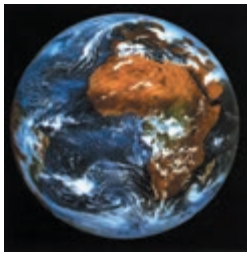
بخش ۳

مصرف دوباره تنها راه ادامه

این جنگل دوست داشتنی امّا فناپذیر، به همه‌ی ما تعلق دارد.

هزارها سال است که انسان از مواد طبیعیِ گوناگونی، مانند چوب، سنگ، برخی از فلزها، پوست جانوران، پشم و ابریشم، وسایل مورد نیاز زندگی خود را می‌سازد و به این منظور از جنگل‌ها، معادن، جانوران، گیاهان و دیگر منابع طبیعی و خدادادی موجود در کره‌ی زمین استفاده می‌کند. در همه‌ی این سال‌ها بخش اندکی از این منابع مورد استفاده‌ی انسان قرار گرفته است. اما در یک سده‌ی گذشته، با رشد چشم‌گیر جمعیت جهان و ارتقای سطح بهداشت همگانی از یک‌سو ،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 بهره‌برداری از منابع طبیعی نیز به بالاترین سطح خود رسیده است.

از جنبه‌های بسیاری کره‌ی زمین را می‌توان به یک کشتی فضایی تشبیه کرد و انسان‌ها را نیز مانند مسافرانی تصور نمود که تنها به اندازه‌ی طول عمر خویش، در این سفر فضایی



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 کره‌ی 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 کره‌ی زمین سازمان ملل را پذیرفته است، هر سال این روز را که هم‌زمان با نخستین روز نوروز است، جشن می‌گیرد. آیا می‌دانید که علت انتخاب این روز چیست؟

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 حاصل‌خیز، 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، حیات‌وحش، آب، خاک و نور خورشید همگی نمونه‌هایی از این منابع طبیعی و خدادادی هستند. برخی از این منابع می‌توانند به‌وسیله فرایندهای طبیعی تشکیل یا از نو تولید شوند. چنین منابعی که خود را به‌طور طبیعی ترمیم و تکمیل می‌کنند، منابع **تجدیدپذیر** نامیده می‌شوند.

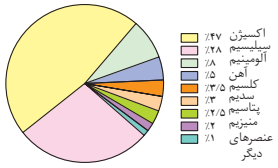
آب، هوا، خاک، گیاهان، جانوران و چشم‌اندازهای طبیعی از جمله منابع تجدیدپذیرند و اگر ما از این منابع عاقلانه و به‌درستی استفاده کنیم، طبیعت ما را در تأمین آن‌ها یاری می‌دهد. اما، منابع دیگری هم هستند که فرایندهای طبیعی جای خالی آن‌ها را پر نمی‌کند یا سرعت تشکیل و جایگزین شدن آن‌ها، چنان آهسته است که تأثیر چندانی 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 درنظر 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 زنگ نزن 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 عنصرها 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 کرده‌اند. همه‌ی این مواد و وسایل از منابع شیمیایی موجود در سه لایه بیرونی کره‌ی زمین به‌دست می‌آیند. فهرستی از برخی منابع موجود در این لایه‌ها (هواکره، آب کره و سنگ کره) در جدول ۱ دیده می‌شود.

جدول ۱ منابع شیمیایی موجود در لایه های گوناگون کره‌ی زمین

لایه‌های 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 می‌پوشاند.)
		NaCl (۳/۵٪) و مقادیر کم‌تری از Mg، Ca ، S و...
		عنصرهای دیگر به‌صورت یون
سنگ کره	۴۰ کیلومتر نخست	سیلیکات‌ها (ترکیب‌های ساخته شده از اتم‌های Si و O و
		فلزهایی چون Al، Na، Fe، Ca، Mg، K و...)
		زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی
		کربنات‌ها
		اکسیدها
		سولفیدها
گوشته	۴۰ تا ۲۹۰۰ کیلومتری	سیلیکات Mg و Fe
هسته	از ۲۹۰۰ کیلومتری تا مرکز زمین	Fe و Ni

