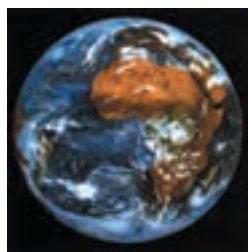


مصرف دوباره تنها راه ادامه



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، حیات‌وحش، 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.

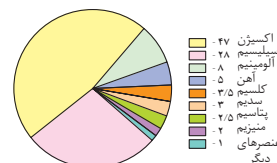
آب، هوا، خاک، گیاهان، جانوران و چشم‌اندازهای طبیعی از جمله منابع تجدیدپذیرند و اگر ما از این منابع عاقلانه و به‌درستی استفاده کنیم، طبیعت ما را در تأمین آن‌ها یاری می‌دهد. اما، منابع دیگری هم هستند که فرایندهای طبیعی جای خالی آن‌ها را پر نمی‌کند یا سرعت تشکیل و جایگزین شدن آن‌ها، چنان آهسته است که تأثیر 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، به طوری 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 به دست 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 به وجود
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. همه‌ی این مواد و وسایل از منابع شیمیایی موجود در سه لایه بیرونی کره‌ی زمین به دست 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 لایه‌های 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 S، Ca، Mg، ... عنصرهای دیگر به صورت یون
سنگ کره	۴۰ کیلومتر نخست	سیلیکات‌ها (ترکیب‌های ساخته شده از اتم‌های O و Si و فلزهایی چون K، Mg، Ca، Fe، Na، Al و ...) زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی کربنات‌ها اکسیدها سولفیدها
گوشته	۴۰ تا ۲۹۰۰ کیلومتری	سیلیکات Mg و Fe
هسته	از ۲۹۰۰ کیلومتری تا مرکز زمین	Ni و Fe

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 به نام پیچ بلاند 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 به طور مستقیم، خیلی قابل استفاده نیستند. اما، می‌توان با اجرای فرایندهایی، آن‌ها را به مواد شیمیایی سودمندی تبدیل کرد.

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 به کار 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 نازک خاک و سنگ به طور تقریبی، 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 به طور یک نواخت 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 ۰/۱۸٪ از جمعیت جهان در آن زندگی می‌کنند و مساحت آن ۰/۱۸٪ از مساحت کره‌ی 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.



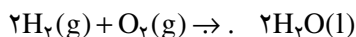
برخی بر این باورند که

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:

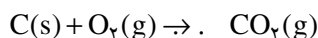


این معادله‌ی شیمیایی موازنه شده، نشان می‌دهد که در یک واکنش شیمیایی تعداد

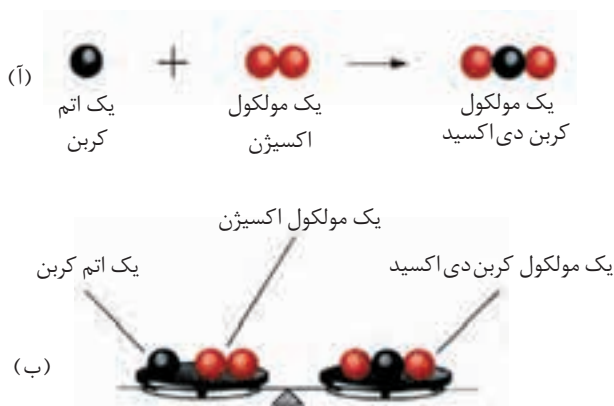
معمولاً در یک معادله‌ی شیمیایی، حالت فیزیکی مواد مشخص می‌شود. به این منظور، حرف *g* را برای حالت گازی به کار می‌برند. *g* حرف نخست واژه‌ی *gas* به معنای گاز است. حالت‌های مایع و جامد نیز به ترتیب با حروف *l* و *s* نشان داده می‌شوند. *l* حرف اول *liquid* به معنای مایع و *s* حرف اول *solid* به معنای جامد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

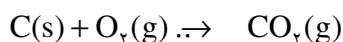
این قانون ما را در درک پدیده‌های طبیعی یاری می‌دهد.

