

# شیمی تکمیلی

## سال اول دوره‌ی راهنمایی تحصیلی

مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش‌پژوهان جوان

## شناسنامه:

عنوان کتاب: شیمی تکمیلی سال اول دوره‌ی راهنمایی تحصیلی

گردآوری و تألیف: محمدرضا پورجاوید، حامد قربانی

ویراستار: طاهره السادات رضوی

هماهنگی و نظارت علمی: محمدرضا پورجاوید

طراح جلد و ویرایش رایانه‌ای تصاویر: حامد مشفق آرانی

حروف چینی: گروه افرا

صفحه آرایی: حامد مشفق آرانی

شابک:

# فهرست مطالب

## صفحه

## عنوان

مقدمه

۱	فصل اول- تأثیر علوم تجربی در زندگی ما.....
۲	نیاز ما به شناخت علوم تجربی.....
۳	مشاهده.....
۵	اندازه گیری کردن.....
۸	طراحی آزمایش.....
۱۰	نحوه ی ارائه کردن اطلاعات.....
۱۲	ارزیابی کلی تحقیق.....
۱۳	تأثیر نتیجه ی تحقیق ها بر روی جامعه.....
۱۹	فصل دوم- مفاهیم بنیادی.....
۲۰	ذره های نامرئی.....
۲۱	ذره های مواد جامد، مایع و گازی شکل.....
۲۲	اتم ها.....
۲۴	مولکول ها.....
۲۵	عنصر ها.....
۲۵	ترکیب ها.....
۲۸	واکنش های شیمیایی.....
۳۰	موازنه کردن معادله ها.....
۳۳	نمادهای تعیین حالت.....
۳۷	فصل سوم- ساختار اتمی.....
۳۸	تاریخچه ی اتم.....
۳۸	داخل اتم ها.....
۴۰	لایه های الکترونی.....
۴۰	توصیف اتم ها.....
۴۲	استفاده از عددهای اتمی و عددهای جرمی.....
۴۳	ایزوتوپ ها.....
۴۴	جرم اتمی نسبی.....
۴۶	جرم فرمولی نسبی.....
۵۱	فصل چهارم- جدول تناوبی عنصر ها.....
۵۲	دسته بندی عنصر ها.....
۵۳	جدول تناوبی.....
۵۴	فلز ها، نافلز ها و جدول تناوبی.....
۵۶	گروه ۱- فلز های قلیایی.....
۶۲	فلز های واسطه (انتقالی).....
۷۳	فصل پنجم- نافلز ها.....
۷۴	گروه ۷- هالوژن ها.....
۷۸	هالوژن ها- به نفع ما یا به ضرر ما؟.....
۸۰	گروه ۸- گاز های نجیب.....
۸۶	ساختار اتمی و جدول تناوبی.....
۹۱	ضمیمه.....

## مقدمه

«شیمی» علم مطالعه‌ی مواد، خواص و کاربرد آن‌ها بوده و محدوده‌ی وسیعی از اطلاعات را در خود جای داده است. اما نمی‌توان انتظار داشت که بدون آشنایی با اجزای سازنده‌ی ماده بتوان به راحتی خواص آن را شناخت. در نخستین کتابی که با عنوان شیمی مورد مطالعه قرار می‌دهید، به شناختی مقدماتی از ساختار ماده خواهید رسید.

نخستین فصل از کتاب فقط جهت آشنایی دانش آموزان با مفاهیمی همچون روش‌های اندازه‌گیری، خطاهای آزمایشگاهی، چگونگی گزارش نتایج و ... ارائه شده است و سنجش مطالب این بخش در آزمون‌ها ضرورتی ندارد. در دومین فصل از این کتاب، مفاهیم ابتدایی علم شیمی را مورد بررسی قرار خواهیم داد، چرا که در ابتدا لازم است با تعریف‌هایی نظیر اتم، مولکول، عنصر و ... آشنا شوید. در فصل سوم پس از بیان تاریخچه‌ی مختصری از اتم‌ها، به بررسی اجزای سازنده‌ی آن‌ها می‌پردازیم و با مفاهیم جدیدتری همچون عدد اتمی، عدد جرمی و ایزوتوپ آشنا خواهید شد. در ادامه‌ی کتاب نیز جدول تناوبی عنصرها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و برخی از عناصر موجود در آن معرفی می‌شوند. انتظار می‌رود بعد از مطالعه‌ی این کتاب، آماده‌ی شناخت مواد و واکنش‌های گوناگون شیمیایی باشید.

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 تمام این آزمایش‌ها توضیح مناسبی نیز داده شده است تا حتی اگر امکان انجام‌شان 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 پُررنگ 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 دانش آموزان 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  
تأثیر علوم تجربی  
در زندگی ما



[www.chemyazd.com](http://www.chemyazd.com)

## ◀ نیاز ما به شناخت علوم تجربی

علوم مختلف به شکل گیری و بهتر شدن دنیایی که ما در آن زندگی می کنیم کمک زیادی می کنند. دانشمندان با استفاده از مشاهده های خود مشکلات موجود را حل کرده و استفاده از روش ها و فناوری های جدیدی را امکان پذیر می کنند. این موضوع علاوه بر اینکه مزایای زیادی را برای ما دارد، مشکلاتی را نیز به همراه خواهد داشت. آلودگی محیط زیست یکی از مهمترین مواردی است که با آن مواجه شده ایم و دانشمندان همچنان برای برطرف کردن این مشکل در تلاش هستند.



بعضی از مردم عقیده دارند که واکسن زدن به کودکان باعث ایبار بیماری های رومی و فیال پردازی در آن ها می شود. اما این تنبیه گیری فقط بر اساس چند مورد ممرور، مطرح شده است!

ما در زندگی مان با مسائل مختلفی روبرو می شویم و باید در مورد هر یک از آن ها تصمیم گیری درستی را انجام دهیم. شناخت علوم گوناگون می تواند در این تصمیم گیری ها به ما کمک کند. این مسائل ممکن است در ارتباط با رژیم غذایی، حمل و نقل و مسافرت، کار و یا اوقات فراغت مان باشند.

شاید لازم باشد درباره ی مشاهده هایی که داریم نیز سؤال هایی را مطرح کنیم و نظرهای متفاوت

(و حتی مخالف) را با یکدیگر مقایسه کنیم. به عنوان مثال:

بعضی از پرسش ها را می توان با کمک علم پاسخ داد. این پرسش ها معمولاً با «چطور می توانیم...؟» شروع می شوند. اما برخی دیگر از پرسش ها هستند که بر اساس اعتقادها و باورهای مردم شکل گرفته اند و نمی توان به آن ها پاسخ دقیقی داد. تمام جامعه (که دانشمندان و محققان هم در بین آن ها هستند) به دنبال پاسخ دادن به پرسش هایی هستند که به صورت «آیا ما باید...؟» مطرح می شوند.

- آیا شما با واکسن زدن به کودکان موافق هستید؟
- آیا خانواده ی شما تصمیم دارند که یک خودرو خریداری کنند؟ اگر این طور است، به نظر شما کدام یک از خودروها کمترین ضرر را برای محیط زیست خواهند داشت؟
- آیا آخرین خبر بدی که در ارتباط با مصرف بعضی از مواد غذایی به شما رسیده است، بر روی غذاهای مصرفی شما تأثیر گذار بوده است؟
- آیا شما در رأی گیری برای انتخاب نماینده ی دانش آموزان مدرسه ی خود شرکت خواهید کرد؟

به طور حتم با پرسیدن هر یک از این پرسش ها، جواب های متفاوتی خواهید شنید. اما در نهایت



خود شما هستید که باید تصمیم گیری کنید. البته این تصمیم گیری نیز باید بر مبنای پاسخ‌هایی باشد که از نظر علمی قابل قبول هستند (چون متأسفانه بعضی از پاسخ‌ها از نظر علمی اصلاً قابل قبول نیستند).

دانشمندان موفق، قبل از اظهار نظر کردن مطمئن می‌شوند که اطلاعات آن‌ها دارای شواهدی است که صحیح و معتبر هستند.

شواهد و نتایج معتبر قابل تکرار شدن هستند. یعنی اگر شخص دیگری به جمع‌آوری همان اطلاعات بپردازد به نتایج مشابهی خواهد رسید. به این ترتیب می‌توان به چنین نتایجی اعتماد کرد.

#### مثال



ممکن است تصمیم بگیرید که آلودگی حاصل از یک کارخانه را در رودخانه ای که نزدیک به آن جریان دارد بررسی کنید. در این صورت به تجهیزاتی احتیاج دارید که به اندازه‌ی کافی حساس باشند تا بتوانند به دقت مقدار آلودگی‌ها را اندازه‌گیری کنند و شواهد معتبری را فراهم کنند.

حال اگر مقدار مواد موجود در رودخانه را قبل از عبور آن از کارخانه تعیین کنید، نتایج با ارزشی را بدست می‌آورید. زیرا به راحتی می‌توانید از مقایسه مواد موجود در رودخانه در دو حالت (قبل و بعد از عبور آن از کارخانه) به مقدار آلودگی‌های مورد نظر دست پیدا کنید.

#### مشاهده

مشاهده‌ی پدیده‌های مختلف، پل ارتباطی بین دنیای واقعی و علم است. اما مشاهده کردن به سادگی آن چیزی که شما فکر می‌کنید نیست.

به طور حتم وقتی دو نفر به یک اتفاق ساده نگاه می‌کنند، چیزهای مشابهی را نیز می‌بینند (البته طرفداران فوتبال این موضوع را قبول ندارند!). اما در مورد پدیده‌ای مثل یک درب آهنی که به تازگی رنگ شده است چه حالت‌هایی وجود دارد؟ یک نفر فقط رنگ زیبایی را می‌بیند که با خانه هماهنگی دارد و به آن جلوه‌ی بهتری داده است، در حالی که شخص دیگر یک قطعه آهن را می‌بیند که در مقابل رنگ زدن از آن محافظت شده است. بنابراین باید توجه داشته باشید که چیزهایی که می‌بینید به اطلاعات و دانش شما نیز بستگی دارند.





گاهی اوقات مشاهده کردن با تعصب همراه می‌شود!

شما می‌توانید برای توضیح عقیده‌ی خود از نظریه‌های موجود استفاده کنید.

این کار باعث ساخته شدن یک فرضیه می‌شود. بعد می‌توانید از فرضیه‌ی خود در انجام یک پیش بینی استفاده کنید. برای بررسی این پیش بینی می‌توانید به جمع آوری مدارک و شواهد گوناگونی پردازید که ممکن است پیش بینی شما را تأیید کنند و یا شاید نتوانند

این کار را انجام دهند. اگر یک تئوری نتواند مشاهده‌های شما را توجیه کند، ابتدا باید مشاهده‌های خود را مورد بررسی قرار دهید و آن‌ها را به دقت کنترل کنید. اگر آن‌ها به طور حتم درست هستند، ممکن است لازم باشد که تئوری موجود تغییر کند. این یکی از روش‌هایی است که باعث پیشرفت علوم در طول زمان شده است.

برای اینکه ببینید در انجام یک تحقیق چه متغیرهای مهمی وجود دارند، به مشاهده کردن احتیاج دارید.

#### مثال



فرض کنید می‌خواهید سرعت واکنش کربنات‌های مختلف را با یک اسید رقیق بررسی کنید (کربنات‌ها و اسیدها مواد شیمیایی پر مصرفی هستند که در آینده با آن‌ها آشنا خواهید شد. به عنوان نمونه، سنگ مرمر یک کربنات است و آبلیمو یک اسید می‌باشد). برای مشاهده‌ی این واکنش، نوع لوله‌ی آزمایشی که استفاده می‌کنید بدون تأثیر است. می‌توانید از یک لوله‌ی آزمایشی نازک یا ضخیم استفاده کنید.

اما می‌توانید ببینید که مقدار سطح تماس کربنات‌ها (به صورت پودر یا تکه‌های کوچک) باعث به دست آمدن نتیجه‌های متفاوتی می‌شود. در هر آزمایش باید یا از پودر کربنات‌های مختلف استفاده کنید یا آن‌ها را به صورت تکه‌های کوچک مورد استفاده قرار دهید، اما استفاده از لوله‌های آزمایشی متفاوت ایرادی ندارد. هر اختلاف کوچکی در این موارد می‌تواند تأثیر کم یا زیادی را بر روی نتیجه‌ی آزمایش شما داشته باشد.



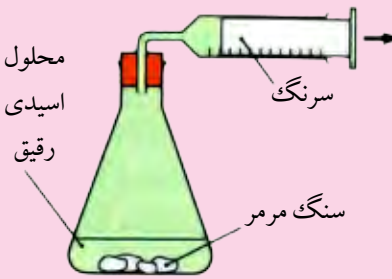


از طرفی مشاهده کردن می‌تواند نقطه‌ی شروع یک تحقیق جدید، آزمایش جالب و یا یک مطالعه‌ی تازه باشد.

### ◀ اندازه‌گیری کردن

دانشمندان باید در مورد اندازه‌گیری‌هایی که برای نظرات خود انجام می‌دهند نیز برنامه‌ریزی مناسبی داشته باشند و بفهمند که آیا این اندازه‌گیری‌ها قابل اعتماد هستند (امکان تکرار نتایج آن‌ها وجود دارد) و آیا اندازه‌گیری‌های انجام شده ارزشمند می‌باشند (واقعاً چیزی را که لازم است اندازه می‌گیرند) یا خیر؟ همیشه وقتی شما یک آزمایش را چندین مرتبه تکرار می‌کنید، تفاوت‌های ناچیزی بین مقدارهای به دست آمده وجود دارد. زیرا اندازه‌گیری یک متغیر در شرایط کاملاً یکسان در چند آزمایش کار بسیار سختی است.

مثال



فرض کنید که در آزمایشی مانند شکل روبرو، حجم گاز آزاد شده در یک واکنش را با استفاده از یک سرنگ اندازه‌گیری می‌کنید. شما آزمایش را چند مرتبه تکرار می‌کنید، اما در هنگام انجام این آزمایش‌ها ممکن است دمای اتاق تغییر کند. این موضوع حجم جمع‌آوری شده را تغییر می‌دهد.

- اگر دمای اتاق افزایش یابد، چه تأثیری بر حجم‌های به دست آمده خواهد داشت؟

در هنگام آزمایش باید صحت اندازه‌گیری‌ها را نیز بررسی کنید:

صحت یک اندازه‌گیری،  
میزان نزدیکی آن به مقدار واقعی را نشان می‌دهد.



مثال

طبیعی است که با استفاده از یک ترازوی مجهز و نسبتاً گران قیمت دیجیتالی نتایج به دست آمده از وزن کردن یک جسم به مقدار واقعی نزدیک‌تر است، در حالی که اگر از یک ترازوی دو کفه‌ای (شاهین دار)



ارزان قیمت استفاده شود احتمالاً نتایج جالبی به دست نمی آید. از طرفی مهم است که به دستورالعمل شرکت سازندهی ترازو در مورد استفاده از آن توجه کنید، زیرا در غیر این صورت اندازه گیری های مناسبی انجام نخواهد شد. اگر مقدار جرم یک جسم توسط افراد مختلف در آزمایشگاه های متفاوتی اندازه گیری شود و این افراد نتایج مشابهی به دست آورند، می گوییم که مقدار جرم **تکرار پذیر** بوده است. ترازوهای گران قیمت تر دارای **حساسیت** بیشتری نیز هستند و تفاوت های جزئی در جرم چند ماده با یکدیگر را نیز تعیین می کنند.

**دقت** یک اندازه گیری نیز اهمیت زیادی دارد:

یک ابزار دقیق دارای مقیاس های درجه بندی کوچکی است. اگر در شرایط کاملاً یکسان از این دستگاه استفاده شود، نتایج یکسانی به دست خواهد آمد.

اما توجه داشته باشید که از نظر علمی، دقت و صحت دو مفهوم متفاوت از یکدیگر هستند:

#### مثال

از یک دانش آموز خواسته شده است دقیقاً  $2/51$  گرم آهن را (که قبلاً با یک ترازوی مجهز وزن شده است) با استفاده از دو ترازوی مختلف وزن کند. او با استفاده از هر ترازو ۴ مرتبه این مقدار آهن را وزن کرده است.



ترازوی «آ» نتایج دقیقی را داده است (جرم های به دست آمده به یکدیگر نزدیک هستند) اما صحیح نیستند.

ترازوی «ب» نتیجه ی صحیح تری داده است (میانگین اندازه گیری های انجام شده  $2/51$  گرم است) اما دقیق نیست (چون نتایج به دست آمده با یکدیگر اختلاف زیادی دارند).



## خطاها

ما در انجام آزمایش‌های خود دارای **خطای شخصی** نیز هستیم. یعنی ممکن است دستگاه و یا ابزار مورد استفاده‌ی ما کاملاً سالم و بی نقص باشد، اما خودمان در هنگام انجام کار اشتباه کنیم. این خطاها ممکن است به علت کم دقتی و یا حتی تعصب بی جا به وجود بیایند.

## مثال



در تصویر اول، شخصی که آزمایش را انجام می دهد، بی دقت است. اگر او آزمایش را چندین مرتبه تکرار کند به صورت تصادفی خطاهایی را خواهد داشت. به این نوع خطاها **خطای تصادفی** می گویند.

در دومین تصویر همکار او دقت بیشتری دارد. اما او نیز حجم مایع داخل بورت را به درستی نمی خواند، زیرا باید برای دیدن حجم درست مایع از سطح پایین **انحنای** آن استفاده کرد (سطح منحنی شکل مایع موجود در بورت). او نیز با تکرار اندازه گیری دچار اشتباه خواهد بود. به این خطاها **خطای روشی (تکنیکی)** گفته می شود.



در بعضی از تحقیق‌ها لازم است که اندازه گیری‌های خود را تکرار کنید. مخصوصاً زمانی که اندازه گیری پارامتر مورد نظر دشوار باشد. تعداد دفعاتی که باید آزمایش تکرار شود به صحت مورد نظرمان بستگی دارد. در واقع هر قدر به صحت بیشتری نیاز داشته باشیم باید آزمایش را به تعداد بیشتری تکرار کنیم.



### نتیجه‌های غیر عادی

در هنگام انجام آزمایش باید به نتیجه‌های غیر عادی نیز توجه کرد. این اندازه‌گیری‌ها با سایر نتایج به دست آمده هماهنگی ندارند و در خارج از محدوده‌ی آن‌ها قرار می‌گیرند. در صورتی که یک نتیجه‌ی غیر عادی داشتید باید سعی کنید علت آن را پیدا کنید. سپس می‌توانید این نتیجه را حذف کنید.



منحنی به دست آمده از میانگین سه اندازه‌گیری

### طراحی آزمایش

بهترین راه برای پاسخ دادن به بعضی از پرسش‌های علمی، طرح کردن یک آزمایش ظریف و بی‌طرفانه است.

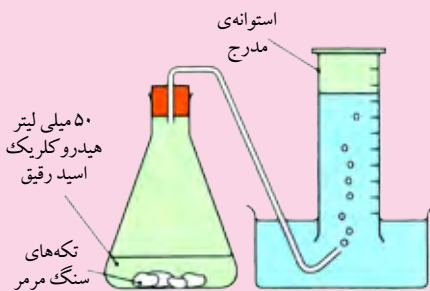
مثال

فرض کنید می‌خواهید واکنش بین کربنات‌های فلزی و هیدروکلریک اسید رقیق (اسید موجود در داخل معده) را مورد بررسی قرار دهید. در تمام این واکنش‌ها گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. شاید بخواهید به این پرسش پاسخ دهید که:

چه عواملی ممکن است بر روی سرعت انجام این واکنش تأثیر گذار باشند؟

برای پاسخ به این سؤال بهتر است فهرستی از عوامل گوناگونی که می‌توانند به عنوان متغیر بر روی سرعت واکنش شیمیایی تأثیر گذار باشند را تهیه کنید. به عنوان مثال:

- دما
- غلظت اسید
- نوع کربنات
- نوع اسید
- سطح تماس کربنات فلزی

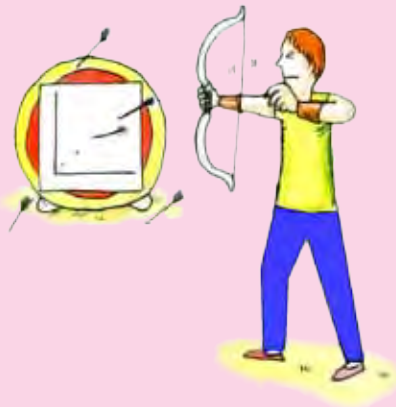


می‌توانید با انتخاب یکی از این متغیرها بررسی خود را آغاز کنید. تصور کنید که برای این کار غلظت‌های مختلفی از اسید را مورد استفاده قرار می‌دهید. در نتیجه این پارامتر بیانگر متغیر مستقل شما خواهد بود.



اما چگونه می‌خواهید در مورد سرعت واکنش انجام شده قضاوت کنید؟ برای این منظور نیز روش‌های متفاوتی وجود دارد. تصور کنید که می‌خواهید زمان مورد نیاز برای تولید شدن حجم مشخصی از گاز کربن دی‌اکسید را اندازه‌گیری کنید. در این حالت به این زمان متغیر وابسته گفته می‌شود.

برای این که یک آزمایش قابل قبول و معتبر باشد، باید در طول مدت انجام آن فقط یک پارامتر را تغییر دهید (که در این مورد مقدار غلظت اسید است). حال باید سعی کنید که بقیه‌ی متغیرها را تا حد امکان ثابت نگه دارید. این متغیرها را متغیرهای قابل کنترل می‌نامیم که می‌توانند شامل دما، مقدار سطح تماس، نوع اسید و نوع کربنات مورد استفاده باشند.



### انتخاب مقدار متغیرها

در ابتدای کار لازم است چند آزمایش به عنوان دست‌گرمی انجام دهید تا بتوانید براساس آن‌ها مشخص کنید که در هر آزمایش چقدر کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. به این ترتیب می‌فهمید که به عنوان مثال به ازای چه مقدار از اسید و کربنات در یک زمان مطلوب (نه خیلی کوتاه و نه خیلی طولانی)  $20 \text{ cm}^3$  کربن دی‌اکسید تولید می‌شود.

*انتخاب محدودی مناسب برای به دست آوردن اطلاعات بسیار مهم است. همیشه باید بیشترین و کمترین مقدار اعدادی که به دست آورده اید را (با نوشتن واحد آن‌ها) گزارش کنید.*

همچنین می‌توانید محدوده‌ی غلظت‌های مورد استفاده خود را نیز تعیین کنید. برای رقیق کردن اسید می‌توانید از آب استفاده کنید، البته باید حجم نهایی محلول‌های اسیدی را یکسان نگاه دارید. برای اینکه یک منحنی مناسب از اطلاعات به دست آمده رسم کنید، حداقل به پنج غلظت مختلف از اسید احتیاج دارید. از طرفی این غلظت‌ها باید به اندازه‌ی کافی با هم اختلاف داشته باشند و مقدار آن‌ها خیلی به هم نزدیک نباشد. اگر یک قسمت از منحنی نکته‌جالی را به شما نشان دهد، می‌توانید در همان ناحیه از چند غلظت نزدیک به هم استفاده کنید و تغییرات را به صورت جزئی تری بررسی کنید. شاید برای بررسی نتایج غیرعادی لازم باشد که از تعداد آزمایش‌های بیشتری نیز استفاده شود.



## آزمایش های ناعادلانه!

## ارزیابی اطلاعات به دست آمده

به خاطر داشته باشید اطلاعاتی که جمع آوری می کنید باید معتبر باشند. همچنین لازم است که آزمایش را به گونه ای طرح کنید تا بتواند به پرسش های مطرح شده پاسخ دهد.

در بعضی از تحقیق ها می توان به راحتی یک متغیر را تغییر داد و سایر آن ها را ثابت نگه داشت تا یک آزمایش درست و قابل اعتماد انجام شود. اما در برخی دیگر از تحقیق ها، کنترل کردن تمام متغیرها کاری دشوار (و حتی غیرممکن) است.

به عنوان مثال در بررسی اثر کودهای شیمیایی بر رشد گیاهان شرایطی مانند آب و هوای محیط وجود دارد که ما نمی توانیم آن ها را کنترل کنیم. اما باید دقت کرد که همه ی گیاهان مورد آزمایش در شرایط مشابهی (از نظر آب و هوایی) قرار داشته باشند. همچنین باید از تعداد زیادی



نه، این اصلاً عادلانه نیست! آفه چرا؟؟؟!!



منه که هیچ شکایتی ندارم!!!

نمونه از یک نوع گیاه برای انجام تحقیق استفاده شود. زیرا اگر فقط یک گیاه را همراه با کود شیمیایی و یک گیاه دیگر را بدون استفاده از کود شیمیایی پرورش دهیم، نتایج قابل قبولی به دست نخواهیم آورد.

## نحوه ی ارائه کردن اطلاعات

## جدول

در هنگام انجام یک تحقیق می توانید اطلاعات به دست آمده را در یک جدول ثبت کنید. معمولاً متغیر مستقل (که با اختیار خودتان در هر مرحله آن را تغییر می دهید) در اولین ستون جدول قرار می گیرد. متغیر وابسته (که نشان دهنده ی تأثیر متغیر مستقل بر روی اندازه گیری است) در ستون دوم قرار داده می شود.

به عنوان مثال اگر واکنش بین کربنات های فلزی و هیدروکلریک اسید رقیق را (که قبلاً توضیح داده شد) در نظر بگیرید، می توان از جدول زیر برای ثبت نتیجه های به دست آمده استفاده کرد:

متغیر وابسته:	متغیر مستقل:
زمان مورد نیاز برای جمع کردن $20 \text{ cm}^3$ گاز (بر حسب ثانیه)	دما (بر حسب درجه ی سانتی گراد)

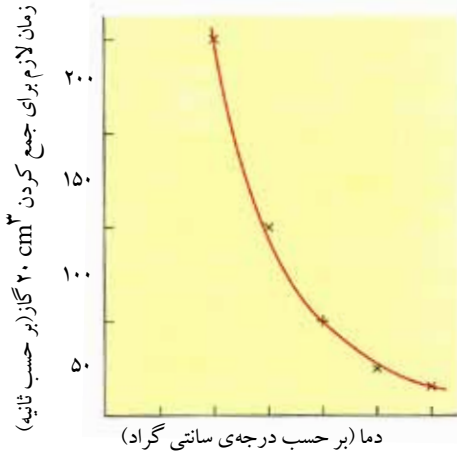


اگر بخواهید این آزمایش را در هر دما چند مرتبه انجام دهید، می‌توان ستون دوم را به چند قسمت دیگر تقسیم کرد:

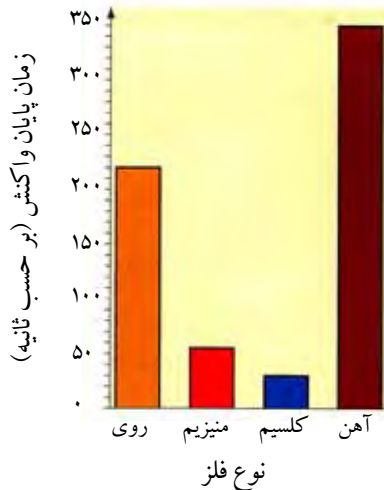
زمان لازم برای جمع کردن $20 \text{ cm}^3$ گاز (بر حسب ثانیه)				
دما (بر حسب درجه سانتی گراد)	آزمایش اول	آزمایش دوم	آزمایش سوم	مقدار میانگین

### نمودار

بارسم کردن یک نمودار می‌توانید ارتباط بین دو متغیر را نشان دهید. متغیر مستقل در محور افقی قرار می‌گیرد و متغیر وابسته نیز محور عمودی نمودار را تشکیل می‌دهد. به نمودار مقابل توجه کنید:



نمودار رسم شده به نوع متغیر مستقل شما بستگی دارد. اگر یک متغیر پیوسته داشته باشید (که به صورت عددهای مشخص و پشت سر هم گزارش شده باشد) می‌توانید نتایج خود را به صورت یک **منحنی پیوسته** نشان دهید. زیرا متغیر مستقل به صورت عددی اندازه‌گیری می‌شود. ممکن است آزمایش را در دماهای ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ درجه‌ی سانتی گراد انجام دهید (البته می‌توانید دماهایی در بین این دماها را نیز انتخاب کنید).



