

بسم الله الرحمن الرحيم

شیمی (۱)، شیمی در مسیر توسعه پایدار

رشته‌های علوم تجربی – ریاضی و فیزیک

پایه دهم

دوره دوم متوسطه

۱۳۹۶



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

شیمی (۱)، شیمی در مسیر توسعه پایدار - پایه دهم دوره دوم متوسطه - ۱۱۰۲۱۰
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر تأثیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری
حسن حذرخانی، علیرضا عابدین، نعمت‌الله ارشدی، سیف‌الله جلیلی، عابد بدربان، راضیه بنکدار سخن،
معصومه شاه‌محمدی اردبیلی، منصور مختاری (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
حسن حذرخانی، علیرضا عابدین، حسین زمانی سیفی کار، معصومه شاه‌محمدی اردبیلی، (اعضای گروه
تأثیف) - نعمت‌الله ارشدی (پیش‌نویس فصل ۱) - راضیه بنکدار سخن، سیف‌الله جلیلی (پیش‌نویس
فصل ۲) - منصور مختاری، دوست محمد سمعیعی، فرشاد صیرفیزاده، فیروزه منتظری، محمد‌امین
نظامی (اعضای گروه مشورتی) - حسن حذرخانی (ویراستار علمی) - محمد دانشگر (ویراستار ادبی)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
لیدا نیکروش (مدیر امور فنی و چاپ) - مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - مهدیه صفائی نیا
(نگاشتارگر [طراح گرافیک] و صفحه‌آرا) - مریم کیوان (طراح جلد) - مریم دهقان‌زاده، فاطمه
باقری‌مهر، کبری اجابتی، زهرا رشیدی مقدم، فرشته ارجمند، فریبا سیر، احمد رضا امینی، ناهید
خیام‌باشی (امور آماده‌سازی)
تهران - خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۰۹۱۶۱-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وبگاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران: کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان
۶۱ (داروپخش)، تلفن: ۰۵-۱۶۱۰۸۵۴۹، دورنگار: ۰۵-۱۳۹، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

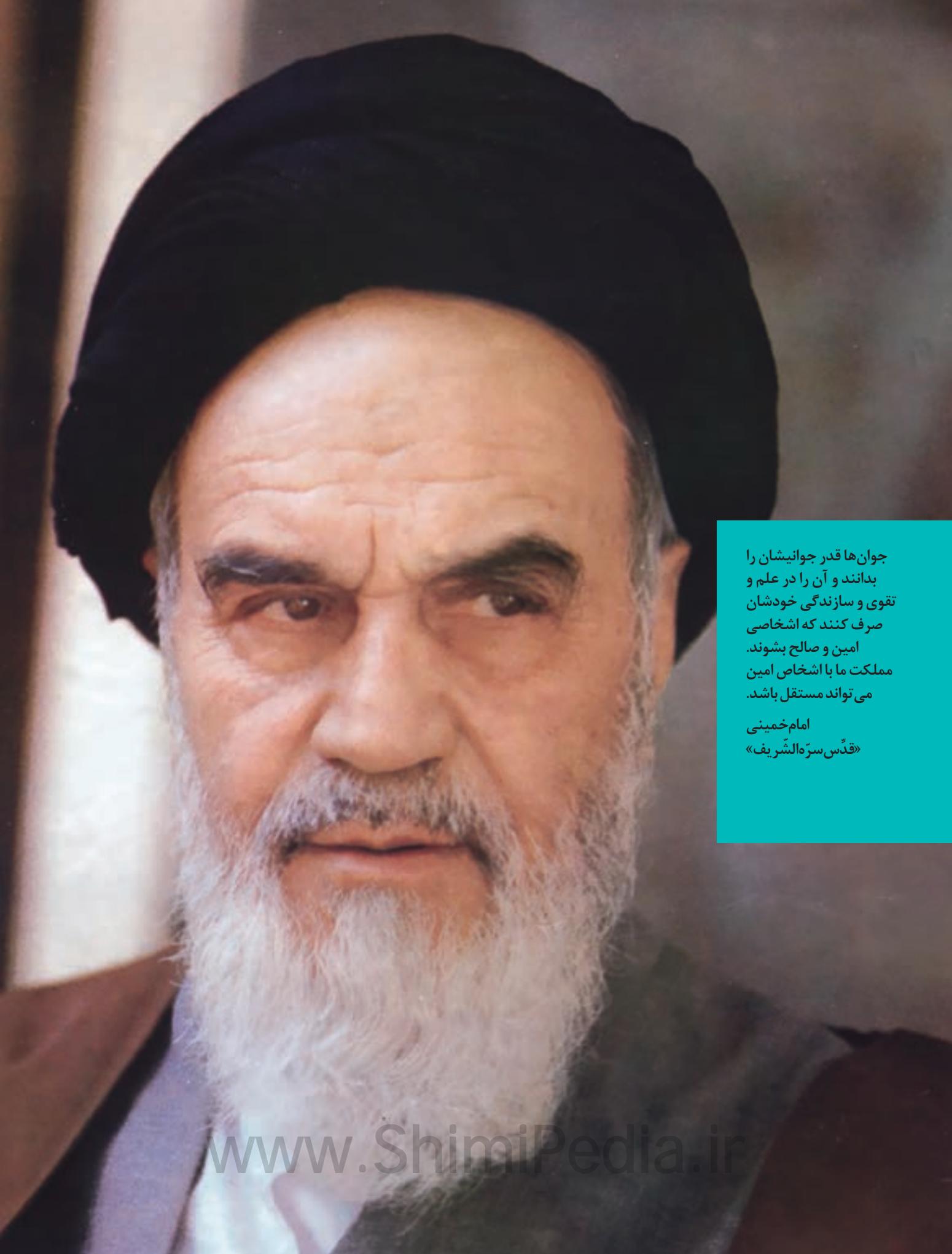
شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ دوم ۱۳۹۶

نام کتاب:
پدیدآورنده:
 مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:
شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:
ناشر:
چایخانه:
سال انتشار و نوبت چاپ:
شابک ۰۹۷۸-۹۶۴۰۵-۲۷۳۲-۰
ISBN: 978-964-05-2732-0

A close-up portrait of Ayatollah Ruhollah Khomeini, an elderly man with a long white beard and a black turban. He is looking slightly to the left with a serious expression.

جوان‌ها قدر جوانیشان را
بدانند و آن را در علم و
تقوی و سازندگی خودشان
صرف کنند که اشخاصی
امین و صالح بشوند.
ملکت ما با اشخاص امین
می‌تواند مستقل باشد.

امام خمینی
«قدس سرّه الشّریف»

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکسبرداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

..... فهرست

مقدمه

فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی ۱



فصل دوم: رُدپای گازها در زندگی ۴۵



فصل سوم: آب، آهنگ زندگی ۹۱



واژه‌نامه ۱۳۴

منابع ۱۳۹

..... مقدمه

علوم تجربی یکی از حوزه‌های یادگیری برنامه درسی ملی است که رسالت اصلی آن تربیت افرادی توانمند با ویژگی‌های زیر است:

- مسئولیت‌پذیر، نوع دوست، جمع‌گرا و جهان‌اندیش باشند.
- ضمن بهره برداری از منابع طبیعی، آنها را امانت الهی بدانند و این منابع را برای نسل‌های آینده حفظ کنند.
- از آموخته‌های خود در زندگی فردی و اجتماعی بهره بگیرند تا زندگی سالم و با نشاطی برای خود و جامعه فراهم کنند.
- اخلاق مدار باشند و در همه حال خداوند را ناظر و حاضر بر اعمال خود بدانند.

بر اساس این برنامه، دانش‌آموزان دوره دوم متوسطه باید به این شایستگی‌ها برسند:

- با درک ماهیت، روش و فرایند علوم تجربی، این علوم را در حل مسائل واقعی زندگی (حال و آینده) به کار گیرند و محدودیت‌ها و توانمندی‌های این علوم را در حل مسائل گزارش کنند.
- با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی، بتوانند اندیشه‌هایی مبنی بر تجارب شخصی، برای مشارکت در فعالیت‌های علمی ارائه دهند و در این فعالیت‌ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت کنند.

علوم تجربی حاصل تلاش انسان برای درک دنیای اطراف، روابط علت و معلولی بین اجزای مادی جهان هستی و در واقع به مثابه کشف بخشی از فعل خداوند است که با ظهور شواهد و دلایل جدید تغییر می‌کند. قلمرو علوم تجربی، سامانه‌ای به بزرگی جهان هستی است که خود از سامانه‌های خرد و کلان و گوناگونی تشکیل شده است. هر سامانه از اجزایی ساخته شده است که:

- ساختار و عملکرد ویژه‌ای دارند.
- با هم در ارتباط‌اند و بر یکدیگر اثر می‌گذارند.
- برای حفظ پایداری تغییر می‌کنند.

از این رو برنامه درسی نیز به گونه‌ای طراحی و تدوین شده است که مفاهیم اساسی مرتبط با این اندیشه‌های کلیدی را آموزش دهد. درس شیمی یکی از درس‌های این حوزهٔ یادگیری است که به بررسی ساختار، رفتار و تغییر مواد می‌پردازد. این درس در دورهٔ دوم متوسطه برای رشته‌های علوم تجربی و ریاضی و فیزیک به‌طور مشترک به میزان سه ساعت در پایهٔ دهم، سه ساعت در پایهٔ یازدهم و چهار ساعت در پایهٔ دوازدهم ارائه می‌شود. شایان گفتن است درسی با عنوان «آزمایشگاه علوم» نیز برای رشته‌های علوم تجربی و ریاضی و فیزیک در نظر گرفته شده است که در پایهٔ دهم دو ساعت و در پایهٔ یازدهم یک ساعت خواهد بود.

کتابی که پیش روی شماست، نخستین کتاب شیمی در دورهٔ دوم متوسطه است که با تلاش و کوشش مشتاقانه و دلسوزانه جمعی از استادان، کارشناسان و دبیران، تدوین و تألیف شده است. رسالت اصلی محتوا در این کتاب تربیت

افرادی است که با کسب سواد علمی شیمی مبتنی بر اصول توسعه پایدار، بتوانند زندگی خود را در همه سطح‌ها بهبود بخشدند. بر همین اساس، رویکرد سازمان‌دهی محتوا در این درس، زمینه محور، ارتباط با زندگی و توسعه پایدار و رویکرد آموزشی محتوا، یادگیری فعال و کشف مفهوم است. گفتنی است انتخاب رویکرد زمینه محور، سبب شده است تا از ارائه منسجم و متمرکز محتوا در یک پایه پرهیز شود. برای نمونه مبحث استوکیومتری و ساختار لوویس در هر سه پایه آموزش داده خواهد شد. ملاک انتخاب و گستره محتوا در این موارد، ارتباط آن موضوع با زندگی است.

برای تحقق رویکردهای انتخاب شده، در تدوین و تألیف محتوا از عنوان‌های گوناگونی استفاده شده که هر عنوان و نقش آن در فرایند آموزش به شرح زیر است:

● **با هم بیندیشیم**: در این بخش‌ها، دانش‌آموزان در یک فعالیت گروهی و مشارکت فعال و مؤثر، با بهره‌گیری از مهارت‌های ذهنی، درباره یک یا چند مفهوم می‌اندیشنند، گفت و گوی علمی می‌کنند و آن را بررسی، تجزیه و تحلیل می‌کنند و پس از کشف مفهوم، آن را توسعه و تعمیم می‌دهند یا تثبیت می‌کنند.

● **کاوش کنید**: در این محتوا، دانش‌آموزان با انجام فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی، مفهوم علمی قصد شده را کشف و مهارت‌های فرایندی را کسب و تقویت می‌کنند.

● **پیوند با زندگی**: هر چند رویکرد کلی محتوا ارتباط با زندگی و زمینه محور است؛ اما به منظور نشان دادن جایگاه دانش شیمی در زندگی، مواردی

از زندگی روزانه که با مفهوم و موضوع درسی ارتباط دارد، طرح و درباره آن توضیحات مناسبی ارائه شده است.

● **پیوند با صنعت:** هدف از این عنوان، معرفی پیشرفت‌ها و دستاوردهای صنعتی جهان و نقش شیمی در گردشگری‌ها به ویژه توانمندی‌های صنعتی و بومی کشور ایران است.

● **پیوند با ریاضی:** محتوای ارائه شده در این عنوان از یک سو ارتباط بین حوزه‌های گوناگون علوم را معنادار می‌کند و از سوی دیگر به دانش آموزان می‌آموزد که چگونه می‌توان مفاهیم و داده‌های شیمیابی را به کمک روابط ریاضی فرمول‌بندی کرد. این موضوع سبب خواهد شد تا اثربخشی محتوا افزایش یابد، به گونه‌ای که بتوان پیش‌بینی‌های درستی را در موقعیت‌های جدید انجام داد.

● **آیا می‌دانید:** این عنوان شامل اطلاعات و موضوعات گوناگونی مانند تاریخ علم، داده‌های عددی، یافته‌های علمی و فناوری، فرهنگ و تمدن ایرانی – اسلامی، نقش دانشمندان مسلمان در گسترش علم و .. است که به منظور افزایش آگاهی فراگیران تألیف شده است.

● **خود را بیازمایید:** این بخش تمرین‌ها، پرسش‌ها و فعالیت‌هایی هستند که بر اساس پیش‌دانسته‌ها و آموخته‌های دانش آموزان از مفاهیم و موضوعات مرتبط با کتاب دهم طراحی شده‌اند. هدف از این بخش‌ها، تثبیت، تعمیق، یادآوری و آماده سازی زمینه‌های لازم برای فرایند یادگیری است.

● **ما می‌توانیم:** هدف این عنوان تقویت هویت ملی، فرهنگی، علمی و فناوری، اقتصادی و ... است. از این‌رو نمونه‌هایی از توانمندی دانشمندان،

پژوهشگران و صنعتگران که نقش بسزایی در توسعه کشورمان داشته‌اند، بررسی می‌شود تا به نسل‌های جوان این باور را منتقل کند که ما می‌توانیم گام‌های مؤثر و سازنده در جهت استقلال و پیشرفت کشورمان در همه سطح‌ها برداریم.

یکی دیگر از ویژگی‌های کتاب شیمی دهم، تصویر محور بودن آن است. مؤلفان تلاش کرده‌اند تا حد امکان از تصویرها، نمودارها و شکل‌های گوناگونی استفاده کنند تا افزون بر ایجاد جذابیت و شادابی، یادگیری محتوا آسان‌تر و ماندگاری آن را بیشتر کنند. همچنین برای آشنایی شما همکاران گرامی با نمونه پرسش‌های ارزشیابی و مرور یافته‌های دانش‌آموزان، در پایان هر فصل تعدادی پرسش با عنوان «تمرین‌های دوره‌ای» طراحی و تألیف شده است.

گفتنی است که یادگیری همه محتوای کتاب و تدریس آن ضروری است، اما ارزشیابی از «آیا می‌دانید» مجاز نیست. در عین حال باید نکات اشاره شده در

حاشیه کتاب در خصوص حدود محتوا و ارزشیابی مورد توجه قرار گیرد.

گروه شیمی واحد توسعه، تحقیق و آموزش علوم دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری، امیدوار است که آموزش این کتاب گامی در جهت تحقق اهداف برنامه درسی، تربیت شهروندان مسئول و آگاه و بهبود سطح زندگی با رعایت معیارهای توسعه پایدار باشد. لذا، این گروه همچنین مشتاقانه منتظر پیشنهادها، انتقادها و نظرهای سازنده شما همکاران گرامی و صاحب‌نظران آموزشی است.

توجه: طرح هرگونه پرسش از محتوای «آیا می‌دانید» و «در میان تارنما» در آزمون‌های هماهنگ کشوری، نهایی و کنکور سراسری ممنوع است.

گروه شیمی دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

کیهان زادگاه الغبای هستی



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

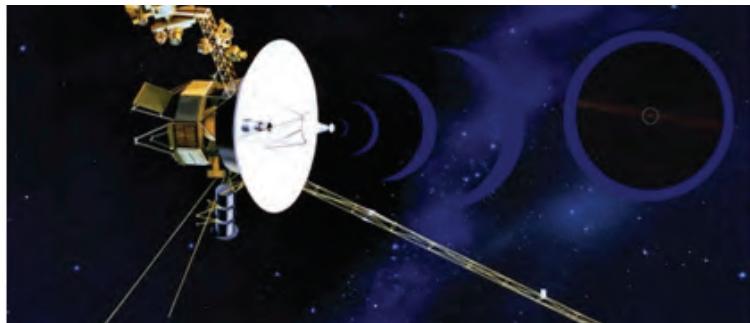
..... شاید شما هم یکی از شیفتگان آسمان پرستاره شبانگاهی باشید؛ سقفی زیبا و آکنده از اسرار و پرسش‌های بی‌شماری که از گذشته تاکنون ذهن کنجکاو انسان‌های هوشمند را مجدوب خویش ساخته است. در این فضای بی‌کران، ستارگان پر فروغ با نوری که می‌تابانند، پیوسته با ما سخن می‌گویند و پیام آگاه‌باش می‌فرستند؛ پیامی 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. شیمی‌دان‌ها با مطالعه خواص و رفتار ماده، همچنین برهم کنش نور با ماده در این راستا سهم بسزایی داشته‌اند.

انسان همواره با پرسش‌هایی از این دست که «هستی چگونه پدید آمده است؟ جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» روبرو بوده و پیوسته تلاش کرده است برای این پرسش‌ها، پاسخ‌هایی قانع کننده بیابد. مسلماً پاسخ به اولین پرسش - که پرسشی بسیار بزرگ و بنیادی است - در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد و آدمی تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی و بینش خویش و در پرتو آموزه‌های وحیانی 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 درباره جهان مادی افزایش یابد. امروزه ما درباره 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 امروزه در ذهن ما نمی‌گنجد.

تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان همچنان ادامه دارد. نمونه‌ای از آن، سفر طولانی و تاریخی دو فضایپما به نام **وویجر ۱** و **۲** در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) برای

شناخت بیشتر سامانه خورشیدی است (شکل ۱).



شکل ۱- عکس کره زمین از فاصله تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری؛ آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانه خورشیدی از زادگاه خود گرفت.

دو فضایپما مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آنها را تهیه کنند و بفرستند. این شناسنامه‌ها می‌توانند 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 مطالعه کیهان به ویژه سامانه خورشیدی برای پاسخ به این پرسش، کمک شایانی می‌کند؛ برای نمونه با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده برخی سیاره‌های سامانه خورشیدی و مقایسه آن با عنصرهای سازنده 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 مشاهده ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

آیا می‌دانید

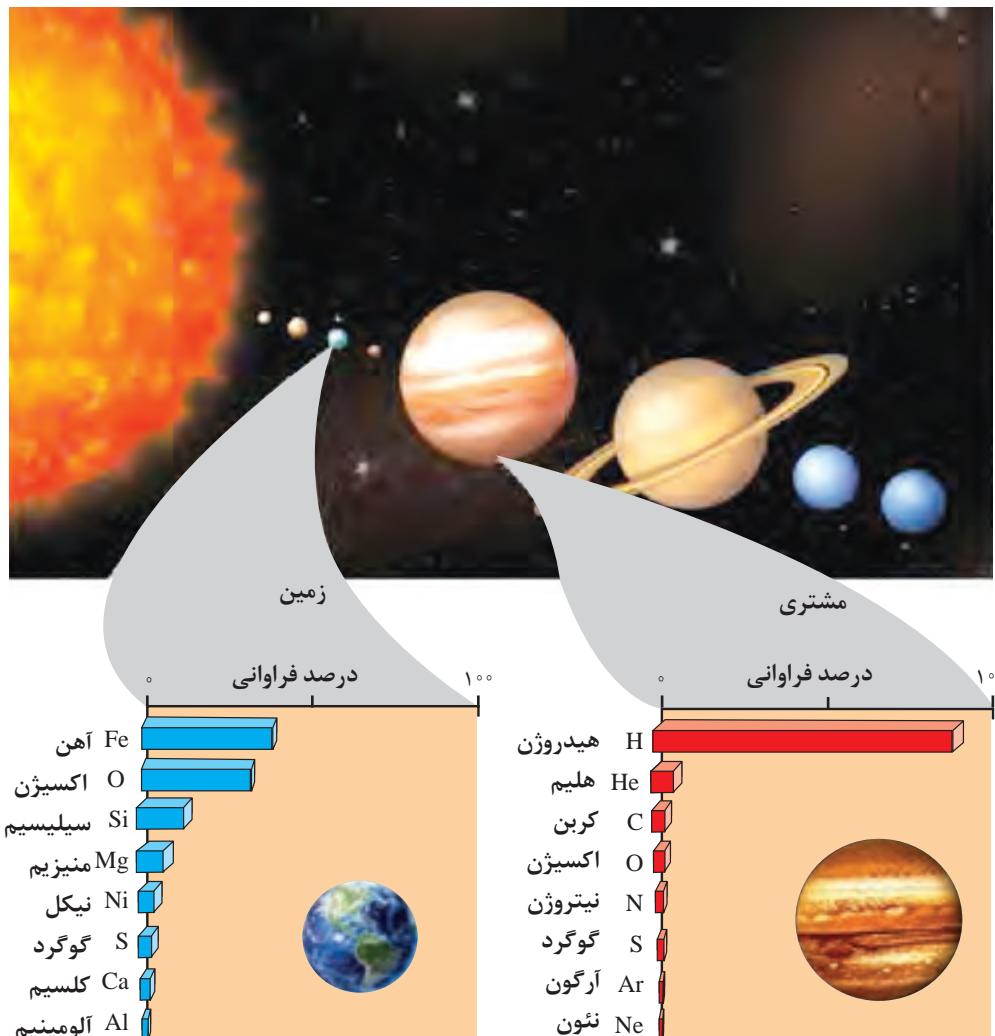
دانشمندان مسلمان علاقه زیاد به آسمان شب و مطالعه ستاره‌ها داشتند. عبدالرحمٰن صوفی یکی از ستاره‌شناسان ایرانی است که برای اولین بار گزارشی درباره کهکشان «آندرودما» ارائه داده است. این کهکشان نزدیک ترین همسایه به سامانه خورشیدی است. او همچنین درباره موقعیت ستاره‌ها، اندازه و رنگ آنها در صورت‌های فلکی اطلاعات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

خود را بیازمایید

آیا می دانید

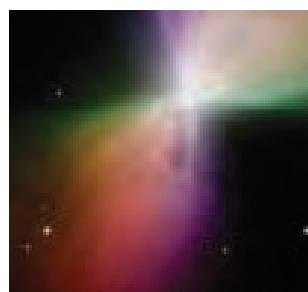
● اخترشیمی، یکی از شاخه های جذاب شیمی است و به مطالعه مولکول هایی می پردازد که در فضاهای بین ستاره ای یافت می شود. اختر شیمی دان ها توансه اند وجود مولکول های گوناگونی را در مکان هایی بسیار دور ثابت کنند که تا کنون پای هیچ انسانی به آنجا نرسیده است.

شکل زیر عنصرهای سازندهٔ دو سیارهٔ مشتری و زمین را نشان می دهد. با توجه به آن به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



آیا می دانید

سحابی بومرنگ، سرددترین مکان شناخته شده در جهان هستی با دمای -272°C است که حدود ۵۰۰۰ سال نوری از زمین فاصله دارد و در صورت فلکی سنتاروس (قنتوروس)^۱ واقع شده است.

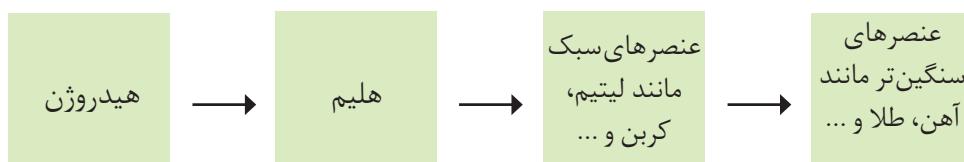


- آ) فراوان ترین عنصر در هر سیاره، کدام است؟
 ب) عنصرهای مشترک در دو سیاره را نام ببرید.
 پ) در کدام سیاره، عنصر فلزی وجود ندارد؟
 ت) پیش بینی کنید سیارهٔ مشتری بیشتر از جنس گاز است یا سنگ؟ چرا؟
 ث) آیا به جز عنصرهای نشان داده شده در شکل، عنصرهای دیگری در زمین یافت می شود؟
 چند نمونه نام ببرید.

دريافتيد که نوع و ميزان فراوانی عنصرها در دو سياره زمين و مشتری متفاوت است در حالی که عنصرهای مشترکی نیز در اين دو سياره هست. يافته‌هایی از اين دست نشان می‌دهد که عنصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزيع شده است. اين يافته‌ها باعث شد تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدايش عنصرها را توضیح دهند به طوری که برخی از آنها بر این باورند که سر آغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ)^۱ همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون، عنصرهای هیدروژن و هلیم پا به عرصه جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام **سحابی**^۲ ایجاد کرد. بعدها اين سحابی‌ها سبب پیدايش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شد.

ستاره‌ها^۳ متولد می‌شوند؛ رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره با يك انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل شده در آن در فضا پراکنده شود.

درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و پیزه، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آنها از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آید. جالب است بدانید که دما و اندازه هر ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شود. هرچه دمای ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر فراهم می‌شود. چنین ستارگانی پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست داده، در انفجاری مهیب متلاشی شده‌اند و اتم‌های سنگین درون آنها در سرتاسر گیتی پراکنده شده است. به همین دلیل باید ستارگان را کارخانه تولید عنصرها دانست (شکل ۲).



شکل ۲- روند تشکیل عنصرها

پیوند با ریاضی

دريافتيد که درون ستاره‌ها به دليل انجام واکنش‌های هسته‌ای، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود. اينشتین رابطه زير را برای محاسبه انرژی تولید شده در اين واکنش‌ها ارائه کرد:

$$E = mc^2$$

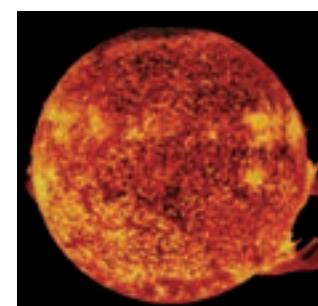
در اين رابطه، m جرم ماده بر حسب کيلوگرم، c سرعت نور (3×10^8 متر بر ثانية) و E انرژی آزاد شده را بر حسب ژول نشان می‌دهد ($1J = 1kg m^2 s^{-2}$).

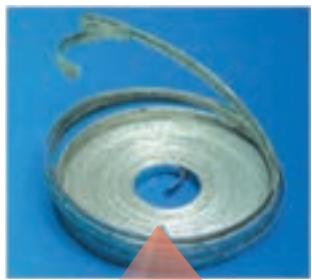


- **سحابی عقاب** يکی از مکان‌های زایش ستاره‌هاست. اين تصویر به وسیله تلسکوپ هابل گرفته شده است.

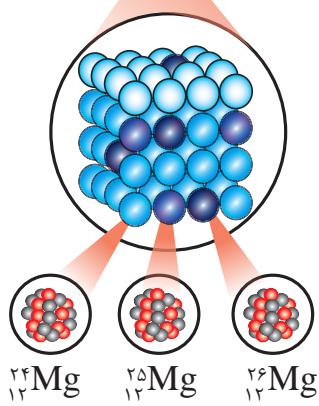
آيا می دانيد

خورشید نزدیک‌ترین ستاره به ما است که دمای سطح آن به حدود $6000^\circ C$ و دمای درون آن به حدود $15000000^\circ C$ می‌رسد. انرژی گرمایی و نورانی خیره کننده آن، حاصل از واکنش‌های هسته‌ای است که در آن هیدروژن به هلیم تبدیل می‌شود به طوری که در هر ثانیه پنج میلیون تن از جرم خورشید کاسته می‌شود. بر این اساس برآورد می‌شود که خورشید تا پنج میلیارد سال دیگر می‌تواند نورافشانی کند.





- آ) تجربه نشان داده است که در تبدیل هیدروژن به هلیم، ۰٪۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. حساب کنید در این واکنش هسته‌ای چند کیلوژول انرژی تولید می‌شود؟
ب) برای درک بزرگی میزان این انرژی، حساب کنید این مقدار انرژی چند گرم آهن را ذوب خواهد کرد؟ (برای ذوب شدن یک گرم آهن، ۲۴۷ ژول انرژی نیاز است.)



شکل ۳- ایزوتوپ‌های منیزیم در یک نمونه طبیعی از آن.

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

آیا همه اتم‌های یک عنصر پایدارند؟

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 همه اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست، بلکه مخلوطی از سه هم‌مکان (ایزوتوپ)^۱ هستند (شکل ۳).

خود را بیار مایید

۱- در علوم سال هشتم آموختید که هر عنصر را با نماد ویژه‌ای نشان می‌دهند. در این نماد، تعداد ذره‌های زیراتومی رانیز می‌توان مشخص کرد. هرگاه بدانید که اتمی از آهن ۲۶ پروتون و ۳۰ نوترон دارد، با توجه به الگوی زیر مشخص کنید که Z و A هر کدام، چه کمیتی را نشان می‌دهد؟



نماد شیمیایی اتم آهن

نماد همگانی اتم‌ها

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

نماد ایزوتوپ	Z	A	تعداد الکترون	تعداد نوترون

ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای Z یکسان اما A متفاوت هستند. خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است؛ از این‌رو اتم‌های منیزیم همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره‌ای عنصرها 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.

با هم بیندیشیم

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

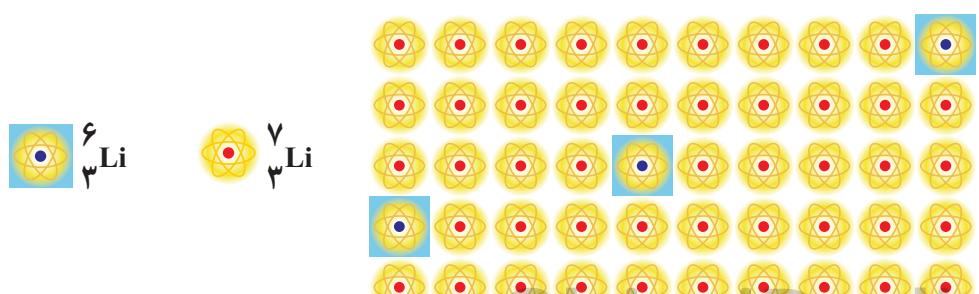
نام ایزوتوب ویژگی	^1_1H	^2_1H	^3_1H	^4_1H	^5_1H	^6_1H	^7_1H
نیم عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲	$1/4 \times 10^{-22}$	$9/1 \times 10^{-22}$	$2/9 \times 10^{-22}$	$2/3 \times 10^{-23}$
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۴	ناچیز	° (ساختگی)	° (ساختگی)	° (ساختگی)	° (ساختگی)

در میان ایزوتوب‌های کربن، ^{14}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 فرشی به نام پازیریک (Pazyryk) در کوههای سیبری و تعیین قدمت آن با استفاده از ^{14}C ، مشخص شد که این فرش به ۲۵۰ سال پیش تعلق دارد و مهد آن ایران بوده است.



- آ) چه شباهت‌ها و چه تفاوت‌هایی میان این ایزوتوب‌ها وجود دارد؟
- ب) یک نمونهٔ طبیعی از عنصر هیدروژن، مخلوطی از چند ایزوتوب است؟
- پ) نیم عمر هر ایزوتوب نشان می‌دهد که آن ایزوتوب تا چه اندازه پایدار است. کدام ایزوتوب هیدروژن از همه ناپایدارتر است؟
- ت) هستهٔ ایزوتوب‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. این ایزوتوب‌ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی افرون بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند. انتظار دارید چند ایزوتوب هیدروژن پرتوزا باشد؟
- 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 ایزوتوب هیدروژن دارای این ویژگی است؟
- ج) اگر ایزوتوب‌های پرتوزا و ناپایدار، رادیوایزوتوب^۱ نامیده شود، چه تعداد از ایزوتوب‌های هیدروژن، رادیوایزوتوب به شمار می‌رود؟
- چ) درصد فراوانی^۲ هر ایزوتوب در طبیعت نشان‌دهنده 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 ایزوتوب‌های لیتیم را حساب کنید.

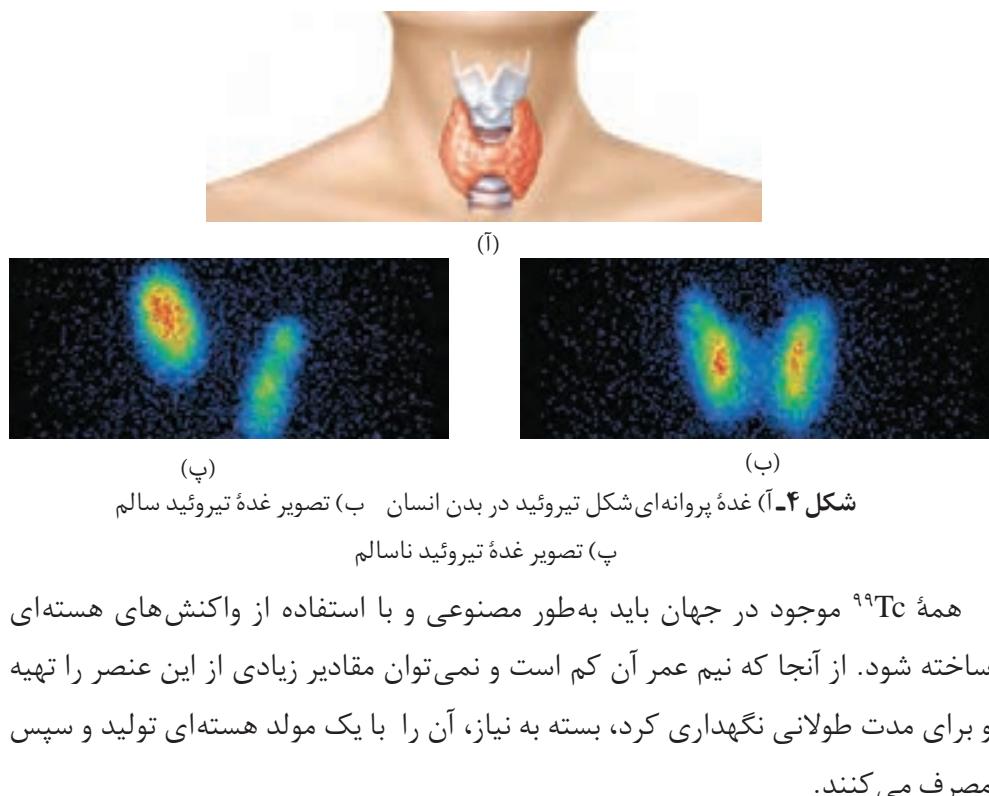


تکنسیم، نخستین عنصر ساخت بشر



نمونه‌ای از یک مولدرادیوایزوتوب مس

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، انگیزهٔ کافی برای ساختن عنصرهای جدید را داشته‌اند. تکنسیم (^{99}Tc) نخستین عنصری بود که در واکنشگاه (راکتور)^۱ هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوب در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد (شکل ۴).



○ ما می‌توانیم

رادیوایزوتوب‌ها 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 شناخته شده‌ترین فلز پرتوزایی است که یکی از ایزوتوب‌های آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود (شکل ۵).



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

این ایزوتوپ، ^{235}U بوده که فراوانی آن در مخلوط طبیعی از 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، **غنى‌سازی ایزوتوپی**^۱ گفته می‌شود. فرایندی که یکی از مراحل مهم چرخه تولید سوخت هسته‌ای است. با این کامیابی ستودنی، نام ایران در فهرست ده گانه کشورهای هسته‌ای جهان ثبت شد. با گسترش این صنعت می‌توان بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز کشور را تأمین نمود (شکل ۶).

● **کیمیاگری** (تبديل عنصرهای دیگر به طلا) آرزوی دیرینهٔ بشر بوده است. با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، انسان می‌تواند طلا تولید کند اما هزینهٔ تولید آن به اندازه‌ای زیاد است که صرفهٔ اقتصادی ندارد.



شکل ۶- برخی رادیوایزوتوپ‌های تولید شده در ایران

آیا می‌دانید

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



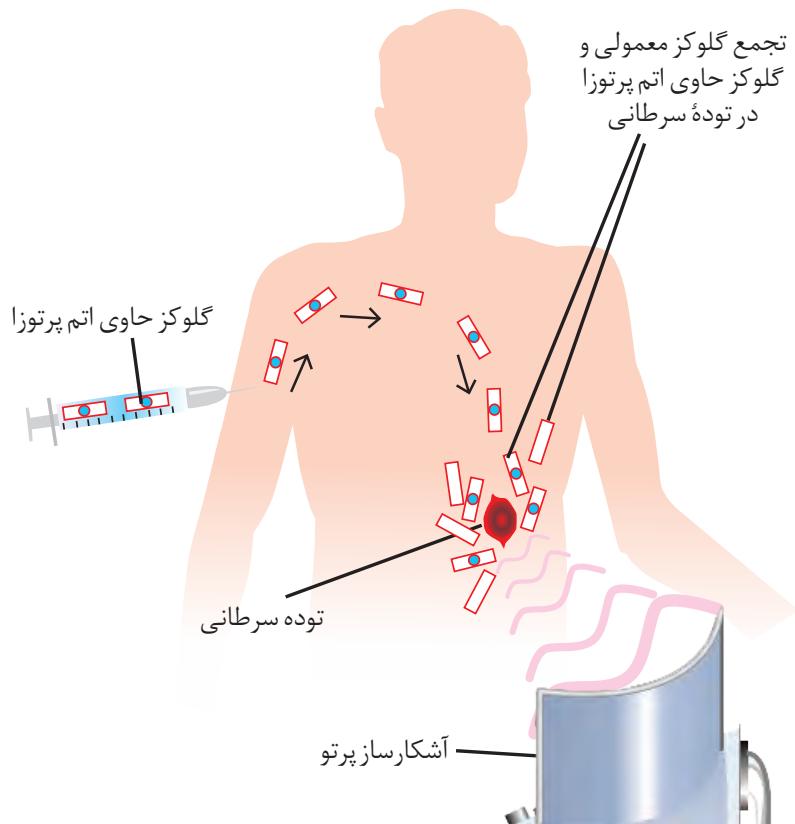
پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوzایی دارد و خطرناک است؛ از این رو دفع آنها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

- به گلوكز حاوي اتم پرتوزا، گلوكز نشان دار می گويند.

توده های سرطانی، ياخته هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند. شکل زیر اساس استفاده از رادیوايزوتوب ها را برای تشخیص توده سرطانی نشان می دهد. با بررسی آن، فرایند تشخیص بیماری را توضیح دهید.



- دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به سرطان ریه چار 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 بیوسته 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 بیوسته زمین نفوذ می کند.

طبقه بندی عنصرها

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 علوم سال نهم با اساس طبقه بندی عنصرها، مواد و جانداران آشنا شدید. شبیه 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.

جدول دوره‌ای عنصرها

11

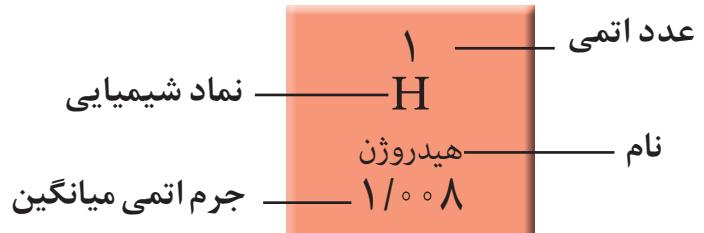
١٣		١٤		١٥		١٦		١٧
	B	C	N	O	F			
	بور ١٠,٨٠	کربن ١٢,٠١	نيتروژن ١٤,٠١	اکسیژن ١٦,٠٠	فلوئور ١٩,٠٠			
١٠	Al	Si	P	S	Cl	Ar		
	آلومینیم ٢٦,٩٨	سیلیسیم ٢٨,٠٩	فسفر ٣٠,٩٧	گوگرد ٣٢,٠٧	کلر ٣٥,٤٥	آرگون ٣٩,٩٥		
١١	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
	رس ٦٣,٥٥	گالیم ٦٥,٣٩	زرمانیم ٧٢,٦٤	آرسنیک ٧٤,٩٢	سلنیم ٧٨,٩٦	برم ٧٩,٩٠	کریپتوون ٨٣,٨٠	
١٢	Cu	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
	مس ٦٣,٥٥	ایندیم ١١٤,٨٠	قلع ١١٨,٧٠	آنتیموان ١٢١,٨٠	تلوریم ١٢٧,٦٠	ید ١٢٦,٩٠	زنون ١٣١,٣٠	
٤٦	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Xe	
	نقره ١٠٧,٩٠	کادمیم ١١٢,٤٠	ایندیم ١١٤,٨٠	قلع ١١٨,٧٠	آنتیموان ١٢١,٨٠	تلوریم ١٢٧,٦٠	زنون ١٣١,٣٠	
٧٨	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	At	
	پلاتین ١٩٥,١	طلاء ١٩٧,٠٠	جبو ٢٠٠,٦٠	تالیم ٢٠٤,٣٠	سرب ٢٠٧,٢٠	بیسموت ٢٠٩,٠٠	استاتین [٢١٠]	
١١٠	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	
	دارمشتابیم [٢٨١]	رونگتینیم [٢٨٠]	کوبیرنسیم [٢٧٧]	نيهونیم [٢٨٤]	فلورویم [٢٨٩]	مسکوویم [٢٨٨]	لیورموریم [٢٩٣]	
١١٧	Ts							
	Og							
١١٨								

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

شکل ۷- جدول دوره‌ای عناصرها. 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 و Au است که همگی، یا حرف A آغاز می‌شود.



۱	H هیدروژن ۱,۰۰۸	۲							
۳	Li لیتیم ۶,۹۴	۴	Be بریلیم ۹,۰۱						
۵	Na سدیم ۲۲,۹۹	۱۲	Mg منزیزم ۲۴,۳۱	۳		۴		۶	
۶	K پتانسیم ۳۹,۱۰	۲۰	Ca کلسیم ۴۰,۰۸	۲۱	Sc اسکاندیم ۴۴,۹۶	۲۲	Ti تیتانیم ۴۷,۸۷	۲۳	
۷	Rb روبیدیم ۸۵,۴۷	۳۸	Sr استرانسیم ۸۷,۶۲	۳۹	Y ایتریم ۸۸,۹۱	۴۰	Zr زیرکونیم ۹۱,۲۲	۴۱	Nb نیوبیم ۹۲,۹۱
۸	Cs سزیم ۱۳۲,۹	۵۶	Ba باریم ۱۳۷,۳	۷۱	Lu لوتسیم ۱۷۵/۰۰	۷۲	Hf هافنیم ۱۷۸,۵	۷۳	Ta تاتال ۱۸۰,۹۰
۹	Fr فرانسیم [۲۲۳]	۸۸	Ra رادیم [۲۲۶]	۱۰۳	Lr لورنسیم [۲۶۲]	۱۰۴	Rf رادرفوردیم [۲۶۷]	۱۰۵	Db دانیم [۲۶۸]
۱۰								۱۰۶	Sg سیبورگیم [۲۷۱]
۱۱								۱۰۷	Bh بوریم [۲۷۲]
۱۲								۱۰۸	Hs هاسیم [۲۷۷]
۱۳								۱۰۹	Mt مايتتریم [۲۷۶]

La لانتان ١٣٨,٩٠	Ce سریم ١٤٠,١٠	Pr پرائسٹودیمیم ١٤٠,٩٠	Nd نئودیمیم ١٤٤,٢٠	Pm پرموتیم [١٤٥]	Sm ساماریم ١٥٠,٤٠
Ac اکتینیم [٢٤٧]	Th توریم ٢٣٢,٠٠	Pa پروتاکتینیم ٢٣١,٠٠	U اورانیم ٢٣٨,٠٠	Np نیپتونیم [٢٣٧]	Pu پلوتونیم [٢٤٤]

در جدول دوره‌ای^۱ (تناوبی) امروزی، عنصرها براساس افزایش عدد اتمی^۲ سازماندهی شده‌اند، به طوری که جدول دوره‌ای عنصرها از عنصر هیدروژن با عدد اتمی یک ($Z=1$) آغاز و به عنصر شماره ۱۱۸ ختم می‌شود. این جدول، ۷ دوره^۳ و ۱۸ گروه^۴ دارد. هر ردیف افقی جدول، که نشان دهنده چیدمان عنصرها بر حسب افزایش عدد اتمی است، دوره نام دارد؛ در حالی که هر ستون، شامل عنصرها با خواص شیمیایی مشابه است و گروه نامیده می‌شود. بدیهی است خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره از جدول جای دارند، متفاوت است. با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به‌طور مشابه تکرار می‌شود؛ از این‌رو چنین جدولی را جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها نامیده‌اند.

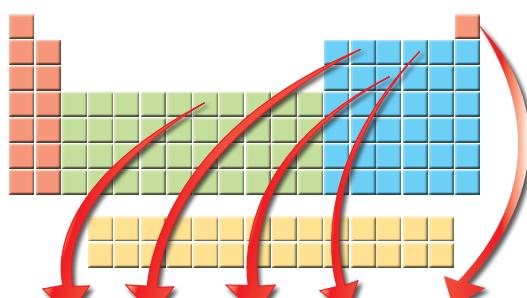
هر خانه از جدول به یک عنصر معین تعلق دارد و حاوی برخی اطلاعات شیمیایی آن عنصر است. برای نمونه خانه شماره هفت به عنصر نیتروژن تعلق دارد که اطلاعات آن به صورت زیر است:

نام شیمیایی	N	نام	نیتروژن	عدد اتمی	۷
جرم اتمی میانگین	۱۴/۰	جرم اتمی	۱۴/۰	نیتروژن	N
نماد شیمیایی		نماد		نام	نام شیمیایی

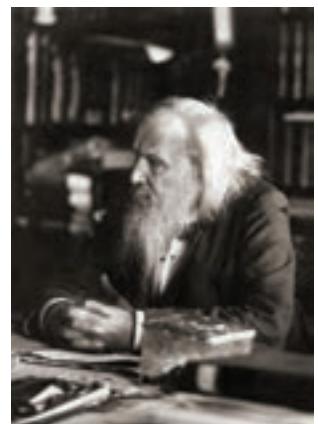
آیا می‌دانید

بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینه دسته‌بندی عنصرها با کارهای مندلیف (۱۸۳۴-۱۹۰۷ میلادی) به دست آمد. مندلیف یک معلم شیمی‌اهل روسیه بود که به وجود روند تناوبی میان عنصرها مشابه با شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم، پی‌برد.

نمادها، داده‌های عددی و خلاصه‌نویسی‌های در جدول دوره‌ای، اطلاعات مفیدی درباره عنصرها ارائه می‌کند. با استفاده از این نشانه‌ها و فراگیری مهارت استفاده از جدول می‌توان اطلاعاتی مانند شماره گروه، دوره، شمار ذره‌های زیراتمی و... را برای یک عنصر به‌دست آورد (شکل ۸).



نام عنصر	نماد عنصر	شماره گروه	شماره دوره	عدد اتمی
آهن	Fe	۱۸	۸	۲۶
کربن	C	۱۴	۴	۶
فسفر	P	۱۵	۴	۱۵
اکسیژن	O	۱۶	۶	۸
هليوم	He	۱	۲	۲



شکل ۸- ارائه اطلاعات برخی عنصرها با استفاده از جدول دوره‌ای و داده‌های آن

در میان تارنماها

آیا تاکنون به اطلاعات داده شده در بلیت قطار، هواپیما، اتوبوس یا تابلوی نمایش زمان حرکت آنها دقت کرده‌اید؟ در هر یک از آنها، برخی از نمادها، خلاصه‌نویسی‌ها، واژه‌های مخفف و مجموعه‌ای از شناسه‌ها به کار رفته است. اگر با این نشانه‌ها آشنا نباشید، برای یافتن اطلاعات مفید سردرگم خواهید شد.

با مراجعه به منابع علمی معتبر مانند وبگاه «انجمن شیمی ایران» و وبگاه «آیوپاک» درباره دسته‌بندی عنصرها به روش‌های دیگر، اطلاعاتی جمع‌آوری و نتایج خود را به کلاس گزارش کنید.

خود را بیازمایید

۱- با استفاده از جدول دوره‌ای، موقعیت (دوره و گروه) عنصرهای آلومینیم ($_{13}\text{Al}$)، کلسیم ($_{20}\text{Ca}$)، منگنز ($_{25}\text{Mn}$) و سلنیم ($_{34}\text{Se}$) را تعیین کنید.

۲- هلیم ($_{2}\text{He}$)، عنصری است که تمایل به انجام واکنش شیمیایی ندارد. پیش‌بینی کنید کدام یک از عنصرهای زیر، رفتاری مشابه با آن دارد؟ چرا؟

(آ) ^{18}Ar (ب) C (پ) ^{16}S

۳- اتم فلور (F_9) در ترکیب با فلزها به یون فلورید (F^-) تبدیل می‌شود. اتم کدام یک از عنصرهای زیر، می‌تواند آنیونی با بار الکتریکی همانند یون فلورید تشکیل دهد؟ چرا؟

(آ) ^{37}Rb (ب) ^{25}Br (پ) ^{15}P

۴- از اتم آلومینیم ($_{13}\text{Al}$)، یون پایدار Al^{3+} شناخته شده است. پیش‌بینی کنید اتم کدام یک از عنصرهای زیر می‌تواند به کاتیونی مشابه Al^{3+} در ترکیب‌ها تبدیل شود؟

(آ) ^{19}K (ب) ^{21}Ga (پ) ^{7}N

آیا می‌دانید

آیوپاک (IUPAC)، اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی است که یکاهای، نمادها، قراردادها، قواعد فرمول‌نویسی و نام‌گذاری و... را راهه می‌کند. جدول دوره‌ای عنصرها نیز به تأیید آیوپاک رسیده است.



جرم اتمی عنصرها

می‌دانید که جرم اجسام گوناگون را بسته به اندازه و نوع آنها با ترازووهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌کنند (شکل ۹).

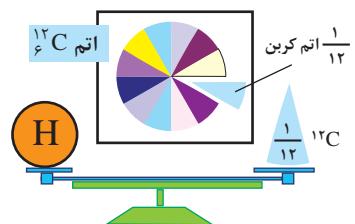


شکل ۹- جرم یک کامیون را با باسکول و یکای تن، جرم هندوانه را با ترازوی معمولی و یکای کیلوگرم و جرم طلا را با ترازووهای دقیق‌تر و یکای گرم می‌سنجدند.

