



●●● «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 منّتی 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 6×10^{21} 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 های روی کره زمین در حدود $10^{18} \times \frac{1}{5}$ 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)

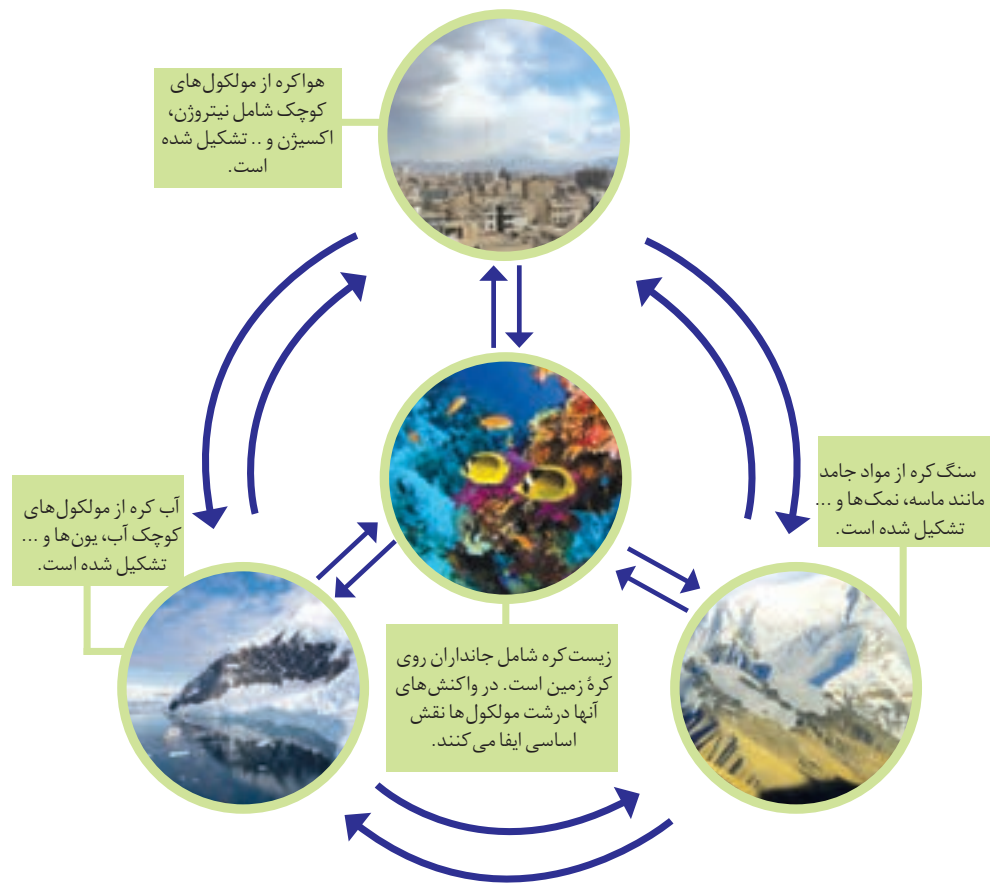
شکل ۱- آ) تصویری از کره زمین ب) تصویر کره زمین که از سطح کره ماه گرفته شده است.

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 5×10^{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^-	Na^+	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	CO_3^{2-}	Br^-
مقدار یون (میلی گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا)	۱۹۰۰۰	۱۰۵۰۰	۲۶۵۵	۱۳۵۰	۴۰۰	۳۸۰	۱۴۰	۶۵

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 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. امروزه در جهان نزدیک به ۱,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰ نفر به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند.

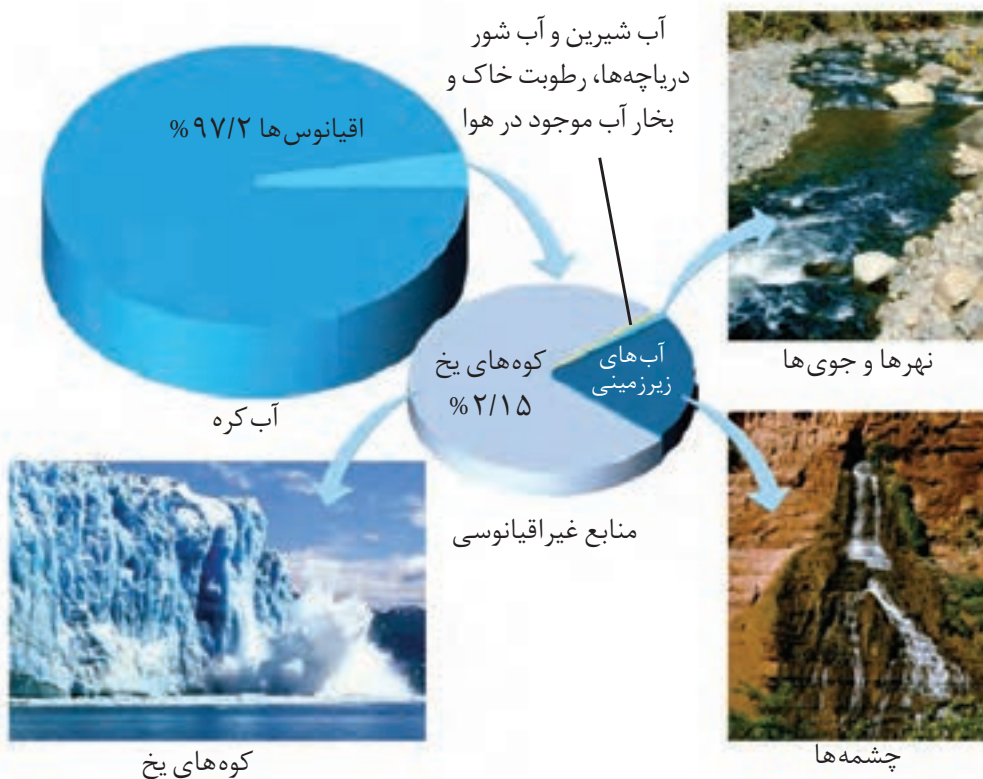
آ) کاتیون عنصرهای کدام گروه‌های جدول دوره‌ای در آب دریا وجود دارند؟

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، 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، آزیان 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 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

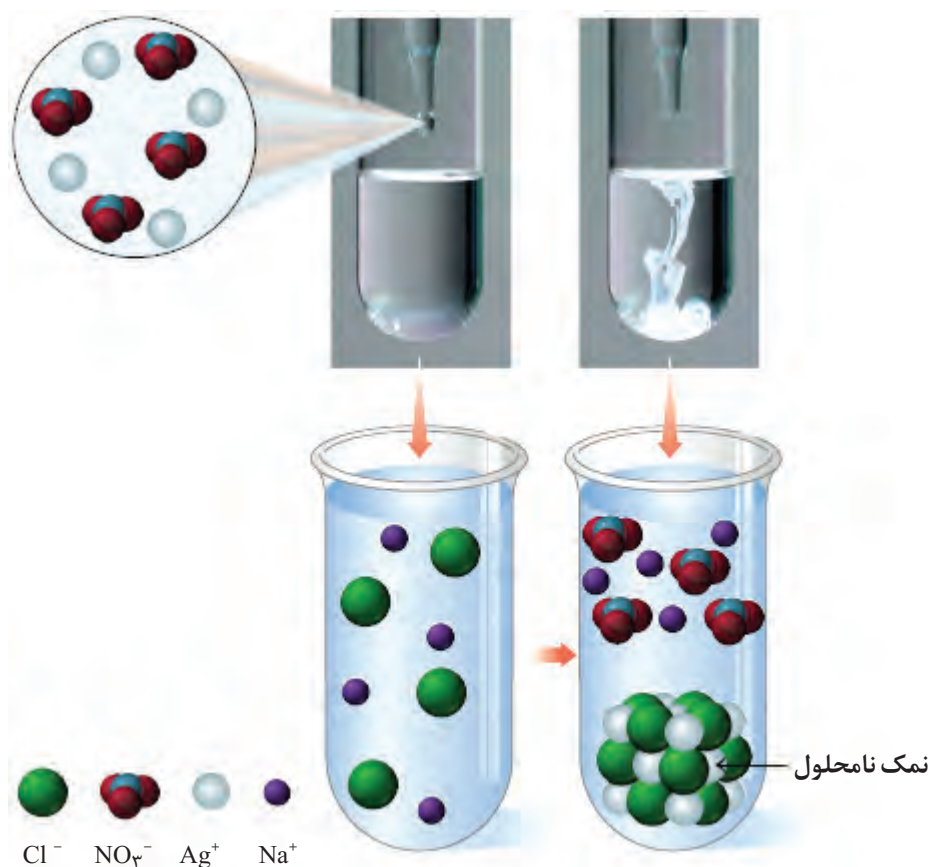
کاوش کنید

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.



