

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کتاب درسی زیرذهبین

شیمی (۲)

پایه یازدهم

تألیف و گردآوری:  
افشین یزدان شناس



تقديم به نگاه دقيق و عميق شما ...

خیلی خیلی

کتاب درسی مهم است...



# مقدمه مؤلف

## «به نام خدا»

از کجا شروع کنم؟ به نظر شما کتاب درسی رو هم باید بفونم یا جزوه کافیه؟ کدوم کتاب تست بهتره؟ و ... سلام ... شاید این سؤال‌ها و سؤال‌های مشابه، ذهن شما را هم به خود مشغول کرده باشد، شاید هم امتحانات پایان ترم را با نمره عالی (۲۰) گذرانده باشید ولی در آزمون آزمایشی یا کنکور سراسری و ... بی‌خیال! (بگذریم). واقعیت این است که تغییر سبک سؤالات شیمی کنکور در دههٔ اخیر (مخصوصاً سال‌های ۹۹ و ۱۴۰۰) همهٔ دوستان را کم و بیش شوکه کرد! تعارف نداریم خود من هم با دیدن بعضی سؤال‌های درس شیمی کمی تا قسمتی تعجب می‌کردم که این مهم سؤال و مناسبات و ... آن‌هم در مدت زمان یک دقیقه! منصفانه است؟ بنابراین اولین پیشنهاد و توصیه‌ام برای شما این است که خود را برای این چنین آزمون‌هایی در سال‌های پیش‌رو آماده کنید.

پالاش بعدی این است که سطح سؤال‌های کنکور سراسری در سال‌های اخیر با سطح مطالب و مثال‌های کتاب درسی چندان که چه عرض کنم ... اصلاً هم‌فوانی ندارد، اما مطمئن باشید ایده و نقطهٔ شروع همهٔ این سؤال‌ها «کتاب درسی» است. در حقیقت طراحان آزمون سراسری با پیره‌دستی و دقت فراوان (البته بعضاً با پاشنی بی‌رحمی!) و به کمک علم ترکیب (بر خلاف تمزیه) سؤالاتی استخراج می‌کنند که ریشه و بن آنها را می‌توان در سطرها و تمرین‌های کتاب درسی (مخصوصاً تمرین‌های دوره‌ای انتهایی فصل‌ها) یافت. با این توضیحات گام بعدی برای آمادگی عالی برای این آزمون سرنوشت‌ساز، تسلط (نه صرفاً آشنایی!) بر کتاب درسی و زوایای مختلف آن است.

کتابی که پیش رو دارید، به نوعی تحلیل‌نامهٔ کتاب درسی است که سعی دارد زاویهٔ نگاه شما داوطلبان و دانش‌آموزان را به زاویهٔ دید طراحان آزمون‌ها نزدیک کند. همچنین در برخی جاها و به فراخور موضوع و اهمیت آن چند سؤال از آزمون سراسری آورده شده که مطالعه پاسخ تشریحی آنها دست کمی از مطالعهٔ دقیق متن کتاب ندارد و شما را مطمئن می‌کند که تسلط بر کتاب درسی به معنای حضور قدرتمند در آزمون است. پس فیلی فیلی با هوسله و دقیق، پاسخ تشریحی آنها را مطالعه کنید. مطالعهٔ دقیق این مجموعه، مهم‌ترین کاری است که برای ورود موفق و قدرتمند به هر کتابی (منظور کتاب تست است) می‌توانید انجام دهید و در حقیقت این کتاب مکمل و دوست همهٔ کتاب‌های شیمی موجود در بازار است و مطمئناً شما به کمک دیگر ممتزمتان مطالب بیشتری را به آن خواهید افزود و هدف نهایی ما هم قطعاً همین بوده و هست. در پایان از شما داوطلبان، دبیران مترم درسی شیمی و مشاوران گرامی به پاس بزل توبه و همراهی همیشگی، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم و بی‌شکانه منتظر نظرات و انتقادات سازندهٔ شما هستم و از کلیه عزیزان بخش علمی، فنی و ... انتشارات کاپ نیز کمال تشکر را دارم.

شاد و سلامت باشید

افشین یزدان‌شناس

# درباره افشین یزدان شناس

بگذارید افشین یزدان شناس را با این جمله معرفی کنم:

**«نویسنده‌ای چیره‌دست و معلمی بی نظیر!» ...**

افشین یزدان شناس در شرایطی برای نوشتن این کتاب دست به قلم برده است که در اوج پختگی و تجربه خود در تدریس شیمی کنکور قرار دارد. کفایت به آخرین موقعیت او هنگام تألیف این کتاب نیم‌نگاهی بیندازیم؛ مدرس کنکور شیمی در دبیرستان «فرزانگان تهران» و تألیف کتاب بانک تست «شیمی کامل میکروپلائی گاج!» و ...

واقعیت این است که ذره‌بینی که قرار شد بر روی خطوط کتاب‌های درسی به حرکت درآید می‌بایست به دست دبیری کارکشته و مسلط به فضای کنکور سراسری سپرده می‌شد. افشین یزدان شناس مناسب‌ترین فرد برای تألیف این کتاب متفاوت بود! نکته مهم و غیرقابل انکار دیگر، نقش درس شیمی به‌عنوان **مکمل بی‌چون و چرای زیست‌شناسی** در قبولی دانش پژوهان رشته تجربی است! به قول پروفیسور لنینجر، بیوشیمیست معروف و نویسنده کتاب مشهور «بیوشیمی لنینجر»، یک پزشک باید یک **High Biologist** باشد و یک بیولوژیست باید یک **High chemist** باشد! بنابراین نگاه عمیق‌تر ما در انتخاب مؤلف برای تألیف این کتاب ارزشمند، ارتباط ویژه مؤلف با دانش‌آموزان رشته تجربی بوده است. **نتایج خیره‌کننده** این استاد برجسته کنکور در آزمون‌های سراسری سال‌های اخیر دلیل مهم دیگر ما برای انتخاب افشین یزدان شناس بوده است. در کنار همه این موارد باید تسلط غیرقابل تصور بر کتاب‌های کمک آموزشی موجود در بازار، ارتباط بسیار مؤثر و مستمر با دبیران شیمی سراسر کشور و البته احساس مسئولیت ویژه و متفاوت نسبت به اسم زیردره‌بین را نیز اضافه کرد که همه و همه این موارد از افشین یزدان شناس نویسنده‌ای خلاق و دوست‌داشتنی ساخته است.

از صمیم قلب و با تمام وجود برای این رفیق شفیق و کتاب‌کم‌نظیرش آرزوی موفقیت می‌کنم.

**مصطفی پویان**

مدیر خانه زیست‌شناسی

با کتاب‌های زیر ذره‌بین

چه اهدافی را

دنبال می‌کنیم؟



چندسالی است که رویکرد آزمون‌های سراسری با تغییراتی بنیادی روبه‌رو شده است. در کنکورهای ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ با شیوه‌ای جدید از طرح سوالات روبرو شدیم که لازمهٔ پاسخ دادن به آنها، تسلط کامل و بدون نقص کتاب‌های درسی را می‌طلبد! میزان این تغییرات به حدی بوده است که تقریباً همهٔ کتاب‌های کمک‌آموزشی موجود در بازار را با چالش بزرگی روبه‌رو کرده است! ناشران مختلف در صدد اعمال تغییرات در کتاب‌های چاپ شدهٔ گذشته برآمدند، اما واقعیت این است که باز هم دانش‌آموز قادر نیست با کمک این کتاب‌ها به اکثر سوالات کنکور پاسخ دهد! آنچه در این میان بیش از همه جلب توجه می‌کند حجم شدن کتاب‌های کمک آموزشی به دلیل توضیحات مفصل به‌منظور پوشش حداکثری سوالات کنکور است. اما واقعیت در جای دیگری نهفته است؛ کتاب درسی! بله، کتاب درسی همان حلقهٔ گمشده‌ای است که به آن توجه کمتری می‌شود و متأسفانه دانش‌آموزان، در بسیاری از اوقات، کتاب درسی را کنار می‌گذارند!

زیر ذره‌بین بردن متن کتاب درسی، حاوی این پیام ساده است که:

## کتاب درسی خیلی خیلی مهم است!

ما در این پروژه‌ای که تعریف کرده‌ایم اهداف زیر را دنبال می‌کنیم:

### ۱. تأکید بیشتر و بیشتر بر متن کتاب درسی

در حقیقت ذره‌بین مؤلف روی متن کتاب درسی قرار می‌گیرد تا با نگاهی عمیق، دقیق و موشکافانه توجه دانش‌آموز را به نکات مورد نظر نویسندگان کتاب درسی، مدرسین و طراحان کنکور جلب نماید. ذره‌بین مورد نظر توسط دبیری حرفه‌ای که خود تجربهٔ تألیف، تدریس و طراحی آزمون‌های مختلف را داشته است، روی متن کتاب درسی به حرکت درآمده است.

