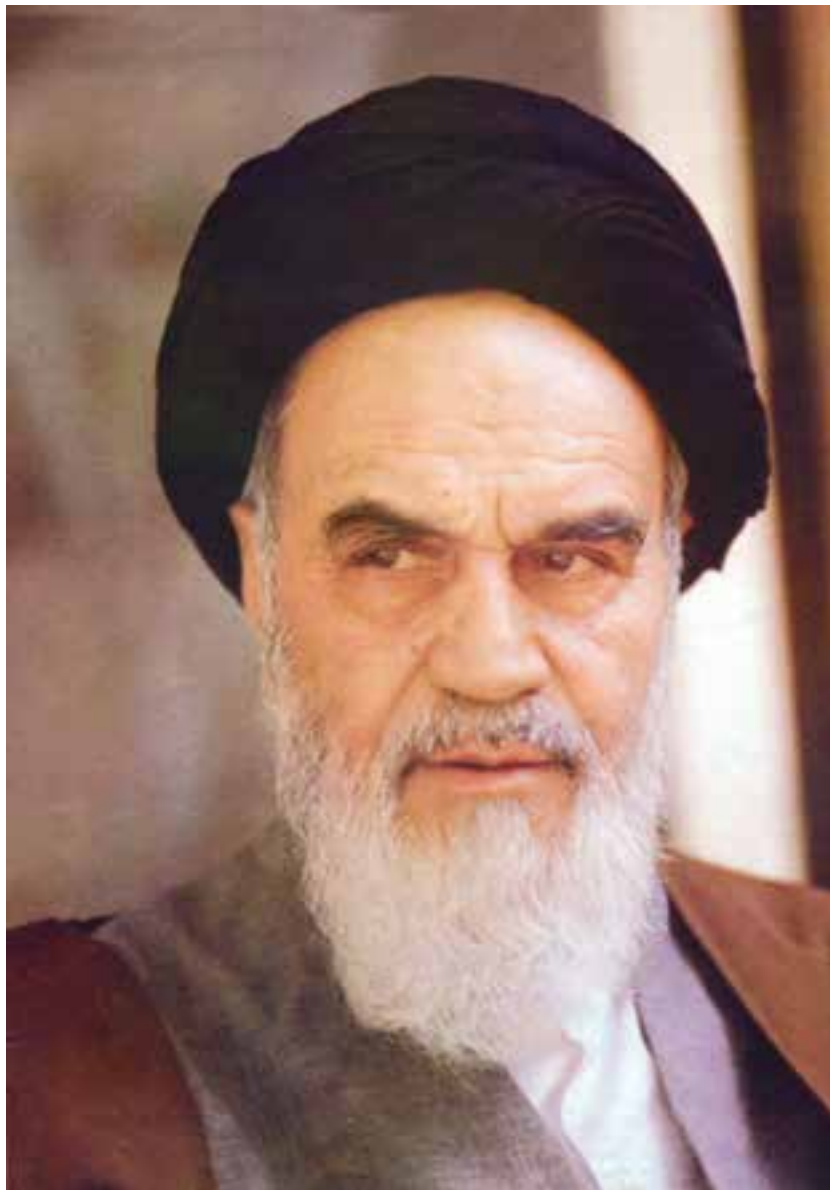
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ سیزدهم ۱۳۹۲

حق چاپ محفوظ است.



من در این جا به جوانان عزیز کشورمان، به این سرمایه ها و ذخیره های عظیم الهی و به این گل های معطر و نوشگفته جهان اسلام سفارش می کنم که قدر و قیمت لحظات شیرین زندگی خود را بدانید و خودتان را برای یک مبارزه علمی و عملی بزرگ تا رسیدن به اهداف عالی انقلاب اسلامی آماده کنید.

امام خمینی «رحمة الله علیه»

قدردانی

کتابی که پیش روی شماست نتیجهٔ نزدیک به دو سال تلاش شماری از کارشناسان، استادان دانشگاه و دبیران شیمی کشور است. این کتاب که می‌توان آن را فرآوردهٔ یک برنامه‌ریزی منسجم برای دستیابی به هدف‌های نظام آموزشی کشور دانست، به‌طور عمده به منظور گسترش سواد علمی – فناوری در میان آینده‌سازان این مرز و بوم طراحی و تولید شده است. امیدواریم نتیجهٔ این کار گروهی ضمن بهبود کیفی آموزش شیمی در کشور، گامی کوچک برای تربیت شهروندانی آگاه برای جامعهٔ امروز و فردای ایران اسلامی باشد.

در این راه دوستان بسیاری ما را یاری دادند. از همهٔ این عزیزان به ویژه شماری از دبیران علاقه‌مند شیمی که در بازخوانی متن کتاب با ما همراه بودند، قدردانی می‌کنیم. همچنین از همکاری صمیمانهٔ شرکت‌ها و سازمان‌هایی که ما را در تأمین تصویرها و داده‌های مورد نیاز برای تألیف هر بخش یاری دادند، سپاسگزاریم. این سازمان‌ها و شرکت‌ها عبارت‌اند از:

«سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران، سازمان حفاظت محیط زیست، شرکت ملی صنایع پتروشیمی، شرکت بازرگانی پتروشیمی، ادارهٔ کل روابط عمومی وزارت نفت، شرکت ملی پالایش و پخش فراورده‌های نفتی ایران و سازمان هواشناسی کل کشور»

شورای مؤلفان

اعضای شورای مؤلفان

بخش ۱	بخش ۲	بخش ۳	بخش ۴
مرتضی خلخالی	نعمت‌الله ارشادی	منصور عابدینی	علی سیدی اصفهانی

ویراستار علمی و هماهنگ‌کنندهٔ محتوا با برنامه‌ی درسی

نعمت‌الله ارشادی

دبیران شیمی همکار و مشاور در طراحی، گردآوری و تألیف

خانم‌ها: مهین جبل‌عاملی، مریم صباغان، مژگان آبی و زهرا ارزانی

آقایان: محمدامین نظامی، سید هادی کیایی و بهروز مصیبیان

ویراستاری ادبی و بازنویسی متن

مهدیه سالارکیا

توجه

تدریس مطالب موجود در حاشیهٔ کتاب الزامی است ولی از آن‌جا که تنها

برای یادآوری برخی از پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان

و اشاره به جنبه‌های ارزشی - نگرشی آموزش شیمی مطرح شده‌اند، همانند مطالبی که با عنوان

«بیشتر بدانید»

در متن کتاب آمده‌اند، نباید در ارزشیابی‌های پایانی مورد پرسش قرار گیرند.

شما می‌توانید ضمن بازدید از پایگاه اینترنتی گروه شیمی دفتر تألیف کتاب‌های درسی ابتدایی و متوسطه نظری به آدرس www.dccdc.ir دیدگاه‌های خود را با ما در میان بگذارید.

فهرست



بخش ۱

۱

مایعی کم یاب در عین فراوانی



بخش ۲

۴۵

در پی هوایی پاکیزه!



بخش ۳

۸۱

مصرف دوباره تنها راه ادامه



بخش ۴

۱۱۱

طلای سیاه، اندوخته‌ای روبه پایان



آمپدو کلس فیلسوف و شاعر یونانی

وی که از بنیانگذاران نظریه‌ی عنصرهای چهارگانه بود حدود دو هزار و پانصد سال پیش با کنجکاوی به تماشای شعله‌های یک چراغ پیه‌سوز نشست و در پی یافتن علت ایجاد آتش برآمد.

شیمی

دانشی برای همه‌ی روزگاران

یونانیان باستان براین باور بودند که جهان، تنها از ترکیب چهار عنصر ساخته شده است. آن‌ها، آب، هوا، خاک و آتش را عنصرهای سازنده‌ی جهان می‌دانستند. نور خورشید را مخلوطی از هوا و آتش تصور می‌کردند و یخ را همان آب می‌دانستند که سختی سنگ را به دست آورده است. اگر چه، این دیدگاه بسیار عامیانه به نظر می‌رسد، اما آشنایی با آن اثرهایی ژرف بر درک امروزی ما از جهان دارد. یکی از این اثرها، جلب توجه همگان به حالت‌های مختلف ماده است. در واقع، خاک نماینده‌ی حالت جامد، آب نمادی از حالت مایع و هوا یادآور حالت گازی است. به این ترتیب سه عنصر نخست، سه حالت مختلف ماده را یادآور می‌شوند. اثر دیگر، معرفی آتش است. آتش، نماینده‌ی مفهوم انرژی است و یادآور تغییراتی است که انرژی در ماده و حالت‌های آن به وجود می‌آورد. به این ترتیب، مفهوم ماده و انرژی را به آسانی می‌توان از دیدگاه پیشینیان، برداشت کرد.

در این کتاب طی چهاربخش، چهار عنصر پیشنهادی یونانیان باستان را با نگاهی امروزی، مورد بررسی قرار می‌دهیم. در بخش نخست، به دنیای واقعی پا می‌گذاریم و در قالب داستانی شنیدنی با ویژگی‌ها و اهمیت آب در زندگی امروز آشنا می‌شویم. در بخش دوم، ضمن آشنایی با خواص گازها، پیرامون هوا و آن چه طی این سال‌ها بر آن رفته است، به گفت و گو می‌نشینیم. بخش سوم را به مطالعه‌ی منابع ارزشمندی اختصاص داده‌ایم که در این کره‌ی خاکی، به امانت نزد ما گذاشته شده‌اند. اندوخته‌های گران بهایی که استفاده‌ی گسترده از فراورده‌های آن‌ها، زندگی امروز ما را جلوه‌ی دیگری بخشیده است.

در آخرین بخش، آتش را که نمادی از انرژی است، بهانه کرده‌ایم تا شما را با دسته‌ی دیگری از مواد شیمیایی آشنا کنیم. موادی که پیش‌تر منبع عمده‌ی تأمین انرژی بوده‌اند و اکنون، ناچاریم از زاویه‌ی دیگری به آن‌ها بنگریم!

در همه‌ی این بخش‌ها، تلاش شده است که شما دانش‌آموز عزیز، شیمی را به عنوان بخش مهمی از زندگی خود درک کنید و در کنار معلم و با همکاری هم‌کلاسی‌های خود به یادگیری آن همت‌گمارید. در پایان این کتاب از شما انتظار داریم که برداشت خود را از شیمی در چند خط بیان کنید و جایگاه آن را در جهان امروز شرح دهید. اما، فراموش نکنید که آموختن مطالب این کتاب تنها در گرو عمل به آن‌هاست.



سوختن پدیده‌ای که مشاهده‌ی آن هنوز پرسش برانگیز و آموزنده است.

بخش ۱

مایعی کم یاب در عین فراوانی

و از آب، هر چیزی را زنده ساختیم.

(قرآن مجید، سوره ی ۲۱ آیه ی ۲۰)

بیا به من نگاه کن
که آسمان پرستاره ام
به من که گاه صاف و گاه
به زیر ابر پاره ام.
بیا به من نگاه کن
که آب صاف رودخانه ام
همیشه با شتاب می روم
پراز صدا، پراز ترانه ام.
بیا به من نگاه کن
به من که می چکم از
آسمان
به یاد غنچه و جوانه ها
به روی خاک می شوم
روان.
بیا تو هم پراز ستاره باش
پراز صدا، پراز ترانه باش
ببار مثل من از آسمان
به یاد غنچه و جوانه باش.
افسانه شعبان نژاد



این قطره ی زیبا و درخشان شبنم که زندگی و سرسبزی را به یادمان می آورد، چون مروارید گرانبهاست.

ما در سیاره ای زندگی می کنیم که بیش تر سطح آن را اقیانوس ها و دریاها پوشانده اند، شکل ۱. سیاره ی پرآبی که ساکنان آن به برکت وجود آب زنده اند و در آن زندگی می کنند. ساکنانی که بدن خود آن ها نیز از مقدار زیادی آب تشکیل شده است. آیا می دانید که حدود دو سوم جرم بدن شما را آب تشکیل می دهد؟ و آبی که در خون شماست کاملاً شبیه آبی است که در اقیانوس ها یافت می شود؟

وجود مقادیر بسیار زیادی آب در کره ی زمین سبب شده است که سیاره ی ما در منظومه ی خورشیدی تنها سیاره ی مناسب برای زندگی باشد. ویژگی های آب نیز به گونه ای است که وجود آن را برای ادامه ی زندگی موجودات زنده ضروری کرده است. به طوری که،



اگر روزی موفق به کشف زندگی در بیرون از منظومه ی خورشیدی شویم، بی تردید این زندگی باید روی سیاره ی پر آب دیگری مانند زمین به وجود آمده باشد.



شکل ۱ سه چهارم سطح کره ی زمین با آب پوشیده شده است. از این رو هنگامی که از فضا به زمین نگاه می کنیم، عموماً آن را کره ای به رنگ آبی می بینیم.

ویژگی هایی که آب را به یک مایع زندگی بخش تبدیل کرده است، می تواند آن را به ماده ای کشنده نیز مبدل سازد. زیرا، بسیاری از مواد شیمیایی در آب حل می شوند یا به کمک آب از جایی به جای دیگر انتقال می یابند و سرانجام نیز به دریاها و اقیانوس ها وارد می شوند. خارج کردن این مواد شیمیایی از منابع تأمین کننده ی آب، کار خیلی آسانی نیست. بنابراین، نباید اهمیت آب پاک و گوارایی را که در اختیار داریم، دست کم بگیریم. زیرا، می توانیم برای چند هفته بدون غذا به زندگی ادامه دهیم، ولی بدون آب تنها برای چند روز زنده خواهیم ماند.

در جهان توسعه یافته ی امروز، انسان ها روزانه صدها لیتر آب را در خانه های خود به مصرف می رسانند. بیش تر این آب برای شست وشو، نظافت و مقدار نسبتاً کمی از آن برای آشامیدن به کار می رود. در کشاورزی و صنعت نیز مقادیر بسیار زیادی آب به ویژه برای تهیه و تولید مواد غذایی، دارویی و پوشاک به کار می رود. بنابراین، تأمین آب مورد نیاز برای همه ی این فعالیت ها باید بخش عمده ی سیاستگذاری ها و برنامه ریزی های کلان یک کشور توسعه یافته یا در حال توسعه ای چون میهن اسلامی ما را به خود اختصاص دهد. البته فراموش نکنید که این برنامه ریزی ها بدون همکاری آگاهانه و مسئولانه ی شهروندان یک جامعه به نتیجه نخواهد رسید.

آیا می دانید که به عنوان یک شهروند، شما چه نقشی در این برنامه ریزی ها یا اجرای برنامه های پیشنهادی دارید؟ چگونه می توانید به بهترین شیوه نقش خود را چه اکنون و چه در آینده ایفا کنید؟ برای این کار به چه دانستنی ها و مهارت هایی نیازمندید؟

داستانی شنیدنی شما را در یافتن پاسخ این پرسش ها یاری خواهد داد. این ماجرا را از زبان یک روزنامه ی محلی برای شما بازگو می کنیم با پی گیری لحظه به لحظه ی این ماجرا ما را تا پایان این بخش همراهی کنید. ماجرای که از یک صبح گرم تابستانی آغاز می شود.



رودسار امروز، سال دوم، شماره ۳۹۲، دوشنبه ۲۷ تیر ۱۳۷۹

مشاهده‌ی صدها ماهی مرده در رودخانه‌ی رودسار!

صبح امروز یکی از دانش‌آموزان دبیرستان شهید مطهری رودسار که برای دریافت کارنامه‌ی دبیرستان خود بود، به هنگام عبور از کنار رودخانه متوجه اجساد شناور صدها ماهی مرده در آب رودخانه شد. در پی این مشاهده وی به سرعت خود را به دبیرستان رساند و پس از درمیان گذاشتن این موضوع با مدیر دبیرستان به همراه او به محل حادثه بازگشت. مدیر این دبیرستان که یک معلم زیست‌شناسی نیز هست، علت

مرگ و میر ماهی‌ها را شیوع یک بیماری کشنده در میان آن‌ها حدس می‌زند، در حالی که دانش‌آموز یاد شده آلوده شدن آب رودخانه با یک ماده‌ی سمی را عامل این کشتار تصور می‌کند. به هر حال آن دو، مشاهده‌ی خود را بی درنگ به آگاهی سرپرست سازمان آب منطقه‌ای رودسار و رییس سازمان حفاظت محیط زیست رساندند و خواستار رسیدگی هر چه سریع‌تر به این موضوع شدند.



رودسار امروز، سال دوم، شماره ۳۹۳، سه شنبه ۲۸ تیر ۱۳۷۹

آب رودسار سه روز قطع خواهد شد

در پی مشاهده‌ی لاشه‌ی صدها ماهی در رودخانه‌ی رودسار سازمان آب منطقه‌ای و سازمان حفاظت محیط زیست طی اطلاعیه‌ی مشترکی، عصر دیروز اعلام کردند که به منظور یافتن علت مرگ و میر ماهی‌ها و اجرای اقدام‌های پیش‌گیرانه، از ساعت ۲۱ روز دوشنبه ۲۷ تیر ۱۳۷۹، به مدت سه روز جریان آب رودخانه به تصفیه‌خانه‌ی شهر به طور موقت قطع خواهد شد. این اطلاعیه می‌افزاید، کارشناسان مجرب این دو سازمان به طور شبانه‌روزی با نمونه‌گیری و اجرای آزمایش‌های متعدد روی نمونه‌هایی از آب رودخانه و اجساد ماهی‌های مرده در پی یافتن عامل اصلی بروز این حادثه‌ی تلخ هستند و امیدوارند طی چند روز آینده

نتیجه‌ی پژوهش‌های خود را از طریق روزنامه‌ها و صدای سیمای محلی به آگاهی عموم برسانند در این اطلاعیه آمده است که شهروندان رودساری می‌توانند آب مورد نیاز برای این سه روز را حداکثر تا ساعت ۶ بعدازظهر امروز برداشت کنند و ضمن صرفه‌جویی، آب را تنها برای شست و شو به مصرف برسانند و برای خوردن از آب‌های معدنی موجود در بازار استفاده کنند هم چنین اداره‌ی تربیت بدنی رودسار زمان برگزاری مسابقات محلی ماهی‌گیری را که قرار بود در صبح روز پنج‌شنبه ۳۰ تیرماه در سد رودسار به اجرا درآید، یک هفته به عقب انداخت



رودسار امروز، سال دوم، شماره ۳۹۴، چهارشنبه ۲۹ تیر ۱۳۷۹

خطری متوجه مردم رودسار نیست!

قطع آب شهر، آب آشامیدنی سالم به وسیله‌ی تانکر از مناطق دوردست و مطمئن به شهر آورده شود و از طریق چند جایگاه ویژه در سراسر شهر در میان مردم توزیع گردد. شایان گفتن است که در این جلسه نماینده‌ی اداره‌ی فرهنگ و ارشاد اسلامی و سرپرست اتاق بازرگانی رودسار ضمن ابراز نگرانی شدید، به زیان‌ها و آسیب‌های ناشی از قطع آب بر صنعت گردشگری و درآمدهای شهر اشاره کردند و تصمیم‌گیری درباره‌ی قطع آب شهر را خیلی شتاب‌زده و غیر مستند دانستند. در پایان این نشست یکی از اعضای شورای شهر در مورد شرایط بحرانی ناشی از قطع آب به خبرنگار ما گفت: ما منتظر اعلام نتایج حاصل از پژوهش شیمیدان‌ها و زیست‌شناس‌ها روی آب و اجساد ماهی‌ها هستیم و امیدواریم تا آن زمان همه‌ی نهادها و سازمان‌های مسئول با همکاری شهرداری درصدد رفع مشکلات شهروندان برآیند.

در پی مرگ و میر صدها ماهی در سد رودسار و احتمال آلودگی رودخانه و شرایط سخت ایجاد شده به واسطه‌ی قطع موقت آب، شورای شهر رودسار شب گذشته جلسه‌ای فوق العاده تشکیل داد و به بررسی این موضوع و پی‌آمد‌های احتمالی آن پرداخت. در این جلسه علاوه بر مدیران سازمان‌های آب و حفاظت محیط زیست و چند تن از کارشناسان مجرب این دو سازمان، نماینده‌ی اداره‌ی فرهنگ و ارشاد اسلامی و سرپرست اتاق بازرگانی رودسار نیز حضور داشتند. در این جلسه یکی از کارشناس‌های سازمان آب، ضمن تشریح روند نمونه‌گیری‌ها و آزمایش‌های اجرا شده، اعلام کرد: آب سد فاقد هرگونه ماده‌ی شیمیایی سمی است و فعلاً خطری متوجه مردم شهر نیست. با این حال او افزود که چون علت مرگ و میر ماهی‌ها هنوز آشکار نشده است، نمی‌توان با اطمینان آب شهر را سالم اعلام کرد. در پایان این جلسه مقرر شد تا در صورت ادامه‌ی



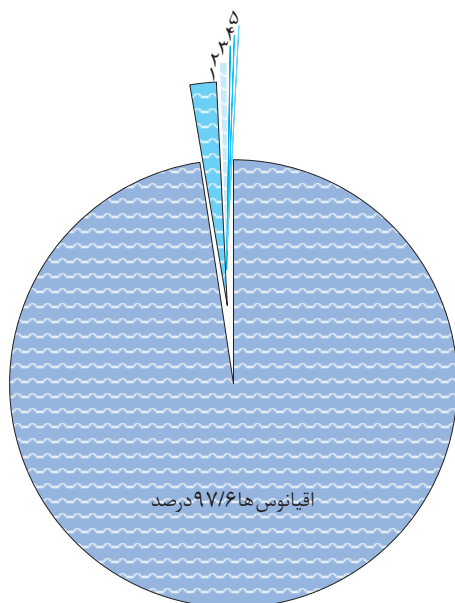
همان طور که از گزارش های پی در پی این روزنامه ی محلی بر می آید، شهر رودسار دست کم برای سه روز با بحران بی آبی روبه رو شده است. بحرانی که می تواند مسایل و مشکلات بسیاری را برای شهروندان رودساری به وجود آورد. این مشکل چگونه رفع شده است؟ و شیمی و روش های علمی چگونه به حل شدن آن کمک کرده است؟ پرسش هایی هستند که بی شک برای شما هم پیش آمده اند.

در این بخش، هم زمان با ارایه ی دانستنی های بیش تری درباره ی شیمی آب و آشنایی بیش تر با منابع، کاربردها و اهمیت آب در جهان امروز، معمای رودسار را پی خواهیم گرفت تا پاسخی قانع کننده برای آن بیابیم. در این راه به پاسخ سه پرسش مهم زیر نیز دست خواهیم یافت:

- ۱- آیا همواره می توان آب سالم و کافی برای تأمین نیازهای گوناگون زندگی فراهم کرد؟
- ۲- شیمی چگونه می تواند اهمیت آب در زندگی فردی و اجتماعی را برای ما آشکار سازد؟
- ۳- به کاربردن روش های علمی چگونه می تواند ما را در حل مسایل و رفع مشکلاتی که در زندگی با آن ها رو به رو می شویم، یاری دهد؟

منابع آب در طبیعت

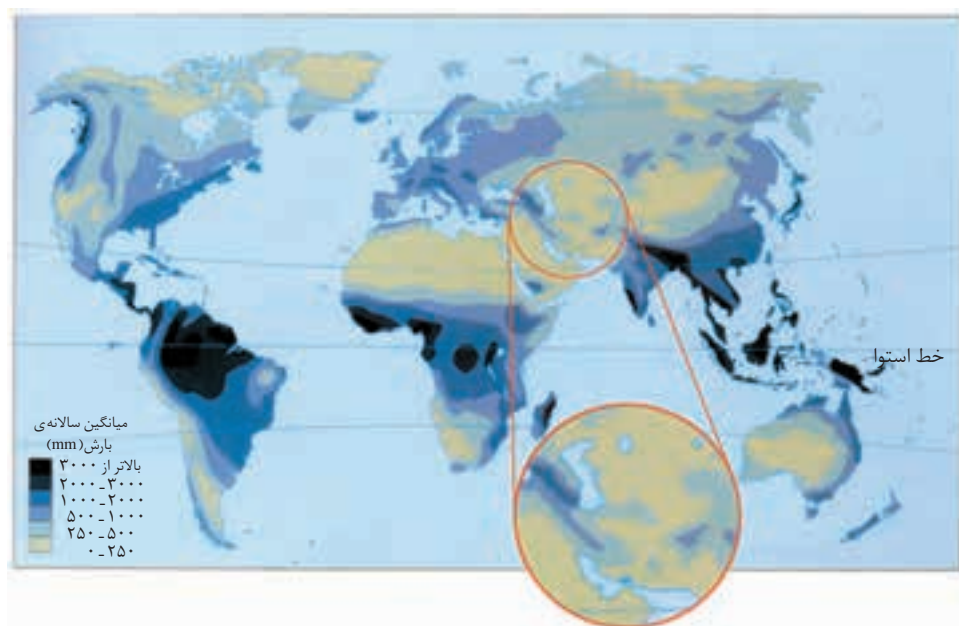
آب تنها ماده ای است که به هر سه حالت جامد (یخ)، مایع (آب) و گاز (بخار آب) در طبیعت یافت می شود. نزدیک به ۷۵ درصد از سطح زمین را آب پوشانده است، شکل ۱. بخش عمده ی این آب ها را آب شور دریاها و اقیانوس ها تشکیل می دهند، شکل ۲. این آب شور را نمی توان برای نوشیدن یا در بسیاری از فرایندهای صنعتی استفاده کرد. بخش مهم دیگر را یخ های قطبی و یخچال های طبیعی تشکیل می دهند، شکل ۲. اگر چه این دو، منبع مهمی برای تولید آب شیرین به شمار می آیند، با این حال سرعت ذوب شدن آن ها بسیار آهسته تر از آن است که برای تأمین نیازهای انسانی، صنعتی و کشاورزی قابل بهره برداری باشند.



- ۱- یخ های قطبی و یخچال های طبیعی ۰/۹ درصد
- ۲- آب های زیرزمینی ۰/۴۷ درصد
- ۳- رودخانه ها، دریاچه ها و آبگیرها ۰/۰۲ درصد
- ۴- رطوبت موجود در خاک، کم تر از ۰/۰۱ درصد
- ۵- بخار آب موجود در هوا ۰/۰۰۰۱ درصد

شکل ۲ نوع و فراوانی منابع گوناگون آب موجود در کره ی زمین

بنابراین، انسان و دیگر موجودات زنده‌ی غیر دریایی برای دستیابی به آب شیرین مورد نیاز خود، باید بر سر درصد ناچیز باقی مانده (حداکثر ۰/۵ درصد) با یک دیگر به رقابت بپردازند. گفتنی است که این منابع ناچیز نیز به طور یک نواخت، در سراسر جهان پراکنده نشده اند و عوامل طبیعی گوناگونی مانند موقعیت جغرافیایی، شرایط آب و هوایی و میزان بارش بر این پراکندگی بسیار مؤثر است، شکل ۳.



شکل ۳ میانگین سالانه‌ی بارش در سراسر جهان

مجموع بارندگی
سالانه در ایران حدود ۴۰۰
میلیارد متر مکعب است که
۲۸۴ میلیارد متر مکعب آن
به طور مستقیم تبخیر می شود و
تنها بخش کمی از آن به صورت
آب های سطحی و آب های
زیرزمینی، منابع آب کشور را
تأمین می کنند.

فکر کنید

با توجه به شکل ۳ به نظر شما ایران از جمله‌ی کدام مناطق جهان است؟ خشک، کم آب یا پرآب؟ چرا؟ آیا میزان بارش در همه جای کشور یکسان است؟ وضعیت بارندگی در استان شما چگونه است؟ توضیح دهید.

بیش تر بدانید

در حالی که حدود یک درصد از جمعیت جهان در ایران زندگی می کنند، تنها ۰/۲۶ درصد از منابع آب شیرین جهان در کشور ما وجود دارد. برآوردهای علمی نشان می دهد که با افزایش تدریجی جمعیت، ایران تا دو دهه‌ی آینده با کمبود شدید آب روبه رو خواهد شد. در ضمن پژوهش های جهانی نشان داده است که کاهش منابع آب در کشورهای خاورمیانه و رقابت بر سر بهره برداری از منابع آب موجود در منطقه، نقش روزافزونی در امنیت ملی هر یک از این کشورها دارد. از این رو در آینده، آب در خاورمیانه می تواند به سرمایه ای ارزنده تر و حیاتی تر از نفت تبدیل شود!



قابل توجه است که بیش از ۷۰ درصد منابع آب قابل دسترسی در خاورمیانه به آبیاری در بخش کشاورزی اختصاص دارد. اهمیت بخش کشاورزی برای افزایش درآمدهای ملی، کارآفرینی و تأمین غذا و در واقع برای تضمین اقتدار و امنیت ملی و هدف‌های اقتصادی - سیاسی این کشورها بر کسی پوشیده نیست.

بی‌توجهی به مسایل مربوط به آب، مصرف بی‌رویه، آلوده کردن آب رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دیگر منابع از یک سو، و افزایش روزافزون جمعیت مصرف‌کننده‌ی آب از سوی دیگر، سبب شده است که کار تأمین آب مورد نیاز ما دشوارتر شود. بی‌تردید ادامه‌ی این روند در آینده برشدت بحران کم‌آبی خواهد افزود.



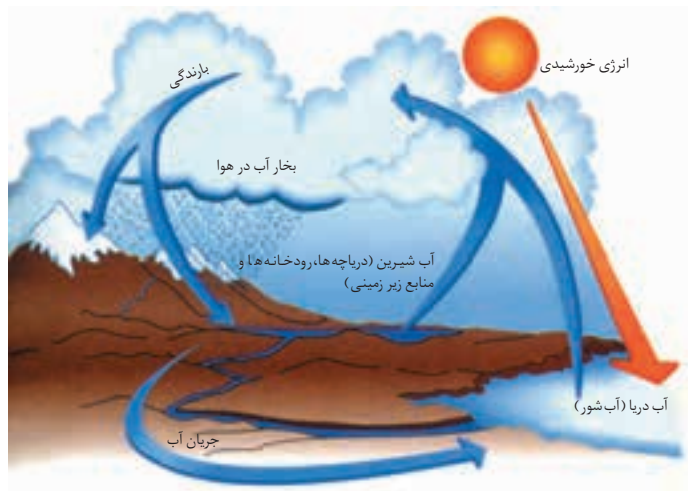
صحنه‌ای که شاید در آینده‌ای نه چندان دور با آن روبه‌رو شویم.

شاید روزی فرا رسد که ناچار شویم آب آشامیدنی مورد نیاز خود را به سختی تهیه کنیم.

تجدید پذیری طبیعی منابع آب

همه‌ی آب موجود در طبیعت به نسبت تقریباً ثابتی در میان دریاها، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، سفره‌های زیرزمینی، یخچال‌های طبیعی و دیگر منابع توزیع می‌شود. این توزیع متناسب، با به چرخش درآمدن آب در میان این منابع انجام می‌گیرد. چرخه‌ی آب نامی است که به این فرایند داده‌اند، شکل ۴. با وجود این چرخه، تناسب میان مقدار آب موجود در همه‌ی منابع برقرار می‌ماند.

به مجموعه رویدادهای
به هم پیوسته‌ای که به یک
تغییر می‌انجامد، فرایند
می‌گویند.



شکل ۴ چرخه ی آب در طبیعت

فکر کنید

با توجه به شکل ۴ به پرسش های زیر پاسخ دهید:

- ۱- در هر مرحله از این فرایند آب دچار چه نوع تغییری می شود؟
- ۲- خورشید چه نقشی در این فرایند دارد؟
- ۳- چگونه چرخه ی آب به تأمین آب شیرین مورد نیاز ما کمک می کند؟

چه قدر آب مصرف می کنید؟!

مصرف روزانه ی آب در خانواده ی خود را در جدولی مانند جدول ۱ یادداشت کنید. در صورت انجام دادن هر فعالیت، میزان آب مصرف شده را بر حسب لیتر تخمین بزنید و با توجه به دفعات تکرار آن، حجم کل آب مصرف شده را در هر ردیف بنویسید. از افراد خانواده برای تکمیل خانه های جدول ۱ کمک بگیرید.

جدول ۱ برآورد تخمینی میزان مصرف روزانه ی آب در خانواده

توضیح بیش تر ^۱	میزان مصرف آب			نوع فعالیت
	روز اول	روز دوم	روز سوم	
				شست و شوی دست و صورت شست و شوی سر و بدن در حمام شست و شوی لباس ها با ماشین لباس شویی یا با دست شست و شوی ظرف های آشپزخانه آب دادن به گلدان یا باغچه آب مصرفی در دست شویی شستن خودرو آشپزی و آشامیدن موارد دیگر
..... لیتر				میانگین آب مصرفی خانواده در هر روز
..... لیتر				میانگین آب مصرفی هر عضو خانواده در هر روز
..... ریال				میانگین هزینه ی آب مصرفی ^۲ خانواده در هر روز
..... ریال				میانگین آب بهای پرداختی برای هر عضو خانواده در هر روز
۱- در هر مورد شیوه ی اندازه گیری یا تخمین حجم آب مصرفی را توضیح دهید. ۲- مبلغ آب بها را می توانید از روی صورت حساب سازمان آب پیدا کنید.				

سرانه ی آب برای
هر ایرانی در سال های ۱۳۴۰ و
۱۳۷۸ به ترتیب ۸۶۰۰ و
۲۱۰۰ متر مکعب بوده است.
پیش بینی می شود که این
مقدار در سال ۱۴۰۰ به
۱۳۰۰ متر مکعب برسد.
کاهش این سهم به کم تر از
۱۰۰۰ متر مکعب در سال،
کشور را با بحران جدی کم آبی
روبه رو خواهد کرد.



بیش تر بدانید

اندازه‌گیری و محاسبه تنها هنگامی سودمند است که همه‌ی مردم در سراسر جهان برای گزارش و ارایه‌ی یافته‌های خود از یکاهای یکسانی استفاده کنند. از این‌رو دانشمندان همه‌ی کشورها، اندازه‌گیری‌ها و محاسبه‌های خود را با سیستم متریک گزارش می‌دهند.

بیش از صد سال پیش، یکاهای متریک برای نخستین بار در فرانسه معرفی شدند. اما شکل جدید این سیستم، از سال ۱۹۶۰ میلادی به این سو، در سراسر جهان به کار می‌رود. این سیستم بین‌المللی که SI نامیده می‌شود، در کشور ما نیز پذیرفته شده است. متر (m)، یکای اندازه‌گیری طول، کیلوگرم (kg)، یکای اندازه‌گیری جرم) و ثانیه (s، یکای اندازه‌گیری زمان) برای شما یکاهای آشنایی هستند. اما پاسکال (Pa)، یکای اندازه‌گیری فشار، ژول (J)، یکای اندازه‌گیری انرژی) و مول (mol)، یکای اندازه‌گیری مقدار ماده) یکاهایی هستند که در جای خود معرفی خواهند شد.

یکای طول در سیستم SI متر است و آن را با نماد m نشان می‌دهند. اما، بسیاری از طول‌ها وجود دارند که ممکن است خیلی بزرگ‌تر یا خیلی کوچک‌تر از یک متر باشند. برای نمایش این طول‌ها در سیستم SI پیشوندهایی تعریف شده است که برای همه‌ی یکاها به کار می‌روند. هرگاه یکی از این پیشوندها در جلوی نماد یکی از یکاهای سیستم SI قرار گیرد، آن یکا را به اندازه‌ی مشخصی بزرگ یا کوچک می‌کند. کیلو (k، هزار برابر)، دسی (d، ۱/۱۰ برابر)، سانتی (c، ۱/۱۰۰ برابر) و میلی (m، ۱/۱۰۰۰ برابر) پیشوندهای مهمی هستند که در این کتاب با آن‌ها سروکار خواهید داشت.

در مثال‌های زیر با کاربرد و معنای این پیشوندها بهتر آشنا می‌شوید:

ضخامت هر برگ این کتاب ۱/۱۰ میلی‌متر است:

$$0.1 \text{ mm} = 0.1 \times 10^{-3} \text{ m} = 10^{-4} \text{ m}$$

فاصله‌ی تهران تا شیراز ۸۹۵ کیلومتر است:

$$895 \text{ km} = 895 \times 10^3 \text{ m} = 895000 \text{ m}$$

افزون بر یکاهای SI از یکاهای غیر SI بسیاری نیز در شیمی استفاده می‌شود. درجه‌ی سلسیوس

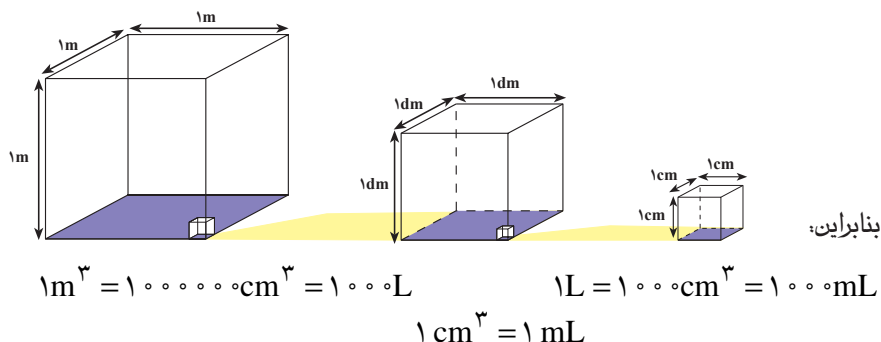
(C، یکای اندازه‌گیری دما)، لیتر (L، یکای اندازه‌گیری حجم) و کالری (cal، یکای اندازه‌گیری انرژی)

از جمله‌ی مهم‌ترین یکاهای غیر SI هستند.

از آن‌جا که یکای اندازه‌گیری حجم، یعنی متر مکعب (m^3)، حجم مکعبی به طول، عرض و ارتفاع

(۱m) یکای بزرگی است، در شیمی و حتی در زندگی روزانه از یکاهای کوچک‌تری مانند لیتر (L)، سانتی‌متر

مکعب (cm^3) یا میلی‌لیتر (mL) استفاده می‌شود. رابطه‌ی این یکاها را در شکل زیر می‌بینید.



SI کوتاه شده‌ی بیان

فرانسوی سیستم بین‌المللی

یکاهاست.

Le Système International

d'unités

مصرف آشکار و نهان آب

آیا مصرف آب، تنها به مواردی که در فعالیت صفحه ی ۷ اشاره شد، محدود می شود؟ بی تردید خیر، زیرا عدد به دست آمده بیانگر مصرف آشکار و قابل اندازه گیری آب در زندگی روزانه است. مصارف نهان بسیاری وجود دارند که احتمالاً از دید شما دور مانده اند. هر بار که شما یک تکه نان یا یک تخم مرغ آب پز را می خورید، در مصرف مقدار زیادی آب سهیم می شوید! زیرا پیش از این، آب فراوانی برای تولید گندم و تهیه ی نان یا پرورش مرغ مصرف شده است که به هنگام خوردن آن ها به نظر نمی آید.

فکر کنید

برای تولید یک کمپوت گیلان ۱۳۰ لیتر آب مصرف می شود!
مصرف این مقدار آب را چگونه توجیه می کنید؟ مصرف آب را از هنگام تولید میوه تا زمانی که کمپوت را از مغازه خریداری می کنید، مرحله به مرحله تخمین بزنید.

تحقیقات آماری در بسیاری از کشورهای پیشرفته نشان می دهد که میانگین مصرف آشکار آب برای هر نفر در روز حدود ۳۰۰ لیتر است. در حالی که، مصرف نهان آب، برای هر نفر در روز حدود ۶۰۰۰ لیتر و به شرح زیر محاسبه شده است:

آبیاری کشتزارها و تهیه و تولید مواد غذایی	۲۶۰۰ لیتر
تأمین انرژی (برق، سوخت و ...)	۲۴۰۰ لیتر
صنایع و معادن	۷۰۰ لیتر
امور بازرگانی و خدمات	۳۴ لیتر

بازنگری در مصرف آب

اگر چه ادامه ی زندگی ما، به وجود مقادیر زیادی آب وابسته است، با این حال کم تر به آن ارج می نهیم. زیرا، همیشه آن را در اختیار داریم و در شرایط عادی هر زمان شیر آب را باز می کنیم، آب به مقدار دلخواه در دسترس ما قرار می گیرد. ما زمانی به درستی قدر آب را خواهیم دانست که به ابتدای کار برگردیم و مسیر آب را از شیر آب و لوله کشی خانه به شبکه ی آب رسانی شهر، تصفیه خانه و منبع آب پی گیری کنیم. آن هنگام به سرمایه گذاری ها و تلاش های زیاد سازمان ها و کارشناس های آن ها بیش تر پی خواهیم برد. در حقیقت زمانی اهمیت این موضوع را به خوبی درک خواهیم کرد که جریان آب ناگهان قطع شود و مانند شهروندان رودساری به مدت نامعلومی دچار بی آبی شویم.



در آینده ای نه چندان دور!

تصور کنید که کشور برای چند سال پی در پی با خشکسالی روبه‌رو شود و کمبود آب پیوسته ادامه یابد. در این صورت اولویت مصرف به کاربردهای حیاتی اختصاص خواهد یافت و موارد غیرضروری به کلی متوقف خواهد شد.

به نظر شما در ابتدا کدام یک از موارد مصرف آب را باید متوقف کرد؟ آیا برای برخی از فعالیت‌ها می‌توان از آب مصرفی فعالیت‌های دیگر استفاده کرد؟ به جدول مصارف روزانه خانواده‌ی خود (جدول ۱) برگردید. میانگین آب مصرف شده طی سه روز در خانه‌ی شما چقدر بود؟ برای کاهش مقدار مصرف آب در خانه‌ی خود چه پیشنهادهایی دارید؟ آن‌ها را با اعضای خانواده‌ی خود در میان بگذارید. پس از عملی کردن این پیشنهادهای میزان کاهش در مصرف آب خانواده‌ی خود را تخمین بزنید. از این فعالیت گزارشی تهیه کنید و در کلاس ارائه دهید.

آب، مایعی با ویژگی‌های باورنکردنی

آب برای ما مایعی بسیار آشناست، اگر چه ماده‌ای بسیار غیرعادی به شمار می‌آید. آب تنها مایع فراوان در کره‌ی زمین است. تنها ماده‌ای است که در طبیعت به هر سه حالت جامد، مایع و گاز یافت می‌شود. تبدیل این حالت‌ها به یک‌دیگر با تغییراتی همراه است که زندگی در کره‌ی زمین را برای ما ممکن و دلپذیر می‌سازد.

هنگامی که آب بر اثر سرما به یخ تبدیل می‌شود، انبساط می‌یابد. به این معنا که همان مقدار آب در حالت جامد حجم بیش‌تری را اشغال می‌کند. بنابراین، حجمی از یخ که هم حجم آب اولیه است، جرم کم‌تری دارد. به این علت، می‌گویند که چگالی یخ کم‌تر از آب است. کم‌تر بودن چگالی یخ باعث می‌شود که یخ روی آب شناور بماند. این ویژگی آب سبب می‌شود که بر خلاف بسیاری از مایع‌ها، آب از سطح شروع به انجماد کند. این پدیده را بارها به هنگام شروع یخ‌زدن آب، درون جایی یخچال مشاهده کرده اید، شکل ۵ - آ. در زمستان‌ها با یخ‌زدن سطح آب دریاچه‌ها، لایه‌ی عایقی از یخ به وجود می‌آید که از یخ‌زدن لایه‌های زیرین جلوگیری می‌کند. در این شرایط ماهی‌ها و آبزیان دیگر می‌توانند در مناطق گرم‌تر زیرین به زندگی خود ادامه دهند، شکل ۵ - ب.



(آ)



(ب)

دما در این ناحیه از ۴ C پایین‌تر نمی‌رود

شکل ۵ (آ) دو مایع مختلف را در حال منجمد شدن می‌بینید. در کدام ظرف، آب در حال یخ‌زدن است؟

(ب) دما در اعماق دریاچه، پایین‌تر از ۴ C نمی‌رود.

به نسبت جرم به حجم
یک ماده، چگالی یا جرم
حجمی می‌گویند.

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \frac{m}{V}$$

از آن‌جا که چگالی به
حجم ماده و حجم نیز به دما
بستگی دارد، (چگونه؟) از
این‌رو همواره باید دمایی را که
چگالی در آن اندازه‌گیری شده
است، مشخص کرد. چگالی را
عموماً با یکای g/mL یا
 g/cm^3 گزارش می‌کنند.
برای نمونه چگالی آستون در
 $20^\circ C$ به صورت زیر نشان داده
می‌شود:

$$d^{20} = 0.791 \text{ g/cm}^3$$

بیش تر بدانید

کم تر بودن چگالی یخ نسبت به آب پیامدهای خطرناکی برای سلول های زنده دارد. هنگامی که بافت های زنده منجمد می شوند، آب موجود درون سلول ها بر اثر یخ زدن منبسط می شود. با انبساط آب، سلول می ترکد و از بین می رود. هر چه سرد شدن آهسته تر صورت گیرد، بلورهای یخ درشت تر می شوند و سلول ها هم آسیب بیش تری می بینند. کارخانه های سازنده ی مواد غذایی منجمد از این ویژگی آب استفاده می کنند و مواد غذایی را به سرعت منجمد می کنند. در این حالت بلورهای یخ بسیار کوچکی تشکیل می شود که به سلول های ماده ی غذایی آسیب بسیار کم تری وارد می کند.

ویژگی غیر عادی دیگر آب ظرفیت گرمایی بالای آن است. همان گونه که می دانید ظرفیت گرمایی یک جسم مقدار گرمایی است که باید به آن جسم داده شود تا دمای آن 1°C افزایش یابد. جدول ۲ ظرفیت گرمایی ویژه ی شماری از مواد آشنا را نشان می دهد. همان طوری که دیده می شود، مقدار گرمایی که لازم است دمای 1g آب را 1°C افزایش دهد، حدود 10 برابر گرمایی است که برای همین مقدار (1g) آهن لازم است.

ظرفیت گرمایی ویژه،
مقدار گرمایی است که دمای
 1g از یک جسم را 1°C افزایش
می دهد.

جدول ۲ ظرفیت گرمایی ویژه ی شماری از مواد آشنا

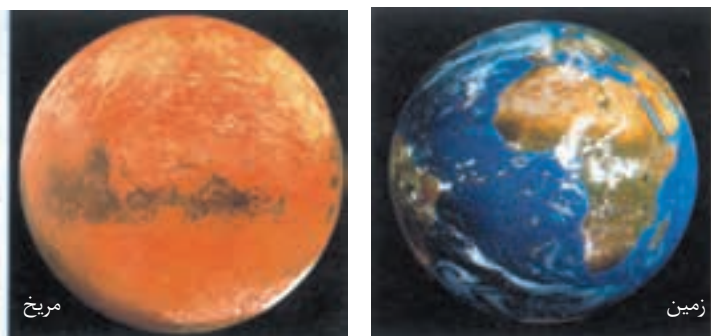
نام ماده	ظرفیت گرمایی ویژه (J/g. $^{\circ}\text{C}$)
آلومینیم	۰/۸۹۷
مس	۰/۳۸۵
اتانول	۲/۴۶۹
آهن	۰/۴۴۹
آب	۴/۱۸۵

فکر کنید

برای این که دمای 1g آب را به اندازه ی 1°C کم کنیم، چه مقدار گرما باید از آن بگیریم؟

مقادیر زیاد آب موجود در سطح زمین مانند یک ترموستات یا دمایای غول آسا عمل می کند و به این ترتیب تغییرات دمای زمین را که بر اثر تابش نور خورشید بر آن به وجود می آید، متعادل می سازد. برای درک بهتر این موضوع، تغییرات دمایی کره ی زمین را با یک کره ی بدون آب، مانند بهرام (مریخ) مقایسه کنید، شکل ۶.





شکل ۶ در شبانه روز دمای سطح مریخ از 80°C - تا حداکثر 40°C متغیر است. در شبانه روز دمای سطح زمین در محل زندگی شما چه قدر تغییر می کند؟

خاصیت منحصر به فرد دیگر آب، گرمای تبخیر بالایی آن است. به عبارت دیگر برای تبدیل مقدار کمی آب به بخار، گرمای زیادی لازم است. این خاصیت نیز برای ما بسیار اهمیت دارد. گرمای اضافی بدن ما با تبخیر مقدار کمی آب بدن از طریق منافذ پوست (عرق کردن) کاسته می شود. تأثیر وجود دریاچه ها و اقیانوس ها در تغییر آب و هوای محلی که نزدیک آن ها است، گواهی بر این گفته است. بخش زیادی از نور خورشید که زمین را گرم می کند، برای تبخیر آب از سطح دریاها و دریاچه ها مصرف می شود. بنابراین، در تابستان کنار حجم قابل توجهی آب، هوا خنک تر از مناطق دورتر است. وجود یک حوض بزرگ یا چند فواره در یک پارک نیز هوای آن جا را خنک تر از جاهای دیگر می کند.

کشش سطحی آب نیز به طور شگفت انگیزی زیاد است. گه گاه شاهد صحنه ی جالب نشستن برخی حشره ها بر سطح آب هستیم، شکل ۷. اگر به دقت به این شکل نگاه کنید، خواهید دید که سطح آب زیرپای حشره، مانند یک تشک ابری فرومی رود اما پاره نمی شود.



شکل ۷ حشره ای در حال استراحت روی سطح آب!

راه رفتن روی سطح آب!

یک مورچه به راحتی می تواند روی سطح آب قدم بزند. یک مورچه پیدا کنید و آن را به آرامی روی سطح آب درون یک استکان قرار دهید. با یک ذره بین نحوه ی تماس پاهای مورچه را با سطح آب به دقت نگاه کنید. مشاهده ی خود را با کشیدن یک شکل در کلاس ارایه دهید. به نظر شما چرا مورچه در آب فرو نمی رود؟

توجه: مورچه را پس از آزمایش رها کنید.

فرضیه یک حدس
هوشمندانه است که پس از
مشاهده‌ی یک پدیده، برای
توضیح علت وقوع آن بیان
می‌شود.

تا به حال با شماری از ویژگی‌های غیرعادی آب آشنا شده‌اید. حال هنگام آن است که فرضیه‌ی جامعی ارائه دهیم که توان توجیه همه‌ی ویژگی‌های آب را داشته باشد. تنها در این حالت است که به شناخت عمیقی از ویژگی‌های آب دست می‌یابیم. اما به این منظور، نیاز است که برخی از پیش دانسته‌های شما درباره‌ی ساختار ماده را با هم مرور کنیم.

مروری بر آموخته‌های گذشته

می‌دانید که عنصر به ماده‌ای گفته می‌شود که ذره‌های سازنده‌ی آن اتم یا مولکول‌هایی هستند که از یک نوع اتم ساخته شده‌اند. اکسیژن یک **عنصر** است، زیرا در مولکول‌های آن تنها اتم‌های اکسیژن مشاهده می‌شود. هیدروژن هم که مولکول‌های آن تنها از اتم‌های هیدروژن ساخته شده است، یک عنصر به شمار می‌آید. تقریباً ۹۱ عنصر در طبیعت یافت می‌شود. هر یک از این عنصرها اتم خاص و ویژگی‌های منحصر به فرد خود را دارد.



گاز هیدروژن H_2
گاز اکسیژن O_2

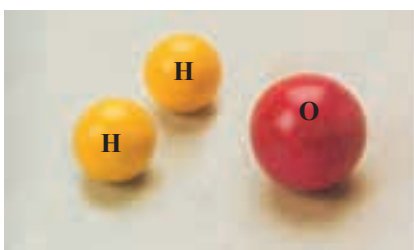
هم چنین می‌دانید که آب جزو عنصرها دسته‌بندی نمی‌شود، زیرا مولکول‌های آن از دو نوع اتم مختلف، اکسیژن و هیدروژن، ساخته شده است. آب را جزو مخلوط‌ها نیز دسته‌بندی نمی‌کنند، زیرا ویژگی‌های آن با ویژگی‌های مخلوط گازهای اکسیژن و هیدروژن متفاوت است. آب یک **ترکیب** است. تا به حال شیمیدان‌ها بیش از ۱۰ میلیون ترکیب گوناگون را شناخته‌اند. هر ترکیب از اتصال اتم‌های دو یا چند عنصر مختلف با یک دیگر ساخته می‌شود. این اتم‌ها با **پیوند شیمیایی** به هم متصل می‌شوند. دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن به هم متصل می‌شوند و واحد تازه‌ای به وجود می‌آورند که به آن یک **مولکول** آب گفته می‌شود. یک مولکول، ساده‌ترین واحد سازنده‌ی یک ماده است که برخی از ویژگی‌های آن را حفظ می‌کند. یک قطره آب دارای تعداد بی‌شماری مولکول‌های آب است. شیمیدان‌ها برای نمایش اتم‌ها، عنصرها و ترکیب‌ها از یک زبان جهانی استفاده می‌کنند. در این زبان حرف‌ها را **نمادهای شیمیایی** می‌گویند و هر عنصر را با یک نماد شیمیایی نشان می‌دهند که یک یا دو حرف لاتین را در بردارد. همواره نخستین حرف نماد شیمیایی یک عنصر، بزرگ نوشته می‌شود. برای مثال C نمادی برای عنصر کربن و Ca نمادی برای عنصر کلسیم است. نماد برخی از عنصرها را در جدول ۳ می‌بینید. با دقت در نام لاتین هر عنصر، به رابطه‌ی آن با نماد شیمیایی انتخاب شده پی می‌برید.

جدول ۳ نماد شیمیایی برخی عنصرهای آشنا

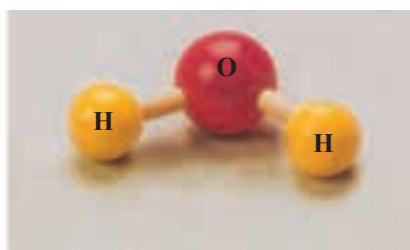
نام	نام لاتین	نماد شیمیایی	نام	نام لاتین	نماد شیمیایی
آلومینیم	Aluminum	Al	آهن	Ferrum	Fe
کلسیم	Calcium	Ca	سرب	Plumbum	Pb
کربن	Carbon	C	منیزیم	Magnesium	Mg
کلر	Chlorine	Cl	گوگرد	Sulfur	S
هیدروژن	Hydrogen	H	نیتروژن	Nitrogen	N
سدیم	Natrium	Na	اکسیژن	Oxygen	O



کلمه‌های این زبان علمی را **فرمول شیمیایی** می‌گویند. هر فرمول شیمیایی نمایانگر یک ترکیب شیمیایی است. فرمول شیمیایی هر ماده، با کمک نمادهای شیمیایی عنصرهای سازنده‌ی آن مشخص می‌شود. می‌دانید که فرمول شیمیایی آب H_2O است. این فرمول نشان می‌دهد که آب از ترکیب شدن دو عنصر اکسیژن (O) و هیدروژن (H) ساخته شده است. عددهایی که در سمت راست پایین (به صورت زیروند) نوشته می‌شود، تعداد اتم‌های هر عنصر را در یک مولکول یا واحد سازنده‌ی آن ماده مشخص می‌کند. برای نمونه، در فرمول شیمیایی آب (H_2O) مشاهده می‌شود که هر مولکول آب افزون بر یک اتم اکسیژن دو اتم هیدروژن نیز دارد، شکل ۸. توجه داشته باشید که در فرمول‌های شیمیایی از نوشتن زیروند ۱ خودداری می‌شود.



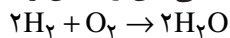
(آ)



(ب)

شکل ۸ (آ) اتم‌های هیدروژن و اکسیژن (ب) یک مولکول آب

جمله‌ها یا عبارت‌های زبان شیمی **معادله‌های شیمیایی** هستند. هر معادله‌ی شیمیایی، آن‌چه را در یک واکنش شیمیایی روی می‌دهد به طور خلاصه بیان می‌کند. **واکنش شیمیایی** شامل شکسته شدن پیوندهای شیمیایی و تشکیل پیوندهای جدیدی است. در واکنش‌های شیمیایی، آرایش اتم‌ها در مولکول‌ها تغییر می‌کند و به این ترتیب، مواد تازه‌ای به وجود می‌آید. خواص این مواد جدید، با خواص مواد اولیه تفاوت دارد. از واکنش دو مولکول هیدروژن ($2H_2$) و یک مولکول اکسیژن (O_2) دو مولکول آب ($2H_2O$) تولید (→) می‌شود. معادله‌ی شیمیایی این واکنش را به صورت زیر می‌نویسند:



مواد شرکت‌کننده در واکنش (در این جا اکسیژن و هیدروژن) را **واکنش دهنده (ها)** می‌گویند. در یک معادله‌ی شیمیایی، واکنش دهنده‌ها را در سمت چپ می‌نویسند. ماده یا مواد تازه‌ای که از واکنش دهنده‌ها به دست می‌آید، **فراورده (ها)** نامیده می‌شود. فراورده‌ها را در سمت راست معادله‌ی شیمیایی می‌نویسند. در این معادله نیز مانند همه‌ی معادله‌های شیمیایی تعداد کل اتم‌ها (چهار اتم H و دو اتم O) در دو طرف معادله (واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها) یکسان است. به چنین معادله‌ای **موازنه شده** می‌گویند. همان‌طور که می‌دانید برابر بودن تعداد اتم‌های هر عنصر در یک معادله شیمیایی، پایسته بودن ماده در یک واکنش شیمیایی را یادآور می‌شود. با این موضوع در بخش ۳ بیش‌تر آشنا خواهید شد.

