

# آب

## آهنگ زندگی

«أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ» آیه ۶۸ ، سوره واقعه

آیا به آبی که می نوشید، اندیشیده اید؟

## مقدمه

عنوان این بخش نشان می دهد که موضوع مورد مطالعه آن آب کره است .  
آب کره : مجموع آب هایی هستند که در قسمت های مختلف کره زمین وجود دارند .

آب کره را مولکول های کوچک آب و مواد حل شده در آن تشکیل می دهد ،  
که اغلب به شکل یون هستند .

جرم کل آب های کره زمین حدود  $10^{18} \times 1/5$  تن است که بخش عمده ی آن  
ها در اقیانوس ها و دریاها توزیع شده اند .

این مقدار آب نزدیک به ۷۵ % سطح زمین را فرا گرفته است و باعث  
شده کره زمین در فضا ، به رنگ آبی دیده شود .



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

اگر کره زمین مسطح بود ، آب های کره زمین ، همه سطح زمین را تا ارتفاع ۲ متر می پوشاند .

## منابع آب در کره ی زمین

۱ - اقیانوس ها ۹۷/۲%

۲- منابع غیر اقیانوسی ۲/۸%

(آ) کوه های یخ ۲/۱۵%

(ب) آب های زیر زمینی

(پ) آب شیرین دریاچه ها

(ت) آب شور دریا ها و دریاچه ها

(ث) رطوبت خاک و بخار آب هوا

۰/۶۵% (بیشترین سهم مربوط به آب های زیر زمینی است)



## آب ، مایعی کم یاب در عین فراوانی

هر چند که آب فراوانی در کره زمین وجود دارد اما مقدار زیادی از آب های کره زمین یا شور و یا منجمد هستند . (.... درصد ) که از این مقدار آب به طور مستقیم نمی توان در مصارف خانگی ، در کشاورزی و در صنعت استفاده کرد .

بنابراین تنها بخش کمی از آب های زمین می تواند در موارد ذکر شده استفاده شود . (..... درصد )

به همین دلیل با وجود فراوانی منابع آب ، آب قابل استفاده کمیاب است . برای درک این موضوع توجه به آمار های زیر بدنیست :

- ۱- ۵۰ % مردم جهان از کم آبی رنج می برند .
- ۲- ۶۶ % مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب مواجه خواهند شد .
- ۳- کشور ایران با وجود داشتن یک ۱ % جمعیت جهان فقط ۰/۲۶ % آب شیرین جهان را در اختیار دارد .
- ۴- امروزه در جهان نزدیک به ۱،۲۰۰،۰۰۰،۰۰۰ نفر به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند .

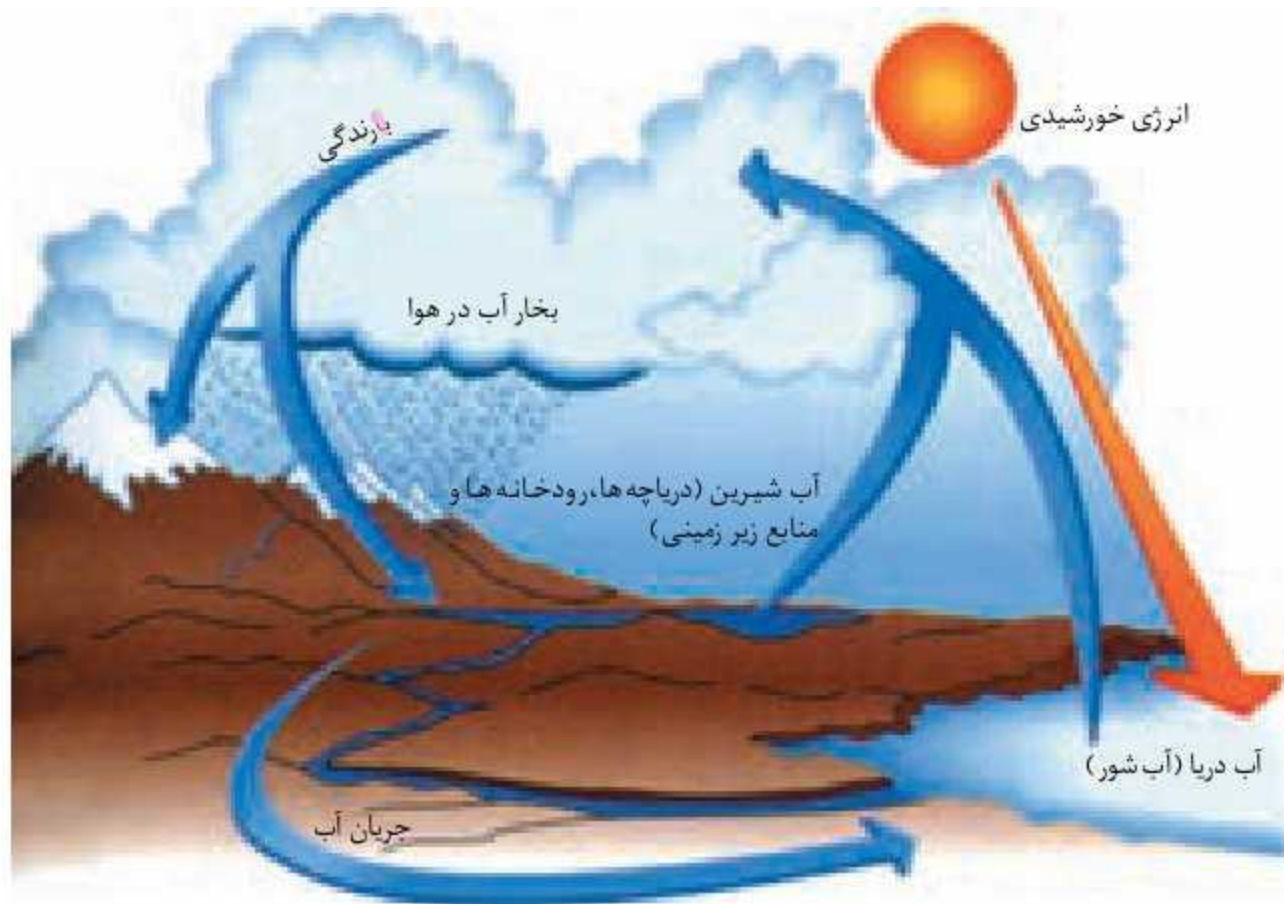
## چرخه آب

مقدار آب در منابع مختلف آن در کره زمین تقریباً در حد ثابتی باقی می ماند. زیرا آب دارای چرخه است.

تعریف چرخه آب :

به گردش آب در میان منابع مختلف آن که باعث می شود آب این منابع در حد ثابتی باقی بماند چرخه آب می گویند.

چرخه آب سالانه  $4/2 \times 10^{14}$  تن آب را در سرتاسر زمین جابجا می کند.



شکل ۴ چرخه ی آب در طبیعت



## بخش های مختلف کره زمین

کره ی زمین سامانه بسیار بزرگی است که از چهار بخش زیر تشکیل شده است :

- ۱- هواکره ( شامل مولکول های کوچکی مانند نیتروژن ، اکسیژن و... )
- ۲- آب کره ( شامل مولکول های کوچک آب و ، یون ها و... )
- ۳- سنگ کره ( شامل مواد جامدی مانند ماسه ها، نمک ها و ... )
- ۴- زیست کره ( شامل موجودات زنده که در واکنش های آن ها ، درشت مولکول ها نقش اساسی را دارند . )

## پویایی کره زمین از دیدگاه شیمیایی

کره زمین از دیدگاه شیمیایی پویا است و بخش های مختلف آن یعنی هواکره ، آب کره ، سنگ کره و زیست کره با یکدیگر برهم کنش های فیزیکی و شیمیایی دارند . به عنوان مثال به چند مورد زیر توجه کنید .

۱- سالانه حجم عظیمی آب از آب کره تبخیر شده و وارد هواکره می شود . سپس بخشی از آن به شکل برف ، باران و... ، برسنگ کره فرود آمده و در آن نفوذ می کند .

۲- جانداران آبی سالانه میلیارد ها تن کربن دی اکسید را وارد هواکره کرده و مقدار بسیار زیادی از اکسیژن حل شده در آب کره را مصرف می کنند .

۳- فعالیت های آتشفشانی باعث می شود گازهای گوناگون و مواد شیمیایی جامد به صورت گرد و غبار از سنگ کره وارد هواکره شوند .

۴- جانوران و گیاهان ( بخشی از زیست کره ) سالانه مقدار زیادی ترکیب های کربن دار را وارد بخش های دیگر کره زمین می کنند . همچنین لاشه آن ها پس از تجزیه شدن در اثر واکنش های شیمیایی به صورت مولکول های کوچک تر وارد آب کره ، هواکره و یا سنگ کره می شود .



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

شیمیایی دارند.

## همراهان ناپیدای آب

آب باران و برف در هوای پاک تقریباً خالص است .  
زیرا به هنگام تبخیر آب از سطح زمین و تشکیل برف و باران ، تقریباً همه مواد حل شده در آب ، جدا می شوند .  
اما هنگامی که آب برف و باران بر زمین فرو می ریزد در مسیر خود مواد شیمیایی گوناگونی از سنگ کره را در خود حل می کند .  
این آب ، سر انجام از چشمه ها ، قنات ها و رودخانه ها سر درمی آورد .  
بنابراین هر چند آب چشمه ، قنات و رودخانه زلال شفاف است ، اما خالص نیست . زیرا انواع یون ها و مولکول های فراوانی را به صورت حل شده در خود دارند .

کاوش کنید صفحه ۹۶ را انجام دهید . سپس واکنش های مربوط به هر آزمایش و نتیجه آن را به صورت جداگانه و خلاصه بنویسید .  
آزمایش ۱ :

آزمایش ۲ :

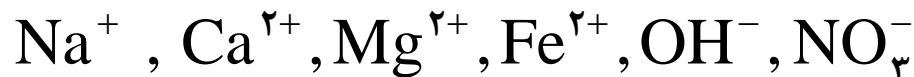
آزمایش ۳ :

آزمایش ۴ :

## آب آشامیدنی

آب آشامیدنی ، مخلوط زلال و همگنی است که دارای مقدار کمی از یون های گوناگون است.

✓ برخی از این ها به طور طبیعی در آب حل شده است. مانند :



✓ برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم ( تصفیه خانه ها ) به آب اضافه می شوند . مانند :

یون فلوئورید (  $\text{F}^-$  ) که به منظور حفظ سلامت دندان ها به آب اضافه می شود .

توجه : نوع و مقدار یون های موجود در آب آشامیدنی ، از محلی به محل دیگر تفاوت دارد . به همین دلیل مزه آب آشامیدنی جاهای مختلف با هم متفاوت است .

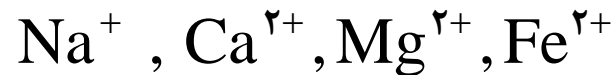


برخی یون های موجود در آشامیدنی  
نماد هر یون را بنویسید .



## یون تک اتمی و یون چند اتمی

یون تک اتمی ، یونی است که فقط از یک اتم تشکیل شده باشد . مانند:



یون چند اتمی ، یونی است که از اتصال دو یا چند اتم تشکیل شده باشد .  
مانند :

نماد یون	$\text{OH}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{NH}_4^+$	$\text{SO}_4^{2-}$
نام یون	هیدروکسید	نیترات	کربنات	آمونیم	سولفات

توجه : در یک یون چند اتمی :

(آ) اتم ها با پیوند کووالانسی با هم اتصال دارند .

(ب) بار الکتریکی به اتم خاصی تعلق ندارد ، بلکه متعلق به کل یون است .

تمرین : ساختار لوویس هر یک از یون های چند اتمی زیر را رسم کنید .







## فرمول نویسی و نام گذاری ترکیبات یونی چند تایی

ترکیب یونی چند تایی ، ترکیب یونی است که کاتیون آن یا آنیون آن و یا هر دو ، یون چند اتمی باشد .

طریقه فرمول نویسی و نامگذاری ترکیب های یونی چند تایی ، همانند ترکیب های یونی دوتایی است که در فصل یک یاد گرفتیم .

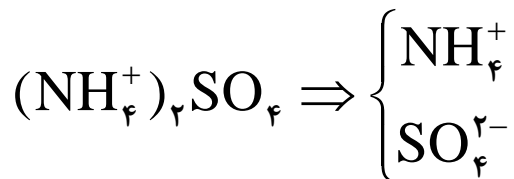
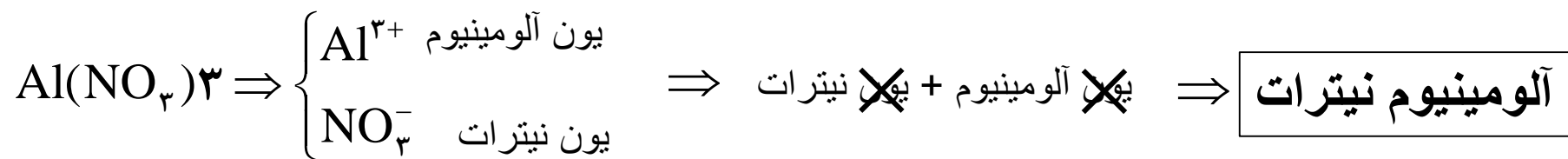
( در ترکیب های یونی دوتایی ، هم آنیون و هم کاتیون تک اتمی است . )  
اکنون به یاد آوری آن می پردازیم .

## طریقه نامگذاری ترکیب های چند تایی

برای نامگذاری این ترکیبات باید ابتدا کاتیون و آنیون ترکیب یونی را از روی فرمول شیمیایی آن شناسایی کرده آنگاه :

**ابتدا نام کاتیون + سپس نام آنیون**

را بیان می کنیم ، به این ترتیب نام ترکیب یونی بدست می آید .  
مثال :



## فرمول نویسی ترکیبات یونی چند تایی

برای نوشتن فرمول شیمیایی یک ترکیب یونی مراحل زیر را طی می کنیم :

(آ) نماد کاتیون را سمت چپ و نماد آنیون را سمت راست می نویسیم .

(ب) بار الکتریکی کاتیون را زیروند آنیون و بار الکتریکی آنیون را زیروند کاتیون قرار می دهیم .

(پ) اگر زیروند های بکاربرده شده قابل ساده کردن باشند ساده می کنیم و از نوشتن زیروند یک صرف نظر می کنیم .

**نکته مهم :**

توجه داشته باشید که یک ترکیب یونی همواره خنثی است . بنابراین در فرمول شیمیایی ترکیب یونی ، نسبت کاتیون به آنیون به گونه ای باشد که :

مجموع بار مثبت کاتیون ها با مجموع بار منفی آنیون ها برابر باشد .



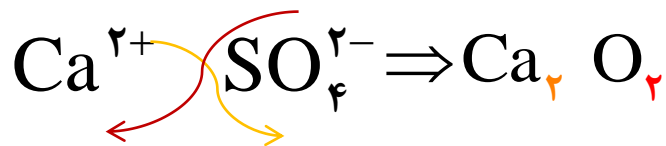
## مثال ۱:

فرمول شیمیایی کلسیم سولفات به شکل زیر نوشته می شود :

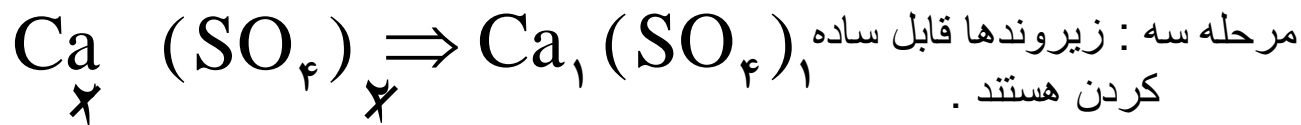
یون های سازنده این ترکیب ، یون کلسیم ( $\text{Ca}^{2+}$ ) و یون سولفات ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) است .



مرحله یک : نوشتن کاتیون سمت چپ و آنیون سمت راست



مرحله دو : بار کاتیون زیروند آنیون و بار آنیون زیروند کاتیون



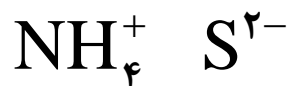
مرحله سه : زیروندها قابل ساده کردن هستند .  
واز نوشتن زیروند یک صرف نظر می شود .



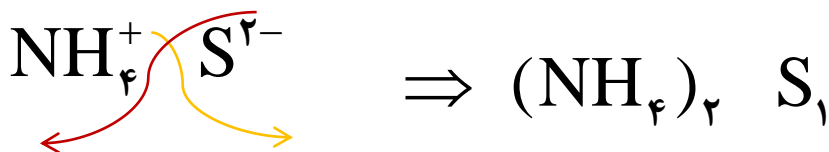
## مثال ۲:

فرمول شیمیایی آمونیوم سولفید را بنویسید.

مرحله یک : نوشتن کاتیون سمت  
چپ و آنیون سمت راست



مرحله دو : بار کاتیون زیروند آنیون  
و بار آنیون زیروند کاتیون



مرحله سه : زیروندها قابل ساده  
کردن نیستند .

واز نوشتن زیروند یک صرف نظر  
می شود .



تمرین : جدول زیر را کامل کنید :

نام ترکیب یونی	لیتیم هیدروکسید	آهن (II) نیترات	آمونیم کربنات	آلومینیوم سولفات	کلسیم نیترید
فرمول شیمیایی					

خود را بیازمایید صفحه ۹۹ را پاسخ دهید .

## محلول و مقدار حل شونده ها

**تعریف محلول :** به مخلوط همگن دو یا چند ماده گفته می شود که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است .  
مانند :

✓ هوای پاکی که تنفس می کنیم .

✓ گلاب ناب کاشان ( مخلوطی از چند ماده آلی در آب )

✓ سرم فیزیولوژی ( محلول نمک در آب )

✓ ضد یخ ( محلول اتیلن گلیکول در آب )

❖ در محلول هوا :

حالت فیزیکی در سرتاسر آن گازی و ترکیب شیمیایی مانند رنگ ، غلظت و... در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است .

## خود را بیازمایید

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



(ب) آب و هگزان



(آ) آب و یخ

## اجزای محلول

هر محلولی حداقل از دو جزء تشکیل شده است .

۱ - حلال : ماده ای است که حل شونده را در خود حل می کند و شمارمول های آن بیش تر است .

۲- حل شونده : ماده ای است که در حلال حل می شود و شمارمول های آن کم تر است .

مثال : هوا یک محلول است . در این محلول :

- ✓ حلال نیتروژن است زیرا شمار مول های آن از بقیه بیش تر است .
- ✓ حل شونده ها اکسیژن ، آرگون و ... هستند زیرا شمار مول های کم تری نسبت به نیتروژن دارند .

نکته مهم :

خواص محلول ها به سه مورد زیر بستگی دارد :

✓ خواص حلال

✓ خواص حل شونده

✓ مقدار حلال و حل شونده در محلول ( غلظت محلول )

بنابراین برای درک خواص ، رفتار و کاربرد یک محلول لازم است مقدار حل شونده در محلول ( غلظت محلول ) را بدانیم .

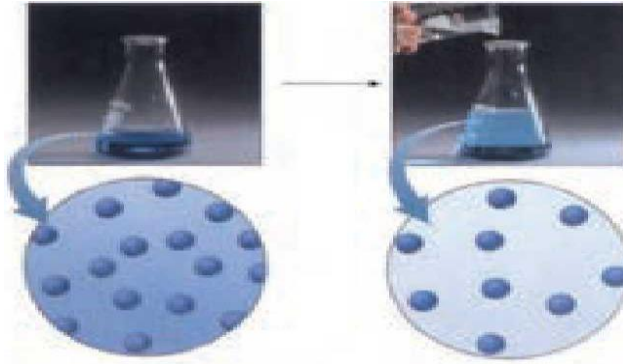


# غلظت محلول ها

و روش های بیان آن

## مفهوم غلظت

برای درک بهتر مفهوم غلظت به مثال ها و شکل های زیر توجه کنید .  
 (آ) محلول آبی مس (II) سولفات



غلظت

رقیق

(ب) چای شیرین



در محلول غلیظ ، شمار ذره های ماده  
 حل شونده در واحد حجم بیش تر است .

## تعریف غلظت

مقدار ماده حل شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول را **غلظت محلول** می نامند .

به عنوان مثال غلظت محلول چای شیرین را چنین می توان بیان کرد :

**یک قاشق شکر در یک لیوان چای شیرین** → غلظت کم تر

مقدار ماده  
حل شونده

مقدار معینی  
از محلول

**پنج قاشق شکر در یک لیوان چای شیرین** → غلظت بیش تر

مقدار ماده  
حل شونده

مقدار معینی  
از محلول

اما ! قاشق داریم تا قاشق ! و هم چنین لیوان داریم تا لیوان !

بنابراین برای بیان غلظت محلول ها به روش های بهتری نیاز است . که در ادامه به چند مورد اشاره خواهیم کرد .

برای بیان غلظت محلول ها ، روش های مختلفی وجود دارد ، که برخی از آن ها عبارتند از :

۱. درصد جرمی (w/w)

۲. قسمت در میلیون (ppm)

۳. درصد حجمی (V/V)

۴. غلظت معمولی (C)

۵. غلظت مولار (M)

۶. غلظت مولال (m)

در کتاب شیمی دهم با سه روش در صد جرمی ، قسمت در میلیون و غلظت مولار آشنا می شویم .

## قسمت در میلیون (ppm)

بیان واحد های جرم ماده حل شونده در ۱۰۰۰۰۰۰ واحد جرم از محلول را ، درصد جرمی محلول می نامند .

از ppm برای بیان غلظت محلول های خیلی رقیق، استفاده می شود . مانند کاتیون ها و آنیون های آب معدنی ، آب آشامیدنی ، آب دریا ، بدن جانداران و بافت های گیاهی و همچنین آلاینده های هوا و ...

در جدول زیر مقدار برخی عناصرها در آب دریا با واحد ppm بیان شده است.

