

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



# شیمی تکمیلی

## سال اول دوره‌ی متوسطه تحصیلی

مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش‌پژوهان جوان

## شناسنامه:

عنوان کتاب: شیمی تکمیلی سال اول دبیرستان  
گردآوری و تألیف: محمدرضا پورجاوید ، سید صمد صفوی  
ویراستار: طاهره السادات رضوی  
هماهنگی و نظارت علمی: محمدرضا پورجاوید  
طراح جلد و رنگ آمیزی رایانه ای: حامد مشفق آرانی  
حروف چینی: گروه افرا  
صفحه آرای: حامد مشفق آرانی  
شابک:

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

مقدمه

۱	فصل اول - آب
۳	اقیانوس ها
۸	آب آشامیدنی
۱۱	آب سخت
۱۴	برطرف کردن سختی
۱۷	نمک زدایی
۱۹	منحنی های انحلال پذیری
۲۱	آلودگی آب
۲۹	فصل دوم - هوا کره (اتمسفِر)
۳۰	گازهای موجود در هوا کره
۳۳	گاز اکسیژن
۳۶	کربن دی اکسید
۴۰	هوای اطراف ما چگونه شکل گرفته است؟
۴۵	فصل سوم - فرآورده های نفتی
۴۶	هیدروکربن ها
۴۷	سوختهای فسیلی
۵۳	تقطیر کردن نفت خام
۵۵	کراکینگ
۵۶	اتن و آلکن ها
۵۸	احتراق
۵۹	باران اسیدی
۶۱	اثر گلخانه ای
۶۹	فصل چهارم - پلیمرها
۷۰	ساختن پلاستیک ها
۷۱	پلیمری شدن
۷۴	ویژگی های پلاستیک ها
۷۵	تغییر دادن خواص پلاستیک ها
۷۷	گسترش پلیمرهای جدید
۸۲	کاربردهای روزمره ی پلاستیک ها
۸۳	زباله های پلاستیکی
۸۹	فصل پنجم - شیمی کربن
۹۰	الکل ها
۹۱	ایزومرها
۹۲	تخمیر
۹۴	روش های ساختن اتانول
۹۶	واکنش های الکل ها
۹۸	کربوکیلیک اسیدها

۱۰۳	..... فصل ششم- روغن های گیاهی
۱۰۴	..... روغن های موجود در گیاهان
۱۰۷	..... امولسیون ها
۱۰۹	..... کره های گیاهی
۱۱۴	..... افزودنی های غذایی
۱۱۷	..... شناسایی مواد افزودنی به غذاها
۱۱۹	..... زیست- دیزل
۱۲۷	..... مطالعه ی بیشتر ۱- ساختن مواد جدید
۱۲۸	..... صنایع شیمیایی
۱۳۱	..... داروها
۱۳۴	..... رنگ های ساختمانی و رنگ دانه ها
۱۳۶	..... رنگ دانه های هوشمند
۱۳۸	..... رنگ ها و ترسیم نقاشی با آنها
۱۴۳	..... پاک کننده ها
۱۴۷	..... مطالعه ی بیشتر ۲- مول
۱۵۱	..... مول در گازها
۱۵۴	..... مول در محلول ها
۱۵۷	..... مول در معادله های شیمیایی

## مقدمه

در دوره‌ی راهنمایی علاوه بر آشنایی با تعریف‌های مقدماتی علم شیمی، عنصرهای مختلف و ترکیب‌های گوناگون، با برخی از واکنش‌های شیمیایی و شرایط انجام آن‌ها آشنا شده و پیوندهای گوناگونی که بین اتم‌ها تشکیل می‌شوند را نیز مورد ارزیابی قرار دادید. حال بهتر است به صورت تخصصی‌تری با کاربردهای شیمی در زندگی و محیط پیرامون خود آشنا شوید. طبیعی است که به علت وسعت مطالب مربوط به این مهم، امکان مطرح ساختن تمام موارد وجود ندارد و در این کتاب کاربردی‌ترین استفاده‌های شیمی مورد توجه قرار گرفته‌اند. لازم به ذکر است که در گردآوری کتاب پیش رو، علاوه بر مد نظر قرار دادن مطالب و سرفصل‌های موجود در کتاب درسی مصوب وزارت آموزش و پرورش، مباحث و عناوین تکمیلی گوناگونی نیز ارائه شده‌اند که شایسته و در شأن دانش‌آموزان مراکز استعدادهای درخشان می‌باشند. از این رو انتظار می‌رود که پس از مطالعه‌ی این کتاب دانش‌آموزان علاوه بر تسلط بر مباحث مربوطه در کتاب درسی پایه‌ی اول دبیرستان، با مطالب جدیدتری نیز آشنا شده و به درک کامل‌تری از تأثیر علم شیمی در زندگی خود دست یابند.

در نخستین فصل به مطالعه‌ی حیاتی‌ترین ماده‌ی مورد نیاز برای زندگی مان (آب) خواهیم پرداخت. پس از آشنایی با ساختار این ماده، مشکلات آلودگی‌های گوناگون آن و چگونگی برطرف کردن این آلودگی‌ها مورد بررسی قرار خواهند گرفت. در فصل دوم با هوای پیرامون خود بیشتر آشنا می‌شوید. گازهای پُر مصرف موجود در آن معرفی شده و کاربردهای مختلف آن‌ها بیان می‌شوند. اما یقیناً نمی‌توان از اهمیت نفت و فرآورده‌های نفتی (به ویژه در کشور ما) به راحتی گذشت. معرفی این ترکیب‌ها در فصل سوم انجام شده است. علاوه بر این ترکیبات، مواد دیگری همچون درشت مولکول‌ها (پلیمرها) که اغلب از ترکیب‌های کربنی کوچکتر ساخته شده‌اند نیز از درجه‌ی اهمیت فراوانی برخوردار هستند. از آنجا که عنصر کربن در بسیاری از ترکیبات پُر مصرف و مهم نقش به‌سزایی ایفا می‌کند، شیمی کربن نیز مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت و در ادامه، روغن‌های گیاهی و موادی نظیر افزودنی‌های غذایی به همراه سوخت‌های مورد استفاده در وسایل نقلیه معرفی می‌شوند.

در انتهای کتاب نیز دو فصل برای مطالعه‌ی دانش‌آموزان علاقه‌مند قرار داده شده است که مطالعه‌ی آن‌ها به همه‌ی دانش‌آموزان توصیه می‌شود، چرا که اهمیت قابل توجهی را به درک مطالب کتاب‌های درسی شما در سال‌های آینده خواهند داشت. در اولین فصل، برخی دیگر از مواد مهم شیمیایی نظیر داروها، رنگ‌ها، پاک‌کننده‌ها و ... معرفی خواهند شد و فصل دوم نیز شما را با

مفهوم اندازه گیری تعداد اتم‌ها، مولکول‌ها و ترکیب‌های گوناگون آشنا می‌کند. انتظار می‌رود بعد از مطالعه‌ی این کتاب به درک صحیح‌تری از شیمی محیط زیست رسیده و تحلیل مناسبی از مواد اولیه‌ی موجود در وسایل و لوازم پیرامون خود داشته باشید. امکان انجام محاسبات شیمیایی ساده نیز از جمله مهارت‌های دیگری است که به آن دست خواهید یافت.

کتاب حاضر به گونه‌ای طراحی شده است که تا حد امکان شرایط مناسب برای آموزش و یادگیری کامل مطالب ارائه شده را برای شما فراهم کند. در هر فصل از کتاب، آزمایش‌های گوناگونی مطرح شده‌اند تا دانش آموزان با انجام آن‌ها به درک بهتری از بحث‌های ارائه شده دست یابند. ضمن آنکه در مورد تمام این آزمایش‌ها توضیح مناسبی نیز داده شده است تا حتی اگر امکان انجام شان در آزمایشگاه برای شما وجود ندارد، با مطالعه‌ی این مطالب بتوانید به نتیجه‌های مورد نظر دست یابید. در برخی از آزمایش‌ها از علامت هشدار دهنده استفاده شده است که نشان دهنده‌ی لزوم در نظر داشتن احتیاط در رابطه با ماده یا موردی خاص است (در این موارد معلمین ارجمند بهترین راهنمای شما خواهند بود).

کلماتی که نیاز به توجه بیشتری در هنگام مطالعه داشته‌اند به صورت **پُورنگ** نوشته شده‌اند و نکته‌های آموزشی مهم در داخل یک کادر قرار گرفته‌اند. در برخی موارد نیز از مثال‌ها و تمرین‌های گوناگون برای درک بهتر مطالب استفاده شده است. شکل‌ها و تصویرهای موجود در کتاب به گونه‌ای برگزیده شده‌اند که ضمن کمک به فرآیند آموزش شیمی، موجب تنوع و زیبایی کتاب نیز باشند. در انتهای هر فصل، خلاصه‌ی بحث‌ها قرار دارد و در ادامه‌ی آن نیز پرسش‌ها و مسائل مختلفی برای خودآزمایی شما در نظر گرفته شده‌اند. از طرفی تقریباً در تمام فصل‌های کتاب، این پرسش‌ها از موارد ساده‌تر آغاز شده و تا مسائل پیشرفته ادامه یافته‌اند.

بدیهی است که کتاب حاضر، کامل و خالی از نقص نیست. لذا از کلیه‌ی همکاران محترم و دانش‌آموزان گرامی تقاضا می‌شود تا با بیان نظرها و پیشنهادهای سازنده‌ی خود، ما را در ارتقای سطح کیفی این اثر یاری فرمایند.

با سپاس

گروه گردآوری و تألیف

فصل اوّل  
آب



زندگی بر روی زمین وابسته به آب است و بدون این مایع حیاتی ما امکان ادامه‌ی زندگی را نداشتیم. فرمول آب  $H_2O$  است. اتم‌های هیدروژن و اکسیژن به وسیله‌ی پیوندهای کووالانسی با یکدیگر پیوند داده‌اند.



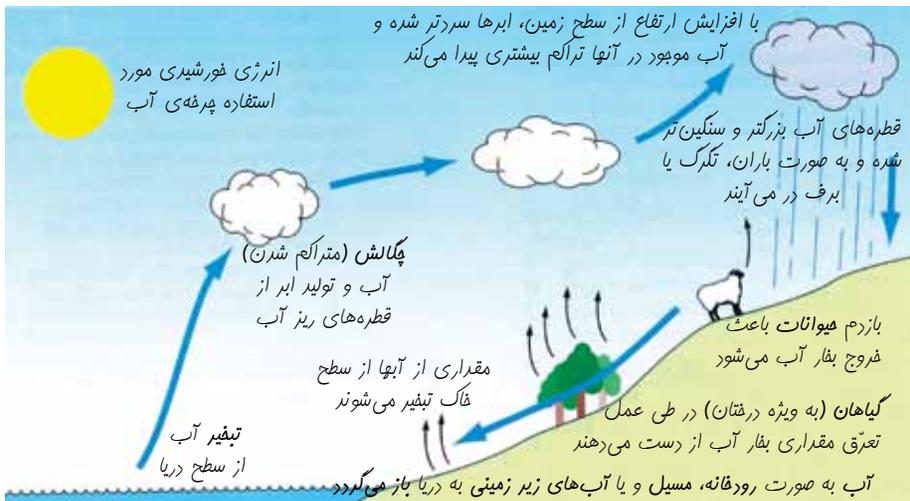
اکسیژن ۸ الکترون دارد و هیدروژن فقط یک الکترون دارد.

آب دارای یک ساختار مولکولی ساده است. نیروهای موجود در بین مولکول‌های آن، قدرت زیادی ندارند (اگر چه این نیرو بیش از آن چیزی است که شما برای چنین مولکول کوچکی تصور می‌کنید).

آب در دمای  $0^{\circ}C$  یخ می‌زند و در دمای  $100^{\circ}C$  به جوش می‌آید. خوشبختانه این بدان معنی است که آب در محدوده‌ی دمایی وسیعی از سطح زمین به صورت مایع است.

### چرخه‌ی آب

چرخه‌ی آب به ما نشان می‌دهد که آب موجود در جهان چطور از جایی به جای دیگر حرکت می‌کند.



- بخار آب چگونه وارد اتمسفر (جو زمین) می‌شود؟
- توضیح دهید که چرا با بالا رفتن ابرها، باران می‌بارد؟
- چرا به این فرآیند «چرخه‌ی آب» می‌گویند؟



## ❖ اقیانوس‌ها



آب فراوان‌ترین ماده بر روی زمین است.

اقیانوس‌ها نزدیک به ۷۰٪ از سطح زمین را پوشانده‌اند و در حدود ۹۷٪ از آب‌های روی زمین را به خود اختصاص داده‌اند. گروهی بر این باورند که زندگی بر روی زمین در حدود ۳ میلیارد سال پیش و در داخل اقیانوس‌ها آغاز شده است. از آن زمان تاکنون مواد شیمیایی موجود در آب دریاها تقریباً ثابت باقی مانده‌اند. این مواد عبارتند از:



بعضی از مردم اثر گلخانه ای را مقصر اصلی تغییر شرایط آب و هوایی می‌دانند.

نمک	جرم نمک (برحسب گرم) در ۱۰۰ گرم از آب دریا
سدیم کلرید	۲۳
منیزیم کلرید	۵
سدیم سولفات	۴
کلسیم کلرید	۱
پتاسیم کلرید	۰/۷

این نمک‌ها در هنگام عبور اقیانوس‌ها از زمین‌های مختلف و نواحی گوناگون وارد آب‌ها شده‌اند. بعضی از نمک‌های محلول در آب نیز به وسیله رودخانه‌ها وارد دریا می‌شوند، اما سوال اینجاست که چرا مقدار این نمک‌ها با گذشت زمان افزایش پیدا نکرده است؟

این موضوع به کمک **ته نشینی شیمیایی** توضیح داده می‌شود. با ورود نمک‌های جدید به داخل دریا، نمک‌های قبلی به صورت جامد در کف دریاها و اقیانوس‌ها رسوب می‌کنند. به این ترتیب به حالت تعادل خواهند رسید.

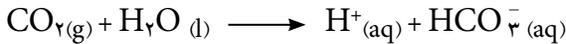


کنفرانس بین‌المللی گرمای جهانی در سال ۱۹۹۷ در کیوتو ژاپن برگزار شد. در سال ۲۰۰۰ نیز دوباره سیاستمداران دور هم جمع شدند تا مشخص کنند هر کشوری به چه میزان از انتشار گاز CO<sub>2</sub> توسط خود جلوگیری کند. البته این نشست بدون نتیجه بود و موافقتی در آن حاصل نشد. سپس در سال ۲۰۰۵ در موتورال این مذاکره‌ها نتیجه داد و نشانه‌هایی از پیشرفت در این زمینه مشاهده شد.



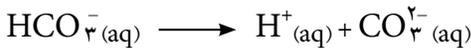
اقیانوس‌ها در داخل خود گازهای حل نشده نیز دارند. این گازها حاصل فعالیت‌های آتشفشانی در بستر دریا و همچنین گازهای موجود در هوا هستند.

اقیانوس‌ها به عنوان منبع کربن دی اکسید نقش مهمی در چرخه‌ی کربن دارند (در فصل بعد با این چرخه آشنا خواهید شد). کربن دی اکسید می‌تواند باعث تولید هیدروژن کربنات‌ها شود که در آب دریا حل می‌شوند:

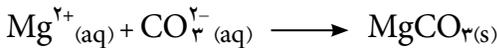
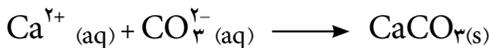


یون‌های هیدروژن کربنات

همچنین یون‌های کربنات نیز تشکیل خواهند شد:



این یون‌ها می‌توانند به همراه یون‌های کلسیم یا منیزیم، نمک‌های نامحلول در آب تولید کنند:



به این واکنش‌ها، واکنش‌های رسوبی گفته می‌شود.

ما در حال حاضر مقدار بسیار زیادی  $\text{CO}_2$  تولید می‌کنیم و به این ترتیب اقیانوس‌ها نمی‌توانند  $\text{CO}_2$  موجود در خود را خارج کنند. به این ترتیب ما موازنه و تعادل چرخه‌ی کربن موجود در طبیعت را به هم زده ایم. بسیاری از مردم عقیده دارند که گرم شدن زمین و تغییر شرایط آب و هوایی که در حال حاضر به آن روبرو هستیم، به خاطر  $\text{CO}_2$  اضافی در هوای اطراف زمین است.

### ◀ شیمی در عمل: کاربردهای آب

#### آب مورد نیاز ما از کجا تأمین می‌شود؟

ما می‌توانیم از آب‌های موجود در موارد زیر استفاده کنیم:

- دریاچه‌ها
- رودخانه‌ها
- سفره‌های آبی (آبی که در سنگ‌ها و صخره‌های زیرزمینی نگه داری می‌شود)
- مخزن‌های آب پشت سدها (دریاچه‌های بزرگی که برای ذخیره کردن آب ساخته می‌شوند)





یک سد برای ذخیره کردن آب در کشور  
انگلستان

این منابع دارای آب شیرین هستند، اما باید تصفیه شوند تا بتوان آن‌ها را برای نوشیدن و مصرف‌های خوراکی به کار گرفت. متأسفانه نزدیک به ۹۷٪ آب موجود در روی زمین در اقیانوس‌های شور و پُر نمک وجود دارد. با این وجود در کشورهای گرمسیر، آب دریا به آب قابل استفاده تبدیل می‌شود.

### آب در صنعت



مقدار زیادی آب در کارهای صنعتی و یا تولید انرژی به صورت‌های زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- **یک ماده‌ی اولیه:** در بعضی از فرآیندهای صنعتی، از آب استفاده می‌شود. گاهی این استفاده در واکنش‌های شیمیایی و برای ساختن محصولات مناسب است. حتی گاهی آب برای تولید فشارهای زیاد نیز به کار گرفته می‌شود.
- **یک خنک کننده:** بعضی از نیروگاه‌ها از حجم زیادی آب استفاده می‌کنند. شاید تاکنون برج‌ها و ستون‌های سرد کننده‌ی بزرگی را دیده باشید که بخار آب به شدت از آن‌ها خارج می‌شود.
- **یک حلال:** آب می‌تواند بسیاری از مواد را در خود حل کند، بنابراین برای تمیز کردن، شستشو و حتی برای انجام واکنش‌هایی که فقط در آب انجام می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### آب در منزل

مقدار آبی که در خانه مصرف می‌کنیم، بیش از چیزی است که فکر می‌کنید. البته طبیعی است که این مقدار در کشورهای مختلف با فرهنگ‌های مختلف متفاوت است. آمارها نشان می‌دهند که در بعضی از کشورها هر نفر نزدیک به ۱۵۰ لیتر آب مصرف می‌کند.





در هنگام شستن یک خودرو، به ازای هر سطل، ۷ لیتر آب مصرف می‌شود.

در جدول زیر مصرف آب برای بعضی از فعالیت‌های روزانه نوشته شده است.

کاربرد	حجم تقریبی آب استفاده شده (بر حسب لیتر)
حمام کردن	۸۰
مسواک زدن و شستن دست و صورت	۴
شستن خودرو	۸۰
شستن ظرف‌ها با ماشین ظرفشویی	۳۰
شستن ظرف‌ها با دست	۷/۵
دستشویی	۹

در باغ‌ها یا باغچه‌ها، استفاده از آب پاش در هر دقیقه ۹ لیتر آب مصرف می‌کند و استفاده از لوله کشی باعث مصرف ۵۱ لیتر آب در هر دقیقه می‌شود.

### مصرف جهانی آب

در سراسر جهان، میزان مصرف آب به صورت مقابل است:



مقدار واقعی آب مصرفی در هر کشوری با کشور دیگر متفاوت است. به عنوان مثال، در برخی از کشورهای آفریقایی ۹۰٪ آب مصرفی به کشاورزی اختصاص دارد. زیرا آن‌ها مجبور هستند که محصولات خود را آبیاری کنند. در حالی که در کشورهای اروپایی، نسبت آب مورد استفاده در صنعت و تولید انرژی بیش از ۵۰٪ است. درصد آب مورد استفاده در صنعت به عنوان معیاری برای میزان پیشرفت و توسعه‌ی یک کشور می‌باشد.



مقدار مصرف فردی آب (میانگین مصرف آب هر نفر) نیز بسیار گوناگون است. به عنوان مثال مقدار مصرف آب یک فرد آمریکایی در هر روز ۲۰ برابر بیشتر از یک فرد آفریقایی است.



کاربردهای مختلف آب در مناطق کوناگون باعث فرهنگ‌های زندگی متفاوتی شده است.

• به نظر شما چرا میزان مصرف خانگی آب در بین مردم کشورهای توسعه یافته بیش از این مقدار توسط مردم کشورهای در حال توسعه است؟

### حفظ و نگهداری منابع آب

شاید از خود پرسید: «چه نیازی به سعی و تلاش پُر زحمت برای ذخیره کردن آب است، در حالی که چرخه‌ی آب باعث بازگرداندن آن به طبیعت می‌شود؟»



چه چیزی باعث کاهش قابلیت اطمینان منابع آب ما می‌شود؟ این شخص در حال جمع‌آوری آب در هنگام یک خشکسالی است.

هر بار که ما از آب استفاده می‌کنیم باید با پرداخت هزینه‌ای جدید آن را به محیط برگردانیم. ما نمی‌توانیم آب‌های آلوده را به طور مستقیم وارد رودخانه‌ها و دریاها کنیم. تمیز کردن این آب‌های آلوده به پرداخت هزینه‌های خاصی نیاز دارد.

با گذشت زمان، تعداد افرادی که برای در اختیار گرفتن آب این سیاره با یکدیگر رقابت می‌کنند نیز بیشتر می‌شود. بنابراین لازم است که علاوه بر حفظ منابع آب برای بهبود کیفیت آن نیز تلاش کنیم. با صرفه‌جویی در مصرف انرژی نیز می‌توانیم به ذخیره کردن آب کمک کنیم، زیرا نیروگاه‌ها برای تولید انرژی مقدار زیادی آب استفاده می‌کنند.

• توضیح دهید که شما چگونه می‌توانید آب را ذخیره کنید؟ نقش دولت و جامعه در این مورد چیست؟ وقتی با یک تابستان گرم و خشک مواجه می‌شویم، کارخانه‌های تولید آب معدنی چه می‌کنند؟ آیا این موضوع زندگی شما را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟



## آب آشامیدنی

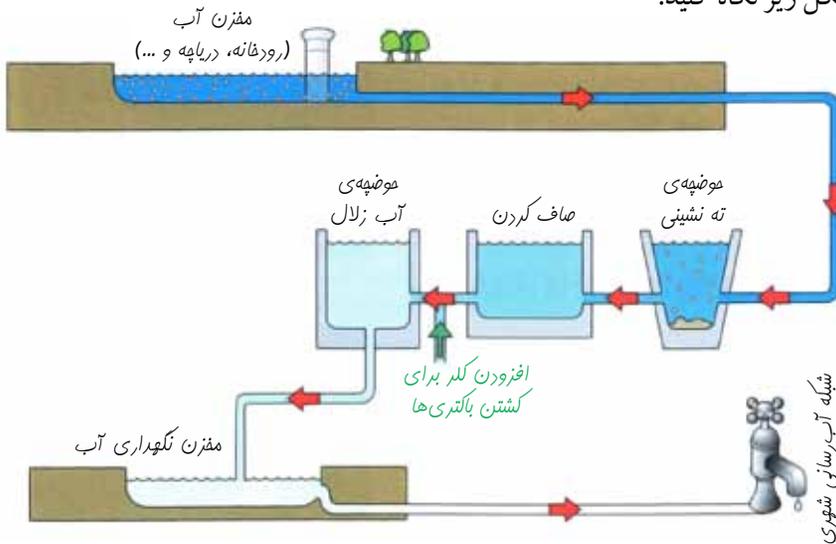


بیش از ۶۰٪ جرم بدن شما را آب تشکیل داده است.

آیا می‌دانید نزدیک به دو سوم از جرم بدن شما از آب ساخته شده است؟ بنابراین عجیب نیست که باید در طول روز بین ۶ تا ۸ لیوان آب بنوشیم!

شاید بتوان گفت که ما واقعاً خوش شانس هستیم که از آب لوله کشی برای نوشیدن استفاده می‌کنیم. بسیاری از مردم جهان مجبور هستند آب مورد نیازشان را از منابع آلوده جمع آوری کنند. همان طور که می‌دانید از کلر برای ضد عفونی کردن آب آشامیدنی استفاده می‌شود. حال می‌خواهیم سفر آب از یک مخزن آبی (مانند یک سد) تا لوله کشی داخل منزل مان را دنبال کنیم.

به شکل زیر نگاه کنید:

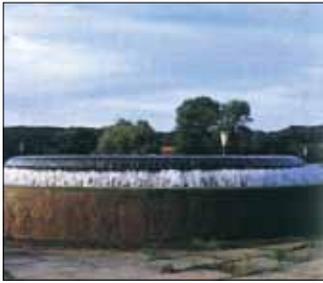


به روش‌هایی که با استفاده از آن‌ها آب ضد عفونی می‌شود تا مورد استفاده قرار گیرد، توجه کنید:

### هوادهی

در این فرآیند آب را به هم زده و یا تکان می‌دهند تا هوا (اکسیژن) با آن مخلوط شود. برای این کار می‌توان آب را به صورت پلکانی یا آبشاری حرکت داد. با این روش یون‌های آهن (III) از آب جدا می‌شوند.





هوارهی از رسوب کردن آهن (III) هیدروکسید در آب منزل شما جلوگیری می‌کند. البته هنوز در بعضی از مناطق لوله‌های آهنی قدیمی وجود دارند که می‌توانند مشکلات فاضی را ایجاد کنند.

این یون‌ها به صورت آهن (III) هیدروکسید رسوب می‌کنند. اگر این اتفاق در آب یک منزل صورت بگیرد، آهن (III) هیدروکسید باعث می‌شود که:

- سزیجات به رنگ قهوه‌ای در آیند.
- جای بد رنگ شده و مزه‌ی تلخی پیدا کند.
- لباس‌ها بعد از شسته شدن لکه‌هایی به رنگ آهن زنگ زده پیدا می‌کنند.

### ته نشینی



آلومینیم سولفات باعث لخته شدن ذره‌های کلوئیدی گل و لای می‌شود. گاهی بعضی از مردم از افزودن مقدار بیش از حد آلومینیم سولفات و تغییر مزه‌ی آب گلایه دارند.

در این مرحله به ذره‌های جامد بزرگ امکان ته نشین شدن در حوضچه‌های ته نشینی داده می‌شود. البته آب کثیف در این مرحله یک نوع سول (نوعی مخلوط دو ماده در یکدیگر) است که در آن ذره‌های کلوئیدی گل و لای در داخل آب پراکنده شده‌اند.

ذره‌های کوچک بر اثر برخورد با یکدیگر دارای بار الکتریکی (منفی) شده‌اند. این ذره‌ها در آب پراکنده هستند. زیرا به علت داشتن بار منفی یکدیگر را دفع می‌کنند. بنابراین در تصفیه‌خانه‌ها از آلومینیم سولفات برای **لخته کردن** این ذره‌ها استفاده می‌کنند. یون‌های  $Al^{3+}$  ذره‌های باردار منفی را جذب می‌کنند. به این ترتیب به ذره‌های بزرگ‌تر و سنگین‌تری تبدیل می‌شوند که می‌توانند در ته حوضچه به صورت رسوب ته نشین شوند.

مقدار خاصیت اسیدی آب با استفاده از آب آهک کنترل می‌شود. کلسیم هیدروکسید یک ماده‌ی قلیایی است که pH آب را افزایش می‌دهد. ماده‌ی لخته‌کننده‌ی آلومینیم سولفات برای حذف مواد قلیایی از آب نیز مناسب است.



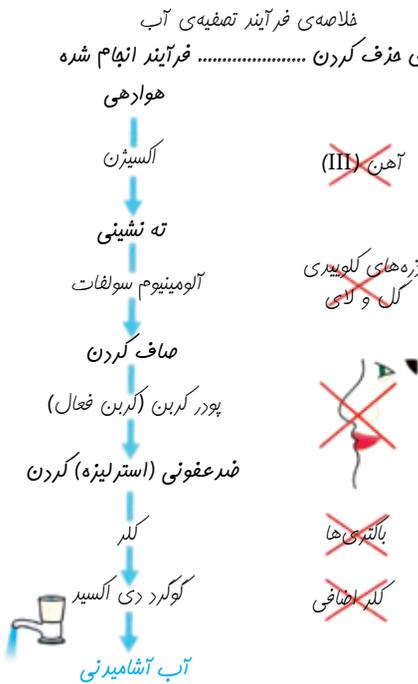
### صاف کردن

با عبور دادن آب از بین لایه‌های شن و ماسه (به عنوان صافی)، ذره‌های جامد معلق در آن جدا می‌شوند. این صافی‌ها ممکن است دارای نوع خاصی از **پودر کربن** باشند و می‌تواند موادی که باعث تغییر طعم یا بوی آب می‌شوند را از آن جدا کنند.

### خالص سازی شیمیایی

آیا آب مصرفی در منزل شما بوی کلر می‌دهد؟ کلر برای کشتن برخی از میکروب‌ها و باکتری‌ها و در نتیجه جلوگیری از بیماری به آب اضافه می‌شود. در یک تصفیه‌خانه به مقدار کافی کلر به آب اضافه می‌کنند تا تمام باکتری‌های موجود در آن از بین بروند. اما آیا شما دوست دارید از آبی برای آشامیدن استفاده کنید که مانند آب یک استخر باشد؟ در تصفیه‌خانه‌ها از **گوگرد دی اکسید** برای برداشتن مقدار باقی مانده‌ی کلر در داخل آب استفاده می‌کنند. این ماده با کلر واکنش می‌دهد و مزه و بوی آن را برطرف می‌کند. در واقع در این واکنش کلر با گرفتن الکترون به یون کلرید یا  $Cl^- (aq)$  تبدیل می‌شود (احیا می‌شود).

مقدار کمی از کلر که در آب باقی می‌ماند باعث می‌شود که آب در طول شبکه‌ی آب رسانی از تصفیه‌خانه تا منزل شما به میکروب آلوده نشود.



## آب سخت



آیا می‌دانید آب سخت چیست؟ اگر شما در شهری زندگی می‌کنید که آب سخت دارد، حتماً با این نوع آب آشنا هستید! کف کردن صابون در چنین آبی مشکل است. وقتی در این آب از صابون استفاده می‌کنید، ذره‌های سفید رنگی در آب شناور خواهند شد. البته این آب مزیت‌هایی نیز دارد. به جدول زیر دقت کنید:

مزیت‌های آب سخت	ایزادهای آب سخت
- بعضی از مردم مزه‌ی این آب را دوست دارند.	- کف کردن صابون در آن مشکل است.
- کلسیم موجود در آب برای دندان و استخوان کودکان مفید است.	- بر اثر واکنش آن با صابون، ذره‌های نامحلولی تولید می‌شوند.
- بیماری‌های قلبی را کاهش می‌دهد.	- در جداری کتری‌ها رسوب ایجاد می‌شود. این رسوب‌ها باعث هدر رفتن انرژی در هنگام به جوش آوردن آب در داخل کتری می‌شوند.
- در ساخت بعضی از مواد شیمیایی به کار می‌رود.	- داخل لوله‌های آب گرم رسوب ایجاد می‌شود. حتی ممکن است باعث گرفتگی کامل لوله شود.
- رسوب ایجاد شده در جداری لوله‌های مسی یا سربی از حل شدن نمک‌های سمی در آب مصرفی ما جلوگیری می‌کند.	

حال می‌خواهیم ببینیم که چرا بعضی از آب‌ها سخت هستند:

آزمایش ۱-۱ چه عاملی باعث سختی آب می‌شود؟

۱۰ cm<sup>۳</sup> از هر محلول را بردارید.

۱ cm<sup>۳</sup> از محلول آب صابون را به لوله‌ی آزمایش اضافه کنید.

درب لوله را با یک چوب پنبه ببندید و آن را تکان دهید.

تکان دادن

افزافه کردن آب صابون را تا به دست آوردن کف پایدار ادامه دهید

ریختن آب صابون (در هر آزمایش ۱ cm<sup>۳</sup>)

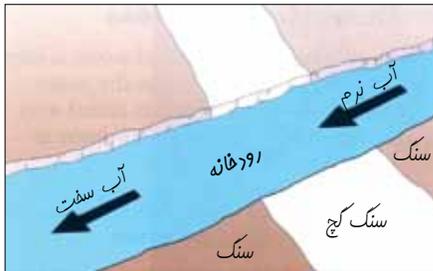


اگر بعد از ۳۰ ثانیه محلول به خوبی کف کرد، آن محلول نرم است و اگر کف ناچیزی به همراه ذره‌های رسوب سفید رنگ تولید شد، محلول مورد آزمایش سخت است. نتیجه‌ی آزمایش خود را در جدولی مانند جدول زیر بنویسید:

نوع محلول	حجم آب صابون اضافه شده برای به دست آوردن کف پایدار (بر حسب $\text{cm}^3$ )	سخت یا نرم بودن آب
سدیم کلرید کلسیم کلرید پتاسیم کلرید منیزیم کلرید		

- چه ماده‌ای باعث سخت شدن آب می‌شود؟
- در این محلول‌ها، یون‌های فلزی موجب سخت شدن آب می‌شوند یا یون‌های کلرید؟ چرا چنین نظری دارید؟

### چه چیزی باعث سخت شدن آب می‌شود؟



آبی که از روی سنگ کچ (کلسیم سولفات) عبور می‌کند، سفت می‌شود.

اگر منبع آبی که شما از آن استفاده می‌کنید، از مسیری عبور می‌کند که گچ یا سنگ آهک (کلسیم کربنات) دارد، آب سخت تولید خواهد شد. سنگ‌های دیگری که دارای کلسیم یا منیزیم هستند نیز می‌توانند باعث سختی آب شوند. سنگ گچ (کلسیم سولفات) یک نمونه از این سنگ‌ها است.

ترکیب‌های کلسیم (یا منیزیم) با حل شدن در آب باعث سخت شدن آن می‌شوند.

کلسیم سولفات به مقدار ناچیزی در آب حل می‌شود. وقتی یک رودخانه از روی سنگ گچ عبور می‌کند، مقداری از این سنگ را در خود حل می‌کند. بنابراین یون‌های کلسیم به صورت  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$  در آب حل می‌شوند.



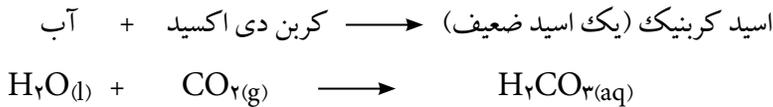


سنگ آهک با باران اسیدی ضعیف و آب رودخانه‌ها واکنش می‌دهد. سرانجام غارهای زیرزمینی با قرار گرفتن سنگ‌ها در معرض هوا ساخته می‌شوند.

کلسیم کربنات در آب نامحلول است و آب نمی‌تواند سنگ آهک را در خود حل کند. اما آیا می‌دانید غارهای آهکی چگونه ساخته می‌شوند؟

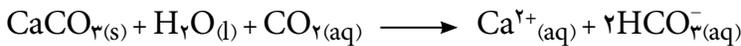
مردم اغلب فکر می‌کنند که آب باران خالص‌ترین آبی است که می‌توان در اختیار داشت. اما این موضوع درست نیست. آب باران در مسیر حرکت خود به سمت پایین، بعضی از گازهای

موجود در هوا را در خود حل می‌کند. یکی از این گازها کربن دی‌اکسید (گازی با خاصیت اسیدی ضعیف) است. این گاز همان حباب‌هایی است که در نوشیدنی‌های گازدار مشاهده می‌کنید:



این محلول اسیدی ضعیف می‌تواند سنگ آهک را در خود حل کند:

یون‌های هیدروژن کربنات + یون‌های کلسیم  $\longrightarrow$  کربن دی‌اکسید + آب + کلسیم کربنات



به حالت‌های فیزیکی نوشته شده در این معادله توجه کنید. می‌توان گفت **یون‌های کلسیم** تولید شده، در آب محلول هستند. بنابراین کلسیم وارد شده به داخل آب باعث سخت شدن آن می‌شود. شما می‌توانید آب موجود در مناطق مختلف را آزمایش کنید تا میزان سختی آن را بسنجید.

### آزمایش ۱-۲ سختی آب؟

$1 \text{ cm}^3$  محلول آب صابون را به  $10 \text{ cm}^3$  آب مورد آزمایش اضافه کنید. درب لوله‌ی آزمایش را با چوب پنبه ببندید و آن را تکان دهید. این کار را تا زمانی که به یک کف پایدار برسید ادامه دهید (هر مرتبه حداقل ۳۰ ثانیه لوله را تکان دهید). نمونه‌های متفاوتی را آزمایش کنید و نتیجه آزمایش خود را در جدول بنویسید.



آب مورد آزمایش	حجم آب صابون مورد نیاز برای تولید شدن کف پایدار (بر حسب $\text{cm}^3$ )
آب مقطر	
آب معمولی	
آب سخت	

• نتیجه به دست آمده در آزمایش خود را چگونه توضیح می‌دهید؟

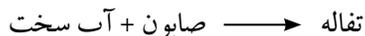
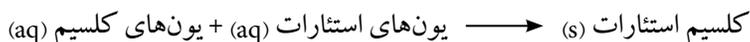


به نظر شما پدر این پسر چه توضیحی برای علت کف نکردن آب دارد که می‌تواند فرزند خود را با آن قانع کند؟

### ◀ برطرف کردن سختی

تا به اینجا باید فهمیده باشید که آب سخت چگونه ایجاد می‌شود. کلسیم یا منیزیم در آب به صورت ذره‌های بارداری به نام یون وجود دارند. رایج ترین عامل سختی آب، یون کلسیم  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$  است.

این یون‌های کلسیم با یون‌های موجود در صابون (سدیم استنارات) واکنش می‌دهند تا ذره‌های رسوب ریزی (تفاله) را تولید کنند:



اگر بتوانیم این یون‌های  $\text{Ca}^{2+}$  را از آب خارج کنیم، سختی آب را از بین خواهیم برد.

### سختی موقت

آیا به خاطر دارید که یون‌های کلسیم موجود در کلسیم کربنات نامحلول در آب چگونه باعث سخت شدن آب می‌شدند؟ سنگ آهک با باران اسیدی واکنش می‌دهد و محلولی از یون‌های کلسیم و یون‌های هیدروژن کربنات می‌سازد. به این نوع از سختی آب، سختی موقت می‌گوییم.

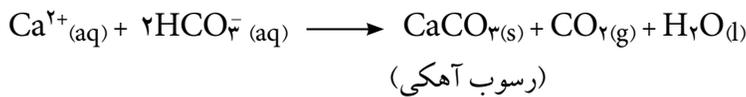




رسوب آهکی تشکیل شده در داخل  
جداره‌ی یک کتری

وقتی این محلول به جوش می‌آید، یون‌های کلسیم و هیدروژن کربنات با یکدیگر واکنش می‌دهند و دوباره به کلسیم کربنات نامحلول تبدیل می‌شوند. بنابراین یون‌های کلسیم از آب خارج می‌شوند.

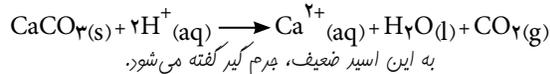
آب + کربن دی‌اکسید + کلسیم کربنات → یون‌های هیدروژن کربنات + یون‌های کلسیم



کلسیم کربنات تشکیل شده، همان رسوب آهکی است که در جداره‌ی داخلی کتری‌ها و یا لوله‌های آب گرم تشکیل می‌شود.



این لوله‌ی آب داغ تقریباً به وسیله‌ی رسوب‌های آهکی بسته شده است. می‌توان با اضافه کردن یک اسید ضعیف این رسوب را از بین برد. اسید مورد نظر با کلسیم کربنات واکنش می‌دهد:



سختی موقت را می‌توان با حرارت دادن و به جوش آوردن آب از بین برد. اما آیا به نظر شما این روش برای حذف سختی آب ارزان قیمت است؟ تصور کنید که اگر قرار بود تمام آب مورد نیاز برای شستشوی لباس‌هایتان در ماشین لباس شویی را قبل از استفاده بجوشانید تا سختی موقت آن از بین برود، هزینه‌ی انرژی مصرف شده چقدر می‌شد!

اما تمام سختی آب را نمی‌توان با جوشاندن آن از بین برد. ترکیب‌های دیگری از کلسیم، مانند کلسیم سولفات (سنگ گچ) با جوشیدن آب از آن خارج نمی‌شوند. این ترکیب‌ها باعث ایجاد سختی دائم آب خواهند شد.

### برطرف کردن تمام انواع سختی‌ها

دیدیم که چگونه می‌توان سختی موقت آب را با جوشاندن آن از بین برد. اما سختی دائم را نیز می‌توان برطرف کرد. هر چند کلمه‌ی «دائم» به معنی «همیشگی» است، اما تمام انواع سختی را می‌توان از بین برد.



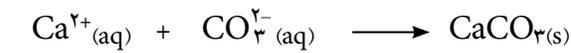


بلورهای سریم کربنات می‌توانند سختی آب را از بین ببرند.

### ۱- بلورهای سدیم کربنات

وقتی به آب سخت مقداری سدیم کربنات افزوده شود، یون‌های کلسیم از محلول خارج می‌شوند. این یونها با یون‌های کربنات (موجود در سدیم کربنات) واکنش می‌دهند و کلسیم کربنات نامحلول در آب را تشکیل می‌دهند:

کلسیم کربنات → یون‌های کربنات + یون‌های کلسیم



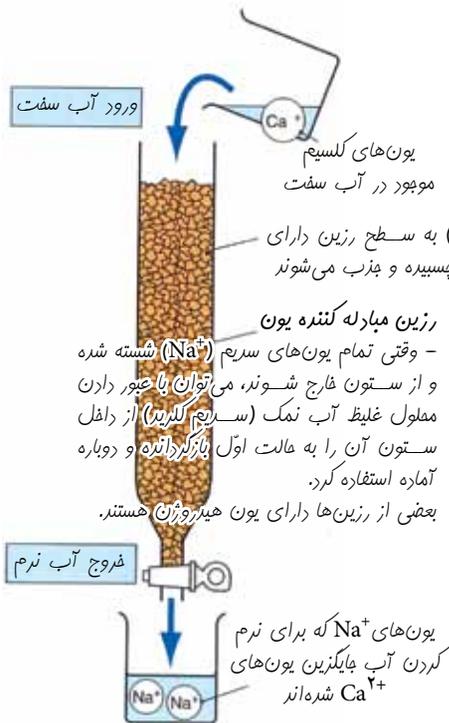
رسوب کلسیم کربنات (نامحلول) (موجود در آب سخت)

به پنین معادله ای، معادله یونی گفته می‌شود که در آن فقط یون‌هایی که در واکنش مؤثر هستند نشان داده می‌شوند.

به واکنشی که در طی آن از مخلوط کردن دو محلول با یکدیگر

یک رسوب تولید می‌شود، واکنش رسوبی گفته می‌شود.

پودرهای رخت شویی جدید در داخل خود دارای ماده‌ی نرم کننده‌ی آب نیز هستند.



### ۲- ستون مبادله کننده یون

این روش برای برطرف کردن سختی آب در مقیاس‌های بزرگ کاربرد دارد.

به شکل مقابل نگاه کنید: یون‌های کلسیم (Ca<sup>2+</sup>) به سطح رزین دارای یون‌های سریم (Na<sup>+</sup>) چسبیده و جذب می‌شوند

ستون به وسیله‌ی یک رزین پُر شده است که مقدار زیادی یون سدیم (Na<sup>+</sup>) را در خود جای داده است. آب سخت از بالای ستون وارد می‌شود و در مسیر حرکت خود به سمت پایین، یون‌های کلسیم موجود در این آب با یون‌های سدیم موجود در رزین تعویض می‌شوند. در واقع یون‌های کلسیم به رزین چسبیده و یون‌های سدیم که باعث سختی آب نمی‌شوند همراه با آب از انتهای ستون خارج خواهند شد.



### آزمایش ۱-۳ برطرف کردن سختی

- برای تعیین مقدار سختی آب، از روش گفته شده در آزمایش ۱-۲ استفاده کنید:
- ۱- مقداری آب که دارای سختی موقت است را آزمایش کنید. حال نمونه‌ی آب را بجوشانید و دوباره آزمایش کنید.
  - ۲- مقداری آب که دارای سختی دائم است را آزمایش کنید. حال یک قاشق از پودر سدیم کربنات را به این نمونه اضافه کنید. بعد از اینکه از حل شدن کامل این ماده در آب مطمئن شدید، آن را دوباره مورد آزمایش قرار دهید.
  - ۳- نمونه‌ی آب سخت خود را بعد از عبور دادن از یک ستون مبادله کننده‌ی یون، آزمایش کنید.

### ◀ نمک زدایی

در بسیاری از کشورهای مناطق گرمسیری، پیدا کردن یک منبع آب شیرین کار دشواری است. رودخانه‌ها و دریاچه‌ها به علت بارندگی کم در ماه‌های گرم سال خشک می‌شوند. اما گاهی اوقات این کشورها در کنار دریا قرار دارند و خط ساحلی آن‌ها نیز بزرگ است. این کشورها دارای مقدار زیادی آب دریا هستند، اما این آب برای بسیاری از کاربردها مناسب نیست.



یک کارخانه‌ی تولید آب آشامیدنی از آب دریا که از فرآیند نمک زدایی استفاده می‌کند.

در این جاست که **نمک زدایی** چاره ساز خواهد بود. کارخانه‌ها و واحدهای نمک زدایی ویژه می‌توانند بسیاری از نمک‌های حل شده را از آب دریا (یا آب شور موجود در مرداب‌ها و ...) جدا کنند.

نمک زدایی با جدا کردن آب از نمک‌های حل شده در آن، باعث تولید آبی قابل مصرف برای ما از آب دریا (که غیر قابل مصرف است) می‌شود.



شما در سال‌های قبل با تقطیر آشنا شده‌اید. در این فرآیند ابتدا آب به بخار تبدیل می‌شود. سپس این بخار سرد شده و دوباره به آب تبدیل می‌شود تا به این ترتیب از نمک‌های حل شده در خود جدا گردد. فرآیند مورد استفاده در واحدهای مخصوص نمک زدایی بر اساس عمل تقطیر طراحی شده است.

### آزمای ۴-۱ تقطیر آب نمک

از دستگاه تقطیر برای جمع آوری آب خالص از یک محلول سدیم کلرید (نمک طعام) استفاده کنید.

می‌توانید این کار را در مقیاس کوچک یا بزرگ انجام دهید.

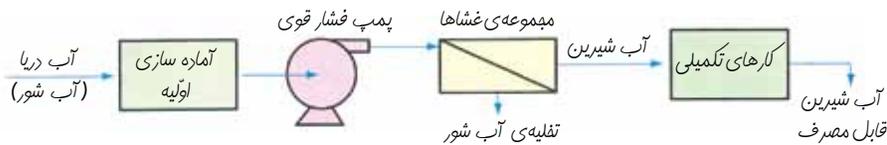
- چطور می‌توانید با یک آزمایش نشان دهید که آب به دست آمده، خالص است؟

در یک واحد نمک زدایی، فشار موجود بر روی آب کاهش می‌یابد. با این کار نقطه‌ی جوش آب دریا کمتر خواهد شد. این فرآیند **تقطیر آنی (ناگهانی)** نام دارد.

