

## فصل سوم

### آب، آهنگ زندگی

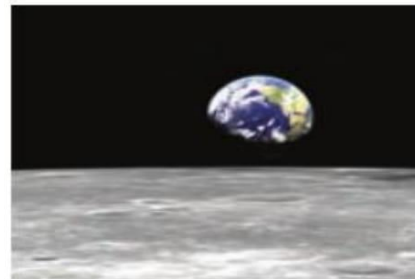


## نکات سیاره ی زمین:

- ۱- سیاره ما با جوی سرشار از اکسیژن و سطحی پوشیده از آب فراوان همانند سفینه ای مجهز و بسیار بزرگ است.
- ۲- سیاره زمین، امن ترین جا برای زندگی ما و دیگر جانداران و نیز پهناورترین زیستگاه برای آبزیان است. آب، در جای جای گیتی نماد زندگی است.
- ۳- در سیاره زمین، آب با گذر از هر راهی در زمین، به هر جا و حتی به درون یاخته های (سلول های) موجودات زنده را می یابد.
- ۴- امروزه در جهان نزدیک به یک میلیارد و دویست میلیون نفر به آب آشامیدنی دسترسی ندارند.
- ۵- زمین در فضا به رنگ آبی دیده می شود زیرا نزدیک به ۷۵ درصد سطح آن را آب پوشانده است.
- ۶- جرم کل آب روی کره زمین حدود  $1.5 \times 10^{18}$  تن است. بخش عمده این آب در اقیانوس ها و دریاها توزیع شده است. به طوری که اگر کره زمین را مسطح در نظر بگیریم. آب همه سطح آن را تا ارتفاع ۲ متر می پوشاند.
- ۷- جرم زمین حدود  $6 \times 10^{24}$  تن بوده در حالی که جرم آب روی سطح زمین در حدود  $10^6$  برابر جرم زمین است.



(ا)



(ب)

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

نکته طلایی پیرامون آبهای سطحی زمین:

- ۱- آب اقیانوس ها و دریاها مخلوطی همگن است.
- ۲- اغلب مزه شود داشته (مقدار قابل توجهی نمک دارد).
- ۳- حدود  $5 \times 10^6$  تن جرم کل مواد حل شده در آب های کره زمین تقریباً ثابت است پس باید به اندازه مقدار موادی که سالانه وارد آب کره می شود. همان مقدار نیز از آب دریاها و اقیانوس ها خارج شود.

ارزیابی سامانه ی زمین و اجزای آن :

- \* کره زمین همانند یک سامانه بزرگ است.
- شامل چهار بخش هوا کره، آب کره، سنگ کره و زیست کره می باشد.
- درون این سامانه و میان این چهار بخش، پیوسته مواد گوناگونی مبادله می شود. تنها در چرخه آب در هر سال حدود  $4/2 \times 10^4$  تن آب در سراسر کره زمین جا به جا می شود.

چرا سامانه ی زمین یک سامانه ی پویا قلمداد می شود؟

- زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست چون بخش های گوناگون آن با یکدیگر بر هم کنش های فیزیکی شیمیایی دارند.
۱. هر سال حجم زیادی از آب بخار شده و وارد هوا کره می شود و سپس به صورت بارش به آب کره یا سنگ کره بر می گردد.
  ۲. جانداران آبی میلیاردها تن کربن دی اکسید وارد هوا کره کرده، مقدار زیادی از اکسیژن محلول در آب را مصرف می کنند.
  ۳. فعالیت های آتشفشانی گازهای مختلف و مواد شیمیایی جامد را به صورت گرد و غبار وارد هوا کره می کنند.

۴. لاشه جانوران و گیاهان بر اثر واکنش تجزیه شده به صورت مولکول های کوچک وارد آب کره، هوا کره یا سنگ کره می شوند.



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

نکات مربوط به بحران کم آبی:

- ۱- ۶۶ درصد از جمعیت جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود آب مواجه می شوند.
- ۲- ۵۰ درصد جمعیت جهان هم اکنون از کم آبی رنج می برند.
- ۳- قاره آسیا که بیش از ۶۰ درصد جمعیت جهان را دارد. خشک ترین قاره است و بسیاری از مردم آن در منطقه جغرافیایی خود از کمبود آب. به ویژه آب آشامیدنی رنج می برند.
- ۴- ایران با داشتن حدود یک درصد جمعیت جهان تنها ۰/۲۶ درصد منابع آب شیرین جهان را دارد. با افزایش جمعیت، ایران در آینده ای نه چندان دور با کمبود شدید آب مواجه خواهد شد.



در سامانه ی آبی جهان هستی یونهای بسیاری بصورت محلول وجود دارند که به بررسی نکات کلیدی آنها می پردازیم:

برخی یون های حل شده در آب دریا مطابق جدول زیر 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

۱. کاتیون های عناصر گروه های اول و دوم و آنیون های تک اتمی گروه هفدهم موسوم به هالوژنها در آب دریا وجود دارند.

۲. آنیون کلرید ( $Cl^-$ ) و کاتیون سدیم ( $Na^+$ ) بیش ترین مقدار را در آب دریا داشته و آنیون برمید ( $Br^-$ ) و کاتیون پتاسیم ( $K^+$ ) کم ترین مقدار را دارند:



۳. انحلال نمک های مختلف در آب باعث ورود یون ها به آب دریا می شود:



پراکندگی و توزیع آبهای کره ی زمین:

\* از مجموع آب های موجود در کره زمین (آب کره) ۹۷/۲٪ در اقیانوس ها، ۲/۱۵٪ در کوه های یخ و حدود ۰/۶۵٪ شامل آب های زیرزمینی، آب شیرین دریاچه ها، آب شور دریاها و رطوبت خاک و بخار آب هوا می باشد.

نکته طلایی: بیش ترین مقدار آب های روی زمین، آب شور است و نمی توان از آن ها استفاده کرد.



الگوی آب باران الهام بخش فرآیند تقطیر:

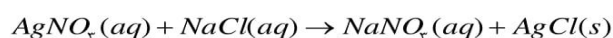
آب باران در هوای پاک، تقریباً خالص است. زیرا هنگام تشکیل برف و باران تقریباً همه مواد حل شده در آب از آن جدا می شود. این فرایند الگویی برای تهیه آب خالص است که به آن تقطیر و به فرآورده آن آب مقطر می گوئیم.

#### نکات کلیدی در مورد عوامل ناپایداری ترکیب شیمیایی آب

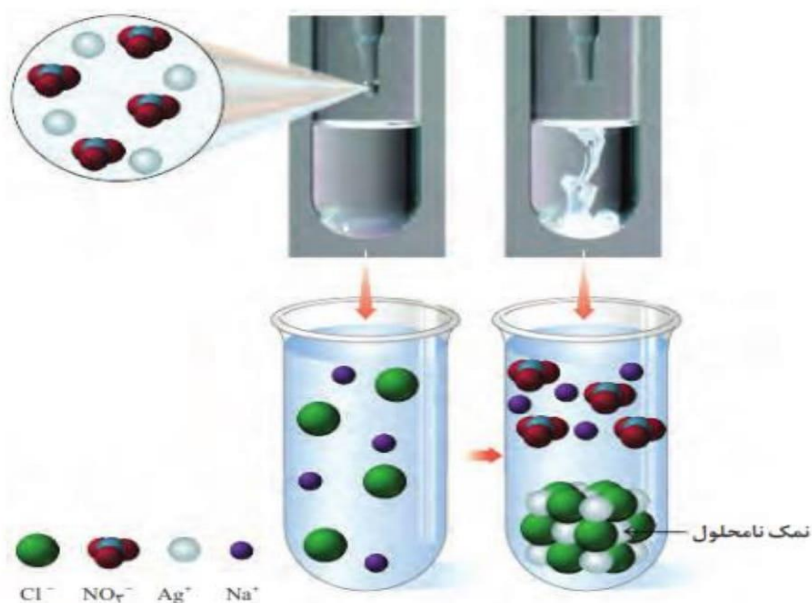
- ۱- دریاها مخلوطی همگن از انواع یون ها و مولکول ها می باشند که نوع و مقدار مواد حل شده در دریاها با هم متفاوت است زیرا آب هایی که به دریاها می ریزند در مسیر خود از زمین هایی می گذرند که مواد شیمیایی گوناگونی دارند.
- ۲- اغلب چشمه ها، قنات ها و رودخانه ها آبی زلال و شفاف دارند که شیرین، گوارا و آشامیدنی است اما آب خالص نمی باشند زیرا دارای مواد معدنی مختلفی هستند.

نکته طلایی: شناسایی کاتیون نقره

افزودن محلول نقره نیترات به محلول سدیم کلرید، رسوب سفید رنگ نقره کلرید می دهد:

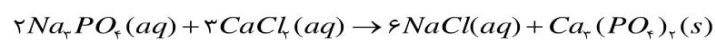


این رسوب رسوبی سفید است که برای شناسایی کاتیون نقره به عنوان تست استاندارد و معمول استفاده می شود.



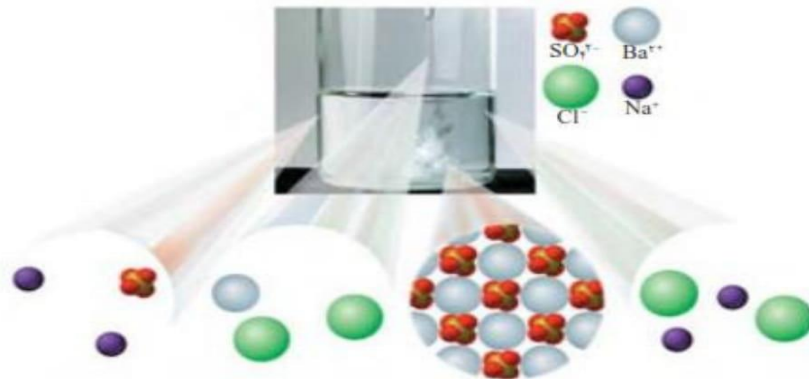
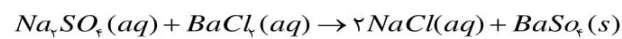
نکته طلایی: شناسایی کاتیون کلسیم:

واکنش محلول های سدیم فسفات و کلسیم کلرید تولید رسوب کلسیم فسفات می کند:



نکته طلایی: شناسایی کاتیون باریم:

واکنش محلول های سدیم سولفات و باریم کلرید، رسوب سفید رنگ باریم سولفات می دهد:



نکات طلایی مربوط به آب آشامیدنی :

- ۱- آب آشامیدنی مخلوطی زلال و همگن است.
- ۲- مقدار کمی از یون های مختلف دارد که برخی به صورت طبیعی در آب حل شده و برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم به آن اضافه می شود.
- ۳- به طور مثال افزودن مقدار کمی یون فلوئورید ( $F^-$ ) سبب حفظ سلامت دندان ها می شود. در برخی از آب های آشامیدنی مقدار یون های حل شده به اندازه ای زیاد است که مزه آب را تغییر می دهد.
- ۴- تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب ها در نوع و مقدار حل شونده های آنها است.



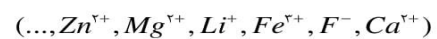
۵- در آب های آشامیدنی و شیرین مقدار و نوع یون های موجود از محلی به محل دیگر متفاوت است. این یون ها کاتیون های سدیم ( $Na^+$ ) منیزیم ( $Mg^{2+}$ ) کلسیم ( $Ca^{2+}$ ) و آهن (II) ( $Fe^{2+}$ ) و آنیون های کلرید ( $Cl^-$ )، نیترات ( $NO_3^-$ ) و هیدروکسید ( $OH^-$ ) می باشد.



شکل ۴- برخی یون های موجود در آب های آشامیدنی و شیرین. مقدار و نوع یون های موجود در آب های شیرین از محلی به محل دیگر تفاوت دارد.

### یون های چند اتمی

\* برخی یون هاتک اتمی هستند یعنی تنها از یک (تعداد) اتم تشکیل شده اند. این یونها می توانند کاتیون یا آنیون باشند.



\* برخی یون ها مانند نیترات ( $NO_3^-$ )، سولفات ( $SO_4^{2-}$ ) و... از دو یا چند اتم تشکیل شده اند. به این یونها، یونهای چند اتمی می گوئیم. گونه ای باردار که شامل ۲ یا چند اتم فلز یا نافلز می باشد و این اتم ها با پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل شده اند. در یون های چند اتمی، بار متعلق به اتم خاصی نبوده و به کل ترکیب متعلق است. برای آشنایی با یونهای متنوع به جداول زیر دقت کنید:

## انواع کاتیون:

- تک اتمی: تنها بر روی یک عنصر بار مثبت قرار گرفته است.  $Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}, Sn^{4+}$
- چند اتمی: از ایجاد پیوند کوالانسی بین چند عنصر متمایز یک مولکول ایجاد شده که روی آن مقداری بار مثبت قرار گرفته است.  $[NH_4]^+$

## کاتیونهای فلزات قلیایی

فلزات قلیایی	کاتیون	نام	ظرفیت
Li	$Li^+$	کاتیون لیتیم	۱
Na	$Na^+$	کاتیون سدیم	۱
K	$K^+$	کاتیون پتاسیم	۱
Rb	$Rb^+$	کاتیون روییدیم	۱
Cs	$Cs^+$	کاتیون سزیم	۱

## فلزات قلیایی خاکی

فلزات خاکی	کاتیون	نام	ظرفیت
Mg	$Mg^{2+}$	کاتیون منیزیم	۲
Ca	$Ca^{2+}$	کاتیون کلسیم	۲
Sr	$Sr^{2+}$	کاتیون استرانسیم	۲
Ba	$Ba^{2+}$	کاتیون باریم	۲

## گروه سوم اصلی (IIIA)

گروه سوم اصلی	کاتیون	نام	ظرفیت
Al	$Al^{3+}$	کاتیون آلومینیم	۳
Ga	$Ga^{3+}$	کاتیون گالیم	۳

## مهم ترین کاتیونهای گروه های اصلی

	عنصر	کاتیون	نام	ظرفیت
گروه IVA	Pb	$Pb^{2+}$	کاتیون سرب	۲
گروه VA	Bi	$Bi^{3+}$	کاتیون بیسموت	۳

## کاتیونهای فلزات واسطه

اغلب فلزات واسطه دارای کاتیون های متنوعی هستند و برخی از آنها فقط یک نوع کاتیون دارند.