### ۲. بررسی بسیار دقیق تر شکل‌ها

تصاویر کتاب‌های درسی همواره از اهمیت بالایی در طرح تست‌های خاص و متفاوت برخوردار بوده‌اند؛ اما زاویهٔ دید طراحان کنکور، به‌ویژه در دو سالهٔ اخیر [۱۳۹۹ و ۱۴۰۰]، این پیام بسیار مهم را به داوطلبان شرکت در کنکور منتقل کرده است که به هیچ وجه نباید از کنار تصاویر کتاب به سادگی عبور کرد!

### ۳. احترام گذاشتن به گروه مؤلفین کتاب‌های درسی

گروه تألیف کتاب‌های درسی معمولاً از بین اساتید حرفه‌ای و دبیران با تجربه‌ای تشکیل می‌شوند که سال‌های سال در این حوزه فعالیت کرده‌اند. استراتژی حاکم بر تألیف کتاب درسی توسط شورای عالی برنامه‌ریزی تدوین و ابلاغ می‌شود. سیاست‌های کلی این شورا باید به‌طور کامل توسط گروه تألیف در نظر گرفته شود. ممکن است ما با خیلی از این سیاست‌گذاری‌ها موافق نباشیم ولی باید واقعیت موجود را بپذیریم! در هر صورت این کتاب، کتاب درسی فرزندان ماست و در خاطره‌های درازمدت آنها ماندگار خواهد شد. رجوع موشکافانه به مطالب کتاب درسی، دقیقاً احترام گذاشتن به همهٔ اینهاست.

#### ۴. به راحتی نقاط ضعف کتاب درسی در مواجهه با مثال‌های کنکوری مشخص می‌شود

قطعاً یکی از نکات مهمی که در هنگام مطالعه کتاب‌های زیر ذره‌بین مشخص می‌شود کاستی‌های کتاب درسی است. ما تلاش کرده‌ایم مثال‌های کنکور را در جایگاه مناسب و مرتبط با متن کتاب قرار دهیم. دانش‌آموز با مقایسه این دو متوجه می‌شود که آیا می‌تواند با اطلاعات کتاب درسی از پس تست‌های مطرح‌شده در کنکورهای گذشته بر بیاید یا خیر! با توجه به این موضوع کلیدی، تألیف کتاب‌های جدید با حجم کم که فقط نقاط ضعف کتاب را پوشش دهند نیاز جدیدی است که ناشران مختلف با آن روبه‌رو خواهند بود. ناشران باید در این حوزه کتاب‌های جدیدی را طراحی و تألیف نمایند.

#### ۵. جلوگیری از سردرگمی دانش‌آموزان در میان انبوهی از کتاب‌های کمک‌آموزشی موجود در بازار

کاملاً با شما موافقیم. اولین سؤالی که برای شروع مطالعه یک درس یا در آغاز سال تحصیلی در ذهن همه دانش‌آموزان نقش می‌بندد این است: «کدام کتاب کمک آموزشی پاسخ‌گوی نیاز من در آزمون‌هاست؟» و برای پاسخ به این پرسش هر دبیری کتاب مورد نظر خود را پیشنهاد می‌دهد و اینجاست که دانش‌آموزان با انبوهی از توصیه‌ها روبه‌رو می‌شوند که قطعاً موجب سردرگمی خواهد شد. ما با قاطعیت توصیه و تأکید می‌کنیم که مطالعه دقیق کتاب درسی، آن‌هم با رویکرد زیرذره‌بینی، از همان ابتدا دانش‌آموز را در مسیر واقعی مورد نظر سیستم آموزشی و طراحان کنکور قرار می‌دهد. کتاب درسی زیرذره‌بین کتابی است که مکمل هر یک از کتاب‌های کمک‌آموزشی موجود در بازار است و موجب می‌شود دانش‌آموز با تسلط بیشتری به تجزیه و تحلیل سؤالات کنکور بپردازد.

#### ۶. هم در ابتدای مسیر و هم در انتهای راه

در حقیقت رویکرد تدوین این کتاب، کاربرد دوگانه‌ای را در ذهن تداعی می‌کند. رویکرد اول قبل از مراجعه به سایر کتاب‌های کمک‌آموزشی است. در این حالت دانش‌آموز با نگاهی متفاوت‌تر و عمیق‌تر به سراغ این کتاب‌ها رفته و بیشترین استفاده را در زمان کوتاهی خواهد داشت. رویکرد دوم، پس از مطالعه کتاب‌های کمک‌آموزشی است. در این حالت نیز یک دوره جمع‌بندی شیرین را با کتاب‌های زیر ذره‌بین تجربه خواهد کرد. در هر دو حالت، کتاب درسی زیرذره‌بین، یک دوست قابل اعتماد خواهد بود.

صمیمانه آرزو می‌کنیم موفقیت در کنکور سراسری، یکی از بهترین اتفاق‌های زندگی‌تان باشد.

**مصطفی پویان**  
مدیر خانه زیست‌شناسی

## فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم..... ۱

ضمیمه (۱)..... ۱۶

ضمیمه (۲)..... ۲۰

ضمیمه (۳)..... ۲۶

ضمیمه (۴)..... ۳۸

ضمیمه (۵)..... ۴۶

## فصل دوم: در پی غذای سالم..... ۴۹

ضمیمه (۱)..... ۵۸

ضمیمه (۲)..... ۶۴

ضمیمه (۳)..... ۶۸

ضمیمه (۴)..... ۷۲

ضمیمه (۵)..... ۷۴

ضمیمه (۶)..... ۹۰

## فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر..... ۹۷

ضمیمه (۱)..... ۱۰۶

ضمیمه (۲)..... ۱۱۲

ضمیمه (۳)..... ۱۱۴

# قدر هدایای زمینی را بدانیم

## فصل ۱



● **أَلَمْ تَرَوْا أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُمْ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ... (سوره لقمان - آیه ۲۰)**

آیا ندیدید خداوند آنچه را در آسمان‌ها و زمین است مسخر شما کرده و نعمت‌های آشکار و پنهان خود را به طور فراوان بر شما ارزانی داشته است.

زمین، خانه ماست. نه! زمین، تنها خانه ماست. در آن زاده می شویم و زندگی می کنیم. زمین سرشار از نعمت‌ها و هدایای پیدای و ناپیدای گوناگونی است که هر یک اندازه معینی دارد. هدایایی که انسان با شناخت و بهره گیری از آنها توانسته است با ساختن ابزار و دستگاه‌هایی به همه نقاط کره زمین از قطب شمال تا جنوب، اعماق دریاها و اقیانوس‌ها دست یابد و فضای دوردست و بی کران را نیز کشف کند. توانایی انسان در بیرون کشیدن موادی مانند نفت و فلزها به او این امکان را داده است تا سرپناهی ایمن و گرم برای زندگی خود فراهم سازد. دانش شیمی به ما کمک می کند تا ساختار دقیق این هدایا را شناسایی کنیم، به رفتار آنها پی ببریم و بهره برداری درست از آنها را بیاموزیم. باشد که دریابیم زمین، امانت خداست و دوستی با آن را باور کنیم.



در شیمی (۱)، آموختید که کره زمین را می توان به چهار بخش هواکره، آب کره، سنگ کره و زیست کره تقسیم کرد. در فصل‌های ۲ و ۳ شیمی (۱)، به بررسی هواکره و آب کره پرداخته شد. در این فصل (فصل ۱ شیمی ۲) به بررسی اهمیت سنگ کره و منابع شیمیایی ارزشمند آن بر زندگی انسان پرداخته می شود.

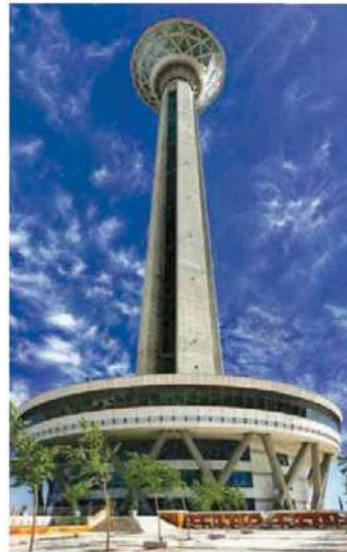


**مواد در زندگی ما نقشی شگرف و مؤثر دارند به طوری که صنایع گوناگون مانند غذا، پوشاک، حمل و نقل، ساختمان، ارتباطات و هر بخش از زندگی ما کم و بیش تحت تأثیر مواد قرار دارند. اغراق نیست اگر رشد و گسترش تمدن بشری را در گرو کشف و شناخت مواد جدید بدانیم.** بررسی تمدن‌ها از گذشته تا کنون نشان می‌دهد که توسعه جوامع انسانی به توانمندی افرادی هوشمند گره خورده است. آنان که توانسته‌اند برای رفع نیازهای خود و جامعه، موادی تولید کنند یا با دست کاری مواد، خواص آنها را تغییر دهند. انسان‌های پیشین فقط از برخی مواد طبیعی مانند چوب، سنگ، خاک، پشم و پوست بهره می‌بردند، اما با گذشت زمان توانستند موادی مانند سفال را تولید و برخی فلزها را نیز استخراج کنند که خواص مناسب‌تری داشتند.