فکر کنید

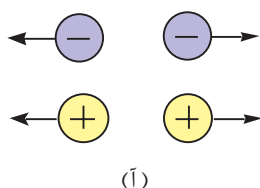
برای هر فرمول شیمیایی زیر، نام عنصرهای سازنده و تعداد اتم های آن ها را مشخص کنید.

فرمول شیمیایی	H_2O_2	$CaCl_2$	C_2H_6O	H_2SO_4
نام	هیدروژن پراکسید (آب اکسیژنه)	کلسیم کلرید	پروپانول (آستون)	سولفوریک اسید
کاربرد	رنگبری مو، کاغذ و پارچه	نم گیر	حلال رنگ و لاک	اسید باتری خودرو

یادآوری خواص الکتریکی ماده

در سال های پیش با برخی از خواص الکتریکی ماده آشنا شده اید. برای مثال، به هنگام مطالعه ی مبحث الکتریسیته ی ساکن (مالشی) پی بردید که هرگاه شانه ی خشک یا یک خودکار پلاستیکی را به موهای خشک خود یا به یک پارچه ی ابریشمی یا پشمی بمالید، نوعی خاصیت الکتریکی در جسم به وجود می آید. این خاصیت سبب می شود که آن جسم، تکه های کوچک کاغذ را برآید.

از این گونه مشاهده ها با خواص الکتریکی ماده آشنا شدید و سپس ساختار اتم های سازنده ی آن را درک کردید. از دوره ی راهنمایی به یاد دارید که همه ی اتم های یک عنصر از تعداد یکسانی ذره های کوچک دارای بار الکتریکی مثبت، موسوم به **پروتون** و ذره های سبک تر دارای بار الکتریکی منفی، موسوم به **الکترون** تشکیل یافته اند، شکل ۹.



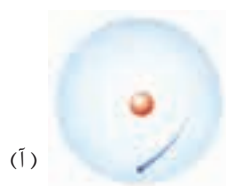
(آ)



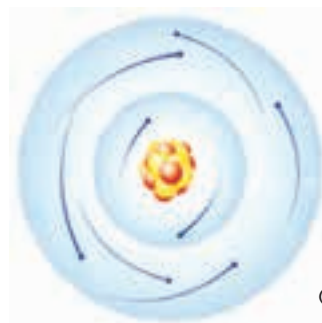
(ب)

تأثیر بارهای الکتریکی بر هم
(آ) بارهای هم نام یک دیگر را
می رانند.
(ب) بارهای ناهمنام یک دیگر
را می ربایند.

الکترون پروتون نوترون



(آ)



(ب)

شکل ۹ مدل اتم هسته دار برای نمایش (آ) اتم هیدروژن، (ب) اتم اکسیژن.

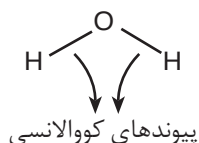
چنان چه دیده می شود در هسته ی هر اتم افزون بر پروتون شماری ذره ی خنثی که **نوترون** نامیده می شوند نیز وجود دارد.

هم چنین، می دانید که اتم ها با کمک نوعی **پیوند شیمیایی** به یک دیگر می پیوندند و مولکول ها را به وجود می آورند. این نوع پیوند شیمیایی نیرویی قوی است که اتم ها را در کنار یک دیگر نگاه می دارد و **پیوند کووالانسی** نامیده می شود. با پیوند کووالانسی در سال آینده بیش تر آشنا خواهید شد.



مشاهده‌های بسیاری نشان داده است که اتم هیدروژن تنها می‌تواند یک پیوند کووالانسی تشکیل دهد، در حالی که اتم اکسیژن می‌تواند دو پیوند کووالانسی به وجود آورد. به تعداد پیوندهایی که یک اتم می‌تواند با اتم‌های دیگر تشکیل دهد **ظرفیت** می‌گویند. بنابراین، ظرفیت اتم هیدروژن **یک** و ظرفیت اتم اکسیژن **دو** است. دو بودن ظرفیت اتم اکسیژن به این معنا است که هر اتم اکسیژن، برای مثال می‌تواند به دو اتم یک ظرفیتی هیدروژن متصل شود و یک مولکول آب را ایجاد کند.

پیوند کووالانسی را به صورت یک خط میان نمادهای شیمیایی دو اتم درگیر در پیوند نشان می‌دهند.



اکنون این پرسش پیش می‌آید که چرا مولکول آب را خمیده نشان می‌دهیم و اتم‌های آن را در یک راستا به صورت $H-O-H$ رسم نمی‌کنیم؟ در ادامه به این پرسش پاسخ خواهیم داد.

ساختار خمیده‌ی مولکول آب

چنانچه یک میله‌ی پلاستیکی (خودکار یا شانه) را به موهای خشک خود بمالید و آن را مطابق شکل ۱۰ به باریکه‌ای از آب شیر دست‌شویی نزدیک کنید، مشاهده خواهید کرد که جریان آب از راستای طبیعی خود منحرف و به میله‌ی پلاستیکی نزدیک می‌شود.



شکل ۱۰ باریکه‌ی آب با نزدیک شدن جسم باردار، از مسیر خود منحرف می‌شود.

می دانیم که یک میله‌ی پلاستیکی در حالت طبیعی از نظر الکتریکی خنثی است. اما بر اثر مالش، مقداری بار الکتریکی منفی به دست می‌آورد. حال اگر این میله‌ی پلاستیکی باردار به باریکه‌ی آب نزدیک شود، آن را به سوی خود جذب و از مسیر اولیه منحرف می‌کند. اگرچه آب در حالت عادی خنثی است اما در توجیه این پدیده‌ی جالب، می‌توان چنین فرض کرد که آب مولکول‌هایی دارد که در واقع دو سر مثبت و منفی دارند و به هنگام نزدیک شدن میله‌ی پلاستیکی باردار به باریکه‌ی آب، هر مولکول از سر مثبت خود جذب میله‌ی پلاستیکی با بار الکتریکی منفی می‌شود.

شواهد تجربی گوناگون، فرضیه‌ی دو قطبی بودن مولکول آب را به اثبات رسانیده است. هم چنین شواهد تجربی نشان می‌دهند که مولکول آب شکل خمیده‌ای (V مانند) دارد. به عبارت دیگر، دو اتم هیدروژن آن نسبت به اتم اکسیژن در یک راستا و به صورت $H-O-H$ قرار نگرفته‌اند. شیمیدان‌ها پس از آزمایش‌های بسیار فهمیده‌اند که در سمت اکسیژن مولکول آب بار منفی و در سمت هیدروژن‌های آن بار مثبت وجود دارد.

شکل ۱۱ توزیع بار الکتریکی در مولکول آب را نشان می‌دهد. فراموش نکنید که مولکول آب یا هر مولکول دیگری که دو قطبی است، یعنی یک قطب مثبت و یک قطب منفی دارد، مولکول **قطبی** نامیده می‌شود ولی در مجموع از نظر الکتریکی خنثی باقی می‌ماند. زیرا، تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها در یک اتم یا مولکول همواره برابر است.



شکل ۱۱ نمایش قطب‌های مثبت و منفی مولکول آب، مولکول آب در مجموع خنثی است.

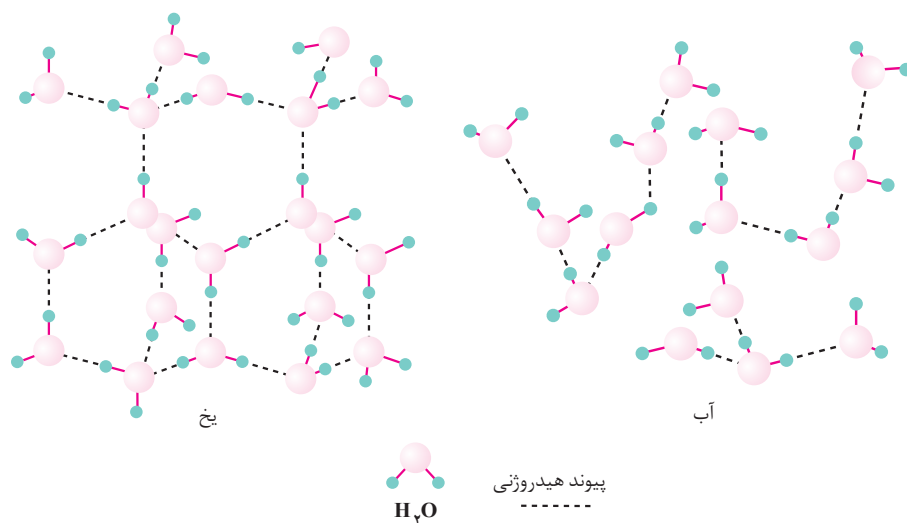
حال که با ساختار خمیده‌ی مولکول آب و خواص قطبی آن آشنا شدیم، کوشش می‌کنیم شماری از خواص غیرعادی این مایع شگفت انگیز را که پیش از این بررسی کردیم، به کمک این یافته‌ها تفسیر و توجیه کنیم.

توجیه برخی ویژگی‌های غیرعادی آب

از آن جا که بارهای الکتریکی نا هم نام یک دیگر را می‌ربایند، قطب مثبت یک مولکول آب، قطب منفی مولکول همسایه را جذب می‌کند. چون این نیروی جاذبه سبب می‌شود که مولکول‌ها بتوانند در کنار هم قرار گیرند، از این رو به آن **نیروی جاذبه‌ی بین مولکولی**



گفته می شود. هر چه این نیرو قوی تر باشد، مولکول ها یک دیگر را محکم تر نگاه می دارند. نیروی بین مولکول های آب بسیار قوی است، به طوری که جدا کردن آن ها را به هنگام تبخیر بسیار دشوار می سازد، شکل ۱۲. بنابراین، گرمای فراوانی لازم است تا آب از حالت مایع به حالت گازی تبدیل شود. زیرا، بخشی از انرژی لازم برای تبخیر، صرف غلبه بر نیروهای بسیار قوی موجود میان مولکول های آب می شود تا آن ها را از یک دیگر جدا کند. بخشی هم برای افزایش انرژی جنبشی مولکول ها به مصرف می رسد. آزمایش و محاسبه نشان می دهد که گرمای تبخیر یا انرژی گرمایی لازم برای تبدیل یک گرم آب به بخار آب (مولکول های آزاد و گازی شکل آب) 2260 J است. هیچ مایعی در طبیعت یافت نمی شود که چنین گرمای تبخیر بالایی داشته باشد.



شکل ۱۲ نمایش نیروهای بین مولکولی در آب و یخ. به این نیروها **پیوند هیدروژنی** می گویند، زیرا چنین به نظر می رسد که اتم هیدروژن، مولکول های آب را در کنار یک دیگر نگاه داشته است.

فکر کنید

- ۱- گرمای تبخیر برای یک گرم الکل 860 J و برای یک گرم کلروفرم 250 J است. به نظر شما نیروی بین مولکولی در کدام یک قوی تر است؟ چرا؟ در شرایط یکسان کدام یک زودتر به جوش می آید؟
- ۲- می دانید که بدن انسان و برخی از موجودات زنده با عرق کردن، در گرمای شدید تابستان خنک می ماند. برای مثال، اگر دمای هوا در یک روز تابستانی 50°C باشد، دمای بدن هم چنان ثابت و برابر با 37°C خواهد ماند. اگر آب گرمای تبخیر بالایی نداشت، چه مسایلی برای ادامه زندگی موجودات زنده به وجود می آمد؟
- ۳- آیا می توانید با توجه به نیروهای بین مولکولی بسیار قوی آب، علت ایجاد پدیده ی کشش سطحی را شرح دهید؟

کلروفرم مایع بی رنگی است که بخار آن سمی، اعتیادآور و تنفس طولانی مدت آن کشنده است. در گذشته از کلروفرم برای بی هوش کردن بیماران در اتاق عمل، استفاده می شد.

۴- حجم آب به هنگام یخ زدن افزایش می یابد. با توجه به شکل ۱۲ علت این افزایش حجم را شرح دهید.

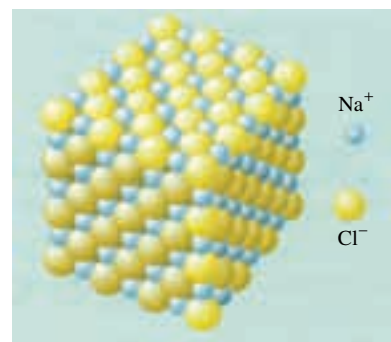


آب به عنوان یک حلال

یکی از مهم ترین خواص آب، توانایی آن در حل کردن مواد گوناگون است. از سال پیش به یاد دارید که سدیم کلرید (نمک خوراکی) یک ترکیب یونی است. یعنی ترکیبی که بلور آن از کنار هم قرار گرفتن یون های مثبت و منفی بسیاری، تشکیل شده است. بلور سدیم کلرید، مطابق شکل ۱۳ شامل شبکه یا مجموعه ی منظمی از میلیاردها میلیارد یون مثبت سدیم (Na^+) و میلیاردها میلیارد یون منفی کلرید (Cl^-) است که گرد هم آمده اند.



(آ)



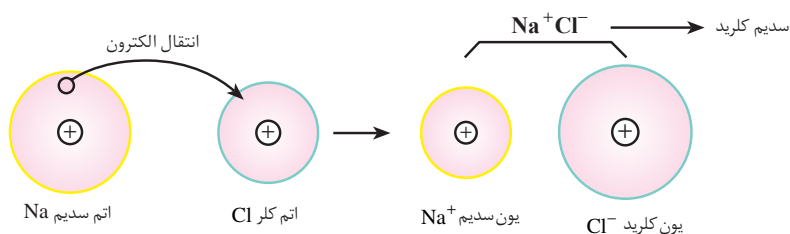
(ب)

شکل ۱۳ (آ) بلورهای سدیم کلرید (ب) بخشی از شبکه ی بلور سدیم کلرید.

آن یون ها ذره هایی با بار الکتریکی منفی هستند. اگر A نماد شیمیایی یک عنصر باشد، آن یون آن را با نماد A^{n-} نشان می دهند. n تعداد الکترون هایی است که اتم A گرفته است.

کاتیون ها ذره هایی با بار الکتریکی مثبت هستند. اگر A نماد شیمیایی یک عنصر باشد، کاتیون آن را با نماد A^{n+} نشان می دهند. n مقدار بار الکتریکی کاتیون و تعداد الکترون هایی است که اتم A از دست داده است.

می دانید که یون ها از اتم ها به وجود می آیند. اتم می تواند یک یا چند الکترون از دست بدهد و به یک یون مثبت تبدیل شود یا این که یک یا چند الکترون بگیرد و یک یون منفی به وجود آورد. در سدیم کلرید، اتم سدیم یک الکترون از دست می دهد و به یک یون مثبت تبدیل می شود. به یون های مثبت کاتیون می گویند. اتم کلر نیز یک الکترون می گیرد و به یونی با بار منفی تبدیل می شود. به یون های منفی آنیون می گویند. در این جا، اتم کلر از اتم سدیم الکترون می گیرد و آنیون کلرید را به وجود می آورد، شکل ۱۴.



شکل ۱۴ تشکیل یون های سدیم و کلرید از اتم های سدیم و کلر.



دو راه برای تشخیص حلال و حل شونده وجود دارد:

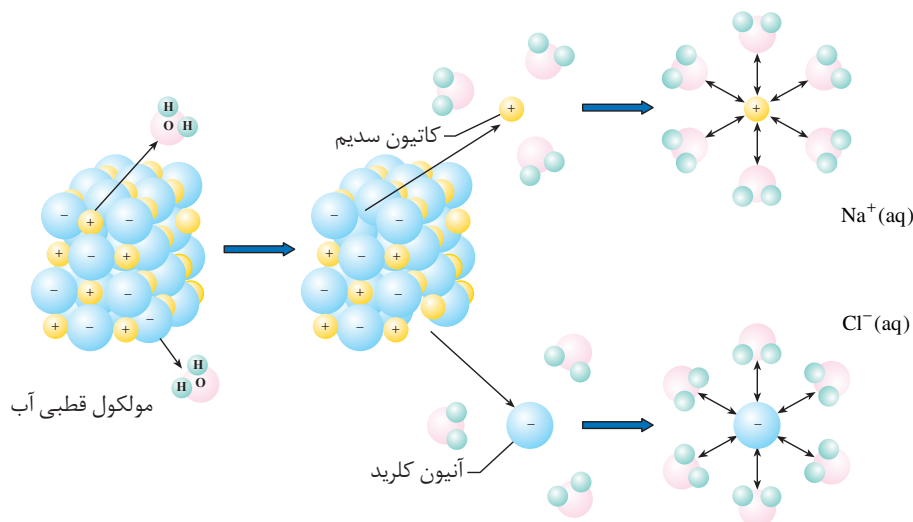
۱- هر ماده‌ای که به هنگام تشکیل محلول تغییر حالت دهد، حل شونده است. مانند نمک خوراکی که بر اثر حل شدن در آب از حالت جامد به مایع (محلول) تبدیل می‌شود.

۲- اگر هیچ‌یک از دو جزء تغییر حالت ندهند، ماده‌ای که به مقدار کم‌تر موجود است، حل شونده خواهد بود. در محلول آب و الکل هر دو ماده پیش و پس از مخلوط شدن مایع هستند.

به یون‌های احاطه شده با مولکول‌های آب، یون آبپوشیده می‌گویند. این یون‌ها را با نوشتن حروف *aq* در مقابل نماد شیمیایی آن‌ها نمایش می‌دهند. *aq* کوتاه شده‌ی واژه‌ی *aqueous* به معنای موجود در محلول آبی است.

از آن جا که بار الکتریکی این یون‌ها نا هم نام است، یک دیگر را می‌ربایند و همان گونه که می‌دانید پیوند شیمیایی محکمی بین آن‌ها به وجود می‌آید. به این نوع پیوند شیمیایی **پیوند یونی** می‌گویند. پیوند یونی نیز مانند پیوند کووالانسی یک نیروی قوی است. در سال آینده با این دو پیوند و ویژگی‌های آن‌ها بیش تر آشنا خواهید شد. مطابق شکل ۱۳- ب در شبکه‌ی بلور سدیم کلرید، هر یون Na^+ به وسیله‌ی یون‌های Cl^- ، و هر یون Cl^- به وسیله‌ی یون‌های Na^+ در برگرفته شده است. در این بلور، مجموع بارهای مثبت و منفی با هم برابر است و به همین دلیل بلور نمک خوراکی که آن را با فرمول شیمیایی NaCl نمایش می‌دهیم، از نظر الکتریکی خنثی است. در سال آینده با ویژگی‌های ترکیب‌های یونی نیز بیش تر آشنا خواهید شد.

حال اگر یک بلور نمک خوراکی (ماده‌ی حل شونده) را در آب (حلال) بیندازیم، یون‌های مثبت شبکه‌ی بلور به طرف قطب منفی، و یون‌های منفی شبکه به طرف قطب مثبت مولکول‌های آب جذب می‌شوند. در نتیجه، پیوندهای قوی موجود میان یون‌های Na^+ و Cl^- گسسته می‌شود، بلور نمک فرو می‌ریزد و محلولی از یون‌های پراکنده‌ی Na^+ و Cl^- در آب پدید می‌آید. چنان که در شکل ۱۵ دیده می‌شود هر یک از این یون‌ها به وسیله‌ی تعدادی از مولکول‌های آب در برگرفته شده است.

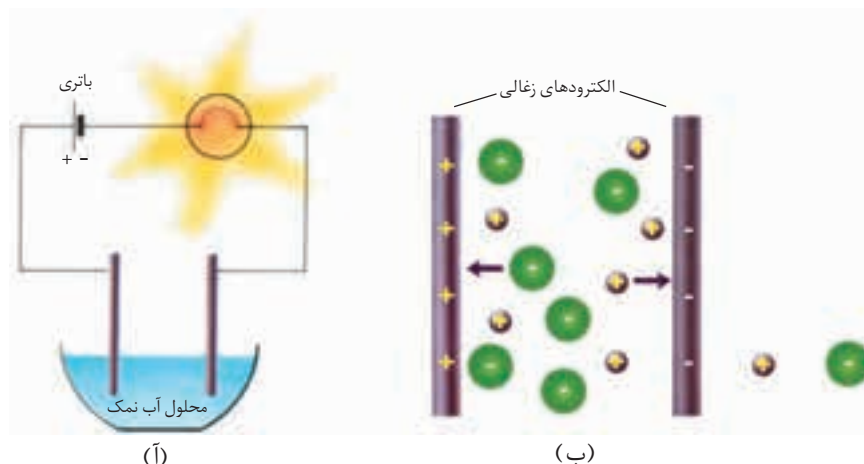


شکل ۱۵ بر هم کنش مولکول‌های قطبی آب با یون‌های مثبت و منفی موجود در نمک خوراکی. این بر هم کنش‌ها موجب حل شدن بلورهای نمک خوراکی در آب می‌شود.

آب افزون بر بلورهای نمک خوراکی، ترکیب‌های یونی دیگری را نیز کم‌وبیش در خود حل می‌کند. به همین دلیل، آب رودخانه یا آب چاه هرگز آب خالص به شمار نمی‌رود. زیرا، آب رودخانه یا آب‌های زیرزمینی با عبور از مجاورت سنگ‌های گچی یا آهکی اندکی از آن‌ها را در خود حل می‌کنند. گچ و آهک که ترکیب‌های یونی کلسیم دار هستند کاتیون‌های Ca^{2+} را به آب وارد می‌کنند. این یون طعم نامطبوعی به آب می‌بخشد.

آب و رسانایی الکتریکی

همان طور که گفته شد، یون‌های سازنده‌ی ترکیب‌های یونی مانند NaCl ، به هنگام حل شدن در آب از یک دیگر جدا و در سراسر آب پراکنده می‌شوند. حال اگر این محلول را مطابق شکل ۱۶ در یک مدار الکتریکی قرار دهیم، انتظار می‌رود که محلول رسانای جریان برق باشد. زیرا یون‌های مثبت محلول (مانند $\text{Na}^+(\text{aq})$) می‌توانند به طرف قطب منفی، و یون‌های منفی محلول (مانند $\text{Cl}^-(\text{aq})$) به طرف قطب مثبت حرکت کنند (چرا؟) و به این ترتیب جریان برق را در محلول انتقال دهند.



شکل ۱۶ (آ) محلول آب نمک رسانای جریان برق است. (ب) یون‌ها عامل انتقال جریان برق در محلول‌ها هستند.

جدول ۴ میزان رسانایی آب خالص، آب معمولی و یک سیم مسی را در مقایسه با یک دیگر نشان می‌دهد.

جدول ۴ مقایسه‌ی میزان رسانایی الکتریکی آب و مس

نام ماده	میزان نسبی رسانایی
آب خالص	۱
نمونه‌ی آب طبیعی (آب شیر)	۱۰/۰۰۰
فلز مس	۶۴/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰

فکر کنید

چرا میزان رسانایی الکتریکی آب طبیعی بیش‌تر از آب خالص است؟



انحلال پذیری مواد جامد در آب

همان طور که می دانید، برای حل شدن مواد گوناگون در مقدار معینی آب در دمای اتاق، محدودیتی وجود دارد. این محدودیت را **انحلال پذیری** یا **قابلیت حل شدن** آن ماده مشخص می کند. انحلال پذیری بیش ترین مقدار ماده ای است که در یک دمای معین می تواند در 10°C آب حل شود. این مقدار را برحسب گرم جسم حل شونده در 10°C آب بیان می کنند. برای مثال، انحلال پذیری سدیم کلرید در 20°C ، 38g در 10°C آب است. به این معنا که در این دما حداکثر 38g سدیم کلرید را می توان در 10°C آب حل کرد. بستگی انحلال پذیری یک ماده به دما را می توان به کمک نموداری نشان داد که **منحنی انحلال پذیری** نامیده می شود، شکل ۱۷. به کمک این نمودار می توان انحلال پذیری یک ماده را در هر دمایی به دست آورد.

بجاست برای نمونه منحنی انحلال پذیری پتاسیم نیترات (KNO_3) را بررسی کنیم. این نمودار می رساند که در دمای 80°C ، مقدار 145g پتاسیم نیترات در 10°C آب حل می شود و محلول سیر شده ای به دست می آید. بنابراین، انحلال پذیری این ماده در 10°C آب، در دمای 80°C برابر 145g است. هم چنین، مشاهده می شود که انحلال پذیری این ماده در 10°C آب، در دمای 20°C حدود 27g است.

توجه کنید که منحنی انحلال پذیری سدیم کلرید (NaCl) تقریباً افقی است، به این معنا که اثر دما بر انحلال پذیری سدیم کلرید در آب، بسیار ناچیز است. در واقع می توان گفت که انحلال پذیری KNO_3 به شدت به دما بستگی دارد. در حالی که، انحلال پذیری NaCl بستگی چندانی به دما ندارد.

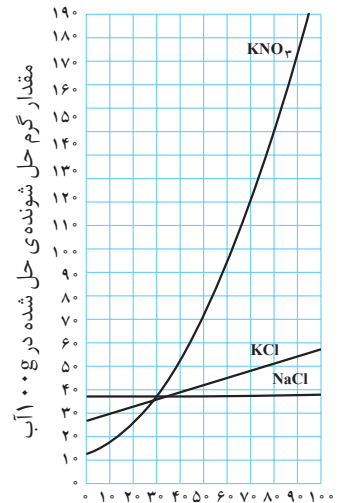
جایگاه هر نقطه روی منحنی انحلال پذیری نمایانگر یک محلول سیر شده در آن دما است. برای مثال، منحنی نشان می دهد که در دمای 100°C ، حدود 39g سدیم کلرید در 10°C آب حل می شود و یک محلول سیر شده پدید می آورد. بدیهی است، هر نقطه ای که جایگاه آن پایین تر از منحنی باشد، یک محلول سیر نشده را نشان می دهد. محلول سیر نشده محلولی است که هنوز هم می تواند مقدار بیش تری سدیم کلرید را در خود حل کند. برای مثال، در دمای 60°C محلولی که شامل 8g پتاسیم نیترات در 10°C آب است، یک محلول سیر نشده به شمار می آید. جایگاه این نقطه را روی نمودار شکل ۱۷ مشخص کنید. به نظر شما این نقطه بالاتر یا پایین تر از منحنی انحلال پذیری KNO_3 قرار می گیرد؟ توضیح دهید.

حال اگر این محلول سیر نشده و داغ را آرام آرام تا 40°C ، طوری سرد کنید (حرکت به سمت چپ منحنی) که هیچ گونه بلور جامدی از آن جدا نشود، در این دما شما به یک **محلول فراسیر شده** ی پتاسیم نیترات رسیده اید.

در شیمی 0°C را دمای

استاندارد و 25°C را دمای اتاق

می گویند.



دما (C)

شکل ۱۷ رابطه ی میان دما و انحلال پذیری در آب

محلول سیر شده،

محلولی است که نمی تواند حل شونده ی بیش تری را در خود حل کند.

فکر کنید

موقعیت این نقطه‌ی فراسیرشده بالاتر یا پایین‌تر از منحنی انحلال‌پذیری KNO_3 قرار دارد؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

مقدار ماده‌ی حل شده در محلول فراسیرشده، بیش از مقدار آن در محلول سیرشده در همان دما است. به زبان ساده‌تر محلول فراسیرشده بیش از اندازه، حل شونده دارد. به همین دلیل اندکی تکان دادن یا ضربه زدن به محلول، موجب جدا شدن حل شونده‌ی اضافی از آن می‌شود. در مثال بالا، حدود 25g از بلورهای این ماده جدا و در ته ظرف ته‌نشین می‌شود. محلول باقی‌مانده نیز دارای حدود 55g حل شونده ($25^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C}$) در هر 100g آب است. این محلول شرایط یک محلول سیر شده در 40°C را دارد. برای درک بهتر مطلب، جدول ۵ را بررسی کنید. این جدول مقادیر پتاسیم نیترات را در سه محلول سیرشده، سیرنشده و فراسیرشده در دمای 20°C نشان می‌دهد.

جدول ۵ محلول‌های گوناگونی از KNO_3

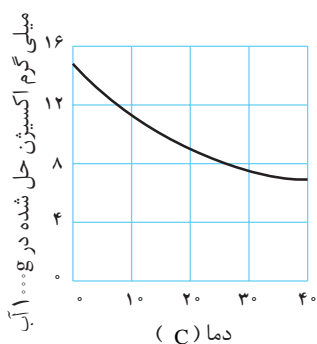
نوع محلول‌ها در 20°C	مقدار حل شونده در 100g حلال
محلول سیرنشده	کم‌تر از 27g
محلول سیرشده	27g
محلول فراسیرشده	بیش‌تر از 27g

انحلال‌پذیری گازها در آب

می‌دانید که آب می‌تواند بسیاری از گازها را در خود حل کند. نمودار نشان داده شده در شکل ۱۸ مقدار میلی گرم اکسیژن حل شده در یک کیلوگرم آب را در دماهای بین 0° تا 40° درجه‌ی سلسیوس نشان می‌دهد.

فکر کنید

به کمک این نمودار معین کنید که انحلال‌پذیری اکسیژن در آب در دماهای صفر و 30° درجه‌ی سلسیوس چه قدر است؟ از مقایسه‌ی این دو مقدار چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



شکل ۱۸ نمودار تغییر انحلال‌پذیری گاز اکسیژن در آب مجاور به هوا با دما



همان طور که می دانید، انحلال پذیری گازها در آب تنها تابع تغییر دما نیست، بلکه فشار گاز نیز بر آن مؤثر است. به هنگام باز کردن در بطری نوشابه، حجم زیادی گاز همراه با مقداری نوشابه از بطری بیرون می آید، زیرا گاز کربن دی اکسید که تحت فشار زیاد در نوشابه حل شده است، با باز شدن درپوش بطری و برداشته شدن فشار، به سرعت از محلول خارج می شود. می توان گفت که در دمای ثابت، میزان انحلال پذیری گازها در آب، با فشار نسبت مستقیم دارد. به این معنا که هرگاه فشار گاز دو برابر شود، مقدار گاز حل شده نیز دو برابر خواهد شد.



خروج گاز به هنگام باز شدن درپوش بطری نوشابه.

فکر کنید

حدس می زنید که حجم گاز کربن دی اکسید حل شده در یک بطری نوشابه چند برابر حجم نوشابه باشد؟ آیا می توانید با طراحی و اجرای یک آزمایش درستی یا نادرستی حدس خود را ثابت کنید؟ شرح دهید.

اکسیژن موجود و اکسیژن مورد نیاز

تمامی جانداران و از جمله آبزیان برای زنده ماندن پیوسته به گاز اکسیژن (O_2) نیاز دارند. با این مقدمه، می توان این پرسش را مطرح کرد: آیا کمبود گاز اکسیژن حل شده در آب، سبب مرگ و میر ماهی ها در رودخانه ی رودسار شده است؟ برای تحقیق درباره ی این احتمال، باید چند عامل را مورد توجه قرار دهیم. چه مقدار گاز اکسیژن (یا حتی برخی مواد دیگر) در آب حل می شود؟ نقش تغییر دما در مقدار اکسیژن حل شده چیست؟ نیاز واقعی هر یک از آبزیان به اکسیژن چه قدر است؟

بخشی از اکسیژن مورد نیاز ماهی ها و دیگر آبزیان، به طور مستقیم از تماس هوا با سطح آرام آب تأمین می شود. بخش اضافی دیگر نیز از طریق برخورد جریان آب با هوا فراهم می شود. جویبارها و رودخانه ها در مسیر خود با انواع سنگ ها برخورد کرده، بالا و پایین می روند و در هر حالت با هوا در می آمیزد. هم چنین، آب به شکل موج های خروشان به ساحل برخورد می کند و مخلوط کف مانندی از آب و هوا پدید می آورد. افزون بر این، گیاهان سبز و پلانکتون ها از طریق فوتوسنتز مقدار زیادی گاز اکسیژن به آب های طبیعی می افزایند.

پلانکتون ها موجودات

بسیار کوچکی هستند که در

دریاها و اقیانوس ها زندگی

می کنند.

موجوداتی که در آب زندگی می کنند، برای دسترسی به اکسیژن حل شده در آب با یک دیگر به رقابت می پردازند. باکتری های مصرف کننده ی اکسیژن معروف به **باکتری های هوازی**، از فضولات و مواد جامد حاصل از جانوران بزرگ تر تغذیه می کنند. این گونه مواد **زیست تخریب پذیر** هستند و توسط باکتری های هوازی به مواد ساده تر تجزیه می شوند. حال اگر به آب مقادیر زیادی فاضلاب های خانگی و صنعتی وارد شود، باکتری ها در آن به

زیست تخریب پذیر به

موادی گفته می شود که در

محیط زیست به کمک

باکتری ها به مواد ساده تری

تجزیه می شوند.

غلظت یک ماده در یک محلول، به مقداری از آن ماده گفته می شود که در مقدار معینی از محلول وجود دارد.

DO

کوتاه شده ی

Dissolved Oxygen

به معنای اکسیژن حل شده است.

ppm

کوتاه شده ی

parts per million

به معنای قسمت در میلیون است.

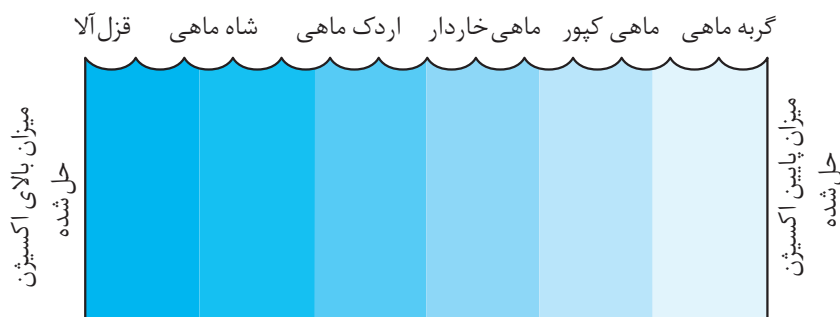


سرعت رشد می کنند و تکثیر می یابند. رشد انبوه این باکتری ها نیاز فزاینده به اکسیژن محلول در آب را سبب می شود. نتیجه آن که موجودات آبزی معمولی، از قبیل ماهی ها که نیاز بیش تری به اکسیژن محلول در آب دارند، با رقابت ناخواسته ای درگیر می شوند. بنابراین، افزایش سرسام آور جمعیت باکتری ها حیات آبزیان معمولی را مورد تهدید جدی قرار می دهد. حداقل غلظت اکسیژن محلول در آب که آبزیان برای ادامه ی زندگی به آن نیاز دارند، بانماد DO نشان داده می شود. هر نوعی از آبزیان به آبی با DO ی معین نیاز دارند. برای مثال، برخی ماهی ها نمی توانند در آبی زندگی کنند که میزان اکسیژن حل شده ی آن از ۴g/۱۰۰g در ۱۰۰g محلول کم تر باشد. چون DO را معمولاً برحسب ppm بیان می کنند، بنابراین DO برای این نوع ماهی برابر است با:

$$DO = \frac{4g}{100g} = \frac{4}{1000000} \Rightarrow DO = 4ppm$$

اگرچه این غلظت از اکسیژن محلول، خیلی کم به نظر می رسد، اما همین مقدار برای ادامه ی زندگی ماهی های معمولی لازم و کافی است.

چنان چه غلظت اکسیژن حل شده در آب به دلیلی کاهش یابد، گونه هایی از ماهی ها که نیازمند اکسیژن بیش تری هستند، به مناطق دیگر مهاجرت می کنند و در غیر این صورت تلف می شوند. ماهی های مورد علاقه ی ماهی گیرانی که برای سرگرمی ماهی می گیرند - مانند قزل آلا و اردک ماهی - از جمله ماهی هایی هستند که به اکسیژن بیش تری نیاز دارند. شکل ۱۹ مقدار DO را برای چند گونه ماهی در مقایسه با یک دیگر نشان می دهد.



شکل ۱۹ مقدار نسبی اکسیژن حل شده در آب که برای زندگی برخی از انواع ماهی ها مناسب است.

آلودگی گرمایی آب های طبیعی

می دانید که دمای آب بر مقدار اکسیژن حل شده و قابل دسترسی آبزیان، تأثیر زیادی دارد. هم چنین می دانید که ماهی ها جانورانی خونسرد هستند. به عبارت دیگر دمای بدن این موجودات با تغییر دمای محیط بالا و پایین می رود. بنابراین، با افزایش دمای آب رودخانه،



واکنش‌های سوخت و ساز مجموعه واکنش‌هایی هستند که در بدن موجودات زنده انجام می‌شوند. سوختن مواد قندی برای تأمین انرژی و ساختن موادی مانند چربی‌ها و پروتئین‌های بدن از این جمله‌اند.

تحقیق تجربی نشان داده است که 10°C افزایش دما، سرعت بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را تا تقریباً دو برابر افزایش می‌دهد و 10°C کاهش دما، این سرعت را به نصف می‌رساند.

دمای بدن ماهی‌ها نیز زیاد می‌شود و به این ترتیب، سرعت واکنش‌های سوخت و ساز در اندام‌های آن‌ها افزایش می‌یابد. نتیجه آن که ماهی‌ها فعال‌تر شده، سریع‌تر شنا می‌کنند و غذای بیش‌تری می‌خورند. بدیهی است، این تغییر موجب افزایش مصرف اکسیژن محلول در آب می‌شود. از سوی دیگر، با بالا رفتن دمای آب، فعالیت باکتری‌های هوازی موجود در آن افزایش می‌یابد و به این ترتیب اکسیژن بیش‌تری را مصرف می‌کنند (میزان DO لازم برای آن‌ها بالا می‌رود).

در ماه‌های گرم تابستان، رقابت میان موجودات زنده‌ی آبی از قبیل ماهی‌ها و باکتری‌ها برای دسترسی به اکسیژن محلول افزایش می‌یابد و به مرز حساسی می‌رسد. از سوی دیگر می‌دانیم که در فصل تابستان، آب گرم‌تر است و مقدار کم‌تری اکسیژن در خود حل می‌کند. به همین دلیل، گاهی در روزهای گرم تابستان با صحنه‌های دلخراش مرگ و میر صدها ماهی روبه‌رو می‌شویم که دچار کمبود اکسیژن و خفگی شده‌اند. جدول ۶ بالاترین دمایی را نشان می‌دهد که برای برخی ماهی‌ها قابل تحمل است.

جدول ۶ بالاترین دمای مناسب برای زندگی برخی از انواع ماهی‌ها در آب

نوع ماهی	بیش‌ترین دمای مناسب ($^{\circ}\text{C}$)
قزل‌آلا	۱۵
اردک ماهی	۲۴
ماهی کپور	۳۲
گره ماهی	۳۴

گاهی فعالیت‌های صنعتی و دستکاری‌های انسان در طبیعت موجب می‌شود که دمای رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دریاها بالا برود. بسیاری از مجتمع‌های صنعتی برای راه‌اندازی سیستم‌های خنک‌کننده‌ی خود به مقادیر زیادی آب نیازمندند. برای مثال یک نیروگاه، آب خنک را از رودخانه‌ها و دریاها می‌گیرد و آن را وارد دستگاه تبادلگر گرمایی خود می‌کند. این آب پس از آن که دستگاه را خنک کرد، خود گرم می‌شود و دوباره به رودخانه و دریا برمی‌گردد. پدیده‌ی آلودگی گرمایی حاصل از دستکاری انسان در آب‌های طبیعی، موجب اختلال در توازن فعالیت‌های بسیاری از آبزیان می‌شود. یکی از نگرانی‌های بزرگ مسئولان حفاظت محیط‌زیست همین مسأله‌ی آلودگی گرمایی آب‌ها و شناخت راه و روش‌های جلوگیری از آن است. حال که ما در پی حل معمای رودسار هستیم، با آگاهی از نقش مخرب آلودگی گرمایی آب‌های طبیعی، حتماً در این اندیشه خواهیم بود که شاید کلید حل این معما در بالا رفتن دمای آب رودخانه و کاهش میزان اکسیژن محلول در آن نهفته باشد. برای دآوری در این مورد، نیازمند دسترسی به داده‌ها و اطلاعات مستند، درباره‌ی تغییرات دمای آب رودخانه‌ی رودسار در روزهای پیش و پس از حادثه هستیم.

به هر چیزی که وجود مقدار زیاد آن باعث آزار شود و سلامتی انسان و دیگر جانداران را تهدید کند، آلودگی می‌گویند.

با نظر معلم خود به گروه‌های ۴ یا ۵ نفری تقسیم شوید. تمامی گروه‌ها، نوشته‌ی زیر را بخوانند و از داده‌های آن برای انجام فعالیت استفاده کنند. پس از پایان کار، نظرهای هر گروه در کلاس مطرح شود و مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. هدف از این کار کسب مهارت در کشف نظام و تفسیر داده‌ها به منظور حل مسایل و معماهاست.

گام نخست: یک کارشناس اداره‌ی بهداشت شهر رودسار تغییرات میزان اکسیژن حل شده در آب را طی ۱۸ ماه گذشته اندازه‌گیری و ثبت کرده است. این کارشناس همه روزه ساعت ۹ صبح از عمق نیم متری سطح آب رودخانه، در نقطه‌ی معینی زیر پل، جنب بیمارستان شهر، نمونه گرفته است و افزون بر اندازه‌گیری میزان اکسیژن حل شده، دمای آب رودخانه را نیز ثبت کرده است.

اکنون به کمک داده‌های ارایه شده در جدول‌های ۷ و ۸، دما و مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه را در سال ۱۳۷۸ و سه ماهه‌ی دوم سال ۱۳۷۹ با هم مقایسه کنید و سپس دیدگاه گروه خود را در باره‌ی هر یک از پرسش‌های مطرح شده، به کلاس ارایه کنید. ۱- مقدار اکسیژن حل شده در ماه‌های آذر و خرداد را مقایسه کنید. این تفاوت را چگونه توجیه می‌کنید؟

ب) تشابه مقدار اکسیژن حل شده را در ماه‌های اسفند و آبان چگونه توجیه می‌کنید؟

۲- میانگین دما و غلظت اکسیژن محلول را در مرداد سال ۱۳۷۹ با مرداد سال ۱۳۷۸ مقایسه کنید. چه دلایلی برای توجیه این تفاوت‌ها حدس می‌زنید؟

جدول ۷ مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه‌ی رودسار در سال ۱۳۷۸

ماه	میانگین دمای آب رودخانه (C)	مقدار اکسیژن حل شده (ppm)
فروردین	۸	۱۰/۶
اردیبهشت	۹	۱۰/۴
خرداد	۱۱	۹/۸
تیر	۱۹	۹/۲
مرداد	۲۰	۹/۲
شهریور	۱۹	۹/۲
مهر	۱۱	۱۰/۶
آبان	۷	۱۱/۰
آذر	۷	۱۱/۰
دی	۲	۱۲/۷
بهمن	۳	۱۲/۵
اسفند	۷	۱۱/۰



جدول ۸ مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه‌ی رودسار در تابستان ۱۳۷۹

ماه	میانگین دمای آب (C)	مقدار اکسیژن حل شده (ppm)
تیر	۱۴	۱۰/۲
مرداد	۱۶	۹/۶
شهریور	۱۸	۹/۶

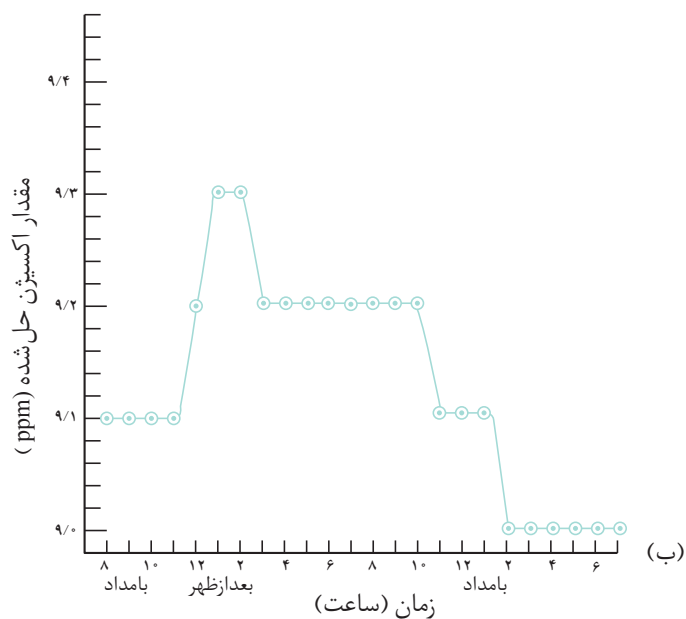
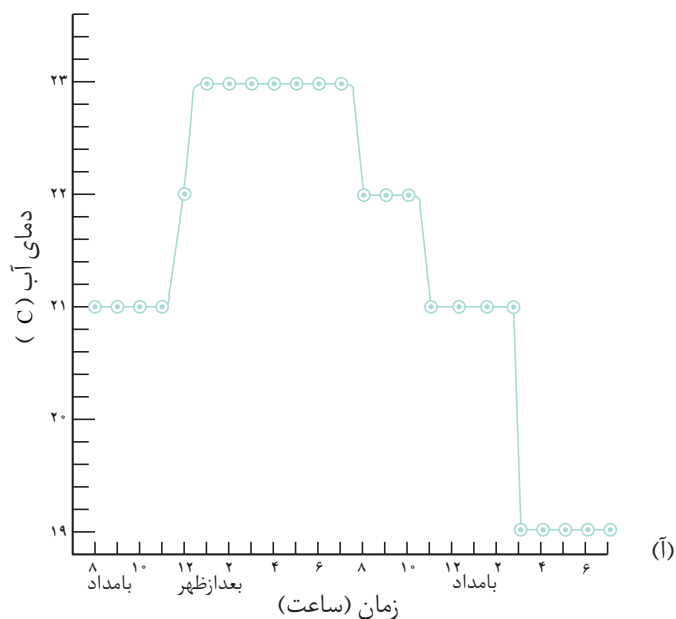
گام دوم: در پی حادثه‌ی رودسار، در تیر ماه ۱۳۷۹، اداره‌ی بهداشت از سازمان حفاظت محیط زیست تقاضای کمک کرد تا آب رودخانه‌ی رودسار را ساعت به ساعت مورد آزمایش قرار دهد. این سازمان یک کارشناس شیمی خود را مأمور کرد که نمونه‌برداری و اندازه‌گیری میزان اکسیژن حل شده را انجام دهد. هدف، تشخیص تغییرات کوتاه مدت دما و مقدار اکسیژن حل شده در یک شبانه‌روز بود. این کارشناس برای جلوگیری از تغییر شرایط، اکسیژن حل شده را در همان نقطه‌ی اولیه زیر پل جنب بیمارستان اندازه‌گیری کرد و یافته‌های خود را در گزارش ارایه داد، جدول ۹ و نمودارهای (آ) و (ب) شکل ۲۰.

جدول ۹ دما و مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه‌ی رودسار در روز شنبه ۱ مرداد سال ۱۳۷۹

زمان	مقدار اکسیژن حل شده (ppm)	دمای آب (C)
۸ بامداد	۹/۱	۲۱
۹	۹/۱	۲۱
۱۰	۹/۱	۲۱
۱۱	۹/۱	۲۱
۱۲	۹/۲	۲۲
۱ بعدازظهر	۹/۳	۲۳
۲	۹/۳	۲۳
۳	۹/۲	۲۳
۴	۹/۲	۲۳
۵	۹/۲	۲۳
۶	۹/۲	۲۳
۷	۹/۲	۲۳
۸	۹/۲	۲۳
۹	۹/۲	۲۲
۱۰	۹/۲	۲۲
۱۱	۹/۱	۲۱
۱۲	۹/۱	۲۱
۱ بامداد	۹/۱	۲۱
۲	۹/۰	۲۱
۳	۹/۰	۱۹
۴	۹/۰	۱۹
۵	۹/۰	۱۹
۶	۹/۰	۱۹
۷	۹/۰	۱۹

۱- (آ) این دو نمودار را با هم مقایسه کنید. آیا نوعی نظام در هر یک از آن‌ها دیده می‌شود؟ (ب) نظام مشاهده شده را تفسیر کنید. (پ) مقادیر اکسیژن حل شده را در روز روشن و شب هنگام مقایسه کنید. این تفاوت را چگونه توجیه می‌کنید؟

۲- میانگین دمای آب، هم‌چنین میانگین مقدار اکسیژن حل شده را برای این روز محاسبه کنید.



شکل ۲۰ نمودار (آ) تغییر دما و (ب) تغییر مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه‌ی رودسار در یک روز



با انجام آزمایش و اندازه گیری می توان پی برد که در دمای معین چه مقدار گاز اکسیژن (O₂) برای تهیه ی یک محلول سیرشده در آب، لازم است.

ستون چهارم جدول ۱۰ مقدار واقعی اکسیژن حل شده موجود در آب رودسار را در سه ساعت از یک روز نزدیک به روز حادثه نشان می دهد. ستون سوم نیز مقدار اکسیژن حل شده ی لازم برای سیر کردن آب را در دماهای مشخص شده، نشان می دهد.

جدول ۱۰ دما و مقدار اکسیژن حل شده در آب رودخانه ی رودسار در سه ساعت از روز شنبه ۱ مرداد سال ۱۳۷۹ در مقایسه با مقدار اکسیژن لازم برای تهیه یک محلول سیر شده در همان دما.

ساعت	دمای آب (C)	مقدار اکسیژن حل شده ی لازم برای تهیه ی یک محلول سیر شده (ppm)	مقدار اکسیژن حل شده ی موجود در آب رودسار (ppm)
۸ بامداد	۲۱	۹/۰	۹/۱
۱ بعدازظهر	۲۳	۸/۸	۹/۳
۸ بعدازظهر	۲۳	۸/۸	۹/۲

با توجه به داده های این جدول، آیا می توان نتیجه گرفت که عامل کشتار ماهی ها در رودسار احتمالاً کمبود اکسیژن در آب رودخانه بوده است؟ چرا؟

تا کنون نتوانسته ایم راز مرگ و میر ماهی ها را در رودسار آشکار کنیم. اکنون باید حدس دیگری بزنیم، شاید میزان خاصیت اسیدی آب رودخانه به علت آلوده شدن آن با برخی گازهای اسیدی موجود در هوا، تغییر کرده باشد؟!

آلاینده های اسیدی و تغییر pH آب

اکنون به قلمرو دیگری از دسته بندی خواص شیمیایی می پردازیم. قلمرویی که نقش مهمی در تعیین کیفیت آب و زندگی آبیان دارد و به احتمال اسیدی، بازی یا خنثی بودن آب های طبیعی مربوط می شود.

در سال پیش اطلاعات اندکی درباره ی اسیدها و بازها به دست آوردید. می دانید که این مواد از روی ویژگی های خاص خود به آسانی شناسایی می شوند. برای مثال، شناساگر معروفی به نام لیتموس (تورنسل) که اغلب به صورت نوار کاغذی باریکی به فروش می رسد، در محلول های بازی به رنگ آبی و در محلول های اسیدی به رنگ سرخ درمی آید. عصاره ی کلم سرخ یا گلبرگ های گل بنفشه و گل سرخ نیز شناساگرهای دیگری برای مواد اسیدی و بازی هستند.

اسیدها ترش مزه اند و بازها مزه ی تلخی دارند. ویتامین «ث» یک اسید و مایع درون پوست پرتقال یک باز یا ماده ی قلیایی است.



رنگ موجود در گلبرگ‌های این گل سرخ زیبا یک شناساگر اسید و باز است.

چند گلبرگ گل سرخ را روی کاغذ بکشید تا یک زمینه‌ی رنگی فراهم شود. یک قطره آب لیمو و اندکی جوش شیرین مرطوب در دو جای مختلف این زمینه‌ی رنگی بریزید و تغییر رنگ‌های جالب پدید آمده را مشاهده کنید. این کار را با گل‌های دیگری تکرار کنید و نتایج کار خود را در کلاس ارایه دهید. آیا می‌توان از روی تغییر رنگ مشاهده شده به اسید یا باز بودن یک ماده‌ی ناشناخته پی برد؟ توضیح دهید.

جدول ۱۱، اطلاعاتی درباره‌ی برخی اسیدها و بازهای معروف در اختیار شما قرار می‌دهد.

جدول ۱۱ نام، فرمول شیمیایی و برخی از کاربرد های چند اسید و باز آشنا

اسید	فرمول	برخی ویژگی‌ها و کاربردها
کربنیک اسید	H_2CO_3	از حل شدن گاز CO_2 در آب به وجود می‌آید. در نوشابه‌ی گازدار و در آب باران یافت می‌شود.
هیدروکلریک اسید	HCl	معروف به جوهر نمک است. محلول رقیق آن در تمیز کردن دست‌شویی و باز کردن گرفتگی مجرای فاضلاب مصرف دارد.
نیتریک اسید	HNO_3	معروف به جوهرشوره است. در ساختن کودهای نیتروژن دار، رنگ‌ها و مواد منفجره مانند TNT کاربرد دارد.
فسفریک اسید	H_3PO_4	در ساختن کودهای فسفردار و مواد شوینده کاربرد دارد.
سولفوریک اسید	H_2SO_4	معروف به جوهر گوگرد است و محلول رقیق آن در باتری خودروها به کار می‌رود.



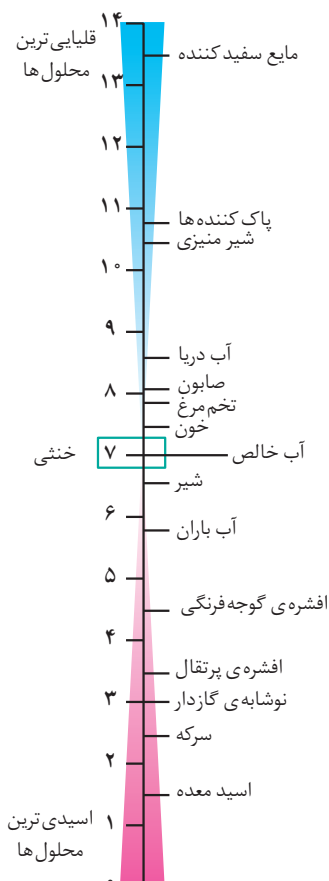
نواری کاغذی آغشته به مخلوطی از چند شناساگر که به عنوان شناساگر عمومی شناخته می‌شود. از روی تغییر رنگ این نوار کاغذی pH یک محلول معین می‌شود.

بازها	فرمول	برخی ویژگی‌ها و کاربردها
سدیم هیدروکسید	$NaOH$	معروف به سودسوزآور است. ترکیب آن با چربی‌های حیوانی، صابون معمولی را پدید می‌آورد. برای باز کردن مجرای فاضلاب، در تولید ابریشم مصنوعی و خمیر کاغذ به کار می‌رود.
پتاسیم هیدروکسید	KOH	معروف به پتاس سوزآور است. در ساختن صابون مایع و باتری‌های قلیایی (آلکالاین) کاربرد دارد.
کلسیم هیدروکسید	$Ca(OH)_2$	از ریختن آب بر آهک به دست می‌آید (آهک شکفته، شیر آهک یا آب آهک). در ساختن ملات، سیمان و تهیه‌ی خمیر کاغذ کاربرد دارد.
منیزیم هیدروکسید	$Mg(OH)_2$	ماده‌ی اصلی شیر منیزی معروف به ضد اسید که برای خنثی کردن اسید معده به کار می‌رود.



مولکول آب (H₂O)

هم اتم هیدروژن و هم گروه هیدروکسید دارد. به این علت هم باز و هم اسید است. از این رو آب جزو مواد خنثی دسته بندی می شود.

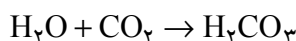


شکل ۲۱ pH برخی از مواد آشنا

همان طور که از جدول ۱۱ برمی آید، اغلب اسیدها در فرمول شیمیایی خود یک یا چند اتم هیدروژن (H) دارند، مانند HCl و H₂SO₄. در حالی که اغلب بازها در فرمول شیمیایی خود دارای یک یا چند گروه هیدروکسید (OH) هستند. برخی مواد که خواص اسیدی یا بازی ندارند، در قلمرو مواد خنثی قرار می گیرند. آب خالص، آب نمک و آب قند موادی خنثی هستند.

به یاد دارید که خواص اسیدی و بازی محلول ها را به وسیله ی نوعی مقیاس به نام pH می سنجند. این مقیاس که در دمای اتاق گستره ای از صفر تا ۱۴ را در بر می گیرد می تواند میزان اسیدی و بازی بودن ترکیب های بسیاری را معین کند. برای مثال، pH محلول غلیظ هیدروکلریک اسید (HCl) در حدود صفر و محلول غلیظ سدیم هیدروکسید (NaOH) در حدود ۱۴ است. در حالی که pH آب خالص در دمای اتاق برابر ۷ است. این خود از خنثی بودن آب حکایت می کند. pH برخی مواد آشنا در شکل ۲۱ ارایه شده است.

به طور کلی pH محلول های اسیدی از صفر تا ۷، و pH محلول های بازی از ۷ تا ۱۴ است. سازمان های جهانی حفاظت محیط زیست، حدود pH آب آشامیدنی سالم را در گستره ی ۶/۵ تا ۸/۵ در نظر گرفته اند. آب باران اندکی اسیدی است، زیرا این آب مقادیر کمی از گاز کربن دی اکسید هوا را در خود حل می کند و کربنیک اسید رقیق پدید می آورد.



