واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

- **تغییر شیمیایی:** تغییری است که ماهیت ماده عوض می‌شود. تغییر شیمیایی می‌تواند با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزادسازی گاز، تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور و صدا همراه باشد. (۵۶)
- هنگامی که به شکر گرما داده می‌شود، دچار تغییر شیمیایی می‌شود و رنگ آن تغییر می‌کند. (۵۶)
- هر تغییر شیمیایی می‌تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد که هر یک از آن‌ها را با یک معادله نمایش می‌دهند. (۵۶)

انواع معادله (۵۶)

۱) **نوشتاری:** تنها نام واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها را مشخص می‌کند.

کربن دی‌اکسید → اکسیژن + کربن

۲) **نمادی:** افزون بر نمایش شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها می‌تواند حالت فیزیکی آن‌ها و اطلاعاتی دربارهٔ شرایط واکنش نیز ارائه کند.

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

- نمادهای به کار رفته برای نمایش حالت فیزیکی مواد در معادله‌های شیمیایی در جدول زیر آورده شده است: (۵۶)

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

- در معادلهٔ واکنش، رسوب حالت جامد، مذاب حالت مایع و بخار حالت گاز دارد. (۵۶)

■ معنای برخی عبارت‌ها یا نمادهای مورد استفاده در معادله‌های شیمیایی در جدول زیر آورده شده است. (۵۷)

نماد	معنا
$\longrightarrow$	تولید می‌کند یا می‌دهد.
$\xrightarrow{\Delta}$	واکنش‌دهنده‌ها بر اثر گرم‌شدن واکنش می‌دهند.
$\xrightarrow{۲۰\ atm}$	واکنش در فشار ۲۰ اتمسفر انجام می‌شود.
$\xrightarrow{۱۲۰۰\ ^\circ C}$	واکنش در دمای ۱۲۰۰ درجهٔ سلسیوس انجام می‌شود.
$\xrightarrow{Pd(s)}$	برای انجام‌شدن واکنش، از فلز پالادیم (Pd) به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.

■ **قانون پایستگی جرم:** مطابق این قانون «جرم کل مواد موجود در مخلوط واکنش ثابت است.» (۵۷ و ۵۸)

■ یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که **همهٔ** آن‌ها از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند و اگر واکنشی از این قانون پیروی نکند شیمیایی نیست مانند واکنش‌های هسته‌ای، پرتوزایی و ...

موازنه‌کردن معادلهٔ واکنش‌های شیمیایی

تعاریف مختلف برای قانون پایستگی جرم: (۵۸)

۱ در واکنش‌های شیمیایی، اتمی از بین نمی‌رود و به وجود هم نمی‌آید و **فقط شیوهٔ اتصال** آن‌ها عوض می‌شود.

۲ مجموع جرم مواد پیش از انجام واکنش با مجموع جرم مواد پس از واکنش **برابر** است.

۳ **جرم مواد شرکت‌کننده** در یک واکنش شیمیایی **ثابت** است.

۴ **شمار اتم‌های هر عنصر** در یک واکنش شیمیایی **ثابت** است.

ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها

■ **اغلب** *(نه همه!)* فلزها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شوند که بیشتر آن‌ها به شکل **اکسید** است. (۶۰)

مثال ۱ آلومینیم به صورت **بوکسیت** (Al_2O_3 به همراه ناخالصی) یافت می‌شود.

مثال ۲ آهن به صورت **هماتیت** (Fe_2O_3 به همراه ناخالصی) در طبیعت وجود دارد. (۶۰)

■ **اکسایش:** به واکنش **آرام** مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است اکسایش می‌گویند. (۶۱)

■ وقتی وسایل فلزی در معرض هوا قرار می‌گیرند با اکسیژن هوا ترکیب می‌شوند. (۶۰)

■ **زنگ‌زدن آهن**، یک واکنش **اکسایش** است که در آن آهن با اکسیژن در هوای مرطوب واکنش داده و زنگ آهن **قهوه‌ای‌رنگ** تشکیل می‌شود. چون زنگ آهن متخلخل است، بخار آب و اکسیژن به لایه‌های زیرین نفوذ می‌کنند و باقی‌ماندهٔ فلز را مورد حمله قرار می‌دهد و آن‌قدر پیش می‌رود که همهٔ فلز به زنگار تبدیل می‌شود و دیگر استحکام لازم را ندارد و در اثر ضربه خرد می‌شود و فرو می‌ریزد. (۶۰ و ۶۱)

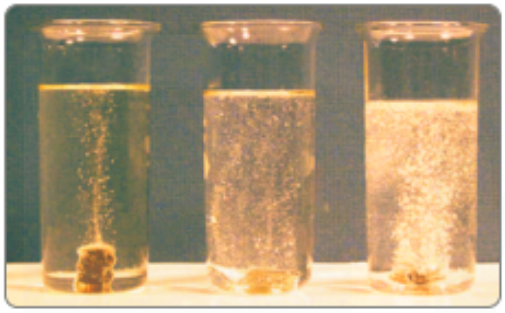
$$4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$$

■ **خوردگی:** به ترد و خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر اکسایش، خوردگی می‌گویند. (۶۱)

■ آلومینیم نیز با اکسیژن هوا واکنش می‌دهد و به آلومینیم اکسید تبدیل می‌شود، اما **آلومینیم خورده نمی‌شود**، چون آلومینیم اکسید اجازهٔ نفوذ آب و اکسیژن به لایه‌های درونی فلز را نمی‌دهد، زیرا بسیار متراکم و پایدار است و به سطح فلز می‌چسبد. به همین دلیل گاهی در ساختمان‌ها از در و پنجره‌های آلومینیمی به جای آهنی استفاده می‌شود. (۶۱)

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

به شکل دقت کنید تا نکات آن را با هم بررسی کنیم: (۶۱)


Fe Zn Al

۱ رفتار همهٔ فلزها در واکنش با یک ماده یکسان نیست.

۲ اغلب فلزها با اسیدها واکنش می‌دهند و یکی از فراورده‌ها گاز هیدروژن است که در **محیط‌های محلول** به صورت حباب آزاد می‌شود.