هواکره، آب کره و بخش بیرونی سنگ کره منبع تمام موادی هستند که برای همه‌ی فعالیت‌های انسانی مورد نیاز است. از هواکره، گازهای نیتروژن، اکسیژن، آرگون و چند گاز دیگر را به‌کار می‌بریم. از آب کره، آب و چند ماده‌ی معدنی حل شده در آن را مورد بهره‌برداری قرار می‌دهیم. اما، برای نفت و کانه‌های فلزدار، به سنگ کره وابسته هستیم. اگر کره‌ی زمین را به اندازه‌ی یک سیب تصور کنیم، تمام منابع شیمیایی سنگ کره در لایه‌ی نازکی به ضخامت پوست سیب متمرکز است. از این لایه‌ی نازکِ خاک و سنگ به‌طور تقریب، تمام مواد خام مورد نیاز برای ساختن خانه، خودرو، لوازم خانگی، رایانه و بسیاری از وسایل ساخت دست بشر فراهم می‌شود.

نکته‌ی قابل توجه این است که بسیاری از منابع مهم به‌طور یک‌نواخت در سراسر جهان توزیع نشده‌اند و هیچ رابطه‌ای 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 می‌کنند و مساحت آن ۰/۸٪ از مساحت کره‌ی زمین است، ۶۸٪ از کروم، ۵۱٪ از طلا و ۳۴٪ از الماس موجود در جهان را در خود جای داده است.

کانه، کانسنگ یا سنگ معدن، موادی هستند که به طور طبیعی یافت می‌شوند. کانه از کانی یا کانی‌هایی تشکیل شده است که استخراج مواد موجود در آن‌ها از نظر اقتصادی به صرفه باشد. کانه را معمولاً در مورد سنگ‌های معدنی فلزدار به کار می‌برند. کانی نیز به یک عنصر یا ترکیب شیمیایی می‌گویند که به طور طبیعی در ساختار کانه‌ها یافت می‌شود.

اورانیم فلزی سنگین است که ترکیب‌های آن هم در پوسته‌ی زمین و هم در دریا یافت می‌شود. مارتین کلاپیروث شیمی‌دان آلمانی در سال ۱۷۸۹ این فلز را در یک کانسنگ به‌نام پیچ‌بلاند کشف کرد. اورانیم در جاهای مختلف جهان و از جمله در کشور ما یافت می‌شود. از این فلز در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

مواد خام به موادی می‌گویند که به‌طور مستقیم، خیلی قابل استفاده نیستند. اما، می‌توان با اجرای فرایندهایی، آن‌ها را به مواد شیمیایی سودمندی تبدیل کرد.

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 تجدیدناپذیر به تأخیر بیفتد، اما هیچ‌گاه نمی‌تواند از این امر حتمی جلوگیری کند.

گنج های 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 ارایه 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 تجدیدناپذیر 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 به‌دست می‌آید. معادله‌ی این واکنش را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l)$$

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

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 اکسیژنِ اولیه، پس از واکنش، در ساختار تازه‌ای ظاهر شده‌اند.

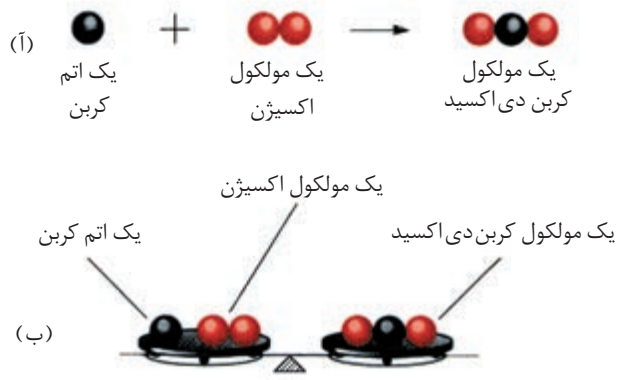
حال به واکنش زیر با دقت نگاه کنید.