فلز واسطه	کاتیون	نام	ظرفیت
Zn	$Zn^{2+}$	کاتیون روی	۲
Cd	$Cd^{2+}$	کاتیون کادمیم	۲
Ag	$Ag^{+}$	کاتیون نقره	۱
Sc	$Sc^{3+}$	کاتیون اسکاندیم	۳

## کاتیونهای فلز واسطه تیتانیوم

کاتیون	نماد یون	نام	ظرفیت
$Ti^{2+}$	Ti II	تیتانیوم II	۲
$Ti^{3+}$	Ti III	تیتانیوم III	۳

## کاتیونهای فلز واسطه وانادیم

کاتیون	نماد یون	نام	ظرفیت
$V^{2+}$	V II	وانادیم II	۲
$V^{3+}$	V III	وانادیم III	۳

## کاتیونهای فلز واسطه کروم

کاتیون	نماد یون	نام	ظرفیت
$Cr^{2+}$	Cr II	کروم II (کرومو)	۲
$Cr^{3+}$	Cr III	کروم III (کرومیک)	۳

## کاتیونهای فلز واسطه منگنز

کاتیون	نماد یون	نام	ظرفیت
$Mn^{2+}$	Mn II	منگنز II	۲
$Mn^{3+}$	Mn III	منگنز III	۳

## کاتیونهای فلز واسطه آهن

کاتیون	نماد یون	نام	ظرفیت
$Fe^{2+}$	Fe II	آهن II (فرو)	۲
$Fe^{3+}$	Fe III	آهن III (فریک)	۳



## کاتیونهای فلز واسطه کبالت

کاتیون	نماد یون	نام	ظرفیت
$Co^{2+}$	Co II	کبالت II	۲
$Co^{3+}$	Co III	کبالت III	۳

## کاتیونهای فلز واسطه نیکل

کاتیون	نماد یون	نام	ظرفیت
$Ni^{2+}$	Ni II	نیکل II	۲
$Ni^{3+}$	Ni III	نیکل III	۳

## کاتیونهای فلز واسطه مس

کاتیون	نماد یون	نام	ظرفیت
$Cu^{+}$	Cu I	مس I (کوپرو)	۱
$Cu^{2+}$	Cu II	مس II (کوپریک)	۲

## کاتیونهای فلز واسطه قلع

کاتیون	نماد یون	نام	ظرفیت
$Sn^{2+}$	Sn II	قلع II (استانو)	۲
$Sn^{4+}$	Sn IV	قلع IV (استاتیک)	۴

## کاتیونهای فلز واسطه جیوه

کاتیون	نماد یون	نام	ظرفیت
$Hg_2^{2+}$	Hg I	جیوه I (مرکوری)	۱
$Hg^{2+}$	Hg II	جیوه II (مرکوریک)	۲

انواع آنیون ها:

- تک اتمی: تنها بر روی یک عنصر یا اتم بار منفی قرار گرفته است.  $P^{3-}, O^{2-}$ - چند اتمی: روی چند عنصر یا اتم بار منفی قرار گرفته است.  $NO_3^-, CrO_4^{2-}$ 

## خانواده اکسیژن

۲	اکسید	$O^{2-}$	اکسیژن
$\frac{1}{2}$	سوپراکسید	$O_2^-$	
۱	پراکسید	$O_2^{2-}$	
$\frac{1}{3}$	ازونوئید	$O_3^-$	

## خانواده نیتروژن

۳	نیتريد	$N^{3-}$	نیتروژن
۱	نیترات	$NO_3^-$	
۱	نیتريت	$NO_2^-$	
$\frac{1}{3}$	آزید	$N_3^-$	

## خانواده گوگرد

۲	سولفید	$S^{2-}$	گوگرد
۲	سولفات	$SO_4^{2-}$	
۲	سولفیت	$SO_3^{2-}$	
۲	هیپوسولفیت	$SO_2^{2-}$	

## خانواده فسفر

۳	فسفید	$P^{3-}$	گوگرد
۳	فسفات	$PO_4^{3-}$	
۲	فسفیت	$PO_3^{3-}$	
۲	هیپوفسفیت	$PO_2^{3-}$	

خانواده  $X = Cl, Br, I$ 

۱	هیپو + نام هالوژن + یت	$XO^-$	$X = Cl, Br, I$
۱	نام هالوژن + یت	$XO_2^-$	
۱	نام هالوژن + ات	$XO_3^-$	
۱	پر + نام هالوژن + ات	$XO_4^-$	

## خانواده کروم

۲	کرومات	$CrO_4^{2-}$	کروم
۲	دی کرومات	$Cr_2O_7^{2-}$	

## خانواده منگنز

۱	پرمنگنات	$MnO_4^-$	منگنز
۲	منگنات	$MnO_4^{2-}$	

## خانواده اکسیژن و کربن و نیتروژن

۱	تیوسیانید	$SCN^-$	اکسیژن و کربن و
۱	ایزوتیوسیانید	$SNC^-$	نیتروژن

## خانواده اکسیژن و کربن و هیدروژن

۲	کربنات	$CO_3^{2-}$	اکسیژن و کربن و
۱	بی کربنات	$HCO_3^-$	هیدروژن

## خانواده سیانید

۱	سیانید	$CN^-$	سیانید
۱	ایزوسیانید	$NC^-$	

## خانواده هالوژن ها

۱	فلوئورید	$F^-$	هالوژن ها
۱	کلرید	$Cl^-$	
۱	برمید	$Br^-$	
۱	یدید	$I^-$	



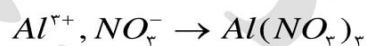
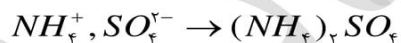
### خانواده آرسنیک

۳	آرسنات	$ASO_4^{3-}$	آرسنیک
۲	آرسنیت	$ASO_3^{2-}$	

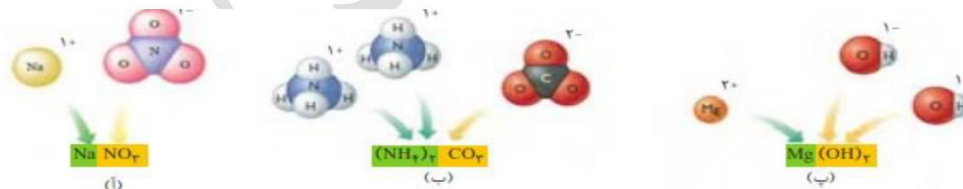
### خانواده هیدروژن و نیتروژن

۱	آمید	$NH_4^-$	هیدروژن و نیتروژن
۱	آمونیم	$NH_4^+$	

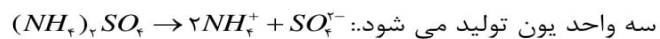
در ترکیب یونی، یون چند اتمی به صورت یک مجموعه واحد رفتار می کند یعنی بار آن را به صورت اندیس (زیروند) به ترکیب مقابل و بار یون مقابل را به صورت اندیس برای کل یون چند اتمی در نظر می گیریم:



\* ترکیب های یونی همانند: پتاسیم یدید ( $KI$ ) یا منیزیم اکسید ( $MgO$ ) با آهن ( $III$ ) برمید ( $FeBr_3$ ) که از دو نوع اتم آمونیم سولفات ( $(NH_4)_2SO_4$ ) یک ترکیب یونی چهار تایی است. مدل فضا پر کن برای سه ترکیب یونی الف) سدیم نیترات، ب) آمونیم کربنات و پ) منیزیم هیدروکسید به صورت زیر است:

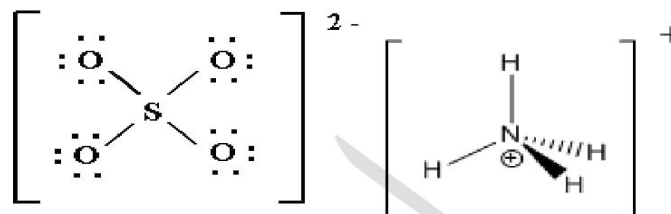


\* آمونیم سولفات ( $(NH_4)_2SO_4$ ) یک ترکیب یونی که به عنوان کود شیمیایی استفاده می شود. دو عنصر نیتروژن و گوگرد را در اختیار گیاه قرار می دهد و مطابق واکنش زیر، از انحلال هر واحد از آن

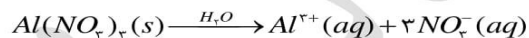


\* گیاهان برای رشد مناسب، افزون بر  $H_2O$ ،  $CO_2$  به عنصرهای  $N, P, S, \dots$  نیاز دارند.

\* ساختار لوویس یون های آمونیوم و سولفات به صورت زیر است:



\* بسیاری از ترکیب های یونی در آب حل شده و به یون های سازنده تفکیک می شوند:



می دانیم که ترکیب یونی خنثی است پس باید مجموع بار کاتیون ها با مجموع بار آنیون ها برابر باشد.

### محلول و مقدار حل شونده ها

تعریف محلول: محلول، مخلوطی همگن از دو یا چند ماده است که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی محلول (مانند رنگ و غلظت و...) در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است.

\* برخی از کاربردهای محلول ها در زندگی ما:

۱. هوایی که تنفس می کنیم مخلوطی از گازها است ( $CO_2$  و  $N_2$  و  $O_2$  و بخار آب و...)
۲. سرم فیزیولوژی محلول نمک در آب است.
۳. ضد یخ، محلول اتیلن گلیکول در آب می باشد.
۴. گلاب مخلوطی همگن (محلول) از چند ماده آلی در آب است.

### ترکیبهای یونی موجود در آب دریاها

- ۱- مقدار نمک های (ترکیب های یونی) حل شده در آب دریاها ی گوناگون مختلف است.
- ۲- در بحرالمت (دریای مرده) در هر ۱۰۰ گرم آب حدود ۲۷ گرم حل شونده (انواع نمک) و در دریاچه ارومیه (دومین دریاچه شور جهان) در هر ۱۰۰ گرم آب حدود ۰/۲ گرم انواع حل شونده وجود دارد.
- ۳- همچنین کاتیون های  $Na^+$  و  $K^+$  و  $Li^+$  و  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  و آنیون های  $Cl^-$  و  $HCO_3^-$  و  $SO_4^{2-}$  به طور عمده در آب این دریاچه وجود دارد که تقریباً ۴ برابر آب دریاها ی آزاد است لذا منبع غنی برای تأمین نمک خوراکی است.

یکی از منابع مهم تأمین نمک خوراکی آب دریاها است.

## شناسایی با اجزا محلولها

\* هر محلول از دو جز تشکیل شده است:

۱. حلال: حل شونده را در خود حل می کند و شمار مول های بیش تری دارد.
۲. حل شونده: در حلال حل شده و شمار مول های کم تری دارد.

نکته ی کلیدی: خواص محلول ها به خواص حلال، حل شونده و مقدار هر یک از آنها وابسته است. اطلاع از این امر می تواند به درک خواص، رفتار و کاربرد آن محلول کمک کند.

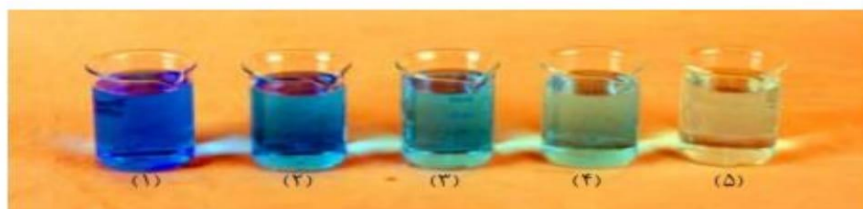
مفهوم غلظت: غلظت به مفهوم مقدار حل شونده (برحسب گرم یا مول) در مقدار معینی از محلول یا حلال می باشد. برای بیان غلظت روشهای متنوعی وجود دارد که به بررسی برخی از آنها می پردازیم.

۱- یکی از مهمترین شیوه های بیان غلظت قسمت در میلیون (ppm) است که برای بیان غلظت محلول های بسیار رقیق به کار می رود (همانند غلظت یون ها در آب معدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، میزان آلایندهای هوا و....) و عبارتست از مقدار گرم ماده حل شده در یک میلیون گرم از محلول در این رابطه باید یکای جرم در صورت و مخرج یکسان باشد.

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

\* با حل شدن ۰/۰۵ گرم مس (II) سولفات ( $CuSO_4$ ) در آب ۱۰۰ گرم آب، محلولی به رنگ آبی ایجاد می شود که اگر با افزودن آب، این محلول را رقیق تر کنیم. به تدریج رنگ آبی محلول کم تر شده و بی رنگ خواهد شد.





### بیشتر بدانید

#### نکات طلایی یون نیترات ( $NO_3^-$ ):

یون نیترات ( $NO_3^-$ ) باید کم ترین غلظت ممکن را در آب آشامیدنی داشته باشد.

#### منبع ورود به بدن :

این یون از طریق مصرف بیش از اندازه کودهای شیمیایی و دفع نامناسب زباله ها و فضولات انسانی و حیوانی وارد آب می شود.

