



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

آیا به آبی که می نوشید، اندیشیده اید؟

● سیاره ما با جوّی 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 می برد. این مروراید آبی در سامانه خورشیدی، امن ترین جا برای زندگی ما و دیگر جانداران و نیز پهناورترین زیستگاه برای آبزیان به شمار می رود. 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 بی هیچ منتهی همراهی را با خود تا دور دست می برد و در گذر پر پیچ و خم خود به هر جا، حتی درون یاخته‌های موجودات زنده نیز راه می یابد.

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 می دانید

جرم زمین در حدود  $6 \times 10^{24}$  تن است، در حالی که جرم آب روی سطح زمین در حدود  $\frac{1}{1000000}$  برابر جرم زمین است.

زمین در فضا به رنگ آبی دیده می شود؛ زیرا نزدیک به ۷۵ درصد سطح آن را آب پوشانده است؛ به گونه ای که جرم کل آب روی کره زمین در حدود  $1/5 \times 10^{18}$  تن برآورد می شود (شکل ۱). بخش عمده این آب در اقیانوس ها و دریاها توزیع شده است، به گونه ای که اگر کره زمین را مسطح در نظر بگیریم، آب، همه سطح آن را تا ارتفاع ۲ متر می پوشاند.



(آ)



(ب)

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

## آیا می دانید

چرخه آب سالانه  $4/2 \times 10^{14}$  تن آب را در سراسر کره زمین جابه جا می کند.



آب اقیانوس ها و دریاها مخلوطی همگن است که اغلب مزه ای شور دارد، زیرا مقدار قابل توجهی از نمک های گوناگون در آن حل شده است. برآوردها نشان می دهند که  $5 \times 10^{16}$  تن نمک در آب اقیانوس ها و دریاها وجود دارد و سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون از سنگ کره نیز وارد آب کره می شوند. از آنجا که جرم کل مواد حل شده در آب های کره زمین تقریباً ثابت است، پس باید همین مقدار ماده نیز از آب دریاها و اقیانوس ها خارج شوند. کره زمین را می توان سامانه ای بزرگ در نظر گرفت که شامل چهار بخش هواکره، آب کره، سنگ کره و زیست کره است (شکل ۲). درون این سامانه و بین این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می شود؛ برای نمونه سالانه حجم عظیمی از آب دریاها بخار و وارد هواکره می شود و به صورت بارش در آب کره یا سنگ کره فرود می آید. جانداران آبی سالانه میلیاردها تن کربن دی اکسید را وارد هواکره و مقدار بسیار زیادی از گاز اکسیژن محلول در آب را مصرف می کنند. فعالیت های آتشفشانی سبب می شود گازهای گوناگون و مواد شیمیایی جامد به صورت گرد و غبار وارد هواکره شوند. لاشه جانوران و گیاهان بر اثر واکنش های شیمیایی تجزیه شده و به صورت مولکول های کوچک تری وارد آب کره، هواکره یا سنگ کره می شوند. همچنین جانداران سالانه مقدار بسیار زیادی از ترکیب های کربن دار را وارد بخش های گوناگون کره زمین می کنند.



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

## خود را بیازمایید

### آیا می دانید

شیمی دان دریا به بررسی واکنش های شیمیایی که در اقیانوس ها و آب های ساحلی روی می دهد، توجه دارد. او با استفاده از دانش شیمی به مطالعه تولید مواد شیمیایی 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.

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 آیند؟ توضیح دهید.

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

۳- در جدول زیر نام، نماد شیمیایی و مقدار برخی یون های حل شده در آب دریا نشان

داده شده است.

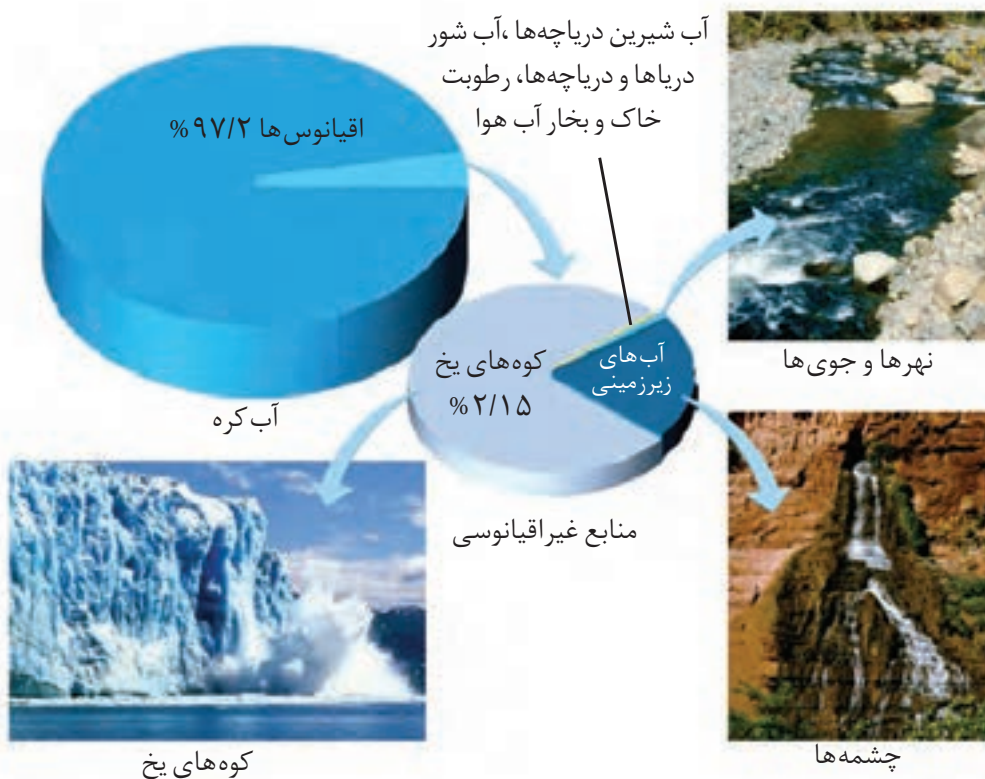
نام یون	کلرید	سدیم	سولفات	منیزیم	کلسیم	پتاسیم	کربنات	برمید
نماد یون	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Br <sup>-</sup>
مقدار یون (میلی گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا)	۱۹۰۰۰	۱۰۵۰۰	۲۶۵۵	۱۳۵۰	۴۰۰	۳۸۰	۱۴۰	۶۵

● 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 ۰/۲۶ 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.

## آیا می‌دانید

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 انحلال نمک‌های گوناگون در آن است. نام و فرمول چند ترکیب شیمیایی دوتایی را بنویسید که انحلال آنها باعث ورود یون‌های کلرید و سدیم در آب دریا می‌شود.  
 ۴- اگر چه ۷۵ درصد سطح زمین را آب پوشانده است، اما ۵۰ درصد جمعیت جهان از کم‌آبی رنج می‌برند و ۶۶ درصد از مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب روبه‌رو 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 و مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد؛ از این رو تهیه آب شیرین و آشامیدنی، همچنین آب قابل استفاده در کشاورزی، صنعت و دیگر حوزه‌های یکی از چالش‌های اساسی در سطح جهان است. از سوی دیگر اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و ... منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون، تولید فرآورده‌های پروتئینی، مواد و وسایل تزئینی، 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 همهٔ مواد حل شده در آب از آن جدا می‌شود. این فرایند، الگویی برای تهیهٔ آب خالص است. فرایندی که **تقطیر** و فرآوردهٔ آن **آب مقطر** 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، آبیان 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؟ pH مناسب آب برای رشد آبیان چند است؟ در این فصل با بررسی مفاهیم شیمیایی مربوط به آب و محلول‌ها، می‌توانید پاسخ این پرسش‌ها و پرسش‌های دیگری 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 کرهٔ زمین جلوگیری نمایند.

## همراهان ناپیدای آب

دریاها مخلوطی همگن از انواع یون‌ها و مولکول‌ها در آب هستند. نوع و مقدار مواد حل شده در دریاها با یکدیگر تفاوت دارند، زیرا آب‌هایی که به دریاها 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

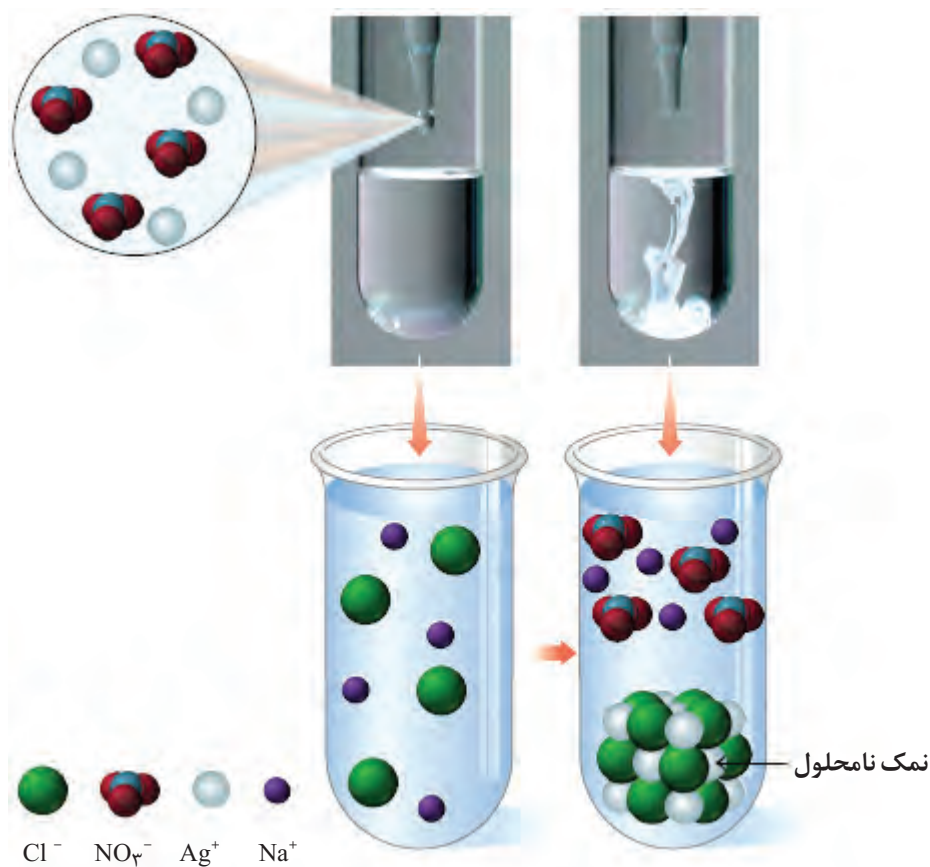
## کاوش کنید

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.



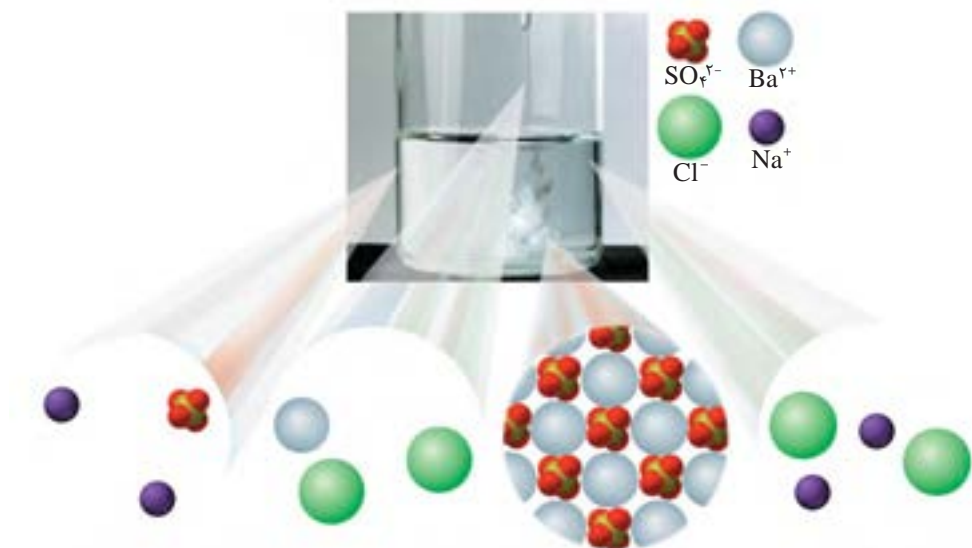
**آزمایش ۲- آ)** آزمایش ۱ را با سدیم فسفات ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ) و کلسیم کلرید تکرار کنید. مشاهده خود را بنویسید.

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

**آزمایش ۳-** دانش‌آموزی 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 موازنه 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 مزه آب را تغییر می‌دهد.

آب آشامیدنی، مخلوطی زلال و همگن بوده، حاوی مقدار کمی از یون‌های گوناگون است (شکل ۴). برخی از این یون‌ها به‌طور 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 فلوئورید می‌افزایند، زیرا وجود این یون سبب حفظ سلامت دندان‌ها می‌شود.



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

**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  $Na^+$ ،  $Cl^-$ ،  $Ca^{2+}$  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** می‌نامند. پتاسیم سولفات ترکیبی یونی است که هر واحد آن شامل دو یون تک اتمی پتاسیم و یک یون چند اتمی سولفات است (شکل ۵).