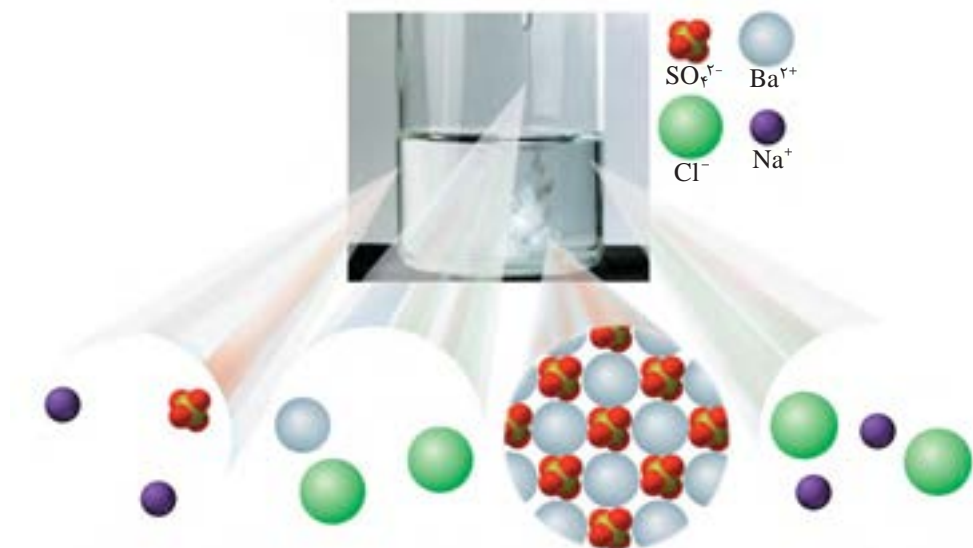
آزمایش ۲- آ) آزمایش ۱ را با سدیم فسفات (Na_3PO_4) و کلسیم کلرید تکرار کنید. مشاهده خود را بنویسید.

ب) هرگاه بدانید که کلسیم فسفات، $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ و سدیم کلرید فرآورده‌های 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.

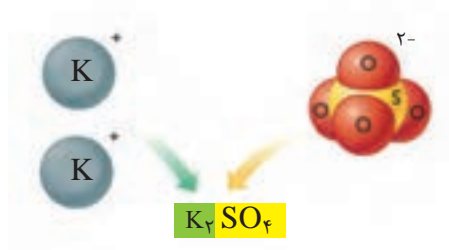


● تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب‌ها در نوع و مقدار حل‌شونده‌های آنها است.

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**^۱ می‌نامند. پتاسیم سولفات ترکیبی یونی است که هر واحد آن شامل دو یون تک‌اتمی پتاسیم و یک یون چند اتمی سولفات است (شکل ۵).

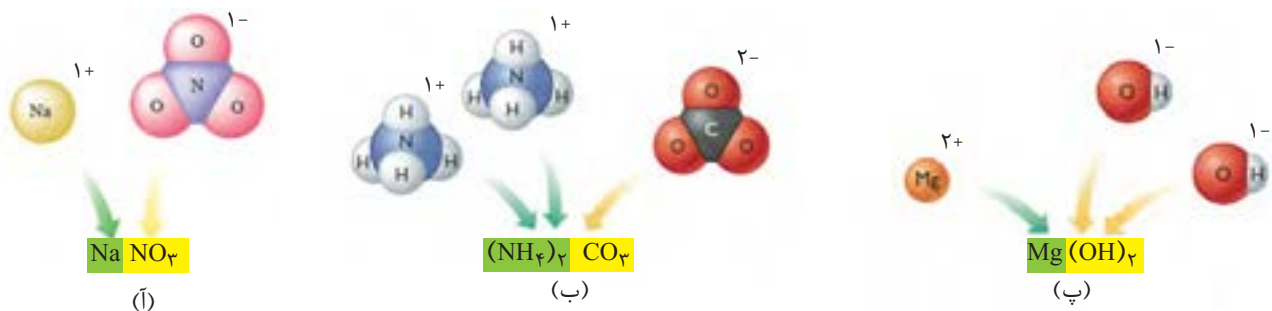
● یونی که از اتصال دو یا چند اتم تشکیل شده است، یون چنداتمی نام دارد.



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	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 لیتیم سولفات		
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

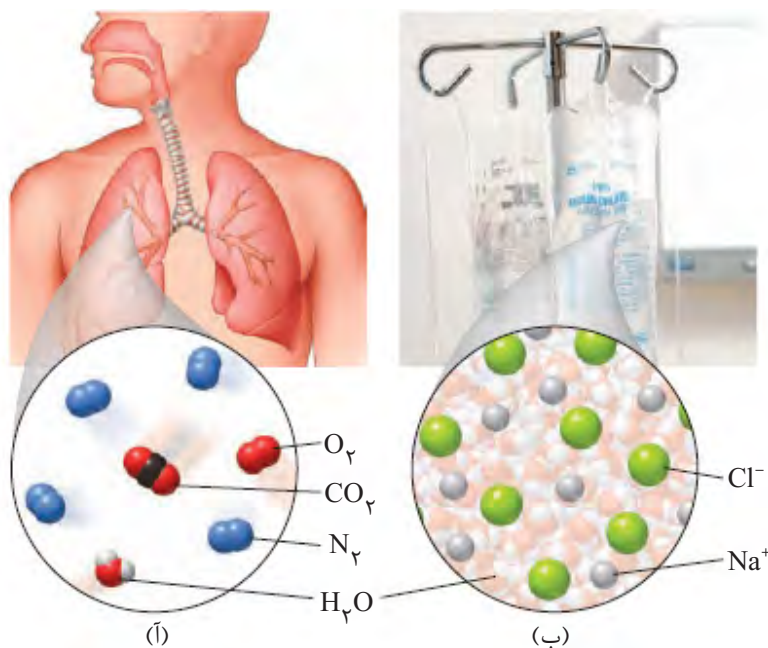
۲- گیاهان برای رشد مناسب، افزون بر CO_2 و H_2O به عنصرهایی مانند N، P، S و ... نیاز دارند. آمونیوم سولفات یکی از کودهای شیمیایی است که دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه قرار می دهد.

(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.

محلل و مقدار حل شونده ها

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

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



(پ)



(ت)

شکل ۷- برخی محلل ها و کاربرد آنها. (آ) هوای پاک که تنفس می کنیم، محللی از گازهاست، (ب) سرم فیزیولوژی محلل نمک در آب است، (پ) ضدیخ، محلل اتیلن گلیکول در آب است، (ت) گلاب مخلوطی همگن از چند ماده آلی در آب است.

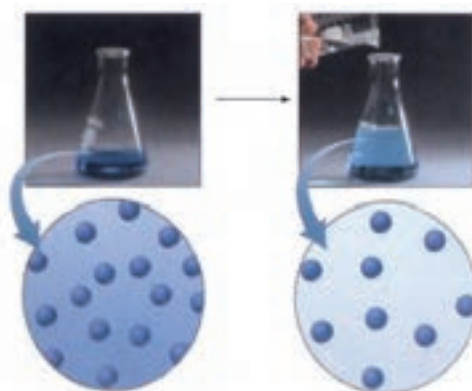
● همه ساله خانه خدا را با گلاب ناب کاشان شستشو می دهند.

برخی محلل ها مانند سرم فیزیولوژی رقیق و برخی مانند گلاب دو آتشه غلیظ است. هنگامی که گفته می شود، محللی 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).

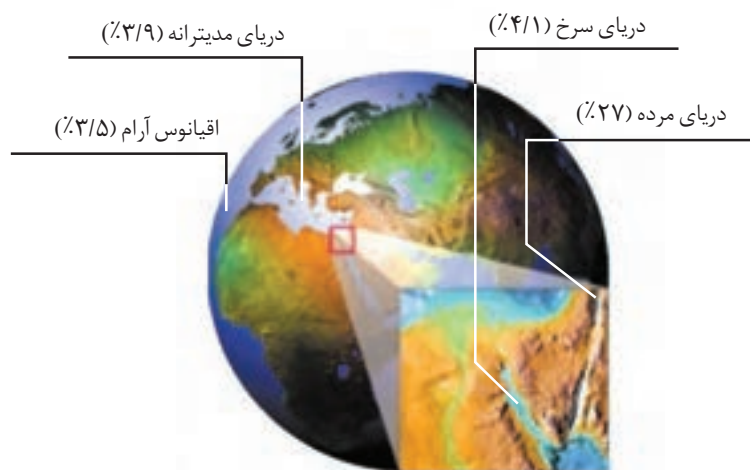


شکل ۹- در چای غلیظ، شمار ذره‌های حل شونده در واحد حجم بیشتر است.



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 (شکل ۱۰). برای نمونه در هر ۱۰۰ گرم آب دریای مرده (بحرالمیت)، حدود ۲۷ 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. دریاچه ارومیه نیز یکی از دریاچه‌های شور دنیا است 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.