بنابراین pH آب باران معمولاً اندکی کم تر از ۷ است. بدیهی است، با جریان یافتن آب باران در بستر جویبارها و رودخانه ها، موادی در آن حل می شوند که ممکن است pH آب را بالا ببرند و اندکی خصلت بازی به آن ببخشند.

در دنیای صنعتی امروز، به علت رعایت نشدن کامل مقررات و ضوابط حفاظت محیط زیست، ممکن است pH آب طبیعی به شدت تحت تأثیر قرار گیرد و با ورود پساب اسیدی و فاضلاب برخی کارخانه ها به آب های طبیعی pH آب کاهش یابد.

بسیاری از ماهی ها توان ادامه ی زندگی را در گستره ی pH از ۵ تا ۹ دارند. گرچه گستره ی محدودتر pH (مانند ۶/۵ تا ۸/۲) برای ادامه ی زندگی بسیاری از ماهی های مورد علاقه ی ماهی گیران، مناسب تر است.

با کسب این دانستنی ها و با اطلاع از pH آب رودخانه ی رودسار در روز حادثه، به آسانی می توان درباره ی پاسخ این پرسش داوری کرد که آیا آلاینده های اسیدی، موجب مرگ و میر ماهی ها شده اند یا خیر؟

فکر کنید

یافته های حاصل از انجام آزمایش های متعدد، pH آب رودسار را در زمان وقوع حادثه بین ۶/۷ تا ۶/۹ نشان می دهد. آیا می توان ورود احتمالی آلاینده های اسیدی را به رودخانه ی رودسار عامل اصلی بروز حادثه دانست؟

به این ترتیب مسأله‌ی تغییرات احتمالی pH را از پیش بینی های خود حذف می کنیم و باید در پی عامل احتمالی دیگری باشیم.

عامل مهم بعدی برای توجیه حادثه‌ی رودسار، حضور احتمالی برخی کاتیون های آلاینده معروف به **کاتیون های سنگین** است. این آلاینده ها یون های جیوه (Hg^{2+})، سرب (Pb^{2+}) و کادمیم (Cd^{2+}) را شامل می شوند.

آلودگی آب توسط کاتیون های سنگین

یون های فلزهایی مانند آهن (Fe)، پتاسیم (K)، کلسیم (Ca) و منیزیم (Mg) برای فعالیت های زیستی و بهداشتی بدن، اهمیت فراوانی دارند. در حدود ۱۰٪ از نیاز ما به این عنصرها از طریق مواد معدنی محلول در آب، برآورده می شود. عنصرهای فلزی دیگری که به **فلزهای سنگین** معروفند نیز می توانند به صورت یون محلول در آب، وجود داشته باشند. کاتیون های جیوه (Hg^{2+})، سرب (Pb^{2+}) و کادمیم (Cd^{2+}) از این جمله اند. این کاتیون ها به پروتیین های بدن می پیوندند و مانع از انجام اعمال زیستی آن ها می شوند. نتیجه آن که، به سیستم عصبی، کبد، کلیه و دیگر اندام ها آسیب های جدی وارد می کنند. از آن جا که این سه عنصر کاربردهای زیادی در زندگی و صنعت دارند، ممکن است مقادیر ناچیزی از آن ها از طریق پساب های صنعتی به منابع آب وارد شوند و به طور مستقیم یا غیرمستقیم به بدن انسان راه یابند.

بیش تر بدانید

بخش عمده‌ی منبع آلودگی با فلز سرب (Pb) و کاتیون آن (Pb^{2+}) از فعالیت های صنعتی و گسترش فناوری در زندگی انسان ناشی می شود. سرب و ترکیب های آن در بنزین، باتری خودروها، فلز لحیم کاری، رنگ های روغنی سرب دار و آفت کش ها کاربرد دارد. هم چنین ما در همه جا شاهد به کار بردن اکسیدسرخ رنگ سرب به عنوان ضد زنگ هستیم تا به این وسیله از زنگ زدن اسکلت های فلزی جلوگیری شود. جیوه (Hg) که تنها فلز مایع در دمای اتاق است، کاربردهای مهمی در زندگی و صنعت دارد. لامپ های مهتابی و دماسنج های آزمایشگاهی دارای جیوه اند. چنان چه یک دماسنج طبی در منزل بشکند، باید به هر شیوه‌ی ممکن قطره های ریز جیوه‌ی پخش شده را فوری جمع کرد و دور ریخت تا از پراکنده شدن بخارهای سمی و خطرناک آن در فضای اتاق جلوگیری شود. ترکیب های جیوه در ساختن مرکوروکروم (داروی سرخ رنگی که در گذشته برای ضد عفونی کردن زخم ها به کار می رفت)، قارچ کش ها و آفت کش ها به کار می روند. چنان چه جیوه و ترکیب های آن که در برخی پساب های صنعتی وجود دارند به آب های طبیعی راه یابد، در بستر رودخانه و دریاچه ته نشین می شوند و سپس، به وسیله‌ی برخی باکتری های بی هوازی (که نیازی به اکسیژن آزاد و محلول در آب ندارند) به نوعی ترکیب های سمی جیوه‌ی محلول در آب تبدیل می شوند. تغذیه‌ی ماهی ها در این آب های آلوده موجب پیدایش مسمومیت شدید در ماهی و سپس انسان می شود.



خواص فلز کادمیم (Cd) مانند فلز روی (Zn) است و ترکیب های این دو عنصر اغلب آمیخته با هم در یک معدن دیده می شوند. آهن سفید که برای ساختن شیروانی ها و کانال های کولر به کار می رود، ورق نازک آهن است که با لایه ی نازکی از فلز روی پوشانده شده است. این لایه، محافظ آهن است و از زنگ زدن آهن جلوگیری می کند. فلز روی مصرف شده در این جا، در حدود ۱٪ کادمیم دارد. کادمیم در ساختن برخی باتری ها نیز کاربرد دارد. این عنصر بسیار سمی است. یون های کادمیم (Cd^{2+}) در صورت ادامه ی آلودگی محیط زندگی، به مرور زمان در کلیه و کبد مستقر می شوند و به آن ها آسیب می رسانند. گاهی یون های کادمیم (Cd^{2+}) جایگزین یون های کلسیم (Ca^{2+}) در استخوان شده، ناهنجاری های استخوانی دردناکی را به وجود می آورند. این گونه ناراحتی ها در میان کارگران معادن روی دیده شده است. اگرچه آب های آشامیدنی، دارای مقادیر ناچیزی یون کادمیم هستند، اما مقدار آن در این آب ها کم تر از میزان خطرناک است. دود سیگار نیز مقادیر ناچیزی کادمیم دارد.

پس از کشتار ماهی ها در رودسار، کارشناس های اداره ی بهداشت، سازمان حفاظت محیط زیست، شیمیدان ها و کارشناس های سازمان آب در همکاری خود برای کشف راز این حادثه، داده های فراوانی را درباره ی مقدار برخی یون های موجود در رودخانه ی رودسار طی مدت ۴ ماه نخست سال ۱۳۷۹ جمع آوری و ارایه کردند. آن ها داده های یاد شده را در جدولی مانند جدول ۱۲ کنار داده های مربوط به حد مجاز غلظت یون های یاد شده که توسط سازمان حفاظت محیط زیست اعلام شده است، قرار دادند.

جدول ۱۲ مقدار برخی یون های سنگین موجود در آب رودخانه ی رودسار در ۴ ماه نخست سال ۱۳۷۹

نوع یون	مقدار در ۴ ماهه ی گذشته (ppm)	مقدار فعلی اندازه گیری شده در روز یکشنبه ۲ مرداد (ppm)	حد مجاز برای آبزیان (ppm)	حد مجاز برای انسان (ppm)
کادمیم	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۴۴	۰/۰۱
سرب	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۷۴	۰/۰۵
جیوه	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۱	۰/۰۵

فکر کنید

- ۱- غلظت کدام یون یا یون ها نسبت به ۴ ماه یاد شده کاهش یافته است؟
- ۲- غلظت کدام یون یا یون ها نسبت به ۴ ماه یاد شده افزایش یافته است؟
- ۳- **ضریب خطر** یون های سنگین را برای ادامه ی زندگی آبزیان در رودخانه، با رابطه ی زیر به دست آورید:

$$\text{ضریب خطر} = \frac{\text{مقدار یون های موجود}}{\text{مقدار مجاز اعلام شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست}}$$

هر یک از یون‌های موجود در آب رودخانه که غلظت آن‌ها از مقدار مجاز اعلام شده توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست تجاوز کند، دارای ضریب خطری بالاتر از ۱ است. یون‌هایی که غلظت آن‌ها پایین‌تر از حد مجاز سازمان حفاظت محیط‌زیست است، ضریب خطر کم‌تر از ۱ دارند.

۴- کدام یون بالاترین ضریب خطر را برای زندگی آبزیان دارد؟

۵- ضریب خطر این یون‌ها برای زندگی انسان چه قدر است؟

۶- آیا شهروندان رودسار باید نگران خطرهای ناشی از افزایش کاتیون‌های سنگین باشند؟



کاوش‌های گسترده‌تر که توسط نمایندگان اداره‌ی بهداشت و سازمان حفاظت محیط‌زیست انجام گرفت، همگان را متقاعد کرد که نباید علت مرگ و میر ماهی‌های رودسار را به افزایش احتمالی هر گونه یون خطرناک نسبت داد. بنابراین، حکایت هم‌چنان باقی است! اگرچه با بسیاری از دانستنی‌ها و مهارت‌های علمی آشنا شدید، اما معمای رودسار هنوز پاسخ علمی و منطقی خود را نیافته است! پس باید به تلاش خود ادامه دهیم.

تأمین آب آشامیدنی

انسان از گذشته‌های دور، بدون نگرانی یا شاید ناآگاهی از آلودگی، آب آشامیدنی مورد نیاز خود را از نزدیک‌ترین جویبار، رودخانه، برکه، چاه و حتی آبگیرهای دست‌ساخته و روباز تهیه می‌کرد. او فضولات انسانی را در چاه‌هایی انبار و پس از مدتی همراه فضولات جانوری به‌عنوان کود به مصرف می‌رساند. پساب‌های دست‌شویی خانه و فضولات معمولی را نیز اغلب در همان جویبارها می‌ریخت. جالب است که انسان‌های دیگری در پایین دست این زیستگاه، از همین آب‌ها برای آشامیدن و فعالیت‌های روزمره‌ی خود استفاده می‌کردند. چنین امری، هم‌اکنون نیز در بسیاری از کشورهای جهان سوم یا کم‌توسعه یافته ادامه دارد.

همان‌طور که دیدید، باکتری‌ها توان تجزیه‌ی فضولات انسانی، گیاهی و جانوری را دارند و با انجام نوعی پالایش آهسته، همه‌چیز را وارد چرخه‌ی طبیعی می‌کنند. اما، با افزایش روزافزون جمعیت و گسترش کارگاه‌ها، کارخانه‌ها، دامداری‌ها و مزارع از یک سو، و رعایت نکردن ملاک‌های حفاظت منابع آبی و زیست‌محیطی از سوی دیگر، نوعی نابرابری میان میزان گسترش آلودگی‌ها و توان طبیعت در تصفیه یا پالایش آب‌ها پدید آورده است. بدیهی است، در این شرایط بیماری‌هایی هم‌چون حصه، وبا، اسهال و برخی نارسایی‌های کبدی از طریق آب‌های آلوده گسترش می‌یابد و ما را ناگزیر می‌کند از برخی مواد شیمیایی گندزدا هم‌چون کلر استفاده کنیم. سامان دادن به مسایل کیفی و کمی آب در جهانی که هر روز بر جمعیت آن افزوده می‌شود و فناوری در آن با سرعتی سرسام‌آور گسترش می‌یابد، نیازمند کسب نگرش مثبت نسبت به اهمیت حفاظت منابع آبی، شناخت راهکارهای تصفیه‌ی آب‌های طبیعی در مقیاس خرد و کلان، زدودن مواد آلاینده‌ی صنعتی و سرانجام بازگردانی آب دست‌کم برای مصارف صنعتی، کشاورزی و دستگاه‌های خنک‌کننده است.



تصفیه‌ی طبیعی آب

فرآیندهای اصلی تصفیه‌ی طبیعی آب را می‌توان به صورت زیر شرح داد:

- * جدا شدن تقریباً کامل مواد اولیه‌ی حل شده در آب به هنگام تشکیل برف و باران.
- * تجزیه‌ی برخی از مواد محلول و شناور در آب به مواد ساده تر به کمک باکتری‌ها.
- * جدا شدن همه‌ی مواد معلق موجود در آب به هنگام عبور آن از میان سنگریزه‌ها و ماسه‌های موجود در دل زمین.

حال، آیا انسان می‌تواند تنها به فرآیندهای تصفیه‌ی طبیعی آب اکتفا کند؟ بی‌تردید پاسخ منفی است. زیرا از یک سو، فرآیندهای یاد شده بسیار آهسته‌اند و پاسخ‌گوی نیازهای فوری و بسیار متنوع جمعیت امروز کره‌ی زمین نیستند و از سوی دیگر، انسان انواع دستکاری‌ها را در طبیعت انجام می‌دهد، آن را آلوده می‌کند، نظم آن را به هم می‌زند و مانع جریان عادی فرآیندهای طبیعی می‌شود.

چنان چه pH آب باران از ۷ پایین‌تر بیاید و اسیدی شود، سنگ‌های زیرزمینی اندکی در آن حل می‌شوند و یون‌هایی مانند Ca^{2+} ، Mg^{2+} و Fe^{2+} را به آب‌های طبیعی وارد می‌کنند. در نتیجه به جای تصفیه‌ی طبیعی، فرآیند آلوده شدن طبیعی پیشی می‌گیرد. آبی را که دارای نسبت قابل ملاحظه‌ای از یون‌های یاد شده باشد، آب سخت می‌نامند. سختی آب مانع از کف کردن صابون در آن می‌شود و مشکلات فراوانی برای انسان در زندگی و در صنعت به وجود می‌آورد. فرآیندهای زدودن یون‌های یاد شده از آب سخت را نرم کردن آب می‌گویند. صابون در آب نرم به راحتی کف می‌کند.

آب سخت و روش‌های نرم کردن آن

همان‌طور که گفته شد، عبور آب باران و دیگر آب‌های طبیعی دارای گاز کربن دی‌اکسید روی سنگ‌های آهکی، باعث حل شدن تدریجی آن‌ها می‌شود. این واکنش طبیعی بسیار آهسته صورت می‌گیرد و در آن کلسیم کربنات مطابق معادله‌ی ساده شده‌ی زیر به تدریج حل می‌شود و به کلسیم هیدروژن کربنات محلول در آب تبدیل می‌شود. وجود کلسیم هیدروژن کربنات محلول در آب نوعی سختی به آب می‌دهد که به آن سختی موقت می‌گویند.

کلسیم هیدروژن کربنات (محلول) $\longrightarrow$ کربنیک اسید + کلسیم کربنات (نامحلول)

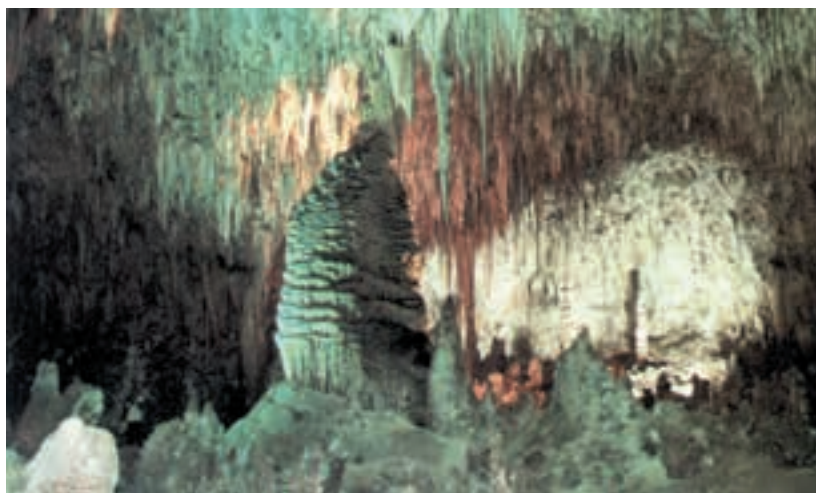
عامل سختی موقت آب محلول CO_2 در آب سنگ آهک

نکته‌ی مهم آن است که این واکنش برگشت پذیر است. به عبارت دیگر، در شرایط مناسب و گرمای کافی، عکس آن نیز مطابق معادله‌ی زیر صورت می‌گیرد.

آب + کربن دی‌اکسید + کلسیم کربنات (نامحلول) $\longrightarrow$ کلسیم هیدروژن کربنات (محلول)

انجام این واکنش طی قرن‌ها در غارهای بسته، باعث پیدایش ستون‌های زیبایی معروف

به استالاکتیت و استالاکمیت شده است، شکل ۲۲.



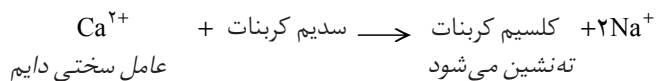
شکل ۲۲ ستون‌های آهکی ایجاد شده درون غارها (استالاگمیت و استالاگمیت)

این مشاهده‌ها نشان می‌دهند که می‌توان با گرم کردن آبی که سختی موقت دارد یون‌های کلسیم محلول در آن را به صورت رسوب کلسیم کربنات درآورد و در نتیجه، آب سخت را به آب نرم تبدیل کرد. در این آب صابون به خوبی کف می‌کند. پیدایش لایه‌های آهکی درون کتری، سماور و لوله‌های درون آب گرم‌کن نشان از وجود مقادیر اندکی کلسیم هیدروژن کربنات محلول (عامل سختی موقت) در آب‌های معمولی و آشامیدنی دارد، شکل ۲۳.



شکل ۲۳ لایه‌ی آهکی ایجاد شده درون لوله‌های یک آب گرم‌کن.

اگر آب‌های طبیعی مقدار قابل توجهی یون‌های Ca^{2+} (یا Fe^{2+} یا Mg^{2+}) داشته باشند، نمی‌توان سختی آن‌ها را با گرم کردن از بین برد. آب با این ویژگی دارای سختی دائم است. در این مورد افزودن مقداری سدیم کربنات به آب موجب می‌شود که یون‌های کلسیم به صورت ماده‌ی نامحلول کلسیم کربنات ته‌نشین شود. به این ترتیب آب سختی دائم خود را نیز از دست می‌دهد و نرم می‌شود.



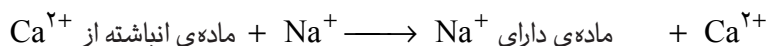
یون‌های سدیم باقی‌مانده در محلول مزاحمتی برای کف کردن صابون ایجاد نمی‌کنند.

بیش‌تر بدانید

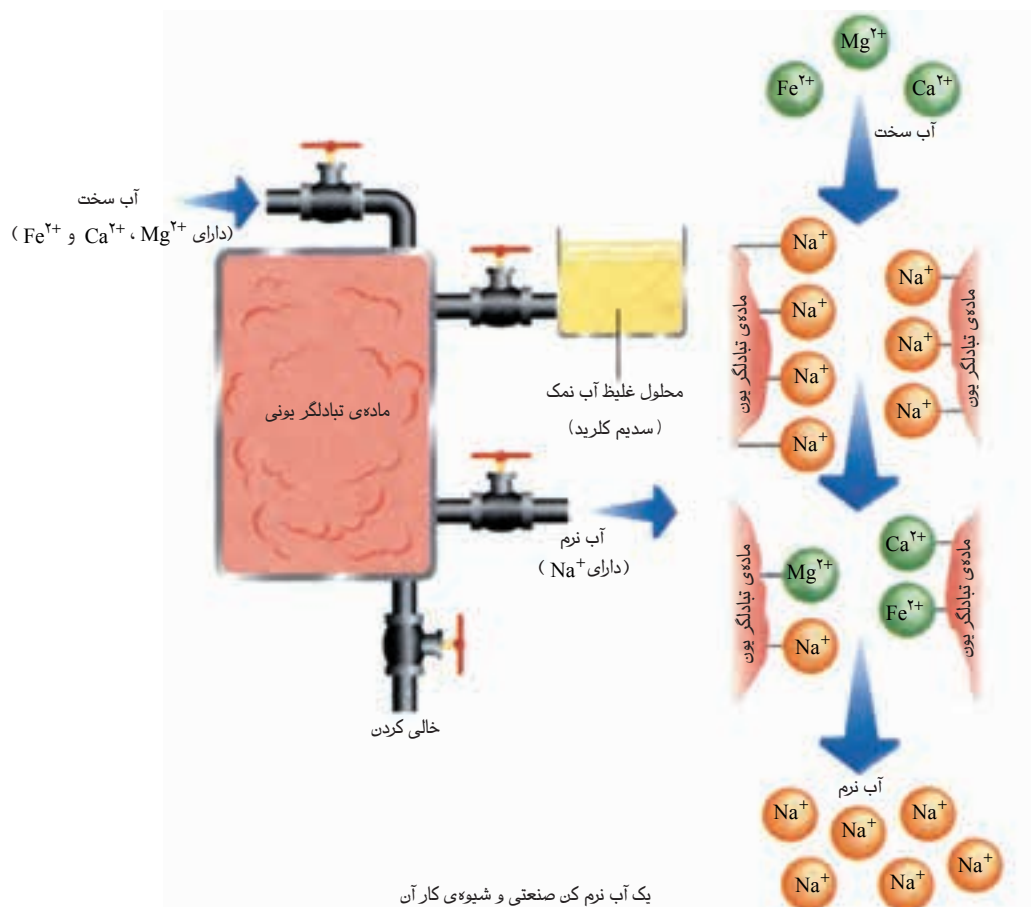
در مناطقی که منابع آبی آن‌ها آب سخت است، برای زدودن یون‌های کلسیم و منیزیم، از دستگاهی به نام **دستگاه تبادله‌گر یونی** استفاده می‌کنند. این دستگاه را می‌توان در کنار شمارشگر آب در خانه نصب کرد. ماده‌ی اصلی موجود در این دستگاه در ساختار خود کاتیون‌های سدیم دارد و با عبور آب سخت از روی این ماده، کاتیون‌های Ca^{2+} و Mg^{2+} جای Na^{+} را می‌گیرند و آن را به جای خود، وارد آب می‌کنند. نتیجه این که مطابق شکل صفحه‌ی بعد، آب سخت دارای یون‌های کلسیم و منیزیم، از یک سو وارد دستگاه می‌شود و از سوی دیگر، آب نرم دارای یون‌های سدیم خارج می‌شود و به مصرف عمومی می‌رسد.



جالب این که، این فرآیند برگشت پذیر است. به این معنا که پس از چندی، دستگاه از یون های کلسیم و منیزیم انباشته می شود و در نتیجه از فعالیت باز می ایستد. در این هنگام باید آن را به وسیله ی آب نمک غلیظ شست و شو داد تا با اجرای وارونه ی حالت پیشین، ماده ی یاد شده دوباره به حالت نخستین خود برگردد و برای نرم کردن آب آماده شود. در این زمان پساب دستگاه دور ریخته می شود.

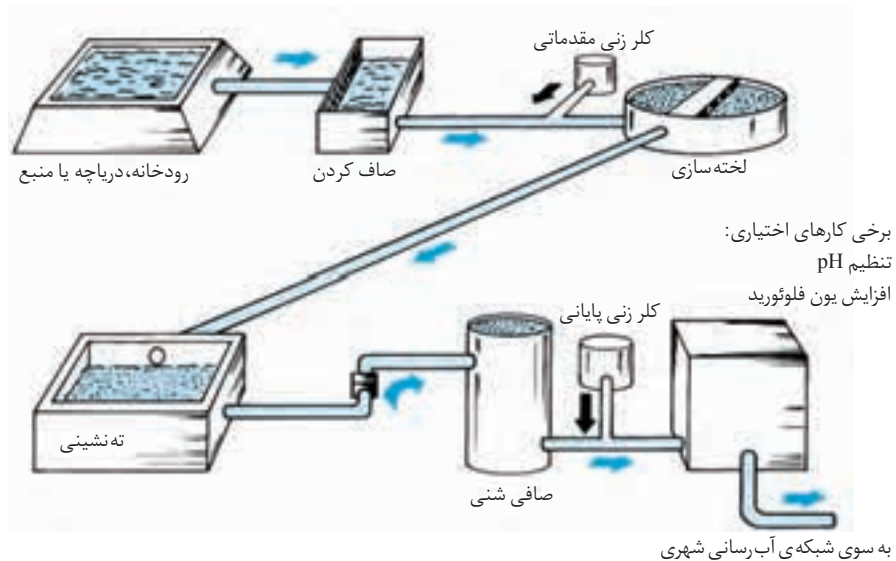


پساب دور ریختنی ماده ی بازیافت شده موجود در آب نمک ماده ی از کار افتاده برای این کار کافی است که شیرهای ورود و خروج مرحله ی نخستین را ببندیم و شیرهای ورود و خروج مرحله ی دوم را باز کنیم. معمولاً شست و شوی ماده ی درون دستگاه را شب ها در ۲ تا ۳ ساعت یا در زمانی که نیاز به آب نیست، انجام می دهند.



تصفیه ی آب شهری

در حال حاضر رودخانه های ما متأسفانه هم منبعی برای تأمین آب شهری و هم مکانی برای تخلیه ی فاضلاب ها و پساب های خانگی و صنعتی به شمار می روند. به این دلیل، باید آب را دوبار، یک بار پیش از مصرف (برای نوشیدن) و یک بار پس از آن (برای دور ریختن!) تمیز کرد. شکل ۲۴ مراحل گوناگون تصفیه ی آب شهری را نشان می دهد.



شکل ۲۴ نمودار یک مجتمع تصفیه‌ی آب شهری

۱- صاف کردن ابتدا آب از توری‌های فلزی و شبکه‌های آشغال‌گیر گذرانده می‌شود تا مواد خارجی و درشت آن، مانند چوب، سنگ، قوطی‌های فلزی، مواد پلاستیکی و ... در پشت آشغال‌گیر بماند.

۲- کلرزنی مقدماتی کلر یک گندزدای قوی است و برای از بین بردن میکروب‌های بیماری‌زا به کار می‌رود.

۳- لخته‌سازی و ته‌نشین کردن برای ته‌نشین کردن گل و لای موجود در آب از یک ماده‌ی لخته‌کننده استفاده می‌کنند. این ماده دارای کاتیون‌های Al^{3+} یا Fe^{3+} است. آب‌های طبیعی دارای گل و لای و ذره‌هایی هستند که به راحتی ته‌نشین نمی‌شوند. ذره‌های میکروسکوپی گل، هنگام جریان یافتن آب در جویبارها و رودخانه‌ها به علت اصطکاک دایمی، مقداری الکتریسیته ساکن به خود می‌گیرند. چون این ذره‌ها بار الکتریکی هم‌نام دارند، همواره یک‌دیگر را دفع می‌کنند و به این علت هرگز ته‌نشین نمی‌شوند. در این حالت یک **کلوئید** به وجود می‌آید. کلوئید نوعی مخلوط است. در سال‌های آینده با این نوع مخلوط‌ها بیش‌تر آشنا خواهید شد. کاتیون‌های Al^{3+} و Fe^{3+} که خود بار الکتریکی زیادی دارند، بار الکتریکی ذره‌های کلوئید را خنثی می‌کنند. نتیجه آن که، این ذره‌ها به یک‌دیگر می‌پیوندند و با این کار کلوئید لخته شده، ذره‌های آن ته‌نشین می‌شوند.

۴- ته‌نشین شدن در حوضچه‌های آرامش در این جا، برای ته‌نشین شدن باقی‌مانده‌ی ذره‌های شناور و کلوئیدی و کامل شدن فرایند لخته‌سازی، فرصت بیش‌تری فراهم می‌شود. درعین حال تابش نور خورشید به از بین بردن باکتری‌ها کمک می‌کند.

۵- گذراندن از صافی شنی صافی شنی شامل بستری از ماسه ریز و درشت است. در این مرحله، مواد دیگری که پیش از این ته‌نشین نشده‌اند، به وسیله‌ی صافی گرفته می‌شوند و آب صاف و شفاف‌ی‌برجای می‌ماند. این مرحله مشابه همان مرحله‌ای است که در تصفیه‌ی



نمای بخشی از تصفیه‌خانه‌ی شهر تهران

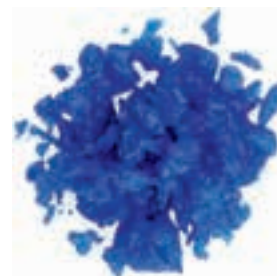


طبیعی آب گفته شد.

۶- گندزدایی پایانی شیمیدان‌ها مقدار کلر افزودنی را در این مرحله، طوری کنترل می‌کنند که اندکی کلر در آب تصفیه شده باقی ماند تا آب را از اثر باکتری‌هایی که احتمالاً در آن باقی مانده‌اند یا ممکن است به آن وارد شوند، در امان نگاه دارد. چنانچه مقدار کلر در این عمل کم‌تر از ۱ ppm باشد، باکتری‌ها ممکن است نابود نشوند و اگر بیش‌تر و نزدیک به ۱ ppm باشد، بو و طعم ناخوشایندی در آب ظاهر می‌شود.

در برخی از کشورها، گاه مقدار بسیار اندکی (در حدود ۱ ppm) یون فلوئورید (F^-) به آب می‌افزایند. این یون از پوسیدگی دندان و پوکی استخوان‌ها جلوگیری می‌کنند.

بیش‌تر وقت‌ها آب تصفیه شده را برای ذخیره کردن به یک منبع بزرگ و مرتفع پمپ می‌کنند تا از آن جا، به تدریج و با فشار کافی وارد شبکه‌ی لوله‌کشی شهر شود. در این روش ذخیره کردن آب، محدودیت‌هایی وجود دارد. برای مثال، ممکن است برخی موجودات ذره‌بینی آبی‌زی معروف به جلبک‌ها، در منبع آب رشد کنند و طعم نامطلوبی به آب بدهند. در این مورد، گاه مقدار کم و کنترل شده‌ای از بلورهای کات کبود را که یک ترکیب شیمیایی مس دار است به آب منبع می‌افزایند، تا از رشد جلبک‌ها جلوگیری شود. در گذشته، ایرانیان نیز از کات کبود برای جلوگیری از رشد جلبک‌ها در انبارهای آب خود استفاده می‌کردند.



بلورهای آبی رنگ
مس سولفات

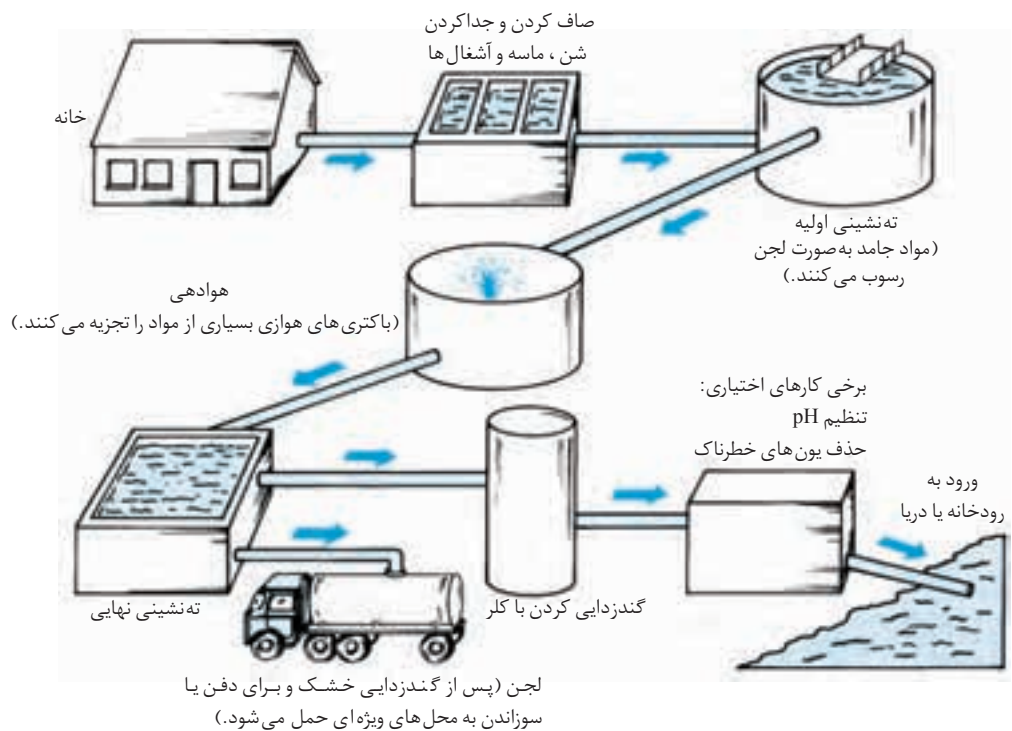
شما چه آبی می‌نوشید؟

تحقیق کنید که آب آشامیدنی شهر یا روستای محل زندگی شما از کجا تأمین و چگونه تصفیه می‌شود؟ در ضمن ویژگی‌هایی چون طعم، رنگ، pH و سختی آن چگونه است؟

تصفیه‌ی فاضلاب‌های شهری

آبی که در خانه‌ها پس از مصرف در آشپزخانه، حمام و توالت وارد فاضلاب می‌شود، آلوده است. خطر آب آلوده برای اغلب مردم کشورهای در حال توسعه بسیار جدی است. برآوردها نشان می‌دهد که ۸۰٪ بیماری‌های جهان ناشی از آب‌های آلوده است و از این رو سالانه نزدیک به دو میلیون کودک در جهان جان خود را از دست می‌دهند. در شهرهای بزرگ که از سیستم فاضلاب شهری برای مصارف کشاورزی و صنعتی استفاده می‌شود، لازم است که فاضلاب را پیش از رها کردن در رودخانه، تصفیه کرد. می‌دانید که پیش‌گیری بهتر از درمان است و تمیز کردن فاضلاب آسان‌تر از تمیز کردن آب رودخانه‌ای است که فاضلاب تصفیه نشده در آن ریخته می‌شود.

گام‌های اصلی تصفیه‌ی فاضلاب شهری را در شکل ۲۵ مشاهده می‌کنید. شایان گفتن است که در فضولات و پساب‌های صنعتی حاصل از کارگاه‌ها و کارخانه‌ها،



شکل ۲۵ نمودار یک مجتمع تصفیه‌ی فاضلاب

مواد شیمیایی و سمی فراوانی وجود دارد که ممکن است به سیستم فاضلاب شهری یا رودخانه‌ها سرازیر شوند و حوادث ناگواری به وجود آورند. کارخانه‌ها بسته به نوع موادی که مصرف یا تولید می‌کنند، باید طبق روش‌ها و ضوابط ویژه‌ای که توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست اعلام می‌شود، به تصفیه‌ی فاضلاب خود اقدام کنند.

فاضلاب خانگی شما به کجا می‌ریزد!

در یک فعالیت گروهی تحقیق کنید که فاضلاب خانگی شما و همسایگانتان به کجا می‌ریزد. هم‌چنین این شیوه‌ی دور ریختن فاضلاب بر محیط‌زیست چه اثری دارد و مسئولان سازمان آب و فاضلاب شهر شما چه برنامه‌هایی را برای تصفیه‌ی فاضلاب‌های خانگی در دستور کار خود دارند.

و سرانجام ما چرا

در مورد معمای رودسار، گرچه تاکنون دانستنی‌ها و مهارت‌های فراوانی به دست آورده‌ایم، اما هنوز به یک پاسخ قانع‌کننده نرسیده‌ایم. آن‌چه مسلم است، یک عامل ناشناخته موجب مرگ و میر ماهی‌ها شده است. عاملی که شهروندان رود ساری را در استفاده از آب رودخانه و سیستم لوله‌کشی شهری دچار تردید کرده است.



گرچه تمام حدس ها و فرضیه های مربوط به آلودگی آب بررسی شد، اما هنوز به ریشه ی اصلی این ماجرا دست نیافته ایم. در واقع، آزمایش ها و پژوهش های بعدی نشان داد که آب رودسار در مجموع برای انسان سالم است، زیرا هیچ ماده ی سمی و میکروب بیماری زایی در آن وجود ندارد. در ضمن اکسیژن کافی برای ادامه ی زندگی آبزیان نیز در آن حل شده است. اما نا امید نخواهیم شد و در انتظار جمع آوری شواهد و یافته های تازه ای هستیم. امید است با دسترسی به خبرهای تازه تر، به یک جمع بندی برای تمامی داده ها برسیم و به علت اصلی حادثه پی ببریم.



رودسار امروز: سال دوم، شماره ۳۹۸، دوشنبه ۳ مرداد ۱۳۷۹ فرماندار رودسار: حباب ماهی ها را کشته است!

مرگ از آب گرفته شده بودند، فرضیه ی بروز بیماری حباب های گاز را در آبش ماهی ها تأیید کرد. پزشک شهر نیز در این کنفرانس به شهروندان اطمینان داد که مقدار اضافی هوای حل شده در آب رودخانه، هیچ گونه خطری برای انسان ندارد. بنابراین، فرماندار از پاسخ دادن به این بهداشتی و سالم است. افزایش مقدار هوای حل شده در آب پرسش که «علت کرد و افزود که موضوع تحت بررسی است و تحقیقات هم چنان ادامه دارد. اما، یک کارشناس سازمان آب، درپچه های بالای سد دانست. وی معتقد بود که حجم آب سرازیر شده از درپچه های سد که معمولاً با تولید کف زیادی نیز همراه است، آن چنان زیاد بوده است که فشار ناشی از سقوط آن، هوای بیش تری را در آب حل کرده است.

فرماندار رودسار در کنفرانس خبری باامداد امروز خود، اعلام کرد که کشتار انبوه ماهی ها در رودخانه ی رودسار، ناشی از بیماری حباب های گاز بوده است. وی افزود: از آن جا که تشکیل حباب های گاز یک بیماری واگیردار نیست، بنابراین خطری شهروندان رودسار را تهدید نمی کند. یکی از کارشناس های سازمان حفاظت محیط زیست در این کنفرانس توضیح داد که تشریح بدن ماهی هایی که به تازگی مرده بوده اند، نشان داده است که علت بروز این بیماری بالا رفتن مقدار هوای محلول در آب رودخانه بوده است. زیاد بودن هوای محلول آب سبب می شود که هنگام عبور آب از بافت ظریف آبشش های ماهی، هوای اضافی به صورت حباب هایی ظاهر شود. با پیدایش این مانع گازی در مسیر جریان خون ماهی جریان می یابد. در صورت عدم رفع این مانع، ماهی در دو تا سه روز تلف می شود. این کارشناس افزود که تشریح بدن ماهی هایی که در ۲ تا ۳ ساعت پس از

فکر کنید

آیا این کارشناس سازمان آب علت کشتار ماهی ها را درست تشخیص داده است؟ چه راهی برای اثبات درستی یا نادرستی این فرضیه پیشنهاد می کنید؟



بیش تر بخوانید

۱- آبی که می نوشیم، اسماعیل عباسی، چاپ دوم، ۱۳۷۶، کانون پرورش فکری کودکان و نوجوانان.

۲- آب، محمدشاطرلو، چاپ اول، ۱۳۷۴، انتشارات امیرکبیر.

۳- آب، احمد خواجه نصیر طوسی، چاپ سوم، ۱۳۷۶، انتشارات فاطمی.

۴- چرخه آب، ناصر نصرتی، مرتضی گلشنی مهر، لیلا باریکانی، چاپ اول، ۱۳۸۱، انتشارات محراب

قلم.



بخش ۲

در پی هوایی پاکیزه!



هوا کره هم ارز واژه‌ی لاتین atmosphere است.

آیا قدر چیزهایی را که داریم، باید هنگامی بدانیم که یا آن‌ها را از دست داده باشیم یا برای به دست آوردن آن‌ها هزینه‌ای پرداخت کنیم؟!



شکل ۱ کره‌ی زمین. چشم‌اندازی که از کره‌ی ماه دیده می‌شود.

ما بر روی زمین و در کره‌ای از هوا زندگی می‌کنیم. همان گونه که آب، آبزیان را دربر می‌گیرد، هوا نیز ما را دربر گرفته است. ما هوا را نمی‌بینیم ولی در روزهایی که باد می‌وزد، آن را حس می‌کنیم. درواقع، همانند مسافران یک فضاپیما، ما در زیر پوشش نازکی از هوا زندگی می‌کنیم که **هوا کره** نامیده می‌شود. اندازه‌گیری دقیق ضخامت هوا کره دشوار است؛ زیرا هوا کره یک دفعه به پایان نمی‌رسد بلکه کم کم رقیق می‌شود و سرانجام ناپدید می‌گردد. با این حال می‌دانیم که ۹۹ درصد از هوا کره در فاصله‌ی ۳۰ کیلومتری از سطح زمین قرار دارد. اگرچه سیاره‌های دیگر منظومه‌ی خورشیدی نیز هوا کره دارند، اما هوا کره‌ی زمین تنها هوا کره‌ای است که از ادامه‌ی زندگی ما و دیگر موجودات زنده پشتیبانی می‌کند، شکل ۱.



هواکره نیز مانند دریاها و پوسته‌ی زمین، معدنی سرشار از مواد شیمیایی است و ظرفی برای دور ریختن مواد زائد نیز به شمار می‌آید. ما به هنگام تنفس، سوزاندن سوخت‌ها و اجرای فرایندهای صنعتی گوناگون از برخی گازهای موجود در هوا کره استفاده می‌کنیم. افزون بر انسان‌ها و موجودات زنده‌ی دیگر، پدیده‌های طبیعی نیز بر حجم گازها، قطره‌های مایع و ذره‌های جامد معلق درهوا کره می‌افزایند. به هر حال، این مواد افزوده شده ممکن است بر ترکیب شیمیایی هوا کره اثری نداشته باشند، اما دست کم محیط زیست محلی یا شرایط جهانی را تحت تأثیر قرار خواهند داد. در برخی نقاط زمین هوا آن چنان آلوده است که مردم از تنفس آن بیمار می‌شوند و ممکن است میزان آلودگی به اندازه‌ای برسد که بسیاری از مردم جان خود را از دست بدهند. امید است چنین حادثه‌ی تلخی هیچ‌گاه به وقوع نپیوندد، اما روبه‌رو شدن با چنین رویدادی، به کارهایی بسیار بیش‌تر از یک امید نیازمند است. از آن‌جا که گاه فعالیت‌های انسانی باعث کاهش کیفیت هوا می‌شود، پرسش‌های اساسی و مهم بسیاری به ذهن خطور می‌کند:

آیا هوا یک منبع رایگان است؟ هوا تا چه اندازه باید پاکیزه باشد؟ برای پاکیزه کردن هوا چه هزینه‌ای باید پرداخت؟ چه خسارت‌های زیست‌محیطی و اقتصادی از هوای آلوده به وجود می‌آید؟ چه کسی مسئول کنترل آلودگی هوا است؟

سال‌هاست که شهروندان در محله، شهر، کشور و جهان به طرح چنین پرسش‌های بحث‌انگیزی ادامه داده‌اند. یافتن پاسخ بخشی از این پرسش‌های دشوار، دست کم به داشتن درکی از شیمی گازهای سازنده‌ی هوا کره بستگی دارد. ما باید درباره‌ی ساختار و ترکیب شیمیایی هوا کره، خواص عمومی گازها، فرایندهای مؤثر بر آب و هوا و چگونگی تجدیدپذیری طبیعی هوا کره اطلاعاتی داشته باشیم.

این بخش، شما را با شیمی بحث‌های یادشده آشنا می‌کند و به بررسی برخی تلاش‌های منطقه‌ای و جهانی برای کنترل آلودگی هوا می‌پردازد. افزون بر این، فرصت دیگری برای شما فراهم می‌کند تا دانسته‌های شیمیایی و مهارت‌های علمی و عملی خود را تقویت کنید.

نفس عمیقی بکشید و آن را به آهستگی بیرون بدهید. هوایی که به آسانی درون و بیرون شش‌های شما رفت و آمد می‌کند، موضوع مورد مطالعه‌ی ماست. اما پیش از این، با اجرای فعالیت زیر دانسته‌های خود را در این باره بیازمایید.

خود را بیازمایید

درستی یا نادرستی هریک از گفته‌های زیر را به ترتیب با گذاشتن علامت □ یا × مشخص کنید. در صورتی که مفهوم گفته‌ای برای شما ناآشنا باشد در برابر آن علامت «؟» بگذارید. در ضمن عبارت‌های نادرست را اصلاح کنید و از نو بنویسید. نگران نمره‌ی خود

ماده‌ای به حالت مایع یا
گاز را سیال می‌گویند.

- نباشید. در این تمرین نمره‌ای به شما داده نمی‌شود. با این کار تنها قصد داریم شما را به فکر کردن درباره‌ی سیال اعجاب‌انگیزی واداریم که همه‌ی ما درون آن زندگی می‌کنیم.
- ۱- بدون غذا حدود یک ماه و بدون آب حدود چند روز زنده می‌مانیم. اما، بدون هوا بیش از چند دقیقه دوام نمی‌آوریم.
 - ۲- یک بطری خالی، واقعاً خالی نیست.
 - ۳- حجم یک نمونه‌ی معین از هوا یا هر گاز دیگری به فشار و دمای آن بستگی دارد.
 - ۴- همه‌ی گازهای بی‌رنگ، خواص فیزیکی و شیمیایی یکسانی دارند.
 - ۵- هوا نیز مانند گازهای دیگر وزنی ندارد.
 - ۶- هوا کره، نیرویی حدود یک کیلوگرم بر هر سانتی مترمربع از بدن شما وارد می‌کند.
 - ۷- نوع و درصد اجزای تشکیل دهنده‌ی هوا کره در همه جا روی سطح کره‌ی زمین ثابت است.
 - ۸- هوا کره به عنوان یک صافی عمل می‌کند و از رسیدن تابش‌های زیان‌آور خورشید به سطح زمین جلوگیری می‌کند.
 - ۹- در بخش پایینی هوا کره، دمای هوا معمولاً با افزایش ارتفاع بالا می‌رود.
 - ۱۰- اجزای جزئی هوا، مانند بخار آب و گاز کربن دی‌اکسید نیز نقش‌های مهمی در هوا کره ایفا می‌کنند.
 - ۱۱- در مناطق جنگلی مقدار رطوبت هوا زیاد است.
 - ۱۲- اوزون گازی دو چهره است. در بخش پایینی هوا کره یک آلاینده، و در بخش‌های بالایی آن یک پالاینده یا صافی به شمار می‌رود.
 - ۱۳- هوای پاک و بدون آلودگی، یک ماده‌ی خالص است.
 - ۱۴- هیچ یک از مرگ و میرهای انسانی را نمی‌توان به طور مستقیم به آلودگی هوا نسبت داد.
 - ۱۵- رویدادهای طبیعی هم چون فوران آتشفشان‌ها و آتش‌سوزی در جنگل‌ها سهم قابل توجهی در آلودگی هوا دارند.
 - ۱۶- تخریب ساختمان‌ها و گیاهان بر اثر آلودگی هوا یک خسارت اقتصادی قابل توجه برای همه‌ی کشورها است.
 - ۱۷- منبع عمده‌ی آلودگی هوا فعالیت‌های صنعتی است.
 - ۱۸- برخی گازهای موجود در هوا کره اثر گلخانه‌ای را به وجود می‌آورند.
 - ۱۹- میزان اسیدی بودن باران در کشورهای صنعتی، طی سال‌های اخیر کاهش یافته است.
 - ۲۰- انسان‌ها آلودگی هوا را بیش‌تر از راه سوزاندن سوخت‌ها به وجود می‌آورند.



در پایان این فعالیت، معلم همراه با همه‌ی دانش‌آموزان کلاس در یک گفت‌وگوی صمیمی به بحث و بررسی پاسخ‌ها می‌پردازند. شاید در آغاز، برخی پاسخ‌ها و تحلیل‌های مطرح‌شده، ابهام‌آمیز به نظر برسند، اما پس از آموختن این بخش و انجام دادن همه‌ی فعالیت‌های پیش‌بینی شده‌ی آن، به پاسخ‌های روشن و آموزنده‌ای خواهید رسید. به هر حال، درباره‌ی هریک از موضوع‌های مطرح‌شده در این فعالیت در جاهای معینی از این بخش گفت‌وگو خواهیم کرد. اگر مایل به یافتن پاسخ پرسش‌های خود هستید، تا پایان این بخش ما را همراهی کنید.

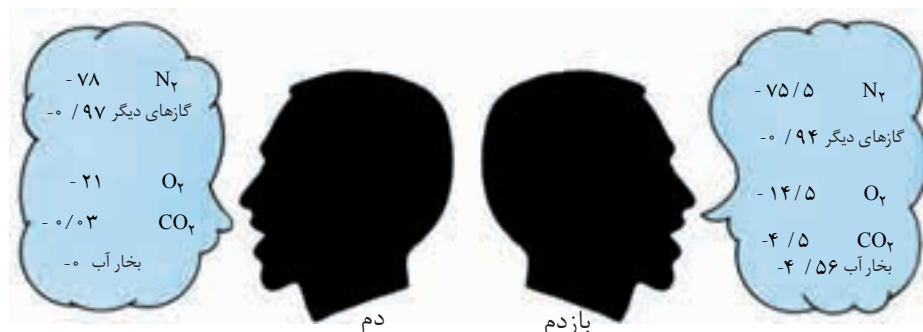
هوا، تنفس و ادامه‌ی زندگی

ویژگی‌های موجودات زنده به گونه‌ای است که آن‌ها را به هوا نیازمند کرده است. اگرچه دانشمندان بر این باورند که هواکره‌ی فعلی، مدت‌ها پس از پیدایش آب روی زمین تشکیل شده است، با این حال هوا و آب هر دو، ادامه‌ی زندگی گیاهان و جانوران را در این کره‌ی خاکی ممکن کرده‌اند، شکل ۲.



شکل ۲ تنها جزیی از هواکره که از فضا دیده می‌شود، بخار آب فشرده به شکل ابر است.

یک نقش مهم هواکره، فراهم آوردن گاز اکسیژن موردنیاز برای تنفس است. اجرای فعالیت زیر اهمیت این ویژگی هواکره را برای شما آشکارتر می‌کند. نوع و درصد گازهای موجود در هوای دم و بازدم را در شکل ۳ می‌بینید.



شکل ۳ نوع و درصد حجمی گازهای موجود در هوای دم و بازدم (تنفس در هوای خشک). هوای

دم و بازدم چه تفاوت‌هایی با هم دارند؟ این تفاوت‌ها را چگونه توجیه می‌کنید؟

چه قدر اکسیژن مصرف می کنید؟

فرض کنید که به طور میانگین در هر دقیقه ۱۴ بار نفس می کشید و در هر بار ۰/۵ لیتر هوا را به شش های خود وارد می کنید. با این حساب در هر دقیقه چند لیتر هوا تنفس می کنید؟ در این مدت چند لیتر گاز اکسیژن به شش های شما وارد می شود؟ میزان مصرف روزانه ی اکسیژن شما حدوداً چه قدر است؟ هر روز چه مقدار بخار آب از طریق تنفس شما به هوا وارد می شود؟

گیاهان برای ادامه ی زندگی خود به یک منبع همیشگی از کربن دی اکسید نیازمندند، تا از راه فوتوسنتز مواد غذایی مورد نیاز خود را بسازند. هواکره این نیاز ضروری آن ها را نیز تأمین می کند.

فکر کنید

دانشمندان، فوتوسنتز و تنفس را مکمل یک دیگر می دانند. چرا؟

برای این که با نقش های دیگر هواکره آشنا شویم، باید بدانیم که هواکره چیست؟ و چه ویژگی های فیزیکی مهمی دارد؟

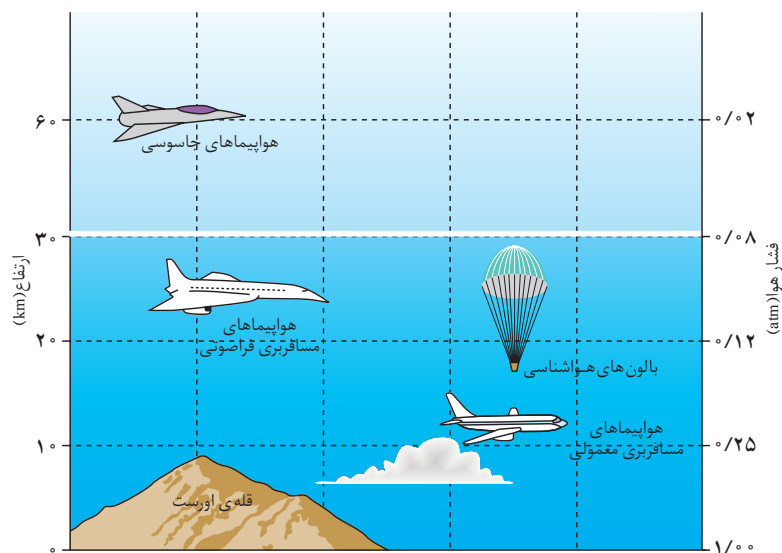
هواکره را بهتر بشناسیم

آلوده شدن هوا بر اثر فعالیت های انسانی با کشف آتش آغاز شد. استفاده از آتش برای گرم کردن، پختن غذا و ذوب فلزها به گونه ای هوا در شهرهای باستانی را آلوده کرد که در سال ۶۱ میلادی سنکا فیلسوف معروف رومی از هوای سنگین و بوی تعفن دودکش های پر دود آن روزهای روم باستان سخن به میان آورده است. روند آلوده شدن هوا که از آن روزها شروع شده بود با انقلاب صنعتی اروپا که در سیزده سال پیش روی داد به اوج خود رسید و به این ترتیب هوای پیرامون شهرهای بزرگ اروپا را آلوده تر کرد. امروزه با رشد جمعیت و گسترش صنایع در بیش تر کشورهای جهان، آلودگی هوا شدیدتر شده است. به این علت شیمیدان ها و فیزیکدان ها تلاش می کنند تا با مطالعه و پژوهش روی رفتار و ویژگی های هواکره، آن را بیش تر بشناسند و راه های مقابله با آلودگی هوا را پیدا کنند.

اکنون می دانیم که بیش تر جرم هواکره تا فاصله ی ۱۲ کیلومتری از سطح زمین قرار دارد. این ناحیه را **تروپوسفر** می گویند. این بخش از هواکره همان بخشی است که ما در آن زندگی می کنیم، شکل ۴.

مخلوط شدن پیوسته ی گازها در تروپوسفر موجب پیدایش ترکیب درصد تقریباً یک نواختی می شود. تجزیه ی هوای به دام افتاده درون حباب های موجود در یخچال های طبیعی، نشان داده است که ترکیب تروپوسفر در سرتاسر تاریخ زندگی بشر، تقریباً ثابت بوده است.





شکل ۴ ترپوسفر بخشی از هوا کره است که همه ی موجودات زنده در آن زندگی می کنند. آیا می توانید این بخش را روی شکل مشخص کنید؟

افزون بر گازهای معرفی شده در جدول ۱، نمونه های واقعی هوا ممکن است تا بیش از ۵٪ رطوبت داشته باشند. اگرچه در بیش تر مناطق، بخار آب از ۱ تا ۳ درصد متغیر است. غلظت گازهای دیگر در شرایط طبیعی، کم تر از ۰/۰۰۰۱ درصد یا ۱ ppm است. این مقدار شامل هیدروژن (H_2)، زنون (Xe)، اوزون (O_3)، اکسیدهای نیتروژن (NO و NO_2)، کربن مونواکسید (CO) و گوگرد دی اکسید (SO_2) است.

فعالیت های گوناگون انسان غلظت CO_2 و برخی دیگر از گازهای ناچیز موجود در هواکره را تغییر می دهد. به علاوه این فعالیت ها می توانند مواد تازه ی دیگری را به هواکره بیفزایند. این مواد اضافه شده هم به نوبه ی خود می توانند کیفیت هوا را تغییر دهند. به زودی با برخی از این مواد آشنا خواهید شد.

جدول ۱ اجزای سازنده ی هوا کره

نام	فرمول شیمیایی	درصد حجمی
اجزای اصلی		
نیتروژن	N _۲	۷۸
اکسیژن	O _۲	۲۱
اجزای جزئی		
آرگون	Ar	۰/۹۶
کربن دی اکسید	CO _۲	۰/۰۳
اجزای ناچیز		
نئون	Ne	در مجموع ۰/۰۰۴
آمونیاک	NH _۳	
هلیوم	He	
متان	CH _۴	
کریپتون	Kr	
اجزای ناچیز دیگر		
H _۲ , O _۳ , Xe , SO _۲ , NO , NO _۲ , CO , هریک ۰/۰۰۰۱		

فشار هوا و تغییر ارتفاع از سطح زمین

ما در کف اقیانوسی از هوا زندگی می کنیم. اگر به سمت بالا شنا کنیم و به ارتفاعات سری بزنیم، چه مشاهده خواهیم کرد؟

در اقیانوس ها (آب کره)، هرچه به عمق فرو می رویم، فشار آب افزایش و دمای آن کاهش می یابد. شرایط برای زندگی موجوداتی که در اعماق و در کف اقیانوس ها زندگی می کنند، با شرایطی که موجودات مناطق نزدیک به سطح آب، در آن به سر می برند، کاملاً متفاوت است. همان گونه که می دانید هوا هم مانند آب یک سیال است. آیا می توان انتظار داشت که از این جهت هوا کره نیز رفتاری مانند آب کره داشته باشد؟ بررسی ها نشان داده است که شرایط هوا کره ای یا جوّی در سطح دریا با این شرایط در ارتفاعات بالا کاملاً تفاوت دارد. دانشمندان با فرستادن بالون های اکتشافی به ارتفاعات شرایط جوی را در همه ی بخش های هوا کره شناسایی کرده اند. فکر می کنید که آن ها چه مشاهده هایی داشته اند؟

بر فراز زمین!