- چرا کم کردن نقطه‌ی جوش در این فرآیند اهمیت دارد؟

- در این واحدها چه چیزی با ارزش‌تر از بقیه است و اهمیت بیشتری دارد؟

فرآیند دیگری که عمومی‌تر است **آسمز معکوس** نام دارد. در این فرآیند از یک غشاء برای جدا کردن آب و نمک استفاده می‌شود. از آن جا که هیچ گرمایی در این فرآیند استفاده نمی‌شود، مقدار مصرف انرژی آن بسیار کمتر از تقطیر است. البته در این روش نیز برای تنظیم فشار آب به مقداری انرژی نیاز داریم. به شکل زیر دقت کنید:



غشاهایی که در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توانند ۹۸٪ نمک‌های حل شده در آب دریا را از آن خارج کنند. اما فرسایش و خوردگی پمپ‌ها و لوله‌ها یک مشکل در این روش به حساب می‌آیند.

نمک زدایی معمولاً در کشورهایی از خاورمیانه مورد استفاده قرار می‌گیرد که می‌توانند با پول حاصل از فروش نفت خود، هزینه‌های نمک زدایی را پرداخت کنند. در بعضی از این کشورها ۹۰٪ آب مصرفی از روش نمک زدایی به دست می‌آید.



## منحنی‌های انحلال پذیری

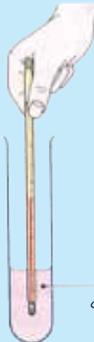
### محلول‌های سیر شده

در یک دمای ثابت فقط مقدار مشخصی از حل شونده می‌تواند در حجم معینی از حلال حل شود. این مقدار در حلال‌های مختلف با یکدیگر تفاوت دارد.

یک محلول سیر شده محلولی است که امکان حل کردن مقدار بیشتری از حل شونده در آن (در دمای داده شده) وجود ندارد.

مقدار حل شدن یک حل شونده در آب را می‌توان با **انحلال پذیری** آن توصیف کرد. انحلال پذیری یک ماده به ما نشان می‌دهد که چند گرم از آن در یک دمای ثابت در  $100\text{ g}$  آب (و یا حلال دیگری) حل می‌شود. برای مثال انحلال پذیری سدیم کلرید در دمای  $25^\circ\text{C}$ ، برابر با  $36\text{ g}$  در  $100\text{ g}$  آب است.

### آزمایش ۵-۱ منحنی انحلال پذیری پتاسیم نیترات



$10\text{ g}$  پتاسیم نیترات را با استفاده از ترازو وزن کنید. مقداری آب را در یک بشر کوچک ریخته و تا دمای  $70^\circ\text{C}$  حرارت دهید.

$10\text{ cm}^3$  از آب داغ شده را در یک لوله‌ی آزمایش بریزید. حالا  $10\text{ g}$  پتاسیم نیترات را داخل لوله‌ی آزمایش ریخته و با یک میله‌ی شیشه‌ای به هم بزنید. به این ترتیب محلولی آماده شده است که تقریباً سیر شده خواهد بود.

اجازه دهید که لوله‌ی آزمایش سرد شود. دمایی که در آن اولین بلورهای پتاسیم نیترات ظاهر می‌شوند را یادداشت کنید.

• محلول در چه دمایی به صورت سیر شده در می‌آید؟

حالا  $5\text{ cm}^3$  آب به لوله‌ی آزمایش اضافه کنید تا حجم کلی آب موجود در آن به  $15\text{ cm}^3$  برسد. محلول را به هم بزنید تا پتاسیم نیترات دوباره در آب حل شود. اگر لازم است لوله‌ی آزمایش را در حمام آب گرم حرارت دهید. سپس مجدداً لوله را سرد کنید و دمایی که در آن بلورهای جامد ظاهر می‌شوند را یادداشت کنید. این کار را برای حجم‌های  $20\text{ cm}^3$ ،  $25\text{ cm}^3$  و  $30\text{ cm}^3$  از آب در داخل لوله‌ی آزمایش تکرار کنید.

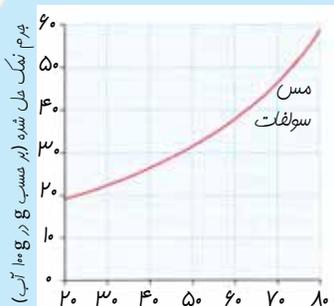


- چطور می‌توانید نتیجه‌های به دست آمده از این آزمایش را به انحلال‌پذیری در  $100\text{g}$  آب تبدیل کنید؟ به خاطر داشته باشید که  $100\text{cm}^3$  آب دارای جرمی به اندازه‌ی  $100\text{g}$  است.
- نتیجه‌ی حاصل از آزمایش و انحلال‌پذیری پتاسیم نترات در  $100\text{g}$  آب را در جدولی ثبت کنید. چطور می‌توانید تا حد امکان از آزمایش خود به نتیجه‌ی مطمئن‌تری دست یابید؟
- پس از اینکه نتیجه‌های به دست آمده را به انحلال‌پذیری در  $100\text{g}$  آب تبدیل کردید، منحنی انحلال‌پذیری پتاسیم نترات را رسم کنید.
- انحلال‌پذیری پتاسیم نترات با تغییر کردن دما چگونه تغییر می‌کند؟

منحنی‌های انحلال‌پذیری به شما این امکان را می‌دهد که:

- مقدار انحلال‌پذیری نمک در دمایی که شما آزمایش نکرده اید را نیز بدانید.
- با افزایش یا کاهش مقیاس‌های داده شده، مقداری از ماده که در هر حجمی از آب حل می‌شود را تعیین کنید.
- مقدار رسوبی که از سرد کردن یک محلول سیر شده از یک دما تا دمای دیگر تولید می‌شود را محاسبه کنید.

مثال (از نمودار مقابل استفاده کنید)



اگر محلول سیر شده‌ای از مس سولفات که دارای  $50\text{cm}^3$  آب است، از دمای  $70^\circ\text{C}$  تا  $30^\circ\text{C}$  سرد شود، چه مقدار رسوب تشکیل خواهد شد؟

برای پاسخ به این سوال، دو مرحله‌ی زیر را انجام دهید:

۱- مقدار انحلال‌پذیری مس سولفات در دمای  $70^\circ\text{C}$  را از روی منحنی مشخص کرده و تفاوت آن را از مقدار انحلال‌پذیری در دمای  $30^\circ\text{C}$  به دست آورید:

$$\text{در } 100\text{g آب) } 47/5 - 22/5 = 25$$

در واقع اگر  $100\text{g}$  آب داشته باشیم، با سرد کردن محلول مورد نظر  $25\text{g}$  رسوب تولید خواهد شد.

۲- بنابراین در  $50\text{cm}^3$  آب (که معادل با  $50\text{g}$  است) مقدار رسوب مس سولفات عبارت

$$\text{است از: } 25 \div 2 = 12/5\text{g}$$



## آلودگی آب

آیا شما هم نگران آلوده شدن رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دریاها هستید؟ امکان پیدا کردن آب خالص در طبیعت وجود ندارد، زیرا این ماده برای حل کردن مواد بسیار مناسب است و به راحتی آن‌ها را در خود حل می‌کند. هر چند که این ویژگی آب برای ما مفید می‌باشد، اما آلوده شدن آن را نیز ساده‌تر کرده است.



با وجود این همه فسفات و نیترات من هیچ شانس برای زنده موندن ندارم!

### انباشتگی آب

کودهای شیمیایی و به ویژه کودهای نیترا ته می‌توانند باعث آلوده شدن رودخانه‌ها و منابع آبی شوند. بسیاری از پاک کننده‌ها و به ویژه پاک کننده‌های دارای فسفات

که وارد رودخانه‌ها و دریاچه‌ها می‌شوند نیز همین وضعیت را دارند.

این مواد می‌توانند باعث رشد بی رویه جلبک‌ها شوند که باعث پوشانده شدن سطح آب خواهند شد. به این ترتیب دیگر آبیان نمی‌توانند با این وضعیت مقابله کرده و به زندگی خود ادامه دهند و در نتیجه از بین می‌روند. بقایای اجساد جانوران و گیاهان به وسیله موجودهای ذره بینی تجزیه می‌شوند. این موجودها برای فعالیت خود به اکسیژن نیاز دارند و از اکسیژن موجود در آب رودخانه‌ها یا دریاچه‌ها استفاده می‌کنند.



نیروگاه‌های برق می‌توانند باعث آلودگی گرمایی رودخانه‌ها شوند.

### آلودگی گرمایی

در صنایع مختلف علاوه بر استفاده از آب به عنوان حلال، از این ماده به عنوان خنک کننده نیز استفاده می‌شود. زیرا آب می‌تواند انرژی حاصل از یک واکنش را با خود منتقل کند.

به این ترتیب دمای آن افزایش خواهد یافت. انتقال انرژی در نیروگاه‌های برق مثالی از این نوع است. درست است که این آب آلوده نیست و انتقال آن به یک رودخانه باعث آلودگی آن نمی‌شود، اما دمای این آب در مقایسه با آب رودخانه بالاتر است. همین عامل می‌تواند موازنه زیستی را در رودخانه تحت تأثیر قرار دهد. همان طور که می‌دانید زندگی جانداران آبی به گاز اکسیژن حل شده در آب بستگی دارد. از طرفی می‌دانیم که:

با افزایش دما، مقدار گاز حل شده در آب کاهش پیدا می‌کند.



## آلودگی های دیگر

تخلیه کردن مواد شیمیایی کارخانه‌های صنعتی نیز می‌تواند باعث آلودگی آب‌ها شود. البته در حال حاضر قوانین سختی در این مورد اجرا می‌شود و برای تخلف‌های انجام شده جریمه‌های سنگینی در نظر گرفته شده است.



سال‌ها پیش برخی از ساکنین مملی ساحل شهر میناماتا در استان کوماموتو ژاپن به علت وارد شدن میوه در زنجیره غذایی شان دچار یک بیماری در سیستم اعصاب مرکزی فور شده‌اند. به این بیماری، بیماری میناماتا نیز می‌گویند.

**آفت کش‌ها و سم‌های** مورد استفاده برای از بین بردن آفت گیاهان که گاهی اوقات در آب آشامیدنی مانیز وجود دارند، مشکل دیگری برای سازمان‌ها و شرکت‌های آب رسانی هستند. این مواد از طریق زمین‌های کشاورزی یا باغ‌های مختلف وارد آب می‌شوند. کنترل آب از نظر مقدار چنین موادی در آن، یکی از وظایف اصلی شبکه‌های آب رسانی است.

• نظر شما در مورد این مشکل چیست؟

## آلودگی آب توسط سرب



لیم‌های قریمی ممکن است دارای سرب باشند

لوله‌ی سربی

فانهای قریمی و لوله کشی سربی

سرب یک فلز سمی است و مانند فلزهای سنگین دیگر تمایل دارد وارد بدن شده و در یک اندام جای بگیرد. این فلز به ویژه برای کودکان کمتر از ۶ سال خطرناک است، زیرا باعث عقب ماندگی ذهنی در آن‌ها می‌شود. بنابراین جای تعجب نیست که چرا استفاده از لوله‌های سربی برای آب رسانی ممنوع شده است!

قبل از اینکه به سمی بودن سرب پی برده شود، از آن برای لوله کشی منازل و کارخانه‌ها استفاده می‌شد. زیرا فلزی بسیار انعطاف پذیر (چکش خوار) است و به راحتی می‌توان آن را به شکل‌های مختلف تبدیل کرد. بنابراین ساخت و بکار بردن لوله‌های سربی بسیار مناسب بود.

سرب به مقدار کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم نیز برای ایجاد مشکل کافی به نظر می‌رسد. اگر آب مصرفی شما pH کمی داشته (یعنی دارای خاصیت اسیدی بوده) و یا داغ باشد، امکان وجود یون‌های سرب در آن بیشتر است.

پیش از این با آب سخت آشنا شدید. این آب pH بالاتری در مقایسه با آب معمولی دارد



و می‌تواند از ورود مس و سرب به داخل آب جلوگیری کند. در حال حاضر لوله‌های سربی خانه‌های قدیمی به وسیله لوله‌های پلاستیکی جدید جایگزین شده‌اند.

حتی بعد از ممنوع شدن استفاده از سرب و به کار بردن لوله‌های مسی نیز همچنان آلودگی‌های حاصل از سرب در آب آشامیدنی وجود داشت. زیرا لوله کش‌ها برای متصل کردن لوله‌های مسی به یکدیگر از لحیم‌ها و جوشکاری‌هایی استفاده می‌کردند که دارای سرب بودند. بنابراین بعضی از کارخانه‌ها که قدمت ۵۰ تا ۱۰۰ ساله دارند، ممکن است آلودگی سربی داشته باشند.

البته برای اجتناب از آلودگی‌های سربی راه کارهای ساده‌ای نیز وجود دارد:

- اگر مدتی از یک شیر آب استفاده نکرده‌اید، ابتدا به مدت یک دقیقه آن را باز کرده و اجازه دهید تا آب خارج شود. زیرا آب موجود در لوله‌های قدیمی ممکن است پس از چند ساعت قرار داشتن در آن، مقداری سرب را در خود حل کنند.
- هیچگاه از آب داغ برای نوشیدن یا مسواک زدن استفاده نکنید.
- هیچگاه از آب جاهایی که برای شستشو یا آبیاری کردن بکار می‌روند (مانند پارک‌ها، محل‌های شستشوی ماشین و ...) استفاده نکنید.



یک صافی آب برای مصرف فائوکی

### صافی‌های (فیلترهای) آب

برخی از مردم آب آشامیدنی خود را از صافی‌های مخصوصی عبور می‌دهند. حتی اگر آب آشامیدنی ما در حد استاندارد باشد نیز استفاده از این صافی‌ها باعث اطمینان خاطر بیشتری می‌شود.

این فیلترها دارای کربن هستند که مقداری نقره هم در آن‌ها وجود دارد. نقره یک باکتری‌کش بسیار خوب به شمار می‌رود. اگر چه این فلز گران قیمت است، اما یک فیلتر تنها به حدود ۰/۰۷٪ نقره نیاز دارد. این صافی‌ها می‌توانند به شیر آب متصل شوند و یا در قسمت خروجی دستگاه‌های آب سرد کن قرار بگیرند.

کربن، ترکیب‌های آلی (ترکیب‌های کربن دار) را جذب می‌کند. بعضی از این صافی‌ها دارای یک رزین مبادله‌کننده‌ی یون هستند که یون‌های فلزی موجود در آن‌ها را جدا می‌کند. البته بعضی از این یون‌ها بسیار مفید خواهند بود. به عنوان مثال یون‌های کلسیم موجود در آب برای استخوان و دندان سودمند هستند.



بهترین صافی‌ها باید بتوانند:

- فلزهای سنگین مانند سرب، مس، کادمیم، کروم و ... را جذب کنند.
- بوها و مزه‌های ناهنجار و نامناسب را از بین ببرند.
- کلر را جذب کنند.
- بیشتر یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب را از آن جدا کنند (تقریباً باید ۶۰٪ آن‌ها را حذف کنند).
- ۹۹٪ از باکتری‌ها را از بین ببرند.

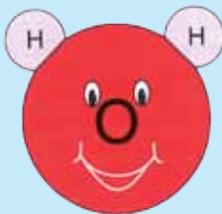
### مشاهده ۶-۱ تصفیه‌ی آب



فرض کنید قرار است شما نمونه‌ای از یک آب گل آلود را تصفیه کنید. برای این کار یک ظرف ماست و مقداری شن و ماسه‌ی بسیار ریز در اختیار دارید. اگر به وسیله‌ی دیگری (به غیر از کاغذ صافی) احتیاج دارید، می‌توانید از معلم خود درخواست کنید تا آن را در اختیار شما قرار دهد. ببینید پس از انجام این کار کدام یک از شما می‌تواند آب تمیزتری را به دست آورد.

- چرا حاضر نیستید آب «تمیز» به دست آمده را بنوشید؟!
- در بشکه‌هایی که به منظور آب رسانی و انتقال آب آشامیدنی مورد استفاده قرار می‌گیرند، برای از بین بردن آلودگی‌ها از چه راهکاری استفاده می‌کنند؟

### خلاصه‌ی فصل



- «چرخه‌ی آب» چگونگی انتقال آن پیرامون زمین را نشان می‌دهد.
- آب یک حلال خوب است و می‌تواند محلول‌هایی با مقدار زیادی حل‌شونده تولید کند. بنابراین آب موجود در یک منبع طبیعی می‌تواند مقدار زیادی از مواد آلوده‌کننده را در خودش حل کند.



- آب آشامیدنی قبل از اینکه به لوله کشی منزل شما برسد، به وسیله‌ی روش‌های فیزیکی و شیمیایی تصفیه می‌شود. بعضی از مردم نیز از صافی‌های مخصوصی برای تصفیه کردن آب در خانه‌هایشان استفاده می‌کنند.
- آب سخت آبی است که در آن یون‌های کلسیم و یا منیزیم به صورت حل شده وجود دارند. با رسوب دادن این یون‌ها و خارج کردن آن‌ها از محلول و یا با عبور این آب از یک ستون مبادله کننده‌ی یون می‌توان آن را نرم کرده و سختی آن را از بین برد.
- انحلال پذیری یک ماده (بر حسب گرم در ۱۰۰ g آب) در دماهای مختلف را می‌توان در یک «منحنی انحلال پذیری» رسم کرد.

### ← پرسش‌ها

- ۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:  
 آب برای ..... بسیاری از حل شونده‌ها ماده‌ی مناسبی است. در محلول‌های تولید شده، آب به عنوان ..... خواهد بود. سختی آب به علت وجود یون‌های ..... یا ..... است. این یون‌ها توسط یک واکنش ..... یا با استفاده از یک ستون ..... قابل حذف شدن هستند.
- ۲- آ) توضیح دهید که چرا گاهی اوقات اقیانوس‌ها را «منبع کربن دی اکسید» می‌دانند. در پاسخ خود از معادله‌های شیمیایی استفاده کنید.  
 ب) چرا کم کردن مقدار کربن دی اکسید در هوای اطراف ما اهمیت دارد؟  
 پ) بعضی از کشورها ادعا می‌کنند که باید اجازه داشته باشند تا مقدار کربن دی اکسید بیشتری تولید کنند، زیرا دارای جنگل‌های فراوانی هستند. دلیل آن‌ها را توضیح دهید. نظر شما در این مورد چیست؟
- ۳- آ) چرا در مورد بعضی از کشورهای گرمسیر با وجود داشتن ساحل‌های پهناور، مشکل کمبود آب وجود دارد؟  
 ب) فرآیند نمک زدایی را توضیح دهید.  
 پ) مهمترین ایراد نمک زدایی با استفاده از تقطیر چیست؟  
 ت) فرآیند دیگری را نام ببرید که می‌توان از آن به جای تقطیر استفاده کرد. مزیت این روش در مقایسه با تقطیر چیست؟



۴- سنگ آهک در آب نامحلول است. اما آبی که از روی سنگ‌های آهکی عبور می‌کند به آب سخت تبدیل می‌شود.

(آ) توضیح دهید که یون‌های کلسیم چگونه وارد آب می‌شوند؟

(ب) فهرستی از مزیت‌ها و ایرادهای آب سخت تهیه کنید.

(پ) توضیح دهید که افزودن بلورهای سدیم کربنات چگونه باعث از بین رفتن سختی آب می‌شود؟

(ت) یک رزین مبادله کننده‌ی یون چگونه باعث نرم کردن آب می‌شود؟

۵- سیما سه نمونه‌ی آب را با محلول آب صابون مورد آزمایش قرار داد. او نتیجه‌ی آزمایش خود را به صورت جدول زیر ثبت کرد تا مشخص کند چه مقدار صابون برای تولید کف پایدار در یک نمونه‌ی آب (قبل از جوشاندن و بعد از جوشاندن آن) لازم است:

مقدار محلول آب صابون اضافه شده (بر حسب $\text{cm}^3$ )		
بعد از جوشیدن	قبل از جوشیدن	نمونه‌ی آب
۷	۸	نمونه‌ی A
۱	۱	نمونه‌ی B
۲	۷	نمونه‌ی C

(آ) در مورد هر یک از این نمونه‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

(ب) آبی که دارای سختی داریم است، از نظر شیمیایی چه تفاوتی با آبی دارد که سختی آن به صورت سختی موقت است؟

(پ) چرا برای مقدار زیادی آب، حرارت دادن روش مناسبی برای از بین بردن سختی موقت نیست؟

(ت) چطور می‌توانید رسوب‌های آهکی را از جداره‌ی کتری یا لوله‌های آب گرم بردارید؟

۶- این پرسش در مورد تصفیه کردن آب یک رودخانه و استفاده از آن به عنوان آب آشامیدنی است:

(آ) در تصفیه‌ی آب به چه دلیلی از آلومینیم سولفات استفاده می‌شود؟

(ب) توضیح دهید که چرا در این مورد استفاده از آلومینیم سولفات بهتر از سدیم سولفات است؟

(پ) چرا کلسیم هیدروکسید به آب افزوده می‌شود؟

(ت) چگونه می‌توانیم مزه و بوی نامطبوع آب را از آن بگیریم؟

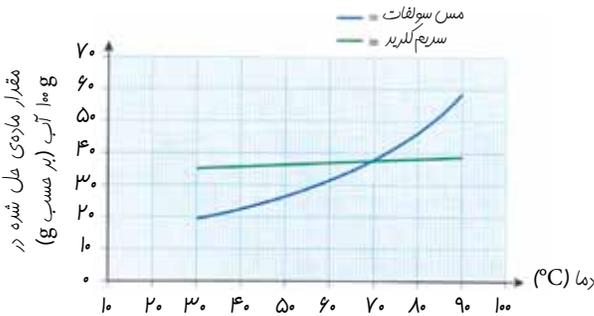


ث) چرا برداشتن یون‌های آهن (III) از آب مورد توجه است؟

ج) حصبه و وبا از جمله بیماری‌هایی هستند که به وسیله‌ی آب منتقل می‌شوند. به نظر شما برای جلوگیری از انتقال این بیماری‌ها توسط آب باید چه راه کارهایی را مورد استفاده قرار داد؟  
چ) برای جدا کردن کلر اضافی از آب (قبل از رسیدن آن به منازل مسکونی)، چه ماده‌ای به آب افزوده می‌شود؟

۷- فرض کنید از شما خواسته شده است که چگونگی تصفیه‌ی آب و تهیه آب آشامیدنی را برای دانش‌آموزانی که چند سال از شما کوچک‌تر هستند توضیح دهید. نموداری رسم کنید که بتوانید با استفاده از آن این کار را انجام می‌دهید.

۸- مقاله‌ای برای یکی از روزنامه‌ها بنویسید و در مورد آلودگی آب و چگونگی بهبود کیفیت آب توضیح دهید.



۹- به منحنی انحلال‌پذیری مقابل توجه کنید:

آ) منظور از محلول «سیر شده» چیست؟

ب) در دمای  $55^{\circ}\text{C}$  چه جرمی از مس سولفات در  $100\text{g}$  آب حل می‌شود تا یک محلول سیر شده تشکیل دهد؟

پ) تأثیر دما بر روی انحلال‌پذیری مس سولفات و سدیم کلرید را با یکدیگر مقایسه کنید.

ت) در چه دمایی انحلال‌پذیری مس سولفات و سدیم کلرید یکسان است؟

ث) اگر  $100\text{g}$  سدیم کلرید را در دمای  $80^{\circ}\text{C}$  در  $100\text{g}$  آب بریزید، چند گرم از آن به صورت حل نشده باقی می‌ماند؟

ج) بیشترین مقدار از مس سولفات که در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  در  $25\text{cm}^3$  آب حل می‌شود چقدر است؟

چ) اگر شما  $50\text{cm}^3$  از یک محلول سیر شده‌ی مس سولفات را از دمای  $50^{\circ}\text{C}$  تا  $25^{\circ}\text{C}$  سرد کنید، چند گرم از این نمک به صورت بلور از محلول خارج شده و رسوب می‌کند؟





**فصل دوم**

**هوا کره**



### گازهای موجود در هوا کره

ما در مخلوطی از گازها زندگی می کنیم که هوا نام دارد. این هوا سازندهی جو زمین بوده و وجود آن برای زندگی در سیارهی ما ضروری است.

گازهای موجود در هوا	درصد گاز در هوا
نیتروژن	۷۸
اکسیژن	۲۱
کربن دی اکسید	۰/۰۴ متغیر
بخار آب	
آرگون	
گازهای نجیب (بی اثر) دیگر	۰/۹۳

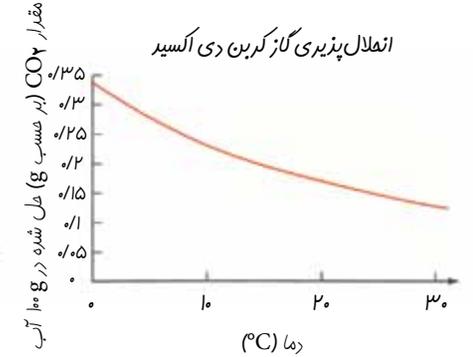
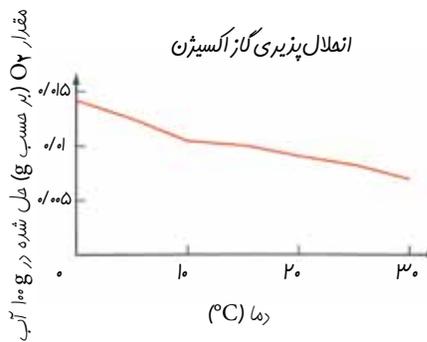
ترکیب اجزای سازندهی هوا در طی ۲۰۰ میلیون سال گذشته تقریباً ثابت بوده است.

هوا به طور عمده از دو گاز نیتروژن و اکسیژن ساخته شده است. اما آیا می دانید گازهای دیگری که در اطراف ما هستند کدامند؟ به جدول مقابل نگاه کنید:

به غیر از این گازها، مقداری از گازهای آلاینده (آلوده کننده) نیز در هوا وجود دارند که مقدار آن‌ها در مناطق مختلف متفاوت است.

### انحلال پذیری گازها

زندگی آبزیان تا حد زیادی به گاز اکسیژن محلول در آب بستگی دارد. مقدار گاز اکسیژن حل شده در آب به دما بستگی دارد. به منحنی‌های زیر توجه کنید:



همان گونه که مشخص است:

با افزایش دمای آب، مقدار گاز حل شده در آن کاهش می یابد.

به منحنی مربوط به اکسیژن دقت کنید:

- آیا آلودگی گرمایی آب‌ها را به خاطر دارید؟ چرا این آلودگی برای زندگی آبزیان یک تهدید به شمار می آید؟



به منحنی مربوط به کربن دی اکسید توجه کنید:

قبلاً با این موضوع آشنا شدید که اقیانوس‌ها نقش مهمی در حل کردن گاز کربن دی اکسید (یک «گاز گلخانه‌ای») دارند.

• با افزایش دمای اقیانوس‌ها چه تغییری در مقدار گاز کربن دی اکسید موجود در آن‌ها رخ می‌دهد؟ این موضوع از چه لحاظی مشکل ساز خواهد بود؟

### ◀ شیمی در عمل: کاربردهای نیتروژن

نقطه‌ی جوش (°C)	گاز
-۱۹۶	نیتروژن
-۱۸۶	آرگون
-۱۸۳	اکسیژن

نیتروژن به وسیله‌ی تقطیر جزء به جزء از هوای مایع جدا می‌شود. برای مایع کردن هوا چندین بار آن را فشرده و سرد کرده و سپس اجازه می‌دهند تا گازهای موجود در آن منبسط شوند.

در ابتدا کربن دی اکسید و بخار آب به صورت جامد از بقیه‌ی گازها جدا می‌شوند. در دمای نزدیک به  $200^{\circ}\text{C}$  - تقریباً تمام گازها فشرده شده و به مایع تبدیل شده‌اند (به جدول بالا دقت کنید).

سپس این گازها را در ستون تقطیر جزء به جزء حرارت می‌دهند. ابتدا گاز نیتروژن در دمای  $196^{\circ}\text{C}$  - به جوش می‌آید. این گاز از بالای ستون جمع‌آوری می‌شود و اکسیژن مایع در انتهای ستون باقی می‌ماند.

### نیتروژن برای منجمد کردن



در بعضی از آزمایشگاه‌ها اسپرم به وسیله‌ی نیتروژن مایع منجمد شده و در آن نگهداری می‌شود.

نیتروژن مایع بسیار سرد است و دمایی نزدیک به  $200^{\circ}\text{C}$  - دارد! بنابراین می‌توان از آن برای منجمد کردن سریع بعضی چیزها استفاده کرد. در صنایع غذایی از این وضعیت برای منجمد کردن برخی از مواد غذایی استفاده می‌شود. بیمارستان‌ها نیز می‌توانند بافت‌های بدن را برای سال‌های طولانی نگهداری کنند.



برای تعمیر کردن لوله‌هایی که دچار نشست آب هستند نیز می‌توان از نیتروژن مایع استفاده کرد. با وارد کردن نیتروژن مایع در لوله و منجمد شدن مایع موجود در داخل آن، از نشست کردن مایع در هنگام تعمیر لوله جلوگیری می‌شود. استفاده از این گاز از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه است، چرا که نیازی به تعمیر کلی لوله نخواهیم داشت. همچنین می‌توان از نیتروژن مایع برای منجمد کردن زمین‌های باتلاقی استفاده کرد، چرا که به این ترتیب ماشین‌های حفاری راحت‌تر می‌توانند در این زمین‌ها کار کنند.

### نیتروژن واکنش پذیر نیست



بسته بندی مواد غذایی در یک خط تولید

نیتروژن علاوه بر منجمد کردن غذاها، از فاسد شدن آن‌ها نیز جلوگیری می‌کند. نیتروژن یک گاز واکنش ناپذیر است. بنابراین در هنگام بسته‌بندی غذاها، از گاز نیتروژن در داخل بسته‌بندی استفاده می‌شود. به این ترتیب گاز اکسیژن موجود در هوا از معرض غذا دور می‌شود. در نتیجه باکتری‌ها امکان تکثیر شدن پیدا نمی‌کنند و غذا برای مدت طولانی‌تری سالم باقی می‌ماند.

در نفت کش‌های غول پیکر همواره احتمال آتش سوزی وجود دارد. بخارهای حاصل از نفت دارای چگالی زیادی بوده و سنگین هستند و به این ترتیب در صورت ترکیب شدن با هوا می‌توانند یک مخلوط قابل انفجار تولید کنند.

این مشکل به ویژه در زمان تخلیه‌ی نفت در خطوط ساحلی و یا تمیز کردن مخزن کشتی‌ها شدیدتر می‌شود. به همین دلیل ابتدا گاز نیتروژن را وارد مخزن می‌کنند تا تمام گازهای اکسیژن موجود در آن را خارج کنند. به این ترتیب دیگر امکان ایجاد یک فاجعه‌ی بزرگ از یک جرعه‌ی کوچک وجود ندارد.



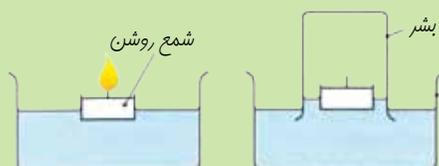
## ← گاز اکسیژن

آیا می‌دانید واکنش پذیرترین گاز موجود در هوا چیست؟ به بعضی از واکنش‌هایی که تاکنون دیده‌اید فکر کنید. واکنش‌هایی مانند سوختن یا اکسید شدن از جمله مهم‌ترین این موارد هستند. برای انجام شدن این واکنش‌ها چه گازی مورد نیاز است؟

گاز اکسیژن کبریت نیمه‌افروخته را روشن می‌کند. از این آزمایش برای شناسایی گاز اکسیژن استفاده می‌شود.

در هنگام سوختن مواد و یا تنفس در بدن ما اکسیژن مصرف می‌شود. به واکنش زیر توجه کنید:

### آزمایش ۱-۲ اکسیژن و سوختن



آزمایش نشان داده شده در شکل را با شمع روشن انجام دهید.

• برای شعله‌ی شمع چه اتفاقی می‌افتد؟

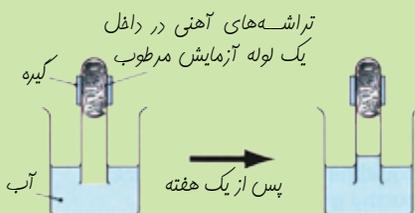
• سطح آب داخل بشر چه تغییری می‌کند؟

• علت این تغییر را توضیح دهید.

• موم موجود در شمع یک هیدروکربن است (ترکیبی که فقط از هیدروژن و کربن ساخته شده است). از سوختن این ترکیب چه موادی تولید می‌شوند؟

• چرا نمی‌توان از این آزمایش برای تعیین نسبت اکسیژن موجود در هوا استفاده کرد؟

### آزمایش ۲-۲ اکسیژن و زنگ زدن



لوازم موجود در شکل را به صورت نشان داده شده آماده کنید:

به مدت یک هفته این مجموعه را به حال خود بگذارید.

• سطح آب داخل لوله‌ی آزمایش چه تغییری می‌کند؟

• علت این تغییر را توضیح دهید.



## آزمایش ۲-۳ مقدار اکسیژن؟

مجموعه‌ی نشان داده شده در شکل زیر را تهیه کنید:



پس از اتمام آزمایش



مس را حرارت دهید. همزمان با این کار با فشردن یک سرنگ، هوا را از روی مس عبور داده و وارد سرنگ دیگر کنید.

حرارت دادن را تا زمانی ادامه دهید که دیگر حجم گاز داخل سرنگ کاهش پیدا نکند. اجازه دهید تا سیستم خنک شود، سپس حجم باقی مانده از هوا را از روی سرنگ بخوانید.

- مقدار هوای باقی مانده در آخر آزمایش چقدر است؟
- توضیح دهید که چه اتفاقی افتاده است (معادله‌ی نوشتاری آن به صورت زیر است):  

$$\text{مس اکسید} \rightarrow \text{اکسیژن} + \text{مس}$$
- چرا قبل از خواندن حجم نهایی از روی سرنگ باید اجازه دهید تا سیستم خنک شود؟
- در این آزمایش چه عواملی می‌توانند باعث ایجاد خطا باشند؟

### شیمی در عمل: کاربردهای اکسیژن



گاهی اوقات کودکان زودرس برای تنفس به دستگاه اکسیژن نیاز دارند.

نزدیک به ۲۰٪ از هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد. آیا می‌دانید مهمترین تفاوت بین اکسیژن و نیتروژن در چیست؟ اجازه دهید به چند مورد از کاربردهای گاز واکنش پذیر اکسیژن اشاره کنیم:

#### اکسیژن برای تنفس

همه‌ی ما برای نفس کشیدن به اکسیژن نیاز داریم. آیا می‌توانید مکان‌هایی را نام ببرید که در آن‌ها مجبور هستید اکسیژن مورد نیاز خود را نیز همراه داشته باشید؟



به عکس‌های زیر توجه کنید:



هر قدر به ارتفاع بالاتری از سطح زمین بروید، هوا رقیق‌تر می‌شود



در فضا هیچ هوایی وجود ندارد

### اکسیژن برای سوختن



برای جوشکاری از سوزاندن مخلوطی از گاز اتین (یک هیدروکربن) و اکسیژن فلان استفاده می‌شود.

آیا مثلث آتش را می‌شناسید؟ ماده‌ی سوختنی، گرما و اکسیژن سه ضلع سازنده‌ی این مثلث هستند. پیش از این با اهمیت اکسیژن در هنگام سوختن یک ماده آشنا شدید. در بسیاری از نیروگاه‌های برق نیز با سوزاندن زغال سنگ، نفت یا گاز، برق مورد نیاز ما تأمین می‌شود. به شکل مقابل نگاه کنید:

• علت اهمیت اکسیژن در جوشکاری چیست؟

• چرا دمای شعله بسیار زیاد است؟

اکسیژن در بسیاری از فرآیندهای صنعتی مانند تولید فولاد نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اولین مرحله از تولید فیتریک اسید نیز آمونیاک را اکسید می‌کنند. برای ساختن سولفوریک اسید، گوگرد را در هوا می‌سوزانند. آیا می‌دانید وقتی گوگرد در هوا می‌سوزد، چه ماده‌ای درست می‌شود؟



## کربن دی اکسید

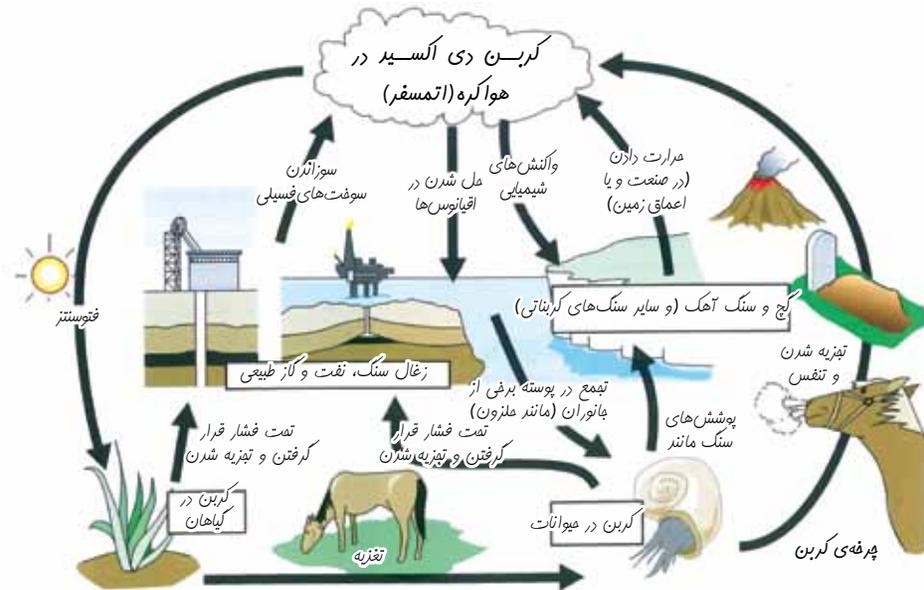


- بی رنگ است
- به مقدار کمی در آب حل می شود (و یک مملول اسیدی ضعیف تشکیل می دهد)
- چگال تر از هوا می باشد
- برای خاموش کردن آتش بکار می رود
- آب آهک را شیری رنگ می کند

مقدار کربن دی اکسید موجود در هوا نزدیک به ۰/۰۴٪ است. این مقدار به نظر زیاد نیست. اما ۲۵۰ سال پیش مقدار CO<sub>2</sub> در هوا ۰/۰۲۸٪ بود. کربن دی اکسید یک گاز گلخانه ای است که به گرم شدن زمین کمک می کند. اما آیا می دانید چرا مردم از افزایش مقدار کربن دی اکسید نگران هستند؟

## چرخه کربن

کربن دی اکسید یک ماده ی ضروری در چرخه ی کربن است. این چرخه نشان می دهد که کربن در روی زمین چگونه از جایی به جای دیگر منتقل می شود. به چرخه ی زیر نگاه کنید:



مقدار بسیار زیادی از کربن روی زمین در سنگ ها و صخره ها وجود دارد. بعد از سوزاندن سوخت های فسیلی کربن دار، کربن موجود در آن ها خارج می شود. اقیانوس ها مقدار زیادی از CO<sub>2</sub> تولید شده را در خود جذب می کنند.



کربنات‌های نامحلول (در آب) و هیدروژن کربنات‌های محلول (در آب) تشکیل می‌شوند. اما اقیانوس‌ها در حال حاضر نمی‌توانند تمام  $\text{CO}_2$  تولید شده توسط ما را جذب کنند.

## ◀ شیمی در عمل: کاربردهای کربن دی‌اکسید

### نوشیدنی‌های گاز دار

کربن دی‌اکسید به مقدار بسیار کمی در آب حل می‌شود و یک محلول اسیدی ضعیف تشکیل می‌دهد.

به عکس‌های داده شده نگاه کنید:



کربن دی‌اکسید در نوشیدنی‌های گاز دار وجود دارد. این گاز با فشار در آب حل می‌شود و آبی به نام «آب کربناته» تولید می‌کند.

با افزایش فشار، مقدار گاز حل شده در محلول افزایش می‌یابد.

وقتی با بازکردن درب قوطی نوشابه، فشار را کم می‌کنید چه اتفاقی می‌افتد؟



### یخ خشک

اگر گاز کربن دی‌اکسید را سرد کنید، به شکل جامد در می‌آید. در واقع بر خلاف انتظار ما این گاز به شکل مایع در نمی‌آید! به کربن دی‌اکسید جامد «یخ خشک» گفته می‌شود.

این ماده بسیار سردتر از یخ معمولی است و در دمای اتاق تصعید (تبدیل مستقیم جامد به گاز که به آن فرازش نیز می‌گویند) می‌شود. به کاربردهایی از یخ خشک توجه کنید:



بستنی‌ها را می‌توان در داخل یخ خشک فنک نگه داشت



در بعضی از جشنواره‌ها و مراسم با استفاده از یخ خشک، مهیخی شبیه به هوای مه آلود درست می‌کنند.



### کپسول های آتش نشانی



بسیاری از مواد در داخل گاز کربن دی اکسید نمی سوزند. به عنوان مثال می توانید یک شمع را با استفاده از این گاز خاموش کنید. البته این آزمایش، روش تشخیص کربن دی اکسید نیست. گازهای دیگری مانند نیتروژن نیز می توانند این کار را انجام دهند.

کربن دی اکسید برای خاموش کردن آتش استفاده می شود

آیا شما روشی برای شناسایی گاز کربن دی اکسید سراغ دارید؟ آیا علت شیری رنگ شدن آب آهک را می دانید؟ کربن دی اکسید از هوا سنگین تر است. بنابراین یک «پوشش» در اطراف آتش ایجاد می کند که مانع از رسیدن اکسیژن به ماده شده و از سوختن آن جلوگیری می کند.

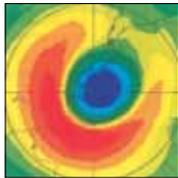
### ◀ شیمی در عمل: اوزون

#### کپسول های آتش نشانی



اوزون از ما در برابر پرتوهای زیان آور UV محافظت می کند.

مولکول اوزون از ۳ اتم اکسیژن تشکیل شده است و فرمول آن  $O_3$  می باشد. این مولکول ها معمولاً در قسمت بالایی هوا کوهی زمین وجود دارند و پرتوهای فرابنفش (UV) خورشیدی را جذب می کنند. به این ترتیب از ما محافظت می کنند و بدون آن ها زندگی بر روی زمین به صورت کنونی آن امکان پذیر نخواهد بود.



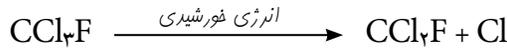
لایه ی اوزون در قطب قرار دارد. این تصویر، سوراخ اوزون را در قطب جنوب نشان می دهد.

آیا تاکنون چیزی در مورد سوراخ لایه ی اوزون شنیده اید؟ پیش از این دیدید که CFCها (کلروفلوئورو کربن ها) چگونه به لایه ی اوزون موجود در اطراف سیاره ی ما آسیب می رسانند. CFCها گروهی از ترکیب های آلی و اکشن ناپذیر هستند که از کلر، فلوئور و کربن ساخته شده اند. به عنوان مثال  $CCl_2F$  یکی از این ترکیب ها است.



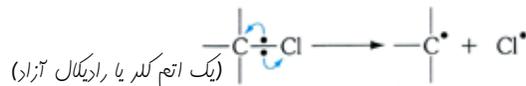
قبلاً از این ترکیب‌ها در برخی از افشانه‌ها (اسپری‌ها) و همچنین در یخچال‌ها استفاده می‌شد، تا اینکه در دهه‌ی ۱۹۸۰ دانشمندان به اثر نامطلوب آن‌ها بر روی لایه‌ی اوزون پی بردند.

در دومین لایه از هوا کره، انرژی‌های خورشیدی موجب شکسته شدن CFCها می‌شوند. با شکستن پیوند کووالانسی موجود بین کربن و کلر، یک اتم کلر تولید می‌شود:



رادیکال‌های آزاد بسیار واکنش پذیر هستند!

به خاطر دارید که یک پیوند کووالانسی شامل یک جفت الکترون است. پیوند کووالانسی بین کربن و کلر به صورت عادلانه‌ای (!) شکسته می‌شود. به این ترتیب کربن یک الکترون از پیوند را می‌گیرد و کلر نیز الکترون دیگر را به دست می‌آورد:



اتم‌ها یا مولکول‌هایی که دارای یک الکترون آزاد (تنها) هستند، رادیکال‌های آزاد نامیده می‌شوند.



آیا شما هم از پوست خود در برابر پرتوهای فشرنگ UV محافظت می‌کنید؟

رادیکال‌های آزاد بسیار واکنش پذیر هستند. رادیکال‌های آزاد کلر به مولکول‌های اوزون حمله می‌کنند و در طی چندین واکنش (واکنش‌هایی که به صورت زنجیری انجام می‌شوند) لایه‌ی محافظت کننده‌ی ما را تخریب می‌کنند.

هر قدر پرتوهای فشرنگی که در سطح زمین به ما می‌رسد بیشتر باشد، مشکل‌ها و بیماری‌های ناشی از آن‌ها نیز بیشتر خواهد شد. مهمترین موارد از این دست عبارتند از:

- افزایش احتمال آفتاب سوختگی
- پیر شدن سریعتر پوست
- سرطان پوست
- تخریب بافت‌های چشم و بیماری‌هایی مانند آب مروارید



خوشبختانه در حال حاضر بسیاری از کشورها کاربرد CFCها را ممنوع کرده‌اند و شیمی دان‌ها موفق شده‌اند ترکیب‌هایی را برای جایگزین کردن آن‌ها پیدا کنند. HFCها (هیدروفلوئورو کربن‌ها) و آلکان‌ها آسیبی به لایه‌ی اوزون نمی‌رسانند. البته متأسفانه هنوز بعضی از کشورهای در حال توسعه در محصولات خود از CFCها استفاده می‌کنند.

- به نظر شما چرا این کشورها هنوز از CFCها استفاده می‌کنند؟
- کشورهای جهان چگونه می‌توانند با کمک هم این مشکل را برطرف کنند؟

### ◀ هوای اطراف ما چگونه شکل گرفته است؟



برای ما تصور اینکه عمر زمین چقدر است دشوار خواهد بود. برای این منظور بهتر است فرض کنید کل تاریخ زمین ۲۴ ساعت است. در این صورت پدید آمدن انسان تنها در یک ثانیه از نیمه شب اتفاق افتاده است!



گازهای آتشفشانی

وقتی زمین به وجود آمد (در حدود ۴۶۰۰ میلیون سال قبل)، احتمالاً هوای اطراف آن برای مدت کوتاهی از هیدروژن و هلیوم ساخته شده بود (مانند ۹۹٪ جهان). زمین نیز مخلوطی از مواد مذاب آهن دار بود.

با سرد شدن زمین، یک پوسته بر روی قسمت خارجی آن ایجاد شد. سنگ‌های مذاب موجود در قسمت‌های پایین این پوسته گاهی اوقات به صورت انفجار به سطح زمین می‌آمدند و حالتی شبیه به آتشفشان‌ها را ایجاد می‌کردند. این آتشفشان‌های مقداری گاز را وارد هوا می‌کردند. برخی از نظریه‌ها عنوان می‌کنند که کربن دی اکسید مهم‌ترین گاز آزاد شده بوده است (مانند هوا کره‌ی اطراف مریخ و زهره در حال حاضر). در این هوا کره‌ی ابتدایی مقداری بخار آب



تشکیل نخستین دریاها و اقیانوس‌ها

و نیتروژن به اضافه‌ی مقدار کمی متان و آمونیاک وجود داشت.

با سرد شدن بیشتر زمین، بخارهای آب منقبض (متراکم) شده و به

صورت باران بر روی زمین ریختند. این باران‌ها حفره‌ها و گودال‌های موجود در پوسته‌ی زمین را پر کردند و اقیانوس‌ها را تشکیل دادند.





