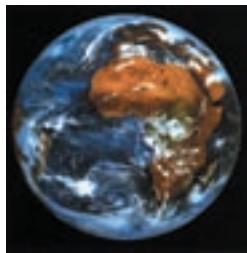


## بخش ۳

### صرف 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 زمین و تلاش برای حفاظت از محیط زیست روز ۲۰ یا ۲۱ مارس (نخستین روز فروردین) به عنوان روز جهانی کره 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 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؟



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

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

از جنبه‌های بسیاری کره 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



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 به طور طبیعی ترمیم و تکمیل می‌کنند، منابع تجدیدپذیر نامیده می‌شوند.

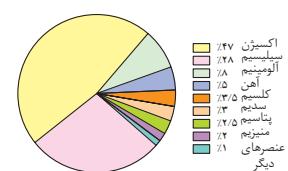
آب، هوا، خاک، گیاهان، جانوران و چشم‌اندازهای طبیعی از جمله منابع تجدیدپذیرند و اگر ما از این منابع عاقلانه و به درستی استفاده کنیم، طبیعت ما را در تأمین آن‌ها یاری می‌دهد. اما، منابع دیگری هم هستند که فرایندهای طبیعی جای خالی آن‌ها را پر نمی‌کند یا سرعت تشکیل و جایگزین شدن آن‌ها، چنان آهسته است که تأثیر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

برای مثال، مس و آلومینیم که فلزهای پر مصرفی 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 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 به وجود می‌آورند. بیشتر سنگ‌های سازنده‌ی زمین را سیلیکات‌ها تشکیل می‌دهند.



سرپناهی که شن، ماسه، سنگ، آجر (خاک رس)، سیمان، آهن، الومینیم، شیشه و آسفالت برای زندگی شما فراهم کرده اند. همه‌ی این مواد و وسائل از منابع شیمیایی موجود در سه لایه بیرونی کره 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 کره زمین

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  
کلپروث شیمی دان آلمانی در  
سال ۱۷۸۹ این فلز را در پک  
کانسنگ به نام پیچ بلاند کشف  
کرد. اورانیم در جاهای مختلف  
جهان واز 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.

| لایه‌های زمین | میانگین ضخامت (km)            | اجزای سازنده (به ترتیب کاهش فراوانی)   |
|---------------|-------------------------------|--|
| هواکره        | ۱۰۰                           | Ar (٪۰/۹)، O <sub>۲</sub> (٪۰/۷۸)، N <sub>۲</sub> (٪۰/۲۱)                                    |
| آب کره        | ۵                             | CO <sub>۲</sub> و H <sub>۲</sub> O به مقادیر متغیر   |
| سنگ کره       | ۴۰ کیلومتر نخست               | آب (٪۷/۵) از سطح زمین را می‌پوشاند.) و مقادیر کمتری از S، Ca، Mg و ...)                      |
| گوشه          | ۴۰ تا ۲۹۰۰ کیلومتری           | سیلیکات‌ها (ترکیب‌های ساخته شده از اتم‌های Si و O و فلزهایی چون Al، Mg، Ca، Fe، Na، K و ...) |
| هسته          | از ۲۹۰۰ کیلومتری تا مرکز زمین | زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی  |

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 ماده‌یمعدنی حل شده در آن را مورد بهره‌برداری قرار می‌دهیم. اما، برای نفت و کانه‌های فلزدار، به سنگ کره وابسته هستیم. اگر کره 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 تقریب، تمام مواد خام مورد نیاز برای ساختن خانه، خودرو، لوازم خانگی، رایانه و بسیاری از وسائل 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 جمیعت آن وجود ندارد. برای مثال، کشور آفریقای جنوبی که تنها ۰/۸٪ از جمیعت جهان در آن زندگی می‌کند و مساحت آن ۰/۸٪ از مساحت کره 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 پرآکندگی 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، کلوجه‌های 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 بیفتند، 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 ارایه دهید.



