

کاپ

کتاب آموزشی پیشرو

جامع

تتبیح

پایه دهم  
پایه یازدهم  
پایه دوازدهم  
ویرایش جدید



تألیف و گردآوری:

افشین یزدان شناس

سرشناسه : یزدان‌شناس، افشین، ۱۳۵۸  
 عنوان و نام پدیدآور : کتاب درسی زیر ذره بین شیمی جامع پایه دهم، یازدهم، دوازدهم/ تألیف افشین یزدان‌شناس؛  
 ویراستار ادبی مریم مجاور؛ ویراستار علمی شیوا سادات امین  
 مشخصات نشر : تهران: کتب آموزشی پیشرو، ۱۴۰۱  
 مشخصات ظاهری : ۵۸۰ ص: مصور (رنگی)، جدول، نمودار؛ ۲۲ × ۲۹ س. م.  
 شابک : ۵۵۰۰۰۰۰ : ریال؛ ۵-۴-۹۴۱۳۸-۶۲۲-۹۷۸  
 وضعیت فهرست‌نویسی : فیبای مختصر  
 شناسه افزوده : امین، شیوا سادات، ویراستار  
 شماره کتابشناسی ملی : ۸۶۷۶۰۴۳  
 اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیبا



ویرایتر جدید

**جامع**  
**تنظیمی**  
 پایه دهم  
 پایه یازدهم  
 پایه دوازدهم

نام کتاب	:	کتاب درسی زیر ذره بین شیمی جامع - پایه دهم، یازدهم، دوازدهم
ناشر	:	کتب آموزشی پیشرو (کاپ)
عنوان پروژه	:	کتاب درسی زیر ذره بین
مدیریت پروژه	:	خانه زیست‌شناسی
تألیف و گردآوری	:	افشین یزدان‌شناس
ناظر فنی	:	سپیده زارعی
صفحه‌بندی	:	کتب آموزشی پیشرو (کاپ)
حروف‌چینی	:	جواد جعفریان
طراحی جلد	:	امیرحامد پاژتار
ویراستار علمی	:	شیوا سادات امین، محمد عرفان عباسی، ستایش کریمی
ویراستار ادبی	:	مریم مجاور
لیتوگرافی و چاپ	:	نگار نقش
سال و نوبت چاپ	:	دوم - ۱۴۰۲
شابک	:	۹۷۸-۶۲۲-۹۴۱۳۸-۴-۵
شمارگان	:	۱۰۰۰ نسخه
قیمت	:	۵۵۰۰۰۰ تومان



مرکز فروش: میدان انقلاب - خیابان فخررازی - خیابان وحیدنظری غربی - پلاک ۸۳

۰۲۱-۶۶۹۳۴۹۰ ۰۲۱-۶۶۹۶۱۰۷۹ ۰۵-۶۶۹۶۴۷۲۳ (فروشگاه): ۰۲۱-۶۶۹۵۳۵۱۷-۱۸

۱۳۱۴۵-۱۱۳۹

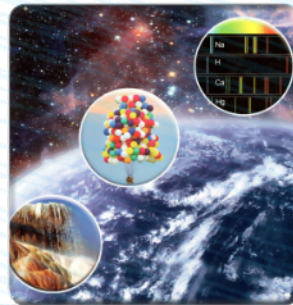
www.zirezarebinpub.ir

www.cup-book.com

cupbook.pub

خیلی خیلی

کتاب درسی مهم است...



تقدیم به:

نگاه دقیق و عمیق همه اساتید محترم

و دانش‌آموزان عزیز

زیر ذره بین

## مقدمه مؤلف

**سکانس اول** از کجا شروع کنیم؟ به نظر شما کتاب درسی رو هم باید بخونیم یا جزوه کافیه؟ کدوم کتاب تست بهتره؟ و ...

سلام ... شاید این سؤاها 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 ... (بگذریم). واقعیت این است که تغییر سبک سؤالات شیمی کنکور در چند سال اخیر همه دوستان را کم و بیش شوکه کرد! تعارف نداریم خود من هم با دیدن بعضی سؤالهای درس شیمی کمی تا قسمتی تعجب می کردم که این حجم سؤال و محاسبات و ... آنها در متوسط زمان یک دقیقه!! منصفانه است؟ (همین جا پیشنهاد و توصیه‌ام برای شما این است که خود را برای این چنین آزمون‌هایی در سال‌های پیش‌رو آماده کنید).

**سکانس دوم** چالش بعدی این است که سطح سؤالهای کنکور سراسری در سال‌های اخیر با سطح مطالب و مثال‌های کتاب درسی چندان که چه عرض کنم ... اصلاً هم خوانی ندارد، اما مطمئن باشید ایده و نقطه شروع همه این سؤالها «کتاب درسی» است. در حقیقت طراحان آزمون سراسری با چیره‌دستی و دقت فراوان (البته بعضاً با چاشنی بی‌رحمی!) و به کمک علم ترکیب (بر خلاف تجزیه) سؤالاتی استخراج می‌کنند که ریشه آنها را می‌توان در سطر سطر و تمرین‌های کتاب درسی (مخصوصاً تمرین‌های دوره‌ای انتهای 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.

**سکانس سوم** کتابی که پیش رو دارید، به نوعی تحلیل نامۀ کتاب درسی است که سعی دارد زاویه نگاه شما داوطلبان و دانش‌آموزان را به زاویه 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 مطالعه دقیق متن کتاب ندارد و شما را مطمئن می‌کند که تسلط بر کتاب درسی به معنای حضور قدرتمند در آزمون است. بنابراین خیلی خیلی با حوصله و دقیق، پاسخ تشریحی آنها را مطالعه کنید. مطالعه دقیق این مجموعه، مهم‌ترین کاری است که برای ورود موفق و قدرتمند به هر کتاب (منظورم کتاب تست است) و آزمونی باید انجام دهید و در حقیقت این کتاب مکمل و دوست همه کتاب‌های شیمی موجود در بازار است. مطمئن‌ام که شما به کمک دبیر محترمتان مطالب بیشتری را به آن خواهید افزود و هدف نهایی ما هم قطعاً همین بوده و هست. در پایان از شما داوطلبان، دبیران محترم درسی شیمی و مشاوران گرامی به پاس همراهی همیشگی، صمیمانه تشکر و قدرانی می‌کنم و بی‌صبرانه منتظر نظرات و انتقادات سازنده شما به آدرس ایمیل زیر هستیم. در پایان از مدیریت و همچنین کلیه عزیزان بخش فنی انتشارات کاپ کمال تشکر را دارم.