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.

.....

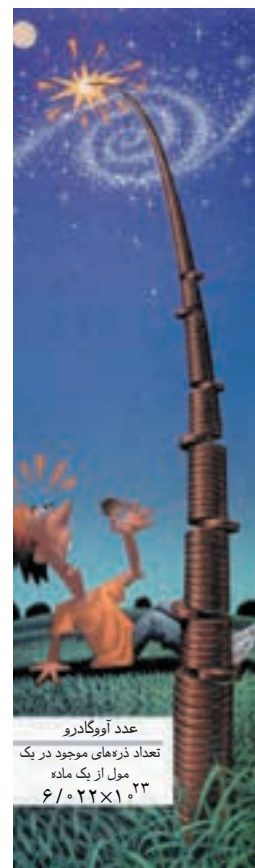
اتم‌ها نیز به همین روش قابل شمارشند. اما چون اتم‌ها بسیار کوچکند و جرم بسیار کمی هم دارند (یکاهای معمولی مانند گرم برای اندازه‌گیری جرم آن‌ها بسیار بزرگ است)، اندازه‌گیری جرم یکی از آن‌ها با ابزارهای معمولی، کاری غیرممکن است. به این علت، همواره به جای جرم یک اتم، جرم تعدادی از آن‌ها را در نظر می‌گیرند،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



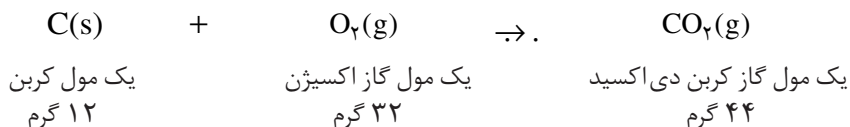
عدد آووگادرو
تعداد ذره‌های موجود در یک مول از یک ماده
 6.022×10^{23}
شکل ۲ اگر به تعداد عدد آووگادرو سکه‌ی ۵۰۰ ریالی را روی هم بچینید، ارتفاع سکه‌ها تا انتهای دیگر کهکشان راه شیری ادامه خواهد یافت!

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 آووگادرو 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 6.022×10^{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 6.022×10^{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)، $2 \times 16 = 32$ گرم و مولکول گرم کربن دی اکسید (CO_2)، $12 + (2 \times 16) = 44$ 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.



ساکاروز

مس

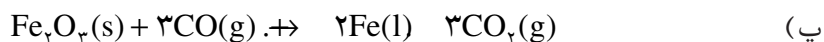
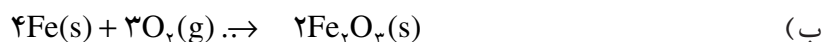
نمک خوراکی

پُذ

مقدار یک مول از چند ماده.

فکر کنید

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



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.

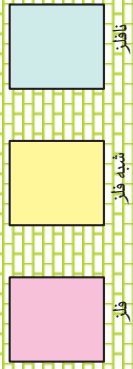
تغییرات خواص عنصرها گستره‌ی وسیعی را در بر می‌گیرد، جدول ۲، به طوری که ممکن است برخی عنصرها شباهت زیادی به هم داشته باشند، درحالی که عنصرهای دیگر، مانند I_2 و طلا (Au) خواصی کاملاً متفاوت از خود نشان دهند.