به نظر می‌رسد نخستین موجودات زنده در اقیانوس‌ها پدید آمده‌اند. بر اساس یک نظریه، زندگی موجودات کره‌ی زمین در نزدیکی آتشفشان‌های مجاور

بستر اقیانوس‌ها آغاز شده است، زیرا تمام عنصرهای مورد نیاز برای رشد یک سلول ساده در آن جا وجود دارد. این موجودات آغازین، رفته رفته به گیاهانی مانند جلبک‌ها تبدیل شدند. این گیاهان در فرآیند فتوسنتز با مصرف کربن دی‌اکسید، اولین مولکول‌های گاز اکسیژن ( $O_2$ ) را ساختند. اکسیژن موجود در هوا کره در طی میلیون‌ها سال ساخته شده است. اکسیژن گاز بسیار مهمی بود، زیرا مقداری از آن به **اوزون** ( $O_3$ ) تبدیل شد که از رسیدن پرتوهای خورشیدی خطرناک به سطح زمین جلوگیری می‌کرد. به این ترتیب امکان زندگی در خارج از آب نیز فراهم شد.



مقدای از اکسیژن با آمونیاک واکنش داد و **نیتروژن** تولید شد. باکتری‌های موجود در خاک نیز نیتروژن بیشتری تولید کردند. واکنش متان با اکسیژن باعث

شد که مقدار این گاز (متان) در هوا کره کاهش یابد. در نهایت نزدیک به ۲۰۰ میلیون سال قبل، هوا کره تقریباً به ترکیب امروزی خود رسید که در آن نزدیک به ۲۰٪ اکسیژن و ۸۰٪ نیتروژن وجود دارد. مقدار زیادی از کربن موجود در  $CO_2$  هوا کره‌ی اولیه، در حال حاضر در سوخت‌های فسیلی و سنگ‌های کربنات دار قرار دارد.



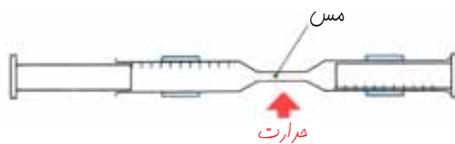


**پرسش‌ها**

۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:

چهار پنجم هواکره‌ی اطراف زمین شامل ..... است و یک پنجم آن از ..... تشکیل شده است. نخستین هواکره، از گازهای حاصل از ..... ساخته شده بود که شامل کربن دی اکسید، ..... ، ..... و بخار آب بود. اولین اقیانوس‌ها هنگامی شکل گرفتند که همزمان با سرد شدن زمین، بخار آب ..... شد. گاز ..... نیز برای نخستین بار توسط فتوسنتز گیاهان به وجود آمد.





۲- زهره آزمایشی انجام داد که به کمک آن مقدار اکسیژن موجود در هوا را اندازه گیری کند.

او آزمایش خود را با  $100 \text{ cm}^3$  هوا آغاز کرد و با فشار دادن متناوب سرنگ‌ها، هوا را از روی مقداری مس داغ عبور داد. بعد از مدتی مشاهده کرد که مس به رنگ سیاه در آمده و به مس اکسید تبدیل شد.

(آ) با استفاده از یک معادله‌ی نوشتاری نشان دهید که زهره چگونه اکسیژن هوا را از آن جدا کرده است.

(ب) زهره این آزمایش را تا جایی انجام داد که دیگر هیچ تغییری در مقدار هوا ایجاد نشد. در این آزمایش تمام مس نیز سیاه نشد و مقداری از آن بدون تغییر باقی ماند. انتظار داریم چه حجمی از هوا باقی مانده باشد؟

(پ) چه گازی بیشترین گاز باقی مانده در پایان این آزمایش است؟

(ت) چرا زهره باید صبر کند تا گاز باقی مانده خنک شود و سپس در مورد حجم آن اظهار نظر کند؟

(ث) اگر زهره در انجام این آزمایش از مقدار کمی مس استفاده می کرد چه اتفاقی می افتاد؟

(ج) فرض کنید یکی از سرنگ‌ها سالم نیست و به خوبی به جلو و عقب حرکت نمی کند. این مشکل چگونه ممکن است بر روی نتیجه‌ی آزمایش مؤثر باشد؟

(چ) شیما عقیده دارد که بهتر است برای تعیین مقدار اکسیژن موجود در هوا، از یک شمع روشن استفاده کرد که داخل آب قرار گرفته و روی آن توسط یک بشر کوچک پوشانده شده است. هر دلیلی که می توانید بنویسید تا او را قانع کنید که اشتباه می کند!

۳- (آ) چرا مقدار بخار آب موجود در هوا تغییر می کند؟

(ب) یک طرح از چرخه‌ی آب رسم کنید که کلمه‌های زیر در آن به کار رفته باشند:

ابرها، دریا، رودخانه‌ها، باران، تبخیر شدن، منقبض (فشرده) شدن

(پ) هر یک از موارد زیر چگونه باعث افزایش بخار آب موجود در هوا می شوند؟

(۱) خاک

(۲) گیاهان

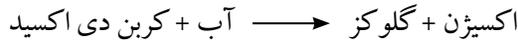
(۳) حیوانات و جانوران

(ت) انرژی مورد نیاز برای چرخه‌ی آب از کجا تأمین می شود؟



۴- با توجه به چرخه‌ی کربن به موارد زیر پاسخ دهید:

آ) چرا مقدار کربن دی اکسید موجود در هوا از جایی به جای دیگر متفاوت است؟  
ب) معادله‌ی نوشتاری فتوسنتز به صورت زیر است:



توضیح دهید که کربن موجود در کربن دی اکسید چگونه وارد گیاه می‌شود.

پ) چهار روش بیان کنید که به وسیله‌ی آن‌ها کربن موجود در گیاهان دوباره وارد هوا کره می‌شود.

ت) کربن دی اکسید جذب شده در اقیانوس‌ها دچار چه فرآیندی می‌شود؟

۵- آ) کدام یک از گازهای آتشفشانی، تشکیل دهنده‌ی نخستین هوا کره‌ی اطراف زمین بوده‌اند؟

ب) هوا کره‌ی اطراف کدام یک از سیاره‌های امروزی مشابه نخستین هوا کره‌ی اطراف زمین بوده است؟

پ) فرآیندهایی که در طی آن‌ها گازهای اولیه‌ی سازنده‌ی هوا کره از بین رفته‌اند را بیان کنید. این فرآیندها چگونه باعث افزایش نسبت اکسیژن و نیتروژن موجود در هوا شدند؟

ت) چرا اوزون در گسترش و توسعه‌ی زندگی بر روی زمین اهمیت داشته است؟  
ث) ۱) آلودگی‌ها چه خسارتی به لایه‌ی اوزون وارد کرده‌اند؟ این مشکل چگونه به وجود آمده است؟

۲) ما چگونه می‌توانیم از عهده‌ی این مشکل برآیم و آن را برطرف کنیم؟

۶- با رسم چند طرح مناسب (به صورت طرح‌های عنکبوتی!) کاربردهای نیتروژن، اکسیژن و کربن دی اکسید را نشان دهید.

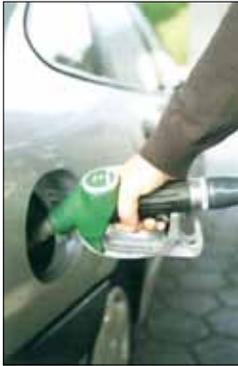


# فصل سوم

## فرآورده‌های نفتی



## هیدروکربن‌ها



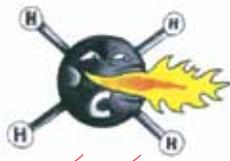
بنزین از نفت خام تهیه می‌شود.

فرض کنید قرار است در مسابقه‌ی انتخاب «مولکول قرن» شرکت کنید. در این صورت رأی به یک هیدروکربن شانس زیادی برای پیروزی در این انتخابات را خواهد داشت!

حال این سؤال مطرح می‌شود که یک «هیدروکربن» چیست و چرا چنین ترکیب‌هایی تا این اندازه اهمیت دارند؟ همانطور که از نام این ترکیب‌ها مشخص است:

یک هیدروکربن ترکیبی است که فقط هیدروژن و کربن دارد.

یکی از ارزشمندترین مواد خام موجود در جهان نفت خام است. نفت خام مخلوطی از تعداد زیادی هیدروکربن است. هیدروکربن‌های موجود در نفت خام نه تنها سوخت‌های ضروری و باارزشی هستند، بلکه به عنوان ماده‌ی اولیه در ساخت فرآورده‌های بسیاری همچون پلاستیک‌ها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.



متان با داشتن یک اتم کربن و ۴ اتم هیدروژن، یک گاز است که به راحتی آتش می‌گیرد.

## آلکان‌ها

نفت خام دارای هیدروکربن‌های متعددی است که بیشترین مقدار آن‌ها را ترکیب‌هایی به نام آلکان‌ها به خود اختصاص داده‌اند. گاز طبیعی (که همراه با نفت خام یافت می‌شود)

به طور عمده از متان تشکیل شده است که کوچک‌ترین آلکان بوده و فرمول آن  $CH_4$  می‌باشد. مولکول‌های آلکان دارای «زنجیره‌ای» از اتم‌های کربن هستند که توسط اتم‌های هیدروژن احاطه شده‌اند. به شکل برخی از آلکان‌ها توجه کنید:

● کربن  
○ هیدروژن



متان



اتان



پروپان



بوتان



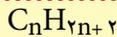
پنتان

به پیوندهایی که باعث اتصال اتم‌ها به یکدیگر می‌شود دقت کنید. کربن ۴ پیوند دارد و هیدروژن دارای یک پیوند است.



فرمول	نام
CH <sub>4</sub>	متان
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	اتان
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	پروپان
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	بوتان
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	پنتان
	هگزان

فرمول کلی آلکان‌ها عبارت است از:



که در آن  $n$  نشان دهنده‌ی تعداد اتم‌های کربن می‌باشد.



فسیل‌های سرفس در زغال سنگ یافت می‌شوند.

زغال سنگ جزو هیدروکربن‌ها طبقه بندی نمی‌شود. هر چند که در ترکیب آن کربن و هیدروژن وجود دارند، اما اتم‌های دیگری مانند اکسیژن نیز در مولکول‌های سازنده‌ی زغال سنگ وجود دارند. برای تولید سوخت‌های فسیلی میلیون‌ها سال زمان لازم است. زغال سنگ از بقایای گیاهان و درختانی ساخته می‌شود که بعد از مرگ در اعماق مرداب‌ها و باتلاق‌ها مدفون شده و تحت فشار قرار گرفته‌اند.



دانشمندان پیش بینی می‌کنند که منابع نفت خام در طی قرن آینده به پایان می‌رسند. ذخایر زغال سنگ نیز در حدود ۳۰۰ سال دیگر به اتمام خواهند رسید.

در جدول داده شده، نام و فرمول پنج آلکان اول را می‌بینید.

به این نکته توجه داشته باشید که نام تمام آن‌ها به پسوند «-آن» ختم می‌شود.

• آیا می‌توانید در فرمول آن‌ها یک الگوی مشخص را ببینید؟

• آیا می‌توانید فرمول هگزان را مشخص کنید؟

• آیا می‌توانید ساختار هگزان را رسم کنید؟

## سوخت‌های فسیلی

بسیاری از سوخت‌های مورد استفاده‌ی ما سوخت‌های فسیلی هستند. آیا می‌توانید چند نمونه از آن‌ها را نام ببرید؟

زغال سنگ، نفت خام (که از آن بنزین به دست می‌آوریم) و گاز طبیعی همگی از سوخت‌های فسیلی به شمار می‌آیند.

نفت خام معمولاً از گیاهان و جانوران کوچکی که در دریاها زندگی می‌کرده‌اند ساخته می‌شود. این گیاهان و جانوران انرژی مورد نیازشان را از خورشید به دست می‌آورده‌اند. بنابراین وقتی شما یک سوخت را می‌سوزانید، از انرژی خاصی استفاده می‌کنید که منبع آن در خورشید بوده است!





سوخت‌های فسیلی را سوخت‌های تجدیدناپذیر می‌نامند. زیرا وقتی ما یک بار آن‌ها را مصرف می‌کنیم، برای همیشه از بین می‌روند و به جای خود بر نمی‌گردند.

### داستان به وجود آمدن نفت



نفت خام از لاشه‌ی جانداران کوچک دریایی و گیاهانی ساخته شده است که در حدود ۱۵۰ میلیون سال قبل مرده‌اند. بقایای این موجودات در زیر لایه‌هایی از گل و لای، شن و ماسه‌های موجود در بستر دریاها دفن شده است. تجزیه‌ی

آن‌ها به وسیله‌ی باکتری‌هایی بسیار کوچک (که بدون اکسیژن نیز می‌توانند فعالیت کنند) به آرامی و با شرایط خاصی صورت گرفته است. با افزایش تدریجی فشار و دما، این موجودات نیز رفته رفته به نفت تبدیل شده‌اند. باید توجه داشت که در این منابع، گاز طبیعی نیز به همراه نفت خام یافت می‌شود.

### پیدا کردن نفت

منابع نفتی منابعی کمیاب هستند و به همین دلیل شرکت‌های نفتی همواره به دنبال یافتن منابع جدیدی هستند. اما این شرکت‌ها چگونه نفت مورد نظر خود را پیدا می‌کنند؟ قبل از هر چیز محققان به دنبال پیدا کردن سرخ‌هایی در سطح زمین هستند! به شکل صفحه‌ی بعد نگاه کنید:





نفت خام در سنگ‌های متخلخل (که منفذها و سوراخ‌های بسیاری دارند) نفوذ می‌کند. این کار مشابه نفوذ کردن آب به داخل یک اسفنج است. به این ترتیب نفت از عمق زمین به سمت بالای آن حرکت می‌کند. اما همیشه قبل از رسیدن به سطح زمین، به وسیله سنگ‌های غیر متخلخل (بدون منفذ) متوقف می‌شود. این کار باعث تشکیل برآمدگی در سطح زمین می‌شود که به

آن چین خوردگی نیز می‌گویند. به این ترتیب معمولاً نفت در زیر یک چین خوردگی در سطح زمین یافت می‌شود.



تجهیزات اکتشاف نفت

### بررسی‌های حاصل از لرزه نگاری

اگر یک ناحیه برای اکتشاف نفت مناسب به نظر برسد (یعنی سطح آن دارای برجستگی باشد)، محققان تلاش خود را برای مشخص کردن ساختار سنگ‌های زیر زمینی آغاز می‌کنند. آن‌ها این کار را با بررسی آثار حاصل از لرزه نگاری انجام می‌دهند.

به همین منظور ابتدا انفجارهای خفیفی در سطح زمین ایجاد می‌شوند که امواج صوتی ویژه‌ای را تولید می‌کنند. امواج برگشتی از طرف هر لایه به وسیله‌ی گیرنده‌های خاصی دریافت می‌شود. سپس این اطلاعات با استفاده از یک سیستم رایانه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرند. به این ترتیب می‌توان تا حد زیادی به ساختار سنگ‌های زیر زمینی پی برد. اگر لایه‌ای وجود داشته باشد که ساختار آن مشابه شکل قبل باشد، احتمالاً در زیر آن نفت یافت خواهد شد. البته حتی محققان به کمک تجربه‌ی خود نیز می‌توانند قبل از حفر کردن زمین به طور کامل، در مورد وجود یا عدم وجود نفت اظهار نظر کنند. اگر پس از کندن زمین به نفت برسند، چاه‌های متعددی در کنار هم احداث می‌شوند تا با بررسی آن‌ها مشخص شود که آیا امکان تولید انبوه نفت از این مخزن جدید وجود دارد یا خیر. باید در نظر داشت که حتی یک اشتباه کوچک نیز در این مرحله می‌تواند بسیار گران تمام شود!



## حمل و نقل نفت



یک نفت کش ممکن است ۳۰۰ متر طول داشته باشد. گاهی اوقات پرسنل نفت کش‌ها با دوپرفه از یک طرف آن‌ها به طرف دیگر می‌روند!

برای انتقال نفت از یک میدان نفتی به یک پالایشگاه، دو راه وجود دارد:

(۱) با استفاده از خط لوله

(۲) با استفاده از کشتی‌های نفت کش

خطوط لوله معمولاً زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند که میدان نفتی کشف شده به پالایشگاه نزدیک باشد. به عنوان مثال نفت موجود در دریای شمال به صورت لوله کشی به پالایشگاه «آبردین» در اسکاتلند منتقل می‌شود.

کشتی‌های بزرگ و غول پیکری که نفت کش نامیده می‌شوند نیز وسیله‌ی دیگر انتقال نفت هستند و می‌توانند آن را به تمام نقاط جهان منتقل کنند. البته در این حالت و در صورت بروز یک حادثه، ممکن است نفت وارد دریاها شده و آسیب‌های جدی و جبران ناپذیری را به زندگی آبریزان وارد کند.



یک پالایشگاه نفت

## تقطیر در پالایشگاه

وقتی نفت خام وارد یک پالایشگاه می‌شود، مایعی سیاه، غلیظ و بسیار بد بو است که نمی‌توان آن را به همان صورت مورد استفاده قرار داد. همان طور که پیش از این آموختید نفت خام مخلوطی از هیدروکربن‌های مختلف است. اجزای این مخلوط در یک پالایشگاه از یکدیگر جدا می‌شوند. این کار به وسیله‌ی **تقطیر جزء به جزء** صورت می‌گیرد.

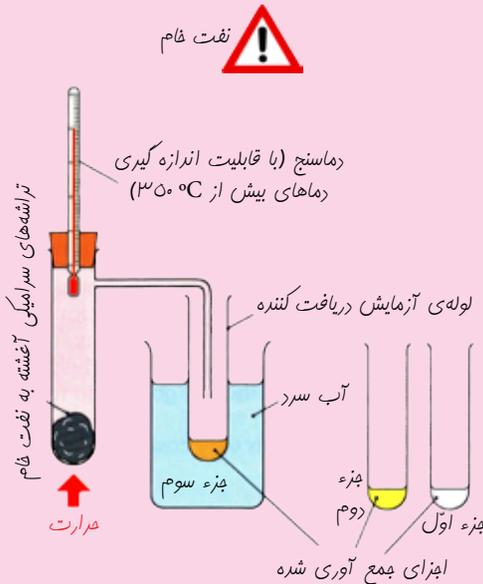
• به نظر شما بهترین مکان برای ساختن یک پالایشگاه کجاست؟ چرا؟

• یک پالایشگاه چگونه می‌تواند باعث صدمه زدن به محیط زیست شود؟

برای درک بهتر اینکه چه اتفاقاتی در یک پالایشگاه می‌افتد، می‌توان مقداری از نفت خام را در آزمایشگاه تقطیر کرد.



## مشاهده‌ی ۱-۳ تقطیر کردن نفت خام



سیستم نشان داده شده در تصویر مقابل را در زیر هود آزمایشگاهی آماده کنید. ابتدا با ملایمت نفت خام را حرارت دهید و قطره‌های اولین مایع جدا شده را جمع‌آوری کنید. سپس دما را ثابت نگه داشته و لوله‌ی آزمایش دریافت‌کننده را تغییر دهید. حال مایعی که در دمای  $150^{\circ}\text{C}$  تقطیر می‌شود را جمع‌آوری کنید. دوباره لوله‌ی آزمایش را تعویض کرده و مایعی را جمع‌آوری کنید که در اثر حرارت شدیدتری تولید می‌شود.

- هر یک از اجزای جمع‌آوری شده را در یک شیشه ساعت بریزید.
- رنگ هر مایع و میزان غلیظ بودن آن را یادداشت کنید.
- سعی کنید که هر یک از اجزای به دست آمده را با استفاده از کبریت یا فندک روشن کنید.
- چه اتفاقی می‌افتد؟
- چرا لوله‌ی آزمایش دریافت‌کننده در داخل آب سرد قرار داده می‌شود؟
- فرض کنید که شما به یک سوخت اتومبیل نیاز دارید. چرا باید از اولین جزء استفاده کنید؟
- چرا برای روغن کاری و روان کردن قطعات یک دستگاه، از آخرین جزء جمع‌آوری شده استفاده می‌کنید؟



## الگویابی

جزء مورد نظر	اندازه‌ی مولکول‌ها	رنگ	غلظت (گرانروی)	چگونگی سوختن
دارای نقطه‌ی جوش کم (کمتر از $80^{\circ}\text{C}$ )	کوچک	بی رنگ	روان و رقیق	به راحتی می‌سوزد (بسیار قابل اشتعال) و شعله‌ی تمیزی دارد.
دارای نقطه‌ی جوش متوسط (بین $80^{\circ}\text{C}$ تا $150^{\circ}\text{C}$ )	متوسط	زرد	نسبتاً غلیظ	سوختن آن کمی سخت‌تر است و مقداری دوده تولید می‌کند.
دارای نقطه جوش زیاد (بیشتر از $150^{\circ}\text{C}$ )	بزرگ	نارنجی پُرنرنگ	غلیظ (ویسکوز)	به سختی می‌سوزد و شعله‌ی آن همراه با دوده است.

هر جزئی از نفت خام که مولکول‌های آن بزرگتر باشند، فرایت کمتری خواهد داشت و سخت‌تر بخار می‌شود.

• به هر یک از ستون‌های جدول داده شده توجه کنید. با افزایش نقطه‌ی جوش، چه الگوهایی در میان آن‌ها مشاهده می‌کنید؟

## توضیح فرآیند تقطیر



رشته‌های بزرگتر اسپاگتی در هم پیچیده هستند و سخت‌تر جدا می‌شوند. مولکول‌های بزرگ موجود در نفت فام نیز همین گونه هستند.

اگر شما در حال خوردن یک بشقاب ماکارونی و یا اسپاگتی باشید، به راحتی متوجه می‌شوید که خوردن رشته‌های کوتاه‌تر، ساده‌تر از خوردن رشته‌های بلندتر است. همین الگو را می‌توان در مورد نفت خام مورد توجه قرار داد. فقط کافی است به جای رشته‌های گفته شده، مولکول‌ها را در نظر بگیرید!



با حرارت دادن نفت، ابتدا مولکول‌های کوچک شروع به جوشیدن می‌کنند. سپس این مولکول‌های گازی شکل در داخل لوله‌ی آزمایش دریافت کننده‌ای که سرد است، متراکم شده و به مایع تبدیل می‌شوند (میعان). هیدروکربن‌های کوچک در مقایسه با مولکول‌های بزرگ‌تر دارای نقطه جوش کمتری بوده و راحت‌تر از مخلوط مولکول‌های موجود در نفت خام جدا می‌شوند. اگر حرارت دادن را ادامه دهید، دمای نفت خام نیز افزایش خواهد یافت. به این ترتیب مولکول‌های بزرگ‌تر به جوش آمده و جمع آوری می‌شوند.

به خاطر داشته باشید که:

هیدروکربن‌های کوچک‌تر در مقایسه با هیدروکربن‌های بزرگ‌تر دارای نقطه جوش پایین‌تری هستند.

هر قدر مولکول‌ها بزرگ‌تر باشند، نیروهای جاذبه‌ی بین آن‌ها بیشتر است.

### تقطیر کردن نفت خام

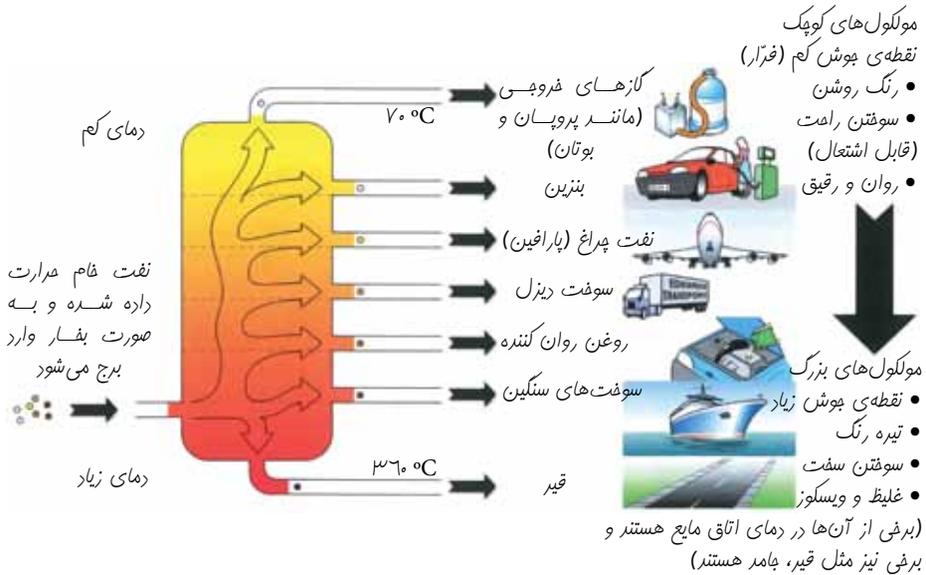


در یک پالایشگاه نفت، اجزای موجود در نفت خام را از یکدیگر جدا می‌کنند. این کار در برج‌های تقطیر انجام می‌شود. همان‌طور که به یاد دارید، هر یک از این اجزا گروهی از هیدروکربن‌ها با نقطه‌ی جوش مشابه و نزدیک به هم هستند. مانند تقطیر در آزمایشگاه، در صنعت نیز از اختلاف نقطه‌ی جوش هیدروکربن‌ها برای جدا کردن آن‌ها استفاده می‌شود. اما تفاوتی نیز بین این دو حالت وجود دارد.

در مشاهده‌ی ۱-۳ ما هر جزء را به ترتیب به جوش آورده و از یکدیگر جدا می‌کردیم. اما در صنعت، تمام اجزاء همراه با هم به جوش می‌آیند. سپس این اجزاء به‌طور همزمان و در دماهای مختلفی متراکم شده و میعان پیدا می‌کنند (به مایع تبدیل می‌شوند). این فرآیند را در برج تقطیر مشاهده می‌کنید.



یک برج تقطیر



طول زنجیره‌ی کربنی	جزء مورد نظر
C <sub>1</sub> - C <sub>4</sub>	گازهای خروجی
C <sub>5</sub> - C <sub>12</sub>	بنزین
C <sub>12</sub> - C <sub>16</sub>	نفت چراغ
C <sub>16</sub> - C <sub>19</sub>	سوخت دیزل
C <sub>20</sub> - C <sub>30</sub>	روغن روان کننده
C <sub>30</sub> - C <sub>40</sub>	سوخت‌های سنگین
C <sub>40</sub> و بالاتر	قیر

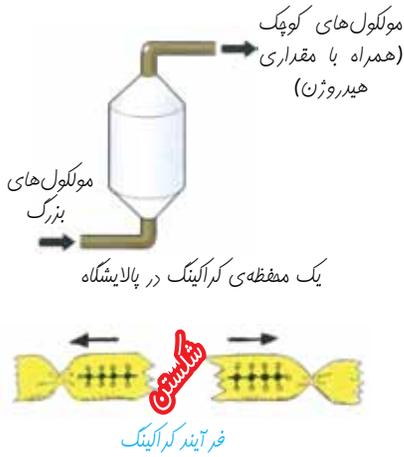
ابتدا نفت خام حرارت داده شده و به بخار تبدیل خواهد شد. سپس این بخار وارد برج تقطیر می‌شود. پایین برج داغ بوده و بالای آن خنک‌تر است. به این ترتیب هیدروکربن‌های بزرگ‌تر که نقطه‌ی جوش بالایی دارند، در انتهای برج (و یا نزدیک به انتهای آن) به مایع تبدیل می‌شوند.

از طرفی در دمای زیاد موجود در انتهای برج، هیدروکربن‌های کوچک‌تر به صورت گاز باقی مانده و از ستون بالا می‌روند. به این ترتیب اجزای متفاوت در سطوح مختلف متراکم شده و به مایع تبدیل خواهند شد.

در بالای برج تقطیر، هیدروکربن‌هایی وجود دارند که دارای نقطه‌ی جوش پایینی هستند. این هیدروکربن‌ها حتی در دمای ۷۰ °C نیز به مایع تبدیل نشده و به صورت گاز از بالای برج خارج می‌شوند.

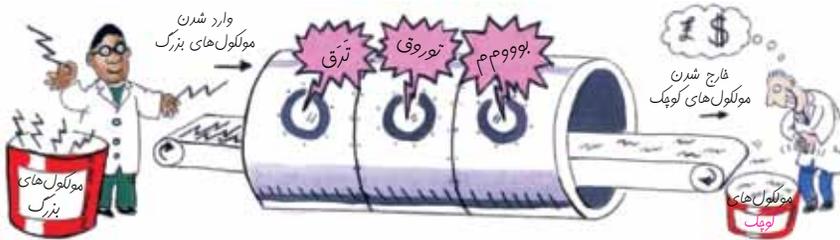


## کراکینگ



پس از تقطیر نفت خام، شرکت‌های نفتی تعداد زیادی از هیدروکربن بزرگ را در اختیار دارند که بسیاری از آنها مورد نیاز ما نیستند، در حالی که هیدروکربن‌های کوچکتری مانند بنزین متقاضیان زیادی دارند. به همین دلیل محققان روشی پیدا کردند که مولکول‌های بزرگ و کم‌مصرف‌تر را به مولکول‌های کوچک‌تر و پُر مصرف‌تر تبدیل کنند.

فراآیند مورد استفاده برای این منظور **کراکینگ** نام دارد. مولکول‌های بزرگ به وسیله‌ی حرارت و عبور دادن آن‌ها از روی یک **کاتالیزگر** شکسته می‌شوند. کاتالیزگر موجب سریع‌تر شدن انجام واکنش خواهد شد. این فراآیند در یک پالایشگاه و در یک محفظه‌ی کراکینگ مخصوص انجام می‌شود.



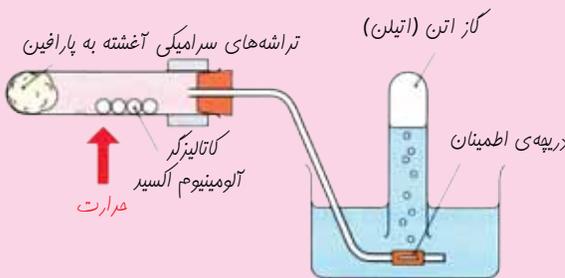
### آزمایش ۲-۳ کراکینگ



اتن  
آب برآم

در این آزمایش می‌توانید یک مولکول بزرگ (پارافین) را به مولکول‌های کوچک‌تر تبدیل کنید.

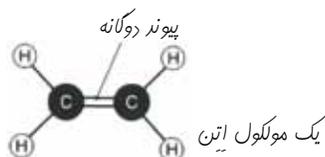
ابتدا سیستمی مشابه شکل مقابل فراهم کنید:





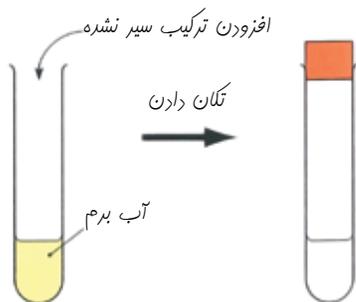
این به گروهی از هیدروکربن‌ها به نام آلکن‌ها تعلق دارد. به جدول مربوط به سه عضو ابتدایی آلکن‌ها توجه کنید:

نام این هیدروکربن‌ها مانند نام آلکان‌ها آغاز می‌شود ولی به جای پسوند «-ان» از پسوند «-ین» در نام آن‌ها استفاده می‌شود. به خاطر دارید که در آلکان‌ها، تمام اتم‌ها به وسیله پیوندهای یگانه به یکدیگر متصل می‌شدند. اما آلکن‌ها حداقل یک پیوند دوگانه را در بین اتم‌های کربن خود دارند.

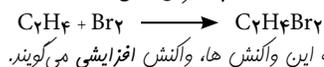


فرمول کلی یک آلکن با یک پیوند دوگانه‌ی کربن-کربن عبارت است از:  
 $C_nH_{2n}$

پیوند دوگانه باعث فعال شدن و واکنش پذیری یک مولکول می‌شود. این حتی می‌تواند با خودش نیز واکنش بدهد و «پلی اتین» تولید کند (بعدها با این مورد بیشتر آشنا خواهید شد).



در صورت وجود پیوند دوگانه، آب بُرم بی رنگ می‌شود. آزمون تعیین یک ترکیب سیر نشده به عنوان مثال



### مولکول‌های سیر شده و سیر نشده

این و سایر آلکن‌ها را ترکیب‌های سیر نشده می‌نامند. آن‌ها در مولکول‌های خود دارای یک یا چند پیوند دوگانه در بین اتم‌های کربن هستند. اما برعکس این مولکول‌ها، آلکان‌ها را سیر شده می‌نامند که در بین اتم‌های شان فقط پیوندهای یگانه دارند.

شما می‌توانید به این نکته پی ببرید که آیا ترکیب سیر نشده است یا خیر:

ترکیب‌های سیر نشده (دارای پیوند دوگانه کربن-کربن)

آب بُرم زرد رنگ را بی رنگ می‌کنند.

وقتی هیدروکربن‌های بزرگ را با استفاده از کراکینگ تجزیه می‌کنیم، مخلوطی از هیدروکربن‌های سیر شده و سیر نشده به دست خواهند آمد.

• به معادله‌ی واکنش نوشته شده در ابتدای این بحث توجه کنید. کدام یک از هیدروکربن‌های موجود در معادله‌ی سیر شده بوده و کدام یک سیر نشده است؟



## احتراق



احتراق یک واکنش مفید و سوژمند است.

همان طور که می دانید سوخت هایی که از نفت خام به دست می آوریم، هیدروکربن نام دارند. بنزین دارای مخلوطی از هیدروکربن ها است. آیا به یاد دارید که یک هیدروکربن از چه عنصرهایی ساخته شده است؟ بنزین دارای اکتان است. آیا می توانید حدس بزنید که در اکتان چند اتم کربن وجود دارد؟

وقتی یک ماده ی سوختنی را می سوزانیم، واکنش انجام شده **احتراق** نامیده می شود. سوخت مورد نظر با گاز اکسیژن موجود در هوا واکنش می دهد و گرما آزاد می کند. اما در این واکنش چه ماده یا موادی ساخته می شوند؟ در آزمایش زیر به پاسخ این پرسش دست خواهید یافت:

### آزمایش ۳-۳ فرآورده های (محصولات) احتراق

سیستمی مطابق با شکل زیر را تهیه کرده و اجازه دهید که تا زمان مشاهده ی تغییر در لوله ی U شکل و همچنین آب آهک به کار خود ادامه دهد.



- در داخل لوله ی U شکل چه چیزی مشاهده می کنید؟
- برای آب آهک چه اتفاقی رخ می دهد؟
- چه گازی باعث می شود که آب آهک به رنگ شیری در آید؟
- واکنش احتراق انجام گرفته به چه صورتی خواهد بود؟

وقتی هیدروکربن ها می سوزند، اکسید می شوند. در این واکنش، کربن دی اکسید و آب تولید خواهد شد (و البته هیچ هیدروژنی تولید نمی شود!):





کربن مونو اکسید از آگزوز خودروها خارج می‌شود. این گاز با هموگلوبین واکنش می‌دهد و مانع از انتقال اکسیژن توسط خون به بدن شما خواهد شد. کربن مونو اکسید می‌تواند باعث مرگ افرادی شود که بدون اطلاع، از وسایل گرم‌کننده‌ی گاز سوز فراب استفاده می‌کنند.

## احتراق ناقص

در داخل موتور یک خودرو مقدار کمی اکسیژن وجود دارد. این مقدار برای تبدیل کردن تمام اتم‌های کربن موجود در هیدروکربن‌ها به کربن دی اکسید کافی نیست. به این ترتیب مقداری **کربن مونو اکسید** که یک گاز سمی است نیز تولید خواهد شد.

**مبدل‌های کاتالیزوری** که در آگزوز برخی از خودروها قرار دارند، بر اثر گرم شدن می‌توانند کربن مونو اکسید را به کربن دی اکسید تبدیل کنند. گاهی اوقات مواد سوختنی با شعله‌ای همراه با دود می‌سوزند. احتراق ناقص به این معنی است که **کربن** به تنهایی به صورت دوده آزاد می‌شود.

ذره‌های حاصل از موتورهای دیزلی هوای شهرهای ما را آلوده می‌کنند. وجود هیدروکربن‌های سوخته نشده به صورت **ذره‌ای** در هوا می‌تواند باعث ایجاد سرطان شود.

## ◀ باران اسیدی

سوزاندن سوخت‌های فسیلی باعث تولید باران اسیدی می‌شود.



نیروگاه‌هایی که از زغال سنگ به عنوان سوخت استفاده می‌کنند، گاز گوگردی اکسید آزاد می‌کنند. این گاز موجب تولید باران اسیدی می‌شود.

در بسیاری از سوخت‌های فسیلی ترکیب‌های گوگرد دار به صورت ناخالصی وجود دارند. وقتی یک سوخت را می‌سوزانیم، گوگرد نیز اکسید خواهد شد و به گاز **گوگرد دی اکسید** ( $SO_2$ ) تبدیل می‌شود.

نیروگاه‌های برق با سوزاندن زغال سنگ و نفت، مقدار زیادی گوگردی اکسید تولید می‌کنند که یکی از عوامل مهم تولید باران اسیدی به شمار می‌رود. این گاز در آب باران حل شده و با اکسیژن موجود در هوا واکنش می‌دهد تا سولفوریک اسید تولید کند.



خودروها نیز موجب تولید باران اسیدی می‌شوند. هر چند که در حال حاضر مقدار زیادی از بنزین، فاقد گوگرد است، اما گاز نیتروژن دی اکسید از آگزوز خودروها خارج می‌شود. این گاز در هنگام بارش باران باعث تولید نیتریک اسید خواهد شد.

### آزمایش ۳-۴ تأثیر گوگرد دی اکسید بر روی گیاهان



سردیم متا بی سولفیت  
گوگرد دی اکسید



سیستمی مطابق با شکل داده شده را آماده کنید:

ترکیب مورد آزمایش، گاز گوگرد دی اکسید تولید می‌کند که ماده‌ای سمی است. دانه‌های رازیانه را به مدت چند روز به حال خود رها کنید.

- توضیح دهید که چرا لازم است هر دو وضعیت موجود در شکل را مورد آزمایش قرار دهیم؟
- گوگرد دی اکسید چه تأثیری بر روی رشد دانه‌های گیاهی دارد؟

### اثرهای باران اسیدی



باران اسیدی باعث تفریب ساختمان‌ها می‌شود.

- ۱- جنگل‌ها: - درختان آسیب دیده و یا حتی از بین می‌روند. به عنوان نمونه بیش از نیمی از جنگل‌های موجود در آلمان از بین رفته و یا در حال نابودی هستند!

- ۲- ماهی‌ها: - در حال حاضر صدها دریاچه در سراسر جهان هیچ ماهی زنده‌ای در خود ندارد! آلومینیم که معمولاً در خاک وجود دارد، در باران اسیدی حل می‌شود و سپس شسته شده و وارد دریاچه‌ها خواهد شد. به این ترتیب باعث مسمومیت ماهی‌ها می‌شود.

- ۳- ساختمان‌ها: - باران اسیدی به ساختمان‌ها و همچنین سازه‌های فلزی آسیب می‌رساند. ساختمان‌های ساخته شده از سنگ آهک به شدت مورد تأثیر قرار می‌گیرند.



## چاره‌ی کار چیست؟



ما می‌توانیم با بیشتر کردن کارایی انرژی مورد استفاده‌ی خود، سوخت‌های فسیلی کمتری را بسوزانیم. همچنین می‌توانیم از شکل‌های دیگری از انرژی نیز استفاده کنیم.

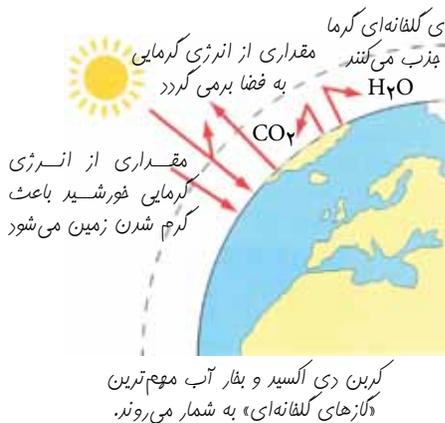
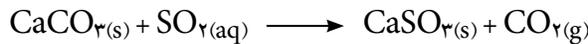
اکسیدهای نیتروژن به وسیله‌ی مبدل‌های کاتالیزوری موجود در آگزوز خودروها به گاز نیتروژن بی‌خطر تبدیل می‌شوند. واکنش انجام شده به صورت زیر است:

$$2\text{CO(g)} + 2\text{NO(g)} \longrightarrow \text{N}_2\text{(g)} + 2\text{CO}_2\text{(g)}$$

• آیا شما روش‌های «پاک» برای تولید جریان برق را می‌شناسید؟ آیا این روش‌ها نیز مشکلات خاص خود را برای محیط زیست اطراف مان دارند؟

در حال حاضر سعی می‌شود تا قبل از سوزاندن سوخت‌های فسیلی، گوگرد از آن‌ها جدا شود. سپس می‌توان از این گوگرد برای تولید سولفوریک اسید استفاده کرد.

همچنین می‌توانیم گازهای اسیدی را قبل از خارج شدن آن‌ها از نیروگاه‌های برق، پاک‌سازی کنیم. مخلوطی از سنگ آهک و آب می‌تواند گوگردی اکسید و اکسیدهای نیتروژن را خنثی کند. به عنوان مثال:



## اثر گلخانه‌ای

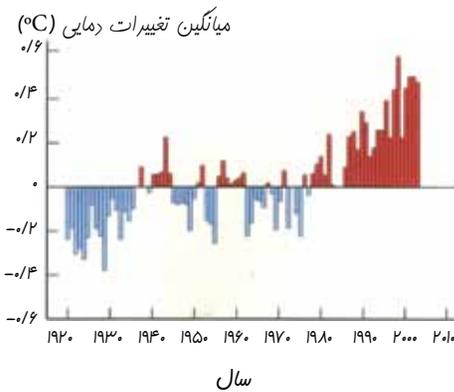
جو (اتمسفر) اطراف زمین مانند یک گلخانه عمل می‌کند. ابتدا اجازه می‌دهد که پرتوهای حاصل از خورشید، زمین را گرم کنند. اما گازهایی مانند کربن دی‌اکسید و بخار آب، بعضی از امواج گرمایی که در هنگام سرد شدن زمین از آن خارج می‌شوند را جذب می‌کنند.

ما باید خود را خوش شانس بدانیم که این «گازهای گلخانه‌ای» طبیعی را در اطراف مان داریم. بدون آن‌ها، زمین نزدیک به  $30^\circ\text{C}$  سردتر بود! به نظر شما این موضوع چه تأثیری در ادامه‌ی حیات بر روی کره زمین دارد؟



از طرفی ما به مقدار بسیار زیادی از این گازها را تولید می‌کنیم. هر گاه که یک سوخت فسیلی را می‌سوزانیم، کربن دی‌اکسید ساخته می‌شود و متاسفانه در حال حاضر ما با سرعت غیر قابل تصویری به سوزاندن این سوخت‌ها مشغول هستیم! این موضوع باعث به هم خوردن توازن و تعادل کربن دی‌اکسید در طبیعت خواهد شد.

با این که گیاهان می‌توانند کربن دی‌اکسید را جذب کنند، اما هر روز مقدار وسیعی از نواحی جنگلی توسط ما انسان‌ها از بین می‌روند. اغلب اوقات درختان سوزانده می‌شوند تا زمین صاف و مسطح شده و برای کشاورزی آماده شود. همین کار موجب تولید کربن دی‌اکسید بیشتری خواهد شد.



میانگین تغییرات دمای از سال ۱۹۲۰ تا ۲۰۰۵

به نظر می‌رسد افزایش مقدار کربن دی‌اکسید، همراه با «گازهای گلخانه‌ای» دیگری همچون متان که از چهار پایان و آحشام تولید می‌شود، باعث گرم‌تر شدن کره‌ی زمین شده است. به این پدیده **گرمایش جهانی** گفته می‌شود.

به نمودار مقابل نگاه کنید:

#### • چه الگویی را مشاهده می‌کنید؟

برخی از محققان مطمئن نیستند که این تغییرات دمایی فقط بخشی از تغییرات طبیعی زمین است. در هر حال اگر دما افزایش یابد، زمین نیز تحت تأثیر این پدیده قرار خواهد گرفت. همچنین محققان در رابطه با این تغییرات و مدت زمانی که به طول می‌انجامد، نظر یکسانی ندارند.

یخ‌های بزرگ قطبی در حال ذوب شدن هستند. اقیانوس‌ها نیز به خاطر بالا آمدن سطح آب دریاها، گسترده‌تر خواهند شد. در صورت طغیان آب‌ها و سرازیر شدن آن‌ها در زمین‌هایی که کم‌ارتفاع‌تر از نواحی اطراف خود هستند، شکل ظاهری نقشه‌ی جهان تغییر خواهد کرد.

ممکن است آب و هوای نقاط مختلف جهان تغییر کند. اما دانشمندان دقیقاً نمی‌دانند که نواحی گوناگون بر روی کره‌ی زمین چه تغییراتی را خواهند داشت. انجام آزمایش در مقیاسی به اندازه‌ی تمام جهان، حتی با استفاده از امکانات رایانه‌ای قوی و بسیار پیشرفته نیز آسان نخواهد بود.





یو زمین مانند شیشه‌ی یک کلفانه به نور اجازه‌ی ورود می‌دهد، اما انرژی گرمایی در داخل آن به دام می‌افتد. ضمن آنکه دانشمندان عقیده دارند ذره‌های بسیار ریز پامد موجود در جو (که از احتراق ناقص مواد سوختنی حاصل می‌شوند) نیز بر روی آب و هوا تأثیر گذار هستند. این ذره‌ها با متوقف کردن انرژی که از خورشید به سطح زمین می‌رسد، یک اثر فنک‌کنندگی خواهند داشت. این وضعیت تاریک شدن جهانی نام دارد.

### چه باید کرد؟

همچون بحثی که در رابطه با باران اسیدی مطرح شد، در این مورد نیز سوزاندن مقدار کمتری از سوخت‌های فسیلی مؤثر خواهد بود. اما پاک‌سازی گازهای تولید شده نمی‌تواند موجب کاهش مقدار کربن دی‌اکسید وارد شده به هوا گردد. این در حالی است که می‌توان اکسیدهای نیتروژن (که از «گازهای گلخانه‌ای» به شمار می‌آیند) را با استفاده از مبدل‌های کاتالیزوری موجود در اگزوز خودروها حذف کرد.