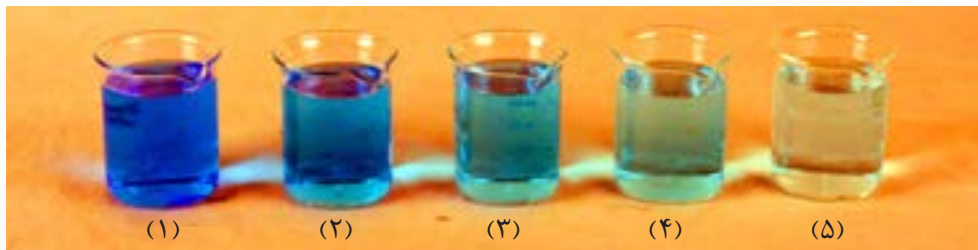
کاتیون‌های موجود در آب این دریاچه به طور عمده شامل Na^+ ، K^+ ، Ca^{2+} ، Li^+ و Mg^{2+} و آنیون‌های موجود در آن به طور عمده شامل Cl^- ، SO_4^{2-} و HCO_3^- است. مقدار Na^+ و Cl^- در آب دریاچه ارومیه حدود چهار برابر آب دریا‌های آزاد است. به همین علت آن را می‌توان منبعی غنی برای تولید نمک خوراکی دانست. 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 $5/10^6$ گرم مس (II) سولفات را در $99/5$ 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 10^6 گرم محلول شماره ۵، حدود $5/10^6$ 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)^۱ 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، $5/10^6$ میلی‌گرم یون فلوئورید وجود دارد. غلظت یون F^- در این نمونه چند ppm است؟

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

پاسخ:

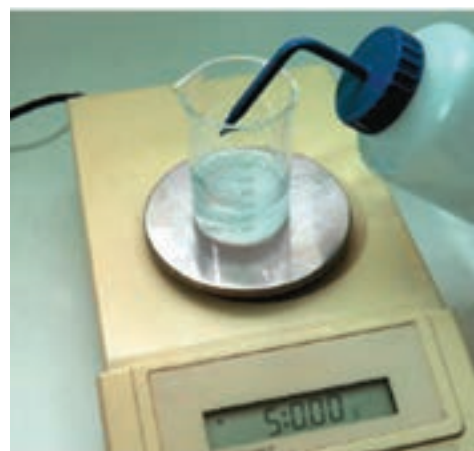
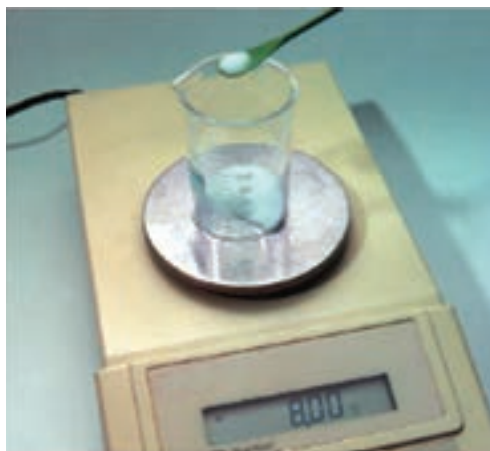
آیا می دانید

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 جمع‌آوری و به کلاس گزارش کنید.

با هم بیندیشیم

۱- مربی 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 شست‌وشوی دهان عبارت «محلول استریل سدیم کلرید ۰/۹

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

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
	۱۹۰۰۰	Cl ⁻	یون کلرید
	۱۰۵۰۰	Na ⁺	یون سدیم
	۲۶۵۵	SO ₄ ^{۲-}	یون سولفات
	۱۳۵۰	Mg ^{۲+}	یون منیزیم
	۴۰۰	Ca ^{۲+}	یون کلسیم
	۳۸۰	K ⁺	یون پتاسیم

۲- جرم کل آب های زمین در حدود $۱۰^{۱۸} \times ۱/۵$ تن است. اگر مقدار 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 $۱۰^{۱۶} \times ۵$ تن از انواع مواد گوناگون وجود دارد (شکل ۱۲).



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

آیا می دانید

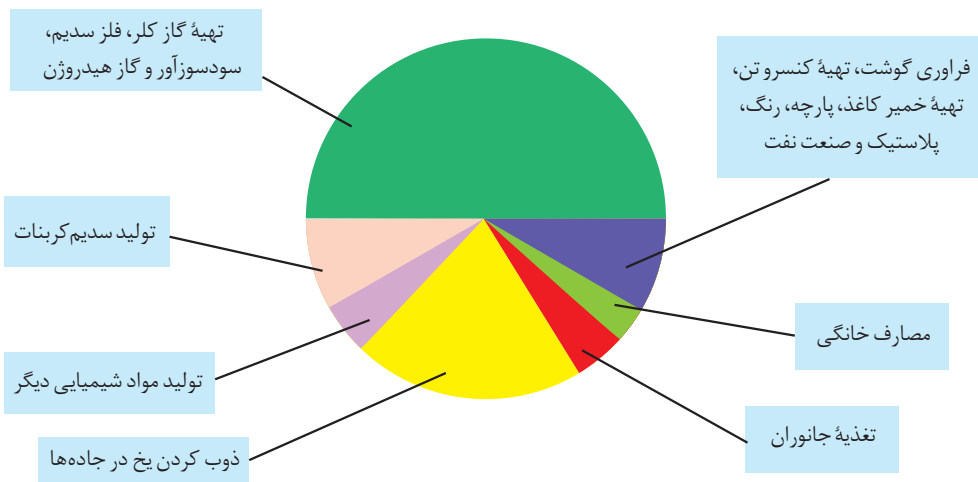
سالانه ۱۵۰ میلیون تن نمک خوراکی در جهان و در صنایع گوناگون مصرف می‌شود. این نمک را از آب دریا یا معادن نمک تهیه می‌کنند. یکی از مهم‌ترین منابع سدیم کلرید، صحرایی بزرگ از نمک واقع در کشور بولیوی است. این صحرا از تبخیر آب دریاچهٔ مین‌چین به جای مانده است. مساحت این صحرا حدود ۱۰۲۵۰ کیلومتر مربع است. برآورد شده است که در این صحرا، ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ تن نمک وجود دارد که سالانه ۲۵۰۰۰ تن نمک از آن استخراج 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 مادهٔ ارزشمند دیگری است که در تهیهٔ آلیاژها، شربت معده و ... کاربرد دارد. یکی از منابع تهیهٔ این فلز آب دریا است. منیزیم در آب دریا به شکل $Mg^{2+}(aq)$ وجود دارد. برای استخراج و جداسازی آن، در مرحلهٔ 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 سازندهٔ آن تجزیه می‌کنند.



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^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؟

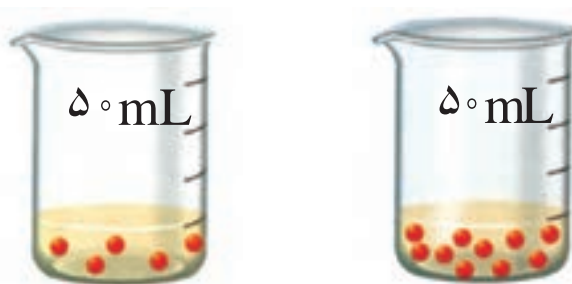
(پ) اگر هر ذره حل‌شونده در شکل هم‌ارز با 100° مول باشد، نسبت مول‌های حل‌شونده به حجم محلول (برحسب لیتر) را برای هریک از دو محلول به دست آورید.

(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؟

● محلول مولار سدیم هیدروکسید نشان می‌دهد که در هر لیتر از این محلول ۱ mol سدیم هیدروکسید حل شده است. از این رو در ۱/۰ لیتر از این محلول ۱/۰ 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:

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

$$0/2 \text{ mol L}^{-1} = \frac{n(\text{KI})}{0/25 \text{ L}} \longrightarrow n = 0/2 \text{ mol L}^{-1} \times 0/25 \text{ L} = 0/05 \text{ mol}$$

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°C گرم حلال و دمای معین حل می‌شود، **انحلال‌پذیری**^۱ 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°C نشان می‌دهد.

جدول ۱- انحلال‌پذیری برخی مواد در آب (25°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	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 100g آب، هر مقدار کمتری از 36g سدیم کلرید می‌تواند در آب حل شود، اما یک محلول سیر نشده پدید می‌آید. در حالی که در این دما، حداکثر 36g سدیم کلرید می‌تواند در 100g آب حل شود تا 136g محلول سیر شده به دست آید. بدیهی است که در این دما برای تهیه محلول سیر شده‌ای از کلسیم سولفات باید 0.23g از آن را در 100g آب حل نمود.

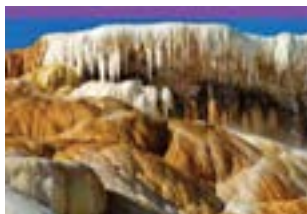
آیا می دانید

بیماری نقرس به دلیل رسوب کردن نمک متبلور سدیم اورات در مفاصل به ویژه انگشتان دست‌ها و پاهاست. به 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°C و در خوناب (پلاسمای خون) بیشتر باشد.



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 CaCO_3 در آب و دمای 25°C در حدود 7×10^{-4} گرم است و هر مقدار بیشتر از آن به صورت جامد از محلول سیر شده جدا می‌شود.



۱- اگر 19 g سدیم نیترات را در دمای 25°C درون 20 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 کلسیم دار در کلیه‌ها تشکیل می‌شوند.