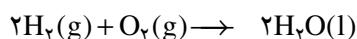
## برخی بر این باورند که

بهره‌برداری از هر منبع طبیعی در صورتی اقتصادی است که کمترین هزینه‌های محیط زیستی (آلودگی‌ها، 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 به دست می‌آید. معادله‌ی این واکنش را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

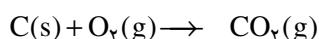


این معادله‌ی شیمیایی موازن شده، نشان می‌دهد که در یک واکنش شیمیایی تعداد

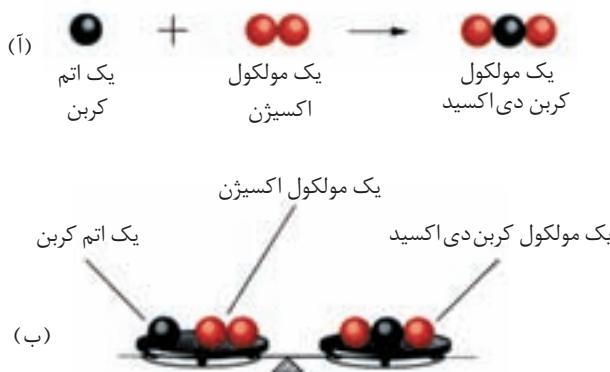
**معمولًا دریک**  
معادله‌ی شیمیایی، حالت فیزیکی مواد مشخص می‌شود. به این منظور، حرف *g* را برابر *gas* (gas) نخست و ازه‌ی *liquid* (liquid) معنای گاز است. حالاتی مایع و جامد نیز به ترتیب با حروف *l* و *s* نشان داده می‌شوند. حرف اول *solid* معنای مایع و حرف اول *liquid* به معنای جامد است.

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 کره زمین، بر اثر واکنش‌های شیمیایی از بین نمی‌روند، بلکه تنها از یک آرایش به آرایش دیگری در می‌آیند. یک معادله‌ی شیمیایی، بازآرایی اتم‌ها 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 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 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 دی اکسید 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:

$$\text{تعداد اتم‌ها در فراورده‌ها} = \text{تعداد اتم‌ها در واکنش‌دهنده‌ها}$$

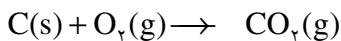
چون همه‌ی واکنش‌های شیمیایی از این قانون پیروی می‌کنند، بنابراین درک درست این قانون ما را در درک پدیده‌های طبیعی یاری می‌دهد.

## جرم اتم‌ها؛ شمارش اتم‌ها با ترازو!

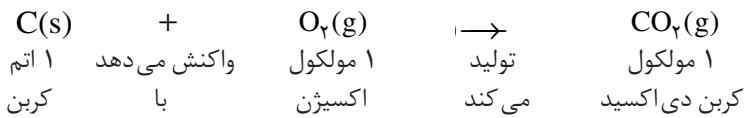
در بحث پیش، به معادله‌ی موازنه شده‌ای اشاره شد که واکنش کربن جامد با گاز



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



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 موازن شده به ما می‌گوید که برای هر اتم کربن، یک مولکول اکسیژن لازم است.



آمِدئو آووگادرو  
(۱۷۷۶-۱۸۵۶)

برای تعیین تعداد مولکول‌های اکسیژن مورد نیاز، باید بدانیم که چند اتم کربن در آن تکه‌ی کوچک وجود دارد. اما، اتم‌ها آن چنان 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 مسئله 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 درنظر می‌گیرند، به نحوی که امکان اندازه‌گیری جرم کل آن‌ها با ابزارهای معمولی ممکن باشد.

شیمیدان‌ها پس از آزمایش‌های بسیار پیشنهاد کردند که اگر  $6.022 \times 10^{23}$  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 اندازه‌گرفت. آن‌ها این تعداد را یک مول نامیده‌اند. بعده عدد  $6.022 \times 10^{23}$  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 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

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

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

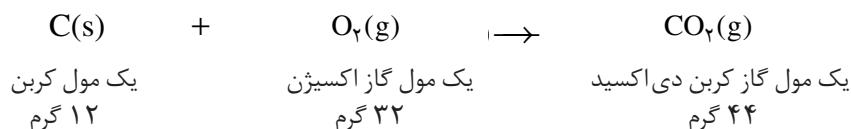


مقدار یک مول از چند ماده.