#### عوارض یون نیترات:

۱- یون نیترات به خوبی در آب حل می شود و با ورود به بدن انسان با هموگلوبین خون ترکیب شده، انتقال اکسیژن را دچار اختلال می کند و با کاهش مقدار هموگلوبین طبیعی در خون، بویژه بر روی سیستم عصبی تأثیر می گذارد

۲- و هم چنین یون نیترات توسط دستگاه گوارش به یون نیتريت ( $NO_2^-$ ) تبدیل شده، عوارضی چون کاهش اسیدیته معده و کمبود آنزیم ها را به دنبال خواهد داشت.

۳- تبدیل هر دو یون  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$  به نیتروزامین تولید ماده ای سرطان زا در بدن خواهد کرد. مقدار هر دو یون  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ،  $10\text{ ppm}$  است.

#### نکات یون فلورید:

\* مقدار مجاز یون فلورید ( $F^-$ ) در آب آشامیدنی  $1/22 - 0/7\text{ ppm}$  است.

اگر مقدار این یون کم تر از این مقدار باشد، کارایی خود را از دست داده و اگر مقداری بیشتر از این محدوده داشته باشد، باعث ایجاد لکه یا خال هایی به رنگ سفید مات بر سطح مینای دندان می شود. ادامه مصرف این یون لکه های قهوه ای شده را به فرورفتگی تبدیل می کند.

۲- یکی از راههای دیگر بیان غلظت درصد جرمی است که با نماد  $\frac{\omega}{\omega}$  (درصد جرمی - جرمی) نشان داده می شود. این غلظت بصورت زیر بیان می شود:

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

از هر واحد جرمی نظیر گرم یا میلی گرم و... می توان برای صورت و مخرج کسر داده شده استفاده کرد تنها باید یکای جرم برای هر دو یکسان باشد به همین دلیل، درصد جرمی پاسخی بدون یکا یا واحد خواهد داشت.

#### گستره ی کاربردی این غلظت:

غلظت بسیاری از محلول ها با درصد جرمی بیان می شود (سرکه خوراکی با خاصیت اسیدی کم. محلول ۵ درصد جرمی استیک اسید ( $CH_3COOH$ ) در صنعت محلول غلیظ نیتریک اسید ( $HNO_3$ ) با غلظت ۷۰ درصد جرمی تولید شده و بسته به کاربرد به محلول های رقیق تر تبدیل می شود).

مفهوم این غلظت: عبارت محلول استریل سدیم کلرید ۰/۹ درصد به مفهوم این است که در ۱۰۰ گرم محلول ۰/۹ گرم سدیم کلرید و ۹۹/۱ گرم آب وجود دارد.

اهمیت بستر اقیانوسها و دریاها در تامین مواد معدنی:

بستر اقیانوس ها و دریاها مقدار قابل توجهی از مواد شیمیایی گوناگون دارد. کلوخه های کف اقیانوس ها تا ۲۴ درصد منگنز، ۱۴ درصد آهن و مقدار کم تری مس، نیکل و کبالت دارد. پس عنصرهای زیر در بستر دریاها و اقیانوسها وجود دارند:



#### نکته طلایی: نوشابه و نقش آن در دیابت:

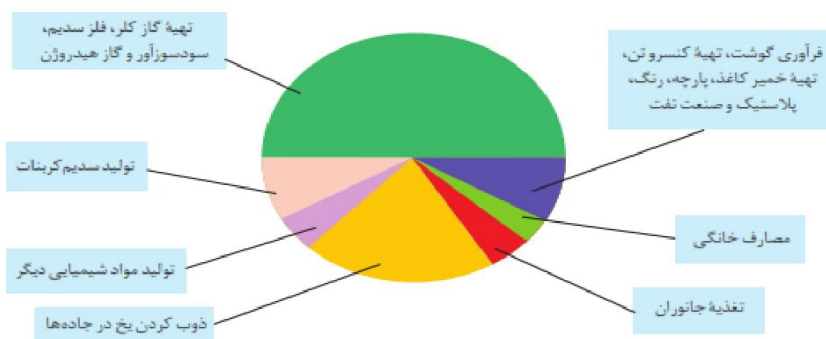
در هر قوطی نوشابه به ازای ۳۳۰ گرم محلول، ۳۹ گرم شکر وجود دارد (۱۱/۸ درصد جرمی شکر) و در بطری های خانواده نوشابه، هر ۱۵۰۰ گرم محلول، ۱۰۸ گرم شکر دارد (۷/۲ درصد جرمی شکر)

#### بهره برداری از منابع شیمیایی موجود در آب دریا:

راهکار: مواد شیمیایی موجود در آب دریا را می توان به روش های فیزیکی یا شیمیایی از آن جدا کرد. مثال **روش فیزیکی**: جدا کردن سدیم کلرید به روش **تبلور**، از آب دریا بیش ترین کاربرد آن در تهیه گاز کلر، فلز سدیم، سود سوزآور ( $NaOH$ ) و گاز هیدروژن است.

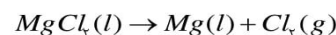


شکل ۱۳- استخراج و جداسازی سدیم کلرید به روش تبلور



نمودار ۱- کاربردهای NaCl

مثال **روش شیمیایی**: فلز منیزیم ( $Mg$ ) در تهیه الیازها، شربت معده و ... کاربرد دارد. این فلز بیش تر از آب دریا تهیه شده و برای استخراج آن ابتدا باید منیزیم را به صورت جامد رسوب دهند  $(Mg(OH)_2(s))$  سپس آن را به منیزیم کلرید تبدیل و در پایان با استفاده از جریان برق (تکنیک برقکافت یا الکترولیز)، منیزیم کلرید را به عنصرهای سازنده تجزیه می کنند.



۳- پرکاربردترین و رایجترین شیوه ی بیان غلظت در علم شیمی غلظت مولار (مولی یا مولاریته) است

که عبارتست از مقدار مول های جسم حل شده در یک لیتر محلول و با رابطه  $M = \frac{n}{V}$ : غلظت

مولار  $\left(\frac{mol}{L}\right)$ ، n: تعداد مول و V: حجم محلول بر حسب لیتر) بیان می شود.

\* در آزمایشگاه اندازه گیری حجم یک مایع آسان تر از اندازه گیری جرم آن است.

\* شیمی دان ها مقدار ماده را بر حسب مول بیان می کنند که مبنای محاسبه های کمی (عددی) در

شیمی است.



## نکات طلایی در رابطه با ارتباط غلظتها باهم

نوع غلظت	رابطه ی محاسبه ی غلظت	کاربردهای خاص (به طور معمول)
درصد جرمی (وزنی) (a)	جرم محلول / جرم حل شونده = a $\times 100$	بیان درصد جرم حل شونده های جامد در محلول های مایع
قسمت در میلیون (ppm)	جرم محلول / جرم حل شونده = ppm $\times 10^6$	بیان مقادیر اندک یون های محلول در آب دریا، بدن جانداران، بیان میزان آلاینده های هوا و آبها
غلظت مولار (مولاریته) (M)	حجم محلول (لیتر) / تعداد مول حل شونده = M	رایجترین شیوه ی بیان غلظت محلول و گازها

✓ درصد جرمی و ppm واحد ندارند.

✓ رابطه ی بین غلظت مولار و غلظت ppm به صورت زیر است:

$$PPM = M \times M_w \times 1000$$

✓ برای محاسبه ی غلظت مولار (مولاریته) محلولها با داشتن چگالی (d)، جرم مولی (M)،  
و درصد جرمی (a %) می توان از رابطه ی زیر در کنکور استفاده کرد.

$$M = \frac{10ad}{M_w}$$

مثال کلیدی کتاب درسی:



• دستگاه اندازه  
(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؟

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



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

### نکات سنگ کلیه:

- ۱- نزدیک به ۳ درصد جمعیت ایران دارای سنگ کلیه می باشند
- ۲- دلیل سنگ کلیه: زمینه ژن شناختی، تغذیه نامناسب، عدم تحرک، مصرف بیش از اندازه نمک خوراکی، نوشیدن کم آب، پروتئین حیوانی و لبنیات و اختلالات هورمونی است.
- ۳- اغلب سنگ های کلیه به دلیل رسوب برخی نمک های کلسیم دار در کلیه ها می باشد.

### تعریف انحلال پذیری:

بیش ترین مقدار از یک حل شونده که در دمای معین در ۱۰۰ گرم از آب (حلال) حل می شود. در اینحالت یک محلول سیر شده داریم. محلولی که نمی تواند حل شونده بیش تری را در خود حل کند.

محلولها از نظر مقداری از حل شونده که در خود حل کرده اند به سه دسته تقسیم می شوند:

- ۱- محلول سیر شده : محلولی که نمی تواند حل شده بیش تری را در خود در یک دمای معین حل کند.
- ۲- محلول سیر نشده : محلولی که می تواند حل شده بیش تری را در خود در یک دمای معین حل کند.
- ۳- محلول فرا سیر شده :: محلولی که می تواند با کاهش یا افزایش دما حل شده بیش تری را در خود حل کند.

### انواع مواد حل شونده از نظر میزان انحلال در آب:

مطابق انحلال پذیری مواد جامد در آب در دمای معین، می توان مواد حل شونده را به سه دسته تقسیم کرد:

مواد محلول: دارای انحلال پذیری بیش تر از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب می باشند.

مواد کم محلول: دارای انحلال پذیری مابین ۱ گرم تا ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب می باشند.  
مواد نا محلول: دارای انحلال پذیری کم تر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب می باشند.

انحلال پذیری برخی مواد در  $25^{\circ}C$ 

نام حل شونده	فرمول شیمیایی	انحلال پذیری (گرم حل شونده / $100gH_2O$ )
شکر	$C_{12}H_{22}O_{11}$	۲۰۵
سدیم نیترات	$NaNO_3$	۹۲
سدیم کلرید	$NaCl$	۳۶
کلسیم سولفات	$CaSO_4$	۰/۲۳
باریم سولفات	$BaSO_4$	$1/9 \times 10^{-4}$
نقره کلرید	$AgCl$	$2/1 \times 10^{-4}$
کلسیم فسفات	$Ca_3(PO_4)_2$	$5 \times 10^{-4}$

نتایج تحلیل جدول مهم بالا:

۱. شکر، سدیم نیترات و سدیم کلرید، مواد محلول در آب در دمای  $25^{\circ}$  می باشند. در همین دما، کلسیم سولفات، کم محلول بوده و نقره کلرید، باریم سولفات و کلسیم فسفات نامحلول هستند.
۲. مطابق جدول و در دمای  $25^{\circ}C$ ، هر مقدار  $NaCl$  (سدیم کلرید) در ۱۰۰ گرم آب که کم تر از ۳۶ گرم سدیم کلرید باشد، یک محلول سیر نشده به وجود می آورد. محاولی که هنوز می توان به آن مقدار بیش تری حل شونده اضافه کرد.
۳. می دانیم که جرم محلول برابر مجموع جرم حلال و حل شونده است. پس یک محلول سیر شده از سدیم کلرید دمای  $25^{\circ}C$ ، جرمی برابر ۱۳۶ گرم خواهد داشت.

نکته مهم: همانطور که پیشتر به آن اشاره شد، اغلب سنگ های کلیه به دلیل رسوب برخی نمک های کلسیم دار در کلیه ها می باشد. در ادرار فرد سالم باید مقدار این نمک ها کم تر از انحلال پذیری آنها باشد زیرا در صورتی که بیش تر از مقدار انحلال پذیری، کلسیم در ادرار این افراد موجود باشد نشان دهنده بیماری سنگ کلیه در فرد است.

نکته طلایی: بیماری نقرس

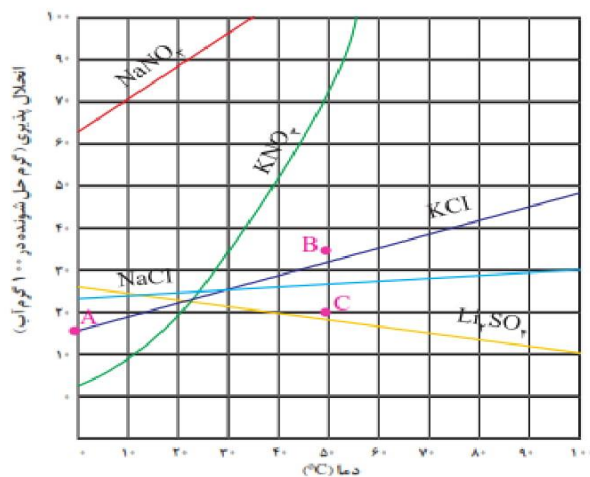
- ۱- به دلیل رسوب کردن نمک متبلور سدیم اورات در مفاصل و به ویژه انگشتان دست و پا است.
- ۲- این نمک دارای بلورهای تیز و سوزنی شکل بوده و باعث ایجاد درد شدید در مفاصل می شود.
- ۳- این بیماری زمانی ایجاد می شود. که مقدار این نمک از انحلال پذیری آن در  $37^{\circ}C$  در خوناب (پلاسمای خون) بیش تر باشد.



### وابستگی دمایی انحلال پذیری نمک ها

\* نمودار (انحلال پذیری- دما) برای هر ماده بر اساس داده های تجربی رسم شده و اگر برای ماده ای مقدار انحلال پذیری با افزایش دما کاهش یابد، نمودار انحلال پذیری ماده فوق نزولی بوده و انحلال این ماده در آب گرماده است (همانند لیتیم سولفات:  $Li_2SO_4$ ). اگر مقدار انحلال پذیری ماده ای دیگر با افزایش دما بیش تر شود، نمودار انحلال پذیری این ماده صعودی بوده و انحلال این ماده در آب گرماگیر است (همانند پتاسیم نترات:  $KNO_3$ ). در مواردی همانند  $NaCl$  با تغییر دما، انحلال پذیری ماده تغییر جدی نخواهد کرد به طوری که می توان نمودار (انحلال پذیری- دما) این ماده را تقریباً به صورت افقی در نظر گرفت.