**افشین یزدان‌شناس**

✉ Afshin.698@yahoo.com

## با کتاب‌های زیر ذره‌بین

### چه اهدافی را

### دنبال می‌کنیم؟



چندسالی است که رویکرد آزمون‌های سراسری با تغییراتی بنیادی روبه‌رو شده است. در کنکورهای اخیر با شیوه‌ای جدید از طرح سؤالات روبرو شدیم که لازمه پاسخ دادن به آنها، تسلط کامل و بدون نقص کتاب‌های درسی را می‌طلبد! میزان این تغییرات به حدی بوده است که تقریباً همه کتاب‌های کمک آموزشی موجود در بازار را با چالش بزرگی روبه‌رو کرده است! ناشران مختلف در صدد اعمال تغییرات در کتاب‌های چاپ شده گذشته برآمدند، اما واقعیت این است که باز هم دانش آموز قادر نیست با کمک این کتاب‌ها به اکثر سؤالات 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 سؤالات کنکور است. اما واقعیت در جای دیگری نهفته است؛ کتاب درسی! بله، کتاب درسی همان حلقه گمشده‌ای است که به آن توجه کمتری می‌شود و متأسفانه دانش آموزان، 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 دانش آموز را به نکات مورد نظر نویسندگان کتاب درسی، مدرسین و طراحان کنکور جلب نماید. ذره‌بین مورد نظر توسط دبیری حرفه‌ای، که خود تجربه 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 زاویه دید طراحان کنکور، به‌ویژه در دو ساله اخیر، 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 همه 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. دانش آموز 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 دانش آموزان در میان انبوهی از کتاب‌های کمک آموزشی موجود در بازار

کاملاً با شما موافقیم. اولین سؤالی که برای شروع مطالعه یک درس یا در آغاز سال تحصیلی در ذهن همه دانش آموزان 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 دانش آموزان 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 زیر ذره‌بینی، از همان ابتدا دانش آموز را در مسیر واقعی مورد نظر سیستم آموزشی و طراحان کنکور قرار می‌دهد. کتاب درسی زیر ذره‌بین کتابی است که مکمل هر یک از کتاب‌های کمک آموزشی موجود در بازار است و موجب می‌شود دانش آموز 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 کمک آموزشی است. در این حالت دانش آموز 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 کمک آموزشی است. در این حالت نیز یک دوره جمع‌بندی شیرین را با کتاب‌های زیر ذره‌بین تجربه خواهد کرد. در هر دو حالت، کتاب درسی زیر ذره‌بین، یک دوست قابل اعتماد خواهد بود.

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

# فهرست

تتیمه  
پایه دهم

## فصل ۱ کیهان زادگاه الفبای هستی



۱۴	ضمیمه ۱
۳۴	ضمیمه ۲
۴۰	ضمیمه ۳

## فصل ۲ رد پای گازها در زندگی



۵۸	ضمیمه ۱
۶۵	ضمیمه ۲
۸۲	ضمیمه ۳

## فصل ۳ آب، آهنگ زندگی



۹۲	ضمیمه ۱
۹۸	ضمیمه ۲
۱۰۲	ضمیمه ۳

۱۲۲-۱ کنکور ۱۴۰۲ رشته تجربی

۱۲۲-۵ کنکور ۱۴۰۲ رشته ریاضی

# فهرست

## تتیم ۲ پایه یازدهم

۱۶	ضمیمه ۱
۲۰	ضمیمه ۲
۲۶	ضمیمه ۳
۳۸	ضمیمه ۴
۴۶	ضمیمه ۵

۵۸	ضمیمه ۱
۶۴	ضمیمه ۲
۶۸	ضمیمه ۳
۷۲	ضمیمه ۴
۷۴	ضمیمه ۵
۹۰	ضمیمه ۶

۱۰۶	ضمیمه ۱
۱۱۲	ضمیمه ۲
۱۱۴	ضمیمه ۳

۱۲۲-۱ کنکور ۱۴۰۲ رشته تجربی

۱۲۲-۶ کنکور ۱۴۰۲ رشته ریاضی

### فصل ۱ قدر هدایای زمینی را بدانیم



### فصل ۲ در پی غذای سالم



### فصل ۳ پوشاک، نیازی پایان ناپذیر



# فهرست

تتیم  
پایه دوازدهم

## مولکول‌ها در خدمت تندرستی

فصل ۱



۱۲	ضمیمه ۱
۱۶	ضمیمه ۲
۲۴	ضمیمه ۳
۲۸	ضمیمه ۴
۳۲	ضمیمه ۵

## آسایش و رفاه در سایه شیمی

فصل ۲



۴۲	ضمیمه ۱
۴۶	ضمیمه ۲
۴۸	ضمیمه ۳
۵۴	ضمیمه ۴
۶۲	ضمیمه ۵

## شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

فصل ۳



۸۸	ضمیمه ۱
----	---------

## شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر

فصل ۴



۹۸	ضمیمه ۱
۱۰۲	ضمیمه ۲
۱۰۴	ضمیمه ۳
۱۱۰	ضمیمه ۴
۱۱۸	ضمیمه ۵

۱۲۳-۱ کنکور ۱۴۰۲ رشته تجربی

۱۲۳-۷ کنکور ۱۴۰۲ رشته ریاضی





●●● «هُوَ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ» آیه ۴، سوره حدید ●●●  
 او کسی است که آسمان‌ها و زمین را در شش روز آفرید.