هیدروژن + ترکیب فلز ← اسید + فلز

۳ هر چه واکنش فلز با اسید **سریع‌تر** باشد، گاز هیدروژن با سرعت بیشتر آزاد شده و حباب‌های **بیشتری** دیده می‌شود، با این توضیح نتیجه می‌گیریم که:

واکنش‌پذیری : Al > Zn > Fe

۴ بنابراین می‌توانیم بفهمیم که تیغه آلومینیمی سریع‌تر از تیغهٔ آهنی واکنش می‌دهد و سریع‌تر اکسایش پیدا می‌کند، ولی همان‌طور که گفتیم آلومینیم در مقابل خوردگی مقاوم است.

■ سیم‌های انتقال برق با ولتاژ بالا (فشار قوی) باید علاوه بر داشتن **رسانایی الکتریکی زیاد، ضخیم و مقاوم** باشند. (۶۲)

■ معمولاً این سیم‌ها را از **فولاد** و **آلومینیم** می‌سازند، به طوری که **رشتهٔ**

درونی آن‌ها از فولاد و روکش آن‌ها از آلومینیم است. (۶۲)

حالا خوب گوش بدین ببینیم چرا اینجوریه!

در واقع رسانایی آلومینیم از آهن و فولاد **بیشتر** است و چون آلومینیم چگالی **کم‌تری** نسبت به فولاد دارد سیم آلومینیمی **سبک‌تر** از فولاد است و برای این کار مناسب است، اما چون آلومینیم فلز نرم و انعطاف‌پذیری است استحکام کافی برای ساختن سیم‌هایی که بین دکل‌های فشار قوی قرار است کشیده شوند را ندارد. به همین دلیل هستهٔ فولادی جهت حفظ و استحکام سیم به کار می‌رود و آلومینیم به عنوان روکش استفاده می‌کنند که آلومینیم هم از آهن در برابر خوردگی محافظت کند هم رسانایی به خوبی انجام شود و در ضمن سیم وزن زیادی پیدا نمی‌کند. همان‌طور که می‌دانید هر چه سیم **ضخیم‌تر** باشد مقاومت الکتریکی آن **کم‌تر** می‌شود و اتلاف انرژی **کم‌تری** خواهیم داشت. (۶۲)

- برخی از فلزها مانند آهن، در واکنش با اکسیژن، دو نوع اکسید تولید می‌کنند؛ مثلاً آهن ابتدا در واکنش با اکسیژن تولید FeO می‌کند، سپس این ترکیب در واکنش با اکسیژن محیط به Fe_2O_3 اکسایش می‌یابد. (۶۲)
- اکسیدهای نافلزی، دستهٔ دیگری از ترکیب‌های شیمیایی هستند که از واکنش نافلزها با اکسیژن تولید می‌شوند. مانند CO_2، SO_2، SO_3، N_2O_4 و ... (۶۳ و ۶۴)

خواص اکسیدهای فلزی و نافلزی

اکسیدهای بازی: به اکسیدهای **فلزی**، اکسید بازی می‌گوییم؛ زیرا اغلب آن‌ها در واکنش با آب تولید **باز** می‌کنند. این ترکیب‌ها، **یونی** هستند مانند CaO، MgO، Na_2O و ... . (۶۷)

$$CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$$

باز ← آب + اکسید فلزی

اکسیدهای اسیدی: به اکسیدهای **نافلزی**، اکسید اسیدی می‌گوییم؛ زیرا اغلب آن‌ها در واکنش با آب تولید اسید می‌کنند. این ترکیب‌ها، مولکولی هستند مانند SO_3، CO_2، NO_2 و ... . (۶۷)

$$SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$$

اسید ← آب + اکسید نافلزی

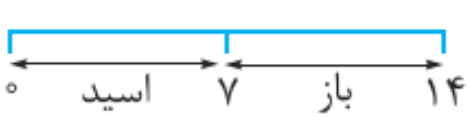
نکات CaO (۶۵)

۱) اکسید فلزی (بازی) است.
۲) برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی به خاک می‌افزایند.
۳) افزودن آن به خاک سبب می‌شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند.
۴) برای کنترل میزان اسیدی‌بودن آب دریاچه‌ها استفاده می‌شود.

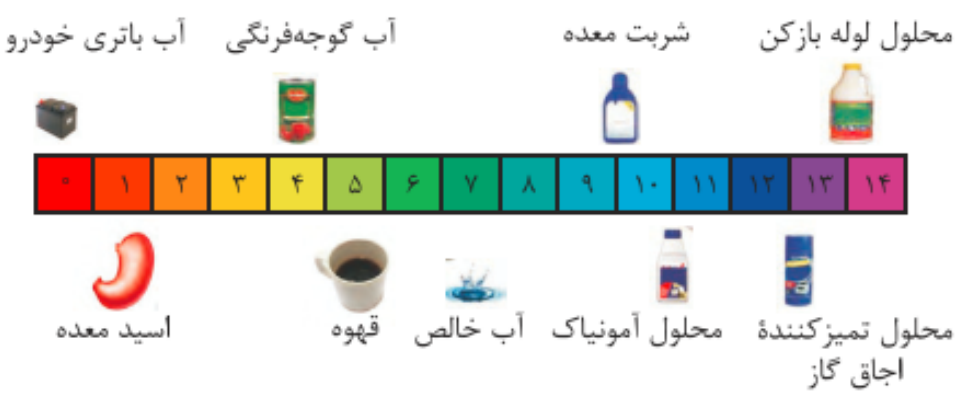
- مرجان‌ها، گروهی از کیسه‌تنان هستند که اسکلت آهکی (CaO) دارند. با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید (CO_2) در هواکره بخش زیادی از این گاز در آب اقیانوس‌ها و دریاها حل می‌شود و چون یک اکسید اسیدی است خاصیت اسیدی را در آب افزایش داده و زندگی آبزیان را به خطر می‌اندازد. (۶۶)

pH (۶۷)

میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول را با عاملی به نام pH می‌سنجند.
گسترهٔ pH در دمای اتاق بین صفر تا ۱۴ است.
از صفر تا ۷ گسترهٔ اسیدی و از ۷ تا ۱۴ گسترهٔ بازی را نشان می‌دهد.