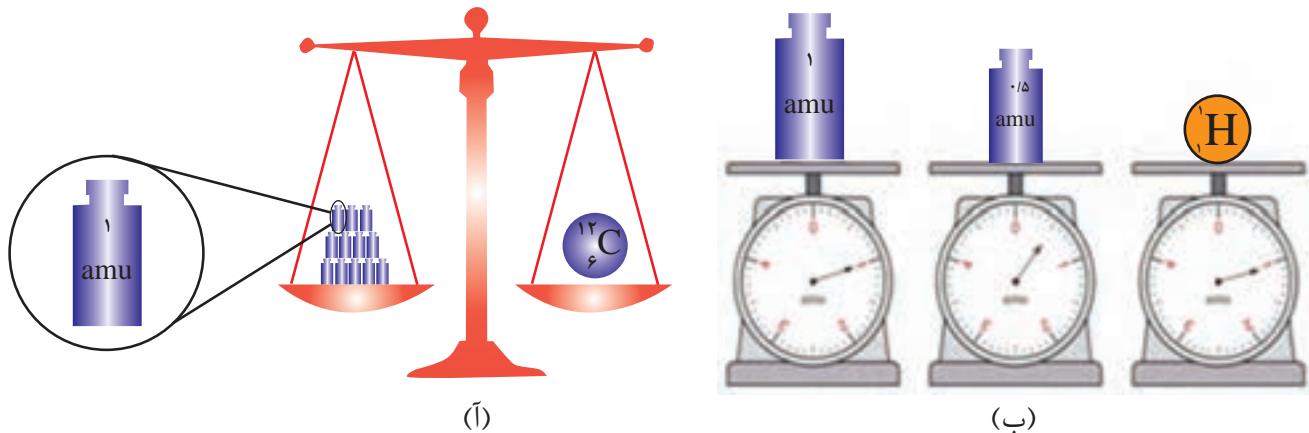
با این توصیف، ترازوهایی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می‌رود، دقت اندازه‌گیری متفاوتی دارد؛ برای نمونه، دقت باسکول‌های تنی تا یکدهم تن و دقت ترازوی زرگری تا یکصدم گرم است. با استفاده از باسکول چند تنی نمی‌توان جرم یک هندوانه را اندازه‌گیری کرد؛ زیرا جرم هندوانه از دقت اندازه‌گیری این ترازو کمتر است. آیا می‌توان جرم یک دانه برج را با ترازوی معمولی اندازه‌گیری کرد؟

دانشمندان برای اینکه بتوانند خواص فیزیکی و شیمیایی هر ماده را در محیطی مانند بدن انسان، محیط‌زیست، محیط آزمایش و... بررسی و اثر آن را گزارش کنند، باید بدانند که چه جرمی از اتم‌ها یا مولکول‌های آن ماده وارد محیط شده است؛ از این‌رو آنها همواره در پی‌یافتن سنجه‌ای مناسب و در دسترس برای اندازه‌گیری جرم اتم‌ها بوده‌اند.

اتم‌ها بسیار ریزند به طوری که نمی‌توان آنها را به طور مستقیم مشاهده و جرم آنها را اندازه‌گیری کرد؛ به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. مطابق این مقیاس، جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجد که جرم آن $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن-۱۲ است (شکل ۱۰). به این وزنه، یکای جرم اتمی^۱ (amu) می‌گویند.



الگویی دیگر برای نمایش amu



شکل ۱۰-آ) اگر جرم یک ایزوتوپ کربن-۱۲ را برابر با عدد ۱۲ در نظر بگیریم، سپس این عدد را به بخش یکسان تقسیم کنیم، هر بخش را ۱ amu می‌نامند؛ به این ترتیب مقیاسی به دست می‌آید که به کمک آن می‌توان جرم همه اتم‌ها را اندازه‌گیری کرد. ب) اگر در این ترازوی فرضی به جای ایزوتوپ کربن-۱۲، ایزوتوپ H^{11} قرار گیرد، جرم $11 \times 0.8 \text{ amu}$ به دست می‌آید.

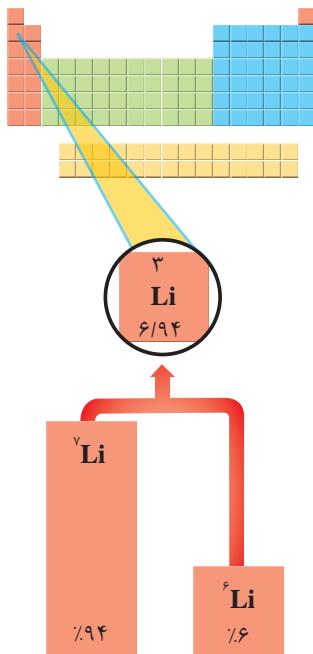
یکای جرم اتمی را با نماد n نیز نشان می‌دهند. برای نمونه جرم اتمی هیدروژن برابر است با $1/1008 \text{ u}$ یا 1.008 amu .

با تعریف amu، شیمی‌دان‌ها موفق شدند جرم اتمی دیگر عنصرها و همچنین جرم ذره‌های زیراتمی را اندازه‌گیری کنند. در این مقیاس جرم پروتون و نوترون در حدود ۱ amu بوده در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{1}{2000} \text{ amu}$ است (جدول ۱).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتومی

نام ذره	نماد*	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	$-^{\circ}e$	-1	۰/۰۰۰۵
پروتون	$+^{\circ}p$	+1	۱/۰۰۷۳
نوترون	$^{\circ}n$	0	۱/۰۰۸۷

* در این نماد، عده‌های سمت چپ از بالا به پایین به ترتیب جرم نسبی و بار نسبی ذره را مشخص می‌کند.



با این توصیف جرم اتم $^{7}_{\Lambda}Li$ را می‌توان ۷amu در نظر گرفت. اکنون با مراجعه به جدول، جرم اتمی لیتیم را مشخص کنید. آیا تفاوتی مشاهده می‌کنید؟ به نظر شما علت این تفاوت چیست؟

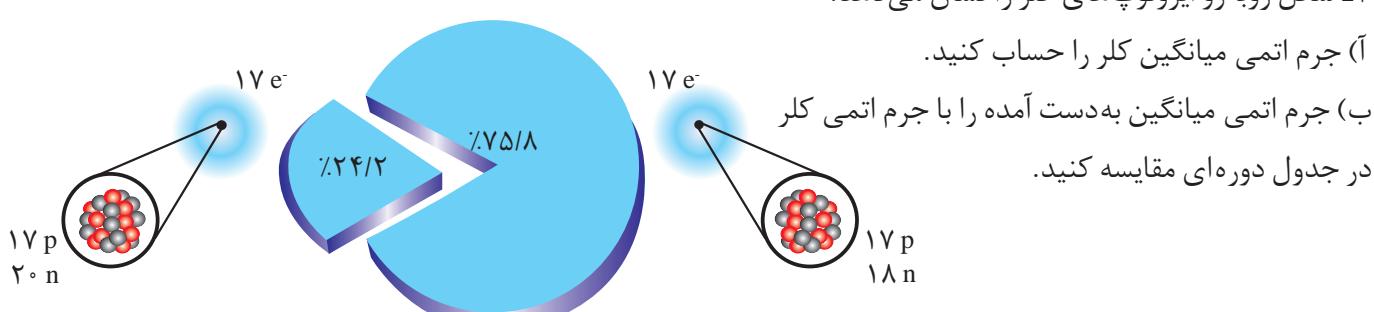
با هم بیندیشیم

- ۱- با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
آ) جدول زیر را کامل کنید.

نماد ایزوتوپ	درصد فراوانی در طبیعت	عدد جرمی (A)	جرم اتمی میانگین

ب) جرم اتمی میانگین هر عنصر همان جرم نشان داده شده در جدول دوره‌ای عنصرهاست.
رابطه‌ای بین جرم اتمی میانگین، درصد فراوانی و جرم اتمی ایزوتوپ‌ها بنویسید.

- ۲- شکل روبرو ایزوتوپ‌های کلر را نشان می‌دهد.
آ) جرم اتمی میانگین کلر را حساب کنید.



شمارش ذره‌ها از روی جرم آنها

اگر بخواهید تعداد دانه‌های خاکشیر یا برنج موجود در یک نمونه کوچک از آنها را بشمارید، به نظر شما این تلاش چقدر وقت می‌گیرد؟ پس از شمارش دانه‌های تا چه اندازه به نتیجهٔ شمارش خود اطمینان دارید؟ برای اینکه بتوانید تعداد دانه‌های برنج یا خاکشیر در یک کیسه از این مواد را بشمارید (شکل ۱۱)، چه راهکاری پیشنهاد می‌کنید؟



شکل ۱۱- شمارش تک‌تک دانه‌های خاکشیر، برنج و موادی که اندازهٔ دانه‌های آنها بسیار ریز است، کاری دشوار، وقت‌گیر و اغلب انجام نشدنی است.

با هم بیندیشیم

آ) جدول زیر را کامل کنید.

ماده	جرم ۱ عدد (گرم)	جرم ۵۰ عدد (گرم)	جرم ۱۰۰۰ عدد (گرم)
کاغذ آ	۴۵۰۰
عدس	۵۶
برنج	۲۲
خاکشیر	۲



ب) به نظر شما جرم یک عدد از کدام ماده را می‌توان با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری کرد؟ چرا؟

پ) روشی برای اندازه‌گیری جرم یک دانهٔ خاکشیر ارائه کنید.

ت) آیا جرم هر یک از دانه‌های برنج موجود در نمونه با جرم به دست آمده در ستون چهارم

جدول برابر است؟ توضیح دهید.

- برآورده کنید در یک کیسه ۴۰ کیلوگرمی برنج تقریباً چند دانهٔ برنج وجود دارد؟

اتم‌ها به طور باور نکردنی ریز هستند به‌طوری که نمی‌توان با هیچ دستگاهی و شمارش تک‌تک آنها، شمار آنها را به دست آورد؛ اما دریافتید که از روی جرم مواد می‌توان شمار ذره‌های سازنده را شمارش کرد. اینک حدس بزنید که چگونه می‌توان شمار اتم‌های موجود در یک نمونه عنصر را شمارش کرد؟

آیا می‌دانید

برخی فضایی‌ها با خود طیف‌سنج جرمی حمل می‌کنند و از آن برای شناسایی عنصرهای در نقاط گوناگون فضابهره می‌گیرند.

پیوند با ریاضی

- دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام **طیف‌سنج جرمی**^۱، جرم اتم‌ها را با دقت زیاد اندازه‌گیری می‌کنند. اگر بدانید که جرم یک اتم هیدروژن برابر با $1 \text{ amu} = 1/66 \times 10^{-24} \text{ g}$ است، حساب کنید در نمونه یک گرمی از عنصر هیدروژن، چند اتم هیدروژن وجود دارد؟
- به عدد به دست آمده در پرسش ۱، عدد آووگادرو^۲ می‌گویند و آن را با N_A نشان می‌دهند. اکنون مشخص کنید اگر به تعداد N_A اتم هیدروژن در یک نمونه موجود باشد، جرم آن چند گرم است؟

در زندگی روزانه نیز برای بیان شمارش از یکاهای گوناگونی استفاده می‌شود (شکل ۱۲).



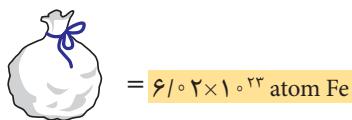
آیا می‌دانید

هر کهکشان در جهان هستی در حدود 400 میلیارد ستاره در خود دارد! همچنین تعداد کهکشان‌های جهان هستی حدود 13° میلیارد برآورد می‌شود، در این صورت در جهان هستی حدود 80% مول ستاره وجود دارد (چرا؟).

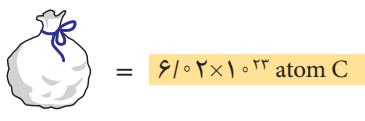
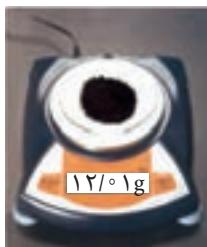
شکل ۱۲- استفاده از شانه و دست به ترتیب برای شمارش تخم مرغ و قاشق و چنگال محاسبه را آسان‌تر می‌کند.

نقش N_A در شیمی مانند نقش شانه در شمارش تعداد تخم مرغ هاست با این تفاوت چشمگیر که عدد آووگادرو، عدد بسیار بزرگی است. شیمی‌دان‌ها به $10^{23} \times 6.02 \times 10^{23}$ از هر

ذره، یک مول از آن ذره می‌گویند به طوری که جرم یک مول ذره بر حسب گرم، جرم مولی آن نامیده می‌شود (شکل ۱۳).



$$1 \text{ mol Fe} = 55/85 \text{ g Fe}$$



$$1 \text{ mol C} = 12/01 \text{ g C}$$

شکل ۱۳ - جرم و شمار اتم‌های یک مول آهن و کربن

با استفاده از هم‌ارزی میان کمیت‌ها می‌توان آنها را به یکدیگر تبدیل کرد به طوری که برای هر هم‌ارزی می‌توان دو عامل (کسر) تبدیل^۱ نوشت. در این عامل‌ها، صورت و مخرج هر یک شامل عددی همراه با یکاست؛ برای نمونه از هم‌ارزی $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$ می‌توان این دو

$$\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \quad \text{و} \quad \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \quad \text{عامل تبدیل را نوشت:}$$

از این عامل‌ها می‌توان در تبدیل متر به سانتی‌متر و برعکس استفاده کرد؛ برای نمونه به

$$\text{تبديل } 15^{\circ} \text{ متر به سانتی‌متر توجه کنید:} \\ ? \text{ cm} = 15 \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 1500 \text{ cm}$$

به همین ترتیب برای $C = 12/01 \text{ g}$ ، می‌توان دو عامل تبدیل به صورت زیر

نوشت:

$$\frac{1 \text{ mol C}}{12/01 \text{ g C}} \quad \text{و} \quad \frac{12/01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}}$$

بنابراین برای تبدیل جرم 6 g گرم کربن به مول‌های آن می‌توان نوشت:

$$? \text{ mol C} = 6 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12/01 \text{ g C}} = 0.5 \text{ mol C}$$

● گرم، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود؛ این در حالی است که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می‌آید و کار با آن در آزمایشگاه در عمل ناممکن است.

آیا می‌دانید

۱۷۷۶-۱۸۵۶ آmedeno آووگادرو (میلادی) شیمی‌دان پرآوازه‌ای ایتالیایی که به افتخار او شمار ذره‌های موجود در یک مول ماده، عدد آووگادرو نام‌گذاری شده است.



آیا می‌دانید

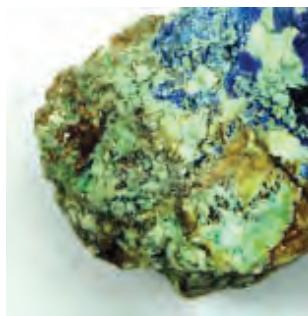
اگر 6×10^{23} دانه برف در سطح ایران بیارد، لایه‌ای از برف به ارتفاع قله دنا ($\approx 4500 \text{ m}$) همه کشور را می‌پوشاند.



خود را بیازمایید

آیا می دانید

فلز مس گاهی در طبیعت به حالت آزاد یافت می شود. این عنصر اغلب به شکل ترکیب های گوناگون وجود دارد. حدود هفت هزار سال پیش، انسان توانست با گرم کردن سنگ معدن مس همراه با زغال سنگ، فلز مس را به صورت مذاب استخراج کند.



۱- با استفاده از $1 \text{ mol Al} = 27 \text{ g Al}$ و $1 \text{ mol S} = 32 \text{ g S}$ عامل های تبدیل مناسب حساب کنید:

آ) ۵ مول آلومینیم چند گرم جرم دارد؟

ب) ۸٪ گرم گوگرد چند مول گوگرد است؟

۲- دانش آموزی برای تعیین تعداد اتم های موجود در $\frac{1}{2}$ مول فلز روی، محاسبه زیر را به درستی انجام داده است. هر یک از جاهاي خالی را پر کنید.

$$\text{atom Zn} = \frac{\dots \text{atom Zn}}{\dots \text{mol Zn}} = \frac{1/2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ atom Zn}}{1/2 \text{ mol Zn}}$$

۳- حساب کنید 9×10^{-3} اتم مس، چند مول و چند گرم مس است؟

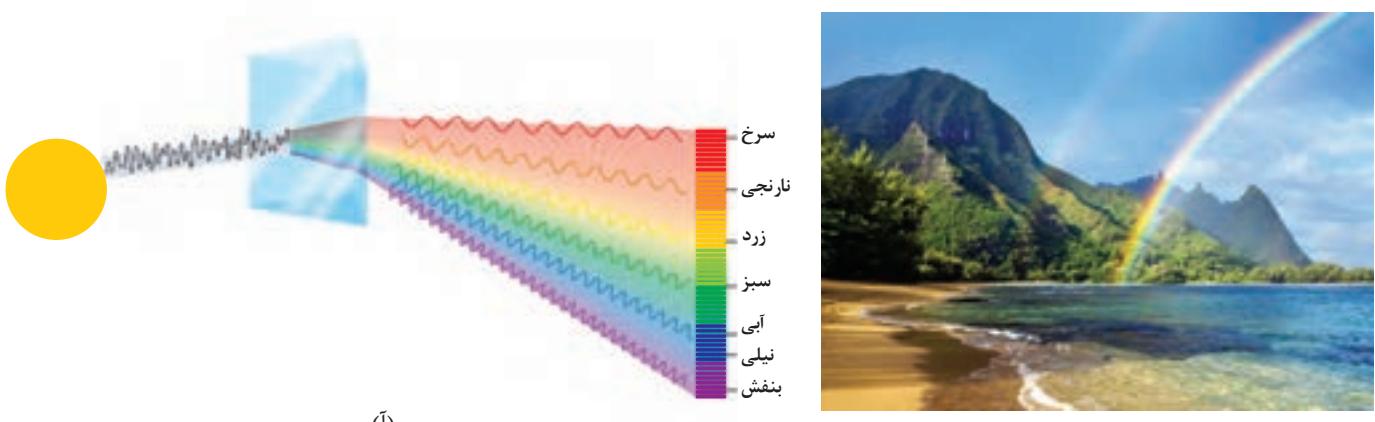
نور، کلید شناخت جهان

آیا تاکنون با خود اندیشیده اید، چگونه می توان به اجزای سازنده خورشید و ستاره ها پی برد؟ چگونه می توان دمای خورشید را اندازه گیری کرد؟ آیا با دما سنج های معمولی می توان دمای خورشید را اندازه گیری کرد؟

نور کلیدی است که با استفاده از آن می توان رازهای آفربینش را رمزگشایی کرد و شاید بتوان گفت که نور، کلید قفل صندوقچه رازهای جهان است.

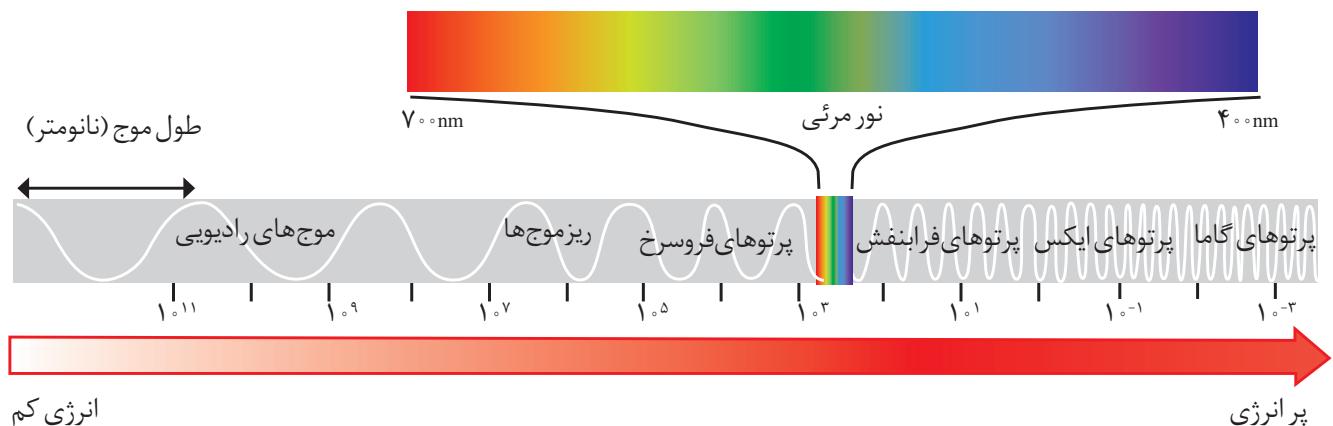
به دلیل اینکه خورشید و دیگر اجرام آسمانی از ما بسیار دور هستند، ویژگی های آنها را نمی توان به طور مستقیم اندازه گیری کرد. همچنین دمای اجسام بسیار داغ را نمی توان با ابزاری مانند دما سنج تعیین کرد؛ زیرا دما سنج در این دماها ذوب می شود؛ با این توصیف چگونه می توان دمای خورشید، اجزای سازنده آن و دمای شعله های بسیار داغ را تعیین کرد و اطلاعات ارزشمندی از آنها به دست آورد؟

نور^۱، امکان یافتن پاسخ این پرسش ها را فراهم می آورد. نوری که از ستاره یا سیاره ای به ما می رسد، نشان می دهد که آن ستاره یا سیاره از چه ساخته شده و دمای آن چقدر است؟ دانشمندان با دستگاهی به نام طیف سنج^۲ می توانند از پرتوهای گسیل شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی درباره آنها به دست آورند. اینکه نور چیست؟ چگونه تولید می شود؟ حامل چه اطلاعاتی است؟ پرسش های مهمی است که در ادامه، پاسخ آنها را خواهید یافت. نور خورشید، اگرچه سفید به نظر می رسد اما با عبور از قطره های آب موجود در هوا، که پس از بارش هنوز در هوا پراکنده است، تجزیه می شود و گستره ای پیوسته از رنگ ها را ایجاد می کند. این گستره رنگی، شامل بی نهایت طول موج از رنگ های گوناگون است (شکل ۱۴).



(ب) شکل ۱۴- آ) نور خورشید هنگام عبور از منشور تجزیه می‌شود. ب) رنگین کمان، گستره‌ای از رنگ‌های سرخ تا بنفش را در بر می‌گیرد.

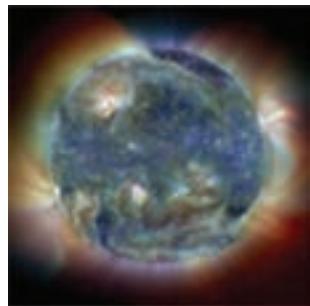
چشم ما تنها می‌تواند گستره محدودی از نور را ببیند. به این گستره، که رنگ‌های سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش را در بر می‌گیرد، گسترهٔ مرئی^۱ می‌گویند (شکل ۱۵). بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید شامل گسترهٔ بسیار بزرگ‌تری از این پرتوهای است. پرتوهایی که از نوع پرتوهای الکترومغناطیسی است و با خود انرژی حمل می‌کند به طوری که هر چه طول موج آن کوتاه‌تر باشد، انرژی بیشتری با خود حمل می‌کند؛ برای نمونه انرژی نور آبی از نور سرخ بیشتر است (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- نور مرئی تنها بخش کوچکی از گسترهٔ پرتوهای الکترومغناطیسی است. یکی از ویژگی‌های موج، طول موج^۲ است که آن را با λ نشان می‌دهند. با توجه به شکل آن را تعریف کنید.

خود را بیازمایید

در صورت فلکی شکارچی (Orion)، دمای سطح ستاره سرخ رنگ کمتر از دمای سطح خورشید است، اما دمای سطح ستاره آبی رنگ از دمای سطح خورشید بیشتر است.



● تصویری از خورشید که با استفاده از دوربین‌های حساس به پرتوهای فرابنفش گرفته شده است.

آیا می‌دانید

امروزه برای اندازه‌گیری دمای اجسام داغ می‌توان از دماسنجهای استفاده کرد که بدون تماس با جسم، دمای آن را مشخص می‌کند. یکی از این دماسنجهای دماسنچ فروسرخ^۱ نام دارد. این دماسنچ با جذب پرتوهای فروسرخ نشرشده از جسم داغ، دمای آنها را نشان می‌دهد.



مشاهده کردید که پرتوهای گوناگون، طول موج‌های متفاوتی دارند. با توجه به این موضوع به نظر شما هریک از دماهای داده شده به کدام شکل مربوط است؟ چرا؟

۸۰ °C ۲۷۵ °C ب) °C آ) ۱۷۵ °C



کاوش کنید

درباره اینکه «آیا دیگر پرتوهای الکترومغناطیس را می‌توان مشاهده کرد؟» مراحل زیر را انجام دهید:

۱- یک کنترل تلویزیون را که با تری آن سالم است، بردارید و از یکی از دوستان خود بخواهید که کلید روشن و خاموش آن را فشار دهد. شما هم به چشمی کنترل نگاه کنید. چه چیزی مشاهده می‌کنید؟

۲- قسمت ۱ را تکرار کنید؛ اما این بار با دوربین یک موبایل به چشمی کنترل نگاه کنید. چه مشاهده می‌کنید؟ آن را توصیف کنید.

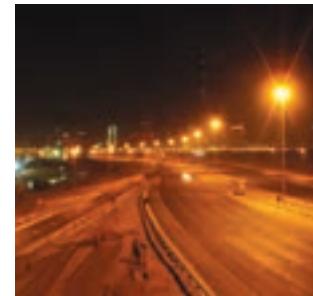


۳- آزمایش را با فشردن دیگر دگمه‌ها تکرار و مشاهده‌های خود را یادداشت نمایید. چه تفاوتی مشاهده می‌کنید؟ توضیح دهید.

۴- از این مشاهده‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

نشر نور و طیف نشري

آتش بازی با مواد شیمیایی، نورهای رنگی زیبا، چشم نواز و شادی بخشی در آسمان ایجاد می کند که از آن در جشن های ملی و رویدادهای جهانی مانند بازی های المپیک استفاده می شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- هر یک از این جرقه های زیبا، ناشی از وجود یک ماده شیمیایی معین در مواد آتش زاست.

کدام جزء از یک ترکیب شیمیایی، این رنگ ها را ایجاد می کند؟ تجربه نشان می دهد که بسیاری از نمک ها شعله رنگی دارند، به طوری که اگر مقداری از محلول نمک را با افشاره روی شعله بپاشیم، رنگ شعله تغییر می کند؛ برای نمونه رنگ شعله فلز سدیم و ترکیب های گوناگون آن مشابه و زرد رنگ، در حالی که رنگ شعله فلز مس و ترکیب های گوناگون آن مشابه و سبز رنگ است (جدول ۲).

جدول ۲- رنگ شعله برخی فلزها و نمک های آنها



● از لامپ نئون در ساخت تابلوهای تبلیغاتی برای ایجاد نوشتہ های نورانی سرخ فام استفاده می شود.



سرخ	زرد	سبز
لیتیم نیترات	سدیم نیترات	مس (II) نیترات
لیتیم کلرید	سدیم کلرید	مس (II) کلرید
لیتیم سولفات	سدیم سولفات	مس (II) سولفات
فلز لیتیم	فلز سدیم	فلز مس

● شعله ترکیب های سدیم، لیتیم و مس هر یک رنگ منحصر به فردی دارد و رنگ نشسته از هر یک، فقط باریکه بسیار کوتاهی از گستره طیف مرئی را دربرمی گیرد.



مطابق جدول، رنگ شعله فلز لیتیم و همه ترکیب‌های آن به رنگ سرخ است؛ از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که رنگ سرخ ایجاد شده در یک شعله می‌تواند، نشان دهنده وجود عنصر لیتیم در آن باشد. در واقع از روی تغییر رنگ شعله می‌توان به وجود عنصر فلزی در آن پی برد.

شیمی‌دان‌ها به فرایندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد، نشر^۱ می‌گویند. اگر نور نشر شده از یک ترکیب لیتیم دار در شعله را از یک منشور عبور دهیم، الگویی مانند شکل زیر به دست می‌آید که به آن طیف نشری خطی لیتیم^۲ می‌گویند (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- طیف نشری خطی لیتیم

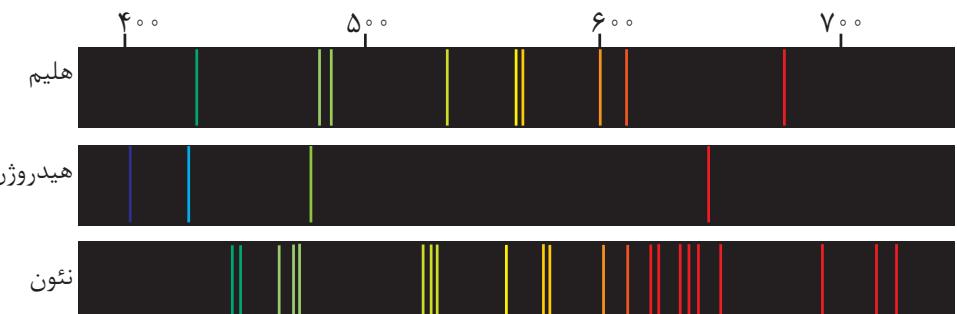
از آنجاکه طیف نشری خطی لیتیم در گسترۀ مرئی، تنها شامل چهار خط یا طول موج رنگی است به آن طیف خطی می‌گویند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که هر عنصر، طیف نشری خطی ویژه‌خود را دارد و مانند اثر انگشت ما، می‌توان از آن طیف برای شناسایی عنصر استفاده کرد.

خود را بیازمایید

طیف نشری خطی زیر از یک عنصر تهیه شده است.



با بررسی طیف‌های نشان داده شده در زیر، مشخص کنید که طیف نشری بالا به کدام عنصر تعلق دارد؟ چرا؟



- کاربرد طیف‌های نشری خطی از برخی جنبه‌ها مانند کاربرد خط نماد (بارکد)^۳ روی جعبه یا بسته مواد غذایی و بسیاری کالاهاست. هر نوع کالا، خط نماد ویژه‌خود را دارد. با خواندن آن به وسیله دستگاه لیرری ویژه‌ای که به رایانه متصل است، نوع و قیمت کالا به سرعت روی صفحه نمایشگر ظاهر می‌شود.

آیا می‌دانید

در سال ۱۸۶۸ میلادی ستاره‌شناسان در بررسی طیف نشری، هنگام خورشید‌گرفتگی متوجه یک سری خطوط نشری شدند که با هیچ عنصر تا آن زمان همخوانی نداشت. این خطوط کشف عنصر جدیدی را نوید می‌داد. عنصری که هلیم نام گرفت (واژه یونانی هلیوس به معنای خورشید است). در سال ۱۸۹۴ میلادی، ویلیام رامسی شیمی‌دان اسکاتلندی پس از جداسازی N₂ و O₂ از هوا توانست از باقیمانده هوا، آرگون را به عنوان نخستین گاز نجیب کشف کند. یک سال بعد رامسی گاز واکنش ناپذیری را درون نمونه‌های معدنی اورانیم‌دار یافت که همان خطوط طیفی را نشان می‌داد که در خورشید‌گرفتگی سال ۱۸۶۸ مشاهده شده بود. به این ترتیب هلیم نیز در زمین کشف شد و ویژگی‌های آن مورد مطالعه قرار گرفت.

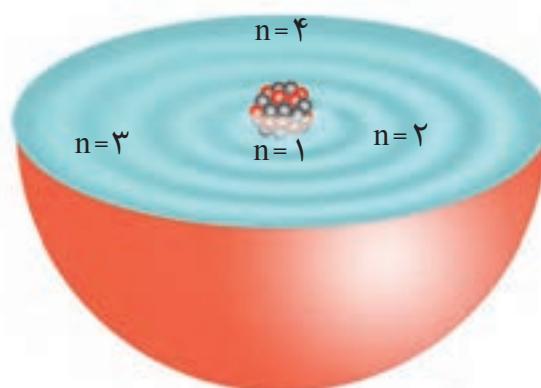
آیا می دانید

نیلز بور (۱۸۸۵-۱۹۶۲ میلادی) فیزیکدان دانمارکی در سال ۱۹۲۲ جایزه نوبل در فیزیک را از آن خود کرد.



اتم هیدروژن به عنوان ساده‌ترین اتم، تنها دارای یک پروتون در هسته و یک الکترون پیرامون آن است. در گسترهٔ مرئی طیف نشری خطی به دست آمده از اتم‌های آن، وجود چهار خط یا نوار رنگی با طول موج و انرژی معین، تأیید شده است. از آنجاکه هر نوار رنگی در طیف نشری خطی، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد، نیلز بور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه آنها، می‌توان اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم هیدروژن به دست آورد. او پس از پژوهش‌های بسیار، توانست مدلی برای اتم هیدروژن ارائه کند. اگرچه مدل بور با موفقیت توانست طیف نشری خطی هیدروژن را توجیه کند اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت.

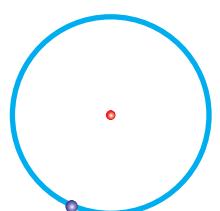
دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختاری لایه‌ای برای اتم ارائه کردند (شکل ۱۸). در این مدل، اتم را کره‌ای در نظر می‌گیرند که هسته در فضایی بسیار کوچک و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند. این لایه‌ها را از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند و شمارهٔ هر لایه را با n نمایش می‌دهند. n عدد کوانتمی اصلی^۱ نامیده می‌شود که برای لایه اول $n=1$ ، برای لایه دوم $n=2$ ، ... و برای لایه هفتم $n=7$ است.



شکل ۱۸- ساختار لایه‌ای اتم

در ساختار لایه‌ای اتم، مطابق شکل ۱۸، هر بخش پرنگ، مهم‌ترین بخش از یک لایه الکترونی را نشان می‌دهد. بخشی که الکtron‌های آن لایه، بیشتر وقت خود را در آن فاصله از هسته سپری می‌کنند به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همه نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد اما در محدودهٔ یاد شده احتمال حضور بیشتری دارد.

وی با در نظر گرفتن اینکه الکترون در اتم هیدروژن انرژی معینی دارد، مدلی را برای اتم هیدروژن ارائه کرد. وی موفق شد با این مدل، طیف نشری هیدروژن را به خوبی توضیح دهد. مدل اتمی وی اگرچه عمر زیادی نداشت ولی گام بسیار مهمی برای بهبود نگرش دانشمندان نسبت به ساختار اتم بود.

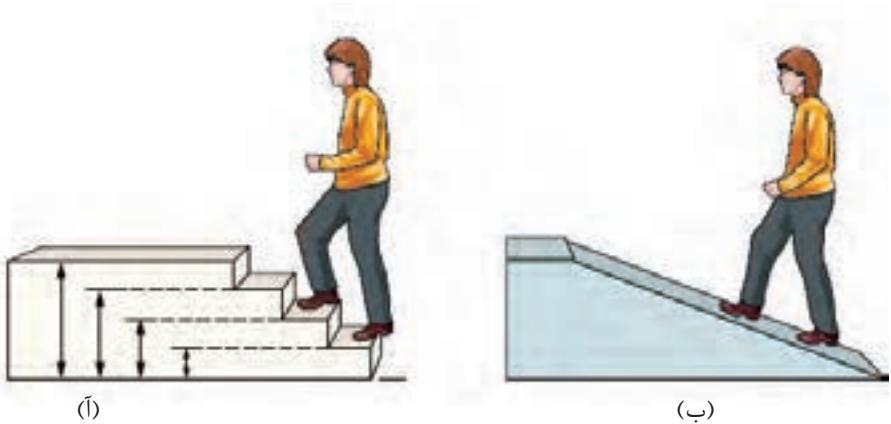


اتم هیدروژن



نکته مهم و جالب توجه در این مدل، کوانتمی بودن دادوستد انرژی^۱ هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایه دیگر است. در واقع الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایه دیگر، انرژی را به صورت پیمانه‌ای یا بسته‌های معین، جذب یا نشر می‌کند. برای درک بهتر مفهوم کوانتمی بودن انرژی، تصور کنید برای رسیدن به بالای یک بلندی دو راه وجود دارد، (شکل .۱۹)

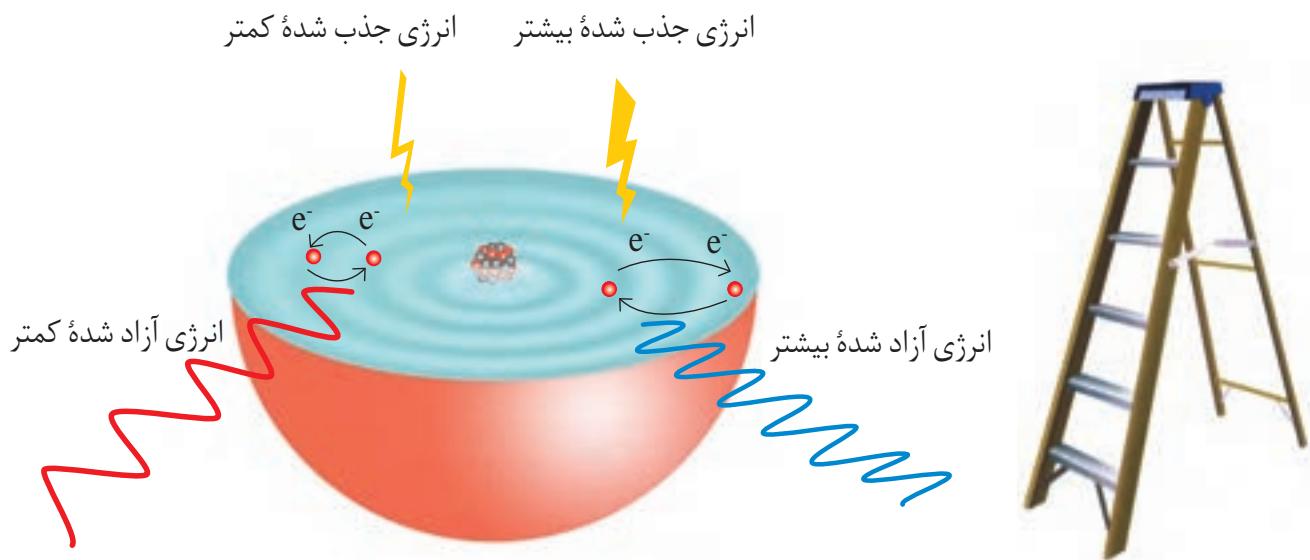
- خرمن گندم از دور به صورت توده‌ای یکپارچه، زرد رنگ و زیباست؛ اما دیدن آن از نزدیک دانه‌های جدا از هم را نشان می‌دهد. پیوستگی توده ماده در نگاه ماکروسکوپی و کوانتمی بودن آن در نگاه میکروسکوپی در این مثال روش است. انرژی نیز همانند ماده در نگاه ماکروسکوپی، پیوسته اما در نگاه میکروسکوپی، گسسته یا کوانتمی است.



شکل ۱۹- مقایسه مصرف انرژی به صورت (آ) کوانتمی و (ب) پیوسته

در راه اول می‌توان از پلکان بالا رفت. بدیهی است که برای بالا رفتن از پلکان، باید پا روی هر پله گذاشت و با صرف انرژی از یک پله به پله بالایی رفت. توجه کنید که هرگز نمی‌توان جایی میان دو پله ایستاد. همچنین برای بالا رفتن از هر پله باید انرژی معین و کافی صرف کرد تا بدن را از آن پله به پله بعدی بالا بکشد؛ زیرا اگر انرژی به کار رفته کمتر از این مقدار انرژی باشد، دیگر نمی‌توان به پله بالاتر رسید (شکل ۱۹-آ). در راه دوم برای رسیدن به بالای این سربالایی، باید از یک مسیر هموار بالا رفت. در این راه، دیگر مشکل راه اول وجود ندارد، زیرا در هر لحظه و به هر اندازه می‌توان بالا رفت؛ هر جایی که ممکن است، ایستاد و به هر مقدار دلخواهی انرژی صرف کرد (شکل ۱۹-ب)؛ با این توصیف در میان این دو راه، هنگام بالا رفتن از پلکان محدودیت آشکاری وجود دارد.

الکترون‌ها در اتم نیز برای گرفتن یا از دستدادن انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان روبه‌رو هستند؛ برای نمونه، هنگامی که به اتم‌های گازی یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین از لایه‌ای به لایه‌ای بالاتر انتقال می‌یابند. از سوی دیگر هر چه مقدار انرژی جذب شده بیشتر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند (شکل ۲۰).

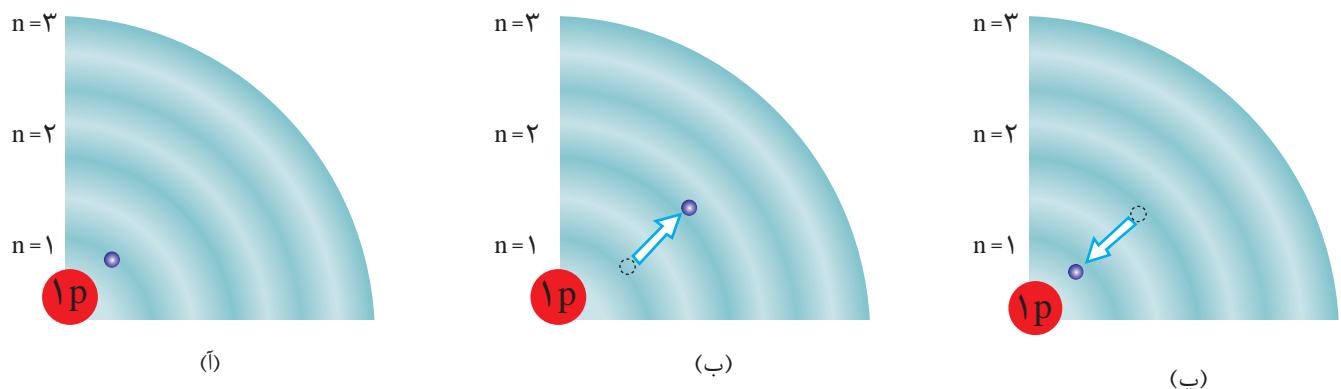


شکل ۲۰- در نتیجه جابه جایی الکترون بین لایه ها، انرژی با طول موج معین جذب یا نشر می شود.

با این توصیف انرژی داد و ستد شده هنگام انتقال الکترون ها در اتم، کوانتمویی است و انرژی در پیمانه های معینی، جذب یا نشر می شود؛ به همین دلیل، چنین ساختاری را برای اتم، **مدل کوانتمویی اتم^۱** نامیده اند. براساس این مدل، الکترون ها در هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است به طوری که گفته می شود اتم در حالت پایه قرار دارد. در این ساختار، انرژی الکترون ها در اتم با افزایش فاصله از هسته فروزنی می یابد. حال اگر به اتم ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون های آنها با جذب انرژی به لایه های بالاتر انتقال می یابد. به اتم ها در چنین حالتی، **اتم های برانگیخته^۲** می گویند.

(شکل ۲۱).

• هیچ کس نمی تواند جایی میان پله های این نرده بان بایستد، همان گونه که الکترون ها میان دو لایه، انرژی معین و تعریف شده ای ندارند. این شیوه نرده بانی دریافت یا از دست دادن انرژی را شیوه کوانتمویی می نامند.



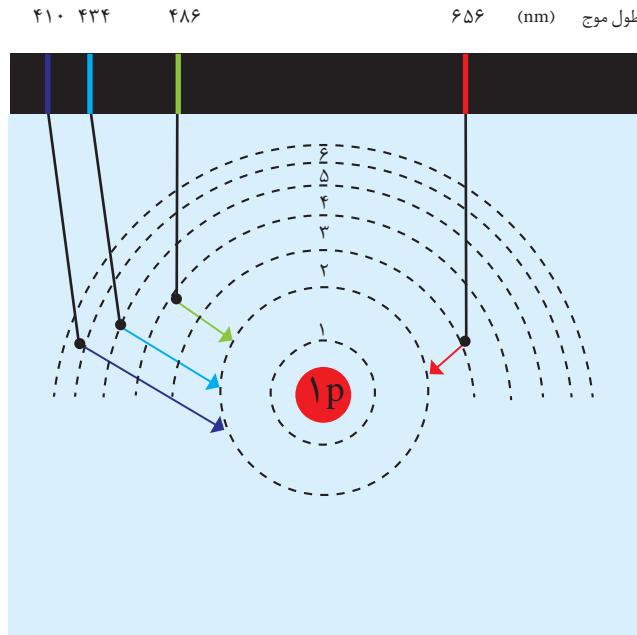
شکل ۲۱- (آ) الکtron در حالت پایه اتم هیدروژن، (ب) الکtron در حالت برانگیخته از اتم هیدروژن

(پ) بازگشت الکtron به حالت پایه

اتم‌های برانگیخته پرانرژی و ناپایدارند؛ از این‌رو تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت به حالت پایه برگردند. از آنجاکه برای الکترون، نشر نور، مناسب‌ترین شیوه برای از دست دادن انرژی است، الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با طول موج معین نشر می‌کنند.

اینک می‌توان گفت هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشر شده هنگام بازگشت الکترون‌ها را از لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر نشان می‌دهد. از آنجاکه انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هستهٔ هر اتم ویژهٔ همان اتم و به عدد اتمی آن وابسته است، انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آنها در اتم عنصرهای گوناگون، متفاوت است؛ بنابراین انتظار می‌رود هر عنصر، طیف نشری خطی منحصر به فردی ایجاد کند (شکل ۲۲).

- هنگامی که بسته‌ای به عنوان هدیه دریافت کنید با تکان دادن آن تلاش می‌کنید از محتویات آن آگاه شوید. شبیه دانه‌انیز با دادن انرژی به اتم، آن را تکان می‌دهند تا از درون آن خبردار شوند! با این تفاوت که به جای شنیدن صدا، پرتوهای گسیل شده از اتم را دریافت و مشاهده می‌کنند.



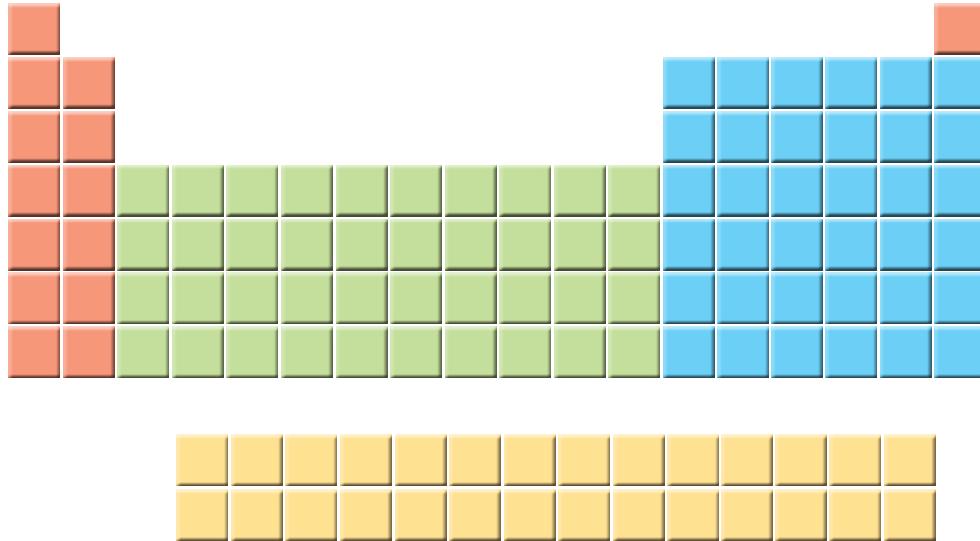
شکل ۲۲- چگونگی ایجاد چهار نوار رنگی ناحیهٔ مرئی طیف نشری خطی اتم‌های هیدروژن

با تعیین دقیق طول موج نوارهای یادشده می‌توان به تصویر دقیقی از انرژی لایه‌های الکترونی و در واقع آرایش الکترونی اتم دست یافت.

توزيع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها

عنصرها در جدول دوره‌ای برمنای عدد اتمی یا تعداد الکترون‌های اتم خود، چیده شده‌اند. به‌طوری که اتم هیدروژن با یک الکترون و اتم هلیم با دو الکترون به ترتیب اولین و دومین عنصر جدول است. این روند تا عنصر ۱۸ جدول دوره‌ای ادامه می‌یابد و اتم هر عنصر نسبت به اتم عنصر پیش از خود، یک الکtron بیشتر دارد.

از سوی دیگر اتم، ساختار لایه‌ای دارد و الکترون‌ها در لایه‌های پیرامون هسته با نظم ویژه‌ای حضور دارند به گونه‌ای که در عنصرهای ردیف اول، لایه الکترونی اول و در عنصرهای دوره دوم، لایه دوم از الکترون پر می‌شود. آیا به نظر شما میان تعداد عنصرهای موجود در هر دوره و گنجایش لایه‌های الکترونی رابطه‌ای هست؟



همان گونه که در جدول مشاهده می‌کنید در دوره اول فقط ۲ عنصر (هیدروژن و هلیم) وجود دارد که در اتم آنها، لایه الکترونی اول ($n=1$) در حال پرشدن است. این لایه، نزدیک‌ترین لایه به هسته است و تنها می‌تواند ۲ الکترون را در خود جای دهد. از آنجا که لایه اول حداقل ۲ الکترون گنجایش دارد، شاید بتوان گفت به همین دلیل در دوره اول فقط ۲ عنصر وجود دارد؛ اما اتم عنصرهای دوره دوم، دارای دو لایه الکترونی است ($n=2$). در اتم این عنصرها، هر دو لایه دارای الکترون بوده به طوری که لایه اول پر شده و لایه دوم در حال پرشدن است؛ با این توصیف لایه دوم حداقل با ۸ الکترون پرمی‌شود (چرا؟). آیا می‌توان بین چیدمان ۸ عنصر دوره دوم در جدول و شیوه پرشدن لایه دوم در اتم آنها ارتباطی یافت؟ آیا لایه الکترونی دوم، لایه‌ای یکپارچه است یا از چند بخش تشکیل شده است؟

با هم بیندیشیم

- یک دانشجوی رشته شیمی، جدول دوره‌ای را به دقت بررسی و عنصرهای هر دوره را شمارش کرد. او میان تعداد عنصرهای یک دوره و شیوه پرشدن لایه‌های الکترونی در اتم عنصرها، ارتباطی کشف کرد. او نخست عنصرها را در چهار دسته قرار داد و هر یک را با رنگ مشخص کرد؛ سپس فرض نمود که هر لایه، خود از بخش‌های کوچک‌تری تشکیل شده است

● برای رمزگشایی از آنچه خدا آفریده است، دانشمندان علوم تجربی، مفاهیم علمی را کشف و روابط بین آنها را فرمول بندی می‌کنند تا از آنها بهره گیرند. گاهی از روی روابط و فرمول‌های ریاضی، برخی مفاهیم جدید را پیش‌بینی می‌کنند.

به طوری که میان تعداد عناصرها در هر دسته رنگی از هر ردیف (مطابق جدول صفحه قبل) با گنجایش الکترونی هر یک از این بخش‌های کوچک‌تر، رابطه‌ای منطقی برقرار است.

آ) در هر دسته از عناصرهای نشان داده شده با رنگ‌های نارنجی، سبز، آبی و زرد در هر ردیف به ترتیب چند عنصر وجود دارد؟

ب) لایه دوم از چند بخش تشکیل شده است؟ گنجایش هر یک از این بخش‌ها چند الکترون است؟

پ) او هر یک از این بخش‌ها را یک زیرلایه^۱ نامید؛ با این توصیف در اتم چند نوع زیرلایه وجود دارد و هر یک چند الکترون گنجایش دارد؟

۲- او گنجایش الکترونی زیرلایه‌ها را به عنوان چهار جمله نخست یک دنباله به صورت زیر در نظر گرفت:

۲، ۶، ۱۰، ۱۴،

آ) جمله عمومی (a) این دنباله را به دست آورید. ($I \geq 0$)

ب) مقدار مجاز ۱ را برای هر زیرلایه تعیین و جدول زیر را کامل کنید.

مقدار مجاز ۱	زیر لایه	۲ الکترونی	۶ الکترونی	۱۰ الکترونی	۱۴ الکترونی

● نماد هر زیرلایه معین با دو عدد کوانتومی مشخص می‌شود؛ به دیگر سخن هر زیرلایه را می‌توان با نماد n نمایش داد؛ برای نمونه در زیر لایه ۲، $2p$ و $n=2$ است.

پ) در مدل کوانتومی اتم به هر نوع زیرلایه یک عدد کوانتومی نسبت می‌دهند. این عدد کوانتومی با نماد ۱ نشان داده شده و عدد کوانتومی فرعی^۲ نامیده می‌شود. مقادیر معین و مجاز آن به صورت زیر است:

$1 = 0, 1, 2, \dots, n-1$

با این توصیف، جدول زیر را کامل کنید.