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

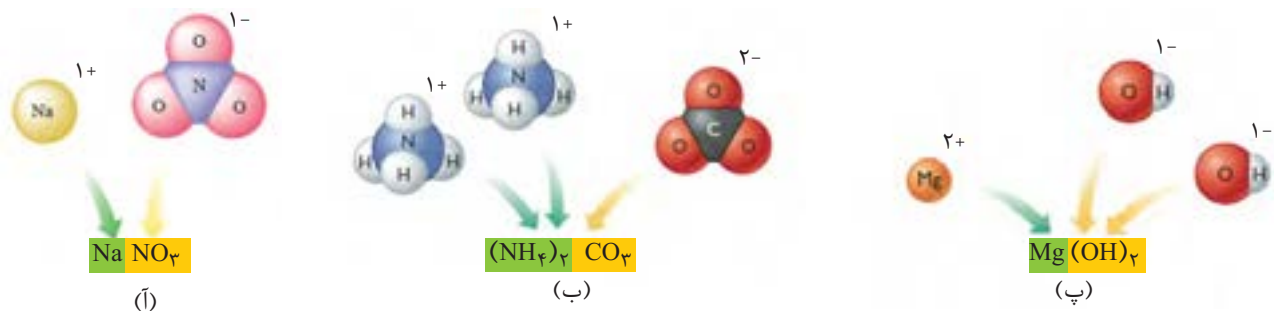


**شکل ۵-** یون‌های سازنده پتاسیم سولفات و فرمول شیمیایی آن (توجه کنید در یون چند اتمی  $SO_4^{2-}$ ، بار الکتریکی  $2-$  به اتم خاصی تعلق ندارد بلکه متعلق به کل یون است).

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	$\text{Cl}^-$ یون کلرید	$\text{NO}_3^-$ یون نیترات	$\text{SO}_4^{2-}$ یون سولفات	$\text{CO}_3^{2-}$ یون کربنات	$\text{OH}^-$ یون هیدروکسید
$\text{Li}^+$ یون لیتیم			$\text{Li}_2\text{SO}_4$ لیتیم سولفات		
$\text{Mg}^{2+}$ یون منیزیم					$\text{Mg}(\text{OH})_2$ منیزیم هیدروکسید
$\text{Fe}^{2+}$ یون آهن (II)					
$\text{Al}^{3+}$ یون آلومینیم					
$\text{NH}_4^+$ یون آمونیوم				$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ آمونیوم کربنات	$\text{NH}_4\text{OH}$ آمونیوم هیدروکسید

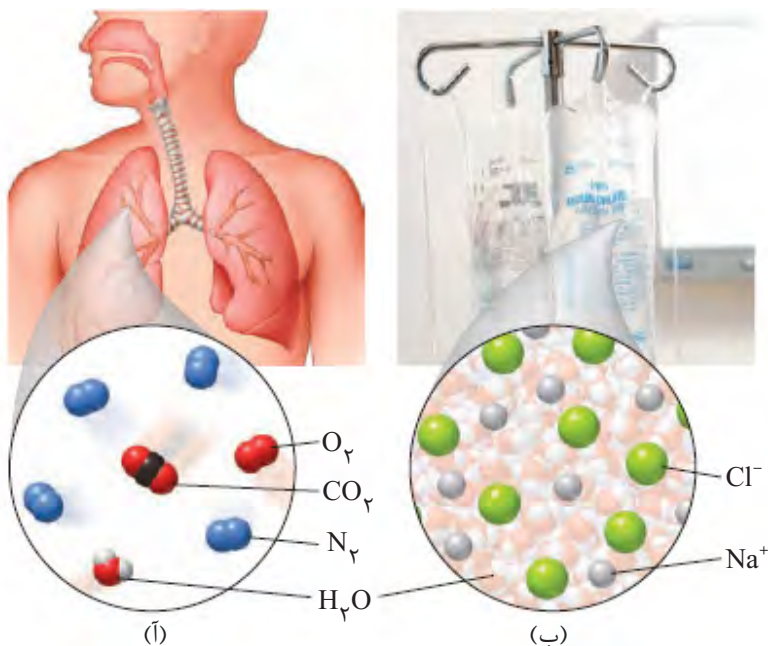
۲- گیاهان برای رشد مناسب، افزون بر  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  به عنصرهایی مانند N، P، S و ... نیاز دارند. آمونیوم سولفات یکی از کودهای شیمیایی است که دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه قرار می دهد.

(آ) از انحلال هر واحد آمونیوم سولفات در آب، چند یون تولید می شود؟ توضیح دهید.  
 (ب) ساختار لوویس یون های آمونیوم و سولفات را رسم کنید.

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

### محلول و مقدار حل شونده ها

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



(پ)



(ت)

**شکل ۷-** برخی محلول ها و کاربرد آنها. (آ) هوای پاکی که تنفس می کنیم، محلولی از گازهاست، (ب) سرم فیزیولوژی محلول نمک در آب است، (پ) ضد یخ، محلول اتیلن گلیکول در آب است، (ت) گلاب مخلوطی همگن از چند ماده آلی در آب است.

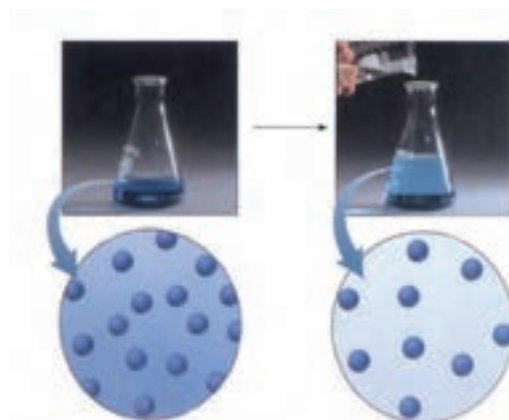
● همه ساله خانه خدا را با گلاب ناب کاشان شستشو می دهند.

برخی محلول ها مانند سرم فیزیولوژی رقیق و برخی مانند گلاب دو آتشه غلیظ است. هنگامی که گفته می شود، محلولی غلیظ است یعنی مقدار حل شونده (ها) در آن زیاد است (شکل ۸). برای مثال شاید امروز صبح هنگام خوردن صبحانه 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 پررنگ 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. برای نمونه در هر  $100$  گرم آب دریای مرده (بحرالمت)، در حدود  $27$  گرم حل شونده (انواع نمک‌ها) وجود دارد؛ از این رو آب این دریا محلول غلیظی است که انسان می‌تواند به راحتی روی آن شناور بماند. (شکل ۱۰) دریاچه ارومیه 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 هفتم 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 می دانید

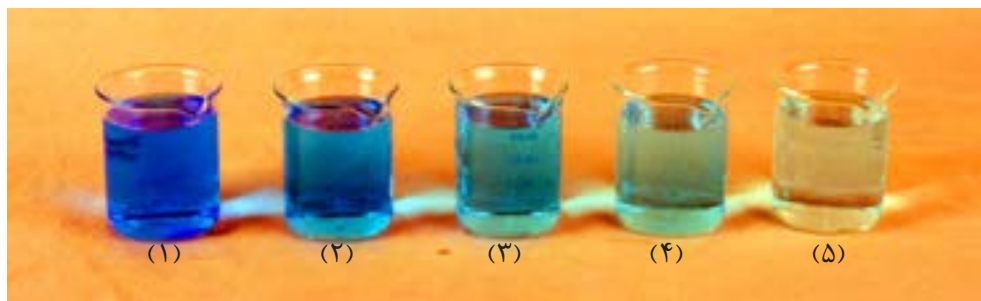
دریاچه ارومیه دومین دریاچه شور دنیاست که در هر کیلوگرم از آب آن، بیش از ۲۰۰ گرم از انواع حل شونده‌ها وجود دارد. چگالی آب دریاچه ارومیه در زمان پر آبی ۱/۱۴۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب و با  $\text{pH}=7/5$  گزارش شده است. کاتیون‌های موجود در آب این دریاچه به طور عمده شامل  $\text{Na}^+$ ،  $\text{K}^+$ ،  $\text{Ca}^{2+}$ ،  $\text{Li}^+$  و  $\text{Mg}^{2+}$  و آنیون‌های موجود در آن به طور عمده شامل  $\text{Cl}^-$ ،  $\text{SO}_4^{2-}$  و  $\text{HCO}_3^-$  است. مقدار  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  در آب دریاچه ارومیه حدود چهار برابر آب دریا‌های آزاد است. به همین علت آن را می‌توان منبعی غنی برای تولید نمک خوراکی دانست. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که متأسفانه این حوزه آبی دچار خشکی شده است و اگر این روند ادامه یابد، خسارت‌های جبران‌ناپذیر و ردپای سنگینی بر زیست بوم منطقه برجای خواهد گذاشت.



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

## قسمت در میلیون

هر گاه  $5/0$  گرم مس (II) سولفات را در  $100$  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 حل‌شونده در آن بسیار کم است (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- در هر  $100$  گرم محلول شماره ۵، حدود  $5/0000$  گرم مس (II) سولفات وجود دارد.

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

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6$$

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

## نمونه حل شده

در یک نمونه آب آشامیدنی به جرم  $200$  گرم،  $5/0$  میلی‌گرم یون فلوئورید وجود دارد. غلظت یون  $\text{F}^-$  در این نمونه چند ppm است؟

## پاسخ:

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 = \frac{5 \times 10^{-5} \text{ g}}{200 \text{ g}} \times 10^6 = 0/25 \text{ ppm}$$

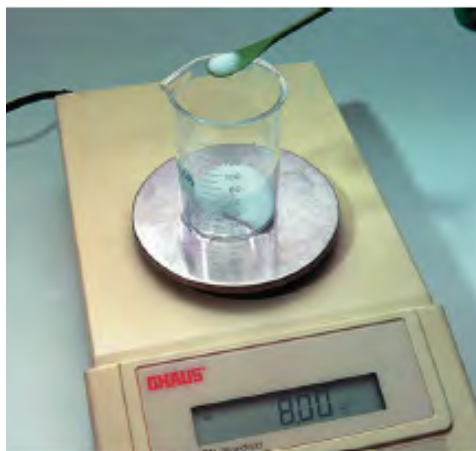
## آیا می دانید

سازمان بهداشت جهانی مقدار مجاز یون فلوئورید را در آب آشامیدنی  $1/22 \text{ ppm} - 0/7$  اعلام کرده است. اگر مقدار یون فلوئورید از این گستره کمتر باشد، کارایی خود را از دست می دهد. از سوی دیگر، مصرف بیش از اندازه یون  $F^-$  باعث ایجاد خال یا لکه‌هایی به رنگ سفید مات بر سطح مینای دندان می شود. با ادامه مصرف یون فلوئورید، لکه‌ها قهوه‌ای شده، به تدریج فرو رفتگی ایجاد می شود.

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 می کند. سپس با افزودن مقدار معینی پتاسیم کلرید (حل شونده) و آب (حلال)، محلولی تهیه می کند. با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



● درصد جرمی را با نماد %W/W نشان می دهند که هم ارز با شمار 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 ۰/۹

درصد» نوشته شده است. معنی این عبارت را توضیح دهید.



## آیا می دانید

بستر اقیانوس ها و دریاها مقدار قابل توجهی از مواد شیمیایی گوناگون را دارد. پژوهش ها نشان می دهند که کلوخه های کف اقیانوس ها تا ۲۴ درصد منگنز (Mn)، ۱۴ درصد آهن (Fe) و مقدار کمتری مس (Cu)، نیکل (Ni) و کبالت (Co) دارد. به همین دلیل گروه های اکتشافی زیادی در سراسر دنیا وجود دارند که به بررسی ترکیب شیمیایی بستر اقیانوس ها و دریاها می پردازند. همچنین جالب است بدانید که اکتشاف این منابع به مرز آبی کشورها محدود نمی شود.



## خود را بیازمایید

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

غلظت یون		مقدار یون (میلی گرم در یک کیلوگرم آب دریا)	نماد یون	نام
درصد جرمی	ppm			
		۱۹۰۰۰	Cl <sup>-</sup>	یون کلرید
		۱۰۵۰۰	Na <sup>+</sup>	یون سدیم
		۲۶۵۵	SO <sub>4</sub> <sup>۲-</sup>	یون سولفات
		۱۳۵۰	Mg <sup>۲+</sup>	یون منیزیم
		۴۰۰	Ca <sup>۲+</sup>	یون کلسیم
		۳۸۰	K <sup>+</sup>	یون پتاسیم

۲- جرم کل آب های موجود روی زمین در حدود  $۱۰^{۱۸} \times ۱/۵$  تن است. اگر میزان نمک های حل شده در این آب ها برابر با  $۳/۵$  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 نوشابه های گازدار را تعیین کنید.

## پیوند با صنعت

دریا یکی از نعمت های خدادادی است که منبعی سرشار از مواد شیمیایی است. در آب دریا در حدود  $۱۰^{۱۸} \times ۵$  تن از انواع مواد گوناگون وجود دارد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- گرمای شدید، سبب تبخیر آب دریاچه ها و دریاها شده و در نتیجه بلورهای جامد زیبایی تشکیل می شود. این بلورها شامل انواع نمک ها هستند.