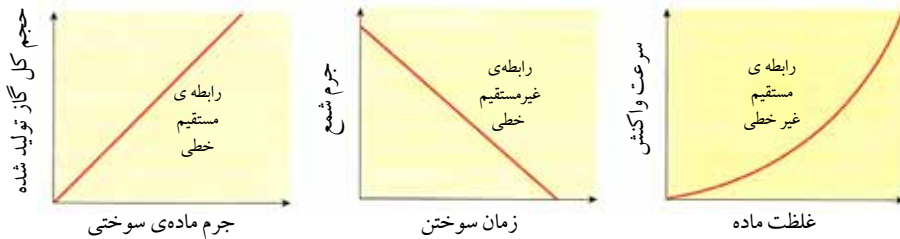
به نمودار داده شده توجه کنید:

در این مورد «نوع فلز» به عنوان متغیر مستقل انتخاب شده است. طبیعی است که نمی‌توان نوع فلز را به صورت یک متغیر پیوسته (مانند عددهای پشت سر هم) در نظر گرفت. در چنین شرایطی می‌توانید نتایج خود را به صورت **نمودار میله‌ای** نشان دهید.



## الگوهای نقطه ای در اطلاعات به دست آمده

گاهی اوقات با دیدن یک نمودار می‌توان به نوع رابطه‌ی بین دو متغیر پی برد. نمونه‌های مختلفی از این نمودارها در شیمی وجود دارند که عبارتند از:



سعی کنید از میانگین اعداد به دست آمده در آزمایش برای رسم نمودار استفاده کنید. در این صورت دقت کار شما افزایش پیدا می‌کند و اطلاعات شما معتبرتر خواهند شد.

ارتباط بین متغیرها تنها در محدوده‌ی ای است که شما مورد بررسی قرار می‌دهید و این ارتباط ممکن است در خارج از این محدوده قطع شده و یا ادامه پیدا کند. در واقع این عامل یک **محدودیت** در

بررسی شما خواهد بود. البته می‌توانید نمودار خطی رسم شده را ادامه دهید و در خارج از محدوده‌ی اندازه‌گیری به پیش بینی پردازید، اما نمی‌توانید در مورد این پیش بینی‌ها کاملاً مطمئن باشید.

## ارزیابی کلی تحقیق

شما باید ارزش و اعتبار اندازه‌گیری‌های خود در یک آزمایش را مورد بررسی قرار دهید. از طرفی برای افزایش و بهبود ارزش کار خود می‌توانید از روش‌های زیر نیز استفاده کنید:

• اطلاعات به دست آمده از آزمایشی مشابه با آزمایش خود را که در یک مرجع دیگر (مثل اینترنت) وجود دارد، بررسی کنید.



• نتایج خود را با یک روش دیگر کنترل کنید. مثلاً به جای اندازه‌گیری حجم گاز آزاد شده می‌توانید از مقدار کاهش جرم ظرف برای محاسبه‌ی سرعت واکنش استفاده کنید.

• ببینید که آیا اگر افراد دیگری آزمایش شما را انجام دهند، به نتایج مشابهی می‌رسند؟ به این ترتیب مشخص می‌شود که نتایج شما تکرارپذیر است یا خیر.





## تأثیر نتیجه‌ی تحقیق‌ها بر روی جامعه

بعضی از دانشمندان به مطالعه‌ی عمومی در مورد جامعه علاقه مند هستند. به عنوان مثال به بررسی

موارد زیر می‌پردازند:

**بطری‌های آب دارای  
مواد شیمیایی سمی هستند.**

**این داروی جدید می‌تواند  
سرطان را درمان کند.**

**آلودگی کره زمین تا سال ۲۰۲۰ ادامه‌ی  
زندگی در کره‌ی زمین را غیرممکن می‌کند.**

- آلودگی‌های حاصل از خودروها و صنایع مختلف،
- سالم بودن مواد غذایی،
- خواص و ویژگی‌های مواد جدید،
- خالص بودن آب آشامیدنی.

هر کدام از این تحقیق‌ها برای ما اهمیت دارند و نتایج حاصل از آن‌ها را توسط رسانه‌هایی مانند تلویزیون، رادیو، اینترنت و یا روزنامه‌ها می‌بینیم و می‌شنویم. اما این اطلاعات تا چه حد درست هستند؟ آیا می‌توانیم به آن‌ها اطمینان کنیم؟

گاهی اوقات ممکن است یک روزنامه از یک تیر هیجان‌انگیز استفاده کند تا به این ترتیب مقدار فروش خود را بالا ببرد! بیشتر اوقات دانشمندان می‌بینند که نتیجه‌ی تحقیق‌های آن‌ها در چنین روزنامه‌هایی به صورت اغراق آمیز نوشته شده و دور از واقعیت است. ممکن است یک خطر جزئی به صورت یک خطر بزرگ نشان داده شود و یا یک پیشرفت جزئی در یک کار علمی آن قدر مهم جلوه داده شود که فکر کنیم این پیشرفت همین حالا تمام دنیا را تغییر می‌دهد!

عوامل زیادی وجود دارند که بر روی قرار گرفتن اطلاعات در اختیار افراد یک جامعه تأثیر گذار هستند. گاهی ممکن است یک موضوع باعث ایجاد رسوایی بزرگی شود و یا برای برطرف کردن یک مشکل، هزینه‌های زیادی مورد نیاز باشند. بنابراین ممکن است این موضوع‌ها در اختیار عموم قرار نگیرند و یا حداقل به طور کامل به اطلاع همه نرسند.



بعضی از افراد معترض عقیده دارند  
استفاده از محصولات کشاورزی که  
از نظر ژنتیکی اصلاح شده‌اند، باعث  
آسیب رساندن به محیط زیست می‌شود.

شهرت یک دانشمند نیز در پذیرفته شدن نتیجه‌ی تحقیقات او تأثیر زیادی دارد. معمولاً مردم به یک دانشمند معروف بیشتر اطمینان می‌کنند. از طرفی گاهی اوقات نیز تعصب داشتن باعث ارائه دادن اطلاعات غلط و یا نپذیرفتن اطلاعات درست می‌شود. به عنوان مثال آیا می‌توان به راحتی نتیجه‌ی تحقیقات یک کارخانه‌ی تولید مواد غذایی را پذیرفت که ادعا می‌کند رنگ‌های افزوده شده به مواد غذایی این کارخانه کاملاً بی‌ضرر و سالم هستند؟ از طرفی آیا مصرف کنندگان



یک کالا همیشه بدون تعصب در مورد آن نظر می‌دهند؟ شما نیز باید یاد بگیرید که چگونه با دقت عمل کنید و مانند یک منتقد خوب با نتایج خود و یا دیگران مواجه شوید. شاید بخواهید دقت و صحت وسایلی که در آزمایش‌ها استفاده می‌شوند را بررسی کنید. ممکن است اندازه‌ی نمونه، عامل مهمی باشد. اینکه محققان چگونه محل انجام آزمایش‌های خود را انتخاب می‌کنند و چند مرتبه این آزمایش‌ها را تکرار می‌کنند نیز می‌تواند بر روی اطمینان شما به اطلاعات ارائه شده تأثیر داشته باشد.

### ◀ شیمی در عمل: پذیرفتن یک نظریه‌ی جدید

در سال ۱۹۸۹ دو شیمیدان ادعا کردند که کشف جدیدی دست یافته‌اند که با کمک آن بحران انرژی در جهان برطرف خواهد شد! آن‌ها مدعی بودند که توانسته‌اند واکنش‌های هسته‌ای انجام شده در خورشید را در آزمایشگاه خود انجام دهند.



دانشمندان تلاش زیادی کرده‌اند تا دستگاه‌هایی بسازند که دمای نزدیک به  $50,000,000^{\circ}\text{C}$  تولید کند تا بتوانند امکان همجوشی هسته‌ای (مانند تغییرات انجام شده در خورشید) را فراهم کنند، اما تاکنون نتوانسته‌اند این انرژی را با روشی کم هزینه تولید کنند که از نظر اقتصادی نیز قابل قبول باشد. حال تصور کنید زمانی که دو شیمیدان ادعا کردند که این انرژی را با استفاده از یک ابزار ساده در آزمایشگاه خود تولید کرده‌اند بقیه‌ی دانشمندان پقرر شکفت زده شده بودند!

این دو دانشمند که «پنز» و «فلیشمن» از دانشگاه یوتا در آمریکا بودند، می‌گفتند که در آزمایشگاه به امکان انجام «همجوشی سرد» (بعلا در مورد همجوشی مطالب بیشتری را یاد خواهید گرفت) دست پیدا کرده‌اند.

پنز و فلیشمن یک کنفرانس خبری ترتیب دادند تا در آن کشف تازه‌ی خود را به همه‌ی جهان معرفی کنند. البته شک‌هایی که در مورد ادعای آن‌ها وجود داشتند خیلی زود به یقین تبدیل شدند. این کنفرانس خبری قبل از چاپ شدن کار آن‌ها در یک مجله‌ی علمی برگزار شده بود.

آن‌ها حتی کار خود را در یک دانشگاه یا دانشکده نیز ارائه ندادند. این کار در دنیای علم منطقی نیست. معمولاً دانشمندان کارهای جدید خود را برای یک مجله‌ی علمی ارسال می‌کنند تا سایر محققان نیز آن را ببینند و در مورد آن نظر بدهند. اما قبل از چاپ، ابتدا سایر دانشمندان این کارها را کنترل می‌کنند تا مطمئن شوند که آیا واقعاً قابل انجام هستند یا خیر.



بعد از اینکه جزئیات کار این دو دانشمند مطرح شد، دانشمندان دیگر سعی کردند با انجام آزمایشی مشابه، نتایج آن‌ها را به دست آورند. فلیشمن و پنز ادعا می‌کردند که در همان اولین مرتبه از انجام کار، مقدار بسیار زیادی انرژی به دست آورده‌اند. اما سایر دانشمندان به چنین نتیجه‌ای نرسیدند و نشان دادند که دلایل مطرح شده نامعتبر است. از آن جا که این آزمایش تکرار پذیر نبود، بنابراین نادرست بود و همجوشی سرد هیچ وقت از طرف دانشمندان مورد تأیید قرار نگرفت.



به هر صورت هنوز هم بعضی از محققان اعتقاد دارند که می‌توان مشکل انرژی را برطرف کرد و باعث تحول زیادی در جهان شد. البته واقعا ممکن است روزی کسی بتواند با آزمایش‌های خود موفق به انجام این کار شود، اما باید این نکته را نیز در نظر داشت که اطلاعات ارائه شده باید معتبر باشند و حتماً توسط افراد مختلفی مورد بررسی و سنجش قرار بگیرند.

### خلاصه‌ی فصل

- مردم نیاز دارند که علوم مختلف را بشناسند و با چگونگی کار آن‌ها آشنا شوند، زیرا این علوم می‌توانند در زندگی آن‌ها تأثیر گذار باشند.
- علوم مختلف می‌تواند به پرسش‌هایی که به صورت «آیا ما می‌توانیم...؟» مطرح می‌شوند پاسخ دهند.
- دانشمندان می‌توانند ارتباط بین متغیرهای مختلف را مورد سنجش قرار دهند. گاهی اوقات از آزمایش‌های خاصی استفاده می‌کنند. برای این کار باید یک متغیر (متغیر مستقل) را تغییر داد و سایر متغیرها (متغیرهای قابل کنترل) را ثابت نگه داشت. برای اظهار نظر در مورد تأثیر تغییر کردن متغیر مستقل، باید متغیر وابسته را اندازه‌گیری کرد.
- دانشمندان باید مطمئن شوند که دلایل آن‌ها معتبر (یعنی می‌توانیم به آن‌ها اعتماد کنیم) و ارزشمند (یعنی می‌تواند به پرسش مطرح شده پاسخ بدهد) است.
- برخی از شرایط اجتماعی بر روی علوم تأثیر می‌گذارند. به عنوان مثال سرمایه‌گذاری، علاقه‌مندی، شهرت محققان و حتی فشارهای سیاسی نیز ممکن است علوم مختلف را تحت تأثیر خود قرار دهند.



## پرسش‌ها

- ۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:  
 (آ) ..... یک اندازه گیری به ما نشان می‌دهد که آن اندازه گیری چقدر به مقدار واقعی نزدیک است.  
 (ب) ..... یک دستگاه به ما نشان می‌دهد که توانایی آن دستگاه در اندازه گیری مقدارهای کم از یک متغیر تا چه اندازه‌ای است.  
 (پ) از مقایسه‌ی نتایج آزمایش خودمان با آزمایش‌های دیگران می‌توانیم ..... نتایج خود را مشخص کنیم.  
 (ت) اگر اعدادی که به عنوان متغیر در یک آزمایش ارزیابی می‌شوند به یکدیگر نزدیک باشند، می‌توانیم نتایج را به صورت یک ..... رسم کنیم.  
 (ث) متغیر ..... ، متغیری است که ما آن را برای بررسی انتخاب می‌کنیم و در طول آزمایش تغییر می‌دهیم.  
 (ج) در یک آزمایش تمام متغیرهای ..... را ثابت در نظر می‌گیریم.

- ۲- دو برادر تصمیم دارند که جرم چند قطعه سنگ را تعیین کنند. برادر بزرگ‌تر از یک ترازوی دو کفه‌ای (شاهین‌دار) برای این کار استفاده می‌کند و برادر کوچک‌تر با کمک یک ترازوی دیجیتالی جرم سنگ‌ها را تعیین می‌کند. نتایج آزمایش آن‌ها به صورت زیر است:

شماره‌ی قطعه سنگ	جرم به دست آمده توسط برادر بزرگ‌تر (برحسب کیلوگرم)	جرم به دست آمده توسط برادر کوچک‌تر (برحسب کیلوگرم)
۱	۱/۵	۱/۶۷
۲	۳	۲/۹۵
۳	۲/۵	۲/۴۱
۴	۴	۴/۰۹

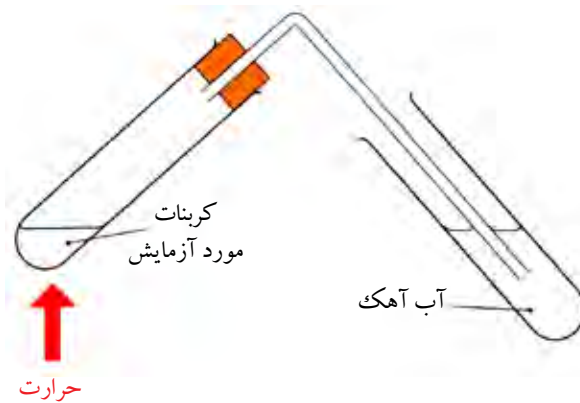
- (آ) کدام یک از این دو برادر نتیجه‌های صحیح‌تری به دست آورده‌اند؟ چرا؟  
 (ب) آیا هر دو برادر از مقیاس درجه بندی یکسانی استفاده کرده‌اند؟ پاسخ خود را توضیح دهید.  
 (پ) خواهر این دو برادر با استفاده از یک ترازوی دیجیتالی جرم قطعه سنگ‌ها را تعیین کرد که به ترتیب ۱/۷۱، ۲/۹۹، ۲/۴۵ و ۴/۱۳ کیلوگرم بودند. آیا علت اختلاف بین نتایج برادر کوچک‌تر با خواهرش می‌تواند مربوط به خطاهای تصادفی باشد؟ به نظر شما ممکن است چه اتفاقی افتاده باشد؟



۳- دانش آموزی با انجام یک آزمایش سعی کرد با حرارت دادن چند کربنات فلزی بفهمد که کدام یک از آن‌ها راحت‌تر تجزیه می‌شوند. او جرم‌های مساوی از پودر منیزیم کربنات، یک قطعه کلسیم کربنات، پودر روی کربنات و پودر مس کربنات را برداشت. در هنگام تجزیه شدن کربنات بر اثر حرارت، گاز کربن دی‌اکسید آزاد می‌شد.

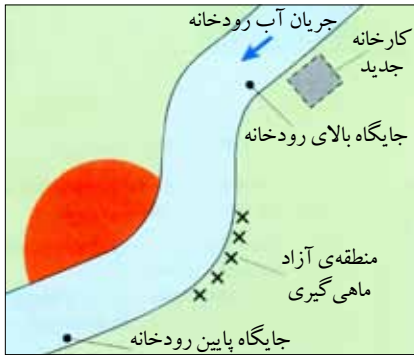
(آ) وقتی این دانش آموز مس کربنات را حرارت داد، رنگ این ماده از سبز کم رنگ به سیاه تغییر کرد. منیزیم کربنات نیز تجزیه شد اما بر اثر این واکنش هیچ تغییری در رنگ آن ایجاد نشد. به نظر شما او چگونه می‌توانست بفهمد که یک واکنش انجام شده است؟

(تذکره: به شکل داده شده توجه کنید)



- (ب) ۱- او چگونه می‌تواند بفهمد که کدام یک از این کربنات‌ها سریع‌تر تجزیه می‌شوند؟
- ۲- او برای قضاوت کردن به چه وسیله‌ای برای اندازه‌گیری احتیاج دارد؟
- ۳- آیا به نظر شما قضاوت او دقیق خواهد بود؟ توضیح دهید.
- ۴- این دانش آموز برای افزایش اعتبار آزمایش خود چه کاری را می‌تواند انجام دهد؟
- (پ) ۱- چه نکته‌ای در صورت سؤال وجود دارد که نشان می‌دهد این دانش آموز قصد داشته است تا یک آزمایش منصفانه و عادلانه را انجام دهد؟
- ۲- چه نکته‌ای در صورت سؤال وجود دارد که نشان می‌دهد این دانش آموز به درستی آن را کنترل نکرده است؟ به نظر شما این موضوع چگونه می‌تواند بر روی نتایج این آزمایش تأثیر بگذارد؟
- (ت) متغیر مستقل در این آزمایش چه نام دارد؟
- (ث) متغیر وابسته در این آزمایش این دانش آموز را نام ببرید.
- (ج) این دانش آموز برای نشان دادن نتایج خود می‌تواند از چه نوع نموداری استفاده کند؟





۴- اهالی یک روستا که در کنار رودخانه زندگی می‌کردند نگران آلودگی‌های حاصل از کارخانه‌ای بودند که نزدیک به یک ماه قبل در قسمت بالایی این رودخانه افتتاح شده بود. یکی از موادی که در این کارخانه تولید می‌شد فلز سمی جیوه بود. بعضی از مردم این روستا که به ماهی‌گیری علاقه‌ی زیادی داشتند معتقد بودند که بعد از افتتاح این کارخانه، تعداد ماهی‌ها نیز کم شده است.

صاحبان کارخانه قول دادند که آزمایش‌هایی را برای بررسی این موضوع انجام دهند آن‌ها آب رودخانه را از دو جایگاه (که در شکل نشان داده شده‌اند) جمع‌آوری کردند و سپس این نمونه‌های آب را برای بررسی و تحقیق بیشتر به آزمایشگاه خود بردند. پس از دو ماه اعلام کردند که مقدار جیوه‌ی موجود در رودخانه کاملاً در سطح ایمنی قرار دارد و مشکلی را ایجاد نخواهد کرد.

#### گزارش آزمایش‌های انجام شده بر روی نمونه‌های آب رودخانه

- مقدار جیوه‌ی موجود در آب رودخانه در ساعت ۸ صبح روز ۵ مرداد در هر جایگاه:
- جایگاه بالای رودخانه =  $0.000004$  گرم در هر لیتر آب
- جایگاه پایین رودخانه =  $0.000002$  گرم در هر لیتر آب
- دقت روش به کار رفته برای بررسی نمونه‌های آب =  $\pm 50\%$
- مقدار ایمن (بی خطر) جیوه در آب آشامیدنی =  $0.000002$  گرم در هر لیتر آب

آ) بعضی از مردم روستا با مراجعه به اداره‌ی محیط زیست از مسئولین آن‌ها خواستند که آب این رودخانه را مجدداً بررسی کنند. به نظر شما علت کار آن‌ها چه بود؟

ب) به گفته‌ی صاحبان کارخانه، دستگاهی که آن‌ها برای بررسی و تحقیق آب استفاده کرده بودند، ۲۰ سال قبل ساخته شده بود. چرا این نکته باعث نگرانی اهالی روستا شده بود؟

پ) دو راه پیشنهاد کنید که صاحبان کارخانه با استفاده از آن‌ها اطلاعات خود را معتبرتر و با ارزش‌تر کنند.

ت) ۱- صاحبان کارخانه با چه دلیلی عنوان کردند که آب رودخانه سالم و بی‌خطر است؟  
۲- اهالی روستا چه دلیلی داشتند تا به نتایج آزمایش‌ها و سالم بودن آب رودخانه مشکوک شوند؟



# فصل دوم

## مفاهیم بنیادی



[www.chemyazd.com](http://www.chemyazd.com)

## ◀ ذره‌های نامرئی



نزدیک به ۲۰۰ سال قبل از میلاد، دموکریتوس نظر خود را در رابطه با وجود ذره‌های سازنده‌ی مواد اعلام کرد. اما بسیاری از مردم حرف‌های او را نپذیرفتند.

یونانیان باستان نخستین افرادی بودند که پیشنهاد کردند همه چیز از ذره‌های کوچک تری ساخته شده است. در حال حاضر دانشمندان این عقیده را پذیرفته‌اند. اما این ذره‌ها آنقدر کوچک هستند که نمی‌توان آن‌ها را دید. حتی اگر از یک میکروسکوپ قوی هم استفاده کنید، امکان دیدن آن‌ها برای شما وجود ندارد. اما با وجود این مشکل ما چطور معتقدیم که این ذره‌ها وجود دارند؟

امروزه دانشمندان با مطالعه و تحقیق فراوان توانسته‌اند نیروهای جاذبه و دافعه‌ی بسیار ناچیز را نیز اندازه‌گیری کنند. این تحقیق‌ها برای کشف ذره‌های سازنده‌ی مواد و حتی تعیین موقعیت آن‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

## انتشار (پخش)



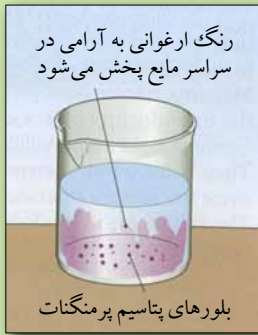
ذره‌های ادکلن در بین ذره‌های هوا پراکنده (منتشر) می‌شوند.

اگر یکی از همکلاسی‌های شما از ادکلن استفاده کرده باشد، شما خیلی زود متوجه این قضیه می‌شوید. بوی این مواد به سرعت در کلاس می‌پیچد. با اینکه شما نمی‌توانید ذره‌های ادکلن را ببینید، اما حس بویایی به شما کمک می‌کند تا وجود این ذره‌ها را حس کنید. ادکلن ذره‌هایی نامرئی را از خود خارج می‌کند. این ذره‌ها با ذره‌های گازی موجود در هوا مخلوط می‌شوند. به چنین حالتی انتشار گفته می‌شود.

انتشار به صورت خود به خود انجام می‌شود و نیازی نیست که شما مواد را با هم مخلوط کنید و یا آن‌ها را به هم بزنید. ذره‌ها از جایی که غلظت مواد زیاد است به طرف جایی می‌روند که غلظت مواد کم است. با انجام آزمایش بعد می‌توانید به این موضوع پی ببرید:







پتاسیم پرمنگنات

آزمایش ۱-۲: انتشار و پخش ذره‌ها در یک مایع با کمک یک قاشقک مقدار کمی از بلورهای پتاسیم پرمنگنات را بردارید و آن‌ها را به آرامی در انتهای یک بشر (ظرفی که در شکل مشاهده می‌کنید) دارای آب قرار دهید. به مدت چند دقیقه به داخل بشر نگاه کنید.

- چه اتفاقی را مشاهده می‌کنید؟
- توضیح دهید که به نظر شما چه اتفاقی برای ذره‌های ارغوانی رنگ می‌افتد.

تحقیق ۲-۲: آیا دما تأثیری بر روی سرعت انتشار دارد؟

آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد اثر دما بر روی سرعت انتشار چگونه است. قبل از انجام آزمایش از معلم خود بخواهید آزمایش طراحی شده‌ی شما را کنترل کند.

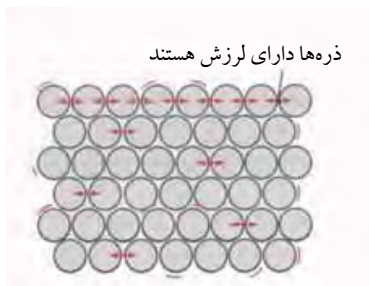
### ◀ ذره‌های مواد جامد، مایع و گازی شکل

مدل و الگویی که ما برای مواد جامد، مایع و گازی شکل بیان می‌کنیم، موارد زیر را مشخص می‌کند:

- فاصله‌ی بین ذره‌ها
- چگونگی حرکت ذره‌ها

به شکل‌ها و توضیح‌های داده شده توجه کنید:

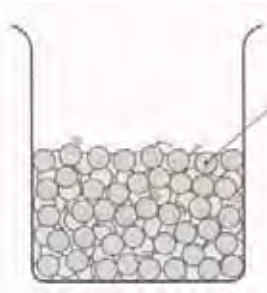
### مواد جامد



ذره‌ها به صورت کاملاً فشرده در کنار هم قرار گرفته‌اند و فضای ناچیزی بین آن‌ها وجود دارد. هر چند به نظر می‌رسد که کاملاً بدون حرکت هستند، اما در اصل این ذره‌ها در جای خود کمی لرزش دارند. نیروی جاذبه‌ی بین آن‌ها از سایر حالت‌ها بیشتر است.