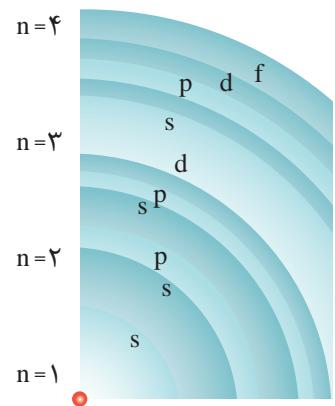
f	d	p	s	نماد زیر لایه
۱۴				حداکثر گنجایش زیر لایه
				مقدار مجاز ۱

ت) پیش‌بینی کنید پنجمین زیرلایه یک اتم، ظرفیت پذیرش حداکثر چند الکترون را خواهد داشت؟

اتم را می‌توان کره‌ای در نظر گرفت که هستهٔ بسیار کوچک و سنگینی در مرکز آن جای دارد و محل تمرکز پروتون‌ها و نوترون‌هاست. پیرامون هسته، الکترون‌ها در لایه‌های الکترونی حضور دارند. هر لایه، خود از زیرلایه‌های متفاوتی تشکیل شده است به گونه‌ای که لایه اول دارای یک زیرلایه از نوع s با گنجایش ۲ الکترون، لایه دوم دارای دو زیرلایه از نوع s و p با گنجایش ۶ و الکترون، لایه سوم دارای سه زیرلایه از نوع s ، p و d با گنجایش ۱۰ و الکترون است (جدول ۳).

جدول ۳- مقدار n و l برای زیرلایه‌ها در سه لایه الکترونی نخست

نماد زیرلایه	عدد کوانتمومی فرعی	تعداد زیرلایه	عدد کوانتمومی اصلی
۱s	$l = 0$	۱	$n = 1$
۲s	$l = 0$	۲	$n = 2$
۲p	$l = 1$		
۳s	$l = 0$	۳	$n = 3$
۳p	$l = 1$		
۳d	$l = 2$		



● زیرلایه‌های موجود در چهار لایه الکترونی

آرایش الکترونی اتم

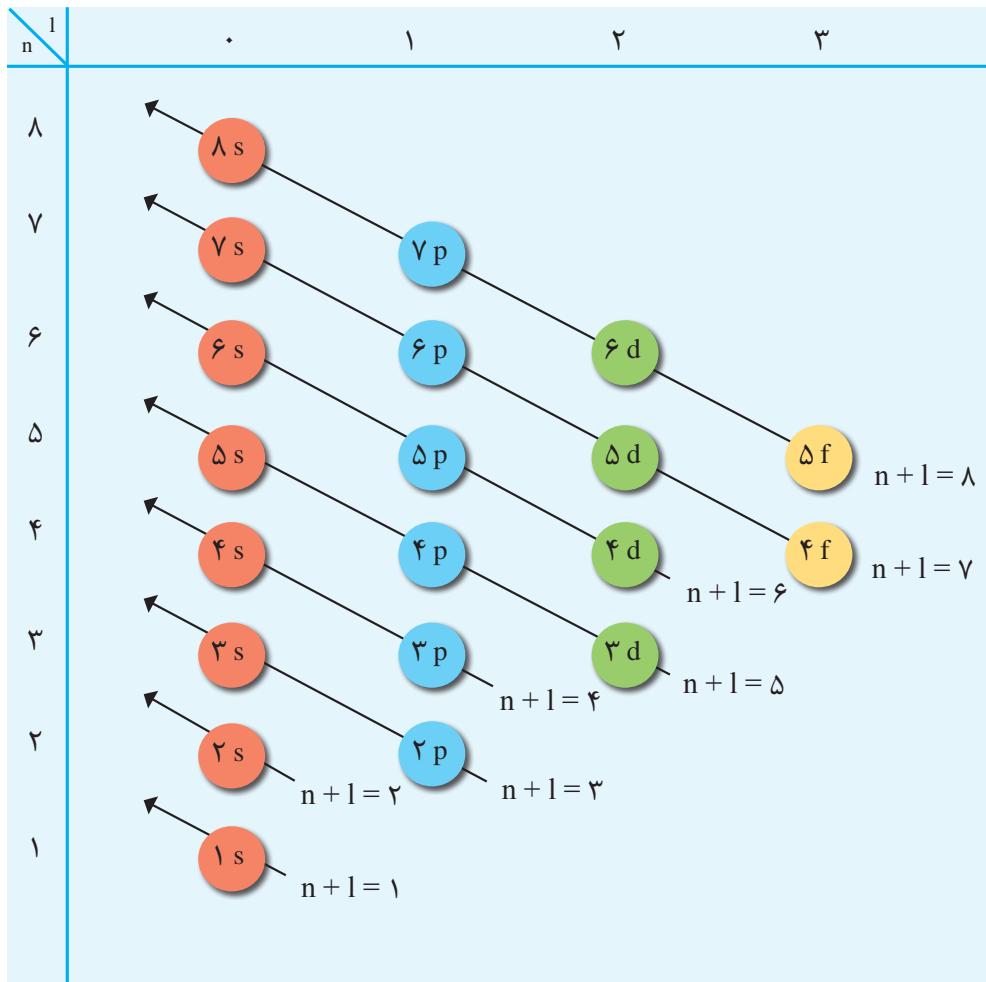
رفتار ویژگی‌های هر اتم را می‌توان از روی آرایش الکترونی آن توضیح داد؛ بنابراین یافتن آرایش درست الکترون‌ها در هر اتم از اهمیت بسیاری برخوردار است. مطابق مدل کوانتمومی برای به دست آوردن آرایش الکترونی اتم‌ها باید الکترون‌های اتم هر عنصر در زیرلایه‌ها با نظم و ترتیب معینی توزیع شود.

هنگام پرشدن اتم از الکترون، نخست زیرلایه ۱s و سپس زیرلایه‌های ۲s و ۲p از الکترون پر می‌شود؛ با این توصیف باید در اتم عنصرهای دوره سوم زیرلایه‌های ۳s، ۳p، ۳d پرشود. از این رو انتظار می‌رود که این دوره شامل ۱۸ عنصر باشد؛ اما دوره سوم دارای ۸ عنصر است. در واقع در این اتم‌ها تنها دو زیرلایه ۳s و ۳p در حال پرشدن است و زیرلایه ۳d در دوره بعد شروع به پرشدن می‌کند. این روند نشان می‌دهد که پرشدن زیرلایه‌ها تنها به عدد کوانتمومی اصلی (n) وابسته نیست بلکه از یک قاعدة کلی به نام **قاعده آفبا**^۱ پیروی می‌کند.

قاعده آفبا ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها را در اتم‌های گوناگون نشان می‌دهد. مطابق این قاعده، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته پر می‌شود که دارای انرژی کمتری است و سپس زیرلایه‌های بالاتر پر خواهد شد (شکل ۲۳).

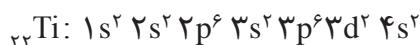
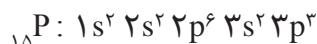
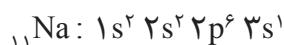
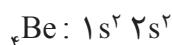
● واژه‌ای آلمانی به معنای aufbau ساختن یا افزایش گام به گام است.

انرژی زیرلایه‌ها به $n+l$ و
وابسته است به طوری که اگر
برای دو یا چند زیرلایه بسیار باشد،
زیرلایه با n بزرگ‌تر، انرژی بیشتری
دارد.



شکل ۲۳- قاعدة آفبا، ترتیب پر شدن زیرلایه‌های الکترونی در اتم را نشان می‌دهد. انرژی هر زیرلایه به $n+1$ وابسته است.

بر این اساس، آرایش الکترونی اتم بریلیم ($Z=4$), اتم سدیم ($Z=11$), اتم فسفر ($Z=15$), اتم کلسیم ($Z=20$) و اتم تیتانیم ($Z=22$) به صورت زیر خواهد بود:



خود را بیازمایید

۱- آرایش الکترونی اتم‌های داده شده را در جدول زیر بنویسید.

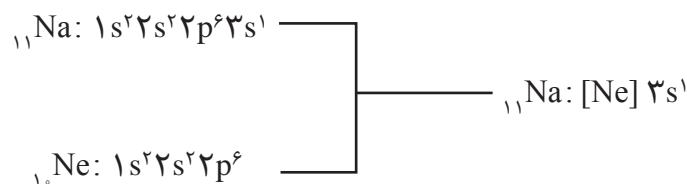
آرایش الکترونی	نماد شیمیایی عنصر
	O
	^{18}Ar
	^{20}Ca
	^{33}As
	^{74}Se

۲- داده‌های طیف‌سنجی نشان می‌دهد که آرایش الکترونی برخی اتم‌ها از قاعدة آفبا پیروی نمی‌کند؛ برای نمونه هر یک از اتم‌های کروم و مس در بیرونی‌ترین زیر لایه خود تنها یک الکترون دارد. آرایش الکترونی این دو اتم را رسم کنید.

آرایش الکترونی اتم‌ها را به شیوهٔ دیگری نیز می‌توان نوشت که آرایش الکترونی فشردهٔ خوانده می‌شود؛ برای نمونه آرایش الکترونی فشرده برای اتم سدیم به صورت زیر خواهد بود:



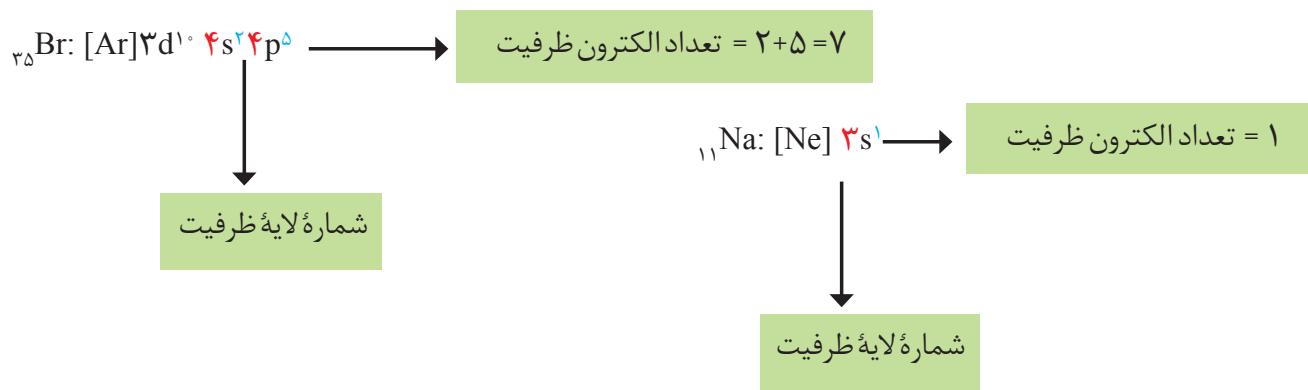
همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این آرایش الکترونی از نماد گاز نجیب استفاده شده است. برای دستیابی به آرایش فشرده، نخست آرایش اتم موردنظر به صورت گسترده نوشته می‌شود؛ سپس بخشی از آرایش الکترونی، که همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب است با عبارت [نماد شیمیایی گاز نجیب] جایگزین می‌شود.



اهمیت آرایش الکترونی فشرده به دلیل نمایش الکترون‌ها در بیرونی‌ترین لایه به نام لایهٔ ظرفیت اتم است. لایهٔ ظرفیت^۲ یک اتم، لایه‌ای است که الکترون‌های آن، رفتار شیمیایی

گفتنی است که قاعدة آفبا آرایش الکترونی اتم اغلب عنصرها را پیش‌بینی می‌کند؛ اما برای اتم برخی عنصرهای جدول نارسانی دارد. امروزه به کمک روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته، آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند.

اتم را تعیین می‌کند. به الکترون‌های این لایه، الکترون‌های ظرفیت اتم می‌گویند (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- آرایش الکترونی و تعیین الکترون‌های ظرفیت در اتم سدیم و برم

خود را بیازمایید

۱- آ) با مراجعه به جدول دوره‌ای عنصرها، جدول زیر را کامل کنید.

- در عنصرهای دسته d از دوره چهارم، الکترون‌های ظرفیت شامل الکترون‌ها در زیرلایه‌های 4s و ۴d است.

نماد عنصر	شماره گروه	شماره دوره
${}_{35}^{Br}$		
${}_{27}^{Co}$		
${}_{20}^{Ca}$		
${}_{14}^{Si}$		
${}_{10}^{Ne}$		
${}_{8}^{O}$		
${}_{3}^{Li}$		

ب) جدول زیر را کامل کنید.

نماد عنصر	آرایش الکترونی فشرده	شماره بیرونی ترین لایه	تعداد الکترون‌های ظرفیت
${}_{3}^{Li}$			
${}_{8}^{O}$			
${}_{10}^{Ne}$			
${}_{12}^{Si}$			
${}_{20}^{Ca}$	$[Ar] 4s^2$	$n = 4$	۲
${}_{27}^{Co}$			
${}_{35}^{Br}$			

- فقط رسم آرایش الکترونی ۳۶ عنصر نخست جدول دوره‌ای جزو اهداف این کتاب است. بنابراین ارزشیابی برای عناصرهای فراتر از عدد اتمی ۳۶ مجاز نیست.

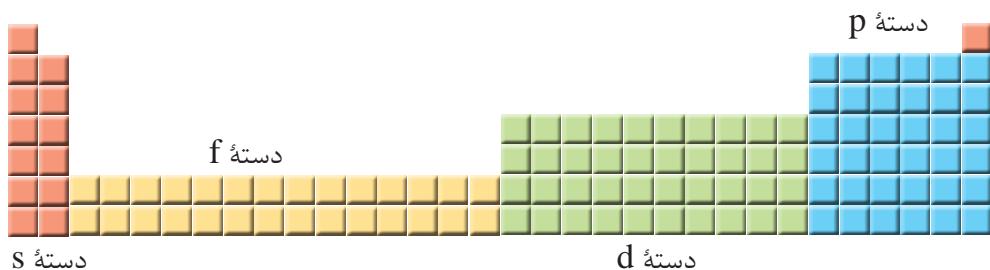
پ) از روی آرایش الکترونی اتم هر عنصر می‌توان موقعیت آن را در جدول تعیین کرد، برای این منظور:

- شماره بیرونی ترین لایه را با شماره دوره این عناصرها مقایسه کنید. از این مقایسه چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

- شماره گروه کدام عناصرها با تعداد الکترون‌های ظرفیت آنها برابر است؟
- شماره گروه کدام عناصرها با تعداد الکترون‌های ظرفیت آنها برابر نیست؟ در این حالت بین شماره گروه و تعداد الکترون‌های ظرفیت چه رابطه‌ای هست؟ توضیح دهید.
- برای عناصرهای دسته d، شماره دوره و گروه را چگونه می‌توان از روی آرایش الکترونی به دست آورد؟ توضیح دهید.

۲- موقعیت عناصرهای کربن (C)، آلومینیم (Al)، آهن (Fe) و روی (Zn) را در جدول دوره‌ای عناصرها تعیین کنید.

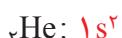
۳- عناصرهای جدول دوره‌ای را می‌توان در چهار دسته به صورت زیر جای داد:



اساس این دسته‌بندی را توضیح دهید.

ساختار اتم و رفتار آن

از مدت‌ها پیش شیمیدان‌ها پی برند که گازهای نجیب در طبیعت به شکل تک اتمی یافت می‌شوند. این واقعیت بیانگر این است که این گازها واکنش‌ناپذیر بوده یا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند، از این‌رو پایدارند. به نظر شما آیا بین ساختار الکترونی این اتم‌ها، پایداری و واکنش‌ناپذیری آنها رابطه‌ای هست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش به آرایش الکترونی چهار گاز نجیب توجه کنید:



در لایه ظرفیت این اتم‌ها، هشت الکترون وجود دارد (به جز هلیم که در تنها لایه الکترونی

خود، دو الکترون دارد؛ با این توصیف می‌توان نتیجه گرفت که بین پایداری و آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم‌ها باید رابطه‌ای باشد به طوری که اگر لایه ظرفیت اتمی، همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب و یا هشت‌تایی^۱ باشد، آن اتم واکنش‌پذیری چندانی ندارد؛ به دیگر سخن اگر لایه ظرفیت اتمی چنین نباشد، آن اتم واکنش‌پذیر است.

لوبیس برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها، آرایشی به نام الکترون- نقطه‌ای^۲ ارائه کرد که در آن الکترون‌های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می‌شود؛ برای نمونه، آرایش الکترون- نقطه‌ای سدیم به صورت Na است.

برای رسم آرایش الکترون- نقطه‌ای هر اتم، می‌توان نقطه‌گذاری را از یک سمت برای مثل از سمت راست نماد شیمیایی عنصر آغاز کرد و نقطه‌های بعدی را در زیر، سمت چپ و بالای آن قرار داد. الکترون پنجم و پس از آن را باید طوری پیرامون نماد شیمیایی عنصر قرار داد که هر نقطه به صورت جفت نقطه درآید؛ برای نمونه آرایش الکترون- نقطه‌ای اتم‌های کربن،



خود را بیازمایید

آ) جدول زیر را کامل کنید.

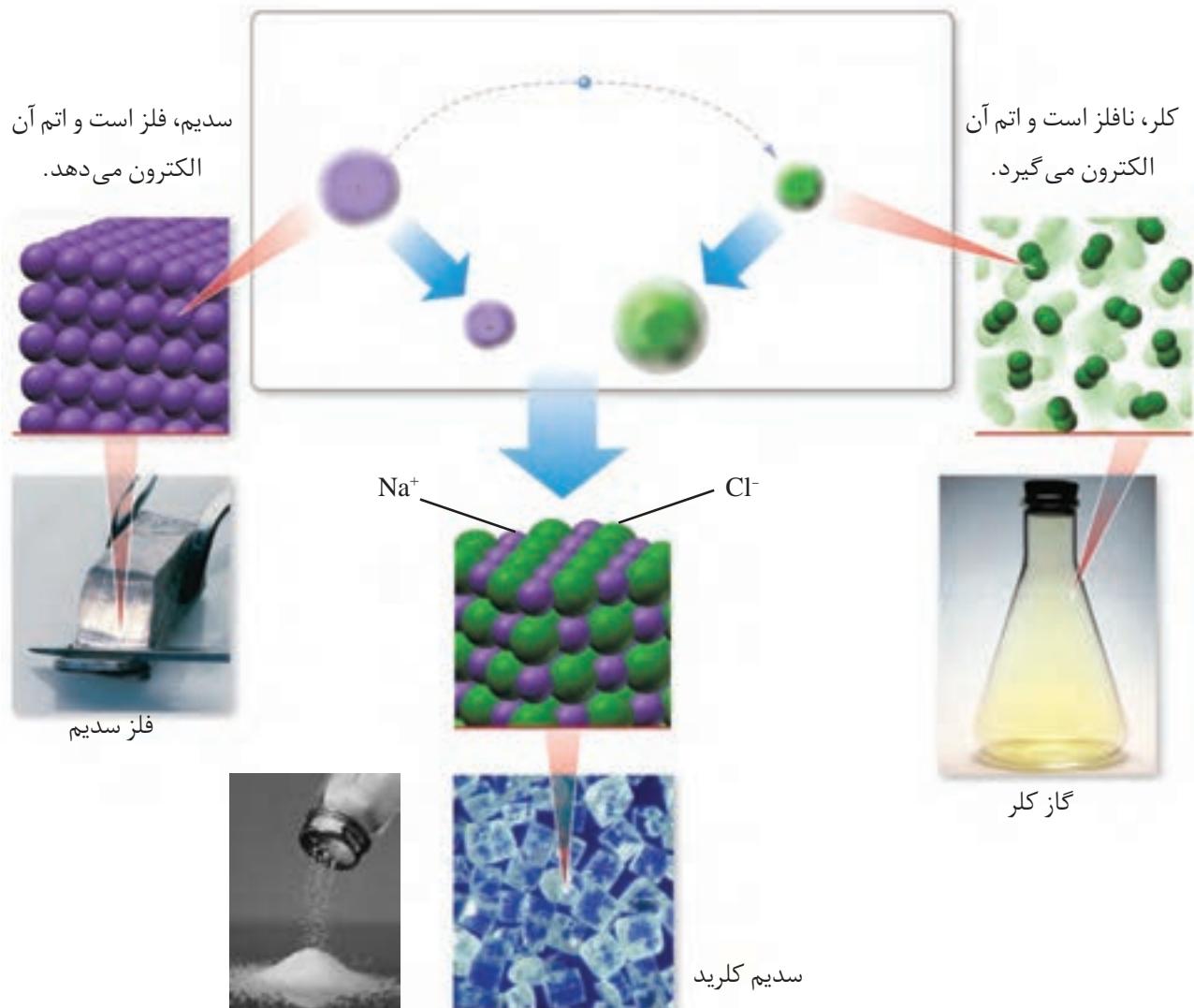
عنصر	${}_3\text{Li}$	${}_4\text{Be}$	${}_5\text{B}$	${}_6\text{C}$	${}_7\text{N}$	${}_8\text{O}$	${}_9\text{F}$	${}_1\text{Ne}$
آرایش الکترونی فشرده								
تعداد الکترون‌های ظرفیت								
آرایش الکترون- نقطه‌ای								
عنصر	${}_{11}\text{Na}$	${}_{12}\text{Mg}$	${}_{13}\text{Al}$	${}_{14}\text{Si}$	${}_{15}\text{P}$	${}_{16}\text{S}$	${}_{17}\text{Cl}$	${}_{18}\text{Ar}$
آرایش الکترونی فشرده								
تعداد الکترون‌های ظرفیت								
آرایش الکترون- نقطه‌ای	Na.							

ب) آرایش الکترون- نقطه‌ای اتم عنصرهای یک گروه چه شباهتی دارد؟ توضیح دهید.

پ) بین شماره گروه و آرایش الکترون- نقطه‌ای چه رابطه‌ای هست؟ توضیح دهید.

- از دست دادن، گرفتن یا به اشتراک گذاشتن الکترون نشانه‌ای از رفتار شیمیایی اتم است.

رفتار شیمیایی هر اتم به تعداد الکترون‌های ظرفیت آن بستگی دارد به طوری که می‌توان دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای رفتار آنها دانست. در واقع اتم‌ها می‌توانند با دادن الکtron، گرفتن الکtron و نیز به اشتراک گذاشتن آن به آرایش یک گاز نجیب برسند و یا هشت‌تایی شوند تا پایدارتر گردند. در علوم سال نهم دیدید که هرگاه اتم‌های سدیم و کلر کنار یکدیگر قرار گیرند، اتم سدیم با از دست دادن یک الکtron به یون سدیم و اتم کلر با گرفتن یک الکtron به یون کلرید تبدیل و در این واکنش سدیم کلرید (نمک خوارکی) تولید می‌شود (شکل ۲۵).



شکل ۲۵- واکنش اتم‌های سدیم با کلر، دادوستد الکترون و تشکیل سدیم کلرید

شکل نشان می‌دهد که اتم‌های سدیم با از دست دادن الکtron به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود (نئون) و اتم‌های کلر با گرفتن الکtron به آرایش پایدار گاز نجیب هم دوره خود (آرگون) می‌رسند.

با هم بیندیشیم

آیا می دانید

گیلبرت نیوتن لوویس
(۱۸۷۵-۱۹۴۶)

لوویس یکی از پیشتازان دانش شیمی و بنیان گذار نظریه تشکیل پیوند شیمیایی و نظریه الکترونی است. باز بود او واژه فتوون را برای ذره‌های سازنده نور پیشنهاد کرد.



این شیمی‌فیزیک‌دان امریکایی ۳۵ بار نامزد دریافت جایزه نوبل شد اما هیچ‌گاه این جایزه را دریافت نکرد. این ناکامی هیچ‌چیز از ارزشمندی، ماندگاری و تأثیرگذاری کارهای علمی لوویس کم نمی‌کند.

۱- جدول زیر را در نظر بگیرید:

۱۸

	۱	H.	۲		۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	He:
Li.	B _e .			B.	C.	N.	O.	F.	: Ne:	
Na.	Mg.			Al.	Si.	P.	S.	Cl.	: Ar:	

آ) آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌های داده شده را با آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم گازهای نجیب، مقایسه و پیش‌بینی کنید هر یک از این اتم‌ها در واکنش‌های شیمیایی چه رفتاری خواهد داشت؟

ب) بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب این اتم‌ها در طبیعت به صورت یون در ترکیب‌های گوناگون یافت می‌شود. جدول زیر یون‌های شناخته شده از این اتم‌ها را نشان می‌دهد. اکنون با توجه به آن، درستی پیش‌بینی‌های خود را بررسی کنید.

۱۸

	۱		۲		۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	He
Li ⁺							N ³⁻	O ²⁻	F ⁻	: Ne
Na ⁺	Mg ²⁺			Al ³⁺			P ³⁻	S ²⁻	Cl ⁻	: Ar
K ⁺	Ca ²⁺								Br ⁻	: Kr

۲- با توجه به جدول بالا در هر مورد با خط‌زنن واژه نادرست، عبارت داده شده را کامل کنید.

آ) اگر تعداد الکترون‌های ظرفیت اتمی کمتر یا برابر با $\frac{۸}{\text{چهار}}$ باشد، آن اتم در شرایط مناسب تمایل دارد که $\frac{\text{تعدادی از}}{\text{همه}} \frac{\text{الکترون‌های ظرفیت خود را}}{\text{کاتیون}} \frac{\text{دست بدهد و به}}{\text{آنیون}} \frac{\text{تبديل}}{\text{شود.}}$

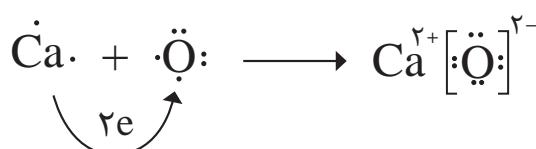
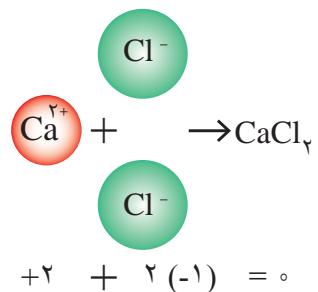
ب) اتم عنصرهای گروه ۱ و ۲ در شرایط مناسب با $\frac{\text{از دست دادن}}{\text{گرفتن}}$ الکترون به آنیون تبدیل می‌شوند که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب پس از خود را دارند.

پ) اتم عنصرهای گروه ۱۵، ۱۶ و ۱۷ در شرایط مناسب با $\frac{\text{به دست آوردن}}{\text{از دست دادن}}$ الکترون به آنیون هایی تبدیل می‌شود که آرایشی همانند آرایش الکترونی گاز نجیب هم دوره خود را دارد.

۳- پیش‌بینی کنید اتم عنصرهایی که به ترتیب در خانه‌های شماره ۷ و ۱۲ جدول دوره‌ای جای دارد، در شرایط مناسب به چه یون‌هایی تبدیل می‌شود؟

تبدیل اتم‌ها به یون‌ها

اتم اکسیژن برای رسیدن به آرایش گاز نجیب پس از خود باید دو الکترون بگیرد درحالی که اتم کلسیم باید دو الکترون ظرفیت خود را از دست بدهد تا به آرایش پایدار گاز نجیب پیش از خود برسد؛ به دیگر سخن هرگاه اتم‌های این دو عنصر در شرایط مناسب در کنار هم قرار گیرند، با هم واکنش می‌دهند به‌طوری که با دادوستد الکترون به یون‌های Ca^{2+} و O^{2-} تبدیل می‌شوند. میان یون‌های تولید شده به دلیل وجود بارهای الکتریکی ناهمنام، نیروی جاذبه بسیار قوی برقرار می‌شود؛ نیروی جاذبه‌ای که پیوند یونی^۱ نامیده می‌شود. ترکیب حاصل از این واکنش، کلسیم اکسید نام دارد که آن را با فرمول شیمیایی CaO نشان می‌دهند. این فرمول شیمیایی نشان می‌دهد که کلسیم و اکسیژن دو عنصر سازندهٔ این ترکیب‌اند و نسبت یون‌های سازندهٔ آن ۱ به ۱ است. ترکیب‌هایی از این دست که ذره‌های سازندهٔ آنها یون است، ترکیب یونی^۲ نام دارند.



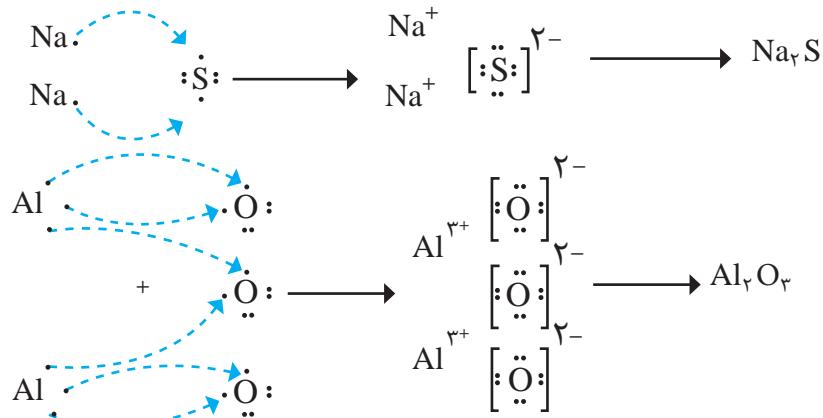
- فرمول شیمیایی کلسیم کلرید نشان می‌دهد که نسبت کاتیون به آنیون سازندهٔ آن، ۱ به ۲ است.

۰۔ با ہم بیند پیشہ

● یون تک اتمی، کاتیون یا آئیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده است؛ برای مثال یون های Na^+ و Cl^- تک اتمی هستند.

هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی خنثی است؛ زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها برابر است. از این ویژگی می‌توان برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی دوتابعی بهره برد؛ برای نمونه به چگونگی تشکیل سدیم سولفید و آلومینیم اکسید و نوشتن فرمول شیمیایی آنها توجه کنید.

● ترکیب‌های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده‌اند، ترکیب یونی دوقطبی نامیده می‌شود.



- ۱- روشی برای نوشتمن فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی دوتایی ارائه کنید.

۲- فرمول شیمیایی هر یک از ترکیب‌های زیر را بنویسید.

ب) پتاسیم نیترید

آ) کلسیم برمیں

ت) آلومینیم فلورید

ب) منیزیم سولفید

۳- با توجه به داده‌های جدول زیر، شیوه نام‌گذاری ترکیب‌های یونی دوتایی را مشخص و جدول صفحه بعد را کامل کنید.

نام و نماد شیمیایی آنیون		نام و نماد شیمیایی کاتیون	
Br ⁻	یون برمید	Li ⁺	یون لیتیم
I ⁻	یون یدید	K ⁺	یون پتاسیم
N ^{۴-}	یون نیترید	Mg ^{۲+}	یون مینیزیم
S ^{۲-}	یون سولفید	Ca ^{۲+}	یون کلسیم
F ⁻	یون فلورید	Al ^{۳+}	یون آلمینیم

نام ترکیب یونی	نماد یون‌های سازنده	فرمول شیمیایی
	O ^{۲-} , Mg ^{۲+}	MgO
	Cl ⁻ , Ca ^{۲+}	CaCl _۲
	K ⁺ , O ^{۲-}	K _۲ O
سدیم فسفید	Na ⁺ , P ^{۳-}	Na _۳ P
	Li ⁺ , Br ⁻	LiBr

تبديل اتم‌ها به مولکول‌ها

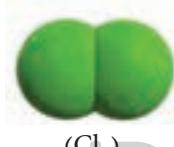
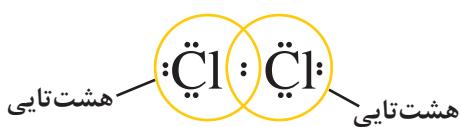
آیا همه اتم‌ها هنگام ترکیب با یکدیگر، الکترون دادوستد می‌کنند؟ در علوم سال نهم آموختید که بسیاری از ترکیب‌های شیمیایی در ساختار خود هیچ یونی ندارند و ذره‌های سازنده آنها مولکول‌ها هستند. حال این پرسش مطرح است که رفتار کدام اتم‌ها سبب تشکیل مولکول‌ها خواهد شد؟ آیا در تشکیل مولکول‌ها نیز رسیدن به آرایش هشت‌تایی ملاکی برای رفتار اتم‌هاست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها به آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم کلر توجه کنید.



گاز کلر، که خاصیت رنگ‌بری و گندздایی دارد از مولکول‌های دو اتمی (Cl_۲) تشکیل شده است. با توجه به آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم کلر می‌توان تشکیل این مولکول را به صورت زیر نشان داد:



با این توصیف هر اتم کلر، تک الکترون خود را با دیگری به اشتراک می‌گذارد به طوری که دو الکترون موجود بین دو اتم در آرایش الکترون - نقطه‌ای به هر دوی آنها تعلق دارد. در این وضعیت هر یک از اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی رسیده است.



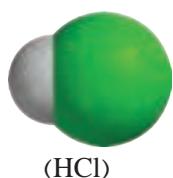
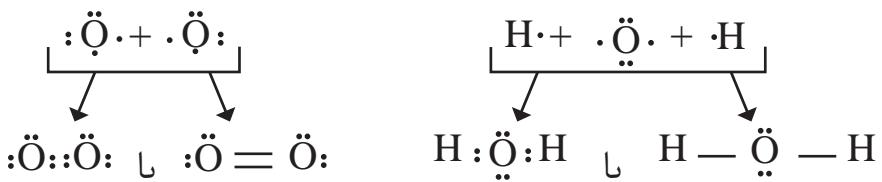
آیا می‌دانید

اخترشیمی‌دان‌ها توانسته‌اند وجود مولکول‌های گوناگونی را در نقاط بسیار دوری از کیهان ثابت کنند. طیفسنجی، دانشی است که کمک شایانی به این پژوهش‌ها کرده است. تاکنون بیش از ۱۲۰ مولکول در فضاهای بین ستاره‌ای شناخته شده است. این مولکول‌ها دو یا چنداتمی است. بسیاری از مولکول‌های یافت شده در زمین نیز هست؛ اما مولکول‌هایی هم شناخته شده است که در زمین وجود ندارد. مولکول‌های یاد شده بر اثر تابش پرتوهای کیهانی از جمله تابش فرابنفش به یون‌های مثبت تبدیل می‌شود؛ بنابراین افزون بر مولکول‌ها، گونه‌هایی با بار الکتریکی مثبت نیز در فضاهای بین ستاره‌ای وجود دارد.

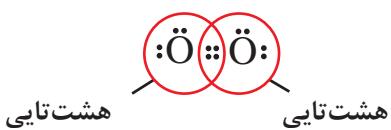
- مواد شیمیایی که در ساختار خود مولکول دارند، مواد مولکولی نامیده می‌شوند.

جفت الکترون اشتراکی میان دو اتم کلر در مولکول Cl_2 ، نشان دهنده یک پیوند اشتراکی (کوالانسی)^۱ است؛ پیوندی که باعث اتصال دو اتم به یکدیگر در مولکول شده است؛ به دیگر سخن اتم نافلزها در شرایط مناسب با تشکیل پیوندهای اشتراکی می‌توانند مولکول‌های دو یا چند اتمی را بسازند (شکل ۲۶).

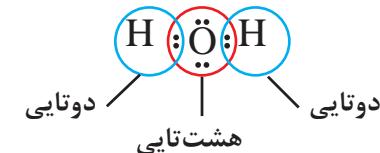
- به فرمول شیمیایی که افزون
بر نوع عنصرهای سازنده، شمار
اتنهای هر عنصر را نشان می‌دهد،
فرمول مولکولی می‌گویند.



(HCl)



هشت تایی



تاء



(NH₃)



(O_y)



(H.O.)



(CH₄)

شکل ۲۶- چگونگی تشکیل مولکولا، دواتمی، اکسیژن و مولکول سه اتمی، آب

خود، ای باز ما بید.

- ۱- آرایش الکترون - نقطه‌ای را برای هر یک از مولکول‌های زیر رسم کنید.

 - مدل فضای پرکن برای برخی مولکول‌ها

آ) هیدروژن کلرید (HCl)

ب) آمونیاک (NH_3)

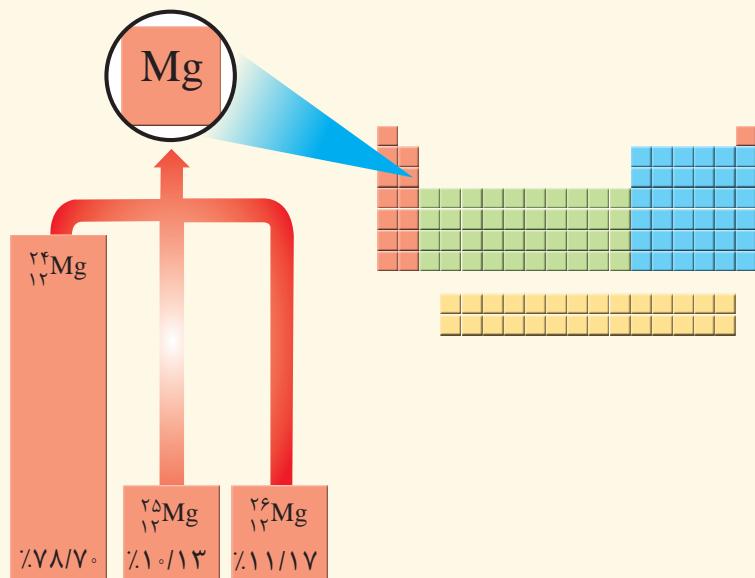
پ) متان (CH_4)

۲- جرم مولی هر یک از ترکیب‌های داده شده در پرسش بالا را با استفاده از داده‌های جدول دوره‌ای به دست آورید.

 - جرم مولی یک ماده با مجموع اتم‌های سازنده آن برای برای مثال، جرم مولی آب برابر $18/0.16 \text{ g mol}^{-1}$

تمرین‌های دوره‌ای

- ۱- بررسی نمونه‌ای از یک شهاب‌سنگ نشان داد که در این شهاب‌سنگ ایزوتوپ‌های ^{57}Fe , ^{56}Fe , ^{54}Fe وجود دارد.
- (آ) آرایش الکترونی Fe^{2+} را رسم کنید.
- ب) موقعیت آهن را در جدول دوره‌ای عنصرها مشخص کنید.
- پ) آهن به کدام دسته از عنصرهای جدول تعلق دارد؟
- ت) آیا آرایش الکترونی ایزوتوپ‌های آهن یکسان است؟ چرا؟
- ۲- با استفاده از آرایش الکترون - نقطه‌ای اتم‌ها در هر مورد، روند تشکیل، نام و فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش اتم‌های داده شده را مشخص کنید.
- (آ) K_9F_9 با

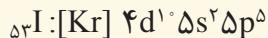


- ۳- با توجه به شکل:
- (آ) جرم اتمی میانگین منیزیم را به دست آورید.
- ب) مفهوم هم‌مکانی را توضیح دهید.
- ۴- هرگاه یک جریان الکتریکی متناوب و 110° ولتی به یک خیار شور اعمال شود، خیارشور مانند شکل زیر شروع به درخشیدن می‌کند. علت ایجاد نور رنگی را توضیح دهید.



- این آزمایش توسط یک شیمی‌دان در شرایط ایمن و درون آزمایشگاه انجام شده است، از انجام چنین آزمایش‌هایی در بیرون از آزمایشگاه و در نبود معلم، خودداری شود.

۵- آرایش الکترونی اتم های باریم و ید به شما داده شده است؛ با توجه به آن:



آ) پیش بینی کنید که هر یک از اتم های باریم و ید در شرایط مناسب به چه یونی تبدیل می شود؟

ب) فرمول شیمیایی ترکیب یونی حاصل از واکنش باریم با یڈ را بنویسید.

۶- خورشید روزانه 10^{22} ژول انرژی به سوی زمین گسیل می دارد.

آ) در یک سال، خورشید چند ژول انرژی به سوی زمین گسیل می دارد؟

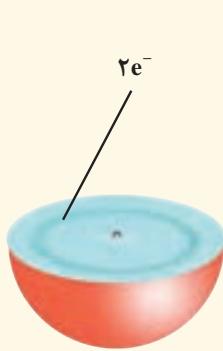
ب) اگر انرژی تولید شده در خورشید از رابطه $E = mc^2$ به دست آید، حساب کنید سالانه چند گرم از جرم خورشید در این فرایند کاسته می شود؟

۷- گرافیت دگر شکلی از کربن است. در قرن شانزدهم میلادی قطعه بزرگی از گرافیت خالص کشف شد که بسیار نرم بود. به دلیل شکل ظاهری گرافیت، مردم در آن زمان می پنداشتند که گرافیت از سرب تشکیل شده است. امروزه با آنکه می دانیم مغز مداد از جنس گرافیت است، اما این ماده همچنان به سرب مداد معروف است. در $\frac{1}{36} \times 10^2$ گرم گرافیت خالص، چند مول کربن و چند اتم کربن وجود دارد؟

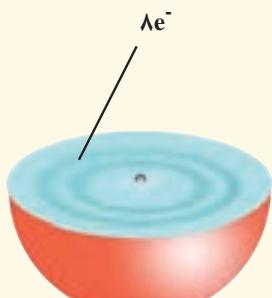
	۱								
H	هیدروژن			N	نیتروژن	O	اکسیژن	F	فلوئور
								Cl	کلر
								Br	برم
								I	ید

۸- در جدول رو به رو عنصرهایی نشان داده شده است که در دما و فشار اتاق به شکل مولکول های دو اتمی وجود دارند. با استفاده از آرایش الکترون- نقطه ای، ساختار این مولکول ها را رسم کنید.

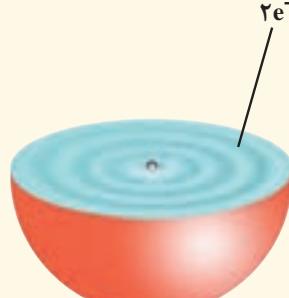
۹- هر یک از شکل های زیر بر شی از اتم یک عنصر را نشان می دهد؛ با توجه به آن:



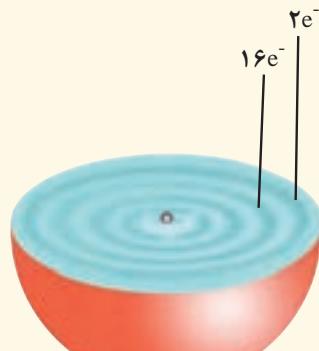
(۱)



(۲)

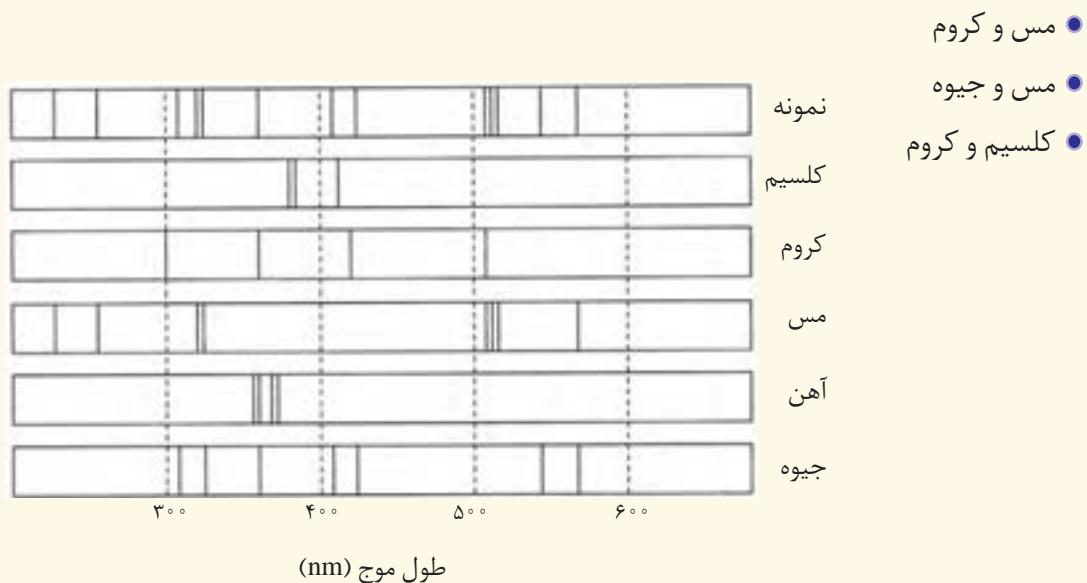


(۳)

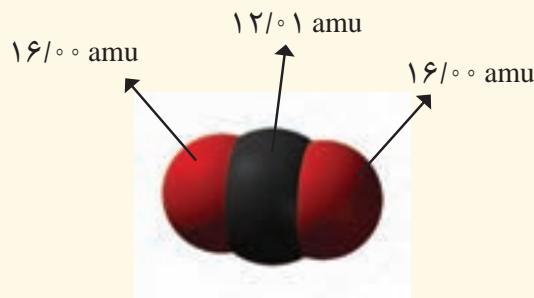


(۴)

- آ) موقعیت هر عنصر را در جدول دوره‌ای تعیین کنید.
- ب) کدام اتم(ها) تمایلی به انجام واکنش و ترکیب شدن ندارد؟ چرا؟
- پ) آرایش الکترون- نقطه‌ای (۲) و (۳) را رسم و پیش‌بینی کنید هر یک از این اتم‌ها در واکنش با فلوئور چه رفتاری دارد؟
- ت) در اتم (۴) چند زیر لایه به طور کامل از الکترون‌ها پر شده است؟ توضیح دهید.
- ۱۰- پژوهشگران در حفاری یک شهر قدیمی، تکه‌ای از یک ظرف سفالی پیدا کردند. آنها برای یافتن نوع عنصرهای فلزی آن به آزمایشگاه شیمی مراجعه کردند و از این نمونه طیف نشری گرفتند. شکل زیر الگویی از طیف نشری خطی این سفال و چند عنصر فلزی را نشان می‌دهد. با توجه به آن پیش‌بینی کنید چه فلزهایی در این سفال وجود دارد؟



- ۱۱- دانش‌آموزی با استفاده از مدل فضاضرکن کربن دی‌اکسید مطابق شکل زیر توانست، جرم یک مولکول از آن را برحسب amu به درستی محاسبه کند.



- آ) روش کار او را توضیح دهید.
- ب) جرم یک مول از مولکول نشان داده شده چند گرم است؟ چرا؟
- پ) جرم مولی کربن دی‌اکسید را با استفاده از داده‌ها در جدول دوره‌ای به دست آورید.
- ت) با استفاده از داده‌های جدول دوره‌ای عنصرها، جرم مولی هر یک از ترکیب‌های زیر را برحسب g mol^{-1} به دست آورید.
- $\text{Cl}_2, \text{HCl}, \text{NaCl}, \text{CaF}_2, \text{SO}_4, \text{Al}_2\text{O}_3$

فصل ۲

رِدِّ پای گازها در زندگی



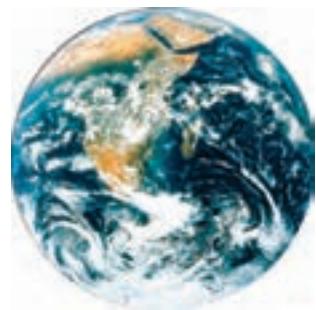
«اللَّهُ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَاحَ فَتُثِيرُ سَحَابًا فَيَبْسُطُهُ فِي السَّمَاءِ كَيْفَ يَشَاءُ و...» آیه ۴۸، سوره روم
خداوند همان کسی است که بادها را می‌فرستد تا ابرها را به حرکت درآورد سپس آنها را در
پهنه آسمان آن‌گونه که بخواهد می‌گستراند و ...

زمین در فضا همانندگویی فیروزه‌ای درون هاله‌ای از گازها با شکوه فراوان در چرخش
است؛ هاله‌ای که سرشار از هوای پاک است؛ گرمای خورشید را در خود نگه می‌دارد؛ ساکنان
زمین را از پرتوهای خطرناک کیهانی محافظت و آب را در سرتاسر سیارهٔ ما توزیع می‌کند.
بدین ترتیب زمین با چرخش خود، زندگی را دوام می‌بخشد. تداوم زندگی سالم و پایدار در
این سیاره در گرو رفتار منطقی ما با ساکنان آن است؛ رفتاری که هماهنگ و سازگار با طبیعت
باشد و نظم آن را برهم نزند.

علم شیمی کمک می‌کند تا با بررسی خواص، رفتار و برهمنش گازهای این پوشش آبی رنگ،
راه‌های تداوم زندگی سالم را بیابیم؛ باشد که رد پایی سنگین روی این سیاره زیبا بر جای نگذاریم.

جرم کل هوا کره در حدود 1×10^{15} تن و نزدیک به 100000000000000000000 جرم زمین است.

در میان سیاره‌های سامانه خورشیدی، تنها زمین، اتمسفری دارد که امکان زندگی را روی آن فراهم می‌کند. این اتمسفر، مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است به طوری که می‌توان گفت ما در کف اقیانوسی از مولکول‌های گازی زندگی می‌کنیم. جاذبه زمین این گازها را پیرامون خود نگه می‌دارد و مانع از خروج آنها از اتمسفر می‌شود (شکل ۱). از سوی دیگر، انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته آنها در حال جنبش باشند و در سرتاسر هواکره^۱ توزیع شوند.



اگر زمین را به سبب شبیه کنیم، ضخامت هواکره نسبت به زمین به نازکی پوست سبب می‌ماند.



شکل ۱- لایهٔ فیروزه‌ای پیرامون زمین، اتمسفر زمین یا همان هواکره است که اغلب هوانامیده می‌شود.

اغلب گازها نامرئی هستند به طوری که ما هوا را نمی‌توانیم ببینیم و به طور معمول وجود آن را در پیرامون خود حس نمی‌کنیم، مگر روزهایی که باد می‌وزد یا در مکان‌هایی که هوا به خوبی در جریان است. میان گازهای هوا، واکنش‌های شیمیایی گوناگونی رخ می‌دهد که اغلب آنها برای ساکنان این سیاره سودمند هستند، اما برخی از این واکنش‌ها مفید نبوده و فراوردهایی تولید می‌کنند که دلخواه و مطلوب ساکنان سیاره خاکی نیست.

اینک این پرسش‌ها مطرح می‌شود که مواد اصلی پیرامون زمین چیست؟ تا کجاها یافت می‌شود؟ گازها به عنوان بخش عمدۀ این مواد چه رفتارهایی دارند؟ چه واکنش‌هایی میان گازهای هوا رخ می‌دهد؟ و این واکنش‌ها بر زندگی ساکنان این سیاره خاکی چه اثری می‌گذارد؟ رفتار انسان‌ها تا چه اندازه بر هواکره و ویژگی‌های آن تأثیر دارد؟ و پرسش‌های دیگری که ممکن است ذهن شما را به خود مشغول کرده باشد. برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها با ما در این فصل همراه باشید.

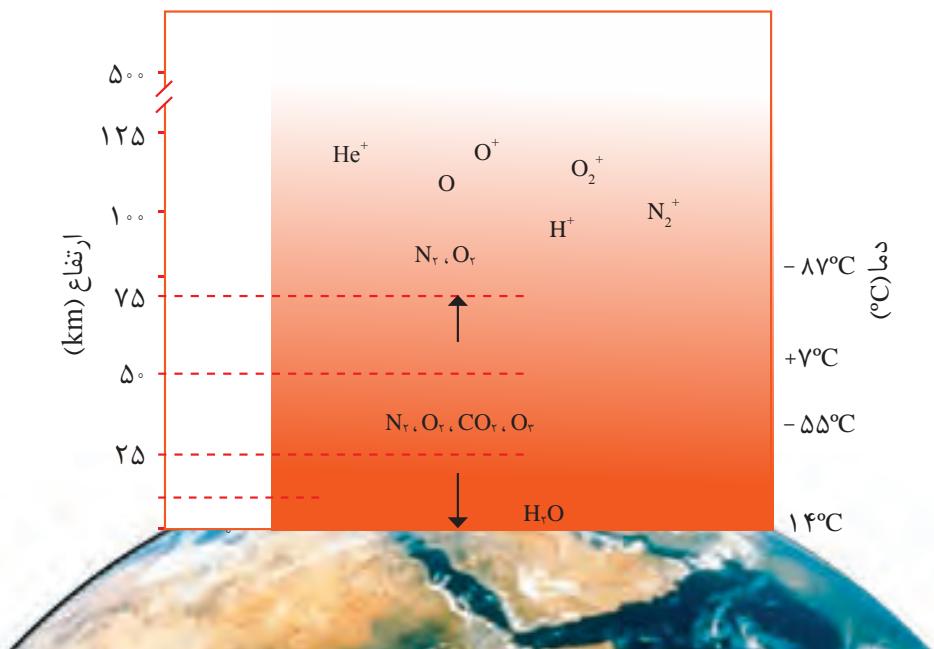
آیا می دانید

آب و هوا نتیجهٔ برهم‌کنش میان زمین، هواکره، آب و خورشید است. تغییرات آب و هوایی تا افاضهٔ ۱۰-۱۲ کیلومتری از سطح زمین (لایهٔ تروپوسفر) رخ می‌دهد.