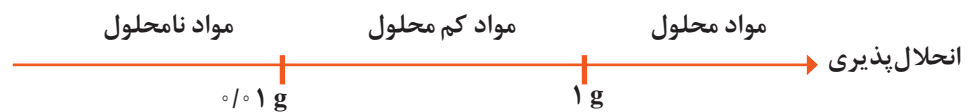
(آ) مقدار این نمک‌ها در ادرار افراد سالم از انحلال‌پذیری آنها کمتر است یا بیشتر؟ چرا؟

(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 حل شونده جامد را براساس انحلال‌پذیری در آب و دمای معین به

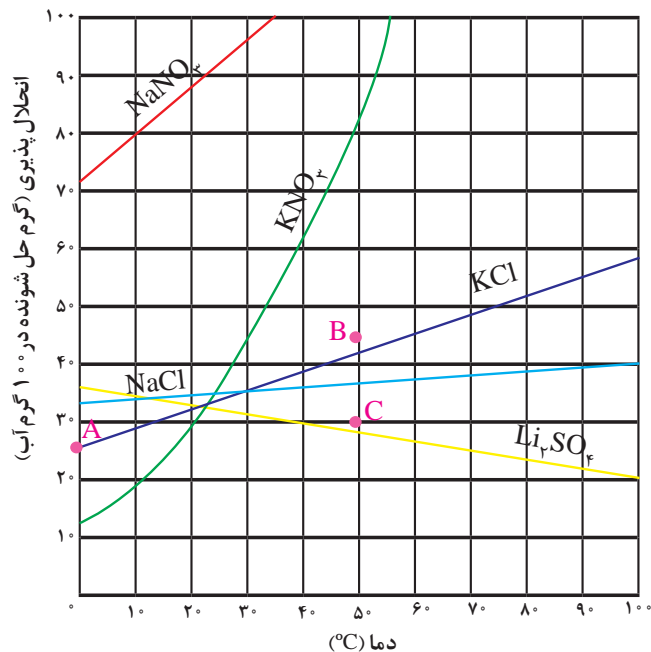
صورت زیر دسته‌بندی می‌کنند:



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

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 برحسب دما

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

با هم بیندیشیم

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

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

ب) هریک از نقطه‌های B و C نسبت به منحنی انحلال پذیری KCl نشان دهنده چه نوع محلولی است؟ توضیح دهید.

پ) هنگامی که 133g محلول سیرشده لیتیم سولفات را از دمای 2°C تا دمای 7°C گرم می‌کنیم، چه رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.

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

ث) نقطه A روی نمودار انحلال پذیری KCl عرض از مبدأ آن نام دارد. این نقطه نشان دهنده چیست؟ توضیح دهید.

پیوند با ریاضی

۱- دانش آموزی از منابع علمی، انحلال پذیری (S) سدیم نیترات را در دماهای گوناگون (θ) 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°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؟

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

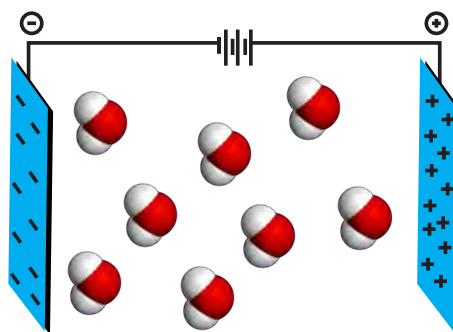
رفتار آب و دیگر مولکول ها در میدان الکتریکی

آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می شود. وجود و تبدیل این حالت ها به یکدیگر زندگی را در سیاره آبی ممکن و دلپذیر ساخته است. آب ویژگی های گوناگون و شگفت انگیزی 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 ویژگی ها چیست و چه اثری بر زندگی موجودات زنده دارد؟ برای پاسخ به این پرسش ها، بررسی ساختار مولکولی آب ضروری به نظر می رسد.

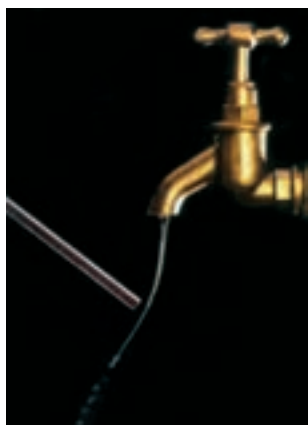
در علوم سال هشتم با آزمایش انحراف باریکه آب به وسیله شانه یا میله شیشه ای مالش داده شده به موهای خشک آشنا شدید (شکل ۱۴)؛ آزمایشی که در آن باریکه آب از راستای طبیعی خود منحرف می شود. آیا دلیل این انحراف را به یاد دارید؟ میله شیشه ای از لحاظ بار الکتریکی خنثی است، اما بر اثر مالش به موی خشک، دارای بار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

این رفتار مولکول های آب از ویژگی های ساختاری آن سرچشمه می گیرد. 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 اتم های سازنده و ساختار خمیده مولکول آب، نقش تعیین کننده ای در خواص آن دارد. هنگامی که این مولکول ها در یک میدان الکتریکی قرار می گیرند، جهت گیری می کنند (شکل ۱۵).

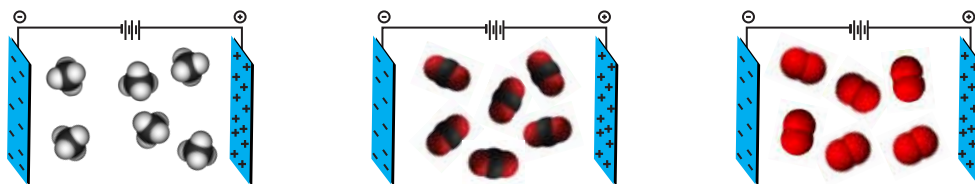


شکل ۱۵- جهت گیری مولکول های آب در میدان الکتریکی



شکل ۱۴- انحراف باریکه آب به وسیله میله شیشه ای مالش داده شده به موی سر.

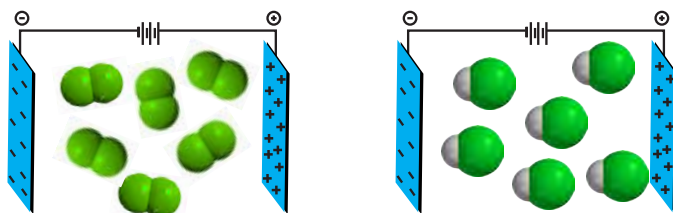
نحوه جهت‌گیری مولکول‌های آب در میدان الکتریکی نشان می‌دهد که اتم اکسیژن، سر منفی و اتم‌های هیدروژن، سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهند. شیمی‌دان‌ها به مولکول‌هایی مانند آب که در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند، **مولکول‌های دو قطبی** یا **قطبی**^۱ می‌گویند. در واقع این مولکول‌ها سرهای مثبت و منفی دارند. 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 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 بین‌مولکولی در کدام یک قوی‌تر است؟ توضیح دهید.

(پ) جمله زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست کامل کنید.

در مواد مولکولی با جرم مولی مشابه، ماده با مولکول‌های ناقطبی، نقطه 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.

با توجه به جدول زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

ویژگی	ماده	Cl_2	Br_2	I_2
حالت فیزیکی (25°C)	گاز	مایع	جامد	
جرم مولی (g mol^{-1})	۷۱	۱۶۰	۲۵۴	

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 خط‌زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.
 در مواد 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 (فشار = ۱ atm)

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی (g mol^{-1})	حالت فیزیکی (25°C)	نقطه جوش ($^\circ\text{C}$)
آب	H_2O		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰
هیدروژن سولفید	H_2S		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰

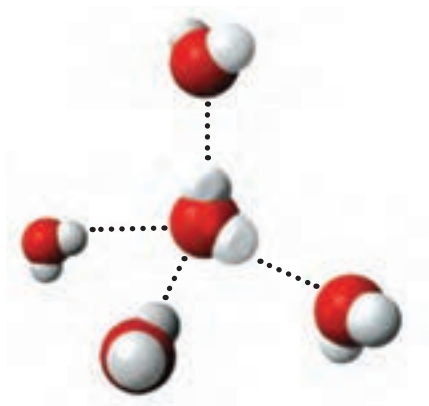
مطابق جدول، هر دو ماده مولکول‌های خمیده و قطبی دارند، اما آب با جرم مولی نزدیک

● به برهم‌کنش‌های میان مولکول‌های سازنده یک ماده، نیروهای بین مولکولی^۱ 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.

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 مولکول‌هایی 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 $0/97\text{D}$ 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).

● گشتاور دوقطبی (μ) مولکول‌ها را با یکای **دبای (D)** گزارش می‌کنند.



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، 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^۲ نامیده می‌شود. آیا تنها میان مولکول‌های H_2O پیوند هیدروژنی وجود دارد؟ یا اینکه مولکول‌های دیگر نیز می‌توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند؟

● به جز پیوندهای هیدروژنی، به نیروهای جاذبه بین مولکولی، **نیروهای وان دروالس^۳** می‌گویند.

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

ترکیب مولکولی	جرم مولی (gmol ⁻¹)	نقطه جوش (°C)	ترکیب مولکولی	جرم مولی (gmol ⁻¹)	نقطه جوش (°C)
HF	۲۰	۱۹	NH ₃	۱۷	-۳۳/۵
HCl	۳۶/۵	-۸۵	PH ₃	۳۴	-۸۷/۵
HBr	۸۱	-۶۷	AsH ₃	۷۸	-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 F و Cl، Br

هیدروژن به یکی از اتم‌های F و N، O با پیوند اشتراکی متصل است.

۲- اتانول و استون دو ترکیب آلی اکسیژن‌دار هستند که به‌عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه

به کار می‌روند. به کمک داده‌های جدول زیر پیش‌بینی کنید هریک از نقطه جوش‌های 56°C و 78°C مربوط به کدام ترکیب است؟ چرا؟

ترکیب آلی	فرمول شیمیایی	جرم مولی (gmol ⁻¹)
اتانول	C ₂ H ₅ OH	۴۶
استون	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3\text{CCH}_3 \end{array}$	۵۸

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 به‌صورت مجموعه‌های دوتایی، سه‌تایی و گاهی چندتایی با پیوندهای هیدروژنی به‌هم متصل‌اند.