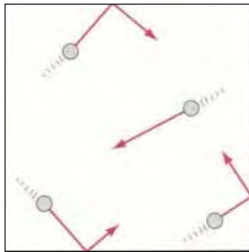
## مواد مایع



ذره‌ها بر روی  
یکدیگر لیز  
می‌خورند و  
دارای لغزش  
هستند.

ذره‌ها در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند، اما فشردگی آن‌ها نسبت به حالت جامد کمتر است. در این مواد نیز فضای زیادی بین ذره‌ها وجود ندارد اما امکان حرکت آن‌ها وجود دارد و ذره‌ها بر روی یکدیگر می‌لغزند.

## مواد گازی



ذره‌ها با سرعت  
زیادی و در تمام  
جهت‌ها حرکت  
می‌کنند. برخورد  
آن‌ها با دیواره‌ی  
ظرف، همان فشار  
گاز است.

ذره‌ها دارای حرکتی کاملاً آزادانه هستند. به صورت نامنظم به این طرف و آن طرف حرکت می‌کنند و فاصله‌ی بسیار زیادی از یکدیگر دارند. در این حالت نیروی جاذبه‌ی بسیار کمی بین ذره‌ها وجود دارد.

## اتم‌ها



جان دالتون (۱۷۶۶-۱۸۴۴) در شهری به نام کمبریج در شمال غربی انگلستان متولد شد. بیشتر عمر خود را در منیستر به تحصیل پرداخت. عقیده‌های او براساس آزمایش‌هایی بود که انجام می‌داد (برفلاف فلاسفه‌ی یونان باستان که فقط ایده‌ی وجود ذره‌ها را مطرح کردند و در این رابطه هیچگونه آزمایشی انجام ندادند)

دانشمندان عقیده دارند که هر چیزی از ذره‌های کوچکی ساخته شده است. اما این ذره‌ها چگونه هستند و چه شکلی دارند؟ پاسخ دادن به این سؤال بسیار دشوار است، زیرا این ذره‌ها بسیار کوچک هستند و نمی‌توان آن‌ها را دید. بنابراین دانشمندان مجبور هستند برای توضیح دادن نظریه‌ی خود از چیزهایی استفاده کنند که می‌توان آن‌ها را دید.

در حدود سال ۱۸۰۵ جان دالتون نظریه خود را مطرح کرد. او تصور می‌کرد که این ذره‌های کوچک شبیه ساچمه‌های کوچک فلزی بوده و قابل شکافته شدن نیستند. او این ذره‌ها را اتم نامید.



دالتون معتقد بود که فقط تعداد کمی از انواع اتم‌ها وجود دارند و همین اتم‌ها مواد مختلف را ساخته‌اند. او به سادگی توانست وجود میلیون‌ها ماده‌ی مختلف را توجیه کند. از نظر دالتون،

اتم‌ها به صورت‌های مختلفی با یکدیگر ترکیب می‌شوند و مواد جدیدی را تولید می‌کنند. هنوز هم بعضی از موارد مطرح شده توسط دالتون مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۹۲ نوع گوناگون از اتم‌ها در طبیعت یافته شده‌اند. بد نیست بدانید که بدن شما تنها دارای ۲۶ نوع از این اتم‌ها است!



### نمادهای شیمیایی

نماد شیمیایی	نام انگلیسی	اتم
H	Hydrogen	هیدروژن
He	Helium	هلیوم
N	Nitrogen	نیتروژن
Ne	Neon	نئون
O	Oxygen	اکسیژن
Cl	Chlorine	کلر
Fe	Iron	آهن
Cu	Copper	مس
Pb	Lead	سرب

هر اتمی دارای نام و نماد شیمیایی مخصوص به خودش است. تعداد زیادی از این نمادها از نام انگلیسی اتم‌ها گرفته شده‌اند. بعضی از آن‌ها هم از نام لاتین آن‌ها برداشته شده است. به جدول مقابل نگاه کنید:

• نماد شیمیایی کدام یک از اتم‌ها از نام لاتین آن‌ها گرفته شده است؟

• چرا نماد شیمیایی هلیوم He است نه H؟

همانطور که می‌بینید همیشه از یک حرف بزرگ انگلیسی برای نشان دادن حرف اول نماد شیمیایی استفاده می‌شود. اگر نماد مورد استفاده دو حرفی باشد، حرف دوم با یک حرف کوچک انگلیسی نمایش داده می‌شود (مثلاً Cu، Fe، Ne).



## مولکول‌ها

اتم‌ها مانند آجرهای سازنده طبیعت هستند. وقتی اتم‌ها به وسیله پیوندهای شیمیایی به یکدیگر متصل می‌شوند، **مولکول‌ها** را می‌سازند.



اتم‌ها آجرهای سازنده طبیعت هستند.

مولکول‌ها شامل مجموعه‌ای از دو یا چند اتم هستند که با یکدیگر پیوند برقرار کرده‌اند.

## فرمول شیمیایی

شیمی دان‌ها برای توصیف مولکول‌ها علامت‌های خاصی را مورد استفاده قرار داده و خلاصه نویسی می‌کنند. به این علامت‌ها **فرمول شیمیایی** می‌گویند. به نظر شما معروف‌ترین فرمول شیمیایی در جهان چیست؟



نوشتن فرمول شیمیایی ما را از نوشتن نام ترکیب بی‌نیاز می‌کند!

این فرمول  $H_2O$  بوده و متعلق به آب است. بسیاری از مردم این فرمول را می‌دانند اما معنی آن را درک نمی‌کنند. چنین فرمولی به شما نشان می‌دهد که چه اتم‌هایی در مولکول مورد نظر وجود دارند. همچنین اعداد کوچکی که بعد از نماد شیمیایی هر اتم مورد استفاده قرار گرفته است، تعداد هر اتم را مشخص می‌کند.



توجه داشته باشید که اگر هیچ عددی بعد از نماد شیمیایی اتم نوشته نشده باشد، به معنای این است که تعداد آن اتم در مولکول مورد نظر، یک می‌باشد.

	$N_2$	نیتروژن
	$NH_3$	آمونیاک
	$HCl$	هیدروژن کلرید
	$Cl_2$	کلر

حالا اگر به مولکول آب در شکل داده شده نگاه کنید مشخص است که این مولکول از دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن ساخته شده است.

در جدول داده شده چند مولکول دیگر را مشاهده می‌کنید.



## عنصرها



عنصرها تنها موادی هستند که نمی‌توان آن‌ها را به مواد ساده‌تری تبدیل کرد.

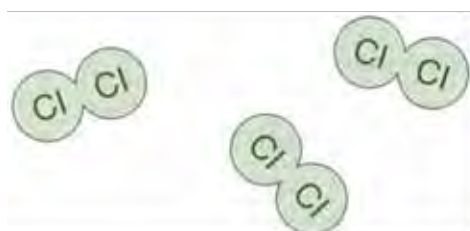
گاهی اوقات نمی‌توان بعضی از مواد را به مواد ساده‌تری تبدیل کرد، زیرا تمام اتم‌های آن‌ها با یکدیگر یکسان هستند. این مواد همان **عنصرهای شیمیایی** هستند.

عنصرها فقط شامل یک نوع اتم هستند.

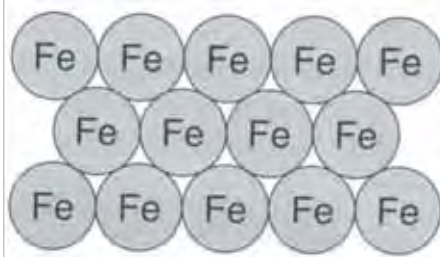
اگر به خاطر داشته باشید، قبلاً گفتیم که ۹۲ نوع گوناگون از اتم‌ها در طبیعت یافته شده‌اند. نزدیک به ۲۰ نوع دیگر نیز توسط دانشمندان در آزمایشگاه ساخته شده‌اند.

- با این توضیح، چند نوع عنصر می‌توانند وجود داشته باشند؟

به این نمونه‌ها توجه کنید.



کلر، یک عنصر است (این عنصر یک گاز بوده و از مولکولهای  $Cl_2$  ساخته شده است)



آهن، یک عنصر است (این عنصر یک جامد بوده و فقط از اتم‌های Fe ساخته شده است)

همان طور که می‌بینید ما می‌توانیم عنصرها را به صورت مولکول نیز داشته باشیم.

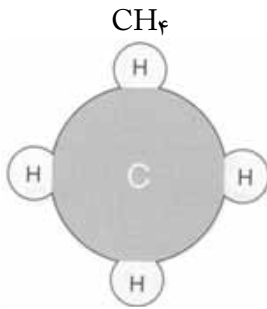
## ترکیبها

از آن جا که تنها ۹۲ نوع عنصر در طبیعت وجود دارند، بنابراین ۹۲ نوع اتم نیز وجود خواهد داشت. این در حالی است که میلیون‌ها ماده‌ی مختلف در طبیعت موجود هستند. بنابراین همانطور که شما هم حدس می‌زنید، تعداد زیادی از این مواد دارای بیش از یک نوع عنصر هستند. بنابراین باید شامل بیش از یک نوع اتم نیز باشند! به این مواد ترکیب گفته می‌شود.

ترکیبها شامل دو یا چند نوع اتم هستند

(که به صورت شیمیایی با یکدیگر پیوند برقرار کرده‌اند).





یک مولکول متان (یک ترکیب)

بسیاری از ما برای پختن غذا و گرم کردن خانه‌های خود از گاز استفاده می‌کنیم. قسمتی از این گاز از ترکیبی به نام متان ساخته شده است که فرمول آن  $CH_4$  می‌باشد. این گاز شامل یک اتم کربن و چهار اتم هیدروژن است که به یکدیگر متصل شده‌اند. بنابراین متان دارای دو عنصر است: کربن و هیدروژن. به جدول داده شده در بخش مولکول‌ها نگاه کنید.

- کدام یک از مواد داده شده عنصر هستند؟
- کدام یک از آن‌ها ترکیب هستند؟

### آزمایش ۳-۲: ساخت یک ترکیب

در این آزمایش شما می‌توانید تفاوت یک ترکیب را با عنصرهای سازنده‌ی آن ببینید.

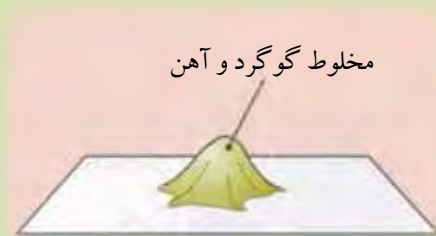


(آ) به اندازه‌ی یک قاشق چای خوری براده‌ی آهن را بر روی تکه‌ای از کاغذ بریزید.

- ظاهر این ماده چگونه است؟

به اندازه‌ی یک قاشق چای خوری از پودر گوگرد را بر روی تکه‌ای از کاغذ بریزید.

- ظاهر این ماده چگونه است؟



(ب) به وسیله‌ی یک قاشقک، آهن و گوگرد را با یکدیگر مخلوط کنید. به این حالت **مخلوط** گفته می‌شود. با استفاده از یک ذره‌بین، مخلوط خود را به طور دقیق تر مورد بررسی قرار دهید.

- ظاهر این مخلوط چگونه است؟

• شما چگونه می‌توانید آهن و گوگرد را از یکدیگر جدا کنید؟ آیا می‌توانید دو روش برای این کار پیشنهاد کنید؟

(پ) مخلوط به دست آمده را در داخل یک لوله آزمایش کوچک ریخته و به شدت حرارت دهید.

مراقب باشید که شعله‌ی چراغ از دهانه‌ی لوله‌ی آزمایش فاصله داشته باشد. در صورت آتش گرفتن گوگرد، گاز سمی گوگرد دی اکسید آزاد می‌شود.





بعد از شروع شدن واکنش، حرارت دادن را متوقف کنید.

• مشاهده‌های خود از داخل لوله‌ی آزمایش را بنویسید.

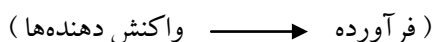
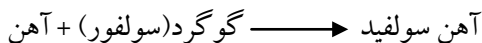
ت) بعد از اینکه لوله‌ی آزمایش شما سرد شد، آن را به معلم خود دهید. معلم شما لوله را در یک پوشش مناسب قرار داده و با احتیاط

می شکند تا ترکیب جدیدی که شما ساخته‌اید را از لوله خارج کند.

• چه تفاوتی بین مخلوط آهن و گوگرد و ترکیب جدیدی که شما ساخته‌اید وجود دارد؟

ترکیبی که از آهن و گوگرد ساخته شده است آهن سولفید نام دارد (نام لاتین گوگرد، «سولفور» است).

این واکنش را می‌توان به صورت **معادله‌ی نوشتاری** نمایش داد:



موادی که برای شروع واکنش در اختیار داریم **واکنش دهنده‌ها** نام دارند. موادی که از واکنش دهنده‌ها ساخته می‌شوند **فرآورده‌ها (محصولات)** نامیده می‌شوند.

توجه داشته باشید که کلمه‌ی سولفور (نام لاتین گوگرد) در ترکیب به سولفید تبدیل می‌شود.

• اگر نام یک ترکیب به -ید ختم شود، یعنی در آن یک عنصر با عنصر دیگر پیوند یافته است.

به عنوان مثال منیزیم اکسید به صورت  $\text{MgO}$  است و یا کلسیم کلرید دارای فرمول  $\text{CaCl}_2$  می‌باشد (البته هیدروکسیدها از این قاعده پیروی نمی‌کنند و استثناء می‌باشند. مثلاً  $\text{NaOH}$  سدیم هیدروکسید است).

• اگر نام یک ترکیب به -ات ختم شود، آن ترکیب دارای اکسیژن خواهد بود.

به عنوان مثال مس سولفات دارای فرمول  $\text{CuSO}_4$  است و یا فرمول نقره نترات به صورت  $\text{AgNO}_3$  خواهد بود.

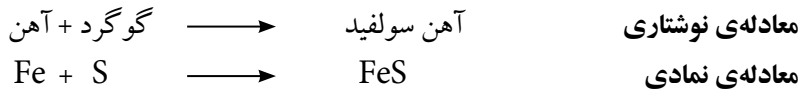


### واکنش‌های شیمیایی

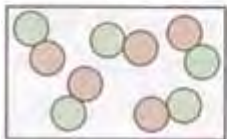


آیا به خاطر دارید که در آزمایش ۳-۲ آهن چگونه با گوگرد واکنش داد؟ در این واکنش آهن سولفید ساخته شد.

این تغییر با یک معادله‌ی نوشتاری نشان داده شد. در حالی که یک معادله‌ی شیمیایی (نمادی) اطلاعات بیشتری را به شما خواهد داد. این معادله نشان دهنده‌ی فرمول همه‌ی مواد در یک واکنش است:



مفلوطی از واکنش  
> هنرها



موصول به دست آمده  
یک ترکیب است

این معادله نشان می‌دهد که یک اتم آهن با یک اتم گوگرد واکنش می‌دهد و آهن سولفید تشکیل می‌شود که در آن به ازای هر اتم گوگرد، یک اتم آهن وجود دارد.

اتم‌ها به صورت شیمیایی به یکدیگر پیوند داده‌اند. ترکیب جدید هیچگونه شباهتی به آهن یا گوگرد ندارد. این ترکیب خواصی کاملاً متفاوت از آن‌ها دارد. در واقع ماده‌ی جدیدی ساخته شده است.

از طرفی به دست آوردن آهن و گوگرد از آهن سولفید کار دشواری است. این مثال نمونه‌ای از یک تغییر یا واکنش شیمیایی است.

واکنش بین سدیم و کلر مثال دیگری از یک تغییر شیمیایی است:







سردیم و کلر در دوران مبردگی فیللی پر سر و صدای و شلوغ بودند. اما حالا بعد از «پیوند بستن» با یکدیگر، خصوصیت‌های کاملاً متفاوتی پیدا کرده‌اند!



وقتی ما غذا می‌پزیم، مواد مبردگی ساقته می‌شوند. به نظر شما پشت کیک یک تغییر فیزیکی است یا یک تغییر شیمیایی؟

سديم يك فلز خطرناك و بسيار واكنش پذير و فعال است. كلر نيز يك گاز سمی است. اما هنگامی که این دو عنصر با یکدیگر واکنش می‌دهند، ماده‌ی بی‌خطر سدیم کلرید را تولید می‌کنند. شما این ترکیب را با نام نمک طعام می‌شناسید. خوشبختانه خواص آن بسیار متفاوت با سدیم یا کلر است!

### طبقه بندی تغییرها

تغییرهای شیمیایی تفاوت‌های زیادی با تغییرهای فیزیکی مانند ذوب شدن دارند.

- فهرستی از چند تغییر شیمیایی که در زندگی روزمره‌ی ما اتفاق می‌افتند را تهیه کنید. کدام یک از این تغییرها مفید هستند و کدام یک مضر می‌باشند؟

تغییر فیزیکی	تغییر شیمیایی
ماده (مواد) جدیدی ساخته نمی‌شوند	ماده (مواد) جدیدی ساخته می‌شوند
به راحتی قابل برگشت به حالت اولیه هستند	به راحتی قابل برگشت به حالت اولیه نیستند

در آزمایش بعدی، می‌توانید بعضی از تغییرها را برای خود طبقه بندی کنید:

### آزمایش ۴-۲: تغییرهای فیزیکی و شیمیایی



مس کربنات  
مس سولفات

هر یک از مواد زیر را در یک لوله‌ی آزمایش به آرامی حرارت دهید. اگر علامت خاصی از تغییر مشاهده نکردید، می‌توانید ماده را با شدت بیشتری حرارت دهید.

اتفاقاتی که در هنگام حرارت دادن می‌افتند را به دقت مشاهده کنید. مشاهده‌های خود را (در هنگام حرارت دادن و بعد از آن) در جدول داده شده یادداشت کنید:

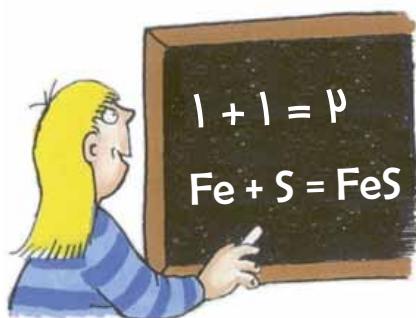


مشاهده‌ها		ماده ی مورد آزمایش
بعد از حرارت دادن	در هنگام حرارت دادن	
		مس کربنات
		روی اکسید
		سیم مسی
		موم
		مس سولفات
		شن و ماسه

ممکن است معلم شما تغییرهای دیگری را به شما نشان دهد.

- به نظر شما کدام یک از این تغییرها فیزیکی هستند؟
- آیا ماده‌ای وجود دارد که هیچ گونه نشانه‌ای از تغییر را نشان ندهد؟
- کدام یک از تغییرهای انجام گرفته شیمیایی هستند؟ توضیح دهید که علت انتخاب شما چیست؟

### ◀ موازنه کردن معادله‌ها



یک معادله‌ی موازنه شده، تعداد و انواع اتم‌ها در دو طرف معادله یکسان است.

حتماً تا به حال در درس ریاضی خود با معادله‌ها سر و کار داشته‌اید. همان طور که می‌دانید باید دو طرف معادله با یکدیگر موازنه باشند و در واقع با هم برابر هستند. در معادله‌های شیمیایی نیز همین طور خواهد بود. تعداد اتم‌ها در هر دو طرف معادله باید با هم برابر باشد. به خاطر داشته باشید که در یک واکنش شیمیایی هیچ اتم جدیدی ساخته نمی‌شود و از بین هم نخواهد رفت.

جرم واکنش دهنده‌ها = جرم فرآورده‌ها



با بررسی مثال زیر این موضوع را بررسی خواهیم کرد. آیا شما می‌دانید برای شناسایی گاز هیدروژن از چه روشی استفاده می‌شود؟

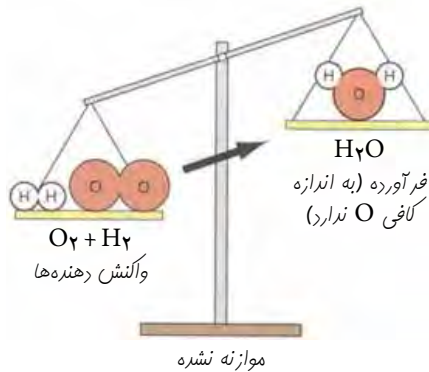
برای این کار کافی است یک کبریت نیمه افروخته را به این گاز نزدیک کنیم. هیدروژن ( $H_2$ ) با مولکول‌های اکسیژن ( $O_2$ ) موجود در هوا واکنش می‌دهد. این دو پس از ترکیب شدن با یکدیگر، ترکیبی به نام آب ( $H_2O$ ) را تولید می‌کنند.

✓ آب (هیدروژن اکسید)  $\longrightarrow$  اکسیژن + هیدروژن : معادله‌ی نوشتاری

✗  $H_2 + O_2 \longrightarrow H_2O$  : استفاده از فرمول‌ها  
 طرف چپ معادله                      طرف راست معادله

این واکنش موازنه نشده است.

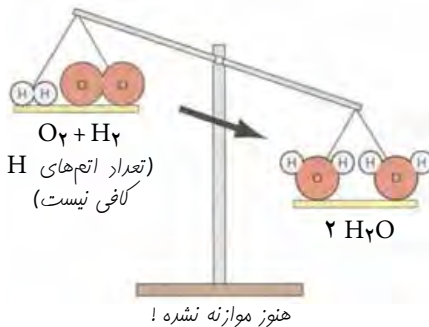
### شمارش اتم‌ها



اگر تعداد اتم‌های موجود در دو طرف معادله را بشمارید، مشاهده می‌کنید که با یکدیگر برابر نیستند. در طرف چپ معادله (واکنش دهنده‌ها): دو اتم H (حاصل از مولکول  $H_2$ ) و دو اتم O (حاصل از مولکول  $O_2$ ) داریم. در طرف راست معادله (فرآورده‌ها): دو اتم H داریم (که مطابق با طرف چپ است) در حالی که تنها یک اتم O وجود دارد.

طبیعی است که این موضوع نمی‌تواند صحیح باشد، زیرا همان طور که می‌دانید امکان ناپدید شدن یک اتم اکسیژن در یک واکنش وجود ندارد.

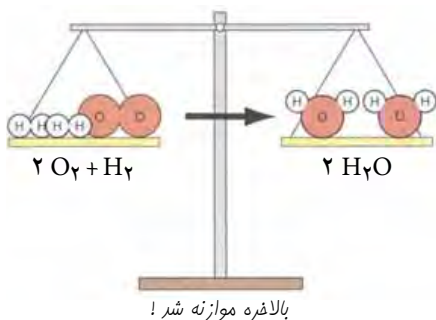
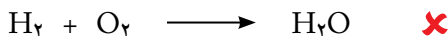
### تصحیح کردن موازنه!



حال می‌خواهیم ببینیم که شما چطور می‌توانید این معادله را موازنه کنید؟ برای این منظور شما به یک اتم اکسیژن دیگر در طرف راست معادله احتیاج دارید. اما متأسفانه نمی‌توانید فرمول آب را از  $H_2O$  به  $H_2O_2$  تغییر دهید!

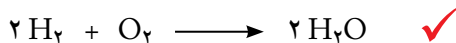


ولی می‌توانید تعداد مولکول‌های  $H_2O$  در واکنش را تغییر دهید. بهتر است به ازای هر مولکول  $O_2$ ، دو مولکول  $H_2O$  در نظر بگیرید (زیرا تعداد اتم‌های  $O$  در شروع واکنش ۲ است). به این ترتیب خواهید داشت:

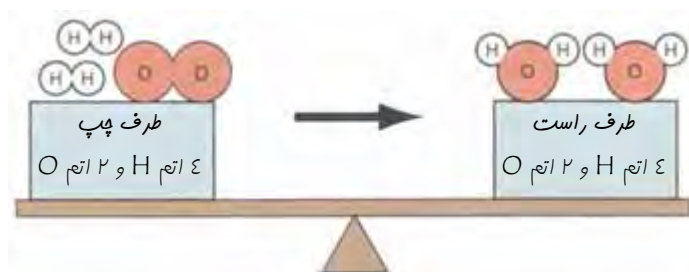


حال مشکل اکسیژن برطرف شده است، اما ظاهراً مشکل دیگری ایجاد شده است! با انجام تغییرات داده شده در طرف چپ معادله به دو اتم هیدروژن دیگر نیاز داریم.

ولی این مشکل به راحتی قابل حل است:



این واکنش موازنه شده است.



معادله‌ی نوشته شده به این صورت خوانده می‌شود: دو مولکول هیدروژن به اضافی یک مولکول اکسیژن، می‌دهد دو مولکول آب.

به یاد داشته باشید که شما برای موازنه کردن یک واکنش هیچ وقت نباید فرمول ماده‌ای را تغییر دهید. بلکه فقط می‌توانید قبل از فرمول ترکیب از اعداد خاصی استفاده کنید.

• حال با توجه به مطالبی که یاد گرفتید، واکنش‌های زیر را موازنه کنید.



## ◀ نمادهای تعیین حالت

گاهی اوقات بهتر است اطلاعات بیشتری را در معادله‌ی واکنش بنویسیم. به عنوان مثال می‌توانیم حالت واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها را نیز مشخص کنیم. همانطور که می‌دانید ماده دارای سه حالت جامد، مایع و گاز است. از طرفی گاهی اوقات مواد موجود در واکنش به صورت محلول در آب هستند.

شیمی دان‌ها برای نشان دادن این حالت‌های مختلف از علامت‌های اختصاصی به نام نمادهای تعیین حالت استفاده می‌کنند. در جدول داده شده این نمادها را مشاهده می‌کنید:

نماد	حالت فیزیکی
(s)	جامد (solid)
(l)	مایع (liquid)
(g)	گاز (gas)
(aq)	محلول (حل شده در آب) (aqueous)

خب، اینم به معارله‌ی موازنه شده ،  
عالا باید چیکار کنیم؟ !!! ...  
آها ، بهتره حالت مواد هم کنارشون بنویسیم.

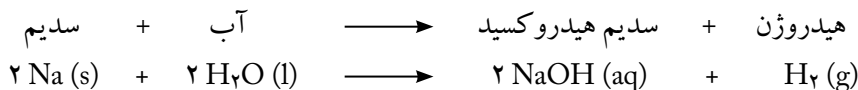


تا بایی که می‌دونم ، ماده سه تا حالت داره  
که اوتا رو با نمادهای s ، l و g نشون میدیم.

درسته ، ولی یکی دیکه هم هست  
که کمتر بهش توجه میشه!  
بهش می‌کن مملول در آب  
و با aq نشون داده میشه!

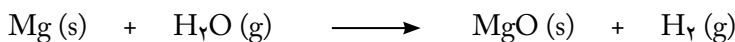


به معادله‌ی زیر که واکنش بین سدیم و آب را نشان می‌دهد توجه کنید. در این معادله هر چهار حالت ماده (در واکنش‌های شیمیایی) وجود دارند:



این معادله به ما می‌گوید که سدیم جامد با آب مایع واکنش می‌دهد. محصولات این واکنش نیز محلول سدیم هیدروکسید و گاز هیدروژن خواهند بود.