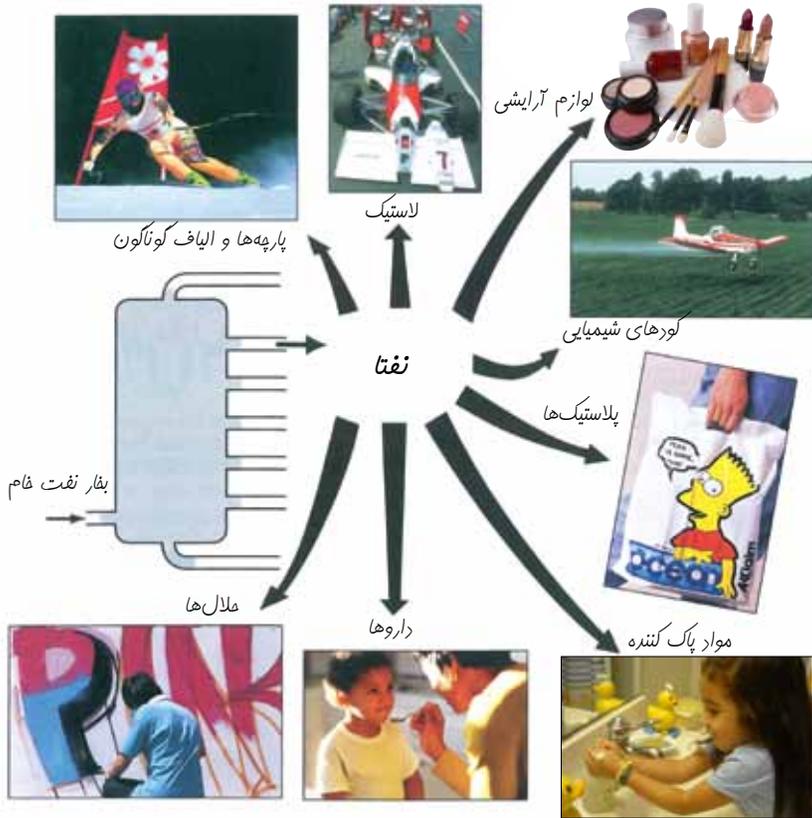
کاشتن دوباره‌ی درختان برای جایگزین شدن درختانی که قطع شده‌اند نیز به توازن و تعادل در کره‌ی زمین کمک می‌کند.



## شیمی در عمل: نفتا

### منبعی برای مواد جدید

تا کنون با برخی از کاربردهای اجزای نفت خام آشنا شده‌اید. یکی دیگر از اجزای سبک نفت خام، نفتا نام دارد که در ساخت بسیاری از فرآورده‌های جدید مورد استفاده قرار می‌گیرد.



همین طور که ملاحظه می‌کنید، موادی که ما آن‌ها را از نفت می‌گیریم، بسیار مهم و با ارزش هستند. همه‌ی ما کم و بیش در هر روز از زندگی مان برخی از این فرآورده‌ها را مورد استفاده قرار می‌دهیم.

• توضیح دهید که پایان یافتن ذخایر نفت خام جهان چه پیامدهایی را برای ما به دنبال خواهد داشت.



### خلاصه‌ی فصل

- نفت خام شامل مخلوطی از **هیدروکربن‌ها** است. هیدروکربن‌ها ترکیب‌هایی هستند که فقط از هیدروژن و کربن ساخته شده‌اند.
- نفت خام به وسیله‌ی **تقطیر جزء به جزء** به گروه‌هایی از مواد سودمند (اجزای نفت خام) تبدیل می‌شود. انجام چنین کاری به دلیل تفاوت نقطه‌ی جوش هیدروکربن‌های مختلف امکان پذیر است.
- هیدروکربن‌های کوچک:
  - دارای نقطه‌ی جوش پایین تری هستند،
  - رنگ روشن تری دارند،
  - راحت‌تر آتش می‌گیرند و با شعله‌ی تمیزتری می‌سوزند،
  - رقیق‌تر بوده و روان‌تر هستند.
- مولکول‌های بزرگ موجود در نفت خام را می‌توان به وسیله‌ی فرآیند **کراکینگ** شکسته و به مولکول‌های کوچک‌تر و سودمندتری تبدیل کرد. این کار در دماهای بالا و با استفاده از یک کاتالیزگر انجام می‌گیرد.
- وقتی یک هیدروکربن در مقدار کافی از گاز اکسیژن می‌سوزد، کربن دی‌اکسید و آب تولید خواهند شد.  $CO_2$  یک **گاز گلخانه‌ای** است.
- اگر یک هیدروکربن در مقدار محدودی از گاز اکسیژن بسوزد، **گاز کربن مونو اکسید** نیز تولید خواهد شد. ضمن آن که ذرات کوچک کربن و هیدروکربن‌های سمی سوخته نشده نیز منتشر می‌شوند. این ذره‌ها می‌توانند موجب **تاریک شدن جهانی** شوند.

### پرسش‌ها

۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:

- (آ) یک هیدروکربن ترکیبی است که فقط از اتم‌های ..... و کربن ساخته شده است.
- (ب) نفت خام ..... از هیدروکربن‌ها است. در یک ..... نفت، اجزای نفت خام به وسیله‌ی ..... از یکدیگر جدا می‌شوند. ابتدا نفت گرم شده به صورت گاز وارد ..... تقطیر می‌شود. هیدروکربن‌ها دارای نقطه‌ی ..... متفاوتی هستند و در دماهای متفاوتی متراکم شده و به مایع تبدیل می‌شوند. هیدروکربن‌های کوچک‌تر که نقطه‌ی ..... پایین تری دارند، در قسمت‌های ..... برج جمع‌آوری می‌شوند.

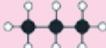


پ) هیدروکربن‌های بزرگ را می‌توان با حرارت دادن در یک محفظه‌ی ..... تجزیه کرد. مولکول‌های جدید ساخته شده ..... و پُر مصرف‌تر هستند.

ت) وقتی یک هیدروکربن در مقدار فراوانی از اکسیژن می‌سوزد، کربن دی‌اکسید و ..... تولید می‌کند. این واکنش ..... (یا اکسید شدن) نامیده می‌شود. انجام چنین واکنشی در یک منبع اکسیژن محدودتر، گاز سمی کربن ..... و ذره‌های ..... را نیز تولید خواهد کرد.

ث) سوزاندن سوخت‌های فسیلی موجب تولید باران ..... می‌شود، زیرا گاز ..... دی‌اکسید از ناخالصی‌های موجود در این سوخت‌ها آزاد می‌شود. همچنین دانشمندان در مورد حجم زیاد گاز ..... دی‌اکسید تولید شده نیز نگران هستند. این موضوع در ارتباط با گرمایش ..... است که توسط اثر ..... ایجاد می‌شود.

۲- فاطمه مقداری نفت خام را تقطیر کرده و سه جزء از اجزای به دست آمده را در لوله‌های آزمایش گوناگون جمع‌آوری کرده است. اما در انتهای آزمایش، جای لوله‌ها تغییر یافته و او فراموش کرده است که کدام لوله مربوط به کدام جزء می‌باشد. سه روش پیشنهاد کنید که فاطمه بتواند با استفاده از آن‌ها، لوله‌های آزمایش را دوباره مرتب کند.

ساختار مولکولی	آلکان
	متان ( $\text{CH}_4$ )
	
	
	بوتان ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ )
	پنتان ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ )
	

۳- آ) جدول مقابل را کامل کنید:  
ب) بنزین دارای آلکانی است که ۸ اتم کربن دارد. می‌توانید نام این ترکیب را حدس بزنید؟  
طرحی رسم کنید که ساختار مولکولی این ماده را نشان دهد.

۴- تصور کنید که شما یک مولکول هیدروکربن کوچک موجود در نفت خام هستید. اتفاقاتی را که از زمان پیدا کردن شما توسط یک شرکت نفتی تا هنگام تبدیل شدن تان به یک محصول قابل استفاده (!) در بازارهای نفتی رخ دهد را شرح دهید.



۵- با تهیه یک بروشور یا نشریه‌ای کوچک برای خانواده و دوستان تان اثر گلخانه‌ای را توضیح دهید و پیامدهای این اثر را در زندگی مان بیان کنید.

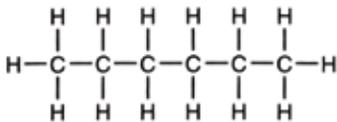
۶- شکل زیر مربوط به

یک مبدل کاتالیزوری

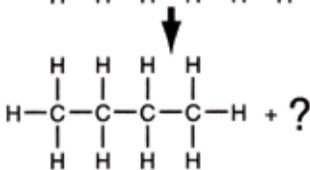
است.



آ) توضیح دهید که یک مبدل کاتالیزوری چگونه باعث کاهش باران اسیدی می‌شود.  
 ب) آیا یک مبدل کاتالیزوری در کاهش اثر گلخانه‌ای نیز مؤثر است؟ پاسخ خود را شرح دهید.  
 پ) توضیح دهید که در مبدل کاتالیزوری چه اتفاقی برای کربن مونو اکسید و نیترژن دی اکسید می‌افتد. در پاسخ خود از یک معادله‌ی نوشتاری و یک معادله‌ی نمادی استفاده کنید.



۷- آ) معادله‌ی زیر را کامل کنید:



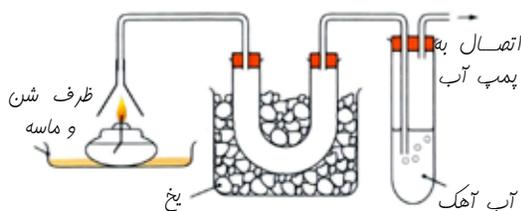
ب) نام این نوع از واکنش‌ها چیست؟  
 پ) دو ترکیب تولید شده در این واکنش چه نام دارند؟  
 ت) برای انجام این واکنش باید چه شرایطی را فراهم کنید؟  
 ث) آزمایشی را پیشنهاد کنید که بتوان به کمک آن فرآورده‌های حاصل از این واکنش را از یکدیگر تشخیص داد. نتایج این آزمایش را نیز بیان کنید.

۸- بسیاری از نیروگاه‌های برق از سوزاندن سوخت‌های فسیلی برای تأمین انرژی خود استفاده می‌کنند.

آ) نام سه سوخت فسیلی را بیان کنید.

ب) کدام یک از گازهای منتشر شده از نیروگاه‌های برق می‌تواند منجر به تولید باران اسیدی شود؟  
 پ) فهرستی از مواردی را تهیه کنید که با استفاده از آنها می‌توانیم مشکل باران اسیدی را برطرف کنیم.





۹- رامین و اشکان می‌خواهند فرآورده‌های حاصل از سوختن یک هیدروکربن را بررسی کنند. آن‌ها سیستمی مطابق با شکل مقابل را آماده کرده‌اند:

- آ) چرا آن‌ها در اطراف لوله‌ی U شکل مقداری یخ قرار داده‌اند؟  
 ب) آن‌ها چگونه می‌توانند اطمینان پیدا کنند که مایع جمع آوری شده در لوله‌ی U شکل، آب است؟  
 پ) محصول دیگر تولید شده در این فرآیند کربن دی‌اکسید است. در این صورت برای آب آهک چه اتفاقی می‌افتد؟  
 ت) در هوا نیز مقداری کربن دی‌اکسید وجود دارد. آن‌ها چگونه می‌توانند نشان دهند که کربن دی‌اکسیدی که آن‌ها آزمایش می‌کنند، فقط مربوط به مقدار موجود آن در هوا نیست؟  
 ث) یک معادله‌ی نوشتاری و نمادی برای واکنش سوختن (احتراق) کامل متان ( $\text{CH}_4$ ) بنویسید.

۱۰- آ) فرمول عمومی زیر را در مورد آلکان‌ها کامل کنید:



ب) فرمول آلکانی با ۹ اتم کربن چگونه خواهد بود؟

نقطه‌ی جوش (بر حسب °C)	تعداد اتم‌های کربن	آلکان
-۱۶۱	۱	متان
-۸۸	۲	اتان
-۴۲	۳	پروپان
-۰/۵	۴	بوتان
	۵	پنتان
۶۹	۶	هگزان

به نقطه‌ی جوش تعدادی از آلکان‌ها که در جدول مقابل داده شده است توجه کنید:

- پ) نمودار نقطه‌ی جوش این آلکان‌ها (به عنوان محور عمودی) را بر اساس تعداد اتم‌های کربن موجود در آن‌ها (به عنوان محور افقی) رسم کنید.  
 ت) در نمودار به دست آمده چه الگویی را مشاهده می‌کنید؟  
 ث) با استفاده از این نمودار، نقطه‌ی جوش پنتان را پیش بینی کنید.

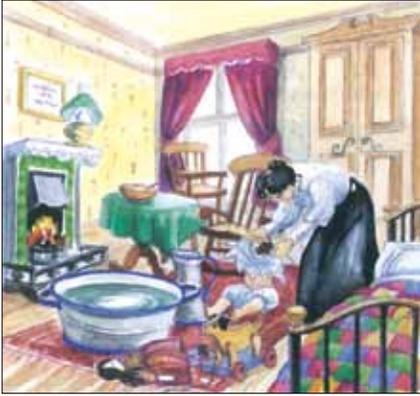


فصل چهارم

پلیمرها



## ◀ ساختن پلاستیک‌ها



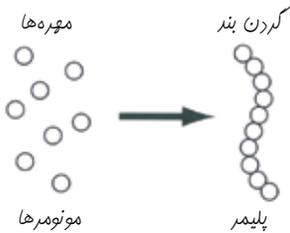
• امروزه کرام یک از این وسایل از مواد پلاستیکی ساخته می‌شوند؟

هنگامی که شرکت‌های نفتی با استفاده از فرآیند کراکینگ، مولکول‌های بزرگ را به مولکول‌های کوچک‌تر تبدیل می‌کنند، اتن ساخته می‌شود. اتن یک مولکول کوچک و سودمند بوده و ماده‌ی اولیه‌ی تولید پلاستیک‌ها است. پلاستیک‌ها نخستین بار در دهه‌ی ۱۹۳۰ به صورت انبوه تولید شدند. این مواد در حال حاضر بخش مهمی از دنیای مدرن ما را تشکیل می‌دهند.

به نقاشی مقابل نگاه کنید که اتاق یک کودک را در حدود سال ۱۹۰۰ نشان می‌دهد. در این اتاق هیچ چیز پلاستیکی وجود ندارد!

## پلیمرها

پلاستیک‌ها مولکول‌های بسیار بزرگی هستند. آن‌ها از زنجیره‌های بزرگی که شامل هزاران اتم هستند ساخته شده‌اند. این مولکول‌های دراز زنجیر، پلیمر (بَسپار) نام دارند. پلیمرها از اتصال هزاران مولکول کوچک و فعال (واکنش پذیر) به نام مونومر (تک پار) ساخته شده‌اند.

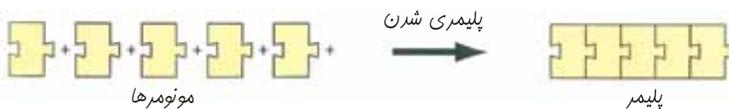


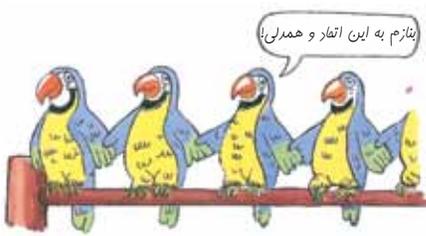
این کار شبیه ردیف کردن مهره‌های کوچک برای ساختن یک گردن‌بند است. البته اگر از همین مهره‌ها برای ساختن گردن‌بند پلیمری استفاده کنیم، ممکن است طول گردن‌بند به دست آمده به یک کیلومتر هم برسد!

تعداد بسیار زیادی مولکول کوچک و فعال (واکنش پذیر)

به یکدیگر متصل می‌شوند تا یک پلیمر را بسازند.

با استفاده از شکل‌های مختلف می‌توانید به ایده‌های جدیدی دست پیدا کنید:





پلی طوطی

به چنین واکنش‌هایی پلیمری شدن می‌گویند. اتن یکی از متداول‌ترین مونومرها است. وقتی مولکول‌های اتن به صورت زنجیره‌ای طولانی به یکدیگر متصل می‌شوند، پلی (اتن) را تولید خواهند کرد که به صورت خلاصه به آن پلی تن نیز گفته می‌شود:

پلی (اتن) → تعداد زیادی اتن

پلیمر → مونومرها



### پلیمری شدن

در این قسمت به صورت جزئی‌تری با فرآیند پلیمری شدن آشنا می‌شوید. دو نوع واکنش برای ساختن پلیمرها وجود دارد که عبارتند از واکنش‌های افزایشی و واکنش‌های تراکمی.

### ۱- واکنش‌های افزایشی

در شکل قبل مثالی از افزایش مونومرها به یکدیگر را مشاهده کردید. در این جا مثال واضح‌تری از این مورد را می‌بینید:



این کارمند فروشگاه زنجیره ای در حال ساختن یک پلیمر ویژه است!  
مونومر مورد استفاده‌ی او چیست؟ پلیمر به دست آمده را چه می‌نامید؟!

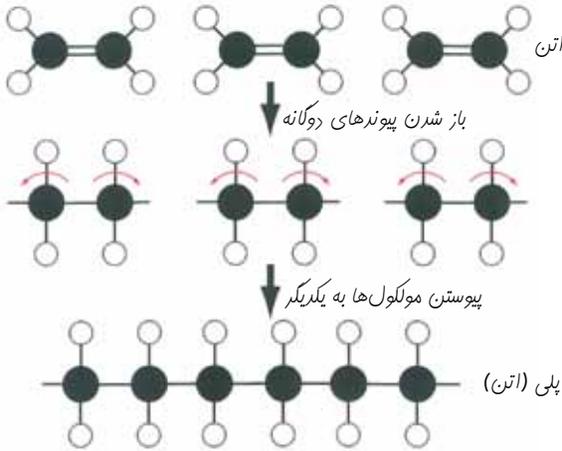
در واکنش‌های افزایشی، مونومرها حداقل یک پیوند دوگانه در بین اتم‌های کربن خود دارند. تنها محصول تولید شده در این واکنش‌ها، پلیمر مورد نظر می‌باشد. واکنش مونومرهای اتن برای ساختن پلی (اتن) مثال جالبی از این حالت بود. این واکنش در فشار



زیاد و با استفاده از یک کاتالیزگر صورت می‌گیرد و می‌توان آن را به صورت مقابل نشان داد:



در این واکنش،  $n$  تعداد مولکول‌های اتن را نشان می‌دهد که عدد بزرگی خواهد بود.



به شکل مقابل توجه کنید:

پیوند دوگانه موجود در اتن گسسته می‌شود و مولکول‌های مجاور از دو سر خود به یکدیگر می‌پیوندند.

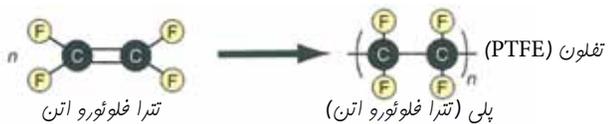


### نمونه‌های دیگری از پلیمرهای افزایشی

تعدادی از اتم‌های هیدروژن موجود در اتن را می‌توان با اتم‌های دیگری جایگزین کرد. به این ترتیب می‌توان یک پلیمر جدید با ویژگی‌های جدید تهیه کرد:



تفلون پوششی است که در ماهی تابه‌ها و ظروف نپسب به کار می‌رود.



نایلون پلیمری بسیار قوی و مملک است.

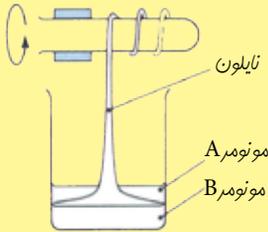
### ۲- واکنش‌های تراکمی:

نوع دیگری از واکنش‌ها که موجب تولید پلیمرها می‌شوند، واکنش‌های تراکمی هستند. شاید بتوان نایلون را شناخته شده‌ترین پلیمری دانست که با استفاده از چنین واکنش‌هایی ساخته می‌شود.



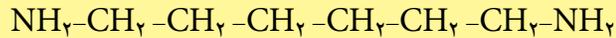
## آزمایش ۱-۴: ساخت نایلون

برای ساختن نایلون از دو نوع مونومر متفاوت استفاده می‌شود که عبارتند از:



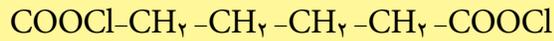
مونومر A

۱ و ۶- دی آمینو هگزان



مونومر B

هگزان دی اکسیل دی کلرید



(با ساختار این ترکیب‌ها در سال‌های آینده بیشتر آشنا خواهید شد)

نزدیک به ۵ میلی لیتر از مونومر B را در یک بشر کوچک بریزید.

سپس به آرامی ۲ میلی لیتر از مونومر A را بر روی آن بریزید.

• چه چیزی مشاهده می‌کنید؟

با استفاده از یک موجین یا میله شیشه‌ای، نخ نایلونی را از سطح مشترک دو مونومر گرفته و بیرون بیاورید. مطابق با شکل این نخ را دور یک لوله‌ی آزمایش بیچید. نایلون تولید شده را با دست لمس نکنید.



یعنی داخل این کتری هم به واکنش تراکمی دانه اتمام همیشه!!

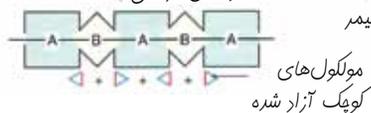
در آزمایش توضیح داده شده می‌بینید که در هنگام واکنش دو مونومر متفاوت با یکدیگر، گاز آزاد می‌شود. این گاز در واقع هیدروژن کلرید (HCl) است. در واکنش‌های تراکمی همیشه یک مولکول کوچک آزاد می‌شود.

بخش‌های واکنش پذیر انتهای



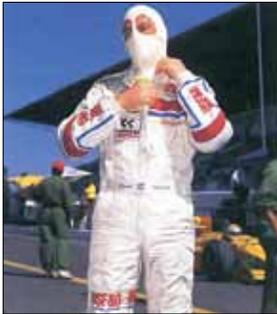
واکنش تراکمی

قسمت انتهایی مونومرها واکنش پذیری مناسبی از خود نشان می‌دهند. به این ترتیب مونومرها از دو انتهای خود به یکدیگر متصل می‌شوند و یک زنجیره‌ی بلند را تشکیل خواهند داد.





اندره‌ی این اتومبیل بدون آسیب زبرکی شیرید و سوختگی عمیق از داخل آن نجات یافت. امروزه، اندرگان اتومبیل‌های مسابقه‌ای، لباس‌هایی از جنس یک ماده‌ی پلیمری به نام «کولار» بر تن می‌کنند.



## ویژگی‌های پلاستیک‌ها

چرا بسیاری از چیزها از پلاستیک ساخته شده‌اند؟ این مواد کاملاً ارزان قیمت هستند. ضمن اینکه بسیاری از پلاستیک‌ها در مقایسه با سایر مواد کاری را که برایش ساخته شده‌اند، بهتر انجام می‌دهند.

- در هر یک از موارد زیر، مزایای مواد پلیمری نامبرده شده را نسبت به ماده‌ی دیگر بیان کنید:

- (آ) لوله‌های فاضلاب ساخته شده از PVC در مقایسه با انواع آهنی آن‌ها
- (ب) ظروف و وسایل آشپزخانه از جنس ملامین در مقایسه با وسایل چوبی
- (پ) بسته‌بندی شیر با استفاده از پلی (پروپن) در مقایسه با بسته‌بندی‌های فلزی

برای تهیه‌ی پلاستیک‌ها روش‌های متفاوتی وجود دارد که با توجه به کاربرد آن‌ها انتخاب می‌شود. به عنوان مثال، پلی (استایرن) یک نوع پلاستیک است که برای ساختن ظروف لبنیاتی همچون ماست از آن استفاده می‌شود. اما اگر در هنگام قالب گیری این ماده، مقداری گاز به داخل آن دمیده شود، «پلی استایرن منبسط شده» (یونولیت) ساخته خواهد شد. این نوع از پلاستیک‌ها به راحتی شکسته می‌شوند و از آن‌ها برای نگهداری نوشیدنی‌های داغ، غذاهای رستوران‌ها و ... استفاده می‌شود. گازی که در داخل آن‌ها قرار دارد، این مواد را به عایق‌های مناسبی برای گرما تبدیل کرده است.

- زیان‌ها و معایب پلاستیک‌های موجود در زباله‌ها را بیان کنید. این مواد در هنگام سوختن چه مشکلاتی را به همراه خواهند داشت؟

## ساختار پلاستیک‌ها

آزمایش ۲-۴: حرارت دادن پلاستیک‌ها

نمونه‌ای از یک ماده گرما نرم و یک ماده گرما سخت را در یک ظرف از جنس قلع حرارت دهید. این کار را حتماً در زیر هود انجام دهید.



• کدام یک راحت تر ذوب می شود؟



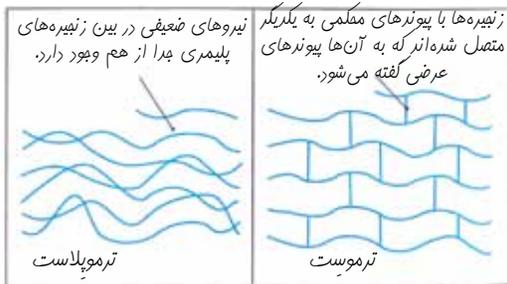
وقتی ماده‌ی گرما نرم شُل شد، با استفاده از یک میله‌ی شیشه‌ای، رشته‌ای نخ مانند را از آن بیرون بکشید. همچنین می‌توانید ماده‌ی پلاستیکی نرم شده را در یک قالب جدید ریخته و به شکل تازه‌ای در آورید.

• برای ماده‌ی گرما سخت چه اتفاقی می‌افتد؟

مواد گرما نرم (ترموپلاست) به راحتی ذوب می‌شوند و می‌توان آن‌ها را مجدداً قالب

گیری کرد.

مواد گرما سخت (ترموست) نرم نمی‌شوند. در صورتی که آن‌ها را به شدت حرارت دهید، مولکول‌های شان شکسته شده و به زغال (کربن) تبدیل می‌شوند. چنین موادی بسیار سخت و انعطاف ناپذیر هستند.



با نگاهی به نحوه‌ی قرار گرفتن زنجیره‌های پلیمری می‌توانید علت این تفاوت‌ها را ببینید:

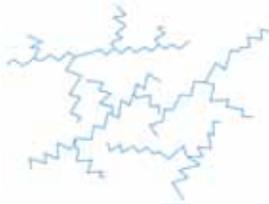
### ◀ تغییر دادن خواص پلاستیک‌ها

همان طور که پیش از این ملاحظه کردید، می‌توان با استفاده از مونومرهای مختلف، یک پلیمر جدید با ویژگی‌های متفاوتی را ساخت. بنابراین تجسم اینکه شکل‌های مختلفی از مونومرها در کنار یکدیگر قرار بگیرند، موضوع شگفت‌انگیزی به نظر نمی‌رسد.

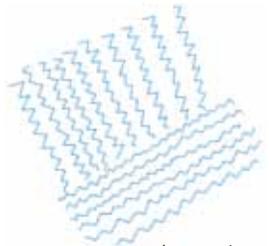
برخی از پلاستیک‌ها از پلیمرهایی با زنجیره‌ی مستقیم ساخته شده‌اند. برخی دیگر از پلیمرهایی ساخته شده‌اند که گروهی از اتم‌ها در زنجیره‌ی مستقیم آن‌ها جای ندارند و از زنجیره خارج شده‌اند (در واقع باعث ایجاد شاخه‌ی فرعی بر روی زنجیره‌ی اصلی شده‌اند).



اگر متراکم شدن زنجیره‌های پلیمری به صورت منظم صورت بگیرد، پلاستیک ساخته شده در مقایسه با پلیمرهایی که تراکم نامنظمی دارند، فشرده‌تر و سخت‌تر خواهد بود. به شکل‌های مقابل نگاه کنید:



پلی (اتن) با چگالی کم که بر روی زنجیره‌ی پلیمری آن، شاخه‌های فرعی نامنظمی قرار دارند.



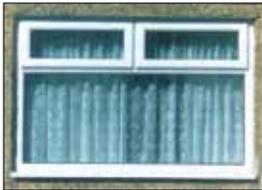
پلی (اتن) با چگالی زیاد که دارای زنجیره‌های پلیمری مستقیمی است.

ما می‌توانیم دو نوع پلی (اتن) مختلف تولید کنیم. پلی (اتن) با چگالی کم از زنجیره‌های پلیمری ساخته می‌شود که به صورت نامنظمی بر روی خود دارای شاخه‌های فرعی هستند. به این نوع پلیمر، پلی (اتن) کم چگال نیز گفته می‌شود. اما اگر از اتن به عنوان ماده‌ی اولیه استفاده کنیم و یک کاتالیزگر مناسب در ظرف واکنش داشته باشیم، پلی (اتن) با چگالی بالا تولید می‌شود که به آن پلی (اتن) پر چگال نیز می‌گویند. معمولاً در صورت انجام واکنش در فشارهای پایین، پلی (اتن) کم چگال تولید خواهد شد.

- به نظر شما چرا این دو نوع پلیمر با یکدیگر تفاوت دارند؟
- کدام یک از این دو نوع پلیمر در دمای پایین‌تری نرم می‌شوند؟
- کدام نوع از پلیمرهای ذکر شده، قوی‌تر هستند؟ چرا؟

### ترکیب کردن مواد افزودنی به پلاستیک‌ها

علاوه بر تغییر دادن نوع پلیمرها و یا شرایط انجام واکنش، می‌توان با افزودن برخی از مواد نیز تغییراتی را در ویژگی پلاستیک‌ها به وجود آورد. مواد زیادی وجود دارند که می‌توان از آن‌ها برای این منظور استفاده کرد که از جمله مهمترین آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:



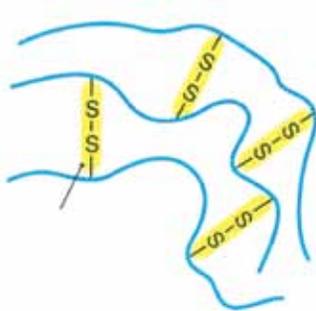
برای ساختن درب و پنجره‌ی فایبره‌ها می‌توان از PVC فاخر مواد نرم کننده استفاده کرد. در حالی که با افزودن مواد نرم کننده به PVC، می‌توان آن را در موارد دیگری به کار گرفت.

• **نرم کننده‌ها** (پلاستی‌سایزرها): این مواد موجب می‌شوند که شکل و قالب دادن به پلاستیک‌ها راحت‌تر صورت گیرد. مولکول‌های چنین موادی در بین مولکول‌های پلیمری قرار گرفته و مانع از فشردگی و نزدیک شدن زیاد آن‌ها به یکدیگر می‌شوند.



• **مواد نگهدارنده:** این مواد مانع از در هم شکسته شدن پلاستیک‌ها در شرایط خاص می‌شوند. به عنوان مثال برخی از آن‌ها مانع واکنش پلاستیک با اکسیژن می‌شوند (آنتی اکسیدان‌ها از این نوع مواد به شمار می‌آیند) و یا گروهی دیگر موجب حذف یا کاهش تأثیر نور خورشید بر روی پلاستیک می‌شوند (پایدار کننده‌های UV از این جمله هستند).

• **مواد کند کننده‌ی اشتعال:** این مواد باعث می‌شوند که مشتعل شدن پلاستیک‌ها بسیار دشوار شود و از گسترش آتش سوزی در یک مکان جلوگیری می‌کنند.



مولکول‌های لاستیک با پل‌های کوکورد مملک‌تر شده‌اند.

برخی از مواد نیز به لاستیک‌ها افزوده می‌شوند تا آن‌ها را فشرده‌تر و مقاوم‌تر کرده و به پوشش سخت‌تری تبدیل کنند. به عنوان مثال، اگر کمی گوگرد به لاستیک افزوده شود، دوام آن بیشتر خواهد شد. زیرا گوگرد باعث تشکیل پیوندهای (اتصال‌های) عرضی در بین زنجیره‌های پلیمری موجود در لاستیک می‌شود. به شکل مقابل توجه کنید:

با پیوند یافتن زنجیره‌های پلیمری مجاور به یکدیگر، لاستیک به ماده‌ی مناسبی برای ساخت لاستیک خودروها تبدیل می‌شود. در چنین شرایطی اصطلاحاً گفته می‌شود که لاستیک **وُلکانیزه** شده است.

### ◀ گسترش پلیمرهای جدید

بیشتر اوقات شیمی دان‌ها می‌توانند پیش بینی کنند که چطور می‌توان پلیمرهای جدیدی را ساخت. آن‌ها با مطالعه‌ی واکنش‌هایی که منجر به تولید پلیمرهای مشابه می‌شوند و با تغییر برخی از مواد، به این مهم دست پیدا می‌کنند. اما گاهی اوقات و بر حسب اتفاق در حین آزمایش‌های خود موادی را می‌سازند که موجب شگفتی و حیرت شان می‌شود! برخی از آن‌ها عبارتند از:



کولار، تاکنون جان میلیون‌ها نفر را در سراسر جهان نجات داده است.



(آ) در سال ۱۹۳۸ دکتر «روی پلونکت» در حال بررسی و تحقیق برای ساختن موادی بود که در یخچال‌ها مورد استفاده قرار گرفته و آن‌ها را سرد کنند. اما به صورت تصادفی با یک جامد مومی شکل مواجه شد که لوله‌ی گاز مورد استفاده در آزمایشات او را مسدود کرده بود. این ماده‌ی به دست آمده پلی (تترافلورو اتن) یا PTFE بود. شرکت آمریکایی که دکتر پلونکت در آن کار می‌کرد پس از این کشف، محصول جدیدی به نام **تفلون** را به بازار عرضه کرد. این پلیمر روان و متحرک و ویژگی بسیار جالبی داشت و تقریباً ماده‌ای «نچسب» بود. از طرفی واکنش‌پذیری بسیار کمی نیز داشت. همین ویژگی‌ها باعث کاربرد بسیار زیاد آن (به خصوص در تهیه‌ی وسایل آشپزخانه) شد.

(ب) در دهه‌ی ۱۹۶۰ یک شرکت آمریکایی در تلاش بود تا پلیمر جدیدی را کشف کند که به کمک آن امکان تولید لاستیک‌های سبک‌تری را فراهم آورد. چرا که این کار به کاهش مصرف سوخت کمک زیادی می‌کرد.

«استفانی ولک» و گروه پژوهشی که با او همکاری داشتند بر روی این موضوع فعالیت می‌کردند. یک روز پس از مخلوط کردن مواد شیمیایی با یکدیگر، بر خلاف تصورش برای دست یافتن به یک مایع شفاف، یک مایع شیرین رنگ به دست آورد! اما او این محصول را دور نریخت تا دوباره کارش را از سر بگیرد. استفانی کشف خود را برای بررسی بیشتر به آزمایشگاه فرستاد تا مورد ارزیابی قرار بگیرد. ماده‌ی کشف شده‌ای باور نکردنی و اعجاب‌انگیز بود! این ماده از پلاستیکی ساخته شده بود که ۹ برابر فولاد قدرت و سختی داشت و در همین حال چگالی (جرم حجمی) آن نصف چگالی فایبر گلاس بود. سرانجام این محصول با نام «**کولار**» به بازار عرضه شد. سختی، چگالی کم و مقاومت گرمایی مناسب این ماده موجب کاربرد وسیع آن در صنایع مختلف شده است. جلیقه‌های ضد گلوله، هواپیماها، وسایل نقلیه‌ی موتوری، چرم، راکت تیس و بسیاری از موارد دیگر در ساختار خود مقداری از این ماده را دارند.

از این‌ها  
میری بیرون  
و تا زمان که  
تونستی به  
چسب درست و  
مسالی تولید کنی،  
بر نمی‌گویی!

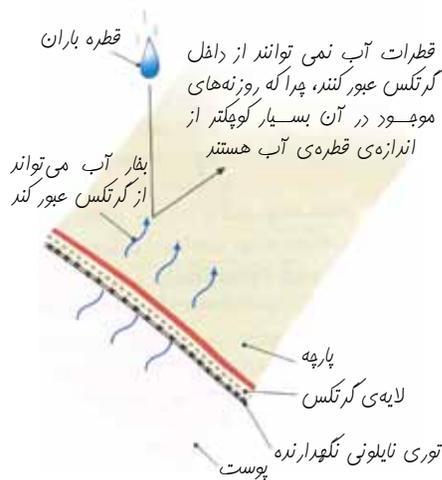


(پ) در سال ۱۹۷۰ «اسپنسر سیلورا» تلاش زیادی داشت تا بتواند یک چسب بسیار قوی تولید کند. او در طول انجام آزمایشات خود موفق به ساختن چسب

شد، اما این چسب حتی از چسب‌های موجود در بازار نیز ضعیف‌تر بود! ده سال بعد، این چسب شهرتی جهانی پیدا کرد و از آن به عنوان **چسب پاکت** استفاده شد. این چسب آنقدر قدرت داشت که بتواند کاغذ را بچسباند اما قدرت آن در حدی نبود که کاغذ را از بین برده و یا به آن آسیب جدی وارد کند.



## گرتکس



ساختن یک کت، پالتو یا لباس ورزشی ضد آب ارزان قیمت از ماده‌ای پلاستیکی همچون نایلون کار چندان دشواری نیست. اما اگر با چنین لباسی ورزش کنید احساس راحتی نخواهید داشت، زیرا پس از گرم شدن، به خاطر بسته بودن فضای لباس به سرعت عرق می‌کنید و بدن شما مرطوب خواهد شد! **گرتکس** ماده‌ای است که این مشکل را برطرف کرده است. این ماده از PTFE منبسط شده ساخته می‌شود که برای تهیه آن مقداری گاز به داخل پلیمر دمیده شده است. با این کار رشته‌های نازکی از نخ تولید می‌شوند که فاصله‌های بسیار ناچیزی در بین آن‌ها وجود دارد. به شکل مقابل نگاه کنید:

هر یک از روزنه‌ها نزدیک به ۷۰۰ برابر اندازه‌ی یک مولکول آب (در حالت بخار) هستند، در حالی که بسیار کوچکتر از یک قطره آب (تقریباً ۲۰۰۰۰ برابر کوچک تر) می‌باشند. بنابراین قطره‌های آب باران نمی‌توانند به داخل آن‌ها نفوذ کنند در حالی که بخار آب می‌تواند از این روزنه‌ها عبور کند. به همین دلیل است که گفته می‌شود گرتکس **قابل تهویه** است. در واقع شما در زیر پوشش ضد آب، از خیس شدن محافظت خواهید شد. پلیمر قابل تهویه بین یک لایه‌ی نگهدارنده‌ی نایلونی و پارچه نگهداشته می‌شود. جای تعجب نخواهد بود که از گرتکس در مواردی استفاده شود که لازم است افرادی به کار مشغول باشند اما از بدی وضعیت آب و هوا در امان بمانند.

## کاربردهای پزشکی و دندان پزشکی

در حال حاضر پلیمرهای جدید به گونه‌ای طراحی می‌شوند که نیازهای پزشکی ما را نیز برطرف سازند. بسیاری از این مواد را مواد «**هوشمند**» می‌نامند، چرا که می‌توانند به طور خود کار به تغییر شرایط محیط اطراف خود پاسخ دهند.





کرتکس در مسابقات ورزشی، برشی از میطه‌های لاری و حتی در موارد نظامی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

امروزه بسیاری از عمل‌های جراحی توسط دوربین‌های کوچکی که وارد بدن می‌شوند، تحت کنترل قرار دارند. حال موقعیتی را در نظر بگیرید که قرار است عضوی از داخل بدن بیمار بخیه شود و برای این کار فقط یک حفره‌ی کوچک (و نه یک شکاف عمیق) در بدن او ایجاد شده است. بدیهی است که این کار با روش‌های ساده‌ی بخیه زدن امکان پذیر نخواهد بود.

### پلیمرهای با حافظه‌ی شکلی

در حال حاضر به خوبی توسعه یافته‌اند و می‌توانند در این زمینه به جراحان کمک کنند. این مواد می‌توانند شکل اصلی خود را هنگامی که تا دمای خاصی گرم می‌شوند، «به یاد داشته باشند»! در عمل‌های جراحی، ابتدا شکل نخ به صورت گره‌ی بخیه‌ای که مورد نظر است در می‌آید. به شکل مقابل توجه کنید:

نخ بقیه‌ی سافته شده از پلیمرهای حافظه‌ی شکلی



نخ در دمای  $37^{\circ}\text{C}$  (آ) گره زده می‌شود

مراح نخ صاف شده (ب) را در دمای اتاق ( $20-25^{\circ}\text{C}$ ) در اطراف بریدگی قرار می‌دهد



نخ تا دمای بدن ( $37^{\circ}\text{C}$ ) گرم می‌شود و به شکل گره خورده‌ی اولیه باز می‌گردد

به هم پیسیدن دو طرف بریدگی



معمولاً نخ را کمی سرد می‌کنند و به حالت صاف در می‌آورند. آن گاه آن را در اطراف زخم و قسمت جراحی یافته قرار می‌دهند. سپس همین طور که نخ توسط دمای بدن گرم می‌شود، به صورت همان شکل گره خورده‌ی اولیه در می‌آید. پلیمر مورد استفاده در ساخت نخ، یک پلیمر زیست تخریب پذیر است و پس از گذشت چند روز در مایعات داخل بدن حل می‌شود.



لنزهای تماسی نرم از یک پلیمر سیلیسیمی برای جذب آب در سافت‌لنزشان استفاده می‌کنند.

هیدروژل‌ها زنجیره‌های پلیمری هستند که واحدهایی با اتصال (پیوند) عرضی در میان آن‌ها قرار گرفته‌اند. از این مواد برای پوشاندن سطح زخم‌ها استفاده می‌شود تا شرایط التیام بخشیدن و بهبود یافتن آن‌ها در شرایطی مرطوب و استریل شده فراهم گردد.



هیدروژل‌ها در درمان سوختگی نیز به کار می‌روند، ضمن آن که از آن‌ها برای کمک به رشد گیاهان (به ویژه نهال‌های کوچک) نیز استفاده می‌شود. چندین سال است که در چشم پزشکی از لنزهای تماسی نرم استفاده می‌شود. این لنزها از هیدروژل‌های ویژه‌ای ساخته شده‌اند.

برای تغییر ویژگی هیدروژل‌ها، محققان می‌توانند بین ۳۸٪ تا ۸۰٪ آب وارد آن‌ها کنند. ژل‌های هوشمند با توجه به تغییرات pH یا دما می‌توانند حتی تا ۱۰۰۰ برابر حجم اولیه‌ی خود چروک (جمع) شده و یا متورم شوند و باد کنند!

در حال حاضر سعی می‌شود که در دندان پزشکی نیز پلیمرهای جدید جایگزین آمالگام جیوه در پُر کردن دندان‌ها خواهند شد. کار کردن مداوم و هر روزه با جیوه‌ی سمّی یک خطر بالقوه برای کارکنان دندان پزشکی به شمار می‌رود. پیشرفت دیگر این مواد در دندان پزشکی مربوط به ساخت دندان‌های مصنوعی نرم‌تر و همچنین ایمپلنت‌های دندانی است که همراه با ریشه‌ی خود توسط متخصص در درون فک جای گرفته و جایگزین دندان از دست رفته خواهند شد.



### بسته‌بندی‌های فعال و هوشمند

بسته‌بندی فعال می‌تواند شرایط داخلی یک بسته را تغییر دهد.

به عنوان مثال:

- **تنظیف اتن** (برای جلوگیری از زود رسیدن میوه‌های کال)
- **تنظیف اکسیژن** (برای جلوگیری از اکسید شدن مواد غذایی)
- **کنترل رطوبت** (برای حذف رطوبت مورد نیاز برای رشد کپک)
- **بازدارنده‌های میکروبی** (برای جلوگیری از رشد باکتری، قارچ و ...)

هر یک از این موارد می‌توانند به صورت یک بسته‌بندی کوچک در داخل بسته‌ی غذایی قرار داده شوند.

**بسته‌بندی هوشمند** می‌تواند به محیط اطراف خود پاسخ دهد (ممکن است این کار توسط ابزارهای الکترونیکی بسیار کوچکی نیز انجام شود). به عنوان مثال برچسب‌های تشخیصی این ویژگی را دارند که در صورت فاسد شدن یا تغییر شرایط مواد غذایی، از خود تغییر رنگ نشان دهند. به این ترتیب مصرف کننده پیش از استفاده از مواد فاسد، به راحتی به وجود چنین مشکلی پی می‌برد. **جوهرهای گرما رنگ** نیز از جمله موادی هستند که در صورت تغییر یافتن دمای اولیه‌شان، رنگ خود را تغییر می‌دهند.



## کاربردهای روزمره‌ی پلاستیک‌ها



کشتی «ماری رز» مهمترین کشتی نفتی ناوگان هنری هشتم بود که در نبردهای دریایی بین انگلستان و فرانسه مورد استفاده قرار می‌گرفت. مواد پلاستیکی ویژه‌ای به درون الوارهای سازنده‌ی این کشتی تزریق شده بود. هر چند کشتی ماری رز در سال ۱۵۴۵ غرق شد، اما پس از گذشت بیش از چهار قرن در حالی از آب بیرون کشیده شد که هنوز برخی از وسایل و قطعات آن سالم باقی مانده بودند!

تمام پلاستیک‌ها از مولکول‌های کوچک‌تری (مونومرها) ساخته شده‌اند که پس از واکنش با یکدیگر به مولکول‌های بزرگ‌تری (پلیمرها) تبدیل شده‌اند. برای نامیدن این مولکول‌ها فقط کافی است کلمه‌ی «پلی» به ابتدای نام مونومر آن‌ها افزوده شود. به عنوان مثال:

مونومر	پلیمر
اتن	پلی (اتن)
استایرن	پلی (استایرن)
وینیل کلرید	پلی (وینیل کلرید)

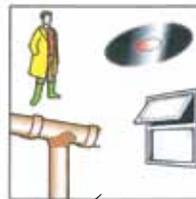
همین طور که ملاحظه می‌کنید برخی از این نام‌ها طولانی هستند! بنابراین بسیاری از پلاستیک‌ها را با نام‌های تجاری شان می‌شناسند. از معروف‌ترین آن‌ها می‌توان به تفلون و کولار اشاره کرد. برخی از پلاستیک‌های پُر مصرف و موارد کاربرد آن‌ها عبارتند از:



پلی (اتن)



پلی (استایرن)



پلی (وینیل کلرید)



پلی (پروپن)



نایلون



ملامین



رزین‌های فنولی

• کدام یک از این پلاستیک‌ها، موادی گرما سخت هستند؟

حتماً تا به حال در مورد تمام شدن ذخایر نفتی جهان در آینده‌ای نه چندان دور مطالبی را شنیده‌اید. با توجه به موارد استفاده‌ای که مواد حاصل از نفت دارند، به نظر شما بدون مواد پلاستیکی زندگی ما چه تغییراتی خواهد داشت؟



### آزمایش ۳-۴ ساخت یک پلیمر لغزنده از PVA - پلی (اتانول)

۱۰۰ cm<sup>۳</sup> آب را با ملایمت در یک بشر گرم کنید. توجه کنید که آب نجوشد. سپس به آرامی ۴ گرم چسب PVA را به آن افزوده و مخلوط حاصل را به هم بزنید. پس از حل شدن PVA گرم کردن را متوقف کرده و چند قطره محلول بوراکس به آن اضافه کنید و هم زدن را ادامه دهید. در صورت تمایل می توانید مقداری از مواد رنگی (مانند رنگ غذا) را نیز به محلول خود بیافزایید. همچنین هر گروه از شما می تواند مقدار متفاوتی از بوراکس را مورد استفاده قرار دهد. سپس محلول را به حال خود رها کنید تا خنک شود.

- مقدار بوراکس مورد استفاده چه تأثیری بر روی پلیمر ساخته شده دارد؟
- یک مورد مصرف برای پلیمری که ساخته اید بیان کنید.
- کدام نوع از پلیمرهایی که تا به حال با آن‌ها آشنا شده اید، حالتی لُزج و چسبناک دارند؟

### ◀ زباله‌های پلاستیکی



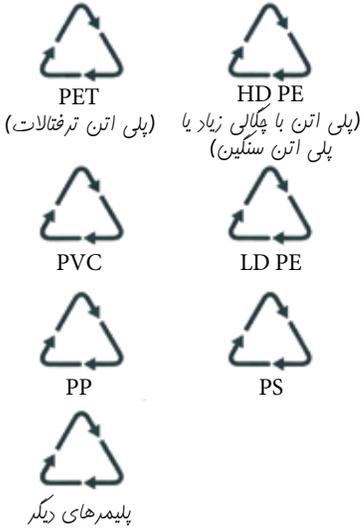
فضای انباشت زباله‌ها رو به اتمام است.