- با کاغذی به نام کاغذ pH می‌توان عدد تقریبی pH را به دست آورد. (۶۷) به شکل زیر که رنگ کاغذ pH در گسترهٔ صفر تا ۱۴ و برخی از مواد دارای pHهای مختلف را نشان می‌دهد دقت کنید تا نکات شکل را بررسی کنیم. (۶۷)



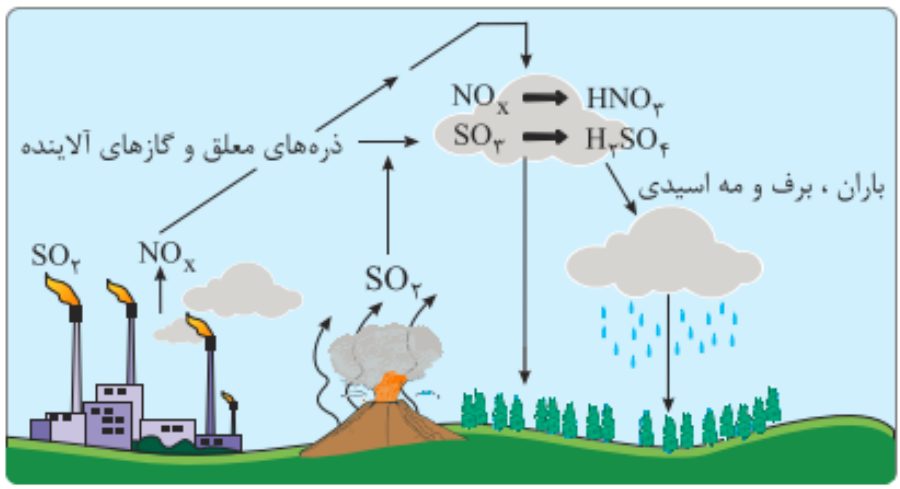
۱ رنگ کاغذ pH از اسیدی تا بازی به ترتیب شبیه رنگ‌های طیف فروپاشیده شدهٔ نور سفید از منشور است.

pH
- صفر ← قرمز
- ۷ ← سبز
- ۱۴ ← بنفش

۲ pH چند محلول به ترتیب در زیر آمده است.

> محلول آمونیاک > محلول تمیزکنندهٔ اجاق گاز > محلول لوله بازکن > آب باتری خودرو > اسید معده > آب گوجه‌فرنگی > قهوه > آب خالص > شربت معده

■ باران اسیدی: آلاینده‌های حاصل از سوختن **سوخت‌های فسیلی** که به طور عمده شامل SO_2 و اکسیدهای نیتروژن NO_x هستند، هنگام بارش در آب باران حل می‌شوند و باران خاصیت اسیدی چشمگیری پیدا می‌کند که به باران اسیدی معروف است. (۶۷ و ۶۸)



- NO، N_2O و CO اگرچه اکسیدهای نافلزی هستند ولی با انحلال در آب، اسید ایجاد نمی‌کنند و به اکسیدهای خنثی معروف‌اند.
- آثار زیان‌بار باران اسیدی بر روی پوست، دستگاه تنفس و چشم‌ها به سرعت قابل تشخیص است و گاهی باعث خشکی و ترک‌خوردگی پوست بدن می‌شود. (۶۸)

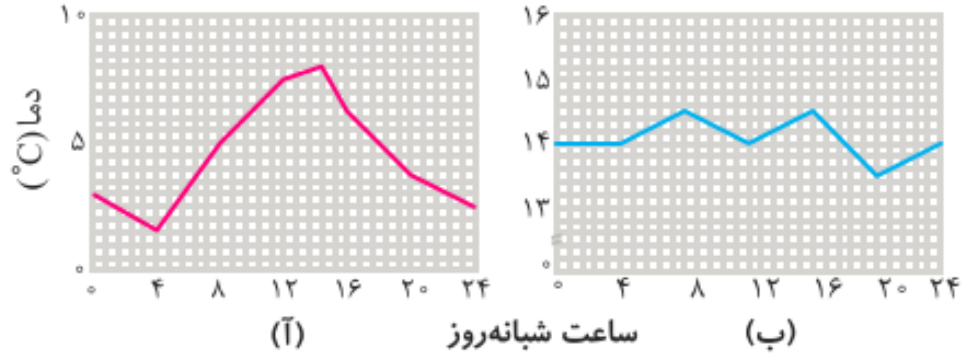
چه بر سر هواکره می‌آوریم

- شواهد نشان می‌دهد که در طول سدهٔ گذشته، میانگین دمای کرهٔ زمین افزایش یافته است. دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند دمای کرهٔ زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۱/۸ تا ۴ درجهٔ سلسیوس افزایش خواهد یافت. (۶۸ و ۶۹)
- آمارها نشان می‌دهد که سالانه میلیاردها تن کربن دی‌اکسید به هواکره وارد می‌شود و مقدار این گاز در سدهٔ اخیر به میزان قابل‌توجهی افزایش یافته است. (۶۹)
- افزایش مقدار CO_2 و بالاآمدن سطح آب دریاها و کم‌شدن مساحت برف در نیم‌کرهٔ شمالی باعث افزایش دمای زمین می‌شوند. به طوری که از حدود ۱۳/۷ درجه در سال ۱۸۵۰ به ۱۴/۵ درجه در سال ۲۰۰۰ رسیده است. (۶۹)
- در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی، انواع آلاینده‌ها مانند CO، CO_2، SO_2، NO، NO_2 و C_xH_y وارد هواکره می‌شود. (۷۰)
- افزایش مصرف بی‌حساب سوخت‌های فسیلی باعث شده که مقدار زیادی CO_2 وارد هواکره شود؛ این گاز می‌تواند با هوا جابه‌جا شود و هوای شهرهای دیگر را آلوده کند. (۷۰)

- ردپا: سبک زندگی انسان‌ها می‌تواند بیانگر **میزان اثرگذاری** هر یک از انسان‌ها روی کرهٔ زمین باشد. ردپا اصطلاحی است که به این اثر نسبت داده‌اند. (۷۰)
- برای مثال ردپای کربن دی‌اکسید نشان می‌دهد در تولید یک محصول یا بر اثر انجام یک فعالیت، چه مقدار از این گاز تولید و وارد هواکره می‌شود. (۷۱)
- هر چه مقدار CO_2 واردشده به طبیعت زیادتر باشد، ردپای ایجادشده سنگین‌تر و اثر آن ماندگارتر خواهد بود؛ زیرا زمان لازم برای تعدیل این اثر به وسیلهٔ پدیده‌های طبیعی طولانی‌تر است. (۷۰)
- یکی از راهکارهای کاهش ردپای کربن دی‌اکسید کاشت و مراقبت از درختان و ایجاد کمربندهای سبز در شهرها، شهرک‌های صنعتی و روستاها است. برای مثال یک درخت تنومند، سالانه حدود ۵۰ کیلوگرم کربن دی‌اکسید مصرف می‌کند. (۷۱)