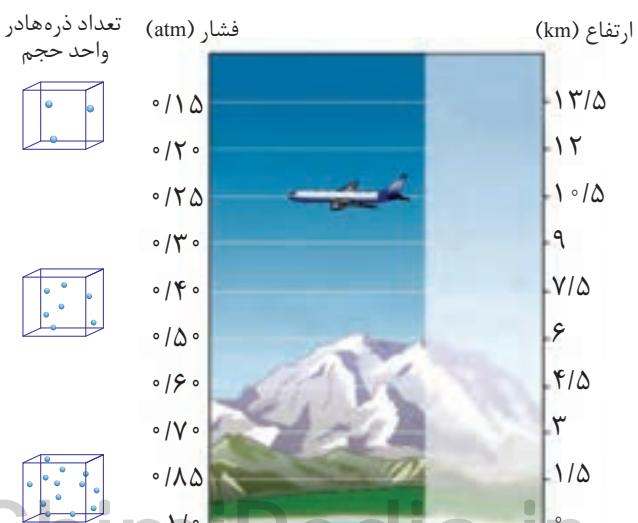


● فشار هر گاز، ناشی از برخورد مولکول‌های آن با دیوارهٔ ظرف است. هواکره نیز به دلیل داشتن گازهای گوناگون فشار دارد. این فشار در همهٔ جهت‌ها بر بدن ما و به میزان بسیان وارد می‌شود.

- ۱- در شکل زیر، تغییر دما و برخی اجزای سازندهٔ هواکره بر حسب ارتفاع از سطح زمین نشان داده شده است. با توجه به آن:



- آ) آیا روند تغییر دما در هواکره را می‌توان دلیلی بر لایه‌ای بودن آن دانست؟ توضیح دهید.
ب) آیا به جز اتم و مولکول، ذره‌های دیگری هم در این لایه‌ها هست؟ علت ایجاد آنها را توضیح دهید.
۲- دما و فشار هواکره، از جمله عوامل مهم در تعیین ویژگی‌های آن است. با توجه به شکل زیر، مشخص کنید با افزایش ارتفاع از سطح زمین، فشار چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.



پیوند با ریاضی

تغییرات آب و هوای زمین در لایهٔ تروپوسفر^۱ رخ می‌دهد. در این لایه با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود 6°C افت می‌کند و در انتهای لایه به حدود 55°C (۲۱۸ کلوین) می‌رسد. اگر میانگین دما در سطح زمین در حدود 14°C (۲۸۷ کلوین) در نظر گرفته شود:

(آ) ارتفاع تقریبی لایهٔ تروپوسفر را حساب کنید.

(ب) رابطه‌ای برای تبدیل دما، بر حسب درجهٔ سلسیوس به دما بر حسب کلوین پیدا کنید.

هوا معجونی ارزشمند

شاید تجربه کرده باشید که گاهی مغز گردو، بادام، آفتابگردان و ... بو و مزهٔ کهنگی می‌دهد که دلیل این ویژگی، ماندن آنها در هوای آزاد به مدت طولانی است. امروزه در صنعت باسته‌بندی مناسب، می‌توان زمان ماندگاری مواد غذایی را افزایش داد. جالب است بدانید در استهانی برخی مواد خوراکی از گاز نیتروژن استفاده می‌شود. افزون بر این، گاز نیتروژن کاربردهای دیگری نیز دارد (شکل ۲).



(آ)



(ب)

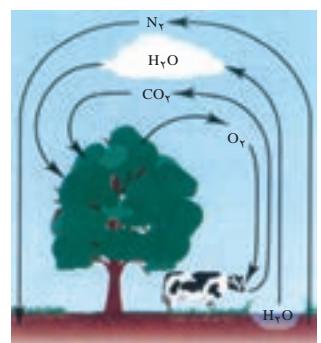


(پ)

شکل ۲- از گاز نیتروژن، (آ) برای پر کردن تایر خودروها، (ب) در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی و (پ) برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پژوهشکی استفاده می‌شود.

نیتروژن، اکسیژن و کربن دی‌اکسید از جمله گازهای هواکره هستند که در زندگی روزانه نقش حیاتی دارند (شکل ۳).

اکنون این پرسش مطرح است که آیا هواکره می‌تواند منبع ارزشمندی برای تهیهٔ برخی گازها باشد؟ حدود ۷۵ درصد از جرم هواکره، در نزدیک ترین لایه به زمین (تروپوسفر) قرار دارد. این بخش از هواکره، همان بخشی است که ما در آن زندگی می‌کنیم. پس از تروپوسفر،



شکل ۳- برهم کنش هواکره با زیست‌کره زندگی جانداران گوناگون در زیست‌کره با گازهای هوا، گره خورده است. گیاهان با بهره‌گیری از نور خوشید و مصرف کربن دی‌اکسید هواکره، اکسیژن مورد نیاز جانداران را تولید می‌کنند. جانداران ذره‌بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.



هواکره رقيق و رقيق تر می شود. در جدول ۱، درصد حجمی گازهای تشکیل دهنده هوا خشک و پاک در لایه تروپوسفر نشان داده شده است. توجه کنید که رطوبت هوا متغیر بوده و میانگین بخار آب در هوا، حدود یک درصد است. هر چند این مقدار از جایی به جای دیگر، از روزی به روز دیگر و حتی از ساعتی به ساعتی دیگر تغییر می کند.



بررسی های دانشمندان در مورد هوای به دام افتاده در بلورهای بخ در یخچال های قطبی و نیز سنگ های آتشفشنای نشان می دهد که از ۲۰۰ میلیون سال پیش تا کنون، نسبت گازهای سازنده هواکره تقریباً ثابت مانده است.

جدول ۱- نام و درصد حجمی گازهای سازنده هوا پاک و خشک

درصد گاز در هوا	نام گاز
۷۸/۰ ۷۹	نیتروژن
۲۰/۹۵۲	اکسیژن
۰/۹۲۸	آرگون
۰/۰۳۸۵	کربن دی اکسید
۰/۰۰۱۸	نهون
۰/۰۰۰۵	هليم
۰/۰۰۰۱	كريبيتون
ناقص	زنون و دیگر گازها

جدول ۱ نشان می دهد بخش عمده هوایکره را دو گاز نیتروژن و اکسیژن تشکیل می دهد. گاز آرگون در میان اجزای هوایکره در رتبه سوم قرار دارد؛ بنابراین می توان هوا را منبعی غنی برای تهیه این گازها دانست. در صنعت، این گازها را از **تقطیر جزء به جزء**^۱ هوای مایع تهیه می کنند (شکل ۴).

آیا می دانید

انبیق، وسیله ساده ای است که جابرین حیان برای تقطیر مواد طراحی کرد. این ظرف برای گرم کردن مخلوطها و جمع آوری و هدایت بخارهای حاصل به کار می رفت.



شکل ۴- نمایی از یک برج تقطیر برای جداسازی اجزای هوا در پتروشیمی ماہشهر

در این فرایند، نخست هوا را از صافی‌هایی عبور می‌دهند تا گرد و غبار آن گرفته شود؛ سپس با استفاده از فشار، دمای هوا را پیوسته کاهش می‌دهند. با کاهش دمای هوا تا ${}^{\circ}\text{C}$ (صفر درجهٔ سلسیوس)، رطوبت هوا به صورت یخ از آن جدا می‌شود (چرا؟). در دمای ${}^{\circ}\text{C}$ -78 ، گاز کربن دی‌اکسید هوا نیز به حالت جامد در می‌آید. با سرد کردن بیشتر تا دمای ${}^{\circ}\text{C}$ -20 ، مخلوط بسیار سردی از چند مایع پدید می‌آید که به آن **هوای مایع^۱** می‌گویند. در پایان، با عبور هوای مایع از یک ستون تقطیر، گازهای سازندهٔ جداسازی و در ظرف‌های جدا ذخیره می‌شوند.



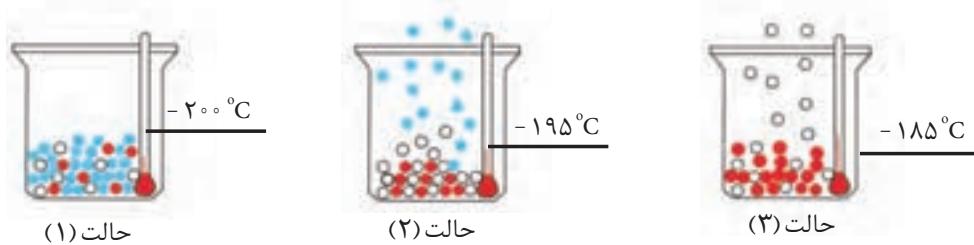
● **آرگون** گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است. واژهٔ آرگون به معنای تبل است؛ زیرا واکنش پذیری ناچیزی دارد. این گاز در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود. آرگون به عنوان محیط بی اثر در جوشکاری، برش فلزها و همچنین در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به کار می‌رود.

با هم بیندیشیم

با توجه به جدول زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.
آ) نمونه‌ای از هوای مایع با دمای ${}^{\circ}\text{C}$ -200 تهیه کرده‌ایم. اگر این نمونه را تقطیر کنیم، ترتیب جداشدن گازها را مشخص کنید.

نقطهٔ جوش (°C)	غاز
-196	نیتروژن
-183	اکسیژن
-186	آرگون
-269	هليم

ب) دانش‌آموزی جداشدن برخی گازهای از هوای مایع مطابق شکل زیر طراحی کرده است.
مشخص کنید هر گوی رنگی، نشان‌دهندهٔ کدام گاز است؟ چرا؟



پ) در دمای ${}^{\circ}\text{C}$ -80 ، اجزای سازندهٔ هوای مایع به کدام شکل وجود دارند؟ چرا؟

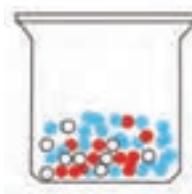
آیا می‌دانید

هنگام ریختن هوای مایع درون یک بالان، مخلوط شروع به جوشیدن می‌کند.

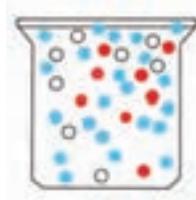


آیا می دانید

مجموع ذخایر هلیم در جهان 40 میلیارد مترمکعب برآورد می شود. بیشتر این ذخایر در امریکا، الجزایر، روسیه، ایران و قطر یافت می شود. سالانه 175 میلیون مترمکعب هلیم در جهان تولید می شود. ایران، پس از روسیه، دومین ذخایر گاز طبیعی جهان را دارد. از این رو کشور ما جزو کشورهایی است که از ذخیره هلیم زیادی برخوردار است.



حالت (۲)



حالت (۱)

ت) توضیح دهد چرا تهیه اکسیژن صدرصد خالص در این فرایند دشوار است؟

مقدار گازهای نجیب مانند هلیم، آرگون، کریپتون و زنون در هواکره بسیار کم است. از این رو، به گازهای کمیاب نیز معروف هستند.

پیوند با صنعت

هلیم به عنوان سبک‌ترین گاز نجیب، بی‌رنگ و بی‌بواست که کاربردهای فراوانی در زندگی دارد (شکل ۵).



شکل ۵- از هلیم، افزون بر پر کردن بالنهای هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی در جوشکاری، کپسول غواصی و مهم‌تر از همه، برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI^۱ استفاده می شود.

هلیم در کره زمین به مقدار خیلی کم یافت می شود؛ به طوری که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیشتری در لایه‌های زیرین پوسته زمین وجود دارد؛ از این‌رو، منابع زمینی آن از هواکره سرشارتر و برای تولید هلیم در مقیاس صنعتی مناسب‌ترند.

هلیم از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می شود. این گاز پس از نفوذ به لایه‌های زمین، وارد میدان‌های گازی می شود. یافته‌های تجربی نشان می دهد که حدود 7 درصد حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می دهد. البته مقدار هلیم در میدان‌های گازی گوناگون، متفاوت است (شکل ۶).



● چرا هواپیماها با خود اتفاقی از گاز اکسیژن حمل می‌کنند؟

شکل ۶ - هلیم موجود در گاز طبیعی به همراه سایر فراورده‌های سوختن بدون مصرف وارد هوا کره می‌شود.

هلیم را می‌توان افزون بر هوای مایع، از تقطیر جزء به جزء گاز طبیعی نیز به دست آورد. تهیه این گاز از کدام روش مقرن به صرفه‌تر است؟ چرا؟

جداسازی هلیم از گاز طبیعی به دانش و فناوری پیشرفت‌های نیاز دارد. متخصصان کشورمان تاکنون موفق به جداسازی و تهیه آن نشده‌اند و همچنان، هلیم از دیگر کشورها وارد می‌شود. امید است گسترش دانش علوم پایه و فنی و مهندسی سبب تربیت دانش‌آموختگان و متخصصانی شود تا بتوانیم از منابع خدادادی و ثروت‌های ملی، بهره مناسب ببریم.

اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر در هواکره

اکسیژن یکی از مهم‌ترین گازهای تشکیل‌دهنده هواکره است که زندگی روی زمین، به وجود آن گره خورده است. این عنصر در آب کره، در ساختار مولکول‌های آب و در سنگ کره به صورت ترکیب با دیگر عنصرها وجود دارد. همچنین اکسیژن در ساختار همه مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها نیز یافت می‌شود. این گاز در هواکره به طور عمده به شکل مولکول‌های دو اتمی وجود دارد؛ هرچند مقدار این گاز در لایه‌های گوناگون هواکره با هم تفاوت دارد.

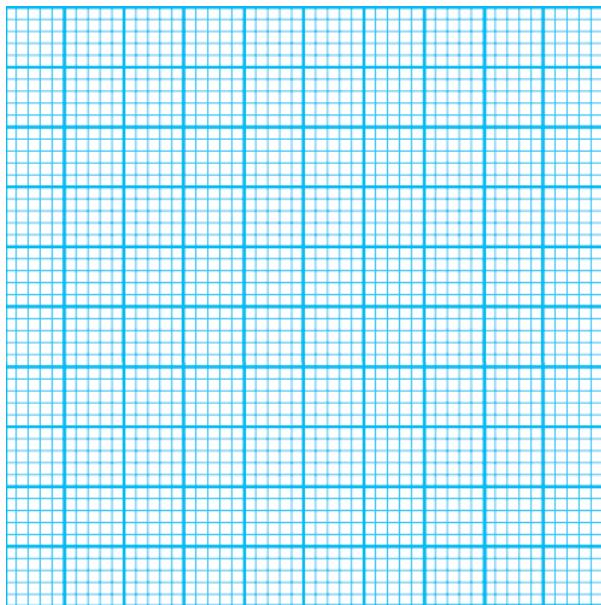


● کوهنوردان به هنگام صعود به ارتفاعات کپسول اکسیژن حمل می‌کنند.

در جدول زیر، فشار گاز اکسیژن هوا در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین داده شده است:

ارتفاع از سطح زمین (km)	فشار گاز اکسیژن ($\times 10^{-3}$ atm)
۷/۹	۷/۳
۶	۶/۷
۴/۸	۴/۲
۴/۲	۳/۶
۳/۰	۲/۴
۲/۴	۱/۸
۱/۸	۰/۶
۰/۶	۰/۳
۰	۰
۷/۶	۸/۴
۹	۹/۷
۱۱/۴	۱۲/۳
۱۲/۳	۱۳/۲
۱۴/۳	۱۵/۴
۱۵/۴	۱۶/۶
۱۶/۶	۱۹/۴
۱۹/۴	۲۰/۱
۲۰/۱	۲۰/۹

آ) نمودار فشار گاز اکسیژن را بر حسب ارتفاع، روی کاغذ میلی‌متری داده شده رسم کنید.



- ب) با توجه به نمودار، با افزایش ارتفاع در هواکره فشار گاز اکسیژن چه تغییری می‌کند؟
- پ) با استفاده از نمودار، فشار این گاز را در ارتفاع ۲/۵ کیلومتری پیش‌بینی کنید.
- ت) توضیح دهید چرا کوهنوردان هنگام صعود به قله‌های بلند، از کپسول اکسیژن استفاده می‌کنند؟
- ث) با استفاده از یک نرم‌افزار رسم نمودار، این نمودار را رسم و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.



اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر است و با اغلب عناصرها و مواد واکنش می‌دهد؛ از این رو، بخش قابل توجهی از واکنش‌های شیمیایی که روزانه پیرامون ما رخ می‌دهد به دلیل وجود گاز اکسیژن در هوا است؛ برای مثال فساد مواد غذایی، پوسیدن چوب، فرسایش سنگ و خاک، زنگ زدن وسایل آهنی، سوختن سوخت‌ها و ... از جمله این واکنش‌ها است. آزادسازی انرژی شیمیایی ذخیره شده در مواد غذایی مانند چربی‌ها و قندها در سوخت‌وساز یاخته‌ای نیز به کمک اکسیژن انجام می‌شود تا بدین ترتیب، انرژی لازم برای فعالیت‌های بدن فراهم شود.

● چراغ پیه‌سوز. در واکنش سوختن چربی، انرژی شیمیایی به انرژی نورانی و گرمایی تبدیل می‌شود.

انرژی + آب + کربن دی اکسید → اکسیژن + چربی‌ها یا قندها

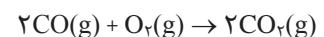
از سوی دیگر، بنزین، گازوئیل و ... در موتور خودرو می‌سوزد تا انرژی لازم برای حرکت خودرو فراهم شود. از سوختن گاز شهری در اجاق گاز، بخاری یا موتورخانه کاشانه‌ها (آپارتمان‌ها)، گرمای لازم برای پخت و پز، همچنین گرم کردن خانه‌ها تأمین می‌شود.

سوختن، واکنشی شیمیایی است که در آن، یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می‌دهد

و بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت گرما و نور آزاد می‌شود؛ برای مثال، زغال سنگ در حضور اکسیژن می‌سوزد و افزون بر تولید گازهای CO_2 و بخار آب، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کند (شکل ۷).



● کربن مونوکسید از کربن دی اکسید ناپایدارتر است، به طوری که CO تولید شده در سوختن ناقص در حضور اکسیژن و در شرایط مناسب دوباره می‌سوزد و به CO_2 تبدیل می‌شود.



شکل ۷- سوختن زغال سنگ در هوا

نوع فراورده‌ها در واکنش سوختن سوخت‌های فسیلی، به مقدار اکسیژن در دسترس بستگی دارد؛ به طوری که اگر اکسیژن کافی باشد، سوختن کامل^۱ انجام می‌شود و گاز کربن دی اکسید و بخار آب تولید می‌گردد. اما اگر مقدار اکسیژن کم باشد، گاز کربن مونوکسید به همراه دیگر فراورده‌ها تولید خواهد شد؛ در این حالت گفته می‌شود سوختن ناقص^۲ است (شکل ۸).



(آ)



(ب)

شکل ۸- (آ) رنگ زرد شعله، نشان دهنده سوختن ناقص است (ب) رنگ آبی شعله، نشان می‌دهد که وسیله گاز سوز به درستی کار می‌کند و اکسیژن کافی در محیط واکنش وجود دارد.

کربن مونوکسید^۳، گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است. چگالی این گاز کمتر از هوا و

آیا می‌دانید

براساس گزارش‌های رسمی کشور، سالانه در حدود ۱۰۰۰ نفر بر اثر گاز گرفتگی، جان خود را از دست می‌دهند. از این‌رو، ضروری است همه شهروندان درباره راههای جلوگیری از گاز گرفتگی در مکان‌های گوناگون، اطلاعات کافی مناسب و کارآمد داشته باشند.



شکل ۹- نوعی دستگاه حسگر کربن
مونوکسید

قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است؛ به طوری که به سرعت در همه فضای اتاق پخش می‌شود. از آنجا که میل ترکیبی هموگلوبین خون با این گاز بسیار زیاد و بیش از 200 برابر اکسیژن است، مولکول‌های آن پس از اتصال به هموگلوبین از رسیدن اکسیژن به بافت‌های بدن جلوگیری می‌کنند. این ویژگی باعث مسمومیت می‌شود و سامانه عصبی را فلچ می‌کند و قدرت هرگونه اقدامی را از فرد مسموم می‌گیرد و بدین ترتیب باعث مرگ او می‌شود.

در میان تارنمایها



شکل ۱۰- سوختن گردآهن. اغلب فلزها مانند آهن در شرایط مناسب با گاز اکسیژن می‌سوzenد.

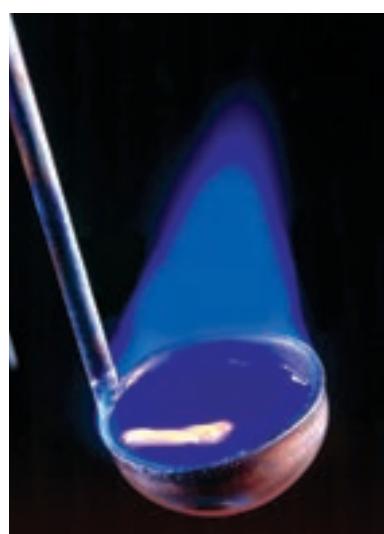
۱- بیشتر مرگ و میرهای ناشی از گاز گرفتگی به دلیل رعایت نکردن اصول ایمنی هنگام استفاده از وسایل گرمایشی است. درباره روش‌های استاندارد انتقال گازهای حاصل از سوختن سوخت‌ها به بیرون از خانه و روش‌های جلوگیری از گاز گرفتگی، اطلاعات جمع‌آوری و به کلاس گزارش کنید.

۲- امروزه در برخی خانه‌ها از دستگاهی برای اعلام نشت گاز کربن مونوکسید استفاده می‌کنند (شکل ۹). با مراجعه به منابع علمی معتبر درباره شیوه کار این دستگاه گزارشی تهیه و در کلاس ارائه کنید.

واکنش پذیری زیاد اکسیژن سبب می‌شود تا عنصرهای فلزی و نافلزی در شرایط مناسب بسوzenد (شکل‌های ۱۰ و ۱۱).



(آ)



(ب)



(پ)

شکل ۱۱- سوختن (آ) منیزیم، (ب) گوگرد، (پ) سدیم

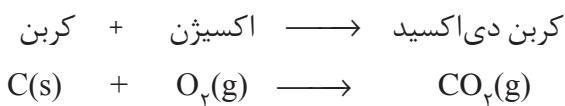
- تغییر شیمیایی می‌تواند با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزاد سازی گاز، تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور و صدا همراه باشد.

یکی از کاربردهای آرگون ایجاد محیط بی‌اثر هنگام جوشکاری است. به نظر شما این روش بر استحکام و طول عمر فلز جوشکاری شده چه تأثیری خواهد داشت؟ توضیح دهید.

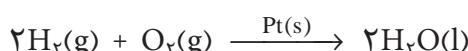


و اکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

در هر تغییر شیمیایی مانند سوختن مواد، فساد مواد غذایی و... از یک یا چند مادهٔ شیمیایی، مادهٔ (مواد) تازه‌ای تولید می‌شود. هر تغییر شیمیایی می‌تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد که هر یک از آنها را با یک معادله نشان می‌دهند. در این معادله، واکنش دهنده‌ها در سمت چپ و فراورده‌ها در سمت راست نوشته می‌شوند؛ برای مثال، سوختن کربن را به صورت زیر نمایش می‌دهند:



معادلهٔ نخست، نوشتاری^۱ و معادلهٔ دوم، نمادی^۲ نامیده می‌شود. معادلهٔ نمادی، افزون بر نمایش فرمول شیمیایی واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها می‌تواند حالت فیزیکی آنها و اطلاعاتی دربارهٔ شرایط واکنش نیز ارائه کند؛ برای نمونه، معادلهٔ شیمیایی زیر بیان می‌کند که این واکنش در حضور کاتالیزگر پلاتین انجام می‌شود:



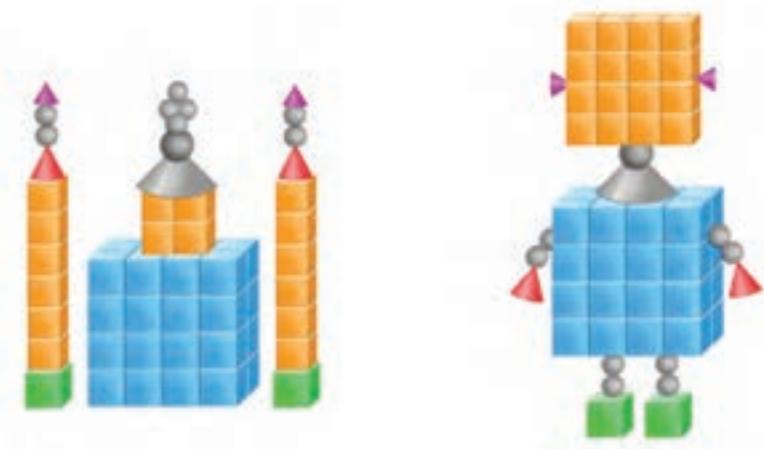
یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که همهٔ آنها از قانون پایستگی جرم^۳ پیروی می‌کنند.

معنا	نماد
جامد	(s)
مایع	(l)
گاز	(g)
محلول آبی	(aq)

- نمادهای به کاررفته برای نمایش حالت فیزیکی مواد در معادله‌های شیمیایی

- در معادلهٔ واکنش، رسوب حالت جامد، مذاب حالت مایع و بخار حالت گاز دارد.

۱- دو دانش آموز با استفاده از قطعه های پلاستیکی، دو دست سازه به شکل های زیر درست کرده اند. درباره جرم این دو دست سازه گفت و گو کنید و شرط برابری جرم آنها را بنویسید.



معنا	نماد
تولید می کند یا می دهد.	→
واکنش دهنده ها براثر گرم شدن واکنش می دهند.	Δ
واکنش در فشار 2 atm انجام می شود.	→
واکنش در دمای 1200°C سلسیوس انجام می شود.	→
برای انجام شدن واکنش، از فلز پالادیم (Pd(s)) به عنوان کاتالیزگر استفاده می شود.	→

● معنای برخی عبارت های نمادهای مورد استفاده در معادله های شیمیایی

۲- جای خالی را پر کنید.



۳- میخ آهنی در هوای مرطوب زنگ می زند. با توجه به جرمی که ترازووها نشان می دهند، قانون پایستگی جرم را در این واکنش توضیح دهید.



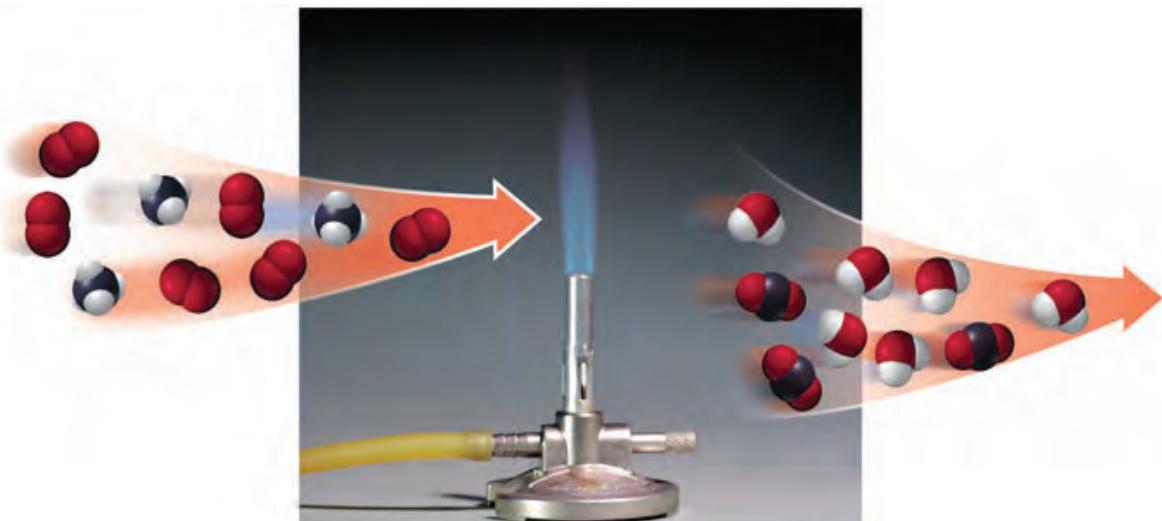
۴- درباره عبارت زیر در کلاس گفت و گو کنید.

«جرم کل مواد موجود در مخلوط واکنش ثابت است.»

موازنی کردن معادله واکنش‌های شیمیایی

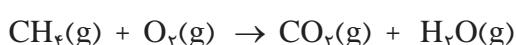
در واکنش‌های شیمیایی، اتمی از بین نمی‌رود و به وجود هم نمی‌آید، بلکه پس از انجام واکنش، اتم‌های واکنش‌دهنده‌ها به شیوه‌های دیگری به هم متصل می‌شوند و فراورده‌هارا به وجود می‌آورند. این ویژگی نشان می‌دهد که جرم مواد، پیش از واکنش برابر با جرم مواد، پس از واکنش است؛ به دیگر سخن، جرم مواد شرکت‌کننده در یک واکنش شیمیایی، ثابت است. مطابق قانون پایستگی جرم، شمار اتم‌های هر عنصر در یک واکنش شیمیایی ثابت است،

(شکل ۱۲).



شکل ۱۲- سوختن متان. برابری شمار هر یک از اتم‌های کربن، هیدروژن و اکسیژن در واکنش‌دهنده‌ها با فراورده‌ها

برای این واکنش می‌توان معادله نمادی به صورت زیر نوشت:



● در معادله‌های شیمیایی موازن‌شده،
نیازی به نوشتن ضریب ۱ نیست.

در این معادله، تعداد اتم‌های کربن در واکنش‌دهنده‌ها (متان) برابر با ۱ و در فراورده‌ها (کربن دی‌اکسید) نیز با ۱ برابر است؛ اما تعداد اتم‌های هیدروژن و اکسیژن در دو سوی معادله، برابر نیست. حال برای اینکه تعداد اتم‌های این دو عنصر نیز در دو سوی معادله، برابر شود، باید به O_2 و H_2O ضریب ۲ داده شود؛ در این صورت، معادله موازن شده به دست می‌آید.



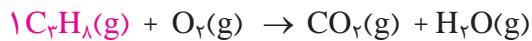
با توجه به معادله موازنہ شدہ می توان نتیجہ گرفت کہ برای موازنہ کردن هر معادله نمادی، باید به هر یک از واکنش دهندها و فراوردها ضریبی نسبت داد تا تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.

براساس یکی از ساده‌ترین روش‌های موازنہ (روش وارسی) اغلب به ترکیبی که دارای بیشترین تعداد اتم است؛ ضریب ۱ می‌دهند سپس با توجه به تعداد اتم‌های این ترکیب، ضرایبی را به دیگر مواد می‌دهند تا تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.

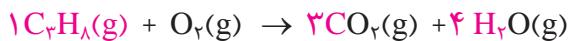
برای نمونه، معادله نمادی سوختن کامل پروپان به صورت زیر است:



برای موازنہ، به C_3H_8 ضریب ۱ بدهید.



اینک تعداد اتم‌های کربن و هیدروژن در سمت چپ مشخص شده است. حال اگر به H_2O ضریب ۴ و به CO_2 ضریب ۳ بدهید، تعداد اتم‌های C و H در دو طرف برابر می‌شود.



در پایان، چون تعداد اتم‌های اکسیژن در سمت راست، تعیین شده و برابر با ۱۰ اتم است، اگر به اکسیژن در سمت چپ، ضریب ۵ بدهید، تعداد اتم‌های همه عنصرها در دو سوی معادله برابر می‌شوند.



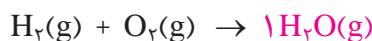
همان طور که مشاهده کردید، هنگام موازنہ کردن، نباید زیروندها را در فرمول شیمیایی واکنش دهندها و فراوردها تغییر داد. همچنین توجه به این نکته ضروری است که هر یک از ضریب‌ها در معادله موازنہ شده، باید کوچک‌ترین عدد طبیعی ممکن باشد. برای نمونه به روش موازنہ معادله سوختن گاز هیدروژن دقت کنید.

● معادله شیمیایی موازنہ شده، به
دو صورت خوانده می‌شود؛ برای
نمونه:

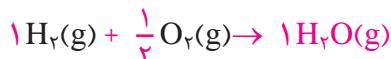
- ۱- دو مول گاز هیدروژن با یک مول گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مول بخار آب تولید می‌کند.
- ۲- دو مولکول هیدروژن با یک مولکول اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مولکول آب تولید می‌کند.



در اینجا برای موازنہ به H_2O ، ضریب ۱ می‌دهیم.



حال تعداد اتم‌های H و O در سمت راست معادله مشخص شده است. اگر به H_2 ضریب ۱ و به O_2 ضریب $\frac{1}{2}$ بدهیم، تعداد اتم‌های هر دو عنصر در دو سوی معادله برابر می‌شود.



در پایان برای ازین بردن ضریب کسری اکسیژن، همه ضریب‌ها را در عدد ۲ ضرب می‌کنیم؛

در نتیجه:



خود را بیازمایید

معادله واکنش‌های زیر را موازنه کنید:



ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها

اغلب فلزها در طبیعت، به شکل ترکیب یافت می‌شوند که بخش قابل توجهی از آنها به شکل اکسید است؛ برای مثال، فلز آلومینیم به صورت ترکیب بوکسیت (Al_2O_3 به همراه ناخالصی) و فلز آهن به صورت هماتیت (Fe_2O_3 به همراه ناخالصی) در طبیعت وجود دارد (شکل ۱۳).



(آ)



(ب)

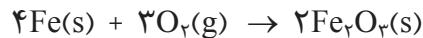
شکل ۱۳- آ) سنگ معدن آلومینیم، ب) سنگ معدن آهن



● زنگ زدن و سایل آهنی و فولادی، سالانه هزینه‌های هنگفتی را به اقتصاد کشورها تحمیل می‌کند.

فلزها کاربردهای بسیار گسترده‌ای در زندگی روزانه دارند که با برخی از آنها در درس علوم هفتم آشنا شدید. برای استفاده از فلزها، نخست آنها را با صرف انرژی زیاد و طی فرایندی طولانی از سنگ معدن استخراج می‌کنند؛ سپس آنها را برای تولید مواد، ابزار، وسایل و دستگاه‌های گوناگون به کار می‌برند. نکته مهم این است که وقتی این وسایل و دستگاه‌های فلزی در معرض هوای قرار می‌گیرند، دچار تغییر شیمیایی شده و دوباره با اکسیژن هواترکیب می‌شوند. برای مثال زنگ زدن آهن، واکنش شیمیایی معروفی است که بارها آن را در بخش‌های گوناگون زندگی مشاهده کرده‌اید. زنگ زدن آهن، یک واکنش اکسایش است که در آن، آهن با اکسیژن در هوای مرطوب واکنش داده و زنگ آهن^۱ قهوه‌ای رنگ تشکیل می‌دهد (شکل ۱۴). این زنگار، متخلل است و سبب می‌شود تا بخار آب و اکسیژن به لایه‌های زیرین نفوذ کند و باقیمانده فلز را مورد حمله

قرار دهد. بدین ترتیب، اکسایش آهن تا آنجا پیش می‌رود که همهٔ فلز به زنگار تبدیل می‌شود؛ ماده‌ای که استحکام لازم را ندارد و در اثر ضربه، خرد می‌شود و فرو می‌ریزد.



● به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است، واکنش اکسایش^۱ می‌گویند.



شکل ۱۴- به ترد شدن، خرد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر اکسایش، خوردگی گفته می‌شود.

آیا می‌دانید

وجود یون‌های Fe^{2+} در آب و تبدیل آن به یون‌های Fe^{3+} ، سبب می‌شود هنگام چکه کردن شیرهای منزل پس از مدتی رسوب قهوه‌ای که همان زنگ آهن است به وجود آید. برای خلاصی از این پدیده که چهرهٔ زشتی ایجاد می‌کند، می‌توان پنبهٔ آغشته به آبلیمو یا سرکه را چند بار روی آن کشید.



رفتار همهٔ فلزها در برابر اکسیژن یکسان نیست؛ برای مثال، با اینکه فلز آلومینیم نیز با اکسیژن هوا واکنش می‌دهد و به آلومینیم اکسید تبدیل می‌شود، اما در برابر خوردگی مقاوم است، به گونه‌ای که برخلاف آهن، لایه‌های درونی فلز اکسایش نمی‌یابد؛ به همین دلیل، گاهی در ساختمان‌سازی از در و پنجره‌های آلومینیمی به جای آهنی استفاده می‌شود.

خود را بیازمایید

۱- شکل زیر، از راست به چپ واکنش سه فلز آلومینیم، روی و آهن را در شرایط یکسان با محلولی از یک اسید نشان می‌دهد.

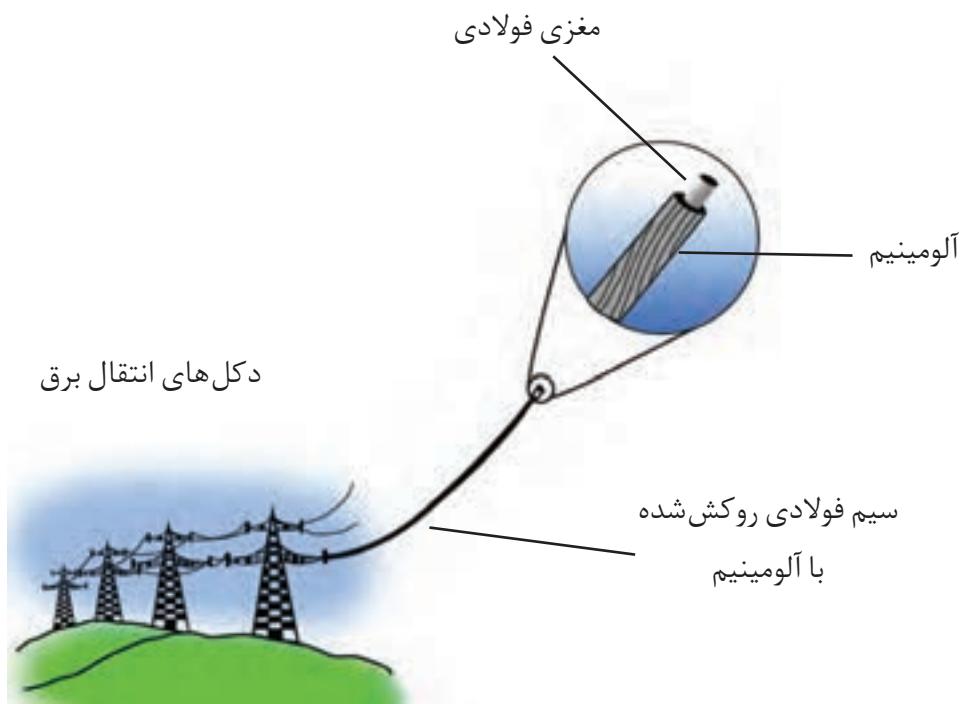


آ) کدام فلز واکنش پذیرتر است؟ چرا؟

ب) پیش‌بینی کنید در شرایط یکسان، تیغه آلومینیمی زودتر اکسایش می‌یابد یا تیغه آهنی؟
چرا؟

- ۲- آلومینیم اکسید، جامدی با ساختاری متراکم و پایدار است که محکم به سطح فلز می‌چسبد. بر این اساس توضیح دهید چرا وسایل آلومینیمی در برابر خوردگی مقاوم‌اند؟
- ۳- سیم‌های انتقال برق با ولتاژ بالا (فشار قوی) افرون بر داشتن رسانایی الکتریکی زیاد، باید ضخیم و مقاوم باشند. در برخی از کشورها این سیم‌ها را از فولاد و آلومینیم درست می‌کنند، به طوری که رشتة درونی آنها از فولاد و روکش آنها از آلومینیم است.

● در درس علوم آموختید که هرچه ضخامت سیم کمتر باشد، مقاومت آن در برابر جریان الکتریکی بیشتر است.



- آ) چرا روکش این سیم‌ها را از آلومینیم می‌سازند؟
- ب) با توجه به فاصله زیاد میان دکل‌های برق، چرا همه سیم‌ها را از فولاد نمی‌سازند؟
- (راهنمایی: چگالی آهن و آلومینیم به ترتیب برابر با $7/8$ و $2/7$ گرم بر سانتی‌متر مکعب است).

برخی از فلزها مانند آهن، در واکنش با اکسیژن، دو نوع اکسید تولید می‌کنند. در واقع آهن با اکسیژن ترکیب و نخست به FeO تبدیل می‌شود؛ سپس این ترکیب با اکسیژن محیط به Fe_3O_4 اکسایش می‌یابد. این ترکیب‌ها را چگونه باید نام‌گذاری کرد؟

با هم بیندیشیم

آیا می‌دانید

اغلب عنصرهای دسته ۴ می‌توانند با بیش از یک نوع کاتیون، نمک‌هایی با رنگ‌های گوناگون تشکیل دهند.



آهن (II) کلرید



آهن (II) کلرید



CuCl_2



CuCl

نام	فرمول	نام	فرمول
آهن (III) اکسید	Fe_2O_3	سدیم اکسید	Na_2O
مس (I) اکسید	Cu_2O	منیزیم اکسید	MgO
مس (II) اکسید	CuO	آهن (II) اکسید	FeO

۱- با بررسی داده‌های جدول:

آ) کدام فلزها، بیش از یک نوع اکسید تشکیل داده‌اند؟

ب) نماد کاتیون را در اکسیدهای آهن و مس مشخص کنید.

پ) چه رابطه‌ای بین نام ترکیب، با بار الکتریکی این کاتیون‌ها وجود دارد؟

ت) شیوه نام‌گذاری ترکیب‌های یونی را، که در آنها کاتیون، بارهای الکتریکی متفاوتی دارد توضیح دهید.

۲- جدول زیر را کامل کنید.

نام ترکیب	آلومنینیم فلورئورید	پتاسیم سولفید	آهن (III) یدید		
فرمول شیمیایی	CaO	MgBr_2	Cu_2S		

۳- هرگاه بدانیم که اتم عنصر کروم در ترکیب‌های خود اغلب به صورت کاتیون Cr^{3+} یا Cr^{2+} یا Cr^{4+} یافت می‌شود، فرمول و نام شیمیایی اکسیدهای و کلریدهای آن را بنویسید.

واکنش عنصرها با اکسیژن، تنها به فلزها محدود نمی‌شود بلکه، نافلزها نیز با آن واکنش می‌دهد و به اکسید نافلزها تبدیل می‌شود. در واقع اکسیدهای نافلزی، دسته‌هایی از ترکیب‌های شیمیایی هستند که از واکنش نافلزها با اکسیژن تولید می‌شوند. ترکیب‌هایی

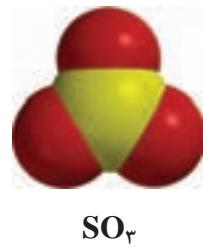
مانند CO_2 , SO_2 و NO_2 , نمونه‌هایی از اکسیدهای نافلزی هستند. با توجه به اینکه هر زیروند در فرمول شیمیایی، نمایانگر شمار اتم‌های آن عنصر در ترکیب است، شیمی‌دان‌ها برای بیان تعداد هر یک از اتم‌ها، پیشوندهای معرفی شده در جدول را به کار می‌برند. برای نمونه، به فرمول و نام شیمیایی ترکیب زیر توجه کنید:



دی نیتروژن ترا اکسید

پیشوند	تعداد
مونو	۱
دی	۲
تری	۳
تترا	۴
پنتا	۵
هگزا	۶

نام این ترکیب، الگویی برای نام‌گذاری این نوع ترکیب‌ها است. بدین ترتیب که نخست، تعداد و نام عنصری گفته می‌شود که در سمت چپ فرمول شیمیایی نوشته شده است. سپس تعداد و نام عنصر دوم با پسوند «ید» «**بیان می‌شود**».



خود را بیازمایید

نام ترکیب‌ها در ستون نخست و فرمول شیمیایی ترکیب‌ها در ستون دوم را بنویسید.

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| ج) دی نیتروژن ترا اکسید | NO_2 (آ) |
| چ) کربن دی سولفید | CO (ب) |
| ح) گوگرد ترا اکسید | SO_2 (پ) |
| خ) کربن ترا کلرید | PCl_3 (ت) |
| د) نیتروژن ترا فلوئورید | SiBr_4 (ث) |



با هم بیندیشیم

در آرایش الکترون- نقطه‌ای (ساختار لوویس)، الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها طوری کنار آنها چیده می‌شوند که همه اتم‌های ترکیب از قاعده هشت‌تایی پیروی کنند. اینک با توجه به آرایش الکترون- نقطه‌ای کربن دی اکسید و بررسی موارد زیر، روشی برای رسم ساختار لوویس مولکول‌ها بیابید.

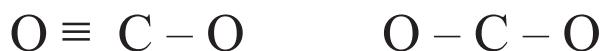


۱- شمار کل الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده را حساب کنید. برای این کار، تعداد

• مدل فضا پرکن چند مولکول

- اگر در فرمول مولکولی یک ترکیب، تنها یک اتم از عنصر سمت چپ وجود داشته باشد، از به کار بردن پیشوند مونو پیش از نام این عنصر چشم پوشی می‌شود.

۲- ساختارهای ممکن که در آنها، اتم‌های کربن و اکسیژن با یک، دو یا سه پیوند به هم متصل شده‌اند به صورت زیر است:



۳- الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌ها را با جفت نقطه نشان دهید، به طوری که پیرامون هر اتم در مجموع، هشت الکtron (پیوندی + ناپیوندی) وجود داشته باشد.

۴- از میان ساختارهایی که رسم کرده‌اید، آنکه ویژگی‌های زیر را دارد، ساختار لوویس درست ترکیب را نشان می‌دهد:

• مجموع الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در مولکول، برابر با مجموع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های سازنده آن باشد.

• همه اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی رسیده باشند (اتم هیدروژن همواره یک پیوند تشکیل می‌دهد، از این‌رو تنها با دو الکترون پایدار می‌شود).

راهنمایی: در رسم ساختار لوویس، نمایش پیوند دوگانه بر پیوند سه‌گانه مقدم است. اکنون با روشی که آموخته‌اید، ساختار لوویس هر یک از مولکول‌های زیر را رسم کنید.



خواص اکسیدهای فلزی و نافلزی

اکسیدهای فلزی و نافلزی، کاربردهای فراوانی در زندگی دارند. برای نمونه، برخی کشاورزان کلسیم اکسید (آهک) را به عنوان اکسیدفلزی برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی به خاک می‌افزایند؛ زیرا افزودن این نوع مواد به خاک سبب می‌شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند. از کلسیم اکسید همچنین برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه‌ها استفاده می‌شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- افزودن آهک به زمین‌های کشاورزی و دریاچه‌های اسیدی

در درس علوم نهم آموختید که مرجان‌ها، گروهی از کیسه‌تنان با اسکلت آهکی هستند. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که این جانداران با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید در آب از بین می‌روند (شکل ۱۶).



● اثر هیدرولریک اسید بر روی برگ گیاه

شکل ۱۶- با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید در هوایکره، بخش زیادی از آن در آب دریاها و اقیانوس‌ها حل می‌شود. به این ترتیب خاصیت اسیدی آب افزایش می‌یابد و زندگی آبزیان به خطر می‌افتد.

کاوش کنید

۱- درون یک بشر تا نیمه آب بریزید؛ سپس مقداری آهک به آن بیفزایید و مخلوط را خوب هم بزنید.

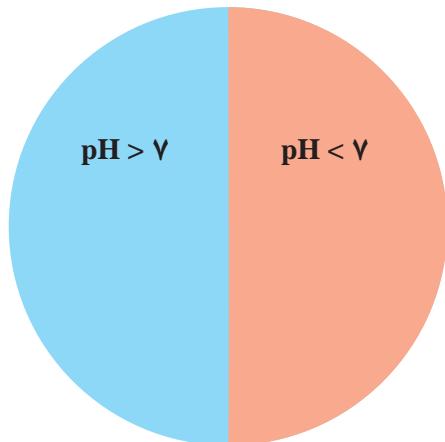
۲- یک تکه کاغذ pH بردارید و آن را به محلول آب آهک آغشته کنید. چه مشاهده می‌کنید؟

۳- یک بطری آب گازدار بردارید و یک تکه کاغذ pH را به آن آغشته کنید. چه مشاهده می‌کنید؟

۴- از این آزمایش‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.

۵- پیش‌بینی کنید با حل شدن هر یک از مواد زیر در آب، محلول به دست آمده چه خاصیتی

دارد؟ هر ماده را درون دایره و در جای مناسب بنویسید.



MgO (آ)
SO_۲ (ب)
CO_۲ (پ)
Na_۲O (ت)

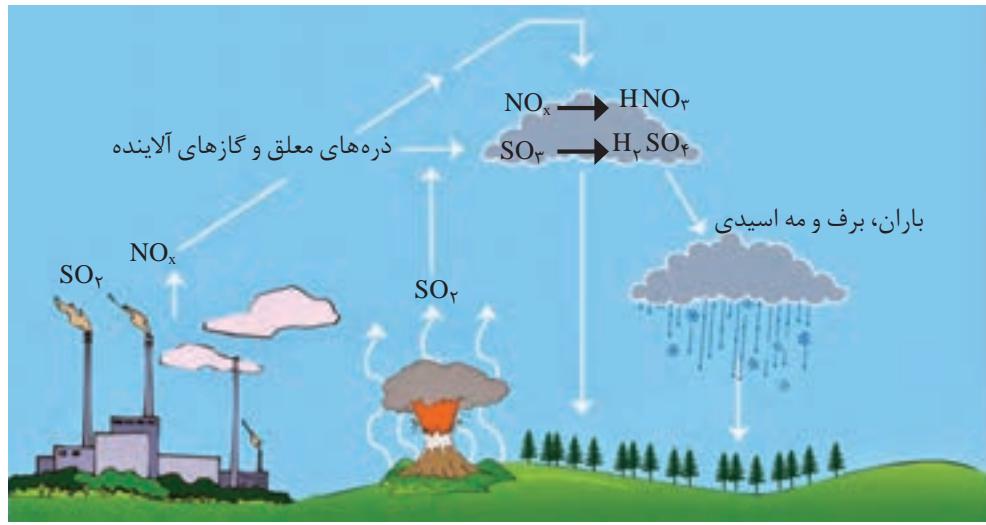
۶- از گچ و سیمان به مقدار زیادی در ساختمان سازی استفاده می شود. شاید شما هم دقت کرده باشید هنگام ساختمان سازی در محل تهیه بتون یا در جایی که مقداری سیمان یا گچ بر جای می ماند تا مدت ها گیاهی رشد نمی کند. آیا می توان این موضوع را به خاصیت اسیدی یا بازی گچ و سیمان مرتبط دانست؟ درستی پاسخ خود را با استفاده از کاغذ pH بررسی کنید.

به طور کلی، اکسیدهای فلزی را اکسیدهای بازی^۱ و اکسیدهای نافلزی را اکسیدهای اسیدی^۲ می نامند؛ زیرا از واکنش اغلب آنها با آب به ترتیب باز و اسید تولید می شود.