$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

اگر دو طرف یک واکنش شیمیایی را به مانند دو کفه‌ی یک ترازو درنظر بگیرید، در این صورت یک معادله‌ی موازنه شده نشان می‌دهد که مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها 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 به‌وجود 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.

*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.



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 واکنش‌دهنده‌ها

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.

$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

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.

$C(s)$	+	$O_2(g)$	$\longrightarrow$	$CO_2(g)$
۱ اتم کربن	واکنش می‌دهد با	۱ مولکول اکسیژن	تولید می‌کند	۱ مولکول کربن دی‌اکسید

آمِدئو آووگادرو
(۱۷۷۶ـ۱۸۵۶)

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 راه‌حلی 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. به‌این علت، همواره به‌جای جرم یک اتم، جرم تعدادی از آن‌ها را درنظر می‌گیرند، به‌نحوی که امکان اندازه‌گیری جرم کل آن‌ها با ابزارهای معمولی ممکن باشد.

شیمیدان‌ها پس از آزمایش‌های بسیار پیشنهاد کردند که اگر $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ 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 $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ را به یاد دانشمند پرآوازه‌ی ایتالیایی آمِدئو آووگادرو عدد **آووگادرو** نامیدند. امروزه عدد آووگادرو را تا ۸ رقم بعد از اعشار اندازه‌گیری کرده‌اند.

واحد مول برای ذره‌های دیگر هم به‌کار 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

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. هم‌چنین اگر فرض کنید به تعداد عدد آووگادرو سکه‌های ۵۰۰ ریالی دارید و می‌خواهید آن‌ها را میان ۷۲ میلیون نفر از جمعیت ایران تقسیم کنید، در این‌صورت به هر نفر حدود ۴/۲ میلیون میلیون میلیون ریال خواهد رسید، شکل ۲.

چون شیمیدان‌ها ترجیح می‌دهند که برای مقاصد عملی ـ چه در آزمایشگاه و چه در کارخانه ـ با مقادیری از مواد کار کنند که به آسانی با ترازو قابل اندازه‌گیری باشند،بنابراین جرم این تعداد از ذره(اتم، مولکول یا یون) را مبنای کار خود قرار داده اند.آن‌ها، جرم یک مول یا $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ 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 اتم‌های اکسیژن (O) که شامل $۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳}$ اتم است، برابر ۱۶ گرم و به همین ترتیب جرم یک مول از اتم‌های کربن (C) برابر ۱۲ گرم است. بدیهی است، جرم یک مول از مولکول‌های یک ماده که **مولکول گرم** نامیده می‌شود به کمک اتم گرمِ اتم‌های سازنده‌ی آن، به آسانی قابل محاسبه است. برای مثال، مولکول گرم اکسیژن ($O_۲$)، $۲\times۱۶=۳۲$ گرم و مولکول گرم کربن دی‌اکسید ($CO_۲$)، $(۲\times۱۶)+۱۲=۴۴$ گرم است. شیمیدان‌ها معمولاً به‌جای 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.

معادله‌ی موازنه شده‌ی زیر را در نظر بگیرید:

$$C(s) + O_۲(g) \longrightarrow CO_۲(g)$$

یک مول کربن ۱۲ گرم	یک مول گاز اکسیژن ۳۲ گرم	یک مول گاز کربن دی‌اکسید ۴۴ گرم

مجموع جرم‌ها:

۴۴ گرم	=	۴۴ گرم
جرم فراورده		جرم واکنش‌دهنده‌ها

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

مقدار یک مول از چند ماده.