$K^+(aq)$	$Ca^{2+}(aq)$	$Na^+(aq)$	$Cl^-(aq)$	یون
۳۸۰	۴۰۰	۱۰۶۰۰	۱۹۰۰۰	غلظت (ppm)

غلظت یون کلسیم در آب دریا ppm ۴۰۰ است . یعنی :

« در هر یک میلیون گرم آب دریا ، ۴۰۰ گرم یون کلسیم حل شده وجود دارد . »

- قسمت در میلیون (ppm) از رابطه زیر بدست می آید :

$$\text{قسمت در میلیون} = \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 1000000$$

توجه : در این رابطه باید در صورت و مخرج از یک نوع یکای جرم استفاده شود . ( میلی گرم ، گرم یا کیلو گرم )

تمرین ۱: غلظت یون پتاسیم در آب دریا ppm ۳۸۰ است .  
( آ ) مفهوم این عدد را توضیح دهید .

ب ( در یک تن آب دریا چند گرم یون پتاسیم وجود دارد ؟

تمرین ۲: در یک کیلوگرم آب دریا ، ۱۳۵۰ میلی گرم یون منیزیم وجود دارد . غلظت این یون در آب دریا چند قسمت در میلیون (ppm) است ؟



تمرین ۳: در یک نمونه آب آشامیدنی به جرم ۲۰۰ گرم ، ۰/۰۵ میلی گرم یون فلورید وجود دارد . غلظت یون  $F^-$  در این نمونه چند ppm است ؟

سوال :

بر اساس اعلام سازمان بهداشت جهانی ، مقدار مجاز یون فلورید در چه محدوده ای باید باشد . چرا ؟

تمرین : ( کنکور تجربی ۹۲ )

اگر ۵۰۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید با چگالی  $1/01 \text{ g.mL}^{-1}$  با  $0/076$  گرم آهن (II) سولفات واکنش کامل دهد ، غلظت محلول سدیم هیدروکسید ، برابر چند ppm است ؟ (  $\text{H} = 1$  ،  $\text{O} = 16$  ،  $\text{Na} = 23$  ،  $\text{S} = 32$  ،  $\text{Fe} = 56$  :  $\text{g.mol}^{-1}$  )

(۱) ۶۸/۴

(۲) ۷۹/۲

(۳) ۸۵/۶

(۴) ۸۹/۳

تمرین : (کنکور ریاضی ۹۲)

با ۴ میلی گرم سدیم هیدروکسید ، به تقریب چند گرم محلول ۵۰ ppm آن را می توان تهیه کرد و این محلول با چند مول سدیم هیدروژن سولفات واکنش می دهد ؟

(  $\text{g.mol}^{-1}$  :  $\text{Na} = ۲۳$  ،  $\text{O} = ۱۶$  و  $\text{H} = ۱$  )

(۱)  $۱۰^{-۳}$  ، ۵۰

(۲)  $۱۰^{-۴}$  ، ۵۰

(۳)  $۱۰^{-۳}$  ، ۸۰

(۴)  $۱۰^{-۴}$  ، ۸۰

تمرین : ( کنکور تجربی ۹۳ )

برای تهیه ۲۰۰ mL محلول با غلظت ۱۰ ppm از یون های کلرید ، به تقریب چند گرم کلسیم کلرید با خلوص ۷۸ درصد لازم است ؟ ( چگالی محلول برابر  $1 \text{ g.mL}^{-1}$  است . )

(  $\text{Ca} = 40, \text{Cl} = 35.5 : \text{g.mol}^{-1}$  )

(۱)  $8 \times 10^{-3}$

(۲)  $4 \times 10^{-3}$

(۳)  $2 \times 10^{-3}$

(۴)  $1 \times 10^{-3}$

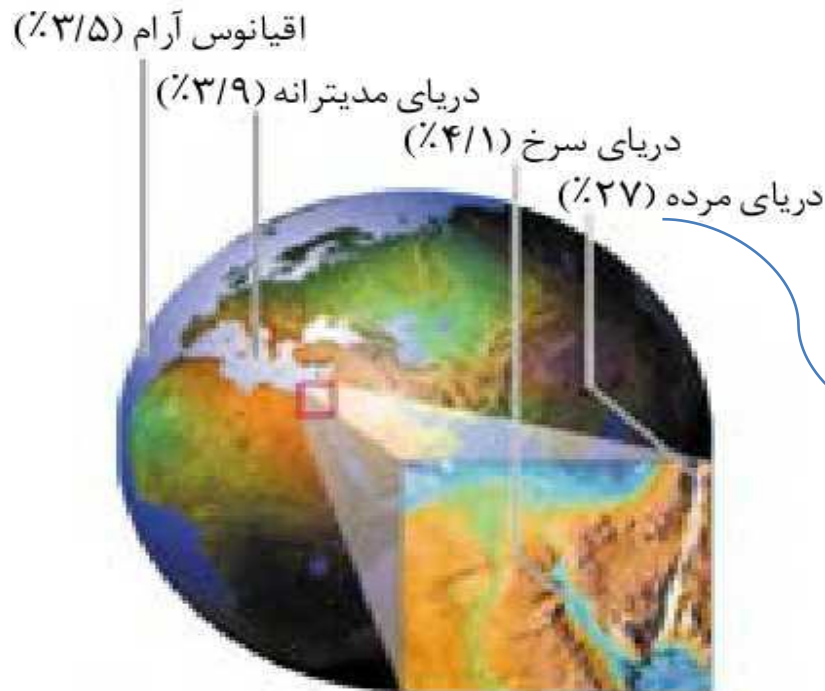
با هم بیندیشیم صفحه ۱۰۳ را پاسخ دهید .

## درصد جرمی (w/w)

بیان واحد های جرم ماده حل شونده در ۱۰۰ واحد جرم از محلول را ،  
درصد جرمی محلول می نامند .

درصد جرمی را می توان قسمت در صد در نظر گرفت. ( همانند قسمت در  
میلیون )

مثال : درصد جرمی نمک ها  
در دریاهای گوناگون



یعنی در هر ۱۰۰ گرم از آب بحرالमित  
(دریای مرده) ۲۷ گرم نمک حل شده  
وجود دارد .

در صد جرمی از رابطه زیر بدست می آید :

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

توجه : در این رابطه باید در صورت و مخرج از یک نوع یکای جرم ، استفاده شود . ( میلی گرم ، گرم یا کیلو گرم )

رابطه میان درصدجرمی و ppm :

$$\text{ppm} = \% w / w \times 10000$$



تمرین ۱:

غلظت محلولی از سدیم نیترات ، ۵٪ است .  
(آ) مفهوم این عدد چیست ؟

(ب) در ۴۰g از این محلول چند گرم سدیم نیترات وجود دارد ؟

تمرین ۲:

- ۱۰ گرم سدیم هیدروکسید به طور کامل در ۴۰ گرم آب حل شده است .
- (آ) درصد جرمی NaOH را در این محلول حساب کنید .
- (ب) مفهوم عددی را که بدست آورده اید توضیح دهید .

خود را بیازمایید صفحه ۱۰۴ را پاسخ دهید .

## غلظت مولی ( مولار )

غلظت مولی یا ملاریته ، تعداد مول های ماده ی حل شونده ی در یک لیتر محلول را بیان می کند . و یکای آن مول بر لیتر است .

مثال :

غلظت محلولی از سدیم هیدروکسید ، ۲ مولار (  $2 \text{ mol.L}^{-1}$  ) است . یعنی در هر یک لیتر از محلول فوق ، ۲ مول ماده ی حل شونده ( سدیم هیدروکسید ) وجود دارد . غلظت مولی یا ملاریته از رابطه ی زیر بدست می آید .

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول های ماده ی حل شونده}}{\text{حجم محلول بر حسب لیتر}}$$

$$\text{یا } M = \frac{n}{V}$$

## چرا غلظت مولی ؟

هر چند که درصد جرمی برای بیان غلظت بسیاری از محلول ها در صنعت ، پزشکی ، داروسازی ، کشاورزی و زندگی روزمره استفاده می شود . اما در آزمایشگاه شیمی و برای محلول های مایع روش مناسبی نیست .  
زیرا :

۱ - اندازه گیری حجم یک مایع در آزمایشگاه ، آسان تر از اندازه گیری جرم آن است . ( چرا ؟ )

۲ - شیمی دان ها ، معمولاً مقدار ماده را برحسب مول بیان می کنند و ومبنای محاسبات کمی در شیمی مول است .

از این رو به نظر می رسد که غلظت مولی در شیمی روش مناسب تری نسبت به درصد جرمی باشد .

مثال ۱ : غلظت محلولی از پتاسیم یدید  $0/5$  مول بر لیتر (مولار) است .  
(آ) مفهوم این عدد چیست ؟

(ب) برای تهیه  $500 \text{ mL}$  از این محلول ، به چند مول حل شونده نیاز است ؟

مثال ۲ : در  $1/6$  L محلول سدیم سولفات  $14$  g از این ماده حل شده است .  
غلظت مولار این محلول را حساب کنید .

مثال ۳-

در ۷۵ mL محلول سدیم ۰/۲۲ مولار لیتیم کلرید چند گرم LiCl حل شده است ؟



تمرین ۱: (نهایی - شهریور ۹۲)

در ۵۰ mL محلول  $0.06 \text{ mol.L}^{-1}$  نقره نیترات ( $\text{AgNO}_3$ ) چند گرم نقره نیترات حل شده است؟ (۱ نمره)





تمرین ۲ :

سوال مربوط به شکل را

پاسخ دهید .

● دستگاه اندازه گیری قند خون (گلوکومتر). این دستگاه میلی گرم های گلوکز را در دسی لیتر (dl) از خون نشان می دهد. غلظت مولی گلوکز در این نمونه از خون چند مولار است؟

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

**توجه :** هنگام بیماری ، توازن غلظت برخی گونه ها در خون به هم می ریزد. بنابراین یکی از ضروری ترین کار ها در مراکز درمانی انجام آزمایش های مربوط به تعیین غلظت گونه های موجود در خون و دیگر محلول های بدن است .

## روش های جداسازی

برای جداسازی مخلوط ها روش های متعددی وجود دارد . در این بخش به دوروش اشاره شده است .

(آ) تقطیر

(ب) تبلور

(پ) اسمز معکوس ( در انتهای بخش با آن آشنا می شویم . )

## تقطیر

به فرآیند تبخیر و میعان پیاپی که باعث جداسازی یک ماده از اجزای دیگر مخلوط می شود ، تقطیر می گویند .

این روش معمولاً برای جدا کردن اجزای یک مخلوط مایع به کار می رود و اساس آن تفاوت دمای جوش اجزای سازنده ی مخلوط است .

انواع تقطیر :

**آ ) تقطیر معمولی :** در این تنها یکی از اجزای مخلوطی از بقیه اجزاء جدا می شود .

مانند تهیه آب مقطر از آب آشامیدنی

**ب ) تقطیر جزء به جزء :** در روش چندین جزء یک مخلوط مایع به صورت جداگانه از هم جدا و ذخیره می شوند .

مانند جداسازی اجزای هوای مایع از یکدیگر

## روش تبلور

جداسازی برخی اجزای یک مخلوط مایع به شکل جامد بلوری از بقیه اجزای آن را ، تبلور می گویند .

مانند تولید نبات از محلول غلیظ ( فراسیرشده ) شکر و آب و یا جداسازی نمک های محلول در آب دریا از آن

در تبلور باید محلول به حال فوق اشباع باشد. در چنین محلولهایی بلورها تشکیل و ته نشین می شوند. این بلورها ابتدا به صورت نطفه های متحرک می باشند، علت تحرک آنها حرکات قبلی یونها و مولکولهای سازنده آنها است. در محلولها رشد بلورها از طریق اتصال منظم یونها ، اتمها و مولکولهای معلق در محلول به نطفه های بلور صورت می گیرد.

## نقش اقیانوس ها و دریا ها در تأمین منابع شیمیایی

اقیانوس ها و دریا ها به دو طریق می توانند در تأمین منابع شیمیایی مورد نیاز مؤثر باشند .

(آ) کلوخه های کف اقیانوسها و دریاها مقدار قابل توجهی از مواد شیمیایی گوناگون را در خود دارند که می توان آن ها را استخراج و استفاده کرد .

( این کلوخه ها دارای ۲۴% منگنز ، ۱۴% آهن و مقدار کم تری مس ، کبالت و نیکل هستند . )

(ب) مواد شیمیایی زیادی به صورت حل شده در آب ها وجود دارند

(  $10^{18} \times 5$  تن ) که می توان آن ها را به روش تبلور جدا کرده و از آن ها استفاده کرد . مانند :

(آ) تهیه سدیم کلرید از آب دریا

(ب) تهیه فلز منیزیم از آب دریا

## سدیم کلرید ( نمک طعام )

سدیم کلرید در زندگی روزمره و صنایع گوناگون کاربرد های فراوانی دارد .  
مانند :

✓ تهیه گاز کلر ، فلز سدیم ، سود سوزآور و گاز هیدروژن

✓ ذوب کردن یخ در جاده ها

✓ فرآوری گوشت ، تهیه کنسرو تن ، تهیه خمیر کاغذ ، پارچه ، رنگ ،  
پلاستیک و صنعت نفت

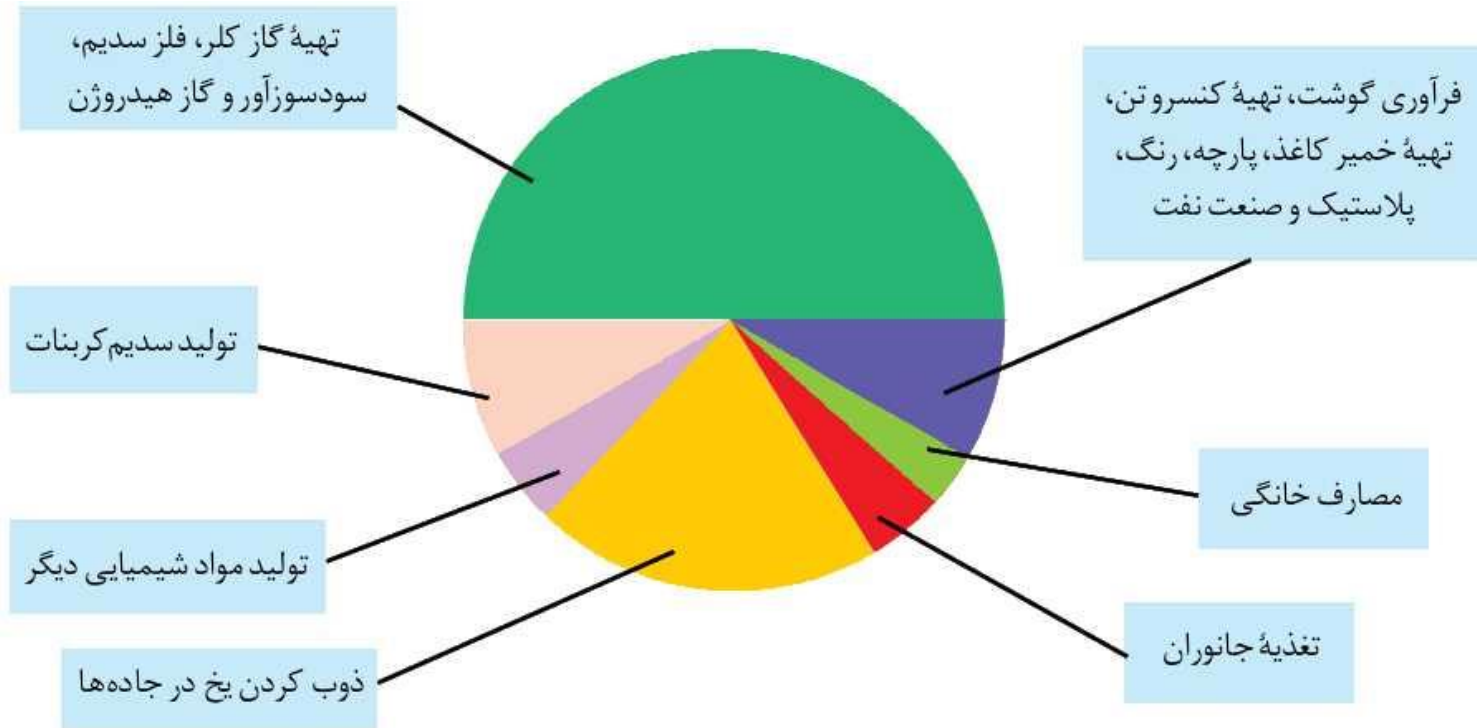
✓ تولید سدیم کربنات

✓ مصرف دام

✓ مصرف خوراکی

✓ تولید مواد شیمیایی دیگر





نمودار ۱- کاربردهای NaCl

سالانه ۱۵۰ میلیون تن نمک خوراکی در جهان مصرف می شود . این نمک از آب دریا و یا معادن نمک تهیه می شود . یکی از مهم ترین منابع نمک طعام صحرایی در بولیوی است که سالانه ۲۵۰۰۰ تن نمک از آن استخراج می شود .

## فلز منیزیم

فلز منیزیم ماده ارزشمندی است که در تهیه آلیاژها ، شربت معده و .. کاربرد دارد .

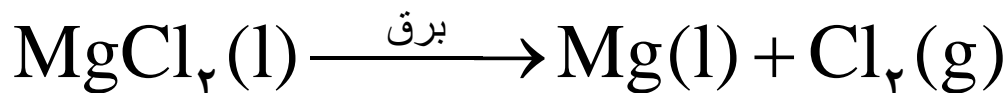
یکی از منابع مهم این فلز آب دریا است . این فلز در آب دریا به شکل یون منیزیم آبپوشیده ( $Mg^{2+}$ ) است .

منیزیم طی سه مرحله زیر از آب دریا استخراج می شود :

۱- یون منیزیم را به صورت ماده جامد و نا محلول منیزیم هیدروکسید ( $Mg(OH)_2$ ) رسوب می دهند .

۲- با انجام واکنش منیزیم هیدروکسید را به منیزیم کلرید ( $MgCl_2$ ) تبدیل می کنند .

۳- از منیزیم کلرید به حالت مذاب جریان برق را عبور می دهند ، به این ترتیب فلز منیزیم بدست می آید .



آیا نمک ها به یک اندازه در آب در آب حل می شوند ؟

مقدمه :

بیماری مانند سنگ کلیه به میزان حل شدن نمک ها در آب بستگی دارد .  
 حدود ۳٪ جمعیت کشورمان به این بیماری مبتلا هستند .  
 عوامل ایجاد این بیماری تشکیل سنگ کلیه عبارتند از :

- ✓ زمینه ژن شناختی
- ✓ تغذیه نامناسب
- ✓ کم تحرکی
- ✓ مصرف بیش از حد نمک
- ✓ کم نوشیدن آب
- ✓ مصرف پروتئین حیوانی و لبنیات
- ✓ اختلالات هورمونی

برای درک ارتباط میان بیماری سنگ کلیه و میزان حل شدن نمک ها در آب ، مفهوم انحلال پذیری را بررسی می کنیم.

انحلال پذیری ( قابلیت حل شدن ) مواد :

بیشترین مقدار ماده ای که در یک دمای معین ، در ۱۰۰ گرم حلال حل می شود ، انحلال پذیری آن ماده می گویند .

در این تعریف واژه « بیشترین » نشان دهنده ی ایجاد محلول سیر شده است .

( محلول سیر شده محلولی است که نمی تواند حل شونده بیشتری را در خود حل کند .

به عنوان مثال :

در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  در ۱۰۰ گرم آب حداکثر ۲۰۵ گرم شکر حل می شود . بنابر این انحلال پذیری شکر در این دما ۲۰۵ گرم در ۱۰۰ گرم آب است . و آن را چنین می نویسند :

$$20^{\circ}\text{C} \text{ دمای شکر در } = 205 \frac{\text{g}}{100\text{gH}_2\text{O}} \text{ انحلال پذیری شکر}$$

سوال : در این محلول ، کدام حلال است ؟ (شکر یا آب) . چرا؟

تمرین ۱ :

۶۵۰ گرم شکر را در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد درون ۳۰۰ گرم آب می ریزیم.

(آ) محلول حاصل سیر شده است یا سیر نشده؟ چرا؟

(ب) چند گرم محلول بدست می آید؟

ت چند گرم رسوب ته ظرف باقی می ماند؟

تمرین ۲ :

انحلال پذیری سدیم کلرید در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد ،  $\frac{36 \text{ g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}$  است .

(آ) مفهوم این عبارت چیست ؟

(ب) ۲۷۲ گرم محلول سیر شده نمک طعام در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد ، چند گرم نمک حل شده دارد ؟

جدول ۱- انحلال پذیری برخی مواد در آب (۲۵°C)

نام حل شونده	فرمول شیمیایی	انحلال پذیری ( گرم حل شونده / ۱۰۰g H <sub>2</sub> O )
شکر	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	۲۰۵
سدیم نیترات	NaNO <sub>3</sub>	۹۲
سدیم کلرید	NaCl	۳۶
کلسیم سولفات	CaSO <sub>4</sub>	۰/۲۳
کلسیم فسفات	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	۵×۱۰ <sup>-۴</sup>
نقره کلرید	AgCl	۲/۱×۱۰ <sup>-۴</sup>
باریم سولفات	BaSO <sub>4</sub>	۱/۹×۱۰ <sup>-۴</sup>

تقسیم بندی مواد را بر اساس انحلال پذیری در آب

(۱) مواد محلول در آب

انحلال پذیری بیش تر از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب

(۲) مواد کم محلول در آب

انحلال پذیری کمتر از ۱ گرم و بیشتر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب

(۳) مواد نامحلول در آب

انحلال پذیری کمتر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب





تمرین ۱ : مواد موجود در جدول اسلاید قبل جزء کدام دسته از مواد ( محلول ، کم محلول یا نامحلول ) قرار می گیرند ؟

تمرین ۲ : آیا مواد نامحلول در آب ، به طور کامل در آب حل نمی شوند ؟ با یک مثال توضیح دهید .