\* بر اساس نمودار زیر می توان گفت که بیش ترین وابستگی به دما در انحلال پذیری ماده  $KNO_3$  بوده و با تغییر دما، انحلال پذیری آن بیش تر تغییر می کند.



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

مطابق این نمودار می توان گفت:

۱. انحلال پذیری لیتیم سولفات ( $Li_2SO_4$ ) در دمای  $85^{\circ}C$  حدود ۱۳ گرم در ۱۰۰ گرم آب است و در دمای  $0^{\circ}C$  مقدار انحلال پذیری ۲۸ گرم در ۱۰۰ گرم آب می شود.
۲. برای منحنی انحلال پذیری KCl (پتاسیم کلرید)، نقطه C نشان دهنده یک محلول سیر نشده و نقطه B نشان دهنده محلول فراسیر شده است. نقطه A روی نمودار انحلال پذیری KCl عرض از مبدأ آن نام داشته و نشان دهنده یک محلول سیر شده است.
۳. در یک دمای معین هر نقطه بر روی منحنی بیانگر یک محلول سیر شده. نقاط زیر منحنی بیانگر محلول سیر نشده و نقاط بالای منحنی یک محلول فرا سیر شده است.
۴. برای تهیه یک محلول فراسیر شده برای ماده ای چون KCl (رسیدن به نقطه B)، ابتدا در دمایی بالاتر محلول سیر شده ای از این ماده را تهیه می کنیم (به طور مثال در دمای  $60^{\circ}C$ ) و سپس به



آرامی بدون آنکه بخواهیم ضربه ای به ظرف محلول وارد کنیم، محلول را سرد می کنیم. به این ترتیب در دمایی پایین تر یک محلول فراسیر شده خواهیم داشت.

نکته طلایی: برای تهیه ی یک محلول فراسیرشده، ابتدا در دمایی بالاتر از حد معین مقداری حل شونده می ریزند تا یک محلول سیرشده در دمای بالاتر به دست آید، سپس به آرامی آن محلول را تا دمای مورد نظر سرد می کنند تا محلول فراسیر شده تهیه شود.

✓ نکته طلایی: راه شناسایی یک محلول فراسیر شده، اندکی تکان دادن یا ضربه زدن است که در این صورت مقدار اضافی حل شونده در آب، رسوب می کند و در شرایط جدید یک محلول سیرشده تهیه می شود.

\* مطابق نمودار داده شده ترتیب تأثیر دما بر میزان انحلال پذیری هر یک از نمک ها عبارتست از:



مطابق نمودار داده شده اگر انحلال پذیری سدیم نیترات ( $KCl$ ) را در دماهای گوناگون در نظر بگیریم، به داده های زیر می رسیم و می توان معادله  $S = 0.18t + 62$  را برای آن در نظر گرفت. (S: میزان انحلال پذیری است)

۳۰	۲۰	۱۰	۰	$t(^{\circ}C)$
۸۶	۷۸	۷۰	۶۲	$S\left(\frac{g NaNO_3}{100g H_2O}\right)$

مطابق همین معادله را می توان برای انحلال پذیری پتاسیم کلرید ( $KCl$ ) بر اساس داده های زیر به دست آورد: ( $S = 0.32t + 17$ )

۶۰	۴۰	۲۰	۰	$t(^{\circ}C)$
۳۶	۲۹	۲۳	۱۷	$S\left(\frac{g KCl}{100g H_2O}\right)$

در مقایسه دو معادله به دست آمده برای سدیم نیترات و پتاسیم کلرید، می توان گفت که تأثیر دما بر انحلال پذیری سدیم نیترات بیش تر است.



## رفتار آب و دیگر مولکول ها در میدان الکتریکی

## ویژگیهای استثنایی آب:

- ۱- آب تنها ماده ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار آب) در طبیعت یافت می شود.
- ۲- به دلیل وجود آب و تبدیل حالت های مختلف آن به یکدیگر، امکان زندگی در سیاره زمین به وجود می آید.
- ۳- آب ویژگی هایی چون توانایی حل کردن اغلب مواد را دارد و رایجترین حلال است.
- ۴- آب در هنگام انجماد افزایش حجم را تجربه می کند.
- ۵- داشتن نقطه جوش بالا و غیرعادی

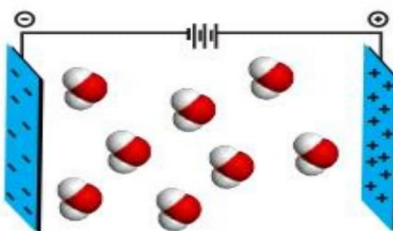
## تحلیل خواص الکتریکی آب:

جریان باریکی از آب ( $H_2O(l)$ ) هنگام نزدیک شدن یک میله باردار (همانند شانه یا خودکار پلاستیکی مالش داده شده به موهای خشک) از مسیر خود منحرف می شود. شانه یا خودکار پلاستیکی و یا میله شیشه ای از لحاظ بار الکتریکی خنثی است اما بر اثر مالش به موهای خشک دارای بار الکتریکی منفی شده و مولکول های آب را به سمت خود جذب می کند. دلیل این پدیده، قطبی بودن مولکول های آب است. یعنی در ساختار مولکول آب سمت اتم های هیدروژن جزئی بار مثبت داشته و به سمت میله باردار کشیده شده و سمت اتم اکسیژن دارای جزئی بار منفی است.

تمام مولکولهای قطبی در میدان الکتریکی جهت گیری کرده و هرگز ساکن نیستند.

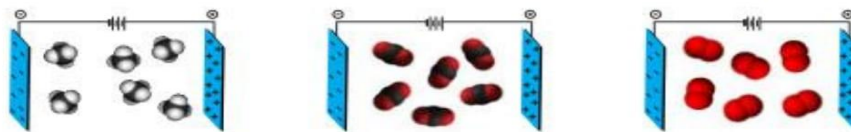
## ساختار لوییس آب و نقش آن در قطبیت آب

مولکول های آب ساختار خمیده (V شکل) داشته و هر اتم هیدروژن با پیوند کووالانسی (اشتراکی) یگانه به اتم مرکزی (اکسیژن) متصل می شود. نوع اتم های سازنده و ساختار خمیده مولکول آب، نقش تعیین کننده ای در خواص آن دارند. به همین دلیل مولکول آب اگر در میدان الکتریکی قرار بگیرد جهت گیری می کند.



شکل ۱۵- جهت گیری مولکول های آب در میدان الکتریکی

\* مولکول هایی همانند آب که دارای بخش هایی با بار جزیی مثبت و منفی می باشند. در میدان الکتریکی جهت گیری کرده و به آنها مولکول های قطبی می گوییم. در حالی که مولکول هایی همانند گاز اکسیژن ( $O_2$ ) و متان ( $CH_4$ ) در میدان الکتریکی جهت گیری نمی کنند و به آنها مولکول های ناقطبی می گوییم.

شکل ۱۶- رفتار مولکول های  $CH_4$  و  $CO_2$ ،  $O_2$  در میدان الکتریکی

\* به ترکیب هایی همانند  $CH_4$ ،  $CO_2$ ،  $H_2O$ ،  $O_2$ ، ..... که از مولکول های جدا از هم تشکیل شده اند ترکیب مولکولی می گوییم. این ترکیب ها می توانند قطبی یا ناقطبی باشند. برای شناخت بیشتر مولکولهای قطبی و غیر قطبی به جدول زیر توجه کنید:

مولکول های قطبی	مولکول های ناقطبی
<p>۱- کلیه ی مولکولهای دو اتمی که از دو عنصر متفاوت تشکیل شده اند بجز هیدروکربنها مثل:  <math>..., ClO, NO, CO, HI, HCl, HF</math></p> <p>۲- مولکول هایی که در آنها ، اتم مرکزی دارای جفت الکترون یا تک الکترون ناپیوندی باشد. مثل:  <math>NH_3, H_2O</math></p> <p>۳- مولکول هایی که در آنها، گروه های متصل به اتم مرکزی یکسان نباشند و تقارن نداشته باشند مثل:  <math>HCN, CH_2Cl_2, CH_3I</math>  <math>..., SiH_2F_2, CH_3OH, CH_2O, CF_3Cl</math></p>	<p>۱- مولکول هایی که از یک عنصر تشکیل شده اند. مثال:  <math>..., S_8, P_4, Cl_2, N_2, F_2, O_2, H_2</math></p> <p>استثنا: <math>O_3</math> با این که هیچ پیوند قطبی ندارد اما به علت وجود جفت الکترون ناپیوندی روی اتم مرکزی، شکل مولکول آن خمیده بوده و قطبی است.</p> <p>۲- مولکول هایی که دارای مرکز تقارن هستند مثل:  <math>BeF_2, CCl_4, SiCl_4, CF_4, CH_4</math>  <math>SO_3, AlF_3, BF_3, CO_2</math>  <math>C_2H_2, C_2H_4, C_2H_6, ...</math></p>

### بیشتر بدانید

#### تشخیص ترکیبات یونی یا مولکولی:

- ۱- اگر یک ترکیب شامل اتم های فلزی و نافلزی باشد (یا در ساختار آن کاتیون و آنیون ببینیم) به آن ترکیب یونی می گوئیم ( $..., K_2SO_4, NaCl$ )
- ۲- اگر ترکیب تنها از اتم های نافلز تشکیل شده باشد. یک ترکیب مولکولی است ( $..., CO_2, C_{12}H_{22}O_{11}, H_2O$ ) .

#### تفاوت های ترکیبات یونی و مولکولی

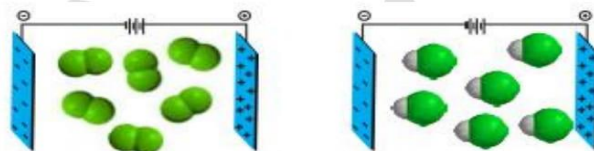
۱. اتم های  $Be, B, C$  با اینکه در گروه های فلزی اند تنها تشکیل ترکیب مولکولی داده و هیچ ترکیب یونی نمی دهند.
۲. اتم  $Al$  تنها در مقابل  $O, F$  و آنیون های اکسیژن دار (همانند  $NO_3^-, SO_4^{2-}, ...$ ) ترکیب یونی داده و در مقابل سایر اتم ها تشکیل ترکیب مولکولی می دهد.

۳. یک ترکیب یونی در مقایسه با ترکیب مولکولی، به طور کلی نقطه ذوب و جوش بالاتری دارد (الماس با اینکه مولکولی است ولی به علت تعداد بالای پیوند کوالانسی دمای ذوب و جوش بالایی دارد و سختترین ماده در طبیعت است). ترکیبات یونی در حالت مذاب یا محلول رسانای جریان برق هستند. در حالی که ترکیب مولکولی در هیچ حالتی رسانا نخواهد بود.

### مقایسه ی ترکیبات قطبی و غیر قطبی از نظر نقطه ی جوش و رفتار در میدان الکتریکی:

در مقایسه دو ترکیب مولکولی ( $F_2 = 38g.mol^{-1}$ )، ( $HCl = 36.5g.mol^{-1}$ ) می توان گفت:

۱. ترکیب HCl قطبی و  $F_2$  ناقطبی است. زیرا با قرار دادن در میدان الکتریکی بخش هایی از مولکول HCl که جزیی بار منفی دارند (Cl)، جذب قطب مثبت و بخش هایی که دارای جزیی بار مثبت می باشند (H). جذب قطب منفی می شوند.



۲. نیروهای بین مولکولی در مولکول های قطبی (همانند HCl) بیش تر از مولکول های ناقطبی (همانند  $F_2$ ) بوده و نقطه جوش ترکیبات قطبی بیش تر است. زیرا برای غلبه بر جاذبه میان مولکول های قطبی نیازمند انرژی بیش تری هستیم.

### بیشتر بدانید

#### مقایسه ی دمای جوش دو ترکیب که از نظر قطبیت یکسانند:

۱- به طور کلی می توان که اگر دو مولکول، جرم نزدیک به هم داشته باشند. نقطه جوش مولکول های قطبی بیش تر از مولکول های ناقطبی است (به دلیل بیش تر بودن جاذبه های بین مولکولی).



۲- اگر دو مولکول قطبی یا دو مولکول ناقطبی با جرم های متفاوت داشته باشیم، هر کدام جرم بیش تر داشته باشد. نیروهای بین مولکولی قوی تر داشته و نقطه جوش بالاتر است.  
مثال: در مقایسه دو مولکول ناقطبی نیتروژن ( $N_2$ ) و قطبی کربن مونوکسید (CO) که جرم مولکولی برابر دارند. می توان گفت:

۱. ترکیب قطبی CO برخلاف  $N_2$  می تواند در میدان جهت گیری کند.
  ۲. گاز قطبی CO نسبت به گاز ناقطبی  $N_2$  آسان تر به مایع تبدیل می شود. زیرا جاذبه بین مولکولی بیش تر داشته و نقطه جوش آن در مقایسه با  $N_2$  بیش تر است.
- \* به بر هم کنش میان مولکول های سازنده یک ماده نیروهای بین مولکولی می گوئیم. نیروهای بین مولکولی ضعیفتر از نیروهای بین اتمی هستند. بطور کلی نیروهایی که ذره های سازنده گاز به یک دیگر وارد کرده یا نیروهایی که مولکول های مواد به حالت جامد یا مایع را کنار هم نگه می دارند با هم متفاوتند.