● گسترش فناوری به میزان دسترسی به مواد مناسب وابسته است، به طوری که کشف و درک خواص یک ماده جدید پرچم‌دار توسعه فناوری است. برای نمونه گسترش صنعت خودرو مدیون شناخت و دسترسی به فولاد است. همچنین پیشرفت صنعت الکترونیک بر اجزایی مبتنی است که از موادی به نام نیمه‌رساناها ساخته می‌شوند.

با گسترش دانش تجربی، شیمی دان‌ها به رابطه میان خواص مواد با عنصرهای سازنده آنها پی بردند. آنها همچنین دریافتند که گرما دادن به مواد و افزودن آنها به یکدیگر سبب تغییر و گاهی بهبود خواص می‌شود. با این روند، آنها به توانایی انتخاب مناسب‌ترین ماده برای یک کاربرد معین دست یافتند تا جایی که می‌توانند موادی نو با ویژگی‌های منحصر به فرد و دلخواه طراحی کنند. امروزه با رشد و توسعه فناوری، هزاران ماده تهیه و تولید شده که زندگی مدرن و پیچیده امروزی را ممکن کرده است (شکل ۱).

**آیا می‌دانید** همیشه باعث بهبود نمی‌شود. تمدن‌های آغازین را بر اساس گستره کاربری مواد به سه دوره سنگی، برنزی و آهنی نام‌گذاری می‌کنند. تاریخ آغاز این دوره‌ها به ترتیب به ۲/۵ میلیون، ۳۵۰۰ و ۱۰۰۰ سال پیش از میلاد بر می‌گردد.



**شکل ۱- شکوه و عظمت تمدن امروزی تا حدود زیادی مدیون مواد جدیدی است که از شیشه، پلاستیک، فلز، الیاف، سرامیک و... ساخته می‌شوند. آیا می‌دانید این مواد از کجا به دست می‌آیند؟**

این تمرین (خود را بیازمایید) به موضوع چرخه مواد در طبیعت می‌پردازد و به خوبی بیان می‌کند که هر آنچه در زندگی از آن استفاده می‌کنیم به طریقی از زمین به دست می‌آید. به عبارت دیگر موارد زیر (۱ و ۲) به این موضوع اشاره دارند که آنچه در زندگی از آن استفاده می‌کنیم، طی مراحل از زمین استخراج و دوباره به زمین باز می‌گردد. این موضوع «چرخه مواد در طبیعت» نامیده می‌شود.

## خود را بیازمایید

۱- شکل زیر فرایند کلی تولید دوچرخه را نشان می‌دهد.



الف) درباره این فرایند گفت‌وگو کنید.

ب) آیا در فرایند تولید ورقه‌های فولادی و تایر دوچرخه، موادی دور ریخته می‌شوند؟ **حتماً!**  
 پ) با گذشت زمان چه اتفاقی برای قطعه‌های دوچرخه می‌افتد؟ **فرسوده و غیر قابل استفاده می‌شوند.**  
**آنها را روی شکل دنبال کنید.**

۲- شکل زیر نمایی از چرخه مواد را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید:  
 ۴) تولید مورد نیاز ۳) پالایش و فرآوری و تولید مواد اولیه پر کاربرد



موادی که در طبیعت وجود دارند و بدون تغییر چندان، از آنها استفاده می‌کنیم. الف) آیا جمله «همه مواد طبیعی<sup>۱</sup> و ساختگی<sup>۲</sup> از کره زمین به دست می‌آیند» درست است؟ توضیح دهید.

- ۱- Natural Material
- ۲- Synthetic Material, Man Made

مواد به شکل طبیعی از زمین استخراج می‌شوند و انسان با توجه به نیازهای خود از مواد اولیه طبیعی، مواد ساختگی را می‌سازد. بنابراین می‌توان گفت که همه مواد طبیعی و ساختگی از کره زمین به دست می‌آیند.

پ) هر یک از مواد استخراج شده از زمین پس از طی مراحل (فرآوری، پالایش و...) به شکل‌های مختلف (وسایل گوناگون) درمی‌آیند. این وسایل پس از مدت‌ها مستمک شده و دوباره به شکل پسماند به زمین باز می‌گردند. اما توجه کنید که سرعت بازگشت به زمین (طبیعت) در مورد منابع گوناگون متفاوت است.

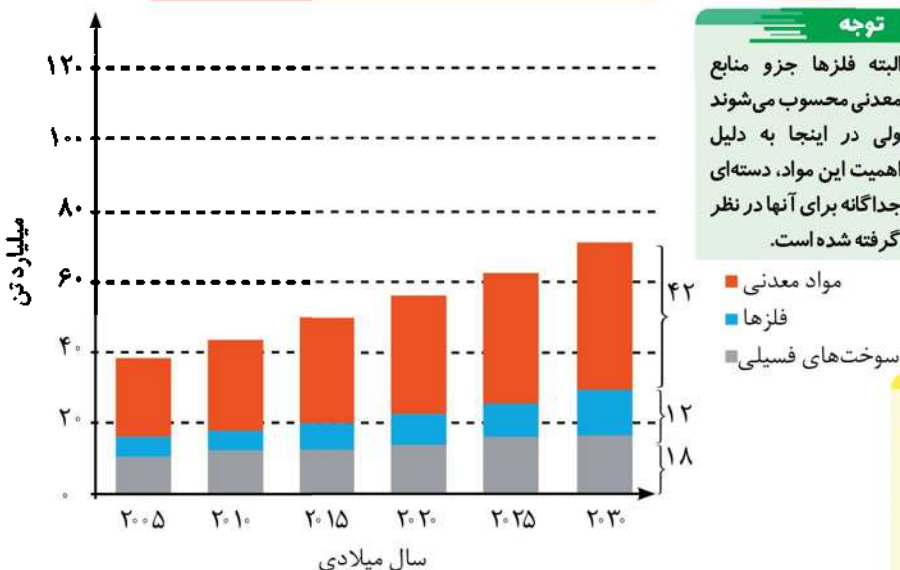
ب) موادی که از طبیعت به دست می‌آوریم، به چه شکلی به طبیعت بازمی‌گردند؟ ضایعات و پسماند  
پ) آیا به تقریب جرم کل مواد در کره زمین ثابت می‌ماند؟ چرا؟

ت) برخی بر این باورند که: «هر چه میزان بهره‌برداری از منابع یک کشور بیشتر باشد، آن

کشور توسعه یافته‌تر است.» این دیدگاه را در کلاس نقد کنید. (به مفاهیم توسعه پایدار و هزینه‌های آن توجه کنید)

مواد معدنی شامل عناصر یا ترکیب‌هایی هستند که به‌طور طبیعی در پوسته زمین وجود دارند.

۳- نمودار زیر برآورد میزان تولید یا مصرف نسبی برخی مواد را در جهان نشان می‌دهد.



### آیا می‌دانید

سالانه بیش از ۷ میلیارد تن از منابع انرژی، سوخت‌های فسیلی، فلز و منابع شیمیایی از زمین استخراج می‌شود. با این توصیف مصرف سرانه هدایای ذخیره شده در زمین، حدود ده تن است.

### نکات نمودار مقابل:

- ۱ - نمودار روند صعودی دارد، یعنی با گذشت زمان (حداقل در این بازه ۲۵ ساله) میزان تولید (استخراج) و مصرف این مواد افزایش یافته است.
- ۲ - مقایسه میزان تولید یا مصرف این مواد:

  - فلزها > سوخت‌های فسیلی > مواد معدنی

- ۳ - بیشترین میزان افزایش مربوط به مواد معدنی است.

با توجه به نمودار:

۷ میلیارد تن

الف) در سال ۲۰۱۵ به تقریب چند میلیارد تن فلز در جهان استخراج و مصرف شده است؟

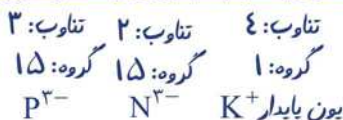
ب) پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۳۰ به تقریب در مجموع چند میلیارد تن از این مواد

استخراج و مصرف شوند؟ ۷۲ میلیارد تن

پ) درباره این جمله که: «زمین منبع عظیمی از هدایای ارزشمند و ضروری برای زندگی

است» گفت‌وگو کنید.

دریافتید که زندگی روزانه ما به منابع شیمیایی وابسته است. صبحانه امروز خود را در نظر بگیرید، چای خود را با استکانی شیشه‌ای نوشیده‌اید که از شن و ماسه ساخته شده است، در ظرفی که از خاک چینی ساخته شده است، غذا خورده‌اید و برای هم زدن چای از قاشقی استفاده کرده‌اید که از فولاد زنگ‌نزن ساخته شده است. فولادی که پس از طی مراحل طولانی از سنگ معدن به دست می‌آید. همچنین برای طعم دادن به غذای خود، نمک به دست آمده از خشکی و دریا را روی آن پاشیده‌اید؛ سبزیجات و میوه‌هایی را خورده‌اید که با استفاده از کودهای پتاسیم، نیتروژن و فسفردار رشد کرده‌اند. از سوی دیگر، سوختی را که با



استفاده از آن خانه را گرم یا باک خودرو را پر می کنید، از دل زمین بیرون کشیده اند.