آیا تا به حال فکر کرده اید که چقدر مواد پلاستیکی را به صورت زباله دور می‌ریزید؟ حتماً بارها مشاهده کرده اید که در هنگام خرید از یک فروشگاه چه مقدار از مواد پلاستیکی برای بسته‌بندی لباس‌ها، مواد غذایی و ... به کار گرفته می‌شود.

پلاستیک‌ها در بسیاری از مواد پُر مصرف مورد استفاده قرار می‌گیرند، چرا که طول عمر زیادی دارند و به راحتی از بین نمی‌روند. اما وقتی قرار باشد که این مواد به عنوان زباله در محیط زیست رها شوند، طول عمر بالای آن‌ها یک عیب به شمار می‌آید. بسیاری از زباله‌هایی که ما تولید می‌کنیم، به جایگاه‌های ویژه‌ی انباشت زباله‌ها منتقل می‌شوند. این جایگاه‌ها معمولاً حفره‌های بسیار بزرگی هستند که در یک زمین مسطح ایجاد شده‌اند و پس از پُر شدن، سطح آن‌ها به وسیله‌ی خاک پوشانده می‌شود. در میان انواع زباله‌ها، مواد پلاستیکی علاوه بر اشغال کردن فضای زیاد، مدت زمان طولانی‌تری را نیز برای این بین رفتن نیاز دارند. این در حالی است که فضای جایگاه‌های انباشت زباله به سرعت رو به کاهش است. بنابراین دانشمندان سعی دارند مشکلات حاصل از زباله‌های پلاستیکی را کمتر کنند. در واقع ما باید مطمئن باشیم که تغییرات ایجاد شده در پلاستیک‌ها مناسب بوده و در راستای حفاظت از محیط زیست می‌باشند.



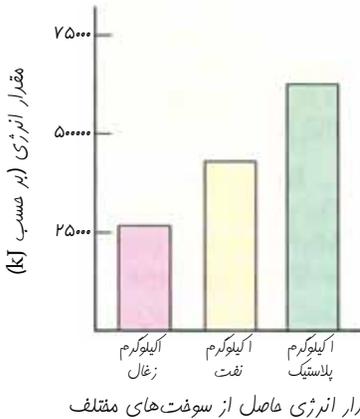
### بازگردانی



نماهای مورد استفاده در بازگردانی پلاستیک‌ها  
 • به نظر شما PVC, LDPE, PP, PS برای کدام یک از مواد پلاستیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند؟

در قسمت‌های قبلی با دو نوع از پلاستیک‌ها با عنوان گرما نرم و گرما سخت آشنا شدید. ما می‌توانیم ترموپلاست‌ها (پلاستیک‌های گرما نرم) را مجدداً ذوب کرده و به شکل‌های جدیدی در آوریم. این موضوع به معنی آن است که می‌توانیم بسیاری از مواد پلاستیکی مورد استفاده مان را بازگردانی کنیم. اما برای این کار لازم است که ابتدا آن‌ها را به انواع مختلفی طبقه بندی کنیم. به نمادهای داده شده در شکل مقابل توجه کنید: وسایلی که این نمادها بر روی آن‌ها قرار دارند، قابل بازگردانی هستند. آیا شما مواد پلاستیکی را بازگردانی می‌کنید؟

آیا در شهر یا منطقه‌ای که زندگی می‌کنید، مرکزی برای بازگردانی این مواد وجود دارد؟ در برخی از مناطق، سطل‌های زباله‌ی مخصوصی برای هر یک از انواع زباله‌ها اختصاص یافته است. به نظر شما این اقدام چه تأثیر مثبتی در بازگردانی زباله‌ها خواهد داشت؟



### سوزاندن پلاستیک‌ها

سوزاندن پلاستیک‌ها باعث کاهش حجم زباله‌های حاصل از آن‌ها خواهد شد. اما بسیاری از مواد پلاستیکی در هنگام سوختن، گازهای سمی تولید می‌کنند. برای تجزیه کردن این گازها در کوره‌های زباله سوز به دماهای بسیار زیادی نیاز داریم.

برخی از این گازها نیز توسط مواد ویژه‌ی تصفیه‌ی گاز، در قسمت خروجی دودکش‌ها جمع آوری می‌شوند. این مواد شامل ترکیب‌های بازی مانند کلسیم کربنات هستند که گازهای اسیدی همچون گوگرد دی اکسید را جذب می‌کنند. اگر پلاستیک اولیه دارای کلر باشد، گاز سمی



هیدروژن کلرید تولید خواهد شد. در صورت سوزاندن پلاستیک‌های نیتروژن دار در مقدار محدودی از گاز اکسیژن، ماده ای به نام هیدروژن سیانید (HCN) تولید می‌شود.

- طرحی ارائه کنید تا بتوان به کمک آن یک دستگاه زباله سوز را برای سوزاندن زباله‌های یک منطقه مورد استفاده قرار داد و خسارت‌های ناشی از آن را به حداقل رساند.

### ◀ شیمی در عمل: پاک سازی زباله‌های پلاستیکی

#### پلاستیک‌های تجزیه (تخریب) پذیر



یک پلاستیک تجزیه پذیر

امروزه بسیاری از پلاستیک‌ها به گونه‌ای ساخته می‌شوند که طول عمر زیادی نداشته باشند. این پلاستیک‌ها به طور طبیعی تجزیه شده و از بین می‌روند. معمولاً یک ترکیب گرما نرم در طی سالیان دراز متلاشی شده و در نهایت از بین می‌رود. در حال حاضر شیمی دان‌ها به دنبال روش‌های متعددی هستند که به کمک آن‌ها بتوانند به سرعت مواد پلاستیکی را تجزیه کنند.

#### ... به وسیله نور

شیمی دان‌ها می‌توانند زنجیره‌های پلیمری با گروهی از اتم‌ها را طراحی کنند که امکان جذب کردن انرژی نور را دارند. این انرژی باعث شکسته شدن زنجیره‌ی پلیمری در اطراف این گروه‌ها می‌شود. در نتیجه پلاستیک‌ها به قطعات کوچک‌تری تبدیل شده و سریع‌تر متلاشی می‌شوند.



یک پلاستیک زیست تقریب پذیر  
در مراحل مختلف تجزیه شدن

#### ... به وسیله باکتری

برخی از پلاستیک‌های جدید توسط باکتری‌ها ساخته می‌شوند. باکتری‌ها رشد کرده و دانه‌های ریز (گرانول‌های) پلاستیکی را به وجود می‌آورند.



این نوع از پلاستیک‌ها زیست تخریب پذیر (تجزیه پذیر) هستند و در مدت ۹ ماه به طور کامل در طبیعت تجزیه خواهند شد. اما یکی از مشکلات در استفاده از این پلاستیک‌های جدید، قیمت آن‌ها می‌باشد که تقریباً ۱۵ برابر یک پلاستیک معمولی است.

• به نظر شما لزومی دارد برای حفظ محیط زیست، هزینه‌ی بیشتری پرداخت شود؟

گروهی از محققان با کمک مهندسی ژنتیک سعی در پرورش گیاهانی دارند که خودشان بتوانند چنین پلاستیک‌هایی را تولید کنند. اما در حال حاضر بازدهی این کار در مورد محصولاتی مانند سیب زمینی بسیار پایین بوده و مقرون به صرفه نیست.

• نظر شما در رابطه با تحقیق‌های انجام گرفته در این زمینه چیست؟ آیا این مطالعات ارزش صرف وقت و هزینه‌های بالا را دارند؟

پلاستیک‌های دیگری که ساختن آن‌ها در حال توسعه و گسترش یافتن است، در ساختار خود دارای نشاسته هستند. موجودات ذره بینی (که باعث تجزیه زباله‌ها در جایگاه‌های دفن زباله می‌شوند) می‌توانند این نشاسته را به عنوان غذای خود به مصرف رسانده و موجب قطعه قطعه شدن پلاستیک شوند. در این شرایط، اثر موجودات ذره بینی بر روی قطعه‌های پلاستیکی کوچک به مراتب بیشتر از قطعه‌های بزرگ خواهد بود.



### ... به وسیله آب

آیا پلاستیک‌ها در آب حل می‌شوند؟ بسیاری از کاربردهای پلاستیک‌ها به خاطر مقاومت آن‌ها در برابر آب است.

• برخی از این موارد کاربرد را بیان کنید.

اما امروزه پلاستیک‌هایی ساخته شده‌اند که امکان حل شدن آن‌ها در آب وجود دارد. با تغییر مقدار اجزای سازنده‌ی آن‌ها می‌توان پلاستیکی تهیه کرد که در دماهای خاصی در آب حل شود.

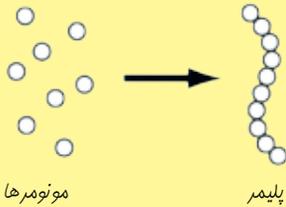
• به نظر شما پلاستیک‌های محلول در آب چه کاربردهایی می‌توانند داشته باشند؟

این کیسه‌های پلاستیکی مورد استفاده در بیمارستان‌ها، در یک دستگاه مخصوص ریخته شده و در آب داغ حل می‌شوند.  
• به نظر شما علت استفاده از آن‌ها چیست؟



## خلاصه‌ی فصل

• مولکول‌های کوچک و واکنش پذیر که **مونومر** (تکپار) نامیده می‌شوند، می‌توانند به یکدیگر متصل شده و مولکول‌های بزرگی به نام **پلیمر** (بسیار) را تشکیل دهند.



• به واکنش انجام شده **پلیمری شدن** گفته می‌شود.

• نوع پلیمر تولید شده به مواد زیر بستگی دارد:

- مونومر(های) به کار رفته

- شرایط انجام واکنش

- مواد افزودنی به کار رفته

• در حال حاضر نیز پلیمرها در حال گسترش هستند. یکی از انواع جدید آن‌ها پلیمرهای **هوشمند** هستند که در مقابل تغییر شرایط محیط از خود عکس العمل نشان می‌دهند.

• **پلاستیک‌های تجزیه (تخریب) پذیر** می‌توانند در کاهش مشکلات حاصل از زباله‌های پلاستیکی نقش مهمی داشته باشند.

## پرسش‌ها

۱- جدول زیر را با نوشتن کلمه‌های مناسب کامل کنید:

کالای مصرفی	جنس رایج کالا	جنس پلاستیکی کالا
آ) لوله‌ی فاضلاب	آهن	
ب) لیوان یک بار مصرف	کاغذ	
پ) پیراهن	کتان	
ت) پاکت یک بار مصرف		پلی (اتن)

مزایای استفاده از پلاستیک در هر یک از موارد ذکر شده چیست؟

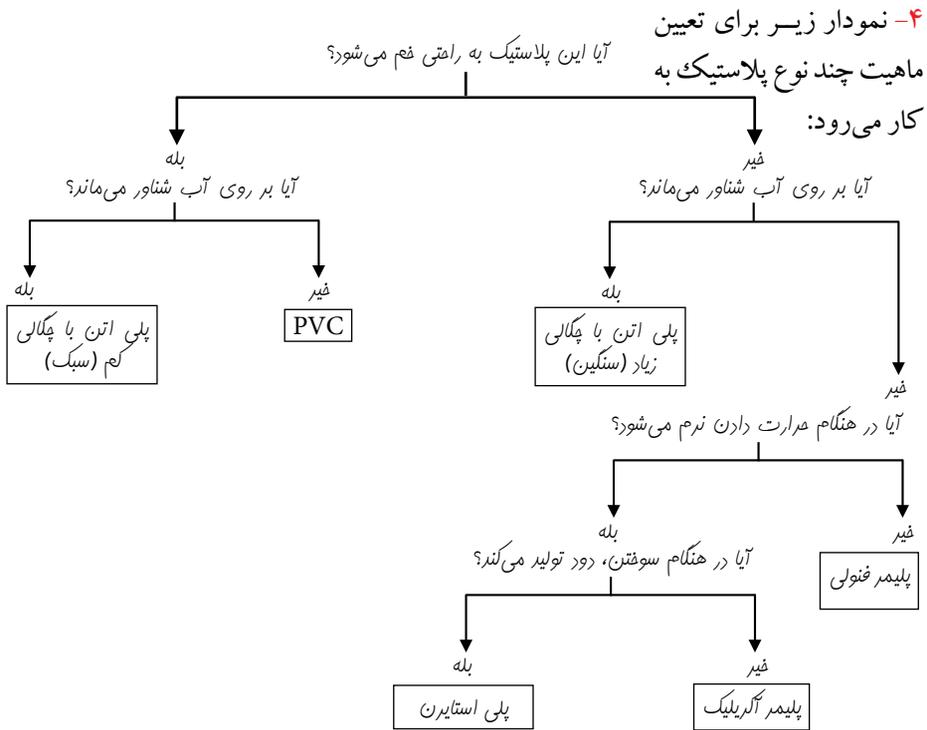
۲- آ) در یک واکنش پلیمری شدن چه اتفاقی می‌افتد؟ نقش مونومرها و پلیمر را در این واکنش توضیح دهید.

ب) نام مونومرهای سازنده‌ی پلیمرهای زیر را بیان کنید:

۱- پلی (استایرین)      ۲- پلی (پروپن)



۳- آ) چه تفاوتی بین مواد گرما نرم (ترمو پلاست) و گرما سخت (ترموست) وجود دارد؟  
 ب) ساختار این مواد چگونه باعث بروز این اختلاف می شود؟  
 پ) در هر یک از موارد زیر مهمترین ویژگی های مواد پلاستیکی مورد استفاده را بیان کنید:  
 ۱- کلید برق ۲- قوطی نوشابه ۳- دمپایی و کفش راحتی ۴- سپر موتور سیکلت  
 ت) تحقیقی انجام دهید و در آن کاربرد و ویژگی های پلیمری به نام «لیکرا» (Lycra) را مشخص کنید.

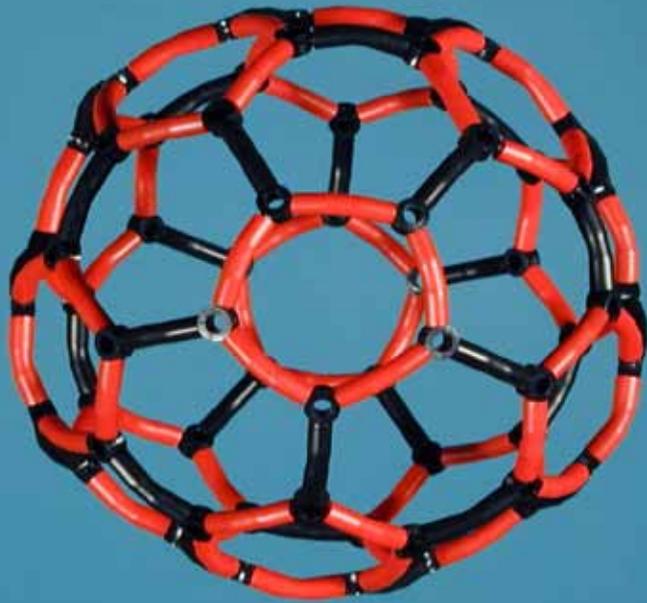


آ) کدام یک از این مواد پلاستیکی به راحتی خم شده و در آب شناور می ماند؟  
 ب) کدام یک از این مواد پلاستیکی به راحتی خم نمی شوند، در آب شناور مانده و در هنگام حرارت دادن نرم می شوند؟  
 پ) با استفاده از نمودار رسم شده، ویژگی های پلیمرهای آکریلیک را بیان کنید.  
 ت) همان طور که در نمودار مشاهده می کنید، پلی (استایرن) در آب شناور نمی ماند. اما می توان با ایجاد تغییراتی، آن را به ماده ای شناور در آب تبدیل کرد.

- ۱- آن نوع از پلی (استایرن) چه نام دارد؟
- ۲- چگونه ساخته می شود؟
- ۳- ویژگی های مفید این پلیمر چیست؟
- ۴- موارد استفاده ای آن را بیان کنید.



فصل پنجم  
شیمی کربن

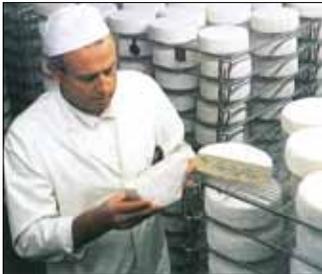




ترکیب‌های آلی پایه و اساس تشکیل  
دهنده‌ی موجودات زنده هستند.

پیش از این با نفت خام و همچنین هیدروکربن‌ها آشنا شدیم. آیا نام دو گروه از معروف‌ترین هیدروکربن‌ها را به یاد می‌آورید؟ آلکان‌ها هیدروکربن‌های سیر شده می‌باشند. این ترکیبات دارای اسکلتی کربنی هستند که توسط اتم‌های هیدروژن احاطه شده است. چنین ترکیب‌هایی دارای پایه‌ی کربنی هستند که امکان تشکیل چهار پیوند را دارد و به آن‌ها

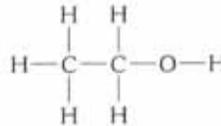
ترکیب‌های آلی می‌گویند. جایگزین کردن اتم‌های هیدروژن با اتم‌های دیگر، امکان تشکیل ترکیب‌های آلی گوناگونی را فراهم می‌کند. این ترکیب‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند چرا که در ساختار همه‌ی موجودات زنده وجود دارند. آلکان‌ها و آلکن‌ها نمونه‌ای از سری‌های هم رده (همولوگ) هستند. اعضای سری‌ها یا خانواده‌های هم رده، خواص شیمیایی مشابهی داشته و با شیوه‌ی یکسانی واکنش می‌دهند.



متماً تالکون نام کلسترول را شنیده اید. این ماده یک نوع الکل است و در رژیم غذایی بسیاری از افراد وجود دارد، اما می‌تواند به سرفرک‌ها آسیب وارد کرده و موجب بروز بیماری‌های قلبی شود.

## الک‌ها

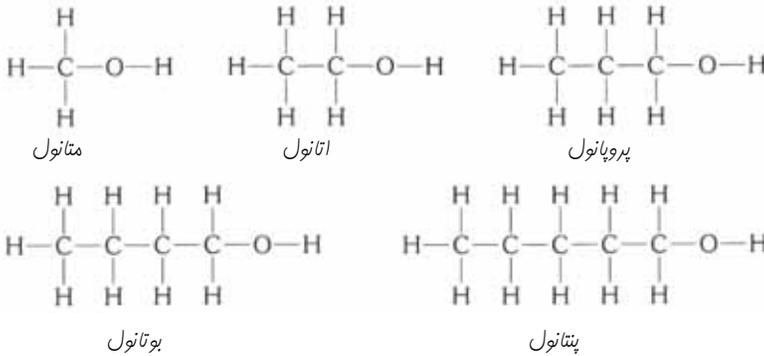
اگر یک اتم هیدروژن در یک آلکان را توسط یک گروه  $-OH$  جایگزین کنید، یک الکل ساخته‌اید.



اتانول یک الکل است

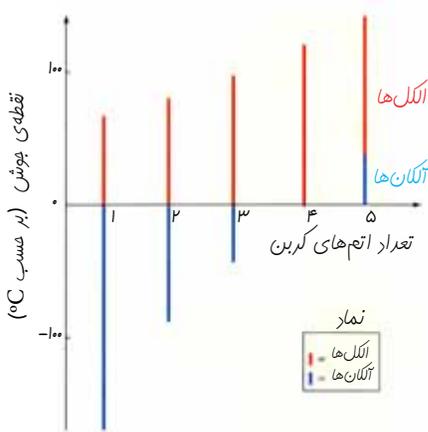
الکل‌ها یکی دیگر از سری‌های هم رده هستند. اتانول همان الکل طبی است که در داروخانه‌ها به فروش می‌رسد. ماده‌ی اصلی مشروبات الکلی نیز همین ترکیب است. نام گذاری الکل‌ها نیز روش ساده‌ای دارد. نام هر الکل مشابه با نام هیدروکربنی است که تعداد کربن یکسانی با آن دارد. فقط پسوند «-آن» در انتهای نام آلکان به پسوند «-ال» تبدیل می‌شود. به نام و ساختار پنج الکل اول توجه کنید:





### خواص فیزیکی الکل‌ها

گروه -OH موجود در الکل‌ها باعث افزایش نقطه‌ی جوش این مواد در مقایسه با آلکان‌های مشابه (با تعداد کربن یکسان) می‌شود. به نمودار مقابل نگاه کنید:



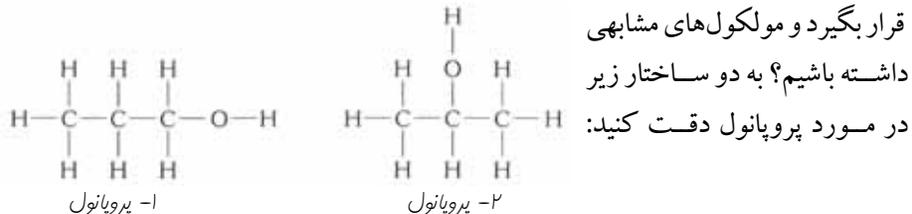
همچنین گروه‌های -OH باعث می‌شوند که الکل‌های کوچک‌تر (بر خلاف هیدروکربن‌ها) بتوانند در آب حل شوند.

### ایزومرها

یک بار دیگر به ساختار مولکولی پنج الکل اول توجه کنید. در این مولکول‌ها گروه -OH در انتهای هر مولکول قرار دارد. اما آیا ممکن است که گروه -OH در موقعیت‌های دیگری از زنجیره‌ی کربنی

قرار بگیرد و مولکول‌های مشابهی

داشته باشیم؟ به دو ساختار زیر



در مورد پروپانول دقت کنید:

تعداد اتم‌های کربن، هیدروژن و اکسیژن در هر مولکول را شمارش کنید. چه نکته‌ای توجه شما را به خود جلب می‌کند؟ دو مولکول فوق را ایزومر (همپار) می‌نامند.

ایزومرها دارای فرمول یکسانی هستند، اما شیوه‌ی قرار گرفتن اتم‌ها

در این مولکول‌ها با یکدیگر متفاوت است.



نقطه‌ی جوش (بر حسب °C)	ایزومر
۹۷/۵	۱- پروپانول
۸۲/۵	۲- پروپانول

هر دو ایزومر پروپانول، الکل هستند اما خواص فیزیکی آن‌ها با یکدیگر تفاوت دارد. به جدول داده شده توجه کنید. همان طور که می‌بینید، از روی نام هر ایزومر می‌توان موقعیت گروه OH- را بر روی زنجیره‌ی کربنی تشخیص داد.

شماره گذاری همیشه از سمتی شروع می‌شود که به گروه OH- نزدیک‌تر است.

اما چرا تنها دو ایزومر الکی در مورد پروپانول وجود دارند؟ همان طور که می‌بینید فرقی نمی‌کند که گروه OH- بر روی اولین کربن باشد یا آخرین کربن! در واقع در هر دو حالت فقط یک مولکول (۱- پروپانول) ساخته می‌شود.

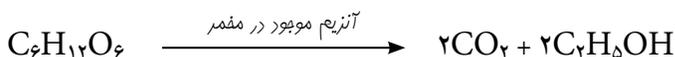
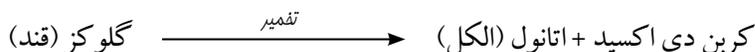
- گروه OH- در بوتانول می‌تواند چند موقعیت متفاوت داشته باشد؟
- ساختار ایزومری از بوتانول را رسم کنید که زنجیره‌ی کربنی آن دارای یک شاخه‌ی فرعی باشد.

## تخمیر

هزاران سال است که مردم از آنزیم‌ها برای ساخت فرآورده‌های گوناگون استفاده می‌کنند. یکی از روزمره ترین موارد در این زمینه، استفاده از آنزیم‌های موجود در برخی از مخمرها است که در تهیه‌ی نان به کار گرفته می‌شوند. این مخمر معروف به مخمر خمیر ترش یا مخمر نانواپی است. معروف ترین ماده‌ی الکی یعنی اتانول نیز با فرآیندی مشابه ساخته می‌شود.

## تولید اتانول

مخمر خمیر ترش یک نوع قارچ است که مانند بسیاری از موجودات زنده دارای آنزیم‌های ویژه‌ای است. این مخمر در غیاب اکسیژن با تغذیه از مواد قندی، آن‌ها را به الکل تبدیل می‌کند. به واکنش صورت گرفته، تخمیر گفته می‌شود. به عنوان مثال آنزیم‌های این مخمر می‌توانند گلوکز را به اتانول تبدیل کنند. در این فرآیند، کربن دی‌اکسید نیز تولید خواهد شد:





در این شکل می‌توانید مفره‌های موجود در خمیر نان که گاز کربن دی‌اکسید در آن‌ها به دام افتاده است را مشاهده کنید.



قبل از پختن نان لازم است تا خمیر آن به خوبی ورز داده شود.

مقدار اتانول در مخلوط تخمیر، نمی‌تواند به بیش از ۱۵٪ برسد. در چنین شرایطی اتانول خالص از تقطیر این مخلوط به دست می‌آید.

### تهیه نان

آیا تا به حال از حفره‌های کوچکی که در داخل نان وجود دارد، تعجب نکرده‌اید؟ نزدیک به چهار هزار سال قبل از میلاد حضرت مسیح، مصریان باستان به این موضوع پی برده بودند که مخمرها باعث «پف کردن» نان در هنگام پختن آن می‌شوند. در واقع در خمیر نان، نیز، مخمرها با مصرف کردن گلوکز باعث تولید گاز کربن دی‌اکسید می‌شوند. این گاز در داخل خمیر به دام می‌افتد و باعث پف کردن آن می‌شود.

به دستورالعمل زیر برای پختن نان خانگی توجه کنید:

#### تهیه نان خانگی

- ۱- مخمر نانویی خشک را با مقداری شکر در آب گرم مخلوط کنید.
- ۲- وقتی این مخلوط کف کرد، آن را به آرد و مقداری نمک اضافه کنید.
- ۳- خمیر را به خوبی مالیده و ورز دهید.
- ۴- مخلوط به دست آمده را به مدت حداقل یک ساعت در جایی گرم قرار دهید. خمیر باید به حجمی در حدود دو برابر حجم اولیه خود برسد.
- ۵- خمیر را در داخل فر و در دمایی نزدیک به  $200^{\circ}\text{C}$  پزید.

- چرا در مرحله اول باید شکر را به مخمر اضافه کنید؟
- چه عاملی موجب کف کردن مخلوط در مرحله دوم می‌شود؟
- چرا باید قبل از پختن خمیر در فر، حداقل یک ساعت آن را در جایی گرم قرار داد (به تأثیر دما بر روی آنزیم‌ها فکر کنید)؟
- به نظر شما اندازه‌ی حباب‌های گاز موجود در نان در هنگام پختن آن چه تغییری می‌کند (با توجه به اثر دما بر روی حجم گازها توضیح دهید)؟



## آزمایش ۱-۵ و آردن خمیر!



۲۰ گرم آرد را در یک بشر آزمایشگاهی بریزید.  
یک گرم شکر به آن اضافه کنید. مخلوط را به آرامی در  $25 \text{ cm}^3$  از محلول حاوی مخمر بریزید. در هنگام انجام این کار، مخلوط را به هم بزنید.

پس از به دست آوردن یک خمیر نرم، آن را در یک استوانه‌ی مدرج بزرگ بریزید. دقت کنید که خمیر به بدنه‌ی استوانه‌ی مدرج برخورد نکند.

هر دو دقیقه یک بار، حجم مخلوط را در جدولی مانند جدول مقابل یادداشت کنید و این کار را تا ۳۰ دقیقه ادامه دهید.

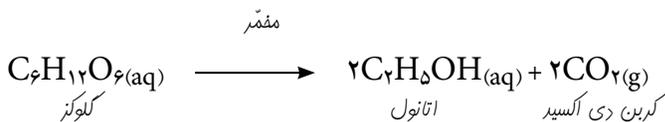
حجم مخلوط (بر حسب $\text{cm}^3$ )	زمان (بر حسب دقیقه)

نتایج به دست آمده را در یک نمودار رسم کنید (در این نمودار، حجم محلول را به عنوان محور عمودی در نظر بگیرید و زمان نیز محور افقی نمودار شما باشد).

- الگویی که در نمودار خود مشاهده می‌کنید را توضیح دهید.
- اعتبار اطلاعات به دست آمده را ارزیابی کنید.

## روش‌های ساختن اتانول

یکی از روش‌های تولید اتانول، استفاده از مخمر است. آنزیم‌های موجود در مخمر موجب انجام یک واکنش شیمیایی می‌شوند که در آن گلوکز (یک نوع ماده‌ی قندی) تجزیه شده و به اتانول تبدیل می‌شود. همان گونه که قبلاً گفته شد، این واکنش را تخمیر می‌نامیم. به معادله‌ی واکنش زیر توجه کنید.



تخمیر کلوگز





- چرا ما تمایل داریم که از انتشار گاز  $\text{CO}_2$  جلوگیری کنیم؟ سوختن اتانول باعث تولید گاز کربن دی اکسید می شود، اما نیشکر در هنگام رشد خود موجب حذف گاز  $\text{CO}_2$  خواهد شد! (آیا فرآیند فوتوسنتز را به خاطر دارید؟)

### ◀ شیمی در عمل: کاربردهای اتانول



مصرف بی رویه مشروبات الکلی باعث ایجاد اعتیاد، نارسایی کبد و همچنین بروز رفتارهای ناهنجار اجتماعی می شود.

اتانول به علت داشتن نقطه ذوب کم در تولید ضدیخ مورد استفاده قرار می گیرد. در صنایع عطر سازی، رنگ سازی و ... نیز از این ماده به عنوان حلال استفاده می شود. گاهی اوقات نیز محلول ۸۵-۷۰٪ آن به عنوان ضد عفونی کننده به کار می رود. اما شاید یکی از مهمترین مصارف آن، به کارگیری اتانول به عنوان یک سوخت است. این ماده با شعله ای تمیز و آبی رنگ می سوزد.

متأسفانه یکی از استفاده های نامطلوب اتانول در تهیه مشروبات الکلی است که مصرف آن باعث بروز مشکلات جدی در بدن خواهد شد. اتانول خالص یک ماده سمی است و می تواند موجب اختلال در فعالیت کبد شود. از طرفی تأثیر این ماده بر روی حواس فکری و حرکتی، موجب عدم تعادل رفتاری و تصمیم گیری صحیح خواهد شد. به همین دلیل است که فعالیت هایی مانند رانندگی پس از مصرف مشروبات الکلی در اکثر کشورهای جهان ممنوع اعلام شده است.

### ◀ واکنش های الکلی ها

#### احتراق

الکل ها موادی قابل اشتعال هستند. بر اثر سوختن این مواد، کربن دی اکسید و آب تولید می شود.

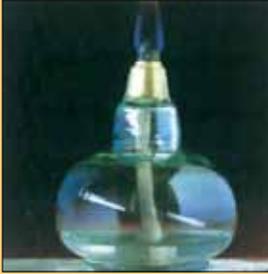
#### آزمایش ۲-۵ احتراق اتانول

با استفاده از یک چراغ الکلی ساده که در آن از اتانول به عنوان سوخت استفاده می شود، شعله ای آماده کنید.





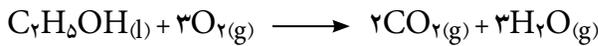
اتانول



سوختن اتانول

- چطور می‌توانید نشان دهید که در هنگام سوختن، کربن دی‌اکسید تولید می‌شود؟
- چگونه نشان می‌دهید که در این واکنش، آب تولید می‌شود؟
- آیا شعله‌ی تولید شده دارای دوده بوده و سیاه‌رنگ است یا اینکه شعله‌ای تمیز خواهید داشت؟
- برای واکنش انجام گرفته یک معادله‌ی نوشتاری بنویسید.

معادله سوختن کامل اتانول به صورت زیر است:



این ماده با شعله‌ای «تمیز» و بدون دوده می‌سوزد. گاهی اوقات نیز برای اینکه بنزین راحت‌تر آتش بگیرد به آن الکل می‌افزایند.

### افزایش سدیم

#### مشاهده‌ی ۳-۵ سدیم و اتانول

سدیم  
اتانول

سدیم با اتانول واکنش می‌دهد.

- هنگامی که معلم شما تکه‌ی کوچکی از فلز سدیم را به ظرف دارای اتانول اضافه می‌کند، به داخل ظرف توجه کنید.
- چه چیزی مشاهده می‌کنید؟
- آیا واکنش انجام گرفته شدیدتر از واکنش میان سدیم و آب است؟
- توجه کنید که در این واکنش گاز هیدروژن آزاد می‌شود.





## آزمایش ۴-۵ واکنش های کربوکسیلیک اسیدها

- ۱- یک تکه نوار منیزی را در  $5 \text{ cm}^3$  محلول اتانوئیک اسید وارد کنید. گاز تولید شده در این آزمون را با استفاده از یک کبریت روشن مورد آزمایش قرار دهید.
- ۲- یک قاشق کوچک از سدیم کربنات را در  $5 \text{ cm}^3$  از محلول اتانوئیک اسید بریزید. گاز تولید شده را با استفاده از آب آهک مورد آزمایش قرار دهید.
- ۳- آزمایش دوم را با سدیم هیدروژن کربنات تکرار کنید.

همانند سایر اسیدها، در واکنش با کربنات‌ها و هیدروژن کربنات‌ها، گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. ضمن اینکه نمک و آب نیز تولید خواهند شد. در واکنش با منیزیم نیز یک نمک تولید شده و گاز هیدروژن آزاد می‌شود.

## استری شدن

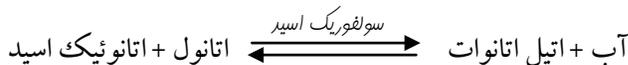
## مشاهده‌ی ۵-۵ افزودن الکل به کربوکسیلیک اسیدها

در یک لوله آزمایش،  $2 \text{ cm}^3$  اتانول را به  $1 \text{ cm}^3$  اتانوئیک اسید غلیظ اضافه کنید. سپس ۳ قطره سولفوریک اسید غلیظ به عنوان کاتالیزگر (برای سرعت بخشیدن به این واکنش برگشت پذیر) به محتویات داخل لوله بیافزایید. مخلوط واکنش را به مدت ۵ دقیقه و به آرامی در یک حمام آب گرم حرارت دهید. سپس این مخلوط را در یک بشر که حاوی محلول سدیم هیدروژن کربنات است ریخته و به خوبی به هم بزنید. این کار باعث حذف اسید اضافی خواهد شد.

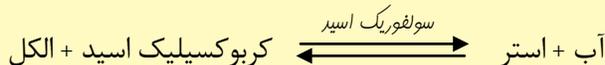


• بوی فرآورده‌های تولید شده چه تفاوتی با مواد اولیه دارد؟

یکی از فرآورده‌های تولید شده یک استر است. استر تولید شده در این واکنش، اتیل اتانوات نام دارد:



به طور کلی می‌توان گفت:



## شیمی در عمل: کاربردهای استرها

### چاشنی‌های غذایی



در بسیاری از نوشیدنی‌ها، استرها به عنوان ماده‌ی افزودنی برای فوشبوتر لردن آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

آیا تا به حال به بوی آبمیوه‌هایی که می‌خورید توجه کرده‌اید؟ اگر این طور است، متوجه بوی میوه‌ای ترکیب‌های استری شده‌اید. استرهای کوچک تر، فرّار هستند. این ترکیب‌ها به راحتی تبخیر می‌شوند. میوه‌هایی مانند آناناس، گلابی، موز و توت فرنگی به خاطر ترکیب پیچیده شان که از استرهای زیادی تشکیل شده است، دارای طعم و بوی خاص خودشان هستند.

محققان می‌توانند با استفاده از مخلوط‌های ساده‌تری از استرها، بوهای مشابهی را ایجاد کنند. استرهای به کار رفته در این مخلوط‌ها به عنوان ماده‌ی افزودنی در مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.



### عطرها

جای تعجب نیست که در تهیه‌ی عطرها و ادکلن‌ها نیز از استرها استفاده می‌شود. بوهای مطلوب در این محصولات، معمولاً حاصل به کارگیری استرها هستند. شیمی‌دان‌هایی که در زمینه‌ی تولید لوازم آرایشی و بهداشتی فعالیت می‌کنند، از مخلوط کردن استرها با ترکیب‌های دیگر، عطرهای جدیدی را تولید می‌کنند. این مواد می‌توانند باعث تحریک حس بویایی شما شوند.

شیمی‌دان‌ها باید علاوه بر به دست آوردن مخلوط‌های جدید که بوی خوشایندی تولید می‌کنند، به میزان فرّار بودن این ترکیب‌ها نیز توجه کنند. اگر یک عطر به سرعت بخار شود، بوی حاصل از آن برای مدت زمانی طولانی باقی نخواهد ماند و این موضوع برای چنین محصولاتی یک نقطه‌ی ضعف به شمار می‌رود. از طرفی اگر میزان فرّاریت آن بسیار کم باشد نیز، بویی از آن به استشمام نخواهد رسید و این موضوع نیز جالب نیست. بنابراین لازم است تا یک شیمی‌دان با دقت و مهارت خود بین این دو پارامتر، تعادل برقرار کند.



همچنین باید مطمئن باشیم که یک عطر:

- سمی نیست (چرا که طبیعتاً شما نمی‌خواهید با استفاده از آن مسموم شوید!).
- با آب واکنش نمی‌دهد (زیرا در این صورت پس از عرق کردن بدن، تغییر ماهیت خواهد داد).
- باعث تحریک و سوزش پوست نمی‌شود (شما باید بتوانید به راحتی آن را روی پوست خود بریزید، بدون اینکه نگران آسیب دیدگی خود باشید).
- در آب حل نمی‌شود (بنابراین به راحتی شسته نمی‌شود).



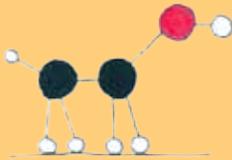
### حلال‌ها

ایتیل اتانوات ماده‌ای است که بوی آن را در برخی از چسب‌ها استشمام کرده‌اید. این استر برای حل کردن پلاستیک موجود در چسب مورد استفاده قرار می‌گیرد. بعد از استفاده از چسب، استر تبخیر می‌شود و پلاستیک جامد باقی مانده باعث چسبیدن مواد به یکدیگر می‌شود.

شاید دیده باشید که بر روی ظرف مواد پاک‌کننده‌ی لاک ناخن عبارت «ایتیل استات» نوشته شده است. این اصطلاح نام قدیمی ایتیل اتانوات است.

این استر در پاک‌کننده‌های لاک ناخن نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. مولکول‌های استر (برخلاف مولکول‌های آب) با قدرت زیادی مولکول‌های لاک ناخن را جذب می‌کنند. به این ترتیب مانند یک حلال عمل کرده و لاک را پاک می‌کنند.

### خلاصه‌ی فصل



- اتانول ( $C_2H_5OH$ ) عضوی از خانواده‌ی الکل‌ها است. تخمیر گلوکز (شکر) به وسیله‌ی مخمر باعث تولید اتانول می‌شود. اتانول صنعتی با عبور دادن گاز اِتن و بخار آب از یک کاتالیز گر گرم (فسفریک اسید) در فشارهای زیاد تهیه می‌شود.
- اتانول، اکسید شده و اتانوئیک اسید تولید می‌کند. اتانوئیک اسید یک کربوکسیلیک اسید است. این اسیدها جزو اسیدهای ضعیف هستند و واکنش‌های عمومی اسیدها را نیز انجام می‌دهند.
- یک الکل و یک کربوکسیلیک اسید با یکدیگر واکنش می‌دهند و یک استر را تولید می‌کنند. در این واکنش برگشت پذیر، آب نیز تولید خواهد شد. برای سرعت بخشیدن به این واکنش، سولفوریک اسید غلیظ به عنوان کاتالیز گر مورد نیاز است.
- استرها در تهیه‌ی عطرها، چاشنی‌های غذایی و برخی از حلال‌ها به کار گرفته می‌شوند.



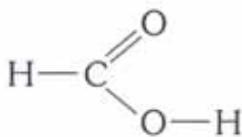
## پریش‌ها

۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:  
 اتانول یکی از پُر مصرف ترین الکل‌ها است که از ..... گلوکز (شکر) به وسیله‌ی .....  
 (که نوعی قارچ است) ساخته می‌شود. در طی این فرآیند، گاز ..... نیز آزاد می‌شود.  
 همچنین می‌توان این الکل را به صورت صنعتی از واکنش بین ..... و بخار آب تولید کرد.  
 اگر یک الکل برای مدتی در مجاورت هوا قرار بگیرد، مزه‌ی آن ..... می‌شود. زیرا در طی  
 واکنش .....، یک ..... اسید تولید شده است.  
 الکل‌ها می‌توانند با ..... اسیدها واکنش دهند و ترکیباتی خوشبو تولید کنند که .....  
 نام دارند. در این واکنش از ..... اسید غلیظ به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.

۲- آ) یک عطر یا ادکلن خوب چه ویژگی‌هایی دارد؟  
 ب) چه ترکیباتی باعث خوشبو شدن عطرها می‌شوند؟  
 پ) توضیح دهید که بوی یک عطر چگونه در فضای اتاق پخش می‌شود.  
 ت) دو مورد از کاربردهای دیگر موادی که در قسمت «ب» نام بردید را بیان کنید.

۳- با رسم یک طرح تمام واکنش‌های مطرح شده در این فصل در مورد الکل‌ها و کربوکسیلیک  
 اسیدها را نشان دهید.

۴- آ) نام کربوکسیلیک اسید موجود در سرکه را بیان کنید.  
 ب) سه منبع دارای این اسید را نام ببرید.  
 پ) نام متداول آسکوربیک اسید چیست؟  
 ت) دو مورد از کاربردهای آن را بیان کنید.



۵- آ) نام کربوکسیلیک اسید مقابل را بیان کنید:  
 ب) نام کربوکسیلیک اسیدی که دارای ۳ کربن است را بیان کرده و ساختار آن را رسم کنید.  
 پ) چه الکی باید با اتانویک اسید واکنش بدهد تا متیل اتانوات ساخته شود؟

۶- مزایا و معایب الکل مصرفی به عنوان سوخت را که به وسیله‌ی تخمیر و یا آب دهی اتن با  
 بخار آب تولید می‌شود، بیان کنید.



**فصل ششم**  
**روغن‌های گیاهی**



## روغن‌های موجود در گیاهان



زیتون منبع یکی از روغن‌های گیاهی بسیار با ارزش است. روغن‌های گیاهی دارای روغن‌های سیر نشیره (اشباع نشیره) هستند و کلسترول کم چکال (سبک) تولید می‌کنند که برای شما مفید خواهد بود. پربی‌های سیر شده موجب تولید کلسترول پُر چکال (سنگین) می‌شوند که باعث بسته شدن و گرفتگی سرشک‌ها و سایر رگ‌های حیاتی بدن خواهد شد.

آیا شما هم جزو آن افرادی هستید که از خوردن زیتون موجود بر روی پیتر لذت می‌برند؟ بعضی از مردم خوردن زیتون را دوست دارند و برخی دیگر از آن متنفر هستند. مقدار زیادی از زیتون‌ها برای تولید روغن زیتون مورد استفاده قرار می‌گیرند. درختان زیتون به خوبی در آب و هوای مدیترانه‌ای رشد می‌کنند. مردمی که در کشورهای گرمسیر جنوب اروپا زندگی می‌کنند اغلب عقیده دارند که روغن زیتون موجود در رژیم غذای آنها است که موجب سلامتی شان می‌شود. این روغن یک ماده‌ی مقوی غذایی است که مقدار انرژی فراوانی دارد.

گیاهان نیز مانند حیوانات انرژی اضافی خود را به صورت انرژی شیمیایی در بافت چربی شان ذخیره می‌کنند. چربی‌های موجود در گیاهان اغلب در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  به صورت مایع هستند، بنابراین ما آنها را روغن می‌نامیم. بسیاری از ترکیبات موجود در روغن‌های گیاهی از خانواده‌ی استرها هستند. این گروه از ترکیب‌های کربنی دارای اتم‌های هیدروژن و اکسیژن نیز می‌باشند.

امکان استخراج مقدار زیادی روغن از انواع مختلف گیاهان وجود دارد. میوه‌ها، تخم برخی از گیاهان و همچنین خشکبار، منابع خوبی برای تهیه‌ی روغن‌های گیاهی همچون روغن بادام به شمار می‌روند. روغن خرما نیز در برخی از فرآورده‌های موجود در سوپر مارکت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. برخی از روغن‌ها در «عطر درمانی» (رایحه درمانی) به کار گرفته می‌شوند. گروهی از مردم عقیده دارند که این روغن‌ها دارای خصوصیت‌های ویژه‌ای برای درمان کردن برخی از بیماری‌ها هستند.



برخی از روغن‌های استخراج شده از گیاهان در عطر درمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اهمیت روغن‌های گیاهی تنها به استفاده از آنها در رژیم غذایی و یا عطر درمانی محدود نمی‌شود. بلکه این روغن‌ها به عنوان جایگزینی برای مواد سوختنی کنونی نیز معرفی شده‌اند (که در قسمت‌های بعدی این فصل در مورد چنین کاربردی بحث‌های کامل تری را مطرح خواهیم کرد).



## استخراج روغن از گیاهان

برای گرفتن روغن از یک گیاه، لازم است تا سلول‌های گیاهی را شکافته و آنها را باز کنیم تا این روغن‌ها (که در داخل سلول‌ها قرار گرفته‌اند) خارج شوند. برای این کار دو روش وجود دارد:

• فشردن (استفاده از فشار)

• تقطیر (استفاده از حرارت)

در این صورت آب و ناخالصی‌های دیگر حذف خواهند شد.



برای استخراج کردن روغن مویز در زیتون باید آن را خرد و خشکرده کرد. به روغن به دست آمده «روغن زیتون بکر» گفته می‌شود که رنگی زرد متمایل به سبز دارد. در واقع این روغن تحت تأثیر هیچ گونه ماده‌ی شیمیایی و یا حتی حرارت قرار نگرفته است و فقط با «فشاردن سرد» تهیه شده است.

### فشردن

در این روش ما مواد گیاهی را با خرد کردن و کوبیدن بر روی آنها کاملاً نرم و له کرده و سپس مایع تولید شده را جمع‌آوری می‌کنیم. روغن و محلول‌های آبی (موادی که در آب حل شده‌اند) با یکدیگر مخلوط نمی‌شوند و امکان حل شدن آنها در یکدیگر وجود ندارد. بنابراین به صورت دو لایه‌ی جدا از هم قرار می‌گیرند.

این همان روشی است که از آن برای استخراج روغن زیتون استفاده می‌شود. پس از جمع‌آوری زیتون‌ها از درختان، آنها را کاملاً خرد و ریز می‌کنند. سپس خمیر نرم تولید شده را بر روی صفحات ویژه‌ای پهن کرده و تحت فشار قرار می‌دهند. وقتی زیتون‌ها فشرده می‌شوند، مایعی از آنها خارج می‌شود. سپس آب و روغن با استفاده از سانتریفوژ (چرخاندن مخلوط با سرعت‌های زیاد) و یا فقط به وسیله‌ی سر ریز کردن (ریختن آهسته از یک ظرف به ظرف دیگر) از یکدیگر جدا می‌شوند.

### آزمایش ۱-۶ استخراج روغن به وسیله‌ی فشردن

مقداری خشکبار خرد شده و کوچک تهیه کنید و آنها را بین دو تکه کاغذ صافی قرار دهید. خشکبار و کاغذ صافی را بین دو تخته‌ی چوبی قرار داده و سپس بر روی آنها بایستید تا «فشرده» شوند. حال خشکبار له شده را از روی کاغذ صافی بردارید.