مثال کلیدی: با توجه به جدول، می توان موارد زیر را بیان کرد:

ویژگی	ماده	$Cl_2$	$Br_2$	$I_2$
حالت فیزیکی ( $25^\circ C$ )	گاز	مایع	جامد	
جرم مولی ( $gmol^{-1}$ )	۷۱	۱۶۰	۲۵۴	

۱. مولکول های سازنده هر سه ترکیب داده شده در میدان جهت گیری نمی کنند، زیرا هر سه ترکیب ناقطبی می باشند.
۲. هر چه نیروهای بین مولکولی در یک ترکیب بیش تر باشد. حالت فیزیکی آن مایع یا جامد خواهد بود.



۳. ترکیب  $I_2$  که جرم بیش تر در مقایسه با ترکیب  $Br_2, Cl_2$  دارد، جاذبه های بین مولکولی قوی تر داشته و حالت فیزیکی آن جامد است (قدرت نیروهای بین مولکولی در  $Br_2$  بیش تر از  $Cl_2$  است).  
 ۴. در ترکیب های مولکولی با مولکول های ناقطبی، با افزایش جرم مولی، دمای جوش بیش تر شود.

#### نیروهای بین مولکولی آب، فراتر از حد انتظار

نکات طلایی نیروهای بین مولکولی:

- ۱- نیروهای بین مولکولی نقش مهمی در تعیین حالت فیزیکی و خواص یک ترکیب مولکولی دارند.
- ۲- به طور مثال در مواد گازی شکل، مولکول های جدا از هم، کم ترین بر هم کنش را بر روی هم دارند. در حالت مایع بر همن کنش میان مواد بیش تر از حالت گازی است و در حالت جامد، بر هم کنش میان مواد، بالاترین مقدار خواهد بود.

پس می توان در شرایط یکسان و در مقایسه نیروهای بین مولکولی میان حالت های مختلف یک ماده بیان کرد:

حالت گاز > حالت مایع > حالت جامد

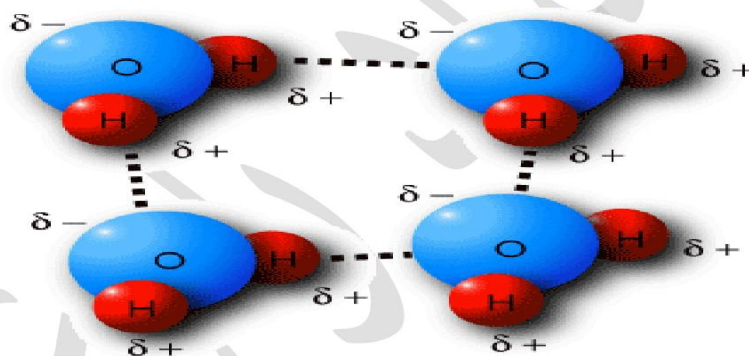
#### عوامل موثر بر قدرت نیروهای بین مولکولی:

\* نیروهای بین مولکولی در حالت کلی به سه عامل وابسته اند:

۱. پیوندهای هیدروژنی: اگر ترکیبی پیوند هیدروژنی داشته باشد نیروهای بین مولکولی قویتری دارد.
۲. میزان قطبیت مولکول ها: با افزایش قطبیت، قدرت جاذبه بین مولکولی بیش تر می شود.
۳. جرم و حجم مولکول ها: هر چه جرم و حجم افزایش یابد، جاذبه بین مولکولی بیش تر است.

✓ پیوند هیدروژنی، پیوندی است که بین هیدروژن متصل به **F, O, N** از یک مولکول با عنصرهای **F, O, N** از مولکول دیگر، برقرار می شود. در واقع پیوند هیدروژنی هنگامی تشکیل می شود که اتم

(H) در کنار یکی از اتم های F (فلوئور)، O (اکسیژن) یا N (نیتروژن) قرار بگیرد. در واقع اتم H همانند پلی عمل می کند که از یک طرف با پیوند کووالانسی (اشتراکی) به یکی از اتم های O و F یا N (در یک مولکول) متصل شده و از طرف دیگر با جاذبه بارهای جزئی ناهم نام (سر مثبت هر مولکول در کنار سر منفی مولکول همسایه) به یکی از همین اتم ها (F، O یا N) از مولکول مجاور متصل می شود. پیوند هیدروژنی را با نقطه چین نشان می دهیم و دلیل تشکیل این پیوند بار جزئی زیاد مثبت اتم H در یک مولکول (به دلیل هم جواری با اتم های O، F یا N) و بار جزئی زیاد منفی اتم های O، F یا N از مولکول مجاور آن می باشد.



**توجه:** مواد زیر از جمله موادی هستند که در آنها، پیوند هیدروژنی وجود دارد.  
 آب ( $H_2O$ )، آمونیاک ( $NH_3$ )، هیدروفلوئوریک اسید ( $HF$ )، اتیل الکل (اتانول  $C_2H_5OH$ )، شکر  
 (ساکاروز)، کربوکسیلیک اسیدها ( $R-COOH$ )، آمینو اسیدها  $\dots$  و  $(H_2N-CH-COOH)$   
 ✓ وجود پیوند هیدروژنی در مواد، باعث **بالا بردن نقطه ذوب و جوش، گرمای ویژه و گرمای تبخیر** آنها می شود.

مثال کلیدی: مقایسه دو ترکیب آب ( $H_2O$ ) و هیدروژن سولفید ( $H_2S$ ):

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

هر دو مولکول قطبی و خمیده بوده، جرم مولی  $H_2S$  بالاتر است (حدود ۲ برابر آب) و انتظار داریم که قدرت نیروهای بین مولکولی در  $H_2S$  بیش تر باشد، اما مولکول های آب امکان تشکیل پیوند هیدروژنی را دارند (برخلاف  $H_2S$ ) به همین دلیل جاذبه های بین مولکولی در آب قوی تر است به همین دلیل دمای جوش و ذوب آن بالاتر است و در محدوده دمایی بزرگ تری به حالت مایع می باشد.

### مقیاس مقایسه ی قطبیت دو مولکول

جهت گیری مولکول های قطبی در میدان الکتریکی، پایه ای برای اندازه گیری گشتاور دو قطبی است. کمیتی که با افزایش قطبیت یک مولکول، افزایش می یابد. گشتاور دو قطبی ویژه مولکول های قطبی است که اثر و میزان چرخاندگی مولکول را نشان می دهد. گشتاور دو قطبی ( $\mu$ ) مولکول ها را با یکای دبابی (D) بیان می کنند.

### بیشتر بدانید

#### نکات طلایی ممان دو قطبی:

۱- ممان دو قطبی کمیتی برداری است و برابر  $\vec{\mu} = \vec{r} \cdot e$  است. در این رابطه  $r$  فاصله میان دو اتم (برحسب  $m$ ) و  $e$  بار الکتریکی جزیی بر روی هر اتم (برحسب کولن) و  $\mu$  با یکای دبابی می باشد.

$$1D = 3.34 \times 10^{-30} \text{ C.m}$$

۲- گشتاور دو قطبی مولکول هایی مانند  $CH_4, CO_2, O_2$  که ناقطبی می باشند، برابر صفر است زیرا در ساختار آن ها هیچ یک از اتم ها دارای بار جزیی مثبت یا منفی نیست.

۳- اما در ترکیب های قطبی همانند  $H_2O$  و  $H_2S$  که دارای بخش هایی با بار جزئی مثبت و منفی می باشند. گشتاور دو قطبی به ترتیب برابر  $1.85D$ ،  $0.97D$  است. (قطبیت مولکول آب حدود ۲ برابر مولکول هیدروژن سولفید است) به همین دلیل جاذبه میان مولکول های  $H_2O$  به اندازه ای قوی است که در دمای اتاق می تواند این مولکول ها را به حالت مایع کنار هم نگه دارد.

### بیشتر بدانید

#### انواع نیروهای بین مولکولی و مقایسه ی آنها:

- ۱- نیروهای بین مولکولی شامل دو دسته نیروهای وان در والسی و پیوند هیدروژنی است.
- ۲- معمولاً پیوند هیدروژنی از جاذبه وان در والسی قوی تر است مگر آنکه اختلاف زیاد جرم دو مولکول، پیوند وان در والسی را به اندازه ای قوی کند که بر پیوند هیدروژنی غلبه کند.

#### نقش پیوند هیدروژنی در نقطه ی جوش:

مثال بسیار مهم: در بررسی ترکیب های مولکولی هیدروژن دار عنصرهای گروه های ۱۵ و ۱۶ و ۱۷ به فرض حالت فیزیکی مایع، می توان گفت:

دمای جوش (°C)	جرم مولی ( $gmol^{-1}$ )	ترکیب مولکولی	دمای جوش (°C)	جرم مولی ( $gmol^{-1}$ )	ترکیب مولکولی
-۳۳/۵	۱۷	$NH_3$	۱۹	۲۰	HF
-۸۷/۵	۳۴	$PH_3$	-۸۵	۳۶/۵	HCl
-۶۲/۵	۷۶	$AsH_3$	-۶۷	۸۱	HBr

۱. در ترکیب های مولکولی هیدروژن دار گروه ۱۵ ( $AsH_3$ ,  $PH_3$ ,  $NH_3$ ) که همگی قطبی می باشند. انتظار داریم که با افزایش جرم مولی، جاذبه میان مولکول ها قوی تر شده و نقطه جوش افزایش یابد.



اما ترکیب  $NH_3$  به دلیل اینکه توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارد لذا ممان دو قطبی آن از دو ترکیب دیگر بالاتر و نقطه جوش آن بیش تر است.

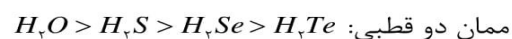
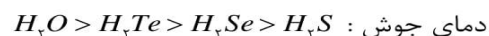


۲. در ترکیب های مولکولی هیدروژن دار گروه ۱۷ ( $HBr, HCl, HF$ ) که همگی قطبی می باشند. اگر چه با افزایش جرم مولی باید دمای جوش بیش تر شود اما ترکیب  $HF$  به دلیل امکان تشکیل پیوند هیدروژنی، نقطه جوش بالاتری خواهد داشت.



نکته ی طلایی: میان مولکول های  $HF$  به حالت های مایع پیوندهای هیدروژنی وجود دارد. این نیروها به اندازه ای قوی هستند که مولکول های این ماده به حالت بخار (گاز) نیز به صورت مجموعه های دوتایی، سه تایی و گاهی چند تایی با پیوندهای هیدروژنی به هم متصل می باشند.

۳-در ترکیب های مولکولی هیدروژن دار گروه ۱۶ ( $H_2Te, H_2Se, H_2S, H_2O$ ) نیز همانند گروه های ۱۵ و ۱۷، ترکیب  $H_2O$  به دلیل امکان تشکیل پیوند هیدروژنی، دمای جوش بالاتری خواهد داشت (با وجود جرم مولی کم تر)





**بیشتر بدانید**

نکته طلایی: به طور کلی در ترکیب های هیدروژن دار گروه های ۱۴ و ۱۵ و ۱۶ و ۱۷ از بالا به پایین ممان دو قطبی کم تر می شود.

**بیشتر بدانید**

مقایسه ی اتانول و استون از نظر دمای جوش : اتانول و استون دو ترکیب آلی اکسیژن دار هستند که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه کاربرد دارند. در مقایسه این دو ترکیب می توان گفت:

ترکیب آلی	فرمول شیمیایی	جرم مولی ( $gmol^{-1}$ )
اتانول	$C_2H_5OH$	۴۶
استون	$C_3H_6O$	۵۸

۱. استون با وجود داشتن جرم مولی بیش تر و ممان دو قطبی بالاتر، دمای جوش پایین تری دارد زیرا امکان تشکیل پیوند هیدروژنی را نخواهد داشت.

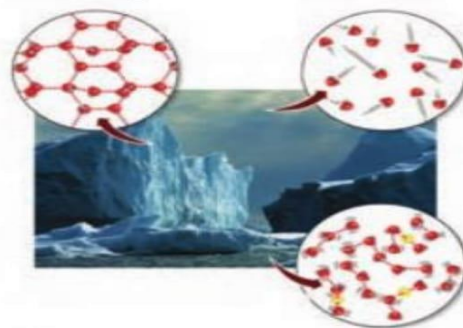
۲. اتانول جرم مولی و ممان دو قطبی کم تری از استون داشته اما چون در ساختار آن اتم هیدروژن متصل به اتم اکسیژن می باشد پس امکان تشکیل پیوند هیدروژنی دارد و دمای جوش آن بالاتر است (پیوند هیدروژنی بر ممان دو قطبی غلبه می کند)

نتیجه کلی: پیوند هیدروژنی قوی ترین نیروی بین مولکولی در موادی است که در هر مولکول آن ها، اتم هیدروژن به یکی از اتم های (F, O یا N) با پیوند اشتراکی متصل است.

### پیوندهای هیدروژنی در حالت های فیزیکی گوناگون آب

در مقایسه مولکول های آب ( $H_2O$ )، در حالت های فیزیکی مختلف می توان گفت:

۱. مولکول های آب ( $H_2O$ ) در حالت بخار (گاز)، جدا از هم بوده و پیوند هیدروژنی میان مولکول های آن ها **وجود ندارد** و مولکول های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر منتقل می شوند.
۲. در حالت مایع با وجود پیوند هیدروژنی قوی میان تعداد زیادی از مولکول های  $H_2O$  این مولکول ها می توانند روی هم بلغزند و جا به جا شوند.
۳. در حالت جامد (یخ)، ساختار منظمی می بینیم. مولکول ها در جاهای به نسبت ثابتی قرار داشته و در آن جا تنها حرکت ارتعاشی خواهند داشت. در این ساختار هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و به دو اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی متصل است. در ساختار یخ آرایش مولکول های آب به گونه ای است که در آن، اتم های اکسیژن در رأس حلقه های شش ضلعی قرار داشته و شبکه ای همانند کندوی عسل به وجود می آورند. این شبکه با داشتن فضاهای خالی منظم. در سه بعد گسترش یافته است در واقع یخ ساختاری باز دارد. شکل های زیبا و متنوع دانه های برف به دلیل وجود این حلقه های شش ضلعی است.