با پیشرفت صنعت، شهرها و روستاها گسترش یافتند و سطح رفاه در جامعه بالاتر رفت. با این

روند میزان مصرف منابع گوناگون نیز افزایش یافت، به گونه ای که امروزه همه افراد جامعه در

پی استفاده از تلفن همراه، خودروی شخصی و انواع وسایل الکترونیکی هستند. تأمین این

نیازها به همراه تولید انواع دستگاه ها و ابزارآلات صنعتی، نظامی، کشاورزی و دارویی، سبب

شده است تا تقاضای جهانی برای استفاده از هدایای زمینی افزایش یابد، به گونه ای که سالانه

حجم انبوهی از منابع شیمیایی بهره برداری می شود. با این توصیف باید باور کنیم که زمین

انباری از ذخایر ارزشمند است که بی هیچ منتی به ما هدیه شده است (شکل ۲)، هر چند که

این منابع به طور یکسان توزیع نشده اند. «مهم» مقدار آنها در نقاط مختلف جهان یکسان نیست.



شکل ۲- نمایش توزیع برخی عناصر در جهان. آیا پراکندگی چنین منابعی می تواند دلیلی بر پیدایش تجارت

جهانی باشد؟ توضیح دهید. کشورهایی که یک منبع خاص را دارند آن را به سایر کشورها (فاقد

آن) می فروشند و به این ترتیب تجارت جهانی شکل می گیرد.

## در میان تارنماها

با مراجعه به منابع اینترنتی معتبر درباره میزان مصرف منابع شیمیایی گوناگون در جهان اطلاعاتی را جمع آوری کنید و به کلاس گزارش دهید.

اکنون این پرسش مطرح می شود که این هدایای زمینی به چه شکلی استفاده می شوند؟ آیا آنها به همان شکل مصرف می شوند یا آنها را به عنصرهای سازنده تبدیل می کنند، سپس به کار می برند؟ چگونه می توان تشخیص داد که در یک نمونه سنگ معدن، کدام عنصرها وجود

## آیا می دانید

برآورد مقدار برخی عناصر در جهان

نام عنصر	مقدار (تن)
آلومینیم	۳/۲۳×۱۰ <sup>۱۰</sup>
آنتیموان	۳/۸۶×۱۰ <sup>۶</sup>
کروم	۷/۷۹×۱۰ <sup>۸</sup>
مس	۹/۳۷×۱۰ <sup>۸</sup>
طلا	۸/۹۷×۱۰ <sup>۴</sup>
هافنیم	۱/۱۲×۱۰ <sup>۳</sup>
ایندیم	۶/۰×۱۰ <sup>۳</sup>
سرب	۱/۴۴×۱۰ <sup>۸</sup>
نیکل	۱/۴۳×۱۰ <sup>۸</sup>
فسفر	۴/۹۷×۱۰ <sup>۱۰</sup>
رودیم	۷/۹۸×۱۰ <sup>۴</sup>
پلاتین	۷/۹۸×۱۰ <sup>۴</sup>
نقره	۵/۶۹×۱۰ <sup>۵</sup>
تیتان	۱/۵۳×۱۰ <sup>۵</sup>
قلع	۱/۱۲×۱۰ <sup>۲</sup>
اورانیم	۳/۳×۱۰ <sup>۶</sup>
روی	۴/۶×۱۰ <sup>۸</sup>

دارد و به چه میزانی قابل استخراج است؟ روش‌های استخراج و تهیه یک عنصر چیست؟ استخراج یک ماده شیمیایی چه آثاری روی محیط‌زیست برجای می‌گذارد؟ آیا مصرف مواد به صورت خام مقرون به صرفه است یا فراوری شده؟ بهره‌برداری از هدایای زمینی بر چرخه‌های طبیعی چه اثری دارد؟ شیوه‌های حفظ و نگهداری این منابع ارزشمند برای آیندگان چیست؟ علم شیمی و شیمی‌دان‌ها چه نقشی در استفاده از این منابع مبتنی بر توسعه پایدار دارند؟ شیمی‌دان‌ها برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها، در پی کشف الگوها و روندهای موجود در رفتار مواد و عنصرها هستند.

## الگوها و روندها در رفتار مواد و عنصرها

شیمی‌دان‌ها با مشاهده مواد و انجام آزمایش‌های گوناگون، آنها را دقیق بررسی می‌کنند. هدف همه این بررسی‌ها، یافتن اطلاعات بیشتر و دقیق‌تر درباره ویژگی‌ها و خواص مواد است. اما برقراری ارتباط میان این داده‌ها و اطلاعات، همچنین یافتن الگوها و روندها گامی مهم‌تر و مؤثرتر در پیشرفت علم به شمار می‌آید زیرا بر اساس این روندها، الگوها و روابط می‌توان به رمز و راز هستی پی برد. علم شیمی را می‌توان مطالعه هدف‌دار، منظم و هوشمندانه رفتار عنصرها و مواد برای یافتن روندها و الگوهای رفتار فیزیکی و شیمیایی آنها دانست.

جدول دوره‌ای عنصرها، نمایشی بی‌نظیر از چیدمان عنصرها بوده و همانند یک نقشه راه برای شیمی‌دان‌هاست که به آنها کمک می‌کند حجم انبوهی از مشاهده‌ها را سازمان‌دهی و تجزیه و تحلیل کنند تا الگوهای پنهان در رفتار عنصرها را آشکار نمایند. در شیمی ۱ آموختید که عنصرها در جدول دوره‌ای بر اساس بنیادی‌ترین ویژگی آنها یعنی عدد اتمی (Z)، چیده شده‌اند. در این جدول، عنصرهایی که آرایش الکترونی لایه ظرفیت آنم آنها مشابه است، در یک گروه جای گرفته‌اند. این جدول شامل ۷ دوره و ۱۸ گروه است. همچنین دریافتید تعیین موقعیت (دوره و گروه) یک عنصر در جدول دوره‌ای، کمک شایانی به پیش‌بینی خواص و رفتار آن خواهد کرد. بررسی‌ها نشان می‌دهند که عنصرهای جدول دوره‌ای را بر اساس رفتار آنها (گازهای نجیب جزو نافلزها هستند) می‌توان در سه دسته شامل فلز، نافلز و شبه فلز جای داد. با برخی رفتار فلزها آشنا هستید (شکل ۳). با بررسی این رفتارها می‌توان ضمن دسته‌بندی عنصرها، به روندها و الگوهای موجود در خواص آنها پی برد. اکنون برای یافتن برخی از این موارد فعالیت‌های صفحه بعد را انجام دهید.

● دانشمندان برجسته و بزرگ، دانشمندانی هستند که می‌توانند با بررسی دقیق اطلاعات و یافته‌های موجود درباره مواد و پدیده‌های گوناگون، الگوها، روندها و روابط بین آنها را درک کنند و توضیح دهند. مندلیف یکی از آنها است که جدول دوره‌ای را طراحی کرده است.

منظور از رفتار فیزیکی، مواردی است که در یک تغییر فیزیکی رفتار و ظاهر ماده را نشان می‌دهند. از جمله رفتار و خواص فیزیکی عناصر می‌توان به چگالی، نقطه ذوب و جوش، رسانایی الکتریکی، براق یا کدر بودن اشاره کرد.

رفتار شیمیایی نشان‌دهنده رفتار عنصر در یک تغییر شیمیایی هستند. از جمله رفتارهای شیمیایی یک عنصر می‌توان به واکنش‌پذیری آنها اشاره کرد که برخی تمایل به از دست دادن الکترون و برخی تمایل به گرفتن الکترون دارند.

● خلی مم  $He$

● هلیوم با اینکه در گروه ۱۸ جدول دوره‌ای عنصرها جای دارد، اما عنصری از دسته s است و آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن با دیگر گازهای نجیب متفاوت است.

### نکته

آرایش الکترونی همه گازهای نجیب به  $np^6$  ختم می‌شود. درحالی‌که در هلیوم به‌عنوان اولین گاز نجیب (دوره اول) آرایش الکترونی به  $1s^2$  ختم می‌شود.

### نکته

عنصرهای دسته s، ۱۴ عنصر هستند که شامل ۱۲ فلز گروه ۱ و ۲ و دو نافلز (هیدروژن و هلیوم) هستند.

## ۱. Semimetal (Metalloide)

فلزات شکل پذیرند

فلزات سخت و معکم هستند

فلزات رسانایی الکتریکی و گرمایی مناسبی دارند



فلزهای موجود در جدول

- ۱- گروه ۱ و ۲
- ۲- تمام عنصرهای واسطه (دسته d و f)
- ۳- برخی از عنصرهای دسته p مثل  $Al, Ga, In, Sn, Pb, \dots$

ویژگی های نافلزها:

- ۱- غالباً رسانای جریان برق و گرما نیستند. توجه کنید که گرافیت (ذکر شکل کربن) رسانای جریان برق است و الماس (ذکر شکل دیگر کربن) رسانای گرماست.
- ۲- معمولاً کدر هستند.
- ۳- شکننده بوده و قابلیت چکش خوری ندارند.
- ۴- به هر سه حالت فیزیکی (جامد، مایع و گاز) یافت می شوند.