۰ پیوند با زندگی

حیات و ادامه آن روی زمین، به بارش های آسمانی وابسته است. باران از جمله این نعمت ها است؛ نعمتی که هنگام بارش، افزون بر ایجاد پاکی و نشاط به طبیعت جان دوباره می بخشد. به دلیل آلودگی های ناشی از صنایع و فناوری های ساخته بشر، گاهی همین باران مشکل ساز می شود. باران به دلیل وجود کربن دی اکسید (CO_۲) محلول در آن، اندکی اسیدی و دارای pH کمتر از ۷ است.

در شیمی هواکره، اصطلاح رایجی با عنوان «آنچه بالا می رود، باید پایین بیاید» وجود دارد. این اصطلاح بیان می کند آلاینده هایی که از سوختن سوخت های فسیلی وارد هواکره می شوند و بالا می روند، سرانجام باید به زمین برگردند. این آلاینده ها به طور عمده شامل اکسیدهای اسیدی NO_۲ و SO_۲ هستند که هنگام بارش در آب حل می شوند. بارشی که خاصیت اسیدی چشمگیری دارد و به زمین فرو می ریزد؛ در این حالت می گوییم باران اسیدی باریده است (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- روند تولید باران اسیدی

باران اسیدی آثار جبران ناپذیری بر جنگل‌ها، باغ‌های میوه و زندگی آبزیان دارد؛ زیرا تغییر میزان خاصیت اسیدی آب به بافت‌های جانداران آسیب می‌زند. آثار زیانبار باران اسیدی بر روی پوست، دستگاه تنفس و چشم‌ها به سرعت قابل تشخیص است. گاهی خاصیت اسیدی باران باعث خشکی و ترک خوردن گیاه‌ها می‌شود (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- برخی از آثار باران اسیدی. تغییر pH آب در زندگی جانداران آثار جبران ناپذیری بر جای می‌گذارد.

آیا می‌دانید

بویه‌ها تجهیزات شناوری هستند که به منظور تشخیص مسیرهای ایمن دریابی، تعیین دمای آب، سرعت و جهت وزش باد و ... در مسیرهای آبی قرار داده‌می‌شوند. آنها داده‌های ثبت شده را از طریق ارتباطات ماهواره‌ای به مراکز هواشناسی ارسال می‌کنند.



چه بر سر هوا کره می‌آوریم؟

دانشمندان با استفاده از بالون‌های هواشناسی، ماهواره‌ها، کشتی‌های اقیانوس‌پیما و گوییچه‌های شناور در دریاها که به حسگرهای دما مجهز هستند، پیوسته دمای کره زمین را در سرتاسر نقاط آن رصد می‌کنند. شواهد نشان می‌دهند که در طول سده گذشته میانگین دمای کره زمین افزایش یافته است. این افزایش سبب شده تا شرایط آب و هوایی در نقاط گوناگون زمین تغییر کند. اکنون این پرسش پیش می‌آید که چه عواملی سبب ایجاد این تغییر می‌شود؛

آیا گازهای موجود در هوا کره می‌توانند در آن نقش داشته باشند؟ آیا رفتار و سبک زندگی انسان‌ها سبب این تغییرها شده است یا پدیده‌های طبیعی عامل آن هستند؟

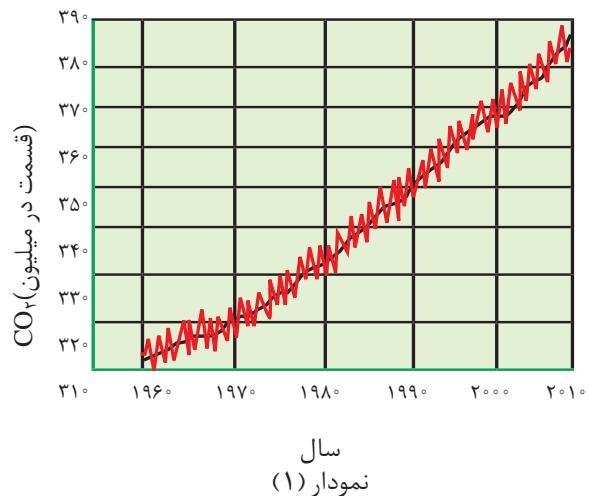
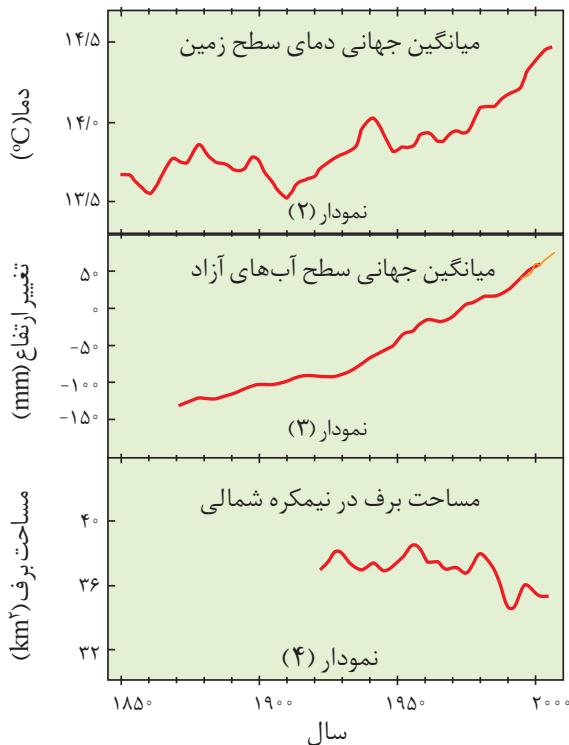
با هم بیندیشیم

- دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند

دماه کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۱/۸ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت.

آمارها نشان می‌دهند که سالانه میلیاردها تن کربن دی‌اکسید به هوا کره وارد می‌شود به طوری که مقدار این گاز در سده اخیر در هوا کره به میزان قابل توجهی افزایش یافته است.

نمودارهای زیر تعییر مقدار میانگین کربن دی‌اکسید در هوا کره، میزان بالا آمدن سطح آب دریاهای، تعییر میانگین دماه کره زمین و میانگین مساحت برف در نیمکره شمالی را نشان می‌دهند.



(آ) با بررسی نمودارها توضیح دهید بین نمودار (۱) با نمودارهای (۲)، (۳) و (۴) چه ارتباطی وجود دارد؟

(ب) شواهد نشان می‌دهند که فصل بهار در نیمکره شمالی زمین، نسبت به ۵° سال گذشته در حدود یک هفته زودتر آغاز می‌شود. علت را توضیح دهید.

(پ) شما نیز درباره آثار گرم شدن کره زمین در شهر یا منطقه محل سکونت خود با بزرگ‌ترها گفت و گو و اطلاعاتی در این باره جمع آوری و به کلاس گزارش کنید.

در درس علوم نهم آموختید که کربن دی اکسید مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای است که نقش بسیار تعیین کننده‌ای در آب و هوای کره زمین دارد. اینک دانستن اینکه ما چه سهمی در میزان تولید این گاز در هواکره داریم، ضروری به نظر می‌رسد.

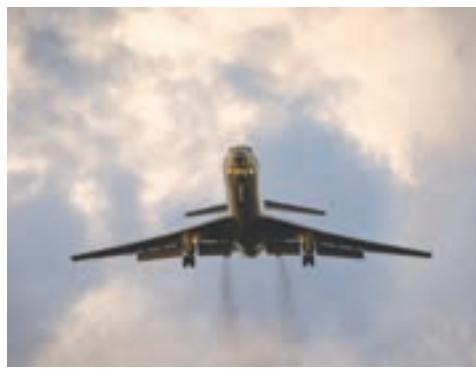
در سده گذشته با تحول صنعتی، ماشین‌آلات سنگین طراحی و ساخته شد. صنایع بزرگ پدید آمدند و فراورده‌های کشاورزی، دارویی، غذایی، نساجی، پتروشیمیایی و ... به صورت انبوه و در مقیاس صنعتی تولید شدند. با این تحولات، نیاز به انرژی الکتریکی برای چرخاندن چرخ‌های اقتصادی، انرژی مورد نیاز حرکت وسایل حمل و نقل و ... به میزان چشمگیری افزایش یافت. همه این فعالیت‌ها سبب شد تا میزان مصرف بی‌حساب سوخت‌های فسیلی افزایش یابد و حجم انبوهی از کربن دی اکسید وارد هواکره شود (شکل ۱۹).



- در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی انواع آلاینده‌ها وارد هواکره می‌شود.



(آ)



(ب)

شکل ۱۹-آ) آتش‌سوزی در سکوهای نفتی و ب) سوزاندن سوخت فسیلی در هواپیماها، حجم انبوهی کربن دی اکسید تولید می‌کنند.

- کربن دی اکسیدی که وارد هواکره شده، در آن جایه‌جا می‌شود و می‌تواند هوای شهرهای دیگر را آلوده کند. بنابراین هر رفتار ما بر زندگی همه مردمان جهان اثرخواهد گذاشت.



- هوای آلوده بوی بدی دارد و چهره شهر را زشت می‌کند. این هوای باعث سوزش چشم، سردرد، تهوع و به وجود آمدن انواع بیماری‌های تنفسی مانند سرطان ریه می‌شود. وظیفه ما در برابر کاهش و از بین بردن این آلودگی‌ها چیست؟

سبک زندگی انسان، نوع وسایلی که در زندگی استفاده می‌کند و رفتارهایی که در شرایط مختلف محیطی انجام می‌دهد، روی هواکره تأثیر می‌گذارد؛ برای مثال، نوع وسیله نقلیه‌ای که برای رفتن به مدرسه، محل کار، سفر و ... استفاده می‌کنیم، غذایی که می‌خوریم، وسایل گرمایشی و حتی مدت زمانی که موهای خود را با شوار خشک می‌کنیم به دلیل مصرف انرژی الکتریکی، مقداری کربن دی اکسید وارد هواکره می‌کند و در صدگازهای هواکره را تغییر می‌دهد. در واقع سبک زندگی می‌تواند بیانگر میزان اثرگذاری هر یک از انسان‌ها روی کره زمین و هواکره باشد. ردپا^۱ اصطلاحی است که به این اثر نسبت داده‌اند. یکی از این ردپاها، ردپای کربن دی اکسید است. برای اینکه مقدار کربن دی اکسید در هواکره از مقدار طبیعی آن فراتر نزود، باید مقدار اضافی کربن دی اکسید به وسیلهٔ گیاهان یا دیگر پدیده‌های طبیعی مصرف شود. حال هر چه مقدار کربن دی اکسید وارد شده به طبیعت زیادتر باشد، ردپای ایجاد شده سنگین‌تر و اثر آن ماندگارتر خواهد بود؛ زیرا زمان لازم برای تعديل این اثر به وسیله پدیده‌های طبیعی طولانی‌تر است.



در جدول زیر روش به دست آوردن مقدار کربن دی اکسید وارد شده به هواکره بر حسب برق مصرفی نشان داده شده است. در این جدول فرض شده است که برق خانگی شما را می‌توان به روش‌های گوناگون تهیه کرد. (y میزان برق مصرفی خانه شما را نشان می‌دهد که از روی قبض برق می‌توانید آن را مشخص کنید).

- ردپای کربن دی اکسید نشان می‌دهد در تولید یک محصول یا بر اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید وارد هواکره می‌شود.

- شکستن شاخه درختان مانند شکستن بال فرشتگان است. پیامبر گرامی اسلام (ص)



- یک درخت تنومند سالانه در حدود ۵ کیلوگرم کربن دی اکسید مصرف می‌کند.

- حفظ و توسعه مزارع، باغها و پوشش‌های گیاهی به کاهش ردپای کربن دی اکسید کمک می‌کند و بدیهی است که تخریب باغ و خشکاندن درختان آثار جبران‌ناپذیری به‌دنبال دارد.

ستون ۱	ستون ۲	ستون ۳	ستون ۴	ستون ۵
y	برق مصرفی در یک ماه (کیلووات ساعت)	منبع تولید برق	مقدار کربن دی اکسید تولید شده در یک ماه (کیلوگرم)	مقدار کربن دی اکسید تولید شده در یک سال (کیلوگرم)
	زغال سنگ	$\circ/9 \times y = \dots$	\dots	\dots
	نفت خام	$\circ/7 \times y = \dots$	\dots	\dots
	گاز طبیعی	$\circ/36 \times y = \dots$	\dots	\dots
	باد	$\circ/\circ 1 \times y = \dots$	\dots	\dots
	گرمای زمین	$\circ/\circ 3 \times y = \dots$	\dots	\dots
	انرژی خورشید	$\circ/\circ 5 \times y = \dots$	\dots	\dots

آ) ستون‌های یک، سه و چهار جدول را کامل کنید.

ب) استفاده از کدام منبع برای تولید برق، کربن دی اکسید بیشتری تولید خواهد کرد؟

پ) چرا میزان کربن دی اکسید ایجاد شده از منابع گوناگون انرژی با هم تفاوت دارد؟ توضیح دهید.

ت) طبیعت به کمک گیاهان، کربن دی اکسید را مصرف می‌کند؛ بنابراین یکی از راهکارهای کاهش ردپای کربن دی اکسید، کاشت و مراقبت از درختان و ایجاد کمرندهای سبز در شهرها، شهرک‌های صنعتی و روستاهای است. اکنون با توجه به داده‌های جدول زیر حساب کنید که چند درخت تنومند نیاز است تا کربن دی اکسید وارد شده به هواکره در اثر برق مصرفی خانه شما، مصرف و هوا پاک‌سازی شود.

میانگین قطر درخت (سانتی متر)	≤ 3	۴-۷	۸-۱۳	۱۴-۲۱	۲۲-۲۸	۲۹-۳۴	≥ ۲۵
مقدار کربن دی اکسید مصرفی (کیلوگرم در سال)	۱۱۰	۴/۴	۹/۴	۱۹/۱	۳۴/۶	۵۵/۳	۹۲/۷

● پیش‌بینی کنید برای از بین بردن ردپای کربن دی اکسید ناشی از سوخت خودروی خانواده شما چند درخت با قطر ۲۸-۲۸ سانتی‌متر لازم است؟ مقدار کربن دی اکسید تولیدشده به ازای هر یک کیلومتر مسافت طی شده با خودرو را برابر با ۲۵۰ گرم در نظر بگیرید. (البته یادتان باشد اگر امروز یک نهال بکارید، حداقل ۲۰ سال طول می‌کشد تا به یک درخت تنومند تبدیل شود).

● کاوش کنید «آیا تعداد درختان محله، روستا یا شهر شما برای پاکسازی هوا کره از وجود کربن دی اکسید وارد شده به آن از طریق برق مصرفی سالانه اداره‌ها، خانه‌های مسکونی و... کافی هستند؟»

● با مراجعه به اینترنت و منابع علمی معتبر درباره مزايا و معایب تولید برق با استفاده از منابع گوناگون، اطلاعات جمع‌آوری کنید و نتیجه را به کلاس گزارش دهید. در گزارش خود راهکاری (هایی) برای کاهش تولید کربن دی اکسید ارائه کنید.

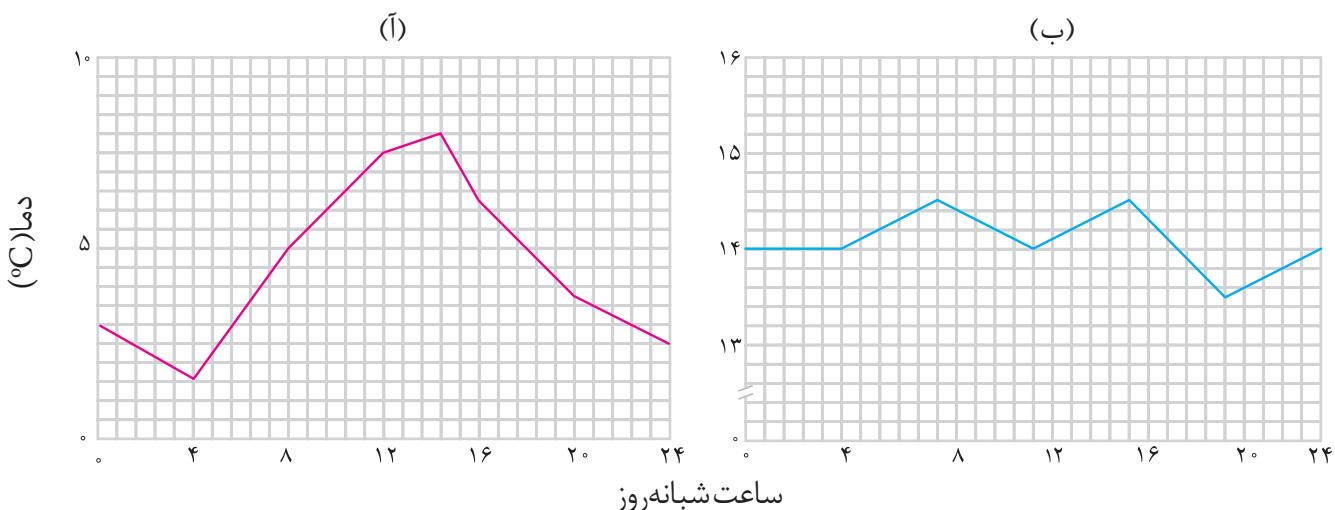


اثر گلخانه‌ای

آیا می‌دانید گلخانه و کشت گلخانه‌ای چیست؟ گلخانه برای چه منظوری و چگونه ساخته می‌شود؟ گلخانه‌ها، زمین‌های کشاورزی ویژه‌ای هستند که دور تا دور آنها را تا ارتفاع معینی با لایه‌ای از پلاستیک‌های شفاف می‌پوشانند و در آنها گیاهان و میوه‌های گوناگونی پرورش می‌دهند. در گلخانه‌ها در تمام فصول سال به ویژه در زمستان، فراورده‌های کشاورزی مانند

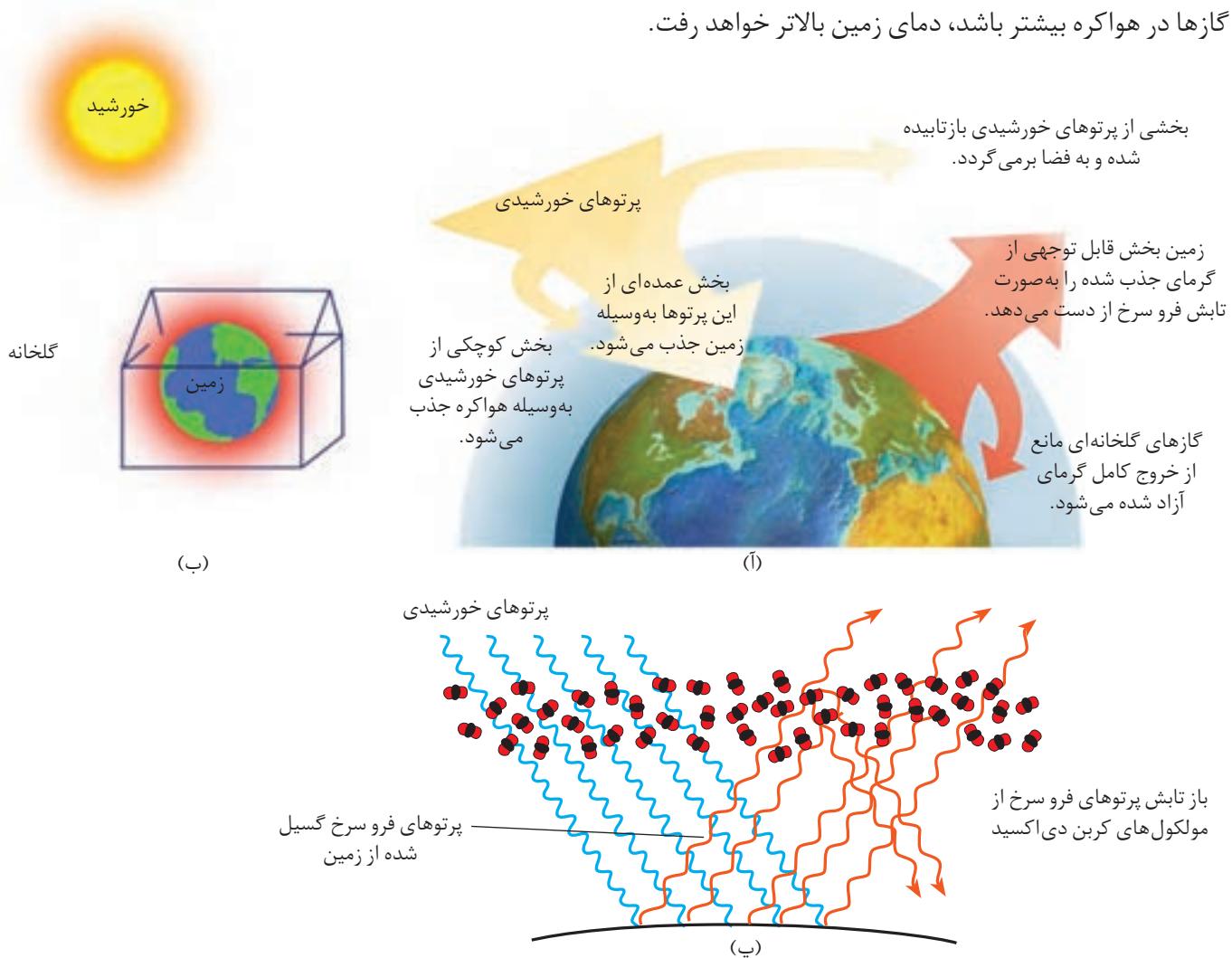
قارچ، خیار، گوجه فرنگی، توت فرنگی و... کشت می‌شود (نمودار ۱).

● گلخانه، گیاه‌یامیوه را از آسیب‌های ناشی از تغییر دما و آفت‌ها حفظ می‌کند. آیا می‌دانید نقش لایه پلاستیکی در گرم نگه داشتن گلخانه چیست؟



نمودار ۱- تغییر دمای یک گلخانه را در یک روز زمستانی نشان می‌دهد. کدام منحنی مربوط به درون و کدام به بیرون گلخانه مربوط است؟ چرا؟

نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول‌ها و دیگر ذره‌های آن برخورد می‌کند و تنها بخشی از آن به سطح زمین می‌رسد. از این‌رو، زمین گرم می‌شود و مانند یک جسم داغ از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد؛ با این تفاوت که انرژی پرتوهای گسیل شده، کمتر و طول موج آنها بلندتر است (شکل ۲۰). اکنون می‌توانید توضیح دهید چگونه لایهٔ پلاستیکی سبب گرم شدن گلخانه می‌شود. همان‌طور که دریافتنید کرهٔ زمین با لایه‌ای از گازها به نام هواکره احاطه شده است. این لایه برای زمین همانند لایهٔ پلاستیکی برای گلخانه است و سبب گرم شدن کرهٔ زمین می‌شود، به‌طوری که اگر این لایه وجود نداشت میانگین دمای کرهٔ زمین به 18°C - کاهش می‌یابد. با این توصیف پرتوهای خورشیدی پس از برخورد به زمین دوباره با طول موج‌های بلندتر به هواکره بر می‌گردند، اما برخی گازهای موجود در هواکره CO_2 ، H_2O و... مانع از خروج آنها می‌شوند و بدین‌ترتیب زمین را گرم‌تر می‌کنند. هرچه مقدار این گازها در هواکره بیشتر باشد، دمای زمین بالاتر خواهد رفت.



شکل ۲۰- رفتار زمین در برابر پرتوهای خورشیدی، آ) نمایی از گرمای جذب و بازتاب شده به‌وسیله زمین،

ب) مقایسهٔ هواکرهٔ زمین و لایهٔ محافظ گلخانه، پ) عملکرد مولکول‌های CO_2 در برابر تابش خورشیدی

شیمی سبز، راهی محافظت از هوا کره

شیمی سبز شاخه‌ای از شیمی است که در آن شیمیدان‌ها در جستجوی فرایندها و فراورده‌هایی هستند که به کمک آنها بتوان کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از منابع طبیعی افزایش داد و هم‌زمان از طبیعت محافظت کرد. در این راستا بایستی تولید و مصرف مواد شیمیایی را که ردپاهای سنگینی روی کره زمین بر جای می‌گذارند، کاهش داد یا متوقف کرد.

تولید سوخت سبز

سوخت سبز، سوختی است که در ساختار خود افزون بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارد و از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی به دست می‌آید. این مواد زیست تخریب پذیرند، از این رو به وسیله جانداران ذره‌بینی به مواد ساده‌تر تجزیه می‌شوند. اتانول و روغن‌های گیاهی نمونه‌هایی از این نوع سوخت‌ها هستند.



مزارع سویا در کشور استرالیا که برای تولید سوخت سبز زیر کشت می‌روند.

شیمی

آیا می‌دانید

شرکت‌های بزرگ خودروسازی در دنیا با بهره‌گیری از دانش علوم پایه و مهندسی، کربن دی‌اکسید تولید شده از خودروها را به ازای طی یک کیلومتر از ۱۶۵ گرم به ۱۳۰ گرم کاهش داده‌اند. آنها در تلاش‌اند تا این مقدار را به ۱۰۵ گرم کاهش دهند. امید است متخصصان کشور ما نیز با تکیه بر دانش و فناوری بتوانند به موفقیت‌های خوبی در این زمینه دست یابند.

تبديل CO_2 به مواد معدنی

برای این منظور کربن دی‌اکسید تولید شده در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی را با منیزیم اکسید یا کلسیم اکسید واکنش می‌دهند.



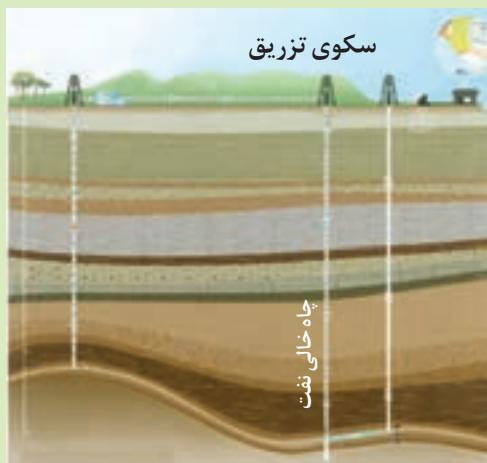
تولید پلاستیک‌های سبز

پلاستیک‌های سبز (زیست تخریب پذیر)، پلیمرهایی هستند که بر پایه مواد گیاهی مانند نشاسته ساخته می‌شوند و به همین دلیل در ساختار آنها اکسیژن نیز وجود دارد. این پلاستیک در مدت زمان نسبتاً کوتاهی تجزیه می‌شوند و به طبیعت باز می‌گردند.



دفن کردن کربن دی اکسید

کربن دی اکسید را می‌توان به جای رها کردن در هوایکره در مکان‌های عمیق و امن در زیر زمین ذخیره و نگهداری کرد. سنگ‌های متخلخل در زیر زمین، میدان‌های قدیمی گاز و چاه‌های قدیمی نفت که خالی از این مواد هستند، جاهای مناسبی برای دفن این گاز هستند.



راه‌های پیشنهادی گوناگون محافظت از هوایکره. هر یک از راه‌های پیشنهادی چه مزایا، معایب و مشکلاتی دارند؟

سبز

تولید خودرو
و سوخت با
کیفیت بسیار خوب

در میان تارنماها

با مراجعه به منابع علمی معتبر مانند تارنماهی انجمن شیمی ایران و دیگر کشورها درباره ۱۲ اصل شیمی سبز، اطلاعاتی جمع آوری و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

با هم بیندیشیم

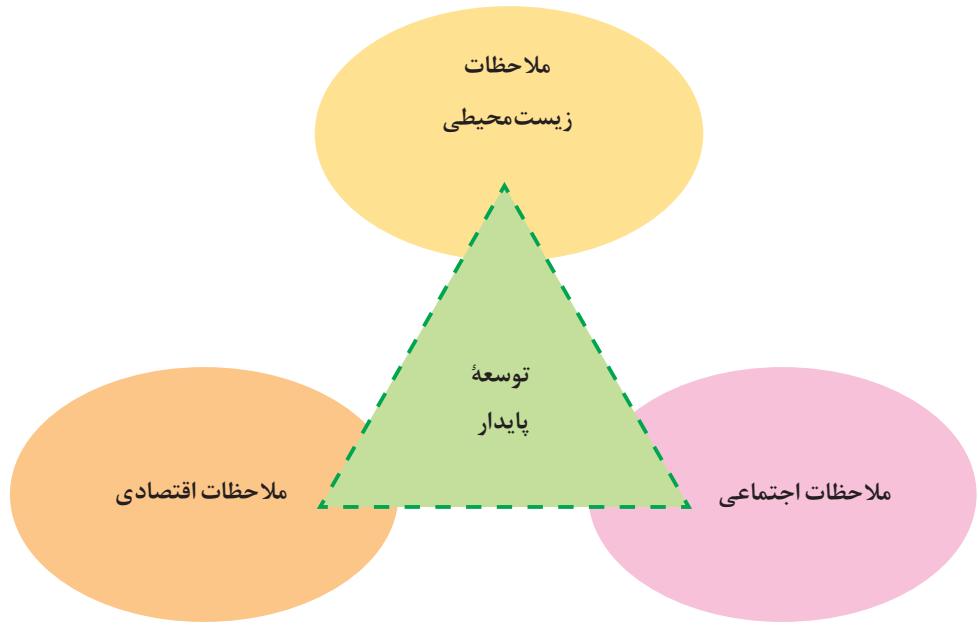
هیدروژن فراوان ترین عنصر در جهان است که به صورت ترکیب‌های گوناگون یافت می‌شود. این گاز مانند سوخت‌های فسیلی می‌تواند با اکسیژن بسوزد و نور و گرما تولید کند. با توجه به جدول زیر:

نام سوخت	بنزین	زغال سنگ	هیدروژن	گاز طبیعی
گرمای آزاد شده (کیلوژول بر گرم)	۴۸	۳۰	۱۴۳	۵۴
فراورده‌های سوختن	CO, CO ₂ , H ₂ O	CO, CO ₂ , H ₂ O, SO ₂	H ₂ O	CO, CO ₂ , H ₂ O
قیمت (ریال به ازای یک گرم)	۱۴	۴	۲۸۰۰	۵

- آ) استفاده از کدام سوخت آلاینده‌های کمتری ایجاد می‌کند؟
ب) تولید، حمل و نقل و نگهداری هیدروژن بسیار پرهزینه است. آیا تولید این گاز صرفهٔ اقتصادی دارد؟

پ) کارخانه قیمت تمام شده یک کالا را با حساب کردن کل هزینه‌های تولید و با در نظر گرفتن سود آن شرکت مشخص می‌کند. در این حالت برای حساب کردن قیمت تمام شده، فقط ملاحظات اقتصادی در نظر گرفته شده است؛ اما هر کالایی به اقتصاد کشور هزینه‌هایی را تحمیل می‌کند که به قیمت تمام شده، اضافه نشده است. برای مثال فرض کنید، شرکتی یک مادهٔ خوراکی تولید کرده است. اگر این شرکت در تولید این ماده، استانداردهای لازم را رعایت نکند (بسهنه‌بندی مناسب به کار نگیرد، موارد بهداشتی را رعایت نکند و ...) مصرف این مادهٔ خوراکی به سلامت شهروندان و محیط زیست آسیب خواهد زد. در این حالت قیمت تمام شده این کالا برای کشور بسیار بیشتر از قیمتی است که روی آن ثبت شده است؛ بنابراین، توسعهٔ پایدار بیان می‌کند هر گاه در مجموع، شرکت‌ها و کارخانه‌ها، کالاهایی را تولید کنند که قیمت تمام شده تولید کالا برای کشور کاهش یابد، این توسعه سبب رشد واقعی کشور می‌شود و در دراز مدت سبب حفظ یا کاهش مصرف منابع طبیعی می‌گردد.

- توسعه پایدار^۱ یعنی اینکه در تولید هر فراورده، همه هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی آن در نظر گرفته شود.



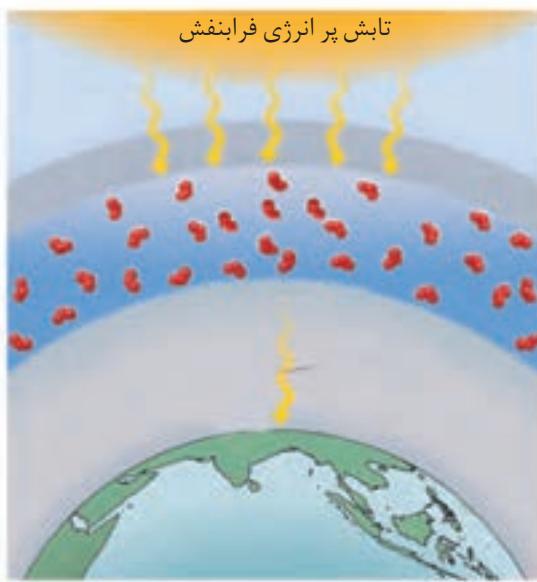
با این توصیف:

- توضیح دهید چرا برخی از کشورها برای تولید گاز هیدروژن سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی می‌کنند؟
 - چرا برخی از کشورها در پی تولید پلاستیک‌های زیست تخریب پذیرند در حالی که قیمت تمام شده تولید پلاستیک‌ها با پایه نفتی در کارخانه بسیار کم است؟
 - توضیح دهید چرا طراحان و متخصصان در شرکت‌های بزرگ تولید خودرو و هوایپیما، هزینه‌های هنگفتی صرف می‌کنند تا موتورهایی با انتشار کمترین مقدار CO_2 بسازند؟
-

اوزون، دگر شکلی از اکسیژن در هواکره

بررسی‌ها نشان می‌دهد که عنصر اکسیژن به شکل دیگری نیز در هواکره یافت می‌شود که به اوزون شهرت دارد. اوزون، گازی با مولکول‌های سه اتمی در لایه‌های بالایی هواکره (استراتوسفر) مانند پوششی کرده زمین را احاطه کرده، هر چند که مقدار آن در هواکره ناچیز است (شکل ۲۱).

تابش پر انرژی فرابنفش



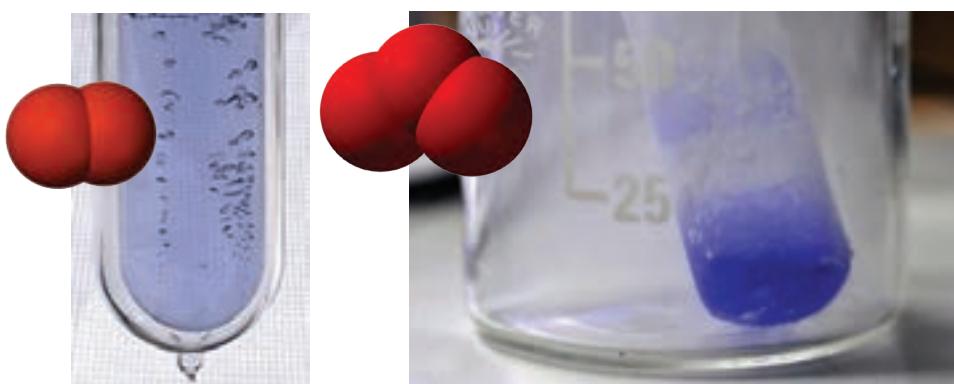
- دگر شکل (آلوتروپ)^۱ به شکل های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر گفته می شود.

شکل ۲۱- مولکول های اوزون مانع ورود بخش عمده ای از تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین می شود تا موجودات زنده از آثار زیانبار این تابش در امان بمانند.

خود را بیازمایید

با توجه به دگر شکل های اکسیژن به پرسش های زیر پاسخ دهید.

- آ) ساختار لوویس هر یک را رسم کنید.
- ب) با توجه به شکل و جدول زیر خواص فیزیکی آنها را مقایسه کنید.



- اصطلاح لایه اوزون^۲ به منطقه مشخصی از استراتوسفر می گویند که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده قرار دارد.

نام دگر شکل	فرمول شیمیایی	جرم مولی	نقطه جوش (°C)
اکسیژن	O ₂	۳۲	-۱۸۳
اوzon	O ₃	۴۸	-۱۱۲



پ) در صنعت از گاز اوزون برای گندздایی میوه‌ها، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود. آیا از این موضوع می‌توان نتیجه گرفت که اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر است؟ چرا؟

ت) توضیح دهید آیا اختلاف رفتار این دو ماده را می‌توان به این موضوع نسبت داد که:

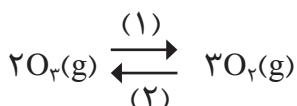
«ساختار هر ماده، تعیین کنندهٔ خواص و رفتار آن است.»

- در باتری‌های قابل شارژ، واکنش‌های شیمیایی برگشت‌پذیر رخ می‌دهد.

همان‌طور که دیدید در مولکول اوزون سه پیوند اشتراکی وجود دارد. هنگامی که تابش پر انرژی فرابنفش به این مولکول می‌رسد، پیوند اشتراکی بین دوتا از اتم‌های اکسیژن می‌شکند و مولکول اوزون به یک اتم اکسیژن و یک مولکول اکسیژن تبدیل می‌شود. ذره‌های تولید شده می‌توانند دوباره در واکنش با یکدیگر، مولکول اوزون را تولید کنند، اما در این واکنش، مقداری انرژی به صورت تابش فروسرخ آزاد می‌شود. با تکرار پیوسته این دو واکنش، لایه اوزون بخش قابل توجهی از تابش فرابنفش را جذب می‌کند و تابش‌های کم انرژی تر فروسرخ را به زمین گسیل می‌دارد.

با هم بیندیشیم

مجموعه واکنش‌های لایه اوزون را می‌توان با معادله زیر نمایش داد:



آ) شیمی‌دان‌ها به واکنش در جهت (۱)، **واکنش رفت^۱** و به واکنش در جهت (۲)، **واکنش برگشت^۲** می‌گویند. اگر در لایه اوزون تنها واکنش (۱) یا (۲) انجام شود، چه فاجعه‌ای رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.

ب) واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن برگشت‌پذیر است. با این توصیف، **واکنش برگشت‌پذیر^۳** و **برگشت ناپذیر^۴** را تعریف و چند مثال از آنها را در زندگی بیان کنید.

پ) با توجه به برگشت‌پذیری واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن، نقش محافظتی و ثابت‌ماندن مقدار اوزون را در لایه استراتوسفر توضیح دهید.

جالب است بدانید که اوزون در لایهٔ تروپوسفر نیز یافت می‌شود. از آنجا که اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر است، این ماده، آلینده‌ای سمی و خطرناک به شمار می‌آید به طوری که وجود

۱_ Forward Reaction

۲_ Reversible Reaction

۳_ Reverse Reaction

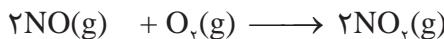
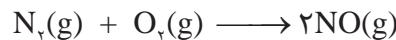
۴_ Irreversible Reaction

آیا می‌دانید

شیمی‌دان هواکره، متخصصی است که ترکیب شیمیایی هواکره را می‌شناسند؛ همچنین از برهم کنش گازها، مایع‌ها و جامد‌های موجود در هواکره با سطح زمین موجودات زنده‌ای که روی آن زندگی می‌کنند، آگاه است.

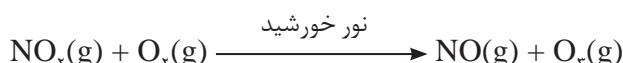
آن در هوایی که تنفس می‌کنیم، سبب سوزش چشمان و آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود. به دیگر سخن در تروپوسفر با نقش زیانبار و مضر اوزون مواجه هستیم در حالی که در استراتوسفر، نقش مفید و محافظتی اوزون آشکار است. اکنون این پرسش مطرح است که اوزون تروپوسفری از کجا می‌آید؟

گاز نیتروژن به عنوان اصلی‌ترین جزء سازندهٔ هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی‌دهد. اما تنها هنگام رعد و برق این دو گاز در هوای ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می‌شوند (شکل ۲۲).



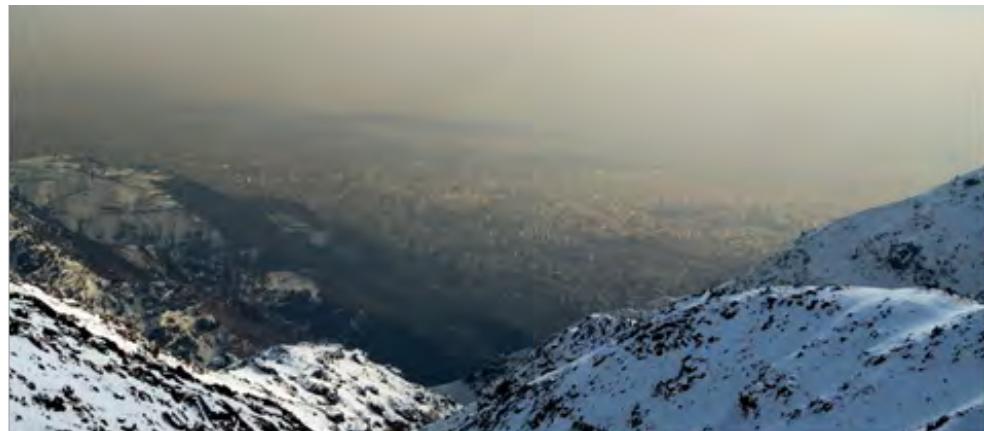
شکل ۲۲- در ناحیه‌ای که رعد و برق ایجاد شده است، دما به اندازه‌ای بالاست که باعث تشکیل اکسیدهای نیتروژن می‌شود.

از سوی دیگر در هوای آلوده شهرهای صنعتی و بزرگ، به مقدار قابل توجهی اکسیدهای نیتروژن وجود دارد. در واقع این گازها از واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن درون موتور خودرو در دمای بالا به وجود می‌آیند. از آنجا که گاز نیتروژن دی‌اکسید به رنگ قهوه‌ای است، هوای آلوده کلانشهرها اغلب به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود (شکل ۲۳). در این هوای آلوده و در حضور نور خورشید، واکنش زیر رخ می‌دهد و مقداری گاز اوزون تولید می‌گردد. این اوزون، همان اوزون تروپوسفری است.





● بوی گل رز و محمدی ناشی از انتشار مولکول‌های گازی از آن است.



شکل ۲۳- نمایی از هوای آلوده شهر تهران

برای شناخت بهتر هواکره و یافتن راه حل‌های مناسب برای محافظت از آن باید رفتار و ویژگی‌های ذره‌های سازنده هوا کره و واکنش میان آنها را به خوبی مطالعه کرد.

آیا می‌دانید

ابن سینا دانشمند مسلمان ایرانی، افرون بر فعالیت‌های پزشکی، بر روی استخراج عطر گل محمدی و گل رز که بوی دلپذیری دارد کار می‌کرد. فعالیت‌های این دانشمند سبب شد تا فرایند استخراج عطرهای گیاهی از گل‌های دیگر نیز مورد بررسی قرار گیرد.



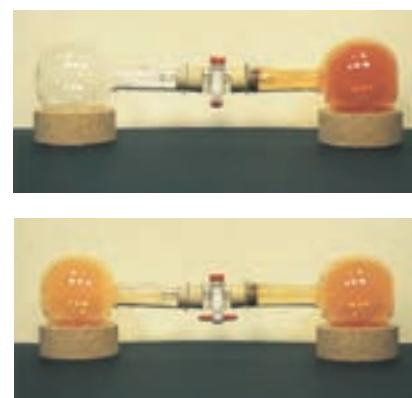
پخش شدن بوی نان تازه، گلاب و دود اسپند در فضای خانه، نشان می‌دهد که مولکول‌های یک ماده گازی در هوا منتشر شده و به یاخته‌های بویایی ما رسیده است. ماده به حالت گاز شکل و حجم معینی ندارد، بلکه به شکل ظرف محتوی آن درمی‌آید و همهٔ فضای ظرف را اشغال می‌کند. از این‌رو، حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف محتوی آن برابر است (شکل ۲۴).



(آ)



(ب)



(پ)

شکل ۲۴- آ) شکل و حجم یک ماده جامد به شکل ظرف بستگی ندارد. ب) مایع‌ها به شکل ظرف محتوی آنها درمی‌آیند. پ) به محض باز کردن شیر در لوله رابط بین دو ظرف، گاز در هر دو محفظه پخش می‌شود.

در درس علوم هفتم دیدید که گاز برخلاف جامد و مایع تراکم‌پذیر است. به طوری که اگر به

یک نمونه گاز موجود در سرنگی یا سیلندری با پیستون روان، فشار وارد کنیم، گاز فشرده‌تر و حجم آن کمتر می‌شود (شکل ۲۵).

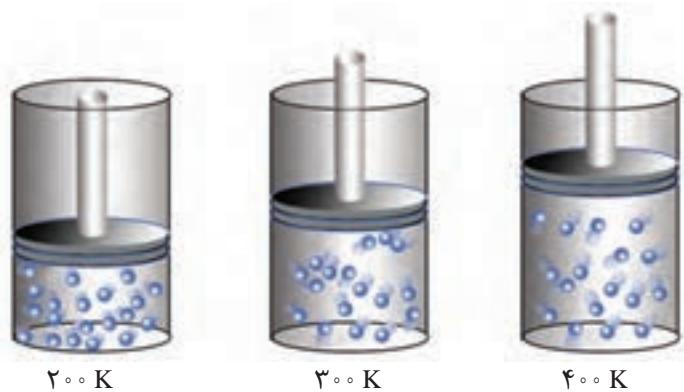


شکل ۲۵- گاز بر اثر فشار متراکم می‌شود، اما اگر فشار کاهش یابد، فاصله بین مولکول‌های آن افزایش می‌یابد.

- برای توصیف یک نمونه گاز افزون بر مقدار، باید دما و فشار آن نیز مشخص باشد؛ برای مثال $\frac{1}{2}$ مول گاز اکسیژن در دما و فشار اتاق مثالی از یک نمونه گاز است.

با هم بیندیشیم

۱- شکل زیر یک نمونه گاز را درون سیلندری با پیستونی متحرک در دماهای گوناگون نشان می‌دهد.



آ) با افزایش دما، حجم گاز چه تغییری می‌کند؟ چرا؟
ب) بین حجم یک نمونه گاز و دمای آن در فشار ثابت چه رابطه‌ای هست؟ توضیح دهید.
۲- شکل زیر دو نمونه از یک گاز را در دما و فشار ثابت نشان می‌دهد. تفاوت حجم این دو را توضیح دهید.



- قرار دادن بادکنک‌های پر شده از هوا، درون نیتروژن مایع سبب می‌شود که حجم آنها به شدت کاهش یابد؛ چرا؟



دریافتید که حجم یک نمونه گاز به مقدار، دما و فشار آن وابسته است. بنابراین، با تغییر هریک از این کمیت‌ها، حجم گاز تغییر می‌کند. برای یافتن رابطه بین حجم و مقدار یک نمونه گاز باید دما و فشار ثابت باشد. براساس قرارداد، شیمی‌دان‌ها دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر را به عنوان شرایط استاندارد (STP)^۱ در نظر گرفته‌اند. در جدول ۲، حجم چند نمونه گاز در این شرایط نشان داده شده است.

جدول ۲- برخی ویژگی‌های چند نمونه گاز در STP

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
فرمول شیمیایی گاز	H _۲	Ne	CO _۲	O _۲	He
ظرف محتوی گاز					
(mol) مول	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۵۰	۱/۰
(L) حجم	۵/۶	۵/۶	۱۱/۲	۱۱/۲	۲۲/۴
(g) جرم	۰/۵۰	۵/۰	۲۲/۰	۱۶/۰	۴/۰

- در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است. این بیان نخستین بار در سال ۱۸۱۱ توسط آلوگادر وارائه و بعدها به قانون آلوگادرو^۲ مشهور شد.

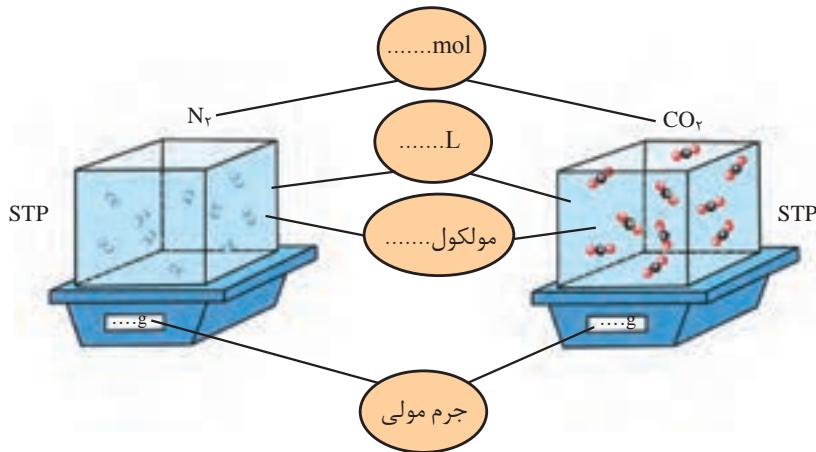
مطابق داده‌های جدول در این شرایط با افزایش شمار مول‌های هر گاز، حجم آن افزایش می‌یابد. از این‌رو، حجم یک نمونه گاز با شمار مول‌های آن رابطه‌ای مستقیم دارد. طبق این رابطه حجم یک مول گاز در STP برابر با ۲۲/۴ لیتر است؛ به دیگر سخن، حجم مولی گازها در STP برابر با ۲۲/۴ لیتر است.

^۱- Standard Temperature and Pressure

^۲- Avogadro's law

خود را بیازمایید

۱- در شکل زیر جاهای خالی را پر کنید (هر ذره را هم ارز با $1/10$ مول در نظر بگیرید.
 $(N = 14/0, C = 12/0, O = 16/00 \text{ g mol}^{-1})$



۲- هر فرد بالغ به طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه نفس می کشد و هر بار $5/0$ لیتر هوا به ریهایش وارد می شود.

آ) در یک شبانه روز چند لیتر هوا و چند لیتر اکسیژن وارد شش ها می شود؟

ب) چند مول اکسیژن در یک شبانه روز وارد شش ها می شود؟ (شرط را STP فرض کنید).

آیا می دانید

جابربن حیان بنیان گذار علم شیمی است. او در سال 10° هجری شمسی (۷۲۱ میلادی) در شهر طوس از توابع خراسان دیده به جهان گشود.

پدر جابر داروسازی مشهور بود، از این رو، وی به داروسازی و کیمی‌گرگی علاقه‌مند شد. جابر برای فراگیری قرآن و بهره‌بردن از محضر پرفسور امام جعفر صادق (ع) به کوفه مهاجرت کرد. سفری که بی‌تر دیده موجب شکوفایی استعدادهای وی شد.

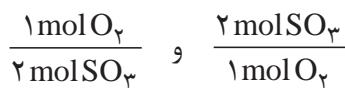
جابر همواره بر اجرای نظام مند فعالیت‌های تجربی و آزمایشگاهی تأکید داشت. او انواع ابزار آزمایشگاهی را طراحی و فرایندهای اساسی مانند تقطیر و تبلور را پایه‌گذاری کرد. از او رساله و کتاب‌های گوناگونی مانند «رنگ‌ها»، «کتاب جامع خواص شیمیایی»، «جرمه‌ها و اندازه‌گیری‌ها» و «ترکیب شیمیایی» به جای مانده است. این کتاب‌ها سال‌ها پس از جابر به عنوان منابع معتبر علمی در اروپا بررسی و ترجمه شد. بسیاری از دانشمندان بر این باورند که محتوای کتاب‌های جابر اثر ژرفی بر دیدگاه کیمی‌گران اروپایی داشت و بعداً سبب تحولات شگرفی در دانش شیمی شد.

از هر گاز چقدر؟

واکنش گازها در صنعت، اهمیت و کاربردهای بسیاری دارد به طوری که هریک از فرایندهای تهییه سولفوریک اسید و نیتریک اسید شامل چندین واکنش گازی متوالی است. یکی از این واکنش‌ها، تبدیل گاز گوگرد دی اکسید به گوگرد تری اکسید است.