## عوامل مؤثر بر انحلال پذیری

۱ - ...

۲ - ...

۲ - ...

۴ - ...

خود را بیازمایید صفحه ۱۰۹ را پاسخ دهید .

## بیماری نقرس



نوعی بیماری است که باعث درد شدید در مفاصل ها به خصوص در مفاصل انگشتان دست و پا می شود .

علت ایجاد بیماری :

هنگامی که مقدار نمک سدیم لورات در پلاسمای خون ( خوناب ) از انحلال پذیری آن در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد بیش تر می شود ، این نمک به شکل بلور های تیز و سوزنی شکل در مفاصل ها رسوب می کند و باعث درد شدید آن ها می شود .

کاوش کنید صفحه ۱۰۸ را انجام دهید . سپس نتیجه آن را به طور خلاصه یاد داشت کنید .

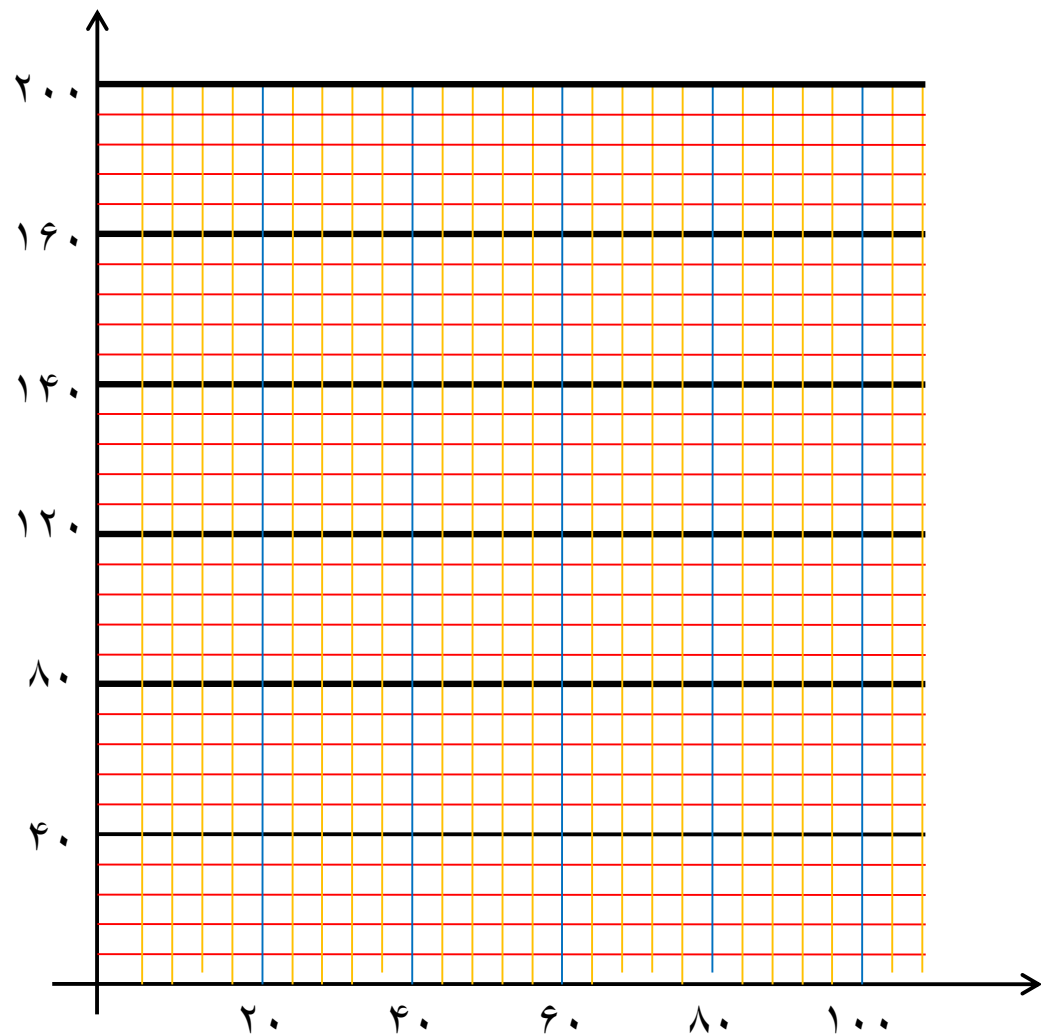
## نمودار « انحلال پذیری - دما »

یکی از عوامل مؤثر بر انحلال پذیری مواد در آب، دما است . اگر ارتباط میان انحلال پذیری یک ماده با دما را، بر روی یک نمودار نشان دهیم ، نمودار « انحلال پذیری - دما » برای آن ماده به دست می آید .

برای رسم نمودار « انحلال پذیری - دما » برای یک ماده ، ابتدا لازم است با انجام آزمایش ، انحلال پذیری آن ماده را در چند دمای مختلف بدست آوریم . سپس با کمک اطلاعات بدست آمده ، نمودار « انحلال پذیری - دما » را برای آن ماده رسم کنیم .  
به مثال توجه کنید .

مثال : با استفاده از داده های جدول زیر که به طور تجربی بدست آمده است ، منحنی انحلال پذیری پتاسیم نیترات را رسم کنید.

۹۰	۸۰	۶۰	۴۰	۳۰	۲۰	۱۰	۰	دما (°C)
۱۸۵	۱۵۰	۹۵	۵۵	۳۸	۲۵	۱۸	۱۲	انحلال پذیری $\left(\frac{g}{100gH_2O}\right)$





انواع محلول از نظر مقدار ماده ی حل شونده

(۱) **محلول سیر نشده** : محلولی است که هنوز می تواند حل شونده ی بیشتری را در خود حل کند .

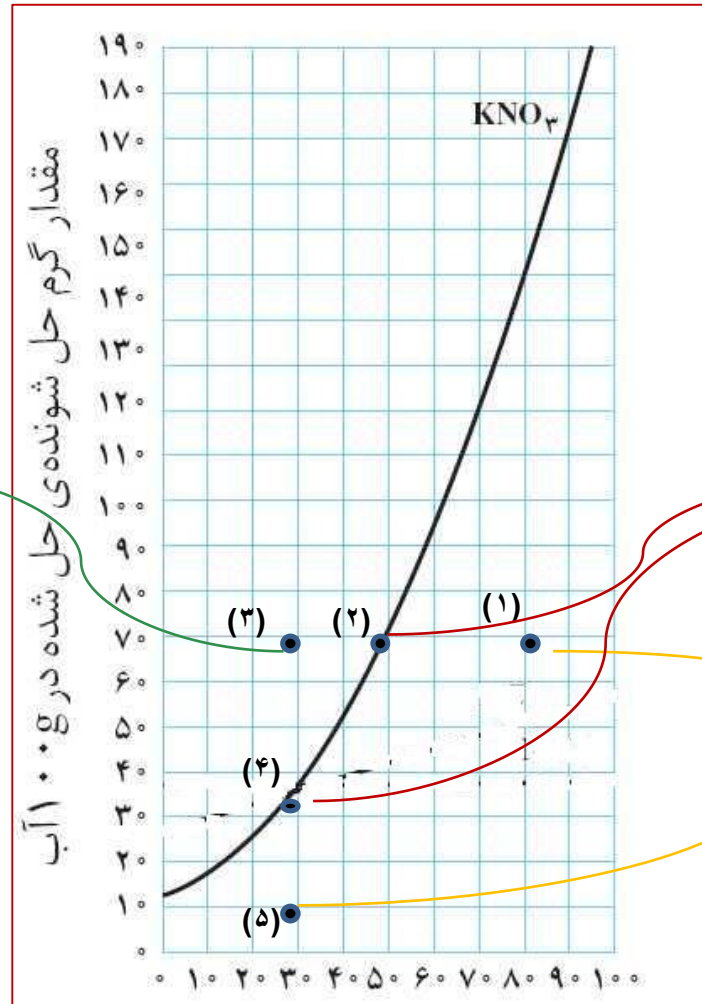
هر نقطه زیر منحنی یک محلول سیر نشده را نشان می دهد ..

(۲) **محلول سیر شده** : محلولی است که دیگر نمی تواند حل شونده ی بیشتری را در خود حل کند .

هر نقطه روی منحنی یک محلول سیر شده را نشان می دهد .

(۳) **محلول فرا سیر شده** : محلولی است که بیش از اندازه ماده حل شونده را در خود حل کرده است .

هر نقطه بالای منحنی یک محلول فرا سیر شده را نشان می دهد .

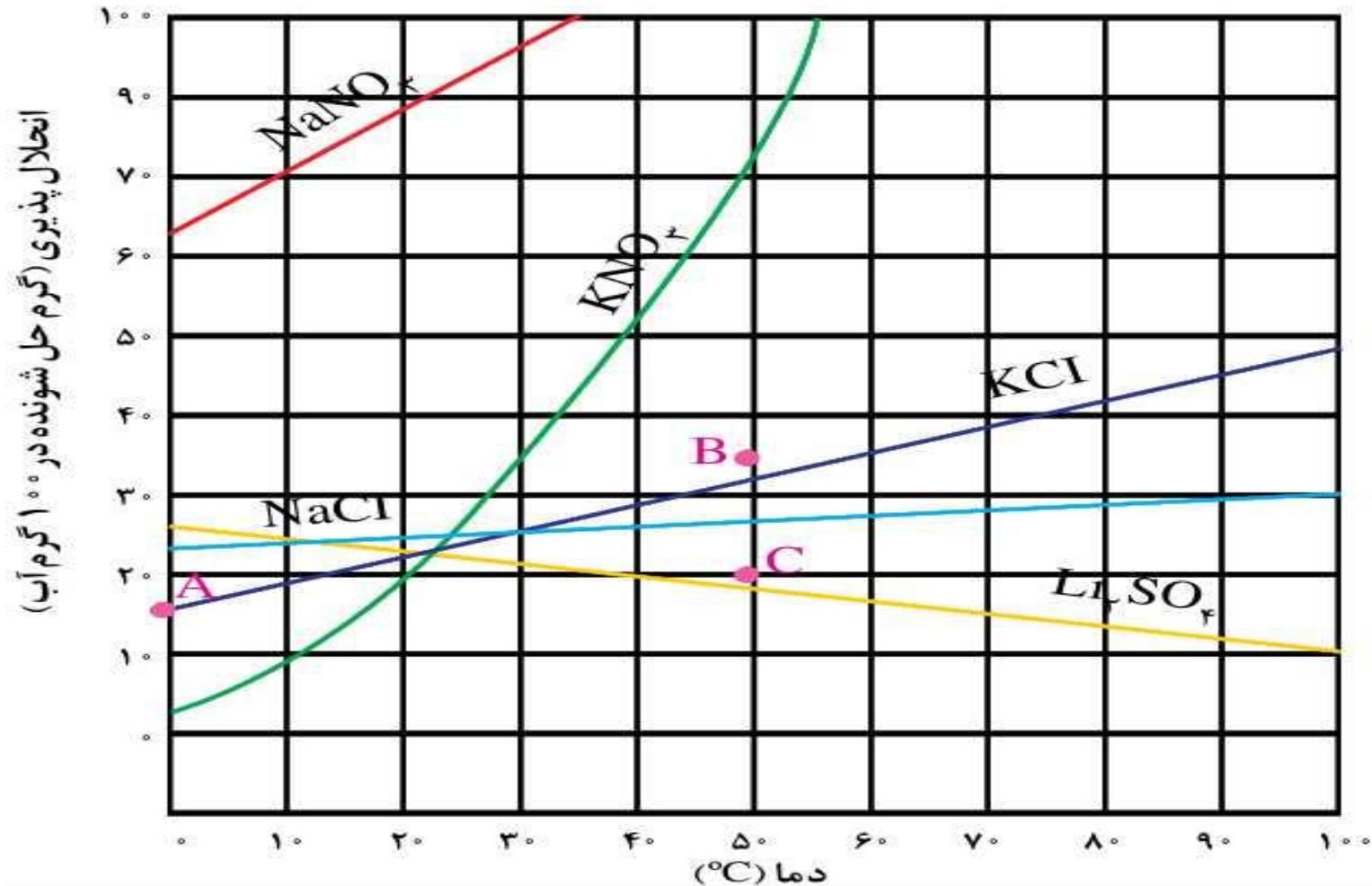


محلول فرا سیر شده ←

محلول سیر شده →

محلول سیر نشده →

شکل زیر ، نمودار « انحلال پذیری - دما » را برای چند نمک نشان می دهد .



## 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 سیرشده لیتیم سولفات را از دمای  $2^{\circ}\text{C}$  تا دمای  $7^{\circ}\text{C}$  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.



## پیوند با ریاضی صفحه ۱۱۰

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  $70^{\circ}\text{C}$  پیش بینی کنید.

۲- با توجه به جدول زیر، معادله ای 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؟





**سوال :**

در برخی نقاط جهان چشمه های آب گرم برای رسیدن به سطح زمین از میان سنگ های آهکی عبور می کنند . آب این چشمه ها پس از رسیدن به سطح زمین و سرد شدن چشم انداز های زیبایی از رسوب ها را بر جای می گذارند . علت ایجاد این رسوبات چیست ؟



تمرین : (کنکور تجربی ۹۳)

محلولی از  $\text{CaSO}_4$  در ۵۰۰ گرم آب در دمای معین ، دارای یک گرم یون کلسیم است .  
چند گرم دیگر  $\text{CaSO}_4(s)$  در آن حل می شود ؟ ( انحلال پذیری  $\text{CaSO}_4$  در این شرایط  
برابر  $1/0.2$  گرم در ۱۰۰ گرم آب است . )  
( $\text{Ca} = 40, \text{CaSO}_4 = 136 : \text{g.mol}^{-1}$ )

(۱) صفر

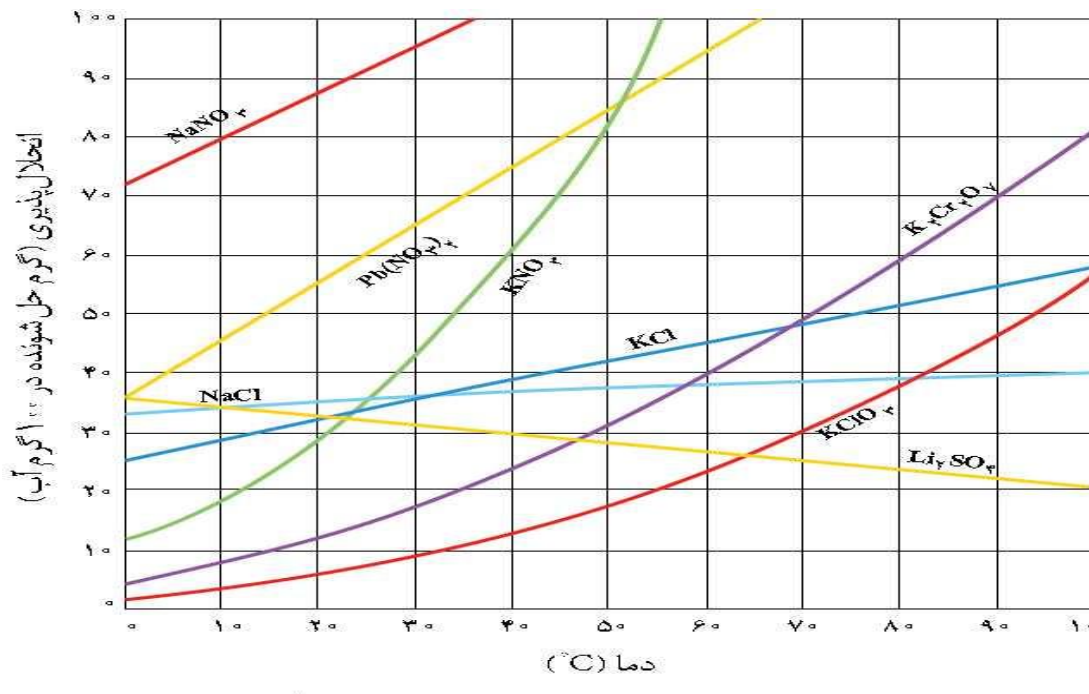
(۲)  $1/5$

(۳)  $1/7$

(۴)  $4/1$

تمرین : ( کنکور تجربی ۹۳ )

در چهار ظرف دارای  $300\text{ g}$  آب در دمای  $20^\circ\text{C}$ ، به ترتیب از راست به چپ ،  $100\text{ g}$  از ترکیب های سرب (II) نیترات (A) ، پتاسیم کلرات (B) ، پتاسیم نیترات (C) و پتاسیم دی کرومات (D) اضافه و پس از هم زدن ، محلول از مواد جامد باقی مانده جدا سازی شده است . ترتیب چگالی محلول های به دست آمده ، کدام است ؟ (از تغییر حجم حلال چشم پوشی شود.)



(۱)  $A > B > C > D$

(۲)  $B > A > C > D$

(۳)  $B > D > C > A$

(۴)  $A > C > D > B$

تمرین : ( کنکور ریاضی ۹۳ )

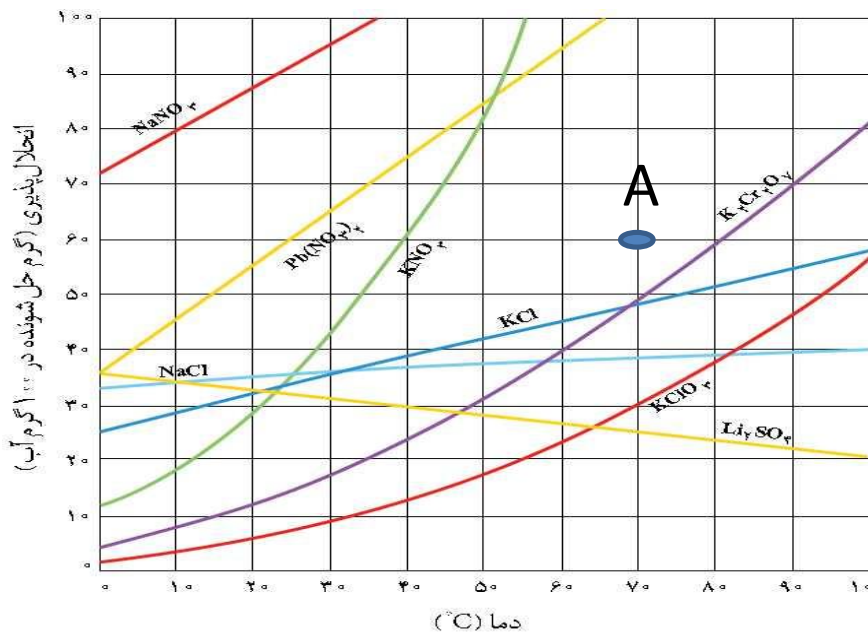
اگر با توجه به شکل زیر ، محلولی با مشخصات A از چهار ترکیب داده شده در گزینه ها ، در چهار ظرف جداگانه ، هر یک دارای ۱۰۰g آب ، در دمای  $۷۰^{\circ}\text{C}$  تهیه شود و سپس دمای محلول تا  $۲۰^{\circ}\text{C}$  کاهش داده شود ، در ظرف محتوی کدام ماده کم ترین مقدار رسوب تشکیل می شود و وزن رسوب تشکیل شده ، به تقریب چند گرم است ؟

(۱) پتاسیم کلرید ، ۲۸

(۲) سدیم نیترات ، صفر

(۳) پتاسیم دی کرومات ، ۴۸

(۴) سرب (II) نیترات ، ۵





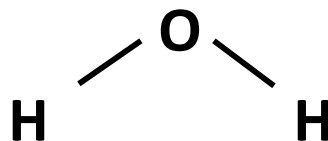
## برخی ویژگی های باور نکردنی آب

- (۱) آب تنها ماده ای است که به هر سه حالت جامد ، مایع و گاز ( بخار ) در طبیعت یافت می شود .
  - حالت های مختلف آب و تبدیل آن ها به یکدیگر زندگی را بر روی کره زمین ممکن و دلپذیر ساخته است .
  - (۲) حلال بسیار خوبی است و اغلب مواد را می تواند در خود حل کند .
  - (۳) به هنگام منجمد شدن ( یخ زدن ) به طور غیر عادی افزایش حجم دارد .
  - (۴) نقطه جوش آب به طور غیر عادی بالاست .
- برای توجیه این ویژگی ها لازم است ساختار مولکولی آب را بررسی کنیم .

## ساختار خمیده ی مولکول آب

وجود ساختار خمیده (V شکل) برای مولکول آب باعث شده است که مولکول آب قطبی باشد .

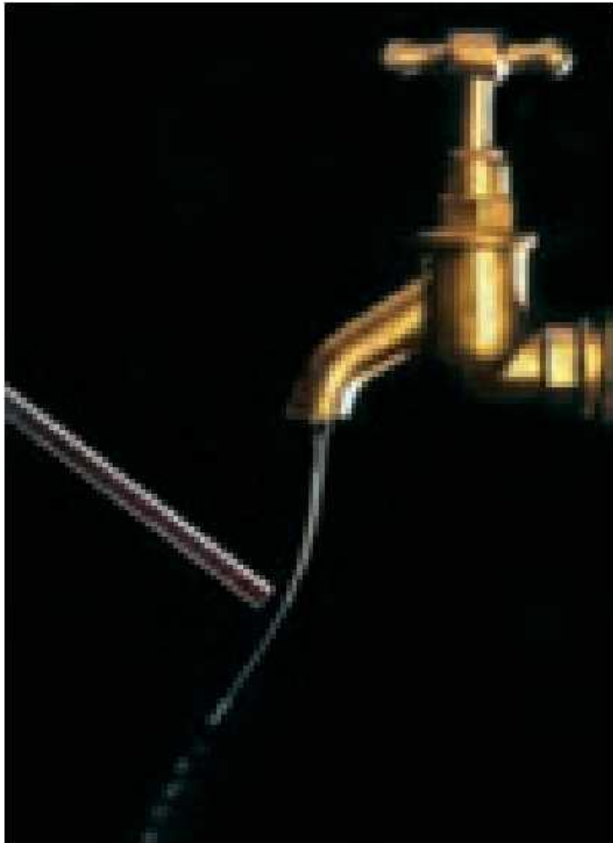
در این ساختار هر اتم هیدروژن با یک پیوند کووالانسی ( اشتراکی ) یگانه به اتم مرکزی یعنی اکسیژن متصل است .