فکر کنید

آیا واکنش‌های زیر از قانون پایستگی جرم پیروی می کنند؟

آ) $۲H_۲(g)+O_۲(g)\longrightarrow ۲H_۲O(g)$

ب) $۴Fe(s)+۳O_۲(g)\longrightarrow ۲Fe_۲O_۳(s)$

پ) $Fe_۲O_۳(s)+۳CO(g)\longrightarrow ۲Fe(l)+۳CO_۲(g)$

عنصرهای شیمیایی و جدول تناوبی

تاکنون، به اهمیت قانون پایستگی ماده در واکنش‌های شیمیایی پی بردید و بازآرایی اتم‌ها را به‌عنوان تنها راه رعایت این قانون درک کردید. اما، همان‌طوری 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.

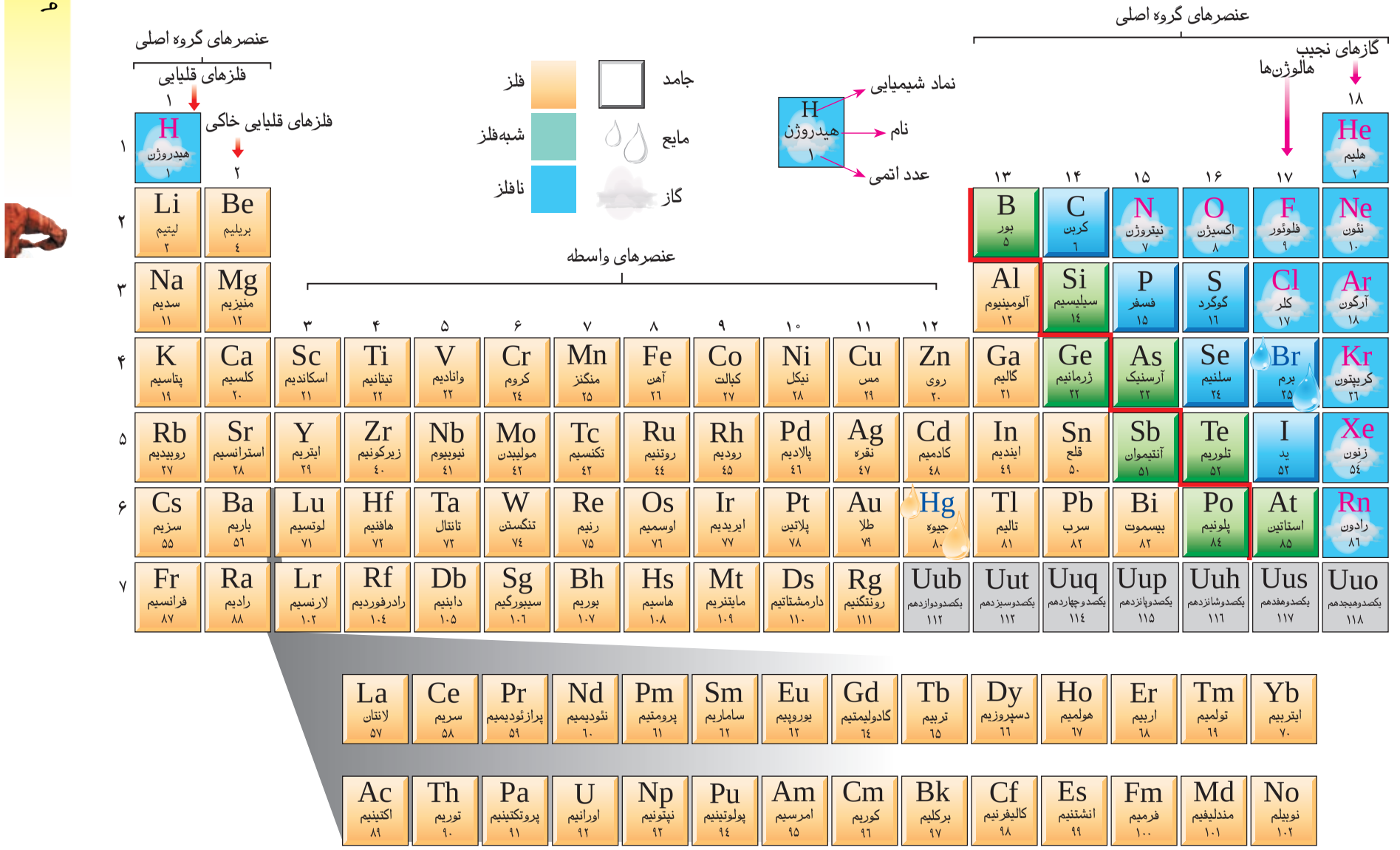
درحال حاضر، بیش از ۱۰۹ عنصر شیمیایی شناخته شده است، اما تنها حدود یک سوم آن‌ها در زندگی ما اهمیت دارند. شکل ۳ شماری از عنصرهای شناخته شده را به همراه نام، نماد شیمیایی و برخی ویژگی‌های آن‌ها نشان می‌دهد.