● شاید شما هم یکی از شیفتگان آسمان پرستاره شبانه‌گی باشید؛ سقفی زیبا و آکنده از اسرار و پرسش‌های بی‌شماری که از گذشته تاکنون ذهن کنجکاو انسان‌های هوشمند را مجذوب خویش ساخته است. در این فضای بی‌کران، ستارگان پرفروغ با نوری که می‌تابانند، پیوسته با ما سخن می‌گویند و پیام آگاه‌باش می‌فرستند؛ پیامی که از گذشته‌های دور، روایت می‌کند؛ از اینکه جهان هستی چگونه پدید آمده است؟ ذره‌های سازنده جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به وجود آمده‌اند؟ پرسش‌هایی که یافتن پاسخ آنها بسیار دشوار است. زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاه بسیار کوچکی است که دانشمندان با آزمایش‌های گوناگون در آن، در تلاش برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها هستند. شیمی دان‌ها با مطالعه خواص و رفتار ماده، همچنین برهم کنش نور با ماده در این راستا سهم بسزایی داشته‌اند.

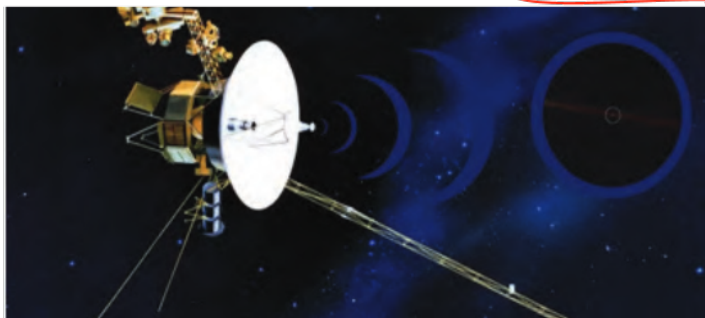
در پاسخ به پرسش‌های فوق

### سه پرسش مهم

انسان همواره با پرسش‌هایی از این دست که «هستی چگونه پدید آمده است؟ جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ پدیده‌های طبیعی چگونه و چرا رخ می‌دهند؟» روبه‌رو بوده و پیوسته تلاش کرده است برای این پرسش‌ها، پاسخ‌هایی قانع‌کننده بیابد. پاسخ به نخستین پرسش - که پرسشی بسیار بزرگ و بنیادی است - در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد و آدمی تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی و بینش خویش در پرتو آموزه‌های الهی می‌تواند به پاسخی جامع دست یابد.

اما پس از عبور از این قلمرو، علم تجربی تلاشی گسترده را برای یافتن پاسخ پرسش‌های دوم و سوم انجام داده است. این تلاش‌ها سبب شد تا دانش ما دربارهٔ جهان مادی افزایش یابد. امروزه ما دربارهٔ کیهان و منشأ آن اطلاعاتی داریم که نیاکانمان حتی نمی‌توانستند آنها را تصور کنند؛ برای نمونه ما به فضا می‌رویم؛ با عنصرهای موجود در نقاط گوناگون کیهان آشنا شده‌ایم؛ در پی یافتن زندگی در دیگر سیاره‌ها هستیم و مسافرت به مریخ را طراحی می‌کنیم. آشکار است که با گذشت زمان، انسان به پیشرفت‌هایی دست خواهد یافت که امروز در ذهن ما نمی‌گنجد.

تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان همچنان ادامه دارد. نمونه‌ای از آن، سفر طولانی و تاریخی دو فضاییما به نام‌های **وویجر ۱ و ۲** در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) برای شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی است (شکل ۱).



شکل ۱- عکس کرهٔ زمین از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری؛ آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زادگاه خود گرفت.

دو فضاییما **مأموریت داشتند** با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، **شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آنها را تهیه کنند و بفرستند**. این شناسنامه‌ها می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آنها و ترکیب درصد این مواد باشد.

### عنصرها چگونه پدید آمدند؟

یکی از پرسش‌های مهمی که شیمی دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، چگونگی پیدایش عنصرهاست. جالب است بدانید که مطالعهٔ کیهان به ویژه سامانهٔ خورشیدی برای پاسخ به این پرسش، کمک شایانی می‌کند؛ برای نمونه با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

● شواهد تاریخی که از سنگ‌نبشته‌ها و نقاشی‌های دیوار غارها به دست آمده است نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

### آیا می‌دانید

دانشمندان مسلمان علاقه زیاد به آسمان شب و مطالعه ستاره‌ها داشتند. عبدالرحمن صوفی یکی از ستاره‌شناسان ایرانی است که برای اولین بار گزارشی درباره کیهانشان «آندرومدا» ارائه داده است. این کیهانشان نزدیک‌ترین همسایه به سامانه خورشیدی است. او همچنین درباره موقعیت ستاره‌ها، اندازه و رنگ آنها در صورت‌های فلکی اطلاعات معتبری ارائه داده است.