ساختار خمیده

## یک آزمایش :

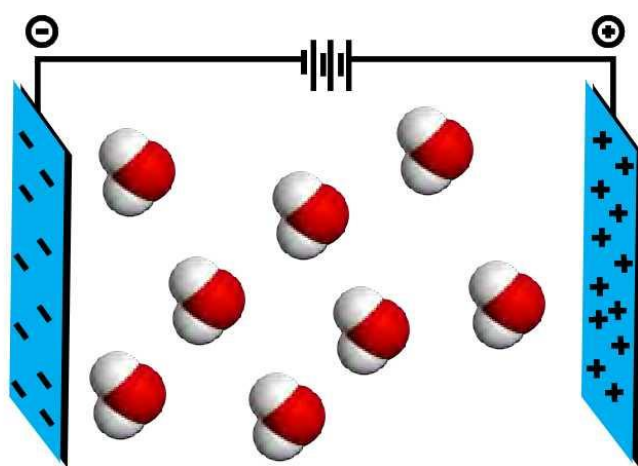
اگر یک میله یا شانه شیشه ای را با موی خشک سر ( یا یک پارچه پشمی) مالش دهیم دارای بار منفی می شود . حال اگر این میله منفی را به باریکه ای از آب نزدیک کنیم ، باریکه آب به سمت میله جذب شده و از مسیر مستقیم خود منحرف می شود .  
چرا ؟





## جهت گیری مولکول های آب در میدان الکتریکی

اگر دو صفحه فلزی را به شکل مناسب ، به یک منبع انرژی با برق مستقیم وصل کنیم ، بین دو صفحه یک میدان الکتریکی ایجاد می شود . حال چنانچه مولکول های یک ماده در این میدان قرار گیرد دو حالت پیش می آید :



شکل ۱۵- جهت گیری مولکول های آب در میدان الکتریکی

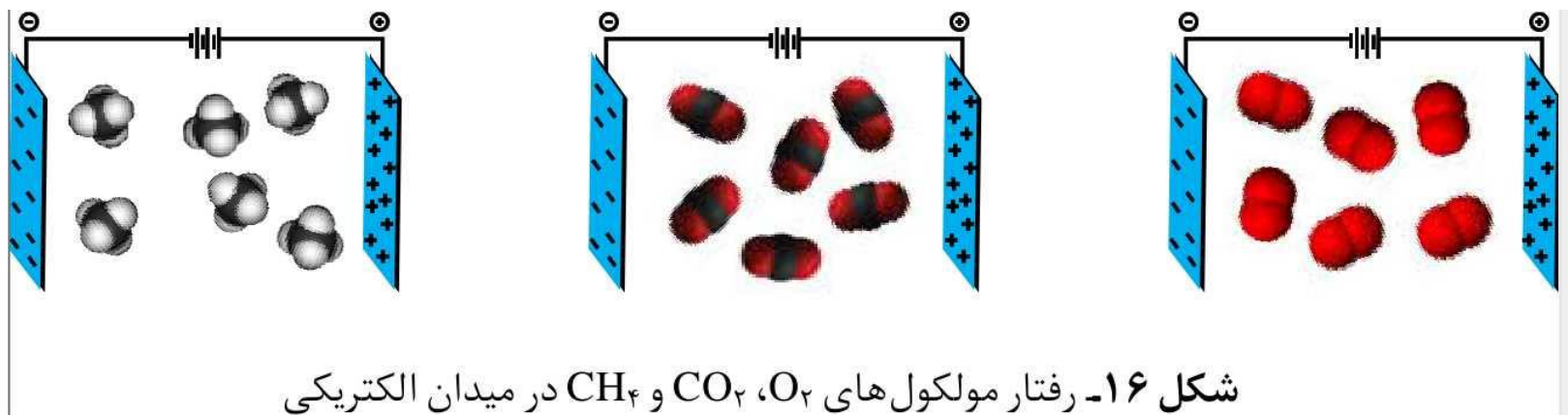
۱) مولکول هایی که در میدان الکتریکی عکس العمل نشان داده و جهت گیری می کنند .

در این صورت مولکول ها دارای یک سر مثبت و یک سر منفی هستند .

چنین مولکول هایی را قطبی یا دو قطبی می گویند . مانند مولکول آب

آ) مولکول هایی که در میدان الکتریکی هیچ عکس العملی نشان نمی دهند .

در این صورت مولکول ها سر مثبت و منفی ندارند و ناقطبی هستند .  
مانند مولکول های کربن دی اکسید ، متان و اکسیژن



## گشتاور دوقطبی (μ)

گشتاور دوقطبی مخصوص مولکول های دوقطبی است که اثر و میزان چرخاندگی مولکول دوقطبی را نشان می دهد . این خاصیت مولکول ها با یکای دبای (D) گزارش می شود .

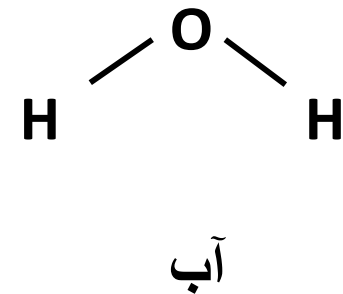
« هر چه مولکولی قطبی تر باشد ، میزان گشتاور دوقطبی آن بیش تر است . »

مثال :

ماده	اکسیژن	کربن دی اکسید	متان	آب	هیدروژن سولفید
فرمول شیمیایی	$O_2$	$CO_2$	$CH_4$	$H_2O$	$H_2S$
مقدار گشتاور دوقطبی	۰	۰	۰	۱/۸۵	۰/۹۷

## مولکول دوقطبی آب

در مولکول آب ، اکسیژن سر منفی مولکول را تشکیل میدهد و هیدروژن ها سر مثبت مولکول را تشکیل می دهند .



**نکته مهم :**

قطبیت یک مولکول ، به نوع اتم های سازنده و ساختار مولکول بستگی دارد.

به عنوان مثال ساختار خمیده مولکول آب باعث قطبی بودن آن می شود .  
چرا ؟

## چگونگی تشخیص قطبی بودن مولکول

برای این بتوانید قطبی بودن یک مولکول را به طور حرفه ای تشخیص دهید ، لازم است مفاهیمی هم چون الکترونگاتیوی ، آرایش لوییس ، نظریه VSEPR ، شکل هندسی مولکول و ... را بدانید .

اما نکات زیر می تواند تا حدی ما را در تشخیص قطبی بودن یا نبودن مولکول کمک کند .

۱- مولکول های دو اتمی جور هسته ناقطبی و مولکول های دو اتمی ناجور هسته قطبی هستند . ( جور هسته یعنی دو اتم تشکیل دهنده مولکول یکسان باشند ) .

مثال:

۲ - در مولکول های چند اتمی ، معمولاً اگر اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی داشته باشد قطبی است .

( اگر نداشته باشد شاید قطبی باشد شاید نباشد ! )

مثال :

۳- اگر در یک مولکول چند اتمی، اتم مرکزی جفت الکترون ناپیوندی نداشته باشد. در این صورت :

چنانچه اتم های جانبی یکسان باشند ناقطبی است ، در غیر این حالت قطبی خواهد بود .

مثال :



نکته :

یک مولکول قطبی ( مانند آب ) مثل هر مولکول دیگر در مجموع از نظر الکتریکی خنثی است .

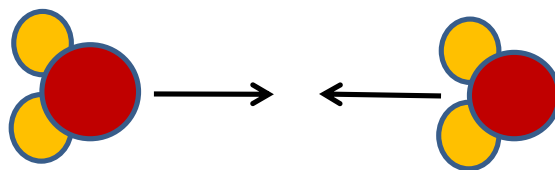
زیرا در یک اتم یا مولکول ، همواره تعداد الکترون ها با تعداد پروتون ها برابر است .

## نیروهای بین مولکولی

به برهم کنش های میان مولکول های سازنده یک ماده نیرو های بین مولکولی می گویند .

مانند نیروهایی که ذره های سازنده گاز به هم وارد می کنند . و یا نیروهایی که مولکول های مواد مایع و جامد را در کنار یکدیگر نگه می دارند .

مثال : نیروی جاذبه میان قطب های ناهمنام مولکول های آب



## نقش نیرو های بین مولکولی

نیروهای بین مولکولی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب نقش مهمی دارند .

گاز ها ، دارای مولکول های مجزا بود و کم ترین نیروی بین مولکولی دارند .

در مایع ها نیروی بین مولکولی بیشتر و در جامد ها می تواند به بیشترین مقدار ممکن برسد .

حالت گازی > حالت مایع > حالت جامد : قدرت نیرو بین مولکولی

نکته :

« هر چه نیروی بین مولکولی قوی تر باشد ، دمای ذوب و جوش بالاتر است . »

## عوامل مؤثر بر نیروی جاذبه بین مولکولی

### ( ۱ ) قطبیت

هر چه میزان قطبیت مولکول ها بیش تر باشد جاذبه بین مولکولی قوی تر است .

مثال :

### ( ۲ ) جرم مولی

هر چه جرم مولی بیش تر باشد ، مولکول ها یکدیگر قوی تر جذب می کنند .

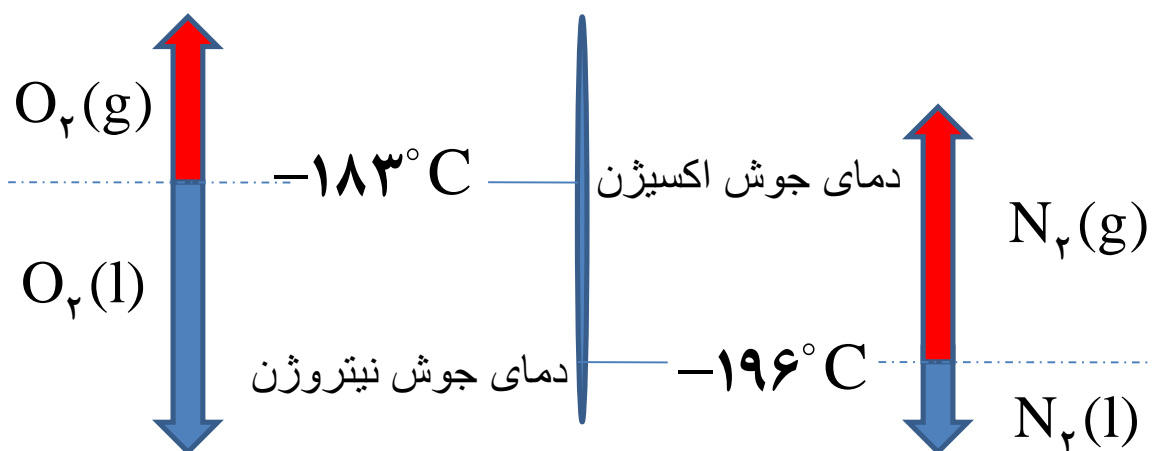
مثال :



## مایع کردن گازها ( میعان )

گازی که بتواند جاذبه بین مولکولی قوی تری ایجاد کند آسان تر به مایع تبدیل می شود . زیرا برای مایع شدن گرمای کم تری را از دست می دهد .

مثال : از میان دو گاز  $N_2$  و  $O_2$  ، گاز  $O_2$  آسان تر مایع می شود . زیرا دمای جوش بالا تری دارد . ( دمای جوش بالاتر نشان دهنده جاذبه ی بین مولکولی قوی تر است . )



تمرین :

آ) از بین گاز  $F_2$  و  $Cl_2$  کدام یک آسانتر مایع می شود ؟ چرا ؟

ب) از بین دو گاز  $CO$  و  $N_2$  کدام یک آسان تر مایع می شود ؟ چرا ؟






با هم بیندیشیم و خود را بیازمایید صفحه ۱۱۲ را پاسخ دهید .

## نیرو های بین مولکولی آب فرا تر از انتظار

برای درک این موضوع ، آب و هیدروژن سولفید را با هم مقایسه می کنیم .

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی ( $\text{g mol}^{-1}$ )	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

دمای جوش آب  $160^\circ\text{C}$  درجه سانتیگراد از هیدروژن سولفید بالاتر است .  
این دمای جوش بالا نشان می دهد که نیروی بین مولکولی آب خیلی بیش تر از هیدروژن سولفید است .

داده های جدول نشان می دهد این مولکول ها ، هر دو ساختار خمیده داشته و قطبی هستند . اما جرم مولی آب حدود نصف هیدروژن سولفید است . بنابراین چرا نیروی بین مولکولی آب قوی تر بوده و دمای جوش بالاتری دارد؟

با گشتاور دوقطبی در قسمت های قبل آشنا شدید . یاد گرفتیم که هر چه گشتاور دوقطبی یک مولکول بیش تر باشد میزان قطبیت آن بیش تر است . اندازه گیری ها نشان می دهد گشتاور دوقطبی آب حدود دو برابر هیدروژن سولفید است .

مولکول	آب	هیدروژن سولفید
گشتاور دوقطبی (D)	۱/۸۵	۰/۹۷

بنابر این می توان گفت که قطبیت بیش تر مولکول های آب باعث شده که با وجود جرم مولی کم تر نیروی بین مولکولی قوی تری داشته و دمای اتاق به حالت مایع باشد .

نیروی بین مولکولی آب آنقدر قوی است که نام ویژه « پیوند هیدروژنی » را برای آن انتخاب کرده اند .

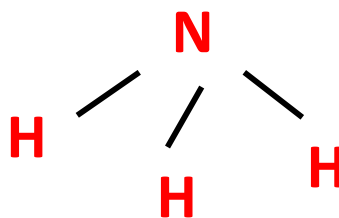
## پیوند هیدروژنی

نوعی خاصی از نیروی جاذبه بین مولکولی است ، که میان برخی از مولکول ها بوجود می آید . چون در ایجاد این نیروی جاذبه ، اتم هیدروژن نقش مهمی دارد ، آن را پیوند هیدروژنی نامیده اند.

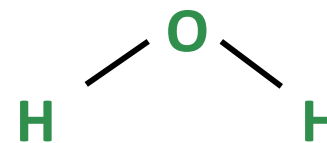
پیوند هیدروژنی بین مولکول هایی بوجود می آید که در ساختار آن ها یکی از پیوند های  $N-H$  ،  $O-H$  یا  $F-H$  وجود داشته باشد . مانند مولکول ها زیر :



هیدروژن فلئورید



آمونیاک

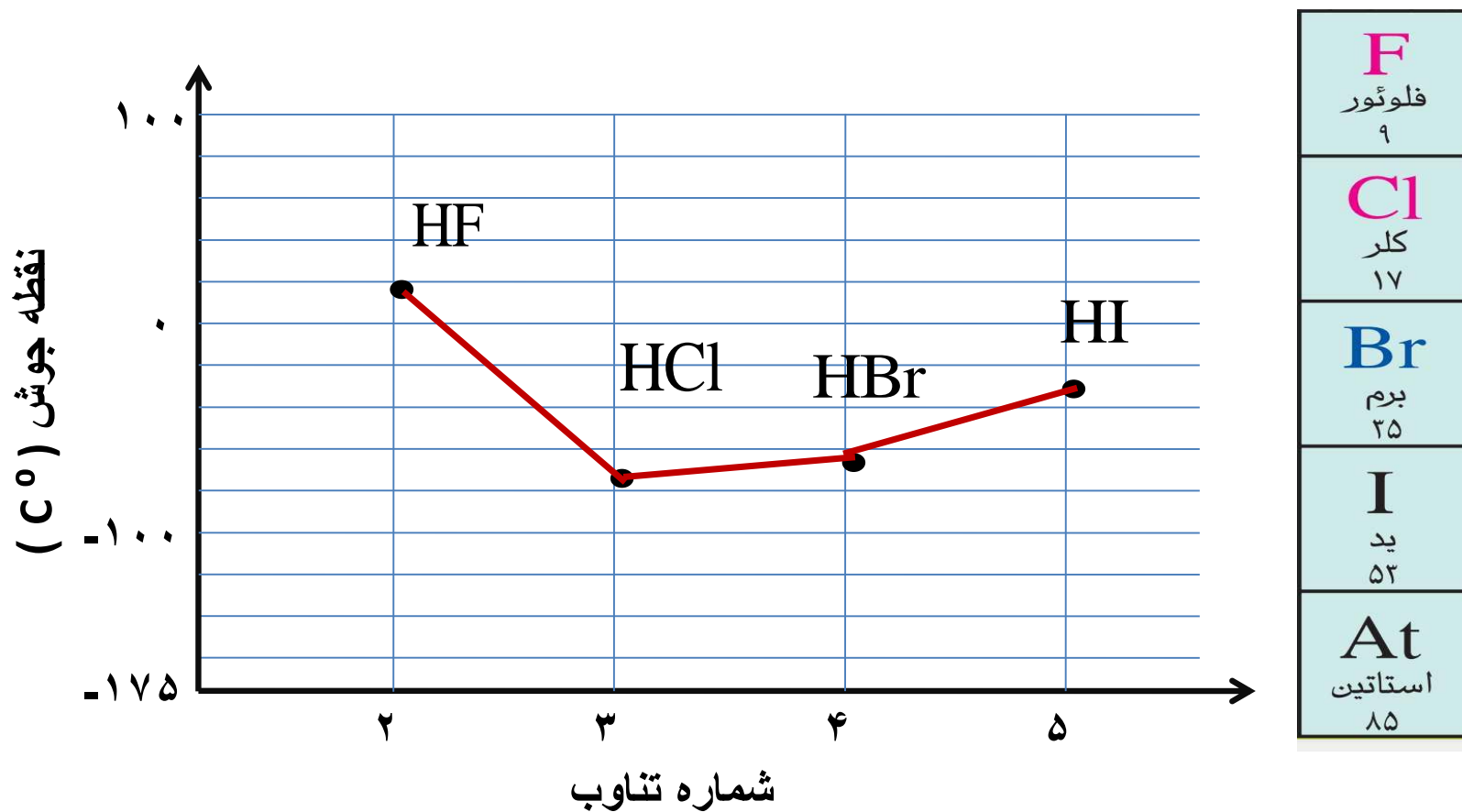


آب

**تمرین :** نموداری را که در اسلاید بعدی مشاهده می کنید ، دمای جوش ترکیبات دوتایی هیدروژن دار عناصر گروه ۱۷ را نسبت به یکدیگر نشان می دهد .

(آ) فرمول شیمیایی و دمای جوش هریک از این ترکیبات را با استفاده از نمودار بنویسید .

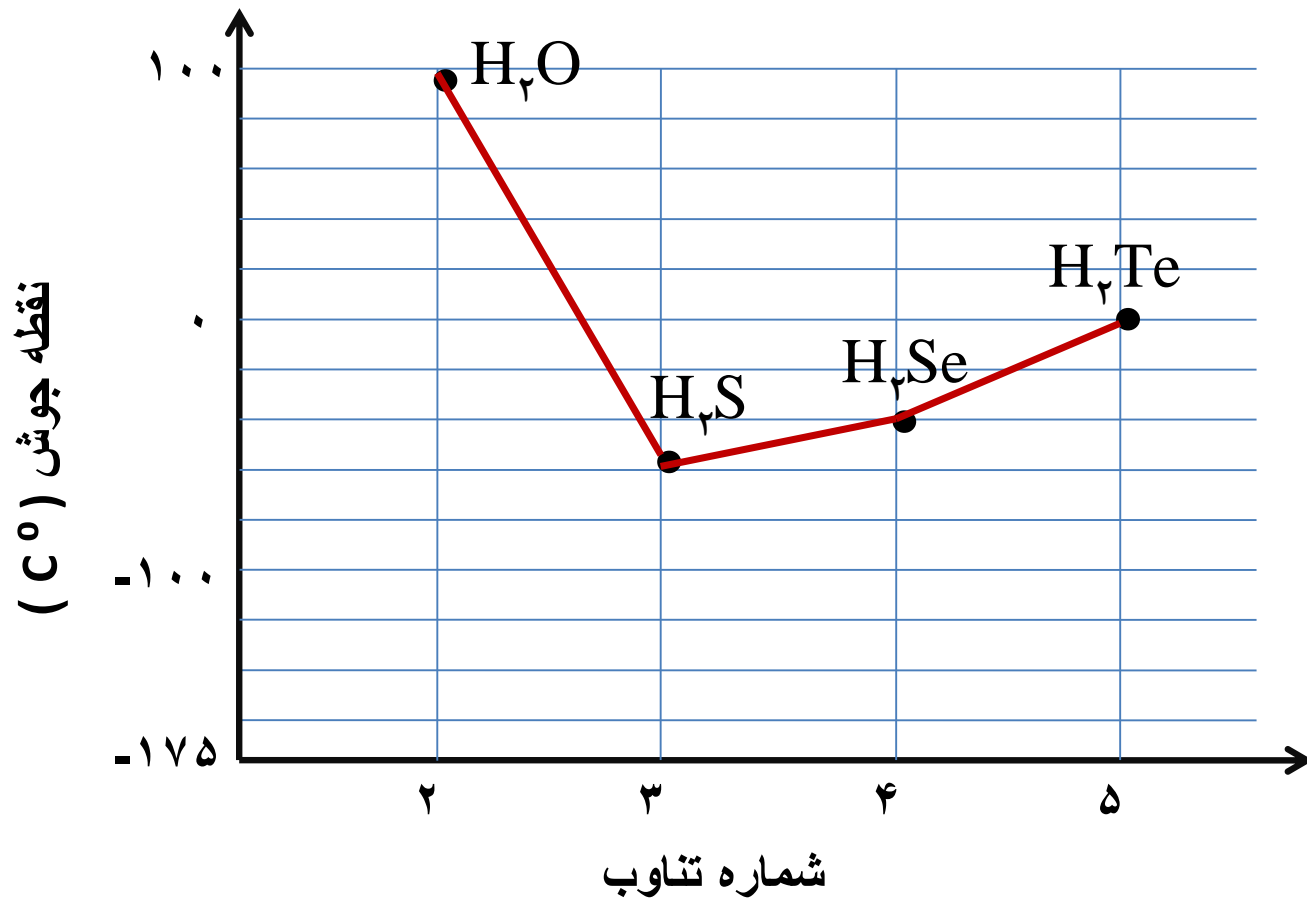
(ب) روند مشاهده شده را چگونه توجیه می کنید .