• وقتی کاغذ صافی را در مقابل نور می‌گیرید، چه مشاهده‌ای دارید؟

• این موضوع چه چیزی را نشان می‌دهد؟

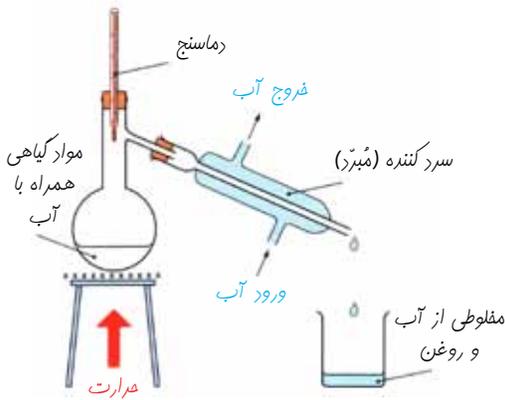


مسامیت‌های ناشی از فشکبار



### تقطیر

ما برای گرفتن روغن از مواد گیاهی از تقطیر ساده استفاده می‌کنیم: همچنین می‌توانیم برای استخراج روغن‌های گیاهی از روش‌های زیر کمک بگیریم:



- مواد گیاهی را با آب بجوشانیم.
- بخار آب را از میان این مواد عبور دهیم.
- سپس بخار به دست آمده را سرد کرده و مخلوط آب و روغن را جمع‌آوری می‌کنیم. جداسازی روغن و آب به روش دیگری نیز امکان‌پذیر است. این روش شامل حل کردن روغن در یک حلال مناسب است.

### آزمایش ۲-۶ استخراج روغن از پرتقال

شما می‌توانید با استفاده از تجهیزاتی کوچک، روغن موجود در پوست پرتقال را از آن خارج کنید. یک چهارم یک پرتقال را برداشته و به کمک رنده، پوست آن را خرد کنید. سیستمی مشابه با شکل داده شده را آماده کنید:



پوست پرتقال و آب را تا جایی حرارت دهید که قطرات ریز مایع تقطیر شده وارد مخزن جمع‌آوری‌کننده‌ی کوچک شوند.

- ماده‌ی حاصل از تقطیر را توصیف کنید.
- در مورد بوی این ماده چه نظری دارید؟



مایعی که جمع آوری کرده اید، مخلوطی از آب و قطره‌های ریز روغن پرتقال است که در آن پراکنده شده‌اند. به چنین مخلوطی **امولسیون** گفته می‌شود.

### ◀ امولسیون‌ها

همان‌طور که در آخرین آزمایش مشاهده کردید، روغن‌های گیاهی در آب حل نمی‌شوند. در واقع می‌گوییم روغن و آب دو ماده‌ی **مخلوط نشدنی** (امتزاج ناپذیر) هستند. در شکل مقابل نوعی افزودنی مخصوص سالاد نشان داده شده است:

روغن و آب دو لایه‌ی جدا از هم را تشکیل داده‌اند. چگالی روغن از آب کمتر است و در نتیجه بر روی آن شناور می‌ماند. حال اگر این ظرف را تکان دهیم، قطره‌های ریز روغن در سراسر آب موجود در سرکه پراکنده (پخش) خواهند شد. چنین مخلوطی را **امولسیون** می‌نامیم.

پاشنی سالاد روغن و آب دو ماده‌ی مخلوط نشدنی هستند.



با تکان دادن ظرف، روغن و آب یک امولسیون تشکیل می‌دهند. آیا می‌توانید موارد دیگری از کاربرد امولسیون‌ها را بیان کنید؟

یک امولسیون مخلوطی از دو یا چند مایع پخش شده در یکدیگر است که امکان حل شدن آنها در هم وجود ندارد.

### آزمایش ۳-۶ مشاهده‌ی یک امولسیون

قطره ای از یک شیر پُرچرب را در زیر میکروسکوپ نگاه کنید.

- چه چیزی می‌بینید؟
- این مورد چه تفاوتی با یک کره یا یک قطعه‌ی چربی جامد دارد؟

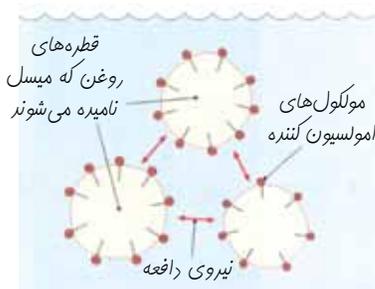
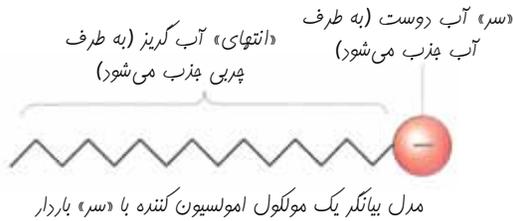


ذرات موجود در یک قطره شیر با بزرگنمایی بسیار زیاد



## امولسیون کننده‌ها

سُس سالاد نیز دارای روغن و آب است. اما نیازی نیست که قبل از مصرف آن همیشه ظرف سُس را تکان دهید تا یک امولسیون ساخته شود و سپس از آن استفاده کنید. علت این موضوع وجود زرده‌ی تخم مرغ در سُس سالاد است. این ماده باعث می‌شود که ذرات روغن به صورت پایداری در آب پخش شده و در همان حالت باقی بمانند. در واقع زرده‌ی تخم مرغ مانع از جدا شدن لایه‌های روغن و آب از یکدیگر می‌شود. ماده‌ای که چنین خاصیتی دارد را **امولسیون کننده** می‌نامند.



میسل‌ها یکدیگر را دفع می‌کنند و به صورت پخش شده در سراسر آب باقی مانده و یک امولسیون را تشکیل می‌دهند.

مولکول‌های یک امولسیون دارای زنجیره‌ی بلندی از اتم‌های کربن و هیدروژن هستند. این بخش از مولکول به خوبی در روغن حل می‌شود. در یک سر مولکول (ابتدای آن) بخش بارداری وجود دارد که به خوبی در آب حل می‌شود. ساختار یک مولکول امولسیون کننده در شکل مقابل نشان داده شده است:

یک قطره روغن توسط مولکول‌های امولسیون کننده احاطه می‌شود. این قطره‌ها میسل نامیده می‌شوند. به شکل داده شده توجه کنید:

با توجه به اینکه سطح تمام میسل‌ها دارای بار الکتریکی یکسانی هستند، آنها یکدیگر را دفع می‌کنند. همین موضوع باعث پراکنده ماندن قطره‌های روغن در آب شده و یک امولسیون تشکیل می‌شود. بسیاری از مواد غذایی دارای امولسیون کننده‌های ساخته شده در آزمایشگاه‌های شیمیایی هستند. این مواد باعث رقیق‌تر و روان‌تر شدن مایعات می‌شوند. حتی می‌توان آنها را در سایر مواد نیز به کار گرفت. امولسیون کننده‌ها می‌توانند علاوه بر بافت مواد غذایی، ظاهر آنها را نیز دلپذیرتر سازند. به عنوان مثال برخی از شکلات‌ها به کمک همین مواد، کیفیت مناسب‌تری را پیدا کرده‌اند.



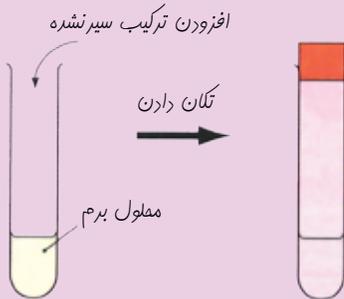
## کره‌های گیاهی



کره‌های گیاهی از روغن‌های گیاهی ساخته می‌شوند. روغن آفتابگردان یکی از عمومی‌ترین روغن‌هایی است که سازندگان مورد استفاده قرار می‌دهند. در بیشتر مواقع بر روی بسته‌ی کره‌های گیاهی عبارت «سیر نشده» (اشباع نشده)

نوشته شده است. این یعنی زنجیره‌های هیدروکربنی موجود در مولکول‌های روغن دارای تعداد زیادی پیوند دوگانه‌ی کربن-کربن هستند. البته برخی دیگر از آنها فقط دارای یک پیوند دوگانه در هر مولکول هیدروکربن هستند. پیش از این با ترکیب‌های سیر نشده (آلکن‌ها) آشنا شده‌اید. آیا روش شناسایی آنها را به خاطر دارید؟

### آزمایش ۴-۶ آزمایش کردن کره‌ی گیاهی و کره‌ی حیوانی



مخلول برم توسط ترکیب‌های سیر نشده بی‌رنگ می‌شود. ممقانی که در زمینه‌ی صنایع غذایی فعالیت می‌کنند، از واکنش استغاره می‌کنند که در آن برم برای تعیین عدد پیری به کار رفته است. هر قدر عدد پیری یک چربی بیشتر باشد، میزان سیر نشده بودن آن بیشتر خواهد بود.

مقداری کره‌ی گیاهی را در کمی اتانول ریخته و تکان دهید تا در آن حل شود. سپس مقداری آب برم به آن اضافه کنید.

• چه اتفاقی می‌افتد؟

این لوله‌ی آزمایش را نگه دارید و آن را با لوله‌ی دیگری که در آن همین آزمایش را با کره‌ی حیوانی انجام داده‌اید، مقایسه کنید.

• با توجه به مشاهده‌های خود در مورد تعداد پیوندهای دوگانه‌ی کربن-کربن چه نظری دارید؟

شما می‌توانید از مخلول برم برای آزمایش کردن ترکیب‌های سیر نشده استفاده کنید.

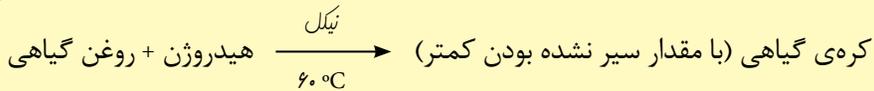
چربی‌ها و روغن‌های سیر نشده در مقایسه با مولکول‌های سیر شده‌ی موجود در کره‌های حیوانی برای ما مفیدتر و سالم‌تر هستند. چربی‌های سیر شده می‌توانند موجب ناراحتی‌های قلبی و گرفتگی یا تنگ شدن رگ‌ها شوند.



### سخت تر کردن روغن های گیاهی

مشکل تهیهی کره های گیاهی این است که روغن های گیاهی در دمای اتاق به صورت مایع هستند. بنابراین پخش کردن و نگه داشتن آنها در سطح نان کمی دشوار به نظر می رسد. در واقع این مواد در مقایسه با کره های حیوانی رقیق تر بوده و سختی کمتری دارند. مولکول های سیر شده، دارای زنجیره های کربنی مستقیم تری هستند که بهتر می توانند در کنار هم قرار بگیرند و نیروهای موجود در بین مولکول های آنها قوی تر است.

اما می توان چنین روغن هایی را غلیظ تر و سخت تر کرد. برای این منظور می توانیم آنها را با گاز هیدروژن واکنش دهیم تا برخی از پیوندهای دوگانه شان به حالت سیر شده تبدیل شوند. چنین واکنشی در واقع یک **واکنش افزایشی** خواهد بود. واکنش مورد نظر در دمایی نزدیک به  $60^{\circ}\text{C}$  و همراه با کاتالیزگر نیکل انجام خواهد شد:



هیدروژن با روغن های گیاهی واکنش می دهد (که این واکنش را «سفت کردن» می نامند) تا کره ی گیاهی مناسب تر و سفت تری را تولید کند.

هر قدر مولکول ها خطی تر (راست زنجیر تر) باشند، روغن ها نیز غلیظ تر و سخت تر خواهند بود. البته لازم است که شیمی دان ها از مقدار مشخصی هیدروژن استفاده کنند. چرا که اگر مقدار هیدروژن مصرفی زیاد باشد، آنگاه کره ی گیاهی ساخته شده پس از قرار گرفتن در یخچال بسیار سخت خواهد شد و پخش کردن آن بر روی سطح نان کار ساده ای نیست! از طرفی اگر مقدار ناچیزی هیدروژن استفاده شود، کره ی به دست آمده به سرعت پس از خارج شدن از یخچال نرم می شود.

استفاده از کره ی گیاهی جامد و نرم برای تهیهی کیک، بیسکویت، کلوچه و شیرینی راحت تر و مناسب تر است (همچنان که پخش کردن آن بر روی سطح نان راحت تر انجام می شود).



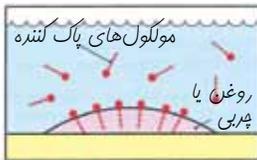
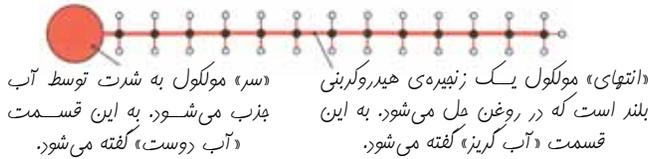
## شیمی در عمل: پاک‌کننده‌ها



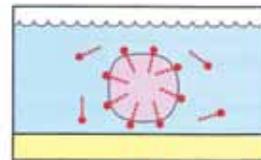
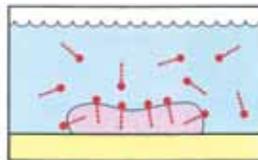
بسیاری از مواد پاک‌کننده از فرآورده‌های نفتی تهیه می‌شوند. مایع ظرف شویی یکی از این مواد است. پاک‌کننده‌ها موادی هستند که فرآیند تمیز کردن توسط آب را راحت‌تر می‌کنند.

آب حلال مناسبی برای بسیاری از مواد است. اما نمی‌تواند روغن و چربی را در خود حل کند. در این جا است که پاک‌کننده‌ها به کمک آن می‌آیند. این مواد به عنوان یک **امولسیون‌کننده** عمل کرده و با برداشتن روغن و چربی، آنها را در داخل آب پخش

می‌کنند.



قسمت «انتهای» مولکول‌های پاک‌کننده خود را وارد روغن یا چربی می‌کنند.



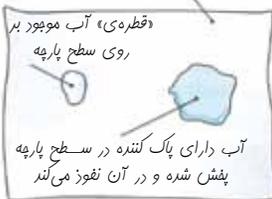
### آزمایش ۵-۶ مواد پاک‌کننده به عنوان

«عامل مرطوب‌کننده»

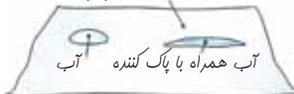
مقداری آب را در یک بشر آزمایشگاهی بریزید. با استفاده از یک قطره چکان با دقت یک قطره آب را بر روی یک تکه پارچه‌ی کتان‌ی بریزید. حال مقداری پاک‌کننده به آب موجود در داخل بشر اضافه کرده و دوباره یک قطره از آن را بر روی پارچه بریزید.

• چه تفاوتی را مشاهده می‌کنید؟

پارچه‌ی کتان‌ی (نمای بالا)



نمای کناری از پارچه



پاک کننده‌ها به آب کمک می‌کنند در هنگام شستن لباس‌ها راحت‌تر در داخل آنها نفوذ کند. این مواد یک «پوسته‌ی» نازک در بالای آب ایجاد می‌کنند که موجب شکسته شدن نیروهای جاذبه‌ی قوی موجود در بین مولکول‌های آب (در سطح آن) می‌شوند. در واقع پاک کننده‌ها باعث کاهش کشش سطحی آب می‌شوند. به این ترتیب آب راحت‌تر می‌تواند پخش شود. به همین دلیل پاک کننده‌ها را عوامل مرطوب کننده می‌دانند.

### صابون‌ها

#### آزمایش ۶-۶ تهیه‌ی صابون

در داخل یک بشر ۲۵۰ میلی لیتری،  $10 \text{ cm}^3$  روغن کرچک (یا زیتون)،  $10 \text{ cm}^3$  محلول سدیم هیدروکسید و  $10 \text{ cm}^3$  اتانول بریزید. این مخلوط را به آرامی با یک گرم کننده‌ی الکتریکی (هیتر) حرارت داده و به وسیله‌ی یک میله‌ی شیشه‌ای به هم بزنید. وقتی کف کردن مخلوط به پایان رسید، به اندازه‌ی ۲ اسپاتول (قاشقک) سدیم کلرید به آن اضافه کنید. سپس مجدداً با میله‌ی شیشه‌ای آن را به هم بزنید. توجه داشته باشید که ممکن است در این مرحله نیز محلول کف کند. حال اجازه دهید تا بشر خنک شود.

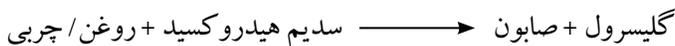


اتانول  
محلول سدیم هیدروکسید

صابون مایع تولید شده را به آرامی از قسمت سطحی آن بر روی یک سطح تمیز ریخته و اجازه دهید تا سخت شود. حتی می‌توانید آن را در قالب‌های کوچکی بریزید تا به شکل دلخواه شما در بیاید. این صابون را بر روی پوست خود آزمایش نکنید!

- چرا استفاده از این صابون بر روی پوست بدن توصیه نمی‌شود؟
- اگر مقداری از صابون ساخته شده را در داخل یک لوله‌ی آزمایش ریخته و کمی آب مقطر به آن اضافه کنید، سپس لوله را تکان دهید، چه اتفاقی می‌افتد؟

می‌توان واکنش انجام شده را به صورت زیر خلاصه کرد:





به نظر شما این صابون از چه نوع روغن گیاهی ساخته شده است؟ برای تهیه صابون از روغن‌ها یا چربی‌ها، آنها را همراه با سریم هیدروکسید حرارت می‌دهند.

در واقع می‌گوییم روغن یا چربی به وسیله‌ی ماده‌ی کلیایی «هیدرولیز» شده‌اند. تهیه‌ی صابون با چنین روشی را **صابونی شدن** می‌نامند.

### شوینده‌های غیر صابونی

صابون‌ها از جمله مهمترین مواد پاک کننده به شمار می‌روند که به طور سنتی از چربی‌های حیوانی و یا روغن‌های گیاهی ساخته می‌شوند. استفاده از صابون در مناطقی که دارای آب سخت هستند، کار مناسبی به شمار نمی‌آید. در چنین آب‌هایی صابون به خوبی کف نمی‌کند. ضمن آنکه تفاله‌های سفید رنگی نیز تولید می‌شوند که ممکن است در هنگام شسته شدن لباس‌ها به آنها چسبیده و به زیبایی ظاهری شان لطمه بزنند.

اما پاک کننده‌های غیر صابونی که از نفت خام ساخته می‌شوند، چنین مشکلی ندارند. این پاک کننده‌ها در آب سخت باعث تولید تفاله نمی‌شوند. در واقع واکنش نامطلوبی بین آب سخت و این نوع از پاک کننده‌ها رخ نمی‌دهد و به این ترتیب استفاده از آنها از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه‌تر خواهد بود. تقریباً ۸۰٪ پاک کننده‌ها از مواد پاک کننده‌ی غیر صابونی هستند.



این نفت کش بزرگ در نزدیکی یک ساحل به کل نشسته است.

### برطرف کردن آلودگی‌های نفتی

همان طور که می‌دانید، حمل و نقل نفت خام معمولاً به وسیله‌ی نفت کش‌های گول پیکری در دریاها و اقیانوس‌ها انجام می‌شود.

اگر این کشتی‌های عظیم دچار سانحه و تصادف شوند، نفت خام در آب‌های آن منطقه رها خواهد شد. این ماده بر روی سطح آب شناور می‌ماند و یک سطح روغنی را ایجاد می‌کند. برای برطرف کردن چنین آلودگی‌هایی، از شوینده‌های غیر صابونی استفاده می‌شود. این شوینده‌ها باعث شکسته و جدا شدن سطح روغنی شده و سپس این روغن به وسیله‌ی بادهای موجود پخش خواهد شد.



## افزودنی‌های غذایی

**شیرینی شهد ناب**  
هدیه ای برای خانواده و  
دوستان شما  
(در جای خشک و خنک  
نگهداری شود)  
اجزای سازنده:  
محلول غلیظ گلوکز،  
شکر، روغن گیاهی  
هیدروژنه، طعم دهنده‌های  
مجاز، رنگ‌های غذایی:  
E1۲۴، E1۴۱، E۱۰۰، و E۱۱۰  
دارای ۲۳٪ لیموناد  
**۲۵۰ گرم**

مواد افزودنی مجاز دارای  
یک عدد E می‌باشند

آیا تا به حال قبل از خریدن یک ماده‌ی غذایی به نام اجزای سازنده‌ی آن که بر روی جلد این ماده نوشته شده است توجه کرده‌اید؟ از سایر موارد نوشته شده بر روی برچسب چنین موادی چه اطلاعاتی را به دست می‌آورید؟

در برخی از کشورها بر روی مواد غذایی عددی به نام **عدد E** نوشته شده است. اغلب مردم وجود چنین عددی بر روی یک محصول را نشانه‌ی نامرغوب بودن آن می‌دانند. در واقع اگر محصولی دارای یک کیفیت مطلوب و قابل قبول باشد، دیگر عدد E بر روی جلد و پوشش آن نوشته نمی‌شود. به همین دلیل برخی افراد با دیدن این اعداد بر روی بسته‌های مواد غذایی، نگران وضعیت سلامتی خود می‌شوند. اما حتی بعضی از مواد افزودنی طبیعی مانند ویتامین C نیز دارای عدد E هستند. حال این پرسش مطرح می‌شود که با توجه به چنین مشکلاتی چه ضرورتی دارد که از مواد افزودنی استفاده کنیم؟

### مزیت‌های استفاده از افزودنی‌های غذایی

افزودنی‌ها می‌توانند باعث رنگ دادن به مواد غذایی شوند، در نگهداری آنها مؤثر باشند و حتی بو و مزه‌ی دلخواه را به مواد غذایی مصرفی مان بدهند. برای اختصاص دادن یک عدد E به مواد افزودنی غذایی، سیستم ویژه‌ای وجود دارد. به جدول زیر نگاه کنید:

کاربرد ماده‌ی افزودنی	محدوده‌ی عدد E
رنگ دهنده	E۱۸۱ - E۱۰۰
نگهدارنده	E۲۹۰ - E۲۰۰
آنتی اکسیدان‌ها (مواد جلوگیری کننده از اکسید شدن)	E۳۸۵ - E۲۹۶
امولسیون کننده‌ها و پایدار کننده‌ها	E۴۹۵ - E۴۰۰
نمک‌های معدنی	E۵۸۵ - E۵۰۰
طعم دهنده‌ها (چاشنی‌ها)	E۶۴۰ - E۶۲۰
سایر افزودنی‌های (مانند مواد براق کننده‌ی میوه)	E۱۵۲۰ - E۹۰۰



بهتر است با هر یک از این کاربردها به طور دقیق‌تری آشنا شویم:



شکلات‌های رنگی و براق

### رنگ دهنده‌های غذایی

وقتی غذایی را آماده می‌کنیم، معمولاً در هنگام پخت آن بسیاری از رنگ‌های طبیعی موجود در این ماده غذایی از بین می‌روند. به این ترتیب غذای به دست آمده چندان اشتها آور نخواهد بود. بنابراین شیمی دان‌هایی که در زمینه‌ی مواد غذایی تحقیق می‌کنند، به دنبال موادی هستند که این رنگ‌های از دست رفته را به مواد غذایی تهیه شده بازگردانند. برخی دیگر از ترکیب‌ها نیز برای براق تر کردن و افزایش زیبایی ظاهری محصولات تولید شده مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال برخی از شکلات‌ها و نوشیدنی‌ها که مورد علاقه‌ی کودکان هستند، در صورتی که دارای رنگ‌های شاد و براق باشند طرفداران بیشتری خواهند داشت.

### نگهدارنده‌ها و آنتی اکسیدان‌ها

مواد غذایی تازه به سرعت بر اثر فعالیت باکتری‌ها و یا اکسیژن هوا «فاسد می‌شوند». به عنوان مثال چربی موجود در مواد غذایی به علت اکسید شدن به اسید تبدیل شده و همین عامل موجب ترشیده شدن غذاها و ایجاد بوی نامطلوب در آنها می‌شود. اما نگهدارنده‌ها و آنتی اکسیدان‌ها از این مواد محافظت می‌کنند.



این کره‌ی گیاهی دارای نگهدارنده‌های E200 (شربیک اسید) و E270 (لاکتیک اسید) و ویتامین E است.

نگهدارنده‌ها طول عمر مواد غذایی را افزایش می‌دهند که این کار هم به نفع فروشندگان و هم به نفع مصرف کنندگان خواهد بود. ماده‌ی افزودنی E300 در واقع همان آسکوربیک اسید یا ویتامین C است. گاهی اوقات مقداری از آن را به آرد اضافه می‌کنند تا جایگزین ویتامین از دست رفته‌ی آن در هنگام پخت شود.





شکلات‌ها دارای مواد امولسیون کننده هستند.

### امولسیون کننده‌ها و پایدار کننده‌ها

پیش از این با امولسیون کننده‌ها آشنا شدیم. این مواد به چربی‌ها و روغن‌ها کمک می‌کنند تا با آب مخلوط شوند. به عنوان مثال در تهیه برخی از شکلات‌ها، تافی‌ها و شیرینی‌هایی که دارای کارامل هستند، از امولسیون کننده‌های

E471 و E475 استفاده می‌شود. اگر شکلاتی که به آن علاقه دارید از این نوع است، به اجزای سازنده‌ی آن توجه کنید و ببینید آیا نام این امولسیون کننده‌ها بر روی جلد آن نوشته شده است یا خیر؟



از استرها برای افزودن بو و مزه‌ی مطبوع به غذاها استفاده می‌شود.

### طعم دهنده‌ها (چاشنی‌ها)

قبلاً دیدید که شیمی دان‌ها چگونه از استرها برای تغییر بو و مزه‌ی مواد غذایی استفاده می‌کنند. ما نمی‌توانیم به طور دقیق مخلوط ترکیب‌هایی که باعث ایجاد بو و مزه‌ی طبیعی غذاها می‌شوند را بسازیم. به عنوان مثال بوی توت فرنگی از حدود ۲۸۰ ترکیب مختلف ساخته شده است. اما ترکیب‌های اصلی موجود در این مواد شناسایی شده و در آزمایشگاه‌ها تهیه می‌شوند.



بعضی از مواد رنگ دهنده باعث ایجاد بیماری «بیش فعالی» در کودکان می‌شوند.

### عیب‌های استفاده از مواد افزودنی غذایی

مردم روز به روز در رابطه با مسایل مربوط به سلامتی شان آگاه‌تر می‌شوند و به دنبال کسب اطلاعات جدیدتری در مورد افزودنی‌های موجود در مواد غذایی خود هستند. ما تاکنون با مزیت‌های استفاده از عدد E آشنا شده ایم، اما نگرانی‌هایی نیز در رابطه با برخی از مواد افزودنی وجود دارد.



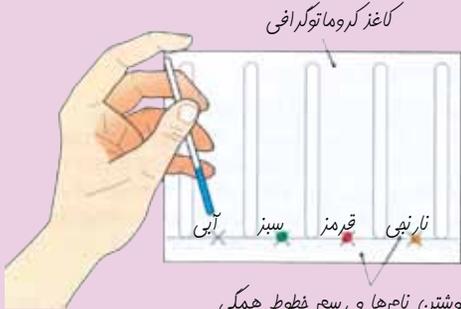
به عنوان مثال تارترازین (E102) یک ماده‌ی رنگ دهنده‌ی زرد است که در شیرینی‌ها، شکلات‌ها، مرباها، نوشیدنی‌ها و برخی از غذاهای حاضری استفاده می‌شود. اما این ماده می‌تواند موجب تحریک سیستم تنفسی شده و تنگی نفس (آسم) ایجاد کند. همچنین امکان ابتلای کودکان به بیماری «بیش‌فعالی» را نیز افزایش می‌دهد. برخی معتقدند که این ماده عوارض دیگری نیز دارد. به همین دلیل استفاده از آن در نروژ و اتریش ممنوع شده است.

مواد دیگری نیز وجود دارند که به علت داشتن عوارض جانبی، استفاده از آنها ممنوع شده است. اما گاهی اوقات منافع برخی از تولیدکنندگان و اصرار آنها بر بکارگیری چنین موادی موجب می‌شود که این ممنوعیت‌ها برداشته شده و یا خفیف‌تر شوند! به عنوان مثال شاید شما ماده‌ی افزودنی E954 را شناساید، اما احتمالاً چیزهایی در مورد ساخارین شنیده‌اید. این ماده یک شیرین‌کننده است که در آزمایشگاه‌ها تهیه می‌شود. در سال ۱۹۷۷ استفاده از آن در آمریکا و برخی از کشورهای دیگر ممنوع شد، اما مدتی بعد با درخواست تولیدکنندگان، مجدداً استفاده از آن به این شرط آزاد شد که بر روی محصولات حاوی ساخارین برچسب هشدار در مورد زیان‌های این ماده برای سلامتی چسبانده شود!

• شما در مورد پی آمدهای چنین تصمیم‌هایی چه نظری دارید؟

### ◀ شناسایی مواد افزودنی به غذاها

با استفاده از کروماتوگرافی می‌توان مقادیر جزئی از مواد جامد حل شده در آب را از یکدیگر جدا کرد. به عنوان مثال شما می‌توانید رنگ‌های تشکیل دهنده‌ی جوهر خودکار را با این روش جدا کنید. حال سعی کنید با استفاده از آزمایش‌های زیر، اجزای موجود در رنگ‌های غذایی را از یکدیگر جدا کنید:



کاغذ کروماتوگرافی

آبی سبز قرمز نارنجی

نوشتن نام‌ها و رسم خطوط همگی با استفاده از مدار انجام شوند

آزمایش ۶-۷ کروماتوگرافی

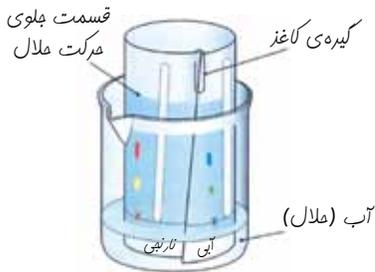
یک تکه کاغذ کروماتوگرافی مطابق با آنچه که در شکل نشان داده شده است را آماده کنید:



اجازه دهید آب به طور کامل کاغذ را خیس کند تا رنگ‌ها کاملاً از یکدیگر جدا شوند. حال کاغذ را به گونه‌ای قرار دهید تا به صورت کامل خشک شود و سپس آن را در دفتر آزمایشگاه خود به نام «کروماتوگرام» ثبت کنید. جدولی ترسیم کنید که در آن مشخص شود که در هر رنگ غذایی چه رنگ‌هایی وجود دارند.

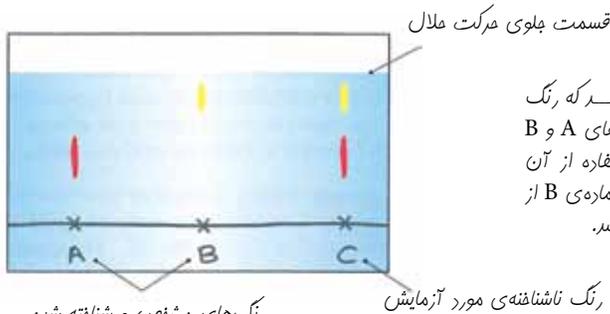
• کدام یک از رنگ‌های غذایی مورد آزمایش فقط از یک ماده ساخته شده‌اند؟

هر قدر یک ماده انحلال‌پذیری بیشتری در آب داشته باشد، آب آن را بیشتر بر روی کاغذ کروماتوگرافی بالا می‌برد.



به ماده‌ی محلول، **حل شونده** گفته می‌شود. در آزمایش قبل، آب به عنوان **حلال** در نظر گرفته می‌شود. می‌توان از حلال‌های دیگری مانند اتانول نیز استفاده کرد. به نظر شما آیا در این صورت نیز نتایج مشابهی به دست خواهد آمد؟

می‌توان از کروماتوگرافی برای شناسایی ترکیب‌های مجهول استفاده کرد. برای این کار لازم است کروماتوگرام ترکیب‌های معلوم و مشخص را با کروماتوگرام ترکیب مجهول مقایسه کرد. به مثال نشان داده شده نگاه کنید:



این کروماتوگرام نشان می‌دهد که رنگ ناشناخته‌ی C از مخلوط رنگ‌های A و B ساخته شده است. بنابراین استفاده از آن در غذاها می‌تواند، چرا که ماده‌ی B از رنگ‌های غیر می‌باشد.

رنگ‌های مشخص و شناخته شده (A یک رنگ می‌باشد، اما B از رنگ‌های غیر می‌باشد)

رنگ ناشناخته‌ی مورد آزمایش

ما می‌توانیم از این روش‌ها برای شناسایی مواد افزودنی ناشناخته در غذاها استفاده کنیم. دستگاه‌های کروماتوگرافی پیشرفته بسیار گران قیمت هستند اما می‌توانند مقادیر بسیار ناچیز از مواد ناشناخته را نیز شناسایی کنند.



## زیست- دیزل



دانه‌های روغنی برشی از گیاهان می‌توانند نوید بخش دستیابی به یک سوخت جایگزین برای سوخت‌های کنونی باشند.

آیا تا به حال منظره‌ی بسیار زیبای مزارعی که در بهار یا اوایل تابستان کاملاً زرد رنگ هستند را از نزدیک دیده‌اید؟ این مزارع مربوط به برخی گیاهان مانند «شَرشَم» هستند. دانه‌ی چنین گیاهانی باعث پیدایش و پیشرفت مواد سوختی جدیدی شده است. در حال حاضر از دانه‌های روغنی ویژه‌ای برای تهیه‌ی زیست- دیزل

استفاده می‌شود. روغن آفتابگردان نیز به همین منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد. حتی روغن‌های بازیافتی مغازه‌ها و فروشگاه‌ها را نیز می‌توان به عنوان ماده‌ی اولیه برای تهیه‌ی زیست- دیزل استفاده کرد!

روغن‌های گیاهی، مورد مناسبی برای جایگزینی سوخت‌های دیزلی هستند که از نفت خام به دست می‌آیند. همان گونه که می‌دانید، منابع سوخت‌های فسیلی ما در حال تمام شدن است. بنابراین تهیه کردن سوخت از منبعی که می‌تواند هر سال مجدداً رشد کرده و تولید شود، به حل این مشکل کمک می‌کند. به عبارت دیگر، ما می‌توانیم به جای یک منبع انرژی تجدید ناپذیر از یک منبع تجدید پذیر استفاده کنیم.



افزودن زیست- دیزل به یک موتور دیزلی معمولی می‌تواند طول عمر و دوام آن را افزایش دهد. در فرانسه نزدیک به ۵٪ از سوخت‌های دیزلی از زیست- دیزل ساخته شده‌اند.

سوزاندن زیست- دیزل باعث کاهش آلودگی‌های ایجاد شده در محیط زیست نیز می‌شود. هر چند که این نوع سوخت نیز مانند سوخت‌های دیگر باعث تولید کربن دی اکسید (یکی از گازهای گلخانه‌ای) خواهد شد، اما رشد گیاهان برای تولید این نوع سوخت که با جذب کردن گاز  $CO_2$  توسط آنها همراه است، باعث برقراری تعادل مناسبی در طبیعت خواهد شد. نکته‌ی مهم دیگر این است که زیست- دیزل، گاز گوگرد دی اکسید ( $SO_2$ ) تولید نمی‌کند. در واقع این ماده‌ی سوختی هیچ یک از آلودگی‌های ترکیبات گوگردی که توسط نفت خام تولید می‌شوند را ایجاد نخواهد کرد. به این ترتیب برای افرادی که دارای مشکلات تنفسی



هستند خطرات کمتری را به دنبال خواهد داشت. همچنین تولید باران‌های اسیدی نیز کاهش پیدا می‌کند.



زیست- دیزل در مقابل سوخت‌های دیزلی حاصل از نفت خام، سوخت «پاک تری» به شمار می‌آید.

موتورهای دیزلی علاوه بر آلودگی‌هایی که با سوزاندن سوخت‌های شان تولید می‌کنند، مقداری از این مواد سوختی را بدون آنکه سوزانده شوند به صورت ذره‌های ریز و معلق وارد هوای محیط می‌کنند. این هیدروکربن‌های سوخته نشده می‌توانند باعث ایجاد سرطان شوند. اما با استفاده از زیست- دیزل این مشکل نیز برطرف خواهد شد.

بسیاری از کشتی‌های کوچک و بزرگ، مواد حاصل از نفت خام را به عنوان سوخت مورد استفاده قرار می‌دهند. اما اگر حادثه‌ای در دریا رخ دهد، این مواد باعث آلودگی آب شده و زندگی جانوران و گیاهان آبی را به خطر می‌اندازند. اما زیست- دیزل یک ماده‌ی زیست تخریب پذیر است و در صورت ورود به آب، به راحتی تجزیه خواهد شد.

با افزایش قیمت سوخت‌های دیزلی (حاصل از نفت خام)، استفاده از زیست- دیزل که هزینه‌ی کمتری دارد، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. حتی گاهی اوقات مردم در برخی از کشورهای روغن‌های گیاهی را که از سوپرمارکت‌ها خریداری می‌کنند، در مخزن سوخت خودروهایی خود می‌ریزند! این کار از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه به نظر می‌رسد. حتی شاید عجیب باشد که بگوییم خودروهایی این افراد با استفاده از «مخلوط زیست- دیزل» روان‌تر کار می‌کنند.

اما زیست- دیزل در دماهای زیاد یا کم دارای مشکلاتی خواهد بود. این ماده در مقایسه با سوخت‌های دیزلی زودتر (در دماهای بالاتر) یخ می‌زند و قابلیت استفاده‌ی خود را از دست می‌دهد. از طرفی با افزایش دما ممکن است این مولکول‌ها اکسید شوند و پلیمرهایی درست کنند که منجر به چسبناک شدن بخش داخلی موتور خودروها می‌شود.

حتی اگر از افق وسیع‌تری به این موضوع نگاه کنیم، می‌بینیم که مناطق حاصل خیز بسیار وسیعی در سراسر جهان به جای تهیه‌ی مواد غذایی، شروع به تولید مواد سوختی (سوخت‌های گیاهی) کرده‌اند. در صورت ادامه‌ی این روند، ممکن است با مشکلات عمده‌ای مواجه شویم.





مثل زنگی برخی از گونه‌های در حال انقراض، در معرض تهدید تغییر یافتن به مزارعی هستند که به منظور تولید روغن‌های گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برخی از طرفداران محیط زیست نگران از بین رفتن محل زندگی بعضی از گونه‌های کمیاب در بین حیوانات و گیاهان هستند. به عنوان مثال در حال حاضر اورانگوتان‌ها (نوعی از میمون‌های بزرگ) در خطر انقراض قرار گرفته‌اند. محدوده‌ی وسیعی از جنگل‌های گرمسیری که این جانداران در آنها زندگی می‌کنند به کشت درختان خرما و نخل‌های ویژه‌ی اختصاص یافته‌اند تا بتوان از آنها روغن خرما به دست آورد.

### ◀ شیمی در عمل: آشپزی



#### شیمی آشپزخانه‌ای!

حقیقتاً می‌توان آشپزی را «شیمی آشپزخانه‌ای» نامید، چرا که در رابطه با:

- ساختن و جدا کردن مخلوط‌ها است (تغییرهای فیزیکی).
  - ساختن مواد جدید است (تغییرهای شیمیایی).
- برای پختن غذاها، راه‌های زیادی وجود دارند که از جمله‌ی آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: استفاده از دستگاه مایکروویو، یوشاندن، پختن کردن، کباب (بریان) کردن و سرخ کردن.
- در هنگام آشپزی ما معمولاً مواد روغنی را با آب مخلوط می‌کنیم. قبلاً آموختید که امولسیون‌کننده‌ها چگونه موجب انجام چنین کاری می‌شوند. زرده‌ی تخم مرغ یکی از امولسیون‌کننده‌های فوق‌العاده خوب است.
- اما واکنش‌های شیمیایی از زمانی شروع می‌شوند که اجاق گاز روشن می‌شود! در واقع این لحظه همان زمانی است که ما یک ماده را به ماده‌ی دیگری تبدیل می‌کنیم. در آشپزی امکان برگشت این تغییرات وجود ندارد و این خود نشانه‌ی قاطعی بر انجام یک واکنش شیمیایی است.
- ما غذاها را می‌پزیم تا:
- باکتری‌ها در دماهای بالا کشته شوند.
  - بافت ماده‌ی غذایی را به همراه بو و مزه‌ی آنها بهتر کنیم.
  - امکان هضم شدن راحت‌تر آنها را فراهم کنیم.



## پختن گوشت و تخم مرغ



افرادی که در ورزش بدن سازی و پرورش اندام فعالیت می کنند به مقدار پروتئین بسیار بیشتری نسبت به مردم عادی نیاز دارند. به نظر شما آنها باید بیشتر از چه غذاهایی استفاده کنند؟

گوشت و تخم مرغ منابعی سرشار از پروتئین هستند. ما برای ساختن عضلات و ماهیچه ها و همچنین کمک به ترمیم بدن مان به استفاده از این مواد نیاز داریم. برای درک این موضوع که در هنگام پختن آنها چه اتفاقی می افتد، شما باید کمی با ساختار مولکول های پروتئینی آشنا شوید.

پروتئین ها در واقع پلیمرهای طبیعی هستند که آمینو اسیدها را به عنوان مونومر در ساختار خود دارند. مولکول های بزرگ پروتئین به وسیله ی نیروهای جاذبه ی بین مولکولی، شکل های مشخصی دارند. وقتی ما گوشت و یا تخم مرغ را می پزیم، مولکول های پروتئین آنها با شدت و قدرت بیشتری در اطراف خود حرکت می کنند و در یک دمای مشخص (و به اندازه ی کافی زیاد) شکل اصلی خود را از دست می دهند. در چنین حالتی اصطلاحاً می گوئیم که آنها تغییر ماهیت دادند. پس از تغییر ماهیت یافتن پروتئین ها، دیگر امکان بازگشت آنها به حالت اولیه وجود ندارد.

به نظرم اگر تخم مرغ را دقیقاً بپزه فوشمزه تر از اون وقتیه که ۲۰ دقیقه پخته شده باشه. ولی در عوض این جالب تره!



پختن یک تخم مرغ می تواند آن را سفت تر از پختن کند که فکر می کنید.

در گوشت پخته شده، پروتئین ها به صورت مجزا از یکدیگر هستند و به همین دلیل گوشت در چنین حالتی نازک و ترد خواهد بود. در تخم مرغ خام، سفیده ی تخم مرغ در یک محلول آبیکی شناور است.

وقتی تخم مرغ را جوشانده و یا در روغن داغ قرار می دهیم، پروتئین ها از چنین حالتی خارج شده و به شکل مستقیم در می آیند و بین آنها پیوندهایی تشکیل خواهد شد. آب موجود در سفیده ی تخم مرغ نیز در بین ساختارهای ایجاد شده به دام می افتد. این حالت باعث تولید پلیمرهای لزجی می شود. هر قدر شما تخم مرغ را به مدت طولانی تری حرارت دهید، پیوندهای بیشتری در بین زنجیره های مولکولی آن ایجاد می شود و در نتیجه امکان باقی ماندن مقدار آب کمتری در ساختارهای تشکیل شده وجود دارد. به همین دلیل است که پختن بیش از حد تخم مرغ باعث لاستیکی شدن سفیده ی آن می شود!



## سرخ کردن سیب زمینی



سیب زمینی سرخ‌کرده یکی از مواد غذایی پر فروش در بسیاری از فروشگاه‌ها است.

اگر شما از مردم پیرسید که غذای مورد علاقه‌ی آنها چیست، بسیاری از آنها خواهند گفت که چیپس و سیب زمینی سرخ‌کرده یکی از خوراکی‌های مطلوب‌شان است. اما پزشکان بارها هشدار داده‌اند که مصرف زیاد چنین غذاهای حاضری (فست فود) منجر به ایجاد مشکلات جدی برای سلامتی انسان‌ها خواهد شد. افراد زیادی هستند که از چاقی رنج می‌برند و یا گرفتار بیماری‌های قلبی، حرکتی، دیابت (مرض قند) و ... هستند. مصرف چنین غذاهایی برای این افراد می‌تواند زیان بار باشد.

اما با این همه، سیب زمینی منبع خوبی برای کربوهیدرات‌ها است. این مواد انرژی مورد نیاز برای بدن ما را فراهم می‌کنند. سیب زمینی مقدار زیادی نشاسته دارد. نشاسته یکی از پلیمرهای طبیعی است که از مونومرهای قندی (گلوکز) ساخته می‌شود.

پختن سیب زمینی قبل از خوردن آن به ما کمک می‌کند تا نشاسته‌ی موجود در آن را راحت‌تر به دست آوریم. نشاسته در داخل سلول‌های موجود در سیب زمینی ذخیره شده است. پختن سیب زمینی به شکستن دیواره‌ی سلولی سخت و محکم آن کمک می‌کند و باعث آزاد شدن نشاسته خواهد شد. به این ترتیب ما می‌توانیم مولکول‌های بزرگ نشاسته را هضم کرده و آنها را به مولکول‌های گلوکز تبدیل کنیم.

برای سرخ کردن سیب زمینی از روغن‌های گیاهی نیز استفاده می‌شود، اما پزشکان ترجیح می‌دهند که برای پختن سیب زمینی آن را بجوشانیم. سرخ کردن در روغن به این معنی است که شما می‌توانید پختن را در دماهای بالاتری انجام دهید (زیرا روغن‌های گیاهی در مقایسه با آب دارای دمای جوش بالاتری هستند). در این جا نیز مانند واکنش‌های شیمیایی دیگر، افزایش دما باعث سریع‌تر شدن انجام واکنش می‌شود. بنابراین آشپزی و پختن غذا نیز در مدت کوتاه‌تری انجام خواهد گرفت. به غیر از این موضوع، مردم از مزه‌ای که



روغن در هنگام سرخ کردن سیب زمینی به آن می‌دهد نیز لذت می‌برند. همچنین لایه‌ی تُرد و ظریف قرار گرفته بر روی سطح سیب زمینی و قسمت نرم موجود در داخل آن هم بر جذابیت این ماده‌ی غذایی افزوده است.



وقتی ما سیب زمینی سرخ می‌کنیم، مقداری از روغن مصرف شده در آن جذب می‌شود. این موضوع می‌تواند باعث ایجاد مشکلاتی برای سلامتی مان شود. البته گاهی اوقات ممتوای انرژی زیاد روغن‌های گیاهی می‌تواند به عنوان یک مزیت در نظر گرفته شود. مثلاً در مورد مواری که به عنوان سوخت‌های طبیعی استفاده می‌شوند، مقدار انرژی موجود در ماره یک عامل مثبت به شمار می‌رود.

اما، سیب زمینی سرخ شده در داخل خود مقداری روغن ذخیره می‌کند. همین موضوع باعث افزایش انرژی ذخیره شده در سیب زمینی شده و گاهی می‌تواند منجر به بروز چاقی در افراد شود. در واقع اگر شما برای مصرف کردن این انرژی اضافی فعالیت‌های بدنی خود را افزایش ندهید، بدن شما این مقدار انرژی را به صورت چربی ذخیره خواهد کرد.

به غیر از این عامل، تحقیقات انجام گرفته توسط گروهی از دانشمندان سوئدی نشان داده است که پختن در دماهای بالا موجب تولید «آکریل آمید» می‌شود. این ماده می‌تواند باعث ایجاد بیماری سرطان باشد (البته هنوز شواهد کافی برای اثبات این موضوع وجود ندارد).