## آیا می دانید

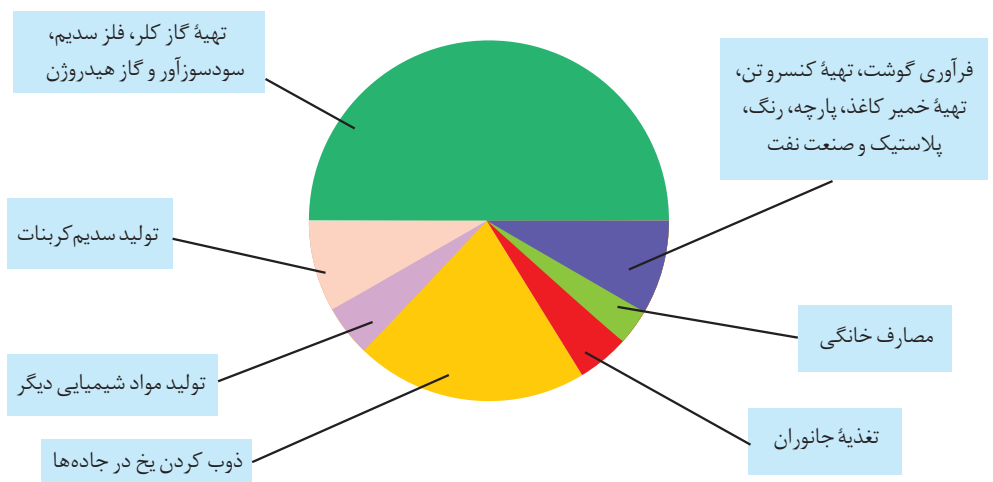
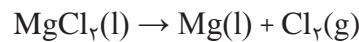
سالانه ۱۵۰ میلیون تن نمک خوراکی در جهان و در صنایع گوناگون مصرف می شود. این نمک را از آب دریا یا معادن نمک تهیه می کنند. یکی از مهم ترین منابع سدیم کلرید، صحرایی بزرگ از نمک واقع در کشور بولیوی است. این صحرا از تبخیر آب دریاچه مین چین به جای مانده است. مساحت این صحرا حدود ۱۰۲۵۰ کیلومتر مربع است. برآورد شده است که در این صحرا، ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ تن نمک وجود دارد که سالانه ۲۵۰۰۰ تن نمک از آن استخراج می شود.

مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می توان به روش های فیزیکی یا شیمیایی از آن جدا کرد. برای نمونه سالانه میلیون ها تن سدیم کلرید با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می شود (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 دریا است. 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 می دهند، سپس آن را به منیزیم کلرید تبدیل می کنند. در پایان با استفاده از جریان برق، منیزیم کلرید را به عنصرهای سازنده آن تجزیه می کنند.



نمودار ۱- کاربردهای NaCl

## غلظت مولی (مولار)

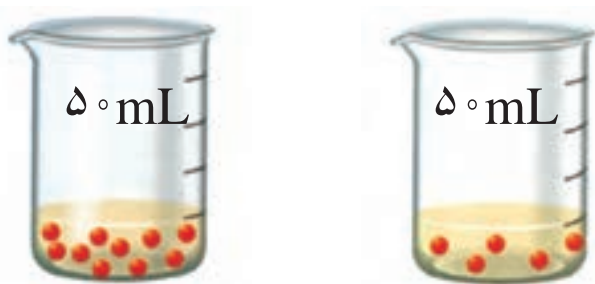
غلظت بسیاری از محلول‌ها در صنعت، پزشکی، داروسازی، کشاورزی و زندگی روزانه با درصد جرمی بیان می‌شود، برای نمونه سرکه خوراکی با خاصیت اسیدی ملایم که به عنوان چاشنی در غذاها مصرف می‌شود، محلول ۵ درصد جرمی استیک اسید در آب است. همچنین محلول غلیظ نیتریک اسید در صنعت با غلظت ۷۰ درصد جرمی تولید و بسته به کاربرد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

با این توصیف نباید چنین تصور کنیم که تهیه 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 ماده حل‌شونده و حجم محلول ارتباط داشته باشد. چنین غلظتی را **غلظت مولی (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.



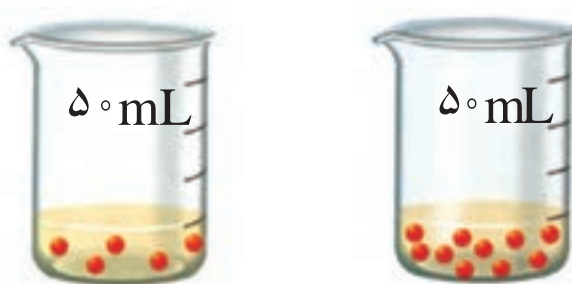
- آ) کدام کمیت در این محلول‌ها یکسان است؟  
ب) کدام کمیت در این محلول‌ها متفاوت است؟  
پ) اگر هر ذره حل‌شونده در شکل هم‌ارز با  $100^\circ$  مول باشد، نسبت مول‌های حل‌شونده به حجم محلول (برحسب لیتر) را برای هریک از دو محلول به دست آورید.  
ت) کمیت به دست آمده در قسمت «پ» **غلظت مولی** نام دارد. آن را در یک سطر تعریف و یکای آن را مشخص کنید.

ث) براساس غلظت مولی محاسبه‌شده، کدام محلول رقیق‌تر است؟ چرا؟

● 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 ضروری‌ترین کارها در مراکز درمانی برای رسیدگی به یک بیمار است.

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

۲- با توجه به شکل، هریک از جمله‌های زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست کامل کنید.  
 (آ) با افزودن مقداری  $\frac{\text{حلال}}{\text{حل شونده}}$  به یک محلول در حجم ثابت، غلظت محلول  $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$  می‌یابد.



(ب) با افزودن مقداری  $\frac{\text{حلال}}{\text{حل شونده}}$  به محلولی با غلظت معین، غلظت محلول  $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$  می‌یابد.



● دستگاه اندازه‌گیری قند خون (گلوکومتر). این دستگاه میلی‌گرم‌های گلوکز را در دسی‌لیتر (dl) از خون نشان می‌دهد. غلظت مولی گلوکز در این نمونه از خون چند مولار است؟

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

## نمونه حل شده

برای تهیه ۲۵۰ mL محلول پتاسیم یدید ۰/۲ مول بر لیتر (مولار) به چند مول حل شونده نیاز است؟

**پاسخ:**

$$\text{روش نخست: } \frac{\text{غلظت مولی}}{\text{حجم محلول}} = \frac{\text{مول‌های حل شونده}}{V(L)} = \frac{n(\text{mol})}{V(L)}$$

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

**روش دوم:** محلول ۰/۲ مولار پتاسیم یدید نشان می‌دهد که در هر لیتر از محلول آن ۰/۲ مول 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 افزون بر زمینه‌شناسختی می‌تواند به دلیل تغذیه نامناسب، کم‌تحرکی، مصرف بیش از حد نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات 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  $100^\circ\text{C}$  گرم حلال و دمای معین حل می‌شود، **انحلال‌پذیری** آن ماده می‌نامند. در این عبارت، واژه «بیشترین» نشان‌دهنده رسیدن محلول به حالت سیر شده است، محلولی که نمی‌تواند حل شونده بیشتری را در خود حل کند. جدول ۱، انحلال‌پذیری برخی مواد را در آب و دمای  $25^\circ\text{C}$  نشان می‌دهد.

جدول ۱- انحلال‌پذیری برخی مواد در آب ( $25^\circ\text{C}$ )

نام حل شونده	فرمول شیمیایی	انحلال‌پذیری (گرم حل شونده / $100\text{g H}_2\text{O}$ )
شکر	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	۲۰۵
سدیم نیترات	$\text{NaNO}_3$	۹۲
سدیم کلرید	$\text{NaCl}$	۳۶
کلسیم سولفات	$\text{CaSO}_4$	۰/۲۳
کلسیم فسفات	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$5 \times 10^{-4}$
نقره کلرید	$\text{AgCl}$	$2/1 \times 10^{-4}$
باریم سولفات	$\text{BaSO}_4$	$1/9 \times 10^{-4}$

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



## خود را بیازمایید

## آیا می دانید

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 انحلال‌پذیری آن در  $37^{\circ}\text{C}$  و در **خوناب\*** (پلاسمای خون) بیشتر است.



۱- اگر  $19\text{ g}$  سدیم نیترات را در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  درون  $20\text{ g}$  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.

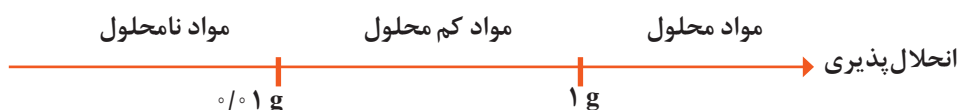
(آ) مقدار این نمک‌ها در ادرار افراد سالم از انحلال‌پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

(ب) در افرادی که به تشکیل سنگ کلیه مبتلا می‌شوند، مقدار این نمک‌ها در ادرار از

انحلال‌پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

۳- شیمی‌دان‌ها مواد حل‌شونده جامد را براساس انحلال‌پذیری در آب و دمای  $25^{\circ}\text{C}$  به

صورت زیر دسته‌بندی می‌کنند:



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

## کاوش کنید

سه لوله آزمایش هر یک حاوی  $12\text{ g}$  گرم مخلوط در اختیار شما قرار می‌گیرد. در هر لوله

آزمایش،  $2\text{ g}$  گرم حل‌شونده و  $10\text{ g}$  گرم آب وجود دارد.

(آ) هر سه لوله آزمایش را در حمام آب و یخ با دمای صفر درجه سلسیوس قرار دهید. مشاهده

خود را بنویسید.

(ب) هر سه لوله آزمایش را در حمام آب با دمای  $15^{\circ}\text{C}$  قرار دهید. مشاهده خود را بنویسید.

(پ) هر سه لوله آزمایش را در حمام آب با دمای  $25^{\circ}\text{C}$  قرار دهید. مشاهده خود را بنویسید.

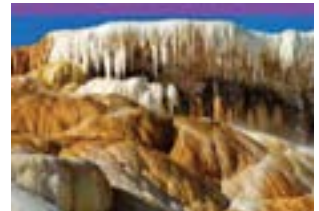
(۱) براساس آزمایش‌های انجام شده، کدام لوله حاوی باریم سولفات است؟ چرا؟

(۲) به هر یک از محلول‌های بی‌رنگ و شفاف، دو قطره محلول نقره نیترات اضافه می‌کنیم.

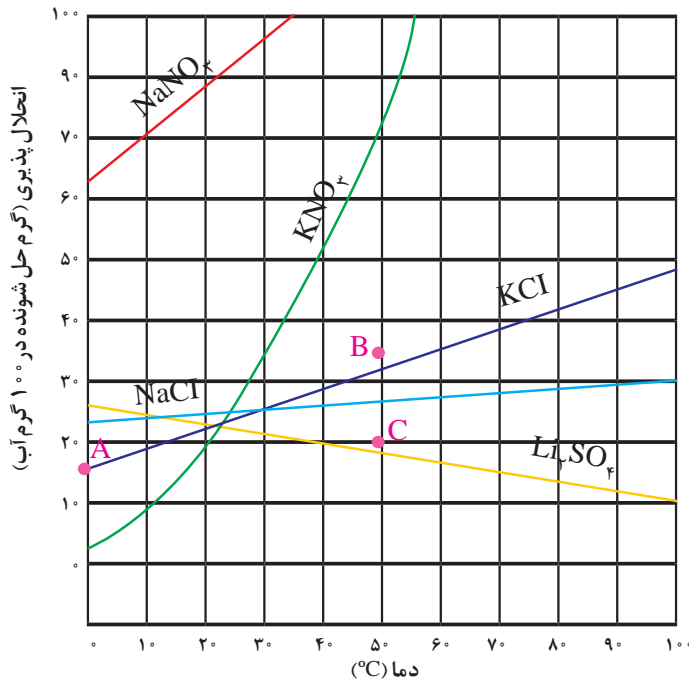
مشخص کنید کدام محلول حاوی پتاسیم کلرید و کدام محلول حاوی پتاسیم نیترات است؟

## آیا می دانید

در برخی نقاط جهان چشمه‌های آب گرم برای رسیدن به سطح زمین با عبور از میان سنگ‌های آهکی مقداری از این سنگ‌ها را در خود حل می‌کند. آب این چشمه‌ها با رسیدن به سطح زمین و کاهش دمای آن، چشم‌اندازهای زیبایی پدید می‌آورند، زیرا انحلال‌پذیری  $\text{CaCO}_3$  در آب و دمای  $25^\circ\text{C}$  در حدود  $7 \times 10^{-4}$  گرم است و هر مقدار بیشتر از آن به صورت جامد از محلول سیر شده جدا می‌شود.



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



نمودار ۲- انحلال‌پذیری 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

۱- با توجه به نمودار ۱، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) انحلال‌پذیری لیتیم سولفات در  $85^\circ\text{C}$  چند گرم است؟ در چه دمایی انحلال‌پذیری آن برابر با  $28\text{g}$  است؟

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

پ) هنگامی که  $133\text{g}$  محلول سیر شده لیتیم سولفات را از دمای  $20^\circ\text{C}$  تا دمای  $70^\circ\text{C}$  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.

● حرف S از واژه Solubility به معنای انحلال پذیری گرفته شده است.

۱- دانش آموزی از منابع علمی، انحلال پذیری (S) سدیم نیترات را در دماهای گوناگون ( $\theta$ ) مطابق جدول زیر استخراج کرده است.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S\left(\frac{\text{g NaNO}_3}{100\text{g H}_2\text{O}}\right)$	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) انحلال پذیری سدیم نیترات را در  $7^{\circ}\text{C}$  پیش بینی کنید.  
 ۲- با توجه به جدول زیر، معادله‌ای برای انحلال پذیری پتاسیم کلرید بر حسب دما به دست آورید.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۲۰	۴۰	۶۰
$S\left(\frac{\text{g KCl}}{100\text{g H}_2\text{O}}\right)$	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

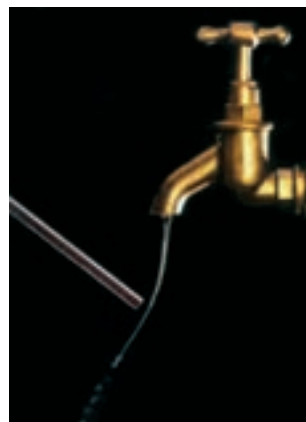
آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می‌شود. وجود و تبدیل این حالت‌ها به یکدیگر زندگی را در سیاره‌ی آبی ممکن و دلپذیر ساخته است. آب ویژگی‌های گوناگون و شگفت‌انگیزی دارد. از جمله آنها توانایی حل کردن اغلب مواد، افزایش حجم هنگام انجماد و داشتن نقطه جوش بالا و غیر عادی 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 باریکه‌ی آب به وسیله‌ی شانه یا میله‌ی شیشه‌ای مالش داده شده به موهای خشک آشنا شدید (شکل ۱۴)؛ آزمایشی که در آن باریکه‌ی آب از راستای طبیعی

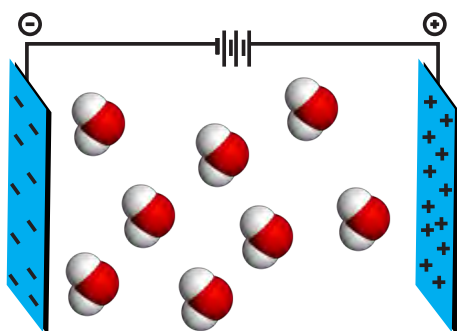
خود منحرف می‌شود. آیا دلیل این انحراف را به یاد دارید؟ میله شیشه‌ای از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، اما بر اثر مالش به موی خشک، دارای بار الکتریکی منفی خواهد شد. در این شرایط مولکول‌های آب به سوی آن جذب می‌شوند (چرا؟).