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

کم‌ترین	بیش‌ترین	خاصیت
چگالی (g/cm^3)		
۰٫۵۳ (Li)	۲۲٫۶ (Os)	فلزها
۰٫۰۰۰۰۸ (H_2)	۴٫۹۳ (I_2)	نافلزها
نقطه‌ی ذوب (C)		
-۳۸٫۹ (Hg)	۳۴۱۰ (W)	فلزها
-۲۷۰ (He)	۳۷۲۷ (C)	نافلزها
واکنش‌پذیری شیمیایی		
کم (Au)	زیاد (Cs)	فلزها
ندارد (He)	زیاد (F_2)	نافلزها

H هیدروژن ۱	تعداد شیمیایی																H هیدروژن ۱	نام عنصر																																																																																										
حالت فیزیکی در دمای اتاق																	عدد اتمی																																																																																											
H گاز	Li لیتیم ۳	Be برلیوم ۴	B بور ۵	C کربن ۶	N نیتروژن ۷	O اکسیژن ۸	F فلور ۹	Ne نون ۱۰	He هلیوم ۲	Na سدیم ۱۱	Mg منیزیم ۱۲	Al آلومینیم ۱۳	Si سیلیسیم ۱۴	P فسفر ۱۵	S کوکرد ۱۶	Cl کلر ۱۷	Ar آرگون ۱۸	K پتاسیم ۱۹	Ca کلسیم ۲۰	Sc اسکاندیم ۲۱	Ti تیتانیوم ۲۲	V وانادیوم ۲۳	Cr کروم ۲۴	Mn منگنز ۲۵	Fe آهن ۲۶	Co کوبالت ۲۷	Ni نیکل ۲۸	Cu مس ۲۹	Zn روی ۳۰	Ga گالیم ۳۱	Ge ژرمانیم ۳۲	As آرسنیک ۳۳	Se سلنیم ۳۴	Br برم ۳۵	Kr کریپتون ۳۶	Rb روبیوم ۳۷	Sr استرانسیم ۳۸	Y ایتیم ۳۹	Zr زیرکونیم ۴۰	Nb نیوبیم ۴۱	Mo مولیبدن ۴۲	Tc تکنسیم ۴۳	Ru روتنیم ۴۴	Rh رودیوم ۴۵	Pd پالادیوم ۴۶	Ag نقره ۴۷	Cd کادمیم ۴۸	In ایندیم ۴۹	Sn قلع ۵۰	Sb آنتیموان ۵۱	Te تلوریم ۵۲	I ید ۵۳	Xe زنون ۵۴	Cs سزیم ۵۵	Ba باریم ۵۶	La لاانتان ۵۷	Hf هافنیم ۷۲	Ta تانتال ۷۳	W تنگستن ۷۴	Re رینم ۷۵	Os اوسمیم ۷۶	Ir ایریدیوم ۷۷	Pt پلاتین ۷۸	Au طلا ۷۹	Hg جیوه ۸۰	Tl تالیوم ۸۱	Pb سرب ۸۲	Bi بیسموت ۸۳	Po پولونیم ۸۴	At استاتین ۸۵	Rn رادون ۸۶	Fr فرانسیم ۸۷	Ra رادیوم ۸۸	Ac اکتیوم ۸۹	Rf رادرفوردیوم ۱۰۴	Db داینیم ۱۰۵	Sg سیبورگیوم ۱۰۶	Bh بوریم ۱۰۷	Hs هاسیم ۱۰۸	Mt ماینتریم ۱۰۹	Ce سرم ۵۸	Pr پرازئودیوم ۵۹	Nd نئودیمیوم ۶۰	Pm پرومتیم ۶۱	Sm ساماریوم ۶۲	Eu یوربوم ۶۳	Gd گادولینیوم ۶۴	Tb تریبیم ۶۵	Dy دیسپروزیوم ۶۶	Ho هولمیوم ۶۷	Er اریتم ۶۸	Tm تولیم ۶۹	Yb ایتربیم ۷۰	Lu لوئسیوم ۷۱	Th توریم ۹۰	Pa پروتکتینیوم ۹۱	U اورانیوم ۹۲	Np نپتونیوم ۹۳	Pu پلوتونیوم ۹۴	Am امرسیم ۹۵	Cm کورنم ۹۶	Bk برکلیم ۹۷	Cf کالیفرنیم ۹۸	Es اشنتیم ۹۹	Fm فرمنیم ۱۰۰	Md مندلیفیم ۱۰۱	No نوبلیوم ۱۰۲	Lr لوتسیوم ۱۰۳



شکل ۳ جدول تناوبی عناصرها



جدول ۳ مقایسه برخی خواص فلزها و نافلزها

فلزها
معمولاً نقطه ی ذوب و جوش بالایی دارند. سطح براق و درخشانی دارند. چکش خوارند و با خم کردن و کشیدن شکل می گیرند. جریان برق و گرما را به خوبی از خود عبور می دهند.