تصور کنید که در درون یک فضاپیما نشسته اید و از سطح زمین به دورترین نقطه ی هوا کره سفر می کنید. دستگاه های موجود در فضاپیما ی شما برای اندازه گیری ارتفاع، دما و فشار هوا تنظیم شده است. این دستگاه ها در هر مقطع زمانی یک لیتر هوا را به عنوان نمونه می گیرد و به طور خودکار جرم هر نمونه، تعداد ذره های (مولکول یا اتم) موجود و ترکیب شیمیایی آن را اندازه گرفته، ثبت می کنند.

در این صعود تا ارتفاع ۱۲ کیلومتری، ترکیب شیمیایی هوا تقریباً ثابت باقی می ماند: (۷۸٪ نیتروژن، ۲۱٪ اکسیژن، ۰٫۹۶٪ آرگون و مقادیر ناچیزی از چند گاز دیگر). در ارتفاع ۱۲ کیلومتری خواهید دید که در بالای ابرها هستید و بلندترین کوه ها نیز در زیر پای شما قرار دارند. در این جا آسمان آبی به نظر می رسد و خورشید با درخشش بسیار می تابد. فضاپیما ی شما اکنون در بالای محلی است که بیش تر هواپیما های مسافربری در آن ارتفاع پرواز می کنند، درست بالای جایی که هوا شروع به رقیق شدن می کند.

در نواحی بالاتر از ارتفاع ۱۲ کیلومتری، ترکیب هوا تقریباً بانواحی پایین تر یکسان است، اما دستگاه های فضاپیما، شما را از وجود مقدار اندکی اوزون آگاه می کنند. هم چنین شما در این ارتفاعات برخلاف نواحی کم ارتفاع تر، هوای کاملاً آرام و بی تلاطمی را حس خواهید کرد. در هر نمونه ی یک لیتری از هوا که در ارتفاع ۵۰ تا ۸۵ کیلومتری گرفته می شود، تعداد ذره ها به نسبت کم تر است. در ارتفاع ۲۰۰ کیلومتری، رادار فضاپیما خبر از وجود برخی ماهواره های مخابراتی می دهد که در مدار خود در حرکت هستند. در بالاتر از این ارتفاع تعداد ذره های موجود در هر نمونه آن چنان کم می شود که دستگاه های شما قادر به اندازه گیری آن ها نیستند. در این هنگام فضاپیما ی شما با انبوهی از یافته ها آماده است تا



دوباره به سطح زمین برگردد. اکنون زمان آن رسیده است تا داده‌های جمع‌آوری شده در این سفر خیالی را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهید. جدول ۲، داده‌های ثبت شده در این پرواز را به طور خلاصه نشان می‌دهد. در ستون آخر تعداد کل ذره‌های (مولکول یا اتم) موجود در یک نمونه‌ی یک لیتری نیز نشان داده شده است.

با کمک داده‌های این جدول دو نمودار زیر را رسم کنید.

۱- نمودار تغییر دما در برابر ارتفاع

۲- نمودار تغییر فشار در برابر ارتفاع

محورها را طوری مدرج کنید که هر نمودار یک صفحه‌ی کاغذ را کاملاً پر کند. مقیاس محورافقی (ارتفاع) برای هر نمودار باید برحسب کیلومتر و از صفر تا ۱۰۰ باشد. مقیاس محور عمودی (دما) در نخستین نمودار باید از 100°C تا 40°C مدرج شود. در نمودار دوم محور عمودی (فشار) باید از صفر تا ۷۸۰ میلی‌متر جیوه درجه‌بندی شود. حال نقطه‌ها را یک به یک روی نمودار بیاورید و سپس آن‌ها را به یک‌دیگر وصل کنید تا خط همواری به دست آید (توجه کنید که یک خط، ممکن است راست یا منحنی باشد). با استفاده از این نمودار و اطلاعاتی که تا به حال به دست آورده‌اید به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱- مقایسه روند تغییر دما و فشار با افزایش ارتفاع:

(آ) کدام یک الگوی منظم‌تری دارد؟

(ب) آیا می‌توانید این روندها را توضیح دهید؟

۲- اگر فرصتی پیدا شود و شما بتوانید از سطح دریا تا هریک از مناطق زیر سفر کنید، انتظار دارید که فشار هوا در این مناطق کم‌تر باشد یا بیش‌تر؟ چرا؟

(آ) قله‌ی دماوند (۵۶۷۱ m بالاتر از سطح دریا)

(ب) کنار دریای خزر (۲۸ m پایین‌تر از سطح دریا)

۳- دانشمندان اغلب هواکره را به چند لایه تقسیم می‌کنند. تروپوسفر (نزدیک‌ترین لایه به زمین)، استراتوسفر، مزوسفر و ترموسفر (دورترین لایه از زمین).

(آ) آیا داده‌های موجود در جدول ۲ به شما تصویری از لایه‌ای بودن هواکره می‌دهند؟

توضیح دهید.

جدول ۲ داده‌های به دست آمده از یک سفر خیالی بر فراز زمین

ارتفاع از سطح زمین (km)	دما ($^{\circ}\text{C}$)	فشار هوا (mmHg)	جرم یک نمونه یک لیتری (g)	تعداد کل ذره‌های (مولکول یا اتم) موجود در یک نمونه‌ی یک لیتر 10^{20}
۰	۲۰	۷۶۰	۱/۲۰	۲۵۰
۵	-۱۲	۴۰۷	۰/۷۳	۱۵۰
۱۰	-۴۵	۲۱۸	۰/۴۱	۹۰
۱۲	-۶۰	۱۷۰	۰/۳۷	۷۷
۲۰	-۵۳	۶۲	۰/۱۳	۲۷
۳۰	-۳۸	۱۸	۰/۰۳۵	۷
۴۰	-۱۸	۵/۱	۰/۰۰۹	۲
۵۰	۲	۱/۵	۰/۰۰۳	۰/۵
۶۰	-۲۶	۰/۴۲	۰/۰۰۰۷	۰/۲
۸۰	-۸۷	۰/۰۳	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۲

ب) در این صورت روی هر نمودار با رسم خطوط عمودی مرز میان این لایه‌ها را مشخص کنید.

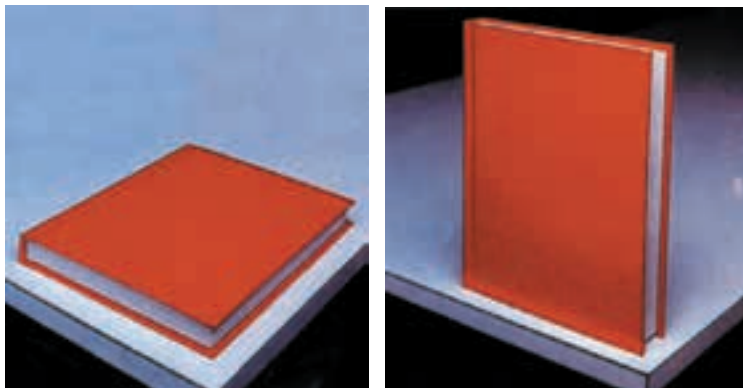
۴- آیا چگالی هوا با افزایش ارتفاع تغییر می‌کند؟ تعداد ذره‌های موجود در هر نمونه‌ی یک لیتری چه رابطه‌ای با چگالی هوا دارد؟ شرح دهید.

۵- دستگاه‌های موجود در سفینه‌ی شما وجود گاز اوزون را در کدام لایه تشخیص داده‌اند؟

در فعالیت بالا بارها از عبارت فشار هوا استفاده شد. اما واقعاً منظور از فشار هوا چیست؟ در ادامه به معرفی این مفهوم می‌پردازیم. اما پیش از این باید با یکی از ویژگی‌های مهم گازها یعنی فشار آشنا شویم.

فشار چیست؟

فشار مقدار نیرویی است که بر واحد سطح وارد می‌شود. شکل ۵ را نگاه کنید. این کتاب به دو شکل روی میز قرار گرفته است. در کدام حالت سطح بیش‌تری از میز را اشغال کرده است؟ نیرویی که این کتاب بر میز وارد می‌کند، وزن آن است. با توجه به این مطلب، در کدام حالت، کتاب فشار بیش‌تری را بر میز وارد می‌کند؟



شکل ۵ این کتاب نیرویی معادل وزن خود بر میز وارد می‌کند. در کدام حالت فشار بیش‌تری بر میز وارد می‌شود؟

مایع موجود در یک ظرف نیز وزن دارد و به این دلیل بر بدنه‌ی ظرف دربردارنده‌ی آن فشار وارد می‌کند. این فشار با افزایش عمق مایع فزونی می‌یابد (چرا؟)، شکل ۶.



شکل ۶ در یک سیال (مایع یا گاز) با افزایش عمق، فشار افزایش می‌یابد.

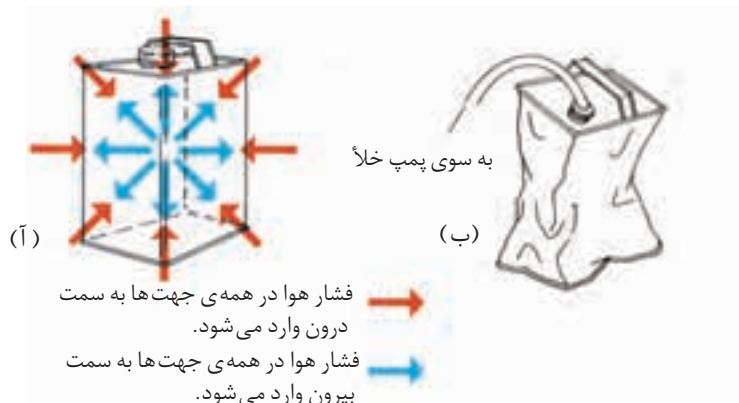


هواشناس‌ها از روی فشار هوا کره وضع هوا را پیش‌بینی می‌کنند.



فشار مایع نه تنها به ته ظرف بلکه به دیواره‌های آن نیز وارد می‌شود. در واقع، در هر عمقی از یک مایع، فشار به طور برابر به تمامی جهات وارد می‌شود. هرچه غواصان در عمق بیش‌تری شنا کنند، فشار آب بیش‌تری را احساس خواهند کرد.

هوا کره نیز که مخلوطی از گازهاست، به علت داشتن وزن در تمامی جهات فشار وارد می‌کند. مابه‌عنوان یک موجود زنده که در ته اقیانوسی از هوا زندگی می‌کنیم، در معرض فشار این گازها قرار داریم. این فشار را **فشار هوا** می‌گویند. فشار هوا در سطح دریا تقریباً برابر با فشاری است که یک وزنه‌ی یک کیلوگرمی بر سطحی به مساحت یک سانتی‌متر مربع وارد می‌کند. ما فشار هوا را احساس نمی‌کنیم، زیرا این فشار در تمامی جهات بر درون و بیرون بدن ما وارد می‌شود. شکل ۷ این مطلب را بهتر نشان می‌دهد.



شکل ۷ هوا در تمامی جهات فشار وارد می‌کند. (آ) فشار هوای درون و بیرون این قوطی حلبی برابر است. (ب) قوطی پس از تخلیه هوای درون آن. اگر قرار بود که این قوطی را با دست به این شکل در آورید چه نیرویی لازم داشتید؟

هوا قوی‌تر است یا زمین؟!

درون یک لیوان، آن قدر آب بریزید تا لبریز شود. سپس یک تکه مقوا به ابعاد $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ روی دهانه‌ی لیوان قرار دهید و درحالی‌که با یک دست مقوا را نگاه داشته‌اید، لیوان را در ظرف شویی وارونه کنید. حال دست خود را بردارید. چه مشاهده می‌کنید. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

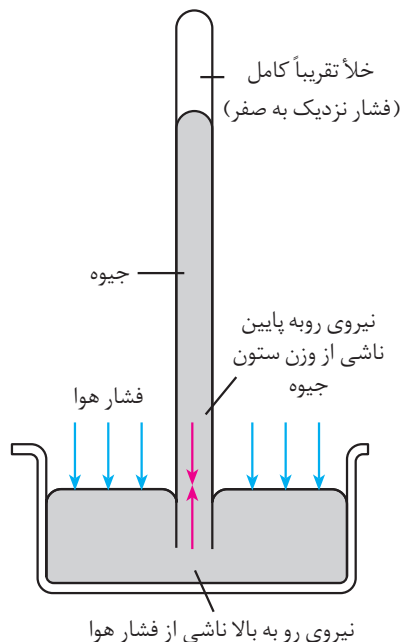


در خارج از هوا کره‌ی زمین، هوایی وجود ندارد و فضا نوردان ناگزیرند لباس‌های ویژه‌ای بپوشند که درون فضای بسته‌ی آن‌ها، فشاری ساختگی وجود داشته باشد، شکل ۸. بدون این لباس ویژه، فضا نوردان در فضا منفجر می‌شوند!

شکل ۸ ساخته شدن لباس‌های ویژه‌ی فضا نوردی، قدم زدن بر سطح ماه را برای انسان ممکن کرد.



برای اندازه گیری دقیق فشار هوا از دستگاهی به نام فشارسنج یا بارومتر جیوه ای استفاده می شود، شکل ۹. این دستگاه از یک لوله ی شیشه ای بلند ساخته شده که یک انتهای آن بسته است و درون آن را با جیوه پر کرده اند. انتهای دیگر لوله در ظرفی پر از جیوه قرار گرفته است. فضای خالی بالای ستون جیوه نزدیک به خلأ کامل است. در این فضا هیچ هوایی وجود ندارد و تنها مقدار بسیار ناچیزی بخار جیوه یافت می شود. در واقع این فضای خالی تقریباً هیچ فشاری بر ستون جیوه وارد نمی کند. اما، چرا جیوه از لوله پایین نمی آید تا درون ظرف پر از جیوه بریزد؟ با توجه به شکل ۹ به این پرسش پاسخ دهید.



شکل ۹ اصول کار یک فشارسنج جیوه ای. چون ارتفاع ستون جیوه به فشار هوا بستگی دارد، بنابراین ارتفاع این ستون معیار خوبی برای اندازه گیری فشار هوا خواهد بود.

شکل ۱۰ یک فشارسنج جیوه ای آزمایشگاهی

پاسکال (Pa) یکای فشار در سیستم SI است. در حالی که اتمسفر (atm) و میلی متر جیوه ($mmHg$) دو یکای غیر SI فشار هستند.
 $1 atm = 101 kPa$

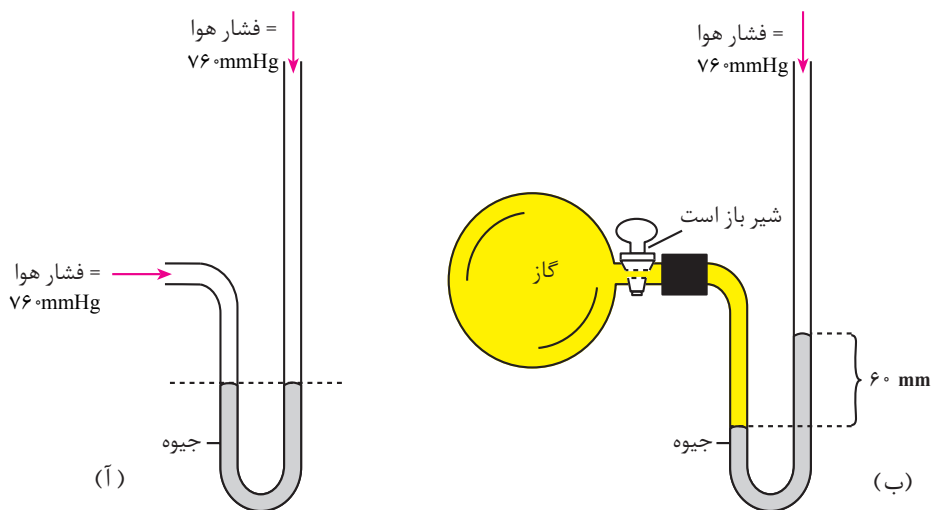
به میانگین فشار هوا در سطح دریا **فشار هوای معمولی** می گویند. در این فشار ارتفاع ستون جیوه ۷۶۰ میلی متر است، شکل ۱۰. این مقدار را به صورت کوتاه شده ی $760 mmHg$ (بخوانید: ۷۶۰ میلی متر جیوه) نمایش می دهند. نماد شیمیایی جیوه است. فشار هوا در سطح دریا به عنوان **فشار استاندارد** پذیرفته شده است. این فشار را $1 atm$ (بخوانید: یک اتمسفر) نیز می گویند.

$$1 atm = 760 mmHg$$

هر گاز محبوس در یک ظرف نیز بر دیواره های آن ظرف فشار وارد می کند. این فشار را به کمک فشارسنجی به نام **مانومتر** اندازه می گیرند. شکل ۱۱ ساختار و اصول کار این دستگاه را نشان می دهد.

در ادامه اثر تغییر فشار و دما را بر حجم گازها مطالعه می کنیم. این مطالب ما را در درک رفتار گازها در هواکره یاری می دهند.





شکل ۱۱ (آ) ساختار و اصول کار یک مانومتر ب (مانومتر فشار گاز درون حباب شیشه‌ای را چند میلی‌متر جیوه نشان می‌دهد؟)

قانون بویل

می‌دانید که گازها برخلاف مایع‌ها و جامدها تراکم‌پذیرند (چرا؟). به این علت می‌توان گازها را فشرود تا حجم کم‌تری اشغال کنند، شکل ۱۲.



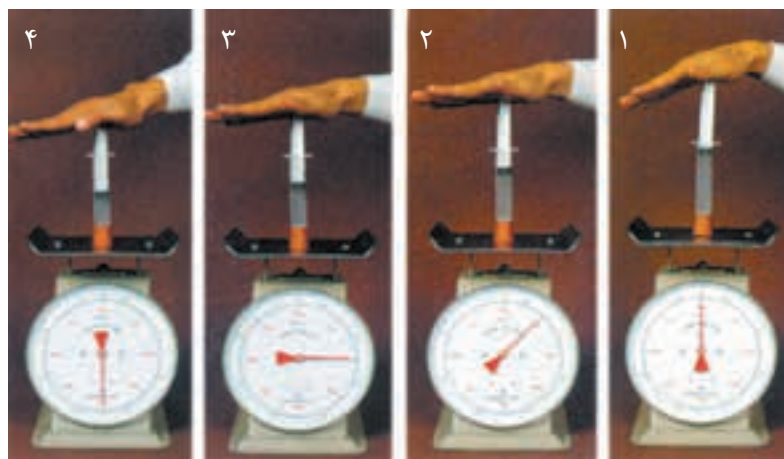
شکل ۱۲ یک گاز را می‌توان با فشردن در حجم کم‌تری جا داد. فاصله‌ی بین ذره‌های سازنده‌ی این گاز چه تغییری کرده است؟

فکر کنید

یک معلم شیمی به هنگام خریدن سیلندر یک لیتری گاز اکسیژن خالص برای آزمایشگاه مدرسه با اختلاف قیمت چشم‌گیری روبه‌رو شد. شرکت (آ) هر سیلندر یک لیتری گاز اکسیژن با خلوص ۹۹/۹٪ را ۳۰۰۰۰۰ ریال و شرکت (ب) سیلندر یک لیتری گاز اکسیژن خود را با همین خلوص ۵۰۰۰۰۰ ریال قیمت گذاشته بود. این معلم شیمی با آزمایشی دریافت که شرکت (ب) گاز اکسیژن خود را با قیمت ارزان‌تری به فروش می‌رساند. آیا می‌توانید حدس بزنید که او چگونه توانست به این نکته پی ببرد؟



برای فشرده کردن یک گاز باید فشار زیادی بر آن وارد کرد، این پدیده را در آزمایش نشان داده شده در شکل ۱۳ از نزدیک تجربه می‌کنیم. با دقت به این شکل نگاه کنید. از تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از این آزمایش چه رابطه‌ای (مستقیم یا وارونه) میان فشار و حجم یک گاز، نتیجه می‌شود؟ از آن جا که تغییر دما بر حجم گازها مؤثر است، در همه‌ی این آزمایش‌ها دما ثابت بوده است.



فشار (atm)	۱	۱/۳	۱/۶	۲/۲
حجم (mL)	۲۵	۱۹	۱۶	۱۱
فشار × حجم	۲۵	۲۵	۲۶	۲۴

شکل ۱۳ تعیین تجربی رابطه‌ی فشار و حجم برای یک گاز (در همه‌ی این آزمایش‌ها دما ثابت بوده است).



رابرت بویل (۱۶۲۷-۱۶۹۱)

نخستین بار رابرت بویل دانشمند انگلیسی به وجود این رابطه پی برد. آیا می‌توانید قانون بویل را در یک خط تعریف کنید؟



ژاک شارل (۱۷۴۶-۱۸۲۳)

قانون شارل

دما نیز مانند فشار بر حجم گازها مؤثر است. در دهه‌ی ۱۷۸۰ میلادی ژاک شارل شیمیدان فرانسوی، پس از آزمایش‌های بسیار به رابطه‌ی میان دما و حجم یک گاز پی برد. او در همه‌ی آزمایش‌های خود فشار را ثابت نگاه داشت (چرا؟). به شکل ۱۴ نگاه کنید. با دقت در داده‌های به دست آمده از این آزمایش و نمودار رسم شده به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱- با افزایش دما، حجم چه تغییری کرده است؟

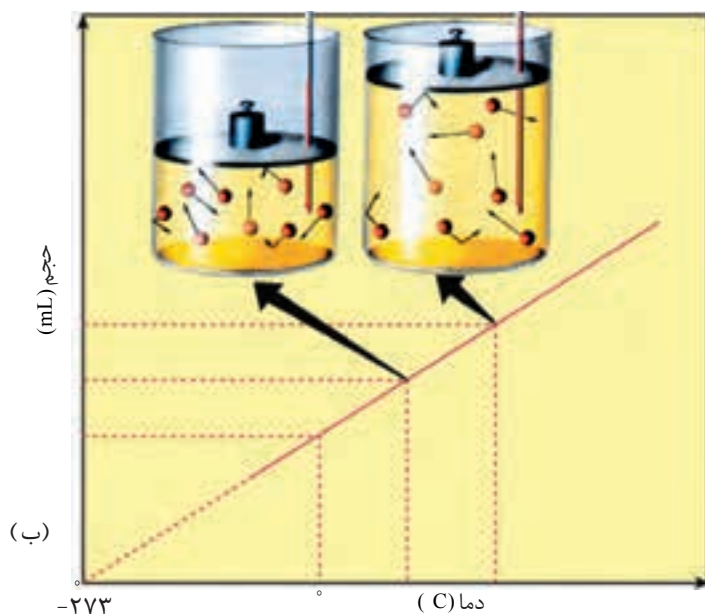
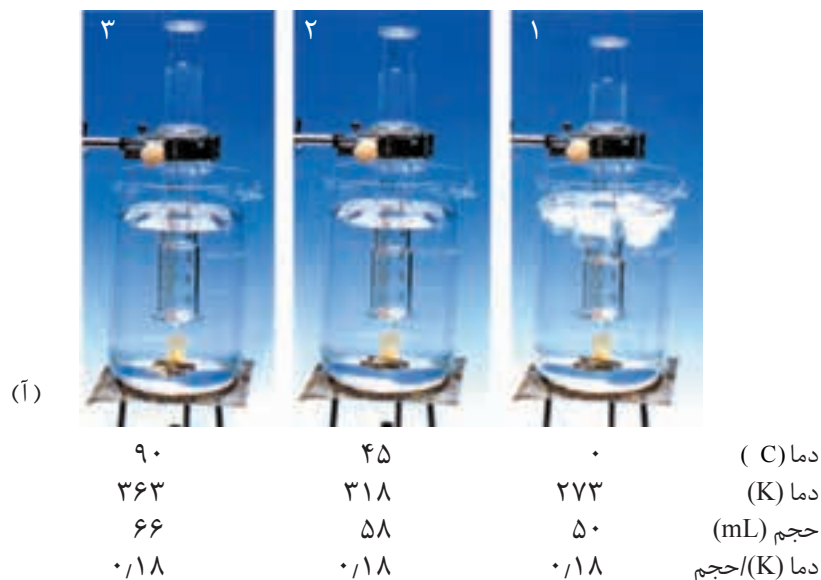
۲- با امتداد دادن خط به دست آمده، محور افقی (دما بر حسب C) در چه نقطه‌ای قطع شده است؟ در این دما حجم گاز چه قدر است؟

۳- لُرد کلوین دانشمند معروف انگلیسی پنجاه سال پس از مرگ شارل، دمای ۲۷۳ C - را **صفر مطلق** نامید، زیرا رفتن به پایین‌تر از این دما را غیر ممکن می‌دانست (نظر شما چیست؟) اگر این دما (۲۷۳ C -) را صفر در نظر بگیریم و دما را بر مبنای این نقطه



لُرد کلوین (۱۸۲۴-۱۹۰۷)





شکل ۱۴ آ) تعیین تجربی رابطه‌ی دما و حجم برای یک گاز (در همه‌ی این آزمایش‌ها فشار ثابت بوده است). ب) نمودار حجم در برابر دما برای یک گاز.

بسنجیم، مقیاس تازه‌ای برای دما به دست می‌آید. به احترام لُرد کلوین این مقیاس جدید را **کلوین** نامیده‌اند و آن را با حرف K نشان می‌دهند. با توجه به این نکته 60°C چند کلوین است؟

۴- از تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از این آزمایش چه رابطه‌ای (مستقیم یا وارونه) میان دما و حجم یک گاز نتیجه می‌شود؟

۵- به این رابطه **قانون شارل** می‌گویند. آیا می‌توانید این قانون را در یک خط تعریف کنید؟

- ۱- چرا بالون‌های پر از هوای داغ در هوا کره بالا می‌روند؟
- ۲- چرا رانندگان دره‌های سرد بر باد تاپ‌های خود می‌افزایند و با فرارسیدن تابستان از هوای درون آن‌ها می‌کاهند؟

قوانین علمی،
پدیده‌های طبیعی را توضیح
می‌دهند. در واقع به
پرسش‌هایی پاسخ می‌دهند که
با «چه» آغاز می‌شود. در حالی
که نظریه‌ها و مدل‌های علمی،
علت وقوع پدیده‌های طبیعی را
شرح می‌دهند. در واقع به
پرسش‌هایی پاسخ می‌دهند که
با «چرا» آغاز می‌شوند.

همه‌ی گازهای سازنده‌ی هوا کره در شرایط عادی مطابق قانون‌های بویل و شارل رفتار می‌کنند. اما چرا این گونه رفتار می‌کنند؟ در ادامه به این پرسش و چراهای بسیار دیگری درباره‌ی گازها، پاسخ خواهیم داد.

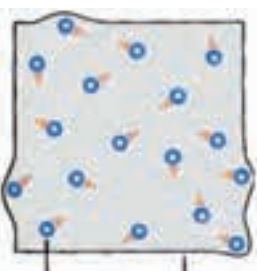
چرا گازها این گونه رفتار می‌کنند؟

تا اواخر سده‌ی هجدهم میلادی دانشمندان به بسیاری از قوانین گازها پی بردند. پرواز بالون‌ها نیز اطلاعات باارزشی از ساختار و ترکیب شیمیایی هوا کره فراهم کرد. با این حال، توضیح رفتار گازها، هنوز ناقص به نظر می‌رسید. دانشمندان این اطلاعات به دست آمده را در کنار هم قرار دادند و سرانجام به یک توضیح رضایت‌بخش و فراگیر برای توجیه رفتار گازها دست یافتند. **نظریه‌ی جنبش مولکولی گازها** ره‌آورد این چراجویی‌ها بود.

نظریه‌ی جنبش مولکولی گازها بر چند اصل زیر استوار است.

- ۱- همه‌ی گازها از ذره‌های بسیار کوچکی (اتم یا مولکول) تشکیل شده‌اند. ذره‌هایی که می‌توان حجم آن‌ها را در مقایسه با حجمی که گاز اشغال کرده است، نادیده گرفت.
- ۲- اتم‌ها یا مولکول‌های گاز پیوسته در حرکتند. آن‌ها، اغلب با یک‌دیگر و با دیواره‌ی ظرفی که در آن قرار دارند، برخورد می‌کنند. فشار یک گاز، نتیجه‌ی برخورد ذره‌های سازنده‌ی آن با دیواره‌ی ظرف است، شکل ۱۵.
- ۳- ذره‌های یک گاز به هنگام برخورد با یک‌دیگر می‌توانند بخشی از انرژی جنبشی خود را از دست بدهند یا بر آن بیفزایند، ولی در مجموع مقدار کل انرژی جنبشی آن‌ها تغییری نمی‌کند.

۴- در یک دمای معین، ذره‌های سازنده‌ی یک گاز سرعت‌ها و انرژی‌های جنبشی متفاوتی دارند. اما، میانگین انرژی جنبشی آن‌ها ثابت است و تنها به دمای گاز بستگی دارد. میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده‌ی همه‌ی گازها در یک دمای معین با هم برابر است و با افزایش دما، میانگین سرعت‌ها و انرژی‌های جنبشی آن‌ها افزایش می‌یابد. به گازهایی که رفتار آن‌ها با توجه به نظریه‌ی جنبش مولکولی گازها قابل پیش‌بینی باشد، **گازهای ایده‌آل** می‌گویند. بیش‌تر گازهای موجود در هوا کره رفتاری شبیه به گازهای ایده‌آل از خود نشان می‌دهند.



شکل ۱۵ فشار گاز بر اثر برخورد میلیون‌ها ذره‌ی کوچک بر دیواره‌ی ظرف دارای آن ایجاد می‌شود.

میانگین سرعت حرکت
مولکول‌های گاز نیتروژن در
دمای اتاق 515 m/s است.
یعنی نزدیک به 1154 کیلومتر
در ساعت است.

به انرژی یک جسم در حال حرکت، انرژی جنبشی می‌گویند. انرژی جنبشی به جرم جسم و سرعت حرکت آن بستگی دارد. از دو جسم که با سرعت یکسان حرکت می‌کنند، آن که سنگین‌تر است، انرژی جنبشی بیش‌تری دارد. از میان دو جسم با جرم‌های مساوی که با سرعت‌های متفاوت حرکت می‌کنند، جسمی که سرعت بیش‌تری دارد، انرژی جنبشی بیش‌تری نیز خواهد داشت.



فکر کنید

به کمک نظریه‌ی جنبش مولکولی گازها هریک از مشاهدده‌های زیر را شرح دهید:

۱- با کاهش حجم یک نمونه گاز در دمای ثابت، فشار گاز افزایش می‌یابد.

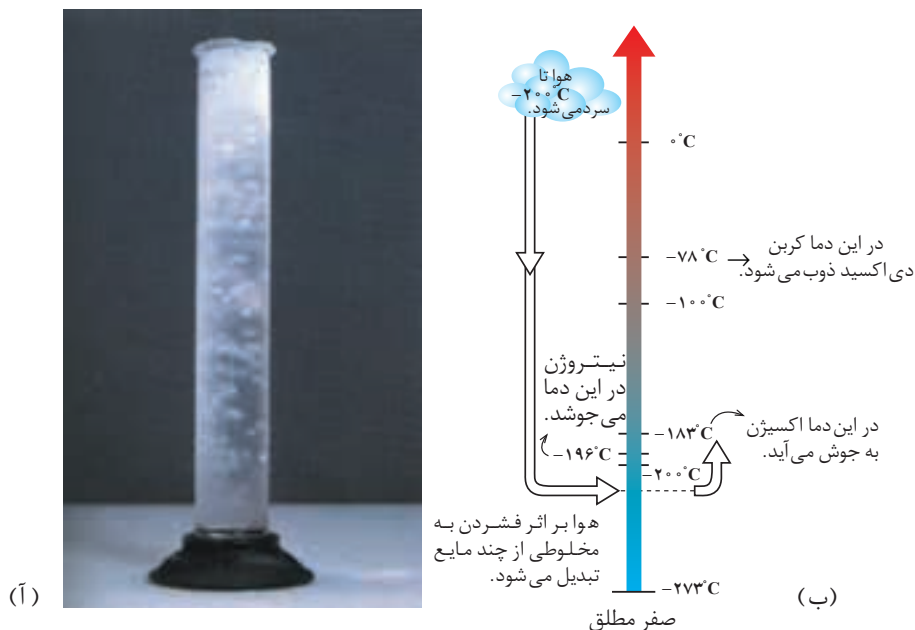
۲- در حجم ثابت، با کاهش دمای یک گاز، فشار آن کاهش می‌یابد.

اکنون که شما شیوه‌ی توجیه برخی خواص گازها توسط شیمیدان‌ها را آموختید، نوبت به آن رسیده است که دوباره به هواکره برگردیم و آن را از دو جنبه‌ای که در مقدمه‌ی این بخش معرفی شد، مورد بررسی قرار دهیم.

هواکره معدنی سرشار از مواد شیمیایی

اگر به جدول ۱ از نو نگاهی بیندازید، فهرستی از گازهای سودمندی را خواهید دید که هواکره را می‌توان معدن آن‌ها نامید. نیتروژن، اکسیژن، آرگون و نئون از جمله گازهایی هستند که در مقیاس صنعتی از هواکره به دست می‌آیند.

اگر هوا را زیر فشار زیاد تا 200°C - سرد کنیم، مخلوط بسیار سردی از چند مایع به دست می‌آید که **هوای مایع** نامیده می‌شود، شکل ۱۶-آ. با تقطیر جزء به جزء این مایع می‌توان هریک از اجزای سازنده‌ی آن را جدا کرد. اگر دمای **هوای مایع** را به آرامی افزایش دهیم، هر مایع موجود در این مخلوط در نقطه‌ی جوش خود تبخیر می‌شود و می‌توان بخارهای آن را سرد و به طور جداگانه جمع‌آوری کرد، شکل ۱۶-ب.



شکل ۱۶ (آ) هوای مایع (ب) تقطیر جزء به جزء هوای مایع

افزون بر تهیه‌ی نیتروژن و اکسیژن، گاز آرگون یکی از مهم‌ترین فراورده‌هایی است که از هوا به دست می‌آید، شکل ۱۷. هم‌چنین از نیتروژن هوا نیز به طور مستقیم برای تولید فراورده‌های مهمی چون آمونیاک و نیتریک اسید استفاده می‌شود.



شکل ۱۷ واحد تولید گاز آرگون در مجتمع پتروشیمی شیراز. این واحد که در سال ۱۳۷۳ به بهره‌برداری رسیده است، سالانه ۵۰۰۰ تن گاز آرگون تولید می‌کند. گاز آرگون برای جوشکاری، برشکاری و پرکردن لامپ‌های مهتابی به کار می‌رود.

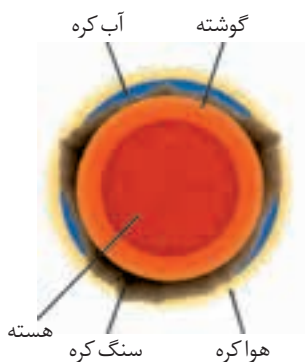
فکر کنید

از جدول ۱ مقادیر گازهای هلیوم (He)، نئون (Ne)، آرگون (Ar)، کریپتون (Kr) و زنون (Xe) موجود در هوا کره را استخراج کنید. با توجه به این که هوا کره مهم‌ترین منبع این گازها به شمار می‌آید، به نظر شما چرا این مواد را گازهای کمیاب یا نادر نامیده‌اند؟

اکسیژن، فراوان‌ترین عنصر در کره‌ی زمین

اکسیژن بی‌تردید مهم‌ترین عنصر موجود در کره‌ی زمین و یکی از عنصرهای ضروری برای ادامه‌ی زندگی است. اکسیژن بسیار فراوان است و در هر سه بخش بیرونی کره‌ی زمین (هوا کره، آب کره و سنگ کره) یافت می‌شود، شکل ۱۸.

اکسیژن در هوا کره به صورت اکسیژن مولکولی (O_2) وجود دارد. در آب کره (شامل اقیانوس‌ها، دریاها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها) در ساختار مولکول‌های آب (H_2O) یافت می‌شود و در سنگ کره (پوسته‌ی جامد کره زمین) به صورت ترکیب شده با عنصرهای دیگر مشاهده می‌شود. اکسیژن را در بسیاری از ترکیب‌های سازنده‌ی بدن موجودات زنده می‌توان یافت. همه‌ی مواد غذایی- کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها- ترکیب‌های اکسیژن دار هستند. هنگام تنفس، با کشیدن هوا به درون شش‌ها اکسیژن مولکولی (O_2) وارد جریان خون می‌شود و به کمک این جریان به نزدیکی بافت‌های بدن انتقال می‌یابد. در آن جا، اکسیژن با غذایی که خورده‌ایم ترکیب می‌شود و با آزاد کردن انرژی شیمیایی نهفته در آن



شکل ۱۸ نمایش بخش‌های پنج‌گانه‌ی کره‌ی زمین (از درون به بیرون: هسته، گوشته، سنگ کره، آب کره و هوا کره)



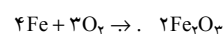
ماده‌ی غذایی، انرژی موردنیاز بدن را تأمین می‌کند.

البته اکسیژن اثرهای نامطلوبی هم دارد. برای مثال، اکسیژن، آهن را به زنگ آهن تبدیل می‌کند، شکل ۱۹، باعث فساد مواد غذایی می‌شود و به پوسیده شدن چوب نیز کمک می‌کند.

هم‌چنین اکسیژن به آسانی با عنصرهای دیگر نیز واکنش می‌دهد و ترکیب‌های سودمندی را به وجود می‌آورد که **اکسید** نامیده می‌شوند. آب (H_2O) یک اکسید است و از واکنش هیدروژن (H_2) و اکسیژن (O_2) به دست می‌آید. **اکسایش** نامی است که به چنین واکنشی داده‌اند. برخی از واکنش‌های اکسایش بسیار سریع روی می‌دهند و با ایجاد شعله و آزاد کردن مقدار زیادی گرما، صوت و نور همراه‌اند، شکل‌های ۲۰ و ۲۱. به این نوع واکنش اکسایش، **سوختن** یا **احتراق** می‌گویند. انرژی آزاد شده در هنگام سوختن به اندازه‌ای هست که ماده‌ی سوختنی را ابتدا به بخار تبدیل کند و سپس آن را با اکسیژن هوا واکنش دهد.



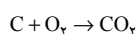
شکل ۱۹ اکسیژن سبب زنگ‌زدن بدنه‌ی آهنی خودروها می‌شود و به این ترتیب، به ما خسارت وارد می‌کند.



زنگ آهن آهن



شکل ۲۰ هنگامی که زغال سنگ می‌سوزد، انرژی شیمیایی خود را به صورت گرما و نور آزاد می‌کند. در این فرایند، اکسیژن هوا، کربن موجود در زغال سنگ را به کربن دی‌اکسید تبدیل می‌کند.

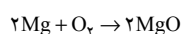


(آ)



(ب)

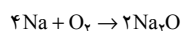
شکل ۲۱ (آ) واکنش فلز منیزیم با اکسیژن هوا (ب) از گرد منیزیم در تولید فشفشه و مواد آتش‌بازی دیگر استفاده می‌شود.



برخی دیگر از واکنش‌های اکسایش نسبت به سوختن انرژی کم‌تری آزاد می‌کنند و به این علت با ایجاد شعله همراه نیستند. برای مثال فلز سدیم در تماس با هوا به آهستگی با اکسیژن واکنش می‌دهد و به سدیم اکسید تبدیل می‌شود، شکل ۲۲.

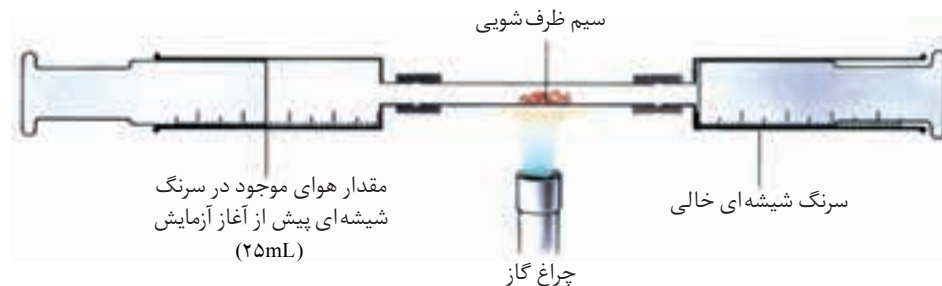


شکل ۲۲ فلز سدیم بسیار نرم است، به طوری که می‌توان آن را با چاقو به آسانی برید. هنگامی که سطح تازه بریده شده‌ی این فلز در تماس با هوا قرار می‌گیرد، رفته‌رفته درخشش خود را از دست می‌دهد. زیرا، در حضور اکسیژن، سدیم به سدیم اکسید تبدیل می‌شود. برای جلوگیری از این واکنش فلز سدیم درون نفت نگاه‌داری می‌شود.



فکر کنید

شکل زیر آزمایشی را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان درصد اکسیژن هوا را اندازه‌گیری کرد. به نظر شما با این آزمایش چگونه می‌توان درصد اکسیژن هوا را اندازه گرفت؟



در سراسر جهان سالانه مقدار بسیار زیادی گاز اکسیژن و اکسیژن مایع از تقطیر جزء به جزء هوا تولید می‌شود. گاز اکسیژن در صنایع فولاد و صنایع شیمیایی برای تولید نیتریک اسید و سولفوریک اسید کاربرد دارد. از اکسیژن مایع نیز به عنوان اکسیدکننده در سوخت موشک‌ها و فضاپیماها استفاده می‌شود، شکل ۲۳.





شکل ۲۳ فضا پیماها برای حرکت در فضا، اکسیژن مایع با خود حمل می کنند.

هواکره ظرفی برای دور ریختن مواد زاید

از گذشته های دور، مردم آموخته اند که آتش را کنترل و دود سمی و کشنده ی حاصل از آن را از فضای خانه خویش دور کنند. اگر کروی زمین را خانه بسیار بزرگ تری تصور کنیم که هواکره سقف آن است، در واقع آن ها گازهای سمی و مزاحم خود را به خانه ی بزرگ تر خویش می ریختند. طبیعت نیز سخاوت مندانه به کمک باران مقدار زیادی از این گازهای خطرناک را می شست و پس از فرو ریختن آن ها روی زمین، توسط باکتری ها آن ها را به فراورده های بی خطری تجزیه می کرد. بخشی نیز توسط گیاهان جذب و به فراورده های سودمندی تبدیل می شد. به این ترتیب، توازن میان فعالیت های انسانی و طبیعت برقرار می ماند و در نهایت این گازهای خطرناک مزاحمتی برای زندگی انسان و محیط زیست به وجود نمی آوردند. اما، در چند سده ی گذشته به ویژه پس از انقلاب صنعتی اروپا و گسترش روزافزون صنایع گوناگون، نیاز به انرژی چندین برابر شد و مصرف زغال سنگ روبه فزونی گذاشت، شکل ۲۴.

در سده ی نوزدهم با پیدایش نفت و گسترش فراورده های نفتی در سراسر جهان، افزون بر ورود مقادیر زیادی گازهای حاصل از سوختن آن ها، گازهای خطرناک تر دیگری نیز که فراورده ی اصلی یا فرعی بسیاری از صنایع بودند، به هواکره وارد شدند. رشد سرسام آور جمعیت، افزایش شمار صنایع آلوده کننده و ورود فناوری های تازه ای در سده ی بیستم این توازن یا برابری طبیعی را برهم زد و محیط زیست را با خسارت های جبران ناپذیری روبه رو



شکل ۲۴ دود ناشی از سوختن زغال سنگ در یک نیروگاه در لندن، انگلستان.

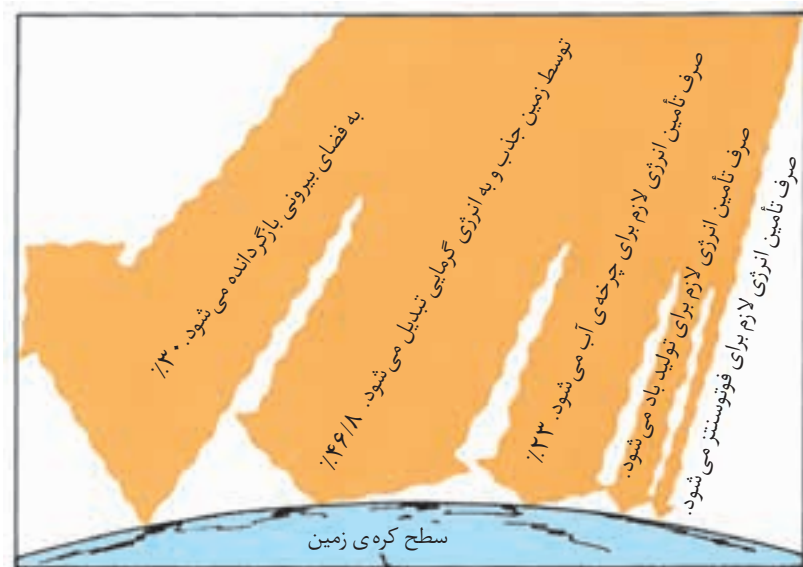
کرد. گسترش دانش بشری از یک سو و نیاز به داشتن محیطی سالم برای زندگی، از سوی دیگر، سبب شد که به آسیب‌های زیست‌محیطی برخاسته از آلودگی هوا توجه بیش‌تری شود و تلاش‌های فراوانی برای رفع آن‌ها به‌عمل‌آید. به این علت هواکره مورد توجه گروه‌های پژوهشی بسیاری در سراسر جهان قرار گرفت. امروزه یافته‌های این پژوهش‌ها تا اندازه‌ای پرده از اسرار هواکره برداشته است. یافته‌هایی که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره خواهیم کرد.

هواکره چه نقشی ایفا می‌کند؟

جایی را تصور کنید که در آن تابش آفتاب پوست بدن را در چند دقیقه می‌سوزاند و سنگ‌ها را آن‌چنان داغ می‌کند که می‌توان تخم‌مرغی را روی آن‌ها نیمرو کرد. شب‌ها نیز آن‌چنان سرد می‌شود که گاز کربن‌دی‌اکسید موجود در آن به یخ خشک تبدیل می‌شود. کره‌ی ماه چنین جایی است، شرایط بسیار سختی که به علت نبودن هواکره به‌وجود آمده است. اما، در کره‌ی زمین، هواکره هم‌چون پوشش محافظی، از ورود بیش از اندازه‌ی پرتوهای خورشیدی جلوگیری می‌کند و شرایط مناسبی را برای ادامه‌ی زندگی در این سیاره فراهم می‌آورد.

درک بهتر نقش هواکره در ایجاد چنین آب و هوای مطلوبی تنها با شناخت چگونگی برهم‌کنش تابش پرنرژی خورشید با هواکره امکان‌پذیر است. خورشید بر سطح زمین می‌تابد و آن را گرم می‌کند. سطح گرم‌شده‌ی زمین نیز هوای روی خود را گرم می‌کند. از آن‌جا که چگالی هوای گرم کم‌تر است، به سمت بالا حرکت می‌کند. هوای سردتر نیز که چگالی بیش‌تری دارد به پایین می‌آید. این جابه‌جایی‌های هوای سرد و گرم، جریان‌های هوایی پیوسته‌ای را به‌وجود می‌آورد که عامل تغییر وضعیت آب و هوا در جهان است.

میانگین دما در سطح کره‌ی زمین 15°C است. این دمای مناسب از برابری میان جریان ورودی انرژی از خورشید و جریان برگشتی انرژی به فضا ایجاد شده است، شکل ۲۵. گفتنی است که میزان این جریان برگشتی را ویژگی‌های سیاره‌ی ما معین می‌کند.



شکل ۲۵ سرنوشت انرژی خورشیدی به هنگام تابش بر کره‌ی زمین.



فکر کنید

با توجه به شکل ۲۵ به پرسش های زیر پاسخ دهید:

- ۱- به نظر شما چه عواملی در کروی زمین سبب می شود که حدود ۳۰ درصد از انرژی خورشید، پس از ورود به کروی زمین، به فضا برگردانده شود؟
- ۲- چند درصد از انرژی جذب شده توسط زمین باعث گرم شدن هواکره، اقیانوس ها و قاره ها می شود؟
- ۳- کدام یک از این انرژی های جذب شده، شب هنگام نیز گرما بخش سیاره ی ماست؟ چرا؟

بیش تر بدانید

حدود ۹۵٪ از انرژی رسیده به سطح زمین به وسیله ی اقیانوس ها جذب می شود. تعجب نکنید، زیرا، همان طوری که می دانید حدود ۷۵ درصد از سطح زمین را آب های تیره رنگ و نفوذپذیر اقیانوس ها پوشانده اند. این درحالی است که سطح خشکی ها رنگ روشن تری دارند و مقدار زیادی از تابش خورشیدی را منعکس می کنند. برای مثال، نواحی بیابانی زرد رنگ و نواحی قطبی و برف گیر سفید رنگند. بنابراین، تغییر میزان بازتابندگی سطح زمین نیز می تواند در تغییر دمای زمین مؤثر باشد. به نظر شما، اگر روی برف ها و یخ های موجود در قطب های جنوب و شمال لایه ای از غبار ریخته شود، دمای زمین چه تغییری خواهد کرد؟



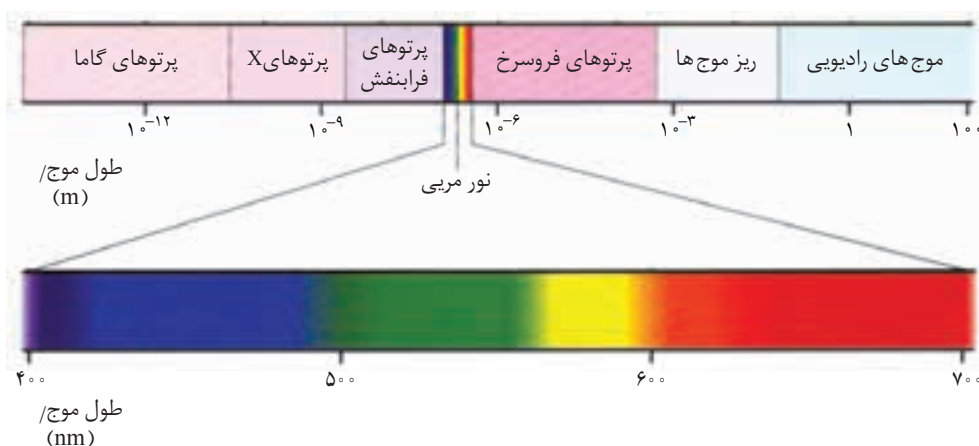
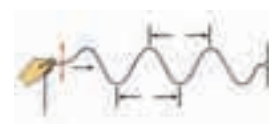
نمایی از یک منطقه ی بیابانی در شبه جزیره ی عربستان.

اثر گلخانه ای

در علوم دوره ی راهنمایی با نور به عنوان یک موج الکترومغناطیس آشنا شده اید و می دانید که نور خورشید مجموعه موج هایی با طول موج های مختلف است، شکل ۲۶. از سوی دیگر، می دانید که موج های الکترومغناطیس با خود انرژی حمل می کنند و هرچه طول موج آن ها کوتاه تر باشد، انرژی آن ها بیش تر است.

طول موج () یک

مشخصه ی مهم موج است.



شکل ۲۶ طیف موج های الکترومغناطیس. توجه کنید که نور مرئی (تابشی که چشم ما آن را تشخیص می دهد) بخش کوچکی از این طیف را تشکیل می دهد.

با توجه به شکل ۲۶ کدام پرتوها، انرژی کمتری دارند، فرابنفش یا فروسرخ؟ چرا؟

نور خورشید به هنگام گذشتن از هوا کره با مولکول ها و ذره های دیگر موجود در آن برخورد می کند. برخی از این پرتوها آن چنان پراثری هستند که هنگام رویارویی با مولکول ها، آن ها را درهم می شکنند. برخی نیز انرژی کمتری دارند و تنها انرژی جنبشی مولکول ها را افزایش می دهند و سبب بالا رفتن دمای گازهای هوا کره می شوند.

هنگامی که نور خورشید بر زمین می تابد مقداری از پرتوهای پراثری خورشید جذب زمین می شود و آن را گرم می کند. زمین گرم شده، مانند آتو یا هر جسم داغ دیگری از خود انرژی می تاباند. این انرژی که به صورت پرتوهای الکترومغناطیس تابانده می شود، انرژی کمتری (طول موج بلندتری) نسبت به پرتوهای خورشیدی جذب شده، دارند. این پرتوهای بازتابیده از زمین، آسان تر از پرتوهای خورشیدی به وسیله ی مولکول های هوا جذب می شوند. این پدیده است که سبب گرم شدن هوا کره می شود.

کربن دی اکسید (CO_2)، بخار آب (H_2O) و متان (CH_4) مولکول های جذب کننده ی بسیار خوبی هستند. ابرها (قطره های فشرده شده ی آب یا یخ) نیز این پرتوها را به خوبی جذب می کنند. انرژی جذب شده به وسیله ی این مولکول ها، دوباره به صورت پرتوهایی با انرژی کم تر به زمین بازتابانده می شود. به هنگام روز این انرژی بین زمین و مولکول های هوا کره بارها دست به دست می شود و انرژی به دام افتاده کروی ما را گرم نگاه می دارد. اما شب هنگام بخشی از این انرژی جذب شده به بیرون از هوا کره باز تابانده می شود.

در صورت نبودن مولکول های آب و کربن دی اکسید در هوا کره - مولکول هایی که انرژی گرمایی را پیوسته از زمین می گیرند و باز به آن پس می دهند - میانگین دمای سیاره ی ما از 15°C به 25°C - می رسید. دمایی که بسیار نزدیک به دمای کروی بهرام (مریخ) است.

این پدیده، یعنی به دام انداختن و برگرداندن انرژی تابشی به وسیله ی مولکول های کربن دی اکسید و گازهای دیگر موجود در هوا کره را **اثر گلخانه ای** نامیده اند، شکل ۲۷. در ضمن گازهایی که به این روش باعث گرم شدن زمین می شوند **گازهای گلخانه ای** نامیده می شوند.



شکل ۲۷ نور خورشید از راه شیشه وارد گلخانه می شود. گیاهان و خاک این انرژی را جذب می کنند و پرتوهای کم انرژی فرو سرخ را باز می تابانند. این پرتوهای کم انرژی، نمی تواند از شیشه بگذرد. بنابراین، در گلخانه به دام می افتند و درون آن را گرم می کنند.



فکر کنید

- ۱- چرا رانندگان خودرو از صاف شدن هوا در شب یک روز برفی، نگران می شوند؟
- ۲- اگر مقدار گازهای گلخانه‌ای در تروپوسفر بر اثر فعالیت‌های صنعتی افزایش یابد دمای زمین چه تغییری می کند؟

بیش تر بدانید

چنان که می‌دانید، گاز متان یک گاز گلخانه‌ای است و افزایش مقدار آن سبب افزایش دمای زمین می‌شود. یکی از تولیدکنندگان عمده‌ی گاز متان موریانه‌ها هستند. هنگامی که موریانه‌ها چوب را می‌خورند، متان، کربن دی‌اکسید و ترکیب‌های شیمیایی دیگری تولید می‌کنند. تخمین زده شده است که موریانه‌ها سالانه ۱۶۵ میلیون تُن متان و ۵۵ میلیون تُن کربن دی‌اکسید تولید می‌کنند. آشکار است که میزان متان و کربن دی‌اکسید تولید شده به وسیله‌ی موریانه‌ها بسیار قابل توجه است و بنابراین بعید نیست که با ایجاد شرایط محیطی مناسب، جمعیت آن‌ها افزایش یابد و به این ترتیب، مقدار بسیار بیش‌تری متان به هوا کره وارد شود. آیا می‌توان افزایش دمای زمین را به گردن موریانه‌ها انداخت؟



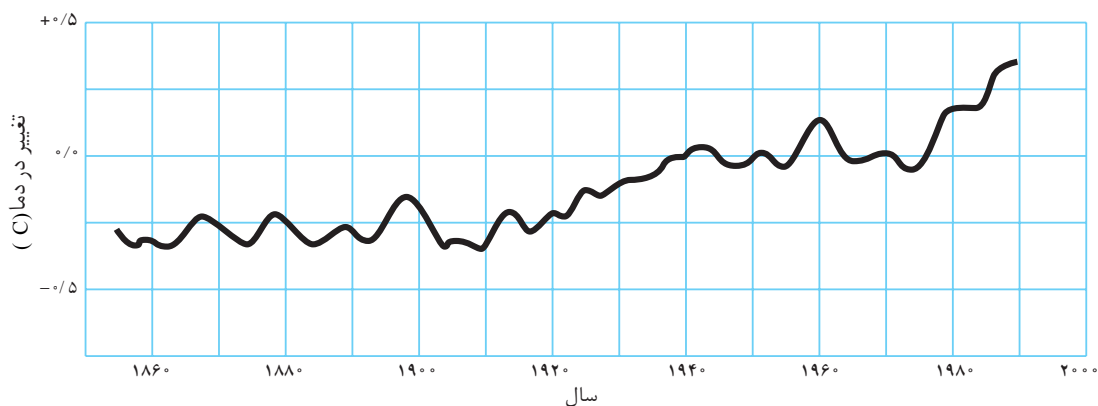
موریانه‌ها از جمله حشره‌هایی هستند که به صورت جمعی زندگی می‌کنند.