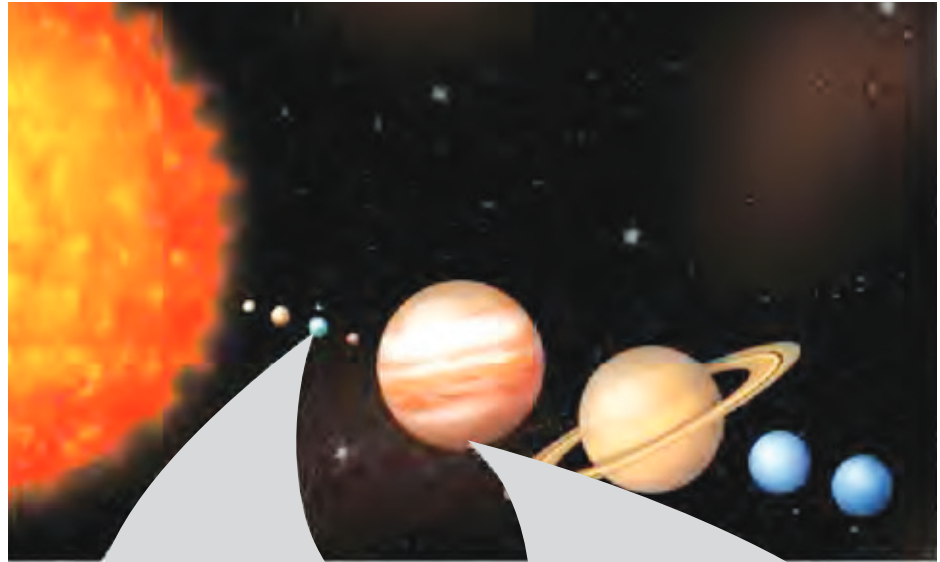
### آیا می‌دانید

اخترشیمی، یکی از شاخه‌های جذاب شیمی است و به مطالعهٔ مولکول‌هایی می‌پردازد که در فضاها بین ستاره‌ای یافت می‌شود. اخترشیمی دان‌ها توانسته‌اند وجود مولکول‌های گوناگونی را در مکان‌هایی بسیار دور ثابت کنند که تاکنون پای هیچ انسانی به آنجا نرسیده است.

## خود را بیاز مایید

پنجمین سیاره سومین سیاره

شکل زیر عنصرهای سازنده دو سیاره مشتری و زمین را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



### نکته

در بین هشت عنصر فراوان دو سیاره زمین و مشتری:

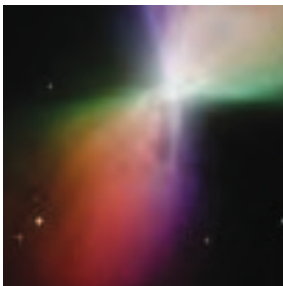
- ۱- در سیاره مشتری عنصر فلزی و شبه‌فلزی وجود ندارد و هشت عنصر فراوان مشتری همگی نافلزند.
- ۲- در سیاره زمین هر سه نوع عنصر (فلز، نافلز و شبه‌فلز) وجود دارد.
- ۳- پنج عنصر (از هشت عنصر) در زمین، فلز هستند.
- ۴- دو نافلز (اکسیژن و گوگرد) در بین هشت عنصر فراوان دو سیاره مشترک است که یکی گازی (اکسیژن) و دیگری (گوگرد) جامد است.

درصد فراوانی عنصر آهن که فراوان‌ترین عنصر در زمین است به ۵۰ درصد هم نمی‌رسد. در حالی که درصد فراوانی هیدروژن (فراوان‌ترین عنصر موجود در مشتری) حدود ۹۰ درصد است.



### آیا می‌دانید

سحابی بومرنگ، سردترین مکان شناخته شده در جهان هستی با دمای  $-272^{\circ}\text{C}$  است که حدود  $5000$  سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی سنتاوس (قنطورس) واقع شده است.



آ) فراوان‌ترین عنصر در هر سیاره، کدام است؟

ب) عنصرهای مشترک در دو سیاره را نام ببرید. **گوگرد (در هر دو سیاره، ششمین عنصر) و اکسیژن**

پ) در کدام سیاره، عنصر فلزی وجود ندارد؟ **مشتری**

ت) پیش‌بینی کنید سیاره مشتری بیشتر از جنس گاز است یا سنگ؟ **چرا؟ (عناصر نافلزی معمولاً گازی شکل‌اند)**

ث) آیا به جز عنصرهای نشان داده شده در شکل، عنصرهای دیگری در زمین یافت می‌شود؟

چند نمونه نام ببرید. **Mn (منگنز)، Cu (مس) و...**

۱ - Centaurus

### نکته

در بین هشت عنصر فراوان زمین، گاز نجیب وجود ندارد ولی سه عنصر (از هشت عنصر) فراوان سیاره مشتری، گاز نجیب هستند (هلیوم، آرگون، نئون)

در یافتید که نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیاره زمین و مشتری متفاوت است در حالی که **گوگرد و اکسیژن که هر دو نافلز هستند** عنصرهای مشترکی نیز در این دو سیاره هست. یافته‌هایی از این دست نشان می‌دهد که عنصرها

به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده‌اند. این یافته‌ها باعث شد تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند به طوری که **برخی از آنها بر این باورند که سر آغاز کیهان** غیرکنواخت

با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیوم پا به عرصه جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولید شده،

مترکم شد و مجموعه‌های گازی به نام سحابی<sup>۲</sup> ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد. **ستاره و کهکشانها → سحابی → گذشت زمان کاهش دما → H, He → e, p, n → مهبانگ** **تراکم گازها (هم جوشی هسته‌ای)**

درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آنها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آیند. جالب است بدانید که ستاره‌ها<sup>۳</sup> متولد می‌شوند؛ رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. **مرگ ستاره اغلب با یک انفجار بزرگ همراه است** که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانه تولید عنصرها دانست (شکل ۲).



شکل ۲- روند تشکیل عنصرها **مقایسه انرژی مبادله شده در واکنش‌های هسته‌ای با واکنش‌های شیمیایی**

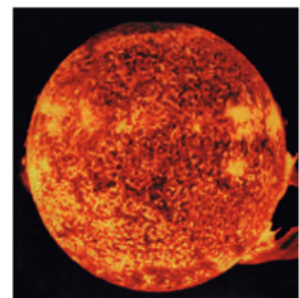
خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کننده خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیوم در واکنش‌های هسته‌ای است، واکنش‌هایی که در آنها انرژی هنگفتی آزاد می‌شود. انرژی آزاد شده در واکنش هسته‌ای آن قدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند. البته توجه داشته باشید که در واکنش‌های شیمیایی که در پدیده‌های طبیعی پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهند، مقدار انرژی مبادله شده بسیار کمتر است.