از آن ۲۳ صفر قرار دهید. هم چنین اگر فرض کنید به تعداد عدد آووگادرو سکه های ۵۰۰ ریالی دارید و می خواهید آنها را میان ۷۲ میلیون نفر از جمعیت ایران تقسیم کنید، در این صورت به هر نفر حدود ۴/۲ میلیون 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. آنها، جرم یک مول یا  $6.022 \times 10^{23}$  اتم را اتم گرم می گویند و آن را برحسب گرم بیان می کنند. برای مثال، اتم گرم اکسیژن  $16 \times 6.022 \times 10^{23}$  اتم است، برابر  $16$  گرم است. یعنی جرم یک مول از اتم های اکسیژن (O) که شامل  $16 \times 6.022 \times 10^{23}$  اتم است، برابر  $16$  گرم و به همین ترتیب جرم یک مول از اتم های کربن (C) برابر  $12$  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 ای آن، به آسانی قابل محاسبه است. برای مثال، مولکول گرم اکسیژن ( $O_2$ )،  $= 44 = 2 \times 16 + 2 \times 16$  گرم است. شیمیدان ها معمولاً به جای اتم گرم و مولکول گرم جرم مولی را به کار می بند و آن را برحسب **گرم بر مول** بیان می کنند. برای مثال، جرم مولی اتم های اکسیژن و کربن به ترتیب  $16$  و  $12$  گرم بر مول است.

معادله ای موازن شده زیر را در نظر بگیرید:



مجموع جرم ها:

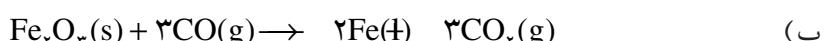
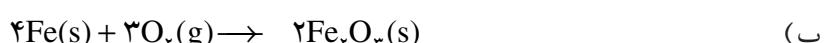
$$\text{جرم واکنش دهنده ها} = \text{جرم فراورده}$$

$$44 \text{ گرم} = 44 \text{ گرم}$$

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

### فکر کنید

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



## عناصرهای شیمیایی و جدول تناوبی

تاکنون، به اهمیت قانون پایستگی ماده در واکنش‌های شیمیایی پی بردید و بازارایی 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 ید (I₂) 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

| بیشترین             |      | کمترین  | خاصیت |         |
|---------------------|------|---------|-------|---------|
| چگالی (g/cm³)       |      |         |       |         |
| ۲۲,۶                | (Os) | ۰,۵۳    | (Li)  | فلزها   |
| ۴,۹۳                | (I₂) | ۰,۰۰۰۰۸ | (H₂)  | نافلزها |
| نقطه‌ی ذوب (C°)     |      |         |       |         |
| ۳۴۱۰                | (W)  | -۳۸,۹   | (Hg)  | فلزها   |
| ۳۷۷۲۷               | (C)  | -۲۷۰    | (He)  | نافلزها |
| واکنش‌پذیری شیمیایی |      |         |       |         |
| زیاد                | (Cs) | کم      | (Au)  | فلزها   |
| زیاد                | (F₂) | ندارد   | (He)  | نافلزها |