برخی بر این باورند که

آینده‌ی انتشار گازهای گلخانه‌ای در هوا کره، به روند رشد جمعیت و مسایل اقتصادی، اجتماعی و فناورانه در همه‌ی کشورهای جهان بستگی دارد. این دیدگاه را در کلاس نقد کنید.

چه آینده‌ای در انتظار ماست؟!

فعالیت‌های انسانی سبب شده است که نسبت به سده‌ی گذشته میزان کربن دی‌اکسید در هوا کره، حدود ۱۵ درصد افزایش یابد. از بین بردن جنگل‌ها و پوشش‌های گیاهی، سوزاندن زباله‌ها و از همه مهم‌تر سوزاندن نفت، گاز طبیعی و زغال سنگ از جمله‌ی فعالیت‌هایی هستند که باعث افزایش مقدار CO_2 در هوا شده‌اند. شواهد نشان می‌دهد که میانگین دمای سطح زمین تاکنون بین 3°C تا 6°C افزایش یافته است، شکل ۲۸.



شکل ۲۸ روند گرم شدن جهان در چند دهه ی گذشته

پیش بینی شده است

که در صورت ادامه ی

روند کنونی گرم شدن زمین،

سطح آب دریاها تا سال ۲۱۰۰

حدود ۵۰cm بالا خواهد آمد.

اگر روند کنونی ادامه یابد، پیش بینی می شود که هر ده سال 0.3°C بر میانگین دمای زمین افزوده شود. جدول ۳ میزان تولید CO_2 ناشی از مصرف فراورده های نفتی در سال های ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۷ در ایران و جهان را نشان می دهد.

جدول ۳ میزان سالانه ی تولید CO_2 از فراورده های نفتی در ایران و جهان در سال های ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۷

سال	۱۹۸۹	۱۹۹۰	۱۹۹۱	۱۹۹۲	۱۹۹۳	۱۹۹۴	۱۹۹۵	۱۹۹۶	۱۹۹۷
ایران	۱۴۵	۱۵۰	۱۵۸	۱۶۰	۱۶۸	۱۶۶	۱۶۵	۱۵۵	۱۷۳
جهان	۸۸۸۷	۸۹۰۷	۸۹۳۲	۸۹۴۸	۹۱۱۱	۹۱۷۳	۹۲۴۹	۹۴۸۳	۹۶۶۷

۱- با توجه به داده های جدول ۳ نمودار میزان تولید سالانه ی کربن دی اکسید جهان را در سال های ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۷ رسم کنید. مقدار CO_2 تولیدی جهان را روی محور عمودی و از مقدار ۸۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ میلیون تن نشان دهید. سال ها را روی محور افقی ببرید و از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۲۰ مدرج کنید. یک یک نقطه ها را روی نمودار پیدا کنید و از اتصال آن ها به یک دیگر یک منحنی هموار رسم کنید. (سعی نکنید یک خط راست بکشید یا همه ی نقطه ها را به هم وصل کنید. یک منحنی هموار، روند تغییرات را نشان می دهد).

۲- فرض کنید همین روند در منحنی شما از سال ۱۹۹۸ تا سال ۲۰۲۰ نیز ادامه پیدا کند با نقطه چین منحنی را تا سال ۲۰۲۰ ادامه دهید (به این کار برون یابی می گویند). این کار پیش بینی آینده را بر اساس روند فعلی ممکن می سازد. اکنون با کمک این نمودار می توانید درباره ی آینده پیش بینی کنید.

آ) مقدار CO_2 را در امسال و در سال ۲۰۲۰ پیش بینی کنید.

ب) چه عواملی سبب خواهد شد تا برون یابی شما نادرست از کار درآید؟

۳- به نظر شما در صورت افزایش دمای کره ی زمین، چه حوادثی ممکن است در جهان رخ دهد؟

۴- در یک فعالیت گروهی راه هایی برای کاهش میزان کربن دی اکسید هوا کره پیشنهاد

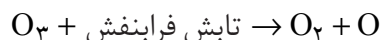
کنید.



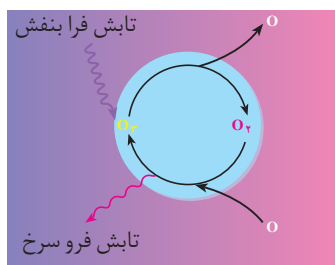
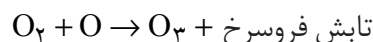
در پناه اوزون

اگرچه برای سلامتی به مقدار کمی تابش فرابنفش نیازمندیم، اما مقدار زیاد آن بسیار خطرناک خواهد بود. در حقیقت، اگر همه‌ی تابش فرابنفش موجود در نور خورشید به سطح زمین برسد، موجودات زنده آسیبی جدی خواهند دید. انرژی تابش فرابنفش به اندازه‌ای است که می‌تواند پیوندهای کووالانسی را بشکند و مولکول‌ها را تخریب کند. تغییر شیمیایی ایجاد شده بر اثر تابش فرابنفش، سبب آفتاب سوختگی و سرطان در انسان‌ها می‌شود و بسیاری از فرایندهای زیستی را متوقف می‌کند. خوشبختانه، زمین در برابر این تابش خطرناک از یک پوشش محافظ به نام **لایه‌ی اوزون** برخوردار است. این لایه نام خود را از نام مولکول‌های سازنده‌اش گرفته است. اوزون مولکولی سه‌اتمی است که از اتصال سه اتم اکسیژن تشکیل شده است و آن را با فرمول شیمیایی O_3 نشان می‌دهند. اگرچه در هر ارتفاعی از هواکره می‌توان مقدار بسیار ناچیزی اوزون یافت، با این حال بیش از ۹۰٪ از همه‌ی اوزون موجود، در فاصله ۱۵ تا ۵۰ کیلومتری سطح زمین یعنی در لایه‌ی استراتوسفر جمع شده است. در واقع لایه‌ی اوزون ناحیه‌ای از استراتوسفر است که اوزون در آن جا بیش‌ترین غلظت را داراست. اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که غلظت اوزون در این لایه بین ۱ ppm تا ۳ ppm متغیر است. غلظتی آن قدر ناچیز که اگر در فشار ۱ atm همه‌ی مولکول‌های اوزون را روی سطح زمین جمع کنیم، لایه‌ای به ضخامت ۳ mm تشکیل می‌دهد. لایه‌ای به ضخامت سی برگ از کتاب شیمی شما! لایه اوزون با این غلظت اندک مانند یک صافی قوی عمل می‌کند و حدود ۹۹٪ از تابش فرابنفش خورشید را که به استراتوسفر می‌رسد به دام می‌اندازد. اما چگونه؟

هر مولکول اوزون موجود در استراتوسفر بر اثر رویارویی با تابش فرابنفش می‌شکند و به یک مولکول اکسیژن (O_2) و یک اتم اکسیژن (O) تبدیل می‌شود:



ذره‌های به‌وجودآمده از شکسته شدن هر مولکول اوزون، می‌توانند به هم متصل شوند و دوباره مولکول اوزون را به‌وجود آورند:



این فرایند دو مرحله‌ای بارها تکرار می‌شود و به این ترتیب تابش فرابنفش خورشیدی را پیوسته جذب می‌کند،
شکل ۲۹.

شکل ۲۹ چرخه‌ی اوزون در استراتوسفر. با اجرای این فرایند چرخه‌ای، غلظت اوزون در استراتوسفر تقریباً ثابت می‌ماند.

اوزون (O_3) و اکسیژن (O_2) دو شکل متفاوت از یک عنصرند. به موادی که چنین رابطه‌ای با یک دیگر دارند، دگر شکل یا آلوتروپ می‌گویند.

CFC ها ترکیب هایی هستند که مولکول های آن ها از اتصال اتم های کلر (Cl)، فلوئور (F) و کربن (C) ساخته شده است. فرمول شیمیایی CFC_{11} و CFC_{12} که از جمله معروف ترین CFC ها هستند و با نام تجاری فریون به فروش می رسند، به ترتیب CFC_{11} و CF_2Cl_2 است.

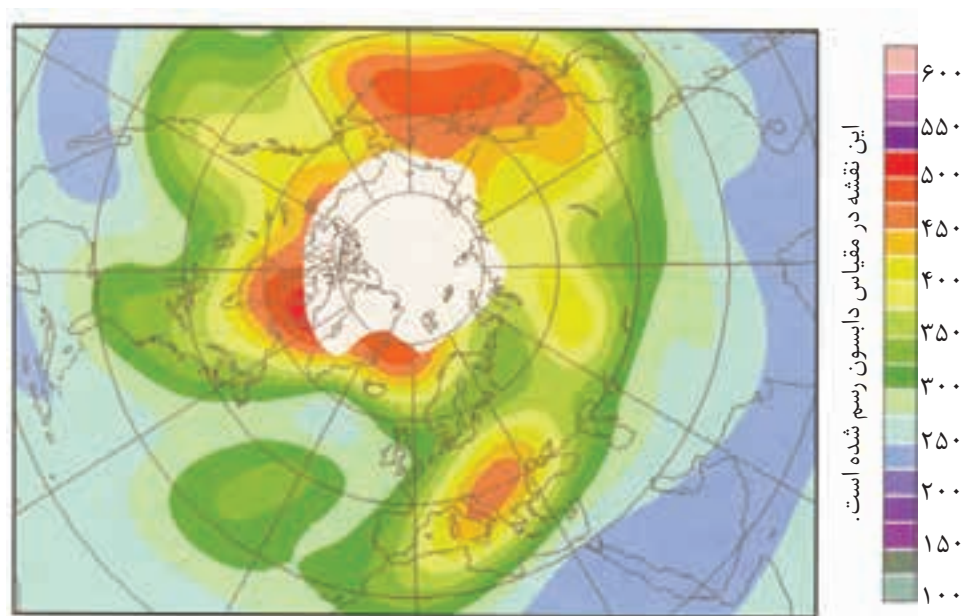


سال هاست که از کلرو فلوئوروکربن ها به عنوان گاز یخچال استفاده می شود. اما اکنون در پی جایگزینی برای آن هستند.

یکای دابسون (DU) که معیاری از فراوانی اوزون استراتوسفری است، ضخامت لایه ای فرضی از گاز اوزون بر حسب سانتی متر است که بر اثر متراکم کردن گاز اوزون موجود در لایه ای استراتوسفر تا فشار و دمای اتاق، به دست می آید. از آن جا که میانگین فراوانی اوزون استراتوسفر در حالت طبیعی حدود 300 DU است، این لایه ی فرضی بایستی حدود 3 cm ضخامت داشته باشد.

$$1 \text{ DU} = \frac{1}{1000} \text{ cm}$$

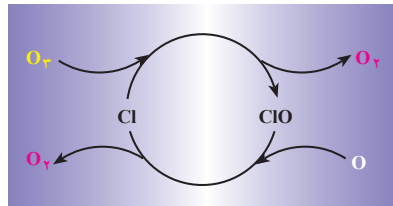
همان گونه که در شکل ۲۹ مشاهده می شود، هر مولکول اوزون با جذب پرتوهای پرنرژی فرابنفش، می شکند و با تشکیل دوباره ی آن، پرتوهای کم انرژی تر فروسرخ را گسیل می کند. هر عاملی که در این چرخه اختلال ایجاد کند، تولید دوباره ی اوزون را به مخاطره می اندازد. فعالیت های انسانی مدت هاست که این اختلال را ایجاد کرده است. امروزه ثابت شده است که دسته ای از ترکیب های شیمیایی به نام کلروفلوئوروکربن ها یا CFC ها باعث نابودی اوزون شده اند. از این مواد به عنوان پیشران در افشانه ها یا گاز سرمازا در یخچال ها و کولرهای گازی استفاده می شود. نابودی اوزون به صورت نازک شدن و در نهایت سوراخ شدن لایه ی اوزون بروز می کند. در سال ۱۹۸۵ با کشف حفره ای در لایه ی اوزون موجود بر فراز قطب جنوب، گروه های پژوهشی بسیاری در سراسر جهان مطالعه روی عوامل نابودکننده ی اوزون و اثرهای زیستی ناشی از افزایش تابش فرابنفش بر سطح زمین را آغاز کردند. امروزه حفره ی مشابهی نیز بر فراز قطب شمال شناخته شده است، شکل ۳۰.



شکل ۳۰ این نقشه ی ماهواره ای که در ۱۳ فوریه سال ۱۹۹۸ گرفته شده است، حفره ی بزرگی (ناحیه ی سفید رنگ) در لایه ی اوزون موجود در بالای قطب شمال را نشان می دهد.

این مطالعات نشان داده است که بر اثر تابش فرابنفش در استراتوسفر مولکول های CFC می شکند و اتم های کلر ایجاد می شود. هر اتم کلر ایجاد شده، می تواند بیش از ۱۰۰۰۰۰ مولکول اوزون را نابود کند، شکل ۳۱. به این علت در سال ۱۹۸۷ سازمان ملل متحد، توافق نامه ای جهانی برای متوقف کردن تولید، فروش و توزیع مواد شیمیایی تخریب کننده ی لایه ی اوزون به ویژه CFC ها تهیه کرد. این توافق نامه که به توافق نامه ی مونترآل معروف است، تا به حال به امضای بسیاری از کشورهای جهان رسیده است. رعایت این توافق نامه تا سال ۲۰۰۰ میزان تولید جهانی CFC ها را تا ۵۰٪ کاهش داده است.





شکل ۳۱ چرخه ی نابودی اوزون به وسیله ی اتم کلر (Cl) حاصل از شکسته شدن مولکول های CFC

فکر کنید

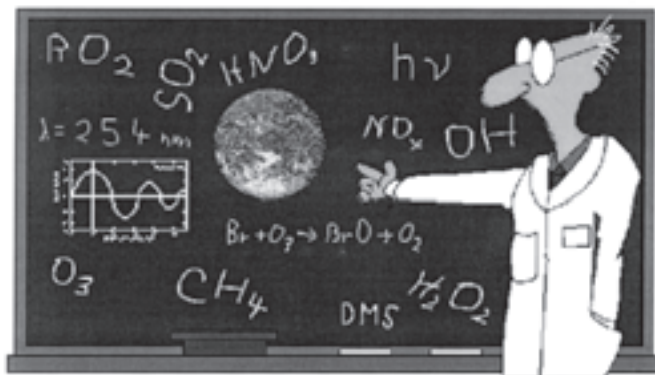
با دقت به شکل ۳۱ نگاه کنید. به نظر شما مولکول های اوزون در حضور اتم کلر به چه ذره هایی (اتم یا مولکول) تبدیل می شوند؟

همان گونه که می دانید، فعالیت های انسانی می تواند میانگین دمای جهان و میزان ورود تابش فرابنفش به سطح زمین را تغییر دهد. همه ی این ها، از ایجاد تغییراتی ناخواسته در غلظت معمولی موادی مانند اوزون و کربن دی اکسید در هوا کره برخاسته است. شیمی هوا کره بسیار پیچیده و مطالعه ی آن بسیار دشوار است، حتی اگر شواهدی دال بر دخالت انسان در ایجاد تغییر در هوا کره در دسترس باشد.

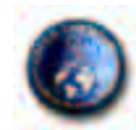
در ادامه به اثرهای دیگری می پردازیم که بازهم انسان خواسته یا ناخواسته به کمک آن ها زمینه ی ایجاد تغییر و دگرگونی در هوا کره را فراهم آورده است.

بیش تر بدانید

شیمیدان هوا کره فردی است که ترکیب شیمیایی طبیعی هوا کره را بشناسد و از شیوه های برهم کنش گازها، مایع ها و جامدهای موجود در هوا کره با سطح زمین و با موجودات زنده ای که روی زمین زندگی می کنند، آگاه و به چگونگی تأثیر فعالیت های انسانی بر ویژگی های شیمیایی و فیزیکی هوا کره علاقه مند باشد. او کسی است که با پژوهش روی آثار زیان بار برخی از بحران های محیط زیستی که ناشی از تغییر در هوا کره است، در جهت درک و حل امیدوارانه ی این بحران ها تلاش می کند. اهمیت این رشته ی تحصیلی در جهان از آن جا آشکار می شود که در سال ۱۹۹۵ دو شیمیدان هوا کره موفق به دریافت جایزه ی نوبل در شیمی شدند.



چون تخریب لایه ی اوزون یک مسأله ی جهانی است، باید برای جلوگیری از ادامه ی آن به یک راه حل جهانی نیز دست یافت. به این منظور باید همه ی جهانیان دست به دست هم دهند و با هم فکری و هم کاری در صدد پاسداری از این حفاظ طبیعی برآیند. به این منظور، در سال ۱۹۹۵ سازمان ملل متحد روز ۱۶ سپتامبر (۲۵ شهریور) را که در آن توافق نامه ی مونترآل به امضای شماری از کشورها رسید، روز جهانی حفاظت از لایه ی اوزون نام نهاد.



به تازگی انجمن شیمی و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا با همکاری یک دیگر درس تازه ای را برای دانشجویان دوره های کارشناسی و کارشناسی ارشد تدوین کرده اند. این درس که **شیمی سبز** نامیده شده است در پی طراحی فرایندها و فرآورده های شیمیایی تازه ای است که به کمک آن ها بتوان مصرف و تولید مواد شیمیایی خطرناک را کاهش داد یا متوقف کرد. در این طراحی ها باید تأثیر فرایندها و فرآورده های شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست نیز همواره مدنظر باشد.

آلودگی هوا

هوای آلوده در شهرهای بزرگ کشور به ویژه تهران آن چنان عادی شده است که در گزارش های هواشناسی به غلظت برخی از آلاینده های معروف نیز اشاره می شود. بسته به این که در کجا زندگی می کنید، ممکن است خودروها، نیروگاه ها یا صنایع مختلف عوامل اصلی آلودگی هوا باشند. به هر حال، آلودگی هوا فقط مشکل فضاهای آزاد نیست، بلکه درون فضاهای بسته نیز با دود سیگار یا فراورده ها و بخارهای ایجاد شده از سوختن برخی مواد شیمیایی مانند شمع یا دسته ی قابلمه آلوده می شود.

هوای آلوده بوی بدی دارد، چهره ی شهر را زشت می کند و مانعی برای دیدن منظره ی شهر در روز و ستاره ها در شب است. اما، فراتر از نامطبوع بودن، سالانه میلیاردها تومان خسارت به کشور وارد می کند. ساختمان ها و خودروها را دچار پوسیدگی می کند، از رشد فراورده های کشاورزی می کاهد و باعث کم شدن برخی گونه های جانوری می شود. هوای آلوده، بیماری های گوناگونی مانند برونشیت، آسم و سرطان ریه را به وجود می آورد یا بر شدت آن ها می افزاید. به این ترتیب، هزینه های بیمارستانی شهروندان را نیز افزایش می دهد، شکل ۳۲.

آلاینده به ماده ای گفته می شود که تولید و پراکنده شدن مقدار بیش از اندازه ی آن در محیط زیست به سلامتی انسان و دیگر جانداران آسیب برساند.



(آ)



(ب)

شکل ۳۲ خودروها عامل اصلی آلودگی هوای تهران هستند. (آ) تهران با هوایی آلوده (ب) همان نقطه با هوایی پاکیزه

امروزه داشتن هوای پاک دغدغه ی شمار روزافزونی از مردم و مسئولان شده است و تلاش های بسیاری برای آگاهی همگان و تشویق آن ها به کم کردن سهم خود در آلودگی هوا، به عمل می آید.

یک موتورسیکلت با پیمودن مسافت 1000 km ، اکسیژن مورد نیاز برای یک سال زندگی یک انسان را نابود می کند.



آلودگی های طبیعی

بسیاری از فرایندهای طبیعی هم چون فوران های آتشفشانی باعث وارد شدن مقادیر زیادی خاکستر و گازهای سمی به هوا کره می شود، شکل ۳۳.

طوفان های صحرایی، مقدار زیادی غبار در هوا کره پراکنده می کنند و مرداب ها و باتلاق ها نیز گازهای زیان آوری در هوا پخش می کنند. اما، در بیش تر موارد، محیط زیست، خود این مواد را پیش از آن که غلظت آن ها به سطح خطرناکی برسد، رقیق می کند یا از جایی به جای دیگر انتقال می دهد.



شکل ۳۳ فوران کوه سنت هلنز در ۱۹۸۰ حداقل 1 km^3 خاکستر به بیرون پراکنده کرد.

انسان و آلودگی هوا

انسان ها همواره محیط زیست خود را تغییر داده اند. پیدایش ابزار و استفاده از آتش برای همیشه توازن میان ما و محیط زیست را برهم زد. آتشی که مردم در گذشته می افروختند هوا را پر از دود می کرد و رفت و روب خانه هایشان غباری به مراتب بیش تر از طوفان های شن بر پا می نمود! در شهرهایشان دوده ی پدید آمده از اجاق آشپزخانه و بوی بد زباله ها هوا را پر کرده بود. با گسترش صنایع استفاده از زغال سنگ برای گرم کردن خانه ها و تولید برق در نیروگاه ها گسترش یافت و از این طریق افزون بر دوده و دود، گاز گوگرد دی اکسید نیز به اندازه ی زیادی به هوا راه یافت. امروزه هم هوا آلوده است، اما این آلودگی بسیار پیچیده تر از زمانی است که پدران ما نگران آن بوده اند.



برخی بر این باورند که

هنگامی که یک جامعه فعالیت های خود را تغییر می دهد، نوع و ماهیت مواد زایدی که به ویژه در هوا کره رها می شود، تغییر می کند. جهان همواره در حال تغییر بوده است و تغییر پدیده ی تازه ای نیست. آن چه مهم است، سرعت تغییر است. سرعت تغییر در جهان امروز به اندازه ای رسیده است که محیط زیست ما نمی تواند آن را هضم و جذب کند. این دیدگاه را در کلاس نقد کنید.

با آلاینده ها بیش تر آشنا شویم!

به طور کلی آلاینده های هوا را به دو دسته ی نوع اول و نوع دوم تقسیم می کنند. در جدول ۴ فهرستی از مهم ترین آلاینده های هوا و مقادیر آن ها در جهان ارائه شده است. آلاینده های معرفی شده در جدول ۴ همگی نوع اول هستند. در واقع آلاینده هایی که به همین شکل به هوا کره وارد می شوند. اما، آلاینده های نوع دوم، آن دسته از آلاینده ها هستند که در هوا کره بر اثر واکنش های شیمیایی میان آلاینده های نوع اول و اجزای طبیعی هوا کره پدید می آیند.

جدول ۴ نوع و میزان تولید جهانی برخی از آلاینده های هوا
(عددهای درون جدول بر حسب میلیون تن در سال داده شده اند.)

آلاینده	منبع طبیعی	مقدار	منبع انسانی	مقدار
CO _۲ (کربن دی اکسید)	آتش سوزی در جنگل ها، تنفس و فساد بافت های گیاهی و جانوری	۱۰۰۰۰۰۰	سوختن چوب و سوخت های فسیلی	۲۲۰۰۰
CO (کربن مونواکسید)	آتش سوزی در جنگل ها	۲۱۰۰	سوختن ناقص سوخت ها*	۷۰۰
SO _۲ (گوگرد دی اکسید)	آتشفشان ها و فساد بافت های گیاهی و جانوری	۲۰	سوختن زغال سنگ و نفت، برشته کردن سنگ های معدنی گوگرد دار	۲۱۲
CH _۴ (متان)	فساد بافت های گیاهی و جانوری، موریانه ها	۱۰۵۰	نشت گازهای طبیعی	۱۶۰
NO _x (اکسیدهای نیتروژن)	صاعقه، اثر باکتری ها بر خاک	۱۸۰	سوختن در دمای بالا	۷۵
ذره های معلق	آتشفشان ها، گردبادها و موج های دریا(!)	—	صنایع، معادن، نیروگاه ها و کشتزارها	—

* با این نوع سوختن دربخش ۴ آشنا خواهید شد.

اکسید نافلزهایی
مانند کربن، گوگرد و نیتروژن
در صورت حل شدن در آب
اسید تولید می کنند. به این
علت آن ها را اکسیدهای
اسیدی می نامند.

برای مثال، گوگرد دی اکسید (SO_۲) — یک آلاینده ی نوع اول — در هوا با اکسیژن —
یک جزء طبیعی هوا — واکنش می دهد و گاز گوگرد تری اکسید را به وجود می آورد. همیشه این
دو آلاینده همراه با هم دیده می شوند. واکنش گوگرد تری اکسید با آب آن را به سولفوریک اسید
تبدیل می کند. سولفوریک اسید که یک آلاینده ی نوع دوم است، یکی از عوامل مهم ایجاد
باران اسیدی شناخته می شود. در ادامه، این موضوع را دقیق تر مورد بررسی قرار خواهیم داد.

برداشت شما چیست؟

با استفاده از جدول ۴ به پرسش های زیر پاسخ دهید.

۱- برای همه ی آلاینده های هوا بجز یکی از آن ها، سهم منابع طبیعی بسیار بیش تر
از منابع انسانی است.

آیا این گفته به این معناست که می توان از سهم منابع انسانی چشم پوشی کرد؟ چرا؟

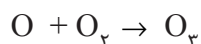
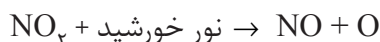


ب) برای کدام آلاینده‌ی هوا، سهم منابع انسانی بیش تر از سهم منابع طبیعی است؟
 ۲) به جدول ۱ مراجعه کنید و ببینید که کدام آلاینده‌ی معرفی شده در جدول ۴، به‌طور طبیعی با غلظت‌هایی در حدود ۰/۰۰۰۱٪ یافت می‌شوند؟
 ۳- در میان منابع انسانی کدام یک سهم بیش تری در تولید آلاینده‌های هوا دارد؟
 ۴- با این که حجم زیادی از آلاینده‌های هوا از منابع طبیعی به آن وارد می‌شود، چرا وارد شدن مقادیر اندکی از مواد ساختنی یا مصنوعی (موادی که در طبیعت یافت نمی‌شوند و شیمی‌دان‌ها، آن‌ها را در آزمایشگاه می‌سازند)، مانند ترکیب‌های کلروفلوئوروکربن در هوا کره، مشکل‌آفرین است؟

اوزون مولکولی با دو چهره

می‌دانید که اوزون موجود در لایه‌ی استراتوسفر، سطح زمین را از تابش خطرناک فرابنفش در امان نگاه می‌دارد. اما، وجود اوزون در لایه‌ی تروپوسفر- بخشی از هوا کره که ما در آن تنفس می‌کنیم- بسیار زیان‌آور است. اوزون تروپوسفری آلاینده‌ای سمی و خطرناک به‌شمار می‌آید. پراکنده شدن مقادیر کمی اوزون در این لایه، باعث سوزش چشمان می‌شود. ولی مقادیر زیاد آن می‌تواند تورم ریوی، خون‌ریزی و حتی مرگ را در پی داشته باشد. افزون بر آثار زیان‌باری که اوزون بر سلامتی می‌گذارد، خسارت‌های اقتصادی بسیاری را نیز به‌وجود می‌آورد. سخت شدن و ترک برداشتن تایر خودروها و قطعات لاستیکی دیگر، هم‌چنین کاهش میزان فراورده‌های کشاورزی به‌ویژه گوجه‌فرنگی از دیگر ویژگی‌های بد اوزون موجود در تروپوسفر است.

در برخی روزهای خشک و آفتابی که مقدار اکسیدهای نیتروژن (NO_x) خروجی از اگزوز خودروها زیاد است، هوای شهر به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود. در این هنگام بر اثر تابش نور خورشید بر اکسیدهای نیتروژن نوعی آلودگی ایجاد می‌شود که **مه‌دود فوتوشیمیایی** گفته می‌شود. اوزون تروپوسفری بر اثر تابش پرتوهای خورشیدی بر مولکول‌های NO_2 به‌وجود می‌آید.



همان‌طوری که دیده می‌شود، در این فرایند مولکول‌های سودمند اکسیژن (O_2) به مولکول‌های زیان‌آور اوزون (O_3) تبدیل می‌شوند.

دلیل افزایش دما در لایه‌ی استراتوسفر، جذب تابش پرتوهای فرابنفش به‌وسیله‌ی مولکول‌های اوزون و آزاد شدن دوباره‌ی انرژی به‌صورت تابش کم‌انرژی فروسرخ (انرژی گرمایی) است. البته میانگین این دما از -46°C بالاتر نمی‌رود! با توجه به این نکته، آیا می‌توان اوزون را یک گاز گلخانه‌ای به حساب آورد؟

هر واکنشی که به کمک نور آغاز شود یک واکنش فوتوشیمیایی یا نور شیمیایی است.

فکر کنید

اوزون تروپوسفری آلاینده‌ی نوع اول یا نوع دوم است؟ چرا؟

در یک فعالیت گروهی، فهرستی از نوع و منبع آلاینده‌های هوا در محل زندگی خود، تهیه کنید. هم‌چنین سهم خود و سهم هر یک از این منابع را در آلودگی هوا تخمین بزنید.

باران اسیدی

چون گازهای گوگرد دی‌اکسید (SO_2) و اکسیدهای نیتروژن (NO_x) گازهایی سنگین‌تر از هوا هستند، می‌توانند در نزدیکی محلی که تولید می‌شوند به زمین فرونشینند و بر حیوانات و گیاهان مناطق مجاور لطمه‌های جدی وارد کنند. کارخانه‌های تولیدکننده این گازها معمولاً دودکش‌های بلندی برای کشاندن این گازها به سمت بالا و هدایت آن‌ها به درون هوا کره می‌سازند. متأسفانه این گازها در ارتفاعات، در قطره‌های آب موجود در هوا کره حل می‌شوند و به صورت **باران اسیدی** به زمین باز می‌گردند. البته به علت حل شدن گاز کربن دی‌اکسید هوا در آب باران و تشکیل کربنیک اسید، آب باران تا حدودی اسیدی است ($\text{pH} \sim 6$). حل شدن مقادیر اندکی از گازهای SO_2 و NO_x در آب باران هم سودمند است و بخش مهمی از چرخه‌ی فرسایش و رسوب گذاری سنگ‌ها و دیگر مواد معدنی را تشکیل می‌دهد. اما، در سال‌های گذشته با گسترش روز افزون صنایع و وارد شدن میلیون‌ها تن گازهای اسیدی به هوا کره، مقدار نیتریک اسید و سولفوریک اسید در باران افزایش یافته است. افزایش بیش از اندازه‌ی این گازهای اسیدی که به‌طور عمده از آگزوز خودروها و دودکش نیروگاه‌ها به هوا کره وارد می‌شوند، سبب ایجاد باران‌هایی بسیار اسیدی شده است. این باران‌های اسیدی هم به ساختمان‌ها و هم به موجودات زنده آسیب می‌رسانند. برای مثال بسیاری از مجسمه‌های مرمری یا ساختمان‌هایی که نمای مرمری دارند، در اسید موجود در باران حل می‌شوند و به این ترتیب کم‌کم از بین می‌روند، شکل ۳۴.



(آ)



(ب)

شکل ۳۴ تأثیر باران‌های اسیدی بر مجسمه‌های ساخته شده از سنگ مرمر (آ) سال‌ها پیش (ب) اکنون



باران های اسیدی هم چنین با اسیدی کردن آب رودخانه ها و دریاچه ها شرایط را برای زندگی آبزیان دشوار و گاهی مرگ آور کرده اند، شکل ۳۵. با بارش این باران ها روی خاک های حاصل خیز، مواد معدنی آن ها به ویژه یون های Ca^{2+} و Mg^{2+} در آب باران حل می شوند و به اعماق زمین می روند. به این ترتیب، امکان رشد گیاه در آن جا از میان می رود.



شکل ۳۵ بیش تر دریاچه ها در منطقه ی اسکاندیناوی بر اثر ریزش باران های اسیدی به شدت اسیدی شده اند. آب اسیدی چنین دریاچه هایی را با پاشیدن گرد آهک خنثی می کنند تا pH آن برای زندگی آبزیان مناسب شود.

فکر کنید

میزان تولید جهانی گاز SO_2 در دو دهه ی گذشته تغییرات چشم گیری داشته است. جدول ۵ تغییر میزان تولید این گاز در سه قاره ی جهان را نشان می دهد. به نظر شما، این داده ها چه هشدارهایی برای کشور ما دارد؟ در ضمن با توجه به مقدار پیش بینی شده برای سال ۲۰۱۰ چه راه هایی برای کاهش میزان تولید این گاز پیشنهاد می کنید؟

جدول ۵ میزان تولید SO_2 در سه قاره ی جهان برحسب میلیون تن

سال	قاره	۱۹۸۰	۱۹۹۰	۱۹۹۵	۲۰۰۰	۲۰۱۰
اروپا		۵۹	۴۹	۳۱	۲۶	۱۸
آمریکا		۲۴	۲۰	۱۶	۱۵	۱۴
آسیا		۱۵	۳۴	۴۰	۵۳	۷۹

بیش تر بدانید

مهم ترین پیامد زیست محیطی ناشی از جنگ خلیج فارس فاجعه ی آتش سوزی چاه های نفت کویت در ۲۲ فوریه ۱۹۹۱ بود. در این روز هواپیماهای عراقی ۹۰۰ حلقه چاه نفت کویت را بمباران کردند و به این ترتیب آتش سوزی مهیبی را در سطح منطقه به وجود آوردند. در این حادثه ی عظیم نفتی، حدود یک میلیارد بشکه نفت طعمه ی آتش شد و نزدیک به ۱۰ میلیون بشکه نفت از طریق پایانه ها و مخازن نفتی بندر احمدي به خلیج فارس راه یافت. در این رویداد بر اثر سوختن روزانه حدود ۵ میلیون بشکه نفت خام، حدود ۴۰۰۰ تن



آتش سوزی در چاه های نفت کویت، زمستان ۱۹۹۱.

خاکستر، ۲۰۰۰ تن نیتروژن دی اکسید، ۴۰۰۰۰ تن گوگرد دی اکسید و هزارها تن گازهای سمی دیگر، وارد محیط زیست شد. افزون بر این، تخمین زده می شود که در مجموع ۲۰۰ میلیون تن گاز CO₂ در جریان این حادثه به هوا کره افزوده شده است.

کنترل آلودگی

- راه های گوناگونی برای کنترل آلودگی هوا وجود دارد:
- * یافتن و جایگزین کردن راه های تازه ای به جای سوزاندن برای تولید انرژی، مانند انرژی خورشیدی، هسته ای و...
 - * افزایش بازده تولید انرژی از طریق سوختن
 - * کاهش دادن یا حذف کردن برخی مواد موجود در سوخت ها که بر اثر سوختن، مواد آلاینده ایجاد می کنند، مانند گوگرد موجود در گازوییل.
 - * به دام انداختن آلاینده ها پس از سوختن و پیش از ورود آن ها به هوا.
- همه ی راه های کنترل آلودگی هوا هزینه بر است، هنگامی که یکی از این راهبردها را برای کنترل هوا برمی گزینیم، باید به دو پرسش کلیدی پاسخ دهیم:
- ۱- هزینه ی کنترل آلودگی هوا چقدر خواهد بود؟
 - ۲- کنترل آلودگی هوا چه مزایایی برای ما خواهد داشت؟

شما چه برنامه هایی دارید؟

اگر مسئولیت کنترل آلودگی هوای شهر یا روستایی را که در آن زندگی می کنید به گروه شما واگذار کنند، چه برنامه هایی را برای کاهش آلودگی هوا پیاده می کنید؟ گزارش این فعالیت را به صورت یک مقاله تهیه کرده، در کلاس ارایه دهید.

فکر کنید

- فرض کنید که برای کنترل آلودگی هوا روش زیر پیشنهاد شده است:
- «پاک کردن هوا کره پس از پراکنده شدن آلاینده ها در آن»
- ۱- آیا این کار عاقلانه و عملی است؟ پاسخ خود را شرح دهید.
 - ۲- آیا بارور کردن ابرها برای تولید باران یا استفاده از ماسک برای پوشاندن دهان، راه های معقولی برای این کار هستند؟ توضیح دهید.

به کجا پناه می برید؟!

فرض کنید که به دلایلی ناگزیر شده اید که کره ی زمین را ترک کنید. با توجه به اطلاعاتی



که در جدول زیر داده شده است:

آ) کدام سیاره‌ی منظومه خورشیدی را برای سکونت خود انتخاب می‌کنید؟

ب) به نظر شما برای این که این سیاره برای زندگی مناسب‌تر شود چه تغییراتی باید در

آن به وجود بیاید؟

پ) شما چه تغییراتی را باید در زندگی خود بدهید تا در آن جا با آرامش زندگی کنید؟

نظریه‌های خود را یادداشت و برای گفت‌وگو در کلاس آماده کنید.



ویژگی‌ها	نام سیاره	بهرام (مریخ)	زمین	ناهید (زهره)
میانگین فاصله از خورشید ($\times 10^8 \text{ km}$)	۲,۲۷۹	۱,۴۹۶	۱,۰۸۲	
مدت زمانی که طول می‌کشد تا به دور خورشید بچرخد (سال)	۱,۸۸	۱,۰	۰,۶۱۵	
مدت زمانی که طول می‌کشد تا به دور خود بچرخد (ساعت)	۲۴,۶۲	۲۳,۹۳	۵۸,۳۲	
جرم ($\times 10^{24} \text{ g}$)	۵۹,۸	۴۸,۷		
چگالی میانگین (g/cm^3)	۳,۹۴	۵,۵۲	۵,۲۵	
گرانش نسبی سطح (زمین = ۱)	۰,۳۸	۱	۰,۸۸	
فشار نسبی هوا (زمین = ۱)	۰,۰۰۷	۱	۹	
نسبت میانگین دمای روز به میانگین دمای شب در سطح منطقه‌ی استوای (K)	$\frac{۲۵۰}{۱۸۵}$	$\frac{۲۹۸}{۲۸۰}$	$\frac{۷۵۰}{۷۴۹}$	
ترکیب شیمیایی هوا کره	اجزای فراوان (%) اجزای ناچیز (ppm)	$\text{CO}_2(۹۵), \text{N}_2(۲/۷), \text{Ar}(۱/۶)$ $\text{O}_2(۱۳۰۰), \text{CO}(۷۰۰), \text{H}_2\text{O}(۳۰۰)$ $\text{Ne}(۲/۵)$	$\text{N}_2(۷۸), \text{O}_2(۲۱), \text{Ar}(۰/۹)$ $\text{CO}_2(۳۳۰), \text{He}(۷۰), \text{Ne}(۱۸)$ $\text{H}_2(۵), \text{CH}_4(۱/۵), \text{Kr}(۱/۱), \text{O}_3(۰/۴)$	$\text{CO}_2(۹۶), \text{N}_2(۳/۵)$ $\text{SO}_2(۱۵۰), \text{H}_2\text{O}(۱۰۰), \text{Ar}(۷۰)$ $\text{CO}(۴۰), \text{Ne}(۵)$



بیش تر بخوانید

۱- هوا (مجموعه‌ی علم و عمل)، حسین دانشفر، چاپ اول، ۱۳۷۱، انتشارات مدرسه.

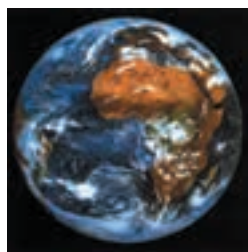
۲- هوا، فروزان صلواتیان، چاپ سوم، ۱۳۷۷، انتشارات فاطمی.

۳- اثرات گلخانه‌ای، رضوان دزفولی، چاپ اول، ۱۳۷۸، نشر پیدایش.

۴- شکاف در لایه‌ی اوزون، رضوان دزفولی، چاپ اول، ۱۳۷۸، نشر پیدایش.

۵- شیمی هوا، رقیه عابدی کرجیبیان، زهرا ایمانی پور و اصف، چاپ اول، ۱۳۸۱، انتشارات محراب قلم.

مصرف دوباره تنها راه ادامه



زمین مادر ماست.

در سال ۱۹۶۹ میلادی به سازمان ملل متحد پیشنهاد شد که به منظور ارج نهادن به منابع خدادادی موجود در کره ی زمین و تلاش برای حفاظت از محیط زیست روز ۲۰ یا ۲۱ مارس (نخستین روز فروردین) به عنوان روز جهانی کره ی زمین معرفی شود. این پیشنهاد پذیرفته شد و برای نخستین بار در سال ۱۹۷۰ این روز گرامی داشته شد. جمهوری اسلامی ایران که از سال ۱۹۸۰ مراسم روز کره ی زمین سازمان ملل را پذیرفته است، هر سال این روز را که هم زمان با نخستین روز نوروز است، جشن می گیرد. آیا می دانید که علت انتخاب این روز چیست؟



این جنگل دوست داشتنی اما فناپذیر، به همه ی ما تعلق دارد.

هزارها سال است که انسان از مواد طبیعی گوناگونی، مانند چوب، سنگ، برخی از فلزها، پوست جانوران، پشم و ابریشم، وسایل مورد نیاز زندگی خود را می سازد و به این منظور از جنگل ها، معادن، جانوران، گیاهان و دیگر منابع طبیعی و خدادادی موجود در کره ی زمین استفاده می کند. در همه ی این سال ها بخش اندکی از این منابع مورد استفاده ی انسان قرار گرفته است. اما در یک سده ی گذشته، با رشد چشم گیر جمعیت جهان و ارتقای سطح بهداشت همگانی از یک سو، و با گسترش و پیشرفت شگرف دانش و فناوری از سوی دیگر، نوع و میزان نیاز انسان به مواد طبیعی تغییر کرده است. هم چنین میزان بهره برداری از منابع طبیعی نیز به بالاترین سطح خود رسیده است.

از جنبه های بسیاری کره ی زمین را می توان به یک کشتی فضایی تشبیه کرد و انسان ها را نیز مانند مسافرانی تصور نمود که تنها به اندازه ی طول عمر خویش، در این سفر فضایی



حضور خواهند داشت. آذوقه‌ای که در عرشه و انبارهای این کشتی فضایی اندوخته شده است، همه‌ی آن چیزی است که ما باید تا پایان این سفر روی آن حساب کنیم. آب شیرین، هوا، خاک حاصل خیز، گیاهان، جانوران و

این آذوقه‌ای که اکنون در اختیار ماست ره‌توشه‌ی آیندگان نیز هست. پس بر ماست تا با آگاهی از محدودیت‌های این منابع ارزشمند، شیوه‌های حفظ و نگاه‌داری آن‌ها را بشناسیم و با عمل به آن‌ها سفر آیندگان را به مخاطره نیندازیم.

منابع طبیعی و انواع آن

انسان برای ادامه زندگی خود در این کره‌ی خاکی ناگزیر به استفاده از منابعی است که طبیعت به رایگان در اختیار او گذاشته است. هوایی که تنفس می‌کنیم، چشم‌اندازهای زیبایی که می‌بینیم و از دیدن آن‌ها لذت می‌بریم، رودخانه‌ها، جنگل‌ها، کوه‌ها، حیات وحش، آب، خاک و نور خورشید همگی نمونه‌هایی از این منابع طبیعی و خدادادی هستند. برخی از این منابع می‌توانند به وسیله فرایندهای طبیعی تشکیل یا از نو تولید شوند. چنین منابعی که خود را به‌طور طبیعی ترمیم و تکمیل می‌کنند، منابع **تجدیدپذیر** نامیده می‌شوند.

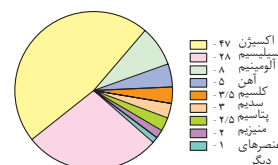
آب، هوا، خاک، گیاهان، جانوران و چشم‌اندازهای طبیعی از جمله منابع تجدیدپذیرند و اگر ما از این منابع عاقلانه و به‌درستی استفاده کنیم، طبیعت ما را در تأمین آن‌ها یاری می‌دهد. اما، منابع دیگری هم هستند که فرایندهای طبیعی جای خالی آن‌ها را پر نمی‌کند یا سرعت تشکیل و جایگزین شدن آن‌ها، چنان آهسته است که تأثیر چندان بر مقدار این منابع ندارد. چنین منابعی را **تجدیدناپذیر** می‌گویند. بنابراین، هنگامی که یک منبع تجدیدناپذیر مصرف شود، از دست رفته به‌شمار می‌آید و باید در پی جایگزینی برای آن گشت یا بدون آن به زندگی ادامه داد.

برای مثال، مس و آلومینیم که فلزهای پرمصرفی هستند و از منابع تجدیدناپذیر استخراج می‌شوند، سرانجام روزی به پایان خواهند رسید. بنابراین، درباره‌ی این که منابع چرا، چگونه، و کجا مصرف شوند، باید تصمیمی عاقلانه گرفت.

منابع شیمیایی، نیازها و محدودیت‌ها

جوامع امروزی به شدت به منابع شیمیایی وابسته‌اند، به‌طوری که ادامه‌ی زندگی بدون آن‌ها ناممکن است. به پیرامون خود نگاه کنید تا این واقعیت انکارناپذیر را بهتر درک کنید. کافی است شام دیشب خود را در نظر بگیرید. شما احتمالاً در یک بشقاب ساخته شده از خاک چینی، غذا خورده‌اید. با یک لیوان یا استکان شیشه‌ای ساخته شده از ماسه، آب نوشیده‌اید. برای طعم دادن به غذای خود، نمک به‌دست آمده از زمین را روی آن پاشیده‌اید. میوه‌هایی را خورده‌اید که به کمک کودهای شیمیایی رشد یافته‌اند و کارد و چنگالی را استفاده کرده‌اید که از فولاد زنگ‌نزن ساخته شده‌اند. فولادی که پس از طی مراحل طولانی از سنگ معدن آهن ساخته می‌شود. همه‌ی این کارها در خانه‌ی شما روی داده است،

نوع و درصد جرمی
عنصرهای اصلی سازنده‌ی
پوسته زمین را در نمودار زیر
می‌بینید. این عناصر به
شیوه‌های گوناگون با یک دیگر
ترکیب می‌شوند و کانی‌ها،
کانه‌ها و سنگ‌ها را به‌وجود
می‌آورند. بیش‌تر سنگ‌های
سازنده‌ی زمین را سیلیکات‌ها
تشکیل می‌دهند.



سرپناهی که شن، ماسه، سنگ، آجر (خاک رس)، سیمان، آهن، آلومینیم، شیشه و آسفالت برای زندگی شما فراهم کرده اند. همه ی این مواد و وسایل از منابع شیمیایی موجود در سه لایه بیرونی کره ی زمین به دست می آیند. فهرستی از برخی منابع موجود در این لایه ها (هواکره، آب کره و سنگ کره) در جدول ۱ دیده می شود.

جدول ۱ منابع شیمیایی موجود در لایه های گوناگون کره ی زمین

لایه های زمین	میانگین ضخامت (km)	اجزای سازنده (به ترتیب کاهش فراوانی)
هواکره	۱۰۰	N_2 (۷۸٪)، O_2 (۲۱٪) و Ar (۰/۹٪) H_2O و CO_2 به مقادیر متغیر
آب کره	۵	آب (۷۵٪ از سطح زمین را می پوشاند) $NaCl$ (۳/۵٪) و مقادیر کمتری از S ، Ca ، Mg و ... عنصرهای دیگر به صورت یون
سنگ کره	۴۰ کیلومتر نخست	سیلیکات ها (ترکیب های ساخته شده از اتم های O و Si و فلزهایی چون Al ، Na ، Ca ، Fe ، Mg ، K و ...) زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی کربنات ها اکسیدها سولفیدها
گوشته	۴۰ تا ۲۹۰۰ کیلومتری	سیلیکات Mg و Fe
هسته	از ۲۹۰۰ کیلومتری تا مرکز زمین	Fe و Ni

کانه، کانسنگ یا سنگ معدن، موادی هستند که به طور طبیعی یافت می شوند. کانه از کانی یا کانی هایی تشکیل شده است که استخراج مواد موجود در آن ها از نظر اقتصادی به صرفه باشد. کانه را معمولاً در مورد سنگ های معدنی فلز دار به کار می برند. کانی نیز به یک عنصر یا ترکیب شیمیایی می گویند که به طور طبیعی در ساختار کانه ها یافت می شود.

اورانیم فلزی سنگین است که ترکیب های آن هم در پوسته ی زمین و هم در دریا یافت می شود. مارتین کلاپیروث شیمی دان آلمانی در سال ۱۷۸۹ این فلز را در یک کانسنگ به نام پیچ بلاند کشف کرد. اورانیم در جاهای مختلف جهان و از جمله در کشور ما یافت می شود. از این فلز در نیروگاه های اتمی استفاده می شود.

مواد خام به موادی می گویند که به طور مستقیم، خیلی قابل استفاده نیستند. اما، می توان با اجرای فرایندهایی، آن ها را به مواد شیمیایی سودمندی تبدیل کرد.

هواکره، آب کره و بخش بیرونی سنگ کره منبع تمام موادی هستند که برای همه ی فعالیت های انسانی مورد نیاز است. از هواکره، گازهای نیتروژن، اکسیژن، آرگون و چند گاز دیگر را به کار می بریم. از آب کره، آب و چند ماده ی معدنی حل شده در آن را مورد بهره برداری قرار می دهیم. اما، برای نفت و کانه های فلز دار، به سنگ کره وابسته هستیم. اگر کره ی زمین را به اندازه ی یک سیب تصور کنیم، تمام منابع شیمیایی سنگ کره در لایه ی نازکی به ضخامت پوست سیب متمرکز است. از این لایه ی نازک خاک و سنگ به طور تقریب، تمام مواد خام مورد نیاز برای ساختن خانه، خودرو، لوازم خانگی، رایانه و بسیاری از وسایل ساخت دست بشر فراهم می شود. نکته ی قابل توجه این است که بسیاری از منابع مهم به طور یک نواخت در سراسر جهان توزیع نشده اند و هیچ رابطه ای هم میان این منابع و وسعت یک سرزمین یا جمعیت آن وجود ندارد. برای مثال، کشور آفریقای جنوبی که تنها ۰/۸٪ از جمعیت جهان در آن زندگی می کنند و مساحت آن ۰/۸٪ از مساحت کره ی زمین است، ۶۸٪ از کروم، ۵۱٪ از طلا و ۳۴٪ از الماس موجود در جهان را در خود جای داده است.





برخی بر این باورند که

یک نواخت نبودن پراکندگی منابع معدنی در جهان، عامل پیدایش تجارت جهانی است. این دیدگاه را در کلاس نقد کنید.

افزون بر پوسته‌ی زمین که بخش عمده‌ی منابع شیمیایی مورد نیاز انسان را تأمین می‌کند، آب اقیانوس‌ها نیز مقادیر قابل ملاحظه‌ای کانی‌های حل شده دارند. هم‌چنین، کلوخه‌های کف اقیانوس‌ها تا ۲۴ درصد منگنز (Mn)، ۱۴ درصد آهن (Fe) و مقادیری مس (Cu)، نیکل (Ni) و کبالت (Co) دربر دارند. با این همه، اگر اقیانوس‌ها هم به یک منبع جدید برای کانی‌ها تبدیل شوند، در این صورت ممکن است که زمان به پایان رسیدن برخی از منابع تجدیدنپذیر به تأخیر بیفتد، اما هیچ‌گاه نمی‌تواند از این امر حتمی جلوگیری کند.

گنج‌های استان شما!

در یک فعالیت گروهی، فهرستی از معادن موجود در استان محل زندگی خود را تهیه کنید. در گزارش این فعالیت، اطلاعاتی درباره‌ی نام و ویژگی‌های مواد معدنی تولیدی، روش استخراج و بهره‌برداری، میزان تولید و کاربرد آن‌ها را به کلاس ارائه دهید.



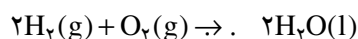
برخی بر این باورند که

بهره‌برداری از هر منبع طبیعی در صورتی اقتصادی است که کم‌ترین هزینه‌های محیط زیستی (آلودگی هوا، آلودگی آب، انقراض جانوران و از میان رفتن چشم‌اندازهای طبیعی و ...) را داشته باشد. این دیدگاه را در کلاس نقد کنید.

در ادامه‌ی این بخش، با برخی راه‌های افزایش طول عمر منابع تجدیدنپذیر آشنا خواهیم شد. اما پیش از آن، با برخی مفاهیم لازم برای درک بهتر این راه‌ها آشنا می‌شویم.

پایستگی ماده، خوی طبیعت

می‌دانید که از واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن، آب به دست می‌آید. معادله‌ی این واکنش را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

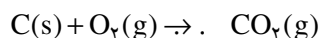


این معادله‌ی شیمیایی موازنه شده، نشان می‌دهد که در یک واکنش شیمیایی تعداد

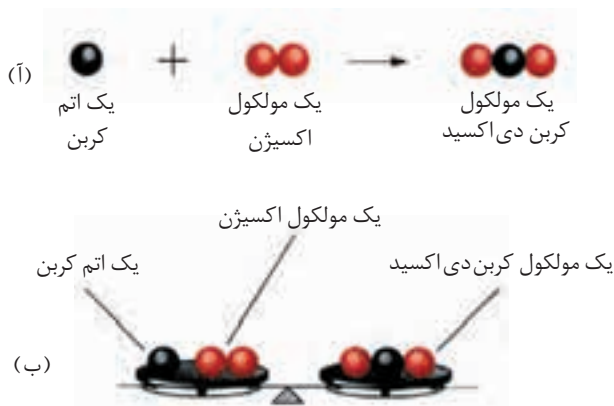
معمولاً در یک معادله‌ی شیمیایی، حالت فیزیکی مواد مشخص می‌شود. به این منظور، حرف *g* را برای حالت گازی به کار می‌برند. *g* حرف نخست واژه‌ی *gas* به معنای گاز است. حالت‌های مایع و جامد نیز به ترتیب با حروف *l* و *s* نشان داده می‌شوند. *l* حرف اول *liquid* به معنای مایع و *s* حرف اول *solid* به معنای جامد است.

یکی از ویژگی‌های ماده داشتن جرم است. بنابراین، پایستگی جرم از پایستگی ماده حکایت دارد.

اتم‌ها تغییری نمی‌کند. در واقع، بر اساس **قانون پایستگی ماده**، اتم‌های موجود در کره‌ی زمین، بر اثر واکنش‌های شیمیایی از بین نمی‌روند، بلکه تنها از یک آرایش به آرایش دیگری در می‌آیند. یک معادله‌ی شیمیایی، بازآرایی اتم‌ها را در واکنش‌های شیمیایی نشان می‌دهد. همان‌گونه که در معادله‌ی بالا دیده می‌شود، اتم‌های هیدروژن و اکسیژن اولیه، پس از واکنش، در ساختار تازه‌ای ظاهر شده‌اند. حال به واکنش زیر با دقت نگاه کنید.



اگر دو طرف یک واکنش شیمیایی را به مانند دو کفه‌ی یک ترازو در نظر بگیرید، در این صورت یک معادله‌ی موازنه شده نشان می‌دهد که مجموع جرم واکنش دهنده‌ها با مجموع جرم فراورده‌ها برابر است. این نکته، پیروی واکنش‌های شیمیایی از **قانون پایستگی جرم** را یادآور می‌شود. مطابق این قانون در یک واکنش شیمیایی جرم نه به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود. برای اطمینان از این که یک واکنش شیمیایی از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کند یا نه، همیشه تعداد اتم‌های موجود در پایان واکنش باید با تعداد آن‌ها در آغاز واکنش برابر باشد. به عبارت دیگر، واکنش یاد شده باید موازنه باشد، شکل ۱.



شکل ۱ قانون پایستگی جرم. هنگامی که یک اتم کربن با یک مولکول اکسیژن واکنش می‌دهد و کربن دی‌اکسید تشکیل می‌شود: (آ) اتم‌ها آرایش تازه‌ای پیدا می‌کنند (تولید نمی‌شوند یا از بین نمی‌روند). (ب) با وجود این بازآرایی، جرم ثابت باقی می‌ماند.

بنابراین همواره در واکنش‌های شیمیایی:

تعداد اتم‌ها در فراورده‌ها = تعداد اتم‌ها در واکنش دهنده‌ها

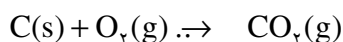
چون همه‌ی واکنش‌های شیمیایی از این قانون پیروی می‌کنند، بنابراین درک درست این قانون ما را در درک پدیده‌های طبیعی یاری می‌دهد.

جرم اتم‌ها؛ شمارش اتم‌ها با ترازو!

در بحث پیش، به معادله‌ی موازنه شده‌ای اشاره شد که واکنش کربن جامد با گاز



اکسیژن را نشان می‌داد و در آن گاز کربن دی‌اکسید تشکیل می‌شد.