در یک نگاه کلی واکنش‌ها را می‌توان به دو دسته واکنش‌های هسته‌ای و شیمیایی تقسیم کرد:

- ✓ در واکنش‌های شیمیایی اتم جدیدی پدید نمی‌آید و می‌توان این دسته واکنش‌ها را تغییر آرایش اتم‌ها در نظر گرفت. در این دسته واکنش‌ها اصل پایستگی جرم صادق است و تقریباً در برنامۀ شیمی دبیرستان شما فقط با این دسته واکنش‌ها سروکار دارید.
- ✓ در واکنش‌های هسته‌ای، در طی انجام واکنش، عنصر یا عنصرهای جدیدی پدید می‌آید (سبک‌تر یا سنگین‌تر). در مورد این واکنش‌ها باید از اصل پایستگی جرم و انرژی استفاده کنید و اساساً قانون اینشتین ( $E=mc^2$ ) در مورد همین واکنش‌هاست. البته واکنش‌های هسته‌ای انواعی هم دارند که ضرورتی بر دانستن آنها برای شما وجود ندارد (پس نگران نباشید!!!).

## آیا می‌دانید

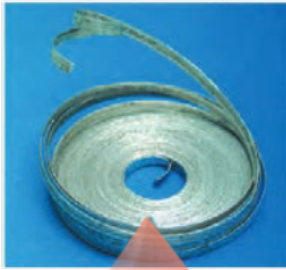
دمای سطح خورشید به حدود  $6000^{\circ}\text{C}$  و دمای درون آن به حدود  $10000000^{\circ}\text{C}$  می‌رسد. در این ستاره به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای در هر ثانیه  $5000,000,000$  کیلوگرم از جرم کاسته شده و به انرژی تبدیل می‌شود. آلبرت اینشتین رابطه  $E=mc^2$  را برای محاسبه انرژی تولید شده در واکنش‌های هسته‌ای ارائه کرد. در این رابطه،  $m$  جرم ماده برحسب کیلوگرم،  $c$  سرعت نور برحسب متر بر ثانیه ( $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ) و  $E$ ، انرژی آزاد شده برحسب ژول است. بر این اساس اگر در یک واکنش هسته‌ای  $0.024$  گرم ماده به انرژی تبدیل شود،  $2.16 \times 10^{11}$  ژول انرژی تولید خواهد شد. با این توصیف برآورد می‌شود که خورشید می‌تواند تا  $5000,000,000$  سال دیگر نورافشانی کند.



عنصر: فقط از یک نوع اتم تشکیل شده است. برخی عناصرها تک‌اتمی (مثل فلزات) و برخی چنداتمی هستند مانند  $N_2$ ،  $O_3$  و ...

ترکیب: از دو یا بیش از دو نوع عنصر تشکیل شده است، مثلاً آب ( $H_2O$ ) از دو نوع عنصر (هیدروژن و اکسیژن) و سولفوریک‌اسید ( $H_2SO_4$ ) از سه نوع عنصر (هیدروژن، گوگرد و اکسیژن) تشکیل شده‌اند.

## آیا همه اتم‌های یک عنصر پایدارند؟



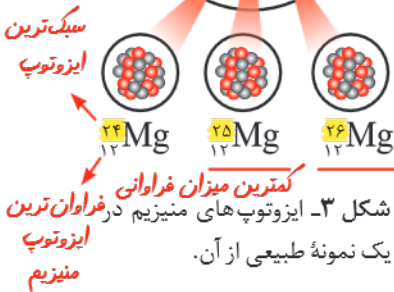
شیمی دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد، برای نمونه  $^{4}He$  و  $^{24}Mg$  هلیوم و منیزیم به شمار می‌روند زیرا یک نمونه منیزیم حاوی اتم‌های منیزیم و یک نمونه هلیوم حاوی اتم‌های هلیوم است. چالب است بدانید بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. برای مثال بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که جرم همه اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست، بلکه مخلوطی از سه هم‌مکان (ایزوتوپ) است (شکل ۳). ۳ ایزوتوپ دارد

عددهای اتمی یکسان، عدد جرمی متفاوت

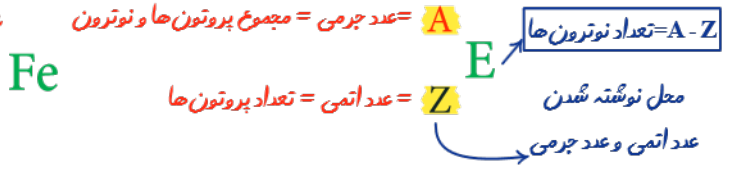
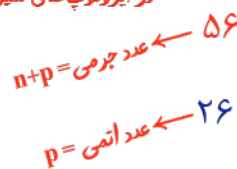
## خود را بیازمایید

۱- می‌دانید که هر عنصر را با نماد ویژه‌ای نشان می‌دهند. در این نماد، شمار ذره‌های زیراتمی را نیز می‌توان مشخص کرد. هرگاه بدانید که اتمی از آهن ۲۶ پروتون و ۳۰ نوترون دارد، با توجه به الگوی زیر مشخص کنید که Z و A هر کدام، چه کمیتی را نشان می‌دهد؟

رتبه دوم فراوانی در ایزوتوپ‌های منیزیم



شکل ۳- ایزوتوپ‌های منیزیم در فراوانی کمترین میزان فراوانی فراوان‌ترین ایزوتوپ منیزیم یک نمونه طبیعی از آن.



نماد شیمیایی اتم آهن

سمت چپ نماد همگانی اتم‌ها (پایین و بالای ذره) است.

نماد E، حرف نخست واژه Element به معنای عنصر است.

۲- با توجه به نماد ایزوتوپ‌های منیزیم (شکل ۳)، جدول زیر را کامل کنید.