تمرین : نموداری را که در اسلاید بعدی مشاهده می کنید ، دمای جوش ترکیبات دوتایی هیدروژن دار عناصر گروه ۱۶ را نسبت به یکدیگر نشان می دهد .

آ) فرمول شیمیایی و دمای جوش هریک از این ترکیبات را با استفاده از نمودار بنویسید .

ب) روند مشاهده شده را چگونه توجیه می کنید .



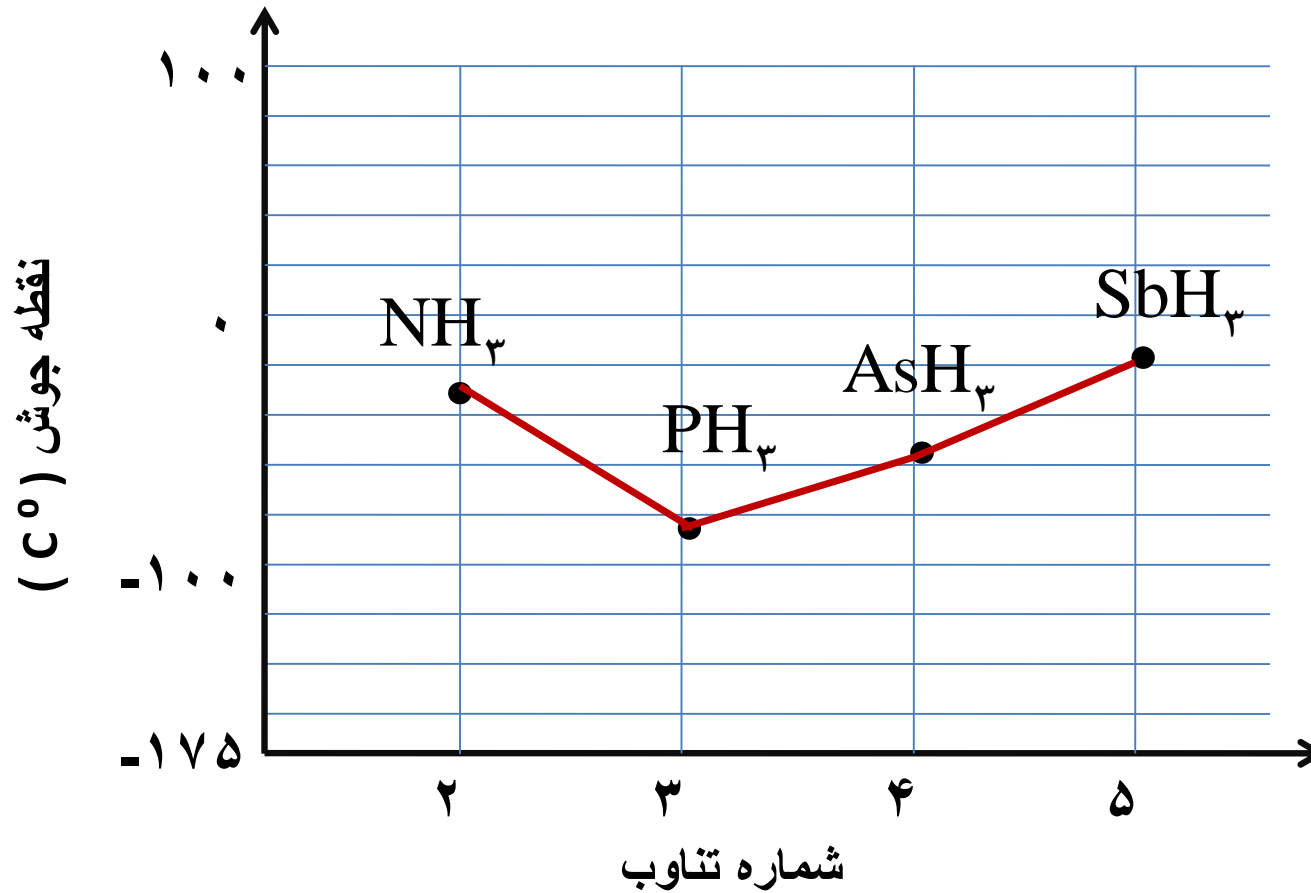
O	اکسیژن	۸
S	گوگرد	۱۶
Se	سلنیم	۳۴
Te	تلوریم	۵۲



تمرین : نموداری را که در اسلاید بعدی مشاهده می کنید ، دمای جوش ترکیبات دوتایی هیدروژن دار عناصر گروه ۱۵ را نسبت به یکدیگر نشان می دهد .

(آ) فرمول شیمیایی و دمای جوش هریک از این ترکیبات را با استفاده از نمودار بنویسید .

(ب) روند مشاهده شده را چگونه توجیه می کنید .

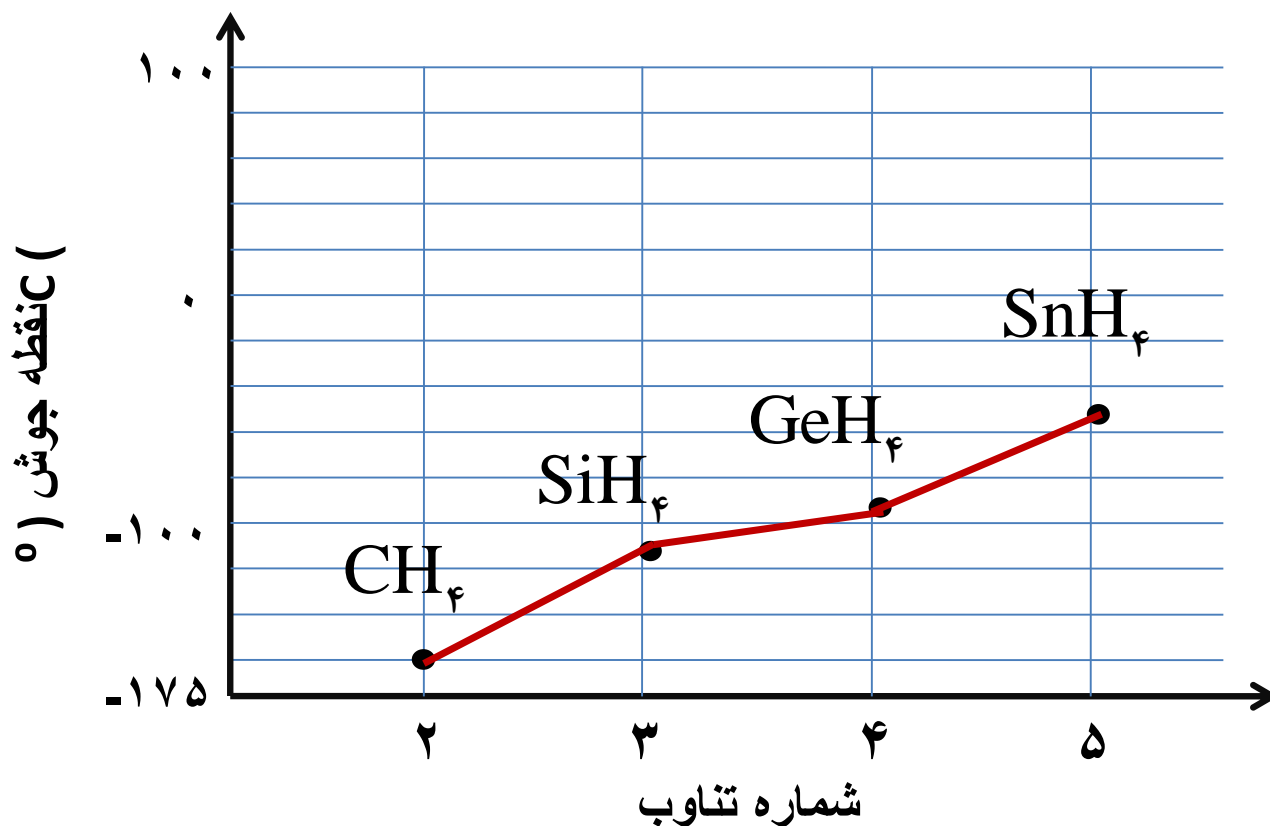


N	نیتروژن	۷
P	فسفر	۱۵
As	آرسنیک	۲۳
Sb	آنتیموان	۵۱

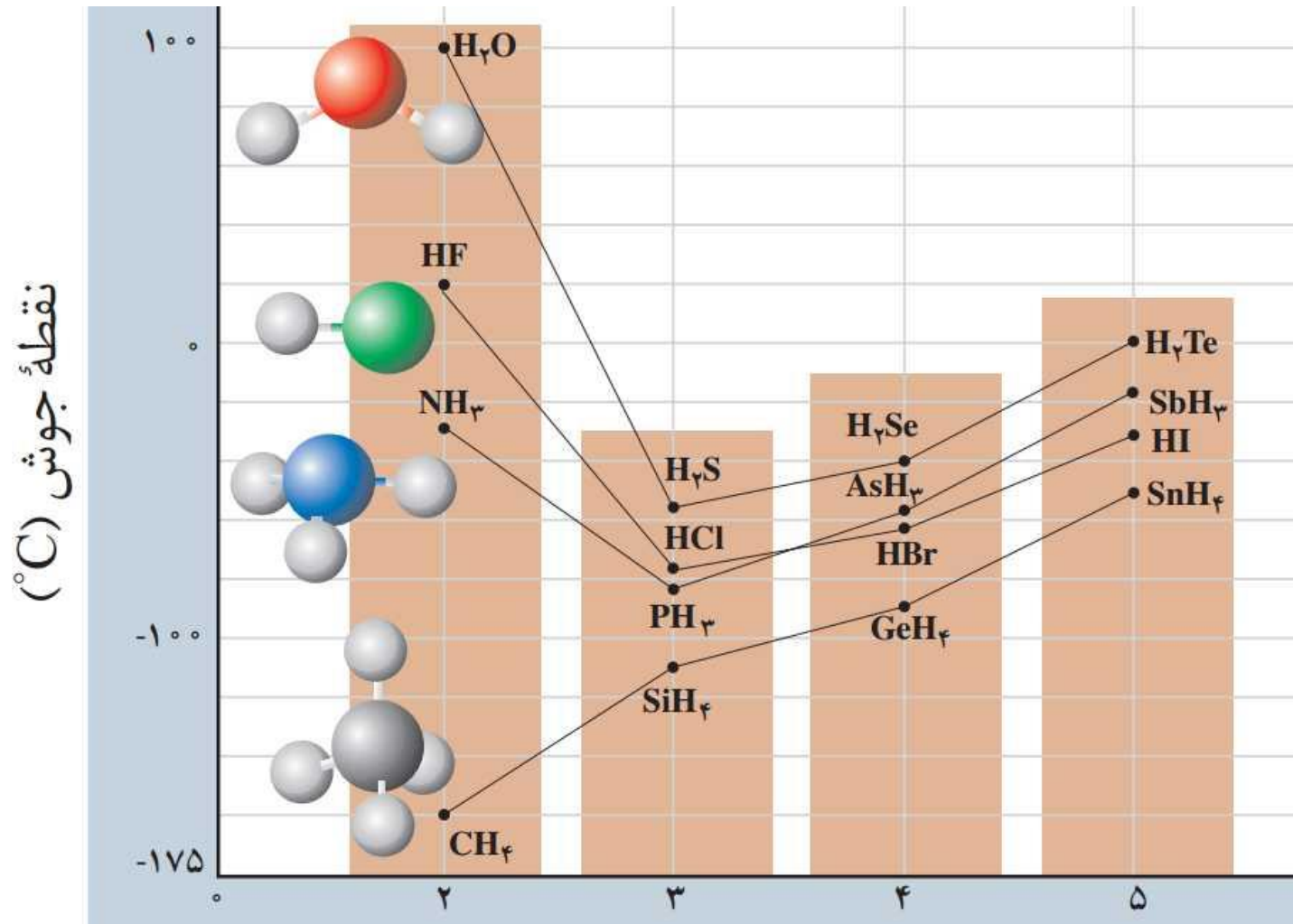
تمرین : نموداری را که در اسلاید بعدی مشاهده می کنید ، دمای جوش ترکیبات دوتایی هیدروژن دار عناصر گروه ۱۴ را نسبت به یکدیگر نشان می دهد .

(آ) فرمول شیمیایی و دمای جوش هریک از این ترکیبات را با استفاده از نمودار بنویسید .

(ب) روند مشاهده شده را چگونه توجیه می کنید .

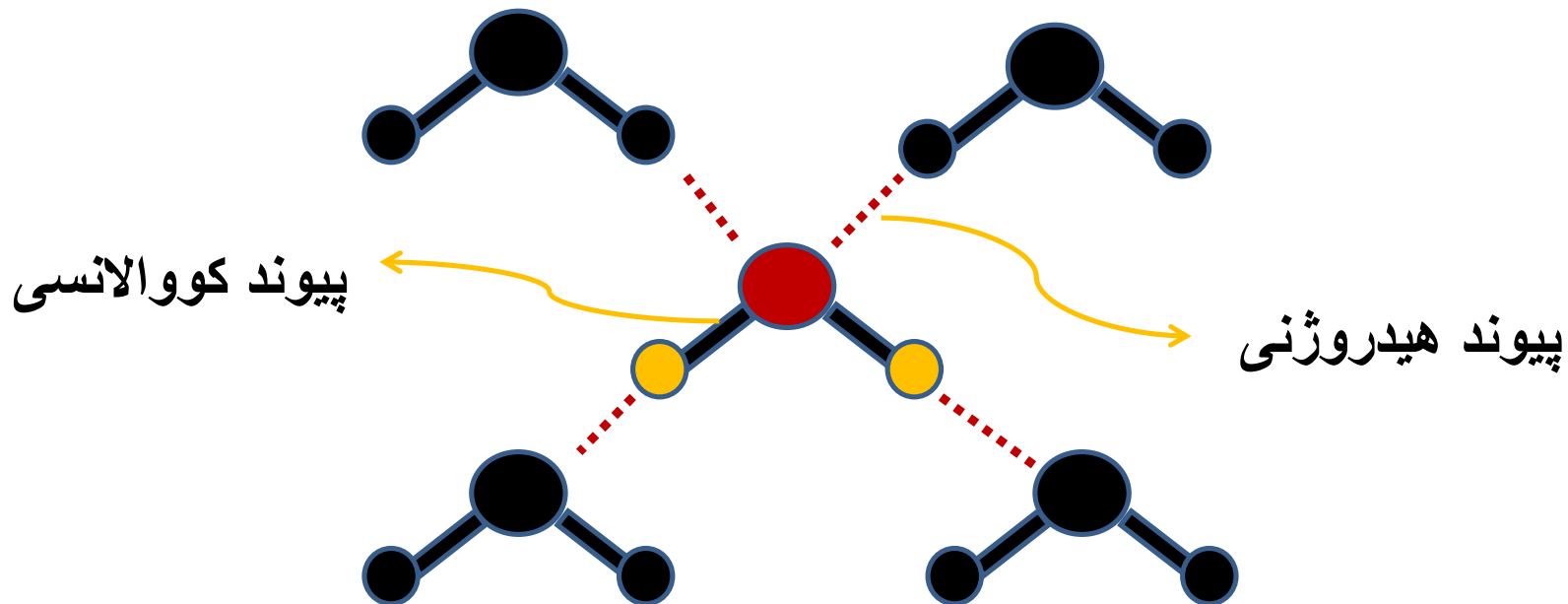


C کربن ۶
Si سیلیسیم ۱۴
Ge ژرمانیم ۳۲
Sn قلع ۵۰

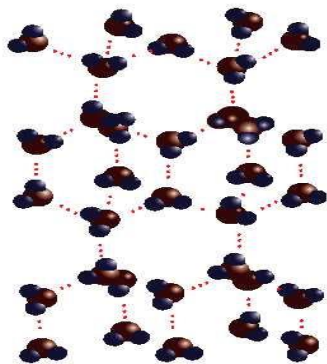


## نکته:

هر مولکول آب می تواند حد اکثرا با چهار مولکول آب دیگر از طریق پیوند هیدروژنی ، نیروی جاذبه بین مولکولی برقرار کند . ( پیوند هیدروژنی را با نقطه چین نشان می دهند . )



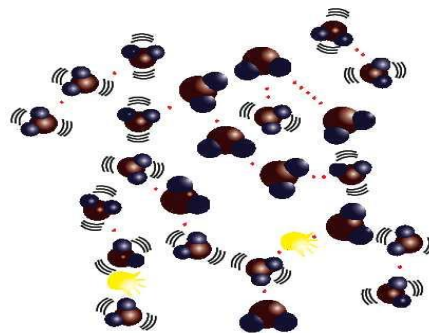
## پیوند های هیدروژنی در حالت های فیزیکی مختلف آب



### حالت جامد ( یخ )

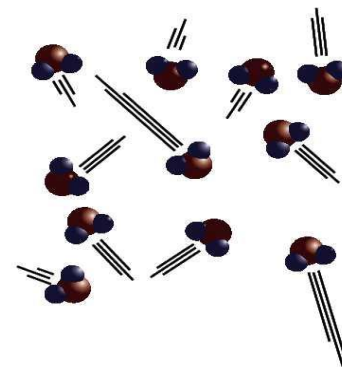
مولکول ها در جا های خود به نسبت ثابت هستند .

هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی ( کووالانسی ) و با دو اتم هیدروژن دیگر به پیوند هیدروژنی متصل است .



### حالت مایع

با این که پیوند هیدروژنی قوی میان میان مولکول ها وجود دارد اما می توانند روی هم بلغزند و جابجا شوند .



### حالت بخار

مولکول ها جدا از هم هستند ، گویی پیوند هیدروژنی میان آن ها وجود ندارد و مولکول ها آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر منتقل می شوند .

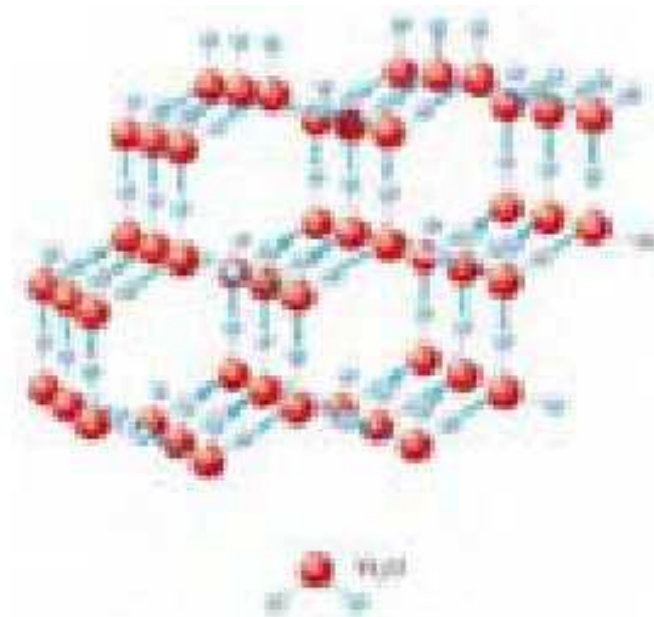
## افزایش حجم غیر عادی آب به هنگام یخ زدن

به هنگام کاهش دمای آب پیوند هیدروژنی میان مولکول های آب گسترش یافته و محکم تر می شود . وقتی که دمای آب به ۴ درجه سانتیگراد و کم تر از آن می رسد ، مولکول های آب طوری کنار هم آرایش پیدا می کنند که یک شبکه سه بعدی منظم با فضا های خالی شکل می گیرد . تشکیل این فضا های خالی تا دمای ۰ درجه سانتیگراد که آب کاملاً منجمد می شود ادامه دارد .

تشکیل همین فضا های خالی باعث افزایش غیر عادی حجم آب به هنگام یخ زدن می شود . و همچنین باعث می شود که چگالی یخ از آب مایع کم تر باشد .



در ساختار یخ ، آرایش مولکول های آب به گونه ای است که در آن اتم های اکسیژن در رأس حلقه های ۶ ضلعی قرار دارند و شبکه ای شبیه کندوی زنبور عسل را به وجود می آورند .



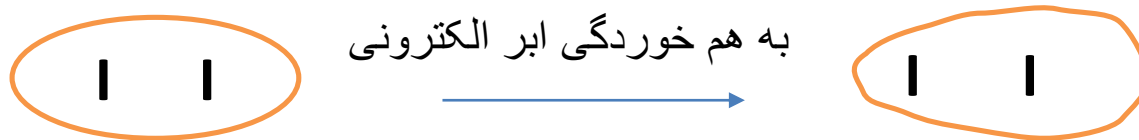
✓ این حلقه ی ۶ ضلعی ، مبنای تشکیل بلور های زیبای دانه های برف هستند .

## دسته بندی نیرو های بین ذره ای

اکنون که با مولکول های دو قطبی ، نیروی بین مولکولی و پیوند هیدروژنی آشنا شدیم ، خوب است که با انواع نیروهای بین ذره ای آشنا شویم .

اما قبل از آن باید بدانیم مولکول های ناقطبی هم می توانند در اثر عوامل مختلفی دچار بهم خوردگی ابر الکترونی شده و دارای گشتاور دو قطبی شوند . که در این حالت به مولکول ناقطبی ، دو قطبی القایی می گویند . بنابراین منظور از دو قطبی القایی همان مولکول ناقطبی است .