تحقیقاتی از این نوع می‌توانند روابطی را بین عوامل متغیر گوناگون نشان دهند. اما چنین روابطی هیچ‌گاه دقیقاً نشان دهنده‌ی علت و چگونگی نتیجه‌ی به دست آمده نخواهد بود. به عنوان مثال افرادی که به طور منظم از چپیس استفاده می‌کنند، ممکن است دچار بیماری‌های مشابهی شوند. اما آیا فقط چپیس باعث ایجاد این بیماری‌ها خواهد شد و یا عوامل دیگری نیز در این میان تأثیر گذار هستند؟

• در مورد نتایج حاصل از مصرف سیب زمینی در رژیم غذایی تان بحث کنید. نقاط مثبت و منفی استفاده از این ماده‌ی غذایی را پیدا کرده و سپس عقیده‌ی خود را بیان کنید.



## خلاصه‌ی فصل

- ما با استفاده از فشردن و یا تقطیر می‌توانیم روغن‌های گیاهی را استخراج کنیم.
- روغن و آب با یکدیگر مخلوط نمی‌شوند (امتزاج ناپذیر هستند). وقتی آنها را در کنار یکدیگر قرار داده و تکان می‌دهیم، یک **امولسیون** تشکیل خواهد شد.
- **امولسیون‌ها** باعث می‌شوند که آب و روغن از حالت دو لایه‌ی جدا از یکدیگر خارج شده و در یکدیگر پخش شوند.
- روغن‌های گیاهی ترکیب‌هایی **سیرو نشده** (اشباع نشده) هستند. این مواد در مولکول‌های شان پیوندهای دو گانه‌ی کربن - کربن دارند. برای آزمایش این موضوع می‌توان از محلول‌های برم و ید استفاده کرد (که بی‌رنگ خواهند شد).
- از واکنش دادن روغن‌های گیاهی با هیدروژن می‌توان آنها را سخت‌تر کرده و به کره‌ی گیاهی تبدیل کرد.
- غذاهای فرآوری شده معمولاً دارای مواد افزودنی مجازی هستند که اغلب دارای یک عدد E مشخص می‌باشند.
- ما می‌توانیم از کروماتوگرافی برای شناسایی و تشخیص رنگ‌های افزوده شده به مواد غذایی استفاده کنیم.
- همچنین می‌توانیم از روغن‌های گیاهی برای تولید **زیست-سوخت‌های** تجدید پذیر استفاده کنیم.

## پرسش‌ها

۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:

ما می‌توانیم با استفاده از ..... و یا ..... روغن‌ها را از گیاهان به دست آوریم. وقتی روغن‌های گیاهی و آب را با یکدیگر مخلوط کنیم، مخلوط به دست آمده را ..... می‌نامیم.

روغن‌های گیاهی پس از واکنش با گاز ..... به ..... تبدیل می‌شوند.

مواد ..... مجاز به غذاها معمولاً دارای یک عدد E مشخص هستند.

ما می‌توانیم با استفاده از ..... رنگ‌های افزوده شده به مواد غذایی را از یکدیگر جدا کنیم.



۲- برچسب موجود بر روی یک بستنی وانیلی دارای اطلاعاتی به این شرح است:

۸- عدد زردهی تخم مرغ بزرگ - سه چهارم فنجان شکر

۲/۵- فنجان خامه - ۱/۵ فنجان شیر سرد

- مقدار کمی نمک - یک عدد وانیل

خامه یک امولسیون است که در آن مقدار زیادی چربی یا روغن با آب مخلوط شده است. شیر یک امولسیون دیگر است که مقدار آب موجود در آن، بسیار بیشتر از مقدار چربی یا روغن می باشد. در یک قوطی شیر پُرچرب، خامه و شیر به صورت دو لایه‌ی جدا از یکدیگر قرار می گیرند. با توجه به اطلاعات داده شده به پرسش های زیر پاسخ دهید:

(آ) نام امولسیون که دارای مقدار زیادی آب است را بیان کنید.

(ب) عبارت زیر را با نوشتن کلمه‌ی مناسب کامل کنید:

به مخلوط دو مایع که به صورت دو لایه‌ی جدا از یکدیگر قرار دارند، ..... گفته می شود.

(پ) اجزای موجود در بستنی بر خلاف شیر پُرچرب، به لایه‌های جدا از هم تبدیل نمی شوند.

کدام یک از اجزای موجود در آن به عنوان ماده‌ی امولسیون کننده عمل می کند؟

(ت) برای بهتر کردن مزه‌ی بستنی از چه ماده‌ای استفاده شده است؟

۳- می توان از روغن های گیاهی برای تولید کره‌ی گیاهی استفاده کرد.

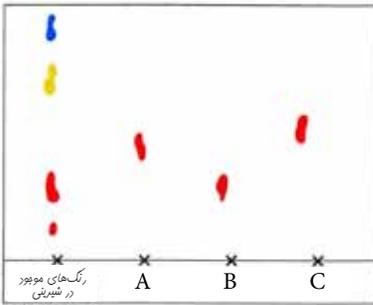
(آ) از چه گازی برای این کار استفاده می شود؟

(ب) برای انجام واکنش چه شرایطی باید فراهم شود؟

(پ) توضیح دهید که چرا می توان چنین واکنشی را یک «واکنش افزایشی» دانست.

(ت) توضیح دهید که ضرورت انجام این واکنش چیست و این واکنش چگونه می تواند مشکل

موجود را برطرف کند.



۴- یک محقق مواد غذایی نوع جدیدی از یک

شیرینی را مورد آزمایش قرار داد. او تصمیم

گرفت کروماتوگرامی تهیه کند و در آن رنگ

موجود در این شیرینی را با چند رنگ دیگر

که استفاده از آنها ممنوع است، مقایسه کند.

به کروماتوگرام به دست آمده توجه کنید:

به نظر شما این محقق با دیدن چنین کروماتوگرامی چه نتیجه‌ای خواهد گرفت؟

۵- مزیت ها و عیب های استفاده از روغن های گیاهی را برای تولید زیست- سوخت ها بیان کنید.



مطالعه‌ی بیشتر - ۱

ساختن مواد جدید



## ◀ صنایع شیمیایی



در برخی از کشورها از واکن‌های مفهومی برای تولید دارن محصولات شیمیایی به مشتریان استفاده می‌شود.

شاید این جمله کمی اغراق آمیز به نظر برسد، اما ما تقریباً در بیشتر جوانب زندگی خود با صنایع شیمیایی سر و کار داریم. به طور کلی می‌توان این صنایع را بر اساس نوع و چگونگی تولید محصولات شان به دو گروه تقسیم کرد:

• صنایع تولید کننده‌ی مواد شیمیایی به صورت عمده و کلی که به آن تولید انبوه نیز گفته می‌شود.

• صنایع تولید کننده‌ی مواد شیمیایی خاص و ویژه که در مقادیر بسیار کمتری (در مقایسه با حالت قبل) به تولید محصول می‌پردازند.

محصولات شیمیایی که **تولید انبوه** آنها در کارخانجات صورت می‌گیرد معمولاً عبارتند از:

- آمونیاک
- کودهای شیمیایی
- سولفوریک اسید
- فرآورده‌های نفتی
- آهن و فولاد
- فرآورده‌های حاصل از نمک (سدیم کلرید)
- نیتریک اسید
- فرآورده‌های حاصل از سنگ آهک

این مواد در مقیاس وسیعی در کارخانه‌های بزرگ ساخته می‌شوند. چنین کارخانجاتی تمایل دارند که فعالیت خود را به صورت پیوسته انجام دهند. آنها می‌توانند ۲۴ ساعت در روز و ۷ روز در هفته به کارشان ادامه دهند! این **فرآیندهای پیوسته** از نظر اقتصادی مقرون به صرفه خواهند بود. زیرا در چنین حالتی می‌توان شرایط ایده آل برای انجام واکنش را حفظ کرد، در مصرف انرژی به صرفه جویی پرداخت و مقدار مشخصی از محصول مورد نظر را نیز به دست آورد. این محصولات برای مدت زمان‌هایی طولانی مشتری‌های دائمی و فراوانی دارند. بنابراین کشورهای توسعه یافته برای تولید چنین فرآورده‌هایی با یکدیگر رقابت می‌کنند. این کشورها سعی می‌کنند قیمت محصولات خود را کاهش دهند تا بتوانند مشتری‌های بیشتری را به سمت خود جذب کنند. بدیهی است که به خاطر کم شدن هزینه‌های آزمایشگاهی و تولیدی این فرآیندها، امکان ارزان تر کردن قیمت آنها نیز وجود دارد.



شرکت‌هایی نیز وجود دارند که مواد شیمیایی ویژه‌ای را در **مقادیر اندک** (جزئی) تولید می‌کنند. به عنوان مثال برخی از شرکت‌های داروسازی از این جمله هستند. این شرکت‌ها داروهایی که مشتریان شان متقاضی استفاده از آنها هستند را در **فرآیندهایی ناپیوسته** (مقطعی) تولید می‌کنند. در واقع در چنین شرایطی دقیقاً همان مقدار از مواد اولیه که می‌توانند محصول مورد نیاز را تولید کنند وارد واکنش می‌شوند و ماده‌ی بیشتری مورد استفاده قرار نخواهد گرفت. به طور کلی یک فرآیند ناپیوسته در مقایسه با فرآیندی پیوسته دارای کارایی کمتری است. در فرآیندهای ناپیوسته به نیروی کار بیشتری احتیاج داریم و همین عامل باعث افزایش هزینه‌های تولید خواهد شد. مواد شیمیایی که به صورت انبوه تولید می‌شوند و استفاده از آنها متداول شده است، نیازی به صرف هزینه‌های زیاد برای انجام کارهای تحقیقاتی ندارند. در طول سال‌های طولانی که از تولید این محصولات می‌گذرد، فرآیند تولید آنها به مقدار زیادی اصلاح شده و مراحل آن کاملاً مشخص شده است. در حالی که شرکت‌های دارویی ناچار هستند همیشه برای تولید محصولات جدیدتر، هزینه‌های زیادی را برای تحقیق و پژوهش در مورد چگونگی تولید و بهبود کیفیت محصول خود مصرف کنند.



تولید و ارائه‌ی یک داروی جدید هر سال‌ها به طول می‌انجامد و میلیون‌ها دلار هزینه فواید داشت.

### تولید و پخش یک داروی جدید

زمانی که یک شرکت تصمیم به تولید داروی جدیدی می‌گیرد، ابتدا تحقیقاتی انجام می‌شود و سپس این تحقیقات با انجام آزمایش‌هایی همراه خواهد شد تا بتوان ترکیب جدیدی را ساخت که قابل ارائه در بازار مصرف باشد.

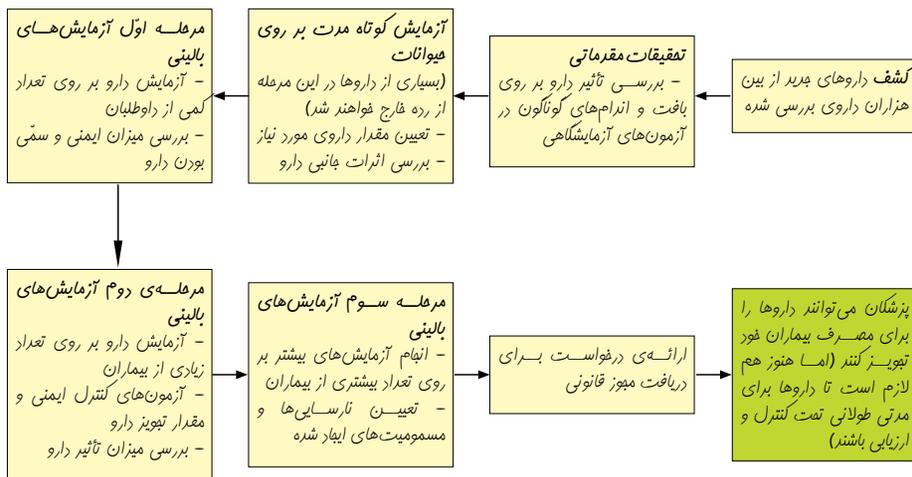
قبلاً یک شیمی‌دان می‌توانست در طول یک سال نزدیک به ۱۰۰ یا ۲۰۰ ترکیب جدید بسازد، اما در حال حاضر امکان ساختن هزاران ترکیب برای شیمی‌دان‌ها وجود دارد. زیرا از حدود سال ۱۹۹۰ به بعد بسیاری از آنها از دستگاه‌های مخصوصی برای تولید مواد شیمیایی استفاده می‌کنند و همین موضوع باعث افزایش سرعت عمل شان شده است. این دستگاه‌ها می‌توانند در طول یک سال هزاران یا حتی میلیون‌ها ماده را تولید کنند. چنین ماشین‌هایی می‌توانند به طور خودکار ترکیب‌های گوناگونی از واکنش دهنده‌ها را (که امکان رسیدن به محصول مناسب را فراهم می‌کنند) با یکدیگر مخلوط کنند. به چنین فرآیندی شیمی ترکیبی گفته می‌شود.



هر چند که چنین روشی باعث کاهش یافتن هزینه‌های آزمایشگاهی اولیه می‌شود، اما تازه از این پس فرآیند طولانی سنجش و کنترل داروی تولید شده آغاز خواهد شد. معمولاً از هنگام کشف و تولید یک داروی جدید تا وقتی که بتوان آن را در معرض استفاده‌ی عمومی قرار داد، حدود ۷ تا ۱۰ سال زمان مورد نیاز است. هزینه‌ی تولید چنین دارویی در این مدت نیز در حدود ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلیون دلار خواهد بود. در این مدت کارهای آزمایشی بر روی حیوانات انجام می‌شود و آزمایش‌های بالینی و پزشکی تکمیلی نیز بر روی افراد داوطلب صورت خواهد گرفت.

معمولاً افرادی که با استفاده از حیوانات در انجام آزمایش و سنجش داروها مخالف هستند، عنوان می‌کنند که تأثیر یک دارو بر روی حیوانات الزاماً نمی‌تواند بیانگر نتیجه‌ی مشابهی بر روی انسان‌ها باشد. بسیاری از داروها بوده‌اند که مرحله‌ی آزمایش بر روی حیوانات را با موفقیت طی کرده‌اند، اما در هنگام آزمایش بر روی انسان‌ها با شکست مواجه شده‌اند.

آزمایش‌های بالینی شامل استفاده از دارونما برای گروهی از داوطلبان هستند. در واقع این افراد تصور می‌کنند که در حال استفاده از یک داروی جدید هستند، در صورتی که هیچ‌گونه ترکیب دارویی در ماده‌ی مصرفی آنها وجود ندارد. نتایج حاصل از آزمایش‌های انجام شده بر روی این گروه، برای کنترل نتایج آزمایش بر روی گروهی استفاده می‌شود که واقعاً ترکیب‌های دارویی مصرف کرده‌اند. در واقع محققان به دنبال این موضوع هستند که آیا نتایج حاصل از آزمایش‌های این دو گروه تفاوت قابل توجهی با یکدیگر دارند یا خیر. خلاصه‌ای از فرآیندهای کلی انجام شده به صورت زیر است:

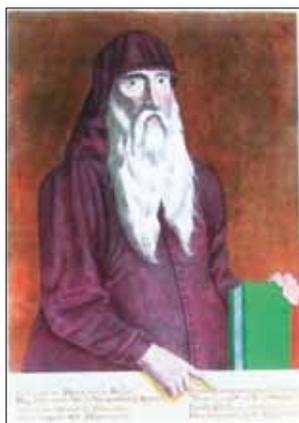


همان طور که می‌بینید لازم است تا یک شرکت داروسازی تمام هزینه‌های مراحل تحقیقاتی و تولیدی یک دارو را تا قبل از رسیدن به زمان سود دهی آن پرداخت کند. به همین دلیل حتی ممکن است هزینه‌های تولید یک داروی کاملاً موفق، بیش از یک میلیارد دلار شود!

## داروها

وقتی کلمه‌ی «دارو» را می‌شنوید چه احساسی به شما دست می‌دهد؟ داروها موادی هستند که می‌توانند به روش‌های مختلفی بر روی بدن ما تأثیر گذار باشند. چنین تأثیری ممکن است خوب و یا بد باشد. داروها می‌توانند به ما کمک کنند و البته در صورت بد عمل کردن موجب آسیب رساندن به ما شوند.

• آیا می‌توانید داروهایی را نام ببرید که اعتیاد آور هستند؟



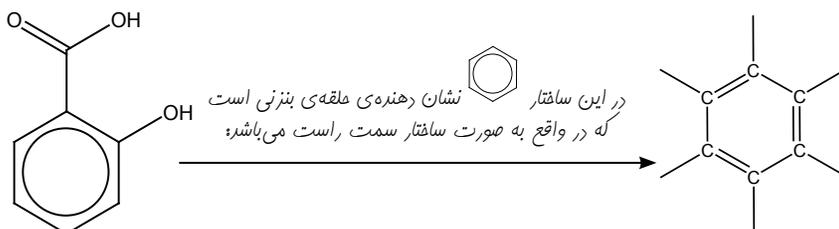
بقراط، یکی از فیلسوفان یونان باستان از برگ «رشت بید برای کاهش درد استفاده می‌کرد».

حال می‌خواهیم ببینیم گروهی از داروها که به آنها آرام بخش (مُسکن) گفته می‌شود چگونه توسعه و گسترش پیدا کرده‌اند. چنین داروهایی باعث تسکین درد خواهند شد. داستان این داروها از زمان مصریان و یونانیان باستان آغاز می‌شود. مصریان برای درمان دردهای عضلانی خود از نوعی بوته‌ی گیاهی به نام «میرتل» استفاده می‌کردند. سپس بقراط که او را پدر پزشکی نوین می‌دانند، از برگ‌ها و پوست درختان بید برای کاهش درد استفاده کرد. او این مواد را در داخل چای می‌ریخت و به زنان باردار می‌داد تا به این ترتیب درد زایمان را در آنها کاهش دهد.

سال‌ها پس از بقراط، در سال ۱۷۶۳ (بعد از گذشت نزدیک به ۲۰۰۰ سال) بار دیگر از برگ و پوست درخت بید به عنوان دارو استفاده شد. کشیشی به نام «ادوارد استون» در متنی که آن را برای انجمن علمی سلطنتی انگلستان ارسال کرده بود، مواردی را در رابطه با اثرات درمانی جویدن شاخه‌های کوچک بید مطرح کرده و حتی آن را برای درمان مالاریا مؤثر دانسته بود. همین کار منجر به انجام تحقیقاتی شد که اجزای مفید موجود در این گیاه مورد شناسایی قرار گیرند.

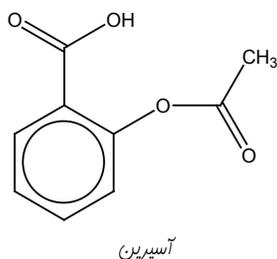


در سال ۱۸۳۵ گیاه دیگری نیز کشف شد که چنین اثرات آرام بخشی را از خود نشان می‌داد. هر دو گیاه برای ساختن **سالیسیلیک اسید** مورد استفاده قرار گرفتند. نام این ترکیب از نام لاتین درخت بید (سالیکس) گرفته شده است. به ساختار زیر نگاه کنید:



اما استفاده از سالیسیک اسید، مشکلاتی را نیز به همراه داشت. این ماده باعث ایجاد زخم‌های دردناکی در داخل دهان شده و همچنین موجب آسیب دیدن دیواره‌های داخلی معده می‌شد. شیمی دان‌ها سعی کردند نمک سدیم سالیسیلیک اسید را نیز مورد آزمایش قرار دهند. این ترکیب به علت داشتن ساختاری یونی می‌توانست در آب حل شود. از طرفی برای دهان و معده نیز مشکلی ایجاد نمی‌کرد، اما مزه‌ی بسیار بدی داشت!

در سال ۱۸۵۳ یک شیمیدان فرانسوی به نام «چارلز فردریک گرهارت» موفق شد داروی مناسب‌تری تهیه کند. به ساختار این ترکیب توجه کنید:

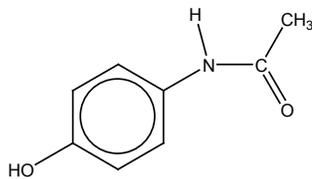


آسپیرین یک داروی آرام بخش است.

اما ساخت این دارو به طرز عجیبی تا سال ۱۸۹۹ به فراموشی سپرده شد. در این هنگام «فلیکس هافمن» دوباره روش گرهارت را کشف کرد! او در مجلات علمی گوناگونی به کاوش پرداخته بود تا بتواند دارویی را برای درمان بیماری ورم مفاصل پیدایش پیدا کند. این دارو تأثیر خوبی داشت و اثرات جانبی نامطلوبی از خود به جای نمی‌گذاشت. فلیکس برای یک شرکت شیمیایی آلمانی بزرگ به نام «بایر» کار می‌کرد. او در مورد موفقیت‌ها و اثرات مثبت این دارو به مسئولین شرکت توضیح داد و آنها را متقاعد کرد تا آن را تولید کنند. نام تجاری این دارو **آسپیرین** بود که ابتدا به صورت پودر ساخته می‌شد، اما از سال ۱۹۱۵ به بعد به صورت کپسول به بازار عرضه شد.



آسپرین برای تسکین سردرد و تب مورد استفاده قرار می‌گرفت و مقادیر زیاد آن (دُزهای بالا) برای درمان ورم مفاصل به کار می‌رفت. در حال حاضر از این دارو با دُزهای کم استفاده می‌شود تا خطر ابتلا به ناراحتی‌های قلبی را کاهش دهد. اما استفاده طولانی مدت و هر روزه از آن نیز مشکلات خاص خود را دارد. مردم نگران عوارض جانبی این دارو (مانند خونریزی‌های داخلی) هستند. نزدیک به ۶٪ از مصرف‌کنندگان آسپرین از خونریزی روده یا معده رنج می‌برند.



سافتار پاراستامول



ایبوپروفن توسط شیمیدان‌ها تولید و گسترش یافت.



• نظر شما در مورد آزمایش داروهای چرید بر روی حیوانات چیست؟

تحقیق در مورد داروهای آرام بخش جدید به آسپرین محدود نشد. در دهه‌ی ۱۹۵۰ داروی جدیدی به نام **پاراستامول** (با نام تجاری استامینوفن) به بازار عرضه شد. این دارو باعث خونریزی داخلی نمی‌شد، اما تأثیر آن در کاهش دادن ورم موجود در مفاصل بیماران کمتر از آسپرین بود. سپس در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ داروسازان توانستند **ایبوپروفن** را تهیه کرده و به مقدار بسیار زیادی به فروش برسانند. این دارو برای کاهش تورم و همچنین درد در بیماری‌هایی مانند ورم مفاصل و روماتیسم بسیار بهتر و مناسب‌تر به نظر می‌رسید.

در دهه‌ی ۱۹۸۰ داروهای دیگری نیز تولید شدند. به عنوان مثال **بنوکساپروفن** از جمله داروهایی بود که در این سال‌ها تهیه شد و تنها در شش هفته‌ی اولی که به بازار عرضه شد بیش از نیم میلیون نفر از بیماران در آمریکا آن را خریداری کردند. اما رفته رفته گزارش‌هایی از عوارض جانبی استفاده از این دارو به ثبت رسید که مربوط به خونریزی‌های داخلی و همچنین ناراحتی‌های کبدی و کلیوی بود. در سال ۱۹۸۲

استفاده از آن ممنوع اعلام شد، چرا که موجب مرگ ۸۰ نفر در انگلستان و همچنین ۳۰ نفر در آمریکا شده بود. این موضوع انتقادهای زیادی را به وجود آورد و این پرسش را در بین



مصرف کنندگان مطرح کرد که آیا واقعاً کنترل و آزمایش داروهای جدید تولید شده قبل از ارائه به بازار مصرف به درستی انجام می‌گیرد یا خیر؟ همان طور که می‌دانید در این رابطه ابتدا حیوانات آزمایشگاهی تحت اثر مقادیر (دُزهای) بالا از داروها قرار می‌گیرند تا عوارض جانبی آنها مشخص شود. سپس بیماران داوطلب از داروها استفاده می‌کنند و در نهایت این داروها امکان استفاده‌ی عمومی را پیدا خواهند کرد.



رنگ امولسیون‌ی یک امولسیون حاصل از روغن و آب است.

### رنگ‌های ساختمانی و رنگ دانه‌ها

آیا تا به حال یک اتاق را رنگ کرده‌اید؟ به نظر شما چرا مردم خانه‌های خود را رنگ می‌زنند؟ درست است که رنگ کردن باعث محافظت از مواد خواهد شد، اما آن چیزی که باعث می‌شود شما یک رنگ خاص را برای استفاده انتخاب کنید چیست؟ در این مورد رنگ دانه‌ها نقش مهمی دارند، ذره‌های جامد کوچکی که رنگ ماده‌ی مورد استفاده را به آن می‌دهند.

### اجزای سازنده‌ی یک رنگ چه هستند؟

معمولاً رنگ‌ها از اجزای زیر ساخته شده‌اند:

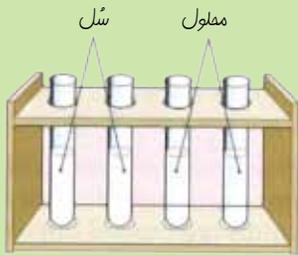
- **رنگ دانه:** باعث ایجاد رنگ می‌شود.
  - **پیونده (مَحْمِل رنگ):** مایعی است که با رنگ دانه مخلوط شده و چسبیدن آن به اجسام رنگ شده را راحت‌تر می‌کند. همچنین پس از خشک شدن رنگ، یک لایه‌ی محافظ باقی می‌گذارد.
  - **حلال:** مایعی است که به مخلوط شدن رنگ دانه و پیونده کمک می‌کند و همچنین رنگ زدن اجسام را ساده‌تر خواهد کرد.
- آیا تعریف امولسیون‌ها را به خاطر دارید؟ آنها متشکل از دو مایع هستند (مانند آب و نفت) که در یکدیگر مخلوط شده‌اند. یک امولسیون نوعی کلوئید به شمار می‌رود.

یک کلوئید مخلوطی از دو یا چند ماده است که بدون حل شدن، در یکدیگر پخش و پراکنده شده‌اند.



شاید تا به حال مطالبی در مورد رنگ‌های امولسیون‌شکنیده باشید. این رنگ‌ها دارای آب هستند، اما پیوندهای آنها روغنی است. بنابراین وقتی آن را به هم بزیم، یک امولسیون خواهیم داشت.

گاهی اوقات رنگ دانه امکان حل شدن در حلال را دارد، اما اغلب نامحلول در آن است. رنگ دانه از ذره‌های جامد کوچکی تشکیل شده است. این ذرات بسیار کوچک‌تر از آن هستند که شما بتوانید یکی از آنها را ببینید. این ذرات در رنگ معلق هستند و به قدری کوچک می‌باشند که امکان ته نشین شدن آنها به راحتی وجود ندارد. به این نوع از کلویدها **سُل** یا **سوسپانسیون** می‌گویند. شما به سادگی می‌توانید یک سُل را از یک محلول تشخیص دهید. نور به راحتی از داخل یک محلول عبور می‌کند و محلول شفاف به نظر می‌رسد، در حالی که ذره‌های کوچک جامد موجود در یک سُل باعث پخش نور می‌شوند و در نتیجه یک سُل کدر به نظر خواهد رسید. بنابراین یک رنگ می‌تواند یک امولسیون و یک سُل باشد.



#### آزمایش ۱-۷ مقایسه‌ی سُل‌ها و محلول‌ها

ابتدا باید چند پودر مختلف را در آب حل کنید. برای این کار مقداری از پودر جامد را در یک لوله‌ی آزمایش ریخته و تکان دهید. لوله‌ها را در یک جا لوله‌ای قرار داده و در پشت آنها یک لامپ روشن کنید (البته می‌توانید آنها را در جلوی پنجره نیز قرار دهید).

• کدام مخلوط نشان دهنده‌ی یک سُل است و چه مخلوطی در واقع یک محلول بوده است؟

**رنگ‌های براق** رنگ‌های روغنی هستند که در پایان، لایه‌ای محکم و شفاف را بر روی سطح ایجاد می‌کنند. در چنین رنگ‌هایی رنگ دانه در داخل روغن پراکنده شده است (مانند روغن کتان) و می‌توان با استفاده از یک حلال (مانند تری‌بانتین) آن را رقیق‌تر کرد.

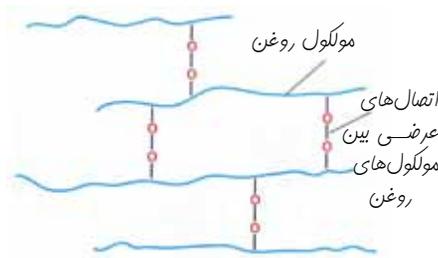
#### خشک شدن رنگ

آیا تا به حال به جسمی که تازه رنگ زده شده است دست زده‌اید؟ خشک شدن رنگ مدتی طول می‌کشد. بعضی از رنگ‌ها زمانی خشک می‌شوند که حلال آنها تبخیر شود. پیوندهای رنگ دانه بر روی سطح رنگ شده باقی می‌مانند. در این جا هیچ گونه واکنش شیمیایی رخ نداده است



(به یاد دارید که تبخیر شدن یک فرآیند فیزیکی به شمار می‌رود). پیونده پس از تبخیر شدن حلال باعث تشکیل مولکول‌های بزرگ و درهم پیچیده ای می‌شود.

برخی دیگر از رنگ‌ها همراه با انجام یک واکنش شیمیایی خشک می‌شوند. بعضی از رنگ‌ها دارای روغن‌های گیاهی هستند. به عنوان مثال روغن کتان که از گیاه آن استخراج می‌شود و یا روغنی به نام «روغن تونگ» که از درختی به همین نام به دست می‌آید، از جمله روغن‌های گیاهی مورد استفاده در تولید رنگ‌ها هستند. همان طور که می‌دانید این روغن‌ها در مولکول‌های شان زنجیره‌های هیدروکربنی سیر نشده دارند. در این زنجیره‌ها پیوندهای دوگانه‌ی کربن - کربن موجود هستند که وقتی رنگ در معرض هوا قرار می‌گیرد، با اکسیژن آن واکنش می‌دهند. آیا تا به حال با این موضوع مواجه شده اید که پس از باز کردن درب قوطی رنگ، بر روی آن یک لایه‌ی رنگ خشک شده مشاهده کنید؟ علت تشکیل این لایه، وجود مقداری هوا در داخل قوطی و واکنش آن با رنگ است.



بلا دهنده‌ها با تشکیل یک لایه‌ی سفت از سطح چوب محافظت می‌کنند.

اکسید شدن ذره‌های روغن‌ها باعث ایجاد اتصال‌های عرضی بین مولکول‌های روغن می‌شود و به تدریج یک پلیمر به وجود خواهد آمد. همین پلیمر است که پوششی سخت، محکم و درخشان بر روی سطح رنگ شده ایجاد می‌کند. جلا دهنده‌ها نیز به همین ترتیب سخت شده و از سطح چوب محافظت می‌کنند. روغن تونگ سریع‌تر از روغن کتان خشک می‌شود، زیرا در زنجیره‌های خود پیوندهای دوگانه‌ی بیشتری دارد.

### ◀ رنگ دانه‌های هوشمند

آیا تا به حال از «دماسنج‌های نواری» استفاده کرده‌اید؟ چنین دماسنج‌هایی عدد مربوط به دما را بر روی خود نشان می‌دهند. بعضی از مواد با تغییر دادن رنگ خود به تغییر دما پاسخ می‌دهند.

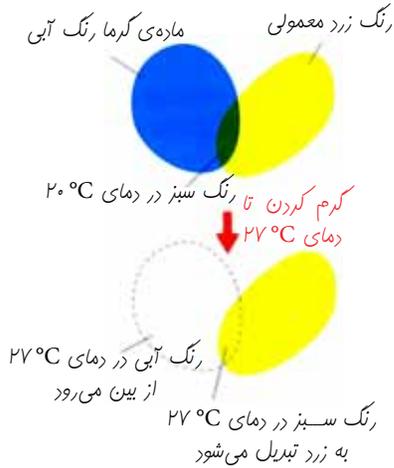


برای ساختن دماسنج‌های نواری، می‌توان رنگ دانه‌های گرم را بر روی یک نوار پلاستیکی قرار داد.



این مواد گرما (تابش‌های مادون قرمز) جذب کرده و از خود نور تولید می‌کنند. ما می‌توانیم از این رنگ دانه‌های گرما رنگ در موارد گوناگونی استفاده کنیم که از جمله‌ی آنها عبارتند از:

- رنگ‌ها
- پلاستیک‌ها
- کاغذها
- پارچه‌ها



همین‌طور که می‌بینید، یک رنگ دانه‌ی سبز رنگ بر اثر گرم کردن به رنگ زرد در می‌آید. آیا می‌توانید کاربردی برای آن پیدا کنید؟

این مواد در جاهایی که لازم است تا هر گونه تغییر دمایی با یک هشدار قابل مشاهده همراه باشد نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال:

- فنجان مخصوص نوشیدنی‌های گرم
- کتری‌های برقی
- سطوحی که ممکن است گرم شوند
- غذاهای ذخیره شده (به عنوان مثال غذای منجمد شده‌ای که بسیار گرم شده و امکان فاسد شدن آن وجود دارد)

همچنین می‌توانید از این رنگ دانه‌ها برای تست کردن باتری‌ها، فیوزها و ... استفاده کنید. این کار توسط جریانی انجام می‌شود که یک سیم موجود در مدار را گرم می‌کند و همین عامل باعث ایجاد تغییر رنگ خواهد شد.

رنگ دانه‌ها در حلال‌های آکریلی هم قابل حل شدن هستند، بنابراین ما می‌توانیم از آنها در تولید رنگ استفاده کنیم و اثرات جالبی را به وجود بیاوریم. به شکل بالا توجه کنید.

### آزمایش ۲-۷ مواد رنگی گرما رنگ

مقدار بسیار کمی از یک رنگ دانه‌ی گرما رنگ را در مقداری حلال آکریلی و آب بریزید تا رنگ مورد نظر شما ساخته شود. با استفاده از این رنگ، یک فنجان پلاستیکی کوچک را رنگ بزنید و اجازه دهید تا خشک شود. سپس مقداری آب داغ را در داخل فنجان بریزید.

تقریباً با بار من که مریض نیستم. گرما رنگ!!



• چه اتفاقی می‌افتد؟

آب داغ را از فنجان بیرون بریزید.

• چه چیزی مشاهده می‌کنید؟



برخی از رنگ دانه‌ها در تاریکی می‌درخشند. چنین موادی را رنگ دانه‌های فسفرسنت (مواد دارای خاصیت فسفرسانس) می‌نامند. آنها انرژی نورانی را ذخیره کرده و سپس آن را به صورت تابش‌هایی درخشان منتشر می‌کنند. موادی مانند روی سولفید (ZnS) چنین خصوصیتی دارند. رنگ دانه‌هایی که در سال‌های اخیر تولید شده‌اند، می‌توانند برای مدت زمان طولانی‌تری درخشندگی خود را حفظ کنند که این زمان در مقایسه با انواع اولیه نزدیک به ده برابر است. اگر در تمام طول روز آنها را در مجاورت نور خورشید قرار دهیم، سراسر شب می‌درخشند. این رنگ دانه‌ها جایگزین مواد پرتوزای خطرناکی شده‌اند که در ساعت‌های مچی و دیواری قدیمی به کار می‌رفتند. در دهه‌ی ۱۹۲۰ برخی از زنان آمریکایی، از این مواد برای رنگ آمیزی اعداد نوشته شده در صفحه‌ی ساعت‌ها استفاده کردند. این ایده‌ی جالب و ظریف مورد توجه تعداد زیادی از مردم قرار گرفت. بنابراین برای تزئین برخی از لوازم آرایشی، مسواک‌ها و ... نیز از همین مواد استفاده شد. متأسفانه مصرف کنندگان از خطرات ناشی از به کار گیری این مواد آگاهی نداشتند،



امروزه در تابلوهای کنار جاده‌ها و علائم هشدار دهنده، از مواد فسفرسنت استفاده می‌شود.



فرمانروایان روم باستان لباس‌های ارغوانی رنگ مخصوصی می‌پوشیدند. برخی معتقد هستند که برای تهیه‌ی رنگ مورد نیاز برای هر یک از این لباس‌ها، حدود ۱۰۰۰۰ نرم تن دریایی مصرف شده‌اند!

چرا که این مواد رنگی دارای عنصر پرتوزای (راديوکتيو) رودیم بودند! در نتیجه افراد زیادی مبتلا به سرطان‌های گوناگونی شده و جان خود را از دست دادند.

### ◀ رنگ‌ها و ترسیم نقاشی با آنها

می‌توان از رنگ دانه‌هایی که تاکنون آنها را مورد بررسی قرار دادیم، برای رنگ آمیزی پارچه‌ها استفاده کرد. اگر برای این کار از رنگ دانه‌های هوشمند استفاده کنیم، وقتی لباس تولید شده از این پارچه‌ها را بر تن کنید، رنگ آنها تغییر خواهد کرد. اما رنگ‌های طبیعی زیادی وجود دارند که هزاران سال از به کار گیری آنها می‌گذرد. ما می‌توانیم این رنگ‌ها را از گیاهان، زمین و حتی حشره‌ها استخراج کنیم.

ایراد رنگ‌های طبیعی آن است که به سرعت کم رنگ شده و به راحتی از روی پارچه‌ها شسته می‌شوند. در این شرایط می‌توان از مواد تثبیت کننده استفاده کرد. یک تثبیت کننده باعث می‌شود تا رنگ به صورت محکم‌تری به مولکول‌های موجود در پارچه بچسبد و پایداری



رنگ را افزایش دهد.

### آزمایش ۳-۷ تهیه رنگ اختصاصی شما

مقداری ماده‌ی گیاهی رنگی (با شدت رنگ زیاد) را در یک بشر ریخته و در حدود ۱۵ دقیقه آن را بجوشانید. اگر تا قبل از این مدت زمان، ماده‌ی موجود در ظرف در حال خشک شدن بود، به آن کمی آب اضافه کنید تا از این کار جلوگیری کند. پس از این مدت شما یک مایع رنگی غلیظ خواهید داشت که می‌توانید آن را بر روی پارچه‌های سفید رنگ امتحان کنید. برای این کار می‌توانید هر یک از عوامل زیر را مورد بررسی قرار دهید:

#### آ اثر مواد تثبیت کننده‌ی گوناگون



تکه‌های مساوی از پارچه‌ها را آماده کرده و هر کدام را در داخل یک بشر جداگانه قرار دهید. در هر بشر، یک ماده‌ی تثبیت کننده بریزید. می‌توانید از مواد زیر استفاده کنید:

(۱)  $125 \text{ cm}^3$  سرکه

(۲)  $125 \text{ cm}^3$  آب که یک قاشق کرم (سُس) تارتار به آن در حال حاضر رنگ‌های زیاری برای مصرف کنندگان وجود دارند که آزمایشگاه‌ها ساخته می‌شوند. اضافه شده است.

(۳)  $125 \text{ cm}^3$  محلول سدیم کلرید سیر شده

سپس پارچه‌ها را از بشر خارج کرده و در داخل رنگ تهیه شده قرار دهید. آنگاه با استفاده از آب سرد پارچه‌ها را شسته و اجازه دهید تا خشک شوند. همچنین یک تکه پارچه را بدون اینکه در داخل ماده‌ی تثبیت کننده قرار دهید رنگ کرده، سپس با آب سرد بشوید و بعد اجازه دهید تا خشک شود. از این پارچه برای مقایسه و کنترل سایر پارچه‌ها استفاده کنید. آیا رنگ موجود بر روی پارچه‌ها پایدار است؟

• کدام یک از تثبیت کننده‌ها دارای تأثیر بیشتری بوده است؟

#### ب) میزان پایداری رنگ‌های مختلف

#### پ) مواد گیاهی متفاوت

مراقب باشید که آزمایش‌های طراحی شده کاملاً ایمن و مطمئن باشند و پیش از انجام آنها شرایط کار را با معلم خود کنترل کنید.

- در هر یک از این بررسی‌ها چه عاملی تغییر می‌کند و چه عواملی باید ثابت باقی بمانند؟
- روشی پیدا کنید که به وسیله‌ی آن داده‌های عددی به دست آورید.
- داده‌های به دست آمده را ارزیابی کنید.



## رنگ‌های آزمایشگاهی (سنتری)

در سال ۱۸۵۶، یک شیمی دان جوان به نام «ویلیام پرکین» به کشف اعجاب انگیزی دست یافت. او تلاش می کرد تا ماده‌ای برای درمان بیماری مالاریا پیدا کند، اما در هنگام انجام آزمایش‌های خود، ماده‌ای ارغوانی رنگ را به دست آورد. این ماده نخستین رنگ آزمایشگاهی (سنتری) بود. ماده‌ی اولیه‌ی مورد استفاده از زغال سنگ تهیه می شد و همین عامل سر آغازی برای فعالیت صنایع شیمیایی بود.



ویلیام هنری پرکین (سال‌های زندگی از ۱۸۳۸ تا ۱۹۰۷ میلادی) نخستین رنگ آزمایشگاهی واقعی را کشف کرد.

ویلیام رنگ ارغوانی به دست آمده را بر روی ابریشم مورد آزمایش قرار داد و فهمید که این رنگ عملکرد بهتری نسبت به رنگ‌های موجود در آن زمان دارد. در آن هنگام آزمایش‌های زیادی به صورت آزمون و خطا صورت می گرفتند که هدف شان تولید مواد جدیدی بود. کشف پرکین منشاء تولید رنگ‌های بیشتری شد. در این میان سهم شیمی دان‌های آلمانی در ساخت چنین رنگ‌هایی بیشتر بود.

### ◀ شیمی در عمل: نانوتکنولوژی چیست؟

نانوتکنولوژی عبارت از علم طراحی و ساخت مجموعه‌هایی است که بسیار کوچک هستند و ابعادی در حد نانومتر دارند. تصور کردن مقدار واقعی یک نانومتر (nm) برای ما بسیار دشوار است. ذرات ریزی که در نانوتکنولوژی مورد بررسی قرار می گیرند، غیر قابل تصور به نظر می رسند. نانومتر یکایی است که برای اندازه گیری‌هایی در حد یک اتم به کار گرفته می شود:

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

محققانی که در زمینه‌ی نانوتکنولوژی فعالیت می کنند را نانوتکنولوژیست می نامند. این محققان به مطالعه‌ی ذراتی می پردازند که اندازه‌ی آنها بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. یک نانومتر معادل یک میلیارد متر است. به عبارتی اگر مقداری به اندازه‌ی یک متر را به یک میلیارد قسمت مساوی تقسیم کنیم، هر یک از این قسمت‌ها برابر با یک نانومتر هستند! نوک یک سوزن معمولی تقریباً دارای اندازه‌ی نزدیک به یک میلیون نانومتر است!



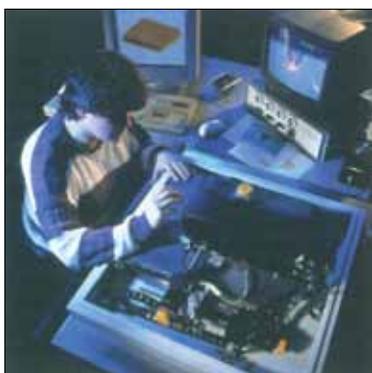


محققان شاغل در IBM توانسته‌اند ۱۱ مولکول کربن مونو اکسید را بر روی سطح فلز مس قرار دهند. آنها برای قرار دادن مولکول‌های کربن مونو اکسید در جاهای مورد نظرشان از میکروسکوپ‌های نیروی اتمی (AFM) بسیار مهندسی استفاده کرده‌اند.

نانو تکنولوژیست‌ها در حال حاضر موفق به ساخت مجموعه‌هایی شده‌اند که اندازه‌ی آنها کمتر از ۱۰۰ nm است. آنها روش‌هایی را ابداع کرده‌اند که به کمک این روش‌ها می‌توانند یک اتم یا یک مولکول تنها را جا به جا کرده و آن را در جایی قرار دهند که می‌خواهند.

در حال حاضر تحقیقات در این زمینه در مراحل ابتدایی خود قرار دارد. برای ساختن مجموعه‌های مولکولی دو روش وجود دارد که عبارتند از:

- **کنده کاری** یا قلم زنی مواد، تا حدی که فقط سطحی از اتم‌ها یا مولکول‌ها باقی بماند. این روش در تکنیک‌های میکروالکترونیک استفاده می‌شود.
- **ساختن** مجموعه‌ی مورد نظر از اتم‌ها یا مولکول‌ها، که یا به صورت فیزیکی و با حرکت دادن مولکول‌ها با استفاده از میکروسکوپ‌های نیروی اتمی انجام می‌شود، و یا توسط انجام واکنش‌های شیمیایی در داخل محلول‌ها صورت می‌گیرد.



میکروسکوپ نیروی اتمی می‌تواند اتم‌ها و مولکول‌ها را حرکت داده و در جاهای جدیدی قرار دهد.

استفاده از روش‌های شیمیایی مناسب‌تر به نظر می‌رسد. حرکت دادن فیزیکی مولکول‌ها به زمان و هزینه‌ی زیادی احتیاج دارد و در نتیجه قیمت محصولات تولید شده نیز بسیار بیشتر خواهد بود.



## شیمی در عمل: کاربردهای نانوتکنولوژی

### پوشش‌های ضد آفتاب

در حال حاضر نانو تکنولوژی باعث پیشرفت و توسعه‌ی صنعت تولید پوشش‌ها و کرم‌های ضد آفتاب شده است. محققان می‌توانند ذره‌های کوچک پودر تیتانیم اکسید را به وسیله‌ی سیلیکا به طور کامل پوشش دهند. ضخامت این پوشش سیلیکایی می‌تواند در حد یک اتم باشد. به نظر می‌رسد که این «ذره‌های نانو» در بازگرداندن پرتوهای خورشید موفق‌تر از مواد جاذب پرتوهای ماورابنفش (UV) متداول و موجود در بازار عمل می‌کنند.



به این ترتیب کاربرد نانوتکنولوژی در این زمینه می‌تواند از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد و در محافظت از پوست و جلوگیری از سرطان‌های مربوط به پرتوهای ماوراء بنفش نقش مهمی را ایفا کند.

### کاربردهای نانوتکنولوژی در آینده

برخی عقیده دارند که نانوتکنولوژی تأثیرات بسیار مهمی در کمک به سلامتی ما خواهد داشت و حتی می‌تواند در درمان سلول‌های بدن ما به صورت انفرادی (تک سلولی) نیز به ایفای نقش بپردازد! شاید ما بتوانیم روزی بیماری‌های خودمان را در حد سلولی دنبال کنیم و با استفاده از حسگرهای فوق العاده قوی از سلامت تک تک سلول‌های بدن مان مطمئن شویم. ممکن است نانو لوله‌ها (نانوتیوب‌ها) که در حال گسترش روز افزونی نیز هستند، در آینده برای درمان سلول‌های سرطانی مورد استفاده قرار بگیرند.



تصور کنید که دستگاه‌های بسیار کوچکی در داخل رگ‌های شما قرار داده شده و وظیفه‌ی حفاظت از آنها را بر عهده دارند. این دستگاه‌ها مانع از ذخیره شدن چربی‌های اضافی در دیواره‌ی داخلی رگ‌ها می‌شوند. کامپیوترهایی را تجسم کنید که ظرفیت حافظه

و سرعت آنها در حال حاضر برای ما در حد یک رویا است. اما دست یافتن به هر یک از این موارد با استفاده از نانوتکنولوژی امکان‌پذیر به نظر می‌رسد.