آیا می‌دانید

ابوبکر محمدبن زکریای رازی (۳۰۹-۲۴۳ هجری شمسی) (۹۳۰-۸۶۴ میلادی) شیمی‌دان، ریاضی‌دان، فیلسوف، ستاره‌شناس و پزشک ایرانی است؛ 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 به‌صورت روزنامه دیواری در کلاس ارائه دهید.

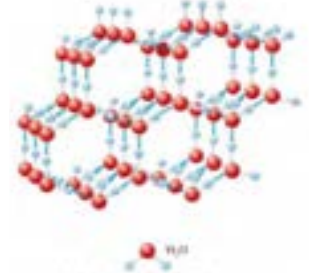


پیوندهای هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آب

آب را در سه حالت فیزیکی جامد (یخ)، مایع و بخار در نظر بگیرید (شکل ۱۸). مولکول‌های H₂O 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

آیا می دانید

ابرهارا می توان مخلوط بسیار رقیقی از بخار آب و آب مایع در نظر گرفت. آب موجود در ابرها به طور عمده به صورت ریزقطره هاست. برآورد می شود که حدود $15/000/000$ ریزقطره در شرایط مناسب می توانند یک قطره باران را بسازند؛ با این توصیف چگالی ابرها بسیار کم است و هواپیماها به آسانی از آنها گذر می کنند.



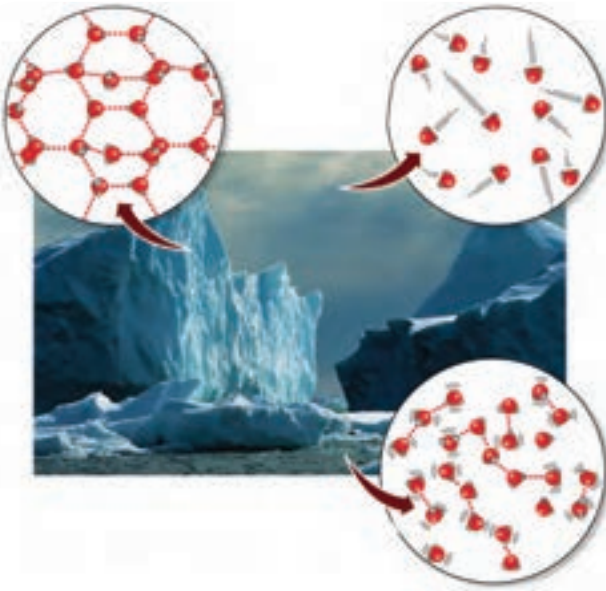
شکل ۱۹- حلقه های شش ضلعی مبنای شکل دانه های برف

آیا می دانید

• کندوی زنبور عسل از حلقه های شش ضلعی تشکیل شده است. به همین دلیل استحکام قابل ملاحظه ای دارد.



ثابتی 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 ۱۸).

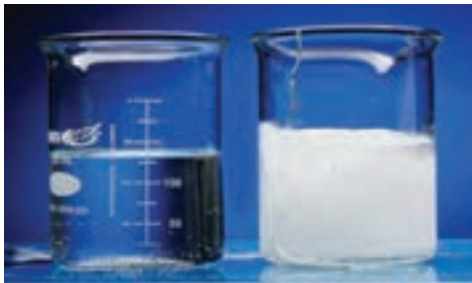


شکل ۱۸- حالت های فیزیکی آب

در ساختار یخ، آرایش مولکول های آب به گونه ای است که در آن، اتم های اکسیژن در رأس حلقه های شش ضلعی قرار دارند و شبکه ای مانند شانه عسل را به وجود می آورند. این شبکه با داشتن فضاهای خالی منظم، در سه بُعد گسترش یافته است. در واقع، یخ ساختاری باز دارد. شکل های زیبا و متنوع دانه های برف ناشی از وجود این حلقه های شش ضلعی است (شکل ۱۹).

خود را بیازمایید

با توجه به شکل های زیر به پرسش ها 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 دیواره یاخته ها در بافت کلم بر اثر یخ زدن تخریب می شوند؟

آب و دیگر حلال‌ها



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

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 افزون بر آب، حلال‌های دیگری نیز وجود دارند. جدول ۳، سه ترکیب آلی را نشان می‌دهد که به‌عنوان حلال به کار می‌روند.

جدول ۳- سه حلال آلی و برخی ویژگی‌های آنها

نام حلال	فرمول شیمیایی	μ (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}	≈ 0	حلال مواد ناقطبی 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^۲ می‌گویند. شکل ۲۰، دو نمونه از این محلول‌ها را نشان می‌دهد.



(ب) محلول یُد در هگزان



(آ) بنزین خودرو

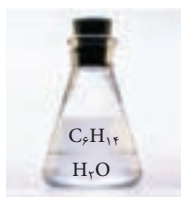
شکل ۲۰- دو نمونه محلول غیرآبی

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

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

ماده اصلی تشکیل دهنده بسیاری از خوراکی ها آب است. جدول زیر درصد آب در برخی خوراکی ها را نشان می دهد.

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

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 ۲۱).



شکل ۲۱- بخش عمده اغلب 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.

آیا می دانید

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

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

آ) انحلال استون در آب (ب) انحلال یُد در هگزان

پ) حل نشدن هگزان در آب

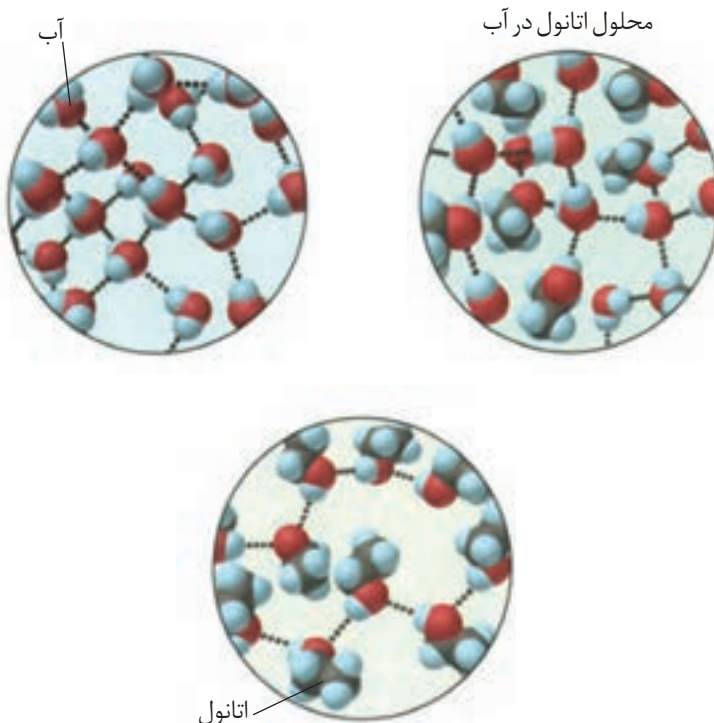
۲- آیا جمله «شبیه شبیه را حل می کند» درست است؟ توضیح دهید.

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

(میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شونده خالص) > (جاذبه‌های حل‌شونده با حلال 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.



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

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

نیروی جاذبه میان مولکول‌ها میانگین نیروی جاذبه میان مولکول‌های
در محلول اتانول در آب آب خالص و اتانول خالص

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

گشتاور دو قطبی (D)	ماده
> ۰	آب
> ۰	استون
= ۰	یُد
= ۰	هگزان

تفکیک یونی در فرایند انحلال

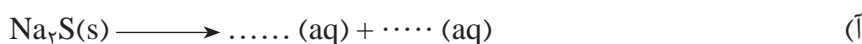
با انحلال مولکولی آشنا شدید. انحلالی که در آن مولکول‌های حل‌شونده، ماهیت خود را در محلول حفظ می‌کنند، گویی ساختار مولکول‌های حل‌شونده در محلول دچار تغییر نشده است. انحلال استون یا اتانول در آب و نیز انحلال یُد در هگزان از این نوع هستند. اما همه فرایندهای انحلال چنین نیستند، برای نمونه به فرایند انحلال سدیم کلرید در آب توجه کنید (شکل 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 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-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، ماده حل‌شونده ویژگی ساختاری خود را حفظ نکرده است و یون‌های سازنده شبکه بلور یونی، تفکیک و آبپوشیده شده‌اند. این فرایند، انحلال یونی به‌شمار می‌رود.



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

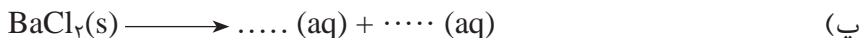
خود را بیازمایید

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



۱- Dipole - Ion Force

۲- Hydrated Ions



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

(آ)

میانگین قدرت پیوند یونی در MgSO_4 و BaSO_4 نیروی جاذبه یون -
پیوندهای هیدروژنی در آب دوقطبی در محلول

(ب)

میانگین پیوند یونی در BaSO_4 و MgSO_4 نیروی جاذبه یون -
پیوندهای هیدروژنی در آب 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؟ همه 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؟



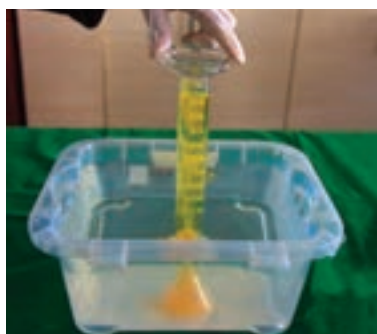
● اکسیژن کافی و محلول در آب برای ادامه زندگی ماهی‌ها ضروری است.