شکل ۳- برخی کاربرد فلزها مبتنی بر ویژگی آنها. هر کاربرد کدام ویژگی فلز را نشان می دهد؟ ویژگی های فلزها: رسانای جریان برق و گرما هستند / سطح براق دارند / چکش خوارند و شکل پذیر / چگالی آنها نسبت به سایر عنصرها بیشتر است / قابلیت مغنول شدن و تبدیل شدن به رشته باریک (سیم) را دارند.

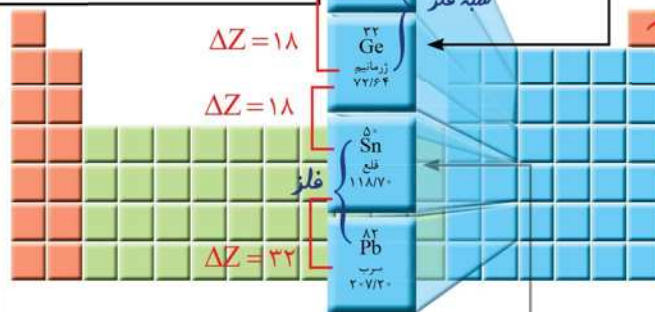
### با هم بیندیشیم

در شکل های زیر، عنصرهای گروه چهاردهم و عنصرهای دوره سوم جدول دوره ای همراه با برخی ویژگی های آنها نشان داده شده است. با بررسی آنها به پرسش ها پاسخ دهید.

**سیلیسیم**  
- رسانایی الکتریکی کمی دارد. (نیمه رسانا)  
- در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارد. (پیوند کووالانسی)  
- شکننده است و در اثر ضربه خرد می شود.

**گرافیت**  
جریان برق است.  
تیره و رسانای جریان برق است.  
- سطح آن تیره است.  
- در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارد. (پیوند کووالانسی)  
- در اثر ضربه خرد می شود.

**ژرمانیم**  
- رسانایی الکتریکی کمی دارد. (نیمه رسانا)  
- در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارد. (پیوند کووالانسی)  
- در اثر ضربه خرد می شود.  
- ژرمانیم مانند فلزات سطحی نسبتاً براق دارد.  
- جزو عنصرهای دسته s:  $He, \dots$



**پلیوم**  
- جامد و شکل پذیر است.  
- رسانای خوب گرما و الکتریسیته است.  
- در واکنش با دیگر اتم ها الکترون از دست می دهد. و کاتیون  $Pb^{2+}$  تشکیل می دهد.

**سرب**  
- رسانایی گرمایی و الکتریکی بالایی دارد.  
- در واکنش با دیگر اتم ها الکترون از دست می دهد. و کاتیون  $Sn^{2+}$  و  $Pb^{2+}$  تشکیل می دهد.  
- در اثر ضربه شکل آن تغییر می کند اما خرد نمی شود.

الف) عنصرهای گروه ۱۴، همگی جامد هستند.

**نکته**  
همه عنصرهای گروه ۱۴ در دما و فشار اتاق جامدند.

تعداد عنصرهای هر دوره از جدول:  
دوره اول: ۲ عنصر  
دوره دوم و سوم: ۸ عنصر  
دوره چهارم و پنجم: ۱۸ عنصر  
دوره ششم و هفتم: ۳۲ عنصر

مولکول‌های دو اتمی گاز کلر (زرد رنگ) جامد زرد رنگ گوگرد فسفر زیر آب نلمداری می‌شود. آب در اینجا نقش بازدارنده دارد. آلومینیم و منیزیم نسبت به سدیم سخت‌ترند. با چاقو بریده می‌شود.

۱۱ Na سدیم  
۱۲ Mg منیزیم  
۱۳ Al آلومینیم  
۱۵ P فسفر  
۱۶ S گوگرد  
۱۷ Cl کلر

هر سه نافلز  
شبه فلز  
هر سه نافلز

**پیوند اشتراکی**

- جریان برق و گرما را عبور نمی‌دهند.
- در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارند یا می‌گیرند. پیوند یونی
- در اثر ضربه خرد می‌شوند.
- سطح آنها درخشان نبوده بلکه کدر است.

**پیوند یونی (تشکیل کاتیون)**

- رسانایی گرمایی و الکتریکی بالایی دارند.
- در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست می‌دهند.
- در اثر ضربه تغییر شکل می‌دهند ولی خرد نمی‌شوند.
- سطح درخشانی دارند.

از هشت عنصر دوره سوم نماد دو عنصر نافلزی یک حرفی (فسفر و گوگرد) و نماد شش عنصر دو حرفی است.

جامد		گاز	
۱۱ Na سدیم ۲۳/۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴/۳۱	۱۳ Al آلومینیم ۲۶/۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸/۰۹
		۱۵ P فسفر ۳۰/۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲/۰۷
			۱۷ Cl کلر ۳۵/۴۵
			۱۸ Ar آرگون ۳۹/۹۵

ب) عنصرهای دوره سوم

فلز

۱- در شکل «الف» سطح کدام عنصرها براق و صیقلی است؟

۲- در شکل «الف» کدام عنصرها ویژگی‌های مشترک بیشتری با یکدیگر دارند (رفتارهای فیزیکی و شیمیایی آنها شبیه هم هستند)؟ (به فلز، نافلز و شبه فلز بودن عنصرها توجه کنید).

۳- شکل‌های «الف» و «ب» را با هم مقایسه و مشخص کنید رفتار کدام عنصرها به یکدیگر شباهت بیشتری دارند. نتیجه مقایسه خود را یادداشت کنید.

۴- با کامل کردن جدول صفحه بعد به یک جمع بندی از یافته‌های خود برسید و عنصرهای

مشخص شده در بالا را در سه دسته فلز، نافلز و شبه فلز قرار دهید.



تست؟

در دوره سوم، بدون در نظر گرفتن گازهای نجیب، به ترتیب از راست به چپ، شمار عنصرهای فلز و

نافلز کدام است؟ (ریاضی ۹۸)

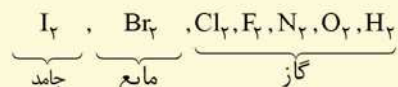
- ۴، ۳ (۱)
- ۳، ۳ (۲ ✓)
- ۴، ۴ (۳)
- ۳، ۴ (۴)

نکته

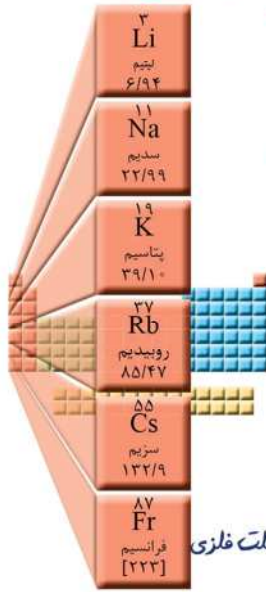
حالت فیزیکی (در دما و فشار اتاق) اغلب نافلزها، گازی است. این عنصرها می‌توانند به شکل تک اتمی یا مولکول‌های دو اتمی باشند. نافلزات جامد: Se, P, S, C, I<sub>۲</sub> تنها نافلز مایع: Br<sub>۲</sub> (l)

نکته

در جدول هفت عنصر وجود دارد که در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دو اتمی یافت می‌شوند. این عنصرها همگی نافلز بوده و عبارتند از:



شبه فلزها (Ge, Si) نیم رسانا هستند (رسانایی الکتریکی دارند ولی به میزان کم) ولی رسانایی گرمایی دارند. همچنین مانند فلزات سطح صیقلی دارند (خاصیت فیزیکی)



نماد شیمیایی											منظور گرافیت است.
Ge	Pb	P	Mg	Cl	Sn	Al	Na	S	Si	C	خواص فیزیکی یا شیمیایی
دارد (نیم رسانا)	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	دارد (نیم رسانا)	دارد	رسانایی الکتریکی
دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	رسانایی گرمایی
دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	سطح صیقلی
دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	چکش خواری
اشتراک	اشتراک	اشتراک	اشتراک	اشتراک	اشتراک	اشتراک	اشتراک	اشتراک	اشتراک	اشتراک	تمایل به دادن، گرفتن یا اشتراک الکترون

۵- در گروه ۱۴ از بالا به پایین، خصلت فلزی چه تغییری کرده است؟ افزایش می یابد.

۶- روند تغییر خصلت فلزی<sup>۱</sup> و نافلزی<sup>۲</sup> در دوره سوم جدول را بررسی کنید. از چپ به راست خصلت فلزی کاهش و خصلت نافلزی افزایش می یابد.

۷- پیش بینی کنید کدام عنصر در گروه اول جدول دوره ای خصلت فلزی بیشتری دارد.

پایین ترین عنصر (که بزرگ ترین شعاع اتمی را دارد) خصلت فلزی بیشتری دارد.

۸- عبارت زیر را با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، کامل کنید.

### آیا می دانید

گسترش صنایع الکترونیک و ساخت انواع وسایل و دستگاه های الکترونیکی مانند تلویزیون، رایانه، تلفن همراه و ماشین حساب مدیون ویژگی نیمه رسانایی عنصر سیلیسیم است.