ویژگی	A	Z	شمار الکترون	شمار نوترون
نماد ایزوتوپ				

دو رابطه بسیار مهم و مفید

$\Delta np$ : اختلاف نوترون و پروتون  
 $\Delta ne$ : اختلاف نوترون و الکترون  
 $I) Z = \frac{A - \Delta np}{2}$   
 $II) Z = \frac{A - \Delta ne + q}{2}$

ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای Z یکسان اما A متفاوت هستند، به دیگر سخن ایزوتوپ‌ها،

اتم‌های یک عنصرند که در شمار نوترون‌ها با یکدیگر تفاوت دارند. از آنجا که خواص شیمیایی

اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ اتم‌های منیزیم (همگی) خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره ای عناصرها تنها یک مکان را اشغال می‌کنند؛ این در حالی است

که همین ایزوتوپ‌ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.

### نکته

- همواره در یک اتم تعداد نوترون‌ها بیش از پروتون‌ها یا حداقل مساوی پروتون‌هاست ( $n \geq p$ ) به جز در هسته فراوان‌ترین ایزوتوپ هیدروژن ( $^1H$ ) که فاقد نوترون بوده و در این اتم  $A = Z$  است.
- اختلاف تعداد الکترون و پروتون‌ها در یک ذره ( $\Delta pe$ )، همان بار ذره است. در یک کاتیون تعداد الکترون‌ها به اندازه بار یون کمتر از تعداد پروتون‌ها و در یک آنیون، تعداد الکترون‌ها بیش از پروتون‌ها است.

سه ایزوتوپ ( $^1\text{H}$ ،  $^2\text{H}$  و  $^3\text{H}$ ) طبیعی و چهار تای دیگر ساختگی هستند.

هیدروژن ۷ ایزوتوپ دارد که: دو ایزوتوپ ( $^1\text{H}$ ،  $^2\text{H}$ ) پایدار و بقیه از ( $^3\text{H}$  تا  $^7\text{H}$ ) ناپایدارند.

ترتیب فراوانی ایزوتوپ‌های هیدروژن:  $^1\text{H} > ^2\text{H} > ^3\text{H} > ^4\text{H} > ^5\text{H} > ^6\text{H} > ^7\text{H}$

**نکته**

$^1\text{H}$  را باید فراوان‌ترین ایزوتوپ ناپایدار هیدروژن دانست.

**با هم ببیندیشیم**

**آیا می‌دانید**

در میان ایزوتوپ‌های کربن،  $^{14}\text{C}$  خاصیت پرتوزایی دارد و با استفاده از آن سن اشیای قدیمی و عتیقه‌ها را تخمین می‌زنند؛ برای نمونه پژوهشگران می‌پنداشتند که کشور مصر مهد صنعت فرش‌بافی بوده است؛ اما با پیدا شدن فرش‌های پازیریک (Pazyryk) در کوه‌های سیبری و تعیین قدمت آن با استفاده از  $^{14}\text{C}$  مشخص شد که این فرش به ۲۵۰۰ سال پیش تعلق دارد و مهد آن ایران بوده است.

۱- داده‌های جدول زیر را به دقت بررسی کنید؛ سپس به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

نماد ایزوتوپ	فراوان‌ترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن						
	$^1\text{H}$	$^2\text{H}$	$^3\text{H}$	$^4\text{H}$	$^5\text{H}$	$^6\text{H}$	$^7\text{H}$
ویژگی ایزوتوپ							
نیم عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$1/4 \times 10^{-22}$ ثانیه	$9/1 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/9 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/3 \times 10^{-22}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)

**عد اتمی - تعداد الکترون - خواص شیمیایی - عدد جرمی و تعداد نوترون‌ها و برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم (آ) چه شباهت‌ها و چه تفاوت‌هایی میان این ایزوتوپ‌ها وجود دارد؟**

ب) یک نمونه طبیعی از عنصر هیدروژن، مخلوطی از چند ایزوتوپ است؟

پ) نیم عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است. کدام ایزوتوپ هیدروژن از همه ناپایدارتر است؟ (نیم عمر کمتری دارد)

ت) هسته ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. این ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی افزون بر ذره‌های پرتوزا، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند. انتظار دارید چند ایزوتوپ هیدروژن پرتوزا باشد؟

$$\frac{n}{p} \geq 1/5$$

ث) اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آنها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند. چند ایزوتوپ هیدروژن دارای این ویژگی است؟

ج) اگر ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، رادیوایزوتوپ نامیده شود، چه تعداد از ایزوتوپ‌های هیدروژن، رادیوایزوتوپ به شمار می‌رود؟

چ) درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت نشان دهنده چیست؟ توضیح دهید.

۲- شکل زیر شمار تقریبی اتم‌های لیتیم را در یک نمونه طبیعی از آن نشان می‌دهد. با توجه به آن، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های لیتیم را حساب کنید.



۱- Radioisotope

۲- Fractional Abundance



در مورد هیدروژن از  $^3\text{H}$  تا  $^7\text{H}$

شرط دیگر پرتوزایی را می‌توان عدد اتمی ۸۴ و بزرگ‌تر از آن در نظر گرفت ( $Z \geq 84$ ). اما عنصرهایی هستند که هیچ یک از شرط‌ها را نداشته ولی پرتوزا هستند، مانند عنصر معروف تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) که در آن عدد اتمی (۴۳) کوچک‌تر از ۸۴ بوده و نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها نیز کمتر از ۱/۵ است.

$$\frac{n}{p} = \frac{99 - 43}{43} = \frac{56}{43} = 1/3$$

البته می‌توان شرط فوق را به صورت زیر هم

$$\frac{A}{Z} \geq 2/5$$

نوشت (اثبات با شما)

نسبت شمار نوترون به پروتون در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن کدام است؟ (تجربی ۹۸)

پاسخ: در  $^3\text{H}$  این نسبت برابر ۲ است.