در معادله موازن شده این واکنش، دو مول گاز گوگرد دی اکسید با یک مول گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مول گاز گوگرد تری اکسید تولید می‌شود؛ با این توصیف می‌توان گفت نسبت مولی اکسیژن مصرف شده به گوگرد تری اکسید تولید شده، ۱ به ۲ است؛ به دیگر سخن نسبت‌های کمی زیر برقرار است:



به هریک از این نسبت‌ها یک عامل (کسر) تبدیل می‌گویند که می‌توان با استفاده از آنها شمار مول‌های یک شرکت کننده در واکنش را از شمار مول‌های دیگری به دست آورد.

نمونهٔ حل شده

آیا می‌دانید

سالانه مردم سراسر جهان حدود ۵۰ میلیارد قرص آسپرین برای کاهش تب، التهاب و تپش‌های قلبی مصرف می‌کنند. این قرص‌ها با بهره‌گیری از استوکیومتری واکنش در شرکت‌های دارویی تولید می‌شود.

برای تولید ۸ مول گاز گوگرد تری اکسید به چند مول گاز اکسیژن نیاز است؟

پاسخ:

$$? \text{ mol O}_2 = 8 \text{ mol SO}_4 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol SO}_4} = 4 \text{ mol O}_2$$

به بخشی از دانش شیمی که به ارتباط کمی میان مواد شرکت‌کننده (واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها) در هر واکنش می‌پردازد، استوکیومتری^۱ واکنش می‌گویند. دانشی که کمک می‌کند تا شیمی‌دان‌ها و مهندسان در آزمایشگاه و صنعت با بهره‌گیری از آن، مشخص کنند که برای تولید مقدار معینی از یک فراورده به چه مقدار از هر واکنش‌دهنده نیاز است.

با هم بیندیشیم

معادله واکنش اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن به صورت زیر است:



آ) بدن انسان در هر شبانه روز به طور میانگین $\frac{2}{5}$ مول گلوکز مصرف می‌کند. برای مصرف این مقدار گلوکز به چند مول اکسیژن نیاز است؟

ب) این مقدار اکسیژن هم ارز با چند لیتر اکسیژن در STP است؟

راهنمایی: برای حل می‌توان یکی از عامل‌های تبدیل زیر را به کار برد:

$$\frac{1 \text{ mol O}_2}{22/4 \text{ LO}_2} \quad \text{و} \quad \frac{22/4 \text{ LO}_2}{1 \text{ mol O}_2}$$

پ) این مقدار اکسیژن هم ارز با چند گرم اکسیژن است؟

راهنمایی: برای حل می‌توان یکی از عامل‌های تبدیل زیر را به کار برد:

$$\frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \quad \text{و} \quad \frac{32 \text{ g O}_2}{1 \text{ mol O}_2}$$

ت) دانش‌آموزی برای یافتن جرم آب تولید شده از اکسایش $\frac{2}{5}$ مول گلوکز از عامل‌های تبدیل در روند زیر استفاده کرده است. هر یک از جاهای خالی را با کمیت مناسب پر کنید.

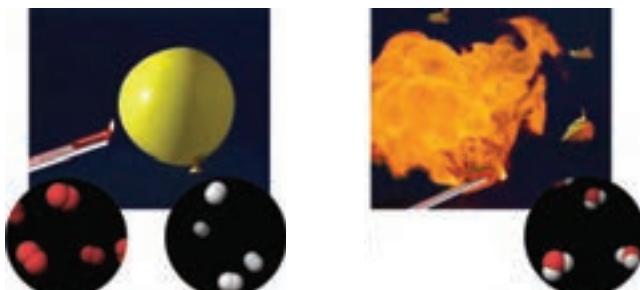
$$? \text{ g H}_2\text{O} = \frac{2/5 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{\text{.....H}_2\text{O}}{\text{.....H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 270 \text{ g H}_2\text{O}$$

ث) گاز حاصل از اکسایش کامل این مقدار گلوکز در STP چند لیتر حجم دارد؟

به هر یک از ضرایب مواد شرکت‌کننده در یک معادله موازن شده، ضرایب استوکیومتری می‌گویند.

تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت

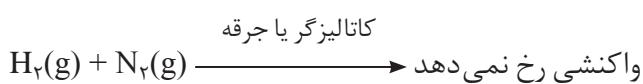
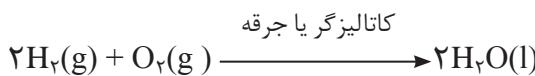
گاز نیتروژن فراوان ترین جزء سازنده هوا کره بوده که در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیابی غیرفعال و واکنش ناپذیر است؛ برای نمونه مخلوطی از گازهای اکسیژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه در یک واکنش سریع و شدید، منفجر می‌شود و آب تولید می‌کند (شکل ۲۶) اما در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه، هیچ واکنشی رخ نمی‌دهد.



شکل ۲۶- سوختن گاز هیدروژن



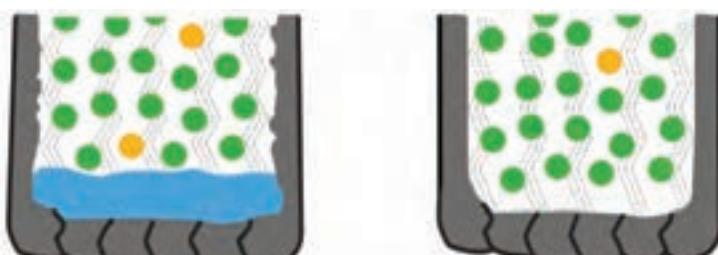
در علوم نهم دیدید که کشاورزان کودهای شیمیایی نیتروژن دار را به خاک می‌افزایند. یکی از این کودها آمونیاک است که به طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود.



از این رو گاز نیتروژن به جوّبی اثر شهرت یافته و در محیط‌هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است به جای آن از گاز نیتروژن استفاده می‌کند.

خود را بیازمایید

- ۱- شاید دیده باشید که برای پر کردن و تنظیم باد تایر خودرو به جای هوا از گاز نیتروژن استفاده می‌کنند. توضیح دهید استفاده از این گاز به جای هوا چه فایده‌ای دارد؟



نیتروژن
۷۸٪
اکسیژن
۲۱٪
آب

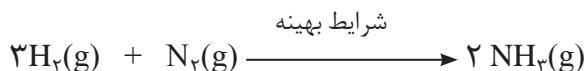
- ۲- گاز نیتروژن دارای مولکول‌های دو اتمی است. ساختار لیوویس مولکول آن را رسم کنید.

آیا می‌دانید

فریتس هابر شیمی دان مشهور آلمانی و همکارش کارل بوش برای تلاش در تهیه آمونیاک از واکنش گازهای نیتروژن و هیدروژن، جایزه نوبل دریافت کردند.



هر چند گاز نیتروژن واکنش پذیری ناچیزی دارد، اما امروزه در صنعت، مواد گوناگونی از آن تهیه می‌کنند که آمونیاک یکی از مهم‌ترین آنهاست. اکنون این پرسش مطرح است که از نیتروژن با واکنش پذیری ناچیز، چگونه آمونیاک و ترکیب‌های دیگر را تهیه می‌کنند. یافتن پاسخ این پرسش به اندازه‌ای اهمیت داشت که داشمندی به نام **فریتس هابر** در سال ۱۹۱۸ میلادی به دلیل تهیه آمونیاک از گازهای H_2 و N_2 ، برنده جایزه نوبل شیمی شد. هابر واکنش زیر را مبنای پژوهش‌های خود قرار داد:



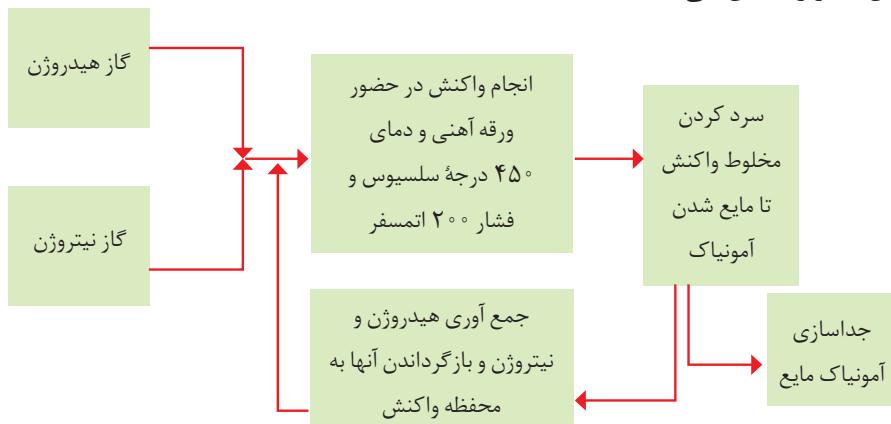
بزرگ‌ترین چالش هابر، یافتن شرایط بهینه برای انجام این واکنش بود. او در این راستا با دو چالش عمدۀ رو به رو شد:

- واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شد.

هابر واکنش میان گازهای هیدروژن و نیتروژن را بارها در دماها و فشارهای گوناگون انجام داد تا بتواند شرایط بهینه آن را پیدا کند. سرانجام دریافت که این واکنش در دمای $45^\circ C$ و فشار 200 atm با حضور یک کاتالیزگر انجام می‌شود؛ به طوری که اگر مخلوط این گازها از روی یک ورقه آهنی در این دما و فشار عبور داده شود، واکنش انجام و آمونیاک به مقدار قابل توجهی تولید می‌شود؛ اما همه واکنش دهنده‌ها به فراورده تبدیل نمی‌شود؛ زیرا این واکنش، برگشت‌پذیر است؛ با این توصیف در ظرف واکنش مخلوطی از سه گاز هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک وجود دارد. اکنون هابر با مشکل دیگری رو به رو بود:

- چگونه می‌توان فراورده واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش جدا کرد.

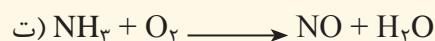
او با بررسی نقطه جوش این مواد، راه حلی را برای جداسازی آمونیاک پیدا کرد. طرح زیر، راه حل هابر را نشان می‌دهد.



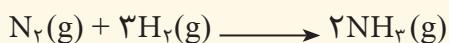
نمودار ۲- نمای تولید آمونیاک در صنعت به روش هابر

تمرین‌های دوره‌ای

۱- در هریک از واکنش‌های زیر نام مواد شرکت کننده را بنویسید و آن را موازنه کنید.



۲- معادله موازنه شده واکنش تولید آمونیاک به صورت زیر است:

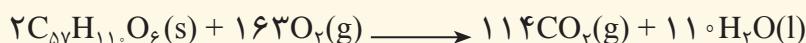


(آ) برای تهیئة $42/5$ کیلوگرم آمونیاک به چند مول گاز هیدروژن نیاز است؟

(ب) برای تولید 336° لیتر آمونیاک در STP به چند گرم گاز هیدروژن و چند گرم گاز نیتروژن نیاز است؟



۳- شتر جانوری است که می‌تواند چندین روز را بدون نوشیدن آب در هوای گرم بیابان سپری کند. در این شرایط، چربی ذخیره شده در کوهان این جانور مطابق واکنش زیر اکسایش یافته و افروز بر تولید انرژی، آب مورد نیاز جانور را نیز تأمین می‌کند:



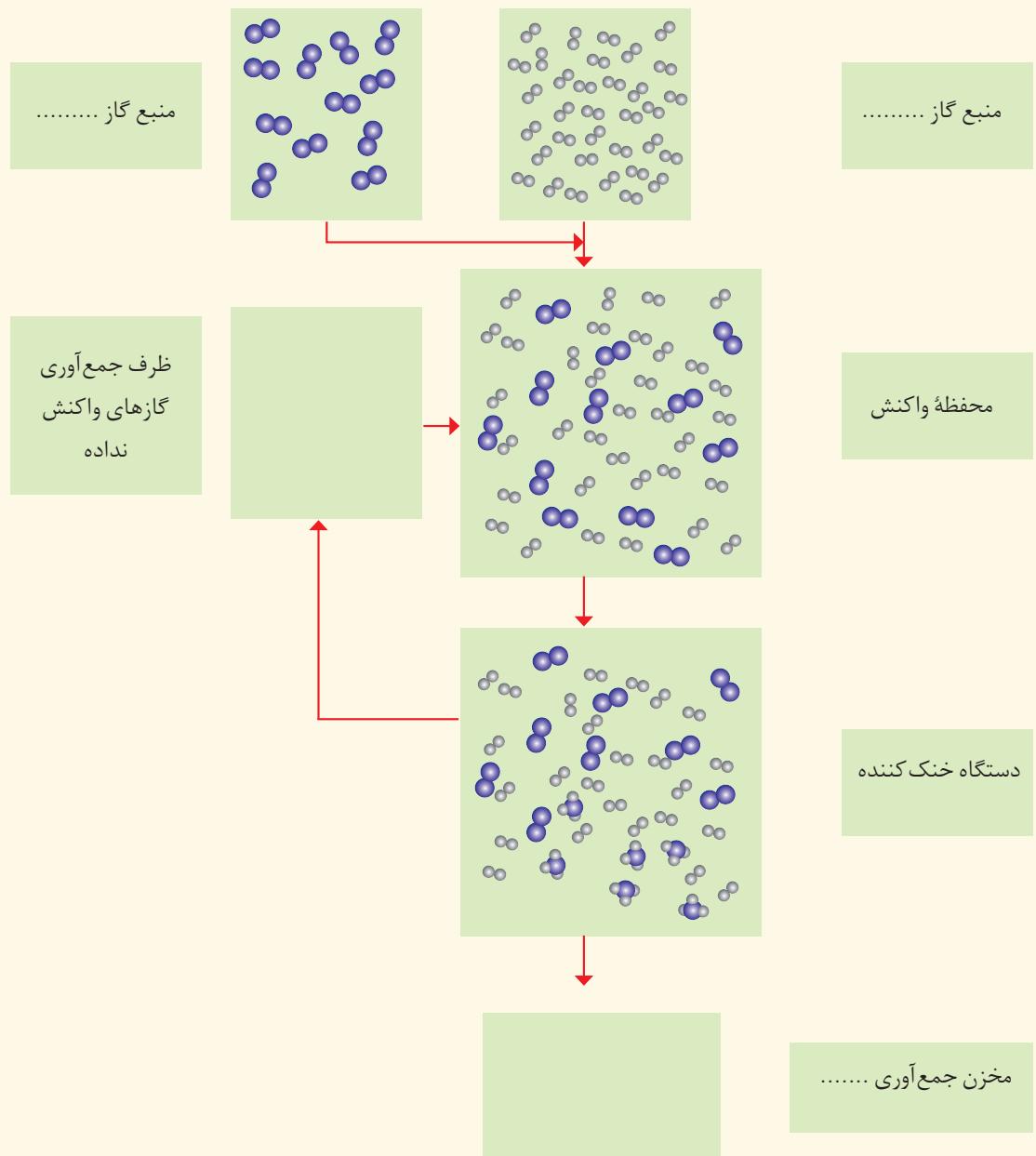
جرم آب تولید شده از اکسایش یک کیلوگرم چربی را حساب کنید.

۴- آ) جدول زیر را کامل کنید.

نام گاز	نماد یا فرمول شیمیایی	میزان واکنش پذیری در دما و فشار اتفاق	آرایش الکترون نقطه‌ای	قیمت هر لیتر (ریال)	آلاینده یا غیرآلاینده
آرگون				۱۹۲	
اکسیژن				۳۵	
متان				۳	
کربن دی‌اکسید				۱۳	
نیتروژن				۷۱	

ب) در بسته‌بندی خوراکی استفاده از کدام گاز مناسب‌تر است؟ چرا؟

- ۵- آ) در نمودار زیر که مربوط به تهیه گاز آمونیاک است، مشخص کنید هر یک از گلوله‌ها نشان دهنده چه اتمی است?
 ب) جاهای خالی را پر و مولکول‌های مورد نظر را در محفظه‌های خالی رسم کنید.



- ۶- گاز شهری به طور عمده از متان تشکیل شده و در محیطی که اکسیژن کم است به صورت ناقص می‌سوزد و بخار آب، کربن مونوکسید، نور و گرما تولید می‌کند.

آ) معادله واکنش سوختن ناقص متان را بنویسید و موازنé کنید.

- ب) حجم گاز CO حاصل از سوختن ناقص ۴۸ گرم متان در STP چند لیتر است؟

۷- در برخی کشورها از اتانول (C_2H_5OH) به عنوان سوخت سبز به جای سوخت‌های فسیلی (گازوئیل، بنزین و...) استفاده می‌شود.

آ) معادله واکنش سوختن کامل اتانول را بنویسید و موازنé کنید.

ب) استفاده از اتانول به جای سوخت‌های فسیلی چه اثری بر میزان آلاینده‌هایی دارد که به هواکره وارد می‌شود؟ توضیح دهید.

۸- جدول زیر داده‌هایی را درباره خودروهای یک کشور توسعه یافته نشان می‌دهد.

برچسب آلاینده‌گی خودرو	گستره انتشار گاز کربن دی اکسید (گرم) به‌ازای طی یک کیلومتر
A	کمتر از ۱۲°
B	۱۲°-۱۴°
C	۱۴°-۱۵۵
D	۱۵۵-۱۷°
E	۱۷°-۱۹°
F	۱۹°-۲۲۵
G	بیشتر از ۲۲۵

آ) نوعی خودرو در این کشور به‌ازای طی یک کیلومتر، ۵° ۱ گرم گاز کربن دی اکسید منتشر می‌کند. برچسب این خودرو را تعیین کنید.

ب) هر خودرو به‌طور میانگین سالانه مسافتی حدود ۱۸۰۰۰ کیلومتر طی می‌کند. حساب کنید سالانه چند کیلوگرم گاز کربن دی اکسید بر اثر استفاده از هر خودرو وارد هواکره می‌شود؟

پ) فرض کنید این کشور در راستای توسعه پایدار سالانه دونوع مالیات از مالکان خودرو دریافت می‌کند. مالیات سالانه برابر با ۱۰۰ یورو و مالیات متغیر که به میزان گاز کربن دی اکسید تولید شده از خودرو بستگی دارد. اگر خودروهای دارای برچسب A از پرداخت مالیات متغیر معاف باشند، خودرو با برچسب E سالانه چند یورو مالیات می‌پردازد؟ (راهنمایی: هر خودرو به‌ازای تولید هر صد کیلوگرم CO_2 اضافی دو یورو مالیات متغیر می‌پردازد.)

فصل ۳

آب، آهنگ زندگی



● ● «أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ» آیه ۶۸، سوره واقعه

آیا به آبی که می‌نوشید، اندیشیده‌اید؟

..... سیاره ما با جوئی سرشار از اکسیژن و سطحی پوشیده از آب فراوان همانند سفینه‌ای مجهز و بسیار بزرگ است. سفینه‌ای که میلیارد‌ها مسافر خود را با منابع عظیم آب و آذوقه که در سرتاسر آن گسترده شده است، رایگان به سفر آفاق می‌برد. این مروارید آبی در سامانه خورشیدی، امن‌ترین جا برای زندگی ما و دیگر جانداران و نیز پهناورترین زیستگاه برای آبزیان به شمار می‌رود. در این سیاره آبی رنگ، یکی از زیباترین جلوه‌های آفرینش، آب است. آبی که با گذر از هر راهی در زمین از روی هزاران هزار سنگ و سنگریزه بی‌هیچ مِنتی همراهانی را با خود تا دور دست می‌برد و در گذر پر پیچ و خم خود به هر جا، حتی درون یاخته‌های موجودات زنده نیز راه می‌یابد.

با اینکه آب در جای جای گیتی، نماد زندگی است، اما، امروزه این واژه یک زنگ خطر و بیدار باش برای اصلاح رفتار ما در راستای حفظ و مصرف بهینه از منابع آن است.

آیا می‌دانید

زمین در فضا به رنگ آبی دیده می‌شود؛ زیرا نزدیک به ۷۵ درصد سطح آن را آب پوشانده است؛ به گونه‌ای که جرم کل آب‌های روی کره زمین در حدود 1.5×10^{18} تن برآورد می‌شود (شکل ۱). بخش عمده این آب در اقیانوس‌ها و دریاهای توزیع شده است، به گونه‌ای که اگر کره زمین را مسطح در نظر بگیریم، آب، همه سطح آن را تا ارتفاع ۲ متر می‌پوشاند.



(آ)



(ب)

شکل ۱- آ) تصویری از کره زمین ب) تصویر کره زمین که از سطح گرفته شده است.

آب اقیانوس‌ها و دریاهای مخلوطی همگن است که اغلب مزه‌ای شور دارد، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک‌های گوناگون در آن حل شده است. برآوردها نشان می‌دهند که 5×10^{16} تن نمک در آب اقیانوس‌ها و دریاهای وجود دارد و سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون از سنگ کره نیز وارد آب کره می‌شوند. از آنجا که جرم کل مواد حل شده در آب‌های کره زمین تقریباً ثابت است، پس باید همین مقدار ماده نیز از آب دریاهای و اقیانوس‌ها خارج شوند.

کره زمین را می‌توان سامانه‌ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش هوایکره، آب کره، سنگ کره و زیست کره است (شکل ۲). درون این سامانه و بین این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می‌شود؛ برای نمونه سالانه حجم عظیمی از آب دریاهای بخار و وارد هوایکره می‌شود و به صورت بارش در آب کره یا سنگ کره فرود می‌آید. جانداران آبزی سالانه میلیاردها تن کربن دی‌اکسید را وارد هوایکره و مقدار بسیار زیادی از گاز اکسیژن محلول در آب را مصرف می‌کنند. فعالیت‌های آتش‌نشانی سبب می‌شود گازهای گوناگون و مواد شیمیایی جامد به صورت گرد و غبار وارد هوایکره شوند. لاشه جانوران و گیاهان براثر واکنش‌های شیمیایی تجزیه شده و به صورت مولکول‌های کوچک‌تری وارد آب کره، هوایکره یا سنگ کره می‌شوند. همچنین جانداران سالانه مقدار بسیار زیادی از ترکیب‌های کربن‌دار را وارد بخش‌های گوناگون کره زمین می‌کنند.

جرم زمین در حدود 1.2×10^{21} تن است، در حالی که جرم آب روی سطح زمین در حدود $\frac{1}{100000}$ برابر جرم زمین است.

آیا می‌دانید

چرخه آب سالانه 4.2×10^{14} تن آب را در سراسر کره زمین جابه جا می‌کند.





شکل ۲- زمین از دیدگاه شیمیابی پویاست و بخش های گوناگون آن با یکدیگر برهم کنش های فیزیکی و شیمیابی دارند.

آیا می دانید

شیمی دان دریا به بررسی واکنش های شیمیابی که در اقیانوس ها و آب های ساحلی روی می دهد، توجه دارد. او با استفاده از دانش شیمی به مطالعه تولید مواد شیمیابی طبیعی از آب دریا، تأثیر آنها بر چرخه اقیانوس، معادن، کانی ها و اثر فعالیت های انسانی می پردازد. شیمی دان دریا می تواند از این دانش برای مطالعه حیات در دیگر سیاره ها نیز بهره ببرد.

خود را بیازمایید

۱- در مورد مواد موجود در آب دریا به پرسش های زیر پاسخ دهید:

آ) چند نمونه از این مواد را نام ببرید.

ب) این مواد از کجا می آینند؟ توضیح دهید.

۲- این عبارت را که «زمین از دیدگاه شیمیابی پویاست» توضیح دهید.

۳- در جدول زیر نام، نماد شیمیابی و مقدار برخی یون های حل شده در آب دریا نشان داده شده است.

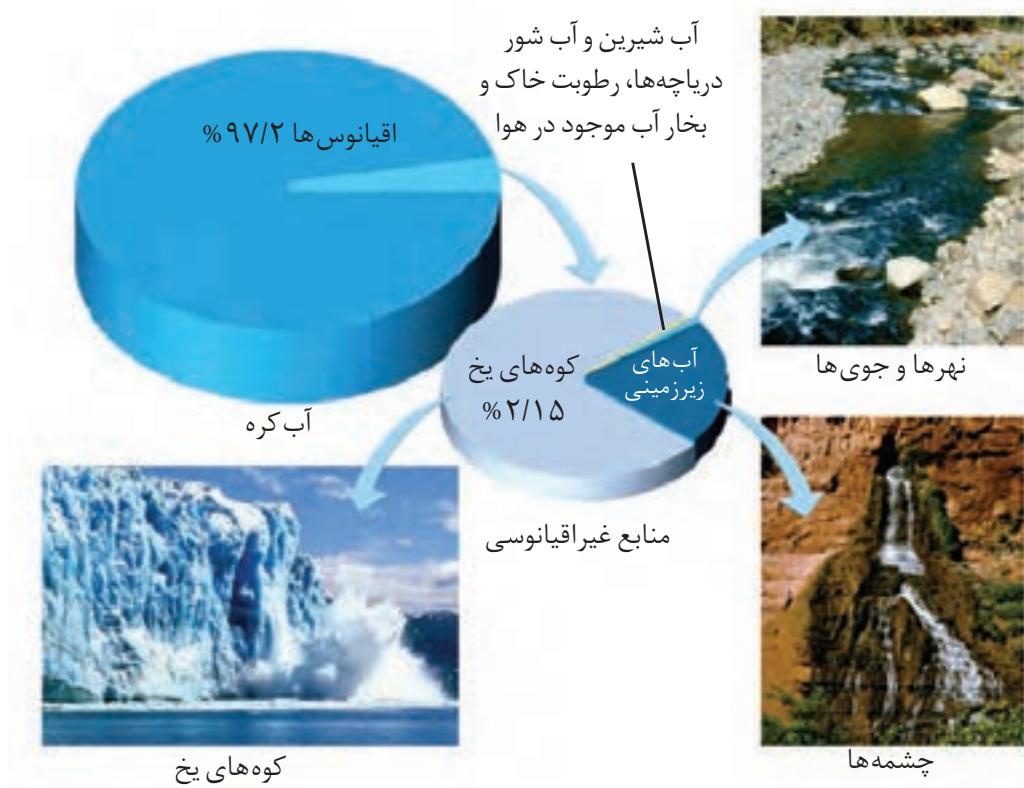
نام یون	برمید	کربنات	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	سولفات	سدیم	کلرید
نماد یون	Br^-	CO_3^{2-}	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	Na^+	Cl^-
مقدار یون (میلی گرم) یون در یک کیلوگرم آب دریا)	۶۵	۱۴۰	۳۸۰	۴۰۰	۱۳۵۰	۲۶۵۵	۱۰۵۰۰	۱۹۰۰۰

آیا می‌دانید

آسیا پهناورترین قاره با داشتن بیش از ۶۰ درصد جمعیت جهان، خشکترین قاره است. کشور ما با داشتن حدود یک درصد از جمعیت جهان، تنها ۲۶٪ درصد از منابع آب شیرین جهان را در اختیار دارد. پژوهش‌ها و برآوردها نشان می‌دهند که یکی از مهم‌ترین چالش‌های کشور ما در آینده‌ای نزدیک، کمبود آب شیرین خواهد بود؛ چالشی که با مدیریت درست منابع آب می‌توان پیامدهای آن را کاهش داد. امروزه در جهان نزدیک به ۱,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰ نفر به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند.

- آ) کاتیون عنصرهای کدام گروه‌های جدول دوره‌ای در آب دریا وجود دارند؟
- ب) مقدار کدام آنیون در آب دریا از دیگر آنیون‌ها بیشتر است؟
- پ) مقدار کدام کاتیون در آب دریا از دیگر کاتیون‌ها بیشتر است؟
- ت) وجود انواع یون‌ها در آب دریا به دلیل اتحال نمک‌های گوناگون در آن است. نام و فرمول چند ترکیب شیمیایی دوتایی را بنویسید که اتحال آنها باعث ورود یون‌های کلرید و سدیم در آب دریا می‌شود.

۴- اگرچه ۷۵ درصد سطح زمین را آب پوشانده است، اما ۵ درصد جمعیت جهان از کم‌آبی رنج می‌برند و ۶۶ درصد از مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب روبرو خواهند شد. با توجه به شکل زیر دلیل کمبود آب برای مردم جهان را توضیح دهید.



بیشتر آب‌های روی زمین شور است و نمی‌توان از آنها در کشاورزی، مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد؛ از این رو تهیه آب شیرین و آشامیدنی، همچنین آب قابل استفاده در کشاورزی، صنعت و دیگر حوزه‌هایی از چالش‌های اساسی در سطح جهان است. از سوی دیگر اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و ... منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون، تولید فراورده‌های پروتئینی، مواد و وسایل تزیینی، تهیه داروهای گوناگون و ... هستند. بنابراین ضروری است با افزایش دانش شیمی خود بتوان پاسخ پرسش‌های صفحه بعد را یافت:



- آب باران در هوای پاک تقریباً خالص است، زیرا هنگام تشکیل برف و باران، تقریباً همه مواد حل شده در آب از آن جدا می‌شود. این فرایند، الگویی برای تهیه آب خالص است. فرایندی که **تعطیر**^۱ و فراورده آن آب مقطّر نام دارد.

خواص فیزیکی و شیمیایی آب چیست؟ چرا برخی نمک‌ها در آب دریا حل می‌شوند اما، برخی دیگر حل نمی‌شوند؟ آیا مواد شیمیایی موجود در آب دریا با یکدیگر، آبزیان و جانداران دریایی واکنش می‌دهند؟ مواد حل شده در آب دریا از کجا می‌آیند؟ کدام ویژگی آب سبب شده است تا زندگی در آب کره در زمستان و با وجود یخ زدن آب ادامه پیدا کند؟ در این فصل با بررسی مقاومت شیمیایی مربوط به آب و محلول‌ها، می‌توانید پاسخ این پرسش‌ها و پرسش‌های دیگر را که ممکن است برای شما پیش آید، پیدا کنید. امید است با آموزش شیمی، شهروندانی آگاه و مسئولیت‌پذیر تربیت شوند که با تکیه بر دانش، از منابع خدادادی به طور مناسب بهره‌برداری و استفاده نموده و در عین حال از ایجاد ردپاهای سنگین و بزرگ بر روی بخش‌های گوناگون کره زمین جلوگیری نمایند.

همراهان ناپیدای آب

دریاهای مخلوطی همگن از انواع یون‌ها و مولکول‌ها در آب هستند. نوع و مقدار مواد حل شده در دریاهای با یکدیگر تفاوت دارند، زیرا آب‌هایی که به دریاهای می‌ریزند در مسیر خود از زمین‌هایی گذر می‌کنند که مواد شیمیایی گوناگون دارند.

اغلب چشمه‌ها، قنات‌ها و رودخانه‌ها، آبی زلال و شفاف دارند که شیرین، گوارا و آشامیدنی است (شکل ۳). آیا این آب‌ها خالص‌اند یا ناخالص؟ آیا آب‌های معدنی که از رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس تهیه می‌شوند، ناخالصی دارند؟



شکل ۳- چند نمونه از آب‌های شیرین

کاوش کنید

ابزار، وسایل و مواد مورد نیاز: چند لوله آزمایش، قطره چکان، قاشقک، آب مقطر، نقره نیترات، سدیم فسفات، سدیم کلرید، سدیم سولفات، باریم کلرید و کلسیم کلرید.

آزمایش ۱- آ) یک لوله آزمایش بردارید و تا یک سوم حجم آن آب مقطر بریزید. سپس با استفاده از قاشقک چند بلور کوچک سدیم کلرید به آن بیفزایید. لوله آزمایش را تکان دهید. مشاهده خود را بنویسید.

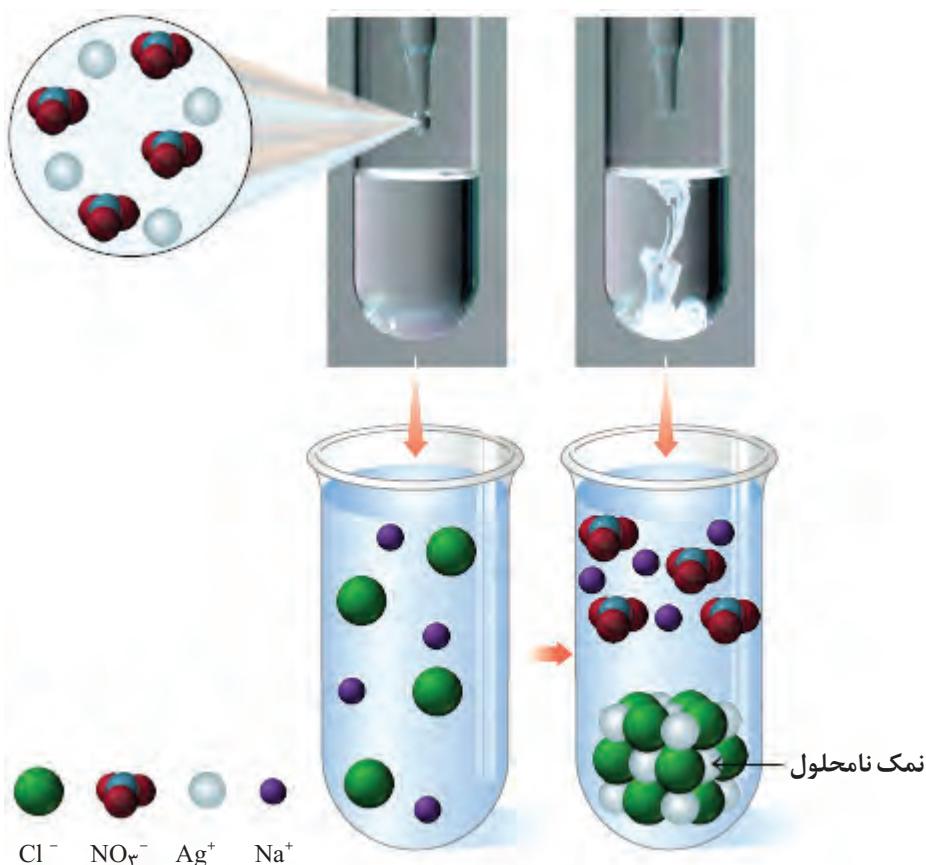
ب) لوله آزمایش دیگری بردارید و تا یک سوم حجم آن آب مقطر بریزید. سپس با استفاده از قاشقک چند بلور نقره نیترات به آن بیفزایید. لوله آزمایش را تکان دهید. مشاهده خود را بنویسید.

پ) اکنون با استفاده از قطره چکان، چند قطره از محلول نقره نیترات تهیه شده را درون محلول سدیم کلرید بریزید. مشاهده خود را بنویسید. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

ت) با توجه به شکل زیر، معادله شیمیایی واکنش را بنویسید و آن را موازنه کنید.



رسوب سفید نقره کلرید از واکنش محلول نقره نیترات با محلول سدیم کلرید تشکیل می‌شود.



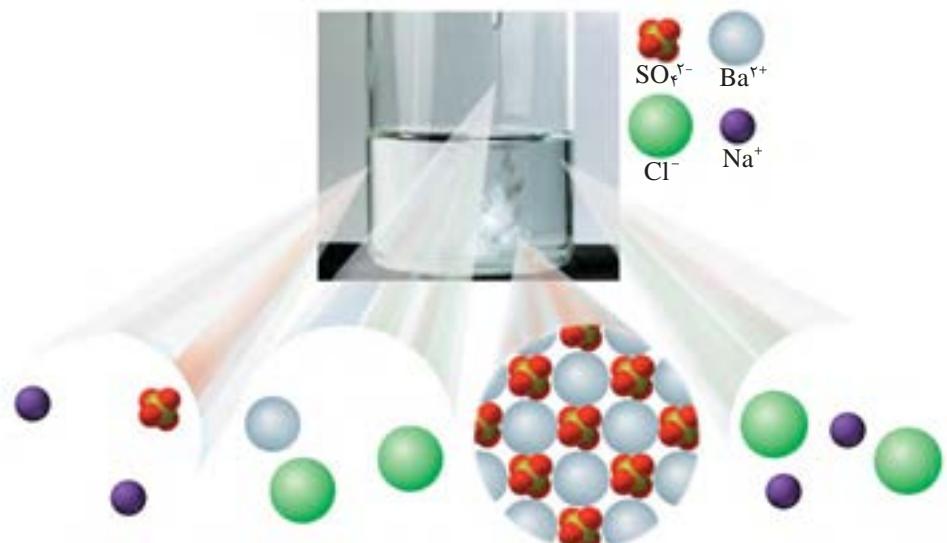
آزمایش ۲- آ) آزمایش ۱ را با سدیم فسفات (Na_3PO_4) و کلسیم کلرید تکرار کنید. مشاهده خود را بنویسید.

ب) هرگاه بدانید که کلسیم فسفات، $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ و سدیم کلرید فراوردهای واکنش هستند، معادله شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید و موازنé کنید.

آزمایش ۳- دانش آموزی برای شناسایی یون باریم در محلول آبی، آزمایشی طراحی کرده است. شکل زیر نمایی از آن را نشان می‌دهد.

آ) این آزمایش را انجام دهید.

ب) معادله شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید و موازنé کنید.



آزمایش ۴- از یک منبع آب آشامیدنی (آب شیر، آب معدنی، آب چشمه یا آب قنات) دو نمونه تهیه کنید، سپس با انجام آزمایش، وجود یون‌های کلرید و کلسیم را در آنها بررسی کنید.

- در برخی از آب‌های آشامیدنی مقدار یون‌های حل شده به قدری زیاد است که مزء آب را تغییر می‌دهد.

آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده، حاوی مقدار کمی از یون‌های گوناگون است (شکل ۴). برخی از این یون‌ها به طور طبیعی در آب حل شده است و برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می‌شود. برای نمونه به آب آشامیدنی، مقدار بسیار کمی یون فلورید می‌افزایند، زیرا وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود.



شکل ۴- برخی یون‌های موجود در آب‌های آشامیدنی و شیرین. مقدار و نوع یون‌های موجود در آب‌های شیرین از محلی به محل دیگر تفاوت دارد.

برخی از یون‌های موجود در آب آشامیدنی، مانند Ca^{2+} , Cl^- , Na^+ و F^- تک‌اتمی هستند، در حالی که برخی دیگر مانند یون نیترات (NO_3^-) و یون سولفات (SO_4^{2-}) از چند اتم تشکیل شده‌اند. این یون‌ها را یون‌های چند اتمی^۱ می‌نامند. پتانسیم سولفات ترکیبی یونی است که هر واحد آن شامل دو یون تک اتمی پتانسیم و یک یون چند اتمی سولفات است (شکل ۵).

- تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب‌ها در نوع و مقدار حل‌شونده‌های آنها است.

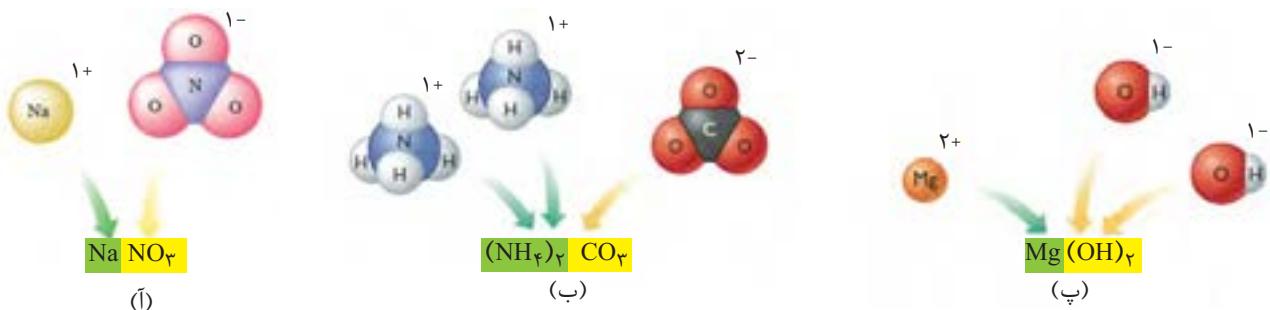


شکل ۵- یون‌های سازنده پتانسیم سولفات و فرمول شیمیایی آن (توجه کنید در یون چند اتمی SO_4^{2-} ، بار الکترونیکی ۲- به اتم خاصی تعلق ندارد بلکه متعلق به کل یون است).

- یونی که از اتصال دو یا چند اتم تشکیل شده است، یون چند اتمی نام دارد.

برای نوشتن فرمول شیمیایی این ترکیب‌ها، نخست نماد کاتیون را سمت چپ و فرمول شیمیایی آنیون را در سمت راست می‌نویسند. با توجه به اینکه یک ترکیب یونی خنثی است،

تعداد کاتیون‌ها و آنیون‌ها را مشخص می‌کنند و به صورت زیروند در سمت راست هر یون قرار می‌دهند (شکل ۶).



شکل ۶- نام و فرمول شیمیایی (آ) سدیم نیترات، (ب) آمونیوم کربنات و (پ) منیزیم هیدروکسید

خود را بیازمایید

۱- جدول زیر را کامل کنید.

آنیون کاتیون	Cl^- یون کلرید	NO_3^- یون نیترات	SO_4^{2-} یون سولفات	CO_3^{2-} یون کربنات	OH^- یون هیدروکسید
Li^+ یون لیتیم			Li_2SO_4		
Mg^{2+} یون منیزیم					$\text{Mg}(\text{OH})_2$ منیزیم هیدروکسید
Fe^{2+} یون آهن (II)					
Al^{3+} یون آلومینیم					
NH_4^+ یون آمونیوم				$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ آمونیوم کربنات	NH_4OH آمونیوم هیدروکسید

۲- گیاهان برای رشد مناسب، افزون بر CO_2 و H_2O به عنصرهایی مانند N , P , S و ... نیاز دارند. آمونیوم‌سولفات یکی از کودهای شیمیایی است که دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

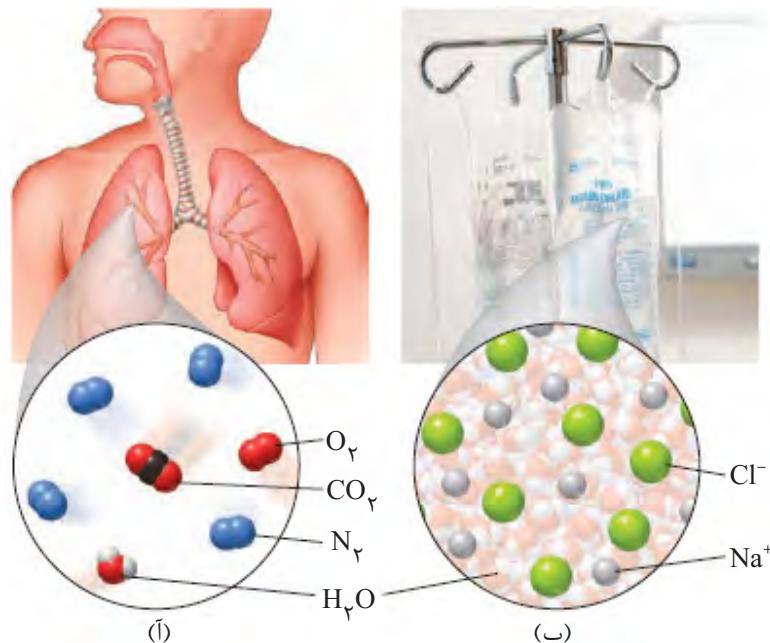
آ) از انحلال هر واحد آمونیوم سولفات در آب، چند یون تولید می‌شود؟ توضیح دهید.

ب) ساختار لوویس یون‌های آمونیوم و سولفات را رسم کنید.

محلول و مقدار حل شونده‌ها

محلول، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده است که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی محلول در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت می‌باشد. محلول‌ها کاربردهای فراوانی در زندگی ما دارند (شکل ۷).

- در محلول آبی ضدیخ، حالت فیزیکی در سرتاسر آن مایع و ترکیب شیمیایی مانند رنگ، غلظت و... در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.



شکل ۷- برخی محلول‌ها و کاربرد آنها. آ) هوای پاکی که تنفس می‌کنیم، محلولی از گازهای است، ب) سرم فیزیولوژی محلول نمک در آب است، پ) ضدیخ، محلول اتیلن گلیکول در آب است، ت) گلاب مخلوطی همگن از چند ماده آلی در آب است.

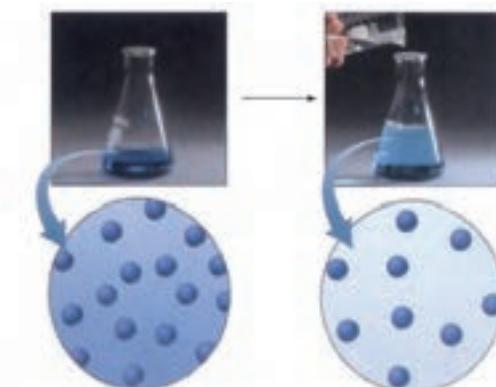
- همه ساله خانه‌خدار ابا گلاب ناب کاشان شستشو می‌دهند.

برخی محلول‌ها مانند سرم فیزیولوژی رقیق و برخی مانند گلاب دو آتشه غلیظ است. هنگامی که گفته می‌شود، محلولی غلیظ است یعنی مقدار حل شونده(ها) در آن زیاد است (شکل ۸). برای مثال شاید امروز صبح هنگام خوردن صباحانه گفته باشید که چای شیرین من

خیلی غلیظ است. این گفته نشان می‌دهد که یا مقدار شکر موجود در چای شما زیاد بوده یا چای شما بسیار پرزنگ بوده است (شکل ۹).

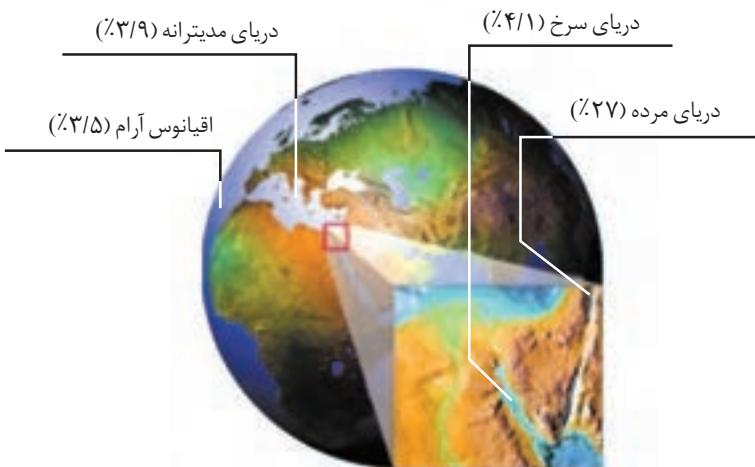


شکل ۹ - در چای غلیظ، شمار ذره‌های حل شونده در واحد حجم بیشتر است.



شکل ۸ - نمای ذره‌ای از محلول آبی رقیق و غلیظ مس(II) سولفات

مقدار نمک‌های حل شده در آب دریاهای گوناگون نیز با هم تفاوت دارد (شکل ۱۰). برای نمونه در هر 100 g آب دریای مرده (بحرالمیت)، حدود 27 g حل شونده (انواع نمک‌ها) وجود دارد؛ از این رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می‌تواند به راحتی روی آن شناور بماند. دریاچه‌های نیز یکی از دریاچه‌های شور دنیاست که مقدار نمک‌های حل شده در آن بسیار زیاد است. محلول آبی این دریاچه نیز بسیار غلیظ است؛ از این رو دریاچه ارومیه منبع غنی از مواد شیمیایی گوناگون به شمار می‌آید.



شکل ۱۰ - مقدار نمک‌های حل شده در آب دریاهای گوناگون

در علوم هفتمن آموختید که هر محلول از دو جزء، حلال و حل شونده تشکیل شده است. در واقع، حلال جزئی از محلول است که حل شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های آن بیشتر است. خواص محلول‌ها به خواص حلال، حل شونده و مقدار هر یک از آنها بستگی دارد. بنابراین دانستن اینکه چه مقدار حل شونده در یک محلول وجود دارد، می‌تواند به درک خواص، رفتار و کاربرد آن محلول کمک کند.

آیا می‌دانید

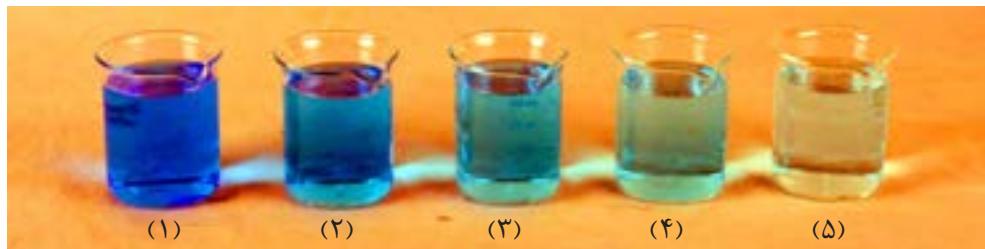
دریاچه ارومیه دومین دریاچه شور دنیاست که در هر کیلوگرم از آب آن، بیش از ۲۰۰ گرم از انواع حل شونده‌ها وجود دارد. چگالی آب دریاچه ارومیه در زمان پر آبی ۱/۱۴۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب و با pH=۷/۵ گزارش شده است. کاتیون‌های موجود در آب این دریاچه به طور عمده شامل Na^+ ، $\text{Mg}^{۲+}$ ، $\text{Ca}^{۲+}$ ، K^+ و آئیون‌های موجود در آن به طور عمده شامل $\text{SO}_4^{۲-}$ ، Cl^- و HCO_3^- است. مقدار Na^+ و Cl^- در آب دریاچه ارومیه حدود چهار برابر آب دریاهای آزاد است. به همین علت آن را می‌توان منبعی غنی برای تولید نمک خوارکی دانست. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که متاسفانه این حوزه آبی دچار خشکی شده است و اگر این روند ادامه یابد، خسارت‌های جبران‌ناپذیر و ردپای سنگینی بر زیست بوم منطقه بر جای خواهد گذاشت.



شیمی‌دان‌ها غلظت یک محلول را برابر با مقدار حل شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول تعریف می‌کنند. آنها در آزمایشگاه با محلول‌های گوناگونی سروکار دارند که مقدار حل شونده در آنها در گستره‌ای از مقدار بسیار کم تا مقدار بسیار زیاد متغیر است. از این‌رو، غلظت محلول‌ها را به روش‌های گوناگون بیان می‌کنند. در اینجا به بررسی غلظت محلول‌ها به سه روش می‌پردازیم.

قسمت در میلیون

هرگاه $۱/۵$ گرم مس (II) سولفات را در $۹۹/۵$ گرم آب حل کنید، محلولی زیبا به رنگ آبی به دست می‌آید. حال اگر این محلول را با افزودن آب، چندین مرتبه رقیق‌تر کنیم، محلولی بسیار کم رنگ پدید می‌آید که گویی رنگ ندارد. ظاهر بی‌رنگ این محلول نشان می‌دهد که محلول بسیار رقیق بوده و مقدار حل شونده در آن بسیار کم است (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- در هر ۱۰۰ گرم محلول شماره ۵ ، حدود $۵/۰۰۰۰$ گرم مس (II) سولفات وجود دارد.

برای بیان ساده‌تر غلظت محلول‌های بسیار رقیق مانند غلظت کاتیون‌ها و آئیون‌ها در آبمعدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های هوا از کمیتی به نام **قسمت در میلیون (ppm)**^۱ استفاده می‌شود. این کمیت نشان می‌دهد که در یک میلیون گرم از محلول، چند گرم حل شونده وجود دارد. ppm از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶$$

در این رابطه، یکای جرم در صورت و مخرج کسر باید یکسان باشد.

نمونه حل شده

در یک نمونه آب آشامیدنی به جرم ۲۰۰ گرم، $۵/۰$ میلی گرم یون فلوئورید وجود دارد.