اثر گلخانه‌ای

- قسمتی از نور خورشید که به زمین می‌رسد، زمین را گرم می‌کند و زمین نیز همچون یک جسم داغ از خود امواج الکترومغناطیس گسیل می‌دارد؛ با این تفاوت که انرژی پرتوهای گسیل‌شده **کم‌تر** از انرژی رسیده به زمین است. (۷۳)
- پلاستیک شفافی که دور تا دور گلخانه‌ها کشیده شده است، مقداری از انرژی گسیل‌شده از زمین را درون گلخانه نگه می‌دارند و باعث می‌شود در زمستان نیز فضای گلخانه تغییر دمایی کم‌تری داشته باشد. (۷۳)
- به نمودارهای صفحهٔ بعد که تغییرات دمایی بیرون گلخانهٔ (آ) و درون گلخانهٔ (ب) را در یک شبانه‌روز نشان می‌دهد، دقت کنید. (۷۲)



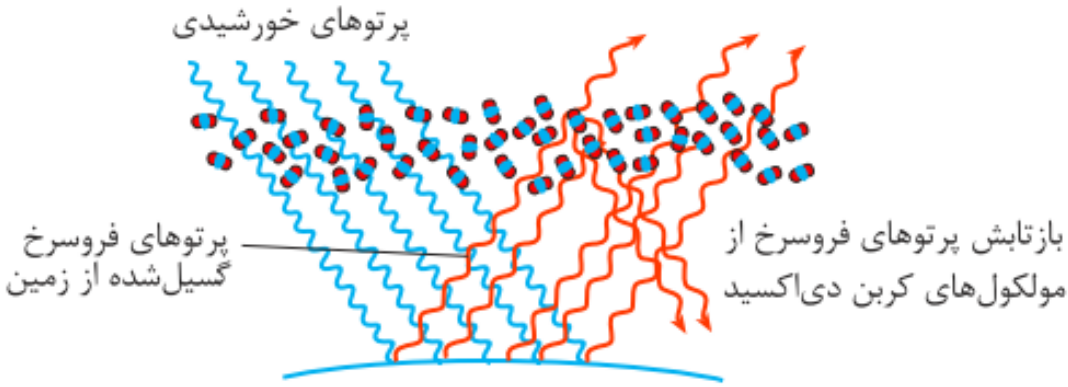
- تغییرات درون گلخانه‌ها بسیار کم‌تر از بیرون گلخانه است که این موضوع به دلیل وجود اثر گلخانه‌ای به وجود آمده توسط پلاستیک است.
- برخی از گازهای هواکره نیز مانند CO_2 ، H_2O و ... مانند پلاستیک شفاف گلخانه‌ها عمل می‌کنند. به این گازها، اصطلاحاً **گازهای گلخانه‌ای** می‌گویند. (۷۳)

هر چه مقدار گاز گلخانه‌ای بیشتر باشد دمای کرهٔ زمین بالاتر خواهد رفت.

- به شکل زیر دقت کنید. (۷۳)

- همان‌طور که می‌بینید گازهای گلخانه‌ای مانع خروج کل گرمای آزادشده از زمین می‌شوند و میانگین دمای زمین را بالا می‌برند.
- اثر گلخانه‌ای در حالت کلی پدیده‌ای مفید است، به طوری که اگر وجود نداشت، میانگین دمای کرهٔ زمین به $-۱۸\ ^\circ C$ کاهش می‌یافت، اما مقدار زیاد آن سبب بیشتر گرم‌شدن زمین می‌شود و مضر است. (۷۳)

■ بـــرای مثال در شـــکل زیر، اثر مهم‌تریـــن گاز گلخانه‌ای یعنی CO_2 را می‌بینید.



همان‌طور که می‌بینید مولکول‌های CO_2 مقداری از پرتوهای فروسرخ گسیل‌شده از زمین را به زمین برمی‌گردانند و باعث گرم‌شدن زمین می‌شوند. (۷۳)

شیمی سبز، راهی برای محافظت از هواکره

■ **شیمی سبز:** شاخه‌ای از شیمی است که شیمی‌دان‌ها طی آن سعی می‌کنند تولید و مصرف مواد شیمیایی که ردپاهای سنگینی روی کرهٔ زمین بر جای می‌گذارند را کاهش دهند و یا متوقف کنند. (۷۴)

■ **سوخت سبز:** سوختی است که در ساختار خود علاوه بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارد. (۷۴)

■ برای تهیهٔ سوخت سبز از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی استفاده می‌کنند. این مواد زیست‌تخریب‌پذیر بوده و به وسیلهٔ جانداران ذره‌بینی به مواد ساده‌تر تجزیه می‌شوند. اتانول و روغن‌های گیاهی نمونه‌هایی از این سوخت‌ها هستند. (۷۴)

■ **تبدیل CO_2 به مواد معدنی:** برای این کار کربن دی‌اکسید تولیدشده

در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی را با **منیزیم اکسید و یا کلسیم اکسید** واکنش می‌دهند. (۷۴)

$$CO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaCO_3(s)$$

$$CO_2(g) + MgO(s) \rightarrow MgCO_3(s)$$

- **پلاستیک‌های سبز (زیست‌تخریب‌پذیر):** پلیمرهایی هستند که بر پایهٔ مواد گیاهی مانند **نشاسته** ساخته می‌شوند و به همین دلیل در ساختار آن‌ها اکسیژن نیز وجود دارد. این پلاستیک‌ها در مدت‌زمان نسبتاً کوتاهی تجزیه می‌شوند و **به طبیعت بازمی‌گردند.** (۷۵)
- **دفن‌کردن کربن دی‌اکسید:** CO_2 را می‌توان به جای رهاکردن در هواکره در مکان‌های عمیق و امن در زیر زمین ذخیره و نگه‌داری کرد. (۷۵)
- سنگ‌های متخلخل در زیر زمین، میدان‌های قدیمی گاز و چاه‌های قدیمی نفت که خالی از این مواد هستند، جاهای مناسبی برای دفن این گاز هستند. (۷۵)
- یکی از روش‌هایی که شیمی سبز برای محافظت از هواکره پیشنهاد می‌دهد، تولید خودرو و سوخت باکیفیت است. (۷۵)
- یکی از معایب روش‌های پیشنهادی شیمی سبز، هزینهٔ انجام این کارهاست که سد بزرگی در جهت انجام این کارها به صورت فراگیر است. (۷۵)