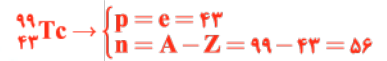
در جدول دوره‌های موجود در کتاب درسی، تنها عنصری که فاقد جرم اتمی میانگین است، عنصر تکنسیم است.



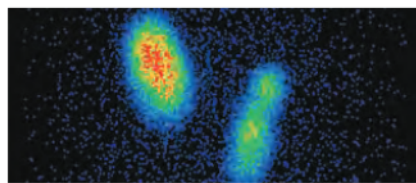
**تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر معادل ۷۸٪**

معادل ۲۲٪ از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود؛ این بدان معنا است که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی است. شیمی‌دان‌ها همواره با یافتن کاربردهای منحصر به فرد هر عنصر، انگیزه کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته‌اند. **تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) نخستین عنصری بود که در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای ساخته شد.** این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد (شکل ۴).

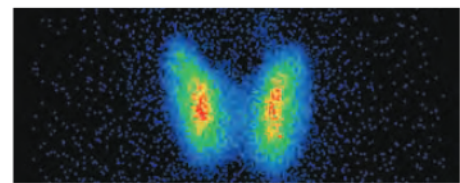
اتم با خاصیت پرتوزایی



(ا)



(پ)



(ب)

● نمونه‌ای از یک مولد رادیو ایزوتوپ تکنسیم

توجه: اندازه یون حاوی تکنسیم با یون  $\text{I}^-$  برابر است، بنابراین برابری اندازه یون تکنسیم با یون یدید عبارتی نادرست است.

- از تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود زیرا یون یدید با یونی که حاوی  $^{99}\text{Tc}$  است، اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

شکل ۴- (ا) غده پروانه‌ای شکل تیروئید در بدن انسان (ب) تصویر غده تیروئید سالم

(پ) تصویر غده تیروئید ناسالم

این عنصر در طبیعت وجود ندارد

همه  ${}^{99}\text{Tc}$  موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آنجا که نیم عمر آن کم است و نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد، بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

**ما می‌توانیم**

رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آنها کرده است، به طوری که از آنها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود. اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوپ‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود (شکل ۵).

${}^{235}\text{U}$

- اولین عنصر پرتوزا شناخته شده  ${}^{99}_{43}\text{Tc}$  در آزمایشگاه: شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا.  ${}^{235}\text{U}$



شکل ۵- یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آنها در تولید انرژی الکتریکی است.

● کیمیاگری (تبدیل عنصرهای دیگر به طلا) آرزوی دیرینه بشر بوده است. با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، انسان می‌تواند طلا تولید کند اما هزینه تولید آن به اندازه‌ای زیاد است که صرفه اقتصادی ندارد.

این ایزوتوپ،  $^{235}\text{U}$  بوده که فراوانی آن در مخلوط طبیعی از ۰/۷ درصد کمتر است. دانشمندان هسته‌ای ایران با تلاش بسیار موفق شدند مقدار آن را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش دهند. به این فرایند، **غنی‌سازی ایزوتوپی** گفته می‌شود؛ فرایندی که یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است. با این کامیابی ستودنی، نام ایران در فهرست ده‌گانه کشورهای هسته‌ای جهان ثبت شد. با گسترش این صنعت می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین نمود (شکل ۶).



## آیا می‌دانید

$^{59}\text{Fe}$  یک رادیوایزوتوپ است و در تصویربرداری از دستگاه گردش خون به کار می‌رود زیرا یون‌های آن در ساختار هموگلوبین وجود دارند.



● بنابراین برخی از ایزوتوپ‌های شکل ۶- برخی رادیوایزوتوپ‌های تولید شده در ایران فسفر نیز دارای خاصیت پرتوزایی هستند.

اما جالب است بدانید که پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است؛ از این رو دفع آنها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.



● به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان دار می گویند.



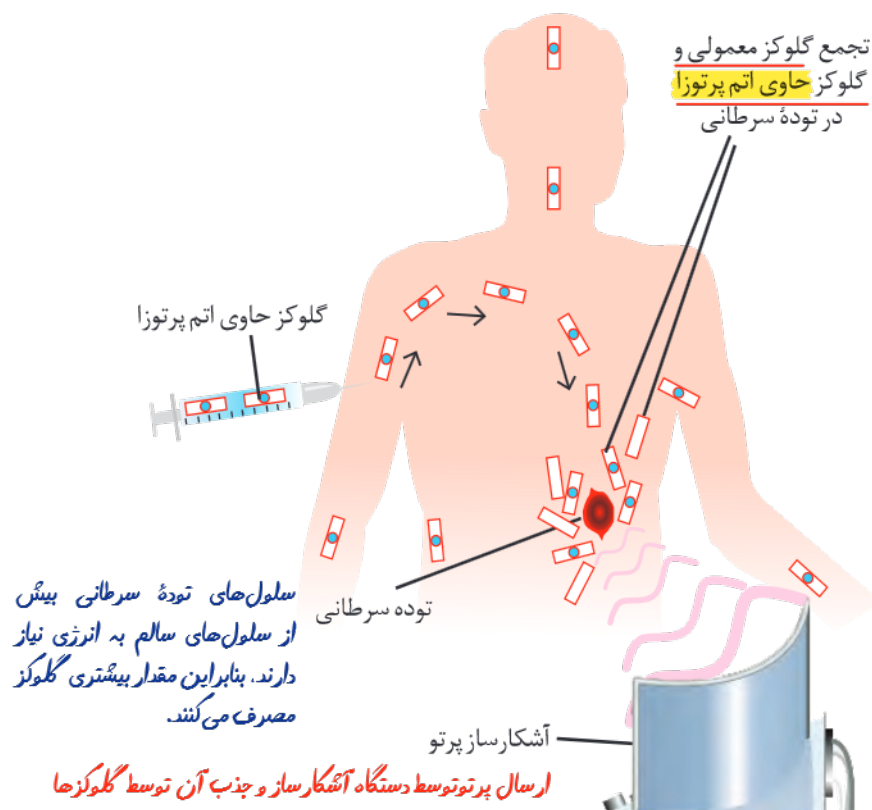
● دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می شوند، سیگاری هستند.