در هر دوره از جدول دوره ای، از چپ به راست از خاصیت فلزی کاسته و به خاصیت نافلزی افزوده می شود. در گروه های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ عنصرهای بالاتر پایانی تر خاصیت نافلزی بیشتری دارند زیرا از بالا به پایین خاصیت نافلزی زیاد می شود.

خصلت فلزی با شعاع اتمی رابطه مستقیم و خصلت نافلزی با شعاع اتمی رابطه عکس دارد.

بیشتر عنصرهای جدول دوره ای را فلزها تشکیل می دهند که به طور عمده در سمت چپ و مرکز جدول قرار دارند. اما نافلزها در سمت راست و بالای جدول چیده شده اند. شبه فلزها همانند مرزی بین فلزها و نافلزها قرار دارند. خواص فیزیکی شبه فلزها بیشتر به فلزها شبیه بوده در حالی که رفتار شیمیایی آنها همانند نافلزها است.

دیدید که خصلت فلزی در یک دوره از چپ به راست کاهش می یابد و در یک گروه از بالا به پایین افزایش می یابد. این روند در دیگر گروه ها و دوره ها نیز مشاهده می شود. به دیگر سخن خواص فیزیکی و شیمیایی عنصرها به صورت دوره ای تکرار می شود که به قانون دوره ای عنصرها<sup>۳</sup> معروف است.



- 1\_ Metallic Property
- 2\_ Nonmetallic Property
- 3\_ Elements Periodic Law



## تفکر نقادانه

«جدول عنصرها در آینده به چه شکل خواهد بود؟»

										$s^1$		$s^2$					
										H هیدروژن 1.008	He هلیوم 4.002						
										Li لیتیم 6.941	Be بهریم 9.012						
										B بور 10.81	C کربن 12.01	N نیتروژن 14.01	O اکسیژن 16.00	F فلزور 19.00	Ne نون 20.18	Na سدیم 22.99	Mg منیزیم 24.31
										Al آلومینیم 26.98	Si سیلیسیم 28.09	P فسفر 30.97	S گوگرد 32.07	Cl کلر 35.45	Ar آرگون 39.95	K پتاسیم 39.10	Ca کلسیم 40.08
Sc اسکاندیم 44.96	Ti تیتانیوم 47.88	V وانادیوم 50.94	Cr کروم 52.00	Mn منگنز 54.94	Fe آهن 55.85	Co کوبالت 58.93	Ni نیکل 58.69	Cu مس 63.55	Zn روی 65.39	Ga گالیم 69.72	Ge ژرمانیم 72.64	As آرسنیک 74.92	Se سدیم 78.96	Br بروم 79.90	Kr کریپتون 83.80	Rb روبیوم 85.47	Sr استرانسیم 87.62
Y یرتیم 88.91	Zr زیرکونیم 91.22	Nb نیوبیم 92.91	Mo مولیبدن 95.94	Tc تکنسیم -	Ru روتنم 101.07	Rh رودیم 101.07	Pd پالادیم 106.42	Ag نقره 107.87	Cd کادمیم 112.41	In ایندیم 114.82	Sn قلع 118.71	Sb آنتیمون 121.76	Te تلوریم 127.60	I یاد 126.91	Xe زنون 131.29	Cs سزیم 132.91	Ba باریم 137.33
Lu لوئسیوم 175.07	Hf هانیوم 178.49	Ta تانالت 180.95	W تنگستن 183.85	Re رهم 186.21	Os اسمیم 190.23	Ir ایریدیوم 192.22	Pt پلاتین 195.08	Au طلا 197.04	Hg جیوه 200.59	Tl تالیوم 204.38	Pb سرب 207.2	Bi بیسموت 208.98	Po پولونیم [209]	At استاتین [210]	Rn رادون [222]	Fr فرانسیم [223]	Ra رادیوم [226]
Lr لوئرسیوم [261]	Rf رادرفوردیوم [261]	Db دانبیم [262]	Sg سیورگیوم [263]	Bh بهریم [264]	Hs هانسیم [265]	Mt مایتنیم [266]	Ds دارمشایم [268]	Rg روئتگیوم [269]	Cn کونگنیم [277]	Nh نیهونیم [284]	Fl فلوریم [284]	Mc مکگوم [288]	Lv لووروریوم [289]	Ts تسنته [294]	Og وولگاستون [294]	?	?
دسته d										دسته p						دسته s	

می‌دانید که همهٔ ۱۱۸ عنصر جدول دوره‌ای شناسایی و توسط آیوپاک تأیید شده است،

به طوری که هیچ خانه‌ای در جدول خالی نیست. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که جست‌وجو

برای کشف عنصرهای طبیعی به پایان رسیده و تنها راه افزایش شمار عنصرها، تهیه و تولید

آنها به صورت ساختگی است. شاید شما نیز گزارش‌هایی دربارهٔ ساخت و شناسایی عنصر

شمارهٔ ۱۲۰ یا ۱۲۱ در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و مدرن شنیده باشید. شناسایی عنصرها با

عدد اتمی بیشتر از ۱۱۸، سبب خواهد شد تا طبقه‌بندی تازه‌ای از عنصرها ارائه شود زیرا در

جدول دوره‌ای امروزی، جایی برای آنها پیش‌بینی نشده است. در صورت کشف این عنصرها،

آنها را در کجای جدول قرار می‌دهید؟ چگونه و بر چه اساسی آنها را طبقه‌بندی خواهید کرد؟

شارل ژانت شیمی‌دان فرانسوی در سال ۱۹۲۷ با کنار هم چیدن عنصرهای شناخته شده

در زمان خود، الگویی ارائه کرد که بر اساس آن می‌توان عنصرهای با عدد اتمی بزرگ‌تر از

۱۱۸ را نیز طبقه‌بندی کرد.  $l = 4 \rightarrow 4l + 2 = 4(4) + 2 = 18$  عنصر

الف) دربارهٔ این طبقه‌بندی، ملاک آن، روندهای دوره‌ای، شمار عنصرهای دستهٔ g و ... در

کلاس گفت‌وگو و جدول را از جنبه‌های گوناگون نقد کنید.

ب) شما چه جدولی پیشنهاد می‌کنید؟ توضیح دهید.

\* این جدول از راست به چپ حالت

پیکانی دارد:

$$g \leftarrow f \leftarrow d \leftarrow p \leftarrow s$$

\* تعداد ستون‌های هر دسته، به تعداد

الکترون‌هایی است که آن نوع زیرلایه را

پُر می‌کند. بنابراین دسته s دو ستون ( $s^2$ )

و دسته d، ده ستون دارد ( $d^{10}$ ). دسته g

نیز ۱۸ ستون خواهد داشت و به دلیل اینکه

عنصری برای آن هنوز کشف نشده از رسم

آن خودداری شده است.

\* ترتیب پر شدن خانه‌های هر دسته،

از چپ به راست است (به جدول و محل

عناصر H و He توجه کنید).

\* گازهای نجیب به جز He، در ستون سوم

از سمت راست و ستون p<sup>6</sup> قرار دارند.

بنابراین در جدول شارل-ژانت هر سطر را

نمی‌توان یک تناوب دانست.

## رفتار عنصرها و شعاع اتم<sup>۱</sup>

رفتارهای فیزیکی فلزها شامل داشتن جلا، رسانایی الکتریکی و گرمایی، خاصیت

۱- Atomic Radius



جدول پیشنهادی شارل ژانت (۱۸۴۹-۱۹۳۲ میلادی) با مدل کوانتومی همخوانی داشت. در دوردیف جدید این جدول، زیر لایه g به عنوان زیر لایه پنجم پس از زیر لایه های s, p, d و f پر می شود.

۸۷ La لاتان ۱۳۸.۹۰	۸۸ Ce سرم ۱۴۰.۱۰	۸۹ Pr پراسیتیم ۱۴۰.۹۰	۹۰ Nd نیودیم ۱۴۴.۲۰	۹۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۹۲ Sm ساماریوم ۱۵۰.۳۰	۹۳ Eu یورپوم ۱۵۲.۰۰	۹۴ Gd گادولیم ۱۵۷.۳۰	۹۵ Tb تربیم ۱۵۸.۹۰	۹۶ Dy دیسمیوم ۱۶۲.۵۰	۹۷ Ho هولمیوم ۱۶۴.۹۰	۹۸ Er اریتم ۱۶۷.۳۰	۹۹ Tm تولمیوم ۱۶۸.۹۰	۱۰۰ Yb ایتربیوم ۱۷۳.۰۰
۸۹ Ac اکتیوم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲.۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱.۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸.۰۰	۹۳ Np نپتونیوم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیوم [۲۴۴]	۹۵ Am آمریسیوم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریوم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیوم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es ایشتونیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیوم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیفیم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیوم [۲۵۹]

دسته g

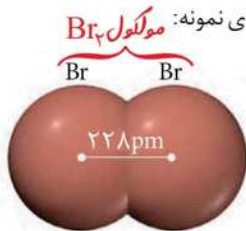
دسته f

چکش خواری، شکل پذیری (مانند قابلیت ورقه و مفتول شدن) و... است در حالی که رفتار شیمیایی فلزها به میزان توانایی اتم آنها به از دست دادن الکترون وابسته است. هر چه اتم فلزی در شرایط معین آسان تر الکترون از دست بدهد، خصلت فلزی بیشتری دارد و فعالیت شیمیایی آن بیشتر است.