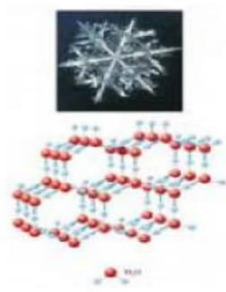


شکل ۱۸- حالت های فیزیکی آب

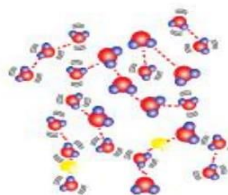
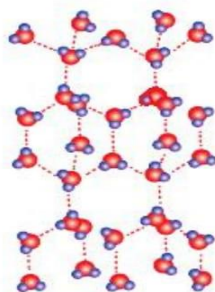
**بیشتر بدانید**

انواع حرکت‌های بین مولکولی:

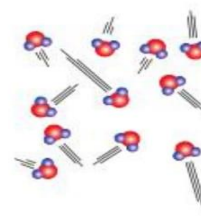
۱. حرکت ارتعاشی: در مولکول‌های جامد، مایع و گاز وجود دارد.
۲. حرکت چرخشی: در مولکول‌های مایع و گاز وجود دارد.
۳. حرکت انتقالی: تنها در مولکول‌های گاز دیده می‌شود.



شکل ۲۰- حلقه‌های شش‌ضلعی  
مینای شکل دانه‌های برف



شکل ۱۹- مولکول‌های H<sub>2</sub>O در یخ، آب و بخار



نکته طلایی: در ساختار شش‌ضلعی و کندو گونه‌ی یخ ( $H_2O(S)$ ) هر مولکول حداکثر به ۴ مولکول  $H_2O$  دیگر پیوندهای هیدروژنی متصل است. دلیل آن وجود بخش‌هایی با بار جزئی منفی (اتم O) و با بار جزئی مثبت (اتم‌های H) از مولکول مجاور هم و کاهش جنبش ذرات (مولکول‌ها) به دلیل دمای پایین‌تر است. در این شش‌ضلعی در راسها اتمهای اکسیژن مستقر شده‌اند.

نکته طلایی: در فرایند انجماد آب، حجم آب افزایش می یابد (به دلیل حفره های خالی که در بلور آن بوجود می آید و در این حفره ها هوا قرار می گیرد) پس با توجه به رابطه  $\left(\frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}\right)$  چون جرم ثابت مانده است. انتظار داریم چگالی یخ کم تر از آب باشد. (آب تنها ماده ای است که چگالی حالت جامد در آن کم تر از حالت مایع است به همین دلیل یخ بر روی آب شناور می ماند)

نکته طلایی: هنگام یخ زدن کاهو یا کلم، دیواره سلول ها (یاخته ها) در بافت آن تخریب می شود. زیرا با یخ زدن آب درون یاخته ها، حجم آب بیش تر شده و باعث تخریب دیواره سلولی می شود.

#### آب و دیگر حلال ها

تعریف محلول:

محلول به مخلوطی گفته می شود (ماده خالص) که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت باشد.

مثالهای مهم محلولها: از مشهورترین محلولها می توان به آب دریا یا آب های آشامیدنی که مواد مختلفی در آنها حل شده است یا هوا که ترکیبی از گازهای مختلف است، اشاره کرد. این مواد شامل یک حلال و چند حل شونده می باشند.

نکته: اجزا محلول عبارتند از حلال و حل شونده و حلال جزیی از محلول است که حل شونده را در خود حل کرده و مقدار مول های بیش تری دارد.



**بیشتر بدانید**

نکات مهم اختلاط آب و اتانول و حالت‌های آن:

آب و اتانول ( $C_2H_5OH$  - الکل طبی) به هر نسبت می‌توانند در یک دیگر حل شوند. برای تشخیص حلال و حل شونده با تبدیل به مول هرکدام مول بیشتری داشت حلال است. در مخلوط این دو ماده، حالت‌های زیر را در نظر می‌گیریم:

حالت ۱: وقتی مقدار گرم هردو یکسان است:

مخلوط ۱۰۰ گرم آب ( $\frac{100}{18} = 5.56 mol$ ) و ۱۰۰ گرم اتانول ( $\frac{100}{46} = 2.17 mol$ ) ← آب حلال است.

حالت دوم: وقتی گرم اتانول بیشتر است اما با تبدیل به مول باز هم آب نقش حلال را می‌پذیرد:

مخلوط ۱۰۰ گرم آب و ۲۰۰ گرم اتانول ( $\frac{200}{46} = 4.35 mol$ ) ← آب حلال است.

حالت سوم: وقتی گرم اتانول بیشتر است اما با تبدیل به مول مول اتانول بیشتر شده پس اتانول نقش حلال را می‌پذیرد:

مخلوط ۱۰۰ گرم آب و ۳۰۰ گرم اتانول ( $\frac{300}{46} = 6.52 mol$ ) ← اتانول حلال است.

نکات طلایی بنزین:

۱- بنزین یک مخلوط همگن از چند هیدروکربن متفاوت با ۵ تا ۱۲ اتم کربن است.

۲- به طور میانگین می‌توان بنزین مورد استفاده در خودروها را با ۸ اتم کربن و با فرمول مولکولی  $C_8H_{18}$  در نظر گرفت.

بررسی مهمترین حلال های مورد بررسی عبارتند از:

(A) آب ( $H_2O(l)$ ) :

- ۱- فراوان ترین و رایج ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است.
- ۲- آب چون ترکیبی قطبی است لذا می تواند بسیاری از ترکیب های یونی یا مولکولی (قطبی) را در خود حل کند .
- ۳- اغلب فرایندهای زیست شیمیایی (گوارش، سوخت و ساز و تنفس و ...) در محلول های آبی انجام می شود.
- ۴- آب و محلول های آبی نقش کلیدی و حیاتی در زندگی جانداران دارند.
- ۵- به مخلوط هایی که حلال آن ها آب است. محلول آبی (aq) می گوئیم. به محلولی که حلال آنها غیر از آب و یک حلال آلی باشد، محلول غیر آبی می گوئیم.

(B) اتانول ( $C_2H_5OH$  یا  $C_2H_6O$ ):

- مهمترین حلال صنعتی پس از آب است.
- حلال مهم در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی است.
- به دلیل امکان تشکیل پیوند هیدروژنی به هر نسبتی در آب حل می شود.
- اتانول یک ترکیب قطبی است.
- (C) استون ( $C_3H_6O$ ): حلال چربی، رنگ ها و انواع لاک قطبی است. به هر نسبتی در آب حل می شود.

(D) هگزان ( $C_6H_{14}$ ):

- ۱- حلال ناقطبی است.
- ۲- حلال مواد ناقطبی، رقیق کننده رنگ (تینر) در آب و دیگر حلال های قطبی حل نمی شود.

نکته طلایی: در موادی همانند اتانول و استون که به هر نسبتی در آب حل می شوند، قادر نیستیم محلول سیر شده در آب تهیه کنیم.

مقایسه ی ممان دو قطبی سه حلال استون، اتانول و هگزان  
حلال های استون و اتانول ممان دو قطبی بیش تر از صفر و هگزان ممان دو قطبی تقریباً برابر صفر دارند. علت: به طور کلی گشتاور دو قطبی اغلب هیدروکربن ها ( که تنها از اتم های C و H تشکیل شده اند) ناچیز و در حدود صفر است.

مهمترین مثال های محلول های غیر آبی  
می توان به محلول ید ( $I_2$ ) در هگزان ( $C_6H_{14}$ ) اشاره کرد که هر دو ناقطبی می باشند. همچنین بنزین خودرو ( که مخلوطی از هیدروکربن های مختلف است) بنزین نیز یک ترکیب ناقطبی است.

#### نکات محلولهای نا همگن:

- ۱- مخلوط آب و یخ که حالت فیزیکی دو جزء آن یکسان نیست یک مخلوط نا همگن می باشد.
- ۲- به مخلوط آب و هگزان ( $C_6H_{14}$ ) نیز یک مخلوط ناهمگن می گوئیم زیرا که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی در سرتاسر مخلوط یکسان و یکنواخت نمی باشد. (یکی قطبی و دیگری غیر قطبی است).
- ۳- در مخلوط های ناهمگن به حالت مایع، (همانند آب و هگزان) اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می شوند، اما قابل چشم پوشی است. (در مخلوط آب و هگزان، آب به دلیل چگالی بیش تر در پایین لوله آزمایش جمع می شود).

**بیشتر بدانید**

طبقه بندی مواد: یک ماده را می توان به صورت زیر دسته بندی کرد:

خالص:

- عنصر: همانند  $P_r, He, Fe, O_r, \dots$

- ترکیب: همانند  $C_rH_rOH, NaCl, H_rO, \dots$

ناخالص (مخلوط):

- همگن (محلول): مواد حل شده به صورت یکنواخت در محلول توزیع شده است همانند: محلول آب

نمک، محلول ید در هگزان، بنزین و...

- ناهمگن: ماده حل شده به میزان ناچیزی در حلال توزیع شده و می توان از آن چشم پوشی کرد.

همانند مخلوط آب و هگزان، آب و بنزین و...

نکته طلایی: اغلب محلول های موجود در بدن انسان، محلول آبی هستند (aq) به همین دلیل بخش

عمده جرم بدن را آب تشکیل می دهد بیش از نیمی از آب بدن درون یاخته ها و مابقی در مایع های

برون سلولی جریان دارد. آب با حل کردن مواد زائد تولید شده در سلول ها و دفع آنها نقش کلیدی

در حفظ سلامتی بدن دارد.

نکات مهم استنباط شده از جدول زیر عبارتند از:

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



۱. گشتاور دو قطبی آب و استون هر دو بزرگ تر از صفر بوده و این دو ماده به راحتی در هم حل می شوند. ید و هگزان گشتاور دو قطبی حدود صفر داشته (ناقطبی هستند) و در هم حل می شوند اما نمی توان انتظار داشت که هگزان در آب حل شود.

۲. این عبارت که «شبيه. شبيه را در خود حل می کند» به مفهوم این است که مواد قطبی (و برخی ترکیب های یونی) در حلال های قطبی و مواد ناقطبی در حلال های ناقطبی حل می شوند.

۳. فرآیند انحلال زمانی انجام می شود که جاذبه میان ذرات حلال و حل شونده در محلول بزرگ تر یا مساوی میانگین جاذبه میان ذرات در حلال خالص و در حل شونده خالص باشد.

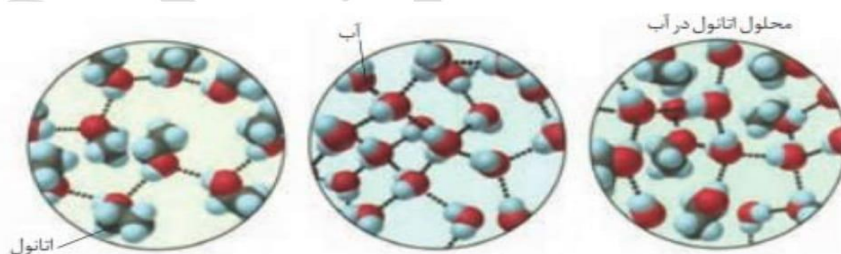
انواع انحلال :

۱- انحلال مولکولی مثل انحلال آب و الکل

۲- انحلال یونی مثل انحلال نمک طعام در آب

در زیر به بررسی هر یک از موارد بالا می پردازیم:

با توجه به شکل های زیر که نیروهای بین مولکولی را در آب، اتانول و محلول این دو ماده نشان می دهد می توان بیان کرد:



۱. نیروهای بین مولکولی ما بین مولکول های آب و مابین مولکول های اتانول از نوع پیوند هیدروژنی است.

۲. قدرت پیوند هیدروژنی ما بین مولکول های آب بیش تر از مولکول های اتانول است.

۳. آب و اتانول به خوبی و به هر نسبتی در هم حل می شوند. پس می توان گفت که قدرت پیوند هیدروژنی در محلول تشکیل شده بیش تر از پیوند هیدروژنی در آب و در اتانول است.

۴. انحلال اتانول در آب، یک انحلال مولکولی است زیرا در طی فرایند حل شدن هر یک از مولکول های حلال و حل شونده ماهیت خود را حفظ کرده و ساختار هیچ یک از آنها تغییر نمی کند در واقع گسیختگی اتمها در بین آنها رخ نمی دهد. (از دیگر مثال های انحلال مولکولی می توان به انحلال استون در آب و انحلال ید در هگزان اشاره کرد)

مراحل انحلال مولکولی:

۱- جدا شدن مولکولهای حل شونده

۲- جدا شدن مولکولهای حلال

۳- پراکنده شدن همگن حلال و حل شونده در هم

### تفکیک یونی در فرایند انحلال

سدیم کلرید یک ترکیب یونی است که مشابه تمام ترکیبات یونی ساختار بلوری دارد و واحدهای سازنده ی این شبکه ی بلوری در آن مکعبی شکل است که در آن یون های  $Cl^-$ ,  $Na^+$  با آرایش منظمی در سه بعد در کنار یکدیگر قرار گرفته اند.

با قرار دادن بلور کوچک از این ترکیب یونی جامد در آب، مولکول های قطبی آب از سرهای مخالف، به یون های بیرونی بلور نزدیک شده. با برقراری جاذبه با آنها (جاذبه یون- دو قطبی). یون ها را از شبکه بلوری جدا کرده و آب پوشیده می کنند. یون های آب پوشیده در سرتاسر محلول پراکنده می شوند به طوری که محلول آب نمک را می توان محلولی محتوی یون های  $Cl^-(aq)$  و  $Na^+(aq)$  دانست.