مثال : مولکول ید ناقطبی است . اما بهم خوردگی ابر الکترونی آرا به یک دو قطبی القایی تبدیل می کند .



## انواع نیرو های بین ذره ای

- ۱- یون - دوقطبی
  - ۲- دوقطبی - دوقطبی ویژه ( پیوند هیدروژنی )
  - ۳- دوقطبی - دوقطبی معمولی
  - ۴- یون- دوقطبی القایی
  - ۵- دوقطبی - دوقطبی القایی
  - ۶- دوقطبی القایی - دوقطبی القایی
- نکته : به همه نیرو های جاذبه بین مولکولی ، به جز پیوند هیدروژنی ، نیرو های واندوالس می گویند .



خود را بیازمایید صفحه ۱۱۷ را پاسخ دهید .

## حلال های مهم

(آ) آب

آب فراوان ترین و رایج ترین حلال در طبیعت ، صنعت و آزمایشگاه است . زیرا می تواند بسیاری از ترکیب های یونی و مولکولی را در خود حل کند .

محلول آبی ، به محلولی گفته می شود که حلال آن آب باشد .

آب و محلول های آبی نقش حیاتی در زندگی موجودات زنده دارند که در قسمت های بعدی به آن اشاره خواهیم کرد

**ب) حلال های آلی**

ترکیب های آلی هستند که در صنعت و آزمایشگاه به عنوان حلال استفاده می شوند . مهم ترین این حلال ها عبارتند از : اتانول ، استون و هگزان محلول غیر آبی ، به محلولی گفته می شود که حلال آن یک ترکیب آلی باشد . اکنون برخی ویژگی و کاربردهای این سه حلال را بررسی می کنیم :

**اتانول ( الکل معمولی ) :**

- ✓ پس از آب مهم ترین حلال است .
- ✓ گشتاور دوقطبی آن بزرگ تر از صفر است، پس قطبی است .
- ✓ به هرنسبتی در آب حل می شود بنابراین نمی توان محلول سیر شده ای از آن ایجاد کرد .
- ✓ به عنوان حلال در تهیه مواد دارویی ، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد .
- ✓ فرمول مولکولی و ساختاری

## استون ( پروپانون):

- ✓ گشتاور دوقطبی آن بزرگ تر از صفر است، پس قطبی است .
- ✓ به هر نسبتی در آب حل می شود بنابراین نمی توان محلول سیر شده ای از آن ایجاد کرد .
- ✓ به عنوان حلال چربی ، رنگ ها و انواع لاک ها کاربرد دارد .
- ✓ فرمول مولکولی و ساختاری

## هگزان ( تینر )

- ✓ گشتاور دوقطبی آن تقریباً صفر است، پس ناقطبی است .
- ( گشتاور دوقطبی اغلب هیدروکربن ها از جمله هگزان ناچیز و در حدود صفر است . )
- ✓ در آب نامحلول است .
- ✓ به عنوان حلال مواد ناقطبی و رقیق کننده رنگ کاربرد دارد .
- ✓ فرمول مولکولی و ساختاری



## دو نمونه محلول غیر آبی



ب) محلول یُد در هگزان



آ) بنزین خودرو

بنزین مخلوط همگنی از چند هیدروکربن متفاوت با ۵ تا ۱۲ اتم کربن است .  
 اما به طور میانگین می توان بنزین را با ۸ اتم کربن و با فرمول مولکولی  $C_8H_{10}$  در نظر گرفت .

## اهمیت آب و محلول ها آبی

- ✓ بخش عمده جرم بدن را آب تشکیل می دهد . ( حدود دو سوم )
- ✓ اغلب محلول های موجود در بدن ، محلول های آبی هستند .
- ✓ بیشتر واکنش های شیمیایی بددن مانند گوارش غذا ، کنترل دمای بدن ، تنفس ، جلوگیری از خشکی پوست ، دفع مواد زائد و ... توسط محلول های آبی انجام می شوند .
- ✓ بیش از نیمی از آب بدن در درون یاخته ها و بقیه در مایع های برون سلولی جریان دارند . این مایعات مواد مغذی و مواد زائد را بین دستگاه گردش خون و سلول ها جابجا می کنند .
- ✓ آب با حل کردن مواد زائد تولید شده در سلول ها و دفع آن ها از طریق ادرار و عرق کردن ، نقش کلیدی در حفظ سلامت بدن دارد . ( حدود ۹۶% ادرار یک فرد سالم را آب تشکیل میدهد و ۴% آن مواد آلی و معدنی حل شده در آن است . )

درصد آب در برخی خوراکی ها

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

- ✓ بخش عمده اغلب مواد خوراکی را آب تشکیل می دهد .
- ✓ هر فرد بالغ روزانه به طور متوسط ۱/۵ تا ۳ لیتر آب به شکل ادرار ، عرق کردن ، بخار آب هوای بازدم و... از دست می دهد . اگر این آب با خوردن مواد غذایی ، میوه ها و نوشیدنی ها جبران نشود ، بدن دچار کم آبی خواهد شد .

## شرط حل شدن دو ماده در یکدیگر

هنگامی یک ماده می تواند در ماده ای دیگر حل شده و محلول ایجاد کند که شرط زیر برقرار باشد .

میانگین جاذبه ها در « حلال خالص » و « حل شونده خالص »  $\geq$  جاذبه های « حل شونده - حلال » در محلول

✓ مثال ۱- ید می تواند در هگزان حل شود . زیرا :

جاذبه ای که میان مولکول های ید و هگزان بوجود می آید از نظر قدرت بیشتر و یا حداقل مساوی میانگین نیروی جاذبه ای است که میان مولکول های ید و میان مولکول های هگزان وجود دارد .

میانگین جاذبه مولکول های ید خالص و مولکول های هگزان خالص  $\geq$  جاذبه میان مولکول های ید و هگزان در محلول

✓ مثال ۲ - ید نمی تواند در آب حل شود . زیرا :

جاذبهٔ میان مولکول های ید و آب ضعیف تر از میانگین نیروی جاذبه ای است که میان مولکول های ید و میان مولکول های آب وجود دارد .

میانگین جاذبهٔ مولکول های ید خالص و پیوند هیدروژنی میان مولکول های آب < جاذبه میان مولکول های ید و آب در محلول

✓ مثال ۳ - هگزان در آب حل نمی شود . چرا ؟

مثال ۴ – اتانول در آب (به هر نسبتی) حل می شود . چرا ؟

« شبیه ، شبیه را حل می کند . »

مثال های ۱ تا ۴ و آزمایش زیاد دیگری نشان می دهد که:

حلال های دو قطبی مانند آب می توانند مواد

دو قطبی را در خود حل کنند اما مواد ناقطبی

در آن ها نامحلول است .

آب ، استون را در خود حل می کند ولی هگزان را در خود حل

نمی کند .

حلال های ناقطبی مانند هگزان می توانند مواد دو قطبی را در خود

حل نمی کنند اما مواد ناقطبی در آن ها محلول است .

هگزان ، ید را در خود حل می کند ولی آب را در خود حل

نمی کند .

بنابراین :

حلال های دو قطبی ، مواد دو قطبی و حلال های ناقطبی ، مواد ناقطبی را در خود حل

می کنند . خلاصه کلام :

« شبیه ، شبیه را حل می کند . »

گشتاور دوقطبی (D)	ماده
$> 0$	آب
$> 0$	استون
$= 0$	ید
$\approx 0$	هگزان

با هم بیندیشیم صفحه ۱۱۹ را پاسخ دهید .



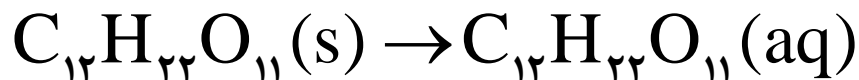
## انواع انحلال (حل شدن)



## انحلال مولکولی

انحلال مولکولی به انحلالی گفته می شود که که در آن ساختار مولکول های ماده حل شونده تغییر نکرده و ماهیت خود را در محلول حفظ می کنند . مانند انحلال :

استون در آب ، اتانول در آب ، ید در هگزان ، شکر در آب و ...



برای فرآیند انحلال مولکولی سه مرحله را می توان در نظر گرفت .

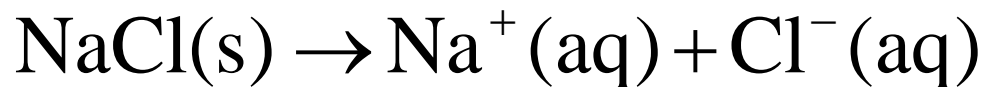
- ۱ ( جداشتن مولکول های حلال از یکدیگر
- ۲ ( جداشتن مولکول های ماده حل شونده از یکدیگر
- ۳ ( پراکنده شدن مولکول های ماده حل شونده در میان مولکول های حلال

## انحلال یونی

در انحلال یونی ، ماده حل شونده ویژگی ساختاری خود را حفظ نمی کند زیرا پس از حل شدن ، به یون های مثبت و منفی تبدیل می شود . این یون ها در میان مولکول های حلال پراکنده شده و به صورت حلالپوشیده در می آیند .

( اگر حلال آب باشد ، یون های حل شده در محلول را ، یون آبپوشیده می گویند . )

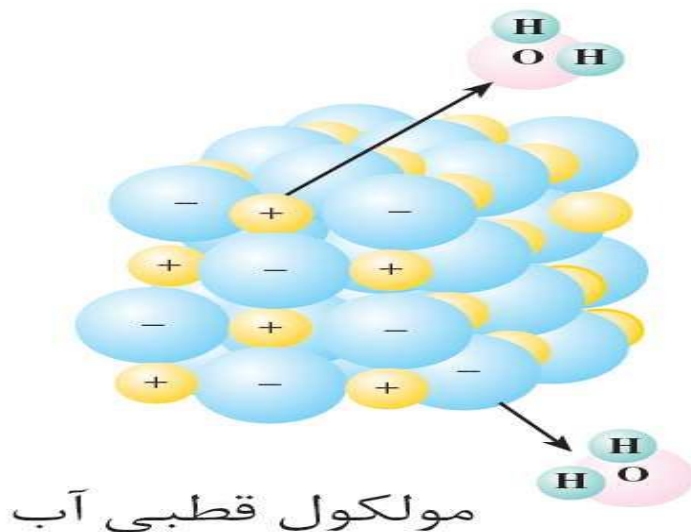
مانند انحلال نمک طعام در آب که معادله انحلال آن به شکل زیر است :



## چگونگی انحلال نمک طعام در آب

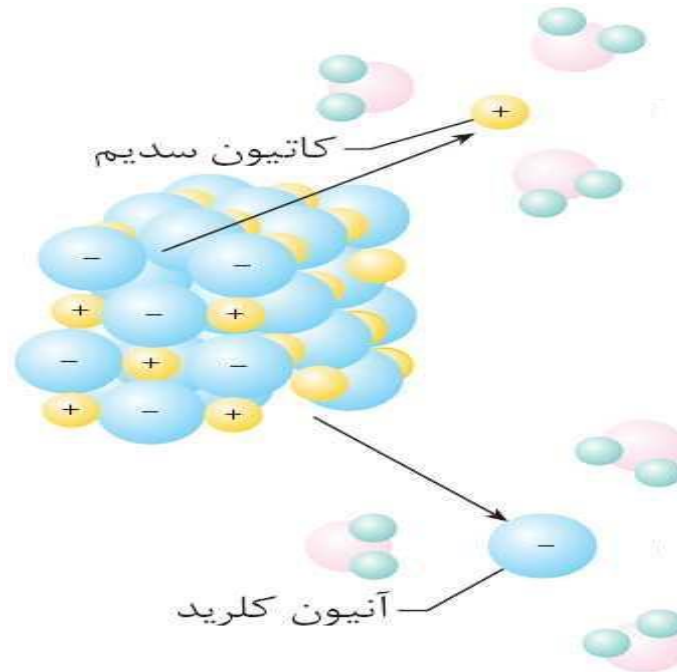
### گام اول

اگر یک بلور نمک خوراکی (ماده حل شونده) را در آب (حلال) بیندازیم ، یون های مثبت شبکه بلور از سمت قطب منفی ویون های منفی شبکه از طرف قطب مثبت مولکول های آب ، مورد حمله قرار می گیرند و میان آن ها نیروی جاذبه « یون- دوقطبی » برقرار می شود .



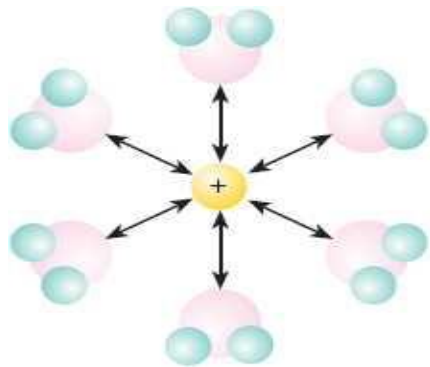
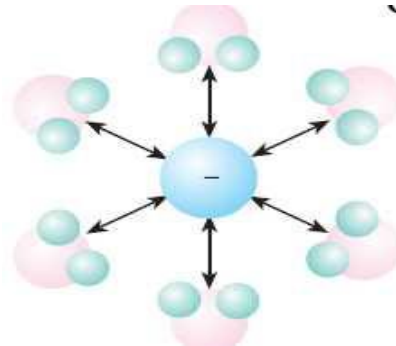
## گام دوم

نیروی جاذبه « یون - دوقطبی » باعث جدا شدن یون های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  از شبکه بلوری نمک طعام می شود و این شبکه را از هم می پاشد .



## گام سوم

بدین ترتیب محلولی از یون های پراکنده  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  در آب پدید می آید . که در آن هر یک از این یون ها به وسیله ی تعدادی مولکول آب احاطه می شوند .

 $\text{Na}^+(\text{aq})$  $\text{Cl}^-(\text{aq})$ 

$\text{aq} =$  آب پوشیده یا محلول در آب

**نکته :** یون آب پوشیده، یونی است که در میان مولکول های آب قرار دارد و با آن ها جاذبه برقرار کرده است .

یاد آوری : جاذبه میان مولکول های آب و یون ها را ، نیروی جاذبه یون - دوقطبی می گویند .

با توجه به حل شدن نمک طعام در آب می توان عبارت زیر را برای نیروهای بین ذره ای نتیجه گرفت .

نیروی جاذبه یون - دوقطبی  
در محلول

$$\geq$$

میانگین « قدرت پیوند یونی  
در NaCl و پیوند هیدروژنی  
در آب »

**تمرین :**

آ ( معادله انحلال نقره کلرید در آب را بنویسید .

ب ( در صورتیکه بدانیم نقره کلرید در آب نامحلول است ، عبارت بالا را برای آن بازنویسی کنید .

خود را بیازمایید صفحه ۱۲۱ را حل کنید .



## انحلال پذیری گازها در آب

گازها نیز همانند بسیاری از مواد مایع و جامد می توانند در آب حل شود .  
انحلال گازها در آب از اهمیت زیادی برخوردار است .  
به عنوان مثال :

- ✓ ماهی ها به کمک آبشش خود اکسیژن مولکولی حل شده در آب را برای تنفس جذب می کنند . اکسیژن مولکولی حل شده کافی برای زندگی ماهی ها ضروری است .
- ✓ تنفس موجودات زنده خشکزی نیز بستگی به انحلال گاز اکسیژن در رطوبت دیواره شش ها بستگی دارد .

## عوامل مؤثر بر انحلال پذیری گاز ها در آب

سه عامل مهم بر انحلال پذیری گاز ها در آب مؤثر است :

(۱) دما

(۲) فشار

(۳) نوع گاز

(۴) مقدار ناخالصی آب ( نمک های حل شده در آن )

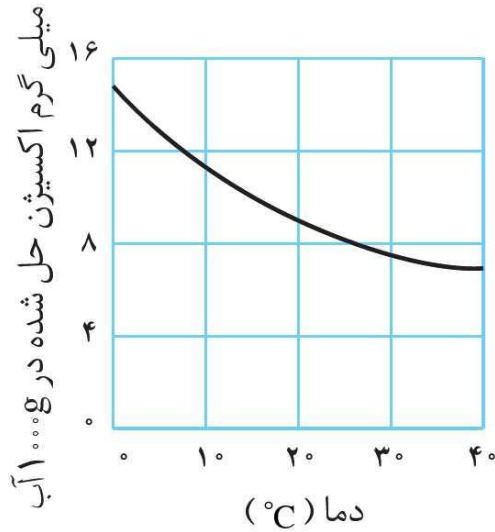
اثر دما بر انحلال پذیری گازها:

هر چه دما بیش تر باشد انحلال پذیری گازها در آب کم تر می شود .  
( رابطه عکس )

انحلال پذیری سه گاز در دماهای مختلف بر حسب  $g/100gH_2O$  در فشار ۱ atm

دما (°C)	گاز				
۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	CO <sub>۲</sub>
۰٫۵۸	۰٫۷۶	۰٫۹۷	۱٫۲۶	۱٫۶۹	
۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	H <sub>۲</sub> S
۰٫۱۵	۰٫۱۹	۰٫۲۴	۰٫۳۰	۰٫۳۸	
۶۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	Cl <sub>۲</sub>
۰٫۳۳	۰٫۳۹	۰٫۴۶	۰٫۵۷	۰٫۷۳	

**تمرین :** نمودار مقابل را توضیح دهید .

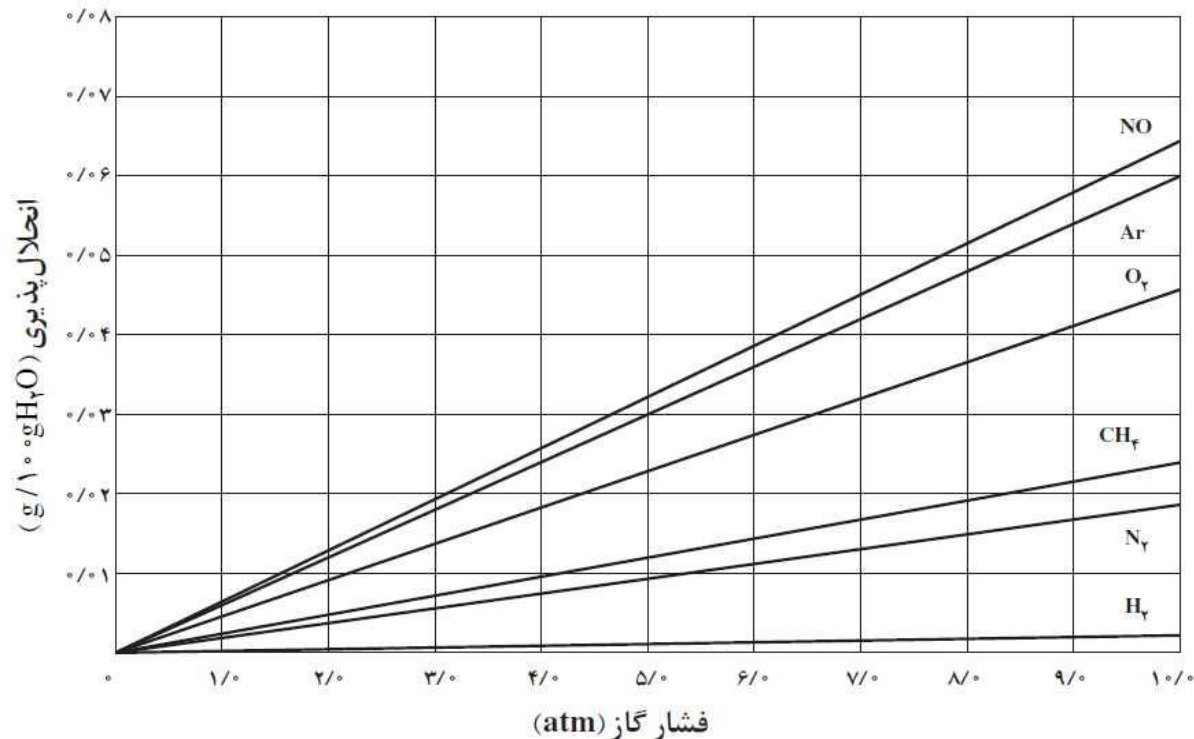


تمرین : چگونه در نوشابه های گازدار، مقدار زیادی گاز کربن دی اکسید حل شده می تواند حضور داشته باشد ؟

## ۲) اثر فشار گاز بر انحلال پذیری (قانون هنری)

قانون هنری : هرچه فشار گاز بیش تر باشد ، انحلال پذیری گازها در آب بیش تر است . ( رابطه مستقیم )

انحلال پذیری چند گاز در فشارهای مختلف و در دمای  $20^{\circ}\text{C}$



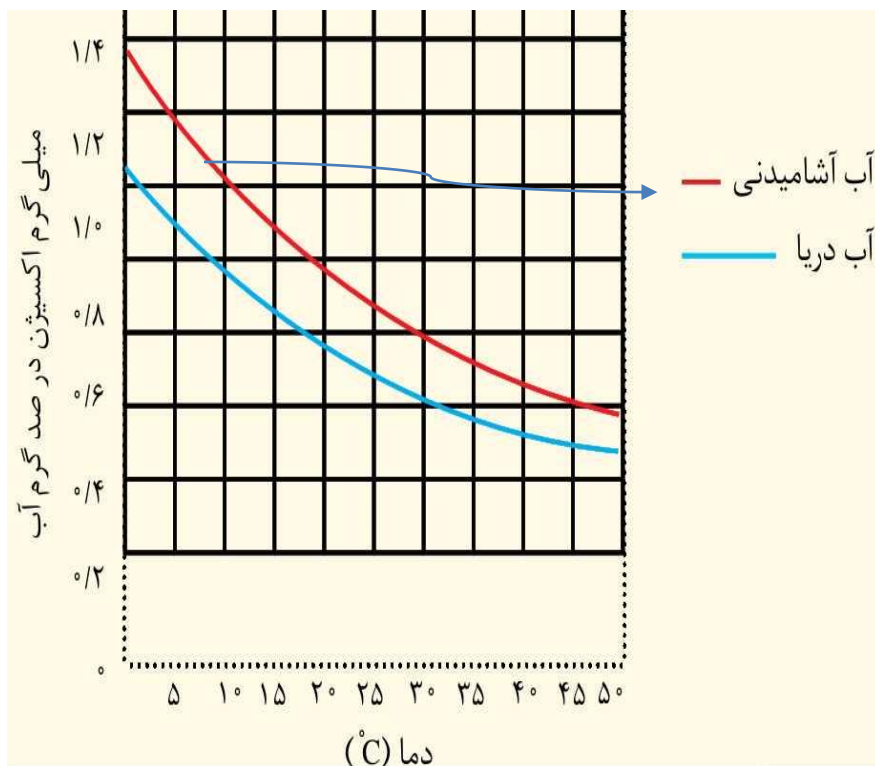
### ۳) اثر نوع گاز در انحلال پذیری در آب

گازی که مولکول هایش بتواند با مولکول های آب نیروی بین مولکولی قوی تری ایجاد کند ، انحلال پذیری بیش تری در آب خواهد داشت .  
معمولاً گشتاور دوقطبی بیش تر و جرم مولی بیش تر یک گاز باعث انحلال پذیری بیش تر آن در آب می شود .