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 ۱۴- انحراف باریکه آب به وسیله میله شیشه‌ای مالش داده شده به موی سر.



شکل ۱۵- جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی

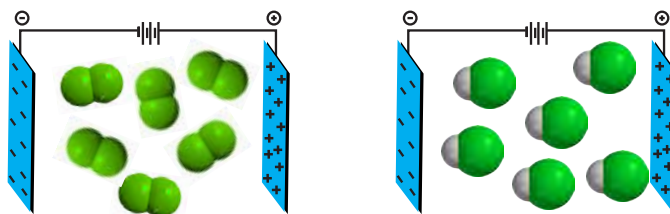
نحوه جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی نشان می‌دهد که اتم اکسیژن، سر منفی و اتم‌های هیدروژن، سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهند. شیمیدان‌ها به مولکول‌هایی مانند آب که در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند، مولکول‌های **دوقطبی** یا **قطبی** می‌گویند. در واقع این مولکول‌ها سرهای مثبت و منفی دارند. این در حالی است که مولکول‌های سازنده ترکیب‌هایی مانند گاز اکسیژن ( $O_2$ )، کربن دی‌اکسید ( $CO_2$ ) 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 ببیندیشیم

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 نقطهٔ جوش  $F_2$  و  $HCl$  به ترتیب برابر با  $188^\circ C$  و  $85^\circ C$  باشد، نیروهای بین مولکولی در کدام یک قوی‌تر است؟ توضیح دهید.  
 (پ) جملهٔ زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست کامل کنید.  
 در ترکیب‌های مولکولی با جرم مولی مشابه، ترکیب با مولکول‌های  $\frac{\text{قطبی}}{\text{ناقطبی}}$ ، نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

۲- جرم مولی گازهای نیتروژن ( $N_2$ ) و کربن مونوکسید ( $CO$ ) برابر است، بر این اساس:  
 (آ) پیش‌بینی کنید مولکول‌های دو اتمی 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
جامد	مایع	گاز	حالت فیزیکی ( $25^\circ C$ )
۲۵۴	۱۶۰	۷۱	جرم مولی ( $g \text{ mol}^{-1}$ )

(آ) آیا مولکول‌های سازندهٔ این مواد در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند؟ چرا؟  
 (ب) نیروهای بین مولکولی در کدام یک قوی‌تر است؟ توضیح دهید.  
 (پ) جملهٔ زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.  
 در ترکیب‌های مولکولی با مولکول‌های ناقطبی، با  $\frac{\text{افزایش}}{\text{کاهش}}$  جرم مولی، دمای جوش  $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$  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 میان مولکول‌ها 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 به‌طور 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 (۱ atm)

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی ( $\text{gmol}^{-1}$ )	حالت فیزیکی ( $25^\circ\text{C}$ )	نقطه جوش ( $^\circ\text{C}$ )
آب	$\text{H}_2\text{O}$		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	$\text{H}_2\text{S}$		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰

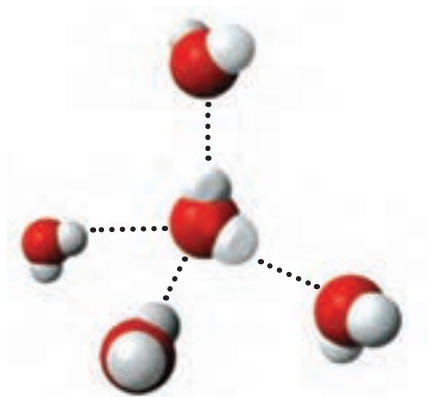
● به برهم‌کنش‌های میان مولکول‌های سازنده یک ماده، نیروهای بین مولکولی می‌گویند؛ نیروهایی که ذره‌های سازنده گاز به یکدیگر وارد می‌کنند یا نیروهایی که مولکول‌های مواد به حالت مایع و جامد را در کنار یکدیگر نگه می‌دارند.

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  $16^\circ\text{C}$  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 دو قطبی** است؛ کمیتی که با افزایش میزان قطبیت مولکول‌ها، افزایش می‌یابد. برای نمونه گشتاور دو قطبی مولکول‌هایی مانند  $\text{O}_2$ ،  $\text{CO}_2$  و  $\text{CH}_4$  برابر با صفر است (چرا؟)، در حالی که گشتاور دو قطبی مولکول‌های  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{H}_2\text{S}$  به ترتیب برابر با  $1/85D$  و  $0.97D$  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  $\text{H}_2\text{O}$  به اندازه‌ای قوی است که در شرایط اتاق می‌تواند این مولکول‌ها را کنار یکدیگر نگه دارد و آب به حالت مایع باشد (شکل ۱۷).

● در علوم نهم آموختید که گشتاور نیرو، اثر چرخانندگی نیرو را نشان می‌دهد. گشتاور دو قطبی ویژه مولکول‌های دو قطبی است که اثر و میزان چرخانندگی مولکول را نشان می‌دهد.

● گشتاور دو قطبی ( $\mu$ ) مولکول‌ها را با یکای دبا (D) گزارش می‌کنند.



شکل ۱۷- پیوند هیدروژنی میان مولکول‌های آب

از آنجا که بارهای الکتریکی ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند، در یک نمونه آب که دارای شمار بسیاری مولکول  $H_2O$  است، سر مثبت هر مولکول، سر منفی 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 نامیده می‌شود. آیا تنها میان مولکول‌های  $H_2O$  پیوند هیدروژنی وجود دارد؟ یا اینکه مولکول‌های دیگر نیز می‌توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند؟

## با هم ببیندیشیم

۱- در جدول‌های زیر برخی خواص ترکیب‌های هیدروژن دار 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 ( $g\text{mol}^{-1}$ )	نقطه جوش ( $^{\circ}\text{C}$ )	ترکیب مولکولی	جرم مولی ( $g\text{mol}^{-1}$ )	نقطه جوش ( $^{\circ}\text{C}$ )
HF	۲۰	۱۹	$NH_3$	۱۷	-۳۳/۵
HCl	۳۶/۵	-۸۵	$PH_3$	۳۴	-۸۷/۵
HBr	۸۱	-۶۷	$AsH_3$	۷۶	-۶۲/۵

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

ب) جمله زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.

پیوند هیدروژنی، قوی‌ترین نیروی بین مولکولی در موادی است که در مولکول آنها، اتم ضعیف‌ترین

## آیا می دانید

ابوبکر محمدین زکریای رازی (۳۰۹-۲۴۳ هجری شمسی) (۹۳۰ - ۸۶۴ میلادی) شیمی دان، ریاضی دان، فیلسوف، ستاره شناس و پزشک ایرانی؛ وی ترکیب‌های شیمیایی متعددی را تهیه کرد که از آن میان می‌توان به اتانول اشاره کرد. با مراجعه به منابع علمی معتبر درباره این شخصیت برجسته ایرانی- اسلامی اطلاعات جمع‌آوری کرده، نتیجه را به صورت روزنامه دیواری در کلاس ارائه دهید.



## آیا می دانید

ابرها را می‌توان مخلوط بسیار رقیقی از بخار آب و آب مایع در نظر گرفت. آب موجود در ابرها به‌طور عمده به صورت ریزقطره‌هاست. برآورد می‌شود که حدود ۱۵/۰۰۰/۰۰۰ ریزقطره 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.



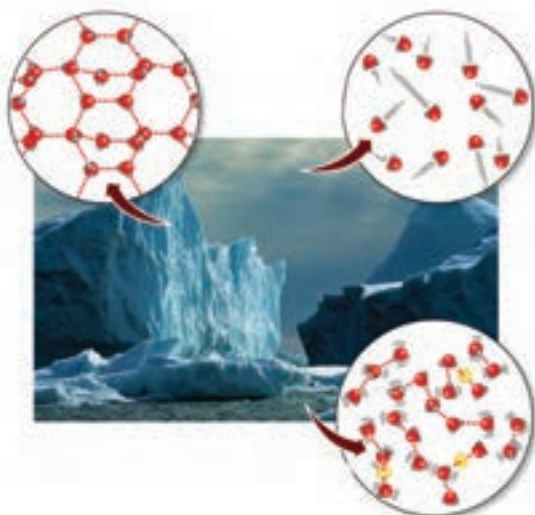
هیدروژن به یکی از اتم‌های  $\text{F}$  و  $\text{Cl}$ ،  $\text{Br}$  با پیوند اشتراکی متصل است.

۲- اتانول و استون دو ترکیب آلی اکسیژن دار هستند که به‌عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می‌روند. به کمک داده‌های جدول زیر پیش‌بینی کنید هر یک از نقطه‌های جوش  $56^\circ\text{C}$  و  $78^\circ\text{C}$  مربوط به کدام ترکیب است؟ چرا؟

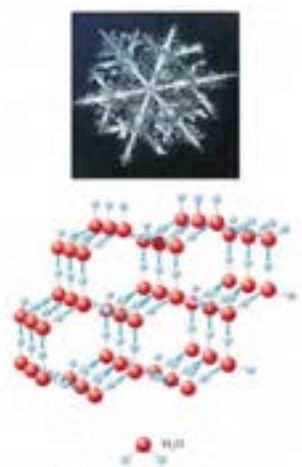
جرم مولی ( $\text{gmol}^{-1}$ )	فرمول شیمیایی	ترکیب آلی
۴۶	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	اتانول
۵۸	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3\text{CCH}_3 \end{array}$	استون

## پیوندهای هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آب

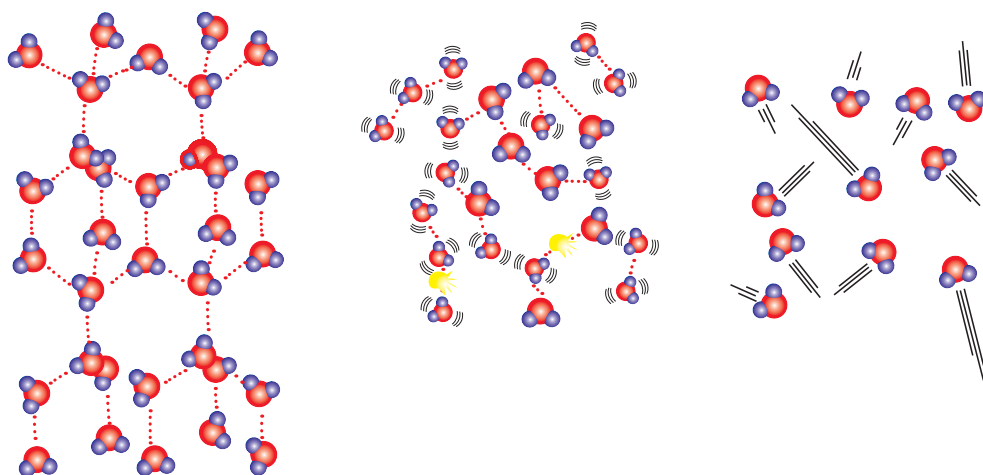
آب را در سه حالت فیزیکی جامد (یخ)، مایع و بخار در نظر بگیرید (شکل ۱۸). مولکول‌های  $\text{H}_2\text{O}$  در حالت بخار جدا از هم هستند، گویی پیوندهای هیدروژنی میان آنها وجود ندارد. در این حالت، مولکول‌های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می‌یابند. در حالت مایع، با اینکه مولکول‌ها، پیوندهای هیدروژنی قوی دارند، اما روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند. برخلاف آب، ساختار یخ منظم است. در یخ، مولکول‌های آب در جاهای به نسبت ثابت قرار دارند. در واقع در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و با دو اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است (شکل ۱۹).



شکل ۱۸- حالت‌های فیزیکی آب



شکل ۲۰- حلقه‌های شش ضلعی  
مبنای شکل دانه‌های برف



شکل ۱۹- مولکول‌های  $H_2O$  در یخ، آب و بخار

در ساختار یخ، آرایش مولکول‌های آب به گونه‌ای است که در آن، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش ضلعی قرار دارند و شبکه‌ای مانند شانهٔ عسل را به وجود می‌آورند. این شبکه با داشتن فضاهای خالی منظم، در سه بُعد گسترش یافته است. در واقع، یخ ساختاری باز دارد. شکل‌های زیبا و متنوع دانه‌های برف ناشی از وجود این حلقه‌های شش ضلعی است (شکل ۲۰).



● کندوی زنبور عسل از حلقه‌های شش ضلعی تشکیل شده است.

## خود را بیازمایید

با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



(آ) با نوشتن دلیل، چگالی آب و یخ را در دمای صفر درجهٔ سلسیوس و فشار یک اتمسفر مقایسه کنید.