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

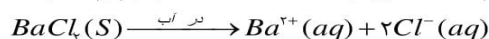
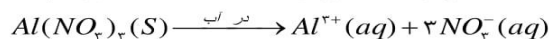
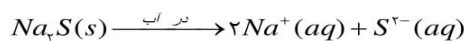
نکته ی طلایی: در انحلال یک ترکیب یونی (همانند  $NaCl$ ) در آب، ماده حل شونده ویژگی ساختاری خود را حفظ نکرده و یون‌های سازنده شبکه بلور یونی، تفکیک و آب پوشیده می شوند. این فرایند را انحلال یونی می نامند.

### بیشتر بدانید

انحلال یک ترکیب یونی همانند سدیم کلرید در آب شامل دو مرحله است که همزمان با هم انجام می شود:

- (۱) فروپاشی شبکه بلور (مرحله ای به شدت گرماگیر که در آن یون‌ها از شبکه بلور جدا می شوند)
- (۲) آب پوشی یون‌ها (شامل جدا شدن مولکول‌های آب از هم و احاطه کردن یون‌های جدا شده از شبکه بلور که به شدت گرماده است)

\* بسیاری از ترکیبات یونی (نه همه آن‌ها) در آب حل شده و در این فرایند، یون‌ها تفکیک و آب پوشیده می شوند به عنوان مثال می توان به موارد زیر اشاره کرد:



نکته طلایی: در ترکیبات یونی محلول در آب نیروی جاذبه یون- دو قطبی که میان یون ها و مولکول آب برقرار می شود، باید بیش تر یا مساوی میانگین پیوند یونی در ترکیب یونی و پیوندهای هیدروژنی در مولکول آب باشد. به طور مثال در دمای  $25^{\circ}C$  ترکیب منیزیم سولفات در آب محلول بوده (میانگین قدرت پیوند در  $MgSO_4$  و پیوندهای هیدروژنی آب کمتر یا مساوی نیروی جاذبه یون- دو قطبی در محلول است)

نکته طلایی: در ترکیبات یونی نامحلول در آب، نیروی جاذبه یون- دو قطبی که میان یون ها و مولکول آب برقرار می شود، باید مساوی با کم تر از میانگین پیوند یونی در ترکیب یونی و پیوندهای هیدروژنی در مولکول آب باشد. به عنوان مثال در دمای  $25^{\circ}C$  ترکیب باریم سولفات در آب نامحلول است (میانگین پیوند یونی در  $BaSO_4$  و پیوندهای هیدروژنی در آب بیش تر یا مساوی نیروی جاذبه یون- دو قطبی در محلول است)

### آیا گازها هم در آب حل می شوند؟

**اهمیت اکسیژن:** همه جانوران نیازمند دریافت اکسیژن ( $O_2$ ) می باشند زیرا هنگام تنفس و در عمل دم با حل شدن اکسیژن و در عمل بازدم، با حل شدن کربن دی اکسید ( $CO_2$ ) در خون و خروج آن از بدن، ادامه حیات امکان پذیر می شود.

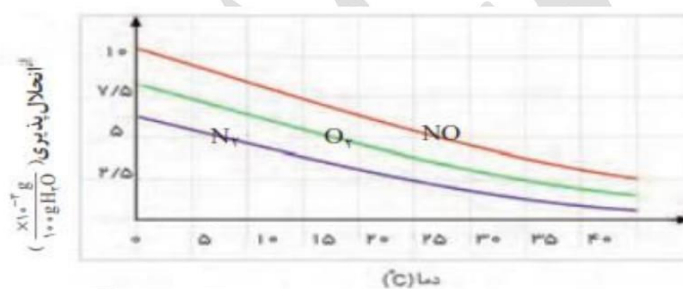
### مثالهایی از انحلال گاز اکسیژن در آب:

ماهی ها با عبور آب از درون آب شش خود، اکسیژن مولکولی در آب را جذب و از آن برای سوخت و ساز سلولی استفاده می کنند. اکسیژن در آب، کم حل شده اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد به همین دلیل باید درون آکواریوم (آبزی دان) توسط پمپی هوا دمیده شود تا اکسیژن مورد نیاز ماهی ها تأمین بگردد.



## عوامل موثر بر انحلال پذیری گازها در آب :

۱. **دما:** رابطه عکس میان مقدار گاز حل شده در آب با دما وجود دارد. هر چه دما کم تر باشد مقدار گاز حل شده در آب بیش تر است، به همین دلیل ماهی هایی که نیازمند اکسیژن بالاتری هستند در آب های سرد زندگی می کنند و در هوای گرم ماهی ها به سطح آب می آیند. علت این پدیده گرماده بودن انحلال گازها در آب است. انحلالهای گرماده با کاهش دما بهتر رخ می دهند، در حالیکه انحلالهای گرماگیر از افزایش دما استقبال می کنند.

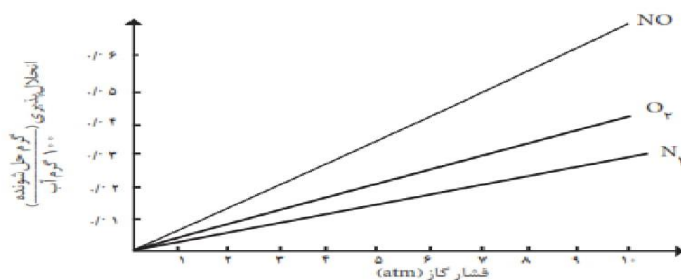


۲. **فشار:** رابطه مستقیم میان گاز حل شده در آب با فشار وجود دارد که به آن قانون هنری می گوئیم. این قانون تنها برای محلول های رقیق به کار رفته و برای فشارهای جزئی صادق است.

۳. **نوع یا جنس گاز:** در دما و فشار معین، گازهای قطبی (همانند NO) انحلال پذیری بیش تری نسبت به گازهای ناقطبی (همانند O<sub>2</sub> یا N<sub>2</sub>) دارند. البته باید توجه کرد که در انحلال پذیری گازها در آب، جرم مولی گاز نیز عامل بسیار مهمی به شمار می رود.

**مثال کلیدی اثر فشار بر انحلال گازها:** با توجه به نمودار زیر که انحلال پذیری سه گاز را که با آب

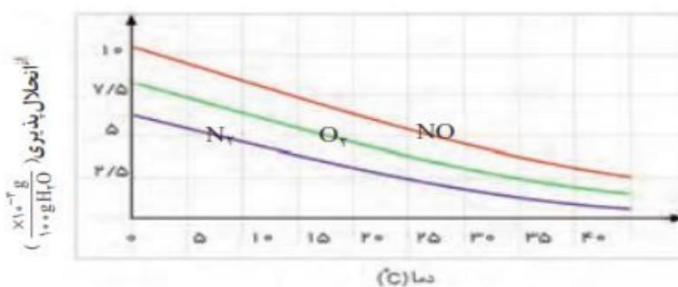
واکنش نمی دهند، در دمای ثابت بررسی کرده است (قانون هنری) می توان گفت:



- این نمودار تأثیر افزایش فشار را در دمای معین بر افزایش انحلال پذیری گاز در آب بیان می کند.
- گاز نیتروژن مونوکسید ( $NO = 30 \text{ g.mol}^{-1}$ ) قطبی است و انحلال پذیری بیش تری نسبت به دو گاز ناقطبی ( $O_2 = 32 \text{ g.mol}^{-1}$ )، ( $N_2 = 28 \text{ g.mol}^{-1}$ ) دارد. گشتاور دو قطبی  $O_2$  و  $N_2$  بر خلاف  $NO$ ، برابر صفر است.
- انحلال پذیری گاز ناقطبی  $O_2$  نسبت به گاز ناقطبی  $N_2$  بیش تر است که دلیل آن بالاتر بودن جرم مولی  $O_2$  می باشد.
- هر چه در این نمودار انحلال پذیری گاز بالاتر باشد، شیب بیشتری نیز خواهد داشت یا تغییر فشار، تأثیر بیش تری بر انحلال پذیری آن گاز دارد.

**مثال کلیدی اثر دما بر انحلال گازها:** نمودار زیر در فشار ثابت، تأثیر دما را بر انحلال پذیری سه

گاز که با آب واکنش نشان نمی دهند، بررسی می کند:



۱. مطابق نمودار، هر چه در فشار ثابت، دما را بیش تر کنیم انحلال پذیری گاز کم تر می شود.
۲. گازهای قطبی (به شرط نداشتن اختلاف جرم مولی زیاد) انحلال پذیری بیش تری نسبت به گازهای ناقطبی دارند.
۳. هر چه در دما و فشار معین، جرم مولی گازهای ناقطبی بالاتر باشد، انحلال پذیری گاز در آب بیش تر است.

#### مقایسه ی انحلال پذیری یک گاز قطبی و یک گاز غیر قطبی:

- در مقایسه انحلال پذیری دو گاز  $NO$ ،  $CO_2$  در دما و فشار معین در آب، می توان گفت:
۱. گاز  $CO_2$  ناقطبی و گاز  $NO$  قطبی است. انتظار ما این است که انحلال پذیری گاز  $NO$  در دما و فشار معین بیش تر از گاز  $CO_2$  باشد.
  ۲. جرم مولی گاز  $(CO_2 = 44 g.mol^{-1})$ ،  $(NO = 30 g.mol^{-1})$  است به همین دلیل در هر دمایی حلالیت گاز  $CO_2$  بالاتر است.
  ۳. گاز  $CO_2$  با آب واکنش جزیبی داده و بصورت تعادلی تولید  $CO_2(aq)$  می کند که یکی از دلایل انحلال پذیری بالاتر این گاز در آب در مقایسه با گاز قطبی  $NO$  است.

#### رسانایی الکتریکی محلول ها

برخی از محلولها هادی جریان برق هستند که به آنها الکترولیت می گویند و برخی دیگر از محلولها این قابلیت را ندارند و به اصطلاح در برابر عبور جریان برق عایق یا نارسانا هستند که به محلولهای غیر الکترولیت مشهور شده اند. اما به راستی این رسانایی چگونه رخ می دهد؟

اول باید بدانیم دو نوع رسانایی الکتریکی می توان برای مواد در نظر گرفت:

- ۱) رسانایی الکترونی: توسط الکترون ها انجام می شود (همانند رسانایی در فلزها و گرافیت (مغز مداد)
- ۲) رسانایی یونی: توسط یون ها انجام می شود (زمانی که یون ها بتوانند حرکت انتقالی درون یک محلول داشته و جا به جا شوند، در این شرایط بارهای الکتریکی نیز جا به جا می شوند).

#### نکات طلایی پیرامون شرایط رسانایی برای یک ماده

۱. ماده دارای ذرات باردار باشد (الکترون های آزاد یا یون ها). یعنی نوع انحلال بصورت یونی باشد.
  ۲. ذرات باردار بتوانند جا به جا شوند.
- به همین دلیل است که یک ترکیب مولکولی (به صورت خالص) رسانا نخواهد بود زیرا فاقد ذرات باردار است در ترکیب های یونی به حالت جامد نیز چون یون ها توانایی جا به جا شدن ندارند رسانایی به وجود نمی آید.

سوال مهم: چرا جامدات یونی رسانا نیستند؟

در ترکیب یونی (همانند بلور NaCl) اگر چه تعداد زیادی یون (کاتیون و آنیون) وجود دارد اما چون یون ها همدیگر را در تمامی جهات جذب کرده و جا به جا نمی شوند پس یک جامد یونی رسانا نخواهد بود. اما اگر همین ترکیب یونی به صورت مذاب یا محلول در آب در بیاید، امکان جا به جایی یونی فراهم شده و رسانا خواهند بود.



**چگونگی رسانایی محلولهای یونی:**

۱- در محلول سدیم کلرید در آب ( $NaCl(aq)$ )، یون ها از یکدیگر جدا شده ( $Na^+(aq)$ ,  $Cl^-(aq)$ ) و با جنبش های آزادانه و نامنظم در سرتاسر محلول پراکنده شده اند.

۲- هنگامی که این یون ها در مدار الکتریکی قرار بگیرند، به سوی قطب های ناهم نام حرکت خواهند کرد (کاتیون های  $Na^+(aq)$  به سمت قطب منفی و آنیون های  $Cl^-(aq)$  به سمت قطب مثبت کشیده می شوند) در این جا به جایی، بارهای الکتریکی جا به جا می شوند و باعث رسانایی الکتریکی محلول خواهند شد.

نکته طلایی: همانطور که قبلا اشاره کردیم، موادی مانند  $NaCl(s)$  که هنگام حل شدن در آب، یونی حل شده و حالت رسانایی ایجاد می کنند مواد الکترولیت و به محلول حاصل از آنها در آب، محلول الکترولیت می گوئیم. همه محلول های یونی در آب رسانایی یکسانی ندارند زیرا میزان انحلال پذیری متفاوتی در دمای معین در آب دارند.

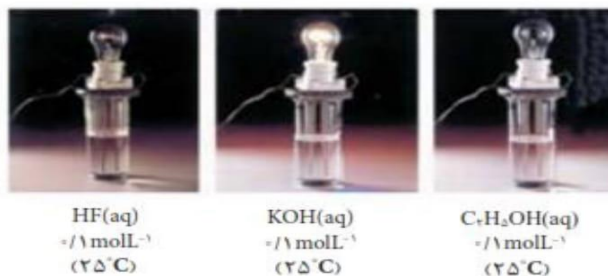
**بیشتر بدانید****طبقه بندی مواد بر اساس رسانایی جریان الکتریکی در حالت محلول:**

۱. موادی که به صورت مولکولی در آب حل می شوند. الکترولیت نخواهد بود (همانند گلوکز، ساکاروز، انواع الکل ها، استون و ...) که به این مواد اصطلاحا غیرالکترولیت می گوئیم.
۲. برخی دیگر از مواد (مولکولی یا یونی) در آب حل شده و به صورت کامل یا به صورت جزئی، تبدیل به یون های محلول می شوند. این مواد الکترولیت بوده و قابلیت رسانایی به محلول می دهند.