## آیا می دانید

پژوهش ها نشان می دهد که مقادیر بسیار کمی از مواد پرتوزا در همه جا یافت می شود. البته میزان پرتوهای تابش شده بسیار اندک است و به طور معمول بر سلامت ما اثری نمی گذارد. یکی از فراوان ترین مواد پرتوزا که در زندگی ما یافت می شود، گاز رادون است. رادون، گازی بی رنگ، بی بو، بی مزه و سنگین ترین گاز نجیب موجود در طبیعت است. این گاز پیوسته در لایه های زیرین زمین در واکنش های هسته ای تولید می شود و به دلیل دما و فشار زیاد در آن لایه ها به منافذ و ترک های موجود در سنگ های سازنده پوسته زمین نفوذ می کند.

## با هم ببیندیشیم

**بنابراین مصرف انرژی بیشتری نیز دارند.** توده های سرطانی، یاخته هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع تری دارند. شکل زیر اساس استفاده از رادیوایزوتوپ ها را برای تشخیص نوعی توده سرطانی نشان می دهد. با بررسی آن، فرایند تشخیص بیماری را توضیح دهید.



### مزایای طبقه بندی

**طبقه بندی کردن** یکی از مهارت های پایه در یادگیری مفاهیم علمی است که بررسی و تحلیل را آسان تر می کند. در واقع با استفاده از طبقه بندی، یافته ها و داده ها را به شیوه مناسبی سازماندهی می کنند تا بتوان سریع تر و آسان تر به اطلاعات دسترسی یافت. در درس علوم با اساس طبقه بندی عنصرها، مواد و جانداران آشنا شدید. شیمی دان ها نیز ۱۱۸ عنصر شناخته شده را بر اساس یک معیار و ملاک در جدولی با چیدمانی ویژه کنار هم قرار داده اند (شکل ۷). این جدول به آنها کمک می کند تا اطلاعات ارزشمندی از ویژگی های عنصرها را به دست آورند و بر اساس آن، رفتار عنصرهای گوناگون را پیش بینی کنند.

### طبقه بندی عنصرها

تعداد عنصرهای هر دوره جدول را به خاطر بسپارید:

\* دوره (تناوب) اول: ۲ عنصر

\* دوره (تناوب) دوم و سوم: ۸ عنصر

\* دوره (تناوب) چهارم و پنجم: ۱۸ عنصر

\* دوره (تناوب) ششم و هفتم: ۳۲ عنصر

## جدول دوره‌های عنصرها

هست عنصر که با دایره نشان داده شده‌اند. شبه فلز محسوب می‌شوند و مانند مرزی بین فلزات (سمت چپ جدول) و نافلزات (سمت راست) قرار گرفته‌اند.

			۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
								۲ He هلیوم ۴,۰۰۳
			۵ B بور ۱۰,۸۰	۶ C کربن ۱۲,۰۱	۷ N نیتروژن ۱۴,۰۱	۸ O اکسیژن ۱۶,۰۰	۹ F فلوئور ۱۹,۰۰	۱۰ Ne نئون ۲۰,۱۸
			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
۱۰	۱۱	۱۲						
۲۸ Ni نیکل ۵۸,۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳,۵۵	۳۰ Zn روی ۶۵,۳۹	۳۱ Ga گالیم ۶۹,۷۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲,۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴,۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸,۹۶	۳۵ Br برم ۷۹,۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳,۸۰
۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶,۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷,۹۰	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲,۴۰	۴۹ In ایندیم ۱۱۴,۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸,۷۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱,۸۰	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷,۶۰	۵۳ I ید ۱۲۶,۹۰	۵۴ Xe زنون ۱۳۱,۳۰
۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵,۱	۷۹ Au طلا ۱۹۷,۰۰	۸۰ Hg جیوه ۲۰۰,۶۰	۸۱ Tl تالیم ۲۰۴,۳۰	۸۲ Pb سرب ۲۰۷,۲۰	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹,۰۰	۸۴ Po پولونیم [۲۰۹]	۸۵ At استاتین [۲۱۰]	۸۶ Rn رادون [۲۲۲]
۱۱۰ Ds دارمشتاتیم [۲۸۱]	۱۱۱ Rg رونتگنیم [۲۸۰]	۱۱۲ Cn کوپرنسیم [۲۷۷]	۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴]	۱۱۴ Fl فلرویم [۲۸۹]	۱۱۵ Mc مسکوویم [۲۸۸]	۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳]	۱۱۷ Ts تنسینه [۲۹۶]	۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴]

بیشترین عدد اتمی جدول

بیشترین عدد جرمی جدول

۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲,۰۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷,۲۰	۶۵ Tb تریم ۱۵۸,۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲,۵۰	۶۷ Ho هولمیم ۱۶۴,۹۰	۶۸ Er اریم ۱۶۷,۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸,۹۰	۷۰ Yb ایتریم ۱۷۳,۰۰
۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیم [۲۵۹]

دو ردیف ۱۴ عنصری متعلق به دوره ششم و هفتم جدول (لانانیدها و اکتینیدها)

شکل ۷- جدول دوره‌های عنصرها. در این جدول هر عنصر با نماد یک یا دو حرفی نشان داده شده است. در هر نماد، حرف اول نام لاتین عنصر به صورت بزرگ نوشته می‌شود؛ برای نمونه نماد سه عنصر آلومینیم، آرگون و طلا به ترتیب Al، Ar، Au است که همگی با حرف A آغاز می‌شود.

حرف دوم به صورت کوچک نوشته می‌شود. مثلاً نماد عنصر کربن C است و در صورتی که حرف دوم (اکسیژن) به صورت بزرگ نوشته شود (CO) فرمول شیمیایی کربن مونوکسید خواهد بود.