کاوش کنید

ابزار، وسایل و مواد شیمیایی مورد نیاز: ظرف پلاستیکی بزرگ، استوانه 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 دیواره 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 محتوی آب قرار دهید (استوانه مدرج را با دست خود نگهدارید).

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

آزمایش ۲

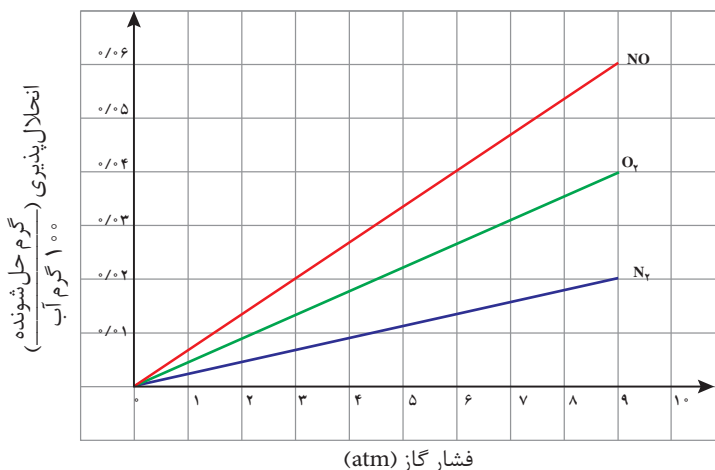
آزمایش ۱ را با آب گرم تکرار کنید. مشاهده های خود را یادداشت و سپس جدول را کامل کنید.

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

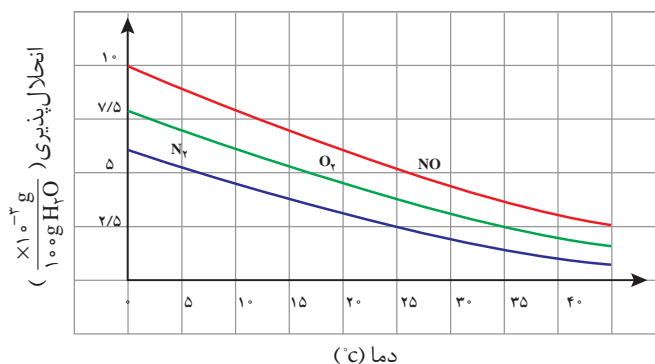
اکنون به پرسش های زیر پاسخ دهید:

- ۱- از واکنش قرص جوشان با آب چه گازی آزاد می شود؟
 - ۲- آیا میانگین حجم گاز آزاد شده در دو آزمایش یکسان است؟ چرا؟
 - ۳- حجم گاز جمع آوری شده در کدام آزمایش کمتر است؟
 - ۴- از مشاهده های خود چه نتیجه ای می گیرید؟ توضیح دهید.
 - ۵- چه رابطه ای بین دمای آب و میزان انحلال پذیری گاز وجود دارد؟
 - ۶- چرا در هوای گرم، ماهی ها به سطح آب می آیند؟
- درباره اینکه «مقدار نمک موجود در آب دریا روی انحلال پذیری گازها اثر دارد» کاوش کنید (در کاوش خود باید آزمایش، طراحی و اجرا کنید که از داده های آن بتوانید نتیجه درست و قابل اطمینان بگیرید).

۱- نمودار زیر انحلال پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی دهند در دمای 20°C نشان می دهد. با توجه به آن، به پرسش های 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**^۱ نام دارد. آن را در یک سطر توضیح دهید.
 پ) شیب نمودار برای کدام گاز تندتر 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.



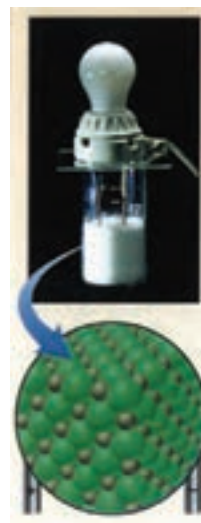
آ) این نمودار تأثیر چه عاملی را بر انحلال پذیری گازها نشان می دهد؟ توضیح دهید.
 ب) در چه دمایی انحلال پذیری اکسیژن برابر با $3/75$ میلی گرم در 100 گرم آب است؟
 پ) انحلال پذیری گاز نیتروژن با کاهش دما از 40°C به 20°C چه تغییری می کند؟
 ۳- با توجه به اینکه گشتاور دو قطبی CO_2 برخلاف NO صفر است:
 آ) پیش بینی کنید در دما و فشار معین، انحلال پذیری کدام گاز در آب بیشتر است؟ چرا؟

ب) آزمایش‌ها نشان می‌دهد که در فشار یک اتمسفر و در هر دمایی، انحلال‌پذیری گاز CO_2 بیشتر از NO است. چرا؟

رسانایی الکتریکی محلول‌ها

فلزها و گرافیت (مغز مداد) رسانای جریان برق هستند. از آنجا که رسانایی آنها به وسیلهٔ الکترون‌ها انجام می‌شود، به آنها **رسانای الکترونی**^۱ می‌گویند. نوع دیگری از رسانایی نیز وجود دارد که به وسیلهٔ یون‌ها انجام می‌شود و به آن **رسانای یونی**^۲ می‌گویند. این رسانایی 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 $\text{Na}^+(\text{aq})$ و $\text{Cl}^-(\text{aq})$ 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 $\text{Na}^+(\text{aq})$ به سوی قطب منفی و یون‌های $\text{Cl}^-(\text{aq})$ به سوی قطب مثبت پیش می‌روند. جابه‌جایی یون‌ها نشان دهندهٔ جابه‌جایی بارهای الکتریکی و در نتیجه، رسانایی الکتریکی محلول سدیم کلرید است. به موادی مانند $\text{NaCl}(\text{s})$ ، **الکترولیت**^۳ و به $\text{NaCl}(\text{aq})$ ، **محلول الکترولیت**^۴ می‌گویند. نکته جالب این است که همهٔ محلول‌های یونی رسانایی یکسانی ندارند (چرا؟).



با هم ببیندیشیم

با توجه به شکل‌های زیر، کدام محلول:



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



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



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

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

۱_ Electron Conductor

۲_ Ionic Conductor

۳_ Electrolyte

۴_ Electrolyte Solution

- (آ) رسانای خوب جریان برق است؟ چرا؟
 (ب) رسانای ضعیف جریان برق است؟
 (پ) رسانای جریان برق نیست؟
 (ت) این محلول‌ها را به عنوان الکترولیت قوی، ضعیف و غیرالکترولیت 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 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 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 الکترولیت‌های بدن است. از این رو نوشیدن چنین الکترولیت‌هایی کاهش این یون‌ها را جبران می‌کند (شکل ۲۳).

یکی از مهم‌ترین یون‌ها در الکترولیت‌های 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. در واقع، اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام‌های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود.



شکل ۲۳- تأمین الکترولیت‌های موردنیاز بدن

آیا می‌دانید

از دیگر یون‌های سازنده الکترولیت‌های بدن، Ca^{2+} و 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	Mg^{2+}	۵٪ آن در ساختارها وجود دارد
سازنده استخوان و انقباض ماهیچه‌ها	Ca^{2+}	۹۰٪ آن در استخوان‌ها به صورت کلسیم فسفات و کلسیم کربنات وجود دارد
شیره معده و تنظیم مایع‌های بدن	Cl^-	یون اصلی در مایع برون سلولی است

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.



آیا می دانید

ردپای آب در زندگی

آیا می دانید روزانه چند لیتر آب مصرف می کنید؟ آیا مصرف آب، تنها شامل میزان آبی است که می نوشید؟ هر فرد، روزانه در حدود ۳۵۰ لیتر آب مصرف می کند. این مقدار آب افزون بر نوشیدن، شامل پخت و پز، شستشو در آشپزخانه، نظافت، شستشوی لباس و 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 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 به دلیل جمعیت زیاد و در کشورهای توسعه یافته به دلیل حجم فعالیت های صنایع گوناگون، سنگین تر و بزرگ تر است.



شکل ۲۴- ردپای آب برای تولید برخی فراورده 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 هر فرد می توان میانگین

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.

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 مصرفی در کشاورزی، دامداری، نساجی، ساخت و ساز، خانه، مدرسه، دانشگاه و ... از آب های سطحی (رود، دریاچه و نهر آب شیرین) یا آب های زیرزمینی (چشمه، قنات و چاه عمیق) تهیه می شوند (شکل ۲۵).

● آب های گل آلودی که در جوی ها و نهرها جاری هستند از یک چشمه، قنات یا چاه آب به صورت زلال و شفاف بیرون می آیند.



شکل ۲۵- دریاچه، سد، رود منابع تأمین آب مورد نیاز ما هستند.

آب آشامیدنی را می توان از تصفیه آب رودها، دریاچه ها و چاه ها تهیه کرد. این ویژگی نشان می دهد 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 اقیانوس ها، منبع بسیار بزرگی برای تهیه آب به شمار می آیند، اما به اندازه ای شور هستند که باید قبل از مصرف، نمک زدایی و تصفیه شوند.