این نمادها در مواقعی مهم تر هستند که مواد موجود در معادله در حالتی به غیر از حالت اصلی خود در دمای محیط (دمای اتاق) باشند. به عنوان مثال:



در این معادله کدام یک از مواد در حالت همیشگی خود نیست؟

نمادهای تعیین کننده‌ی حالت به ما می‌گویند که منیزیم جامد با بخار آب واکنش می‌دهد. توجه داشته باشید، که  $\text{H}_2\text{O}$  در معادله به صورت گاز است و نه مایع.



### خلاصه ی فصل

- انتشار همان حرکت ذره‌های یک ماده از سمتی به سمت دیگر است. ذره‌ها از جایی که غلیظ تر است به جایی که رقیق تر است می‌روند.
- همه‌ی مواد از ذره‌های کوچکی به نام **اتم** ساخته شده‌اند.
- مجموعه‌ای از دو یا چند اتم که به صورت شیمیایی با یکدیگر پیوند برقرار کرده‌اند، **مولکول** نامیده می‌شوند.
- بعضی از مواد فقط از یک نوع اتم ساخته شده‌اند. به این مواد **عنصر** گفته می‌شود. عنصرها را نمی‌توان به مواد ساده تری تجزیه کرد.
- اگر ماده‌ای دارای بیش از یک نوع اتم باشد، **توکب** نامیده می‌شود. عنصرهای گوناگون موجود در یک ترکیب را نمی‌توان به راحتی از یکدیگر جدا کرد (این عنصرها به صورت شیمیایی با یکدیگر پیوند برقرار کرده‌اند)، در حالی که اجزای تشکیل دهنده‌ی یک **مخلوط** به راحتی از هم جدا می‌شوند.
- تغییرهای شیمیایی باعث تولید مواد جدیدی می‌شوند در حالی که تغییرهای فیزیکی امکان چنین کاری را ندارند.
- ما می‌توانیم تغییرهای شیمیایی را (که واکنش نامیده می‌شوند) به وسیله معادله‌های گوناگون نشان دهیم. برای این کار هم از معادله‌ی نوشتاری و هم از نمادهای شیمیایی (فرمول‌ها) استفاده می‌کنیم.
- معادله‌های نمادی مربوط به واکنش‌های شیمیایی باید موازنه باشند. در یک واکنش شیمیایی یک اتم جدید تولید نمی‌شود و از بین هم نخواهد رفت.
- نمادهای تعیین حالت (g, l, s و aq) اطلاعات بیشتری را در مورد یک واکنش به ما می‌دهند.

### پرسش‌ها

- ۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:  
 (آ) کوچک‌ترین بخش هر عنصری ..... نامیده می‌شود. عنصرها را نمی‌توان به مواد ..... تجزیه کرد.
- (ب) اتم‌هایی که به صورت شیمیایی با یکدیگر پیوند برقرار کرده‌اند ..... نامیده می‌شوند. اگر ماده‌ای بیش از یک نوع اتم داشته باشد، یک ..... خواهد بود.
- (پ) در یک تغییر ..... مواد جدیدی تشکیل می‌شوند. در حالی که در تغییرهای ..... هیچ گونه ماده‌ی جدیدی ساخته نمی‌شود.



۲- چگالی یک ماده با استفاده از فرمول زیر تعیین می‌شود:

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

آ) یک قطعه آهن با حجم  $8 \text{ cm}^3$  دارای جرمی به اندازه  $62/88 \text{ g}$  است. چگالی آهن را بر حسب  $\text{g/cm}^3$  به دست آورید. به چگالی‌های داده شده در جدول زیر نگاه کنید:

عنصر	چگالی ( $\text{g/cm}^3$ )
اکسیژن	$0/0133$ (در دما و فشار اتاق)
مس	$8/92$
روی	$7/14$
نیتروژن	$0/0117$ (در دما و فشار اتاق)

ب) حالت فیزیکی هر یک از این عناصر در دمای  $25^\circ\text{C}$  چگونه است؟

پ) علت اختلاف زیاد در چگالی عناصرهای داده شده را توضیح دهید.

ت) چرا برای بیان چگالی اکسیژن و نیتروژن حتماً باید دما و فشار مشخص باشد؟

۳- علت هر یک از پدیده‌های زیر را توضیح دهید:

آ) گاهی اوقات در هنگام قدم زدن در کنار خیابان، بوی سیب زمینی سرخ کرده یا گوشت کباب شده را احساس می‌کنید.

ب) شکر در آب داغ با سرعت بیشتری نسبت به آب سرد حل می‌شود.

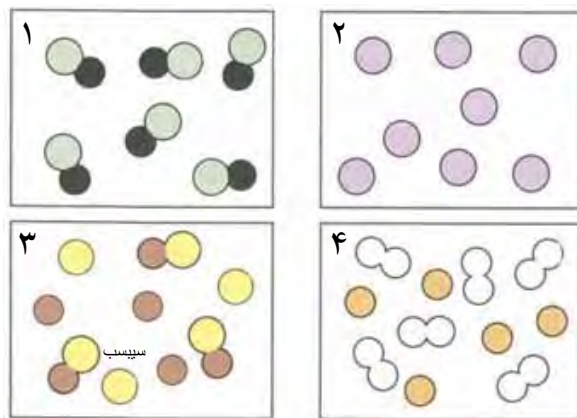
۴- به این شمع در حال سوختن توجه کنید:



کدام یک از قسمت‌های مشخص شده یک تغییر شیمیایی را نشان می‌دهد و کدام یک نشان دهنده‌ی یک تغییر فیزیکی است؟ پاسخ خود را توضیح دهید.



۵- به شکل های زیر دقت کنید:



کدام یک از آنها نشان دهنده ی:

(آ) یک عنصر است؟

(ب) مخلوطی از عناصرها است؟

(پ) یک ترکیب خالص است؟

(ت) مخلوطی از عناصرها و یک ترکیب است؟ به نظر شما در این قسمت چه اتفاقی ممکن است رخ بدهد؟

۶- بعضی از موادی که در جشن ها برای نور افشانی و آتش بازی مورد استفاده قرار می گیرند و نور خیره کننده ای ایجاد می کنند، دارای مقداری پودر آلومینیم (Al) هستند. این ماده با اکسیژن ( $O_2$ ) موجود در هوا واکنش می دهد و آلومینیم اکسید ( $Al_2O_3$ ) تولید می کند که یک ماده ی جامد سفید رنگ است.

(آ) این تغییر فیزیکی است یا شیمیایی؟

(ب) یک معادله نوشتاری برای این تغییر بنویسید.

(پ) حالا یک معادله ی نمادی موازنه شده برای این تغییر بنویسید که شامل نمادهای تعیین حالت نیز باشد.

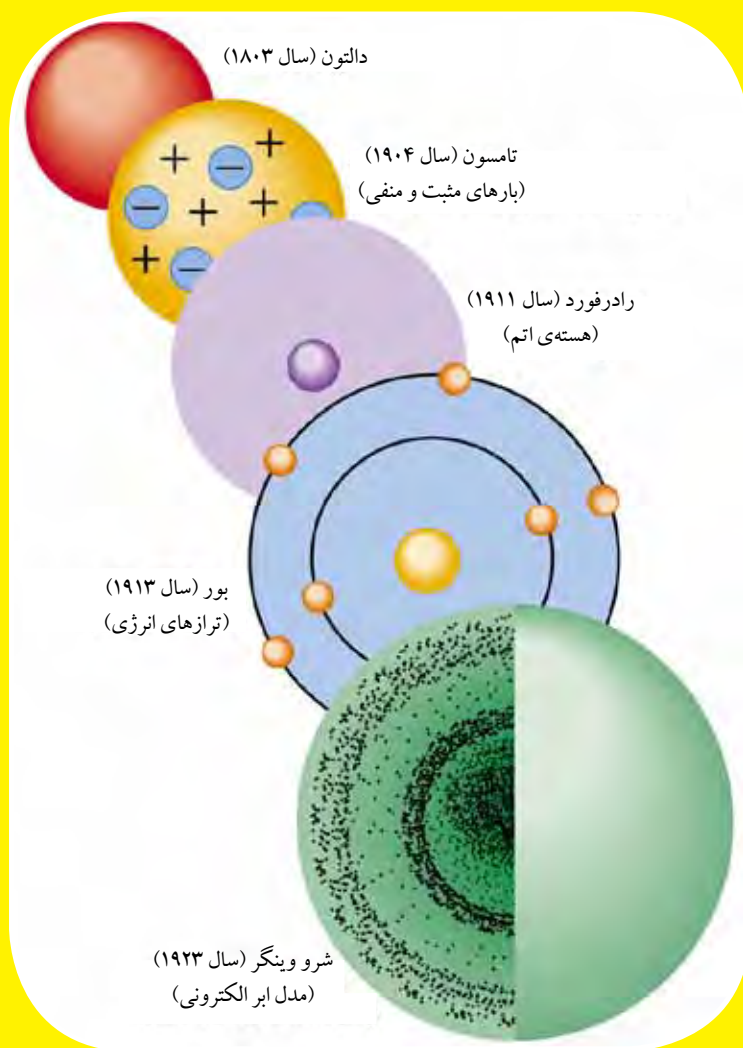
۷- معادله های زیر را موازنه کنید:





# فصل سوم

## ساختار اتمی



### ◀ تاریخچه اتم

دموکریت پیشنهاد کرد که همه چیز از ذره‌های کوچکی ساخته شده است.

تئوری اتمی دالتون مطرح شد. تمام اتم‌های عنصرهای یکسان به یکدیگر شبیه هستند. آن‌ها برای ساختن ترکیب‌های گوناگون با یکدیگر ترکیب می‌شوند.

جی جی تامسون الکترون را کشف کرد.

ارنست رادرفورد پروتون را کشف کرد.

ارنست رادرفورد هسته‌ی اتم را کشف کرد.

نیلز بور پیشنهاد کرد که الکترون‌ها در لایه‌های مشخصی در اطراف هسته‌ی اتم می‌چرخند.

جیمز چادویک وجود نوترون‌ها را اثبات کرد.

۴۰۰ سال  
قبل از میلاد

سال

۱۸۰۵

سال

۱۸۹۷

سال

۱۹۰۹

سال

۱۹۱۱

سال

۱۹۱۳

سال

۱۹۳۲

کلمه «اتم» از یک لغت یونانی به معنای «تجزیه ناپذیر» گرفته شده است. این عبارت در نظریه‌ی اتمی دالتون به خوبی مورد استفاده قرار گرفت. اما اکنون می‌دانیم که اتم‌ها قابل تجزیه شدن هستند.

در اواخر قرن هجدهم و اوایل قرن نوزدهم، دانشمندان برای توجیه کردن مشاهده‌های خود در مورد اتم مجبور به انجام مطالعات دقیق تری شدند.

به عنوان مثال، جی جی تامسون در سال ۱۸۹۷ مدل «کیک کشمش‌ی» خود را ارائه کرد. تصور

او این بود که اتم به صورت یک توپ کروی با بار الکتریکی مثبت است که ذره‌هایی کوچک با

بار الکتریکی منفی در داخل آن قرار گرفته‌اند. این ذره‌های منفی الکترون نامیده شدند. تامسون آن‌ها

را مانند کشمش‌های موجود در داخل یک کیک در نظر گرفته بود.

این مدل می‌توانست آزمایش تامسون در مورد الکترونیسته را به خوبی توضیح دهد. اما آزمایش‌های

بعدی که با استفاده از ذره‌های پرتو زا انجام گرفتند، به یک دیدگاه جدیدتر احتیاج داشتند.

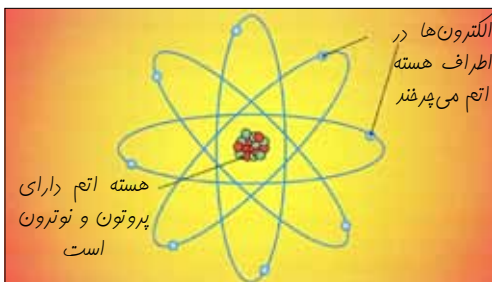
در حدود سال ۱۹۱۵ دانشمندانی مانند ارنست رادرفورد و نیلز بور مدل‌های جدیدی را ارائه

دادند که بعضی از موارد آن‌ها تا به امروز نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### ◀ داخل اتم‌ها

در داخل یک اتم سه نوع ذره وجود دارند که عبارتند از پروتون، نوترون و الکترون.

پروتون‌ها و نوترون‌ها به طور به هم فشرده‌ای در مرکز اتم قرار گرفته‌اند.



این قسمت مرکزی که هسته نام دارد، به طور شگفت انگیزی کوچک بوده و چگالی زیادی دارد. الکترون‌های کوچک نیز در اطراف این هسته می‌چرخند. در جدول زیر مقدار بار الکتریکی و جرم ذره‌های زیر اتمی موجود در یک اتم مشخص شده‌اند.

جرم (بر مبنای واحد جرم اتمی)	بار الکتریکی	ذره‌های زیر اتمی
۱	+۱	پروتون
۱	۰	نوترون
تقریباً صفر	-۱	الکترون

به نکته‌های زیر توجه کنید:

- پروتون‌ها و نوترون‌ها دارای جرم یکسانی هستند.
- الکترون‌ها بسیار سبک هستند و می‌توان از جرم آن‌ها چشم‌پوشی کرد. در واقع تقریباً هر ۲۰۰۰ الکترون دارای جرمی به اندازه‌ی یک پروتون و یا یک نوترون هستند.
- پروتون‌ها دارای بار الکتریکی مثبت بوده و نوترون‌ها خنثی هستند (بنابراین الکترون‌ها باید دارای بار الکتریکی منفی باشند).



من به پروتونم و وزنم زیاده،  
به خاطر بار الکتریکی فورم، همیشه مثبت فکر می‌کنم!  
با دوستام در هسته‌ی اتم زندگی می‌کنم،  
بودن در کنار نوترون‌ها برام خیلی لذت بخشه!



اسم من نوترونه و خیلی سنگینم،  
درسته که پاق و تبلم اما همه چیز و سفت و ماکم نکه می‌دارم،  
البته بعضی‌ها برام ارزش خائل نیستن، چون بار الکتریکی ندارم!  
می‌کن تو به مویدر فتنی و سنگینی که از باش تکون نمی‌خوره!



من به الکتروتم، خیلی سبک و زیر و زرنکم و عوصله‌ی تبلی ندارم،  
می‌تونم در یک چشم به هم زدن دور هسته بپریم!  
درسته که با پروتون کاملاً مخالفم، اما شب خیلی هم دوستش دارم،  
پیکار کنم دست فورم که نیست، بار الکتریکی من منفی شده!

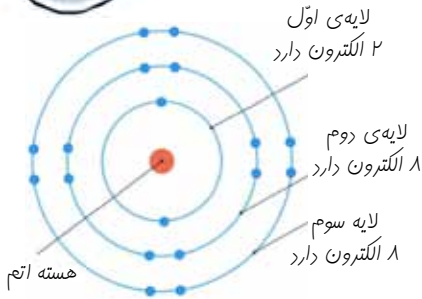


### ◀ لایه‌های الکترونی

الکترون‌های یک اتم به صورت منظم در لایه‌هایی در اطراف هسته قرار می‌گیرند. گاهی اوقات به این لایه‌ها سطوح انرژی گفته می‌شود.



الکترون‌ها در مبروده‌ی (لایه‌های) مشفمی در اطراف هسته می‌پرفشند!



لایه‌ی اول (نزدیک‌ترین لایه به هسته) فقط امکان نگه داشتن ۲ الکترون را دارد.

لایه‌ی دوم می‌تواند ۸ الکترون را در خودش نگه دارد.

لایه سوم هم می‌تواند ۸ الکترون داشته باشد.

### پُر شدن لایه‌ها

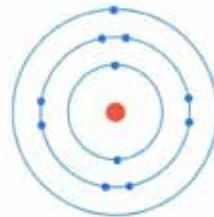
الکترون‌ها پُر کردن لایه‌ها را از نزدیک‌ترین لایه به هسته شروع می‌کنند. آن‌ها دوست دارند که تا حد امکان به هسته‌ی اتم نزدیک‌تر باشند. این مورد را در مثال‌های زیر ببینید:



هلیوم  
(۲ الکترون دارد)



کربن  
(۶ الکترون دارد)



سدیم  
(۱۱ الکترون دارد)

### ◀ توصیف اتم‌ها

نیازی نیست که همیشه شکل اتم‌ها را رسم کنید، بلکه می‌توانید از یک حالت اختصاری به نام ساختار الکترونی (که گاهی اوقات نیز پیکربندی الکترونی نامیده می‌شود) استفاده کنید. این ساختار فقط تعداد الکترون‌ها را در هر لایه نشان می‌دهد. به عنوان مثال در مورد هلیوم، کربن و سدیم خواهیم داشت:

هلیوم: ۲

کربن: ۲ و ۴

سدیم: ۲ و ۸ و ۱



• آیا می‌توانید ساختارهای الکترونی اتم‌های زیر را بنویسید؟

(آ) نیتروژن (با ۷ الکترون)

(ب) نئون (با ۱۰ الکترون)

(پ) آلومینیوم (با ۱۳ الکترون)

(ت) کلسیم (با ۲۰ الکترون، که ۲ الکترون آخر آن در لایه‌ی چهارم قرار می‌گیرد)

### عدد اتمی

هر عنصری دارای عدد اتمی مخصوص به خود است که گاهی اوقات عدد پروتونی نیز نامیده می‌شود. این عدد نشان می‌دهد که در هر اتم از عنصر مورد نظر چند پروتون وجود دارند (تمام اتم‌های یک عنصر خاص دارای تعداد پروتون‌های یکسانی هستند).

تعداد پروتون‌ها (که برابر با تعداد الکترون‌ها است) = عدد اتمی

اتم‌ها خنثی هستند. بارهای الکتریکی مثبت با تعداد مساوی از بارهای الکتریکی منفی خنثی می‌شوند. بنابراین تعداد پروتون‌ها (+) در یک اتم همواره با تعداد الکترون‌ها (-) برابر است.

### عدد جرمی

همانطور که می‌دانید پروتون‌ها و نوترون‌ها ذره‌های سنگینی هستند که جرم اتم‌ها را تشکیل می‌دهند. عدد جرمی نشان می‌دهد که مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در یک اتم چقدر است.

تعداد نوترون‌ها + تعداد پروتون‌ها = عدد جرمی

شما با داشتن عدد اتمی و عدد جرمی می‌توانید تعداد نوترون‌های موجود در یک اتم را به دست آورید.

عدد اتمی - عدد جرمی = تعداد پروتون‌ها - عدد جرمی = تعداد نوترون‌ها



## استفاده از عددهای اتمی و عددهای جرمی

با استفاده از عدد اتمی و عدد جرمی می‌توانیم تصویر کاملی از یک اتم را تجسم کنیم. به مثال زیر دقت کنید:

مثال

عدد اتمی لیتیم ۳ و عدد جرمی آن ۷ است.

(آ) در یک اتم لیتیم چند پروتون، نوترون و الکترون وجود دارد؟

(ب) طرحی از یک اتم لیتیم را رسم کنید.

(آ) می‌دانیم:  $3 = \text{عدد اتمی}$

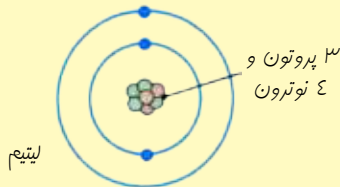
بنابراین ۳ پروتون و ۳ الکترون در این اتم وجود دارند. از طرفی عدد جرمی برابر با ۷ است. بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{تعداد نوترون‌ها} + \text{تعداد پروتون‌ها} = 7$$

با توجه به وجود ۳ پروتون در این اتم می‌توان نوشت:

$$\text{تعداد نوترون‌ها} + 3 = 7$$

$$\text{بنابراین: } 7 - 3 = 4 = \text{تعداد نوترون‌ها}$$



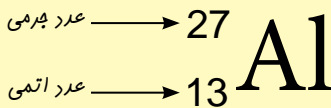
(ب)

### باز هم مختصر تر!

می‌توان عدد اتمی و عدد جرمی را به صورت اختصاری در کنار نماد شیمیایی اتم قرار داد. به عنوان نمونه اطلاعات مربوط به لیتیم در مثال قبل را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



عدد بالای نشان دهنده‌ی عدد جرمی است و عدد پایینی نیز عدد اتمی را نشان می‌دهد.



• تعداد پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها را در  ${}^{31}_{15}\text{P}$  و  ${}^{16}_8\text{O}$  به دست آورید و سپس نحوه‌ی قرار گرفتن الکترون‌ها را در این اتم‌ها نشان دهید.





این دو بسته شکلات شبیه به هم به نظر می‌رسند. اما یکی از آن‌ها سنگین‌تر است. چرا؟  
(به ادامه بحث توجه کنید)

### ایزوتوپ‌ها

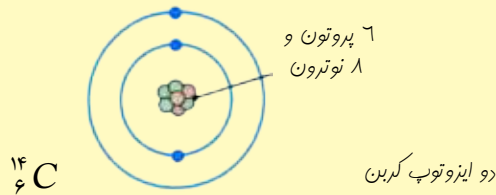
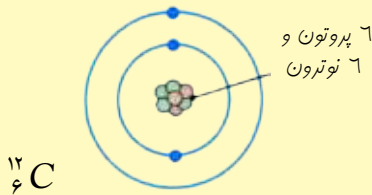
حتماً تا به امروز مطلب‌های زیادی را در مورد انرژی هسته‌ای و سلاح‌های اتمی از رادیو و تلویزیون شنیده‌اید. بنابراین ممکن است عبارت «ایزوتوپ‌های ناپایدار» هم به گوش شما رسیده باشد. اما ایزوتوپ چیست؟

بعضی از عنصرها از اتم‌هایی با جرم‌های متفاوت ساخته شده‌اند. تعداد پروتون‌ها در اتم عنصرهای یکسان همیشه با هم برابر است. بنابراین ایزوتوپ‌ها حتماً از تعداد نوترون‌های متفاوتی ساخته شده‌اند.

به مثال زیر توجه کنید:

#### مثال

عدد اتمی کربن ۶ است و بسیاری از اتم‌های کربن دارای عدد جرمی ۱۲ هستند. اما عدد جرمی تعدادی از آن‌ها ۱۴ است. طرحی از دو ایزوتوپ کربن را رسم کنید.



ایزوتوپ‌ها تقریباً مثل بسته‌های شکلات هستند که پوشش لاکتوژی آن‌ها با هم یکسان است اما تعداد شکلات درون آن‌ها با هم تفاوت دارد.

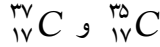
مشاهده می‌کنید که ایزوتوپ‌ها به غیر از تعداد نوترون‌های شان، در بقیه‌ی موارد با هم یکسان هستند. ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای ویژگی‌های شیمیایی یکسانی هستند و در واکنش‌های شیمیایی به صورت یکسان شرکت می‌کنند، زیرا الکترون‌های آن‌ها دقیقاً به صورت مشابهی در لایه‌های الکترونی قرار گرفته‌اند (در واکنش‌های شیمیایی فقط الکترون‌ها تغییر می‌کنند و پروتون‌ها و نوترون‌ها در این واکنش‌ها تأثیری ندارند).



گاهی اوقات برای نشان دادن ایزوتوپ‌های یک عنصر فقط از نوشتن عدد جرمی آن‌ها استفاده می‌شود. در مثال قبل می‌توان ایزوتوپ‌های کربن را به صورت کربن-۱۲ و کربن-۱۴ نوشت.

ایزوتوپ‌ها اتم‌هایی هستند که دارای تعداد پروتون‌های یکسانی هستند اما تعداد نوترون‌های آن‌ها با یکدیگر متفاوت است.

• تعداد پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌های موجود در دو ایزوتوپ کربن را مشخص کنید:



### جرم اتمی نسبی

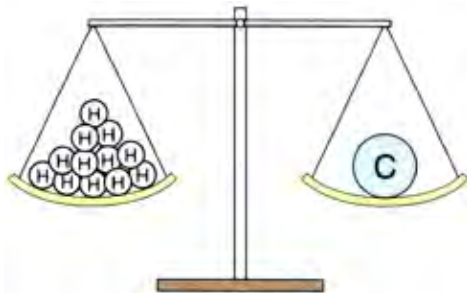


هر عنصری دارای یک جرم اتمی نسبی است!

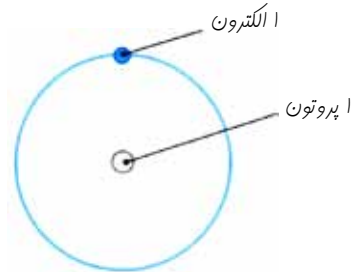
هر نوع اتمی دارای جرم اتمی متفاوتی است. اما جرم یک اتم بسیار کوچک‌تر از آن است که بتوان آن را اندازه‌گیری کرد. به این ترتیب ما جرم اتم‌ها را از مقایسه با یکدیگر به دست می‌آوریم.

در این مقایسه جرم سبک‌ترین عنصر (هیدروژن) یک در نظر گرفته شده است. به این ترتیب برای هر اتمی یک عدد به دست می‌آید که جرم اتمی نسبی نامیده می‌شود و گاهی اوقات آن را با نماد  $A_r$  نشان می‌دهند.

بهرتر است اتم هیدروژن را به صورت دقیق‌تری مورد بررسی قرار دهیم: عدد اتمی هیدروژن ۱ است. جرم آن نیز ۱ می‌باشد. یعنی یک اتم هیدروژن دارای یک پروتون و یک الکترون است اما هیچ نوترونی ندارد. بنابراین بسیار سبک خواهد بود!



یک اتم کربن ۱۲ مرتبه سنگین‌تر از یک اتم هیدروژن است و جرم اتمی نسبی آن ۱۲ باشد



اتم هیدروژن (سبک‌ترین اتم در بین تمام اتم‌ها)





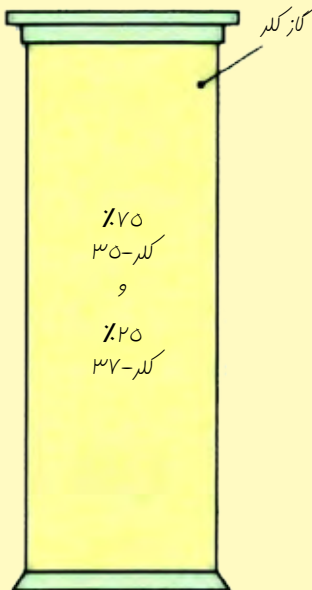
عنصر	جرم اتمی نسبی ( $A_r$ )
کلر	۳۵/۵
مس	۶۳/۵
آهن	۵۵/۸

ممکن است پیش خود فکر می کنید که بین جرم اتمی نسبی و عدد جرمی هیچ گونه تفاوتی وجود ندارد و هر دوی آن‌ها به ما نشان می دهند که سنگینی و وزن هر اتمی به چه مقداری است. اما بهتر است به مقدار جرم‌های اتمی نسبی داده شده در جدول مقابل دقت کنید:

آیا مورد عجیبی مشاهده نکردید؟ آیا ممکن است که بتوانید عدد جرمی یک اتم را به صورت اعداد اعشاری بیان کنید؟ قطعاً این طور نیست، چون شما نمی توانید تعداد پروتون‌ها و یا نوترون‌ها را به صورت عدد اعشاری بیان کنید و این عددها همیشه به صورت عددهایی کامل هستند.