به جدول زیر دقت کنید تا نکات آن را با هم مرور کنیم: (۷۶ و ۷۷)

نام سوخت	گرمای آزادشده (کیلوژول بر گرم)	فراورده‌های سوختن	قیمت (ریال به ازای یک گرم)
بنزین	۴۸	CO, CO_2, H_2O	۱۴
زغال‌سنگ	۳۰	CO, CO_2, H_2O, SO_2	۴

نام سوخت	گرمای آزادشده (کیلوژول بر گرم)	فراورده‌های سوختن	قیمت (ریال به ازای یک گرم)
هیدروژن	۱۴۳	H_2O	۲۸۰۰
گاز طبیعی	۵۴	CO, CO_2, H_2O	۵

۱ **هیدروژن، فراوان‌ترین عنصر در جهان است** که به صورت ترکیب‌های گوناگون یافت می‌شود. این گاز مانند سوخت‌های فسیلی می‌تواند با اکسیژن بسوزد و نور و گرما تولید کند.

۲ در میان این سوخت‌ها، **هیدروژن کم‌ترین آلاینده را** ایجاد می‌کند؛ اما چون تولید، حمل و نگه‌داری آن بسیار پرهزینه است، استفادهٔ انبوه از آن صرفهٔ اقتصادی ندارد.

۳ **ترتیب میزان** تولید انرژی به ازای **سوختن یک گرم** از سوخت‌ها:

هیدروژن > گاز طبیعی > بنزین > زغال‌سنگ

۴ **ترتیب قیمت** سوخت‌ها به ازای هر گرم از سوخت‌ها:

هیدروژن > بنزین > گاز طبیعی > زغال‌سنگ

۵ **ترتیب هزینهٔ اقتصادی سوخت‌ها** به ازای تولید مقدار معین انرژی:

هیدروژن > بنزین > زغال‌سنگ > گاز طبیعی

۶ زغال‌سنگ بیشترین تعداد آلاینده (H_2O, SO_2, CO, CO_2) و کم‌ترین انرژی را به میزان سوختن یک گرم ایجاد می‌کند.

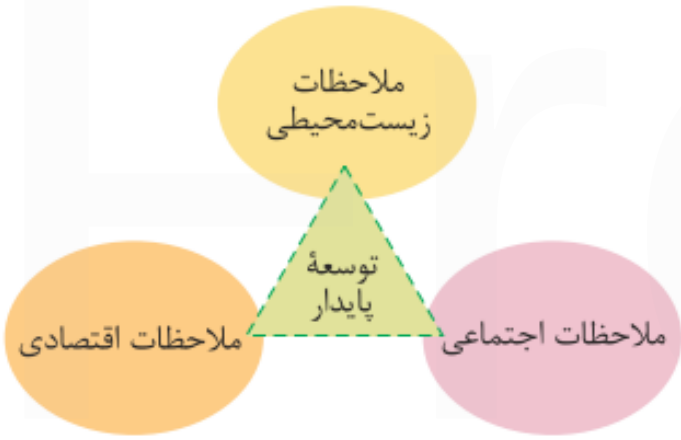
۷ بخار آب در سوختن تمام سوخت‌ها ایجاد می‌شود.

۸ همهٔ سوخت‌ها به‌جز هیدروژن علاوه بر آب، تولید CO و CO_2 نیز می‌کنند.

خلاصهٔ نکات مهم دربارهٔ هیدروژن

۱ فراوان‌ترین عنصر جهان است.
۲ پرهزینه‌ترین سوخت به ازای تولید مقدار معینی انرژی است.
۳ بیشترین میزان انرژی را به ازای سوختن یک گرم ایجاد می‌کند.
۴ کم‌ترین میزان آلایندگی را هنگام سوختن دارد.
۵ استفادهٔ انبوه از آن صرفهٔ اقتصادی ندارد.

- **توسعهٔ پایدار:** توسعهٔ پایدار یعنی این‌که در تولید هر فراورده، همهٔ هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی آن در نظر گرفته شود. (۷۷)
- هنگامی که به یکی از سه جنبهٔ فوق بی‌توجهی شود، هزینهٔ واقعی آن بیشتر از هزینهٔ در نظر گرفته‌شده می‌شود و تولید و استفاده از این کالا به جامعه ضرر خواهد زد. (۷۷)



اوزون، دگرشکلی از اکسیژن در هواکره

- در فصل ۱ گفتیم که به شکل‌های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر، دگرشکل یا آلوتروپ گفته می‌شود. اوزون یک دگرشکل یا آلوتروپ اکسیژن است. (۷۸)
- اوزون آرایش دیگری از کنار هم قرار گرفتن اتم‌های اکسیژن است. این ماده گازی با مولکول سه‌اتمی است و در لایه‌های بالایی هواکره یعنی استراتوسفر، زمین را مانند پوششی احاطه کرده است. (۷۷)

■ از مقایسهٔ اوزون و اکسیژن و اختلاف رفتار آن‌ها می‌توان نتیجه گرفت که **ساختار هر ماده**، تعیین‌کنندهٔ **خواص** و **رفتار** آن است. (۷۸ و ۷۹)