(ب) چرا دیوارهٔ یاخته‌ها در بافت کلم بر اثر یخ زدن تخریب می‌شوند؟

## آب و دیگر حلال‌ها



آب فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است، زیرا می‌تواند بسیاری از ترکیب‌های یونی و مولکولی را در خود حل کند. آب و محلول‌های آبی در زندگی جانداران نقش کلیدی و حیاتی دارند. به طوری که اغلب فرایندهای زیست شیمیایی مانند گوارش، تنفس، سوخت و ساز و... در محلول‌های آبی انجام می‌شوند. اما همهٔ محلول‌ها آبی نیستند زیرا افزون بر آب، حلال‌های دیگری نیز وجود دارند. جدول ۳، سه ترکیب آلی را نشان می‌دهد که به عنوان حلال به کار می‌روند.

● هوا و آب دریا از جمله محلول‌هایی هستند که از یک حلال و چند حل‌شونده تشکیل شده‌اند.

جدول ۳- سه حلال آلی و برخی ویژگی‌های آنها

نام حلال	فرمول شیمیایی	$\mu(D)$	کاربرد
اتانول	$C_2H_6O$	$>0$	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	$C_4H_8O$	$>0$	حلال چربی، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها
هگزان	$C_6H_{14}$	$\approx 0$	حلال مواد نافقطبی و رقیق‌کننده رنگ (تینر)

● برخی مواد شیمیایی مانند اتانول (الکل معمولی) و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند. از این رو نمی‌توان محلول سیرشده‌ای از آنها تهیه کرد.

به محلول‌هایی که حلال آنها آلی است، محلول‌های غیرآبی می‌گویند. شکل ۲۱، دو نمونه

از این محلول‌ها را نشان می‌دهد.

● گشتاور دو قطبی اغلب هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر است.



(ب) محلول پُذ در هگزان



(آ) بنزین خودرو

شکل ۲۱- دو نمونه محلول غیرآبی

● بنزین مخلوطی همگن از چند هیدروکربن متفاوت با ۵ تا ۱۲ اتم کربن است. به طور میانگین می‌توان بنزین مورد استفاده در خودروها را با ۸ اتم کربن و با فرمول مولکولی  $C_8H_{18}$  در نظر گرفت.

## 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 می دانید

درصد آب در برخی خوراکی ها

درصد جرمی آب	خوراکی
	<b>سبزیجات</b>
۸۸	هویج
۹۴	کرفس
	<b>میوه ها</b>
۹۱	طالبی
۸۶	پرتقال
۹۰	توت فرنگی
	<b>گوشت / ماهی</b>
۷۱	مرغ پخته شده
۶۰	همبرگر کباب شده
۷۱	ماهی سالمون
	<b>فراورده های لبنی</b>
۷۸	پنیر
۸۷	شیر

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

● در مخلوط های ناهمگن به حالت مایع، مانند آب و هگزان، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می شوند، اما قابل چشم پوشی است.

## پیوند با زندگی

اغلب محلول های موجود در بدن انسان، محلول های آبی هستند. محلول هایی که بیشتر واکنش های شیمیایی درون بدن از جمله گوارش غذا، کنترل دمای بدن، تنفس، جلوگیری از خشکی پوست و ... در آنها انجام می شود. با این توصیف بخش عمده جرم بدن را آب تشکیل می دهد. بیش از نیمی از این آب در درون یاخته ها و باقی آن در مایع های برون سلولی جریان دارد. این مایع ها مواد مغذی و مواد زائد را بین سلول ها و دستگاه گردش خون جابه جا می کند. هر فرد بالغ روزانه به طور میانگین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی لیتر آب را به صورت ادرار، تعرق پوستی، بخار آب در بازدم و ... از دست می دهد. اگر این مقدار آب با خوردن مواد غذایی، میوه ها و نوشیدنی ها جبران نشود، بدن دچار کم آبی خواهد شد (شکل ۲۲).

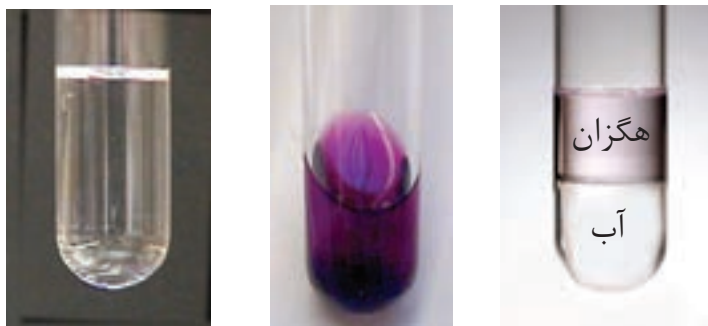


شکل ۲۲- بخش عمده خوراکی ها را آب تشکیل می دهد.

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

## کدام مواد با یکدیگر محلول می سازند؟

تاکنون آموختید که برخی حل شونده ها در برخی حلال ها حل می شوند و محلول تشکیل می دهند، در حالی که برخی دیگر مخلوط ناهمگن می سازند. برای نمونه، افزودن استون به آب یا اندکی ید به هگزان منجر به تشکیل محلول می شود اما، افزودن هگزان به آب، مخلوطی ناهمگن پدید می آورد، (شکل ۲۳).



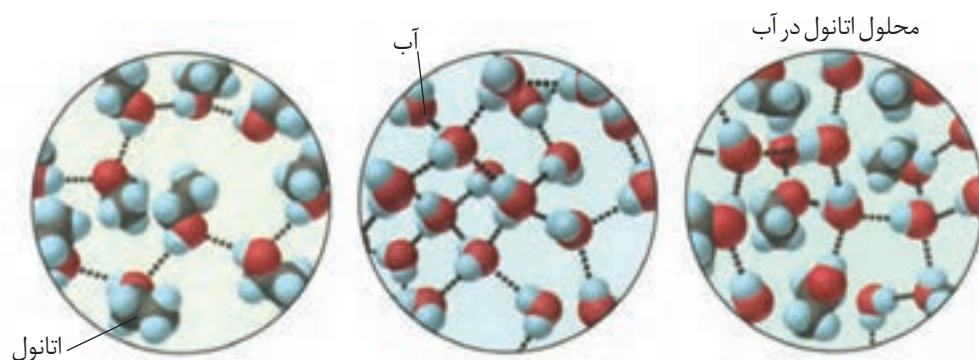
شکل ۲۳- نتایج انجام آزمایش هایی که نشان می دهد کدام مواد با یکدیگر محلول و کدام مواد با یکدیگر مخلوط ناهمگن پدید می آورند.



گشتاور دو قطبی (D)	ماده
> °	آب
> °	استون
= °	یُد
= °	هگزان

## با هم ببیندیشیم

- با توجه به مقدار گشتاور دو قطبی هر ماده، موارد زیر را توجیه کنید.
  - انحلال استون در آب
  - انحلال یُد در هگزان
  - حل نشدن هگزان در آب
- آیا جمله «شبيه شبیه را حل می کند» درست است؟ توضیح دهید.
- آزمایش‌ها نشان می‌دهد که فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می‌شود که: (میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شونده خالص)  $\geq$  (جاذبه‌های حل‌شونده - حلال در محلول) با این توصیف با توجه به شکل زیر، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



- نیروهای بین مولکولی در هریک از چه نوعی است؟ توضیح دهید.
- با بیان دلیل، نیروهای بین مولکولی را برحسب کاهش قدرت، مرتب کنید.
- 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 حل‌شونده، ماهیت خود را در محلول حفظ می‌کنند، گویی ساختار مولکول‌های حل‌شونده در محلول دچار تغییر نشده است. انحلال استون و اتانول در آب و نیز انحلال یُد در هگزان از این نوع هستند. اما همه فرایندهای انحلال چنین نیستند، برای نمونه به فرایند انحلال سدیم کلرید در آب توجه کنید (شکل ۲۴). سدیم کلرید یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که در آن یون‌های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  با آرایشی منظم در سه بعد جای گرفته‌اند. هنگامی که بلور کوچکی از این ماده 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 - دو قطبی نام دارد؛ نیروی جاذبه‌ای که باعث جدا شدن یون‌ها از شبکه شده تا با لایه‌ای از مولکول‌های آب، پوشیده

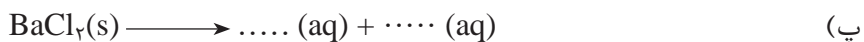
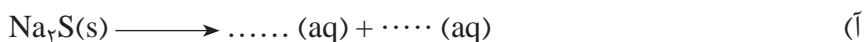


شکل ۲۴- فرایند انحلال سدیم کلرید در آب و تشکیل یون‌های آبپوشیده

شوند. این یون‌های آبپوشیده 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 ۲۴ پیداست، در این فرایند انحلال، ماده حل‌شونده ویژگی ساختاری خود را حفظ نکرده است و یون‌های سازنده شبکه بلور یونی، تفکیک و آبپوشیده شده‌اند. این فرایند، انحلال یونی به شمار می‌رود.

### خود را بیازمایید

۱- معادله 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 باریوم سولفات در دمای  $25^\circ\text{C}$ ، به ترتیب محلول و نامحلول در آب هستند، با دلیل در هر مربع علامت  $\geq$ ،  $=$  یا  $\leq$  قرار دهید.

(آ)

میانگین قدرت پیوند یونی در  $\text{MgSO}_4$  و  $\text{BaSO}_4$  پیوندهای هیدروژنی در آب

نیروی جاذبه یون - دوقطبی در محلول

(ب)

میانگین پیوند یونی در  $\text{BaSO}_4$  و  $\text{MgSO}_4$  پیوندهای هیدروژنی در آب

نیروی جاذبه یون - دوقطبی در محلول

## آیا گازها هم در آب حل می‌شوند؟

آیا تاکنون به تنفس ماهی‌های درون آبی‌دان\* (آکواریوم). 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 انحلال پذیری گاز اکسیژن و دیگر گازها در آب به چه عواملی بستگی دارد؟



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

## 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) استوانهٔ مدرج را از آب پر کنید. کف دست خود را روی دهانهٔ آن قرار دهید. حال استوانه را وارونه کرده و مانند شکل، درون ظرف محتوی آب قرار دهید (استوانهٔ مدرج را با دست خود نگه‌دارید).

(ت) اکنون از یکی از دوستان خود بخواهید که قیف را درون ظرف بزرگ به گونه‌ای قرار دهد که لولهٔ قیف در زیر دهانهٔ استوانهٔ مدرج قرار گیرد. مشاهده‌های خود را بنویسید.

### آزمایش ۲

آزمایش ۱ را با آب گرم تکرار کنید. مشاهده‌های خود را یادداشت و سپس جدول را کامل کنید.

حجم هوای جمع شده درون استوانهٔ مدرج (میلی لیتر)		آزمایش
آزمایش ۲	آزمایش ۱	
		بار اول
		بار دوم
		بار سوم
		میانگین

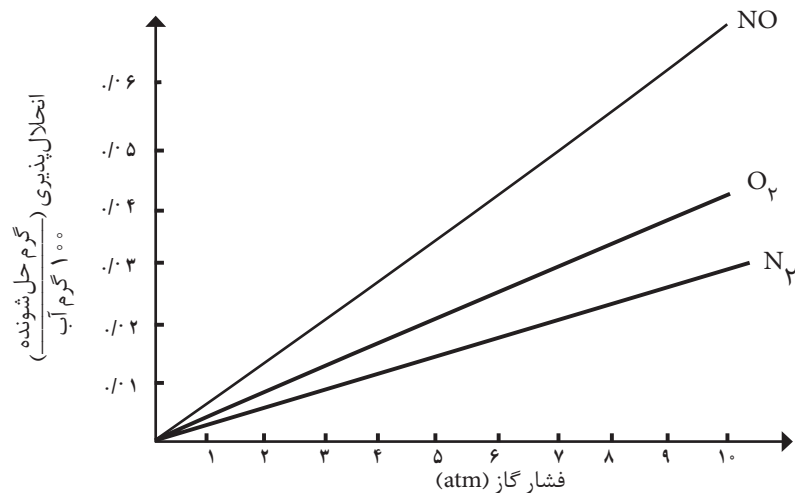
اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

- ۱- از واکنش قرص جوشان با آب چه گازی آزاد می‌شود؟
- ۲- آیا میانگین حجم گاز آزاد شده در دو واکنش یکسان است؟ چرا؟
- ۳- حجم گاز آزاد شده در کدام واکنش کمتر است؟
- ۴- از مشاهده‌های خود چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.
- ۵- چه رابطه‌ای بین دمای آب و میزان انحلال‌پذیری گاز وجود دارد؟
- ۶- چرا در هوای گرم، ماهی‌ها به سطح آب می‌آیند؟

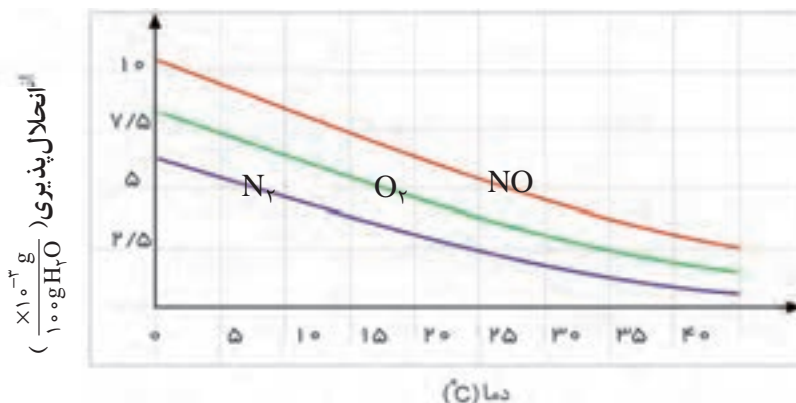
● درباره اینکه «مقدار نمک موجود در آب دریا روی انحلال‌پذیری گازها اثر دارد» کاوش کنید (در کاوش خود باید آزمایش، طراحی و اجرا کنید که از داده‌های آن بتوانید نتیجه درست و قابل اطمینان بگیرید).