در حقیقت برای مشخص کردن جرم اتمی نسبی یک عنصر، لازم است که ایزوتوپ‌های مختلف آن عنصر را نیز در نظر بگیریم. بعضی از عنصرها به صورت مخلوطی از ایزوتوپ‌ها وجود دارند. جرم اتمی نسبی، نشان دهنده‌ی جرم میانگین آن‌ها است که نسبت‌های متفاوت از هر ایزوتوپ را در مخلوط طبیعی آن‌ها مورد توجه قرار داده است.

## مثال



در قسمت قبل با تفاوت کلر-۳۵ و کلر-۳۷ آشنا شدید (کلر-۳۷ نسبت به کلر-۳۵ دو نوترون بیشتر دارد). هر نمونه از گاز کلر به صورت مخلوطی از این دو ایزوتوپ است که ۷۵٪ از آن‌ها به صورت کلر-۳۵ هستند و ۲۵٪ دیگر نیز کلر-۳۷ خواهند بود.

بنابراین اگر ۱۰۰ اتم کلر داشته باشیم، ۷۵ اتم از آن‌ها کلر-۳۵ خواهند بود و ۲۵ اتم نیز کلر-۳۷ هستند. به این ترتیب جرم کل این ۱۰۰ اتم (نسبت به جرم اتم هیدروژن) عبارت است از:

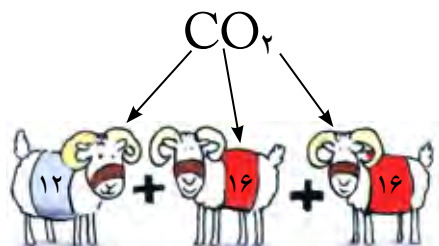
$$(75 \times 35) + (25 \times 37) = 355.0$$

بنابراین جرم میانگین (یا جرم اتمی نسبی) کلر برابر است با:

$$355.0 \div 100 = 35.5$$



### جرم فرمولی نسبی



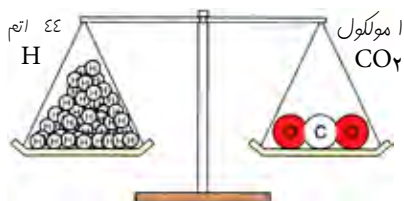
با جمع کردن جرم اتمی نسبی اتم‌های سازنده‌ی یک مولکول، جرم فرمولی آن به دست می‌آید.

اگر جرم‌های اتمی نسبی اتم‌های مختلف را داشته باشید، به راحتی می‌توانید جرم نسبی هر مولکولی را محاسبه کنید. فقط کافی است که فرمول شیمیایی آن را بدانید. به عنوان مثال کربن دی اکسید را مورد بررسی قرار می‌دهیم:

فرمول کربن دی اکسید  $CO_2$  است. این مولکول از یک اتم کربن و دو اتم اکسیژن ساخته شده است. جرم اتمی نسبی کربن ۱۲ است و جرم اتمی نسبی اکسیژن ۱۶ می‌باشد. اگر جرم اتمی نسبی اتم‌ها را مطابق با فرمول مولکول با یکدیگر جمع کنیم، جرم فرمولی نسبی (یا جرم مولکولی) را به دست خواهیم آورد که گاهی آن را با  $M_r$  نیز نشان می‌دهند. پس برای  $CO_2$  خواهیم داشت:

$$\begin{array}{r} 12 \\ + 32 \\ \hline 44 \end{array}$$

$12 = 1 \times 12 = 12$  (جرم اتم کربن)  
 $32 = 2 \times 16 = 32$  (جرم دو اتم اکسیژن)



$CO_2$  دارای جرمی معادل با ۴۴ برابر یک اتم H است

بنابراین جرم فرمولی نسبی کربن دی اکسید برابر با ۴۴ است. به نظر شما یک مولکول کربن دی اکسید چند مرتبه سنگین تر از یک اتم هیدروژن است؟ این جرم‌ها برای شیمیدان‌ها بسیار مفید هستند، به ویژه زمانی که جرم واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها را در یک واکنش شیمیایی محاسبه می‌کنند. حال مثال سخت تری را بررسی می‌کنیم:

#### مثال

جرم فرمولی نسبی آلومینیم سولفات با فرمول  $Al_2(SO_4)_3$  چقدر است؟

(جرم‌های اتمی نسبی:  $O = 16$ ،  $S = 32$ ،  $Al = 27$ )

گاهی اوقات در یک فرمول اعدادی وجود دارند که در بیرون یک جفت پرانتز قرار گرفته‌اند. به عنوان مثال در فرمول داده شده،  $SO_4$  در داخل پرانتز قرار گرفته است و بیرون پرانتز نیز





جرم‌های فرمولی امکان انجام  
محاسبات در واکنش‌های شیمیایی را  
برای ما فراهم می‌کنند.

عدد ۳ نوشته شده است. در چنین حالتی تعداد تمام اتم‌های داخل پرانتز باید در این عدد ضرب شود تا تعداد واقعی اتم‌ها در ترکیب مورد نظر مشخص شود. به این ترتیب آلومینیم سولفات دارای ۲ اتم آلومینیم، ۳ اتم گوگرد و ۱۲ اتم اکسیژن است.

حال با جمع کردن جرم اتمی نسبی تمام این اتم‌ها خواهیم داشت:

$$\begin{array}{r}
 \text{Al } 2 \text{ اتم} = 2 \times 27 = 54 \qquad 54 \\
 \text{S } 3 \text{ اتم} = 3 \times 32 = 96 \longrightarrow + 96 \\
 \text{O } 12 \text{ اتم} = 12 \times 16 = 192 \qquad + 192 \\
 \hline
 342
 \end{array}$$

بنابراین جرم فرمولی نسبی آلومینیم سولفات ۳۴۲ خواهد بود.

### خلاصه‌ی فصل

- اتم‌ها دارای پروتون، نوترون و الکترون هستند.
- پروتون‌ها دارای بار الکتریکی مثبت هستند. الکترون‌ها بار الکتریکی منفی دارند. نوترون‌ها هیچ گونه بار الکتریکی نداشته و خنثی هستند.
- پروتون‌ها و نوترون‌ها ذره‌های سنگینی هستند که جرم آن‌ها معادل با یک واحد جرم اتمی است و در هسته‌ی (مرکز) اتم قرار دارند. جرم الکترون‌ها بسیار ناچیز است و می‌توان از آن صرف نظر کرد.
- الکترون‌ها در لایه‌های مشخص (یا سطوح انرژی) به دور هسته می‌چرخند. لایه‌ی اول می‌تواند ۲ الکترون داشته باشد. دومین لایه امکان نگه داشتن ۸ الکترون را دارد. لایه‌ی سوم نیز می‌تواند ۸ الکترون را در خود جای دهد.
- عدد اتمی برابر با تعداد پروتون‌ها می‌باشد (که با تعداد الکترون‌ها برابر است).
- عدد جرمی برابر با مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها می‌باشد.
- ایزوتوپ‌ها شامل اتم‌هایی هستند که تعداد پروتون‌های یکسانی دارند ولی تعداد نوترون‌های آن‌ها متفاوت است.



پرشی‌ها

۱- جاهای خالی را با کلمه (های) مناسب پُر کنید:  
 در داخل اتم‌ها سه نوع ذره وجود دارد که عبارتند از: ..... ، ..... و .....  
 در جدول زیر جرم و بار الکتریکی آن‌ها نشان داده شده است:

ذره‌ی زیر اتمی	بار الکتریکی	جرم (بر مبنای واحد جرم اتمی)
پروتون	.....	.....
.....	۰	۱
.....	.....	تقریباً صفر

پروتون‌ها و نوترون‌ها در ..... اتم قرار دارند که هسته نامیده می‌شود.  
 ..... در اطراف هسته و در لایه‌های مشخصی قرار دارند.  
 لایه‌ی اول که ..... لایه به هسته است می‌تواند ..... الکترون داشته باشد، در صورتی که لایه‌های دوم و سوم امکان نگه داشتن ..... الکترون را دارند.

۲- (آ) عدد اتمی یک اتم نشان دهنده‌ی چیست؟

(ب) عدد جرمی یک اتم چه چیزی را نشان می‌دهد؟

(پ) عدد اتمی و عدد جرمی اتم  ${}^{40}_{18}Ar$  چقدر است؟

۳- تعداد پروتون‌ها، الکترون‌ها و نوترون‌ها را در هر یک از اتم‌های زیر به دست آورید:

(پ) ${}^{19}_9F$	(ب) ${}^{20}_{10}Ne$	(آ) ${}^{14}_7N$
(ج) ${}^{35}_{19}U$	(ث) ${}^{60}_{27}Co$	(ت) ${}^{39}_{19}K$

۴- طرح کاملی از اتم‌های داده شده رسم کنید:

(آ) ${}^4_2He$	(ب) ${}^9_4Be$	(پ) ${}^{27}_{13}Al$	(ت) ${}^{40}_{20}Ca$
----------------	----------------	----------------------	----------------------

۵- با استفاده از پرسش‌های ۳ و ۴، جدول زیر را کامل کنید:

عنصر	عدد اتمی	ساختار الکترونی
بریلیم	.....	۲ و ۲
.....	۱۳	.....
پتاسیم	۱۹	.....

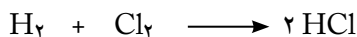


۶- هیدروژن (با عدد اتمی ۱) دارای ۳ ایزوتوپ است که به صورت  $^1H$ ،  $^2H$  و  $^3H$  نشان داده می‌شوند.

(آ) ایزوتوپ‌ها چه نوع اتم‌هایی هستند؟

(ب) چه تفاوتی بین این ۳ ایزوتوپ وجود دارد؟

(پ) هیدروژن در مجاورت نور خورشید با کلر واکنش می‌دهد و هیدروژن کلرید تولید می‌کند:



آیا توقع دارید که واکنش‌های یکسانی برای ایزوتوپ‌های هیدروژن انجام گیرند؟ چرا؟

(ت) کلر در حالت طبیعی دارای ۲ ایزوتوپ است. ۷۵٪ از آن  $^{35}C$  است و ۲۵٪ نیز به صورت  $^{37}C$  می‌باشد. نشان دهید که چرا جرم اتمی نسبی کلر ۳۵/۵ است.

(ث) عنصر کلر یک گاز است و فرمول آن  $Cl_2$  می‌باشد. به نظر شما در یک نمونه از گاز کلر امکان بودن چند مولکول  $Cl_2$  با جرم‌های مختلف وجود دارد؟ برای پاسخ خود چه دلیلی دارید؟

۷- جرم فرمولی نسبی ترکیب‌های زیر را محاسبه کنید:

(آ)  $H_2O$  (ب)  $C_2H_5OH$  (پ)  $Na_2SO_4$

(جرم‌های اتمی نسبی:  $H = 1$ ،  $O = 16$ ،  $C = 12$ ،  $Na = 23$ ،  $S = 32$ )



# فصل چہارم

## جدول تناوبی

### عنصرها

13  
Al  
Aluminum  
26.9815

Atomic Number 13  
Symbol Al  
Name Aluminum  
Group 13  
Period 3  
Block s  
Electron Configuration [Ne] 3s<sup>2</sup> 3p<sup>1</sup>

Atomic Number 13  
Symbol Al  
Name Aluminum  
Group 13  
Period 3  
Block s  
Electron Configuration [Ne] 3s<sup>2</sup> 3p<sup>1</sup>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

[www.chemyazd.com](http://www.chemyazd.com)

### دسته بندی عنصرها



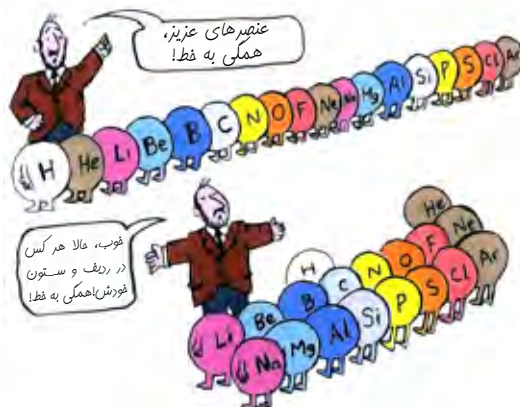
اگر شما هیچ گونه عکسی از یک پازل (جورپین) نداشته باشید، بطور می توانید آن را تکمیل کنید؟ حال تصور کنید که چند قطعه از این پازل ناپدید شده است! این اوضاع شبیه به وضعیتی است که علم شیمی در آغاز قرن نوزدهم داشت!

دانشمندان علاقه زیادی به پیدا کردن الگوهای رفتاری دارند. نزدیک به ۲۰۰ سال قبل، تعداد زیادی از عنصرهای جدید کشف شدند و یافتن ارتباطی خاص در بین عنصرهای مختلف به یک دردسر تبدیل شده بود. البته باید به این نکته هم توجه کرد که برخی از موادی که در آن زمان تصور می شد عنصر هستند، در واقع یک ترکیب بودند (چرا که اطلاعات و تجهیزات کافی برای شناخت کامل آن‌ها وجود نداشت). ضمن آن که

برخی از عنصرها نیز هنوز کشف نشده بودند. به این ترتیب طبقه بندی آن‌ها کار آسانی نبود.

### پیدا کردن الگوی مناسب

شاید بتوان گفت که اولین تلاش جدی برای طبقه بندی عنصرها در سال ۱۸۶۵ توسط نیولندز انجام گرفت. او عنصرهای شناخته شده تا آن زمان را بر اساس جرم اتمی شان در کنار یکدیگر قرار داد و متوجه شد که یک الگوی تکراری در بین آن‌ها وجود دارند. در این الگو، عنصر اول با عنصر هشتم شباهت داشت. عنصر دوم شبیه به عنصر نهم بود و این روند به همین ترتیب ادامه داشت. اما متأسفانه الگوی نیولندز فقط برای ۱۵ عنصر اول قابل قبول بود و پس از آن رابطه‌ی درستی بین عنصرها وجود نداشت. به این ترتیب حتی بعضی از دانشمندان این طبقه بندی را به تمسخر گرفتند و معتقد بودند که طبقه بندی عنصرها بر مبنای حروف الفبایی آن‌ها معیار مناسب تری خواهد بود!



مندلیف یک معلم شیمی بود که در روسیه تدریس می کرد!

این مشکل در سال ۱۸۶۹ توسط یک شیمیدان روسی به نام دیمیتری مندلیف حل شد. او نیز سعی کرد که عنصرها را بر مبنای جرم اتمی شان طبقه بندی کند و بر همین اساس جدولی طراحی کرد که در آن عنصرها در ردیف‌های مشخصی در کنار هم قرار می گرفتند. عنصرهایی که دارای خواص شیمیایی مشابهی بودند نیز در یک ستون و در زیر یکدیگر جای داشتند.



به این ترتیب مندلیف می‌خواست که یک الگوی تکراری (تناوبی) را در بین عناصرها برقرار کند. اما مندلیف از ریسک کردن در این کار نمی‌ترسید. زمانی که دید این الگو برای بعضی از عناصرها (که باید در یک ستون قرار می‌گرفتند) نادرست است، در جدول خود چند جای خالی در نظر گرفت و مدعی شد که این جاهای خالی مربوط به عنصرهایی هستند که هنوز کشف نشده‌اند. حتی در مواقعی ترتیب قرار گرفتن اتم‌ها را نیز تغییر داد تا نظم الگوی خود را از دست ندهد.

همان‌طور که حدس می‌زنید، ابتدا مردم به «جدول تناوبی» او شک کردند. اما مندلیف از این جدول برای پیش‌بینی خواص عنصرهایی استفاده کرد که جای آن‌ها را در جدول خود خالی گذاشته بود و اعتقاد داشت که بالاخره روزی کشف خواهند شد. در سال ۱۸۸۶، عنصر ژرمانیم کشف شد. این عنصر جدید با یکی از جاهای خالی جدول مندلیف مطابقت داشت و پیش‌بینی مندلیف در رابطه با آن درست بود. به این ترتیب دانشمندان دیگر هم با ایده‌ی او در طبقه‌بندی عناصرها موافقت کردند.

## جدول تناوبی

با این که جدول مندلیف پذیرفته شده بود اما او هنوز نمی‌توانست یک نکته را در مورد این جدول توضیح دهد:

چرا مندلیف برای برقرار کردن نظم در الگوی تکراری جدول تناوبی خود مجبور بود که گاهی اوقات ترتیب جرم اتمی عناصرها را تغییر دهد؟

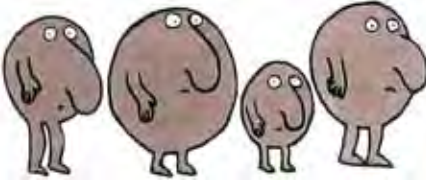
پاسخ این پرسش در داخل اتم نهفته بود. در واقع اتم‌های موجود در جدول مندلیف بر طبق جرم اتمی شان مرتب شده بودند، در حالی که اکنون برای این کار فقط از تعداد پروتون‌های آن‌ها (عدد اتمی) استفاده شده است.

شماره گروه																		0																	
1		2												3		4		5		6		7		8											
Li Lithium		Be Beryllium												B Boron		C Carbon		N Nitrogen		O Oxygen		F Fluorine		Ne Neon											
Na Sodium		Mg Magnesium												Al Aluminum		Si Silicon		P Phosphorus		S Sulfur		Cl Chlorine		Ar Argon											
K Potassium		Ca Calcium		Sc Scandium		Ti Titanium		V Vanadium		Cr Chromium		Mn Manganese		Fe Iron		Co Cobalt		Ni Nickel		Cu Copper		Zn Zinc		Ga Gallium		Ge Germanium		As Arsenic		Se Selenium		Br Bromine		Kr Krypton	
Rb Rubidium		Sr Strontium		Y Yttrium		Zr Zirconium		Nb Niobium		Mo Molybdenum		Tc Technetium		Ru Ruthenium		Rh Rhodium		Pd Palladium		Ag Silver		Cd Cadmium		In Indium		Sn Tin		Sb Antimony		Te Tellurium		I Iodine		Xe Xenon	
Cs Cesium		Ba Barium		La Lanthanum		Hf Hafnium		Ta Tantalum		W Tungsten		Re Rhenium		Os Osmium		Ir Iridium		Pt Platinum		Au Gold		Hg Mercury		Tl Thallium		Pb Lead		Bi Bismuth		Po Polonium		At Astatine		Rn Radon	
		فلزهای قلیایی فلکی												فلزهای واسطه												هالوژن‌ها		گازهای بی اثر (نیبیپ)							
		فلزهای قلیایی																																	





## گروه‌های جدول تناوبی



گروه‌های موجود در جدول، مثل خانواده‌های آن هستند. اعضای هر خانواده شبیه به هم هستند اما کاملاً یکسان نیستند.

جدول تناوبی دارای ۸ گروه است. هر ستون عمودی در جدول تشکیل دهنده‌ی یک گروه است. تمام عنصرهای موجود در یک گروه دارای خواص شیمیایی مشابهی هستند. این عنصرها اعضای یک «خانواده‌ی شیمیایی» می‌باشند. بعضی از گروه‌ها نام مشخصی دارند.

آیا می‌توانید گروه ۷ را در جدول تناوبی نشان داده شده است، مشخص کنید؟ نام این گروه چیست؟ آیا قبلاً عنصری از این گروه را می‌شناختید؟ برخی دیگر از گروه‌ها فقط با شماره‌ی گروه شناخته می‌شوند. ضمن آن که فلزهای واسطه (انتقالی) خانواده‌ی اختصاصی خود را تشکیل داده‌اند.

## دوره‌های جدول تناوبی

مثال

C در گروه ۴ قرار دارد. این عنصر متعلق به دوره‌ی دوم است. Al عنصری از گروه ۳ است. این عنصر در دوره‌ی سوم قرار دارد.

ردیف‌های افقی در جدول تناوبی را به عنوان دوره‌ی تناوبی می‌شناسند. شما می‌توانید جدول تناوبی را مانند یک کتاب انگلیسی بخوانید. یعنی از بالا به پایین و از چپ به راست! به این ترتیب در دوره‌ی اول ۲ عنصر قرار دارند که عبارتند از H و He. دوره‌ی دوم دارای ۸ عنصر است که با Li آغاز می‌شوند.

- آخرین عنصر در دوره‌ی دوم چیست؟
- تعداد کل عنصرهای موجود در دوره‌ی سوم چقدر است؟

## فلزها، نافلزها و جدول تناوبی



سیلیسیم یک شبه فلز است.

همانطور که گفته شد، جدول تناوبی دارای ۸ گروه از عنصرها است. گروه‌های ۱ و ۲ فلزها هستند در حالی که گروه‌های ۷ و ۰ (۸) از نافلزها ساخته شده‌اند. گروه‌های میانی جدول، با یک نافلز در بالای گروه شروع می‌شوند، اما در انتها با فلزها به پایان می‌رسند.



به عنوان مثال در گروه ۴ خواهیم داشت:

C
Si
Ge
Sn
Pb

کربن

نافلز

سیلیسیم

ژرمانیم

قلع

سرب

سیلیسیم و ژرمانیم را شبه فلز می‌نامند. برفی از خواص این عنصرها شبیه به فلزها بوده و برفی دیگر از خواص آن‌ها مشابه نافلزها می‌باشند.

فلز

فلز

سیلیسیم معروف‌ترین شبه فلز است.

این عنصر در بعضی از موارد شبیه فلزها است ولی برخی دیگر از خواص آن با نافلزها مطابقت دارد.

به عنوان مثال سیلیسیم مانند فلزها دارای ظاهری براق است، اما مانند نافلزها شکننده می‌باشد.



سیلیسیم در صنایع میکروالکترونیک به کار می‌رود. این عنصر یک «نیمه رسانا» است. تراشه‌های سیلیسیمی امکان ساخت مدارهای بسیار کوچک را فراهم کرده‌اند.

قلع اکسید هم می‌تواند مانند یک اکسید فلزی در واکنش‌های شیمیایی شرکت کند و هم می‌تواند رفتاری شبیه اکسیدهای نافلزی داشته باشد. در واقع این ماده یک اکسید آمفوتوری است (که هم می‌تواند مانند اسیدها باشد و هم مانند بازها).

این موضوع نشان می‌دهد که نمی‌توان دنیای علم را همیشه «سیاه و سفید» در نظر گرفت. شبه فلزها مثالی از دنیای «خاکستری» هستند. ما می‌توانیم با رسم یک خط فرضی در جدول تناوبی، فلزها و نافلزها را از یکدیگر جدا کنیم. این خط فرضی حالتی پلکانی (پله‌ای) دارد. فلزها در پایین این پلکان قرار دارند و بالای آن نیز نافلزها جای گرفته‌اند.

		فلزات																H	نافلزات																He														
		شبه فلزات																																															
3	4											11	12											17	18											53	54												
Li	Be											Na	Mg											K	Ca											Rb	Sr											Cs	Ba
19	20											37	38											55	56											81	82											117	118
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn											Ga	Ge	As	Se	Br	Kr											In	Sn	Sb	Te	I	Xe								
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30											49	50	51	52	53	54											83	84	85	86	87	88								
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd											Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn											101	102	103	104	105	106								
39	40	41	42	43	44	45	46	47	48											81	82	83	84	85	86	87	88											117	118	119	120								
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg											113	114	115	116	117	118	119	120											157	158	159	160								



## گروه ۱ - فلزهای قلیایی

عنصرهای موجود در این گروه بسیار فعال هستند و واکنش‌های زیادی را انجام می‌دهند. به همین دلیل بسیاری از کاربردهایی که در مورد سایر فلزها مشاهده می‌شود، در مورد این عنصرها وجود ندارند. بعداً با ترکیب‌های معروفی از عنصرهای این گروه آشنا خواهد شد.

Li	لیتیم
Na	سرم
K	پتاسیم
Rb	روبیوم
Cs	سزیم



همانطور که گفته شد میزان فعالیت عنصرهای موجود در گروه ۱ بسیار زیاد است! همه‌ی آن‌ها فلز هستند و خواص ویژه‌ای نیز دارند. به مشاهده زیر توجه کنید:

### مشاهده‌ی ۱-۴ بررسی سدیم

معلم شما یک تکه سدیم را به شما نشان می‌دهد.

سدیم در داخل نفت نگهداری می‌شود. این کار باعث محافظت از آن در برابر اکسیژن و رطوبت موجود در هوا می‌شود.

• این عنصر در داخل چه چیزی نگه داری می‌شود؟ چرا؟

• آیا سدیم شبیه یک فلز است؟

معلم شما تکه‌ای از سدیم را با استفاده از چاقو می‌برد.

• این عنصر تا چه اندازه نرم است؟

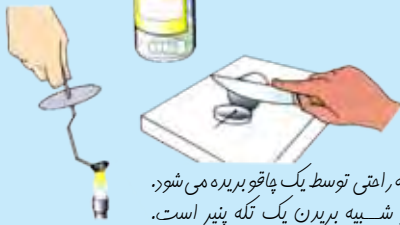
• داخل آن شبیه به چیست؟ آیا حالا شباهت بیشتری به فلزها ندارد؟

معلم شما تکه‌ی از سدیم را به آرامی در داخل یک قاشقک مخصوص حرارت می‌دهد.

• آیا ذوب شدن این فلزها راحت است؟



سرم در داخل نفت نگهداری می‌شود. این کار باعث محافظت از آن در برابر اکسیژن و رطوبت موجود در هوا می‌شود.



سرم به راحتی توسط یک چاقو بریده می‌شود. این کار شبیه بریدن یک تکه پنیر است.

سرم در دمای  $98^{\circ}\text{C}$  ذوب می‌شود





می توان فلزهای قلیایی را به راحتی با یک پاکو برید.

حال بهتر درک کردید که چرا سدیم و سایر فلزهای قلیایی همیشه فلز هستند. آن‌ها نقطه‌ی ذوب کمی داشته و بسیار نرم هستند. همچنین در مقایسه با فلزهای دیگر دارای چگالی بسیار کمی نیز می‌باشند. در مشاهده‌ی بعدی خواهید دید که لیتیم، سدیم و پتاسیم بر روی آب شناور می‌مانند!

به جدول زیر توجه کنید:

فلز قلیایی	عدد اتمی	نقطه‌ی ذوب (بر حسب °C)	نقطه‌ی جوش (بر حسب °C)
لیتیم	۳	۱۸۰	۱۳۶۰
سدیم	۱۱	۹۸	۹۰۰
پتاسیم	۱۹	۶۳	۷۷۷
روبییدیم	۳۷	۳۹	۷۰۵
سزیم	۵۵	.....	۶۶۹

- در این گروه از بالا به پایین چه الگویی را در تغییرات نقطه‌ی ذوب و جوش مشاهده می‌کنید؟
- سعی کنید نقطه‌ی ذوب سزیم را پیش بینی کنید.