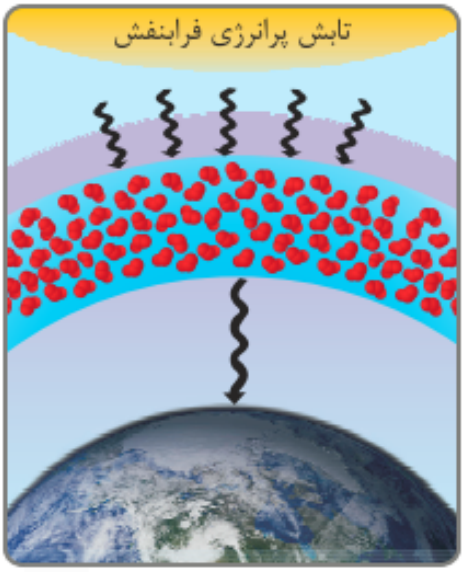
نام دگرشکل	اکسیژن	اوزون
فرمول شیمیایی	O_2	O_3
جرم مولی	۳۲	۴۸
تعداد پیوند اشتراکی	۲	۳
نقطهٔ جوش ($^\circ C$)	−۱۸۳	−۱۱۲
رنگ در حالت مایع	آبی	آبی تیره‌تر
جفت الکترون ناپیوندی	۴	۶
واکنش‌پذیری	کم‌تر	بیشتر

■ در صنعت از گاز اوزون برای **گندزدایی** میوه‌ها و سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود. (۷۹)

همه‌چیز دربارهٔ اوزون (۷۸ و ۷۹)

۱) آلوتروپ اکسیژن است.
۲) سه اتم اکسیژن با سه پیوند اشتراکی به هم وصل شده‌اند (O_3).
۳) دارای ۶ جفت الکترون ناپیوندی است.
۴) بیشترین مقدار آن در لایهٔ استراتوسفری وجود دارد.
۵) برای گندزدایی میوه‌ها و سبزیجات استفاده می‌شود.
۶) برای از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود.
۷) واکنش‌پذیری آن بیشتر از اکسیژن (O_2) است.

- اصطلاح لایهٔ اوزون به منطقهٔ مشخصی از استراتوسفر می‌گویند که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده وجود دارد. (۷۸)

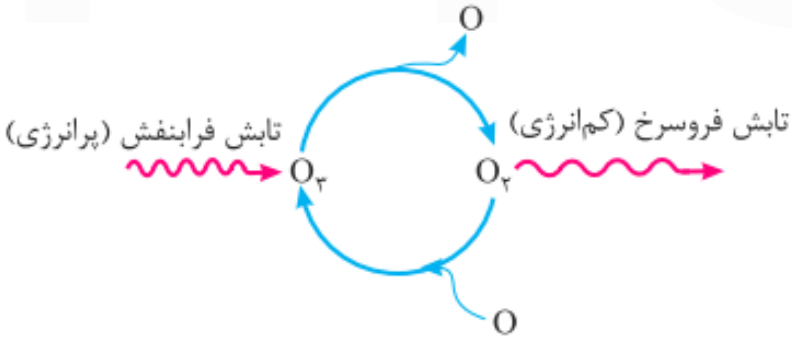


- مولکول‌های اوزون در لایهٔ اوزون مانع ورود بخش عمده‌ای از تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین می‌شود تا موجودات زنده از آثار زیان‌بار این تابش در امان بمانند. (۷۸)
- هنگامی که تابش پرانرژی فرابنفش به اوزون برخورد می‌کند، پیوند اشتراکی بین دوتا از اتم‌های اکسیژن می‌شکند و مولکول اوزون به یک اتم اکسیژن و یک مولکول اکسیژن تبدیل می‌شود. (۷۹)

$$O_3 + \text{فرابنفش} \rightarrow O_2 + O$$

- ذره‌های تولیدشده دوباره با هم واکنش می‌دهند و مجدداً مولکول اوزون را پدید می‌آورند و انرژی به صورت تابش فروسرخ آزاد می‌شود. (۷۹)

$$O_2 + O \rightarrow O_3 + \text{فروسرخ}$$



- با تکرار پیوستهٔ دو واکنش بالا، لایهٔ اوزون بخش قابل توجهی از تابش فرابنفش را جذب می‌کند و تابش‌های کم انرژی‌تر فروسرخ را به زمین گسیل می‌دارد. (۷۹)
- همان‌طور که در شکل می‌بینید با این اتفاق مقدار O_3 ثابت می‌ماند و لایهٔ اوزون تغییری نمی‌کند. (۷۹)
- مجموعه واکنش‌های لایهٔ اوزون را می‌توان با معادلهٔ زیر نشان داد.

$$2O_3(g) \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} 3O_2$$

به واکنش در جهت (۱) واکنش رفت می‌گویند، در این جهت اشعهٔ فرابنفش جذب می‌شود؛ به واکنش در جهت (۲) واکنش برگشت می‌گویند. در این جهت اشعهٔ فروسرخ تابش می‌شود. (۷۹)

- به این دسته از واکنش‌ها که در هر دو جهت انجام می‌شوند واکنش‌های برگشت‌پذیر می‌گویند. برای مثال در باتری‌های قابل شارژ، واکنش‌های شیمیایی برگشت‌پذیر رخ می‌دهد. (۷۹)
- اوزون در لایهٔ استراتوسفر نقش بسیار مفیدی دارد، اما اوزون در لایهٔ تروپوسفر نیز یافت می‌شود که نقش بسیار زیان‌بار و مضری دارد. (۷۹ و ۸۰)
- از آن‌جا که اوزون از اکسیژن واکنش‌پذیرتر است، در لایهٔ تروپوسفر آلاینده‌ای سمی و خطرناک به شمار می‌آید. به طوری که وجود آن سبب سوزش چشم و آسیب‌دیدن ریه‌ها می‌شود. (۷۹ و ۸۰)
- حالا ببینید گاز اوزون چگونه در لایهٔ تروپوسفر ایجاد می‌شود:

۱ گاز نیتروژن به عنوان اصلی‌ترین جزء سازندهٔ هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن وارد واکنش نمی‌شود اما هنگام رعد و برق و در موتور خودروها به علت دمای بالا این دو گاز ترکیب شده و اکسیدهای نیتروژن را به وجود می‌آورند. (۸۰)

$$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$$

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

۲ از آن‌جا که گاز نیتروژن دی‌اکسید به رنگ قهوه‌ای است، هوای آلودهٔ کلان‌شهرها اغلب به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود. (۸۰)