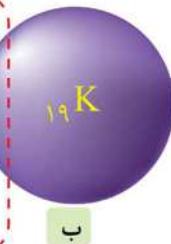
روندهای تناوبی در جدول بر اساس کمیت های وابسته به اتم قابل توضیح است. یکی از این کمیت ها، شعاع اتمی است. در شیمی دهم آموختید که مطابق مدل کوانتومی، اتم را مانند کره ای در نظر می گیرند که الکترون ها پیرامون هسته و در لایه های الکترونی در حال حرکت اند. بنابراین می توان برای هر اتم شعاعی در نظر گرفت و آن را اندازه گیری کرد. بدیهی است که شعاع اتم های مختلف، یکسان نیست و هر چه شعاع یک اتم بزرگ تر باشد، اندازه آن اتم نیز بزرگ تر است (شکل ۴).

### آیا می دانید

تعیین اندازه اتم همانند جرم آن بسیار دشوار است. برای برخی اتم ها نصف فاصله بین هسته های دو اتم یکسان در پیوند اشتراکی یگانه را شعاع اتم در نظر می گیرند.



از این گفته ها می توان نتیجه گرفت که اولین عامل مؤثر بر شعاع یک اتم، تعداد لایه های اشغال شده الکترون است. توجه کنید که عامل دوم، نیروی جاذبه ناشی از پروتون های هسته و الکترون های موجود در لایه های الکترونی است.



**نکته مهم**  
عنصرهای موجود در یک دوره، تعداد لایه های الکترونی اشغال شده از الکترون یکسانی دارند. مثلاً عنصرهای دوره سوم، سه لایه اشغال شده از الکترون دارند. بنابراین در یک دوره عامل تعداد لایه ها، برای توجیه تغییرات شعاع اتمی، مناسب نیست.

شکل ۴- مقایسه نسبی شعاع اتمی لیتیم (الف) و پتاسیم (ب).

$$\frac{228 \text{ pm}}{2} = 114 \text{ pm} = \text{شعاع اتم برم}$$

آیا میان شعاع اتم ها و خصلت فلزی یا نافلزی آنها رابطه ای هست؟ اکنون با انجام دادن فعالیت صفحه بعد به رابطه بین خصلت فلزی و نافلزی با شعاع اتم پی می برید. بیشتر و خصلت نافلزی کمتر است.

معمولاً شعاع اتمی برحسب پیکومتر بیان می شود.

### ۱- Chemical Reactivity

بررسی تغییرات شعاع اتمی در یک گروه از بالا به پایین تعداد لایه های الکترونی افزایش می یابد. بنابراین شعاع اتمی نیز از بالا به پایین افزایش می یابد. عنصرهای موجود در یک دوره: در یک دوره تعداد لایه ها ثابت است، اما از چپ به راست و با افزایش عدد اتمی، نیروی جاذبه ناشی از بار مثبت هسته بر الکترون های ظرفیت افزایش یافته و این الکترون ها بیشتر به هسته نزدیک می شوند، پس شعاع اتمی کاهش می یابد.

در گروه‌های جدول دوره‌ای از بالا به پایین شعاع اتمی ..... می‌یابد، زیرا شمار .....  
 (۱) افزایش - لایه‌های الکترونی اشغال شده اتم آنها افزایش می‌یابد. (۲) کاهش - لایه‌های الکترونی اشغال شده اتم آنها ثابت است.  
 (۳) افزایش - الکترون‌های لایه ظرفیت اتم آنها ثابت است. (۴) کاهش - الکترون‌های لایه ظرفیت اتم آنها ثابت است.  
 پاسخ: گزینه (۱)

### با هم ببیندیشیم

گروه ۱

دوره: ۲ دوره: ۳ دوره: ۴

۱- با توجه به جایگاه عنصرهای لیتیم، سدیم و پتاسیم (فلزهای قلیایی<sup>۱</sup>) در جدول دوره‌ای،

پیش‌بینی کنید در واکنش با گاز کلر، اتم‌های کدامیک آسان‌تر الکترون از دست خواهد داد؟ چرا؟  
 واکنش پذیری فلزها با شعاع اتمی آنها رابطه مستقیم دارد. بنابراین پتاسیم که نسبت به لیتیم و سدیم شماره دوره بیشتری دارد، واکنش پذیری بیشتری داشته و آسان‌تر الکترون از دست می‌دهد.

۲- تصویر زیر واکنش این فلزها با گاز کلر را در شرایط یکسان نشان می‌دهد. آیا داده‌های

این تصویر پیش‌بینی شما را تأیید می‌کند؟ (راهنمایی: هرچه ماده‌ای سریع‌تر و شدیدتر

واکنش بدهد، فعالیت شیمیایی بیشتری دارد).



الف) لیتیم



ب) سدیم (پ) پتاسیم شدت نور بیشتر در مقایسه با سدیم و لیتیم



۳- به نظر شما آیا جمله «هرچه شعاع اتمی یک فلز بزرگ‌تر باشد، آسان‌تر الکترون از دست

می‌دهد» درست است؟ چرا؟

۴- جدول زیر را کامل کنید و توضیح دهید بین شمار لایه‌های الکترونی با شعاع اتم چه

رابطه‌ای وجود دارد. (رابطه مستقیم)

نماد شیمیایی عنصر	${}_{3}\text{Li}$	${}_{11}\text{Na}$	${}_{19}\text{K}$
آرایش الکترونی فشرده	$[\text{He}]2s^1$	$[\text{Ne}]3s^1$	$[\text{Ar}]4s^1$
نماد آخرین زیرلایه	$2s$	$3s$	$4s$
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم	۲	۳	۴
شعاع اتمی (pm)	۱۵۲	۱۸۶	۲۳۱

جالب است که شعاع اتمی  ${}_{3}\text{Li}$  که فقط دو لایه اشغال شده از الکترون دارد در مقایسه با  ${}_{19}\text{K}$  که سه لایه اشغال شده از الکترون دارد، بزرگ‌تر است. (نمودار صفحه بعد)

۵- با توجه به جدول زیر، پیش‌بینی کنید اتم کدامیک از فلزهای گروه دوم (فلزهای قلیایی

خاکی<sup>۲</sup>) جدول دوره‌ای در واکنش با نافلزها، آسان‌تر به کاتیون  $M^{2+}$  تبدیل می‌شود؟ چرا؟  
 Sr (شعاع اتمی بزرگتر)

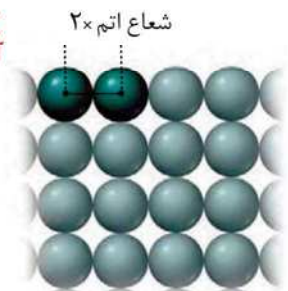
نام و نماد شیمیایی فلز	Mg (منیزیم)	Ca (کلسیم)	Sr (استرانسیم)
شعاع اتمی (pm)	۱۶۰	۱۹۷	۲۱۵

۱- Alkaline Metals

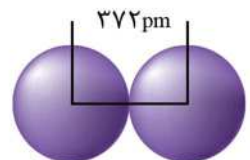
۲- Alkaline Earth Metals

### آیا می‌دانید

شعاع دسته دیگری از اتم‌ها به روش زیر اندازه‌گیری می‌شود.



برای نمونه شعاع اتم سدیم برابر با ۱۸۶ پیکومتر است.



تولید نور، آزادسازی گرما، تشکیل رسوب و خروج گاز نشانه‌هایی از تغییر شیمیایی هستند. هرچه شدت نور یا آهنگ خروج گاز آزاد شده بیشتر باشد، واکنش شیمیایی سریع‌تر و شدیدتر بوده و واکنش دهنده فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.

### نکته

فلزات گروه اول کاتیون‌های یک بار مثبت ( $M^+$ ) و فلزات گروه دوم (به جز Be) کاتیون‌های دوبار مثبت ( $M^{2+}$ ) پدید می‌آورند.

### آزمایش

شیب نمودار تغییر شعاع اتمی کدام سه عنصر، بیشتر است؟ (خارج، تجربی ۹۹)

- ۱)  $C, N, O$
- ۲)  $Si, P, S$
- ۳)  $As, Se, Br$
- ۴)  $Na, Mg, Al$

**پاسخ:** به طور کلی در ابتدای هر دوره (فلزات آنجا قرار دارند) شیب نمودار تغییر شعاع اتمی بیشتر است. بنابراین گزینه (۴) درست است.

### ؟

در مورد هالوژن‌ها مانند عناصرهای گروه ۱ جدول تناوبی، با افزایش عدد اتمی، واکنش پذیری افزایش می‌یابد؟ (تجربی ۱۴۰۰)

**پاسخ:** نادرست. در مورد نافلزات (مانند هالوژن‌ها) شعاع اتمی با واکنش‌پذیری رابطه عکس دارد (برخلاف فلزات). بنابراین واکنش‌پذیرترین هالوژن، کوچک‌ترین هالوژن است (فلوئور).