## با هم بیندیشیم

- ۱- نمودار زیر انحلال‌پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی‌دهند در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  نشان می‌دهد. با توجه به آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



آ) این نمودار تأثیر چه عاملی را بر انحلال پذیری گازها نشان می دهد؟ توضیح دهید.  
 ب) نتیجه گیری از این نمودار **قانون هنری** نام دارد. آن را در یک سطر توضیح دهید.  
 پ) شیب نمودار برای کدام گاز بیشتر است؟ از این واقعیت چه نتیجه ای می گیرید؟  
 ۲- نمودار زیر انحلال پذیری سه گاز را در فشار یک اتمسفر نشان می دهد. با توجه به این نمودار به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



آ) این نمودار تأثیر چه عاملی را بر انحلال پذیری گازها نشان می دهد؟ توضیح دهید.  
 ب) در چه دمایی انحلال پذیری اکسیژن برابر با ۳/۷۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم آب است؟  
 پ) انحلال پذیری گاز نیتروژن با کاهش دما از ۴۰°C به ۲۰°C چه تغییری می کند؟  
 ۳- با توجه به اینکه گشتاور دو قطبی CO<sub>2</sub> برخلاف NO صفر است، به پرسش های زیر پاسخ دهید:

آ) انتظار دارید در دما و فشار معین، انحلال پذیری کدام گاز در آب بیشتر باشد؟ چرا؟  
 ب) آزمایش ها نشان می دهد که در فشار یک اتمسفر و در هر دمایی، انحلال پذیری گاز CO<sub>2</sub> بیشتر از NO است. چرا؟

## رسانایی الکتریکی محلول ها

فلزها و گرافیت (مغز مداد) رسانای جریان برق هستند. از آنجا که رسانایی آنها به وسیله الکترون ها انجام می شود، به آنها **رسانای الکتریکی** می گویند. نوع دیگری از رسانایی نیز وجود دارد که به وسیله یون ها انجام می شود و به آن **رسانای یونی** می گویند. این رسانایی هنگامی انجام می شود که یون ها بتوانند از نقطه ای به نقطه دیگر جابه جا شوند، زیرا در این شرایط بارهای الکتریکی نیز جابه جا خواهند شد.

برای نمونه، محلول آبی سدیم کلرید را در نظر بگیرید. این محلول حاوی یون های Na<sup>+</sup>(aq) و Cl<sup>-</sup>(aq) است که با جنبش های آزادانه اما نامنظم در سرتاسر آن پراکنده اند. هرگاه این محلول

در مدار الکتریکی قرار گیرد، جریان برق در مدار برقرار می‌شود، زیرا یون‌ها به سوی قطب‌های ناهم‌نام حرکت می‌کنند. یون‌های  $\text{Na}^+(\text{aq})$  به سوی قطب منفی و یون‌های  $\text{Cl}^-(\text{aq})$  به سوی قطب مثبت پیش می‌روند. جابه‌جایی یون‌ها نشان‌دهنده جابه‌جایی بارهای الکتریکی و در نتیجه، رسانایی الکتریکی محلول سدیم کلرید است. به موادی مانند  $\text{NaCl}(\text{s})$ ، **الکترولیت** و به  $\text{NaCl}(\text{aq})$ ، **محلول الکترولیت** می‌گویند. نکته جالب این است که همه محلول‌های یونی رسانایی یکسانی ندارند (چرا؟).



## با هم بیندیشیم

با توجه به شکل‌های زیر، کدام محلول:



$\text{HF}(\text{aq})$   
 $0.1 \text{ molL}^{-1}$   
 $(25^\circ\text{C})$



$\text{KOH}(\text{aq})$   
 $0.1 \text{ molL}^{-1}$   
 $(25^\circ\text{C})$



$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{aq})$   
 $0.1 \text{ molL}^{-1}$   
 $(25^\circ\text{C})$

(آ) رسانای خوب جریان برق است؟ چرا؟

(ب) رسانای ضعیف جریان برق است؟ چرا؟

(پ) رسانای جریان برق نیست؟ چرا؟

(ت) این محلول‌ها را به‌عنوان الکترولیت قوی، الکترولیت ضعیف و غیرالکترولیت دسته‌بندی کنید.

● سدیم کلرید در حالت جامد نارسناست، اما در حالت مذاب رسانای جریان برق است (چرا؟).

## پیوند با زندگی

آیا تاکنون دیده یا شنیده‌اید که ورزشکاران به ویژه دوچرخه‌سواران و دوندگان پس از تمرین یا مسابقه، نوشیدنی‌های ویژه‌ای مصرف می‌کنند؟ آیا می‌دانید هر یک از این نوشیدنی‌ها حاوی چه مواد و الکترولیت‌هایی است؟ چرا نوشیدن این نوع مایع‌ها به ورزشکاران توصیه می‌شود؟ بدن ما سامانه پیچیده و متعادلی از یاخته‌ها، بافت‌ها و مایعاتی است که در هر لحظه با



## آیا می دانید

از دیگر یون‌های سازنده الکترولیت‌های بدن،  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Mg}^{2+}$  هستند. جدول زیر درصد آنها را در خوناب و نقش هر یک را در بدن نشان می‌دهد.

نقش	نوع ترکیب و بافت حاوی آن	ویژگی یون
تأمین انرژی در ماهیچه‌ها و کنترل عصبی	۵٪ آن در ساختار استخوان‌ها وجود دارد	$\text{Mg}^{2+}$
سازنده استخوان و انقباض ماهیچه‌ها	۹۰٪ آن در استخوان‌ها به صورت کلسیم فسفات و کلسیم کربنات وجود دارد	$\text{Ca}^{2+}$
شیره معده و تنظیم مایع‌های بدن	یون اصلی در مایع برون سلولی است	$\text{Cl}^-$

## آیا می دانید

مارهای سیاه مناطق گرمسیری با تزریق زهری که کانال‌های پتاسیم را در سلول‌های عصبی مسدود می‌کند، شکار خود را از پای در می‌آورند.



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  $\text{Na}^+$ ،  $\text{K}^+$ ،  $\text{Cl}^-$  و ... است. پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین یا پس از مدتی دویدن، احساس خستگی دست می‌دهد که ناشی از کاهش چشمگیر این یون‌ها در الکترولیت‌های بدن است. از این رو نوشیدن چنین الکترولیت‌هایی کاهش این یون‌ها را جبران می‌کند (شکل ۲۵).



شکل ۲۵- تأمین الکترولیت‌های موردنیاز بدن

یکی از مهم‌ترین یون‌ها در الکترولیت‌های بدن، یون پتاسیم ( $\text{K}^+$ ) 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 ( $\text{K}^+$ ) برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است به طوری که انتقال پیام‌های عصبی در عصب‌ها بدون وجود این یون، امکان‌پذیر نیست. در واقع، اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام‌های عصبی می‌شود. گاهی در موارد شدید، این اختلالات منجر به مرگ می‌شود.

## رد پای آب در زندگی

آیا می‌دانید روزانه چند لیتر آب مصرف می‌کنید؟ آیا مصرف آب، تنها شامل میزان آبی است که می‌نوشید؟ هر فرد، روزانه در حدود ۳۵۰ لیتر آب مصرف می‌کند. این مقدار آب افزون بر نوشیدن، شامل پخت و پز، شستشو در آشپزخانه، نظافت، شستشوی لباس و ... است.

## آیا می دانید

ردپای آب در جهان برای یک سال در حدود  $1.5 \times 10^7$  لیتر است. این ردپا برای کشورهایی مانند چین و هند به دلیل جمعیت زیاد و در کشورهای توسعه یافته به دلیل حجم فعالیت های صنایع گوناگون، سنگین تر و بزرگ تر است.



مصرف آب به فعالیت های روزانه هر شخص محدود نمی شود، بلکه روزانه در صنایع گوناگون، حجم بسیار زیادی آب استفاده می شود. در میان صنایع، صنعت کشاورزی بیشترین حجم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است. بررسی ها نشان می دهند که برای تولید هر وسیله، کالا یا فرآورده مقدار معینی آب نیاز است (شکل ۲۶).



شکل ۲۶- ردپای آب برای تولید برخی فرآورده ها

همانند ردپای کربن دی اکسید، برای هر فرد، ردپای آب نیز تعریف می شود. در واقع، ردپای آب نشان می دهد که هر فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس مصرف می کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می شود. این میزان، همه آبی را که در تولید کالاها، ارائه خدمات و فعالیت های گوناگون مصرف می شود، نشان می دهد. برای مثال اگر شما سالانه ۱۵۰ کیلوگرم گندم مصرف کنید، ردپای آب شما در تولید این مقدار گندم برابر با ۲۷۴۵۰۰ لیتر خواهد بود. با حساب کردن همه آب مصرفی در زندگی سالانه هر فرد می توان میانگین ردپای آب او را برآورد کرد. هر چه رد پای آب ایجاد شده، سنگین تر باشد، منابع آب شیرین بیشتر مصرف می شوند و زودتر به پایان می رسند. برآوردهای پژوهشگران نشان می دهد که میانگین ردپای آب برای هر فرد در یک سال در حدود  $1/000/000$  لیتر است.

اکنون این پرسش مطرح می شود که آیا همه آب های مصرفی در صنایع گوناگون از منابع آب شیرین تأمین می شوند؟ متأسفانه پاسخ این پرسش مثبت است، در واقع تقریباً همه آب های

## آیا می دانید

بر اساس پژوهش های سازمان جهانی غذا، در دهه ۲۰۰۵-۱۹۹۶ میلادی، برای تولید هر تن گندم در جهان به طور میانگین ۱۸۳ مترمکعب آب مصرف شده است. به دیگر سخن، میانگین جهانی ردپای آب در تولید هر کیلوگرم گندم حدود ۱۸۳ لیتر است. هرچه میزان مصرف گندم در یک کشور بیشتر باشد، ردپای آب سنگین تر است. با توجه به اینکه کشور ما در منطقه کم آب قاره آسیا قرار دارد، استفاده از فناوری های نوین آبیاری در حفظ منابع آب اهمیت شایانی دارد.

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 ۲۷).



شکل ۲۷- دریاچه، سد، رود منابع تأمین آب مورد نیاز ما هستند.

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، نمک زدایی و تصفیه شوند.

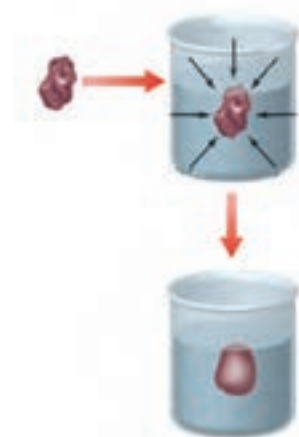
## پیوند با زندگی

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 ۲۸). آیا تاکنون اندیشیده‌اید که در این پدیده‌ها چه رخ می‌دهد؟



شکل ۲۸- نمونه‌هایی از پدیده اسمز در زندگی روزانه

● آب‌های گل‌آلودی که در جوی‌ها و نهرها جاری هستند از یک چشمه، قنات یا چاه آب به صورت زلال و شفاف بیرون می‌آیند.

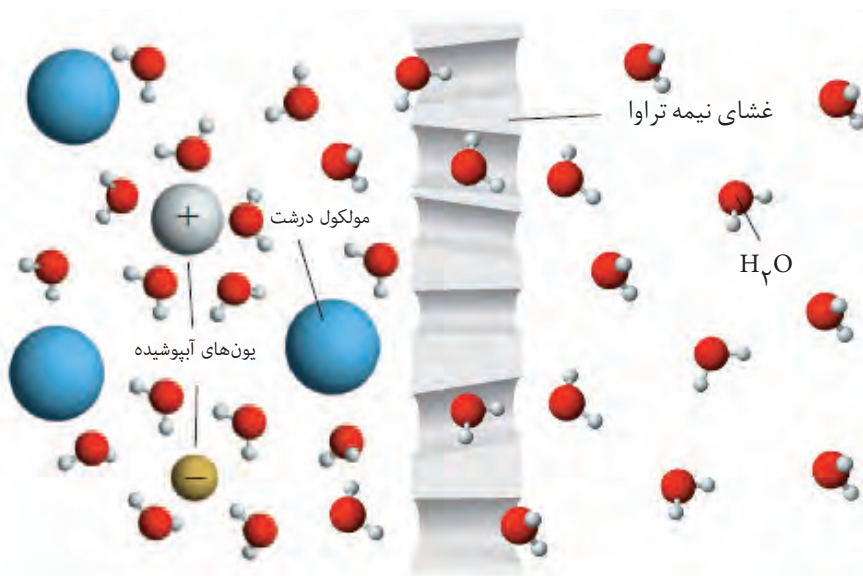


● هنگامی که میوه‌های خشک درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خود به خود از محیط رقیق با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه، میوه آبدار و متورم می‌شود. گذرندگی\* (اسمز) نامی است که به این فرایند داده‌اند. در این فرایند، برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و ... از بافت میوه به آب راه می‌یابد.

## آیا می دانید

در بستر دریاها، چشمه‌هایی وجود دارند که آب آنها شیرین و آشامیدنی هستند. ملوانان و ناخدایان سنتی کشور ایران و کشورهای حاشیه خلیج فارس تا همین اواخر آب آشامیدنی مورد نیاز خود را در سفرهای دریایی از همین چشمه‌ها تأمین می‌کردند. برای این منظور یک غواص با مشک خالی به زیر دریا می‌رفت و مشک را از محل چشمه می‌آورد. دو هزار سال پیش، یک جغرافی‌دان رومی به نام استرابو درباره چشمه‌های آب شیرین موجود در دریای مدیترانه، در جایی که سوریه امروزی قرار دارد، مطالبی نوشته است. استفاده از آب‌های شیرین جهت مصرف کشتی‌ها و شهرها در بحریه 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 دریاها وارد می‌شود، به صورت چشمه‌های زیر دریا وارد دریاها می‌شود. به همین دلیل امروزه بیش از گذشته نسبت به شناخت و بهره‌برداری از این آبها توجه می‌شود.