● هنگامی که میوه های خشک مانند مویز درون آب قرار می گیرند، مولکول های آب، خود به خود از محیط رقیق با گذر از روزنه های دیواره سلولی به محیط غلیظ می روند. در نتیجه، میوه آبدار و متورم می شود. گذرندگی (اسمز) نامی است که به این فرایند داده اند. در این فرایند، برخی نمک ها، ویتامین ها و ... از بافت میوه به آب راه می یابد.

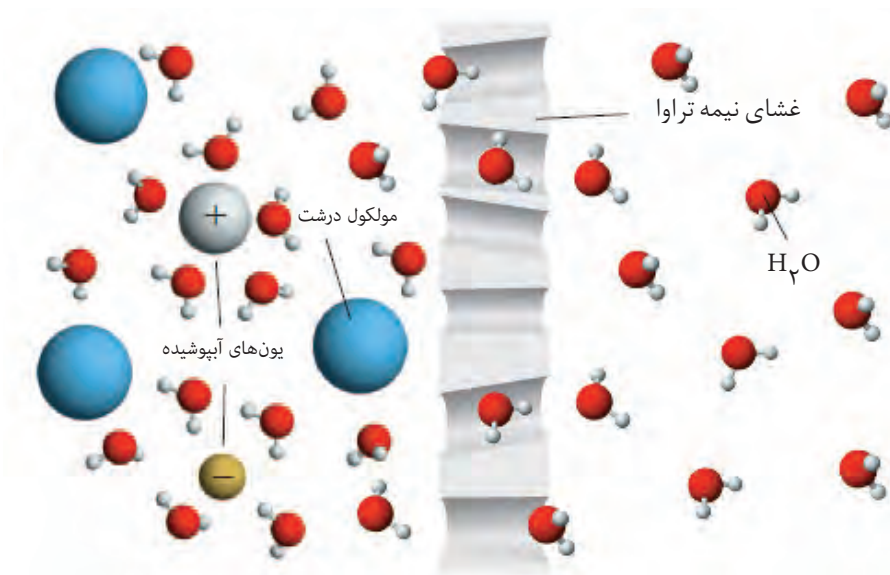
آیا می دانید

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 رخ می‌دهد؟



شکل ۲۶- نمونه‌هایی از پدیدهٔ اسمز در زندگی روزانه

دیوارهٔ یاخته‌ها در گیاهان روزنه‌هایی بسیار ریز دارد که ذره‌های سازندهٔ مواد می‌توانند از آن گذر کنند. به گونه‌ای که این روزنه‌ها فقط اجازهٔ 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 ۲۷).



شکل ۲۷- غشای نیمه تراوا و عبور انتخابی

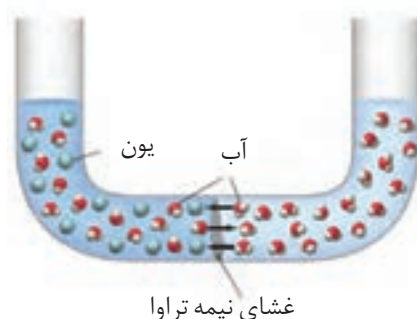
در بستر دریاها، چشمه‌هایی وجود دارند که آب آنها شیرین و آشامیدنی هستند. ملوانان و ناخدایان سنتی کشور ایران و کشورهای حاشیه خلیج فارس تا همین اواخر آب آشامیدنی مورد نیاز خود را در سفرهای دریایی از همین چشمه‌ها تأمین می‌کردند. برای این منظور یک غواص با مشک خالی به زیر دریا می‌رفت و مشک را از محل چشمه زیر دریا پر از آب می‌کرد و به بالا می‌آورد. دو هزار سال پیش، یک جغرافی‌دان رومی به نام استرابو دربارهٔ چشمه‌های آب شیرین موجود در دریای مدیترانه، در جایی که سوریه امروزی قرار دارد، مطالبی نوشته است. استفاده از آب‌های شیرین جهت کشتی‌ها و شهرها در بحرن نمونهٔ 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.

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 مینا 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.

۱- مطابق شکل زیر، حجم های برابری از آب دریا و آب مقطر به وسیله یک غشای نیمه تراوا از یکدیگر جدا شده اند.

آ) اگر از این غشا یون های سدیم و کلرید نتوانند بگذرند، با گذشت زمان چه رخ می دهد؟

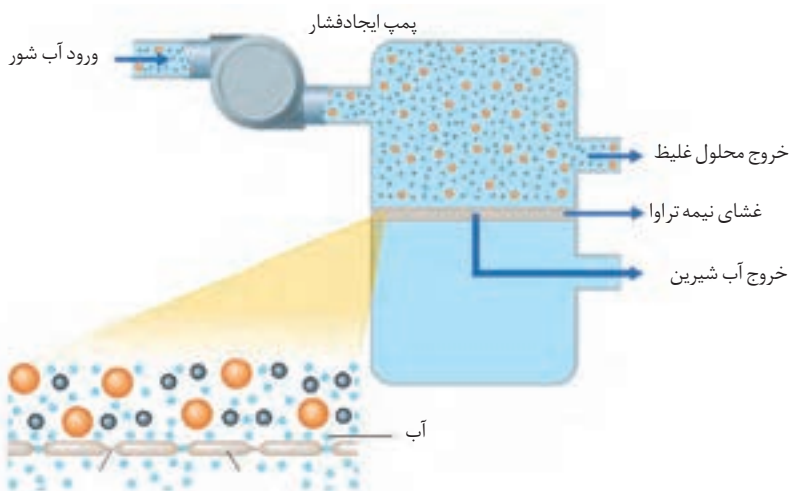


ب) آیا با این روش می توان آب دریا را نمک زدایی و آب شیرین تهیه کرد؟ چرا؟



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

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



آیا می دانید

برخی شرکت ها و فروشندگان دستگاه های تصفیه آب برای نشان دادن اینکه در آب شهری، چه میزان از یون های گوناگون وجود دارد، آزمایشی مانند شکل زیر انجام می دهند.



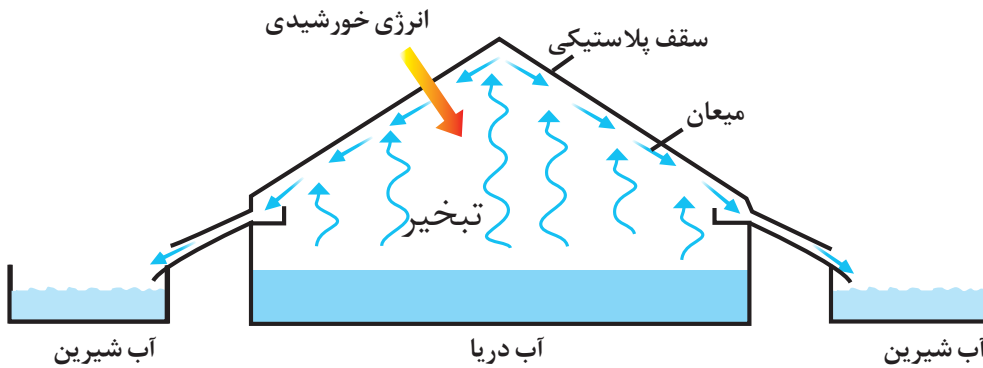
در این آزمایش با عبور جریان برق از درون آب آشامیدنی و انجام واکنش، برخی یون ها از تیغه های فلزی وارد آب شده و سبب تغییر رنگ آن می شوند. توجه کنید که این آزمایش، میزان یون های موجود در آب را به درستی نشان نمی دهد.

آیا می دانید

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 این رو 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.

خود را بیازمایید

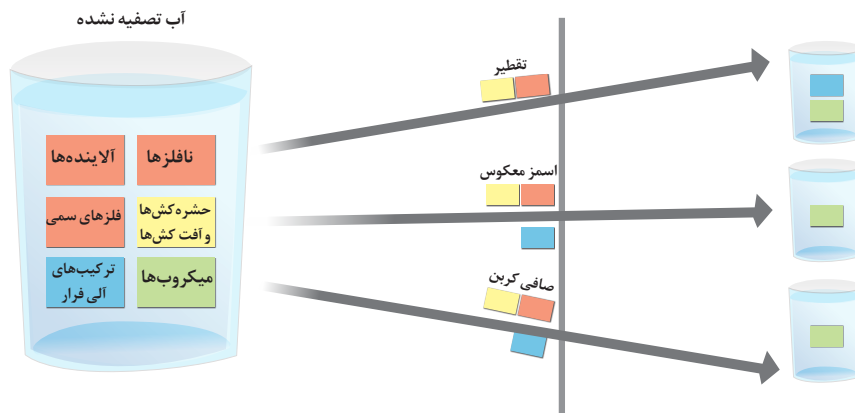
۱- شکل زیر روشی برای تهیه آب شیرین از آب دریا را نشان می‌دهد.



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.