تغییرات خواص عنصرها گستره‌ی وسیعی را در بر می‌گیرد، جدول ۲، به‌طوری که ممکن است برخی عنصرها شباهت زیادی به هم داشته باشند، درحالی که عنصرهای دیگر، مانند ید (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_2)	۰/۰۰۰۰۸	(I_2)	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_2)	زیاد



شکل ۳ جدول تناوبی عنصرها

جدول۳ مقایسه برخی خواص فلزها و نافلزها

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

نافلزها
بیش‌تر آن‌ها نقطه ی 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 این‌رو، نمی‌توان آن‌ها را به‌درستی 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 به‌دست‌آمده درباره‌ی این اجزای سازنده‌ی منابع شیمیایی موجود در جهان، استفاده کرد؟در این‌جا، 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 سودمندِ فراوانی را ممکن ساخته است.

تا نیمه ی سده ی 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 طبقه‌بندی، عنصرهای با خواص مشابه را در یک جدول کنار یک‌دیگر قرار دهند. چنین ترتیبی **جدول تناوبی عنصرها** نامیده می‌شود، 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. آن‌ها را **گروه** یا **خانواده‌ی** عنصرها می‌نامند. برای مثال، خانواده‌ی لیتیم (Li) شامل شش عنصر است که در نخستین ستون سمت چپ جدول قرار دارند و **فلزهای قلیایی** نامیده می‌شوند. نام عنصرهای خانواده های دیگری که در جدول تناوبی وجود دارند، در شکل ۳ آمده است.

شیوه‌ی چیدن عنصرها در جدول تناوبی، به گونه ای است که می توان برخی ویژگی‌های مهم یک عنصر را از روی خواص اصلی خانواده‌ای که در آن قرار دارد، پیش‌گویی کرد. مندلیف براساس جدول خود توانست خواص چند عنصر را که تا آن زمان شناخته نشده بودند، به‌درستی پیش‌گویی کند.

برای نمونه، پاره‌ای از خواص یک عنصر را می‌توان با میانگین گرفتن از خواص دو عنصر بالا و پایین آن عنصر، تخمین زد. این کاری بود که مندلیف در مورد پیش‌گویی خواص عنصرهای ناشناخته در زمان خود انجام داد. او از نتیجه‌گیری خود آن‌قدر اطمینان داشت که در جدول تنظیمی خود، محل عنصرهای ناشناخته را خالی گذاشت. چندی بعد این عنصرها کشف شدند و محل‌های خالی را پر کردند. شهرت مندلیف نیز بیش‌تر به‌خاطر پیش‌گویی‌های درست او بوده است.

به‌عنوان مثال، فرض کنید که کریپتون (Kr) یک عنصر ناشناخته است. با توجه به نقطه‌ی جوش آرگون (Ar، $-۱۸۶^{\circ}C$) و زنون (Xe، $-۱۱۲^{\circ}C$) نقطه‌ی جوش کریپتون را در همان شرایط، می توان تخمین زد.