۳ در این هوای آلوده و در حضور نور خورشید، واکنش زیر رخ می‌دهد و مقداری گاز اوزون تولید می‌گردد که همان اوزون تروپوسفری است. (۸۰)

$$NO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g) + O_3(g)$$

خواص و رفتار گازها

خواص گازها (۸۱)

۱ شکل معینی ندارند و به شکل ظرف محتوی آن درمی‌آیند.
۲ حجم معینی ندارند و همهٔ فضای ظرف را اشغال می‌کنند.
۳ حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف محتوی آن برابر است.
۴ برخلاف جامدها و مایع‌ها تراکم‌پذیر هستند و بر اثر فشار متراکم می‌شوند.
۵ در فضا منتشر می‌شوند. بوی گل رز و محمدی ناشی از انتشار مولکول‌های گازی از آن است.
۶ برای توصیف آن‌ها علاوه بر مقدار گاز، باید دما و فشار آن نیز مشخص شده باشد.
۷ **افزایش دما سبب افزایش حجم گازها می‌شود.** به همین علت قراردادن بادکنک پرشده از هوا درون نیتروژن مایع سبب می‌شود که حجم آن‌ها به شدت کاهش یابد.

قانون آووگادرو: در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از هر گازی، مقدار ثابتی است. (۸۳)

شرایط استاندارد (STP) : براساس قرارداد، شیمی‌دان‌ها **دمای صفر درجهٔ سلسیوس و فشار یک اتمسفر** را به عنوان شرایط استاندارد یا STP در نظر گرفته‌اند. در این شرایط، حجم یک مول گاز برابر با ۲۲/۴ لیتر است. (۸۳)

از هر گاز چه‌قدر؟

■ **استوکیومتری واکنش:** به بخشی از دانش شیمی که به ارتباط کمی میان مواد شرکت‌کننده (واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها) در هر واکنش می‌پردازد، استوکیومتری واکنش می‌گویند. (۸۵)

■ استوکیومتری دانشی است که شیمی‌دان‌ها با بهره‌گیری از آن، مشخص می‌کنند که برای تولید مقدار معینی از یک فراورده به چه مقدار از هر واکنش‌دهنده نیاز است. (۸۵)

دو واکنش مهم (۸۴ و ۸۵)

تبدیل گاز گوگرد دی‌اکسید به گوگرد تری‌اکسید:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$$

اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن:

$$C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) + \text{انرژی}$$

تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت

نکات نیتروژن (۸۶)

۱) فراوان‌ترین جزء هواکره است.

۲) در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش‌پذیری آن ناچیز است.

۳) گاز نیتروژن به جوّ بی‌اثر مشهور است.

۴) در محیط‌هایی که گاز اکسیژن تغییر شیمیایی ایجاد می‌کند از گاز نیتروژن استفاده می‌کنند.

■ مخلوطی از گازهای **اکسیژن** و **هیدروژن** در حضور کاتالیزگر یا جرقه در یک واکنش **شدید** و **سریع**، منفجر می‌شوند و آب تولید می‌کنند، اما مخلوطی از **نیتروژن** و **هیدروژن** در حضور کاتالیزگر و جرقه با هم واکنش نمی‌دهند. (۸۶)

$$2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر یا جرقه}} 2H_2O(l)$$

$$H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر یا جرقه}} \text{واکنشی رخ نمی‌دهد.}$$

■ در ابتدای فصل بررسی کردیم که پرکردن تایرها بعضی اوقات به جای هوا از گاز نیتروژن استفاده می‌کنند. این موضوع دو فایده دارد: (۸۶)

۱ در هوا مقداری آب وجود دارد که به مرور باعث خراب‌شدن اجزای فلزی داخل لاستیک می‌شود.

۲ حجم N_2 بیشتر از O_2 است و دیرتر باد درون لاستیک خالی می‌شود.

■ هر چند گاز نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد، اما امروزه در صنعت، مواد گوناگونی را از آن تهیه می‌کنند که **آمونیاک** مهم‌ترین آن‌هاست. (۸۷)

■ کشاورزان کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار را به خاک می‌افزایند. یکی از این کودها آمونیاک است که به طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود. (۸۶)

■ فریتس **هابر** توانست آمونیاک را از گازهای H_2 و N_2 تهیه کند: (۸۷)

$$3H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow{\text{شرایط بهینه}} 2NH_3(g)$$

■ هابر برای تولید آمونیاک با این روش با دو مشکل عمده روبه‌رو شد: (۸۷)

۱ این واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شد.

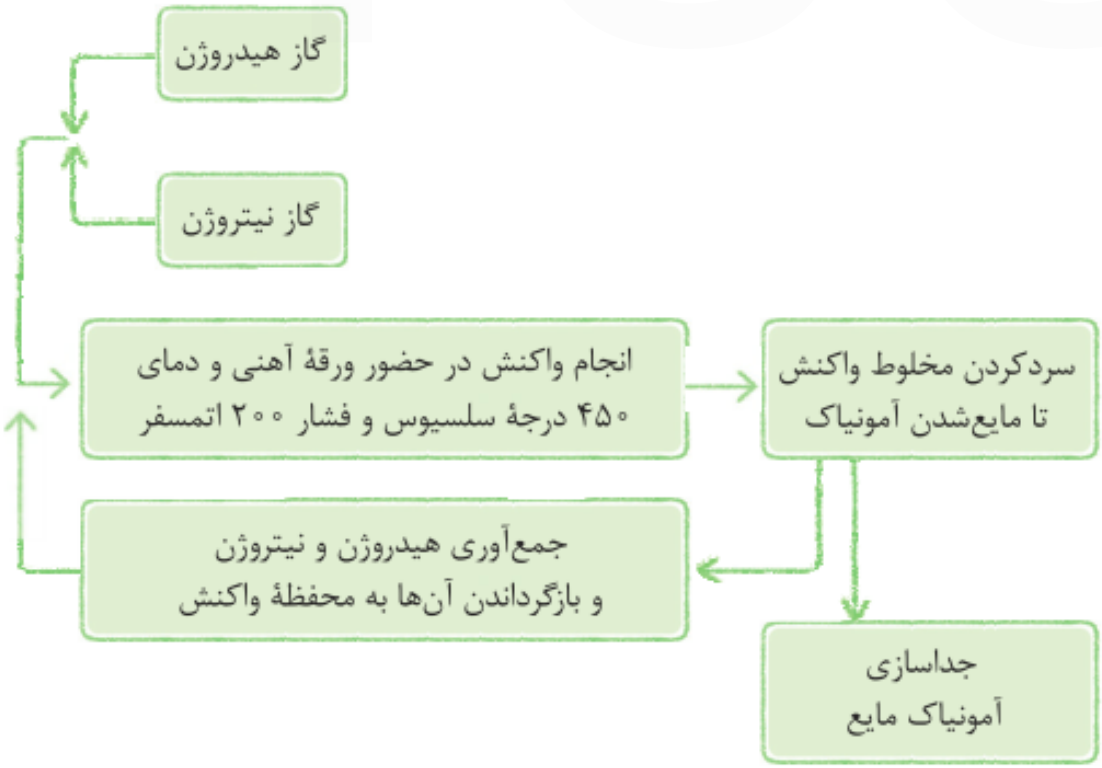
۲ به علت برگشت‌پذیربودن این واکنش، در ظرف واکنش هر سه گاز H_2، N_2 و NH_3 حضور داشتند و هابر باید آمونیاک را از این مخلوط جدا می‌کرد.