اکنون فرض کنید یک تکه‌ی کوچک کربن را در اختیار دارید و می‌خواهید بدانید که برای تبدیل همه‌ی آن به کربن دی‌اکسید، چه تعداد مولکول اکسیژن مورد نیاز است. معادله‌ی موازنه شده به ما می‌گوید که برای هر اتم کربن، یک مولکول اکسیژن لازم است.

C(s)	+	$\text{O}_2\text{(g)}$	$\rightarrow$	$\text{CO}_2\text{(g)}$
۱ اتم کربن	واکنش می‌دهد با	۱ مولکول اکسیژن	تولید می‌کند	۱ مولکول کربن دی‌اکسید

برای تعیین تعداد مولکول‌های اکسیژن مورد نیاز، باید بدانیم که چند اتم کربن در آن تکه‌ی کوچک وجود دارد. اما، اتم‌ها آن‌چنان کوچکند که دیده نمی‌شوند. پس چگونه شمارش آن‌ها ممکن است؟

فکر کنید

فرض کنید یک کیسه‌ی پنجاه کیلوگرمی نخود در اختیار دارید و می‌خواهید به کمک یک ترازوی معمولی تعداد نخودهای موجود در این کیسه را حساب کنید. برای این مسأله چه راه حلی پیشنهاد می‌کنید؟ پاسخ خود را شرح دهید.

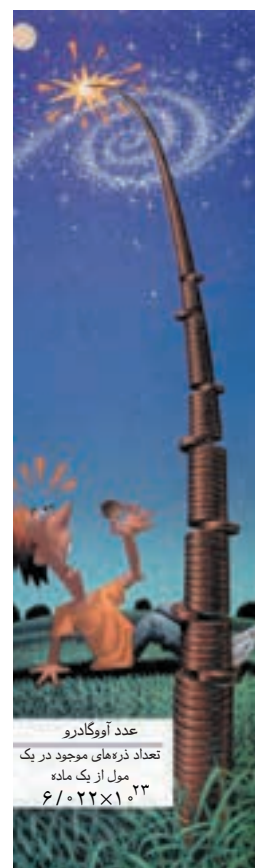
اتم‌ها نیز به همین روش قابل شمارشند. اما چون اتم‌ها بسیار کوچکند و جرم بسیار کمی هم دارند (یکاهای معمولی مانند گرم برای اندازه‌گیری جرم آن‌ها بسیار بزرگ است)، اندازه‌گیری جرم یکی از آن‌ها با ابزارهای معمولی، کاری غیرممکن است. به این علت، همواره به جای جرم یک اتم، جرم تعدادی از آن‌ها را در نظر می‌گیرند، به نحوی که امکان اندازه‌گیری جرم کل آن‌ها با ابزارهای معمولی ممکن باشد.

شیمیدان‌ها پس از آزمایش‌های بسیار پیشنهاد کردند که اگر 6.022×10^{23} اتم کنار هم قرار گیرند، در این صورت، جرم کل آن‌ها به اندازه‌ای خواهد شد که بتوان مقدار آن را به آسانی با ترازوهای معمولی اندازه گرفت. آن‌ها این تعداد را یک **مول** نامیده‌اند. بعدها عدد 6.022×10^{23} را به یاد دانشمند پراوازه‌ی ایتالیایی آمِدئو آووگادرو عدد **آووگادرو** نامیدند. امروزه عدد آووگادرو را تا ۸ رقم بعد از اعشار اندازه‌گیری کرده‌اند.

واحد مول برای ذره‌های دیگر هم به کار می‌رود. در واقع، یک مول از هر ذره (اتم، مولکول یا یون) به تعداد عدد آووگادرو از آن ذره است. تصور بزرگی عدد آووگادرو بسیار دشوار است. اما، برای پی بردن به بزرگی این عدد، کافی است که یک عدد ۶ بنویسید و پس



آمِدئو آووگادرو
(۱۸۵۶-۱۷۷۶)



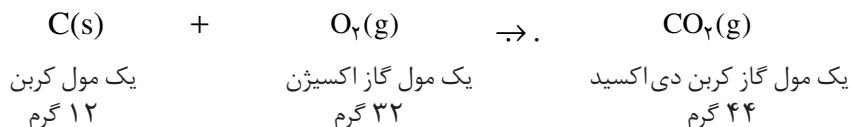
شکل ۲ اگر به تعداد عدد آووگادرو سکه‌ی ۵۰۰ ریالی را روی هم بچینید، ارتفاع سکه‌ها تا انتهای دیگر کهکشان راه شیری ادامه خواهد یافت!

گرم بر مول را با نماد
g/mol
نشان می دهند.

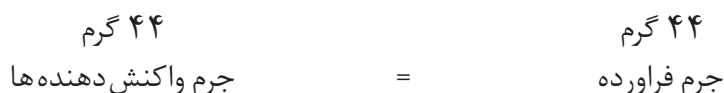
از آن ۲۳ صفر قرار دهید. هم چنین اگر فرض کنید به تعداد عدد آوگادرو سکه های ۵۰۰ ریالی دارید و می خواهید آن ها را میان ۷۲ میلیون نفر از جمعیت ایران تقسیم کنید، در این صورت به هر نفر حدود ۴/۲ میلیون میلیون ریال خواهد رسید، شکل ۲.

چون شیمیدان ها ترجیح می دهند که برای مقاصد عملی - چه در آزمایشگاه و چه در کارخانه - با مقادیری از مواد کار کنند که به آسانی با ترازو قابل اندازه گیری باشند، بنابراین جرم این تعداد از ذره (اتم، مولکول یا یون) را مبنای کار خود قرار داده اند. آن ها، جرم یک مول یا 12×10^{-23} اتم را **اتم گرم** می گویند و آن را برحسب گرم بیان می کنند. برای مثال، اتم گرم اکسیژن ۱۶ گرم و اتم گرم کربن ۱۲ گرم است. یعنی جرم یک مول از اتم های اکسیژن (O) که شامل 16×10^{-23} اتم است، برابر ۱۶ گرم و به همین ترتیب جرم یک مول از اتم های کربن (C) برابر ۱۲ گرم است. بدیهی است، جرم یک مول از مولکول های یک ماده که **مولکول گرم** نامیده می شود به کمک اتم گرم اتم های سازنده ی آن، به آسانی قابل محاسبه است. برای مثال، مولکول گرم اکسیژن (O_2)، $32 = 2 \times 16$ گرم و مولکول گرم کربن دی اکسید (CO_2)، $44 = 12 + (2 \times 16)$ گرم است. شیمیدان ها معمولاً به جای اتم گرم و مولکول گرم **جرم مولی** را به کار می برند و آن را برحسب **گرم بر مول** بیان می کنند. برای مثال، جرم مولی اتم های اکسیژن و کربن به ترتیب ۱۶ و ۱۲ گرم بر مول است.

معادله ی موازنه شده ی زیر را در نظر بگیرید:



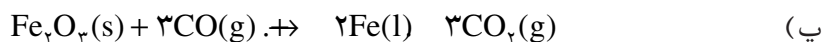
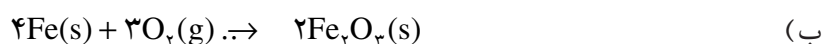
مجموع جرم ها:



بنابراین، واکنش اکسایش کربن از قانون پایستگی جرم پیروی می کند.

فکر کنید

آیا واکنش های زیر از قانون پایستگی جرم پیروی می کنند؟



مقدار یک مول از چند ماده.



عنصرهای شیمیایی و جدول تناوبی

تاکنون، به اهمیت قانون پایستگی ماده در واکنش‌های شیمیایی پی بردید و بازآرایی اتم‌ها را به عنوان تنها راه رعایت این قانون درک کردید. اما، همان طوری که می‌دانید عنصرها ساده‌ترین مواد سازنده‌ی طبیعت هستند و تفاوت آن‌ها با یک‌دیگر به علت متفاوت بودن خواص اتم‌های سازنده‌ی آن‌هاست. بنابراین، شناختن ویژگی‌های اتم‌های سازنده‌ی هر عنصر گام بعدی برای درک بهتر و کامل‌تر فرایندهای طبیعی خواهد بود.

درحال حاضر، بیش از ۱۰۹ عنصر شیمیایی شناخته شده است، اما تنها حدود یک سوم آن‌ها در زندگی ما اهمیت دارند. شکل ۳ شماری از عنصرهای شناخته شده را به همراه نام، نماد شیمیایی و برخی ویژگی‌های آن‌ها نشان می‌دهد.

تغییرات خواص عنصرها گستره‌ی وسیعی را در بر می‌گیرد، جدول ۲، به طوری که ممکن است برخی عنصرها شباهت زیادی به هم داشته باشند، درحالی که عنصرهای دیگر، مانند I_2 و طلا (Au) خواصی کاملاً متفاوت از خود نشان دهند.

به طور کلی، عنصرها را می‌توان براساس شباهت‌ها و تفاوت‌هایی که در خواص آن‌ها دیده می‌شود، به چند طریق دسته‌بندی کرد. دو دسته‌ی عمده **فلزها** و **نافلزها** هستند که در سال‌های گذشته با آن‌ها آشنا شده‌اید. خلاصه‌ای از برخی خواص آن‌ها را در جدول ۳ مشاهده می‌کنید.

جدول ۲ برخی خواص عنصرها

خاصیت	کم‌ترین	بیش‌ترین
چگالی (g/cm^3)		
فلزها	(Li) ۰/۵۳	(Os) ۲۲/۶
نافلزها	(H _۲) ۰/۰۰۰۰۸	(I _۲) ۴/۹۳
نقطه‌ی ذوب (C)		
فلزها	(Hg) -۳۸/۹	(W) ۳۴۱۰
نافلزها	(He) -۲۷۰	(C) ۳۷۲۷
واکنش‌پذیری شیمیایی		
فلزها	(Au) کم	(Cs) زیاد
نافلزها	(He) ندارد	(F _۲) زیاد

H هیدروژن ۱	He هلیوم ۲																		
		Li لیتیم ۳		Be بریلیم ۴															
		Na سدیم ۱۱		Mg منیزیم ۱۲															
		K پتاسیم ۱۹		Ca کلسیم ۲۰															
		Rb روبیوم ۳۷		Sr استرانسیم ۳۸															
		Cs سزیم ۵۵		Ba باریم ۵۶															
		Fr فرانسیم ۸۷		Ra رادیوم ۸۸															

جدول ۳ مقایسه برخی خواص فلزها و نافلزها

فلزها
معمولاً نقطه‌ی ذوب و جوش بالایی دارند.
سطح براق و درخشانی دارند.
چکش خوارند و با خم کردن و کشیدن شکل می‌گیرند.
جریان برق و گرما را به خوبی از خود عبور می‌دهند.

نافلزها
بیش‌تر آن‌ها نقطه‌ی ذوب و جوش پایینی دارند.
سطح کدر و گرفته‌ای دارند.
در حالت جامد شکننده‌اند.
عایق جریان برق و گرما هستند.

خواص شمار اندکی از عنصرها، مانند سیلیسیم (Si)، آرسنیک (As) و آنتیموان (Sb) چیزی بین خواص فلزها و نافلزها است. از این رو، نمی‌توان آن‌ها را به درستی در یکی از این دو دسته یاد شده قرار داد. به این علت، این عنصرها را در دسته‌ای جداگانه با نام **شبه فلز** قرار می‌دهند.

اگرچه ما، نگاه خود را از تمام عنصرهای شناخته شده به حدود ۹۱ عنصر شیمیایی محدود کرده‌ایم، با این همه، مقدار اطلاعات موجود درباره‌ی این عنصرها آن‌چنان گسترده است که بیان همه‌ی آن‌ها در یک جا یا درک همه‌ی آن‌ها توسط یک فرد غیرممکن است. اکنون، این پرسش پیش می‌آید که چگونه می‌توان از انبوه اطلاعات به دست آمده درباره‌ی این اجزای سازنده‌ی منابع شیمیایی موجود در جهان، استفاده کرد؟ در این جا، باز هم طبیعت پاسخگوی ما است.

شیمیدان‌ها در طبیعت روابط قانون‌مندی را میان عنصرها یافته‌اند. آن‌ها به کمک این روابط توانسته‌اند خواص موادی را که تازه ساخته شده‌اند یا در ذهن قابل تصورند پیش‌گویی کنند. درواقع، این کشف امکان گسترش مواد جدید و سودمند فراوانی را ممکن ساخته است.

تا نیمه‌ی سده‌ی نوزدهم میلادی حدود ۶۰ عنصر شناخته شده بود. پنج نافلز شامل هیدروژن (H)، اکسیژن (O)، نیتروژن (N)، فلوئور (F) و کلر (Cl) که در دمای اتاق گازند. دو عنصر مایع شامل فلز جیوه (Hg) و نافلز برم (Br) و بقیه که عنصرهایی جامدند.



دیمیتری ایوانوویچ مندلیف
(۱۸۳۴-۱۹۰۷)

تعدادی از شیمیدان های آن زمان کوشیدند با طراحی یک سیستم طبقه بندی، عنصرهای با خواص مشابه را در یک جدول کنار یک دیگر قرار دهند. چنین ترتیبی **جدول تناوبی عنصرها** نامیده می شود، شکل ۳. مندلیف، شیمیدان روسی در سال ۱۸۶۹، جدول تناوبی خود را به چاپ رساند. هنوز هم، جدولی مانند جدول مندلیف مورد استفاده است.

هر ستون عمودی در این جدول شامل عنصرهایی است که خواص مشابهی دارند. آن ها را **گروه** یا **خانواده**ی عنصرها می نامند. برای مثال، خانواده ی لیتیوم (Li) شامل شش عنصر است که در نخستین ستون سمت چپ جدول قرار دارند و **فلزهای قلیایی** نامیده می شوند. نام عنصرهای خانواده های دیگری که در جدول تناوبی وجود دارند، در شکل ۳ آمده است.

شیوه ی چیندن عنصرها در جدول تناوبی، به گونه ای است که می توان برخی ویژگی های مهم یک عنصر را از روی خواص اصلی خانواده ای که در آن قرار دارد، پیش گویی کرد. مندلیف براساس جدول خود توانست خواص چند عنصر را که تا آن زمان شناخته نشده بودند، به درستی پیش گویی کند.

برای نمونه، پاره ای از خواص یک عنصر را می توان با میانگین گرفتن از خواص دو عنصر بالا و پایین آن عنصر، تخمین زد. این کاری بود که مندلیف در مورد پیش گویی خواص عنصرهای ناشناخته در زمان خود انجام داد. او از نتیجه گیری خود آن قدر اطمینان داشت که در جدول تنظیمی خود، محل عنصرهای ناشناخته را خالی گذاشت. چندی بعد این عنصرها کشف شدند و محل های خالی را پر کردند. شهرت مندلیف نیز بیش تر به خاطر پیش گویی های درست او بوده است.

به عنوان مثال، فرض کنید که کریپتون (Kr) یک عنصر ناشناخته است. با توجه به نقطه ی جوش آرگون (Ar، -186°C) و زنون (Xe، -112°C) نقطه ی جوش کریپتون را در همان شرایط، می توان تخمین زد.

از آن جا که در جدول تناوبی، در گروه گازهای نادر، کریپتون بین آرگون و زنون قرار دارد، میانگین نقطه ی جوش این دو عنصر برابر خواهد بود با:

$$\frac{(-186^{\circ}\text{C}) + (-112^{\circ}\text{C})}{2} = -149^{\circ}\text{C}$$

این عدد با نقطه ی جوش کریپتون که -152°C است، 8°C تفاوت دارد. این تفاوت برای یک پیش گویی، خطای ناچیزی به شمار می آید.

مثال زیر، نشان می دهد که چگونه می توانید فرمول ترکیب های شیمیایی را از روی روابط موجود در جدول تناوبی پیش گویی کنید.

کربن و اکسیژن با هم واکنش می دهند و کربن دی اکسید (CO_2) تشکیل می شود.



برای ترکیبی از کربن و گوگرد چه فرمولی پیش گویی می کنید؟ همان طور که در ستون شانزدهم جدول تناوبی عنصرها (شکل ۳) دیده می شود گوگرد (S) و اکسیژن (O) در یک خانواده قرار دارند پس انتظار می رود که خواص شیمیایی آن ها مشابه یک دیگر باشد و ترکیب هایی با فرمول شیمیایی یکسان تولید کنند. بنابراین، باید فرمول ترکیب کربن و گوگرد مانند کربن دی اکسید به صورت CS_2 (کربن دی سولفید) باشد. این پیش گویی نیز درست است.

شما هم پیش گویی کنید!

- ۱- ژرمانیم (Ge) در زمان مندلیف ناشناخته بود. با توجه به نقطه ی ذوب سیلیسیم ($1410^\circ C, Si$) و قلع ($232^\circ C, Sn$) نقطه ی ذوب ژرمانیم را تخمین بزنید.
- ۲- (آ) با توجه به نقطه ی ذوب پتاسیم ($63^\circ C, K$) و نقطه ی ذوب سزیم ($29^\circ C, Cs$) نقطه ی ذوب روبیدیم (Rb) را تخمین بزنید. ب) انتظار دارید، نقطه ی ذوب سدیم (Na) از نقطه ی ذوب روبیدیم بیش تر یا کم تر باشد؟ چرا؟
- ۳- فرمول های چند ترکیب شناخته شده چنین است:



با کمک جدول تناوبی عنصرها، فرمول شیمیایی ترکیب های حاصل از عنصرهای زیر را پیش گویی کنید.

پ) Al و S

ب) Ca و Br

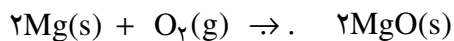
آ) C و F

ث) K و Cl

ت) Ba و O

خواص عنصرها را چه عاملی تعیین می کند؟

هنگامی که یک تکه نوار منیزیم را در شعله ی چراغ گرم کنیم، به سرعت می سوزد و نور خیره کننده ای تولید می کند. از واکنش این فلز با اکسیژن، منیزیم اکسید به دست می آید.



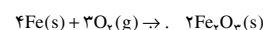
منیزیم اکسید اکسیژن منیزیم

می دانید که آهن نیز با اکسیژن ترکیب و به زنگ آهن تبدیل می شود. اما واکنش اکسایش آن بسیار کندتر از منیزیم است، شکل ۴. برعکس، طلا با اکسیژن ترکیب نمی شود از این رو آن را برای کارهای تزئینی به کار می برند، شکل ۵.

با مشاهده ی سرعت واکنش برخی فلزها با اکسیژن می توان به واکنش پذیری نسبی آن ها پی برد. بنابراین، هر چه یک ماده سریع تر وارد یک واکنش شیمیایی معین شود، می گوییم، **واکنش پذیری شیمیایی** آن ماده بیش تر است. مثال های بالا نشان می دهند که در واکنش های اکسایش، منیزیم واکنش پذیرتر از آهن، و آهن واکنش پذیرتر از طلا است.



شکل ۴ واکنش پذیری آهن موجب از بین رفتن بدنه ی این وانت شده است.





شکل ۵ بارگاه ملکوتی حضرت امام رضا (ع). در معماری اسلامی گنبد و گل دسته‌ی شماری از اماکن مقدس را با ورقه‌های نازکی از طلا تزئین می‌کنند.

بیش تر بدانید

امروزه در ساختمان‌سازی، بیش‌تر در و پنجره‌ها را از فلز آلومینیم می‌سازند. زیرا، این فلز از آهن سبک‌تر است و وسایل ساخته شده از آن، عمر بیش‌تری دارند. مشاهده‌های بسیاری نشان داده است که آلومینیم واکنش پذیرتر از آهن است. اما با وجود این، چرا وسایل آلومینیمی بیش‌تر عمر می‌کنند؟ پاسخ این پرسش را باید در خواص فراورده‌ی اکسایش آن‌ها یافت.

بر اثر اکسایش آلومینیم در برابر هوا، یک لایه‌ی بسیار نازک آلومینیم اکسید (Al_2O_3) روی سطح آن تشکیل می‌شود و چون پوششی محافظ، از ادامه‌ی اکسایش آلومینیم جلوگیری می‌کند. اما، آهن چنین نیست. همان‌طوری که می‌دانید، آهن در حضور رطوبت هوا با اکسیژن ترکیب و به زنگ آهن تبدیل می‌شود. زنگ آهن به‌تدریج پوسته پوسته می‌شود و می‌ریزد و همواره سطح تازه‌ای از آهن در معرض رطوبت هوا قرار می‌گیرد. در این شرایط اکسایش هم‌چنان ادامه می‌یابد و کم‌کم از ضخامت فلز کاسته می‌شود. به این فرایند خوردگی می‌گویند. نظر به این‌که آهن در ساخت خودروها و پل‌ها، بدنه‌ی کشتی‌ها، لوله‌های حمل و نقل گاز و مواد نفتی به‌کار می‌رود، هر ساله باید برای جلوگیری از خوردگی آن‌ها بودجه‌ی قابل‌توجهی هزینه شود. برای محافظت آهن از خوردگی راه‌های متعددی وجود دارد. می‌توان سطح فلز را با لایه‌ای از رنگ، چربی یا فلزهایی مانند روی، کروم یا قلع پوشاند. پوشش آهن با لعاب سرامیک که در وسایل خانگی مانند اجاق گاز، یخچال، وان حمام به‌کار می‌رود، شیوه‌ی دیگری برای محافظت آهن است. برخی از آلیاژهای آهن، مانند فولاد زنگ نزن (که آلیاژی از Fe ، C ، Cr و Ni است) نیز در برابر خوردگی، مقاوم‌اند.

اما، چه عاملی سبب می‌شود که واکنش‌پذیری فلزها متفاوت باشد یا به‌طور کلی خواص عنصرها از یک عنصر به عنصر دیگر تغییر کند؟ پیش از این، دیدیم که اتم‌های عنصرهای مختلف تعداد پروتون‌های متفاوتی دارند. درنتیجه، این اتم‌ها تعداد الکترون‌های متفاوتی نیز دارند. بسیاری از خواص عنصرها به تعداد الکترون‌ها در اتم‌های آن‌ها و چگونگی آرایش



این الکترون‌ها در اطراف هسته‌ی اتم بستگی دارد. در سال آینده مطالب بیش‌تری در این باره خواهید آموخت.

از سوی دیگر، خواص فیزیکی و شیمیایی انواع دیگری از مواد نیز به وسیله‌ی ذره‌های سازنده (اتم، مولکول یا یون) و نیروهای جاذبه‌ی بین آن‌ها، توضیح داده می‌شود. در بخش ۱، دیدیم که نقطه‌ی جوش زیاد و غیرعادی آب به علت نیروی جاذبه‌ی قوی بین مولکول‌های آن است. به این ترتیب، می‌توان گفت که درک خواص اتم‌ها، کلید پیش‌گویی ساختار و رابطه‌ی آن با رفتار مواد است. این اطلاعات اغلب همراه با کمی خلاقیت ذهنی به شیمیدان‌ها امکان می‌دهد که برای مواد کاربردهای جدیدی پیدا کنند و برای منظورهای خاص، ترکیب‌های شیمیایی تازه‌ای بسازند.

بهبود خواص مواد

انسان‌ها در طول تاریخ، نخست به‌طور اتفاقی و در دهه‌های اخیر با بهره‌گیری از روش‌های علمی توانسته‌اند، مواد گوناگونی را که برای زندگی مورد نیاز است، به‌طور گسترده بسازند. شیمیدان‌ها، آموخته‌اند که چگونه خواص یک ماده را با مخلوط کردن یا ترکیب کردن آن با مواد دیگر بهبود بخشند. گاهی، تنها یک تغییر مختصر در خواص ماده، مورد نظر است و گاهی هم ممکن است که شیمیدان‌ها مواد تازه‌ای بسازند که خواص آن‌ها به‌طور چشم‌گیری با مواد اولیه تفاوت داشته باشد.

برای مثال، مغز مداد به‌طور عمده گرافیت است. مغز مداد با درجات مختلف سختی وجود دارد. مداد سخت (نمره‌ی ۴) خطوط بسیار کم‌رنگ، ولی مداد نرم‌تر (برای مثال نمره‌ی ۱) خطوط پررنگی روی کاغذ ایجاد می‌کند. سختی مغز مداد با مقدار خاک رسی که با گرافیت مخلوط می‌کنند، قابل کنترل است. هرچه مقدار خاک رس بیش‌تر باشد، مداد سخت‌تر است. زیرا، در این صورت گرافیت کم‌تری روی کاغذ بر جای می‌ماند.

هم‌چنین، می‌توان خواص برخی پلاستیک‌ها را حتی بدون تغییری در ترکیب شیمیایی آن‌ها، مطابق سفارش مشتری تغییر داد. برای مثال، می‌توان پلی‌اتیلن را طوری ساخت که نسبتاً نرم و تاشو باشد و برای ساختن ظرف‌های فشردنی، همانند بطری‌های سس گوجه‌فرنگی به کار آید. همین پلی‌اتیلن می‌تواند، مانند شیشه سخت و شکننده باشد و برای تولید لوله‌های آب و بشکه‌های پلاستیکی استفاده شود.

پنی‌سیلین در طبیعت به‌وسیله‌ی یک کپک، شکل ۶، تولید می‌شود. مولکول پنی‌سیلین که یک پادزی یا آنتی‌بیوتیک است، توسط شیمیدان‌ها دستکاری و اصلاح شده است و از آن، خانواده‌ای از پنی‌سیلین‌ها با کیفیت بهتر و مؤثرتر، به وجود آمده است.

امروزه، چنین تغییراتی در سطح اتم‌ها و مولکول‌ها به علت گسترش همه‌جانبه‌ی دانش شیمی، امکان‌پذیر شده است. زیرا، براساس این دانش می‌دانیم که چگونه ساختار مولکولی مواد روی خواص و رفتار قابل مشاهده‌ی آن‌ها تأثیر می‌گذارد.

کربن در طبیعت به شکل‌های گوناگونی یافت می‌شود. گرافیت، الماس و دوده آلوتروپ یا دگرشکل‌های کربن هستند.



شکل ۶ کپک های پنی سیلین

بیش تر بدانید

امروزه از خانواده‌ای از مواد برای ساختن بدنه و بخش‌های دیگر خودروها استفاده می‌شود که نسبت به فلزها چگالی کم‌تری دارند. به این مواد چندسازه می‌گویند. یک چندسازه از دو یا چند ماده‌ی مختلف ساخته می‌شود. برای نمونه آن‌ها را می‌توان با خواباندن الیاف یا رشته‌های طبیعی یا ساختنی در یک بستر پلاستیکی ساخت. این رشته‌ها می‌تواند شیشه (پشم شیشه)، گرافیت یا یک پارچه‌ی نایلونی باشد. استحکام رشته‌ها با انعطاف‌پذیری پلاستیک ادغام می‌شود و ماده‌ای به وجود می‌آید که بسیار محکم است و چگالی کمی دارد. افزون بر این، چندسازه‌ها خوردگی پیدا نمی‌کنند و ارتعاش‌ها را جذب می‌کنند. برخی از چندسازه‌ها را حتی می‌توان از بطری‌های پلاستیکی نوشابه ساخت. همه‌ی این ویژگی‌ها، چندسازه‌ها را موادی ارزشمند و بی‌همتا ساخته است. استفاده از چندسازه‌ها به جای فلزها در ساختن بدنه‌ی خودروها مزایای بسیاری دارد.

خودرو سبک می‌شود و بنابراین، مصرف سوخت آن پایین می‌آید.

محکم‌تر می‌شود و مسافران از امنیت بیش‌تری برخوردار می‌شوند.

چون چندسازه‌ها ارتعاشات را جذب می‌کنند، در مقایسه با خودروهایی که شاسی آن‌ها از فلز ساخته شده است، کم صداتر و نرم‌تر رانده می‌شوند.

خودروهای ساخته شده از چندسازه‌ها زنگ نمی‌زنند و خوردگی پیدا نمی‌کنند.

امروزه بدنه‌ی بسیاری از خودروهای ورزشی را تقریباً به طور کامل از چندسازه‌ها می‌سازند. مدت‌هاست که خودروسازان در مدل‌های تازه‌ی خودروهای خود، بخش‌های فولادی و ساخته شده از فلز کروم را با چندسازه‌ها جایگزین کرده‌اند. خواص منحصر به فرد چندسازه‌ها سبب شده است که از آن‌ها در ساختن ماهواره‌ها، هواپیماهای نظامی و جاسوسی و هواپیماهای شخصی نیز استفاده شود. هم‌چنین برای ساختن آن دسته از وسایل ورزشی که گرفتن موج ضربه اهمیت زیادی دارد، چندسازه‌ها را به کار می‌برند. راکت تنیس و چوب‌های بیس بال از این نوعند.

از فایبرگلاس که نخستین چندسازه‌ی شناخته شده است، سال‌هاست که برای ساختن بدنه‌ی خودروها و قایق‌های تندرو، کلاه ایمنی موتورسواران، میز، صندلی و ... استفاده می‌شود.

پژوهشگران علم مواد با مطالعه‌ی تأثیر ساختار و خواص یک ماده‌ی خاص بر کاربردهای آن، پیوسته

در پی یافتن کاربردهای تازه‌ای برای مواد گوناگون به ویژه چندسازه‌ها هستند.

چند سازه هم ارز پارسی
واژه ی composite است.

پلاستیک‌ها موادی
هستند که از مولکول‌های
بزرگی تشکیل شده‌اند. به
مولکول‌های غول‌آسای
سازنده‌ی این مواد، بسپار یا
پلیمر می‌گویند.





بدنه‌ی این قایق از فایبرگلاس ساخته شده است.



بدنه‌ی هواپیماهای جاسوسی را از چندسازه‌ها می‌سازند. زیرا، چند سازه‌ها موج‌های فرستاده شده از رادار را جذب می‌کنند و در آن دیده نمی‌شوند.



راکت‌های تنیس را از چندسازه‌ها می‌سازند.

چگونه از منابع شیمیایی استفاده می‌کنیم؟

تا این جا، با منابع شیمیایی و اهمیت شناخت خواص مواد در به کارگیری آن‌ها آشنا شده‌اید. اما، اکنون این پرسش به ذهن می‌آید که با توجه به محدودیت موجود در میزان اندوخته‌ی این منابع ارزشمند و تجدید ناپذیر، امروزه چگونه باید از آن‌ها استفاده کنیم؟ اما پیش از این، باید بدانیم که در حال حاضر چگونه از مواد و وسایل ساخته شده از این منابع استفاده می‌کنیم.

زباله و زباله سازی

مواد مفید یا اشیایی که از منابع شیمیایی ساخته می‌شوند، سرانجام روزی به صورت زباله درمی‌آیند. برای مثال، ورقه‌ی آلومینیمی که برای بسته بندی مواد خوراکی به کار برده می‌شود، ظرف‌های پلاستیکی یک بار مصرف که برای صرف غذا یا ریختن چای و نوشابه مورد استفاده قرار می‌گیرند یا باقی مانده‌ی مواد غذایی، از جمله موادی هستند که به عنوان زباله دور ریخته می‌شوند. پاره‌ای از زباله‌ها نیز اشیای لوازمی، مانند ماشین لباس شویی، یخچال، خودرو و... هستند که عمر مفید آن‌ها به پایان رسیده و در نتیجه دور ریخته می‌شوند. هم چنین، بهره برداری از یک منبع، اغلب به تولید مواد تازه و ناخواسته‌ای می‌انجامد. برای مثال، با استخراج آهن از سنگ آهن ناخالصی‌های همراه آن پس از جداسازی به عنوان

مقدار زباله‌ای که هر

انسان در طول عمر خود تولید

می‌کند، حدود ۶۰۰ برابر جرم

او در سن بلوغ است.

زباله دور ریخته می شوند. درواقع، همه ی این کارها مقدار زیادی زباله ی شهری و صنعتی به وجود می آورند، شکل ۷.



شکل ۷ جمع آوری زباله های شهری به روش سنتی

چه قدر زباله می سازید!؟

یک روز از صبح تا شب لحظه به لحظه نوع و مقدار تقریبی زباله های جامد تولیدی خود را یادداشت کنید. در پایان روز جرم کل زباله های تولید شده ی خود را تخمین بزنید و نتیجه را طی گزارشی به کلاس ارایه کنید.

حال، باید ببینیم که با زباله های شهری و صنعتی چه می کنند؟
● زباله های شهری را پس از جمع آوری، به محل هایی دور از مناطق مسکونی منتقل و سپس به طور بهداشتی در زیر خاک مدفون می کنند، شکل ۸.



در شهر تهران سالانه
۲ میلیون تن زباله تولید
می شود.

شکل ۸ پس از جمع آوری زباله از سطح شهر، آن ها را برای دفن به بیرون از شهر می برند.



- فاضلاب شهری و صنعتی را پیش از رها کردن در طبیعت، تصفیه می کنند تا از ورود مواد زیان آور و خطرناک به محیط زیست جلوگیری شود.
- زباله های جامد قابل سوختن را در دستگاه های زباله سوز می سوزانند و فراورده های سوختن را در فضا رها می کنند.
- زباله هایی، مانند کاغذ، شیشه، پلاستیک و آلومینیم را بازگردانی می کنند.
- زباله هایی، مانند مواد شیمیایی سمی و مواد پرتوزا (پسماند کوره های اتمی) را که برای محیط زیست زیان آورند و هنوز فناوری لازم برای از بین بردن آن ها وجود ندارد، انبار می کنند.

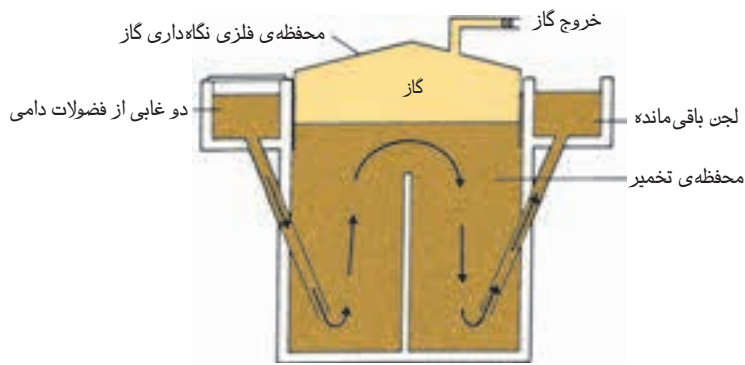
زباله های شهری و راه های دفع آن ها

شهرداری ها، در بیش تر شهرهای بزرگ با مشکل جمع آوری زباله و انباشتن آن در مناطق دور دست، روبه روهستند. با افزایش جمعیت شهرها، هزینه ی انجام این قبیل خدمات شهری روز به روز زیادتر می شود. در هر حال، باید توجه داشت که بخش عمده ای از زباله های شهری مانند پسماند مواد غذایی و کاغذ، زیست تخریب پذیرند. به این معنی که این مواد پس از مدفون شدن در خاک، در غیاب هوا، به وسیله ی موجودات ذره بینی به مواد ساده تری تجزیه می شوند. از تجزیه ی مواد زیست تخریب پذیر به وسیله ی موجودات ذره بینی، زیست گاز (بیوگاز) تولید می شود. زیست گاز به طور عمده متان و کربن دی اکسید است، اما مقادیر ناچیزی ترکیب های بد بوی گوگرددار نیز دارد. از سوزاندن زیست گاز می توان برای تولید انرژی و نیروی برق استفاده کرد. در زباله دان های روباز، زیست گاز در فضا رها می شود. شاید به هنگام عبور از کنار چنین جاهایی بوی نامطبوع و بخارهای سمی زیست گاز را استشمام کرده باشید.

می دانید که متان هم، مانند کربن دی اکسید، یک گاز گلخانه ای است، با این تفاوت که اثر آن حدود ۲۵ برابر اثر کربن دی اکسید است. از این رو، بهتر است به جای متان موجود در زیست گاز، فراورده ی سوختن آن، یعنی کربن دی اکسید وارد هوا کره شود.

بیش تر بدانید

تولید زیست گاز در مناطق دورافتاده ی روستایی، به ویژه در کشورهای جهان سوم، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. میلیون ها خانواده ی روستایی در هندوچین، یک واحد کوچک تولید زیست گاز در مجاورت خانه ی خود دارند. در این واحد کوچک از تخمیر فضولات دامی در محفظه ای سربسته و دور از هوا زیست گاز تولید می شود. با سوزاندن این گاز انرژی لازم برای روشنایی، گرمایش و پخت و پز در دسترس این خانواده ها قرار می گیرد. تفاله های باقی مانده نیز دارای مواد پروتئینی هستند و می توان از آن ها به عنوان کود استفاده کرد. این در حالی است که، انرژی حاصل از سوختن تمیز زیست گاز بسیار بیش از انرژی حاصل از سوختن کثیف (پر دود و پر بو) فضولات دامی است.



یک دستگاه تولید کننده‌ی زیست‌گاز

افزون بر تولید زیست‌گاز که یکی از روش‌های سودمند استفاده از انرژی ذخیره شده در زباله‌های شهری است، سوزاندن زباله در دستگاه زباله‌سوز و استفاده از انرژی تولید شده، به صورت گرما و سپس تبدیل آن به برق، شیوه‌ی دیگر استفاده از زباله‌های شهری است. در این روش، خاکستر باقی‌مانده در دستگاه زباله‌سوز در مقایسه با حجم اولیه‌ی زباله، فضای کم‌تری اشغال می‌کند، بنابراین دفن آن آسان‌تر، کم‌خطرتر و کم‌هزینه‌تر است. در حال حاضر، از این روش به طور گسترده استفاده نمی‌شود. زیرا، دستگاه زباله‌سوز گران است و وارد شدن گازهای آلاینده‌ی حاصل از سوختن زباله‌ها، به محیط زیست آسیب می‌رساند.

چگونه می‌توان عمر منابع تجدیدناپذیر را طولانی کرد؟

با نگاهی به نوع و درصد اجزای سازنده‌ی زباله‌های شهری، در می‌یابیم که روزانه مقدار بسیار زیادی از مواد به دست آمده از منابع تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر را به آسانی دور می‌ریزیم. صرف نظر از هزینه‌ای که برای دفع این زباله‌ها می‌کنیم، مواد با ارزشی را از دست می‌دهیم که برای تولید بسیاری از آن‌ها مقادیر هنگفتی انرژی مصرف شده است. حال، برای جلوگیری از این خسارت‌ها چه باید کرد؟ چگونه می‌توان، دست کم بخش اندکی از این خسارت‌ها را جبران کرد؟

چگونه می‌توانیم؟!

با توجه به این که طبیعت به طور خودکار از اتم‌های سازنده‌ی ماده حفاظت می‌کند و تعهدی به حراست از مولکول‌ها ندارد، پس چگونه باید از منابع شیمیایی نگاه‌داری کنیم؟ به عبارت دیگر ما چگونه می‌توانیم سرعت مصرف آن‌ها را کاهش دهیم؟

ما می‌توانیم با عمل به چهار اصل زیر از منابع شیمیایی خود محافظت کنیم:

۱- بازنگری کردن (اصلاح پیوسته‌ی عادت‌های فردی و اجتماعی در استفاده از

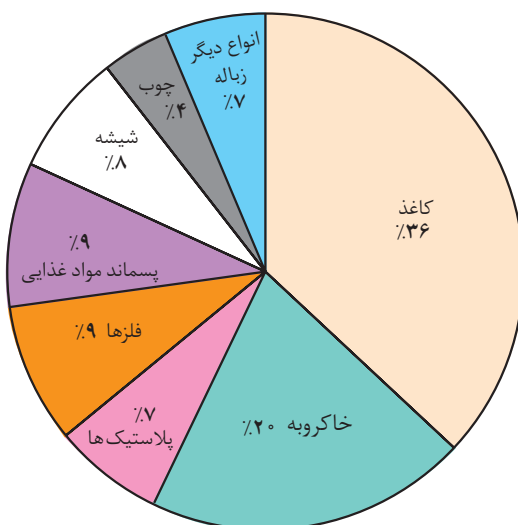
مواد یا وسایل)



- ۲- کاهش دادن (کم کردن میزان مصرف و جلوگیری از ایجاد زباله)
 - ۳- باز به کار بردن (استفاده‌ی دوباره یا چند باره از مواد یا وسایل)
 - ۴- بازگرداندن (جمع‌آوری و نگاه‌داری مواد یا وسایل برای باز فراوری آن‌ها)
- در یک فعالیت گروهی، راه‌های عمل به این اصول را در زندگی، بیابید. گزارش خود را در قالب یک روزنامه‌ی دیواری تهیه و در کلاس ارایه کنید.

زباله‌های جامد

عمده‌ی زباله‌های جامد را در یک کشور پیشرفته‌ی صنعتی کاغذ و مقوا (۳۶٪ جرمی) تشکیل می‌دهد، شکل ۹. درصد مواد پلاستیکی، شیشه، فلزها از جمله آلومینیم و پسماند مواد غذایی هر یک در حدود یک چهارم مقدار کاغذ و مقواست (هر یک ۷ تا ۹ درصد جرمی). این در حالی است که در شهر تهران پسماند مواد غذایی کمی بیش از ۷۰٪ و کاغذ و مقوا در حدود ۹٪ گزارش شده است.



شکل ۹ درصد اجزای سازنده زباله‌ی جامد در یک کشور پیشرفته

فکر کنید

این تفاوت چشم‌گیر در میزان برخی زباله‌های جامد موجود در شهر تهران و شهرهای بزرگ کشورهای پیشرفته را چگونه توجیه می‌کنید؟



برخی بر این باورند که

میزان زباله های جامد تولیدی یک کشور به طور عمده نتیجه ی تحول صنعت بسته بندی در آن کشور است.
این دیدگاه را در کلاس نقد کنید.

به هر حال در زباله های جامد:

- کاغذ و مقوا یک منبع تجدیدپذیر و زیست تخریب پذیر هستند.
- مواد پلاستیکی که از نفت به دست می آیند، تجدیدناپذیرند و زیست تخریب شدن آن ها بسیار آهسته است.

● شیشه و آلومینیم از منابع تجدیدناپذیرند.

از این مجموعه، کاغذ و مقوا، مواد پلاستیکی، شیشه و آلومینیم قابل بازگردانی اند. برای مثال، از بطری های شیشه ای قدیمی یا شکسته، بطری های جدید یا از قوطی های آلومینیمی، قوطی های تازه می سازیم. امروزه در کشورهای پیشرفته این اقلام را بازگردانی می کنند، زیرا:

● خواص آن ها برای بازگردانی مناسب است.

● فناوری لازم برای بازگردانی آن ها در اختیار است.

● بازگردانی آن ها از نظر اقتصادی به صرفه است.

● از راه بازگردانی این مواد، طول عمر منابع اولیه ی آن ها افزایش می یابد.

امروزه برای کاهش هزینه ی بازگردانی این اقلام، در کشور ما و بسیاری از کشورهای دیگر، از خانواده ها خواسته می شود که به هنگام دور ریختن زباله های خود، کاغذ و مقوا، شیشه، مواد پلاستیکی و قوطی های فلزی موجود در آن را به طور جداگانه در ظرف های ویژه ای بریزند که به این منظور در سطح شهر نصب شده اند، شکل ۱۰. به این ترتیب، جداسازی زباله ها هزینه ای در بر نخواهد داشت و بازگردانی مواد موجود در آن ها آسان تر و به صرفه تر خواهد بود.



نشانه ی بازگردانی

وجود این علامت روی

هر کالا نشان می دهد که کالای

یادشده دور انداختنی نیست و

می توان آن را از طریق بازگردانی

به چرخه ی مصرف بازگرداند.



شکل ۱۰ ظرف های ویژه ای که برای کمک به جداسازی زباله، در سطح شماری از شهرهای کشور نصب شده اند.



فکر کنید

۱- یک مداد از چه موادی ساخته شده است و سرانجام، چه بخش هایی از آن به صورت زباله دور ریخته می شود؟ آیا در زباله ی مداد، موادی وجود دارد که بتوان از آن ها دوباره استفاده کرد؟ توضیح دهید.

۲- به زباله طلای کثیف می گویند؟ چرا؟

زباله های پلاستیکی

پلاستیک ها موادی هستند که از فراورده های نفتی ساخته می شوند. در بخش ۴ با این مواد بیش تر آشنا خواهید شد. این مواد، از اواخر سده ی بیستم اهمیت و رشد روز افزونی پیدا کردند. اگر چه پلاستیک ها، تنها حدود ۷ درصد از جرم زباله های جامد را تشکیل می دهند، با این حال از نظر حجمی حدود ۳۰ درصد از حجم زباله های جامد را به خود اختصاص می دهند. از این رو، حجم اشغال شده به وسیله ی مواد پلاستیکی دور ریخته شده در مقایسه با حجم دیگر مواد موجود در زباله های جامد بیش تر است، شکل ۱۱. افزون بر این، مقادیر قابل ملاحظه ای از زباله های پلاستیکی به پارک ها، سواحل دریا و رودخانه ها راه پیدا می کنند. در دریاها، زباله های پلاستیکی در سطح آب شناور می مانند و جانوران دریایی ممکن است آن ها را به جای غذا اشتباه بگیرند، شکل ۱۲. مهم تر این که بیش تر این مواد زیست تخریب پذیر نیستند یا تخریب آن ها بسیار آهسته است و امکان دارد تا چند سده نیز طول بکشد. هم چنین، سوزاندن این مواد در دستگاه های زباله سوز با ایجاد بخارهای سمی همراه است.



شکل ۱۱ انبوهی از زباله های پلاستیکی که روزانه دور ریخته می شوند.



۲۴۰ سال طول

می کشد تا یک کیسه ی پلاستیکی نازک، در طبیعت تجزیه شود.

شکل ۱۲ ریختن زباله به دریا زندگی آبزیان را به مخاطره می اندازد.

بازگردانی پلاستیک ها

بازگردانی زباله های پلاستیکی از نظر حفظ محیط زیست اهمیت بسیار زیادی دارد. در ضمن، با توجه به این که بیش تر این مواد ساختنی هستند و از نفت خام که یک منبع تجدیدناپذیر است، تهیه می شوند، بازگردانی آن ها به افزایش طول عمر ذخایر نفتی کمک می کند. روش های گوناگونی برای بازگردانی زباله های پلاستیکی به کار می رود. در یکی از این روش ها، کیسه های پلاستیکی از جنس های مختلف را به طور مکانیکی رشته رشته می کنند و پس از شستن و خشک کردن، ماده ی پلاستیکی را با مواد ویژه ای مخلوط و از آن برای تهیه ی ورقه های پلاستیکی استفاده می کنند. این ورقه های پلاستیکی در صنعت ساختمان سازی و در بسته بندی های صنعتی به کار می روند. بطری های پلاستیکی نوشابه را نیز پس از رشته رشته کردن می شویند تا چسب، کاغذ و مواد اضافی دیگر جدا شود. سپس، آن را خشک می کنند و با قیمت کم تری به تولید کنندگان ظرف های پلاستیکی می فروشند. در مواردی که ماده ی پلاستیکی تنها از یک نوع ماده تشکیل شده است، از طریق بازگردانی، همان نوع پلاستیک را از نو تولید می کنند. اما به دلایل بهداشتی، استفاده از این گونه پلاستیک های بازگردانی شده، برای تهیه ی ظرف های ویژه ی مواد غذایی و بطری نوشابه در برخی از کشورها ممنوع است. در مواردی که زباله های پلاستیکی از چند نوع ماده ی پلاستیکی تشکیل شده باشد، پس از رشته رشته کردن، از آن ها برای ساخت نیمکت پارک ها، میز و صندلی، گلدان، لوله، سطل و برآمدگی یا سرعت گیر خیابان ها استفاده می شود.

بیش تر بدانید

کارخانه های پلاستیک سازی در سراسر جهان به منظور افزایش کیفیت فرآورده های حاصل از بازگردانی پلاستیک های پرمصرف، کدهای ویژه ای را برای هر یک از آن ها معین کرده اند. این کد را درون یک مثلث می نویسند و در زیر یا کنار وسایل پلاستیکی تولیدی خود حک می کنند. این کدها را در جدول زیر می بینید.

کد	1 PETE یا PET	2 HDPE	3 V یا PVC	4 LDPE	5 PP	6 PS
نوع ماده ی پلاستیکی	پلی اتیلن ترفتالات	پلی اتیلن سنگین	پی وی سی	پلی اتیلن سبک	پلی پروپیلن	پلی استیرن
کاربردها	بطری های نوشابه، نوارهای صوتی و تصویری	گالون های حمل آب و بنزین	بطری شامپو و شیلنگ آب	کیسه های لاستیکی و اسباب بازی	فرش و موکت	ظرف های یک بار مصرف

تفکیک زباله های پلاستیکی به کمک این کدها بسیار آسان تر است و سبب می شود که تنها یک نوع ماده ی پلاستیکی بازگردانی شود. در این صورت است که محصول بازگردانی، از کیفیت بالایی برخوردار خواهد بود.



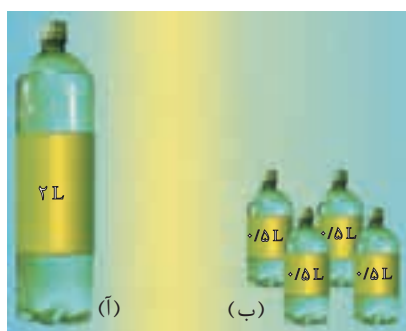


چند بطری پلاستیکی با کد ویژه‌ی بازگردانی

فکر کنید.....

۱- به هنگام خریدن نوشابه برای خانواده‌ی خود کدام را انتخاب می‌کنید؟ (آ) یا

ب)، چرا؟



۲- اگر پلاستیک‌ها را به روش‌های زیر از بین ببریم، چه مشکلاتی ایجاد خواهد شد:

(آ) سوزاندن (ب) دفن کردن در زیر خاک

فکر می‌کنید کدام یک از این دو روش، آسیب کم‌تری به محیط زیست می‌رساند؟

پاسخ خود را شرح دهید.

۳- یک کارخانه‌ی سازنده بطری‌های پلاستیکی جرم یک بطری ۲ لیتری نوشابه را از

۶۸ گرم به ۵۱ گرم کاهش داده است. به نظر شما، این کار چه مزایایی برای کارخانه‌های

نوشابه‌سازی، مشتری‌های آن‌ها و سرانجام منابع شیمیایی و محیط زیست دارد؟

کاغذ و مقوا

کاغذ و مقوایی که برای بسته‌بندی و چاپ کتاب، مجله یا روزنامه به کار می‌رود،

سرانجام به صورت زباله دور ریخته می‌شود. میزان مصرف کاغذ و مقوا را اغلب به عنوان

نشانه‌ای از پیشرفت اجتماعی یک کشور تلقی می‌کنند. مصرف کاغذ و مقوا در برخی از

کشورها در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴ مصرف سرانه‌ی کاغذ و مقوا در برخی از کشورهای جهان در سال ۱۳۷۲

کشور	مصرف کاغذ و مقوا (سال / کیلوگرم)
سنگاپور	۲۱۷
تایوان	۱۸۹
فرانسه	۱۵۸
انگلستان	۱۱۶
قبرس	۹۳
ترکیه	۲۰/۷
ایران	۱۲/۶

اگر به جای استفاده از چوب درختان برای تولید کاغذ از کاغذهای باطله استفاده شود، ۹۰ درصد در مصرف آب و ۵۰ درصد در مصرف انرژی صرفه جویی می‌شود. هم‌چنین ۷۵ درصد از آلودگی هوا، جلوگیری به عمل می‌آید.

نخستین کارخانه‌ی بازگردانی کاغذ در ایران، در سال ۱۳۱۳ در کرج تأسیس شده است.

بازگردانی کاغذ

گرچه کاغذ از چوب که یک منبع تجدیدپذیر است، ساخته می‌شود. اما، ۲۵ سال طول می‌کشد تا یک نهال رشد کند و به درخت بزرگی تبدیل شود که از نظر اقتصادی برای تهیه‌ی کاغذ به صرفه باشد. تازه، برای تولید یک تن کاغذ، دست کم حدود ۱۷ درخت تنومند لازم است. ساختن کاغذ از درخت، به انرژی زیادی نیاز دارد ولی برای بازگردانی آن نصف این انرژی نیز کافی است. بنابراین، به صرفه است که زباله‌ی کاغذی و مقوایی را بازگردانی کنیم. در هر حال، در کشورهای پیشرفته نیز تنها حدود ۲۰ درصد از کاغذهای باطله بازگردانی می‌شوند. در فرایند بازگردانی، کاغذهای باطله را در آب گرم به صورت خمیر درمی‌آورند و پس از سفید کردن خمیر کاغذ، از آن برای تهیه‌ی کاغذ استفاده می‌شود.

فکر کنید

چگونه یک مغازه‌دار، برای مثال، یک ساندویچ فروش، می‌تواند به فرایند بازگردانی کمک کند؟



برخی بر این باورند که

- ۱- بازگردانی مزایای زیر را دارد:
 - ۱- حفظ منابع طبیعی برای نسل‌های بعد
 - ۲- جلوگیری از انتشار مقدار زیادی گازهای گلخانه‌ای و مواد آلوده کننده‌ی آب
 - ۳- ذخیره کردن انرژی
 - ۴- تأمین مواد خام ارزشمند برای صنعت
 - ۵- اشتغال‌زایی
 - ۶- تشویق به گسترش فناوری سبز
 - ۷- کاهش نیاز به مکان‌های دفن زباله و بی‌نیازی از دستگاه‌های زباله‌سوز
- هر یک از این موارد را در کلاس نقد کنید.



در شهر شما زباله ها چه می شوند؟

در یک فعالیت گروهی، تحقیق کنید در شهر شما زباله های جمع آوری شده چه می شوند؟ آیا در زمینه ی بازگردانی کاغذ، شیشه، فلزها و مواد پلاستیکی موجود در زباله ها کاری انجام شده است؟ گزارش این فعالیت را در کلاس ارائه کنید.

راه های دیگر افزایش عمر منابع شیمیایی : جایگزینی

مس از جمله فلزهایی است که در جامعه ی امروزی کاربرد گسترده ای دارد. در رسانایی الکتریکی، مس پس از نقره در ردیف دوم قرار می گیرد. مس، فلز براق و سرخ رنگی است و به علت رسانایی الکتریکی زیاد، مقاومت در برابر خوردگی و قابلیت مفتول شدن، در سیم پیچ ها، سیم کشی خانه ها، ساختن آلیاژهایی مانند برنج و برنز، ساختن انواع ترکیب های مس و کارهای هنری به کار می رود. یکی از معادن مس ایران که در حال حاضر از آن بهره برداری می شود، معدن مس سرچشمه در استان کرمان است. مقداری از مس تولیدی این معدن، به رفع نیازهای داخلی اختصاص می یابد و بقیه به صورت ورق یا مفتول به برخی از کشورهای جهان صادر می شود. بنابر قانون پایستگی جرم، اتم های مس یا هر فلز دیگر بر اثر شرکت واکنش های شیمیایی تغییر هویت نمی دهند. بنابراین، اگر هم به شکل های مختلف طبیعت یافت شوند، ولی باز هم مقدار آن ها در کره ی زمین ثابت است. با این حال، همان طوری که در بالا اشاره شد، با استخراج و مصرف یا فروش فلزها به کشورهای مختلف دنیا، این اتم ها که زمانی در یک مکان خاص ذخیره شده بودند، به تدریج پراکنده می شوند. از این رو، مس یا هر فلز دیگری را منبع تجدیدناپذیر به شمار می آورند. منبعی که سرانجام، ذخایر آن ها به پایان خواهد رسید. به این علت، در برخی از کشورها با توجه به افزایش مصرف برخی از فلزها، برای بازگردانی و هم چنین یافتن جایگزین مناسبی برای بعضی از کاربردهای آن ها تلاش می شود. برای مثال، در آمریکا ۲۱٪ از نیاز به مس، از راه بازگردانی تأمین می شود. در این کشور که بعد از شیلی بیش ترین ذخایر مس جهان را دارد، زمانی از کانه های غنی مس که ۳۵ تا ۸۸ درصد مس داشتند، استفاده می شد. در حال حاضر، چنین کانه هایی در آن کشور یافت نمی شود و امروزه با توجه به فناوری موجود که بازهم از نظر اقتصادی به صرفه است، از کانه هایی که حدود ۱٪ مس دارند، استفاده می شود. با توجه به این مطالب، پرسشی که در این جا مطرح می شود این است که برای طولانی تر شدن عمر منابع خدادادی، اعم از منابع تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، چه باید کرد؟

بیش تر بدانید

منابع و ذخایر (اندوخته ها) دو مفهوم کاملاً متفاوت هستند. با یک مثال این تفاوت را بهتر درک می کنید. زمین شناسان براساس میزان نقره ی موجود در سنگ ها، تخمین زده اند که مقدار نقره ای که تا

داشته باشند و ترجیحاً از منابع تجدیدپذیر به دست آیند. برای مثال، امروزه رشته‌های نوری که از شیشه ساخته می‌شوند به تدریج جای کابل‌های مسی را در شبکه‌ی ارتباطات می‌گیرند و می‌توان آن‌ها را جایگزین بسیار خوبی برای فلز کم‌یاب و تجدیدناپذیری، مانند مس در نظر گرفت، شکل ۱۳. رشته‌های نوری پیام‌های تلفنی را به کمک نور لیزر حمل می‌کنند. یک رشته‌ی نوری به ضخامت موی سر انسان، ۵۰۰۰۰ مکالمه‌ی تلفنی را به طور هم‌زمان منتقل می‌کند.