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

$$\frac{(-۱۸۶^{\circ}C)+(-۱۱۲^{\circ}C)}{۲}=-۱۴۹^{\circ}C$$

این عدد با نقطه‌ی جوش کریپتون که $-۱۵۷^{\circ}C$ است، $۸^{\circ}C$ تفاوت دارد. این تفاوت برای یک پیش‌گویی، خطای ناچیزی به‌شمار می‌آید.

مثال زیر، نشان می‌دهد که چگونه می‌توانید فرمول ترکیب‌های شیمیایی را از روی روابط موجود در جدول تناوبی پیش‌گویی کنید.

کربن و اکسیژن با هم واکنش می‌دهند و کربن دی‌اکسید ($CO_۲$) تشکیل می‌شود.

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!

۱ـ ژرمانیم(Ge) در زمان مندلیف ناشناخته بود. با توجه به نقطه ی ذوب سیلیسیم (۱۴۱۰°C,Si) و قلع (۲۳۲°C,Sn) نقطه ی ذوب ژرمانیم را تخمین بزنید.

۲ـ آ) با توجه به نقطه ی ذوب پتاسیم (۶۳/۲°C,K) و نقطه ی ذوب سزیم (۲۹°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؟

۳ـ فرمول های چند ترکیب شناخته شده چنین است:

$$NaI \ ، \ MgCl_2 \ ، \ CaO \ ، \ Al_2O_3 \ ، \ CCl_4$$

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

آ) C و F　　ب) Ca و Br　　پ) Al و S

ت) Ba و O　　ث) K و Cl

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.

$$2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$$

منیزیم　اکسیژن　منیزیم اکسید

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 تزیینی 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.

$$4Fe(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Fe_2O_3(s)$$

شکل۵ بارگاه ملکوتی حضرت امام رضا (ع). در معماری اسلامی گنبد و گل‌دسته‌ی شماری از اماکن مقدس را با ورقه‌های نازکی از طلا تزیین می‌کنند.

بیش تر بدانید

امروزه در ساختمان‌سازی، بیش‌ترِ در و پنجره‌ها را از فلز آلومینیم می سازند. زیرا، این فلز از آهن سبک‌تر است و وسایل ساخته شده از آن، عمر بیش تری دارند. مشاهده های بسیاری نشان داده است که آلومینیم واکنش پذیرتر از آهن است. اما با وجود این، چرا وسایل آلومینیمی بیش تر عمر می کنند؟ 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 این‌باره خواهید آموخت.

از سوی دیگر، خواص فیزیکی و شیمیایی انواع دیگری از مواد نیز به‌وسیله‌ی 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.

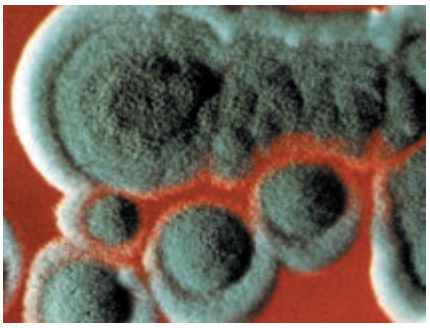
برای مثال، مغز مداد به‌طور عمده گرافیت است. مغز مداد با درجات مختلف سختی وجود دارد. مداد سخت (نمره‌ی ۴) خطوط بسیار کم‌رنگ، ولی مداد نرم‌تر (برای مثال نمره‌ی ۱) خطوط پررنگی روی کاغذ ایجاد می‌کند. سختی مغز مداد با مقدار خاک رسی که با گرافیت مخلوط می‌کنند، قابل کنترل است. هرچه مقدار خاک رس بیش‌تر باشد،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

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

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، به‌وجود آمده است.