### انحلال پذیری چند گاز مختلف در فشار ۱ atm و دمای ۲۵ °C

گاز	$N_2$	$O_2$	$CO_2$	$NH_3$	HCl
انحلال پذیری (g/۱۰۰gH <sub>2</sub> O)	۰/۱۰۰۱۸	۰/۱۰۰۳۹	۰/۱۴۵	۴۷/۰	۶۹/۵

۴) اثر ناخالصی آب بر انحلال پذیری گاز ها در آب  
 هر چه غلظت نمک های حل شده در آب بیش تر باشد ، میزان انحلال پذیری  
 گاز ها در آب کاهش می یابد .



سوال : با توجه به نمودار مقابل  
 انحلال پذیری گاز اکسیژن در دمای  
 ۲۵ درجه سانتیگراد :  
 (آ) در آب آشامیدنی چقدر است ؟  
 (ب) در آب دریا چقدر است ؟  
 (پ) دلیل این تفاوت در چیست

- کاوش کنید صفحه ۱۲۲ را انجام دهید .
- نتیجه حاصل از هر آزمایش را به طور خلاصه بنویسید .



با هم بیندیشیم صفحه ۱۲۳ را پاسخ دهید .

## رسانایی الکتریکی محلول ها

دو نوع رسانای الکتریکی وجود دارد .

۱ ( رسانای الکترونی      ۲ ( رسانای یونی

### رسانای الکترونی

موادی هستند که با حرکت الکترون های آزاد خود جریان الکتریسیته را عبور می دهند .

### مانند همه فلزات و نافلز گرافیت

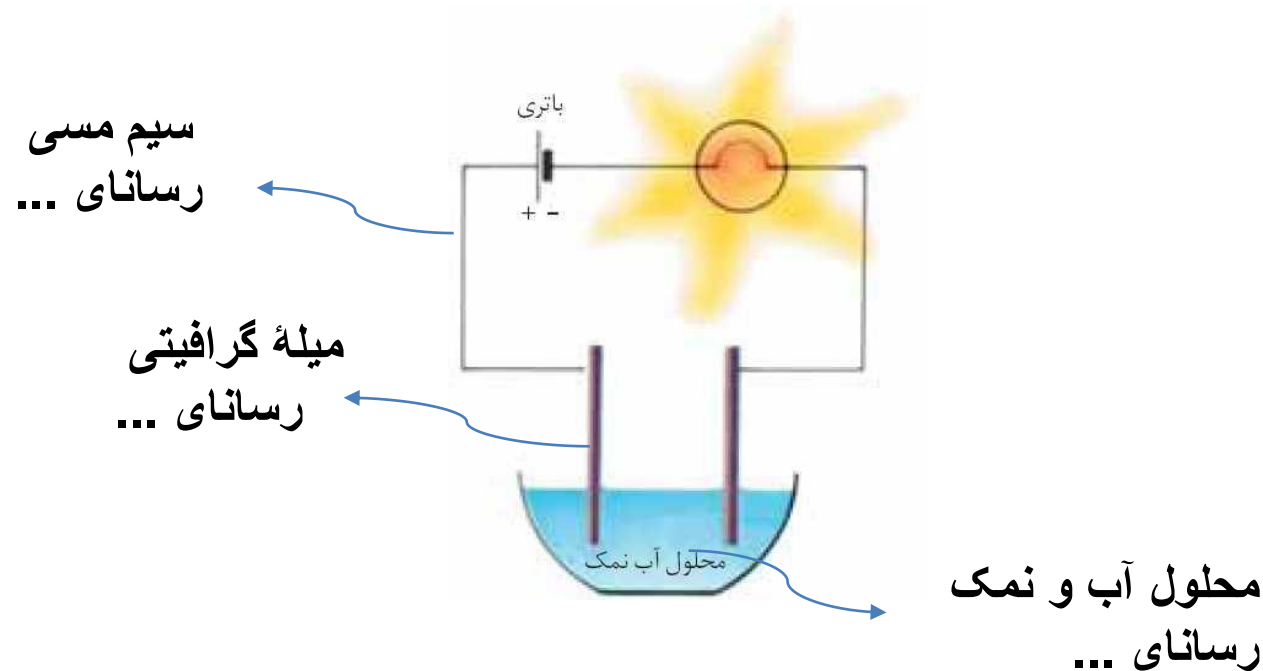
✓ الکترون آزاد ، به الکترون های لایه ظرفیت فلزها و گرافیت گفته می شود که وابستگی آن ها به هسته کم بوده و به راحتی از اتمی به اتم دیگر در بلور این مواد جابه جا می شوند .

✓ گرافیت ، یکی از آلوتروپ های کربن است که در مغز مداد از آن استفاده می شود .

## رسانای یونی

موادی هستند که می توانند با جابجایی یون های خود بار الکتریکی را هدایت کنند .

مانند همه ترکیبات یونی در حالت مایع ( مذاب ) ، محلول نمک ها در آب و ...





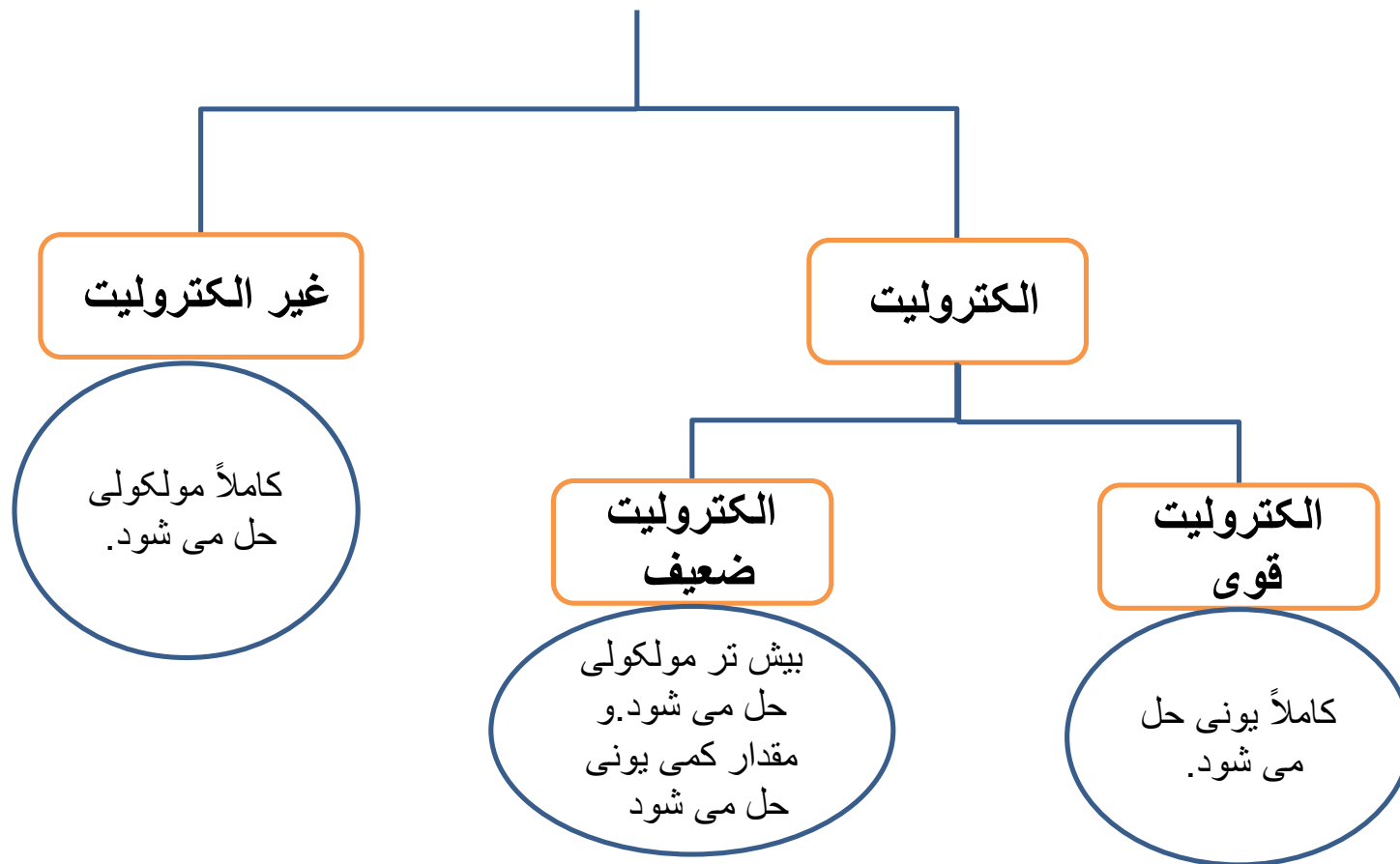
سوال: هیچ کدام از دو مورد زیر رسانای جریان الکتریسیته به حساب نمی آیند . در هر مورد توضیح دهید .

(آ) آب خالص

(ب) نمک طعام جامد



دسته بندی مواد  
بر اساس نوع انحلال و رسانایی الکتریکی



## ماده الکترولیت و محلول الکترولیت

ماده ای که به طور کامل یا جزئی در آب یونیده شود ، ماده الکترولیت نامیده می شود و محلول آبی چنین موادی را ، محلول الکترولیت می نامند .

اغلب محلول هایی که از حل کردن **ترکیب های یونی** و یا **ترکیب های کووالانسی قطبی** در آب به دست می آیند ، الکترولیت هستند .

مواد الکترولیت به دودسته تقسیم می شوند :

( آ ) الکترولیت قوی

( ب ) الکترولیت ضعیف

## (آ) الکترولیت قوی

موادی که به هنگام انحلال در آب به طور کامل تفکیک یا یونیده می شوند، الکترولیت قوی نامیده می شوند. محلول چنین موادی را محلول الکترولیت قوی می نامند .

مانند ترکیبات یونی  $\text{NaCl}$  ,  $\text{Ca Br}$  ،  $\text{KOH}$  و ...

و ترکیبات کووالانسی  $\text{HCl}$  ,  $\text{HNO}_3$  و ...

چنین محلول هایی **اغلب** رسانای بسیار خوبی برای جریان برق هستند .



## ب) الکترولیت ضعیف

موادی که به هنگام انحلال در آب به طور عمده به صورت مولکولی حل شده و فقط تعداد کمی از مولکول های حل شونده یونیده می شوند ، الکترولیت ضعیف نامیده می شوند . محلول چنین موادی را ، محلول الکترولیت ضعیف می نامند .

چنین محلول هایی رسانای ضعیفی برای جریان برق هستند زیرا ...

مانند  $\text{HF}$  ،  $\text{NH}_3$  ،  $\text{CH}_3\text{COOH}$  و ...

## محلول های غیر الکترولیت

موادی که در آب ، به طور کامل به شکل مولکولی حل شده و یونی ایجاد نمی کنند، مواد غیر الکترولیت نامیده می شوند . محلول چنین موادی را ، محلول غیر الکترولیت می نامند .

محلول چنین موادی رسانای الکتریسیته نیستند . چرا ؟

چند ماده غیر الکترولیت :

اتانول ، استون ، گلوکز ، شکر، متانول و اتیلن گلیکول

با توجه به مطلبی که یاد گرفتید به سوال زیر پاسخ دهید .  
چرا همهٔ محلول های یونی رسانایی الکتریکی یکسانی ندارند ؟

## با هم بیندیشیم

با توجه به شکل های زیر، کدام محلول:



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



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



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

(آ) رسانای خوب جریان برق است؟ چرا؟

(ب) رسانای ضعیف جریان برق است؟ چرا؟

(پ) رسانای جریان برق نیست؟ چرا؟

(ت) این محلول ها را به عنوان الکترولیت قوی، الکترولیت ضعیف و غیر الکترولیت دسته بندی

کنید.

۱- معادله ی تفکیک یونی هر یک از ترکیب های یونی زیر را در آب بنویسید.

آ.  $KBr$       ب.  $(NH_4)_2S$       پ.  $Na_2CO_3$       ت.  $Cr(NO_3)_3$

۲- در میان ترکیب های زیر الکترولیت ها را مشخص کنید. از میان این الکترولیت ها،

محلول یک مولار کدام یک، رسانای الکتریکی قوی تری است؟ چرا؟

آ. متانول      ب. سدیم نیترات      پ. منیزیم کلرید      ت. هیدروژن برمید

نکته :

برای اینکه یک الکترولیت رسانای خوبی برای جریان برق باشد باید دو شرط داشته باشد :

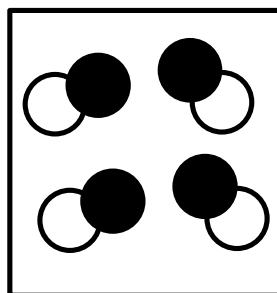
۱- الکترولیت قوی باشد

۲- انحلال پذیری آن در آب قابل توجه باشد .

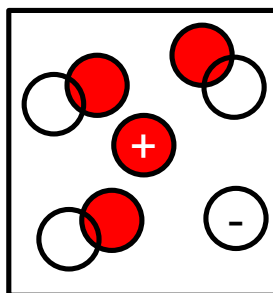
به عنوان مثال :  $AgCl$  یک الکترولیت قوی است زیرا هر مقدار از آن که در آب حل می شود یونیزه می شود ولی محلول آن رسانای خوبی برای جریان برق نیست زیرا انحلال پذیری آن در آب ناچیز است . ( در آب نامحلول است . )

تمرین : ( نهایی - شهریور ۹۲ )

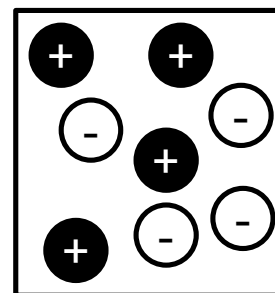
با توجه به شکل ، به جای موارد (آ) ، (ب) ، (پ) و (ت) کلمه مناسب را در پاسخنامه خود بنویسید . ( مولکول های حلال نشان داده نشده اند )



(۳)



(۲)



(۱)

محلول	نوع حل شدن (مولکولی ، مولکولی - یونی ، یونی)	رسانایی (الکترولیت قوی ، الکترولیت ضعیف ، غیر الکترولیت)
محلول ۱	(ب)	(آ)
محلول ۲	(مولکولی - یونی)	(پ)
محلول ۳	(ت)	(غیر الکترولیت)

## اهمیت الکترولیت ها در سلامتی انسان

الکترولیت ها ، یون های لازم برای عملکرد مناسب بدن را تأمین می کنند .  
پیام های عصبی ، احساسات و حرکات منظم بدن به محیط شیمیایی مناسبی نیاز دارد که الکترولیت ها و یون های موجود در آن ها ( مانند  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$  ) آن را فراهم می کنند .  
به عنوان مثال :

یون پتاسیم ( $K^+$ ) برای تنظیم عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است . بدون این یون انتقال پیام های عصبی غیر ممکن است بنابراین کمبود این یون باعث اختلال عصبی و در موارد شدید منجر به مرگ می شود .

نیاز روزانه بدن به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است . ولی خوشبختانه اغلب مواد غذایی این یون را به بدن می رسانند و کمبود آن به ندرت احساس می شود .

( نوعی مار با تزریق زهر خود به بدن کانال های پتاسیم در سلول های عصبی را مسدود می کند وبا اختلال در سیستم عصبی شکار خود را از پای در می آورد. )



## برخی یون های موجود در پلاسما ( خوناب) و نقش آن ها

نقش	نوع ترکیب و بافت حاوی آن	ویژگی یون
تأمین انرژی در ماهیچه ها و کنترل عصبی	۵۰٪ آن در ساختار استخوان ها وجود دارد	$Mg^{2+}$
سازنده استخوان و انقباض ماهیچه ها	۹۰٪ آن در استخوان ها به صورت کلسیم فسفات و کلسیم کربنات وجود دارد	$Ca^{2+}$
شیره معده و تنظیم مایع های بدن	یون اصلی در مایع برون سلولی است	$Cl^{-}$

## انواع مصرف آب

مصرف آب را می توان به دو بخش تقسیم کرد :

۱ - مقدار آبی که هر فرد ، روزانه به طور مستقیم برای فعالیت هایی نظیر نوشیدن ، پخت و پز ، شستشو در آشپزخانه ، شستشوی لباس ، نظافت و ... استفاده می کند. ( مصرف آشکار ) که مقدار آن حدود ۳۵۰ لیتر است .

۲ - مقدار آب فراوانی که روزانه در صنایع مختلف به خصوص صنعت کشاورزی استفاده می شود و هر فرد در روز با استفاده از محصولات صنایع مختلف، در مصرف این آب ، به طور غیر مستقیم سهم است . (مصرف نهان )  
به مثال :

شما با مصرف ۱۰۰ گرم گوجه فرنگی ، مصرف آشکار ناچیزی دارید . ( آب موجود در گوجه فرنگی ، آب لازم برای شستن و یا احیاناً پختن آن ) اما مصرف نهان شما ۱۸ لیتر آب است . ( آبی که صرف کاشت ، داشت ، برداشت ، انتقال ، فروش و ... گوجه فرنگی می شود . )



شکل ۲۶- ردپای آب برای تولید برخی فراورده‌ها

## رد پای آب

رد پای آب ، برای هر فرد ، مقدار آبی است که آن فرد به طور مستقیم یا غیر مستقیم از منابع مختلف استفاده می کند و باعث کاهش حجم منابع آب می شود .  
مثال :

✓ میانگین جهانی ردپای آب برای تولید یک کیلوگرم گندم حدود ۱۸۳۰ لیتر است . یعنی برای تولید یک کیلوگرم گندم ۱۸۳۰ لیتر از منابع مصرف می شود .

✓ حالا اگر مصرف سالانه گندم شما ۱۵۰ کیلوگرم باشد ، رد پای آب شما در تولید این مقدار گندم ۲۷۴۵۰۰ لیتر است .

$$150 \times 1830 = 274500L$$

✓ رد پای شما در سال فقط برای گندم ۲۷۴۵۰۰ لیتر است . برای بقیه چی ؟  
دانشمندان میانگین رد پای سالانه هر فرد را حدود ۱۰۰۰،۰۰۰ لیتر برآورد کرده اند .

## نمک زدایی و تصفیه آب شور دریا

تقریباً همه آبی که در صنایع مختلف استفاده می شود ، از منابع آب شیرین تامین می شود .

منابع آب شیرین :

✓ برخی سطحی هستند مانند رود ، دریاچه و نهر آب شیرین

✓ برخی زیر زمینی هستند مانند چشمه ، قنات و چاه عمیق

بزرگ ترین منبع آب شیرین ، منابع آب زیر زمینی هستند .

اما همه منابع آب شیرین حدود ۰/۵ درصد آب های کره زمین را تشکیل می دهد . بیش از ۹۵% آب های کره زمین را آب شور دریا ها و اقیانوس ها تشکیل می دهد که تقریباً در هیچ از صنایع قابل استفاده نیستند .

بنابراین یکی از راه های تأمین آب شیرین ، نمک زدایی از آب شور دریا ها است .

## روش های نمک زدایی از آب شور دریا

برای نمک زدایی از آب دریا و تهیه آب شیرین روش های متعددی وجود دارد . دو روش متداول برای این کار عبارتند از :

(۱) تقطیر

(۲) اسمز معکوس

## تقطیر

به تبخیر و میعان پیایی ، تقطیر می گویند . ( قبلاً به عنوان یک روش جداسازی با آن آشنا شدیم . )

در این روش آب شور دریا را حرارت می دهند. آب تبخیر شده و نمک ها باقی می مانند . سپس آب تبخیر شده را سرد می کنند تا عمل میعان انجام شود. به این ترتیب شیرین بدست می آید .

حرارت لازم برای این کار نیاز به یک منبع انرژی دارد . تأمین انرژی لازم برای کار هزینه تولید آب شیرین را بالا می برد.

اما امروزه با استفاده از روش های خلاقانه تلاش شده هزینه انجام تقطیر به حداقل ممکن برسد .

به مثال ها توجه کنید .

مثال ۱ :

## احداث نیروگاه و تأسیسات آب شیرین

در این نیروگاه ها ، هم زمان آب شیرین و برق تولید می شود .

بخار آبی که باعث چرخش توربین و تولید برق می شود ، پس از خروج هنوز مقدار زیادی انرژی گرمایی دارد . این انرژی گرمایی برای تبخیر آب دریا به کار می رود . بخار آبی که از آب شور دریا متصاعد می شود سرد شده و آب شیرین بدست می آید .