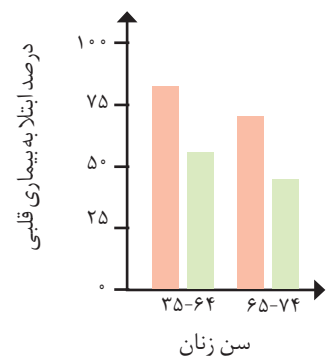
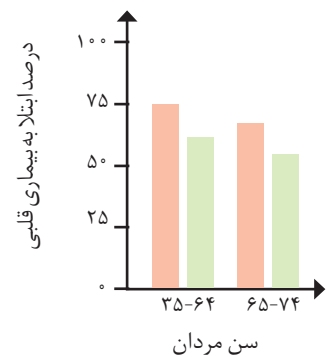
آ) با انجام تقطیر، کدام مواد موجود در آب از آن جدا می‌شوند؟ توضیح دهید.

ب) با عبور آب از صافی کربن، کدام آلاینده‌ها حذف می‌شوند؟

پ) با روش اسمز معکوس، کدام مواد را می‌توان از آب جدا کرد؟

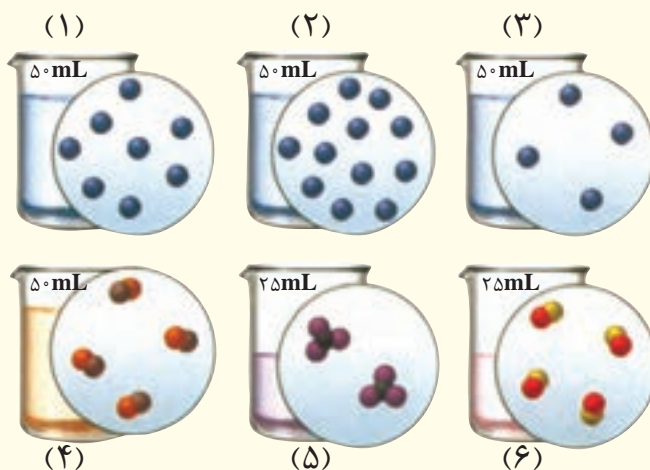
ت) آب به دست آمده از کدام روش‌ها، آلاینده کمتری دارد؟

ث) چرا آب تصفیه شده در این روش‌ها را باید پیش از مصرف کلر زنی کرد؟



■ آب دارای مقدار نامناسب از یون‌ها
■ آب دارای مقدار مناسب از یون‌ها

۱- اگر در محلول‌های آبی (۱) تا (۶) هر ذره حل شونده هم‌ارز با 2×10^{-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 2×10^{-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 ppm باشد. با انجام

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

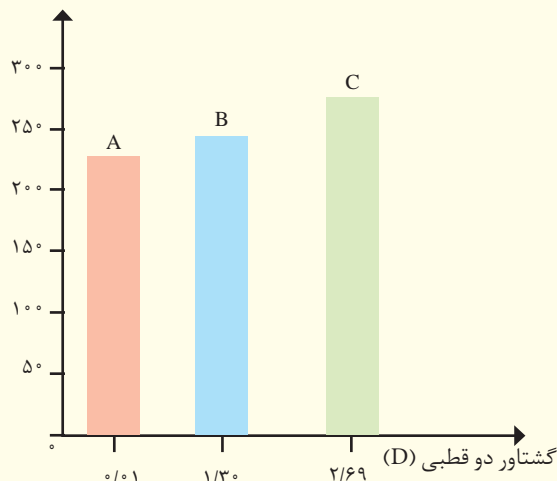
۳- برای ضدعفونی کردن آب یک استخر از محلول کلر 7% درصد جرمی استفاده می‌شود. اگر مقدار مجاز کلر موجود در

آب استخر 1 ppm باشد، چند گرم از این محلول برای ضدعفونی کردن 700 m^3 آب نیاز است؟ (جرم یک لیتر آب استخر را

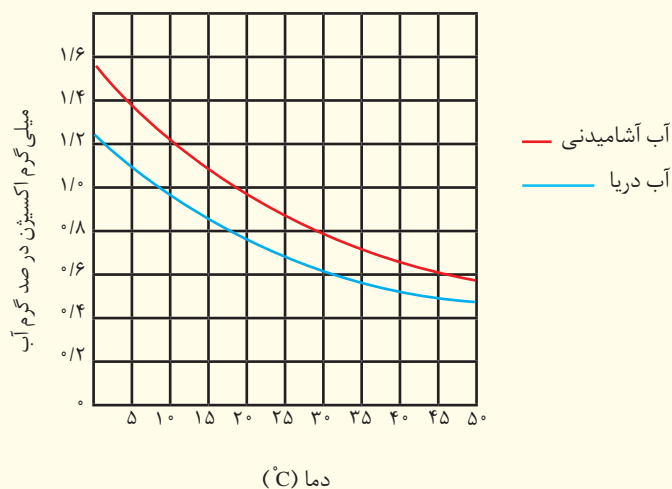
برابر با یک کیلوگرم در نظر بگیرید).

۴- با توجه به نمودار زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید. جرم مولی هر سه ماده 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؟
- پ) 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°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°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°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 4×10^{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).



۳۷	Anion	آنیون	یون‌هایی که بار الکتریکی منفی دارند.
۷۲	Greenhouse effect	اثر گلخانه‌ای	به جذب پرتوهای پرانرژی و باز تابش پرتوهای کم انرژی به وسیله مولکول‌های برخی گازهای موجود در هوا کره می‌گویند.
۸۵	Stoichiometry	استوکیومتری	دانش مطالعه روابط کمی در مواد و واکنش‌های شیمیایی است.
۶۱	Oxidation	اکسایش	به واکنش اکسیژن با مواد، اکسایش گفته می‌شود.
۶۷	Acidic Oxid	اکسید اسیدی	اکسید نافلز که در واکنش با آب، اسید تولید می‌کند.
۶۷	Basic Oxid	اکسید بازی	اکسید فلز که در واکنش با آب باز (قلیا) تولید می‌کند.
۱۲۵	Electrolyte	الکترولیت	ماده‌ای که در حالت مذاب یا محلول رسانای الکتریکی است.
۴	Electron	الکترون	ذره بنیادی با بار الکتریکی منفی که در فضای پیرامون هسته وجود دارد.
۳۳	Valance electrons	الکترون‌های ظرفیت	به الکترون‌های آخرین لایه الکترونی (دارای بزرگ‌ترین n) اتم می‌گویند.
۵	Isotope	ایزوتوپ (هم‌مکان)	اتم‌های یک عنصر که عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند.
۶۸	Acid rain	باران اسیدی	بارانی که با حل شدن گازهایی مانند گوگرد دی‌اکسید و اکسیدهای نیتروژن موجود در هوا کره خاصیت اسیدی پیدا می‌کند.
۶	Radio activity	پرتوزایی	به تبدیل خود به خود ایزوتوپ‌های ناپایدار به گونه‌های پایدارتر می‌گویند که با گسیل پرتوها یا ذره‌های پرانرژی همراه است.
۵	Proton	پروتون	یکی از ذره‌های بنیادی سازنده اتم که دارای بار الکتریکی مثبت است و درون هسته قرار دارد.
۴۱	Covalent bond	پیوند اشتراکی (کووالانسی)	نیروی جاذبه‌ای که به اشتراک گذاشته شدن دو یا چند الکترون میان اتم‌ها به وجود می‌آید.
۶۵	Double bond	پیوند دوگانه	پیوند اشتراکی (کووالانسی) است که در نتیجه به اشتراک گذاشته شدن دو جفت الکترون میان دو اتم، تشکیل می‌شود.
۶۵	Triple bond	پیوند سه‌گانه	پیوند اشتراکی (کووالانسی) است که در نتیجه به اشتراک گذاشته شدن سه جفت الکترون میان دو اتم، تشکیل می‌شود.
۱۱۵	Hydrogen bond	پیوند هیدروژنی	نوعی نیروی جاذبه بین مولکولی بسیار قوی است.
۳۸	Ionic bond	پیوند یونی	به نیروی جاذبه الکتروستاتیکی از میان یون‌ها با بار الکتریکی ناهم‌نام در شبکه بلوری می‌گویند.
۳۹	Compound	ترکیب	ماده‌ای که یون‌ها یا مولکول‌های سازنده آن از واکنش دو یا چند عنصر با نسبت مشخص تشکیل شده باشد.
۴۱	Molecular compound	ترکیب مولکولی	ترکیبی که از مولکول‌های جدا از هم تشکیل شده است.

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 development	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	Allotrope	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 وارسی
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، الکترون‌های 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 افزون 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 6.022×10^{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 پرانرژی و خطرناک فرابنفش خورشید محافظت می‌کند.	۷۳	Ozone layer	لایه اوزون
به مخلوط همگن دو یا چند ماده گفته می‌شود.	۱۰۰	Solution	محلول
محلولی دارای یون‌های آبپوشیده که رسانای جریان برق است.	۱۲۵	Electrolyte Solution	محلول الکترولیت
محلولی که مقدار حل‌شونده در آن بیشتر از انحلال پذیری حل‌شونده در یک دمای معین است.	۱۱۰	Supersaturated solution	محلول 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، فراورده‌ها 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)، فراورده(ها) و حالت فیزیکی آنها نوشته می‌شود.	۵۶	Symbol Equation	معادله نمادی
یک معادله که در آن نام واکنش‌دهنده(ها) و فراورده(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
نمادی یک یا دو حرفی که برای نمایش یک عنصر به کار می‌رود.	۱۰	Chemical symbol	نماد شیمیایی

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

- 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 ارسال نمایند.
دفتر تألیف کتاب های درسی عمومی و متوسطه نظری