غلظت یون F^- در این نمونه چند ppm است؟

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^۶ = \frac{۵ \times ۱۰^{-۵} \text{ g}}{۲۰۰ \text{ g}} \times ۱۰^۶ = ۰/۲۵ \text{ ppm}$$

پاسخ:

در میان تارنماها

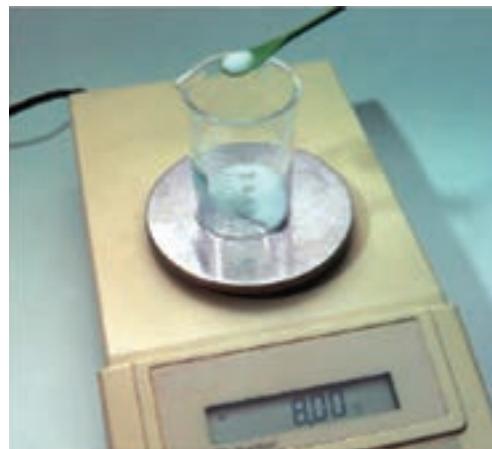
آیا می‌دانید

سازمان بهداشت جهانی مقدار مجاز یون فلوئورید را در آب آشامیدنی ۱/۲۲ ppm اعلام کرده است. اگر مقدار یون فلوئورید از این گستره کمتر باشد، کارایی خود را از دست می‌دهد. از سوی دیگر، مصرف بیش از اندازه یون F^- باعث ایجاد خال یا لکه‌هایی به رنگ سفید مات بر سطح مینای دندان می‌شود. با ادامه مصرف یون فلوئورید، لکه‌ها قهوه‌ای شده، به تدریج فرو رفتگی ایجاد می‌شود.

با مراجعه به منابع معتبر علمی، درباره اینکه «غلظت یون نیترات (NO_3^-) در آب آشامیدنی باید کمترین مقدار ممکن باشد» اطلاعاتی جمع آوری و به کلاس گزارش کنید.

با هم بیندیشیم

۱- مری آزمایشگاه پس از قرار دادن بشر روی ترازو، جرم آن را روی صفر تنظیم می‌کند. سپس با افزودن مقدار معینی پتاسیم کلرید (حل شونده) و آب (حلال)، محلول تهیه می‌کند. با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



- درصد جرمی را با نماد $\% \text{W/W}$ نشان می‌دهند که هم ارز با شمار ۱۰۰ قسمت‌های حل شونده در ۱۰۰ قسمت محلول است.

آ) جرم حل شونده، محلول و حلال را تعیین کنید.

ب) برای تهیه ۱۰۰ گرم از این محلول به چند گرم حل شونده و چند گرم حلال نیاز است؟
پ) غلظت پتاسیم کلرید در این محلول ۱۶ درصد جرمی است. با این توصیف، مفهوم درصد جرمی را توضیح دهید.

ت) رابطه‌ای برای محاسبه درصد جرمی محلول بیابید.

ث) بر روی ظرف حاوی محلول شست و شوی دهان عبارت «محلول استریل سدیم کلرید ۹/۶ درصد» نوشته شده است. معنی این عبارت را توضیح دهید.

آیا می‌دانید

خود را بیازمایید

۱- در جدول زیر غلظت برخی یون‌ها در یک نمونه از آب دریا نشان داده شده است. جاهای خالی را کامل کنید.

نام	نماد یون	یک کیلوگرم آب دریا)	مقدار یون (میلی گرم در	غلظت یون
ppm	درصد جرمی			
یون کلرید	Cl^-	۱۹۰۰۰		
یون سدیم	Na^+	۱۰۵۰۰		
یون سولفات	SO_4^{2-}	۲۶۵۵		
یون منیزیم	Mg^{++}	۱۳۵۰		
یون کلسیم	Ca^{++}	۴۰۰		
یون پتاسیم	K^+	۳۸۰		

- ۲- جرم کل آب‌های زمین در حدود 1.5×10^{18} تن است. اگر مقدار نمک‌های حل شده در این آب‌ها برابر با $\frac{3}{5}$ درصد باشد، حساب کنید چند تن انواع نمک در آنها وجود دارد؟
- ۳- با توجه به شکل، درصد جرمی قند موجود در هر یک از نوشابه‌های گازدار را تعیین کنید.

پیوند با صنعت

دریا یکی از نعمت‌های خدادادی است که منبعی سرشار از مواد شیمیایی است. در آب دریا در حدود 1.0×10^{16} تن از انواع مواد گوناگون وجود دارد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- گرمای شدید، سبب تبخیر آب دریاچه‌ها و دریاها شده، در نتیجه بلورهای جامد زیبایی تشکیل می‌شود. این بلورها شامل انواع نمک‌ها هستند.

بستر اقیانوس‌ها و دریاها مقدار قابل توجهی از مواد شیمیایی گوناگون را دارد. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که کلخوه‌های کف اقیانوس‌ها تا درصد منگنز (Mn) ۱۴ درصد آهن (Fe) و مقدار کمتری مس (Cu)، نیکل (Ni) و کبالت (Co) دارد. به همین دلیل گروه‌های اکتشافی زیادی در سراسر دنیا وجود دارند که به بررسی ترکیب شیمیایی بستر اقیانوس‌ها و دریاها می‌پردازند. همچنین جالب است بدانید که اکتشاف این منابع به مرز آبی کشورها محدود نمی‌شود.



آیا می‌دانید

سالانه ۱۵۰ میلیون تن نمک خوراکی در جهان و در صنایع گوناگون مصرف می‌شود. این نمک را از آب دریا یا معادن نمک تهیه می‌کنند. یکی از مهمترین منابع سدیم کلرید، صحرایی بزرگ از نمک واقع در کشور بولیوی است. این صحراء از تبخیر آب دریاچه مینیچین به جای مانده است. مساحت این صحراء حدود ۱۰۲۵۰ کیلومتر مربع است. برآورد شده است که در این صحراء، ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ تن نمک وجود دارد که سالانه ۲۵۰۰۰ تن نمک از آن استخراج می‌شود.

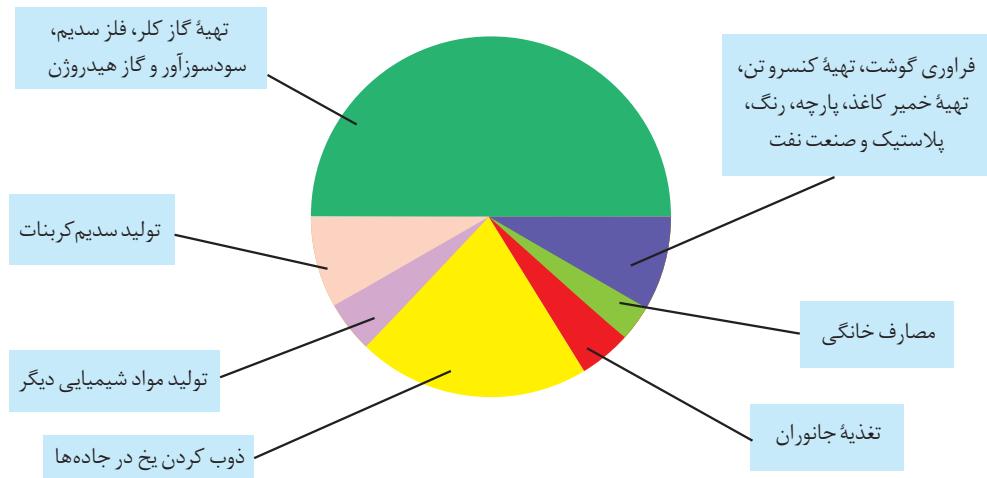


مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می‌توان به روش‌های فیزیکی یا شیمیایی از آن جدا کرد. برای نمونه سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- استخراج و جداسازی سدیم کلرید به روش تبلور

نمک خوراکی در زندگی روزانه و صنایع گوناگون کاربردهای فراوانی دارد (نمودار ۱). فلز منیزیم ماده ارزشمند دیگری است که در تهیه آلیاژها، شربت معده و ... کاربرد دارد. یکی از منابع تهیه این فلز آب دریاست. منیزیم در آب دریا به شکل $Mg^{2+}(aq)$ وجود دارد. برای استخراج و جداسازی آن، در مرحله نخست، منیزیم را به صورت ماده جامد و نامحلول $Mg(OH)_2$ رسوب می‌دهند، سپس آن را به منیزیم کلرید تبدیل می‌کنند. در پایان با استفاده از جریان برق، منیزیم کلرید مذاب را به عنصرهای سازنده آن تجزیه می‌کنند.



نمودار ۱- کاربردهای $NaCl$

غلظت مولی (مولار)

● هنگام بیماری، توازن غلظت برخی گونه‌ها در خون به هم می‌خورد. از این رو انجام آزمایش‌های پزشکی و تعیین غلظت گونه‌های موجود در خون و دیگر محلول‌های بدن از ضروری ترین کارها در مراکز درمانی برای رسیدگی به یک بیمار است.

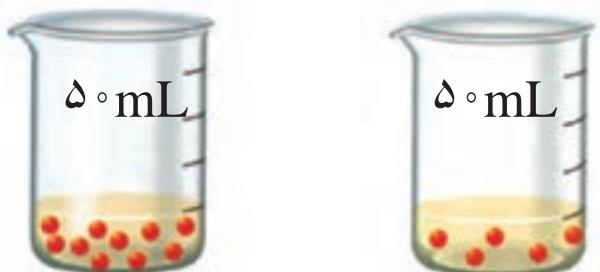
غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می‌شود، برای نمونه سرکهٔ خوارکی با خاصیت اسیدی ملایم که به عنوان چاشنی در غذاها مصرف می‌شود، محلول ۵ درصد جرمی استیک اسید در آب است. همچنین محلول غلیظ نیتریک اسید در صنعت با غلظت ۷۰ درصد جرمی تولید و بسته به کاربرد آن، به محلول‌های رقیق‌تر تبدیل می‌شود.

با این توصیف نباید چنین تصور کنیم که تهیهٔ محلول‌ها به حالت مایع، با درصد جرمی معین کار آسانی است. تجربه نشان می‌دهد که اندازه‌گیری حجم یک مایع به ویژه در آزمایشگاه، آسان‌تر از جرم آن است (چرا؟).

از سوی دیگر شیمی‌دان‌ها مقدار ماده را برحسب مول بیان می‌کنند در واقع مبنای محاسبه‌های کمی در شیمی، مول است. اینک چنین به نظر می‌رسد بیان غلظتی از محلول پرکاربردتر است که با مول‌های مادهٔ حل‌شونده و حجم محلول ارتباط داشته باشد. چنین غلظتی را غلظت مولی^۱ (مولار) می‌نامند.

با هم بیندیشیم

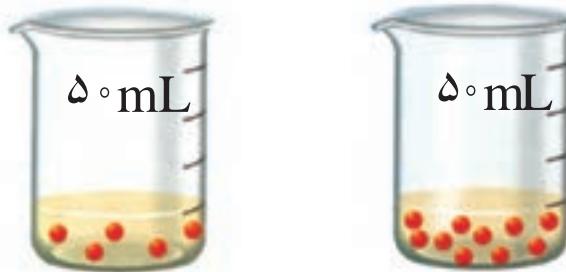
۱- شکل زیر دو محلول از یک نوع حل‌شونده را در آب نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



- آ) کدام کمیت در این محلول‌ها یکسان است؟
- ب) کدام کمیت در این محلول‌ها متفاوت است؟
- پ) اگر هر ذرهٔ حل‌شونده در شکل هم‌ارز با ۱۰٪ مول باشد، نسبت مول‌های حل‌شونده به حجم محلول (برحسب لیتر) را برای هریک از دو محلول بدست آورید.
- ت) کمیت به دست آمده در قسمت «پ» غلظت مولی نام دارد. آن را در یک سطر تعریف و یکای آن را مشخص کنید.
- ث) براساس غلظت مولی محاسبه شده، کدام محلول رقیق‌تر است؟ چرا؟

- محلول مولار سدیم هیدروکسید نشان می‌دهد که در هر لیتر از این محلول ۱ mol سدیم هیدروکسید حل شده است. از این رود ۱۰ لیتر از این محلول ۱۰ mol و در ۱۰ لیتر از آن، ۱۰ mol سدیم هیدروکسید حل شده وجود دارد.

۲- با توجه به شکل، هریک از جمله‌های زیر را با خط زدن واژه‌های نادرست کامل کنید.
آ) با افزودن مقداری حل به یک محلول در حجم ثابت، غلظت محلول افزایش می‌یابد.

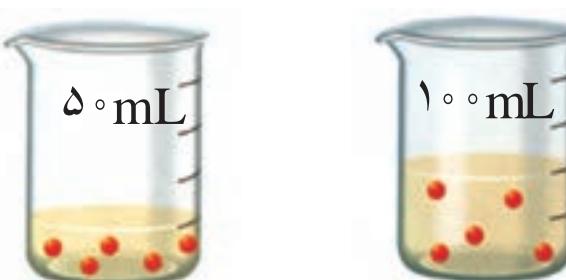


ب) با افزودن مقداری حل به محلولی با غلظت معین، غلظت محلول کاهش می‌یابد.



- دستگاه اندازه‌گیری قند خون (گلوكومتر). این دستگاه میلی‌گرم‌های گلوکز را در دسی‌لیتر (dL) از خون نشان می‌دهد. غلظت مولی گلوکز در این نمونه از خون چند مولار است؟

$$(1\text{dL} = 100\text{ mL})$$



نمونهٔ حل شده

برای تهیه ۲۵ mL محلول پتاسیم یدید ۰/۲ mol بر لیتر (مولار) به چند مول حل شونده نیاز است؟

پاسخ:

$$\text{روش نخست: } \frac{\text{مول های حل شونده}}{\text{حجم محلول}} = \frac{n(\text{mol})}{V(L)} = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.25 \text{ L}}$$

$$0.2 \text{ mol L}^{-1} = \frac{n(\text{KI})}{0.25 \text{ L}} \rightarrow n = 0.2 \text{ mol L}^{-1} \times 0.25 \text{ L} = 0.05 \text{ mol}$$

روش دوم: محلول ۰/۲ molار پتاسیم یدید نشان می‌دهد که در هر لیتر از محلول آن ۰/۲ mol KI حل شده است که از آن می‌توان به عامل تبدیل $\frac{0.2 \text{ mol KI}}{1 \text{ L KI(aq)}}$ دست یافت.
از این رو

$$? \text{ mol KI} = 0.25 \text{ L KI(aq)} \times \frac{0.2 \text{ mol KI}}{1 \text{ L KI(aq)}} = 0.05 \text{ mol KI}$$

آیا نمک‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟

آمارها نشان می‌دهند که نزدیک به ۳ درصد از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. این بیماری افرون بر زمینهٔ ژن‌شناختی می‌تواند به دلیل تغذیهٔ نامناسب، کم‌تحرکی، مصرف بیش از حد نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، مصرف پروتئین حیوانی و لبنتیات و نیز اختلالات هورمونی ایجاد شود. آیا بین میزان حل شدن نمک‌ها در آب و تشکیل سنگ کلیه رابطه‌ای وجود دارد؟ برای پاسخ به این پرسش، دانستن و درک مفهوم انحلال پذیری ضروری است.

شیمی‌دان‌ها بیشترین مقدار از یک حل شونده را که در 100 g حلال و دمای معین حل می‌شود، انحلال‌پذیری^۱ آن ماده می‌نامند. در این عبارت، واژه «بیشترین» نشان‌دهندهٔ رسیدن محلول به حالت سیر شده است، محلولی که نمی‌تواند حل شوندهٔ بیشتری را در خود حل کند. جدول ۱، انحلال‌پذیری برخی مواد را در آب و دمای 25°C نشان می‌دهد.

جدول ۱- انحلال‌پذیری برخی مواد در آب (25°C)

نام حل شونده	فرمول شیمیایی	انحلال‌پذیری ($\frac{\text{گرم حل شونده}}{100\text{ g H}_2\text{O}}$)
شکر	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	۲۰۵
سدیم نیтрат	NaNO_3	۹۲
سدیم کلرید	NaCl	۳۶
کلسیم سولفات	CaSO_4	$0/23$
کلسیم فسفات	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	5×10^{-4}
نقره کلرید	AgCl	$2/1 \times 10^{-4}$
باریم سولفات	BaSO_4	$1/9 \times 10^{-4}$

جدول ۱، نشان می‌دهد که در دمای 25°C در 100 g آب، هر مقدار کمتری از 36 g سدیم کلرید می‌تواند در آب حل شود، اما یک محلول سیر نشده پدید می‌آید. در حالی که در این دما، حداقل 36 g سدیم کلرید می‌تواند در 100 g آب حل شود تا 136 g محلول سیر شده به دست آید. بدیهی است که در این دما برای تهیهٔ محلول سیر شده‌ای از کلسیم سولفات باید $0/23\text{ g}$ از آن را در 100 g آب حل نمود.

خود را بیازمایید

آیا می‌دانید

بیماری نقرس به دلیل رسوب کردن نمک متبلور سدیم اورات در مفاصل به ویژه انگشتان دست‌ها و پاهاست. این نمک دارای بلورهای تیز و سوزنی شکل است که باعث ایجاد درد شدیدی در این مفاصل می‌شود. این عیوب هنگامی پدید می‌آید که مقدار این نمک از اتحال‌پذیری آن در 37°C و در خوناب (پلاسمای خون)^۱ بیشتر باشد.



آیا می‌دانید

در برخی نقاط جهان چشم‌های آب گرم برای رسیدن به سطح زمین با عبور از میان سنگ‌های آهکی مقداری از این سنگ‌ها را در خود حل می‌کند. آب این چشم‌های با رسیدن به سطح زمین و کاهش دمای آن، چشم‌اندازهای زیبایی پدید می‌آورند، زیرا اتحال‌پذیری CaCO_3 در آب و دمای 25°C حدود 7×10^{-4} گرم است و هر مقدار بیشتر از آن به صورت جامد از محلول سیر شده جدا می‌شود.



۱- اگر 190 g سدیم نیترات را در دمای 25°C درون 200 g آب بریزیم، پس از تشکیل محلول

سیر شده:

آ) چند گرم محلول به دست می‌آید؟

ب) چند گرم سدیم نیترات در ته ظرف باقی می‌ماند؟

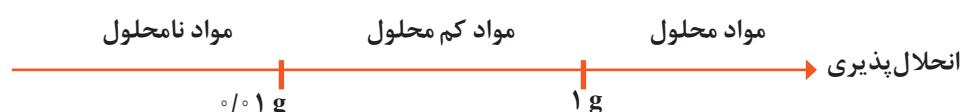
۲- اغلب سنگ‌های کلیه از رسوب برخی نمک‌های کلسیم‌دار در کلیه‌ها تشکیل می‌شوند.

آ) مقدار این نمک‌ها در ادرار افراد سالم از اتحال‌پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

ب) در افرادی که به تشکیل سنگ کلیه مبتلا می‌شوند، مقدار این نمک‌ها در ادرار از اتحال‌پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

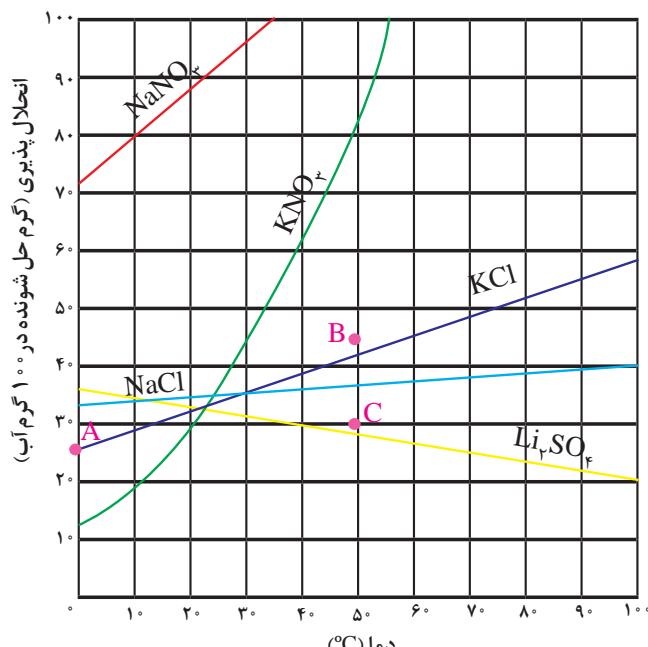
۳- شیمی‌دان‌ها مواد حل شونده جامد را براساس اتحال‌پذیری در آب و دمای معین به

صورت زیر دسته‌بندی می‌کنند:



هر یک از ترکیب‌های جدول ۱ را در این دسته‌بندی جای دهید.

دریافتید که اتحال‌پذیری نمک‌ها به نوع آنها و دما تأثیر دارد اما تأثیر دما بر میزان اتحال‌پذیری آنها یکسان نیست (نمودار ۲).



نمودار ۲- اتحال‌پذیری برخی از ترکیب‌های یونی در آب بر حسب دما

نمودار ۲، نمودار «انحلالپذیری-دما» نامیده می‌شود که برای هر نمک از داده‌های تجربی آن به دست آمده است. مطابق این نمودار با افزایش دما، انحلالپذیری اغلب نمک‌ها افزایش می‌یابد.

با هم بیندیشیم

با توجه به نمودار ۲، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) انحلالپذیری لیتیم سولفات در 85°C چند گرم است؟ در چه دمایی انحلالپذیری آن برابر با 28g است؟

ب) هریک از نقطه‌های B و C نسبت به منحنی انحلالپذیری KCl نشان‌دهنده چه نوع محلولی است؟ توضیح دهید.

پ) هنگامی که 133g محلول سیرشده لیتیم سولفات را از دمای 20°C تا دمای 70°C گرم می‌کنیم، چه رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.

ت) انحلالپذیری کدام ترکیب یونی کمتر به دما وابسته است؟ چرا؟

ث) نقطه A روی نمودار انحلالپذیری KCl عرض از مبدأ آن نام دارد. این نقطه نشان‌دهنده چیست؟ توضیح دهید.

پیوند با ریاضی

۱- دانش‌آموزی از منابع علمی، انحلالپذیری (S) سدیم نیترات را در دماهای گوناگون (θ) مطابق جدول زیر استخراج کرده است.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S(\frac{\text{g NaNO}_3}{100\text{g H}_2\text{O}})$	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

او توانست با استفاده از داده‌های این جدول، معادله $S = 0.8\theta + 72$ را به دست آورد.

آ) توضیح دهید او چگونه به این معادله دست یافته است؟

ب) انحلالپذیری سدیم نیترات را در 70°C پیش‌بینی کنید.

۲- با توجه به جدول زیر، معادله‌ای برای انحلالپذیری پتاسیم کلرید بر حسب دما به دست آورید.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۲۰	۴۰	۶۰
$S(\frac{\text{g KCl}}{100\text{g H}_2\text{O}})$	۲۷	۳۳	۳۹	۴۶

۳- با مقایسه دو معادله به دست آمده برای سدیم نیترات و پتاسیم کلرید:

(آ) تأثیر دما بر انحلال پذیری این دو ماده را مقایسه کنید.

(ب) توضیح دهید چرا در هر دمایی، انحلال پذیری سدیم نیترات بیشتر از پتاسیم کلرید است؟

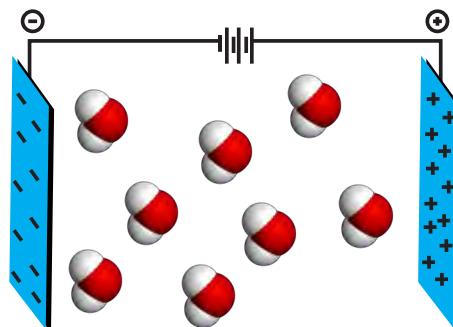
رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی

آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می‌شود. وجود و تبدیل این حالت‌ها به یکدیگر زندگی را در سیاره‌آبی ممکن و دلپذیر ساخته است. آب ویژگی‌های گوناگون و شگفت‌انگیزی دارد. از جمله آنها توانایی حل کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجام داشتن نقطه‌جوش بالا و غیرعادی است. اما دلیل این ویژگی‌ها چیست و چه اثری بر زندگی موجودات زنده دارد؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها، بررسی ساختار مولکولی آب ضروری به نظر می‌رسد.

در علوم سال هشتم با آزمایش انحراف باریکه آب به وسیله شانه یا میله شیشه‌ای مالش داده شده به موهای خشک آشنا شدید (شکل ۱۴)؛ آزمایشی که در آن باریکه آب از راستای طبیعی خود منحرف می‌شود. آیا دلیل این انحراف را به یاد دارید؟ میله شیشه‌ای از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، اما بر اثر مالش به موی خشک، دارای بار الکتریکی منفی خواهد شد. در این شرایط مولکول‌های آب به سوی آن جذب می‌شوند (چرا؟).

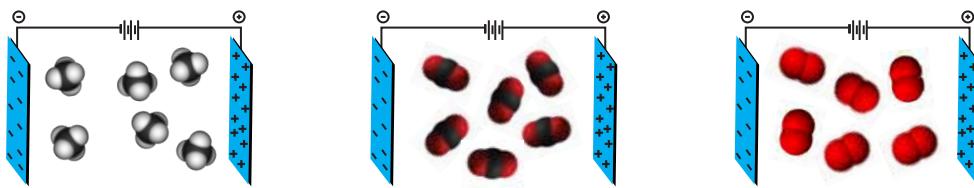
این رفتار مولکول‌های آب از ویژگی‌های ساختاری آن سرچشمه می‌گیرد. شکل مولکول آب خمیده (V شکل) است، که در آن، هر اتم هیدروژن با یک پیوند اشتراکی یگانه به اتم مرکزی (اکسیژن) متصل است.

نوع اتم‌های سازنده و ساختار خمیده مولکول آب، نقش تعیین‌کننده‌ای در خواص آن دارد. هنگامی که این مولکول‌ها در یک میدان الکتریکی قرار می‌گیرند، جهت‌گیری می‌کنند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی

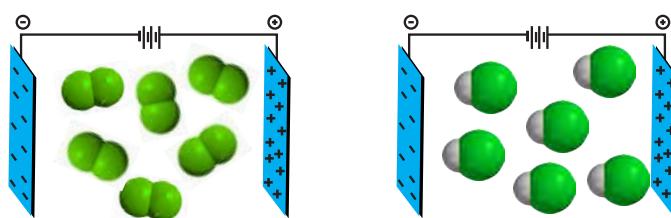
نحوه جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی نشان می‌دهد که اتم اکسیژن، سر منفی و اتم‌های هیدروژن، سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهند. شیمی‌دان‌ها به مولکول‌هایی مانند آب که در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند، **مولکول‌های دوقطبی** یا **قطبی^۱** می‌گویند. در واقع این مولکول‌ها سرهای مثبت و منفی دارند. این درحالی است که مولکول‌های سازنده ترکیب‌هایی مانند گاز اکسیژن (O_2)، کربن دی اکسید (CO_2) و متان (CH_4) در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند (شکل ۱۶). چنین مولکول‌هایی **ناقطبی** نامیده می‌شوند.



شکل ۱۶- رفتار مولکول‌های O_2 ، CO_2 و CH_4 در میدان الکتریکی

با هم بیندیشیم

۱- شکل زیر مولکول‌های F_2 و HCl با جرم مولی نزدیک به یکدیگر را در یک میدان الکتریکی نشان می‌دهد.



آ) کدام یک دارای مولکول‌های قطبی است؟ چرا؟

ب) اگر نقطه جوش F_2 و HCl به ترتیب برابر با $-188^{\circ}C$ و $-85^{\circ}C$ باشد، نیروهای بین مولکولی در کدامیک قوی‌تر است؟ توضیح دهید.

پ) جمله زیر را با خط‌زندن واژه‌های نادرست کامل کنید.

در مواد مولکولی با جرم مولی مشابه **متفاوت**، ماده با مولکول‌های **قطبی**، نقطه جوش **ناقطبی** بالاتری دارد.

۲- جرم مولی گازهای نیتروژن (N_2) و کربن مونوکسید (CO) برابر است، بر این اساس:

آ) پیش‌بینی کنید مولکول‌های دواتمی کدام گاز در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند؟ چرا؟

ب) کدام یک در شرایط یکسان آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود؟ توضیح دهید.

خود را بیازمایید

با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

I ₂	Br ₂	Cl ₂	ماده ویژگی
جامد	مایع	گاز	حالت فیزیکی (25°C)
۲۵۴	۱۶°	۷۱	جرم مولی (g mol ^{-۱})

آ) آیا مولکول‌های سازنده این مواد در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند؟ چرا؟

ب) نیروهای بین مولکولی در کدام یک قوی‌تر است؟ توضیح دهید.

پ) جمله زیر را با خط زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.

در مواد مولکولی با مولکول‌های ناقطبی، با افزايش جرم مولی، دمای جوش کاهش می‌یابد.

نیروهای بین مولکولی آب، فراتر از انتظار

نیروهای بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارند. گازها، دارای مولکول‌های مجزا با کمترین برهم‌کنش‌ها هستند. اما در مایع‌ها برهم‌کنش مولکول‌ها بیشتر است و در جامدها، برهم‌کنش‌ها می‌تواند به بیشترین مقدار ممکن برسد. از این رو در شرایط یکسان، نیروهای بین مولکولی در حالت جامد قوی‌تر از حالت مایع و آن هم به مراتب قوی‌تر از حالت گازی است. در واقع نیروهای بین مولکولی به طور عمده به میزان قطبی بودن مولکول‌ها و جرم آنها وابسته است.

جدول ۲ برخی ویژگی‌های آب را در مقایسه با هیدروژن سولفید نشان می‌دهد.

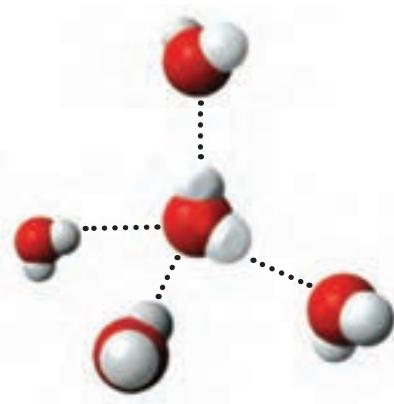
جدول ۲- مقایسه برخی ویژگی‌های آب با هیدروژن سولفید (فشار = ۱ atm)

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضای پرکن	قطبیت مولکول	جهت فیزیکی (25°C)	حالت فیزیکی (25°C)	نمودار نقطه جوش (°C)
آب	H ₂ O		قطبی	مایع	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	H ₂ S		قطبی	گاز	گاز	-۶°

مطابق جدول، هر دو ماده مولکول‌های خمیده و قطبی دارند، اما آب با جرم مولی نزدیک

به نصف جرم مولی هیدروژن سولفید، دمای جوش غیرعادی و بالاتری از آن دارد به طوری که تفاوتی برابر با 16°C را نشان می‌دهد. گویی نیروی جاذبه میان مولکول‌های آب از آنچه انتظار می‌رود، قوی‌تر است. اما چرا؟ دلیل این تفاوت را در کجا باید جستجو کرد؟

با جهت‌گیری مولکول‌های قطبی یک ماده در میدان الکتریکی آشنا شدید. این ویژگی مبنای اندازه‌گیری کمیتی به نام **گشتاور دوقطبی**^۱ است؛ کمیتی که با افزایش میزان قطبیت مولکول‌ها، افزایش می‌یابد. برای نمونه گشتاور دوقطبی مولکول‌های مانند O_2 ، CO_2 و CH_4 برابر با صفر است (چرا؟)، در حالی که گشتاور دوقطبی مولکول‌های H_2O و H_2S به ترتیب برابر با $1/85\text{D}$ و $1/97\text{D}$ است. این کمیت‌ها نشان می‌دهند که میزان قطبیت مولکول‌های آب و قدرت نیروهای بین مولکولی آن نزدیک به دو برابر مولکول‌های هیدروژن سولفید است. از این رو نیروهای جاذبه میان مولکول‌های H_2O به اندازه‌ای قوی است که در شرایط اتاق می‌تواند این مولکول‌ها را کنار یکدیگر نگه دارد و آب به حالت مایع باشد (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های H_2O

از آنجا که بارهای الکتریکی ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند، در یک نمونه آب که دارای شمار بسیاری مولکول H_2O است، سرثابت هر مولکول، سرمنفی مولکول همسایه را جذب می‌کند. از این رو در مجموعه‌ای از مولکول‌های آب، هر اتم هیدروژن با یک نیروی جاذبه قوی از سوی اتم اکسیژن در مولکول همسایه جذب می‌شود. این نیروهای جاذبه قوی میان مولکول‌های آب که در آن هیدروژن نقش کلیدی ایفا می‌کند، پیوندهای هیدروژنی^۲ نامیده می‌شود. آیا تنها میان مولکول‌های H_2O پیوند هیدروژنی وجود دارد؟ یا اینکه مولکول‌های دیگر نیز می‌توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهنند؟

- گشتاور دوقطبی (μ) مولکول‌های با یکدیگر (D) گزارش می‌کنند.

۱- در جدول‌های زیر برخی خواص ترکیب‌های هیدروژن‌دار عنصرهای گروه ۱۵ و ۱۷ جدول دوره‌ای آمده است.

آیا می‌دانید

میان مولکول‌های HF به حالت مایع پیوندهای هیدروژنی وجود دارد. این نیروها به اندازه‌ای قوی هستند که مولکول‌های این ماده در حالت بخار نیز به صورت مجموعه‌های دوتایی، سه‌تایی و گاهی چندتایی با پیوندهای هیدروژنی به هم متصل‌اند.

ترکیب مولکولی	جرم مولی (gmol^{-1})	نقطه‌جوش (°C)
HF	۲۰	۱۹
HCl	۳۶/۵	-۸۵
HBr	۸۱	-۶۷

آ) در میان ترکیب‌های هر جدول انتظار دارید مولکول‌های کدام ماده توانایی تشکیل پیوندهای هیدروژنی را داشته باشد؟ توضیح دهید.

آیا می‌دانید

ابوبکر محمدبن زکریای رازی (۲۴۳-۳۰۹ هجری شمسی) ۸۶۴ میلادی) - ۹۳۰ شیمی‌دان، ریاضی‌دان، فیلسوف، ستاره‌شناس و پژوهشگر ایرانی است؛ وی ترکیب‌های شیمیایی متعددی را تهییه کرد که از آن میان می‌توان به اثناول اشاره کرد. با مراجعه به منابع علمی معتبر درباره آین شخصیت جمع‌آوری کرده، نتیجه را به صورت روزنامه‌دیواری در کلاس ارائه دهد.



ب) جمله زیر را با خط زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.
پیوند هیدروژنی، قوی ترین نیروی بین مولکولی در موادی است که در مولکول آنها، اتم هیدروژن به یکی از اتم‌های F , Cl , Br , O , N ، C با پیوند اشتراکی متصل است.
۲- اتانول و استون دو ترکیب آلی اکسیژن‌دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می‌روند. به کمک داده‌های جدول زیر پیش‌بینی کنید هر یک از نقطه‌جوش‌های 56°C و 78°C مربوط به کدام ترکیب است؟ چرا؟

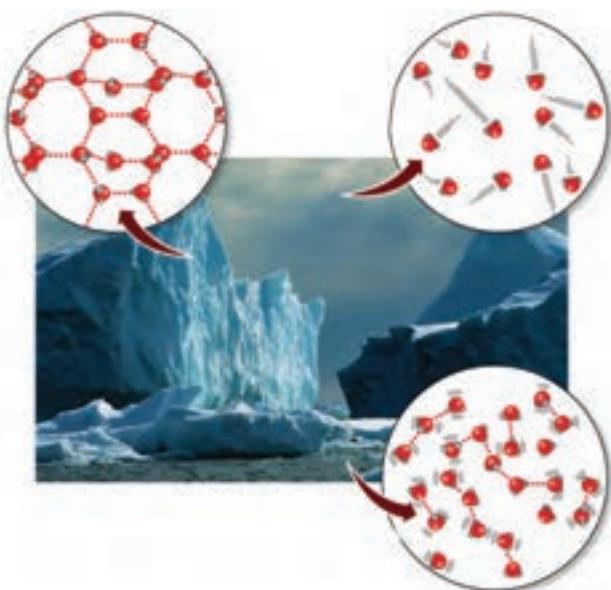
ترکیب آلی	فرمول شیمیایی	جرم مولی (gmol^{-1})
اتانول	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	۴۶
استون	$\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$	۵۸

پیوندهای هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آب

آب را در سه حالت فیزیکی جامد (یخ)، مایع و بخار در نظر بگیرید (شکل ۱۸). مولکول‌های H_2O در حالت بخار جدا از هم هستند، گویی پیوندهای هیدروژنی میان آنها وجود ندارد. در این حالت، مولکول‌های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می‌یابند. در حالت مایع، با اینکه مولکول‌ها، پیوندهای هیدروژنی قوی دارند، اما روی هم می‌لغزند و جایه‌جا می‌شوند. برخلاف آب، ساختاریخ منظم است. در یخ، مولکول‌های آب در جاهایی به نسبت

آیا می‌دانید

ابرهارمی توان مخلوط بسیار ریقیقی از بخار آب و آب مایع در نظر گرفت. آب موجود در ابرها به طور عمده به صورت ریزقطرهای است. برآورد ۱۵٪ می‌شود که حدود ۱۵٪ ریزقطرهای در شرایط مناسب می‌توانند یک قطره باران را بسازند؛ با این توصیف چگالی ابرها بسیار کم است و هواپیماها به آسانی از آنها گذر می‌کنند.



شکل ۱۸- حالت‌های فیزیکی آب

در ساختار یخ، آرایش مولکول‌های آب به گونه‌ای است که در آن، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش ضلعی قرار دارند و شبکه‌ای مانند شانه عسل را به وجود می‌آورند. این شبکه با داشتن فضاهای خالی منظم، در سه بعد گسترش یافته است. در واقع، یخ ساختاری باز دارد. شکل‌های زیبا و متنوع دانه‌های برف ناشی از وجود این حلقه‌های شش ضلعی است (شکل ۱۹).

خود را بیازمایید

با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) با نوشتن دلیل، چگالی جرم یکسانی از آب و یخ را در دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر مقایسه کنید.

ب) چرا دیوارهای اخترهای در بافت کلم بر اثر یخ زدن تخریب می‌شوند؟

شکل ۱۹- حلقه‌های شش ضلعی مبنای شکل دانه‌های برف

آیا می‌دانید

کندوی زنبور عسل از حلقه‌های شش ضلعی تشکیل شده است. به همین دلیل استحکام قابل ملاحظه‌ای دارد.



آب و دیگر حلال‌ها



آب فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است، زیرا می‌تواند بسیاری از ترکیب‌های یونی و مواد مولکولی را در خود حل کند. آب و محلول‌های آبی^۱ در زندگی جانداران نقش کلیدی و حیاتی دارند. اما همهٔ محلول‌ها آبی نیستند زیرا افرون بر آب، حلال‌های دیگری نیز وجود دارند. جدول ۳، سه ترکیب آلی را نشان می‌دهد که به عنوان حلال به کار می‌روند.

جدول ۳- سه حلال آلی و برخی ویژگی‌های آنها

نام حلال	فرمول شیمیایی	$\mu(D)$	کاربرد
اتانول	C_2H_6O	>۰	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_2H_6O	>۰	حلال چربی، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14}	≈۰	حلال مواد ناقطبی و رقیق کننده رنگ (تیز)

به محلول‌هایی که حلال آنها آلی است، محلول‌های غیرآبی^۲ می‌گویند. شکل ۲۰، دو نمونه از این محلول‌ها را نشان می‌دهد.



ب) محلول یُد در هگزان

آ) بنزین خودرو

شکل ۲۰- دو نمونه محلول غیرآبی

خود را بیازمایید

آیا حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر هر یک از مخلوط‌های زیر یکسان و یکنواخت است؟ چرا؟



ب) آب و هگزان



آ) آب و یخ

آیا می‌دانید

پیوند با زندگی

ماده اصلی تشکیل دهنده بسیاری از خوراکی‌ها آب است. جدول زیر درصد آب در برخی خوراکی‌ها را نشان می‌دهد.

خوراکی	درصد جرمی آب
سبزیجات	۸۸
هویج	۹۴
کرفس	۹۱
میوه‌ها	۸۶
طلابی	۹۰
پرتقال	۷۱
توتفرنگی	۶۰
گوشت/ماهی	۷۱
مرغ پخته شده	۷۱
همبرگر کباب شده	۷۱
ماهی سالمون	۷۸
فراورده‌های لبنی	۸۷
پنیر	
شیر	



شکل ۲۱- بخش عمدۀ اغلب خوراکی‌ها را آب تشکیل می‌دهد.

آب با حل کردن مواد زائد تولید شده در سلول‌ها و دفع آنها نقش کلیدی در حفظ سلامت بدن دارد.

آیا می‌دانید

کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند؟

تاکنون آموختید که برخی حل‌شونده‌ها در برخی حلال‌ها حل می‌شوند و محلول تشکیل می‌دهند، در حالی که برخی دیگر مخلوط ناهمگن می‌سازند. برای نمونه، افزودن استون به آب یا اندکی یُد به هگزان منجر به تشکیل محلول می‌شود اما، افزودن هگزان به آب، مخلوطی ناهمگن پدید می‌آورد.

در ادرار یک فرد سالم با برنامه غذایی عادی، ۹۶ درصد آب و ۴ درصد مواد آلی و معدنی وجود دارد.

با هم بیندیشیم

۱- با توجه به مقدار گشتاور دوقطبی هر ماده، موارد زیر را توجیه کنید.

آ) انحلال استون در آب

پ) حل نشدن هگزان در آب

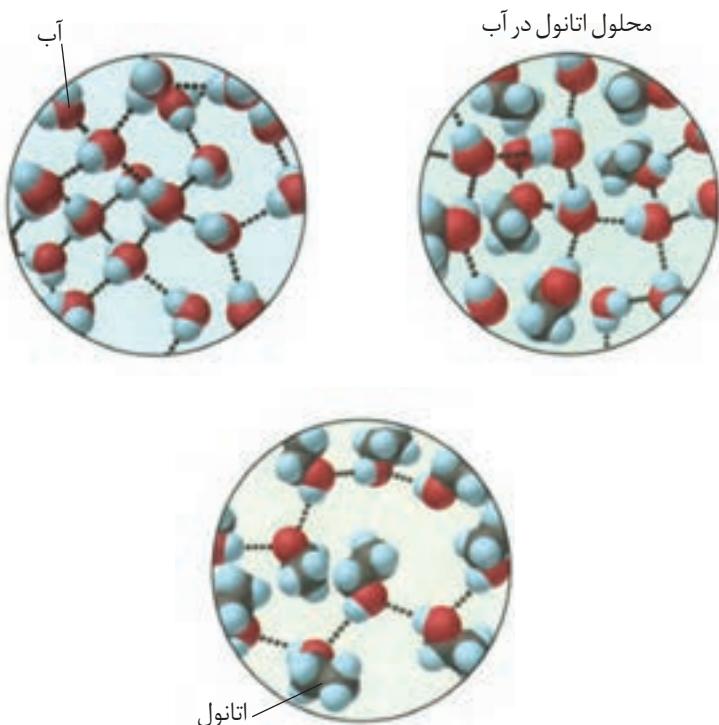
۲- آیا جمله «شبیه شبیه را حل می‌کند» درست است؟ توضیح دهید.

۳- آزمایش‌ها نشان می‌دهد که فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می‌شود که:

(میانگین جاذبه‌ها در حل خالص و حل شونده خالص) > (جادبه‌های حل شونده با حل در محلول)
با این توصیف با توجه به شکل زیر، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

- در مخلوط‌های ناهمگن به حالت مایع، مانند آب و هگزان، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند، اما قابل چشم‌پوشی است.

گشتاور دوقطبی (D)	ماده
> ۰	آب
> ۰	استون
= ۰	یُد
≈ ۰	هگزان



آ) نیروهای بین مولکولی در هریک از چه نوعی است؟ چرا؟

ب) در مربع زیر علامت < یا > قرار دهید.

میانگین نیروی جاذبه میان مولکول‌های
آب خالص و اتانول خالص



نیروی جاذبه میان مولکول‌ها
در محلول اتانول در آب

پ) چرا شیمی‌دان‌ها انحلال اتانول در آب را انحلال مولکولی می‌نامند؟ توضیح دهید.

تفکیک یونی در فرایند انحلال

با انحلال مولکولی آشنا شدید. انحلالی که در آن مولکول‌های حل شونده، ماهیت خود را در محلول حفظ می‌کنند، گویی ساختار مولکول‌های حل شونده در محلول دچار تغییر نشده است. انحلال استون یا اتانول در آب و نیز انحلال یُد در هگزان از این نوع هستند. اما همهٔ فرایندهای انحلال چنین نیستند، برای نمونه به فرایند انحلال سدیم کلرید در آب توجه کنید(شکل ۲۲). سدیم کلرید یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که در آن یون‌های Na^+ و Cl^- با آرایشی منظم در سه بعد جای گرفته‌اند. هنگامی که بلور کوچکی از این مادهٔ جامد در آب وارد می‌شود، مولکول‌های قطبی آب از سرهای مخالف به یون‌های بیرونی بلور نزدیک شده، نیروی جاذبه‌ای میان آنها برقرار می‌شود. این نیروی جاذبه، یون-دوقطبی^۱ نام دارد؛ نیروی جاذبه‌ای که باعث جدا شدن یون‌ها از شبکه شده تا با لایه‌ای از مولکول‌های آب، پوشیده شوند. این یون‌های آبپوشیده^۲ در سرتاسر محلول پراکنده خواهند شد، به طوری که محلول آب نمک را می‌توان محلولی محتوی یون‌های $\text{Na}^+(\text{aq})$ و $\text{Cl}^-(\text{aq})$ دانست.

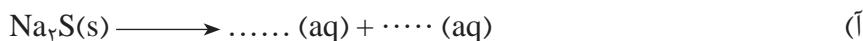
همان‌گونه که در شکل ۲۲ پیداست، در این فرایند انحلال، مادهٔ حل شونده ویژگی ساختاری خود را حفظ نکرده است و یون‌های سازندهٔ شبکهٔ بلور یونی، تفکیک و آبپوشیده شده‌اند. این فرایند، انحلال یونی به شمار می‌رود.

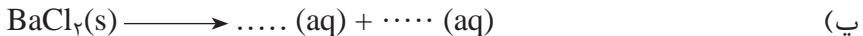


شکل ۲۲- فرایند انحلال سدیم کلرید در آب و تشکیل یون‌های آبپوشیده

خود را بیازمایید

- ۱- معادلهٔ انحلال چند ترکیب یونی در زیر آمده است. هریک از جاهای خالی را در این معادله‌ها پر کنید.





۲- با توجه به اینکه منیزیم سولفات و باریم سولفات در دمای $25^\circ C$ ، به ترتیب محلول و نامحلول در آب هستند، با دلیل در هر مربع علامت <یا> قرار دهید.

(آ)

نیروی جاذبه یون -

میانگین قدرت پیوند یونی در $MgSO_4$ و

دوقطبی در محلول

پیوندهای هیدروژنی در آب

نیروی جاذبه یون -

میانگین پیوند یونی در $BaSO_4$ و

دوقطبی در محلول

پیوندهای هیدروژنی در آب



● اکسیژن کافی و محلول در آب برای ادامه زندگی ماهی‌ها ضروری است.

آیا گازها هم در آب حل می‌شوند؟

آیا تاکنون به تنفس ماهی‌های درون آبزی دان (آکواریوم)^۱. توجه کرده‌اید؟ آیا می‌دانید آبزیان اکسیژن لازم را برای سوخت و ساز از کجا تأمین می‌کنند؟ همهٔ جانوران از جمله ماهی‌ها برای زنده ماندن به اکسیژن (O_2) نیازمندند. آنها با عبور دادن آب از درون آبشش خود، اکسیژن مولکولی حل شده در آب را جذب می‌کنند. با اینکه گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد. آیا می‌دانید انحلال‌پذیری گاز اکسیژن و دیگر گازها در آب به چه عواملی بستگی دارد؟

کاوش کنید

ابزار، وسایل و مواد شیمیایی مورد نیاز: ظرف پلاستیکی بزرگ، استوانهٔ مدرج، قیف، آب، یخ، قرص جوشان

آزمایش ۱

- آ) ظرف پلاستیکی را بردارید و مخلوط آب و یخ را تا نیمه درون آن بریزید.
ب) یک قرص جوشان را نصف کنید و با استفاده از تکه‌ای خمیربازی آن را به دیوارهٔ داخلی قیف بچسبانید.



پ) استوانه مدرج را از آب پر کنید. کف دست خود را روی دهانه آن قرار دهید. حال استوانه را وارونه کرده و مانند شکل، درون ظرف محتوى آب قرار دهيد (استوانه مدرج را با دست خود نگهداريد).

ت) اکنون از یکی از دوستان خود بخواهید که قيف را درون ظرف بزرگ به گونه ای قرار دهد که لوله قيف در زیر دهانه استوانه مدرج قرار گيرد. مشاهده های خود را بنويسيد.

آزمایش ۲

آزمایش ۱ را با آب گرم تكرار کنيد. مشاهده های خود را يادداشت و سپس جدول را کامل کنيد.

آزمایش ۲	آزمایش ۱	آزمایش
		بار اول
		بار دوم
		بار سوم
		ميانگين

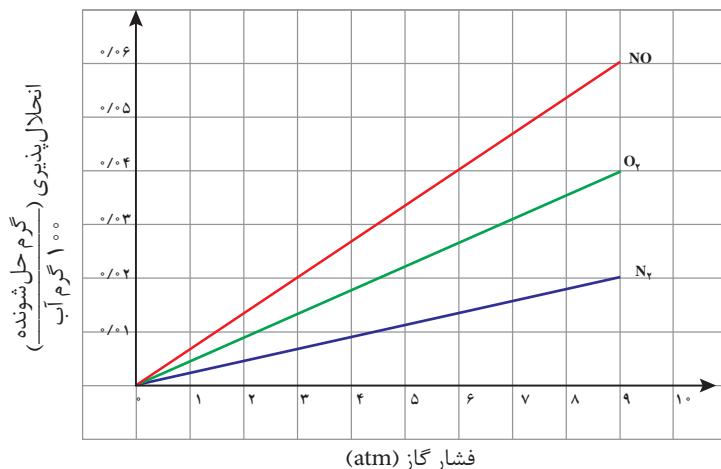
اکنون به پرسش های زير پاسخ دهيد:

- ۱- از واکنش قرص جوشان با آب چه گازی آزاد می شود؟
- ۲- آيا ميانگين حجم گاز آزاد شده در دو آزمایش يكسان است؟ چرا؟
- ۳- حجم گاز جمع آوری شده در کدام آزمایش کمتر است؟
- ۴- از مشاهده های خود چه نتیجه ای می گيريد؟ توضيح دهيد.
- ۵- چه رابطه ای بين دماي آب و ميزان انحلال پذيری گاز وجود دارد؟
- ۶- چرا در هوای گرم، ماهی ها به سطح آب می آيند؟

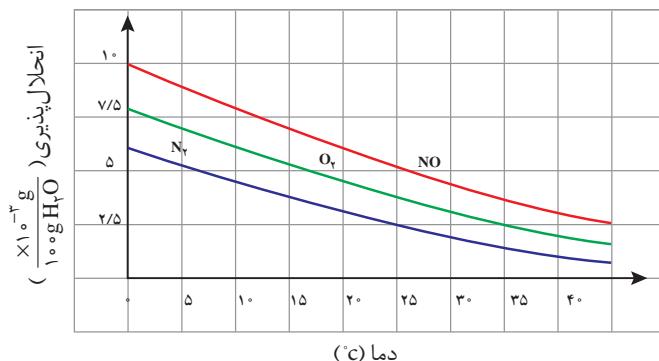
● درباره اينكه «مقدار نمک موجود در آب دريا روی انحلال پذيری گازها اثر دارد» کاوش

کنيد (در کاوش خود باید آزمایش، طراحی و اجرا کنید که از داده های آن بتوانيد نتیجه درست و قابل اطمینان بگيريد).