معمولاً فلزها در مقایسه با نافلزها دارای نقطه‌ی ذوب‌های بسیار بالاتری هستند. به عنوان مثال آهن در دمای °C ۱۵۴۰ ذوب می‌شود.



### واکنش‌های شیمیایی فلزهای قلیایی

ردیف‌های افقی در جدول تناوبی را به عنوان دوره‌ی تناوبی می‌شناسند. شما می‌توانید جدول تناوبی را مانند یک کتاب انگلیسی بخوانید.

یعنی از بالا به پایین و از چپ به راست! به این ترتیب در دوره‌ی اول ۲ عنصر قرار دارند که عبارتند از H و He. دوره‌ی دوم دارای ۸ عنصر است که با Li آغاز می‌شوند.

- آخرین عنصر در دوره‌ی دوم چیست؟
- تعداد کل عنصرهای موجود در دوره‌ی سوم چقدر است؟



مشاهده‌ی ۲-۴ واکنش لیتیم با آب



لیتیم



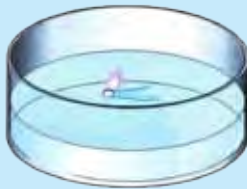
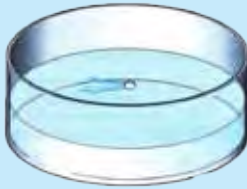
معلم شما تکه‌ی کوچکی از لیتیم را در داخل یک ظرف آب می‌اندازد. چه چیزی مشاهده می‌کنید؟ گاز تولید شده را می‌توان به صورتی که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، جمع‌آوری کرد. یک کبریت روشن یا نیمه‌افروخته را به این گاز نزدیک کنید.

- چه چیزی مشاهده می‌کنید؟
- به نظر شما چه گازی تولید شده است؟ با کمک معلم خود به این پرسش پاسخ دهید.

مشاهده‌ی ۳-۴ واکنش سدیم و پتاسیم با آب

حالا معلم شما می‌تواند آزمایش قبل را با سدیم و پتاسیم تکرار کند.

واکنش  
سدیم  
با آب



واکنش  
پتاسیم  
با آب



پتاسیم  
سدیم

می‌توانید ببینید که سدیم گرمای زیادی آزاد می‌کند که می‌تواند باعث ذوب شدن خودش در حین انجام واکنش شود. گرمای حاصل از واکنش پتاسیم آنقدر زیاد است که باعث شعله‌ور شدن گاز هیدروژن آزاد شده می‌شود. این گاز با شعله‌ای یاسی رنگ می‌سوزد.

- در گروه فلزهای قلیایی، از بالا به پایین چه تغییری در میزان واکنش پذیری آن‌ها حاصل می‌شود؟

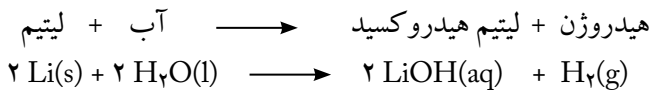
Li
Na
K
Rb
Cs

کمترین واکنش پذیری

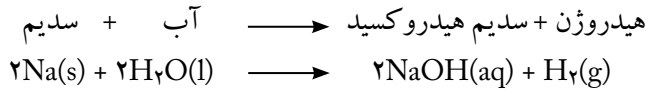
بیشترین واکنش پذیری

جدول تناوبی بسیار پرفایده و سودمند است. یاد گرفتن شیمی به کمک این جدول بسیار راحت‌تر است!

فقط کافی است واکنش‌های یکی از عنصرهای موجود در یک گروه را یاد بگیرید. بقیه آن‌ها واکنش‌های مشابهی را انجام می‌دهند. به عنوان مثال:



با دانستن این واکنش می توان واکنش بقیه ی فلزهای قلیایی را هم نوشت:

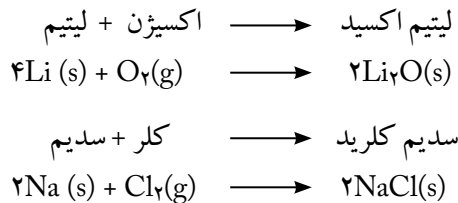


• یک معادله ی نوشتاری و نمادی برای واکنش پتاسیم با آب بنویسید.

در گروه فلزهای قلیایی از بالا به پایین واکنش پذیری بیشتر می شود.

### سایر واکنشها

فلزهای قلیایی با نافلزها واکنش می دهند، به عنوان مثال:



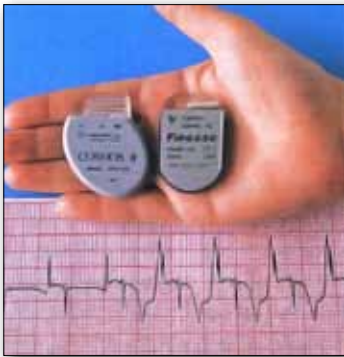
ترکیبهای حاصل از فلزهای گروه ۱ معمولاً جامدهایی سفید رنگ هستند (که در صورت حل شدن در آب، محلولهایی بی رنگ تولید می کنند).

### شیمی در عمل: فلزهای گروه ۱ و ترکیبهای آنها

#### لیتیم

لیتیم نام خود را از یک لغت یونانی به نام «سنگ» گرفته است. با اینکه یک فلز است اما برای استحکام فلزهای دیگری همچون منیزیم در ساخت آلیاژهای گوناگون مورد استفاده قرار می گیرد. ضمن آن که در باتری ها نیز به کار می رود. باتری های لیتیمی قوی و سبک هستند. شاید همین الان یکی از همین باتری ها در نزدیکی شما باشد!

این باتری را می توان در ماشین حساب ها، ساعت ها و یا دوربین ها مورد استفاده قرار داد. همچنین در دستگاه های تنظیم کننده ی ضربان قلب نیز از چنین باتری هایی استفاده می شود.

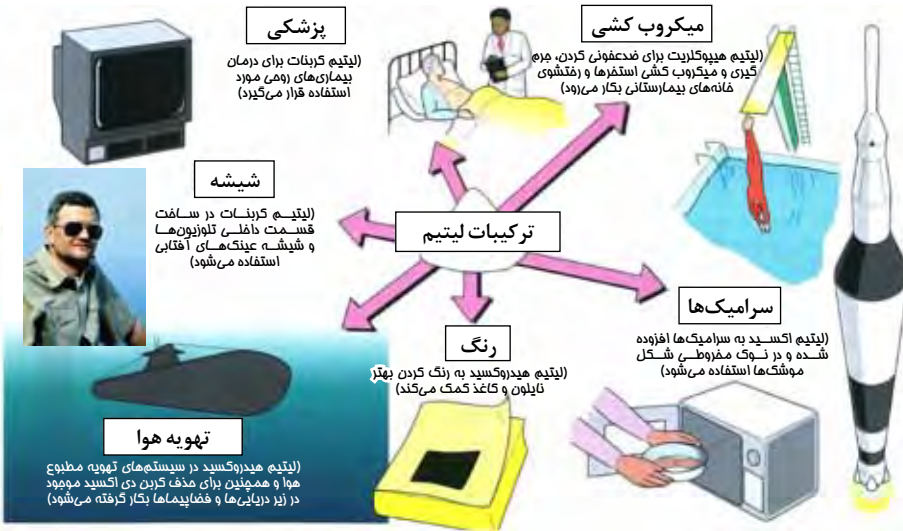


باتری های لیتیمی در دستگاه های تنظیم کننده ی ضربان قلب مورد استفاده قرار می گیرند.



### ترکیب‌های لیتیم

از جنگ جهانی دوم تاکنون، استفاده از ترکیب‌های لیتیم روز به روز افزایش یافته است. به شکل زیر توجه کنید که بسیاری از این کاربردها در آن نشان داده شده‌اند:



### ترکیب‌های پتاسیم

پتاسیم برای رشد مناسب گیاهان ضروری است. پتاسیم نترات به عنوان کود شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین این ترکیب در تهیه مواد منفجره و آتش‌زا نیز به کار می‌رود.

## شیمی در عمل: فلزهای گروه ۱ و ترکیب‌های آن‌ها

### سدیم

عنصر سدیم در لامپ‌های موجود در خیابان‌ها و همچنین در راکتورهای هسته‌ای وجود دارد.

### ترکیب‌های سدیم

سدیم کلرید و سدیم هیدروکسید دو ترکیب بسیار مهم از سدیم به شمار می‌روند.



ساندویچ‌ها و بسیاری از غذاهای آماده دارای پاشنی‌های کونکالونی هستند.



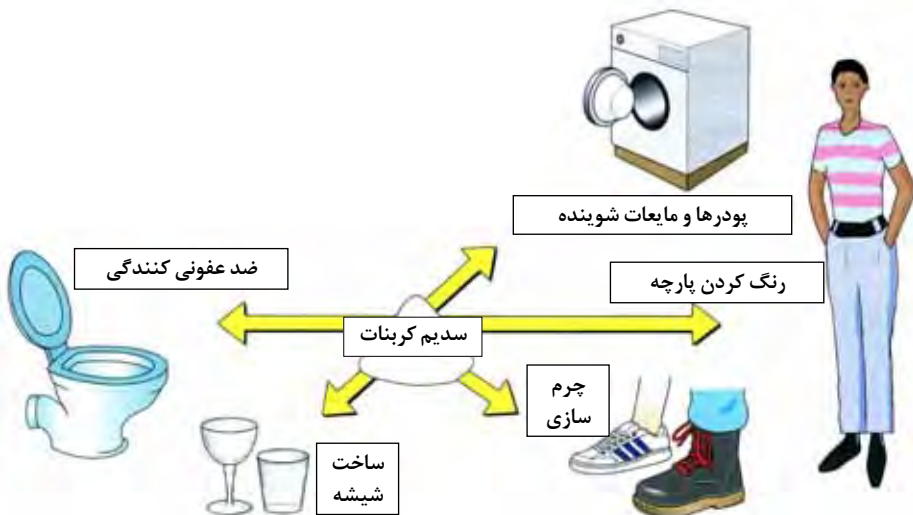
## چاشنی‌ها و مواد افزودنی غذایی

حتماً تاکنون بارها از مواد غذایی بسته بندی شده در غذاهای خود استفاده کرده‌اید. اما آیا تا به حال چیزهایی که روی جعبه آن‌ها نوشته شده است را نیز خوانده‌اید؟ در این صورت حتماً به موادی که سدیم دارند نیز برخورد کرده‌اید. نمک طعام یا سدیم کلرید (NaCl) اولین چاشنی غذایی محسوب می‌شود.

امروزه ما ترکیب‌های زیادی از سدیم را به عنوان ماده‌ی افزودنی استفاده می‌کنیم. سدیم سولفات، سدیم نیتريت و سدیم نترات همگی جزو ننگه دارنده‌های مواد غذایی هستند. آن‌ها مانع از رشد باکتری‌ها می‌شوند. سایر ترکیب‌های سدیم نیز بافت مواد غذایی را بهبود می‌بخشند. اما شاید بدترین ماده افزودنی مونو سدیم گلو تامات باشد. این ماده که باعث از بین رفتن طعم و مزه‌ی غذا می‌شود، اغلب در رستوران‌های چینی مورد استفاده قرار می‌گیرد! بعضی از مردم بر اثر استفاده از آن دچار سردرد یا سرگیجه می‌شوند و بعضی نیز حالت تهوع پیدا می‌کنند. ضمن آن که برای افرادی که دچار بیماری آسم (تنگی نفس) هستند نیز بسیار خطرناک است. به همین دلیل استفاده از آن در غذای کودکان ممنوع است!

## سدیم کربنات

موادی که برای ساختن سدیم کربنات مورد نیاز هستند عبارتند از آب نمک (محلول سدیم کلرید)، سنگ آهک و آمونیاک. هر سال میلیون‌ها تن از این ماده در سراسر جهان ساخته می‌شود! در شکل زیر موارد استفاده‌ی آن را مشاهده می‌کنید:





### فلزهای واسطه (انتقالی)

فلزهای واسطه بین گروه‌های ۲ و ۳ قرار دارند. این فلزها کاربردهای بسیار مهمی دارند. برخی از معروف‌ترین آنها عبارتند از آهن، مس، کروم، نیکل و طلا.  
این فلزها همگی دارای خواص مشابهی هستند. همان‌طور که می‌دانید چنین چیزی در جدول تناوبی غیر عادی است. معمولاً خانواده‌های عنصری در ستون‌هایی قرار می‌گیرند که به آنها گروه گفته می‌شود.


### خواص فیزیکی

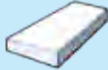
عنصرهای واسطه همگی فلز هستند.



پیرا از مس در سافت لوله‌های آب استفاده می‌شود؟

این فلزها سخت و براق بوده و چگالی زیادی دارند. ضمن آن‌که رساناهای خوبی برای گرما و جریان الکتریسیته محسوب می‌شوند. این فلزها انعطاف پذیر (چکش‌خوار) هستند و به غیر از جیوه بقیه‌ی آن‌ها دارای نقطه‌ی ذوب و نقطه‌ی جوش بالایی هستند.

### آزمایش ۴-۴ فلزهای مغناطیسی



یک آهن ربا را به چند فلز واسطه‌ی گوناگون نزدیک کنید.

- کدام یک از آنها توسط آهن ربا جذب می‌شوند؟

آهن، کبالت و نیکل از جمله‌ی فلزهای مغناطیسی هستند.



## خواص شیمیایی

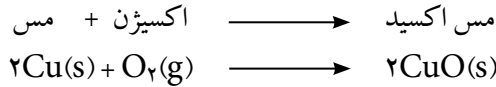
## آزمایش ۴-۵ حرارت دادن مس



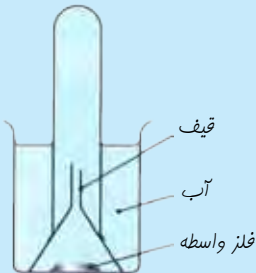
یک قطعه نوار مسی را توسط انبرک نگه دارید. این قطعه را به مدت چند دقیقه توسط یک چراغ بونزن (شعله‌ی مخصوص آزمایشگاه) به شدت حرارت دهید.

- آیا نوار مسی مانند منیزیم در شعله به شدت می‌سوزد؟
- بعد از سرد کردن نوار مسی، چه تغییری در آن مشاهده می‌شود؟
- کدام یک از گازهای موجود در هوا به آرامی با آن واکنش می‌دهد؟
- به نظر شما نام پوشش سیاه رنگی که بر روی نوار مسی تشکیل می‌شود چیست؟

مس نیز مانند بسیاری از فلزهای واسطه به آرامی با اکسیژن موجود در هوا واکنش می‌دهد و به این ترتیب لایه‌ی سیاهی از مس اکسید را در سطح خود ایجاد می‌کند.



## آزمایش ۴-۶ واکنش فلزهای واسطه با آب



یک قطعه فلز واسطه را در سیستمی مشابه با سیستم مقابل قرار دهید. شما می‌توانید این آزمایش را با استفاده از آهن، مس، نیکل و یا هر نمونه‌ی دیگری از فلزهای واسطه که در اختیار دارید انجام دهید.

- آیا نشانه‌ای مبنی بر انجام شدن واکنش مشاهده می‌کنید؟ این فلزها را یک هفته به همین صورت رها کنید.
- آیا هیچ یک از این فلزها با آب واکنشی نداشته‌اند؟ اگر واکنشی انجام شده است شما چگونه می‌توانید نشان دهید که چنین اتفاقی رخ داده است؟



فلزهای واسطه یا اصلاً با آب واکنش نمی‌دهند و یا این واکنش بسیار آهسته انجام می‌شود.

فلزهای واسطه نسبت به فلزهای گروه ۱، واکنش‌پذیری کمتری دارند.

### ترکیب‌های فلزهای واسطه:



ویور کروم ( $\text{Cr}^{+3}$ ) در زمرد باعث سبز شدن آن شده است.

به چند ترکیب از فلزهای واسطه توجه کنید: چه چیزی در مورد این ترکیب‌ها توجه شما را به خود جلب می‌کند؟

اگر تا به حال از بناهای تاریخی بازدید کرده باشید حتماً وسایل فلزی زیبایی را مشاهده کرده‌اید که رنگ آن‌ها سبز است. اغلب این وسایل از ترکیب‌های مس ساخته شده‌اند.

فلزهای واسطه ترکیب‌های رنگی تشکیل می‌دهند.

در حالی که ترکیب‌های فلزهای گروه ۱ معمولاً سفید رنگ هستند.

### فرمول ترکیب عنصرهای واسطه

بسیاری از فلزهای واسطه ترکیب‌هایی تولید می‌کنند که می‌توانند بیش از یک فرمول داشته باشند. به عنوان مثال قبلاً دیدید مس اکسید دارای فرمول  $\text{CuO}$  است. اما شکل دیگری از این ترکیب نیز وجود دارد که فرمول آن  $\text{Cu}_2\text{O}$  می‌باشد. رنگ این ترکیب‌ها با یکدیگر متفاوت است. عددهای لاتین که در نام این ترکیب‌ها نوشته می‌شود، نشان می‌دهد که ما با کدام یک از آن‌ها مواجه هستیم. نام  $\text{CuO}$  به صورت مس (II) اکسید نوشته می‌شود در حالی که  $\text{Cu}_2\text{O}$  با نام مس (I) اکسید شناخته می‌شود. به عنوان مثال‌های دیگر می‌توان آهن (II) اکسید با فرمول  $\text{FeO}$  و آهن (III) اکسید با فرمول  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  را نام برد.



## کاتالیزورها

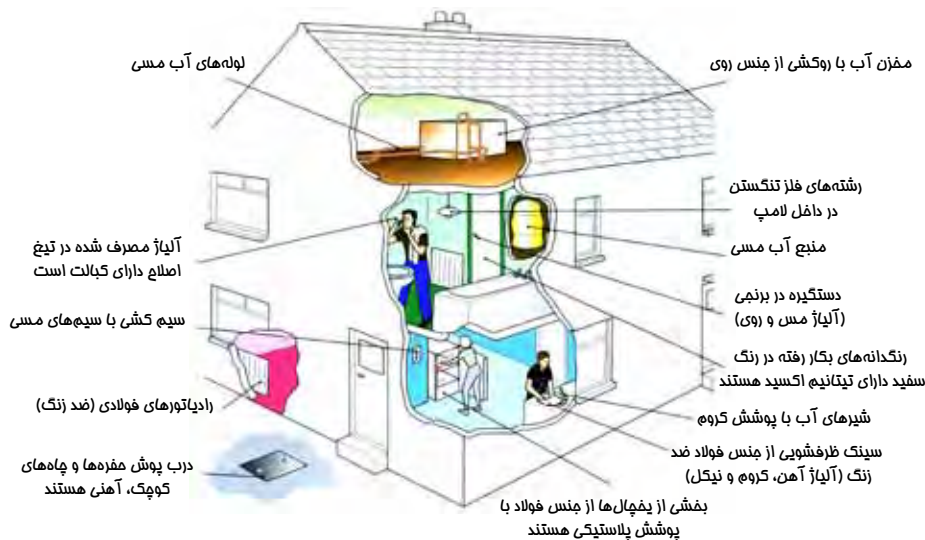
کاتالیزگر	محصول تولید شده
آهن وانادیم (V) اکسید پلاتین / رودیم نیکل	آمونیاک سولفوریک اسید نیتریک اسید مارگارین

معمولاً در صنایع مختلف شیمیایی از کاتالیزورها برای سرعت دادن به واکنش‌های شیمیایی استفاده می‌شود. در جدول مقابل با تعدادی از آنها آشنا خواهید شد (بحث کامل در مورد کاتالیزورها را بعداً مطرح خواهیم کرد).

فلزهای واسطه و ترکیب‌های آنها از جمله کاتالیزورهای مهم هستند.

### شیمی در عمل: فلزهای واسطه و ترکیب‌های آنها

فلزهای واسطه و ترکیب‌های آنها به طور گسترده‌ای در صنایع مختلف و همچنین زندگی روزمره ما مورد استفاده قرار می‌گیرند. در بین این عناصر، آهن دارای بیشترین کاربرد است که معمولاً به صورت فولاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل زیر با برخی از کاربردهای فلزهای واسطه در محل زندگی ما آشنا خواهید شد:



## کاربردهای دیگر



یک نوع کبالت که ناپایدار بوده و بعد از متلاشی شدن از خود پرتوهای پُرانرژی خارج می کند (به چنین عنصرهایی پرتوزا می گویند و در سال های آینده با آنها آشنا خواهید شد)، در درمان بعضی از انواع سرطان مورد استفاده قرار می گیرد.

پلاتین در آگزوز خودروها قرار می گیرد و باعث کاهش برخی از آلودگی های حاصل از سوختن بنزین می شود.

### شیمی در عمل: فلزهای واسطه و ترکیب های آنها

## طلا



یواهر آلات ساخته شده با طلا

اغلب اوقات مردم تصور می کنند که تنها استفاده ی طلا در ساختن جواهرات است. علت استفاده از طلا در ساخت جواهرات، ظاهر زیبا و واکنش پذیری کم آن است. در حالی که با وجود قیمت بالای این عنصر، در صنایع شیمیایی مختلفی از آن استفاده شده است. برخی از کاربردهای طلا عبارتند از:

کاربردهای طلا	نام صنعت
اتصال های الکتریکی که با طلا پوشش داده شده اند	صنایع کامپیوتر، ارتباطات سیار و لوازم خانگی
حفاظت های آبکاری شده با طلا و اجسام صیقلی برای محافظت کردن از تجهیزات و وسایل در برابر نور خورشید	ساخت ماهواره ها
در لیزرهای مورد استفاده برای انجام عمل چشم و از بین بردن سلول های سرطانی (لیزرها از بازتابنده هایی از جنس طلا استفاده می کنند تا انرژی را متمرکز کنند)	آخرین فناوری های لیزری در بیمارستان ها
اتصال های دارای پوشش طلا که در حسگرهای فعال کننده ی کیسه ی هوای اتومبیل ها وجود دارند	صنایع موتوری و ماشین آلات



بسیاری از این موارد شامل «فناوری‌های جدید» هستند که به تازگی در صنایع مورد استفاده قرار گرفته‌اند.



• چه خواصی از طلا باعث استفاده‌های مختلف از آن شده است؟ هر یک از کاربردهای نوشته شده در جدول قبل را به یکی از خواص طلا نسبت دهید.

### نقره

هزاران سال است که ما از نقره نیز مانند طلا در ساخت جواهرات استفاده می‌کنیم.

• چرا نقره یکی از فلزهای مورد استفاده در ساخت جواهرات و وسایل زینتی است؟

• کدام یک از فلزهای طلا و نقره دارای ظاهر تیره تری هستند؟

• نام یک فلز گران قیمت دیگر را بنویسید که در جواهرسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



نقره هم بسیاری از خواص مفید طلا را دارد. آیا می‌دانستید که تلویزیون، ماشین‌های لباس شویی و ظرف شویی، تلفن‌ها و کامپیوترها در اتصالات الکتریکی و همین‌طور سوئیچ‌های خودرو مقداری نقره دارند؟ یک ماشین لباس شویی معمولی تقریباً دارای ۱۵ قطعه نقره‌ای است! اما بیشترین کاربرد نقره (تقریباً ۴۴٪ از کاربردهای آن) مربوط به استفاده از ترکیب‌های این فلز در ساخت فیلم‌های عکاسی است.

جدیدترین کاربرد آن در فناوری نانو (نانو تکنولوژی) است که از ذره‌های بسیار کوچک نقره استفاده می‌شود. این ذره‌ها به مقدار زیادی دارای خواص ضد باکتری، ضد ویروس و ضد قارچ هستند. به همین دلیل در ساخت اسپری‌های (افشانه‌های) خاصی که برای تمیز کردن هوای مکان‌های عمومی استفاده می‌شود، به کار گرفته می‌شوند.

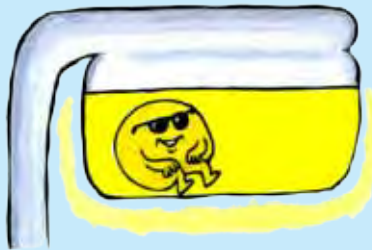
• علت استفاده از مواد دارای نانو ذره‌های نقره در یخچال‌ها یا دستگاه‌های مبرّد (سرد کننده) چیست؟



### خلاصه فصل

- جدول تناوبی، عنصرها را بر اساس عدد اتمی شان مرتب می کند.
- عنصرهایی که خواص مشابهی دارند در ستون‌های عمودی قرار می گیرند. این ستون‌ها را گروه می نامند.
- در جدول تناوبی ۸ گروه وجود دارند.
- ردیف‌های افقی موجود در جدول تناوبی را دوره می نامند.
- می توان عنصرها را به فلزها و نافلزها طبقه بندی کرد (که تعداد کمی شبه فلز نیز در بین آنها قرار گرفته اند).

#### • گروه ۱- فلزهای قلیایی



- فلزهایی نرم هستند که در داخل نفت نگهداری می شوند.
- دارای چگالی کم و نقطه‌ی ذوب پایینی هستند.
- به سرعت در مجاورت هوا کدر می شوند، اما وقتی با چاقو بریده شوند دارای سطح شفاف هستند.
- فعال ترین گروه در بین فلزها هستند.
- از بالا به پایین مقدار فعالیت (واکنش پذیری آنها) بیشتر می شود.

#### • فلزهای واسطه



- فلزهایی سخت بوده و چگالی زیادی دارند.
- نقطه‌ی ذوب بالایی دارند.
- نسبت به فلزهای گروه ۱ از فعالیت (واکنش پذیری) کمتری برخوردار هستند.
- ترکیب‌های رنگی تشکیل می دهند.
- می توانند ترکیب‌هایی با بیش از یک فرمول تولید کنند. به عنوان مثال آهن (II) اکسید دارای فرمول  $FeO$  است در حالی که فرمول آهن (III) اکسید  $Fe_2O_3$  می باشد.
- کاتالیز گره‌های مهمی در صنایع شیمیایی هستند.



## پریشی‌ها

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

(آ) عنصرها بر اساس ..... اتمی شان در جدول تناوبی قرار می‌گیرند. این جدول دارای ..... گروه است. عنصرهای موجود در هر گروه دارای خواص ..... هستند. گروه‌ها در جدول به صورت ..... عمودی هستند و دوره‌ها نیز به صورت ..... افقی در جدول قرار گرفته‌اند. بیشتر عنصرها را می‌توان به دو گروه ..... و نافلزها تقسیم کرد.