|           |              |
|-----------|--------------|
| <b>H</b>  | <b>He</b>    |
| هیدروژن   | هليوم        |
| ۱         | ۲            |
| <b>Li</b> | <b>Be</b>    |
| لیتیم     | بیلیم        |
| ۲         | ۳            |
| <b>Na</b> | <b>Mg</b>    |
| سنتزیم    | مذدیزم       |
| ۱۱        | ۱۲           |
| <b>K</b>  | <b>Ca</b>    |
| کالیم     | کالسین       |
| ۱۹        | ۲۰           |
| <b>Rb</b> | <b>Sr</b>    |
| ردیدنیم   | استرنیم      |
| ۲۷        | ۲۸           |
| <b>Cs</b> | <b>Ba</b>    |
| سیرنیم    | باریم        |
| ۵۵        | ۵۶           |
| <b>Fr</b> | <b>Ra</b>    |
| فرانسیم   | رایم         |
| ۸۷        | ۸۸           |
| <b>B</b>  | <b>C</b>     |
| بیور      | کربن         |
| ۵         | ۶            |
| <b>Al</b> | <b>Si</b>    |
| آلومینیم  | سیلیسین      |
| ۱۳        | ۱۴           |
| <b>Br</b> | <b>P</b>     |
| بریوم     | فسفور        |
| ۳۵        | ۱۵           |
| <b>Ge</b> | <b>As</b>    |
| گرمیم     | آرسنیم       |
| ۳۲        | ۳۳           |
| <b>Ga</b> | <b>In</b>    |
| گالیم     | ایندیم       |
| ۳۱        | ۴۳           |
| <b>Zn</b> | <b>Rh</b>    |
| Zincیم    | روتنیم       |
| ۳۰        | ۴۴           |
| <b>Pd</b> | <b>Mo</b>    |
| پارادیم   | موبیدن       |
| ۴۶        | ۴۵           |
| <b>Ti</b> | <b>Tc</b>    |
| تیتانیم   | تکنسین       |
| ۲۲        | ۴۲           |
| <b>V</b>  | <b>Nb</b>    |
| وائینیم   | نوبیم        |
| ۲۳        | ۴۱           |
| <b>Cr</b> | <b>Fe</b>    |
| کروم      | آهن          |
| ۲۴        | ۲۶           |
| <b>Mn</b> | <b>Co</b>    |
| منگنز     | کالب         |
| ۲۵        | ۲۷           |
| <b>Ni</b> | <b>Cu</b>    |
| نیکل      | کوبن         |
| ۲۸        | ۲۹           |
| <b>Cu</b> | <b>Ag</b>    |
| کوبن      | آگر          |
| ۲۹        | ۴۷           |
| <b>Sn</b> | <b>Pt</b>    |
| شنج       | پاتن         |
| ۵۰        | ۷۶           |
| <b>Ge</b> | <b>Au</b>    |
| جورج      | اور          |
| ۷۸        | ۷۹           |
| <b>Ga</b> | <b>Ir</b>    |
| گالیم     | ایریدن       |
| ۳۱        | ۷۷           |
| <b>In</b> | <b>Pt</b>    |
| ایندیم    | پاتن         |
| ۴۳        | ۷۶           |
| <b>Sn</b> | <b>Bi</b>    |
| شنج       | بی           |
| ۵۱        | ۸۰           |
| <b>Te</b> | <b>Pb</b>    |
| تلوریم    | پیسبوت       |
| ۵۳        | ۸۲           |
| <b>I</b>  | <b>Bi</b>    |
| یود       | بی           |
| ۵۵        | ۸۵           |
| <b>Xe</b> | <b>Po</b>    |
| زنفون     | پیسموت       |
| ۴۶        | ۸۴           |
| <b>Rn</b> | <b>At</b>    |
| ردوت      | استانتنیون   |
| ۸۶        | ۸۵           |
| <b>Lu</b> | <b>Fm</b>    |
| لوکسیم    | فودیم        |
| ۷۱        | ۱۰۰          |
| <b>Fr</b> | <b>Cf</b>    |
| فرانز     | کافدیزیم     |
| ۸۷        | ۱۰۴          |
| <b>Ce</b> | <b>Pr</b>    |
| سیم       | پرازوجودنمیم |
| ۸۸        | ۹۱           |
| <b>Th</b> | <b>Pa</b>    |
| تیوریم    | پروکاتنین    |
| ۹۰        | ۹۱           |
| <b>Nd</b> | <b>Pm</b>    |
| نکدیزیم   | پرومنیم      |
| ۹۱        | ۹۲           |
| <b>Sm</b> | <b>Eu</b>    |
| ساماریم   | یورونیم      |
| ۹۲        | ۹۳           |
| <b>Tb</b> | <b>Dy</b>    |
| تاپیم     | دیپوزیم      |
| ۹۳        | ۹۴           |
| <b>Ho</b> | <b>Tm</b>    |
| هومیم     | تومیم        |
| ۹۷        | ۹۵           |
| <b>Er</b> | <b>Yb</b>    |
| ایریم     | ایبریم       |
| ۹۸        | ۹۶           |
| <b>Md</b> | <b>No</b>    |
| مندیزیم   | نوبلیم       |
| ۱۰۱       | ۱۰۲          |
| <b>Lr</b> |              |
| لرنسیم    |              |
| ۱۰۳       |              |