دیواره یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار ریز دارد که ذره‌های سازنده مواد می‌توانند از آن گذر کنند. به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازه گذر 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 نامیده می‌شوند (شکل ۲۹).

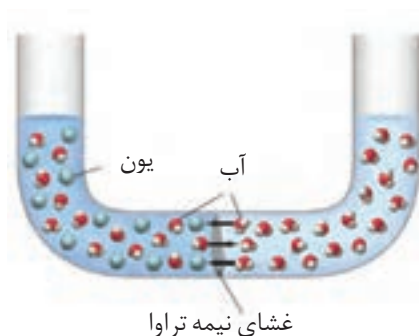


شکل ۲۹- غشای نیمه تراوا و عبور انتخابی

## با هم بیندیشیم

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؟





## آیا می دانید

در شمال جزیره قشم، نیروگاه و تأسیسات آب شیرین احداث شده است که همزمان آب و برق تولید می کند. این مجتمع به دست توانای کارشناسان و متخصصان ایرانی در شرکت گروه مپنا ساخته شده و در سال ۱۳۹۳ هجری شمسی به بهره برداری رسیده است. بازده این مجتمع ۸۰ درصد است و با ظرفیت تولید ۵۰ مگاوات برق و شیرین سازی ۱۸۰۰۰ مترمکعب آب در روز کار می کند.

## آیا می دانید

برخی شرکتها و فروشندگان دستگاههای تصفیه آب برای نشان دادن اینکه در آب شهری، چه میزان از یونهای گوناگون وجود دارد، آزمایشی مانند شکل زیر انجام می دهند.



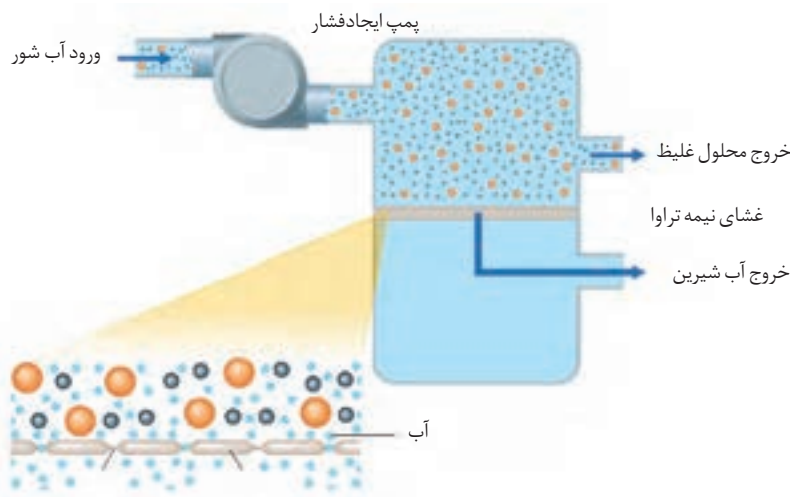
در این آزمایش با عبور جریان برق از درون آب آشامیدنی و انجام واکنش، برخی یونها از تیغههای فلزی وارد آب شده و سبب تغییر رنگ آن می شوند. توجه کنید که این آزمایش، میزان یونهای موجود در آب را به درستی نشان نمی دهد.

ب) آیا با این روش می توان آب دریا را نمک زدایی و آب شیرین تهیه کرد؟ چرا؟



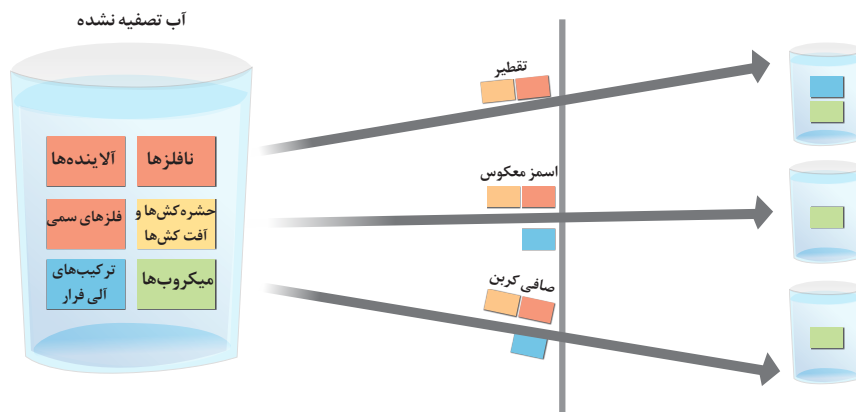
پ) براساس شکل روبه رو، اگر بر پیستون نیرو وارد کنیم، چه رخ می دهد؟ چرا؟

ت) چرا فرایند انجام شده در قسمت «پ» را **اسمز معکوس** می نامند؟  
ث) با توجه به شکل زیر، چگونگی تولید آب شیرین از آب دریا را توضیح دهید.



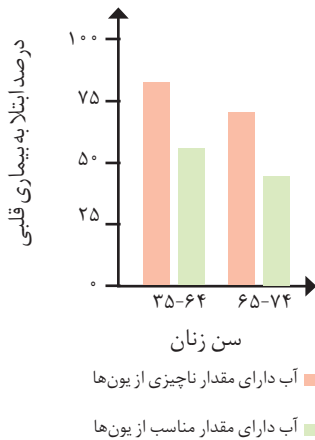
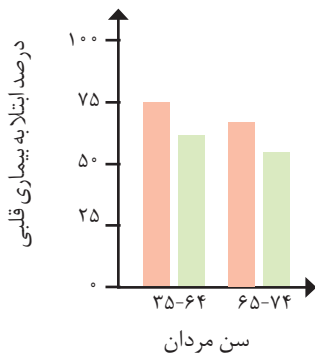
## خود را بیازمایید

۱- شکل زیر برخی روشهای تصفیه یک نمونه آب را نشان می دهد، با توجه به شکل به پرسشها پاسخ دهید.

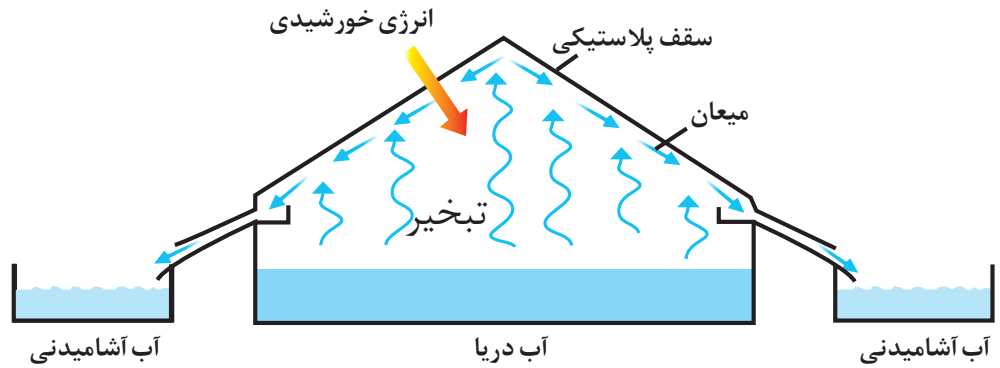


## آیا می‌دانید

دستگاه‌های تصفیه آب، به‌طور 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 ابتلا به بیماری‌های قلبی هستند.



- 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 به‌دست آمده از کدام روش‌ها، آلاینده کمتری دارد؟
- ث) چرا آب تصفیه شده در این روش‌ها را باید پیش از مصرف کلرزنی کرد؟
- ۲- شکل زیر روشی برای تهیه آب شیرین از آب دریا را نشان می‌دهد.

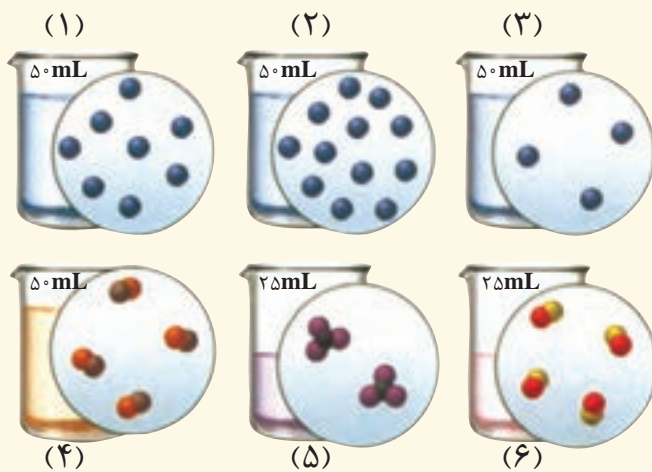


آ) این روش چه نام دارد؟

ب) روند تهیه آب شیرین را در این روش توضیح دهید.



۱- اگر در محلول‌های آبی (۱) تا (۶) هر ذره حل شونده هم‌ارز با  $2 \times 10^{-2}$  مول 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 به دست آمده از مخلوط کردن محلول (۱) و (۳) را حساب کنید.

ت) غلظت مولی محلول (۴) را پس از افزودن  $110$  میلی لیتر آب به آن حساب کنید.

ث) غلظت مولی محلول (۵) را پس از انحلال  $2 \times 10^{-2}$  مول حل شونده به دست آورید (از تغییر حجم چشم‌پوشی کنید).

۲- ادامه زندگی اغلب ماهی‌ها هنگامی امکان‌پذیر است که غلظت اکسیژن محلول در آب بیشتر از  $5 \text{ ppm}$  باشد. با انجام

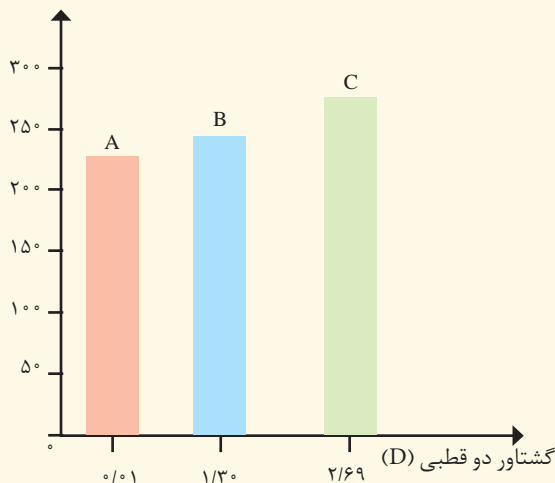
محاسبه مشخص کنید که  $9 \text{ kg}$  آب حاوی  $6/75$  میلی گرم اکسیژن محلول برای ادامه زندگی ماهی‌ها مناسب است؟

۳- برای ضدعفونی کردن آب یک استخر از محلول کلر  $7 \%$  درصد جرمی استفاده می‌شود. اگر مقدار مجاز کلر موجود در

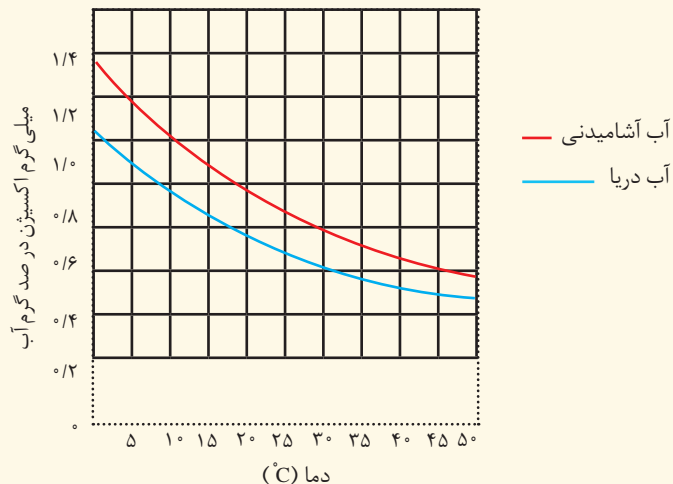
آب استخر  $1 \text{ ppm}$  باشد، چند گرم از این محلول برای ضدعفونی کردن  $700 \text{ m}^3$  آب نیاز است؟ (جرم یک لیتر آب استخر را برابر با یک کیلوگرم در نظر بگیرید).

۴- با توجه به نمودار زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید. جرم مولی هر سه ماده آلی A، B، و C با یکدیگر برابر است.

نقطه جوش (K)



- آ) جهت گیری و منظم شدن مولکول های کدام ترکیب در میدان الکتریکی محسوس تر است؟ چرا؟
- ب) سه ترکیب داده شده را بر اساس کاهش قدرت نیروهای بین مولکولی مرتب کنید؟
- ت) پیش بینی می کنید کدام ماده در شرایط یکسان انحلال پذیری بیشتری در هگزان دارد؟ چرا؟
- ۵- در نمودار زیر انحلال پذیری گاز اکسیژن در آب آشامیدنی و آب دریا نشان داده شده است.



- آ) در دمای  $5^{\circ}\text{C}$  انحلال پذیری گاز اکسیژن چقدر است؟
- ب) با افزایش دما چه تغییری در مقدار حل شدن گاز اکسیژن مشاهده می شود؟
- پ) آیا می توان گفت با افزایش مقدار نمک در آب، انحلال پذیری گاز اکسیژن کاهش می یابد؟ توضیح دهید.
- ۶- هر یک از شکل های زیر نمایی از آغاز و پایان آزمایشی برای درک مفهوم انحلال پذیری سه ماده در آب و دمای  $25^{\circ}\text{C}$  است. نتیجه هر یک از این آزمایش ها 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 انحلال‌پذیری کلسیم سولفات و آمونیوم نیترات در آب و دمای  $20^{\circ}\text{C}$  به ترتیب برابر با  $0.2$  و  $65/5$  گرم باشد، درصد 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 ( $0.1$  گرم) از خون یک شکار در فضایی از آب دریا به حجم  $4 \times 10^{12}$  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).