(ب) عنصرهای گروه ۱ فلزهای ..... نامیده می‌شوند. آن‌ها دارای نقطه‌ی ذوب ..... و چگالی ..... هستند. این عنصرها در بین فلزها ..... واکنش‌پذیری را دارند و در زیر ..... نگهداری می‌شوند. در بین این عنصرها لیتیوم ..... واکنش‌پذیری را دارد. تمام این فلزها با آب سرد واکنش می‌دهند و ..... آزاد می‌کنند و محلول به دست آمده نیز دارای خاصیت ..... است. (پ) فلزهای واسطه معمولاً سخت بوده و دارای نقطه‌ی ذوب ..... و چگالی ..... هستند. در مقایسه با فلزهای گروه ۱ از واکنش‌پذیری ..... برخوردار هستند. این عنصرها ترکیب‌هایی ..... می‌سازند که اغلب بیش از یک ..... دارند.

۲- به تصویری که در قسمت خلاصه‌ی فصل کشیده شده است، توجه کنید:

(آ) کدام یک از فلزهای قلیایی در لامپ‌های موجود در خیابان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد؟  
(ب) فهرستی از کاربردهای معروف‌ترین فلزهای واسطه را تهیه کنید.

۳- اعدادی که در جدول تناوبی زیر نوشته شده‌اند، بیانگر چند عنصر هستند.


(آ) کدام دو عنصر با یکدیگر هم گروه هستند؟ شماره گروه آن‌ها چیست؟

(ب) کدام عنصرها در دوره‌ی دوم از جدول تناوبی قرار دارند؟

(پ) کدام عنصرها فلز هستند؟

(ت) عنصر شماره‌ی ۷ در کدام گروه قرار دارد؟ شماره‌ی دوره‌ی این عنصر چند است؟

(ث) کدام عنصر شبه فلز است؟







نقطه‌ی ذوب (بر حسب °C)	عدد اتمی	فلز گروه ۲
۱۲۸۵	۴	بریلیم
۶۵۰	۱۲	منیزیم
۸۴۰	۲۰	کلسیم
۷۶۹	۳۸	استرانسیم
۷۱۰	۵۶	باریم

۴- با توجه به جدولی که در متن کتاب در اختیار دارید:  
آ) نمودار زیر را در ارتباط با فلزهای قلیایی کامل کنید.

ب) در این گروه تغییرات نقطه‌ی ذوب (از بالای گروه به پایین گروه) چه الگویی دارد؟  
پ) در جدول زیر عدد اتمی و نقطه‌ی ذوب فلزهای گروه ۲ را مشاهده می‌کنید. نموداری مشابه با نمودار قسمت «آ» برای این فلزها رسم کنید.  
ت) نمودارهای مربوط به گروه‌های ۱ و ۲ را با یکدیگر مقایسه کنید و شباهت‌ها و تفاوت‌های آن‌ها را بنویسید.

۵- آ) مشاهده‌ی خود را از واکنش بین سدیم و آب توضیح دهید.

ب) برای واکنش قسمت «آ» یک معادله‌ی نوشتاری بنویسید.  
پ) در واکنش لیتیم با آب می‌توانیم گاز تولید شده را جمع‌آوری کنیم. چطور می‌توانیم بفهمیم که گاز تولید شده هیدروژن است؟

ت) چرا جمع‌آوری این گاز در واکنش بین پتاسیم و آب امکان‌پذیر نیست؟  
ث) پیش‌بینی کنید اگر روبیدیم که در گروه ۱ و در پایین پتاسیم قرار دارد با آب واکنش دهد، چه اتفاقی خواهد افتاد؟ برای واکنش انجام شده یک معادله‌ی نوشتاری و یک معادله‌ی نمادی بنویسید.  
ج) تغییر میزان واکنش‌پذیری در بین فلزهای گروه ۱ از بالا به پایین چگونه است؟

۶- فلزهای قلیایی و به ویژه ترکیب‌های آن‌ها بسیار سودمند هستند. با انجام یک تحقیق، فهرستی از کاربردهای آن‌ها را تهیه کنید. شما می‌توانید نتیجه‌ی تحقیق‌تان را به صورت یک پوستر برای دوستان خود ارائه کنید.

۷- آ) فلزهای واسطه در چه قسمتی از جدول تناوبی قرار دارند؟

ب) نام پنج فلز واسطه معروف را بنویسید.  
پ) فهرستی از کاربرد این عناصر را تهیه کنید.  
ت) واکنش سدیم (از فلزهای گروه ۱) و مس (از فلزهای واسطه) با هوارا با یکدیگر مقایسه کنید.



به طور کلی چه تفاوتی بین میزان واکنش پذیری (فعالیت) فلزهای گروه ۱ با فلزهای واسطه وجود دارد؟  
 ث) به دو ترکیب زیر نگاه کنید:



کدام یک از آن‌ها مربوط به ترکیبی از فلزهای واسطه است و کدام یک ترکیبی از فلزهای قلیایی را نشان می‌دهد؟ شما چگونه این ترکیب‌ها را از یکدیگر تشخیص می‌دهید؟

۸- در جدول زیر اطلاعات مربوط به ۴ فلز نوشته شده است:

فلز	نقطه‌ی ذوب (بر حسب °C)
۱	۶۳
۲	۱۴۹۴
۳	۱۰۶۰
۴	۹۸

آ) کدام یک از این فلزها احتمالاً از فلزهای واسطه است؟

ب) به نظر شما کدام یک از این فلزها در گروه ۱ جدول تناوبی قرار دارد؟

پ) چگونه می‌توان با توجه به اطلاعات داده شده، چگالی این فلزها را با یکدیگر مقایسه کرد؟



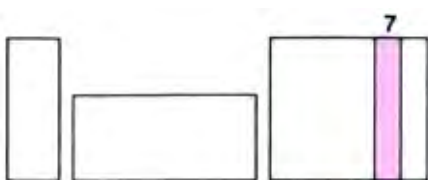
فصل پنجم

نافلزها



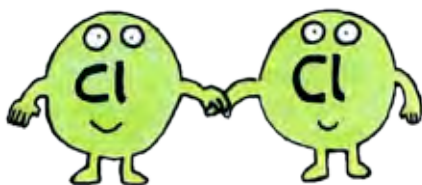
[www.chemyazd.com](http://www.chemyazd.com)

در فصل قبل، بعد از آشنا شدن با جدول تناوبی، با برخی از فلزها آشنا شدید. حال به سمت دیگر جدول تناوبی می‌رویم و نگاه دقیق‌تری به بعضی از نافلزها خواهیم داشت.



### گروه ۷- هالوژن‌ها

مولکول هالوژن‌ها	رنگ	حالت فیزیکی (در دمای ۲۵ °C)	فلوئور
F <sub>۲</sub>	زرد کم رنگ	گاز	کلر
Cl <sub>۲</sub>	زرد/سبز	گاز	برم
Br <sub>۲</sub>	نارنجی/قهوه‌ای	مایع	ید
I <sub>۲</sub>	خاکستری/سیاه (بخارهای بنفش)	جامد	استاتین



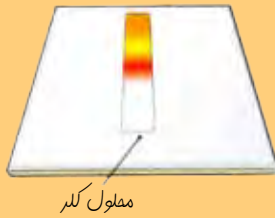
هالوژن‌ها مولکول‌های «دو اتمی» تشکیل می‌دهند (این مولکول‌ها را «دوقلوهای اتمی» می‌دانند)

گروه ۷ عنصرها را **هالوژن‌ها** می‌نامند. به جدول بالا توجه کنید. همان‌طور که مشاهده می‌کنید تمام اتم‌های هالوژن‌ها تمایل به جفت شدن دارند و مولکول‌های دو اتمی می‌سازند. به عنوان مثال مولکول‌های F<sub>۲</sub> و Cl<sub>۲</sub> از این نوع مولکول‌ها هستند. در این گروه نیز از بالا به پایین با الگوهای خاصی مواجه می‌شویم.

- رنگ آن‌ها روشن‌تر می‌شود یا تیره‌تر؟
  - به حالت فیزیکی آن‌ها توجه کنید:
  - چه الگویی مشاهده می‌کنید؟
  - نقطه ذوب و جوش آن‌ها از بالا به پایین چه تغییری می‌کند؟
  - با توجه به جدول داده شده، برخی از خواص استاتین (عنصر موجود در انتهای گروه ۷) را پیش‌بینی کنید.
- حال به بررسی بعضی از واکنش‌هایی که توسط هالوژن‌ها انجام می‌شوند، خواهیم پرداخت:



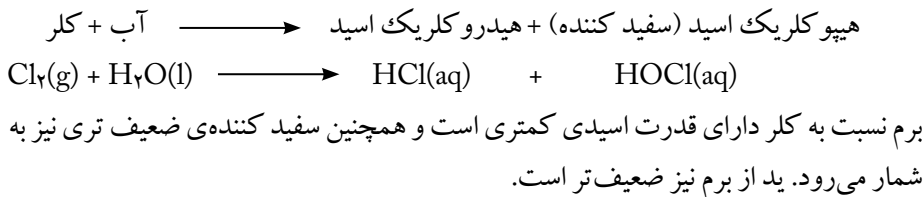
## آزمایش ۱-۵ واکنش هالوژن‌ها با آب



در این آزمایش شما باید از هالوژن‌های حل شده در آب استفاده کنید. با یک قطره چکان چند قطره از محلول مورد آزمایش را مطابق با شکل روبرو بر روی کاغذ شناساگر یونیورسال بریزید:

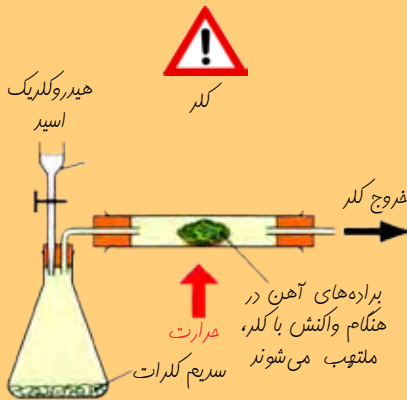
- چه چیزی مشاهده می‌کنید؟

کلر به عنوان سفید کننده استفاده می‌شود. این ماده با آب واکنش می‌دهد:



## واکنش پذیری (فعالیت) هالوژن‌ها

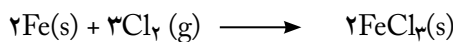
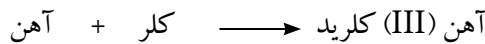
## مشاهده‌ی ۲-۵ واکنش کلر با آهن



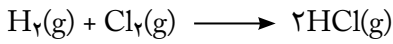
معلم شما این آزمایش را در سیستمی مشابه با سیستم مقابل برای شما انجام می‌دهد. اگر بر روی سدیم کلرات قطره قطره هیدروکلریک اسید ریخته شود، گاز کلر تولید خواهد شد. حال براده‌ی آهن به شدت حرارت داده شده و گاز کلر به دست آمده از روی آن عبور داده می‌شود.

- چه چیزی مشاهده می‌کنید؟

آهن و کلر به شدت با یکدیگر واکنش می‌دهند. در این واکنش آهن (III) کلرید (که به رنگ قرمز/قهوه‌ای است) ساخته می‌شود.



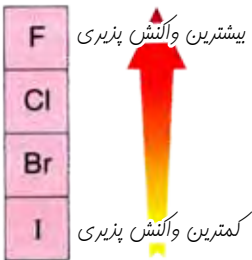
هالوژن‌ها می‌توانند با سایر نافلزها نیز واکنش بدهند. به عنوان مثال:



ترکیب‌های ساخته شده دارای مولکول‌های کوچکی هستند و نقطه‌ی ذوب و جوش کمی دارند.

دقت کنید که در این واکنش کلر به ماده‌ای به نام کلرید تبدیل شده است. معمولاً گفته می‌شود که هالوژن‌ها با انجام واکنش به **هالیدها** تبدیل می‌شوند.

برم به برمید تبدیل می‌شود و ید نیز یدید را تولید خواهد کرد. سرعت واکنش برم با آهن آهسته‌تر از واکنش کلر است. ید نسبت به برم نیز واکنش آهسته‌تری را با آهن خواهد داشت. به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت:



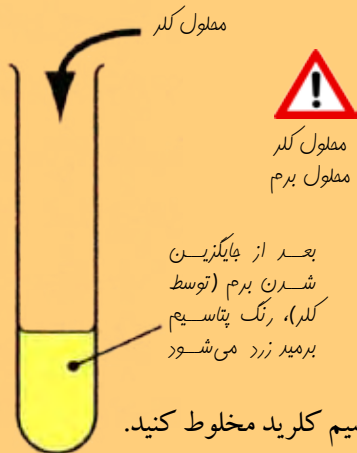
**واکنش پذیری هالوژن‌ها در گروه خود از بالا به پایین کم می‌شود.**

• به نظر شما واکنش پذیرترین هالوژن کدام عنصر است؟

### رقابت هالوژن‌ها

ما می‌توانیم هالوژن‌ها را در رقابتی یکسان قرار دهیم تا مشخص شود که کدام یک از آن‌ها واکنش پذیری بیشتری دارند.

#### آزمایش ۳-۵ جابه‌جایی در محلول



مقداری محلول کلر را به محلولی از پتاسیم برمید اضافه کنید.

• چه اتفاقی می‌افتد؟

این آزمایش را با محلول پتاسیم یدید تکرار کنید.

• چه اتفاقی می‌افتد؟

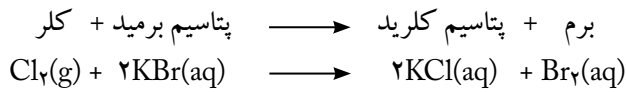
حال سعی کنید محلول‌های برم و پتاسیم یدید را با یکدیگر مخلوط کنید.

• چه اتفاقی می‌افتد؟

اگر تمایل دارید، می‌توانید محلول‌های برم و ید را با پتاسیم کلرید مخلوط کنید.



کلر واکنش پذیری بیشتری نسبت به ید یا برم دارد. در واقع کلر می‌تواند برم و ید را از محلول شان خارج کند (جایگزین آن‌ها شود):



• برم در مقایسه با ید دارای واکنش پذیری بیشتری است. به این ترتیب آیا می‌تواند جایگزین ید در یک محلول شود؟ یک معادله‌ی نوشتاری و نمادی برای واکنش بین برم و پتاسیم یدید در یک محلول بنویسید.

### شیمی در عمل: هالوژن‌ها و ترکیب‌های آن‌ها

#### فلوئور

فلوئور واکنش پذیرترین عنصر در بین تمام نافلزها است. حتی شیشه هم از دست این عنصر در امان نیست! اما بعضی از ترکیب‌های آن بسیار مفید هستند. به خاطر داشته باشید که خواص عنصرها به طور کامل با خواص ترکیب‌های حاصل از آن‌ها تفاوت دارد.

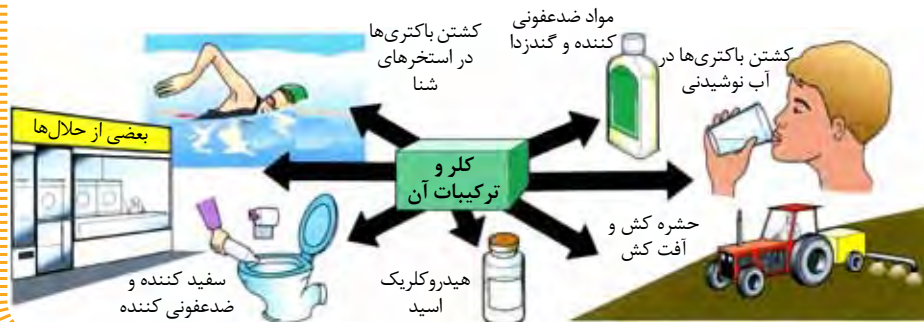


تفلون یکی از ترکیب‌های فلوئور است. این ماده به عنوان یک روکش نسوز بر روی ظروف آشپزخانه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بسیاری از فمبیدندان‌ها حاوی ترکیب‌های فلوئورید هستند که از پوسیدگی دندان‌ها جلوگیری می‌کنند. در بعضی از شوهرها مقداری فلوئورید به آب آشامیدنی مردم اضافه می‌شود.

#### کلر

کلر و ترکیب‌های آن کاربردهای زیادی دارند:



پرمصرفترین ترکیب کلر، نمک طعام است که سدیم کلرید نامیده می‌شود.

### برم



برم در حشره کش‌ها و آفت کش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین برای ساختن داروهای مختلف به کار می‌رود. نقره برمید در تهیه فیلم‌های عکاسی مصرف می‌شود.

### ید

قبل از جراحی یا پانسمان زخم‌ها از ید استفاده می‌شود.

ید ماده‌ای ضد عفونی کننده است. در الکل حل می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## هالوژن‌ها - به نفع ما یا به ضرر ما؟



هنوز افراد زیادی وجود دارند که نمی‌توانند از آب تمهیه شده استفاده کنند.

هالوژن‌ها و ترکیب‌های حاصل از آن‌ها اثرات خوب و بد گوناگونی را در زندگی ما دارند. کلر یکی از بد نام‌ترین هالوژن‌ها در این زمینه است، چرا که به عنوان اولین جنگ افزار شیمیایی در جنگ جهانی اول مورد استفاده قرار گرفت. ترکیب آن در ساخت گازهای تحریک کننده‌ی اعصاب به کار می‌روند. اما از طرف دیگر کلر برای کشتن باکتری‌های موجود در آب آشامیدنی نیز استفاده می‌شود و به این ترتیب جان میلیون‌ها نفر را در سراسر جهان نجات می‌دهد. همچنین تأثیر زیادی در کاهش تعداد مبتلایان به وبا دارد. متأسفانه آمار نشان می‌دهد که در حال حاضر تقریباً در هر روز ۲۵۰۰۰ نفر از مردم جهان بر اثر بیماری‌های منتشر شده توسط آب جان خود را از دست می‌دهند.

به هر صورت محققان مقدار ترکیب‌های سمی که از ورود کلر به منابع آب تولید می‌شوند را به دقت اندازه‌گیری می‌کنند. چنین ترکیب‌هایی نخستین بار در زباله‌های حاصل از کارخانه‌های تولید





کاغذ مشاهده شدند. در این کارخانه‌ها از کلر برای سفید کردن کاغذ استفاده می‌کنند. در حال حاضر کاغذ سازان از گاز کلر کمتری استفاده می‌کنند و به دنبال پیدا کردن راه‌های جدیدی برای سفید کردن کاغذ هستند.



این افشانه‌ها هیچگونه CFC ندارند.

**حشره کش‌ها و آفت کش‌هایی** که از هالوژن‌ها ساخته شده‌اند، باعث کاهش مرگ و میر حاصل از بیماری‌هایی همچون مالاریا شده‌اند که توسط حشره‌ها منتقل می‌شوند. این مواد از خراب شدن محصول‌های کشاورزی موجود در انبارها نیز جلوگیری می‌کنند. در واقع این ترکیب‌ها تأثیر مستقیمی در زنجیره‌ی غذایی دارند.

ترکیب‌های هالوژن‌ها به **لایه‌ی اوزون** نیز آسیب می‌رساند. این لایه از ما در مقابل پرتوهای زیان‌آور ماوراء بنفش حاصل از نور خورشید محافظت می‌کنند. این مشکل توسط CFCها (کلرو-فلوئورو-کربن‌ها) ایجاد می‌شود که در گذشته آن‌ها را ترکیب‌هایی واکنش‌ناپذیر، غیرفعال و بی‌ضرر می‌دانستند. از این ترکیب‌ها در ساختن افشانه‌ها (اسپری‌ها) و همین‌طور سردکننده‌ی یخچال‌ها

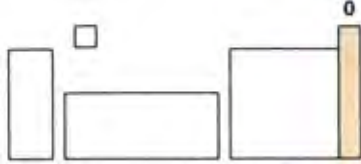
استفاده می‌شد. اما در حدود سال ۱۹۸۰ دانشمندان سوراخی را در لایه‌ی اوزون پیدا کردند که در حال بزرگ شدن بود. این موضوع باعث افزایش بیماری‌های سرطان پوست و آب مروارید شد. تحقیق‌های انجام گرفته نشان دادند که این مشکل به وسیله‌ی ترکیب‌های CFC ایجاد شده است. در حال حاضر استفاده از CFCها در حال کاهش یافتن است، در حالی که سایر ترکیب‌های هالوژن‌ها در مواد خاموش‌کننده‌ی آتش و حلال‌های مختلف کاربرد زیادی پیدا کرده‌اند. البته متأسفانه از آن‌جا که CFCها بسیار مقاوم و با دوام هستند، برای سال‌های زیادی در محیط باقی می‌مانند.



### گروه ۰ (۸) - گازهای نجیب

**سؤال:** شما به عنصری که در هیچ واکنش شیمیایی شرکت نمی کند چه می گوئید؟  
**جواب:** عنصر نجیب!

He	هلیوم
Ne	نون
Ar	آرگون
Kr	کریپتون
Xe	زنون
Rn	رادون



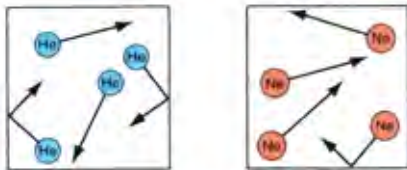
گازهای نجیب تریج می دهند که تنها باشند

قابل توجه ترین موضوع در ارتباط با این خانواده ی عنصری، نداشتن واکنش پذیری آنهاست. قبلاً به این عنصرها گازهای بی اثر گفته می شد. بی اثر به معنی «نداشتن واکنش» بود. اما در سال ۱۹۶۲ بالاخره اولین ترکیب آنها ساخته شد. از آن به بعد نام این گروه به گازهای نجیب تغییر کرد.

همانطور که می دانید بسیاری از گازهایی که تاکنون با آنها روبرو شده ایم از مولکولها ساخته شده اند. گازهایی مثل اکسیژن ( $O_2$ )، هیدروژن ( $H_2$ )، کلر ( $Cl_2$ ) و کربن دی اکسید ( $CO_2$ ). اما گازهای نجیب بسیار واکنش ناپذیر بوده و به صورت اتمی وجود دارند. به این گازها تک اتمی گفته می شود (زیرا فقط از یک اتم ساخته شده اند).

گازهای نجیب بسیار غیرفعال و واکنش ناپذیر هستند.

### علت واکنش ناپذیر بودن گازهای نجیب چیست؟



گازهای نجیب تک اتمی هستند

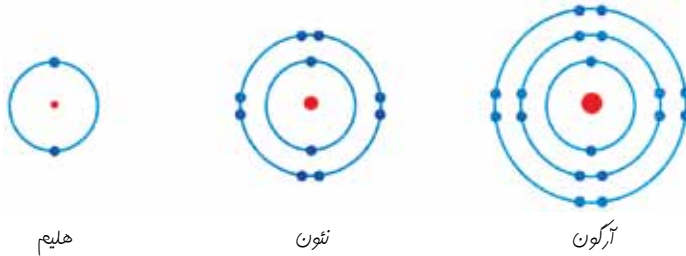
واکنش های شیمیایی به وسیله ی الکترونهایی انجام می شوند که در بیرونی ترین لایه ی اتمها قرار گرفته اند. بسیاری از اتمها دوست دارند که بیرونی ترین لایه ی خود را کاملاً پُر از الکترون کنند. اتمها با داشتن لایه های بیرونی پُر شده، به صورت پایدار خواهند بود.





اتم‌ها برای پُر کردن بیرونی‌ترین لایه‌ی خود می‌توانند الکترون‌های خود را به اتم‌های دیگر بدهند، از آن‌ها الکترون بگیرند و یا حتی الکترون‌های خود را با آن‌ها به اشتراک بگذارند. بهتر است سه اتم ابتدایی گازهای نجیب را مورد بررسی قرار دهیم:

(به یاد دارید که لایه‌ی اول می‌تواند ۲ الکترون را در خود جای دهد و لایه‌های دوم و سوم نیز می‌توانند ۸ الکترون داشته باشند)

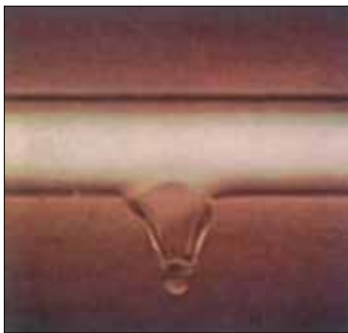


لایه‌ی بیرونی آن‌ها چه وضعیتی دارد؟

گازهای نجیب پایدار هستند، زیرا لایه‌ی بیرونی آن‌ها کاملاً پُر است.

## خواص فیزیکی گازهای نجیب

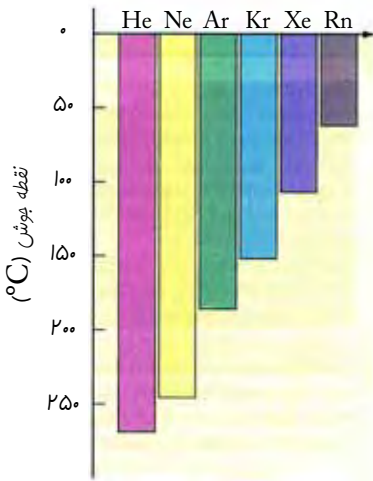
### نقطه‌ی جوش



هلیوم مایع در دمای  $^{\circ}\text{C} - 269$  به جوش می‌آید. این دما فقط  $^{\circ}\text{C} 4$  بالاتر از کمترین دمایی است که تا به حال از نظر تئوری به آن رسیده‌ایم (به این دما، صفر مطلق می‌گویند)

آیا به نظر شما برای به جوش آوردن یک گاز نجیب باید انرژی زیادی مصرف کرد؟ برای پاسخ خود چه دلیلی دارید؟ با توجه به اینکه این عنصرها در دمای اتاق به صورت گاز هستند، بنابراین در دماهای بسیار پایینی به جوش می‌آیند. به طور کلی نیروهای جاذبه‌ی بین مولکول‌ها با بزرگتر شدن اندازه‌ی مولکول‌ها قوی‌تر می‌شوند.





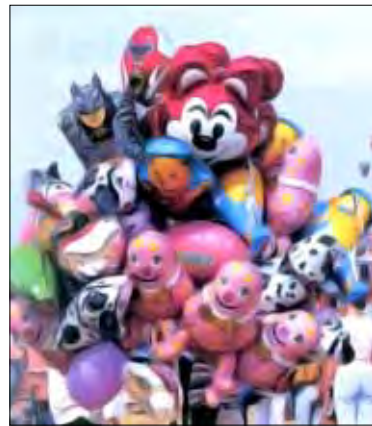
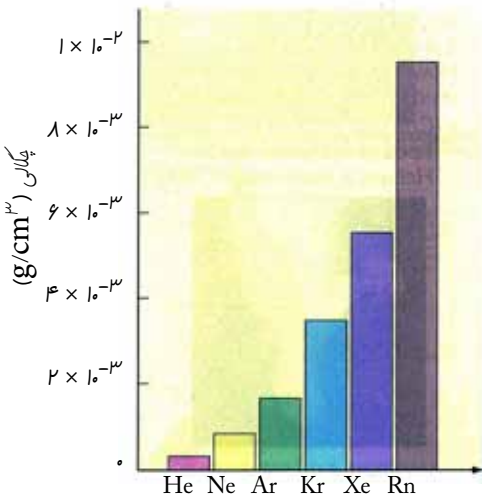
حال فکر می کنید نقطه جوش (دمای جوش) گازهای نجیب از بالای گروه به پایین چگونه تغییر می کند؟ آیا توانستید الگوی مناسبی را حدس بزنید؟ به نمودار مقابل نگاه کنید:

بنابراین می توان گفت:

نقطه جوش (دمای جوش) گازهای نجیب از بالا به پایین گروه افزایش می یابد.