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



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. استحکامِ رشته‌ها با انعطاف‌پذیری پلاستیک ادغام می‌شود و ماده‌ای به وجود می آید که بسیار محکم است و چگالی کمی دارد. افزون بر این، چندسازه ها خوردگی پیدا نمی‌کنند و ارتعاش‌ها را جذب می‌کنند. برخی از چندسازه ها را حتی می‌توان از بطری‌های پلاستیکی نوشابه ساخت. همه‌ی این ویژگی‌ها، چندسازه ها را موادی ارزشمند و بی‌همتا ساخته است. استفاده از چندسازه ها به جای فلزها در ساختن بدنه‌ی خودروها مزایای بسیاری دارد.

چند سازه هم ارز پارسی واژه ی composite است.

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

محکم‌تر می‌شود و مسافران از امنیت بیش‌تری برخوردار می‌شوند.

چون چندسازه ها 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 چندسازه ها زنگ نمی‌زنند و خوردگی پیدا نمی‌کنند.

امروزه بدنه‌ی بسیاری از خودروهای ورزشی را تقریباً به طور کامل از چندسازه ها می‌سازند. مدت‌هاست که خودروسازان در مدل‌های تازه‌ی خودروهای خود، بخش‌های فولادی و ساخته شده از فلز کروم را با چندسازه ها جایگزین کرده‌اند. خواص منحصر به فرد چندسازه ها 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 موجِ ضربه اهمیت زیادی دارد، چندسازه ها را به کار می‌برند. راکت تنیس و چوب‌های بیس‌بال از این نوعند.

از فایبرگلاس که نخستین چندسازه ی 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 چندسازه ها هستند.

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

بدنه‌ی این قایق از فایبرگلاس ساخته شده است.

راکت‌های تنیس را از چندسازه‌ها می‌سازند.

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

چگونه از منابع شیمیایی استفاده می کنیم؟

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

زباله و زباله سازی

مواد مفید یا اشیایی که از منابع شیمیایی ساخته می‌شوند، سرانجام روزی به‌صورت زباله درمی‌آیند. برای مثال، ورقه‌ی آلومینیمی که برای بسته‌بندی مواد خوراکی به کار برده می‌شود، ظرف‌های پلاستیکی یک‌بار مصرف که برای صرف غذا یا ریختن چای و نوشابه مورد استفاده قرار می گیرند یا باقی‌مانده‌ی مواد غذایی، از جمله موادی هستند که به‌عنوان زباله دور ریخته می‌شوند. پاره‌ای از زباله‌ها نیز اشیا یا لوازمی، مانند ماشین لباس‌شویی، یخچال، خودرو و... هستند که عمر مفید آن‌ها به پایان رسیده و درنتیجه دور ریخته می‌شوند.

هم‌چنین، بهره‌برداری از یک منبع، اغلب به تولید مواد تازه و ناخواسته‌ای می انجامد. برای مثال، با استخراج آهن از سنگ آهن ناخالصی‌های همراه آن پس از جداسازی به‌عنوان

مقدار زباله‌ای که هر انسان در طول عمر خود تولید می‌کند، حدود ۶۰۰ برابر جرم او در سن بلوغ است.

زباله دور ریخته می‌شوند. درواقع، همه‌ی این کارها مقدار زیادی زباله‌ی شهری و صنعتی به‌وجود می‌آورند، شکل ۷.

شکل۷ جمع‌آوری زباله‌های شهری به روش سنتی

چه‌قدر زباله می سازید؟!

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

حال، باید ببینیم که با زباله‌های شهری و صنعتی چه می کنند؟

- زباله‌های شهری را پس از جمع‌آوری، به محل‌هایی دور از مناطق مسکونی منتقل و سپس به طور بهداشتی در زیر خاک مدفون می کنند، شکل ۸.

شکل۸ پس از جمع‌آوری زباله از سطح شهر، آن‌ها را برای دفن به بیرون از شهر می‌برند.

در شهر تهران سالانه ۲ میلیون تُن زباله تولید می‌شود.