### نکته

تغییرات شعاع اتمی در بین فلزات بیش از نافلزات است. همچنین بیشترین تغییر شعاع بین فلز و شبه فلز مشاهده می‌شود.

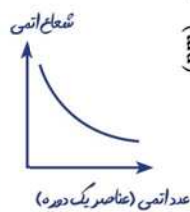
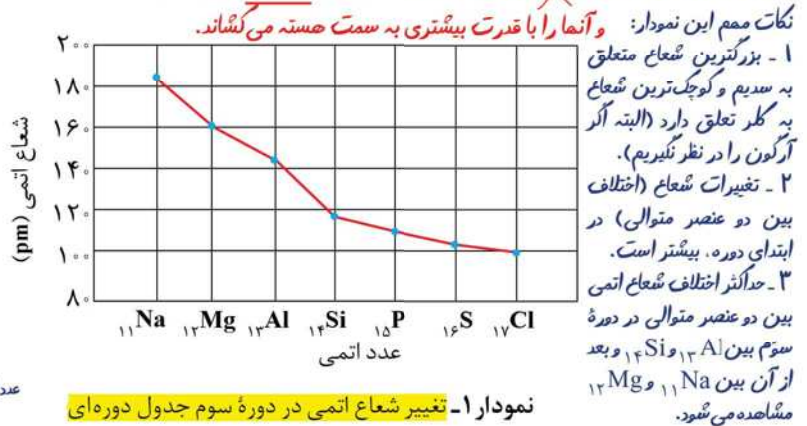


● در تولید لامپ چراغ‌های جلوی خودروها، از هالوژن‌ها استفاده می‌شود.

### نکته

نافلزترین عنصر هر دوره، هالوژن موجود در آن دوره است.

یکی دیگر از روندهای تناوبی، روند تغییر شعاع اتمی عنصرهای جدول دوره‌ای است. در یک گروه، از بالا به پایین شعاع اتمی افزایش می‌یابد، زیرا تعداد لایه‌های الکترونی بیشتر می‌شود. در حالی که در یک دوره، شعاع اتمی عنصرها از چپ به راست کاهش می‌یابد؛ زیرا در یک دوره، تعداد لایه‌های الکترونی ثابت می‌ماند در حالی که تعداد پروتون‌های هسته افزایش می‌یابد. با افزایش تعداد پروتون‌ها، نیروی جاذبه‌ای که هسته به الکترون‌ها وارد می‌کند افزایش یافته و بدین ترتیب شعاع اتم کاهش می‌یابد (نمودار ۱).



نمودار ۱ - تغییر شعاع اتمی در دوره سوم جدول دوره‌ای

نافلزها در واکنش‌های شیمیایی برخلاف فلزها تمایل دارند با گرفتن الکترون به آنیون تبدیل شوند. برای مثال نافلزهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) با گرفتن یک الکترون به آنیون با یک بار منفی (یون هالید) تبدیل می‌شوند.

آن‌یون حاصل از یک هالوژن را هالید می‌گویند. بنابراین هملی یون هالید نامیده می‌شوند.

### خود را بیازمایید

#### نکته

الف) جدول زیر را کامل کنید. آرایش الکترون عنصرهای گروه ۱۷ به  $ns^2 np^5$  (n: شماره دوره) ختم می‌شود و تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت آنها ۷ است.

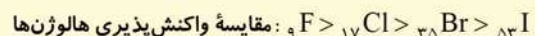
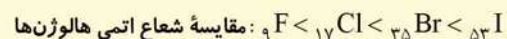
نماد شیمیایی عنصر	$F$	$Cl$	$Br$
آرایش الکترونی فشرده	$[He]2s^2 2p^5$	$[Ne]3s^2 3p^5$	$[Ar]4s^2 4p^5$
نماد آخرین زیرلایه	$2p$	$3p$	$4p$
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم	۲	۳	۴
شعاع اتمی (pm)	۷۱	۹۹	۱۱۴

هملی جزو عناصر دسته p هملی در حالت آزاد به شکل مولکول‌های دو اتمی هستند. (ب) پیش‌بینی کنید در شرایط یکسان کدام هالوژن واکنش‌پذیرتر است. چرا؟

### ۱- Halide Ion

#### نکته

واکنش‌پذیری نافلزات (مثلاً هالوژن‌ها) با شعاع اتمی آنها رابطه عکس دارد. بنابراین:



در یک گروه از بالا به پایین شعاع اتمی افزایش می‌یابد (به دلیل افزایش تعداد لایه‌های الکترونی)، این موضوع سبب می‌شود که جاذبه هسته بر الکترون‌های ظرفیت کاهش یابد. بنابراین یک فلز با افزایش شعاع (کاهش جاذبه هسته بر الکترون‌های ظرفیت) راحت‌تر الکترون از دست می‌دهد، در حالی که با افزایش شعاع تمایل نافلز به دریافت الکترون کاهش یافته و اصطلاحاً واکنش‌پذیری نافلز کاهش می‌یابد.

پ) در جدول زیر شرایط واکنش این نافلزها با گاز هیدروژن نشان داده شده است. با توجه به آن، مشخص کنید آیا پیش‌بینی شما درست است.

نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور (F)	حتی در دمای $200^{\circ}\text{C}$ - به سرعت واکنش می‌دهد.
کلر (Cl)	در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد.
برم (Br)	در دمای $200^{\circ}\text{C}$ واکنش می‌دهد.
ید (I)	در دمای بالاتر از $400^{\circ}\text{C}$ واکنش می‌دهد.

افزایش شعاع اتمی  
کاهش واکنش‌پذیری هالوژن‌ها

در دمای اتاق  $\text{H}_2$  و  $\text{Cl}$  و  $\text{F}$  واکنش می‌دهند.

در دمای  $200^{\circ}\text{C}$ .

سه هالوژن با  $\text{H}_2$  واکنش می‌دهند.

ت) توضیح دهید خصلت نافلزی با شعاع اتمی چه رابطه‌ای دارد. رابطه عکس



شکل ۵- الف) جلای نقره‌ای فلز سدیم در مجاورت هوا به سرعت از بین می‌رود و سطح آن کدر می‌شود.



شکل ۵- ب) در معماری اسلامی، گنبد و گلدسته شماری از اماکن مقدس را با ورقه‌های نازکی از طلا تزئین می‌کنند.

اگرچه همه فلزها در حالت‌های کلی رفتارهای مشابهی دارند، اما تفاوت‌های قابل توجهی

میان آنها وجود دارد، به طوری که هر فلز رفتارهای ویژه خود را دارد. برای نمونه، فلز سدیم نرم است و با چاقو بریده شده و به سرعت در هوا تیره می‌شود اما آهن فلزی محکم است و از آن برای ساخت در و پنجره فلزی استفاده می‌شود. این فلز با اکسیژن در هوای مرطوب به

کندی واکنش می‌دهد و به زنگ آهن تبدیل می‌شود. این در حالی است که طلا در گذر زمان

جلای فلزی خود را حفظ می‌کند و همچنان خوش‌رنگ و درخشان باقی می‌ماند (شکل ۵). طلا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد.

فلزهای دسته d نیز رفتاری شبیه فلزهای دسته s و p دارند. آنها نیز رسانای جریان الکتریکی

و گرما هستند، چکش‌خوارند و قابلیت ورقه شدن دارند. با وجود این، هر یک از این فلزها نیز رفتارهای ویژه‌ای دارند که در ادامه با برخی از آنها آشنا می‌شویم.

آخرین الکترون در این عنصرها به زیر لایه d وارد می‌شود. به آنها عنصرهای واسطه نیز گفته می‌شود.

**دنیايي رنگي با عنصرهاي دسته d** از تناوب چهارم جدول شاهد حضور آنها هستیم (از عدد اتمی ۲۱ تا ۳۰).

یکی از اصیل‌ترین و ارزشمندترین صنایع دستی کشورمان شیشه‌گری است، صنعتی که پشتوانه و سابقه‌ای دیرینه دارد. گردن‌بندی با دانه‌های شیشه‌ای آبی رنگ متعلق به هزاران

سال پیش که در ناحیه شمال غربی ایران کشف شده و قطعات شیشه‌ای مایل به سبزی که طی کاوش‌های باستان‌شناسی در لرستان و شوش به دست آمده است، نشان از وجود این

صنعت در روزگاران بسیار دور دارد. شیشه‌های رنگی و طرح‌دار در معماری پر نقش و نگار ایرانی بخشی از فرهنگ غنی ما است؛ پنجره‌هایی که در مساجد و خانه‌های تاریخی ایران

به فراوانی دیده می‌شوند و هنگامی که خورشید بر آنها می‌تابد، نقشی از طرح و رنگ‌های خیره‌کننده در فضا پدیدار می‌شود (شکل ۶).



گردن‌بند ساخته شده از سنگ فیروزه



نمونه‌ای از شیشه‌های باستانی