شكل ۳ جدول تناوبی عنصرها



### جدول ۳ مقایسه برخی خواص فلزها و نافلزها

| فلزها  |
|--|
| معمولان نقطه‌ی ذوب و جوش بالایی دارند.           |
| سطح براق و درخشانی دارند.                        |
| چکش خوارند و با خم کردن و کشیدن شکل می‌گیرند.    |
| جريان 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 جريان 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 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 این‌همه، 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 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 سودمند فراوانی را ممکن ساخته است.

تاریخی سده‌ی نوزدهم میلادی حدود ۶۰ عنصر شناخته شده بود. پنج نافلز شامل هیدروژن (H)، اکسیژن (O)، نیتروژن (N)، فلور (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 شیمیدان‌های 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 **خانواده** 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 خانواده‌های دیگری که در جدول تناوبی وجود دارند، در شکل ۳ آمده است.

شیوه‌ی چیدن عنصرها در جدول تناوبی، به گونه‌ای است که می‌توان برخی ویرگی‌های 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، به درستی 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 به خاطر پیش‌گویی‌های درست او بوده است.

به عنوان مثال، فرض کنید که کریپتون (Kr) یک عنصر ناشناخته است. با توجه به نقطه‌ی جوش آرگون (Ar,  $-186^{\circ}\text{C}$ ) و زنون (Xe,  $-112^{\circ}\text{C}$ ) نقطه‌ی جوش کریپتون را در همان شرایط، می‌توان تخمین زد.

از آن جا 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:

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

این عدد با نقطه‌ی جوش کریپتون که  $-157^{\circ}\text{C}$  است،  $8^{\circ}\text{C}$  تفاوت دارد. این تفاوت برای یک پیش‌گویی، خطای ناچیزی به شمار 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 دی اکسید ( $\text{CO}_2$ ) تشکیل می‌شود.



برای ترکیبی از کربن و گوگرد چه فرمولی پیش گویی می کنید؟ همان طور که در ستون شانزدهم جدول تناوبی عناصرها (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 نقطه‌ی ذوب سیلیسیم و قلع ( $141^{\circ}C$ , Sn) ( $232^{\circ}C$ , Si) نقطه‌ی ذوب ژرمانیم را تخمین بزنید.
- ۲- آ) با توجه به نقطه‌ی ذوب پتاسیم ( $2^{\circ}C$ , K) ( $63^{\circ}C$ , Cs) و نقطه‌ی ذوب سزیم ( $29^{\circ}C$ , Rb) را تخمین بزنید. ب) انتظار دارید، نقطه‌ی ذوب سدیم (Na) از نقطه‌ی ذوب روبیدیم بیشتر یا کمتر باشد؟ چرا؟
- ۳- فرمول های چند ترکیب شناخته شده چنین است:



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

S و Al پ

Br و Ca ب

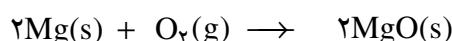
F و C آ

Cl و K ث

O و Ba ت

### خواص عناصرها را چه عاملی تعیین می کند؟

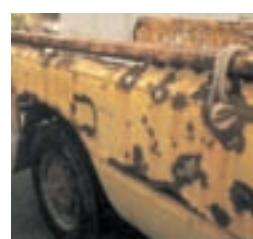
هنگامی که یک تکه نوار منیزیم را در شعله‌ی چراغ گرم کنیم، به سرعت می سوزد و نور خیره کننده‌ای تولید می کند. از واکنش این فلز با اکسیژن، منیزیم اکسید به دست می آید.