- ۱- نمودار زیر اتحال پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی‌دهند در دمای 20°C نشان می‌دهد. با توجه به آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



- آ) این نمودار تأثیر چه عاملی را بر اتحال پذیری گازها نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.
 ب) نتیجه‌گیری از این نمودار قانون هنری^۱ نام دارد. آن را در یک سطر توضیح دهید.
 پ) شب نمودار برای کدام گاز تندتر است؟ از این واقعیت چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
- ۲- نمودار زیر اتحال پذیری سه گاز را در فشار یک اتمسفر نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



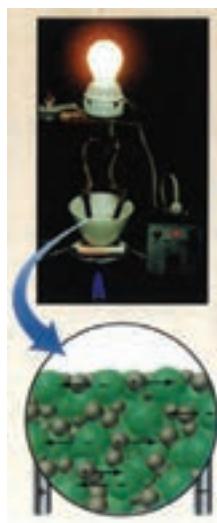
- آ) این نمودار تأثیر چه عاملی را بر اتحال پذیری گازها نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.
 ب) در چه دمایی اتحال پذیری اکسیژن برابر با $\frac{3}{75}$ میلی گرم در 100°C است؟
 پ) اتحال پذیری گاز نیتروژن با کاهش دما از 40°C به 20°C چه تغییری می‌کند؟
- ۳- با توجه به اینکه گشتاور دوقطبی CO_2 برخلاف NO صفر است:
- آ) پیش‌بینی کنید در دما و فشار معین، اتحال پذیری کدام گاز در آب بیشتر است؟ چرا؟

ب) آزمایش‌ها نشان می‌دهد که در فشار یک اتمسفر و در هر دمایی، اتحلال پذیری گاز CO_2 بیشتر از NO است. چرا؟

رسانایی الکتریکی محلول‌ها

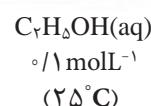
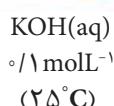
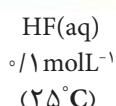
فلزها و گرافیت (مغز مداد) رسانای جریان برق هستند. از آنجا که رسانای آنها به وسیله الکترون‌ها انجام می‌شود، به آنها **رسانای الکترونی**^۱ می‌گویند. نوع دیگری از رسانای نیز وجود دارد که به وسیلهٔ یون‌ها انجام می‌شود و به آن **رسانای یونی**^۲ می‌گویند. این رسانای هنگامی انجام می‌شود که یون‌ها بتوانند از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر جابه‌جا شوند، زیرا در این شرایط بارهای الکتریکی نیز جابه‌جا خواهند شد.

برای نمونه، محلول آبی سدیم کلرید را در نظر بگیرید. این محلول حاوی یون‌های $\text{Na}^+(aq)$ و $\text{Cl}^-(aq)$ است که با جنبش‌های آزادانه اما نامنظم در سرتاسر آن پراکنده‌اند. هرگاه این محلول در مدار الکتریکی قرار گیرد، جریان برق در مدار برقرار می‌شود، زیرا یون‌ها به سوی قطب‌های ناهمنام حرکت می‌کنند. یون‌های $\text{Na}^+(aq)$ به سوی قطب منفی و یون‌های $\text{Cl}^-(aq)$ به سوی قطب ثابت پیش می‌روند. جابه‌جایی یون‌ها نشان دهندهٔ جابه‌جایی بارهای الکتریکی و در نتیجه، رسانایی الکتریکی محلول سدیم کلرید است. به موادی مانند $\text{NaCl}(s)$ ، **الکترولیت**^۳ و به $\text{NaCl}(aq)$ ، **محلول الکترولیت**^۴ می‌گویند. نکته جالب این است که همهٔ محلول‌های یونی رسانایی یکسانی ندارند (چرا؟).



با هم بیندیشیم

با توجه به شکل‌های زیر، کدام محلول:



سدیم کلرید در حالت جامد نارساناست، اما در حالت مذاب رسانای جریان برق است (چرا؟).

آیا می‌دانید

از دیگر یون‌های سازنده کتروولیت‌های بدن، Ca^{2+} و Mg^{2+} هستند. جدول زیر درصد آنها را در خوناب و نقش هریک را در بدن نشان می‌دهد.

نقش	نوع ترکیب و بافت حاوی آن	ویژگی یون
تأمین انرژی در ماهیچه‌ها و کنترل عصبی	آن در ساختار استخوان‌ها وجود دارد	Mg^{2+}
سازنده استخوان و انقباض ماهیچه‌ها	آن در استخوان‌ها به صورت کلسیم فسفات و کلسیم کربنات وجود دارد	Ca^{2+}
شیرهٔ معده و تنظیم مایع‌های بدن	یون اصلی در مایع برون سلولی است	Cl^-

آیا می‌دانید

مارهای سیاه مناطق گرم‌سیری با تزریق زهری که کانال‌های پتاسیم را در سلول‌های عصبی مسدود می‌کند، شکار خود را از پای در می‌آورند.



آ) رسانای خوب جریان برق است؟ چرا؟

ب) رسانای ضعیف جریان برق است؟

پ) رسانای جریان برق نیست؟

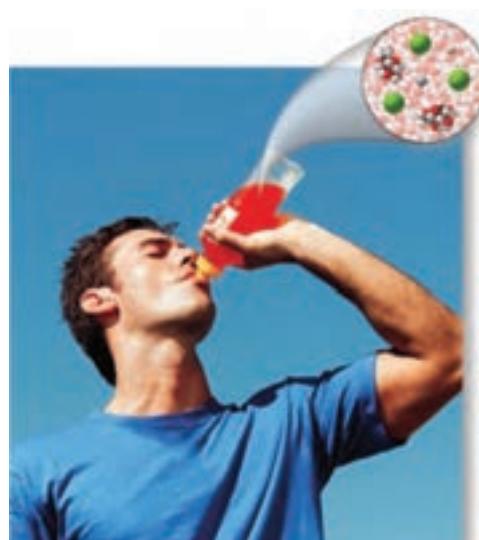
ت) این محلول‌ها را به عنوان کتروولیت قوی، ضعیف و غیرکتروولیت دسته‌بندی کنید.

پیوند با زندگی

آیا تاکنون دیده یا شنیده‌اید که ورزشکاران به ویژه دوچرخه سواران و دوندگان پس از تمرین یا مسابقه، نوشیدنی‌های ویژه‌ای مصرف می‌کنند؟ آیا می‌دانید هریک از این نوشیدنی‌ها حاوی چه مواد و کتروولیت‌هایی است؟ چرا نوشیدن این نوع مایع‌ها به ورزشکاران توصیه می‌شود؟ بدنبال معرفی این مواد و مکانیزم آنها، بافت‌ها و مایعاتی است که در هر لحظه با نظمی باور نکردنی، پیام‌های عصبی، احساسات و حرکات ما را کنترل می‌کنند. این هنگامی رخ می‌دهد که محیط شیمیایی مناسبی برای ایجاد و برقراری جریان الکتریکی فراهم شود؛ محیطی که یک محلول آبی محتوی یون‌های گوناگونی مانند Na^+ , K^+ , Cl^- و ... است. پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین یا پس از مدتی دویدن، احساس خستگی ناشی از کاهش چشمگیر این یون‌ها در کتروولیت‌های بدن است. از این رو نوشیدن چنین کتروولیت‌هایی کاهش این یون‌ها را جبران می‌کند (شکل ۲۳).

یکی از مهم‌ترین یون‌ها در کتروولیت‌های بدن، یون پتاسیم (K^+) است. نیاز روزانه بدن

هر فرد بالغ به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است. از آنجا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم است، کمبود آن به ندرت احساس می‌شود. وجود یون پتاسیم (K^+) برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است به طوری که انتقال پیام‌های عصبی بدون وجود این یون، امکان‌پذیر نیست. درواقع، اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام‌های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.



شکل ۲۳- تأمین کتروولیت‌های موردنیاز بدن

ردپای آب در زندگی

آیا می‌دانید

آیا می‌دانید روزانه چند لیتر آب مصرف می‌کنید؟ آیا مصرف آب، تنها شامل میزان آبی است که می‌نوشید؟ هر فرد، روزانه در حدود 35° لیتر آب مصرف می‌کند. این مقدار آب افزون بر نوشیدن، شامل پخت و پز، شستشو در آشپزخانه، نظافت، شستشوی لباس و است. مصرف آب به فعالیت‌های روزانه هر شخص محدود نمی‌شود، بلکه روزانه در صنایع گوناگون، حجم بسیار زیادی آب استفاده می‌شود. در میان صنایع، صنعت کشاورزی بیشترین حجم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است. بررسی‌ها نشان می‌دهند که برای تولید هر وسیله، کالا یا فراورده مقدار معینی آب نیاز است (شکل ۲۴).

ردپای آب در جهان برای یک سال در حدود $10^{15} \times 7$ لیتر است. این ردپا برای کشورهایی مانند چین و هند بهدلیل جمعیت زیاد و در کشورهای توسعه یافته به دلیل حجم فعالیت‌های صنایع گوناگون، سنگین‌تر و بزرگ‌تر است.



شکل ۲۴- ردپای آب برای تولید برخی فراورده‌ها

همانند ردپای کربن دی‌اکسید، برای هر فرد، ردپای آب نیز تعریف می‌شود. درواقع، ردپای آب نشان می‌دهد که هر فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس مصرف می‌کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می‌شود. این میزان، همه‌آبی را که در تولید کالاهای ارائه خدمات و فعالیت‌های گوناگون مصرف می‌شود، نشان می‌دهد. برای مثال اگر شما سالانه 15° کیلوگرم گندم مصرف کنید، ردپای آب شما در تولید این مقدار گندم برابر با 27450° لیتر خواهد بود. با حساب کردن همه آب مصرفی در زندگی سالانه هر فرد می‌توان میانگین

آیا می‌دانید

براساس پژوهش‌های سازمان جهانی غذا، در دهه ۱۹۹۶-۲۰۰۵ میلادی، برای تولید هر تن گندم در جهان به طور میانگین 183° مترمکعب آب مصرف شده است. به دیگر سخن، میانگین جهانی ردپای آب در تولید هر کیلوگرم گندم حدود 183° لیتر است.

هرچه میزان مصرف گندم در یک کشور بیشتر باشد، ردپای آب سنگین‌تر است.

با توجه به اینکه کشور ما در منطقه کم آب قاره آسیا قرار دارد، استفاده از فناوری‌های نوین آبیاری در حفظ منابع آب اهمیت شایانی دارد.

ردپای آب او را برآورد کرد. هر چه رد پای آب ایجاد شده، سنگین‌تر باشد، منابع آب شیرین بیشتر مصرف می‌شوند و زودتر به پایان می‌رسند. برآوردهای پژوهشگران نشان می‌دهد که میانگین ردپای آب برای هر فرد در یک سال در حدود ۱۰۰۰/۰۰۰ لیتر است.

اکنون این پرسش مطرح می‌شود که آیا همه آب‌های مصرفی در صنایع گوناگون از منابع آب شیرین تأمین می‌شوند؟ متأسفانه پاسخ این پرسش مثبت است، در واقع تقریباً همه آب‌های مصرفی در کشاورزی، دامداری، نساجی، ساخت و ساز، خانه، مدرسه، دانشگاه و ... از آب‌های سطحی (رود، دریاچه و نهر آب شیرین) یا آب‌های زیرزمینی (چشمه، قنات و چاه عمیق) تهیه می‌شوند (شکل ۲۵).

- آب‌های گلآلودی که در جوی‌ها و نهرا جاری هستند از یک چشم، قنات یا چاه آب به صورت زلال و شفاف بیرون می‌آیند.



شکل ۲۵- دریاچه، سد، رود منابع تأمین آب مورد نیاز ما هستند.

- هنگامی که میوه‌های خشک مانند مویز درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خود به خود از محیط‌قيق باگزرازروزنه‌های دیواره سلولی به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه، میوه آبدار و متورم می‌شود. گذرندگی (اسمز)^۱ نامی است که به این فرایند داده‌اند. در این فرایند، برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و از بافت میوه به آب راه می‌یابد.

آب آشامیدنی را می‌توان از تصفیه آب رودها، دریاچه‌ها و چاه‌ها تهیه کرد. این ویژگی نشان می‌دهد که آب آشامیدنی با آب مصرفی در دیگر صنایع متفاوت است؛ به طوری که ممکن است آبی برای شستشو مناسب باشد اما آشامیدنی نباشد. هر چند که آب دریاها و اقیانوس‌ها، منبع بسیار بزرگی برای تهیه آب به شمار می‌آیند، اما به اندازه‌ای شور هستند که باید قبل از مصرف، نمک‌زدایی و تصفیه شوند.

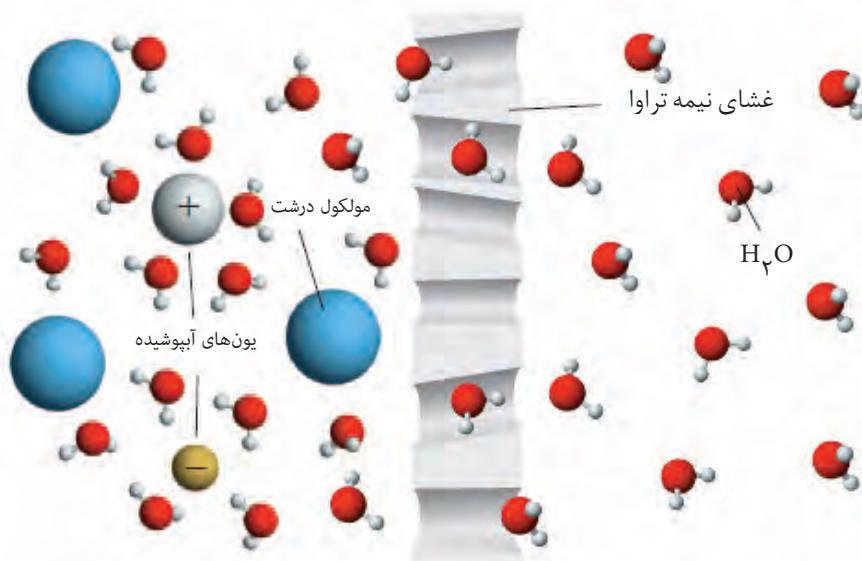
پیوند با زندگی

هنگامی که حبوبات و میوه‌های خشک را برای مدتی درون آب قرار می‌دهیم، متورم می‌شوند در حالی که خیار در آب شور چروکیده می‌گردد (شکل ۲۶). آیا تاکنون اندیشیده‌اید که در این پدیده‌ها چه رخدادی می‌دهد؟



شکل ۲۶- نمونه‌هایی از پدیده اسمز در زندگی روزانه

دیواره‌یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌های بسیار ریز دارد که ذره‌های سازندهٔ مواد می‌توانند از آن گذر کنند. به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازه گذار به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند. این دیواره‌ها غشای نیمه تراوا^۱ نامیده می‌شوند (شکل ۲۷).



شکل ۲۷- غشای نیمه تراوا و عبور انتخابی

آیا می‌دانید

در بستر دریاهای چشم‌هایی وجود دارند که آب آنها شیرین و آشامیدنی هستند. ملوانان و ناخدايان سنتی کشور ایران و کشورهای حاشیه خلیج فارس تا همین اواخر آب آشامیدنی مورد نیاز خود را در سفرهای دریایی از همین چشم‌های تأمین می‌کردند. برای این منظور یک غواص با مشک خالی به زیر دریا می‌رفت و مشک را از محل چشم‌های زیر دریا پر از آب می‌کرد و به بالا می‌آورد. دو هزار سال پیش، یک جغرافی‌دان رومی به نام استراتبو درباره چشم‌های آب‌شیرین موجود در دریای مدیترانه، در جایی که سوریه امروزی قرار دارد، مطالبی نوشته است. استفاده از آب‌های شیرین جهت مصرف کشتی‌ها و شهرها در بصرین نمونه دیگری از این موارد است که به قرن دوم پس از میلاد بر می‌گردد. امروزه منابع آب شیرین زیر بستر دریا به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تأمین آب برای سال‌های آینده بشر شناخته می‌شود. گفته می‌شود که تقریباً چیزی معادل آب رودخانه‌های جهان که به دریاهای وارد می‌شود، به صورت چشم‌های زیر دریا وارد دریاهای می‌شود. به همین دلیل امروزه بیش از گذشته نسبت به شناخت و بهره‌برداری از این آب‌ها توجه می‌شود.

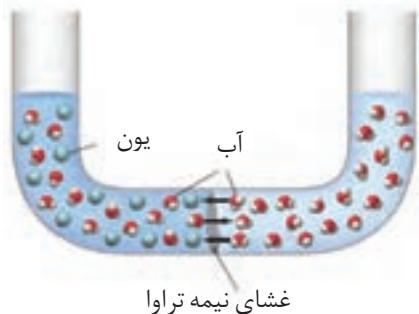
با هم بیندیشیم

آیا می‌دانید

در شمال جزیره قشم، نیروگاه تأسیسات آب شیرین احداث شده است که همزمان آب و برق تولید می‌کند. این مجتمع به دست توانی کارشناسان و متخصصان ایرانی در شرکت گروه مپنا ساخته شده و در سال ۱۳۹۳ هجری شمسی به بهره‌برداری رسیده است. بازده این مجتمع 8° درصد است و با ظرفیت تولید 5° مگاوات برق و شیرین‌سازی 18000 مترمکعب آب در روز کار می‌کند.

۱- مطابق شکل زیر، حجم‌های برابری از آب دریا و آب مقطر به وسیله یک غشای نیمه تراوا از یکدیگر جدا شده‌اند.

آ) اگر از این غشا یون‌های سدیم و کلرید نتوانند بگذرند، با گذشت زمان چه رخ می‌دهد؟



ب) آیا با این روش می‌توان آب دریا را نمک‌زدایی و آب شیرین تهیه کرد؟

چرا؟

آیا می‌دانید

برخی شرکت‌ها و فروشنده‌گان دستگاه‌های تصفیه آب برای نشان دادن اینکه در آب شهری، چه میزان از یون‌های گوناگون وجود دارد، آزمایشی مانند شکل زیر انجام می‌دهند.

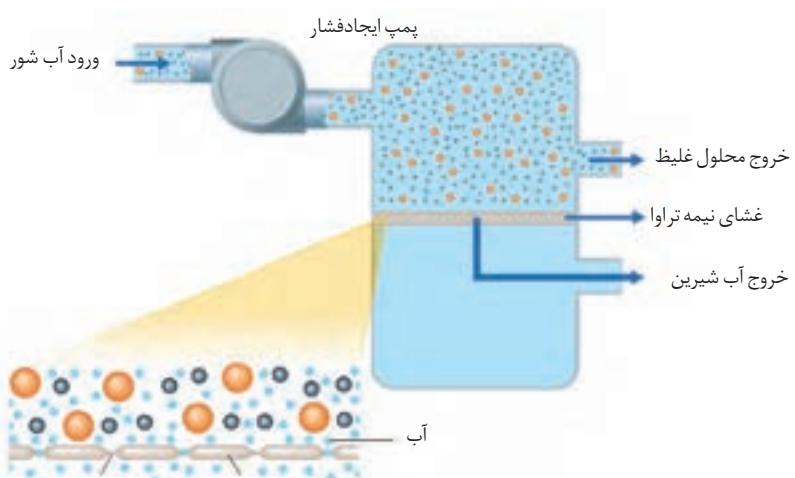


پ) براساس شکل رو به رو، اگر بر پیستون نیرو وارد کنیم، چه رخ می‌دهد؟

چرا؟

ت) چرا فرایند انجام شده در قسمت «پ» را اسمز وارونه (معکوس)^۱ می‌نامند؟

ث) با توجه به شکل زیر، چگونگی تولید آب شیرین از آب دریا را توضیح دهید.



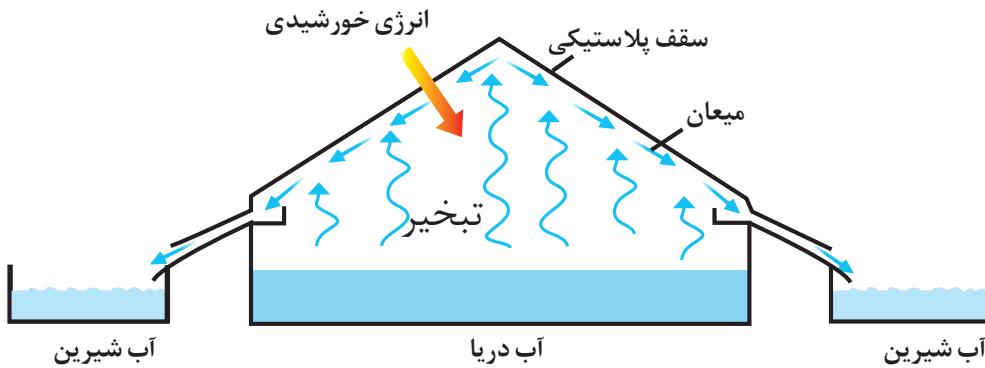
در این آزمایش با عبور جریان برق از درون آب آشامیدنی و انجام واکنش، برخی یون‌ها از تیغه‌های فلزی وارد آب شده و سبب تغییر رنگ آن می‌شوند. توجه کنید که این آزمایش، میزان یون‌های موجود در آب را به درستی نشان نمی‌دهد.

آیا می‌دانید

دستگاه‌های تصفیه آب، به طور چشمگیری از غلظت یون‌های موجود در آب می‌کاهند. این در حالی است که وجود مقدار مناسبی از یون‌ها برای استخوان‌ها، قلب و... ضروری و مفید است. از این‌رو کاهش بیش از اندازه یا حذف یون‌ها از آب توصیه نمی‌شود، زیرا پژوهش‌ها نشان می‌دهند، افرادی که آب آشامیدنی محتوی مقدار ناچیزی از این یون‌ها را می‌نوشند در مقایسه با دیگران، بیشتر در معرض ابتلاء به بیماری‌های قلبی هستند.

خود را بیازمایید

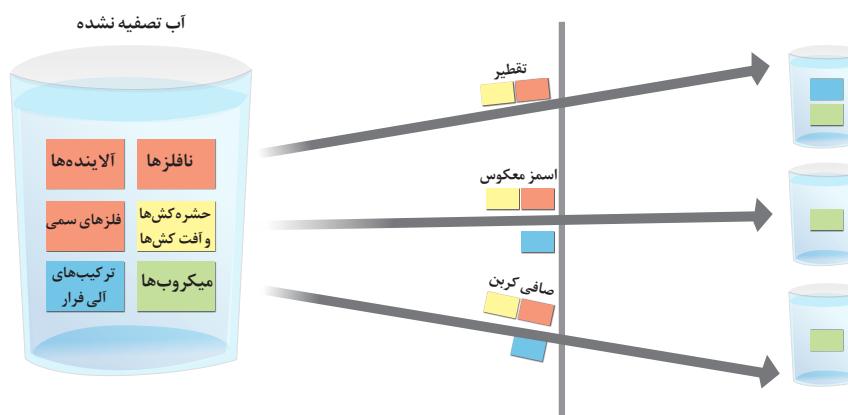
۱- شکل زیر روشی برای تهیه آب شیرین از آب دریا را نشان می‌دهد.



آ) این روش چه نام دارد؟

ب) روند تهیه آب شیرین را در این روش توضیح دهید.

۲- شکل زیر برخی روش‌های تصفیه یک نمونه آب را نشان می‌دهد، با توجه به شکل به پرسش‌ها پاسخ دهید.



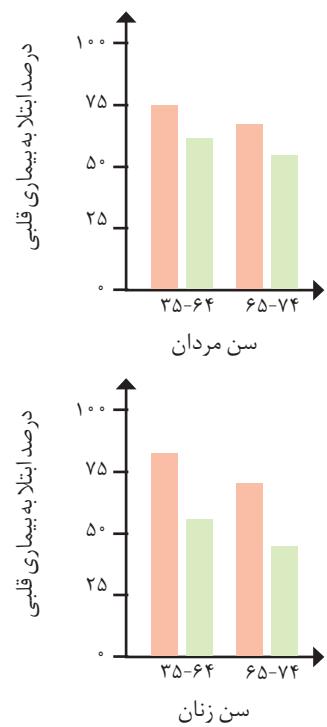
آ) با انجام تقطیر، کدام مواد موجود در آب از آن جدا می‌شوند؟ توضیح دهید.

ب) با عبور آب از صافی کربن، کدام آلاینده‌ها حذف می‌شوند؟

پ) با روش اسمز معکوس، کدام مواد را می‌توان از آب جدا کرد؟

ت) آب به دست آمده از کدام روش‌ها، آلاینده کمتری دارد؟

ث) چرا آب تصفیه شده در این روش‌ها را باید پیش از مصرف کلرزنی کرد؟

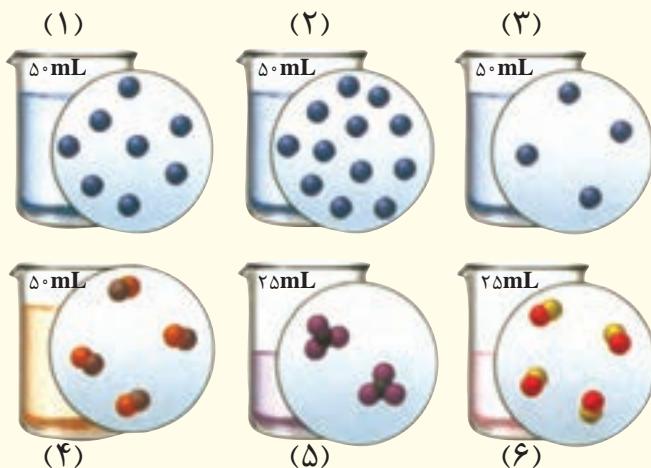


آب دارای مقدار ناچیزی از یون‌ها

آب دارای مقدار مناسب از یون‌ها

تمرین‌های دوره‌ای

۱- اگر در محلول‌های آبی (۱) تا (۶) هر ذرهٔ حل شونده هم‌ارز با $2\text{ }\mu\text{mol}$ باشد، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ) کدام محلول غلیظتر است؟ چرا؟

ب) غلظت مولی کدام محلول‌ها با هم برابر است؟

پ) غلظت مولی محلول به‌دست آمده از مخلوط کردن محلول (۱) و (۳) را حساب کنید.

ت) غلظت مولی محلول (۴) را پس از افزودن 11 mL آب به آن حساب کنید.

ث) غلظت مولی محلول (۵) را پس از انحلال $2\text{ }\mu\text{mol}$ حل شونده به‌دست آورید (از تغییر حجم چشم‌پوشی کنید).

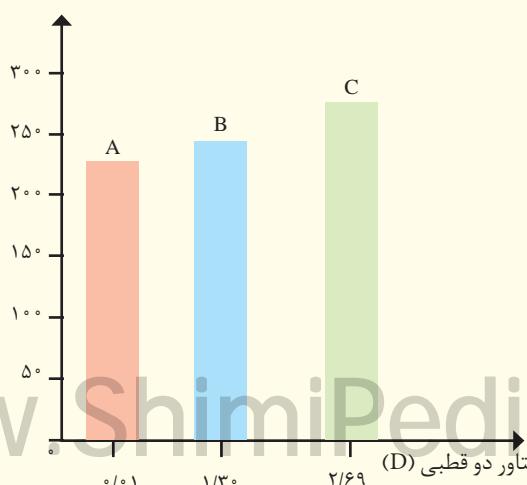
۲- ادامه زندگی اغلب ماهی‌ها هنگامی امکان‌پذیر است که غلظت اکسیژن محلول در آب بیشتر از 5 ppm باشد. با انجام

محاسبه مشخص کنید که آیا 9 kg آب حاوی $6/75\text{ mL}$ اکسیژن محلول برای ادامه زندگی ماهی‌ها مناسب است؟

۳- برای ضدغوفونی کردن آب یک استخر از محلول کلر $7/0\text{ Drصد جرمی}$ استفاده می‌شود. اگر مقدار مجاز کلر موجود در آب استخر 1 ppm باشد، چند گرم از این محلول برای ضدغوفونی کردن 70 m^3 آب نیاز است؟ (جرم یک لیتر آب استخر را برابر با یک کیلوگرم در نظر بگیرید).

۴- با توجه به نمودار زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید. جرم مولی هر سه ماده‌آلی A، B و C با یکدیگر برابر است.

نقطهٔ جوش (K)

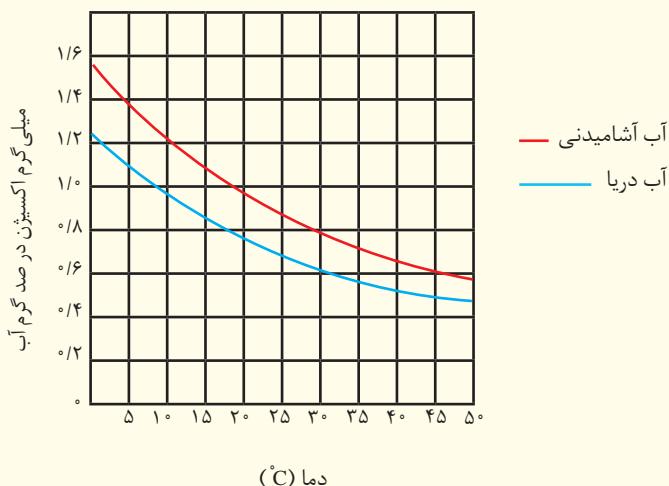


آ) جهت‌گیری و منظم شدن مولکول‌های کدام ترکیب در میدان الکتریکی محسوس‌تر است؟ چرا؟

ب) سه ترکیب داده شده را بر اساس کاهش قدرت نیروهای بین مولکولی مرتب کنید؟

پ) پیش‌بینی می‌کنید کدام ماده در شرایط یکسان اتحال پذیری بیشتری در هگزان دارد؟ چرا؟

۵- در نمودار زیر اتحال پذیری گاز اکسیژن در آب آشامیدنی و آب دریا نشان داده شده است.



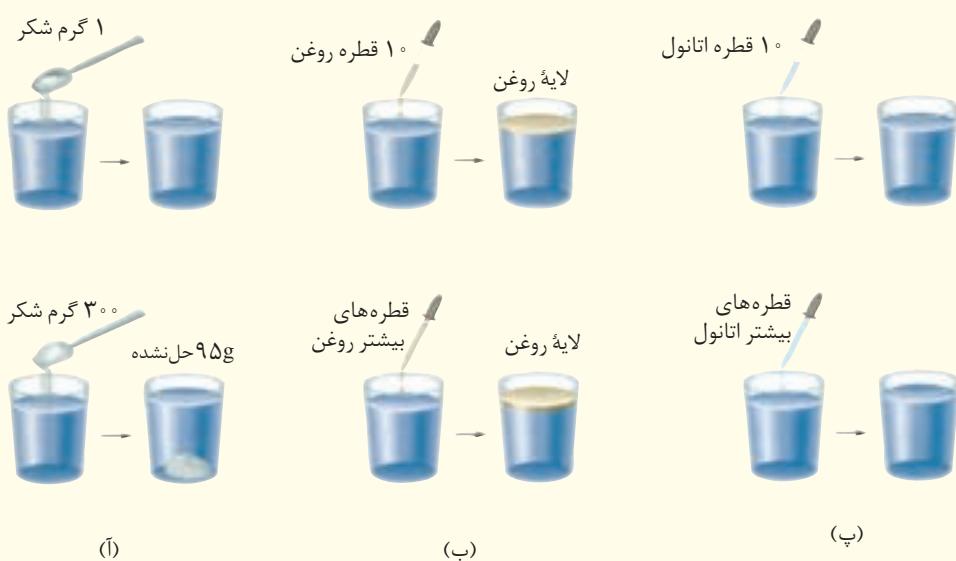
آ) در دمای 5°C اتحال پذیری گاز اکسیژن چقدر است؟

ب) با افزایش دما چه تغییری در مقدار حل شدن گاز اکسیژن مشاهده می‌شود؟

پ) آیا می‌توان گفت با افزایش مقدار نمک در آب، اتحال پذیری گاز اکسیژن کاهش می‌یابد؟ توضیح دهید.

۶- هر یک از شکل‌های زیر نمایی از آغاز و پایان آزمایشی برای درک مفهوم اتحال پذیری سه ماده در آب و دمای 25°C است.

نتیجهٔ هریک از این آزمایش‌ها را بنویسید.



۷- هر یک از شکل‌های زیر، کاربردی از یک ترکیب یونی را نشان می‌دهد.



آ) کدام شکل کاربرد کلسیم سولفات و کدام شکل کاربرد آمونیوم نیترات را نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.

ب) اگر انحلال پذیری کلسیم سولفات و آمونیوم نیترات در آب و دمای 20°C به ترتیب برابر با $\frac{1}{2} \times 10^{\circ}$ و $65/5$ گرم باشد، در صد جرمی محلول سیرشدهٔ هریک را در این دما حساب کنید.

۸- کوسه‌های شکارچی حس بویایی بسیار قوی دارند و می‌توانند بوی خون را از فاصلهٔ دورتر حس کنند. اگر یک قطره $(1/\text{میلی‌لیتر})$ گرم) از خون یک شکار در فضایی از آب دریا به حجم 10×10^6 لیتر پخش شود، این کوسه‌ها بوی خون را حس می‌کنند. حساب کنید حس بویایی این کوسه‌ها به حداقل چند ppm خون حساس است؟ (جرم یک لیتر آب دریا را یک کیلوگرم در نظر بگیرید).



واژه‌نامه

یون‌هایی که بار الکتریکی منفی دارند.	۳۷	Anion	آئیون
به جذب پرتوهای پرانرژی و باز تابش پرتوهای کم انرژی به وسیله مولکول‌های برخی گازهای موجود در هوای کره می‌گویند.	۷۲	Greenhouse effect	اثر گلخانه‌ای
دانش مطالعه روابط کمی در مواد و واکنش‌های شیمیایی است.	۸۵	Stoichiometry	استوکیومتری
به واکنش اکسیژن با مواد، اکسایش گفته می‌شود. اکسید نافلز که در واکنش با آب، اسید تولید می‌کند. اکسید فلز که در واکنش با آب باز (قلیا) تولید می‌کند. ماده‌ای که در حالت مذاب یا محلول رسانای الکتریکی است.	۶۱	Oxidation	اکسایش
۶۷	Acidic Oxid	اکسید اسیدی	
۶۷	Basic Oxid	اکسید بازی	
۱۲۵	Electrolyte	الکترولیت	
ذرء بنیادی با بار الکتریکی منفی که در فضای پیرامون هسته وجود دارد.	۴	Electron	الکترون
به الکترون‌های آخرین لایه الکترونی (دارای بزرگ ترین اتم می‌گویند).	۳۳	Valance electrons	الکترون‌های ظرفیت
اتم‌های یک عنصر که عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند.	۵	Isotope	ایزوتوپ (هم‌مکان)
بارانی که با حل شدن گازهای مانند گوگرد دی اکسید و اکسیدهای نیتروژن موجود در هوای کره خاصیت اسیدی پیدا می‌کند.	۶۸	Acid rain	باران اسیدی
به تبدیل خود به خود ایزوتوپ‌های ناپایدار به گونه‌های پایدارتر می‌گویند که با گسیل پرتوها یا ذره‌های پرانرژی همراه است.	۶	Radio activity	پرتوزایی
یکی از ذره‌های بنیادی سازنده اتم که بار الکتریکی مثبت است و درون هسته قرار دارد.	۵	Proton	پروتون
نیروی جاذبه‌ای که به اشتراک گذاشته شدن دو یا چند الکترون میان اتم‌ها به وجود می‌آید.	۴۱	Covalent bond	پیوند اشتراکی (کووالانسی)
پیوند اشتراکی (کووالانسی) است که درنتیجه به اشتراک گذاشته شدن دو جفت الکترون میان دو اتم، تشکیل می‌شود.	۶۵	Double bond	پیوند دوگانه
پیوند اشتراکی (کووالانسی) است که درنتیجه به اشتراک گذاشته شدن سه جفت الکترون میان دو اتم، تشکیل می‌شود.	۶۵	Triple bond	پیوند سه‌گانه
نوعی نیروی جاذبه بین مولکولی بسیار قوی است.	۱۱۵	Hydrogen bond	پیوند هیدروژنی
به نیروی جاذبه الکتروستاتیکی از میان یون‌ها با بار الکتریکی ناهمنام در شبکه بلوری می‌گویند.	۳۸	Ionic bond	پیوند یونی
ماده‌ای که یون‌ها یا مولکول‌های سازنده آن از واکنش دو چند عنصر با نسبت مشخص تشکیل شده باشد.	۳۹	Compound	ترکیب
ترکیبی که از مولکول‌های جدا از هم تشکیل شده است.	۴۱	Molecular compound	ترکیب مولکولی

ترکیب شیمیایی که ذره های سازنده آن، یون های مثبت و منفی هستند.	۳۸	Ionic compound	ترکیب یونی
ترکیبی که از یون های دو عنصر مختلف تشکیل شده است.	۳۹	Binary ionic compound	ترکیب یونی دوتایی
بخشی از هوا که که در فاصله ۱۰ تا ۱۲ کیلومتری از سطح زمین قرار دارد.	۴۷	Troposphere	تروپوسفر
روشی است برای جداسازی اجزای مخلوط چند مایع که دارای نقطه جوش متفاوت می باشند.	۴۹	Fractional distillation	تقطیر جزء به جزء
توسعه ای که نیازهای زمان حال را برآورده سازد بدون آنکه توانایی نسل های آینده در برآورده سازی نیازهایشان را به خطر اندازد.	۷۷	Sustainable development	توسعه پایدار
چیدمان عنصرهای شیمیایی به ترتیب افزایش عدد اتمی که در آن عنصرهای با خواص مشابه در یک ستون قرار می گیرند.	۱۰	Periodic table	جدول دوره ای
جرم اتم را بر حسب واحد amu نشان می دهد.	۱۴	Atomic mass	جرم اتمی
میانگین جرم اتمی ایزوتوپ های یک عنصر را با توجه به درصد فراوانی آنها در طبیعت نشان می دهد.	۱۵	Average atomic mass	جرم اتمی میانگین
جفت الکترونی که میان هسته دو اتم قرار دارد و پیوند اشتراکی را به وجود می آورد.	۶۵	Molar mass bonding electron pair	جرم مولی جفت الکترون پیوندی
جفت الکترونی که به یک اتم تعلق دارند و در تشکیل پیوند شیمیایی شرکت نکرده است.	۶۵	Non- bonding electron pair	جفت الکترون ناپیوندی
حالی برای اتم که نسبت به حالت پایه انرژی بالاتری دارد.	۲۶	Excited state	حالت برانگیخته
به حالتی برای اتم با پایین ترین سطح انرژی می گویند.	۲۶	Ground state	حالت پایه
جزئی که در حل محل می شود.	۱۰۱	Solute	حل شونده
جزئی که حل شونده را در خود محل می کند و درصد بیشتری از محلول را تشکیل می دهد.	۱۰۱	Solvent	حلال
جرم ماده حل شونده در ۱۰۰ گرم محلول را نشان می دهد.	۱۰۳	Weight(Mass)Percent	درصد جرمی
درصد یک ایزوتوپ خاص در مخلوطی از ایزوتوپ های طبیعی یک عنصر را نشان می دهد.	۶	Abundance Percentage	درصد فراوانی
به شکل های متفاوت مولکولی یا بلوری یک عنصر در حالت فیزیکی یکسان گفته می شود.	۷۸	Allotrope	دگرشکل
به هر ردیف از جدول دوره ای عنصرها می گویند.	۱۲	Period	دوره یا تناب
به ایزوتوپ های ناپایدار و پرتوزا می گویند.	۶	Radioisotope	رادیوایزوتوپ
روشی برای موارنه کردن معادله های شیمیایی با شمارش نوبتی اتم ها در دو سوی معادله است.	۵۹	Inspection Method	روش وارسی
موادی که در محیط زیست به کمک باکتری ها به مواد ساده تری تجزیه می شوند.	۷۵	Biodegradation	زیست تخریب پذیر
به بخشی از کره زمین می گویند که در آن زندگی وجود دارد.	۹۳	Biosphere	زیست کره
شیوه ای برای نمایش مولکول ها و یون ها است به گونه ای که در آن چگونگی اتصال اتم ها با هم، الکترون های پیوندی	۶۴	Lewis structure	ساختار لوویس

			و ناپیوندی نشان داده می شود.
۲	Solar System	سامانه خورشیدی	
۷۴	Green fuel	سوخت سبز	اجرام آسمانی دیگر که در مدارهایی پیرامون آن می گردند.
۵۴	Fossil fuel	سوخت فسیلی	نوعی سوخت به دست آمده از مواد گیاهی و جانوری که با محیط زیست سازگار است.
۵۳	Combustion	سوختن	موادی مانند زغال سنگ، نفت خام و گاز طبیعی که طی میلیون ها سال از تجزیه اجسام و بقایای جانوران و گیاهان مدفون شده در زمین به وجود آمده اند و امروزه به عنوان منبع انرژی به کار می روند.
۵۴	Complete combustion	سوختن کامل	واکنش اکسایشی که سریع روی می دهد و با ایجاد شعله و آزاد کردن مقدار زیادی گرمای، صوت و نور همراه است.
۵۴	Incomplete combustion	سوختن ناقص	به سوختن یک سوخت در حضور اکسیژن کافی می گویند.
۵۴	Green Chemistry	شیمی سبز	سوختن یک سوخت در حضور اکسیژن کم اکسیژن می گویند که افزون بر کربن دی اکسید و آب، مقدار زیادی کربن مونواکسید نیز تولید می کند.
۱۷	Mass spectrometer	طیف سنج جرمی	یا شیمی پایدار شاخه ای از علم شیمی است که در پی طراحی فراورده ها و فرایندهایی است تا تولید و استفاده از مواد خطرناک را کاهش داده یا از بین ببرد.
۵	Atomic number	عدد اتمی	دستگاهی که به کمک آن جرم گونه های شیمیابی را با دقت زیاد اندازه گیری می کند.
۱۷	Avogadro's number	عدد آوگادرو	به تعداد پروتون های موجود در هسته یک اتم می گویند.
۵	Mass number	عدد جرمی	به عدد $^{۶۷}_{۱۰} \text{C}$ می گویند.
۲۹	Azimuthal quantum number (l)	عدد کوانتومی فرعی	مجموع تعداد پروتون ها و نوترون ها در هسته یک اتم است.
۲۴	Principal quantum number (n)	عدد کوانتومی اصلی	عددی است که لایه های الکترونی را در اتم مشخص می کند.
۲	Element	عنصر	عددی است که زیر لایه های موجود در یک لایه الکترونی را مشخص می کند.
۱۰۶	Molar Concentration	غلظت مولی	ماده ای که ذره های سازنده آن از یک نوع اتم ساخته شده اند.
۱۲۵	Non-Electrolyte	غیر الکترولیت	شمار مول های حل شونده در یک لیتر محلول را نشان می دهد.
۵۶	Product	فراورده	ماده ای که در حالت مذاب یا محلول در آب، رسانای جریان برق نیست.
۳۸	Chemical formula	فرمول شیمیابی	ماده ای که در یک واکنش شیمیابی تولید شده و در سمت راست معادله شیمیابی نوشته می شود.
۴۱	Molecular formula	فرمول مولکولی	شیوه ای برای نشان دادن نوع و تعداد اتم های سازنده یک واحد از ماده شیمیابی است.
۳۰	Aufbau rule	اصل آفاب	فرمول شیمیابی که نوع و تعداد دقیق اتم ها را در یک مولکول نشان می دهد.
			بنابر این قاعده، الکترون ها نخست در زیر لایه های با انرژی کمتر جای می گیرند و به تدریج زیر لایه های با انرژی بالاتر را اشغال می کنند.

۳۵	Octet rule	قاعده هشتایی
	الکترون، تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت خود را به هشت برسانند و به آرایش الکترونی گاز نجیب پیش با پس از خود دست یابند.	اتم‌ها تمایل دارند که با داد و ستد یا به اشتراک گذاشتن
۸۳	Avogadro's Law	قانون آووگادرو
	حجم‌های مساوی از همه گازها در دما و فشار یکسان، تعداد مولکول‌های مساوی دارند.	تعداد مولکول‌های مساوی از همه گازها در دما و فشار یکسان،
۵۶	The law of the Conservation of mass	قانون پایستگی جرم
	در یک واکنش شیمیایی، جرم نه به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود.	در یک واکنش شیمیایی، جرم نه به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود.
۵۷	Catalyst	کاتالیزگر
	ماده‌ای که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می‌دهد.	ماده‌ای که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می‌دهد.
۳۷	Cation	کاتیون
	یونی که بار الکتریکی مثبت دارد.	یونی که بار الکتریکی مثبت دارد.
۷۳	Greenhouse gases	گازهای گلخانه‌ای
	گازهای مانند کربن دی‌اکسید، بخار آب و متان که از طریق اثر گلخانه‌ای باعث گرم شدن زمین می‌شوند.	گازهای مانند کربن دی‌اکسید، بخار آب و متان که از طریق اثر گلخانه‌ای باعث گرم شدن زمین می‌شوند.
۳۲	Noble gases	گازهای نجیب
	به عنصرهای گروه هجدهم جدول دوره‌ای عنصرها (Rn و He ، Ne ، Ar ، Kr ، Xe)	به عنصرهای گروه هجدهم جدول دوره‌ای عنصرها (Rn و He ، Ne ، Ar ، Kr ، Xe)
۱۲	Group	گروه
	به عنصرهای موجود در یک ستون از جدول دوره‌ای می‌گویند که خواص شیمیایی مشابهی دارند.	به عنصرهای موجود در یک ستون از جدول دوره‌ای می‌گویند که خواص شیمیایی مشابهی دارند.
۲۴	Electron shell	لایه الکترونی
	به فضای پیرامون هسته با گنجایش معین الکترون و انرژی معین گفته می‌شود.	به فضای پیرامون هسته با گنجایش معین الکترون و انرژی معین گفته می‌شود.
۷۳	Ozone layer	لایه اوزون
	پوششی پیرامون زمین حاوی گاز اوزون که زمین را در برابر پرتوهای پرانرژی و خطرناک فرابنفش خورشید محافظت می‌کند.	پوششی پیرامون زمین حاوی گاز اوزون که زمین را در برابر پرتوهای پرانرژی و خطرناک فرابنفش خورشید محافظت می‌کند.
۱۰۰	Solution	محلول
	به مخلوط همگن دو یا چند ماده گفته می‌شود.	به مخلوط همگن دو یا چند ماده گفته می‌شود.
۱۲۵	Electrolyte Solution	محلول الکترولیت
	محلولی دارای یون‌های آبپوشیده که رسانای جریان برق است.	محلولی دارای یون‌های آبپوشیده که رسانای جریان برق است.
۱۱۰	Supersaturated solution	محلول فراسیر شده
	محلولی که مقدار حل شونده در آن بیشتر از انحلال پذیری حل شونده در یک دمای معین است.	محلولی که مقدار حل شونده در آن بیشتر از انحلال پذیری حل شونده در یک دمای معین است.
۱۱۹	Heterogeneous Mixture	مخلوط ناهمگن
	مخلوطی که اجزای تشکیل دهنده آن قابل تشخیص است.	مخلوطی که اجزای تشکیل دهنده آن قابل تشخیص است.
۵۸	Chemical equation	معادله شیمیایی
	نمایش یک واکنش به کمک نمادها و فرمول‌های شیمیایی که در آن واکنش دهنده‌ها، فراورده‌ها و نسبت مولی آنها مشخص می‌شود.	نمایش یک واکنش به کمک نمادها و فرمول‌های شیمیایی که در آن واکنش دهنده‌ها، فراورده‌ها و نسبت مولی آنها مشخص می‌شود.
۵۹	Balanced equation	معادله موازن شده
	معادله‌ای که در آن تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله برابر است.	معادله‌ای که در آن تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله برابر است.
۵۶	Symbol Equation	معادله نمادی
	یک معادله که در آن فرمول شیمیایی واکنش دهنده (ها)، فراورده (ها) و حالت فیزیکی آنها نوشته می‌شود.	یک معادله که در آن فرمول شیمیایی واکنش دهنده (ها)، فراورده (ها) و حالت فیزیکی آنها نوشته می‌شود.
۵۶	Word Equation	معادله نوشتاری
	یک معادله که در آن نام واکنش دهنده (ها) و فراورده (ها) نوشته می‌شود.	یک معادله که در آن نام واکنش دهنده (ها) و فراورده (ها) نوشته می‌شود.
۵۸	Balancing	موازن کردن
	برابر کردن تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی یک معادله شیمیایی است.	برابر کردن تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی یک معادله شیمیایی است.
۱۷	Mole	مول
	یکای SI مقدار ماده است که با نماد mol نشان داده می‌شود.	یکای SI مقدار ماده است که با نماد mol نشان داده می‌شود.
۱۱۲	Polar molecule	مولکول قطبی
	مولکولی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.	مولکولی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.
۱۱۲	Non - polar molecule	مولکول ناقطبی
	مولکولی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.	مولکولی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.
۱۰	Chemical symbol	نماد شیمیایی
	نمادی یک یا دو حرکی که برای نمایش یک عنصر به کار می‌رود.	نمادی یک یا دو حرکی که برای نمایش یک عنصر به کار می‌رود.

۱۱۵	یکی از ذره های سازنده هسته اتم که بار الکتریکی ندارد. به همه نیروهای جاذبۀ بین مولکولی (به جز پیوند هیدروژنی) می گویند.	۴	Neutron Van der Walls forces	نوترون نیروهای وان در والس
۵۶	فرایندی است که طی آن یک یا چند ماده بر هم اثر می گذارند و مواد شیمیایی تازه ای ایجاد می کنند. هریک از مواد آغازی واکنش را می گویند.	۵۶	Chemical Reaction Reactant	واکنش شیمیایی واکنش دهنده
۴۶	لایه ای از گازها که دور یک جرم آسمانی مانند یک سیاره را احاطه می کند.	۴۶	Atmosphere	هواکره
۳۹	یونی که تنها از یک اتم تشکیل شده است.	۳۹	Monoatomic ion	یون تک اتمی
۹۸	یونی که از چند اتم یکسان یا متفاوت تشکیل شده است.	۹۸	Polyatomic ion	یون چند اتمی

منابع

- 1 – Silberberg, M.S., Principles of General Chemistry , Mc GrawHill, 2007.
- 2 – Reger, D.L.; Goode, S. R.; Ball, D.W., Chemistry, Brooks/Cole, 2010.
- 3 – Tro N., Chemistry in Focus, Brooks/Cole, 2009.
- 4 – Eubanks, L. P.; Middlecamp, C. H.; Heltzel, C. H.; Keller, S. W., Chemistry in Context, ACS, 2009.
- 5 – Angelica M. Stacy, Living by Chemistry, 2010.
- 6 – John S. phillips, & *et al.* Glencoe Science Chemistry Concepts and applications, Mc Grow - Hill, 2009.
- 7 – Kotz, John C.; Treichel, Paul M.; Weaver, Gabriela C., Chemistry & Chemical Reactivity, Thomson - Brooks/Cole, 2006.
- 8 – Ebbing, Darrell D.; Gammon, Steven D., General Chemistry, Brooks/Cole, 2009.
- 9 – Tro, Nivaldo J., Principles of Chemistry, A Molecular Approach, Pearson, 2010.
- 10 – Chang, R.; Overby, J., General Chemistry, The Essential Concepts, MC Graw Hill, 2008.
- 11 – Russo, S.; Silver, M., Introductory Chemistry, Prentice Hall, 2011.



معلمان محترم، صاحب نظران، دانش آموزان عزیز و اولیای آنان می توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۴۸۷۴، گروه درسی مربوطه یا پیام نگار (Email) talif@talif.sch.ir ارسال نمایند.

دفتر تألیف کتاب های درسی عمومی و متوسطه نظری