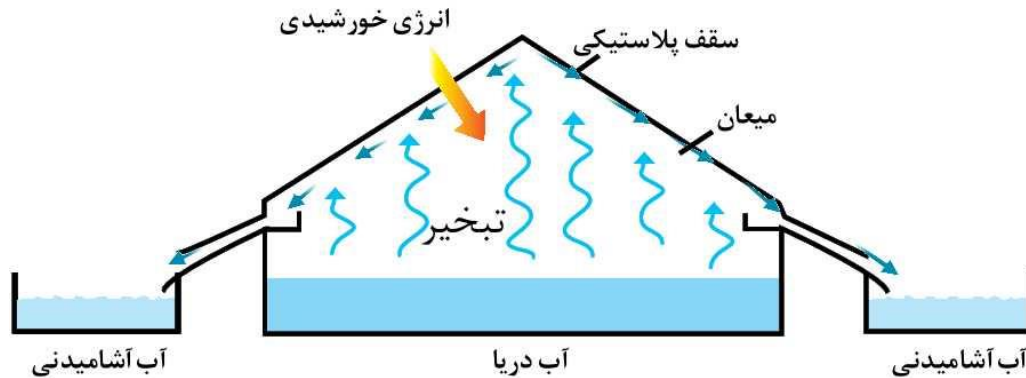
حتی از گرمایی که به هنگام میعان آزاد می شود برای گرم کردن اولیه آب دریا استفاده می شود .

در جزیره قشم نمونه ای از این تأسیسات ساخته شده است . این تأسیسات با بازده ۸۰٪ ، در روز ۵۰ مگاوات برق و ۱۸۰۰۰ متر مکعب آب شیرین تولید می کند .



مثال ۲ :

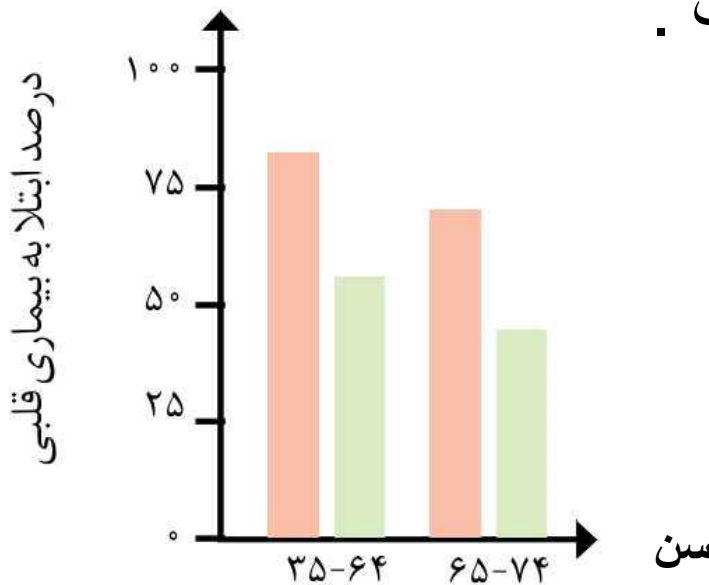
شکل زیر روشی ساده دیگر برای تولید آب شیرین به وسیله تقطیر را نشان می دهد .



توجه : آب شیرینی که به روش تقطیر به دست می آید . برای آشامیدن مناسب نیست . زیرا این آب املاح لازم برای بدن را ندارد .  
با افزودن برخی نمک های ضروری به آب ، می توان آنرا برای آشامیدن مهیا کرد .

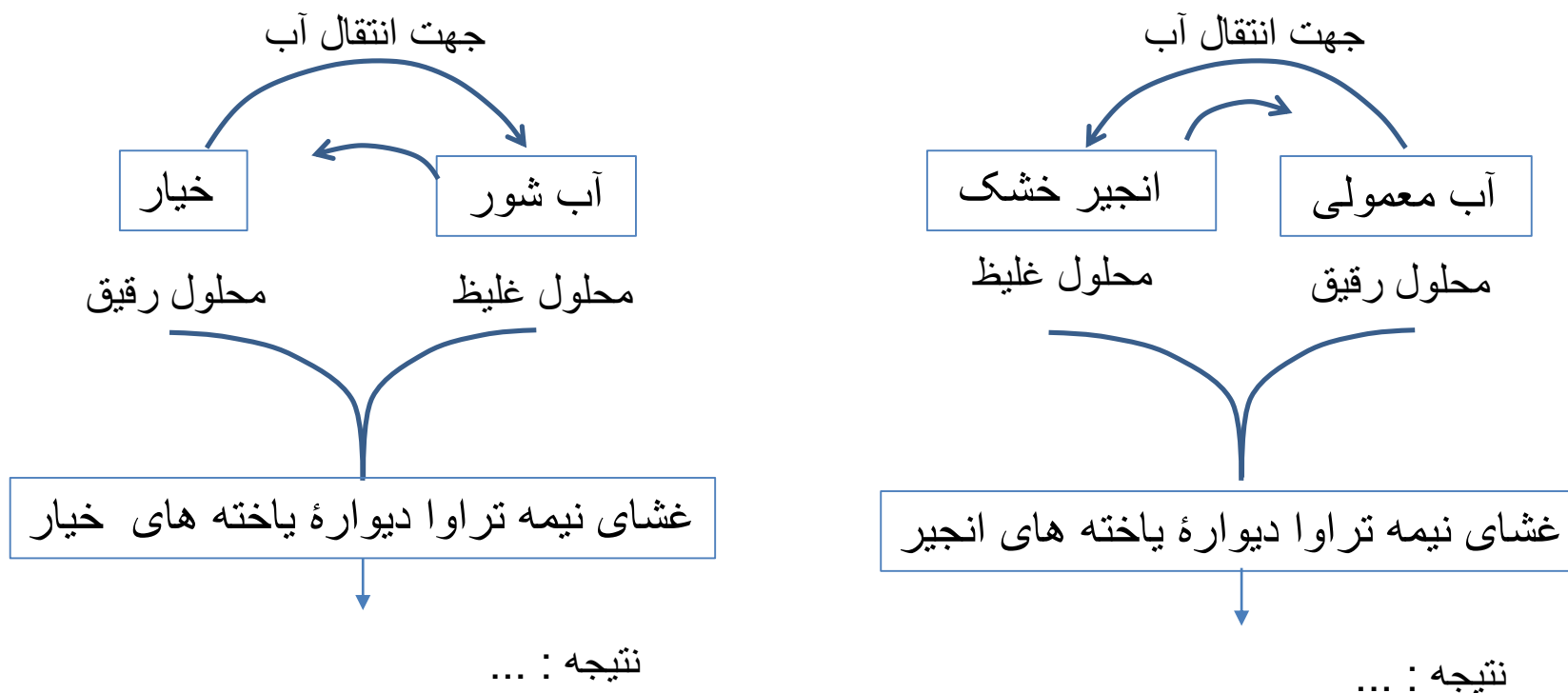
دستگاه های تصفیه آب خانگی ، به طور چشم گیری از غلظت یون های موجود در آب می کاهند . در حالی که وجود مقدار مناسبی از یون ها برای استخوان ها ، قلب و ... ضروری و مفید است .

بررسی ها نشان می دهد ، کسانی که آب تصفیه شده مصرف می کنند نسبت به افرادی که آب معمولی مصرف می کنند ، بیشتر به بیماری های قلبی مبتلا می شوند .



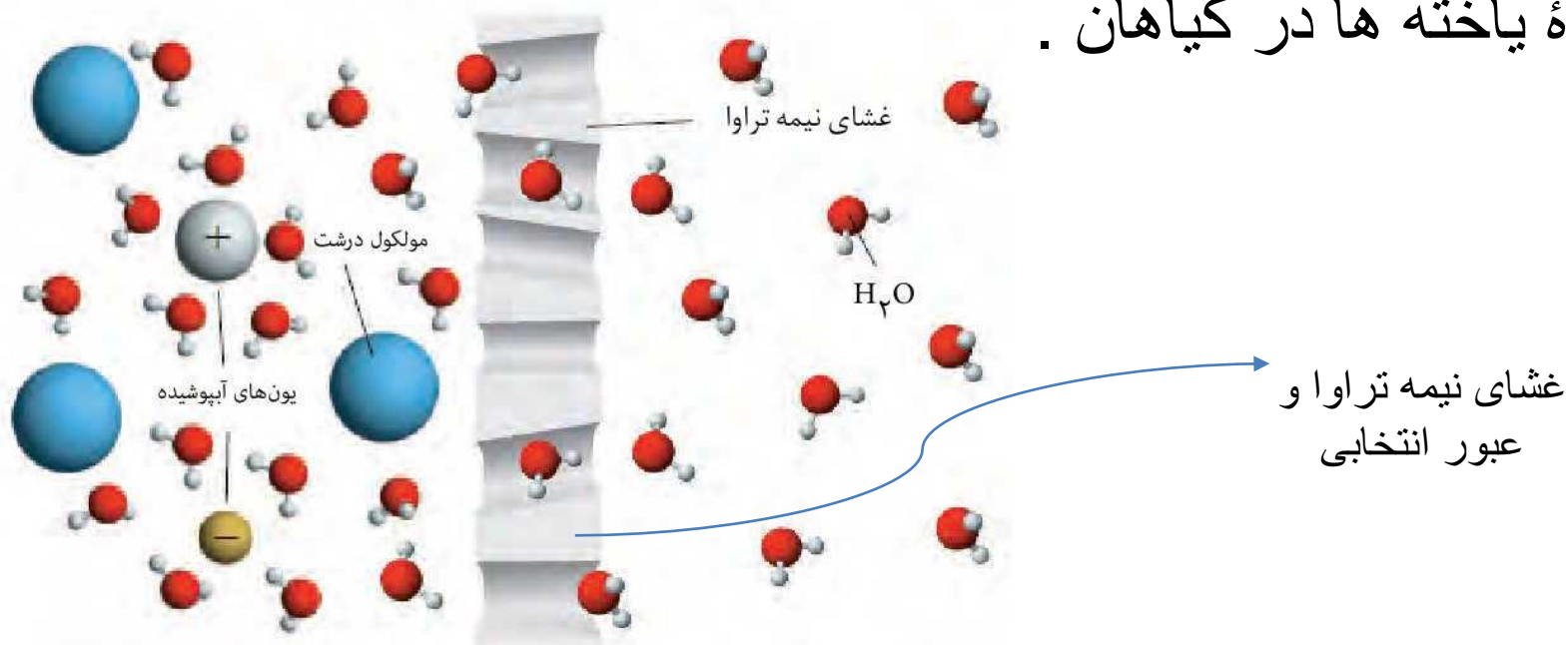
## اسمز ( گذرندگی )

اسمز ( گذرندگی ) ، فرآیندی است که در طی آن مولکول های حلال از طریق یک غشای نیمه تراوا ، از جایی که محلول رقیق تر است به جایی که محلول غلیظ تر است نفوذ می کنند .



## غشای نیمه تراوا

دیواره ای با روزنه های بسیار ریز است که فقط برخی ذره ها و مولکول های کوچک مانند مولکول آب می توانند از آن عبور کنند . این روزنه ها ، ذرات و مولکول های درشت را از خود عبور نمی دهند مانند دیواره یاخته ها در گیاهان .



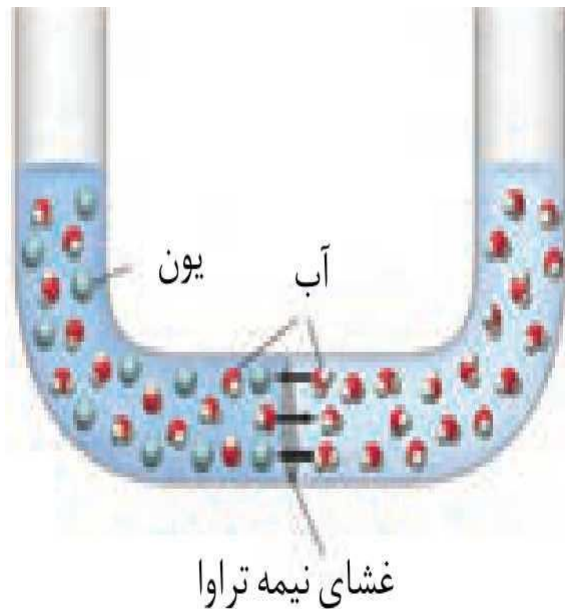
**نکته :** مولکول های حلال ( مانند آب ) از طریق غشای نیمه تراوا عبوری رفت و برگشتی دارند .

اگر غلظت محلول دو طرف غشا برابر باشد ، سرعت رفت و برگشت مولکول های حلال با هم برابر است .

اما اگر غلظت محلول دو طرف دیواره برابر نباشد ، سرعت انتقال مولکول های حلال از سوی محلول رقیق تر به سوی محلول غلیظ تر بیش تر خواهد بود .

فشار اسمزی، عاملی است که باعث می شود مولکول های حلال از محلول غلیظ تر به سمت محلول غلیظ تر جریان پیدا کنند .

سوال : در شکل زیر ، حجم های برابری از آب مقطر و محلول آب و نمک به وسیله یک غشای نیمه تراوا از یکدیگر جدا شده اند .  
اگر این غشا اجازه عبور یون های سدیم و کلرید را ندهد ، با گذشت زمان چه اتفاقی خواهد افتاد ؟ با رسم شکل حالت پایانی را نشان دهید .



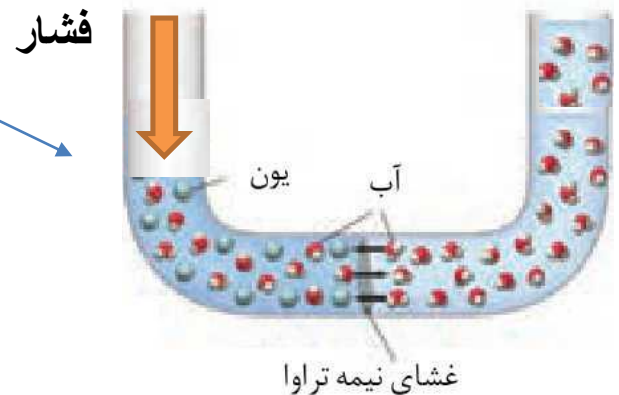
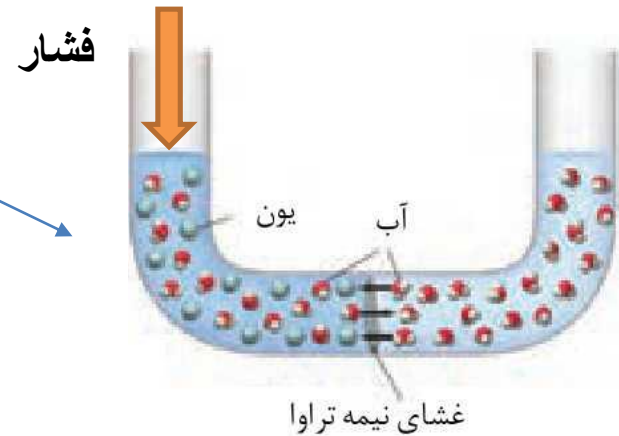
### اسمز معکوس

اسمز معکوس فرآیندی است که در آن از فشار، برای معکوس نمودن جریان اسمزی آب از درون یک غشای نیمه تراوا استفاده می‌شود.

اگر یک غشای نیمه‌تراوا بین دو محلول آب خالص و آب ناخالص قرار گیرد آب بطور طبیعی و تحت خاصیت اسمزی از غلظت بیش تر به غلظت کم تر جریان می‌یابد.

حال اگر فشاری بیش تر از فشار اسمزی ، بر سطح محلول غلیظ تر وارد شود ، جهت جریان طبیعی آب معکوس خواهد گردید. یعنی مولکول های آب از محلول غلیظ تر به سمت محلول رقیق تر جریان پیدا می کنند .  
اسمز معکوس کاربرد های زیادی دارد . یکی از این کاربردها ، نمک زدایی از آب دریا و تولید آب شیرین است .

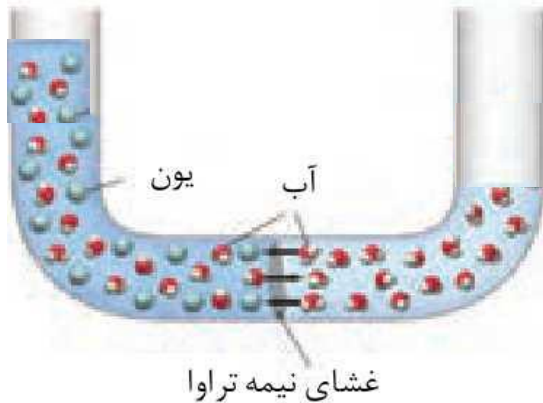
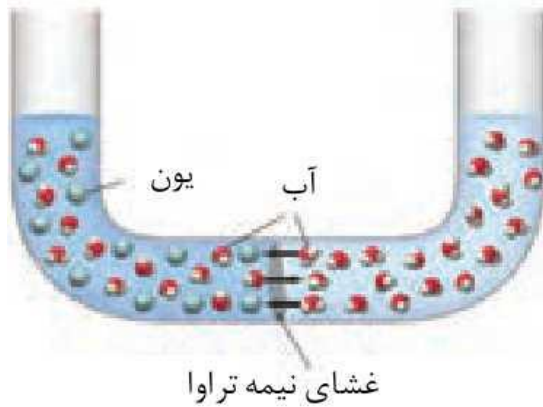
## پدیده اسمز معکوس



شروع

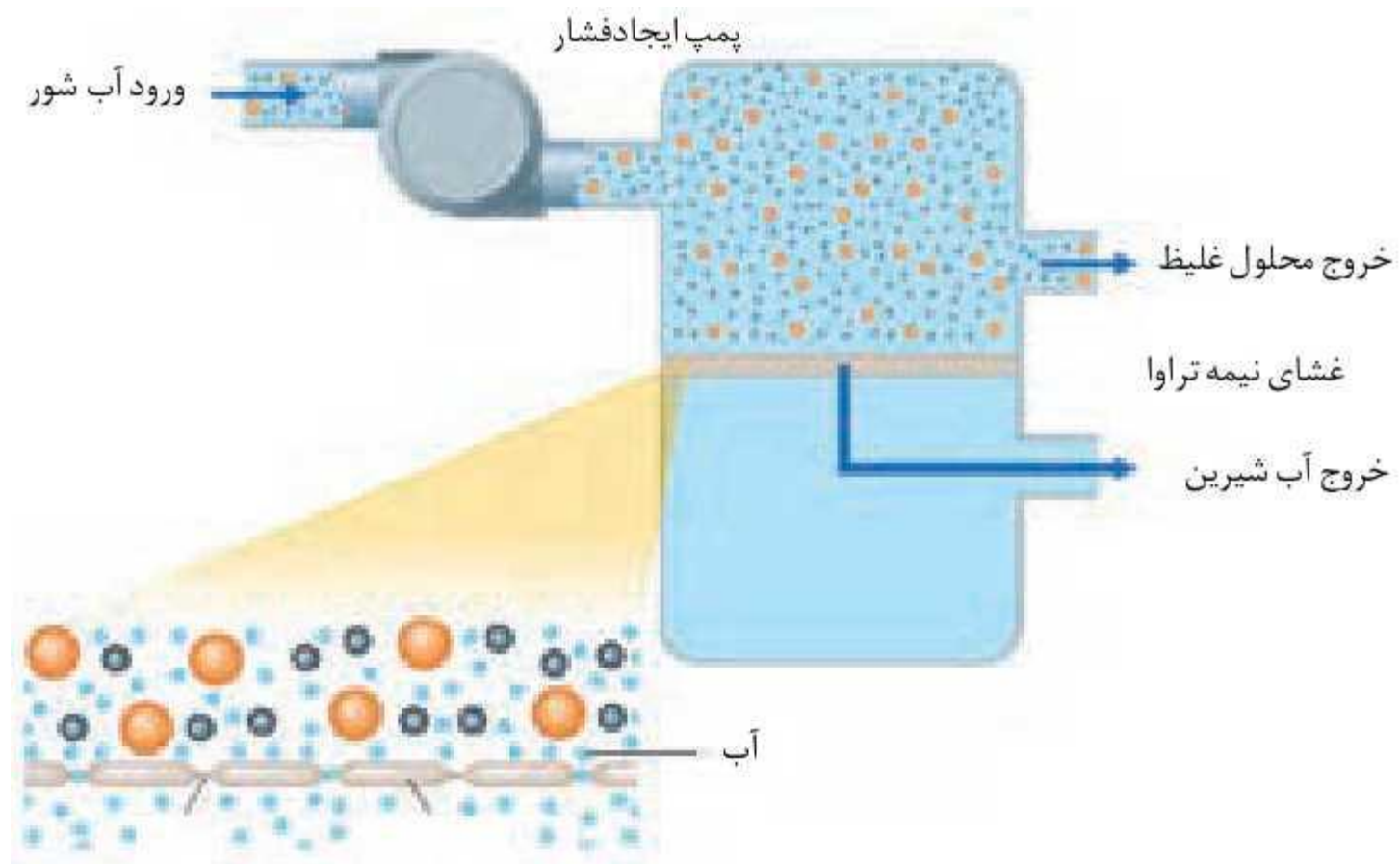
پس از مدتی

## پدیده اسمز





تهیه آب شیرین از آب شور دریا  
با کمک اسمز معکوس



## چشمه های زیر دریا

در بستر دریا چشمه هایی وجود دارد که آب آن ها شیرین و آشامیدنی است . گفته می شود تقریباً معادل آب رودخانه های جهان که به دریاها وارد می شوند ، از چشمه های زیر دریا، آب وارد دریا ها می شود .

بنابر این امروزه یکی از مهم ترین منابع تأمین آب جهان برای آینده بشر ، همین چشمه های زیر دریا هستند .

با هم بیندیشیم صفحه ۱۲۹ و خودرا بیازمایید صفحه ۱۳۰ را پاسخ دهید .

تمرین های دوره ای صفحه ۱۳۲ را حل کنید .

پایان بخش سوم  
موفق باشید.