الکترولیت ضعیف: موادی که ساختار مولکولی داشته و هنگام حل شدن به صورت جزیی تبدیل به یون می شوند (همانند اسیدهای ضعیف  $HF, H_2CO_3, H_3PO_4, \dots$  یا بازهای ضعیف:  $(CH_3NH_2, NH_3, \dots$ )  
الکترولیت قوی: ترکیبات یونی محلول در آب یا برخی ترکیبات مولکولی (همانند اسیدهای قوی:  $HCl, HBr, HI, HNO_3, H_2SO_4$ ) که با حل شدن در آب به طور کامل به یون تفکیک می شوند.

#### مثال کلیدی در تشخیص نوع الکترولیت بر اساس شکل

با توجه به شکل های زیر در خصوص رسانایی محلول های داده شده می توان گفت:



۱. در دمای معین، محلول ۰/۱ مولار پتاسیم هیدروکسید، الکترولیت قوی بوده (انحلال یونی) و لامپ پر نورتر است.
۲. محلول ۰/۱ مولار هیدروفلوئوریک اسید، الکترولیت ضعیف است و لامپ کم نورتر خواهد بود. (حل یونی - مولکولی)
۳. محلول ۰/۱ مولار اتانول در آب در همان دما، چون بصورت مولکولی حل می شود پس غیر الکترولیت است و لامپ روشن نخواهد شد.

### الکترولیتها و نقش مهم آنها در فعالیتهای زیستی بدن:

پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین احساس خستگی به وجود می آید که ناشی از کاهش چشمگیر یون های  $Na^+, K^+, Cl^-$ , ... در الکترولیت های بدنی است. به همین دلیل باید نوشیدنی های خاص که دارای چنین الکترولیت هایی باشند مصرف کرد.

### نکات طلایی یون پتاسیم به عنوان یکی از یونهای موجود در الکترولیتهای زیستی :

- ۱- از مهم ترین یون ها در الکترولیت بدن یون پتاسیم ( $K^+$ ) است.
- ۲- هر فرد نیاز روزانه دو برابر یون سدیم به یون پتاسیم دارد
- ۳- یون پتاسیم برای تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی بسیار ضروری است و انتقال پیام های عصبی بدون وجود این یون امکان پذیر نمی باشد. در موارد اختلال شدید در حرکت این یون، انتقال پیام های عصبی انجام نشده و حتی باعث مرگ می شود.

مارهای سیاه مناطق گرمسیری با تزریق زهری که کانال های پتاسیم را در سلول های عصبی مسدود می کند، شکار خود را از پای در می آورند.



از دیگر یون های سازنده الکترولیت های بدن، یون های کلسیم ( $Ca^{2+}$ ) و منیزیم ( $Mg^{2+}$ ) و آنیون کلر است که به بررسی نقش کلیدی هر کدام در جدول زیر می پردازیم :

نقش	نوع ترکیب و بافت حاوی آن	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 بیرون سلولی است	$Cl^{-}$

### ردپای آب در زندگی

تعریف ردپا: به مجموعه فعالیت هایی که باعث کاهش یا افزایش یک ماده مشخص در طبیعت می شود، ردپای آن می گوییم.



شکل ۲۶- ردپای آب برای تولید برخی فراورده ها



### نکات کلیدی ردپای آب:

- ۱- مصرف روزانه هر فرد حدود ۳۵۰ لیتر آب می شود (شامل نوشیدن، پخت و پز، شستشو، نظافت و...) در کنار آن در صنایع گوناگون حجم بسیار زیادی آب مصرف می شود.
- ۲- صنعت کشاورزی بیشترین حجم آب مصرفی را به خود اختصاص می دهد.
- ۳- ردپای آب در جهان برای یکسال حدود  $7 \times 10^{15}$  لیتر است که شامل تمام مصارف آشکار و نهان آب می باشد.
- ۴- ردپای آب نشان می دهد که هر فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس را مصرف می کند و چه مقدار از حجم منابع آبی کم می شود.
- ۴- این میزان مصرف شامل همه آبی است که در تولید کالاها، ارائه خدمات و فعالیت های گوناگون مصرف می شود.
- ۵- آب دریاها و اقیانوس ها منبع بسیار بزرگی برای تهیه آب می باشند اما به اندازه ای شور هستند که باید قبل از مصرف نمک زدایی و تصفیه شوند.

### اسمز (گذرندگی)

- ۱- مثال عمومی پدیده ی اسمز: هنگامی که میوه های خشک درون آب قرار می گیرند، مولکول های آب به طور خود به خود و بدون نیاز به عامل خارجی محیط رقیق با گذر از روزن های دیوار سلولی به محیط غلیظ می روند. در نتیجه میوه آب دار و متورم می شوند. به این پدیده اسمز یا گذرندگی می گوئیم. در این فرایند برخی نمک ها، ویتامین ها و ... از بافت میوه وارد آب می شود.

پس تعریف اسمز حرکت آزادانه ی مولکولهای آب از محیط رقیق به غلیظ است



شکل ۲۸- نمونه‌هایی از پدیده اسمز در زندگی روزانه

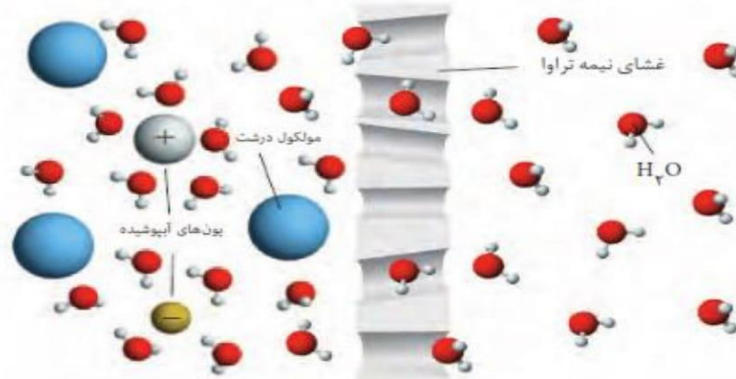
**بیشتر بدانید**

با قرار دادن خیار در آب شور (محلول آب نمک غلیظ)، آب وارد محلول شده و پوست خیار چروکیده می شود (به این پدیده پلاسمولیز می گوئیم) اما اگر همین پوست چروکیده را دوباره در آب معمولی قرار دهیم. با جذب آب، پوست خیار صاف خواهد شد (فرایند اسمز)

عکس فرایند اسمز در صنعت اسمز معکوس و در دانش زیست پلاسمولیز نام دارد.

**فرآیند اسمز انتخابی در سلولها:**

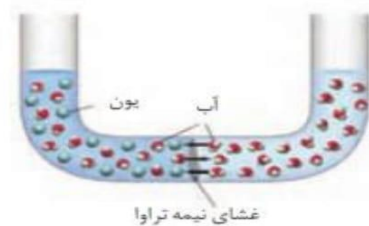
دیوار یاخته ها (سلول ها) در گیاهان روزنه های بسیار ریزی دارد که ذره های سازنده مواد می توانند از آن عبور کنند. این روزنه ها تنها اجازه عبور برخی ذره ها و مولکول های کوچک را می دهند (همانند آب و یون ها). این دیوارها را غشای نیمه تراوا می گوئیم.



شکل ۲۹- غشای نیمه تراوا و عبور انتخابی

### غشای نیمه تراوا یا انتخابگر در کنار آب دریا و آب مقطر و نکات آن:

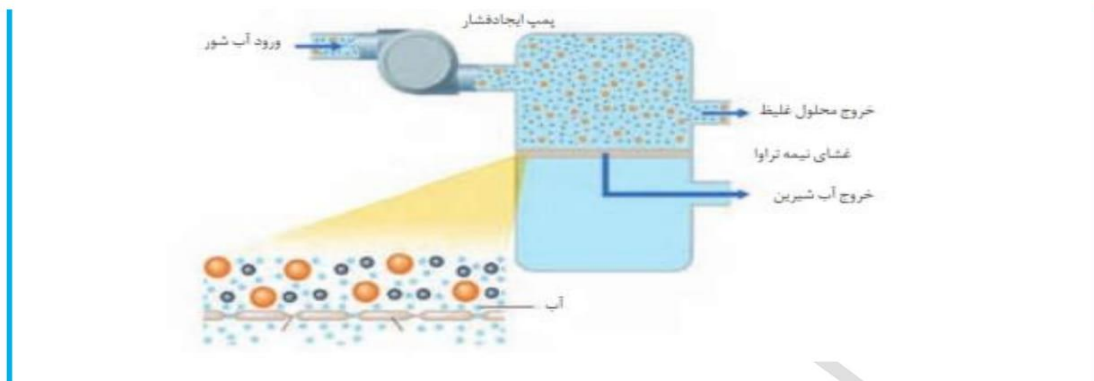
با قرار دادن حجم برابری از آب دریا و آب مقطر که به وسیله یک غشای تراوا از هم جدا شده اند می توان گفت:



۱. غلظت دو محلول برابر هم نیست و مقداری از آب مقطر با عبور از غشای نیمه تراوا باعث رقیق تر شدن آب دریا شده و حجم آب دریا بالاتر می رود.
۲. جهت حرکت حلال از محلول رقیق تر به سمت محلول غلیظ تر می باشد و این کار تا هنگامی ادامه می یابد که میان دو محلول از نظر غلظت تعادل برقرار شود.
۳. از این فرایند می توان برای نمک زدای و شیرین کردن آب دریا استفاده کرد.

### نکات طلایی اسمز معکوس:

- ۱- اگر بواسطه ی یک پیستون نیرویی وارد کرده و باعث حرکت معکوس آب از محلول غلیظ تر به محلول رقیق تر (آب مقطر) شویم در واقع اسمز معکوس را انجام داده ایم.
- ۲- از روش اسمز معکوس می توان برای تولید آب شیرین از آب دریا استفاده کرد. با ورود آب شور دریا و ایجاد فشار طی فرایند اسمز معکوس، آب از محلول غلیظ تر و از غشای نیمه تراوا عبور کرده و آب شیرین به دست می آید.



### بیشتر بدانید

#### جنس غشاهای انتخابی یا نیمه تراوا:

غشای نیمه تراوا معمولاً از جنس پلی امید یا استات می باشد. همچنین می توان غشا را از جنس رزین یا ژئولیت ها در نظر گرفت که باعث عبور انتخابی آب یا یون ها می شود.

#### تفاوت های میان فرایند اسمز و اسمز معکوس

۱. اسمز فرایندی خود به خودی اما اسمز معکوس فرایندی غیر خود به خودی و نیازمند ایجاد یک فشار خارجی است.
۲. در فرایند اسمز، آب از محلول رقیق به محلول غلیظ می رود (از طریق غشای نیمه تراوا) اما در فرایند اسمز معکوس انتقال آب از محلول غلیظ تر به حلال رقیق تر است.
۳. در فرایند اسمز پس از برابر شدن غلظت های دو محلول مجاور هم انتقال آب متوقف شده اما در فرایند اسمز معکوس و با ایجاد فشار خارجی می توان این انتقال را ادامه داد.



**بیشتر بدانید****دلیل علمی فرایند اسمز**

علت اصلی این پدیده اینست که در محلول رقیق تر به دلیل جاذبه کم تری که میان آب و ذرات حل شونده وجود دارد، آزادی عمل مولکول های آب بیش تر بوده و انرژی بیش تری دارند. به همین دلیل مولکول های آب توانایی عبور از غشای نیمه تراوا را پیدا کرده و از محلول رقیق تر به سمت محلول غلیظ تر جا به جا می شوند.

**روش های تصفیه آب:**

۱. تقطیر آب: نیازمند مصرف انرژی است. در آن می توان نافلزها، آلایندها و فلزهای سمی و حشره کش ها را جدا کرد اما میکروب ها و ترکیب های آلی فرار در آب باقی می مانند.
۲. اسمز معکوس: تمامی آلاینده های موجود در آب تصفیه نشده را می توان جدا کرد اما میکروب ها در آب باقی می مانند.
۳. صافی کربن: همانند اسمز معکوس توانایی جدا کردن تمامی آلایندها را دارد اما میکروب ها جدا نمی شوند به همین دلیل باید آب به دست آمده از اسمز معکوس و صافی کربن را پیش از مصرف کلرزی کرد تا میکروب های آن از بین برود.
- ۴- بهترین روش برای تصفیه و تولید آب شیرین، استفاده از دستگاه تقطیر خورشیدی است. در این روش و با استفاده از انرژی خورشیدی، آب دریا را تبخیر کرده و طی فرایند میعان در اثر برخورد ذرات تبخیر شده آب با سقف پلاستیکی، می توان آب آشامیدنی تولید کرد.

**نمودارهای مهم تاثیر مقدار یونها بر درصد ابتلا به بیماریهای قلبی**

درصد ابتلا به بیماری قلبی

سن مردان	آب دارای مقدار نامناسب از یون ها	آب دارای مقدار مناسب از یون ها
۳۵-۶۴	~75%	~60%
۶۵-۷۴	~65%	~55%

درصد ابتلا به بیماری قلبی

سن زنان	آب دارای مقدار نامناسب از یون ها	آب دارای مقدار مناسب از یون ها
۳۵-۶۴	~75%	~55%
۶۵-۷۴	~65%	~45%

66

Hamkelasi.ir : جامع ترین منبع داتلود جزوه ، آزمون ، امتحان ، سوالات کنکور سراسری و ... (به سایت ما سر بزنید)