شکل ۱۳ در صنعت مخابرات رشته‌های نوری جایگزین بسیار مناسبی برای فلز مس به شمار می‌آیند.

بیش‌تر بدانید

سرامیک یک واژه‌ی کلی است و برای توصیف گستره‌ای از مواد که مجموعه خواص معین و مفیدی را در بردارند به کار برده می‌شود. خواص مفید سرامیک‌ها به این قرار است:

- نقطه‌ی ذوب بالایی دارند.
- در مقایسه با فلزها به نسبت سبک‌ترند.
- در برابر فرسایش مقاومند.
- حتی در دماهای بالا سخت و محکمند.
- در برابر گرما و اثر مواد شیمیایی مقاومند.
- عایق خوبی برای جریان برق هستند.

در هر حال، بیش‌تر سرامیک‌ها شکننده‌اند و بر اثر تغییرات ناگهانی دما ترک برمی‌دارند. این معایب سبب شده است که کاربرد سرامیک‌های متداول (مانند ظروف سفالی) محدود باشد. سرامیک‌ها به دو دسته‌ی متداول و مهندسی تقسیم می‌شوند.

بیش‌تر سرامیک‌های متداول از خاک رس یا به اصطلاح گل کوزه‌گری تهیه می‌شوند. خاک رس ذرات نرم و ریزی دارد و با مقدار کمی آب به حالت پلاستیک (نرم و شکل‌پذیر) درمی‌آید خاک رس ساختار لایه‌ای (مانند ورق‌های کاغذ که روی هم قرار بگیرند) دارد، مولکول‌های آب بین لایه‌ها قرار می‌گیرند و در نتیجه لایه‌ها به آسانی روی یک دیگر می‌لغزند. به این علت، شکل دادن به خاک رس آسان می‌شود. وقتی جسم ساخته شده از خاک رس، در برابر هوا، خشک شود، بیش‌تر آب موجود در آن تبخیر می‌شود و جسم سخت و محکمی به دست می‌آید.

اما، چنان‌چه به این جسم دوباره مقدار کمی آب اضافه کنیم، خاک رس موجود حالت پلاستیک خود را باز می‌یابد. در صورت پخته شدن این جسم در دمای بالا در کوره، با اضافه کردن آب، دیگر آن حالت پلاستیکی به خاک رس باز نمی‌گردد. در این حالت، خاک رس به ماده‌ی شیشه‌مانند، تبدیل می‌شود.



خاک رس یک سیلیکات پیچیده است و کاربرد آن برای تهیه ی ظرف های سفالی عمری به قدمت زندگی بشر دارد.

ظرف های سفالی ساخته شده به این روش، متخلخل هستند و آب به آسانی در آن ها نفوذ می کند. برای جلوگیری از نفوذ آب، روی آن ها لعاب می دهند. این لعاب شامل گرد بسیار نرمی از شیشه است. در این حالت، به هنگام پختن ظرف در کوره، این لعاب ذوب می شود و لایه ای ضد آب روی سطح ظرف به وجود می آورد.



مراحل لعاب کاری یک ظرف سفالی

از سال های ۱۹۷۰ به این طرف سرامیک های تازه ای توسط مهندس ها ساخته شده است که سختی و استحکام زیادی دارند و در برابر شوک گرمایی و خوردگی مقاومند. مهم تر این که خواص یاد شده را در دماهای زیاد نیز حفظ می کنند. این سرامیک ها برخلاف سرامیک های متداول و سنتی، ترکیب دقیقاً کنترل شده ای دارند و در شرایط کاملاً معینی به دست می آیند. سختی و دوام این سرامیک ها نشان می دهد که می توانند در بسیاری از کاربردها، جانشین فلزها شوند. در ضمن در بیمارانی که از ورم مفاصل رنج می برند، برخی از این سرامیک ها به عنوان جایگزینی برای مفاصل به کار برده می شوند.





از سرامیک‌ها برای تولید تیغه‌ی توربین‌ها،

مفاصل ساختنی وقطعه‌های الکترونیکی استفاده می‌شود. در هر مورد از کدام ویژگی

سرامیک‌ها استفاده شده است؟



شیمی و دانشگاه

تحقیق کنید که چه رشته‌هایی در دانشگاه روی شناسایی منابع معدنی و فرایند بهره‌برداری از آن‌ها مطالعه می‌کنند؟ برای ورود به این رشته‌ها آموختن چه درس‌هایی در دوره‌ی متوسطه از اهمیت بیش‌تری برخوردار است؟ و دانش‌آموختگان این رشته‌ها در چه بخش‌هایی می‌توانند به کار مشغول شوند؟



بیش‌تر بخوانید

۱- شیشه‌ها و قوطی‌ها و استفاده‌ی دوباره از آن‌ها، کامیار مرتضوی، چاپ اول، ۱۳۷۹، نشر سرمدی.

۲- بدون منابع معدنی هرگز، مریم صباغان، پوپک مرعشی، فیروزه منتظری، چاپ اول، ۱۳۸۱،

انتشارات محراب قلم.

طلای سیاه، اندوخته‌ای رو به پایان

آن خدایی که از درخت سبز برایتان آتش پدید آورد و شما از آن، آتش می‌افروزید.

(قرآن مجید، سوره ی ۳۶ آیه ی ۸۰)



مایع سیاهی که رؤیای کیمیاگران یعنی تبدیل مس به طلا را به واقعیت تبدیل کرد!

پس از آب، نفت فراوان‌ترین مایع در بخش‌های بالایی پوسته‌ی زمین است. اگر چه کمی اغراق‌آمیز به نظر می‌رسد ولی زندگی در جهان امروز بدون این مایع قهوه‌ای تیره که بوی نامطبوعی دارد، ناممکن خواهد بود. دست کم در حال حاضر، نفت نقش پراهمیتی در زندگی روزانه‌ی ما بازی می‌کند. بخش بزرگی از نیازهای ما به انرژی، با **سوزاندن** نفت تأمین می‌شود. خانه و کلاس شما به طور مستقیم یا غیرمستقیم با نفت گرم یا با آن روشن می‌شود. نفت صنعت حمل و نقل را رونق می‌بخشد. نفت یک منبع غنی از مواد شیمیایی است. موادی که می‌توان از آن‌ها رنگ، دارو، انواع پلاستیک، پارچه، ویتامین‌های ساختمانی و مواد گوناگون بسیاری ساخت. شکل ۱ نشان می‌دهد که به طور میانگین از هر بشکه نفت چه مقدار برای سوزاندن (نفت به عنوان منبع انرژی) و چه مقدار برای ساختن (نفت

حجم نفت را با بشکه
اندازه می‌گیرند. هر بشکه نفت
۱۵۹ لیتر نفت است. اگر چه
نفت خام را در چنین بشکه‌های
کوچکی حمل نمی‌کنند.



به عنوان ماده‌ی اولیه برای تولید مواد شیمیایی ارزشمند) مصرف می‌شود. همان‌طور که در شکل ۱ دیده می‌شود، به‌طور میانگین در کشورهای پیشرفته تنها ۱۳ درصد از هر بشکه نفت برای مواردی غیر از سوزاندن به کار می‌رود. ۸۷ درصد بقیه یعنی بیش از ۶/۵ برابر به عنوان سوخت مصرف می‌شود. بعضی از کارشناسان نفتی پیش‌بینی می‌کنند که در قرن بیست و یکم استخراج نفت از منابع شناخته شده، به اوج خود خواهد رسید. پس از آن، با کم شدن منابع نفتی، تولید نفت کاهش می‌یابد و به این ترتیب بهای نفت، پیوسته افزایش خواهد یافت. هنگامی که نفت گران و کمیاب شود، چگونه از آن استفاده خواهیم کرد؟ آیا می‌توانیم روش زندگی خود را به گونه‌ای تغییر دهیم که مصرف این ماده‌ی ارزشمند و حیاتی کاهش یابد؟ آیا باید نفت را برای تولید انرژی بسوزانیم یا از آن مواد سودمند دیگری بسازیم؟ پاسخ شما چیست؟



شکل ۱ نفت برای سوزاندن و ساختن

مندلیف شیمیدان روسی ده‌ها سال پیش هشدار داد که سوزاندن نفت برای تولید انرژی مانند آن است که اجاق آشپزخانه را با سوزاندن اسکناس روشن نگاه داریم. فراوانی ظاهری، سهولت انبارداری و حمل و نقل، کاربرد آسان و بهای ارزان نفت موجب شده است که به توصیه‌ی مندلیف توجه نکنیم. در ضمن، این بی‌توجهی ما را با مشکلات محیط‌زیستی بسیاری چون آلودگی هوا نیز روبه‌رو کرده است، به ویژه، ورود حجم زیاد گاز کربن دی‌اکسید ناشی از سوزاندن این سوخت‌ها به هوا کره، سبب شده است که دمای زمین به تدریج افزایش یابد، شکل ۲.

سوخت ماده‌ای است که به آسانی می‌سوزد و به هنگام سوختن مقدار قابل‌توجهی انرژی آزاد می‌کند.



شکل ۲ این خودروی مسابقه‌ای در حادثه‌ای دچار آتش‌سوزی شده است. آیا از بین رفتن این خودرو تنها خسارت این حادثه است؟

بنابراین، برای ساختن آینده‌ای سبز برای خود و نسل‌های بعدی، باید به‌طور جدی در چگونگی مصرف نفت بازنگری کنیم. اما، پیش از هرگونه تصمیم‌گیری درباره‌ی شکل و میزان مصرف نفت، باید اطلاعاتی درباره‌ی نفت به دست آوریم. باید بدانیم که نفت چیست و چگونه به وجود آمده است. اجزای سازنده‌ی آن چه موادی هستند و چه خواصی دارند. باید بدانیم که چه قدر نفت باقی مانده است، نفت باقی مانده در آینده با چه سرعتی مصرف خواهد شد و آیا می‌توان برای نفت، جایگزینی یافت؟

طی هزارها سال مقادیر کمی از نفت موجود در جهان مورد استفاده قرار گرفته بود. در آن زمان انسان‌ها نفت را هنگامی که چون چشمه‌ای از دل زمین می‌جوشید و بیرون می‌آمد یا به‌طریقی به‌درون چاه آب راه می‌یافت، جمع‌آوری و استفاده می‌کردند. به‌طوری‌که، برای مردمانی که به‌دنبال حفر چاهی برای تأمین آب آشامیدنی خود بودند، نفت مایه‌ی دردسر و آزار نیز بوده است.

به‌هرحال، مصریان باستان از نفتی که به این روش به‌دست می‌آمد برای مومیایی کردن اجساد مردگان خود، و از قیر برای گرفتن درزهای موجود در اهرام بزرگ خویش بهره می‌گرفتند. بابلی‌ها، آشوریان و پارسیان نیز از قیر برای روسازی جاده‌ها و آب‌بندی پایه‌ی دیوارها و ساختمان‌ها استفاده می‌کردند. ساکنان منطقه‌ی بین‌النهرین، درز قایق‌های ساخته‌شده از نی خود را با قیراندود کردن، می‌گرفتند و به این ترتیب آن‌ها را نسبت به آب نفوذناپذیر می‌کردند. آمده است که حضرت نوح(ع) نیز بدنه‌ی کشتی خود را به نفت آغشته کرد تا آب به درون آن نفوذ نکند. بومیان ساکن آمریکا از نفت به‌عنوان رنگ، دارو و سوخت بهره می‌گرفتند. صحرانشینان، نفت را برای درمان بیماری کچلی شترها به‌کار می‌بردند. پارسیان و سومریان معتقد بودند که نفت ارزش دارویی دارد. این باور تا مدت‌ها فراگیر بود و حتی تا اواخر سده‌ی نوزدهم میلادی نیز نفت را به‌عنوان داروی نیروبخشی که هر فنجان از آن هر نوع درد یا کسالتی را برطرف می‌کند، به‌فروش می‌رساندند. اگرچه، این روغن سیه‌روی هیچ‌گونه اثر دارویی نداشت، با این حال افرادی که آن را نوشیده‌اند، تنها دریافته‌اند که نفت خام مزه‌ی خیلی خوبی ندارد!

در این بخش ضمن پاسخ به برخی از این پرسش‌ها، شما قادر خواهید شد تا خود در این باره تصمیمی آگاهانه و مسئولانه بگیرید.

در عالم خیال!

بامداد یک روز تعطیل، در خانه بمانید و به دور و بر خود نگاه کنید. فهرستی از اقلامی را تهیه کنید که یا فراورده‌های نفتی را مصرف می‌کنند، یا از آن‌ها ساخته شده‌اند. حال فرض کنید که همه‌ی این وسایل یا مواد به یک‌باره ناپدید شوند. چه روی می‌دهد؟ آیا زندگی امروزی بدون وجود این فراورده‌های نفتی امکان‌پذیر است؟ یکی از اقلام موجود در فهرست خود را در نظر بگیرید. فکر می‌کنید اگر این جسم نبود، چه چیز یا چیزهای دیگری می‌توانست جای آن را به‌طور کامل پر کند؟ پاسخ خود را شرح دهید.

نفت یک سوخت فسیلی است

به زغال سنگ، نفت خام و گاز طبیعی، سوخت‌های فسیلی می‌گویند. زیرا، زمین‌شناسان بر این باورند که این مواد از فسیل شدن اجساد و بقایای جانوران و گیاهانی به‌وجود آمده‌اند که صدها میلیون سال پیش می‌زیسته‌اند. درواقع، اجساد این جانوران و



گیاهان پس از مرگ، در زیر رسوب‌های دریایی مدفون شد و ابتدا در نبود اکسیژن توسط باکتری‌ها تا حدودی تخریب و سرانجام در فشار و دمای بالای موجود در اعماق زمین، در یک رشته واکنش‌های شیمیایی پیچیده، به مواد خام ارزشمندی تبدیل شده‌اند. بی‌تردید، هم‌اکنون نیز مقداری نفت از باقی‌مانده‌ی موجودات زنده در حال تشکیل است. اما، تشکیل نفت بسیار آهسته انجام می‌شود، به طوری که نمی‌توانیم، آن را یک منبع تجدیدپذیر به شمار آوریم.



برخی بر این باورند که

سوخت‌های فسیلی نوعی انرژی خورشیدی ذخیره شده هستند.
این دیدگاه را در کلاس نقد کنید.

ما سوخت‌های فسیلی را منابعی **تجدیدناپذیر** می‌دانیم، زیرا سرانجام روزی به پایان خواهند رسید. اگر چه، انسان‌ها طی هزارها سال از سوخت‌های فسیلی به ویژه زغال سنگ استفاده کرده‌اند، با این حال تنها مقدار اندکی نفت مورد استفاده قرار گرفته است. با یافتن نفت در میانه‌ی سده‌ی نوزدهم میلادی، تحولی شگرف در زندگی بشر به وجود آمد. زیرا، افزون بر کاربرد آن در تأمین انرژی، انسان‌ها با پی بردن به ساختار و ویژگی‌های مواد شیمیایی سازنده‌ی نفت، توانسته‌اند مواد تازه و سودمندتری از آن بسازند. در این میان، کاربرد سوخت‌های فسیلی به ویژه نفت برای تأمین انرژی بر دیگر کاربردهای آن پیشی گرفت، به طوری که امروزه حدود ۹۰ درصد از انرژی مورد نیاز ما از مصرف این سوخت‌ها تأمین می‌شود. در واقع منابعی که طی میلیون‌ها سال به وجود آمده‌اند، اگر مصرف آن‌ها به این شکل و با سرعتی که امروزه مصرف می‌شوند، ادامه یابد، در زمانی کم‌تر از ۴۰۰ سال به پایان خواهند رسید.

یادی از گذشته‌ها

بی‌تردید در هفتاد سال پیش کاربردهای نفت در زندگی بسیار محدودتر از امروز بوده است. در یک فعالیت گروهی، با یک فرد سال خورده که حدود آن دوره را به یاد می‌آورد مصاحبه کنید. این فرد می‌تواند عضو خانواده یا همسایه‌ی یکی از اعضای گروه یا فردی باشد که در آسایشگاه سالمندان زندگی می‌کند. پرسش‌های نمونه‌ای در زیر ارائه شده‌اند. در آغاز، این پرسش‌ها را در کلاس بخوانید و همه یا شماری از آن‌ها را انتخاب کنید. همه‌ی گروه‌ها باید پرسش‌های یکسانی در اختیار داشته باشند تا بتوان در پایان کار، نتایج به دست آمده را با هم مقایسه کرد.

نمونه پرسش‌های پیشنهادی برای مصاحبه

۱- در دوران کودکی در کجا زندگی می‌کردید؟ در شهر، در حومه‌ی شهر یا در روستا؟
ویژگی‌های محل زندگی خود را شرح دهید.



نخستین چاه نفت
جهان ۲۱ متر عمق داشت و در
سال ۱۸۵۹ میلادی در
پنسیلوانیای آمریکا حفر شد. از
این چاه ۳۵ بشکه نفت در روز
بیرون کشیده می شد و هر
بشکه با قیمت ۲۰ دلار
به فروش می رسید.



نخستین چاه نفت
ایران در مسجد سلیمان حفر
شد و در پنجم خرداد ۱۲۸۷
خورشیدی در عمق ۳۶۰
متری به نفت رسید.



در سال ۱۲۸۰
خورشیدی امتیاز اکتشاف،
استخراج، پالایش، حمل و نقل
و فروش طلای سیاه ایران
توسط مظفرالدین شاه به یکی
از سرمایه داران انگلیسی
واگذار شد.

۲- خانه ی خود را با چه وسیله ای گرم می کردید؟

۳- چگونه این وسیله، گرمای موردنیاز شما را تأمین می کرد؟ آیا خودتان سوخت
موردنیاز را تهیه می کردید یا آن را به خانه ی شما می آوردند؟

۴- منبع مورد استفاده ی شما در آن زمان از نظر پاکیزگی، آرامش و مقدار گرمای
تولیدی، در مقایسه با امروز چگونه بود؟

۵- منبع اصلی روشنایی خانه و محله ی شما در دوران کودکی چه بود؟ منبع انرژی
مورد استفاده برای تولید این روشنایی چه بود؟

۶- وسایل حمل و نقل عمومی در آن دوران چه چیزهایی بود؟ انرژی لازم برای به حرکت
درآوردن آن ها چگونه تأمین می شد؟

۷- وسیله ی حمل و نقل شخصی شما در آن زمان چه چیزی بود؟ این شیوه ی
حمل و نقل چه قدر مرسوم بود؟ منبع تأمین انرژی آن چه بود؟

۸- برای پخت و پز از چه سوختی استفاده می کردید؟

۹- اگر شما ناچار بودید غذای خود را از بیرون خریداری کنید، بسته بندی آن ها چگونه بود؟
۱۰- برای شست و شوی لباس ها از چه نوع صابونی استفاده می کردید؟ آیا کارایی

آن ها به اندازه ی صابون ها و پاک کننده های امروزی بود؟

۱۱- چه نوع پارچه هایی برای تهیه ی لباس های شما به کار می رفت؟ این پارچه ها از
چه چیزهایی ساخته می شدند؟

پیش از اجرای مصاحبه، هر گروه به طور آزمایشی همان مصاحبه را با یکی از اعضای
گروه خود، انجام دهد. این مصاحبه ی تمرینی، اطلاعات امروزی کامل تری را برای مقایسه ی
بهتر در اختیار شما قرار می دهد و به شما در تقویت مهارت مصاحبه کردن نیز کمک می کند.
پس از اجرای مصاحبه پاسخ ها را خلاصه کنید و در جدولی مانند نمونه ی زیر و روبه روی
موضوع مورد پرسش بنویسید.

موضوع مورد پرسش	گذشته (نتیجه ی مصاحبه)	حال (نتیجه ی بحث در گروه)
گرم کردن خانه روشنایی حمل و نقل عمومی حمل و نقل شخصی پخت و پز بسته بندی مواد غذایی شست و شوی لباس ها جنس پوشاک		

چنین جدولی را روی تخته سیاه رسم کنید و نتایج مصاحبه ی همه ی گروه ها را در آن
وارد کنید. دقت شود که در هر ستون نخست پاسخ هایی نوشته شود که گروه های بیش تری
به آن دست یافته اند.



سپس پرسش های زیر را در کلاس به بحث بگذارید.

۱- تفاوت های اصلی میان گذشته و حال را در چه چیزهایی می بینید؟

۲- آیا دوست دارید به گذشته بازگردید؟ چرا؟

۳- اگر منابع انرژی موجود تمام شوند، آیا شیوه ی زندگی ما به شکلی برمی گردد که در گذشته مرسوم بوده است؟ چرا؟

۴- شما که در عصر حاضر زندگی می کنید، از اجرای این فعالیت چه نتیجه ای گرفتید؟



پراکندگی منابع نفتی در جهان

مانند بسیاری از منابع طبیعی شناخته شده ی دیگر، نفت نیز در سراسر جهان به طور یکسان یافت نمی شود. از مجموع هزار میلیارد (۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰) بشکه نفتی که به طور تخمینی اندوخته ی شناخته شده ی جهان را تشکیل می دهد، ۶۵/۷ درصد آن در منطقه ی خاور میانه یافت شده است. منطقه ای که تنها ۱ درصد از سطح کره ی زمین را تشکیل می دهد، شکل ۳.

۲۹ اسفند سال
۱۳۲۹ روز افتخارآمیز
ملی شدن صنعت نفت. در این
روز، پس از مدت ها تسلط
بیگانگان بر منابع نفتی کشور،
قانونی به تصویب رسید که
براساس آن تصمیم گیری
در باره ی نفت از آن ملت و
دولت ایران شد. امروز بیش از
نیم قرن از آن روز می گذرد.



شکل ۳ اندوخته ی شناخته شده ی نفت جهان (بر حسب میلیارد بشکه) تا سال ۱۹۹۲. همان طور که دیده می شود ۶۵/۷ درصد نفت جهان در خاور میانه جای دارد.

کشور ما نیز در این منطقه قرار دارد و سالانه صدها میلیون بشکه نفت خام تولید می کند. اکنون نیز خبر یافتن میدان های نفتی تازه در برخی از نقاط جهان، به گوش می رسد.

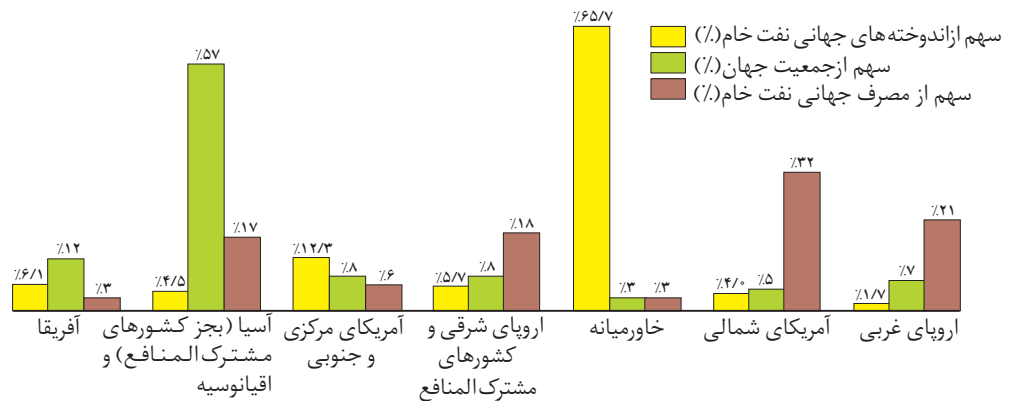
هر که بامش بیش برفش بیش تر!

با توجه به نمودارهای صفحه ی بعد به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

۱- کدام ناحیه، بیش ترین منابع نفتی جهان را نسبت به جمعیت خود، در اختیار دارد؟

۲- کدام نواحی، نفت خام تولیدی جهان را به میزانی بیش تر از آن چه که دارند، مصرف می کنند؟

۳- کدام نواحی، احتمالاً صادرکننده ی نفت خام هستند؟



نفت چیست؟ با آن چه می کنیم؟

نفت را **طلای سیاه** نامیده اند، اما چرا نفت تا این اندازه ارزشمند است؟ از دیدگاه شیمیایی، نفت مخلوطی از صدها ترکیب مولکولی است. این ترکیب ها دو خصلت شیمیایی سودمند دارند: نخست این که سرشار از انرژی اند و همین انرژی است که به هنگام سوزاندن آن ها، آزاد می شود. دوم این که، این مولکول ها را می توان به روش های شیمیایی به یک دیگر تبدیل کرد و مواد شیمیایی گوناگون و سودمندتری به دست آورد.

شیمیدان ها کشف کرده اند که چگونه مولکول های کوچک نفت را به مولکول های غول آسا، تبدیل کنند و به این ترتیب، مواد خام مورد نیاز برای تهیه ی انواع پلاستیک، الیاف ساختمانی و لاستیک را تولید کنند. شیمیدان ها هم چنین می دانند که چگونه مولکول های نفت را به مولکول های تشکیل دهنده ی عطرها، مواد منفجره و داروهایی مانند آسپرین، استامینوفن و کدیین تبدیل کنند.

نفت خام در نظر شیمیدان ها بسیار هیجان انگیزتر و سرگرم کننده تر از چیزی است که از ظاهر سیاه و قیر مانند آن بر می آید. به هر حال، شاید با یافتن پاسخ دو پرسش زیر بتوان پرده از راز این ماده ی شگفت انگیز برداشت.

(۱) چه نوع مولکول هایی موجب شده اند نفت از دیدگاه شیمیایی گنجینه ای گران بها

به نظر بیاید؟

(۲) چگونه می توان این مولکول ها را از یک دیگر جدا کرد؟

کار کردن با طلای سیاه

نفتی که از چاه بیرون آورده می شود، **نفت خام** نام دارد. نفت خام، مایعی قهوه ای مایل به سیاه است، که ممکن است مانند آب، روان یا مانند قیر غلیظ باشد. نفت خام را به وسیله ی لوله، قطار، کامیون یا کشتی به پالایشگاه منتقل می کنند. در آن جا، نفت به مخلوط های ساده تر تفکیک می شود. برخی از این مخلوط ها به همین شکل برای مصرف



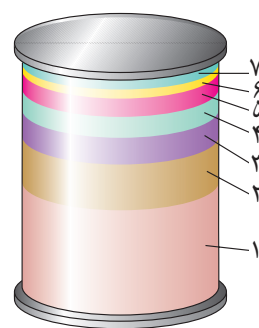
آماده اند. اما، برخی دیگر، پس از اجرای عملیات شیمیایی روی آن ها، قابل مصرف می شوند. پس از جدا کردن ناخالصی های نفت خام، ترکیب هایی به نام **هیدروکربن** برجای می مانند. هیدروکربن ها ترکیب هایی هستند که تنها از دو عنصر کربن و هیدروژن تشکیل شده اند.

پالایش نفت خام

پس از جدا کردن نمک ها و اسیدها، هیدروکربن های باقی مانده را **پالایش** می کنند یعنی به وسیله ی تقطیر جزء به جزء به مخلوط هایی با نقطه جوش های تقریباً یکسان جدا می کنند. شکل ۴ چگونگی تقطیر جزء به جزء یا جداسازی نفت خام را به برش های گوناگون نشان می دهد. در آغاز، نفت خام را در کوره تا 400°C گرم می کنند تا بسیاری از اجزای آن به جوش آیند و به صورت بخار بیرون روند. در جریان تقطیر، نخست مولکول های کوچک تر بخار می شوند و به سوی بالای ستون تقطیر می روند. هر پیکان رسم شده به سمت راست، نام برش و محدوده ی نقطه جوش آن را نشان می دهد. برش هایی که نقطه ی جوش آن ها بیش تر است، از مولکول های بزرگ تری تشکیل شده اند.

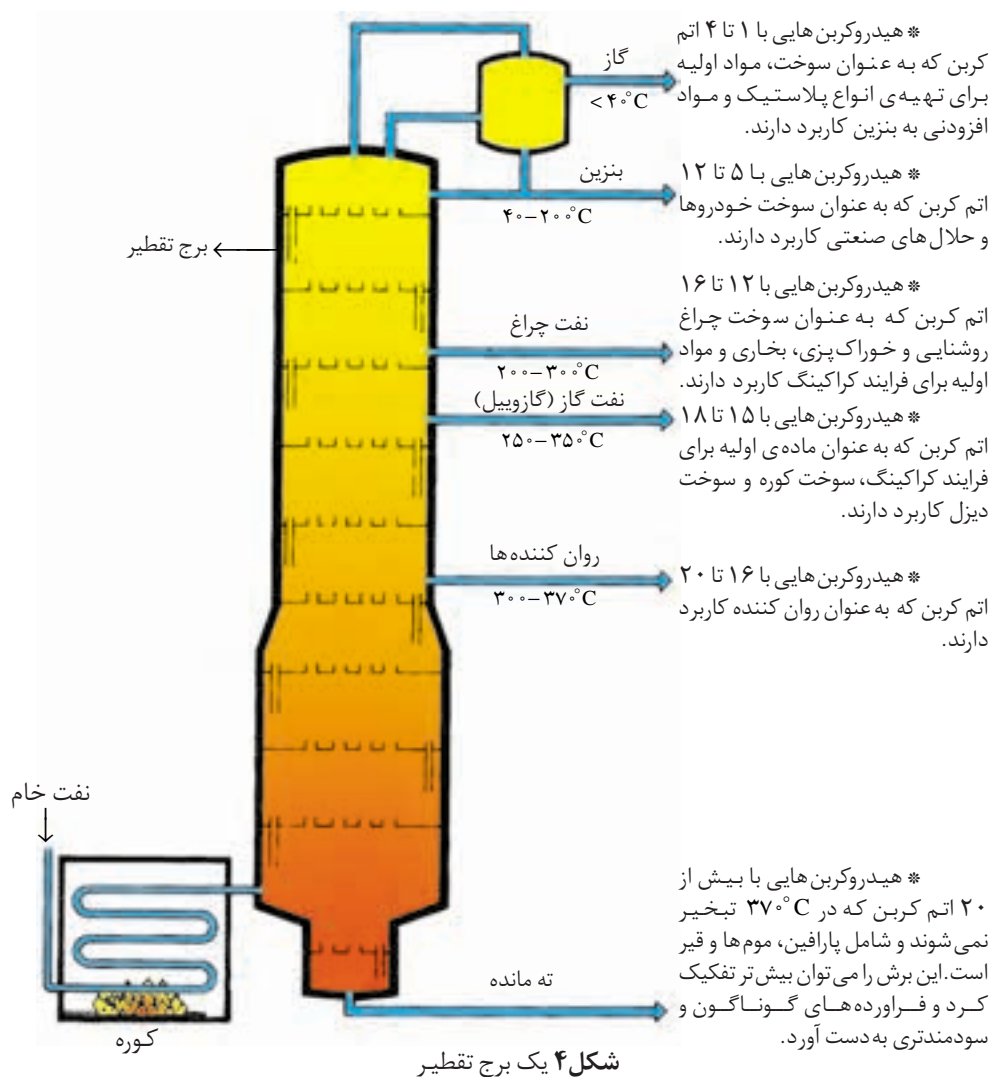
برش نفتی به مخلوطی از هیدروکربن ها می گویند که در هنگام تقطیر جزء به جزء نفت خام از بخش خاصی از برج تقطیر خارج می شود.

کاربردهای پایانی فراورده های حاصل از پالایش یک بشکه نفت خام.



- ۱- بنزین ۷۴/۶ L
- ۲- نفت سفید و گازوئیل ۳۱/۸ L
- ۳- سوخت هواپیما ۱۶/۰ L
- ۴- حلال ها، موم ها و روان کننده ها ۱۶/۰ L
- ۵- سوخت کوره ۱۱/۰ L
- ۶- قیر ۴/۹ L
- ۷- پلاستیک ها و مواد پتروشیمیایی ۴/۷ L

۱۱۸



برای این منظور، نفت خام گرم شده در کوره را با پمپ به پایین برج یا ستون تقطیر که معمولاً بیش از ۳۰ متر ارتفاع دارد، می‌فرستند. درون برج تقطیر، سینی‌هایی در فاصله‌های متفاوت قرار داده شده است. هنگامی که نفت خام داغ به برج تقطیر وارد می‌شود، مولکول‌های سبک (برش‌های با نقطه‌ی جوش کم‌تر) به اندازه‌ی کافی انرژی گرمایی به دست آورده‌اند که از نفت مایع، بیرون بیایند و به بالا، به سوی بخش‌های سردتر برج تقطیر، بروند. به تدریج که این مولکول‌ها بالا می‌روند، سرد می‌شوند. برخی از این مولکول‌ها در حالت گازی باقی می‌مانند و به سوی بالای برج صعود می‌کنند. در آن جا، به طور جداگانه به عنوان برش گازی نفت، جدا می‌شوند. برخی دیگر از مولکول‌های نفت با سرد شدن، به حالت مایع برمی‌گردند و در سینی‌هایی که در فاصله‌های متفاوت برج قرار گرفته‌اند، می‌ریزند. این مواد را که محدوده‌ی نقطه‌ی جوش آن‌ها متفاوت است، به عنوان برش‌های مایع جدا می‌کنند. در این شرایط، در پایین برج تقطیر، موادی که نقطه‌ی جوش آن‌ها بیش‌تر از 37°C است، به گاز تبدیل نمی‌شوند. این مواد در فرایند تقطیر هم‌چنان به صورت مایع در برج باقی می‌مانند. این مایع‌های غلیظ را که **ته‌مانده** نامیده می‌شوند، از پایین برج تقطیر، بیرون می‌کشند.

سوختن یا ساختن؟

در شکل صفحه‌ی بعد، برش‌های اصلی نفت خام به همان صورتی که از برج تقطیر بیرون می‌آیند، نشان داده شده‌اند. در برابر هر پیکان، فهرست فراورده‌های حاصل از هر برش که به مصرف‌کنندگان فروخته می‌شوند و برخی از کاربردهای نهایی این فراورده‌ها نوشته شده است. در پایین‌ترین چهارگوش (مربع یا مستطیل)، فهرستی از فراورده‌های تولید شده توسط مصرف‌کنندگان برش‌های نفتی و در بالاترین چهارگوش، فراورده‌های جانبی آن‌ها را نیز مشاهده می‌کنید.

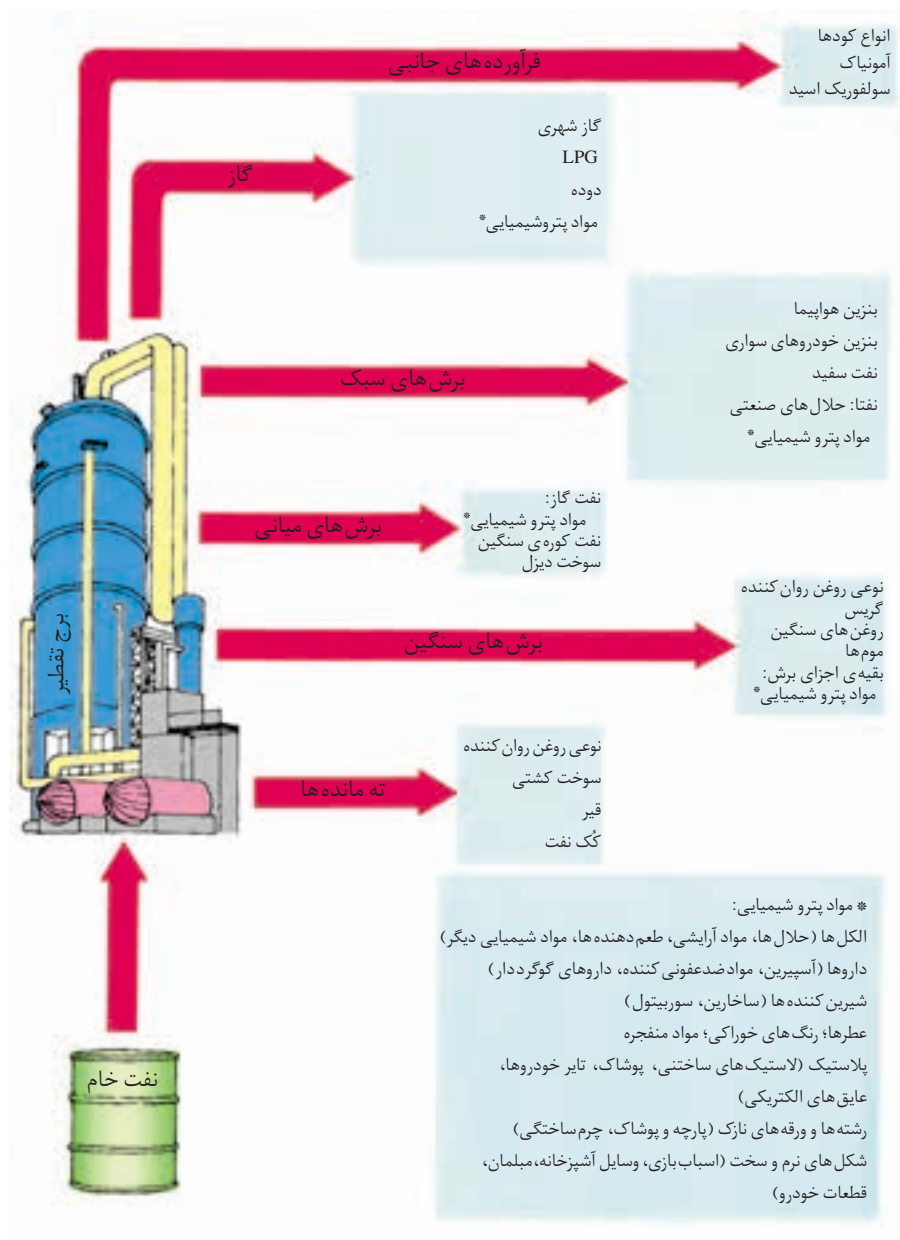
معلم شما کلاس را به پنج گروه کاری تقسیم می‌کند. با توجه به شکل ۵ هر گروه نماینده‌ی یک برش نفتی باشد. پس از مشورت با اعضای گروه و با توجه به ویژگی‌های برش نفتی خود به پرسش‌های زیر پاسخ گویند.

(آ) آیا در کاربردهای برش نفتی گروه شما، نفت خام به عنوان یک منبع انرژی دیده شده است و برای سوختن به کار می‌رود؟ اگر پاسخ شما مثبت است، این کاربردها را نام ببرید.

(ب) آیا در کاربردهای برش نفتی گروه شما، نفت خام به عنوان یک منبع برای ساختن مواد جدید دیده شده است؟ اگر چنین است، این کاربردها را نام ببرید.

(پ) اگر برش نفتی گروه شما و همه‌ی فراورده‌های حاصل از آن، در یک بحران کمبود نفت به طور کامل حذف شوند، چه تغییری باید در زندگی ایجاد شود؟ پاسخ خود را شرح دهید.





LPG کوتاه شده ی عبارت *Liquified Petroleum Gas* به معنای نفت گاز مایع شده است. LPG را گاز مایع نیز می گویند.

شکل ۵ از نفت خام تا فرآورده های نفتی

ت) دو کاربرد برش نفتی خود را که به کارگیری آن ها حتی در هنگام رویارویی با بحران کمبود نفت اهمیت دارند، نام ببرید. دلایلی برای انتخاب خود بیان کنید.

ث) بر اساس پاسخ هایتان به پرسش های بالا، به نظر شما کدام مهم تر است: سوزاندن نفت خام برای تولید انرژی یا ساختن مواد جدید از نفت خام ؟ چرا؟

بیش تر بدانید

LPG یا گاز مایع، برش ساده و بسیار سبکی از نفت خام است. این برش به طور عمده از گازهای پروپان و بوتان تشکیل شده است. این گازها را زیر فشار نسبتاً زیادی به صورت مایع درمی آورند و در

کپسول‌های فولادی برای مصارف خانگی، ذخیره می‌کنند. این کپسول‌های گاز مایع در زمستان‌ها پروپان (نقطه‌ی جوش: $42/1^{\circ}\text{C}$) بیش‌تر و در تابستان‌ها بوتان (نقطه‌ی جوش: $5/0^{\circ}\text{C}$) بیش‌تری دارند. به نظر شما چرا تولیدکنندگان گاز مایع مقدار این دو گاز را به این صورت تغییر می‌دهند؟

نگاهی به مولکول‌های نفت

برش گازی نفت، شامل ترکیب‌هایی با نقطه‌ی جوش پایین است. مولکول‌های این گازها از یک تا چهار اتم کربن دارند و چون سبک هستند، نیروهای جاذبه‌ی بین مولکولی در آن‌ها بسیار ناچیز است. به این علت این مولکول‌ها به آسانی از یک دیگر جدا می‌شوند و به صورت گاز از برج تقطیر بیرون می‌روند.

برش‌های مایع نفت که شامل بنزین، نفت چراغ (نفت سفید) و روغن‌های سنگین‌تر هستند، از مولکول‌هایی با پنج تا بیست اتم کربن تشکیل شده‌اند. برش جامد و روغنی شکل نفت که حتی در دماهای زیاد نیز تبخیر نمی‌شود، شامل مولکول‌هایی با اتم‌های کربن بیش‌تر است. در میان ترکیب‌هایی که از نفت خام به دست می‌آیند، نیروهای جاذبه‌ی بین مولکولی در این برش‌های جامد، از همه بیش‌تر است.

طی تبخیر و جوشش، مولکول‌های مایع به اندازه‌ای انرژی به دست می‌آورند که می‌توانند بر نیروهای بین مولکولی چیره شوند و از حالت مایع به حالت گازی درآیند.

فکر کنید

هیدروکربن‌های داده شده در جدول زیر را به ترتیب افزایش نقطه‌ی جوش، از بالا به پایین، منظم کنید (هیدروکربن‌هایی که نقطه‌ی جوش آن‌ها از همه کم‌تر است در بالا بنویسید.) و به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید:

نقطه‌ی جوش برخی از هیدروکربن‌ها

هیدروکربن	نقطه‌ی جوش ($^{\circ}\text{C}$)
بوتان	-۰/۵
دکان	۱۷۴/۰
اتان	-۸۸/۵
هپتان	۹۸/۵
هگزان	۶۸/۵
متان	-۱۶۲/۰
نونان	۱۵۱/۰
اوکتان	۱۲۵/۵
پنتان	۳۶/۰
پروپان	-۴۲/۱

۱- کدام هیدروکربن‌ها در دمای معمولی (25°C) گازی شکل‌اند؟

۲- کدام هیدروکربن بین دمای معمولی و 37°C (دمای بدن انسان) به جوش می‌آید؟

۳- راجع به نیروهای جاذبه‌ی بین مولکولی در دکان، در مقایسه با نیروهای جاذبه‌ی بین مولکولی در بوتان، چه می‌توان گفت؟



شیمی آلی

ویژگی های هیدروکربن های به دست آمده از تقطیر نفت خام را در شاخه ای از شیمی می توان مطالعه کرد که به **شیمی آلی** موسوم است. واژه ی آلی برای نامگذاری این شاخه ی شیمی، از این رو انتخاب شده است که در گذشته تصور می شد که مواد شیمیایی تولید شده به وسیله ی موجودات زنده (مانند: قند، نشاسته، سرکه و چربی) تفاوت آشکاری با آن هایی دارند که در مواد غیرزنده (مانند: آهن، سنگ آهک و نمک خوراکی) یافت می شوند. گذشتگان بر این باور بودند که در این مواد یک نیروی زندگی بخش نهفته است و به این دلیل مواد یادشده را **مواد آلی** می نامیدند. از دید آن ها سنگ ها و کانی های سازنده ی زمین و موادی که از آن ها ساخته می شوند، همگی مواد غیر آلی هستند. با ساخته شدن نخستین ترکیب آلی در آزمایشگاه، افسانه ی نیروی زندگی بخش به فراموشی سپرده شد، اما هنوز هم نام **شیمی آلی** بر زبان ها جاری است. ویژگی آشکار ترکیب های آلی، وجود اتم های کربن در همه ی آن ها است. از این رو شیمی آلی را شیمی ترکیب های کربن نیز می گویند. به این ترتیب، هیدروکربن ها نیز که تنها از کربن و هیدروژن ساخته شده اند، ترکیب های آلی به شمار می آیند. با مطالعه ی شیمی آلی و آشنا شدن با ویژگی های اتم کربن، درک ویژگی های نفت و فراورده های نفتی آسان تر خواهد شد.

ویژگی بی همتای اتم کربن

می دانید که هیدروکربن ها، تنها از کربن و هیدروژن ساخته شده اند. درواقع، هیدروکربن ها ترکیب هایی هستند که در آن ها اتم های کربن و اتم های هیدروژن توسط پیوندهای کووالانسی به یک دیگر متصل شده اند.

جدول ۱ فرمول ساختاری چند هیدروکربن را نشان می دهد. با دقت به ساختار هر هیدروکربن نگاه کنید. سپس ستون های این جدول را تا ردیف پنجم کامل کنید.

با توجه به جدول صفحه روبه رو به ترتیب به پرسش های زیر پاسخ دهید:

- ۱- هر اتم کربن چند پیوند شیمیایی تشکیل داده است؟
- ۲- هر اتم کربن با پیوندهای خود به چند اتم متصل شده است؟
- ۳- هر اتم کربن با چه اتم هایی پیوند شیمیایی تشکیل داده است؟
- ۴- به نظر شما، پیوند شیمیایی اتم کربن با کدام اتم - کربن یا هیدروژن - امکان تشکیل همه ی این مولکول ها را فراهم کرده است؟
- ۵- آیا می توان چنین نتیجه گیری کرد که: «توانایی اتم کربن برای تشکیل پیوند با خودش، امکان تشکیل این زنجیرهای کوتاه و بلند مولکولی را فراهم کرده است»؟ توضیح دهید.
- ۶- با توجه به فرمول مولکولی داده شده در ردیف شش، و خانه های پرشده ی ردیف های بالای جدول، خانه های دیگر این ردیف را از چپ به راست کامل کنید.
- ۷- بین هر مولکول و مولکول پیش یا پس از آن چه تفاوتی در تعداد اتم های سازنده وجود دارد؟

آلی در اصل از یک واژه ی عربی به معنای دارای اندام گرفته شده است. این واژه را هم ارز واژه ی انگلیسی organic گرفته اند. داشتن اندام های مختلف برای انجام فعالیت های زیستی از ویژگی های همه ی موجودات زنده است.



اوره، نخستین ترکیب آلی بود که در سال ۱۸۲۸ توسط فردریش ولر، شیمیدان آلمانی، از مواد معدنی در آزمایشگاه ساخته شد. از اوره به عنوان کود شیمیایی در افزایش تولید فراورده های کشاورزی استفاده می شود.

فرمول ساختاری به فرمولی می گویند که در آن افزون بر نوع و تعداد اتم ها، شیوه ی اتصال اتم ها به یک دیگر نیز نشان داده می شود.

۸- آیا می‌توان فرمول مولکولی همه‌ی این هیدروکربن‌ها را به صورت C_nH_{2n+2} نشان داد؟ (n تعداد اتم‌های کربن است) امتحان کنید.

۹- فرمول مولکولی هیدروکربنی با ۸ اتم کربن چیست؟

جدول ۱ فرمول ساختاری شماری از هیدروکربن‌ها

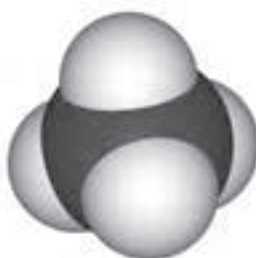
ردیف	فرمول ساختاری هیدروکربن	تعداد اتم‌های کربن	تعداد اتم‌های هیدروژن	فرمول مولکولی هیدروکربن
۱	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$			CH_4
۲	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$			
۳	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$			
۴	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$			
۵	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$			
۶				C_6H_{14}

هیدروکربن‌های سیر شده

متان، ساده‌ترین هیدروکربن شناخته شده است. شکل ۶ این مولکول را با مدل گلوله و میله و مدل فضا پرکن نشان می‌دهد. اگرچه مولکول‌های واقعی بیش‌تر به مدل فضا پرکن شباهت دارند، با این حال مدل گلوله و میله برای درک ساختار مولکول‌ها سودمندتر است.



(آ)



(ب)

شکل ۶ مولکول متان؛ (آ) مدل گلوله و میله، (ب) مدل فضا پرکن



متان، نخستین عضو از یک خانواده‌ی بزرگ موسوم به **آلکان‌ها** است. در یک آلکان، هر اتم کربن با چهار پیوند به چهار اتم دیگر، متصل شده است. این، بیش‌ترین تعداد اتمی است که می‌تواند به اتم کربن متصل شود. به این علت آلکان‌ها را **هیدروکربن‌های سیر شده** می‌گویند. در جدول ۲ ده عضو نخست از این خانواده معرفی شده‌اند. نام اعضای این خانواده از دو بخش تشکیل شده است. بخش اول تعداد اتم‌های کربن را مشخص می‌کند و بخش دوم لفظ **ان** است که نشان خانوادگی آلکان‌هاست. برای نمونه، آلکانی که پنج اتم کربن دارد، C_5H_{12} ، پنتان نامیده می‌شود.

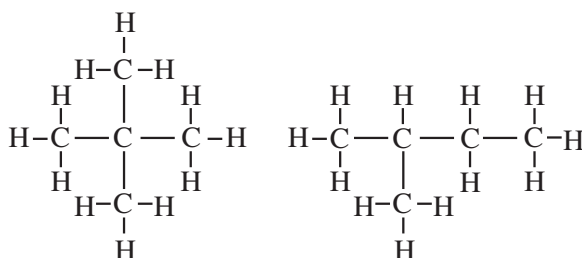
جدول ۲ فهرست ده عضو نخست از خانواده‌ی آلکان‌های راست زنجیر

نام	تعداد اتم‌های کربن	فرمول مولکولی	فرمول ساختاری کوتاه شده
متان	۱	CH_4	CH_4
اتان	۲	C_2H_6	CH_3CH_3
پروپان	۳	C_3H_8	$CH_3CH_2CH_3$
بوتان	۴	C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
پنتان	۵	C_5H_{12}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$
هگزان	۶	C_6H_{14}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
هپتان	۷	C_7H_{16}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
اوکتان	۸	C_8H_{18}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
نونان	۹	C_9H_{20}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
دکان	۱۰	$C_{10}H_{22}$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

پارافین نام دیگر خانواده‌ی آلکان‌ها است. ماده‌ای که به‌عنوان پارافین مایع یا شمع می‌شناسید، هریک مخلوطی از چندین آلکان است. برای مثال، شمع که جامد شفاف سفیدرنگ، بی‌بو و بی‌مزه‌ای است، مخلوطی از آلکان‌های جامد بلند زنجیری است که بیش از ۳۰ اتم کربن دارند، مانند $C_{36}H_{74}$.



آلکان‌هایی را که تا این جا بررسی کردیم، آلکان‌های **راست زنجیر** می‌نامند. در این آلکان‌ها، هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است. آرایش‌های دیگری نیز برای اتم‌های کربن امکان‌پذیر است. آلکان‌هایی را که در آن‌ها یک یا چند اتم کربن با سه یا چهار اتم کربن دیگر پیوند داشته باشد، **آلکان‌های شاخه‌دار** می‌نامند. برای نمونه به فرمول ساختاری آلکان‌های زیر توجه کنید.



فکر کنید

با توجه به فرمول‌های ساختاری بالا:

- ۱- اتم‌های کربنی را که به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل هستند به ترتیب با گذاشتن علامت ✓ یا × روی نماد شیمیایی آن‌ها، مشخص کنید.
- ۲- فرمول مولکولی این دو مولکول را بنویسید.

مولکول‌هایی را که فرمول مولکولی یکسان دارند، اما آرایش اتم‌ها در آن‌ها متفاوت است (فرمول‌های ساختاری متفاوتی دارند) **هم‌پار** یا **ایزومر** می‌نامند. درواقع آلکان‌هایی که چهار یا تعداد بیش‌تری اتم کربن داشته باشند، بیش از یک فرمول ساختاری دارند. همان‌طور که انتظار می‌رود، با زیاد شدن تعداد اتم‌های کربن، به تعداد هم‌پارها افزوده می‌شود. برای نمونه، شیمی‌دان‌ها برای پنتان، C_5H_{12} ، سه هم‌پار شناسایی کرده‌اند. فرمول‌های ساختاری هم‌پارهای پنتان در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳ هم‌پارهای پنتان (C_5H_{12})

فرمول ساختاری	نقطه‌ی جوش ($^{\circ}C$)
$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	۳۶
$ \begin{array}{c} CH_3 - CH - CH_2 - CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array} $	۲۸
$ \begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3 - C - CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array} $	۹/۵

همان‌طور که دیده می‌شود هر هم‌پار یک جسم مستقل است و ویژگی‌های فیزیکی خاص خود را دارد. وجود تفاوت در نقطه‌ی جوش این هم‌پارها، گواهی بر این مدعا است.

برخی از ویژگی‌های مهم آلکان‌ها

همه‌ی آلکان‌ها ویژگی‌های تقریباً مشابهی دارند. برخی از خواص و روند تغییر آن‌ها در میان اعضای خانواده‌ی آلکان‌ها، به این شرح است.

* همه‌ی آلکان‌ها، گازها، مایع‌ها یا جامدهایی بی‌رنگ هستند.

* نقطه‌ی ذوب و جوش آن‌ها با افزایش تعداد اتم‌های کربن (افزایش جرم مولی) زیاد

می‌شود.

..... **فکر کنید**

کدام یک از آلکان‌های راست زنجیر زیر زودتر ذوب می‌شود؟



.....

* گرانیروی آلکان‌های مایع با افزایش تعداد اتم‌های کربن (افزایش جرم مولی) بیش‌تر

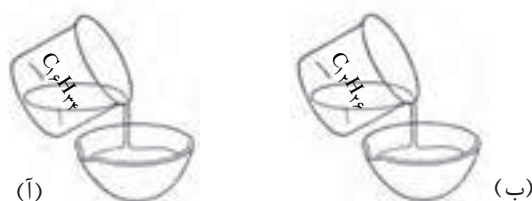
می‌شود.

گرانیروی یک مایع، میزان عدم تمایل آن را برای جاری شدن معین می‌کند.



فکر کنید

کدام آلکان سریع‌تر از لیوان بیرون می‌ریزد؟



(آ)

(ب)

* همه‌ی آلکان‌ها، به‌ویژه آلکان‌های با مولکول‌های کوچک‌تر در هوا با شعله‌ی آبی-زرد تمیزی (بدون تولید دوده) می‌سوزند. آلکان‌ها بر اثر سوختن، همراه با تولید مقدار قابل توجهی انرژی به صورت نور و گرما، به آب و کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شوند، شکل ۷.



گاز طبیعی مخلوطی از چند گاز است. ۸۰ تا ۹۰ درصد گاز طبیعی ایران را متان و بقیه را گازهای اتان، پروپان و بوتان تشکیل می‌دهند.

شکل ۷ گاز طبیعی که به‌طور عمده از متان تشکیل شده است، با شعله‌ی آبی به نسبت تمیزی می‌سوزد. آیا می‌توانید با آزمایش ساده‌ای تشکیل آب را به هنگام سوختن متان ثابت کنید.

سوختن هیدروکربن‌ها

می‌دانید که انرژی لازم برای گرم کردن، غذا پختن و حمل و نقل با سوزاندن سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود. هنگامی که این سوخت‌ها را در هوا یا در اکسیژن بسوزانیم، هیدروکربن‌های سازنده‌ی آن‌ها می‌سوزند و انرژی آزاد می‌کنند. از آن‌جا که هیدروکربن‌ها دارای کربن و هیدروژن هستند، از سوزاندن آن‌ها کربن دی‌اکسید و آب و البته مقدار قابل توجهی انرژی به دست می‌آید. برای نمونه، معادله‌ی شیمیایی سوختن متان به صورت زیر نوشته می‌شود:



آب کربن دی‌اکسید اکسیژن متان

این معادله‌ی شیمیایی نمایانگر یک **سوختن کامل** است. در این نوع سوختن، کربن دی‌اکسید و آب، تنها فراورده‌های واکنش به شمار می‌آیند. اگر، مقدار اکسیژن کافی نباشد، سوختن کامل نخواهد بود.

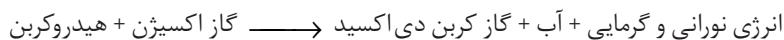
در **سوختن ناقص**، افزون بر کربن دی‌اکسید و آب، مقداری کربن مونواکسید (CO) نیز تشکیل می‌شود. اگر مقدار اکسیژنی که در دسترس متان قرار می‌گیرد باز هم کم‌تر

کربن مونوکسید گازی سمی است و برای ترکیب شدن با هموگلوبین خون با اکسیژن رقابت می‌کند. هنگامی که کربن مونوکسید با هموگلوبین ترکیب می‌شود، آن را از کار می‌اندازد و به این ترتیب دشواری‌های تنفسی به وجود می‌آورد. در تماس قرار گرفتن با کربن مونوکسید به مدت طولانی موجب خستگی، سردرد و حتی مرگ می‌شود. در دود سیگار نیز کربن مونوکسید با غلظت نسبتاً زیاد وجود دارد.

دوده، شکلی از کربن است که به صورت گرد بسیار نرمی در هنگام سوختن ناقص سوخت ها یا از تجزیه ی گرمایی گاز طبیعی یا نفت خام تولید می شود. از دوده برای تولید رنگ و جوهر خودکار، بارور کردن ابرهای باران زا و از همه مهم تر در صنعت لاستیک سازی استفاده می کنند. شرکت دوده ی صنعتی پارس که در ۱۱۰ کیلومتری جنوب تهران قرار دارد از جمله ی مهم ترین تولیدکنندگان دوده در کشور است.