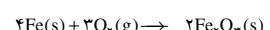
منیزیم اکسید      اکسیژن      منیزیم

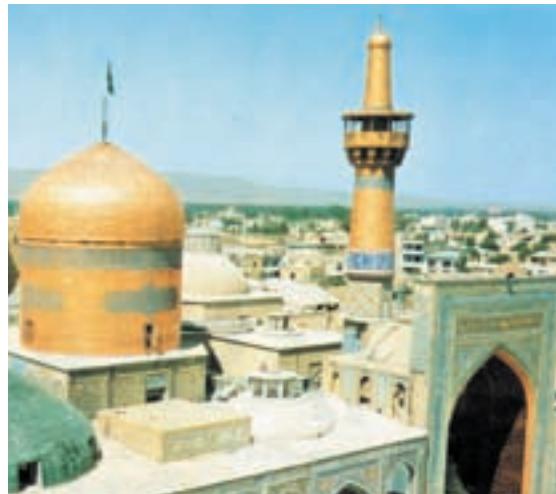
می دانید که آهن نیز با اکسیژن ترکیب و به زنگ آهن تبدیل می شود. اما واکنش اکسایش آن بسیار کندر از منیزیم است، شکل ۴. بر عکس، طلا با اکسیژن ترکیب نمی شود از این رو آن را برای کارهای تزیینی به کار می بردند، شکل ۵.

با مشاهده‌ی 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 بدنه‌ی این وات 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 تزیین می‌کنند.

## بیش تر بدانید

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

بر اثر اکسایش آلومینیم در برابر هوا، یک لایه‌ی بسیار نازک آلومینیم اکسید ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 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 می‌شود و می‌ریزد و همواره سطح تازه‌ای از آهن در معرض رطوبت هوا قرار می‌گیرد. در این شرایط اکسایش هم چنان ادامه می‌یابد و کم کم 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 کاز و مواد نفتی به کار می‌رود، هر ساله باید برای جلوگیری از خوردگی آن‌ها بودجه‌ی قابل توجهی 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 اجاق‌گاز، یخچال، وان حمام به کار می‌رود، شیوه‌ای 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 پرتوون‌های 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 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 بخشنند. 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.

هم چنین، 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 به وسیله‌ی 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 مؤثرer، به وجود 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.

کرین در طبیعت به شکل‌های گوناگونی یافت می‌شود. گرافیت، الماس و دوده‌آلوتروب یا دگرشکل‌های کرین هستند.



شکل ۶ کپک‌های پنی‌سیلین

## بیش تر بدانید

چند سازه هم ارز پارسی  
واژه‌ی *composite* است.

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

امروزه از خانواده‌ای از مواد برای ساختن بدن 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 می‌توانند 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 مولادی ارزشمند و بی‌همتا ساخته است. استفاده از چندسازه‌ها به جای فلزها در ساختن بدنی 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 صدای و نرم تر رانده می‌شوند.

خودروهای ساخته شده از چندسازه‌ها زنگ نمی‌زنند و خوردگی پیدا نمی‌کنند.  
امروزه بدنی 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 بدنی خودروها و قایق‌های تندره، 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.





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.

تا اینجا، 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 وسائل 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 بسته‌بندی مواد خوراکی به کار برده می‌شود، ظرف‌های پلاستیکی یک‌بار مصرف که برای صرف غذا یا ریختن چای و نوشابه مورد استفاده قرار می‌گیرند یا باقی‌مانده‌ی مواد غذایی، از جمله موادی هستند که به عنوان 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. هم‌چنان، بهره‌برداری 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 ۶۰۰۰ برابر جرم او در سن بلوغ است.

زباله دور ریخته می‌شوند. در واقع، همه‌ی این کارها مقدار زیادی زباله‌ی شهری و صنعتی به وجود می‌آورند، شکل ۷.



شکل ۷ جمع آوری زباله‌های شهری به روش سنتی

### چه قدر زباله می‌سازید؟!

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 می‌کنند؟

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



در شهر تهران سالانه

۲ میلیون تن زباله تولید می‌شود.



شکل ۸ پس از جمع آوری زباله از سطح شهر، آن‌ها را برای دفن به بیرون از شهر می‌برند.