یون‌هایی که بار الکتریکی منفی دارند.	۳۷	Anion	آنیون
به جذب پرتوهای پرنرژی و باز تابش پرتوهای کم انرژی به وسیله مولکول‌های برخی گازهای موجود در هوا 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.	۶۱	Oxidation	اکسایش
اکسید نافلز که در واکنش با آب، اسید تولید می‌کند.	۶۷	Acidic Oxid	اکسید اسیدی
اکسید فلز که در واکنش با آب باز (قلیا) تولید می‌کند.	۶۷	Basic Oxid	اکسید بازی
ماده‌ای که در حالت مذاب یا محلول رسانای الکتریکی است.	۱۲۵	Electrolyte	الکترولیت
ذره بنیادی با بار الکتریکی منفی که در فضای پیرامون هسته وجود دارد.	۴	Electron	الکترون
به الکترون‌های آخرین لایه الکترونی (دارای بزرگ‌ترین $n$ ) 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 گازهایی مانند گوگرد دی‌اکسید و اکسیدهای نیتروژن موجود در هوا 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 پرنرژی همراه است.	۶	Radio activity	پرتوزایی
یکی از ذره‌های بنیادی سازنده اتم که دارای 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 در نتیجه به اشتراک گذاشته شدن دو جفت الکترون میان دو اتم، تشکیل می‌شود.	۶۵	Double bond	پیوند دوگانه
پیوند اشتراکی (کووالانسی) است که در نتیجه 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 یا 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 ذره‌های سازنده آن، یون‌های مثبت و منفی هستند.	۳۸	Ionic compound	ترکیب یونی
ترکیبی که از یون‌های دو عنصر مختلف تشکیل شده است.	۳۹	Binary ionic compound	ترکیب یونی دوتایی
بخشی از هواکره 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 می‌باشند.	۴۹	Fractional distillation	تقطیر جزء به جزء
توسعه‌ای که نیازهای زمان حال را برآورده سازد بدون آنکه توانایی نسل‌های آینده در برآورده‌سازی نیازهایشان را به خطر اندازد.	۷۷	Sustainable developmene	توسعه پایدار
چیدمان عنصرهای شیمیایی به ترتیب افزایش عدد اتمی که در آن عنصرهای با خواص مشابه در یک ستون قرار می‌گیرند.	۱۰	Periodic table	جدول دوره‌ای
جرم اتم را بر حسب واحد amu نشان می‌دهند.	۱۴	Atomic mass	جرم اتمی
میانگین جرم اتمی ایزوتوپ‌های یک عنصر را با توجه به درصد فراوانی آنها در طبیعت نشان می‌دهد.	۱۵	Average atomic mass	جرم اتمی میانگین
به جرم یک مول ماده، جرم مولی می‌گویند.	۱۸	Molar mass	جرم مولی
جفت الکترونی که میان هسته دو اتم قرار دارد و پیوند اشتراکی را به وجود می‌آورد.	۶۵	bonding electron pair	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
حالتی برای اتم که نسبت به حالت پایه انرژی بالاتری دارد.	۲۶	Excited state	حالت برانگیخته
به حالتی برای اتم با پایین‌ترین سطح انرژی می‌گویند.	۲۶	Ground state	حالت پایه
جزئی که در حلال حل می‌شود.	۱۰۱	Solute	حل شونده
جزئی که حل شونده را در خود حل می‌کند و درصد بیشتری از محلول را تشکیل می‌دهد.	۱۰۱	Solvent	حلال
جرم ماده حل شونده در ۱۰۰ گرم محلول را نشان می‌دهد.	۱۰۳	Weight(Mass)Percent	درصد جرمی
درصد یک ایزوتوپ خاص در مخلوطی از ایزوتوپ‌های طبیعی یک عنصر را نشان می‌دهد.	۶	Abundance Percentage	درصد فراوانی
به شکل‌های متفاوت مولکولی یا بلوری یک عنصر در حالت فیزیکی یکسان گفته می‌شود.	۷۸	Ollotrope	دگرشکل
به هر ردیف از جدول دوره‌ای عنصرها می‌گویند.	۱۲	Period	دوره یا تناوب
به ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزا می‌گویند.	۶	Radioisotope	رادایوایزوتوپ
روشی برای موازنه کردن معادله‌های شیمیایی با شمارش نوبتی اتم‌ها در دو سوی معادله است.	۵۹	Inspection Method	روش واریسی
موادی که در محیط زیست به کمک باکتری‌ها به مواد ساده‌تری تجزیه می‌شوند.	۷۵	Biodegradation	زیست تخریب پذیر
به بخشی از کره زمین می‌گویند که در آن زندگی وجود دارد.	۹۳	Biosphere	زیست کره
شیوه‌ای برای نمایش مولکول‌ها و یون‌ها است به گونه‌ای که در آن چگونگی اتصال اتم‌ها با هم، الکترون‌ها پیوندی	۶۴	Lewis structure	ساختار لوویس

و ناپیوندی نشان داده می‌شود.			
سامانهٔ دربرگیرنده یک ستاره به نام خورشید و شماری اجرام آسمانی دیگر که در مدارهایی پیرامون آن می‌گردند.	۲	Solar System	سامانهٔ خورشیدی
نوعی سوخت به دست آمده از مواد گیاهی و جانوری که با محیط زیست سازگار است.	۷۴	Green fuel	سوخت سبز
موادی مانند زغال سنگ، نفت خام و گاز طبیعی که طی میلیون‌ها سال از تجزیه اجساد و بقایای جانوران و گیاهان مدفون شده در زمین به وجود آمده‌اند و امروزه به عنوان منبع انرژی به کار می‌روند.	۵۴	Fossil fuel	سوخت فسیلی
واکنش اکسایشی که سریع روی می‌دهد و با ایجاد شعله و آزادکردن مقدار زیادی گرما، صوت و نور همراه است.	۵۳	Combustion	سوختن
به سوختن یک سوخت در حضور اکسیژن کافی می‌گویند.	۵۴	Complete combustion	سوختن کامل
سوختن یک سوخت در حضور مقدار کم اکسیژن می‌گویند که افزودن بر کربن دی‌اکسید و آب، مقدار زیادی کربن مونواکسید نیز تولید می‌کند.	۵۴	Incomplete combustion	سوختن ناقص
یا شیمی پایدار شاخه‌ای از علم شیمی است که در پی طراحی فرآورده‌ها و فرایندهایی است تا تولید و استفاده از مواد خطرناک را کاهش داده یا از بین ببرد.	۷۴	Green Chemistry	شیمی سبز
دستگاهی که به کمک آن جرم گونه‌های شیمیایی را با دقت زیاد اندازه‌گیری می‌کنند.	۱۷	Mass spectrometer	طیف‌سنج جرمی
به تعداد پروتون‌های موجود در هستهٔ یک اتم می‌گویند.	۵	Atomic number	عدد اتمی
به عدد $6.022 \times 10^{23}$ می‌گویند.	۱۷	Avogadro's number	عدد آووگادرو
مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در هستهٔ یک اتم است.	۵	Mass number	عدد جرمی
عددی است که لایه‌های الکترونی را در اتم مشخص می‌کند.	۲۴	Principal quantum number(n)	عدد کوانتومی اصلی
عددی است که زیر لایه‌های موجود در یک لایهٔ الکترونی را مشخص می‌کند.	۲۹	Azimuthal quantum number(l)	عدد کوانتومی فرعی
ماده‌ای که ذره‌های سازندهٔ آن از یک نوع اتم ساخته شده‌اند.	۲	Element	عنصر
شمار مول‌های حل‌شونده در یک لیتر محلول را نشان می‌دهد.	۱۰۶	Molar Concentration	غلظت مولی
ماده‌ای که در حالت مذاب یا محلول در آب، رسانای جریان برق نیست.	۱۲۵	Non-Electrolyte	غیرالکترولیت
ماده‌ای که در یک واکنش شیمیایی تولید شده و در سمت راست معادلهٔ شیمیایی نوشته می‌شود.	۵۶	Product	فرآورده
شیوه‌ای برای نشان دادن نوع و تعداد اتم‌های سازندهٔ یک واحد از ماده شیمیایی است.	۳۸	Chemical formula	فرمول شیمیایی
فرمول شیمیایی که نوع و تعداد دقیق اتم‌ها را در یک مولکول نشان می‌دهد.	۴۱	Molecular formula	فرمول مولکولی
بنابر این قاعده، الکترون‌ها نخست در زیرلایه‌های با انرژی کمتر جای می‌گیرند و به تدریج زیرلایه‌های با انرژی بالاتر را اشغال می‌کنند.	۳۰	Aufbau rule	اصل آفبا



اتم‌ها تمایل دارند که با داد و ستد یا به اشتراک گذاشتن الکترون، تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت خود را به هشت برسانند و به آرایش الکترونی گاز نجیب پیش یا پس از خود دست یابند.	۳۵	Octet rule	قاعده هشتایی
حجم‌های مساوی از همه گازها در دما و فشار یکسان، تعداد مولکول‌های مساوی دارند.	۸۳	Avogadro's Law	قانون آووگادرو
در یک واکنش شیمیایی، جرم نه به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود.	۵۶	The law of the Conservation of mass	قانون پایستگی جرم
ماده‌ای که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می‌دهد.	۵۷	Catalyst	کاتالیزگر
یونی که بار الکتریکی مثبت دارد.	۳۷	Cation	کاتیون
گازهایی مانند کربن دی‌اکسید، بخار آب و متان که از طریق اثر گلخانه‌ای باعث گرم شدن زمین می‌شوند.	۷۳	Greenhouse gases	گازهای گلخانه‌ای
به عنصرهای گروه هجدهم جدول دوره‌ای عنصرها (Rn و He ، Ne ، Ar ، Kr ، Xe) می‌گویند.	۳۲	Noble gases	گازهای نجیب
به عنصرهای موجود در یک ستون از جدول دوره‌ای می‌گویند که خواص شیمیایی مشابهی دارند.	۱۲	Group	گروه
به فضای پیرامون هسته با گنجایش معین الکترون و انرژی معین گفته می‌شود.	۲۴	Electron shell	لایه الکترونی
پوششی پیرامون زمین حاوی گاز اوزون که زمین را در برابر پرتوهای پرنانرژی و خطرناک فرابنفش خورشید محافظت می‌کند.	۷۳	Ozone layer	لایه اوزون
به مخلوط همگن دو یا چند ماده گفته می‌شود.	۱۰۰	Solution	مخلوط
محلولی دارای یون‌های آبپوشیده که رسانای جریان برق است.	۱۲۵	Electrolyte Solution	مخلوط الکترولیت
محلولی که مقدار حل‌شونده در آن بیشتر از انحلال‌پذیری حل‌شونده در یک دمای معین است.	۱۱۰	Supersaturated solution	مخلوط فراسیر شده
مخلوطی که اجزای تشکیل‌دهنده آن قابل تشخیص است.	۱۱۹	Heterogeneous Mixture	مخلوط ناهمگن
نمایش یک واکنش به کمک نمادها و فرمول‌های شیمیایی که در آن واکنش‌دهنده‌ها، فرآورده‌ها و نسبت مولی آنها مشخص می‌شود.	۵۸	Chemical equation	معادله شیمیایی
معادله‌ای که در آن تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله برابر است.	۵۹	Balanced equation	معادله موازنه شده
یک معادله که در آن فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده(ها)، فرآورده(ها) و حالت فیزیکی آنها نوشته می‌شود.	۵۶	Symbol Equation	معادله نمادی
یک معادله که در آن نام واکنش‌دهنده(ها) و فرآورده(ها) نوشته می‌شود.	۵۶	Word Equation	معادله نوشتاری
برابر کردن تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی یک معادله شیمیایی است.	۵۸	Balancing	موازنه کردن
یکای SI مقدار ماده است که با نماد mol نشان داده می‌شود.	۱۷	Mole	مول
مولکولی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.	۱۱۲	Polar molecule	مولکول قطبی
مولکولی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.	۱۱۲	Non - polar molecule	مولکول ناقطبی

۱۰	نمادی یک یا دو حرفی که برای نمایش یک عنصر به کار می‌رود.	Chemical symbol	نماد شیمیایی
۴	یکی از ذره‌های سازنده هسته اتم که بار الکتریکی ندارد.	Neutron	نوترون
۱۱۵	به همه نیروهای جاذبه بین مولکولی (به جز پیوند هیدروژنی) می‌گویند.	Van der Waals forces	نیروهای وان در والس
۵۶	فرایندی است که طی آن یک یا چند ماده بر هم اثر می‌گذارند و مواد شیمیایی تازه‌ای ایجاد می‌کنند.	Chemical Reaction	واکنش شیمیایی
۵۶	هر یک از مواد آغازی واکنش را می‌گویند.	Reactant	واکنش دهنده
۴۶	لایه‌ای از گازها که دور یک جرم آسمانی مانند یک سیاره را احاطه می‌کند.	Atmosphere	هواکره
۳۹	یونی که تنها از یک اتم تشکیل شده است.	Monoatomic ion	یون تک‌اتمی
۹۸	یونی که از چند اتم یکسان یا متفاوت تشکیل شده است.	Polyatomic ion	یون چنداتمی

## 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, & *etal.* 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](mailto:talif@talif.sch.ir) ارسال نمایند.

دفتر تألیف کتاب های درسی ابتدایی و متوسطه نظری