شود، مقداری دوده به عنوان فراورده ی فرعی تولید می شود. بنابراین، تنها هنگامی که گاز اکسیژن زیاد باشد و سوختن به صورت کامل انجام شود، سوختن یک هیدروکربن را می توان با معادله ی شیمیایی زیر نشان داد:



در این معادله، انرژی به عنوان یکی از فراورده های واکنش در نظر گرفته شده است زیرا، انرژی هنگامی آزاد می شود که هیدروکربن بسوزد. مقدار انرژی آزاد شده را می توان برحسب کیلوژول (kJ) و برای یک گرم (g) یا یک مول (mol) از سوخت مورد استفاده، بیان کرد.

جدول ۴ گرمای سوختن یا انرژی آزاد شده به هنگام سوزاندن هیدروکربن ها را بر حسب (kJ/g) نشان می دهد. این داده ها برای محاسبه ی انرژی گرمایی آزاد شده به هنگام سوزاندن هر مقدار از هیدروکربن، سودمند هستند.

برای نمونه، ببینیم با سوزاندن ۱۲ g اوکتان، C_8H_{18} ، چه مقدار انرژی گرمایی آزاد می شود. جدول ۴ نشان می دهد که اگر یک گرم اوکتان را بسوزانیم، $47/8 \text{ kJ}$ انرژی آزاد می شود. سوزاندن ۱۲ g اوکتان، ۱۲ برابر بیش تر، یعنی $574 \text{ kJ} = 12 \times 47/8 \text{ kJ}$ انرژی گرمایی آزاد می کند.

جدول ۴ گرمای سوختن بعضی از آلکان ها

هیدروکربن	فرمول	گرمای سوختن (kJ/g)	گرمای سوختن مولی (kJ/mol)
متان	CH_4	۵۵/۶	۸۹۰
اتان	C_2H_6	۵۲/۰	۱۵۶۰
پروپان	C_3H_8	۵۰/۰	۲۲۰۰
بوتان	C_4H_{10}	۴۹/۳	۲۸۵۹
پنتان	C_5H_{12}	۴۸/۸	۳۵۱۴
هگزان	C_6H_{14}	۴۸/۲	۴۱۴۵
هپتان	C_7H_{16}	۴۸/۲	۴۸۲۰
اوکتان	C_8H_{18}	۴۷/۸	۵۴۵۰

بهبود کیفیت سوخت

هنگامی که استفاده از خودرو متداول شد، تقاضا برای بنزین به سرعت افزایش یافت. به طور معمول، برش بنزین حاصل از تقطیر نفت خام، تنها ۱۸ درصد از حجم هر بشکه نفت را تشکیل می دهد. درواقع، همه ی برش های هیدروکربنی به دست آمده از نفت، در یک زمان معین عرضه و تقاضای یکسان ندارند.

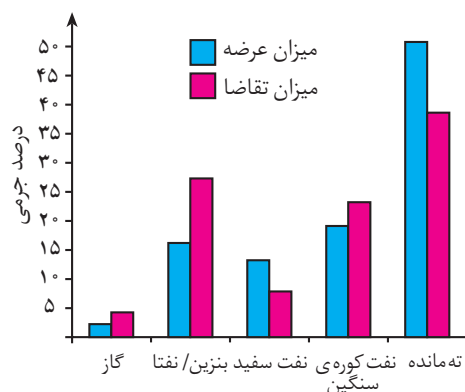
ممکن است بازار یک برش نفتی، کم اهمیت تر از برش نفتی دیگر باشد. برای نمونه، اختراع لامپ های برق موجب شد که مصرف نفت چراغ به سرعت کاهش یابد و اضافه بر



مصرف باقی بماند. (برش نفت چراغ از مولکول هایی با ۱۲ تا ۱۶ اتم کربن تشکیل شده است.)

فکر کنید

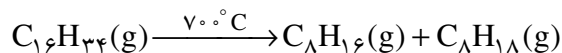
با توجه به شکل زیر، بگویید که میزان تولید کدام برش های نفتی در یک پالایشگاه، کم تر از مقدار مورد درخواست است؟



میزان عرضه و تقاضا برای برش های مختلف حاصل از پالایش نفت خام در یک پالایشگاه

شیمیدان ها و مهندس های شیمی برای ایجاد تغییر یا بهبود کیفی منابع شیمیایی موجود، مهارت یافته اند. آن ها با ایجاد تغییر در ساختار برخی از هیدروکربن های کم مصرف تر نفت، آن ها را به فراورده های سودمندتری تبدیل می کنند. درواقع، مانند آن چه بر سر نفت چراغ آمد، ماده ای را که خریدار کم تری دارد، به موادی که خریدار بیش تری دارد، تبدیل می کنند.

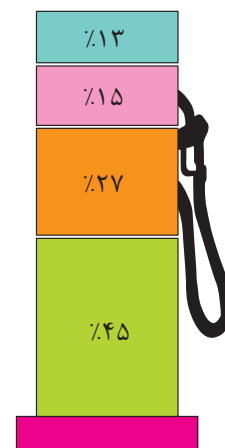
در سال ۱۹۱۳، شیمیدان ها فرایند کراکینگ را برای شکستن مولکول های نفت چراغ به مولکول های کوچک تر (در اندازه ی مولکول های بنزین) طراحی کردند. در این فرایند، نفت چراغ تا حدود 700°C گرم می شود. برای نمونه، ممکن است یک مولکول با ۱۶ اتم کربن شکسته شود و دو مولکول با ۸ اتم کربن به وجود آید.



در عمل می توان مولکول هایی را که از ۱ تا ۱۴ یا تعداد بیش تری اتم کربن دارند، از راه کراکینگ مولکول های بزرگ تر به دست آورد. مولکول هایی که ۵ تا ۱۲ اتم کربن دارند برای استفاده در بنزین، سودمند هستند. در پالایشگاه، مقداری از مولکول های دارای ۱ تا ۴ اتم کربن را که در فرایند کراکینگ تشکیل می شوند، بی درنگ می سوزانند و به این ترتیب دمای بالای مورد نیاز برای اجرای فرایند کراکینگ را تأمین می کنند.

به طور معمول، بیش از یک سوم نفت خام کراکینگ می شود. بازده این فرایند را با

سرب، فلزی سمی است و حتی مقادیر اندک آن بر سلول‌های مغزی کودکان اثر می‌گذارد و باعث بروز عقب‌ماندگی ذهنی در آن‌ها می‌شود.



درصد سهم عوامل مختلف در قیمت بنزین در آمریکا.

متأسفانه سرب موجود در بنزین سرب‌دار، همراه با دیگر فراورده‌های حاصل از سوختن، از راه آگروز خودروها به هوا وارد می‌شود و به علت اثرهای زیان‌آور سرب بر محیط زیست، در بیش‌تر کشورهای پیشرفته، دیگر از این افزودنی استفاده نمی‌شود.

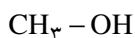
مالیات و آلودگی هوا!

شهروندان آمریکایی در ماه آوریل سال ۲۰۰۰ میلادی هر لیتر بنزین معمولی بدون سرب را به مبلغ ۴۰/۱۰ سنت خریداری می‌کردند. از این مبلغ ۱۸/۰ سنت (۴۵٪) به تهیه‌ی نفت خام، ۶/۰ سنت (۱۵٪) به هزینه‌ها و سود پالایشگاه‌ها و ۵/۲ سنت (۱۳٪) به هزینه‌ها و سود واحدهای حمل و نقل، پخش، نگاه‌داری و فروش اختصاص دارد. ۱۰/۸ سنت (۲۷٪) باقی مانده (یعنی حدود ۲۷ درصد قیمت بنزین) نیز به عنوان مالیات به خزانه‌ی دولت واریز می‌شود. شایان گفتن است که مالیات بر سوخت در ژاپن و برخی از کشورهای اروپایی، از ۵۰ درصد تا ۳۵۰ درصد متغیر است و شهروندان این کشورها ممکن است هر لیتر بنزین را با قیمت یک دلار نیز خریداری کنند.

این در حالی است که در همین تاریخ، هر لیتر بنزین معمولی بدون سرب در ایران ۳۸۵ ریال معادل با ۴/۵ سنت (۱/۹ قیمت بنزین در آمریکا!) به فروش می‌رسید. در یک فعالیت گروهی تحقیق کنید که گرفتن چنین مالیات‌هایی برای بنزین و سوخت‌های فسیلی دیگر، چه تأثیری بر مسایل زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی کشور ما خواهد گذاشت؟
یافته‌های خود را در کلاس ارایه دهید؟

بیش‌تر بدانید

با محدود شدن مصرف بنزین‌های سرب‌دار، افزودن ترکیب‌های دیگری که عدد اوکتان بنزین را بالا می‌برند، روز به روز اهمیت بیش‌تری پیدا کرده است. در حال حاضر، گروهی از افزودنی‌ها، موسوم به سوخت‌های اکسیژن‌دار، به بنزین افزوده می‌شوند تا عدد اوکتان آن را بالا ببرند. این افزودنی‌ها از مولکول‌هایی تشکیل شده‌اند که افزون بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارند. سوخت‌های اکسیژن‌دار، نسبت به بنزین‌های هیدروکربنی معمولی، انرژی کم‌تری آزاد می‌کنند. با وجود این، تقاضا برای آن‌ها زیاد است. زیرا، این افزودنی‌ها هم عدد اوکتان بنزین را بالا می‌برند و هم گازهای آلوده‌کننده‌ی خروجی از آگروز خودرو را کاهش می‌دهند. دو سوخت اکسیژن‌دار متداول، اتانول و متانول هستند.



متانول

(متیل الکل)



اتانول

(اتیل الکل)

امروزه، خودروهایی طراحی شده است که در مصرف سوخت انعطاف‌پذیرند، یعنی می‌توانند با متانول، بنزین بدون سرب یا مخلوطی از این دو کار کنند. این خودروها در بسیاری از کشورها به خدمت

گرفته شده‌اند. مخلوطی از اتانول با آب (سوخت اتانول) یا مخلوطی از ۲۰ درصد الکل و ۸۰ درصد بنزین (گازول) را می‌توان بدون روبه‌رو شدن با کوچک‌ترین مشکل در همه‌ی خودروهای جدید، مصرف کرد.



یک پمپ بنزین در برزیل. صاحب این خودرو در حال پرکردن باک خودروی خود با اتانول است! امروزه در برزیل بیش از ۱۲ میلیون خودرو از این سوخت استفاده می‌کنند.

تحقیق کنید چرا کشور برزیل بزرگ‌ترین پروژه‌ی جهانی برای یافتن جایگزین بنزین را آن‌هم از سال ۱۹۷۵ به اجرا گذاشته است؟ درضمن، چرا از میان سوخت‌های اکسیژن‌دار، اتانول را برای این کار برگزیده است؟



ساخت مواد سودمند

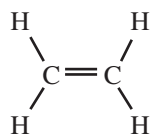
درست، همان‌گونه که یک مهندس ساختمان طرح یک ساختمان را می‌ریزد و از مصالح ساختمانی قابل دسترس آن را می‌سازد، یک شیمیدان یا به تعبیری یک مهندس مولکول‌ها نیز، مولکول‌های تازه‌ای طراحی می‌کند و آن‌ها را با بهره‌گیری از مولکول‌های قابل دسترس، می‌سازد. بنابراین، همان‌طور که یک مهندس ساختمان باید اطلاعاتی درباره‌ی ساختار و خواص ساختمانی متداول داشته باشد، یک شیمیدان هم باید ساختار و خواص مواد اولیه، یعنی مولکول‌های سازنده را بشناسد و به کمک آن‌ها مولکول‌های جدید و فراورده‌های مورد نظر خود را بسازد. بد نیست که اندکی با ساختار مولکولی برخی از هیدروکربن‌ها و ساختار برخی از فراورده‌هایی که شیمیدان‌ها از آن‌ها می‌سازند، آشنا شوید.



فرا تر از آلکان ها

می دانید که اتم کربن، سنگ بنای همه ی ترکیب های آلی است. زیرا، می تواند با اتم های کربن و اتم های دیگر پیوند کووالانسی تشکیل دهد و مولکول هایی به شکل ها و اندازه های گوناگون به وجود آورد. برای مثال، در مولکول برخی از هیدروکربن ها، حداقل دو اتم کربن می توان یافت که به جای چهار اتم، تنها با سه یا دو اتم دیگر پیوند دارد. این نوع هیدروکربن ها را **سیر نشده** می نامند. زیرا، در آن ها همه ی اتم های کربن با حداکثر ظرفیت خود که چهار است، به چهار اتم دیگر متصل نشده اند.

آلکن و آلکین نام دو خانواده ی بزرگ دیگر از هیدروکربن ها هستند که به علت وجود این نوع اتم های کربن جزو هیدروکربن های سیر نشده به شمار می آیند. **اتن** ساده ترین عضو از خانواده ی آلکن ها، و **اتین** ساده ترین عضو از خانواده ی آلکین ها است.



اتن (اتیلن)



اتین (استیلن)

اتین که پیش تر استیلن خوانده می شد، همان گازی است که در جوشکاری و برشکاری به کار می رود.



همان طور که در ساختار اتن و اتین دیده می شود، بین اتم های کربن به جای یک پیوند به ترتیب دو و سه پیوند کووالانسی وجود دارد. بنابراین، ترکیب های کربن داری را که چنین پیوندهایی در آن ها باشد، **سیر نشده** می گویند.

واکنش پذیری شیمیایی هیدروکربن های سیر نشده خیلی بیش تر از واکنش پذیری آلکان ها است. زیرا، همه ی اتم های کربن سیر نشده ی آن ها تمایل دارند تا از حداکثر ظرفیت خود برای پیوند با اتم های دیگر استفاده کنند. از این ویژگی آلکن ها و آلکین ها می توان استفاده کرد و از طریق واکنش دادن آن ها با برخی مواد دیگر، ترکیب های آلی سودمندتری ساخت.

مولکول های سازنده ی دیگر

همه ی مولکول های سازنده، هیدروکربن نیستند. برخی از مولکول های سازنده، ممکن است یک یا چند عنصر دیگر، مانند اکسیژن، نیتروژن، کلر یا گوگرد نیز داشته باشند. بسیاری از این ترکیب ها را می توان به عنوان مشتق هیدروکربن ها در نظر گرفت، یعنی هیدروکربن هایی که یک یا چند اتم هیدروژن آن ها با عنصرهای دیگری جانشین شده است. وارد کردن عنصرهای دیگری در ساختار هیدروکربن ها، موجب می شود که واکنش پذیری شیمیایی مولکول ها به شدت تغییر کند.

فراورده های پتروشیمیایی

در کم تر از ۱۵۰ سال پیش، تمام اشیای مورد استفاده ی انسان، به طور مستقیم از

موادی مانند چوب، سنگ، انواع فلزها، شیشه یا خاک رس ساخته می‌شد. الیاف مورد استفاده در آن زمان، پنبه، پشم، کتان و ابریشم بود. تمام داروها و افزودنی‌های غذایی (چاشنی) از منابع طبیعی به دست می‌آمد.

امروزه بسیاری از اشیاء و مواد متداول، ساختنی هستند و به وسیله‌ی صنایع شیمیایی از نفت یا گاز طبیعی به دست می‌آیند. این ترکیب‌ها را **فراورده‌های پتروشیمیایی** می‌نامند. برخی از مواد پتروشیمیایی مانند پاک‌کننده‌ها، حشره‌کش‌ها، مواد دارویی و آرایشی به طور مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما، بیش‌تر این مواد به عنوان ماده‌ی اولیه (یا واسطه) در تولید ترکیب‌های دیگر به ویژه پلاستیک‌ها به کار می‌روند.

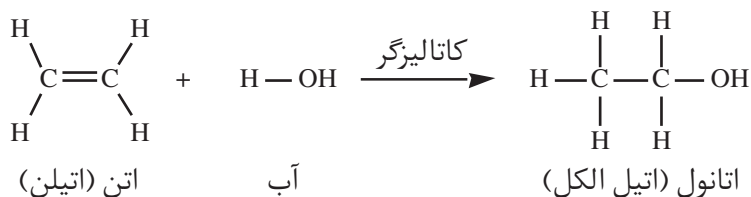
از پلاستیک‌ها برای تولید رنگ، پارچه، لاستیک، مواد عایق، چسب، مواد قالب‌گیری و مصالح ساختمانی استفاده می‌شود. تولید جهانی پلاستیک‌های ساخته شده از نفت پنج برابر بیش‌تر از فراورده‌های ساخته شده از آلومینیم است. بیش از یک سوم تمام الیاف و ۷۰ درصد لاستیک جهان از مواد پتروشیمیایی ساخته می‌شوند. راستی مواد اولیه‌ی مناسب برای ساخت مواد پتروشیمیایی چیست؟ آلکان‌ها، به جز قابلیت سوختن، واکنش‌پذیری کمی از خود نشان می‌دهند. از این رو، ترکیب‌های معدودی را می‌توان به طور مستقیم از آن‌ها تهیه کرد.

برعکس، هیدروکربن‌های سیر نشده به ویژه آلکن‌ها، مولکول‌های سازنده‌ی پراهمیتی به شمار می‌آیند. یکی از آلکن‌های مهم صنعتی اتن (اتیلن) است. برای ساخت هزارها ماده‌ی شیمیایی، از واکنش مولکول‌های سازنده با یک دیگر یا با مولکول‌های دیگر استفاده می‌کنیم. کتاب‌های بسیاری لازم است تا بتوان همه‌ی واکنش‌های مولکول‌های سازنده را معرفی کرد. از این رو، تنها با چند مولکول سازنده، یعنی اتن، اتانول و مواد مرتبط با اتن، آشنا خواهیم شد. واکنش‌پذیری پیوند دوگانه در اتن (اتیلن) بسیار زیاد است. از این رو، به آسانی می‌توان آن را به بسیاری از فراورده‌های سودمند تبدیل کرد. برای مثال، وقتی یک مولکول آب با پیوند دوگانه‌ی یک مولکول اتن واکنش می‌دهد، اتانول (اتیل الکل) تشکیل می‌شود.



مجتمع پتروشیمی

شیراز نخستین واحد پتروشیمی ایران است که در سال ۱۳۴۲ کار خود را با تولید کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار آغاز کرد. امروزه در این مجتمع صنعتی، فراورده‌های گوناگونی چون آمونیاک، اوره، آمونیوم نترات، نیتریک اسید، هیدروکلریک اسید، سدیم هیدروژن کربنات و متانول تولید می‌شود.

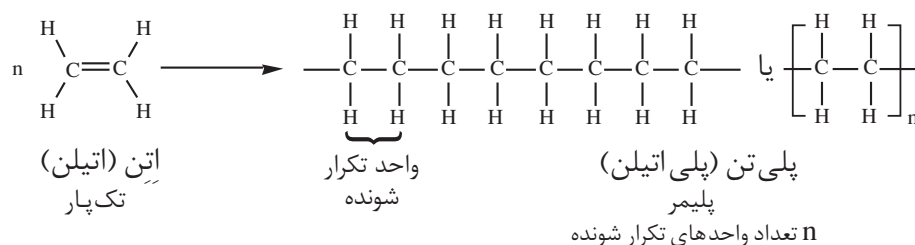


در این واکنش، مولکول آب به اتم‌های کربن پیوند دوگانه -H به یک کربن و OH به کربن دیگر - افزوده می‌شود و ترکیب سیر شده‌ای را به وجود می‌آورد. اتانول به مقدار زیاد به عنوان حلال در روغن‌های جلا و عطرها، در تهیه‌ی بسیاری از اسانس‌ها و مواد دارویی استفاده می‌شود.

پلی‌تن (پلی‌اتیلن)، که به طور متداول در ساخت کیسه‌های پلاستیکی و ورقه‌های



بسته بندی مصرف می شود، یکی از بسپارهای مهم صنعتی است، شکل ۹. بسپار یا پلیمر مولکول بزرگی است که از به هم پیوستن دست کم ۱۰۰ تا چند هزار مونومر یا تک پار به وجود می آید. در تولید پلی تن مولکول اتن (اتیلن) به عنوان تک پار استفاده می شود. واکنش شیمیایی تولید پلی تن را می توان به صورت ساده ی زیر نمایش داد:



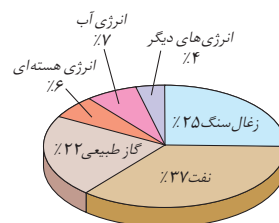
شکل ۹ واحد تولید پلی تن در مجتمع پتروشیمی بندر امام. این مجتمع صنعتی که در سال ۱۳۶۸ تأسیس شده است، گاز مایع و پی وی سی نیز تولید می کند.

جایگزین های نفت

گفتیم که نفت یک منبع تجدیدناپذیر است؛ بنابراین اگر آن را مصرف کنیم، چیزی جای خالی آن را پر نمی کند. به درستی نمی توانیم پیش بینی کنیم که ذخایر نفتی تا چه زمانی دوام خواهند داشت و میزان تقاضا برای نفت در آینده چه مقدار خواهد بود. خوشبختانه، از مدت ها پیش، شیمیدان ها در جست و جوی جایگزین هایی برای نفت - هم برای سوزاندن و هم برای ساختن - بوده اند.

جایگزین نفت برای سوزاندن

یکی از جایگزین های احتمالی نفت، تولید سوخت مایع از زغال سنگ است. آلمان از دهه ی ۱۹۴۰ میلادی از این فناوری بهره مند بوده است. در حال حاضر، هزینه ی استخراج زغال سنگ از معدن و تبدیل آن به سوخت مایع خیلی بیش تر از هزینه ی تولید همین مقدار



مصرف جهانی انرژی مطابق
آمار سال ۱۹۹۸.

سوخت از نفت است. اما، این امکان نیز وجود دارد که با افزایش بهای نفت، تولید سوخت مایع از زغال سنگ سودآور شود.

زغال سنگ

فراوان ترین سوخت فسیلی در جهان است.

CNG کوتاه شده ی

عبارت Condensed Natural

Gas به معنای گاز طبیعی

فشرده است.

به منابع انرژی

تجدیدپذیر نیروی سبز

می گویند.

برای گسترش عمر سودمند نفت، به عنوان منبع انرژی، چند راه وجود دارد. بدون آن که ضرورت داشته باشد، روش زندگی خود را به طور جدی تغییر دهیم. می توان ساختمان ها و ماشین هایی ساخت که بهره وری انرژی در آن ها بیش تر باشد و نیاز ما را به نفت کم تر کند. خودروهایی را که با بنزین کار می کنند، می توان به خودروهایی تبدیل کرد که با دو نوع سوخت، یعنی بنزین و گاز طبیعی کار کنند. گاز طبیعی را که بیش تر از متان، CH_4 ، تشکیل شده است می توان به صورت فشرده در مخزن های ویژه ای انبار کرد. این فراورده را اغلب با نام CNG به فروش می رسانند. مخزن های CNG را که قابل پر شدن دوباره هستند، می توان در بدنه ی خودرو جاسازی کرد. هریک از این مخزن ها می تواند سوخت یک خودروی معمولی را برای مسافت ۴۰۰ کیلومتر تأمین کند. استفاده از سوخت تمیزی هم چون گاز طبیعی، یکی از راه حل های گسترش عمر مفید منابع نفتی جهان است. گفتنی است که منابع مهم دیگری که منشأ فسیلی ندارند، نیز برای تأمین انرژی مورد مطالعه و در برخی موارد مورد استفاده قرار گرفته اند. انرژی هسته ای، انرژی خورشیدی، انرژی باد، انرژی موج های دریا و انرژی زمین گرمایی از این جمله اند. ویژگی مهم همه ی این منابع، این است که انرژی الکتریکی را به طور مستقیم تولید می کنند. در واقع، این منابع، هیچ گونه کربن دی اکسیدی به هوا وارد نمی کنند. بنابراین، برخلاف همه ی سوخت های فسیلی، می توان آن ها را منابع تمیزی برای تولید انرژی دانست.

گاز هیدروژن جایگزینی برای نفت

گاز هیدروژن فراوان ترین عنصر در جهان است که به صورت ترکیب های مختلف یافت می شود. این گاز مانند سوخت های فسیلی می تواند با اکسیژن بسوزد و گرما تولید کند. فراورده ها و گرمای سوختن گاز هیدروژن و سوخت های فسیلی در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵ فراورده ها و گرمای سوختن چند ماده سوختنی

سوخت	بنزین	زغال سنگ	هیدروژن	گاز طبیعی
گرمای آزاد شده (kJ/g)	۴۸	۳۰	۱۴۳	۵۴
فراورده های سوختن	CO, CO_2, H_2O	CO, CO_2, H_2O, SO_2	H_2O	CO, CO_2, H_2O

فکر کنید

گاز هیدروژن به عنوان یک سوخت در مقایسه با سوخت های فسیلی چه مزایایی دارد؟



دانشمندان یک نوع باتری ساخته‌اند که با مصرف گازهای هیدروژن و اکسیژن برق تولید می‌کند. این نوع باتری به سلول سوختی معروف است و برای تأمین برق رایانه‌ها و موتورهای کوچک موجود در فضاپیماها و روشنایی آن‌ها به کار می‌رود. در حال حاضر خودروهایی ساخته شده‌اند که با سلول‌های سوختی کار می‌کنند. از این رو احتمال زیادی وجود دارد که کاربرد این نوع باتری‌ها گسترش بیابد و گاز هیدروژن نهایتاً بتواند جایگزین نفت برای سوختن شود، اما سرنوشت سلول‌های سوختی و میزان گسترش کاربرد آن‌ها به میزان سهولت و با صرفه بودن روش‌های تولید آن وابسته است.

یکی از روش‌های تولید گاز هیدروژن تجزیه آب است. آب را می‌توان به کمک برق و انرژی خورشیدی تجزیه کرد، اما این روش‌ها به انرژی زیادی نیاز دارند و با صرفه نیستند. در نتیجه دانشمندان در جست‌وجوی یافتن روش‌های مناسب‌تر و با صرفه‌تری برای تولید هیدروژن هستند.

گفتنی است، با وجود این که گاز هیدروژن مزیت‌های زیادی دارد که بتواند به عنوان سوخت، جایگزین نفت شود اما معایب بزرگی هم دارد که برای برطرف کردن آن‌ها راه طولانی در پیش است و تلاش خستگی‌ناپذیر دانشمندان را می‌طلبد.

جست و جو کنید

در یک فعالیت گروهی درباره روش‌های تولید، نگه‌داری و حمل و نقل گاز هیدروژن تحقیق کرده و معایب این گاز را به عنوان یک سوخت به کلاس گزارش دهید.

بیش تر بدانید

در برخی از کشورها، از چربی‌ها و روغن‌های گیاهی و حیوانی برای تولید سوخت استفاده می‌شود. البته این بار در پی جایگزینی برای گازوئیل!

در انگلستان از دانه‌های گیاهی خودرو به نام شَرشَم، روغنی به دست می‌آید که از آن یک سوخت دیزل تهیه می‌شود. این سوخت در اثر سوختن گاز گوگرد دی‌اکسید تولید نمی‌کند و مقدار دوده‌ای کم‌تری نیز دارد. به این نوع سوخت‌ها، زیست دیزل می‌گویند.



گیاه شَرشَم. این گیاه خودرو به‌طور گسترده در انگلستان می‌روید. هم‌چنین در استان سیستان و بلوچستان (حومه‌ی خاش) نیز یافت می‌شود.



این اتوبوس به‌طور آزمایشی با زیست دیزل تولیدی از روغن گیاه شَرشَم به راه افتاده است.



رونمایی از چند خودروی ایرانی که با سلول سوختی کار می‌کنند، امید و انگیزه پژوهشگران جوان کشورمان را برای رسیدن به فناوری بومی و پیش‌رفته در زمینه سلول‌های سوختی دو چندان کرده است.



برخی از جلبک‌ها می‌توانند از آب، گاز هیدروژن تولید کنند.

شاید روزی فرا برسد که آب بتواند به عنوان یک منبع پایان‌ناپذیر برای تهیه هیدروژن و در نتیجه تولید برق به کار برود. نظر شما چیست؟

آیا کاغذ باطله و مقوا را می توان به عنوان سوخت در خانه مصرف کرد؟ به این پرسش پس از پرکردن جدول زیر پاسخ دهید.

ملاک های گزینش یک سوخت

ویژگی های سوخت مورد بررسی	بله	خیر	تاحدودی	ملاحظات
آیا به آسانی شعله ور می شود؟				
آیا پس از شعله ور شدن به سوختن ادامه می دهد؟				
آیا به طور طبیعی یافت می شود؟				
آیا دود فراوانی تولید می کند؟				
آیا بخارهای خطرناک ایجاد می کند؟				
آیا مقدار زیادی انرژی (گرمایی - نورانی) تولید می کند؟				
آیا پس از سوختن خاکستر به جای می گذارد؟				
آیا به سرعت می سوزد و تمام می شود؟				
آیا انبار کردن و حمل و نقل آن بی خطر است؟				
آیا گران قیمت است؟				
آیا به فراوانی در دسترس قرار دارد؟				
آیا می توان از آن در موارد دیگر استفاده کرد؟				

جایگزین نفت برای ساختن

به تدریج که منابع نفتی کاهش می یابند، مصرف نفت به عنوان سوخت به طور جدی محدودتر می شود. اما، به عنوان منبع مواد پتروشیمیایی هم چنان مورد استفاده خواهد بود. با وجود این، چون سرانجام روزی منابع نفتی به پایان خواهند رسید، باید در جست و جوی منابع جایگزین برای تولید مولکول های سازنده نیز بود.

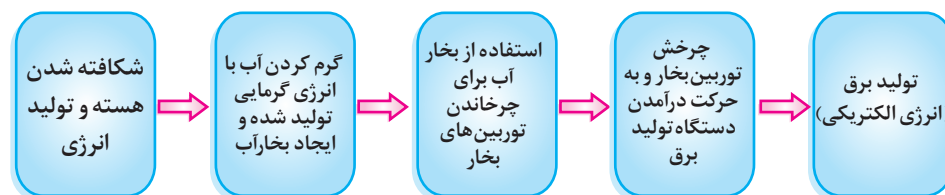
استفاده از زغال سنگ به عنوان ماده ی خام اولیه - افزون بر نقش آن به عنوان سوخت - توجه زیادی را به خود جلب کرده است. زغال سنگ، بیش تر از کربن تشکیل شده است. در اصل، تمام ترکیب های کربن را که هم اکنون از نفت ساخته می شوند می توان با استفاده از واکنش های شیمیایی مناسب، از زغال سنگ، آب و هوا به دست آورد. اما، هزینه و زمان لازم برای یافتن معدن های تازه ی زغال سنگ و تأسیس کارخانه های مورد نیاز، مانع گذر سریع از نفت و توجه به زغال سنگ است. افزون بر این، هزینه ی تبدیل زغال سنگ (هم از نظر اقتصادی و هم از نظر زیست محیطی) خیلی بیش تر از هزینه ی تبدیل نفت به مولکول های سازنده است. بنابراین، ساخت مولکول های سازنده از زغال سنگ پرهزینه تر از ساخت مولکول های سازنده از نفت خواهد بود. مگر آن که بهای نفت بیش تر از بهای کنونی آن باشد.



به هر حال در زمینه‌ی چگونگی استفاده از نفت برای سوزاندن و ساختن، با تصمیم‌گیری‌های دشواری روبه‌رو هستیم، اما شیمی همیشه راه‌هایی برای کمک به تصمیم‌گیری ما و تأمین نیازمندی‌های جامعه‌ی بشری ارائه کرده است. ضمن این‌که صرفه‌جویی در مصرف نفت، فرصت مناسبی برای یافتن و به بهره‌برداری رساندن جایگزین‌هایی برای نفت به عنوان ماده‌ای برای سوزاندن فراهم می‌کند، اگر در مصرف نفت صرفه‌جویی کنیم هرگز ناگزیر نخواهیم شد روش زندگی خود را از بنیاد تغییر دهیم.

شما چه تصمیمی می‌گیرید؟

نیاز روزافزون جامعه‌ی جهانی به انرژی، دانشمندان را بر آن داشته است که پیوسته در پی یافتن منابع تجدیدپذیر و حتی تجدیدنپذیر تازه‌ای بگردند تا به کمک آن بتوان این نیاز سیری ناپذیر بشری را تأمین کرد. در میان منابع گوناگونی که تاکنون شناخته شده است انرژی هسته‌ای جایگاهی متفاوت دارد. در حال حاضر این منبع تجدیدنپذیر انرژی تقریباً حدود یازده درصد از نیازهای جهان به انرژی را تأمین می‌کند و انتظار می‌رود که در سال‌های آینده بر این میزان نیز افزوده شود. به بیانی ساده انرژی هسته‌ای را می‌توان انرژی حاصل از شکافته شدن هسته‌ی اتم‌های اورانیوم دانست و تولید آن را به پنج مرحله به شرح زیر خلاصه کرد:



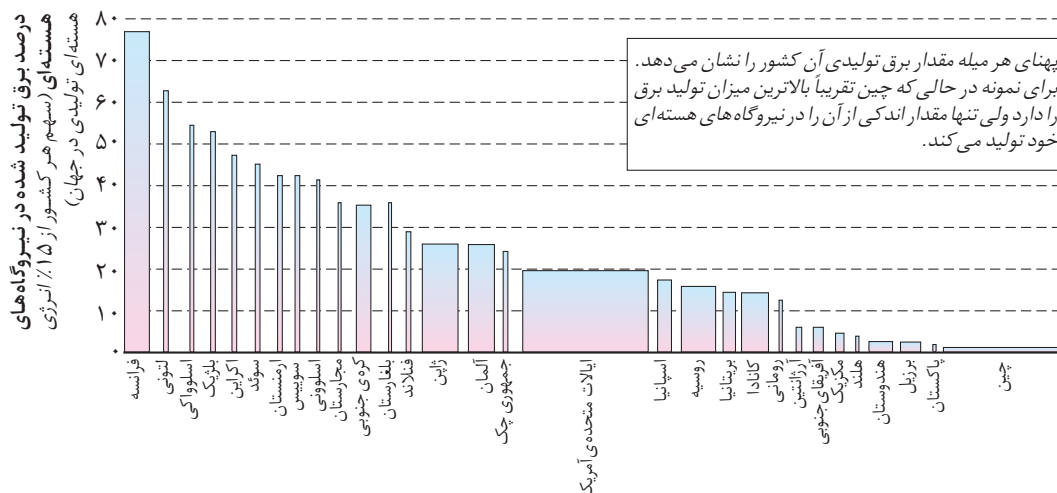
سوخت نیروگاه‌های هسته‌ای میله‌هایی است که از فلز اورانیوم ساخته شده است. ویژگی برجسته‌ی انرژی هسته‌ای، تولید انرژی بسیار زیاد از مقدار اندکی سوخت است. سوختی که آلودگی رایج سوخت‌های فسیلی از جمله تولید گازهای گلخانه‌ای و ایجاد باران اسیدی را در پی ندارد. مقایسه‌ها نشان می‌دهد که مقدار انرژی حاصل از مصرف یک کیلوگرم اورانیوم در نیروگاه‌های هسته‌ای را می‌توان از سوزاندن حدود یک تن زغال سنگ به دست آورد. گفتنی است که از سوختن این مقدار زغال سنگ ده‌ها تن گازهای سمی و گلخانه‌ای وارد هوا کره می‌شود.

ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای ایمن بسیار پرهزینه است ولی پس از راه‌اندازی، تولید انرژی از این طریق هزینه‌ی کمی در بر خواهد داشت. برآوردها نشان می‌دهد، اگر قیمت اورانیوم دو برابر شود یعنی ۱۰۰ درصد افزایش پیدا کند قیمت انرژی هسته‌ای تولیدی تنها هفت درصد رشد خواهد داشت.

انرژی هسته‌ای حاصل از شکافت اورانیوم یک انرژی تجدیدنپذیر نیست. با بیرون کشیده شدن همه‌ی اورانیوم درون زمین و استفاده از آن دیگر اورانیومی باقی نخواهد ماند.

استفاده از عبارت تولید انرژی در این بحث یک غلط رایج است که با قانون پایستگی انرژی مغایرت دارد. توجه داشته باشید که انرژی هسته‌ای از شکافته شدن هسته‌ی اتم‌های اورانیوم آزاد می‌شود.

اگر چه پسماند نیروگاه‌های هسته‌ای اندک است ولی موادی بسیار سمی و خطرناک به شمار می‌آیند. ایجاد این پسماندها از جمله عیب‌های تولید انرژی از این طریق است. دفع این پسماندها به تخصص، مهارت و صرف هزینه‌ی زیاد نیاز دارد. عدم استفاده از سازه‌های مناسب برای طراحی و ساخت نیروگاه‌های اتمی و بی‌توجهی به آثار زیان‌بار پسماندهایی که برجای می‌گذارد می‌تواند به بروز یک بحران انسانی و محیط‌زیستی ملی و حتی بین‌المللی بینجامد. زلزله و سونامی سال ۲۰۱۱ در ژاپن و تخریب نیروگاه اتمی فوکوشیما تازه‌ترین بحرانی است که وقوع آن هزینه‌ی تولید ایمن انرژی هسته‌ای را برای هر کشوری بالا می‌برد. شکل ۱۰ میزان تولید انرژی هسته‌ای کشورهای را نشان می‌دهد که به این فناوری مهم دست یافته‌اند. با دقت به نمودار یاد شده نگاه کنید. در میان کشورهای تولید کننده‌ی انرژی هسته‌ای کدام کشور بیش‌ترین و کدام یک کم‌ترین میزان تولید انرژی را دارد؟ جایگاه کشورمان در این نمودار کجاست؟ از این مقایسه چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ تصور کنید شما یکی از سیاستمداران کشور هستید. حال با توجه به نیاز روز افزون کشور به انرژی و اطلاعاتی که در مورد برتری‌ها و کاستی‌های انرژی هسته‌ای به دست آوردید، درباره‌ی تولید و مصرف این انرژی چه تصمیمی می‌گیرید؟ تصمیم خود را در کلاس به بحث بگذارید.



شکل ۱۰ مقایسه‌ی میزان تولید انرژی هسته‌ای کشورهای مختلف در سال ۲۰۰۷

برخی رزم‌ناوها و زیردریایی‌های نظامی از انرژی هسته‌ای برای به حرکت درآوردن موتورهای خود بهره می‌گیرند.





شیمی و دانشگاه

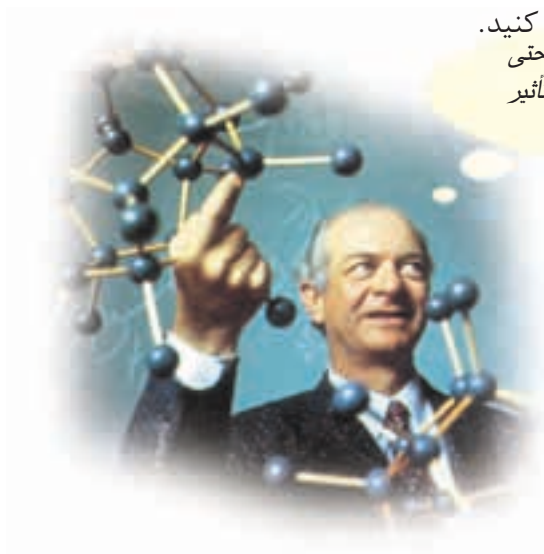
تحقیق کنید که چه رشته‌هایی در دانشگاه به مطالعه‌ی فرایند تولید نفت از اکتشاف، حفاری، استخراج تا پالایش می‌پردازند؟ کدام دانشگاه‌ها این رشته‌ها را دارند؟ و فارغ‌التحصیلان این رشته‌ها در آینده در چه بخش‌هایی می‌توانند به کار مشغول شوند؟



برخی بر این باورند که

لینوس کارل پولینگ (۱۹۹۴-۱۹۰۱)، شیمیدان پر آوازه‌ی آمریکایی و برنده‌ی دو جایزه‌ی نوبل یکی در شیمی و دیگری در صلح، بر این باور بود که:

این دیدگاه را در کلاس نقد کنید.
هر جنبه از دنیای امروز حتی
روابط بین‌المللی تحت تأثیر
شیمی است.



بیش تر بخوانید

- ۱- مoad، رضا شیرازی، چاپ سوم، ۱۳۷۵، انتشارات پیام آزادی.
- ۲- شیمی روز، رضا شیرازی، چاپ سوم، ۱۳۷۵، انتشارات پیام آزادی.
- ۲- طلای سیاه، زهرا ارزانی، سید محمد اولایی، چاپ اول، ۱۳۸۱، انتشارات محراب قلم.

واژه نامه

آب سخت	hard water ۳۶ آبی که در آن به علت وجود ترکیب های حل شده ی کلسیم، منیزیم و آهن صابون به خوبی کف نمی کند.
آلکان	alkane ۱۲۴ نوعی از هیدروکربن های سیرشده که میل ترکیبی زیادی ندارند و به فراوانی در نفت خام یافت می شوند.
آلکان راست زنجیر	straight - chain alkane ۱۲۴ آلکان هایی که هر اتم کربن آن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است.
آلکان شاخه دار	branched alkane ۱۲۴ آلکان هایی که در آن هایک یا چند اتم کربن با سه یا چهار اتم کربن دیگر پیوند داشته باشد.
آلکن	alkene ۱۳۲ نوعی هیدروکربن سیر نشده که دو اتم کربن آن با دو پیوند کووالانسی به هم متصل شده اند.
آلکین	alkyne ۱۳۲ نوعی هیدروکربن سیر نشده که دو اتم کربن آن با سه پیوند کووالانسی به هم متصل شده اند.
آنیون	anion ۱۹ به یون هایی با بار الکتریکی منفی می گویند.
اتم گرم	gram - atom ۸۷ به جرم یک مول از اتم های یک عنصر برحسب گرم گفته می شود.
اثر گلخانه ای	greenhouse effect ۶۷ به جذب پرتوهای انرژی و باز تابش پرتوهای کم انرژی به وسیله ی مولکول های برخی گازهای موجود در هوا کره می گویند.
الکترون	electron ۱۵ ذره ی با بار الکتریکی منفی که پیرامون هسته ی اتم می چرخد.
انحلال پذیری	solubility ۲۲ بیش ترین مقدار ماده ای است که در یک دمای معین می تواند در ۱۰۰ g آب حل شود.
اکسایش	oxidation ۶۲ واکنشی که در آن اکسیژن با یک عنصر ترکیب می شود.
اکسید	oxide ۶۲ به فراورده ی ترکیب اکسیژن با یک عنصر می گویند.
باران اسیدی	acid rain ۷۷ بارانی که با حل کردن گازهایی مانند گوگرد دی اکسید و اکسیدهای نیتروژن و ... موجود در هوا کره خاصیت اسیدی پیدا می کند.
باز به کار بردن	reuse ۱۰۰ استفاده ی دوباره یا چندباره از مواد یا وسایل
بازگردانی	recycling ۱۰۰ جمع آوری و نگاه داری مواد یا وسایل و بازفرآوری آن ها

بازنگری کردن	revise ۹۹	اصلاح پیوسته‌ی عادت‌های فردی و اجتماعی در استفاده از مواد یا وسایل
باکتری هوازی	aerobic bacteria ۲۴	باکتری که برای ادامه‌ی زندگی به اکسیژن هوا نیازمند است.
بَسپار یا پلیمر	polymer ۱۳۴	مولکول بزرگی که از به هم پیوستن ۱۰۰ تا چند هزار تک پار به وجود می‌آید.
پالایش	refine ۱۱۸	فرایندی که در آن اجزای نفت خام را از یک‌دیگر جدا می‌کنند.
پروتون	proton ۱۵	ذره‌ی با بار الکتریکی مثبت که در هسته‌ی اتم جای دارد.
پیوند شیمیایی	chemical bond ۱۳	نیروی جاذبه‌ای قوی است که اتم‌ها یا یون‌ها را در کنار یک‌دیگر نگاه می‌دارد.
پیوند کووالانسی	covalent bond ۱۵	نوعی پیوند شیمیایی است که اتم‌ها را به یک‌دیگر متصل می‌کند و مولکول‌ها را به وجود می‌آورد.
پیوند یونی	ionic bond ۲۰	نوعی پیوند شیمیایی که یون‌های ناهم نام را کنار یک‌دیگر نگاه می‌دارد.
ترکیب	compound ۱۳	ماده‌ای که یون‌ها یا مولکول‌های سازنده‌ی آن از واکنش دو یا چند عنصر با نسبت مشخص تشکیل شده باشد.
تروپوسفر	troposphere ۴۹	بخشی از هواکره که در فاصله‌ی ۱۰ تا ۱۲ کیلومتری از سطح کره زمین قرار دارد.
تک پار	monomer ۱۳۴	مولکول ساده‌ای که از به هم پیوستن آن‌ها بَسپار (پلیمر) به وجود می‌آید.
تقطیر جزء به جزء	fractional distillation ۱۱۸	روشی برای جداسازی اجزای مخلوط چند مایع دارای نقطه‌ی جوش متفاوت است.
جایگزینی	replacement ۱۰۶	روشی برای افزایش عمر منابع تجدیدناپذیر و به کارگیری آن‌ها در موارد مشابه است.
جدول تناوبی	periodictable ۹۱	آرایش عنصرهای شیمیایی به ترتیب افزایش عدد اتمی که در آن عنصرهای با خواص مشابه در یک ستون قرار گیرند و این تشابه در فواصل منظمی تکرار می‌شود.
جرم مولی	molar mass ۸۷	به جرم یک مول از مولکول‌ها یا اتم‌های یک ماده برحسب g/mol جرم مولی می‌گویند.
زیست‌تخریب پذیر	biodegradation ۲۴	موادی که در محیط زیست به کمک باکتری‌ها به مواد ساده‌تری تجزیه می‌شوند.
زیست‌گاز	biogas ۹۸	مخلوطی از گازهای متان و کربن دی‌اکسید که در اثر انجام فرایندهای زیست‌شیمیایی به کمک موجودات ذره‌بینی روی زباله‌ها ایجاد می‌شود.
سختی دائم	permanent hardness ۳۷	آبی که در آن مقدار زیادی یون‌های Ca^{++} ، Mg^{++} و Fe^{++} وجود داشته باشد.
سختی موقت	temporary hardness ۳۶	به سختی ناشی از وجود کلسیم هیدروژن کربنات محلول در آب می‌گویند.
سوخت	fuel ۱۱۲	ماده‌ای سوختنی است که تنها به منظور تأمین انرژی سوزانده می‌شود.
سوخت فسیلی	fossil fuel ۱۱۳	موادی مانند زغال سنگ، نفت خام و گاز طبیعی که طی میلیون‌ها سال از تجزیه اجساد و بقایای جانوران و گیاهان مدفون شده در زمین به وجود آمده‌اند و امروزه به عنوان منبع تأمین انرژی به کار می‌روند.
سوختن	combustion ۶۲	واکنش اکسایشی که سریع روی می‌دهد و با ایجاد شعله و آزادکردن مقدار زیادی گرما، صوت و نور همراه است.

سوختن کامل	complete combustion ۱۲۶	سوختن یک هیدروکربن در حضور اکسیژن کافی که تنها کربن دی اکسید و آب تولید می کند.
سوختن ناقص	incomplete combustion ۱۲۶	سوختن یک هیدروکربن در حضور مقدار کمی اکسیژن که افزون بر کربن دی اکسید و آب، مقدار زیادی کربن مونواکسید نیز تولید می کند.
شبه فلز	metalloid ۹۰	عنصری که برخی از خواص آن شبیه فلزها و برخی دیگر شبیه نافلزهاست.
شیمی آلی	organic chemistry ۱۲۲	شاخه ای از شیمی که به مطالعه ی ترکیب های آلی می پردازد و به آن شیمی ترکیب های کربن نیز گفته می شود.
صفر مطلق	absolute zero ۵۷	صفر کلون، پایین ترین دمایی که رسیدن به آن غیر ممکن است.
ظرفیت	valence ۱۶	تعداد پیوندهایی که یک اتم می تواند با اتم های دیگر تشکیل دهد.
ظرفیت گرمایی ویژه	specific heat capacity ۱۱	مقدار گرمایی است که دمای ۱ g از یک جسم را ۱°C افزایش می دهد.
ضریب خطر	risk factor ۳۴	به نسبت مقدار یون های موجود در آب به مقدار مجاز اعلام شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست می گویند.
طلای سیاه	black gold ۱۱۷	عنوانی است که به نفت خام نسبت می دهند و ارزش اقتصادی آن را یادآور می شود.
طلای کثیف	dirty gold ۱۰۲	عنوانی است که به زباله نسبت می دهند و ارزش اقتصادی آن را یادآور می شود.
عدد اوکتان	octane number ۱۲۹	مقیاسی برای سنجش کیفیت سوختن یا میزان بهسوزی بنزین است.
عدد آووگادرو	avogadro's number ۸۶	به عدد 6.022×10^{23} عدد آووگادرو می گویند.
عنصر	element ۱۳	ماده ای که ذره های سازنده ی آن اتم یا مولکول هایی هستند که از یک نوع اتم ساخته شده اند.
فراورده	product ۱۴	ماده ای که در یک واکنش شیمیایی تشکیل می شود و در سمت راست معادله ی شیمیایی نوشته می شود.
فرمول شیمیایی	chemical formula ۱۴	شیوه ای برای نشان دادن نوع عنصرهای سازنده و تعداد اتم های یک ترکیب شیمیایی است.
فشار استاندارد	standard pressure ۵۵	به فشار هوا در سطح دریا که برابر 760 mmHg یا 1 atm است فشار استاندارد می گویند.
فشار هوا	air pressure ۵۴	فشاری که مولکول های گازهای سازنده ی هوا به سطحی با مساحت مشخص وارد می کنند.
فشار هوای معمولی	normal air pressure ۵۵	به میانگین فشار هوا در سطح دریا فشار هوای معمولی می گویند.
فلز	metal ۸۸	عنصری با جلالی فلزی و خاصیت چکش خواری که نقطه ی ذوب و جوش بالایی دارد و جریان برق و گرما را از خود عبور می دهد.
فلز سنگین	heavy metal ۳۳	فلزی که اتم گرم بالایی دارد.
فلزهای قلیایی	alkali metals ۹۱	فلزهای گروه اول جدول تناوبی عناصر شامل Li, Na, K, Rb, Cs و Fr.
فوتوسنتز	photosynthesis ۲۴	واکنشی که در آن گیاه از کربن دی اکسید، آب و نور خورشید در حضور کلروفیل، قند و اکسیژن می سازد.

قانون بویل	boyle's law	۵۶ در دمای ثابت، حجم یک نمونه ی معین گاز با فشار آن رابطه ی وارونه دارد.
قانون پایستگی جرم	the law of the conservation of mass	۸۵ در یک واکنش شیمیایی جرم نه به وجود می آید و نه از بین می رود.
قانون شارل	charles' law	۵۷ در فشار ثابت، حجم نمونه ی معین گاز با دمای مطلق آن رابطه ی مستقیم دارد.
کاتالیزگر	catalyst	۱۲۹ ماده ای که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می دهد اما خود در آن مصرف نمی شود.
کاتیون	cation	۱۹ به یون هایی با بار الکتریکی مثبت می گویند.
کاتیون سنگین	heavy cation	۳۳ کاتیونی که اتم سازنده ی آن اتم گرم بالایی دارد.
کاهش دادن	reduce	۱۰۰ کم کردن میزان مصرف به منظور جلوگیری از ایجاد زباله
کراکینگ	cracking	۱۲۸ فرایندی که در آن مولکول های بزرگ تر به مولکول های کوچک تری تبدیل می شوند.
کلروفلوئوروکربن	chlorofluorocarbon	۷۱ دسته ای از ترکیب های شیمیایی که با علامت اختصاری CFC نشان داده می شوند و به عنوان پیشران در افشانه ها یا گاز سرمازا در یخچال ها و کولرهای گازی استفاده می شود.
کلوئید	colloid	۳۹ نوعی مخلوط است که اندازه ی ذره های آن 10^{-9} تا 10^{-7} متر است. این ذره ها بار الکتریکی دارند و ته نشین نمی شوند.
گاز ایده آل	ideal gas	۵۸ به گازهایی گفته می شود که رفتار آن ها با توجه به نظریه ی جنبش مولکولی گازها قابل پیش بینی باشد.
گازهای گلخانه ای	greenhouse gases	۶۷ گازهایی مانند کربن دی اکسید، بخار آب و متان که از طریق اثر گلخانه ای باعث گرم شدن زمین می شوند.
گازهای نادر یا نجیب	noble gases یا rare gases	۶۱ به عنصرهای گروه هجدهم (ستون هجدهم از جدول تناوبی عنصرها) جدول تناوبی شامل گازهای He، Ne، Ar، Kr، Xe و Rn می گویند.
لایه ی اوزون	ozone layer	۷۰ پوششی در اطراف زمین که از گاز اوزون تشکیل شده و زمین را در برابر تابش پرتوزی و خطرناک فرابنفش محافظت می کند.
مانومتر	manometer	۵۶ فشارسنجی که فشار گاز درون حباب شیشه ای را نشان می دهد.
محلول فراسیر شده	supersaturated solution	۲۲ محلولی که مقدار حل شونده در آن بیش تر از مقداری است که قابلیت انحلال پذیری حل شونده در یک دمای معین مشخص می شود.
معادله ی شیمیایی	chemical equation	۱۴ نمایش یک واکنش شیمیایی به کمک نماد شیمیایی عنصرها که در آن واکنش دهنده ها و فراورده ها و نسبت مولی آن ها مشخص می شود.

معادله‌ی موازنه شده	balanced equation	۱۴ معادله‌ای که در آن تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله برابر باشد.
منبع تجدیدپذیر	renewable resource	۶۰ منابعی که از طریق فرایندهای طبیعی تشکیل یا از نو تولید می‌شوند.
منبع تجدیدناپذیر	nonrenewable resources	۸۲ منابعی که تشکیل و جایگزین شدن آن‌ها از طریق فرایندهای طبیعی عملی نیست یا سرعت آن‌ها بسیار کم است.
منحنی انحلال‌پذیری	solubility curve	۲۲ نموداری که بستگی انحلال‌پذیری یک ماده به دما را نشان می‌دهد.
مول	mole	۸۶ یکای SI مقدار ماده است که با نماد mol نشان داده می‌شود.
مولکول	molecule	۱۳ ساده‌ترین واحد سازنده‌ی یک ماده است که برخی از ویژگی‌های آن را حفظ می‌کند.
مولکول گرم	gram - molecule	۸۷ به جرم یک مول از مولکول‌های یک ماده برحسب گرم می‌گویند.
مه دود فوتوشیمیایی	photochemical smog	۷۶ آلودگی ناشی از تابش نور خورشید بر اکسیدهای نیتروژن که به تولید اوزون در تروپوسفر می‌انجامد.
نافلز	nonmetal	۸۸ عنصری که خواص فلزها را ندارد.
نرم کردن	softening	۳۶ به فرایند زدودن یون‌های Ca^{2+} ، Mg^{2+} و Fe^{2+} از آب سخت گفته می‌شود.
نظریه‌ی جنبش	kinetic molecular	۵۹ نظریه‌ای است که رفتار گازها را با توجه به رفتار ذره‌های سازنده‌ی آن
مولکولی گازها	theory of gases	شرح می‌دهد.
نفت خام	petroleum	۱۱۷ مایعی قهوه‌ای مایل به سیاه که مخلوطی طبیعی از صدها هیدروکربن و ترکیب‌های آلی دیگر است.
نماد شیمیایی	chemical symbol	۱۳ نمادی یک یا دو حرفی که برای نمایش عنصرها به کار می‌رود.
نوترون	neutron	۱۵ ذره‌ای خنثی که در هسته اتم جا دارد.
واکنش‌پذیری شیمیایی	chemical reactivity	۹۲ به تمایل برای انجام واکنش شیمیایی می‌گویند.
واکنش دهنده	reactant	۱۴ ماده‌ی شرکت‌کننده در واکنش را که در سمت چپ معادله‌ی شیمیایی می‌نویسند.
واکنش شیمیایی	chemical reaction	۱۴ تأثیر دو یا چند ماده بر یک دیگر که به یک تغییر شیمیایی بینجامد.
هم‌پار	isomer	۱۲۵ مولکول‌هایی که فرمول مولکولی یکسان دارند، اما آرایش اتم‌ها در آن‌ها متفاوت است و فرمول ساختاری متفاوتی دارند.
هیدروکربن	hydrocarbon	۱۱۸ ترکیب‌هایی که از دو عنصر کربن و هیدروژن تشکیل شده‌اند.
هیدروکربن (سیر شده)	saturated hydrocarbon	۱۲۴ هیدروکربنی که در آن اتم کربن با چهار پیوند کووالانسی به چهار اتم دیگر متصل شده است.
هیدروکربن (سیر نشده)	unsaturated hydrocarbon	۱۳۲ هیدروکربنی که در آن بین اتم‌های کربن به جای یک پیوند دو یا سه پیوند کووالانسی وجود دارد.



اکنون زمان آن رسیده است که برداشت خود را از
شیمی به طور خلاصه بیان کنید و تأثیر آموخته‌های
خود را بر زندگی شرح دهید.