### چگالی

انتظار دارید چگالی گازهای نجیب از بالای گروه به پایین چه تغییری پیدا کند؟ به نمودار مقابل نگاه کنید:



چگالی گازهای نجیب از بالا به پایین گروه افزایش می یابد.



## ◀ شیمی در عمل: گازهای نجیب

### هلیوم



دستگاه‌های مخصوص معاینه بیماران و اندام‌های داخلی بدن

اگر فلزها را تا دماهای بسیار پایین سرد کنیم، تمام مقاومت الکتریکی خود را از دست می‌دهند و به یک رسانای کامل یا اَبَر رسانا تبدیل می‌شوند. هلیوم مایع برای سرد کردن فلزها مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر به نمودارهای داده شده در قسمت قبل نگاه کنید، متوجه خواهید شد که هلیوم در دمای  $269^{\circ}\text{C}$  - به جوش می‌آید.

این ماده می‌تواند سیم پیچ‌های موجود در دستگاه‌های مخصوص بیمارستان‌ها و مراکز درمانی را (که برای معاینه و تشخیص بعضی از بیماری‌ها استفاده می‌شوند) سرد کند. به این ترتیب این سیم پیچ‌ها می‌توانند میدان‌های مغناطیسی قوی مورد نیاز برای دستگاه‌ها را فراهم کنند.

این دستگاه‌ها اهمیت بسیار زیادی دارند.

پزشکان با کمک آن‌ها می‌توانند تصویر کاملی

از اندام‌های داخلی به دست آورند و

فعالیت بدن را تحت نظر بگیرند. این

کار به منظور تشخیص انواع سرطان‌ها

بسیار سودمند است و به پزشکان کمک

می‌کند که بفهمند روش درمانی آن‌ها تا چه

اندازه بر روی تومورها اثر گذار بوده است.



آیا تا به حال یک بالون دیده‌اید؟ عکس بسیار زیبایی مقابل توسط یک بالون و از بالای یک

مجموعه‌ی ورزشی گرفته شده است.

همان طور که می‌دانید هلیوم چگالی بسیار

کمتری نسبت به هوا دارد. از این گاز جهت پُر

کردن بالون‌ها استفاده می‌شود تا بتوانند به هوا

بلند شوند. البته اولین بالون که در حدود سال

۱۹۲۰ ساخته شده بود، از گاز سبک‌تر هیدروژن

استفاده کرده بود.



عکس هوایی گرفته شده از داخل یک بالون



• می‌توانید بگوئید که استفاده از این گاز چه خطراتی را به همراه خواهد داشت؟ به

شکل‌های زیر توجه کنید:

استفاده از هلیوم بسیار کم خطرتر است. چرا؟



هیدروژن از ایمنی کافی برای استفاده در بالون‌ها برخوردار نیست.



امروزه از هلیوم برای پر کردن بالون‌ها استفاده می‌شود.

### نئون



در اواخر قرن نوزدهم دانشمندان تحقیقات زیادی را بر روی گازها و خواص الکتریکی آنها انجام دادند و فهمیدند که اگر گازها در فشارهای کم تحت تأثیر ولتاژهای بالا قرار بگیرند، برافروخته خواهند شد و از خود نور می‌دهند. این آزمایش به دانشمندانی همچون جی جی تامسون کمک

کرد تا اطلاعات بیشتری را در مورد اتم‌ها و الکترون‌ها به دست آورند.

امروزه ما از گازهای نجیب برای ساخت لامپ‌های رنگی گوناگونی که در سطح شهرها مشاهده می‌شوند استفاده می‌کنیم. نئون گازی است که در لامپ‌ها و تابلوهای تبلیغاتی قرمز رنگ وجود دارد.

### آرگون

لامپ‌های معمولی از گاز آرگون پر شده‌اند. به نظر شما چرا در داخل این لامپ‌ها از آرگون به جای هوا استفاده شده است؟ آرگون با سیم‌های نازک تنگستن موجود در لامپ واکنش نمی‌دهد (حتی زمانی که این رشته سیم‌ها کاملاً داغ بوده و نور تولید می‌کنند).





به دلیل همین واکنش ناپذیری، از گاز آرگون در جوشکاری نیز استفاده می‌شود. این گاز مانند یک پوشش در اطراف فلز داغ قرار می‌گیرد.

• به نظر شما در غیر این صورت چه اتفاقی خواهد افتاد؟

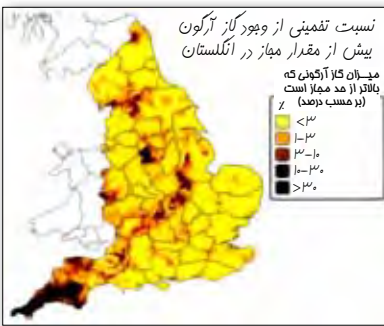
آرگون در استخراج فلز تیتانیم نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین در هنگام تهیه فولاد این گاز را وارد مخلوط گداخته (بسیار داغ) می‌کنند.

### کریپتون



گاز کریپتون در لیزرهایی به کار می‌رود که پزشکان برای عمل کردن چشم از آنها استفاده می‌کنند. بعضی از لیزرها برای ترمیم شبکیه‌ی چشم که در قسمت انتهایی آن قرار دارند مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### رادون



به سختی می‌توان مقداری گاز آرگون را در هوا پیدا کرد. اما در بعضی از کشورها لازم است تا مردم میزان این گاز را در محل زندگی خود تعیین کنند. در بعضی از سنگ‌ها مانند گرانیت، مقدار کمی رادیم وجود دارد. این عنصر پرتوزا (ناپایدار) می‌تواند تجزیه شود و در اثر این کار به گاز رادون تبدیل می‌شود که خودش عنصری پرتوزا و خطرناک است. بنابراین گاز رادون می‌تواند برای سلامتی ما مشکل آفرین باشد. در بعضی از خانه‌ها از هواکش استفاده می‌شود تا به صورت پیوسته هوای داخل خانه را تغییر دهد. البته از این گاز برای درمان سرطان نیز استفاده می‌شود.



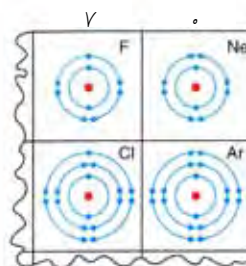
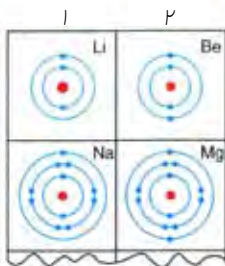
### ساختار اتمی و جدول تناوبی

قبلاً با این موضوع آشنا شدید که عنصرهای موجود در جدول تناوبی بر اساس عدد اتمی خود در این جدول قرار می‌گیرند. اتم‌های هر عنصر نسبت به اتم عنصر قبل از خود دارای یک پروتون (و در نتیجه یک الکترون) بیشتر هستند. در جدول‌های زیر چگونگی مرتب شدن الکترون‌های موجود در ۲۰ عنصر اول جدول تناوبی نشان داده شده‌اند (فعالاً احتیاجی نیست که مطالب بیشتری را در این رابطه یاد بگیرید):

عدد اتمی	عنصر	ساختار الکترونی	عدد اتمی	عنصر	ساختار الکترونی
۱	H	۱	۱۱	Na	۱ و ۸ و ۲
۲	He	۲	۱۲	Mg	۲ و ۸ و ۲
۳	Li	۲ و ۱	۱۳	Al	۲ و ۸ و ۳
۴	Be	۲ و ۲	۱۴	Si	۲ و ۸ و ۴
۵	B	۲ و ۳	۱۵	P	۲ و ۸ و ۵
۶	C	۲ و ۴	۱۶	S	۲ و ۸ و ۶
۷	N	۲ و ۵	۱۷	Cl	۲ و ۸ و ۷
۸	O	۲ و ۶	۱۸	Ar	۲ و ۸ و ۸
۹	F	۲ و ۷	۱۹	K	۲ و ۸ و ۸ و ۱
۱۰	Ne	۲ و ۸	۲۰	Ca	۲ و ۸ و ۸ و ۲

آیا می‌توانید الگوی خاصی را در این دو جدول پیدا کنید؟  
به شکل‌های زیر در مورد اتم‌های موجود در گروه‌های ابتدایی و انتهایی جدول تناوبی توجه کنید:

شماره گروه





آیا می‌توانید رابطه‌ی بین شماره‌ی گروه عنصرها و تعداد الکترون‌های موجود در بیرونی‌ترین لایه‌ی آن‌ها را پیدا کنید؟

اتم‌های عنصرهایی که در یک گروه از جدول تناوبی قرار دارند، دارای تعداد الکترون‌های یکسانی در بیرونی‌ترین لایه‌ی الکترونی خود هستند.



با اینکه ید دارای ۵۳ الکترون است، اما در لایه‌ی بیرونی خود ۷ الکترون دارد، چون به گروه ۷ تعلق دارد.

به عنوان مثال N (نیتروژن) با ساختار الکترونی ۵ و ۲ با P (فسفر) که ساختار الکترونی آن به صورت ۵ و ۸ و ۲ است هم گروه می‌باشد. در واکنش‌های شیمیایی همین الکترون‌ها (موجود در بیرونی‌ترین لایه) هستند که منتقل شده و یا به اشتراک گذاشته می‌شوند. به همین دلیل است که عنصرهای موجود در یک گروه خواص شیمیایی مشابهی دارند.

اما در مورد فلزهای واسطه باید چه کرد؟ این فلزها در دوره‌ی چهارم از جدول تناوبی قرار دارند. در فلزهای واسطه بعد از این که دو الکترون اول به لایه‌ی چهارم رفتند، ۱۰ الکترون بعدی مجدداً وارد لایه‌ی سوم می‌شوند. شما قبلاً دیده بودید که لایه‌ی سوم توانایی پذیرفتن ۸ الکترون را دارد، اما این مقدار به غیر از ۱۰ الکترونی است که بعداً وارد این لایه می‌شوند!

### توجیه کردن الگوهای رفتاری موجود در جدول تناوبی



سریع نسبت به لیتیم واکنش پذیرتر است.

### چرا فلزهای قلیایی (گروه ۱) بسیار واکنش پذیر هستند؟

این فلزها مثل سایر اتم‌ها می‌خواهند در واکنش‌های شیمیایی شرکت کنند تا به یک لایه‌ی بیرونی پُر شده برسند. مانند اتم‌هایی که فقط یک الکترون در بیرونی‌ترین لایه‌ی خود دارند، این اتم‌ها نیز در واکنش‌های شیمیایی ترجیح می‌دهند که یک الکترون خود را از دست بدهند تا یک لایه‌ی بیرونی پُر شده داشته باشند.



عنصرهای گروه ۱ بسیار واکنش پذیر هستند، زیرا از دست دادن فقط یک الکترون برای آن‌ها کار ساده‌ای است.

• به نظر شما چرا فلز سدیم از گروه ۱ دارای واکنش پذیری بیشتری نسبت به منیزیم است که در همسایگی آن و در گروه ۲ قرار دارد؟

**چرا فلزهای موجود در پایین گروه ۱ واکنش پذیرتر از فلزهای موجود در بالای این گروه هستند؟**

از دست دادن الکترون آخر برای فلزهای پایین گروه راحت‌تر است. به خاطر دارید که الکترون‌ها دارای بار الکتریکی منفی هستند. هر قدر در یک گروه به سمت پایین می‌روید، اتم‌ها بزرگتر می‌شوند. بنابراین الکترون خارجی نسبت به هسته‌ی اتم در فاصله‌ی دورتری قرار می‌گیرد و جاذبه‌ی هسته‌ی مثبت اتم بر روی این الکترون (ها) کمتر خواهد شد. به این ترتیب جدا شدن الکترون از یک اتم بزرگ‌تر راحت‌تر صورت می‌گیرد (حتی اگر بار مثبت هسته نیز بیشتر شده باشد).

**چرا در گروه ۲ از بالا به پایین مقدار واکنش پذیری هالوژن‌ها کمتر می‌شود؟**

#### اثر پوششی

به غیر از فاصله‌ی الکترون‌ها از هسته‌ی اتم، عامل دیگری نیز وجود دارد که بر روی مقدار جاذبه‌ی هسته‌ی اتم نسبت به الکترون‌های بیرونی آن مؤثر است. الکترون‌هایی که در لایه‌های داخلی قرار گرفته‌اند، باعث ایجاد یک پوشش بین الکترون‌های بیرونی و هسته‌ی اتم می‌شوند. بنابراین الکترون‌های بیرونی جاذبه‌ی کمتری را از هسته‌ی اتم احساس می‌کنند. آیا این موضوع با الگوی واکنش پذیری عنصرهای گروه ۱ و ۲ مطابقت دارد؟

اتم یک‌هالوژن در بیرونی‌ترین لایه‌ی خود دارای ۷ الکترون است. این اتم برای پر کردن بیرونی‌ترین لایه‌ی خود به یک الکترون احتیاج دارد. یک اتم فلوئور بسیار کوچک‌تر از یک اتم ید است. بنابراین الکترونی که وارد بیرونی‌ترین لایه‌ی یک اتم فلوئور می‌شود به هسته‌ی آن نزدیک‌تر است و این الکترون جاذبه‌ی بیشتری را از هسته‌ی اتم احساس می‌کند.

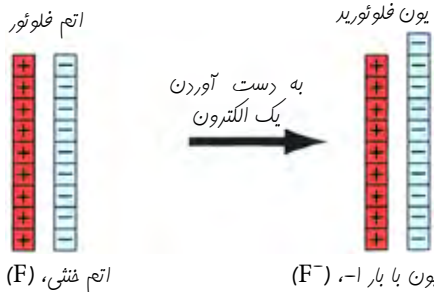
#### ذره‌های باردار

به خاطر دارید که وقتی فلزهای قلیایی واکنش می‌دهند، الکترون موجود در بیرونی‌ترین لایه‌ی خود را از دست می‌دهند. با از دست رفتن این الکترون، اتم دیگر حالت خنثی ندارد و به یک ذره‌ی باردار به نام یون تبدیل شده است. در این ذره تعداد پروتون‌ها یک عدد بیشتر از تعداد الکترون‌ها است. به این ترتیب بار الکتریکی این ذره  $+1$  خواهد بود. تمام عنصرهای موجود در یک گروه،



یون‌هایی با بار الکتریکی یکسان تولید می‌کنند (به عنوان مثال در مورد فلزهای قلیایی با یون‌های  $Li^+$ ،  $Na^+$  و  $K^+$  مواجه هستیم).

از طرف دیگر، هالوژن‌ها الکترون به دست می‌آورند.



• تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های فلورین پس از به دست آوردن یک الکترون چقدر است؟  
تمام هالوژن‌ها، یون‌هایی با بار الکتریکی -۱ تولید می‌کنند ( $I^-$ ،  $F^-$ ،  $Cl^-$ ،  $Br^-$ ).

### خلاصه‌ی فصل

- اتم‌های موجود در گروه ۷، هالوژن نامیده می‌شوند. این عناصرها به صورت مولکول‌های دو اتمی ( $F_2$ ،  $Cl_2$ ،  $Br_2$  و  $I_2$ ) وجود دارند و یک گروه فعال و واکنش‌پذیر از نافلزها هستند. در این گروه از بالا به پایین، مقدار واکنش‌پذیری کاهش پیدا می‌کند.
- اتم‌های موجود در آخرین گروه از جدول تناوبی (گروه ۰ یا ۸) گازهای نجیب نامیده می‌شوند و به صورت تک اتمی وجود دارند. این عناصرها واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند و اتم آن‌ها بسیار پایدار است، زیرا بیرونی‌ترین لایه‌ی آن‌ها پر از الکترون است.
- تمام اتم‌های مربوط به عنصرهای موجود در یک گروه از جدول تناوبی، دارای تعداد الکترون‌های یکسانی در بیرونی‌ترین لایه‌ی خود هستند.

### پرسش‌ها

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

آ) عنصرهای موجود در گروه ..... هالوژن‌ها نامیده می‌شوند. فلورین و ..... به صورت گاز هستند، ..... یک مایع می‌باشد و ید نیز به صورت ..... است. تمام آن‌ها از مولکول‌های ..... ساخته شده‌اند (به عنوان مثال  $Cl_2$  و  $Br_2$ ). واکنش‌پذیری هالوژن‌ها از بالا به پایین گروه ..... می‌شود. بنابراین ..... واکنش‌پذیرترین هالوژن است.

ب) عنصرهای موجود در گروه ۰ (۸) را گازهای ..... می‌نامند. آن‌ها در بین عنصرهای جدول تناوبی دارای ..... واکنش‌پذیری هستند و تقریباً هیچ تمایلی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند. زیرا بیرونی‌ترین لایه‌ی آن‌ها کاملاً از الکترون ..... شده است.



پ) شماره‌ی گروه یک عنصر در جدول تناوبی نشان می‌دهد که اتم‌های آن چند الکترون در ..... لایه‌ی خود دارند. به عنوان مثال ید که در گروه ۷ قرار دارد، دارای ..... الکترون در بیرونی‌ترین لایه‌ی خود است.

۲- جمله‌های زیر را در مورد کاربردهای گازهای نجیب کامل کنید:

آ) هلیوم برای پُر کردن بالون‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد زیرا .....

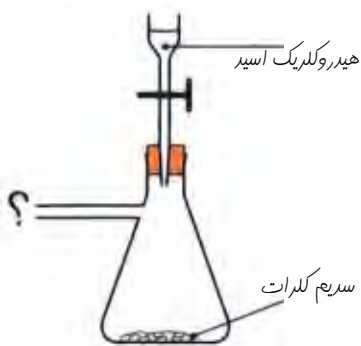
ب) از هلیوم مایع در بعضی از دستگاه‌های مخصوص بیمارستان‌ها و مراکز درمانی استفاده می‌شود زیرا .....

پ) نئون در لامپ‌های تبلیغاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. زیرا .....

ت) از آرگون در داخل لامپ‌های معمولی استفاده می‌شود زیرا .....

۳- با رسم یک طرح و یا درست کردن یک پوستر نشان دهید که هالوژن‌ها و ترکیب‌های آن‌ها چه کاربردهایی دارند؟

۴- آ) یک جدول رسم کنید و در آن رنگ و حالت فیزیکی فلئوئور، کلر، برم و ید را مشخص کنید.



ب) کدام یک از هالوژن‌های نوشته شده در قسمت «آ»

دارای کمترین واکنش پذیری است؟

پ) شما می‌خواهید یک ظرف که پُر از گاز کلر است داشته باشید. سیستمی مشابه با شکل زیر را در نظر بگیرید.

به جای علامت سوال در شکل باید چه چیزی نوشت (توجه:

کلر نسبت به هوا چگالی بسیار بیشتری دارد)؟

ت) یک معادله‌ی نوشتاری و نمادی برای واکنش بین کلر

و آهن بنویسید.

۵- سدیم (Na) با کلر ( $Cl_2$ ) واکنش می‌دهد و سدیم کلرید (NaCl) تولید می‌کند.

آ) یک معادله‌ی نوشتاری برای این واکنش بنویسید.

ب) حال یک معادله نمادی برای واکنش انجام شده بنویسید (موازنه کردن واکنش را فراموش نکنید).

پ) یک معادله نوشتاری و نمادی برای واکنش سدیم و گاز فلئوئور بنویسید.

ت) در صورتی که در واکنش مورد نظر به جای کلر از فلئوئور استفاده شود، چه تفاوت‌هایی در آن به وجود می‌آید؟ پاسخ خود را با ذکر علت توضیح دهید.



ضمیمه  
تجهيزات  
آزمایشگاهی



[www.chemyazd.com](http://www.chemyazd.com)



**لوله‌ی آزمایش:** یک لوله‌ی استوانه‌ای شکل است که معمولاً از شیشه یا پلاستیک ساخته می‌شود. یک طرف این لوله مسدود است و برای حرارت دادن مواد شیمیایی و بررسی بعضی از واکنش‌های شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



**جا لوله‌ای:** وسیله‌ای چوبی، شیشه‌ای یا پلاستیکی است که لوله‌های آزمایش را در آن قرار می‌دهند.



**چوب پنبه:** وسیله‌ای سبک است که از آن برای بستن درب لوله‌ی آزمایش استفاده می‌کنند.



**گیره‌ی لوله‌ی آزمایش:** وسیله‌ای است که معمولاً از یک دسته‌ی چوبی ساخته شده است و یک قطعه‌ی فلزی در ابتدای آن قرار دارد. یک طرف این قطعه‌ی فلزی به دسته‌ی چوبی متصل شده است و طرف دیگر آن به صورتی طراحی شده است تا بتواند به راحتی لوله‌ی آزمایش را نگه دارد. هر وقت بخواهیم ماده‌ای را در داخل یک لوله‌ی آزمایش حرارت بدهیم، برای جلوگیری از سوختن دست، لوله‌ی آزمایش را با گیره بر روی شعله نگه می‌داریم.



**دستکش:** ممکن است به صورت پلاستیکی (لاتکس) و یک‌بار مصرف باشد و یا این که از پارچه‌ی بسیار ضخیم و نسوز ساخته شده باشد. در هنگام انجام آزمایش برای جلوگیری از آلوده شدن دست‌ها، از دستکش پلاستیکی استفاده می‌کنیم. برای جابه‌جا کردن اجسام داغ نیز دستکش‌های ضخیم مورد استفاده قرار می‌گیرند.





**عینک:** به منظور جلوگیری از وارد شدن مواد، محلول‌های شیمیایی و در هنگام انجام آزمایش به داخل چشم، از عینک‌های محافظ استفاده می‌شود.



**ترازو:** انواع مختلفی دارد و برای وزن کردن مواد شیمیایی به مقدار مشخص به کار می‌رود. اغلب ترازوهایی که در حال حاضر در آزمایشگاه‌ها استفاده می‌شوند، دیجیتالی هستند و میزان دقت آنها متفاوت است.



**دماسنج:** برای تعیین دمای محلول‌ها و یا محیط انجام واکنش‌های شیمیایی به کار می‌رود.



**انبرک فلزی:** برای برداشتن ظرف‌های داغ و یا برداشتن ظرف‌هایی که در داخل کوره قرار داشته‌اند استفاده می‌شود.



**قیف ساده:** وسیله‌ای مخروطی شکل است که با کمک کاغذ صافی می‌تواند محلول‌ها یا مخلوط‌ها را صاف کرده و ذرات معلق در آن‌ها را جدا کند. قیف‌ها هم به صورت شیشه‌ای و هم به صورت پلاستیکی ساخته می‌شوند.





**آبشان (پيست):** ظرفی پلاستیکی است که آب مقطر را در داخل آن می ریزند و برای تهیهی محلول‌ها یا شستشوی ظروف آزمایشگاهی مورد استفاده قرار می دهند.



**چراغ بونزن:** چراغ مورد استفاده در آزمایشگاه‌ها است که شعله‌ی قابل تنظیمی داشته و برای حرارت دادن مورد استفاده قرار می گیرد.



**بشو:** لیوان آزمایشگاهی است و ممکن است به صورت ساده یا درجه بندی شده باشد. بعضی از آن‌ها شیشه‌ای و برخی دیگر پلاستیکی هستند. برای برداشتن مایع‌ها، گرم کردن محلول‌ها، حل کردن مواد، انتقال مواد و ... از بشر استفاده می شود.



**بالن حجمی (بالن ژوژه):** ظرفی شیشه‌ای است که گردن باریکی دارد و در انتهای آن یک مخزن نگهداری مایع وجود دارد. بر روی گردن آن یک خط کشیده شده است که پُر کردن بالن تا این خط نشانه، بیانگر حجم نوشته شده بر روی بالن است. برای رقیق کردن محلول‌ها و یا ساختن محلول‌هایی با غلظت مشخص از آن استفاده می شود. بعضی از انواع بالن‌ها برای حرارت دادن مایعات نیز به کار می روند.







**ارلن:** ظرفی مخروطی شکل است که قسمت بالای آن باریک‌تر می‌باشد. به این ترتیب هم از ریختن مایع به بیرون جلوگیری می‌کند و هم ریختن مایع به داخل آن راحت‌تر صورت خواهد گرفت. اِرن مُدرَج برای برداشتن حجم مشخصی از یک مایع استفاده می‌شود، اما نوع معمولی آن بیش‌تر برای گرم کردن به کار می‌رود.



**بورت:** ابزاری استوانه‌ای شکل است که در انتهای آن یک شیر قرار دارد. بدنه‌ی آن نیز درجه بندی شده است و با استفاده از آن می‌توان حجم مشخصی از یک مایع را در داخل ظرف دیگری (مانند بشر یا اِرن) ریخت. بیشترین استفاده از این وسیله در آزمایش‌های خنثی کردن اسید و باز است.



**سه پایه:** وسیله‌ای است که در هنگام حرارت دادن بشر، بالن، اِرن و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.



**توری نسوز:** یک توری فلزی و مقاوم در برابر حرارت است که با قرار گرفتن آن روی سه پایه، ظرفی مانند بشر، اِرن، بالن و ... راحت‌تر بر روی سه پایه می‌ایستند.





**گیره فلزی:** وسیله‌ای است که با داشتن یک حلقه‌ی فلزی در ابتدای خود، از آن برای نگه داشتن قیف و ... استفاده می‌کنند. انتهای آن نیز به گونه‌ای طراحی شده است که به پایه‌ی گیره متصل شود.

**پایه‌ی گیره:** پایه‌ای فلزی است که برای نگهداشتن گیره‌ی فلزی و وسایل دیگر آزمایشگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



**قطره‌چکان:** برای برداشتن مقدار کمی از مواد مایع و یا مایعات سمی از قطره‌چکان استفاده می‌شود و انواع مختلفی دارد.



**شیشه ساعت:** وسیله‌ای شیشه‌ای است که معمولاً مایعات را بر روی سطح آن پخش می‌کنند تا تبخیر شوند. گاهی اوقات نیز برای وزن کردن مواد با ترازو از آن استفاده می‌شود.



**قاشقک (اسپاتول):** برای برداشتن مواد شیمیایی جامد از قاشقک‌های فلزی یا پلاستیکی استفاده می‌شود.



**بوته‌ی چینی:** ظرفی کوچک و مخروطی (ناقص) است که معمولاً دارای سرپوش بوده و جداره‌ی داخلی و خارجی آن صاف و صیقلی است. برای حرارت دادن شدید و یا ذوب کردن مواد جامد، بوته‌ی چینی را بر روی توری نسوز قرار داده و بر روی سه پایه حرارت می‌دهند.