نافلزها
بیش تر آن ها نقطه ی ذوب و جوش پایینی دارند. سطح کدر و گرفته ای دارند. در حالت جامد شکننده اند. 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، نمی توان آن ها را به درستی در یکی از این دو دسته یاد شده قرار داد. به این علت، این عنصرها را در دسته ای جداگانه با نام **شبه فلز** قرار می دهند.

اگرچه ما، نگاه خود را از تمام عنصرهای شناخته شده به حدود ۹۱ عنصر شیمیایی محدود کرده ایم، با این همه، مقدار اطلاعات موجود درباره ی این عنصرها آن چنان گسترده است که بیان همه ی آن ها در یک جا یا درک همه ی آن ها توسط یک فرد غیرممکن است. اکنون، این پرسش پیش می آید که چگونه می توان از انبوه اطلاعات به دست آمده درباره ی این اجزای سازنده ی منابع شیمیایی موجود در جهان، استفاده کرد؟ در این جا، باز هم طبیعت پاسخگوی ما است.

شیمیدان ها در طبیعت روابط قانون مندی را میان عنصرها یافته اند. آن ها به کمک این روابط توانسته اند خواص موادی را که تازه ساخته شده اند یا در ذهن قابل تصورند پیش گویی کنند. در واقع، این کشف امکان گسترش مواد جدید و سودمند 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 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 لیتیم (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 چیدن 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، C ۱۸۶-) و زنون (Xe، C ۱۱۲-) 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:

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

این عدد با نقطه ی جوش کریپتون که C ۱۵۷- است، ۸ 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_۲) 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 (۱۴۱۰ C, Si) و قلع (۲۳۲ C, Sn) نقطه ی ذوب ژرمانیم را تخمین بزنید.
- ۲- آ (آ) با توجه به نقطه ی ذوب پتاسیم (۶۳۰/۲ 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 بیشتر یا کمتر باشد؟ چرا؟
- ۳- فرمول های چند ترکیب شناخته شده چنین است:

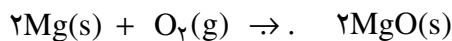


با کمک جدول تناوبی عنصرها، فرمول شیمیایی ترکیب های حاصل از عنصرهای زیر را پیش گویی کنید.

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.



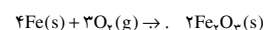
منیزیم اکسید اکسیژن منیزیم

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 بیشتر 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 به تدریج 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. در نتیجه، 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 به طور اتفاقی و در دهه‌های اخیر با بهره‌گیری از روش‌های علمی توانسته‌اند، مواد گوناگونی را که برای زندگی مورد نیاز است، به طور 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 به طور چشم‌گیری با مواد اولیه تفاوت داشته باشد.

برای مثال، مغز مداد به طور 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 فشرده‌ی، 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.

پنی سیلین در طبیعت به وسیله‌ی یک کپک، شکل ۶، تولید می‌شود. مولکول پنی سیلین که یک پادزی یا آنتی‌بیوتیک است، توسط شیمیدان‌ها دستکاری و اصلاح شده است و از آن، خانواده‌ای از پنی سیلین‌ها 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 کم تری 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.

محکم تر می‌شود و مسافران از امنیت بیش تری برخوردار می‌شوند.

چون چندسازه‌ها ارتعاشات را جذب می‌کنند، در مقایسه با خودروهایی که شاسی آن‌ها از فلز ساخته شده است، کم صداتر و نرم تر 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. هم چنین 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، بسیار 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 اشیاء یا 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.