### آیا نانو تکنولوژی به ما آسیب خواهد رساند؟



شرکت‌های تولید کننده‌ی لوازم آرایشی و بهداشتی با استفاده از نانو ذرات توانسته‌اند کرم‌های پیشرفته‌ای را برای برطرف کردن چین و چروک پوست تولید کنند. این ذرات کوچک می‌توانند به لایه‌های زیرین پوست نیز نفوذ کنند و اجزای خاصی که در آنها موجود هستند با تحریک پوست در این ناحیه باعث تولید سلول‌های جدیدی خواهند شد.

اما برخی از مردم معتقدند که تحقیقات کمی در مورد امکان نفوذ نانو ذره‌ها به داخل سیستم گردش خون انجام گرفته است. این افراد می‌گویند چنین موادی قبل از ورود به بازار باید مانند داروها مورد آزمایش‌های فراوان و طولانی‌تری قرار بگیرند و سپس مجوز قانونی برای استفاده از آنها صادر شود.



در سال ۱۹۸۶، «اریک درکسلر» کتابی به نام «موتور آفرینش» نوشت. در این کتاب او یک داستان خیالی را مطرح می‌کند که در آن یک دستگاه کوچک و نانومتری وجود دارد

که می‌تواند خودش را تولید کند. به این ترتیب زمین مورد حمله‌ی ذراتی به نام «گری گو» قرار می‌گیرد. بعضی از مردم بسیار نگران بوده و خواهان توقف مطالعات و تحقیقات در مورد نانو تکنولوژی هستند.

### ◀ پاک کننده‌ها



این پرنده پس از برخورد با آب‌های آلوده‌ی نفتی دچار مشکل شده است. شستشو به وسیله‌ی پاک کننده‌های مناسب دوباره او را به مهل زندگی خود باز می‌گرداند.

پاک کننده‌ها و شوینده‌ها از جمله مهمترین مواد بهداشتی هستند. قبلاً با اثر امولسیون کنندگی این مواد آشنا شده‌اید. آنها به از بین بردن لکه‌های چربی و روغن کمک می‌کنند. همچنین باعث نفوذ راحت‌تر آب به داخل پارچه‌ها می‌شوند. آزمایش بعد نشان می‌دهد که یک پاک کننده چگونه نیروی بین مولکولی در سطح آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد.



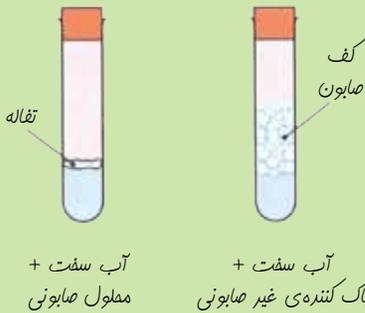
آزمایش ۴-۷ پاک کننده‌ها و کشش سطحی

با احتیاط و به آرامی یک سوزن را بر روی سطح آب داخل یک بشر شناور کنید. برای این کار سوزن را بر روی یک تکه دستمال کاغذی قرار دهید. دستمال کاغذی پس از خیس خوردن به آرامی زیر آب می‌رود و سوزن بر روی آب باقی خواهد ماند. حالا به آرامی یک قطره مایع ظرفشویی (یا محلولی از شوینده‌های دیگر) را به آب موجود در بشر اضافه کنید.

• چه اتفاقی برای سوزن می‌افتد؟ سعی کنید علت این اتفاق را توضیح دهید.

کشش سطحی آب باعث شناور ماندن سوزن بر روی سطح آن می‌شود. در واقع بین مولکول‌های موجود در سطح آب، نیروهایی نسبتاً قوی وجود دارند که باعث کشش سطحی آن می‌شوند. اگر بتوانیم این نیروها را به هر روشی ضعیف‌تر کنیم، سوزن در آب فرو می‌رود. کاهش کشش سطحی آب با استفاده از پاک کننده‌ها همان عاملی است که باعث نفوذ بهتر آنها در بافت پارچه‌ها می‌شود.

آزمایش ۵-۷ آب سخت



در داخل یک لوله‌ی آزمایش مقداری آب سخت (آبی که دارای ترکیب‌های منیزیم و یا کلسیم است) ریخته و چند قطره محلول آب صابون به آن اضافه کنید. با استفاده از یک چوب پنبه درب لوله را بسته و سپس آن را تکان دهید.

- چه چیزی مشاهده می‌کنید؟
- حال همین آزمایش را با یک پاک کننده‌ی غیر صابونی انجام دهید.
- نتایج این آزمایش چه تفاوتی با آزمایش قبل دارد؟

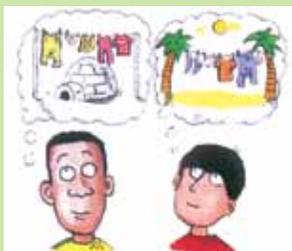
مایعات شوینده معمولاً از اجزای زیر ساخته می‌شوند:

- یک سورفاکتانت (پاک کننده‌ی اصلی که لکه‌های چربی و روغن را بر طرف می‌کند).
- آب (برای رقیق‌تر کردن مخلوط تا بتواند راحت‌تر از داخل بطری خارج شود).
- مواد افزودنی برای ایجاد رنگ و بوی مطلوب (تا بر جذابیت محصول بیافزاید و فروش آن را بیشتر کند).
- عامل شستشو دهنده (که آبکشی کردن جسم شسته شده را ساده‌تر خواهد کرد).



## تحقیق ۶-۷ مقایسه‌ی پاک‌کننده‌ها

با انجام یک تحقیق، کارایی هر یک از موارد زیر را با یکدیگر مقایسه کنید:



- مایع‌های دستشویی سازگار با محیط زیست در مقایسه با انواع متداول آنها
- پودرهای رختشویی بیولوژیکی در مقایسه با انواع غیربیولوژیکی آنها
- پیش از شروع تحقیق، طرح تان را با معلم خود در میان بگذارید و نظر او را در این مورد جویا شوید.

## خلاصه‌ی فصل

- صنایع شیمیایی با تولید مواد جدید، امکان دستیابی به مواد مورد نیاز ما را برای مان فراهم می‌کنند.
- تهیه‌ی محصولات شیمیایی که با تولید انبوه ساخته می‌شوند در طی فرآیندهای پیوسته صورت می‌گیرد که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر هستند.
- داروها اغلب در فرآیندهای ناپیوسته (مقطعی) تولید می‌شوند.
- قبل از تولید و پخش یک داروی جدید و استفاده از آن به صورت عمومی، لازم است تا تحقیقات و آزمایش‌های بسیار زیادی انجام شوند. چنین فرآیندی بسیار پُر هزینه خواهد بود.
- رنگ دانه‌ها مواد رنگ دهنده‌ای هستند که در انواع رنگ‌ها (ساختمانی و یا ترسیم نقاشی) مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- رنگ دانه‌های هوشمند به تغییرات اطراف خود پاسخ می‌دهند. به عنوان مثال، رنگ دانه‌های گرما رنگ در دماهای مختلف رنگ خود را تغییر می‌دهند.
- **نانوتکنولوژی** پیشرفت فوق‌العاده‌ای در زمینه‌های علمی فراهم آورده است. می‌توان تک تک اتم‌ها یا مولکول‌ها را به گونه‌ای در کنار یکدیگر قرار داد که مجموعه‌های کوچک و «نانو ذره‌ها» ساخته شوند.
- پاک‌کننده‌ها یکی از اجزای سازنده‌ی مواد بهداشتی هستند. مایع‌های دستشویی و پودرهای لباس شویی همگی دارای مواد پاک‌کننده هستند.



## پریش‌ها

۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:  
 در صنایع شیمیایی به فرآیندهایی که ۲۴ ساعت در روز کار می‌کنند، فرآیندهای ..... گفته می‌شود. این فرآیندها تعداد زیادی از محصولات مورد نظر را برای متقاضیان تولید می‌کنند. مواد رنگ دهنده‌ای که در رنگ‌های ساختمانی و رنگ‌های مورد استفاده در ترسیم نقاشی به کار می‌روند، ..... نامیده می‌شوند. برخی از مواد می‌توانند در دماهای مختلف رنگ خود را تغییر دهند. چنین موادی را ..... می‌نامند.  
 دانشمندان در شاخه‌ی جدیدی از علم به نام ..... می‌توانند اتم‌ها و مولکول‌ها را حرکت داده و جای آنها را تغییر دهند.

۲- فرض کنید از شما به عنوان یک کارشناس آزمایشگاه خواسته شده است تا یک خط تولید برای تهیه‌ی اتانول طراحی کنید. به نظر شما فرآیند تولید این ماده باید به صورت پیوسته باشد یا ناپیوسته؟ چرا؟

۳- فرض کنید قرار است شما رنگی را طراحی کنید که در دمای  $27^{\circ}\text{C}$  تغییر رنگ دهد. برای این کار دو رنگ دانه در اختیار شماست که یکی از آنها در این دما از قرمز به بی رنگ تبدیل می‌شود و دیگری نیز یک رنگ دانه‌ی زرد رنگ معمولی است.  
 (آ) توضیح دهید که چگونه می‌توانید چنین رنگی را تولید کرده و تغییر رنگ آن را مشاهده کنید.  
 (ب) سعی کنید یک کاربرد مفید برای رنگ تهیه شده پیدا کنید.

۴- با انجام یک تحقیق، دفترچه‌ای (جزوه‌ای) آماده کنید که دوستان شما با مطالعه‌ی آن بتوانند با کاربرد نانو تکنولوژی در صنعت آشنا شوند. بهتر است اطلاعاتی که ارائه می‌دهید شامل کاربردهای اخیر و همچنین کاربردهای احتمالی نانو تکنولوژی در آینده نیز باشد.

۵- توضیح دهید که چرا شرکت‌های دارو سازی باید قبل از معرفی یک داروی جدید به بازار مصرف، سرمایه گذاری‌های کلانی را انجام دهند.

۶- به دو پودر رختشویی مقابل توجه کنید:  
 (آ) آزمایش ساده‌ای طرح کنید تا با انجام آن بتوان مشخص کرد که کدام یک از این پودرها برای از بین بردن لکه‌های حاصل از غذا مناسب‌تر هستند.

(ب) پودر پاک زیست در مقایسه با پودر کف آرا دارای قیمت بالاتری است. به نظر شما پیش از تصمیم گیری برای خرید پودر ارزان‌تر، لازم است چه نکاتی را مورد توجه قرار دهیم؟



مطالعه‌ی بیشتر - ۲

مول



جرم اتمی نسبی ( $A_r$ )	عنصر
۱	هیدروژن
۱۲	کربن
۱۴	نیتروژن
۱۶	اکسیژن
۱۹	فلوئور



همان طور که می‌دانید، اتم‌ها بسیار کوچک‌تر از آن هستند که بتوان آن‌ها را دید. بنابراین اگر بخواهیم اتم‌ها را بشماریم با مشکل بزرگی مواجه خواهیم بود. اما می‌توانیم به راحتی مجموعه‌ای از اتم‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم.

به مقادیر جرم اتمی نسبی ( $A_r$ ) داده شده در جدول مقابل توجه کنید:

با توجه به این اطلاعات، اکسیژن ۱۶ مرتبه سنگین‌تر از هیدروژن است. بنابراین اگر ۱ گرم هیدروژن و ۱۶ گرم اکسیژن داشته باشید، تعداد یکسانی از اتم‌های هیدروژن و اکسیژن را در اختیار خواهید داشت. البته این مقدار شامل تعداد بسیار زیادی اتم است!

شیمی دان‌ها از اتم‌های کربن - ۱۲ به عنوان استاندارد استفاده می‌کنند:

یک مول، مقداری از هر ماده است که تعداد ذرات آن برابر با تعداد اتم‌های موجود در ۱۲ گرم از کربن - ۱۲ ( $^{12}\text{C}$ ) باشد.

در حقیقت، تعداد اتم‌های موجود در ۱ گرم (۱ مول) هیدروژن تقریباً برابر است با:

۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰

بنابراین تعجبی ندارد که ما نتوانیم چنین اتم‌هایی را بینیم (این عدد به عنوان عدد آووگادرو شناخته می‌شود و به صورت  $6 \times 10^{23}$  نوشته می‌شود)!

حتی در هنگام انجام واکنش در داخل یک لوله‌ی آزمایش نیز با تعداد بی‌شماری از اتم‌ها مواجه هستیم. بنابراین صحبت کردن در مورد تعداد مول آن‌ها راحت‌تر از مطرح کردن تعداد واقعی شان خواهد بود. در این حالت ابتدا مواد را وزن می‌کنیم و سپس می‌گوییم که تعداد مول آن‌ها چقدر است.

جرم  
تعداد مول اتم‌ها =  $\frac{\text{جرم}}{\text{جرم اتمی نسبی}}$

معادله‌ی مقابل به همین منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد:



مثال:

در ۲/۴ گرم کربن چند مول وجود دارد؟

$$\text{جرم اتمی نسبی} = \frac{\text{جرم}}{\text{تعداد مول اتم ها}} = \frac{2/4}{12} = 0.2 \text{ mol}$$



شما ترجیح می‌دهید که برنده‌ی جایزه‌ی ویژه‌ی یک بانک شوید یا «یک مول» سکه‌ی ۱۰۰ ریالی داشته باشید؟

حال سعی کنید که این پرسش را حل کنید.

• در هر یک از موارد زیر، چند مول وجود دارد؟

۳- ۱۶۰ g اکسیژن

۲- ۳۶ g کربن

۱- ۲ g هیدروژن

۵- ۰/۱۹ g فلوئور

۴- ۱/۴ g نیتروژن

(جرم‌های اتمی نسبی مورد نیاز عبارتند از: H=۱, C=۱۲, O=۱۶, N=۱۴, F=۱۹)

## تبدیل کردن مول به گرم

با کمی تغییر در معادله‌ی قبل می‌توان گفت:

$$\text{جرم اتمی نسبی} \times \text{مول} = \text{جرم}$$

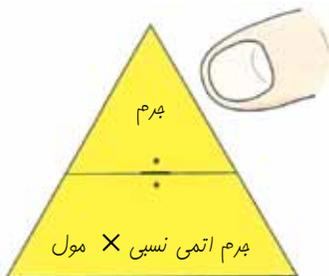
به این ترتیب با داشتن تعداد مول‌های موجود از یک عنصر می‌توانیم جرم آن را تعیین کنیم.

مثال:

جرم ۰/۱ مول از اتم‌های کربن چقدر است؟

$$\begin{aligned} \text{جرم اتمی نسبی} \times \text{مول} &= \text{جرم} \\ &= 0.1 \times 12 = 1.2 \text{ g} \end{aligned}$$

اگر تغییر دادن معادله‌ها برای شما سخت است، می‌توانید از مثلث جادویی استفاده کنید.





آمارآو آوولکاردو  
(۱۷۷۶-۱۸۵۶)

برای این کار ابتدا سوال مطرح شده را بخوانید و ببینید که چه چیزی را از شما خواسته است. سپس انگشت خود را بر روی نام این پارامتر در مثلث جادویی قرار داده و به راحتی معادله‌ی مورد نیاز برای حل پرسش داده شده را مشاهده کنید!

حال شما می‌توانید به موارد مطرح شده در سؤال زیر پاسخ دهید:

• جرم هر یک از موارد زیر چقدر است؟

- |                 |                  |                |
|-----------------|------------------|----------------|
| ۲-۶ مول اتم H   | ۵-۷ مول اتم N    | ۸-۲۰ مول اتم O |
| ۹-۰/۵ مول اتم F | ۱۰-۰/۱ مول اتم C |                |

### مول در مولکول‌ها

شما می‌توانید از روشی مشابه برای حل مسائل مطرح شده در مورد مولکول‌ها نیز استفاده کنید. فقط کافی است از جرم فرمولی نسبی (یا جرم مولکولی نسبی،  $M_r$ ) به جای جرم اتمی نسبی استفاده کنید:



$$\text{جرم} = \frac{\text{جرم فرمولی نسبی}}{\text{مول}}$$

$$\text{جرم فرمولی نسبی} = \text{مول} \times \text{جرم}$$

مثال:

تعداد مول‌های موجود در ۸g از مس (II) اکسید چقدر است (فرمول این ترکیب CuO می‌باشد)؟

مرحله ۱- با استفاده از جرم‌های اتمی نسبی مس و اکسیژن، جرم فرمولی ترکیب داده شده را به دست آورید:

$$\text{Cu} = ۶۴ \quad \text{O} = ۱۶ \quad \text{جرم فرمولی نسبی CuO} = ۶۴ + ۱۶ = ۸۰$$

مرحله ۲- اطلاعات داده شده در مسئله را همراه با جرم فرمولی نسبی در معادله قرار دهید:

$$\text{جرم فرمولی نسبی} = \frac{\text{جرم}}{\text{مول}} \quad \text{مول} = \frac{۸}{۸۰} = ۰/۱ \text{ mol}$$



• در هر یک از موارد زیر چند مول مولکول وجود دارند؟

۱۳-  $1/6 \text{ g}$  از  $\text{CH}_4$

۱۲-  $170 \text{ g}$  از  $\text{NH}_3$

۱۱-  $36 \text{ g}$  از  $\text{H}_2\text{O}$

۱۵-  $16 \text{ g}$  از  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

۱۴-  $0.3 \text{ g}$  از  $\text{C}_2\text{H}_6$

### مول در گازها



همان طور که می‌دانید، گازها بسیار سبک هستند و وزن کردن آن‌ها دشوار است. اما به راحتی می‌توان حجم یک گاز را اندازه‌گیری کرد. آیا می‌توانید روشی را برای اندازه‌گیری حجم گاز آزاد شده در یک واکنش بیان کنید؟ خوشبختانه ما می‌توانیم حجم‌های هر گازی را مستقیماً به مقدار مول آن تبدیل کنیم. برای این کار احتیاجی به وزن کردن آن گاز نداریم. زیرا حجم‌های مساوی از هر گازی در دما و فشار یکسان، دارای تعداد ذره‌های یکسانی هستند.

در دمای اتاق ( $20^\circ\text{C}$ ) و فشار معمولی آن (۱ اتمسفر) می‌توان گفت:

۱ مول از هر گازی حجمی معادل با  $24 \text{ cm}^3$  (لیتر  $24000 \text{ cm}^3$ ) را اشغال می‌کند (البته در بعضی از کتاب‌ها این مقدار را  $2400 \text{ cm}^3$  در نظر می‌گیرند). با استفاده از این اطلاعات می‌توانیم معادله‌ی زیر را بنویسیم:

$$\text{حجم گاز (بر حسب لیتر)} = \frac{\text{تعداد مول گاز}}{24}$$

ما در هنگام انجام آزمایش‌های خود در آزمایشگاه معمولاً حجم گاز را بر حسب  $\text{cm}^3$  اندازه‌گیری می‌کنیم. بنابراین می‌توان از معادله‌ی زیر استفاده کرد:

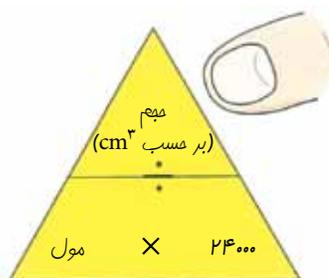
$$\text{حجم گاز (بر حسب } \text{cm}^3) = \frac{\text{تعداد مول گاز}}{24000}$$



به این ترتیب مثلث جادویی به این صورت خواهد بود:



اندازه گرفتن حجم گاز آسون تره.



مثال:

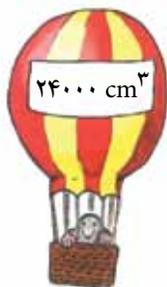
$24 \text{ cm}^3$  گاز هیدروژن شامل چند مول از مولکولهای هیدروژن است؟

$$\text{مول} = \frac{\text{حجم}}{24000} = \frac{24}{24000} = 0/001 \text{ mol}$$

حال می‌توانید موارد مطرح شده در سوال زیر را محاسبه کنید (دقت کنید که واحدهای مورد استفاده به صورت lit یا  $\text{cm}^3$  هستند!):

• در هر یک از موارد زیر چند مول از مولکولهای گازی وجود دارند؟

- ۱-  $24 \text{ lit}$  گاز کلر  
 ۲-  $6 \text{ lit}$  گاز هیدروژن  
 ۳-  $2/4 \text{ lit}$  گاز متان  
 ۴-  $120 \text{ cm}^3$  گاز اکسیژن  
 ۵-  $48 \text{ cm}^3$  گاز نیتروژن



دقت کنید که شما برای حل کردن مسائل مربوط به گازها نیازی به استفاده از جرم اتمی نسبی یا جرم فرمولی نسبی ندارید.

• علت این موضوع چیست؟

### حجم گازها

شما می‌توانید با کمی تغییر در معادله‌های قبل به روابط جدیدی دست پیدا کنید:

$$24000 \times \text{تعداد مولها} = \text{حجم گاز (بر حسب cm}^3\text{)}$$

$$24 \times \text{تعداد مولها} = \text{حجم گاز (بر حسب لیتر)}$$



مثال:

۰/۱ مول گاز اکسیژن در دما و فشار اتاق چه حجمی را اشغال می‌کند؟

$$\begin{aligned} 24000 \times \text{تعداد مول‌ها} &= \text{حجم (بر حسب cm}^3\text{)} \\ &= 0.1 \times 24000 \\ &= 2400 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

• هر یک از گازهای زیر دارای چه حجمی خواهند بود؟

۳-۶ مول هیدروژن      ۷-۵ مول کلر      ۸-۰/۱ مول نیتروژن  
۹-۰/۰۱ مول هیدروژن سولفید      ۱۰-۰/۰۵ مول گوگرد دی‌اکسید

در صورتی که مسئله مطرح شده شامل جرم گاز باشد، پاسخ به آن کمی دشوارتر خواهد بود.

مثال:

حجمی که ۸ g گاز اکسیژن در دما و فشار اتاق اشغال می‌کند را محاسبه کنید.

مرحله ۱- تعداد مول‌های مولکول‌های گازی را تعیین کنید.

به خاطر دارید که فرمول گاز اکسیژن  $O_2$  می‌باشد. بنابراین جرم فرمولی نسبی  $O_2$  عبارت

$$\text{است از: } 16 \times 2 = 32$$

در نتیجه یک مول گاز اکسیژن ۳۲ گرم جرم دارد.

از طرفی داریم:

$$\text{جرم} = \frac{\text{جرم فرمولی نسبی}}{\text{مول}}$$

بنابراین می‌توان گفت:

$$\text{تعداد مول های اکسیژن} = \frac{8}{32} = 0.25 \text{ mol}$$

مرحله ۲- حال حجم گاز را به دست آورید.

$$\begin{aligned} 24000 \times \text{مول} &= \text{حجم گاز (بر حسب cm}^3\text{)} \\ &= 0.25 \times 24000 \\ &= 6000 \text{ cm}^3 \text{ گاز اکسیژن} \end{aligned}$$



با توجه به مثال مطرح شده می‌توانید نمونه‌های زیر را مورد بررسی قرار دهید:

• هر یک از گازهای داده شده در دما و فشار اتاق چه حجمی را اشغال می‌کنند؟

$\text{Cl}_2$  از  $3/55 \text{ g}$  - ۱۳

$\text{CH}_4$  از  $8 \text{ g}$  - ۱۲

$\text{H}_2$  از  $4 \text{ g}$  - ۱۱

$\text{CO}_2$  از  $8/8 \text{ g}$  - ۱۵

$\text{He}$  از  $0/002 \text{ g}$  - ۱۴

(جرم‌های اتمی نسبی مورد نیاز عبارتند از:  $\text{O} = 16, \text{He} = 4, \text{Cl} = 35/5, \text{C} = 12, \text{H} = 1$ )



وامر غلظت محلول بر روی بر حسب ظروف ممکن است به صورت «M» یا «mol/L» نشان داده شود.

### ◀ مول در محلول‌ها

در آزمایشگاه‌ها هر ظرفی که در آن یک محلول وجود دارد باید دارای یک برچسب باشد که مشخصات محلول بر روی آن نوشته شده باشد. نام محلول یکی از این ویژگی‌ها است که روی برچسب وجود دارد. اغلب اوقات نیز غلظت محلول (به عنوان مثال به صورت  $1 \text{ M}$ )

و یا  $1 \text{ mol/L}$ ) در کنار نام آن مشاهده می‌شود. گاهی به جای عبارت غلظت محلول از مولاریته‌ی محلول استفاده می‌شود.

$1 \text{ M}$  یا  $1 \text{ mol/L}$  به مفهوم این است که ۱ مول از ماده‌ی مورد نظر در  $1 \text{ liter}$  ( $1000 \text{ cm}^3$ ) از محلول وجود دارد.

با دانستن این مطالب و داشتن غلظت محلول، می‌توانیم تعداد مول‌های موجود در هر محلول را نیز محاسبه کنیم.

به مثال زیر توجه کنید:



مثال:

در  $100 \text{ cm}^3$  از یک محلول  $2 \text{ mol/L}$  سدیم کلرید، چند مول از این ماده وجود دارد؟

غلظت  $2 \text{ mol/L}$  به معنای وجود ۲ مول «mole» در زبان انگلیسی به معنی «موش کور» است! سدیم کلرید در  $1000 \text{ cm}^3$  از محلول است. از آن جا که  $100 \text{ cm}^3$  در واقع یک دهم  $1000 \text{ cm}^3$  می‌باشد، بنابراین مقدار سدیم کلرید موجود در  $100 \text{ cm}^3$  محلول نیز یک دهم مقدار موجود در  $1000 \text{ cm}^3$  خواهد بود که برابر با  $0/2 \text{ mol}$  است.



با چنین استدلال منطقی می‌توان هر نوع محاسبات مربوط به مول را انجام داد. اما مثال زیر کمی پیچیده‌تر است:

مثال:

چند مول سدیم کلرید در  $22 \text{ cm}^3$  از محلول  $2/0 \text{ mol/L}$  آن وجود دارد؟

ترتیب مراحل حل مسئله به صورت زیر است:

در  $1000 \text{ cm}^3$  محلول، ۲ مول سدیم کلرید داریم.

بنابراین در  $1 \text{ cm}^3$  محلول،  $0/002$  مول سدیم کلرید خواهیم داشت.

در نتیجه در  $22 \text{ cm}^3$  محلول،  $22 \times 0/002$  مول از این ماده وجود دارد که برابر با  $0/044 \text{ mol}$  است.

شما می‌توانید از مثلث یادویی زیر نیز استفاده کنید:



(فراموش نکنید که اگر معمد داده شده بر حسب  $\text{cm}^3$  بود، با تقسیم کردن آن بر ۱۰۰۰، معمد داده شده را به لیتر تبدیل کنید)

اگر بخواهید می‌توانید از معادله‌ی زیر نیز استفاده کنید:

$$\text{حجم مملول (بر حسب } \text{cm}^3) = \frac{\text{غلظت} \times \text{تعداد مول ها در مملول}}{1000}$$

به این ترتیب در مورد مثال اول خواهیم داشت:

غلظت مملول برابر با  $2 \text{ mol/L}$  است،

حجم مملول نیز  $100 \text{ cm}^3$  می‌باشد.

بنابراین:

$$\text{تعداد مول ها} = 2 \times \frac{100}{1000} = 0/2 \text{ mol}$$



حال می‌توانید موارد زیر را بررسی کنید:

• در هر یک از موارد داده شده چند مول از ماده‌ی مورد نظر وجود دارد؟

۱- ۲ L از محلول سولفوریک اسید با غلظت ۱ mol/L

۲- ۵۰۰ cm<sup>۳</sup> از محلول نیتریک اسید با غلظت ۲ mol/L

۳- ۲۵۰ cm<sup>۳</sup> از محلول هیدروکلریک اسید با غلظت ۱ mol/L

۴- ۱۰۰ cm<sup>۳</sup> از محلول سدیم هیدروکسید با غلظت ۰/۵ mol/L

۵- ۵۰ cm<sup>۳</sup> از محلول سدیم کلرید با غلظت ۰/۵ mol/L

(توجه داشته باشید که در هیچ یک از این موارد به فرمول ماده‌ی مورد نظر احتیاج ندارید، چرا که نیازی به استفاده از جرم فرمولی نسبی نخواهید داشت).

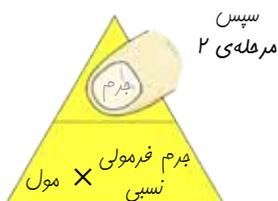
### ساختن محلول‌ها

فرض کنید شما یک کارشناس آزمایشگاه هستید و برای انجام کار خود به ۲۵۰ cm<sup>۳</sup> محلول سدیم نیترات با غلظت ۱ mol/L احتیاج دارید. چطور می‌توانید این محلول را تهیه کنید؟

**مرحله ۱-** برای تهیه‌ی این محلول به چند مول سدیم نیترات احتیاج دارید؟



می‌دانیم که ۱۰۰۰ cm<sup>۳</sup> از محلول سدیم نیترات با غلظت ۱ mol/L دارای ۱ mol از این ماده خواهد بود. اما شما می‌خواهید محلولی به اندازه‌ی یک چهارم این مقدار (۲۵۰ cm<sup>۳</sup>) را بسازید. بنابراین لازم است که یک چهارم مقدار سدیم نیترات (۰/۲۵ mol) را در آب حل کنید.



**مرحله ۲-** جرم ماده‌ی جامد مورد نیاز را محاسبه کنید. جرم فرمولی نسبی سدیم نیترات (NaNO<sub>۳</sub>) را تعیین کنید.

$$۳ \times O = ۳ \times ۱۶ = ۴۸ \quad ۱ \times N = ۱ \times ۱۴ = ۱۴ \quad ۱ \times Na = ۱ \times ۲۳ = ۲۳$$

$$\text{جرم فرمولی نسبی} = ۲۳ + ۱۴ + ۴۸ = ۸۵$$

یک مول سدیم نیترات دارای جرمی معادل با ۸۵ g است.



بنابراین جرم  $0.25 \text{ mol}$  سدیم نیترات عبارت است از:

$$0.25 \times 85 = 21.25 \text{ g}$$

(به خاطر دارید که با استفاده از مثلث جادویی خواهیم داشت:

جرم فرمولی نسبی  $\times$  مول = جرم)

بنابراین شما به عنوان یک کارشناس،  $21.25 \text{ g}$  سدیم نیترات را وزن کرده و در آب حل می‌کنید. سپس حجم نهایی محلول را به  $250 \text{ cm}^3$  می‌رسانید.

حال به مسائل زیر توجه کنید:

• جرم هر یک از ترکیب‌های موجود در محلول‌های زیر را محاسبه کنید:

۶- مقدار سدیم کلرید ( $\text{NaCl}$ ) موجود در  $500 \text{ cm}^3$  از محلول  $1 \text{ mol/L}$  آن

۷- مقدار پتاسیم هیدروکسید ( $\text{KOH}$ ) موجود در  $100 \text{ cm}^3$  از محلول  $2 \text{ mol/L}$  آن

۸- مقدار سولفوریک اسید ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) موجود در  $25 \text{ cm}^3$  از محلول  $1 \text{ mol/L}$  آن

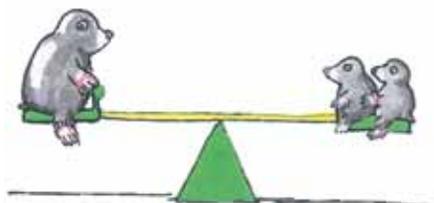
۹- مقدار سرب نیترات ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) موجود در  $75 \text{ cm}^3$  از محلول  $0.5 \text{ mol/L}$  آن

۱۰- مقدار آمونیوم سولفات ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) موجود در  $13 \text{ cm}^3$  از محلول  $0.25 \text{ mol/L}$  آن

(جرم‌های اتمی مورد نیاز عبارتند از:

$$(\text{N} = 14, \text{Pb} = 207, \text{S} = 32, \text{H} = 1, \text{O} = 16, \text{K} = 39, \text{Cl} = 35.5, \text{Na} = 23)$$

## ◀ مول در معادله‌های شیمیایی



فرض کنید شما صاحب یک کارخانه‌ی تولید مواد شیمیایی هستید. وقتی یکی از مشتریان سفارش تولید مقداری از محصولات شما را مطرح می‌کند، لازم است بدانید که برای آماده کردن سفارش مورد نظر به چه مقداری از مواد اولیه نیاز دارید.

در این جا است که معادله‌های شیمیایی به کمک شما می‌آیند و می‌توانید با استفاده از معادله‌های موازنه شده، مقدار مواد اولیه مورد نیاز و یا محصولات تولید شده را پیش بینی کنید. به مثال زیر توجه کنید:



مثال:

روی اکسید همراه با کربن در داخل کوره حرارت داده می‌شود. در این حالت، روی اکسید در واقع احیا شده (کاهش می‌یابد) و به روی تبدیل می‌شود. در این فرآیند کربن مونواکسید نیز تولید خواهد شد. برای تولید ۱۳۰ تن روی به چه مقداری از روی اکسید احتیاج خواهیم داشت؟ (۱ تن = ۱۰۰۰ kg، جرم اتمی O برابر با ۱۶ بوده و Zn نیز دارای جرم اتمی ۶۵ است).



مرحله ۱- معادله‌ی موازنه شده‌ی مربوط به این فرآیند را بنویسید.



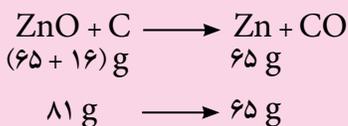
مرحله ۲- با توجه به معادله‌ی موازنه شده، تعداد مول واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها را مشخص کنید. با استفاده از معادله‌ی نوشته شده می‌توان گفت:

۱ مول روی اکسید با ۱ مول کربن واکنش می‌دهد،  
۱ مول روی و ۱ مول کربن مونواکسید ساخته می‌شوند.

مرحله ۳- موادی که اطلاعات آن‌ها در مسئله داده شده است و یا می‌خواهید مقدار آن‌ها را تعیین کنید، در واکنش نوشته شده مشخص کنید.



به این ترتیب ۱ مول روی اکسید برای تهیه‌ی ۱ مول روی مورد نیاز است.



مرحله ۴- با استفاده از جرم‌های فرمولی نسبی، مقدار مول‌ها را به جرم تبدیل کنید.

مرحله ۵- مراحل مورد نیاز برای رسیدن به پاسخ نهایی را به ترتیب انجام دهید.

اگر ۸۱ g از ZnO باعث تولید ۶۵ g از Zn می‌شود، بنابراین ۸۱ تن از ZnO می‌تواند ۶۵ تن از Zn را تولید کند. به این ترتیب چند تن ZnO برای تولید ۱۳۰ تن Zn مورد نیاز است؟  
 $\frac{81}{65}$  تن ZnO می‌تواند ۱ تن Zn تولید کند.

بنابراین  $130 \times \frac{81}{65}$  تن ZnO باعث تولید ۱۳۰ تن Zn خواهد شد. این مقدار برابر است با: ۱۶۲ تن روی اکسید



اجازه دهید یک مثال دیگر را بررسی کنیم. آیا شما می‌دانید که در آزمایشگاه‌ها برای شناسایی یون کلرید ( $\text{Cl}^-$ ) در یک محلول از چه روشی استفاده می‌شود؟ برای این کار مقداری از محلول نقره نیترات ( $\text{AgNO}_3$ ) را به محلول مورد آزمایش اضافه می‌کنیم. اگر یون کلرید در این محلول وجود داشته باشد، رسوب سفید رنگ نقره کلرید ( $\text{AgCl}$ ) را مشاهده خواهید کرد.

مثال:

فرض کنید در آزمایشی که می‌خواهید برای شناسایی یون کلرید انجام دهید، محلولی را در اختیار دارید که  $0.95 \text{ g}$  منیزیم کلرید در آن قرار دارد. سپس مقداری از محلول نقره نیترات را به آن می‌افزایید. اگر تمام منیزیم کلرید موجود در محلول اول در این واکنش شرکت کند، چقدر رسوب نقره کلرید تولید خواهد شد؟

(جرم‌های اتمی مورد نیاز عبارتند از:  $\text{Ag} = 108$ ,  $\text{Cl} = 35.5$ ,  $\text{Mg} = 24$ )

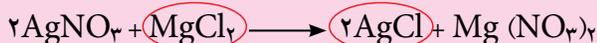
مرحله ۱- معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش را بنویسید.



مرحله ۲- تعداد مول مواد واکنش دهنده و فرآورده‌ها را با توجه به معادله‌ی موازنه شده مشخص کنید.

۲ مول نقره نیترات با ۱ مول منیزیم کلرید واکنش می‌دهد،  
۲ مول نقره کلرید و ۱ مول منیزیم نیترات تولید خواهد شد.

مرحله ۳- موادی که اطلاعات آن‌ها در مسئله داده شده است و یا شما می‌خواهید مقدار آن‌ها را تعیین کنید، در واکنش نوشته شده مشخص کنید:



به این ترتیب ۱ مول منیزیم کلرید می‌تواند ۲ مول نقره کلرید تولید کند.

مرحله ۴- با استفاده از جرم‌های فرمولی نسبی، مقدار مول‌ها را به جرم تبدیل کنید.

نقره کلرید ( $\text{AgCl}$ )

منیزیم کلرید ( $\text{MgCl}_2$ )

$$1 \times \text{Mg} = 1 \times 24 = 24$$

$$1 \times \text{Ag} = 108$$

$$2 \times \text{Cl} = 2 \times 35.5 = 71$$

$$1 \times \text{Cl} = 35.5$$

$$24 + 71 = 95$$

$$108 + 35.5 = 143.5$$

محل نقره نیترات

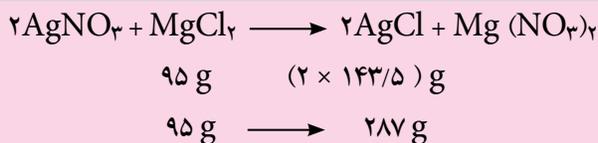


منیزیم کلرید



رسوب سفید ( $\text{AgCl}$ )  
نشان دهنده‌ی وجود  
یون‌های کلرید در  
محل اولیّه است





مرحله ۵- مراحل مورد نیاز برای رسیدن به پاسخ نهایی را به ترتیب انجام دهید.  
اگر ۹۵ g از  $\text{MgCl}_2$  باعث تولید ۲۸۷ g از  $\text{AgCl}$  شود، بنابراین ۱ g از  $\text{MgCl}_2$  می تواند  
 $\frac{287}{95} \times 0/95 \text{ g}$  از  $\text{AgCl}$  را تولید کند.  
این مقدار برابر است با: ۲/۸۷ g از  $\text{AgCl}$

حال مسائل زیر را حل کنید:

- ۱- دانش آموزی ۴/۸ g منیزیم را به مقدار کافی از محلول رقیق هیدروکلریک اسید اضافه کرد. در این صورت مقدار منیزیم کلرید تولید شده چقدر است؟ (جرم‌های اتمی مورد نیاز عبارتند از:  $\text{Cl} = 35/5, \text{Mg} = 24$ )
- ۲- اگر شما ۳/۵ g سدیم کربنات را به مقدار کافی از محلول رقیق سولفوریک اسید اضافه کنید، چقدر سدیم سولفات تولید خواهد شد؟ (جرم‌های اتمی مورد نیاز عبارتند از:  $\text{S} = 32, \text{O} = 16, \text{C} = 12, \text{Na} = 23$ )

### پرسی‌ها

- ۱- تعداد مول اتم‌ها یا مولکول‌های زیر را محاسبه کنید:
- آ) ۱۰۳/۵ گرم Pb  
 ب) ۴۵ گرم Be  
 پ) ۹/۶ گرم S  
 ت) ۱۲/۷ گرم Cu  
 ث) ۱۰ گرم آمونیاک ( $\text{NH}_3$ )  
 ج) ۸۵ گرم متان ( $\text{CH}_4$ )  
 چ) ۱۰۰ گرم گاز اکسیژن ( $\text{O}_2$ )  
 ح) ۱۹/۶ گرم سولفوریک اسید ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  
 (جرم‌های اتمی مورد نیاز عبارتند از:  $\text{H} = 1, \text{Be} = 9, \text{C} = 12, \text{N} = 14, \text{O} = 16, \text{S} = 32$ )  
 Pb = ۲۰۷, Cu = ۶۳/۵



۲- هر یک از موارد داده شده چه جرمی دارند؟

آ) ۵ مول Zn

ب) ۰/۲ مول C

پ) ۳/۵ مول Li

ت) ۲/۲ مول Si

ث) ۱/۵ مول پروپان ( $C_3H_8$ )

ج) ۶ مول آب ( $H_2O$ )

چ) ۴ مول نیتریک اسید ( $HNO_3$ )

ح) ۰/۷ مول سدیم هیدروکسید (NaOH)

(جرم‌های اتمی مورد نیاز عبارتند از:  $H = 1$ ,  $Li = 7$ ,  $C = 12$ ,  $N = 14$ ,  $O = 16$ ,  $Na = 23$ ,

$Zn = 65/5$ ,  $Si = 28$ )

۳- آ) تعداد اتم‌های موجود در ۰/۴ مول Zn بیشتر است یا ۰/۴ مول Fe؟ چرا؟

ب) جرم کدام یک از این دو مورد بیشتر است؟ پاسخ خود را با نوشتن محاسبه‌های انجام شده توضیح دهید. ( $Zn = 65/5$ ,  $Fe = 56$ )

۴- سدیم بی‌کربنات یکی از اجزای موجود در خمیر شیرینی پزی است و فرمول آن  $NaHCO_3$  می‌باشد. ۰/۵۱۷ مول از این ماده دارای چند گرم  $NaHCO_3$  خواهد بود؟ ( $H = 1$ ,  $C = 12$ ,  $Na = 23$ ,  $O = 16$ )

۵- پتاسیم پرمنگنات ( $KMnO_4$ ) ماده‌ای است که در گذشته به عنوان ضد قارچ در پزشکی مورد استفاده قرار می‌گرفت و در حال حاضر نیز به همین منظور به کار می‌رود. پوست افرادی که از این ماده استفاده می‌کنند، ارغوانی‌رنگ است. اگر شما از یک داروخانه، ۲۵۰ گرم از این ماده را خریداری کنید، چند مول از آن را در اختیار دارید؟ ( $Mn = 55$ ,  $K = 39$ ,  $O = 16$ )

۶- اگر یک قطره آب دارای جرمی معادل با ۰/۲ گرم باشد، تعداد مول‌های موجود در آن را تعیین کنید. ( $H = 1$ ,  $O = 16$ )

۷- فرض کنید یکی از دوستان شما با انجام آزمایشی بر روی یک ماده‌ی شیمیایی فهمیده است که ۰/۴ مول از این ماده، ۱۱۲/۸ گرم جرم دارد. جرم فرمولی (مولکولی) نسبی این ماده چقدر است؟



۸- در هر یک از گازهای زیر، چند مول از ماده‌ی مورد نظر وجود دارند؟

آ)  $4/5 \text{ cm}^3$  گاز  $\text{O}_2$

ب)  $7/45 \text{ lit}$  گاز  $\text{N}_2$

پ)  $124 \text{ cm}^3$  گاز  $\text{CO}_2$

ت)  $5/3 \text{ lit}$  گاز  $\text{NH}_3$

۹- حجم اشغال شده توسط هر یک از گازهای زیر را (بر حسب  $\text{cm}^3$ ) تعیین کنید:

آ)  $4/5 \text{ mol}$  گاز  $\text{O}_2$

ب)  $7/45 \text{ mol}$  گاز  $\text{N}_2$

پ)  $124 \text{ mol}$  گاز  $\text{CO}_2$

ت)  $5/3 \text{ mol}$  گاز  $\text{NH}_3$

۱۰-  $11/2$  لیتر گاز متان ( $\text{CH}_4$ ) در دما و فشار اتاق چند مول از این گاز را در خود جای داده است؟

۱۱-  $20$  گرم گاز آرگون ( $\text{Ar}$ ) در دما و فشار اتاق چه حجمی را (بر حسب  $\text{cm}^3$ ) اشغال می‌کند؟

۱۲- در  $5$  لیتر از یک محلول،  $10$  مول پتاسیم برمید ( $\text{KBr}$ ) وجود دارد. غلظت (مولاریته‌ی) این ماده در محلول داده شده چقدر است؟

۱۳- تعداد مول‌های کلسیم کلرید ( $\text{CaCl}_2$ ) موجود در  $400 \text{ cm}^3$  از محلول  $0/3 \text{ mol/L}$  این نمک را محاسبه کنید.

۱۴- برای ساختن محلول  $1/5 \text{ mol/L}$  از لیتیم فلوئورید ( $\text{LiF}$ ) با حجم  $2/5$  لیتر، به چند مول از این ترکیب نیاز داریم؟

۱۵- اگر در یک ظرف، محلول  $2 \text{ mol/L}$  از نمک طعام ( $\text{NaCl}$ ) را داشته باشیم و بدانیم که در این ظرف  $6$  مول  $\text{NaCl}$  وجود دارد، حجم محلول موجود در ظرف چند لیتر است؟

۱۶- برای تهیه‌ی  $0/5$  لیتر محلول پتاسیم یدید ( $\text{KI}$ ) با غلظت  $3 \text{ mol/L}$ ، چند گرم از این ترکیب مورد نیاز است؟ ( $I = 127, K = 39$ )

۱۷- غلظت (مولاریته‌ی)  $250 \text{ cm}^3$  از محلول سدیم برمیت ( $\text{NaBrO}_3$ ) که دارای  $10/1/25 \text{ g}$  از این ماده است را محاسبه کنید. ( $Br = 80, Na = 23, O = 16$ )



۱۸- واکنش زیر را در نظر بگیرید:



(آ) از واکنش ۰/۵۵ مول  $\text{N}_2\text{H}_4$  در این واکنش، چند مول گاز نیتروژن تولید می‌شود؟  
(ب) برای به دست آوردن ۱۰ مول آب، چند مول  $\text{N}_2\text{O}_4$  باید مورد استفاده قرار بگیرد؟

۱۹- اگر مقداری هیدروکلریک اسید رقیق ( $\text{HCl}$ ) را بر روی منیزیم اکسید ( $\text{MgO}$ ) بریزیم، منیزیم کلرید ( $\text{MgCl}_2$ ) و آب تولید خواهند شد.  
(آ) معادله‌ی موازنه‌ی شده‌ی این واکنش را بنویسید.

(ب) از مصرف شدن ۵ مول هیدروکلریک اسید، چند مول آب به وجود خواهد آمد؟  
(پ) اگر ۱۰ گرم منیزیم اکسید در مقدار کافی از  $\text{HCl}$  حل شود، مقدار منیزیم کلرید تولید شده چقدر است؟ ( $\text{Cl} = 35/5$ ,  $\text{Mg} = 24$ ,  $\text{O} = 16$ ,  $\text{H} = 1$ )

۲۰- اگر ۲۶/۵ گرم سدیم کربنات را مطابق با واکنش زیر در  $\text{HCl}$  رقیق حل کنیم:



(آ) مقدار  $\text{NaCl}$  به دست آمده چند گرم است؟  
(ب) چند مول آب در طی این واکنش تولید خواهد شد؟ ( $\text{O} = 16$ ,  $\text{C} = 12$ ,  $\text{H} = 1$ )  
( $\text{Cl} = 35/5$ ,  $\text{Na} = 23$ )

۲۱- آمونیوم نترات یکی از کودهای شیمیایی است که بر اساس واکنش زیر ساخته می‌شود:



آمونیم نترات  $\longrightarrow$  نیتریک اسید + آمونیاک

برای ساختن ۲۴۰۰ تن آمونیوم نترات، به چند تن آمونیاک احتیاج داریم؟  
(۱ تن = ۱۰۰۰ کیلوگرم) ( $\text{O} = 16$ ,  $\text{N} = 14$ ,  $\text{H} = 1$ )