■ برای حل مشکل اول، هابر واکنش را در دماها و فشارهای گوناگون انجام داد تا به یک شرایط بهینه رسید. او واکنش را در **دمای ۴۵۰ °C** و **فشار ۲۰۰ atm** با حضور **کاتالیزگر آهن** انجام داد. به طوری که مخلوط

H_2 و N_2 را در دما و فشار گفته‌شده از روی یک ورقهٔ آهنی عبور داد و به مقدار قابل‌توجهی NH_3 ایجاد شد. (۸۷)

نام ماده	نقطهٔ جوش ($^\circ C$)
هیدروژن	−۲۵۳
نیتروژن	−۱۹۶
آمونیاک	−۳۴

- هابر برای حل مشکل دوم با توجه به اختلاف نقطهٔ جوش H_2، N_2 و NH_3 توانست آن‌ها را از هم جدا کند. به این صورت که مخلوط واکنش را سرد کرد و با توجه به این‌که نقطهٔ جوش آمونیاک از بقیه بیشتر بود، به سرعت به مایع تبدیل شد و پس از جداسازی آمونیاک به صورت مایع، گازهای H_2 و N_2 باقی‌مانده را به ظرف واکنش برگرداند. (۸۷)



- شـــتر جانوری اســـت که می‌تواند چندین روز را بدون نوشیدن آب در هوای گرم بیابان سپری کند. در این شرایط چربی ذخیره‌شده در کوهان این جانور نیز مطابق واکنش زیر اکسایش یافته و افزون بر تولید انرژی، آب مورد نیاز جانور را نیز تأمین می‌کند. (تمرین۳صفحهٔ۸۸)

$$۲C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_{۶}(s)+۱۶۳O_{۲}(g) \rightarrow ۱۱۴CO_{۲}(g)+۱۱۰H_{۲}O(l)$$

- گاز شهری به طور عمده از **متان** تشکیل شده است و در محیطی که اکسیژن کم است به صورت ناقص می‌سوزد و بخار آب، کربن مونواکسید، نور و گرما تولید می‌کند. (تمرین ۶ صفحهٔ ۸۹)

$$۲CH_{۴}(g)+۳O_{۲}(g) \rightarrow ۲CO(g)+۴H_{۲}O(g)+ \text{گرما و نور}$$

آشنایی با برهم کنش‌های کرهٔ زمین

- زمین از فضا به رنگ آبی دیده می‌شود؛ زیرا نزدیک به ۷۵ درصد آن را آب پوشانده است که حدود $۱/۵ \times ۱۰^{۱۸}$ تن جرم دارد. اگر کرهٔ زمین را مسطح در نظر بگیریم، آب همهٔ سطح آن را تا ارتفاع ۲ متر می‌پوشاند. (۹۲)
- آب اقیانوس‌ها و دریاها **مخلوطی همگن** است که اغلب مزه‌ای شور دارد، زیرا حدود ۵×۱۰^{۱۶} تن از نمک‌های گوناگون در آن حل شده است. (۹۲)
- سالانه میلیاردها تن مواد گوناگون از سنگ‌کره وارد آب‌کره می‌شود و از آن‌جا که جرم کل مواد حل‌شده در آب‌های کرهٔ زمین **تقریباً ثابت** است، باید همین مقدار ماده نیز از آب دریاها و اقیانوس‌ها خارج شود. (۹۲)

کرهٔ زمین را می‌توان سامانه‌ای بزرگ در نظر گرفت که شامل ۴ بخش است:

۱. هواکره
۲. آب‌کره
۳. سنگ‌کره
۴. زیست‌کره

- زمین از دیدگاه شیمیایی **پویاست.** به این معنی که بخش‌های گوناگون آن با یکدیگر برهم‌کنش‌های فیزیکی و شیمیایی دارند. (۹۳)

انواع برهم‌کنش‌ها در سامانهٔ کرهٔ زمین: (۹۲)

۱- **برهم‌کنش بین آب‌کره و هواکره:** سالانه حجم عظیمی از آب دریاها بخار و وارد هواکره می‌شود و ابرها را تشکیل می‌دهند که همین ابرها مقداری از بارش خود را در آب‌کره می‌ریزند.

۲- **برهم‌کنش بین آب‌کره و سنگ‌کره:** نمک‌ها و سنگ‌های سنگ‌کره در آب دریاها حل می‌شوند. سپس با تبخیر آب دریاها، رسوب نمک‌ها و سنگ‌ها در کف اقیانوس‌ها و ساحل دریاها به سنگ‌کره باز می‌گردند.

۳- **برهم‌کنش بین هواکره و سنگ‌کره:** فعالیت‌های آتشفشانی سبب می‌شود گازهای گوناگون و مواد شیمیایی جامد به صورت گرد و غبار وارد هواکره شوند. هواکره نیز با بارش‌های خود روی سنگ‌کره با آن ارتباط دارد.

۴- **برهم‌کنش زیست‌کره با هواکره، سنگ‌کره و آب‌کره:** جانداران آبزی مقداری از اکسیژن محلول در آب را مصرف می‌کنند و مقدار زیادی گاز کربن دی‌اکسید وارد هواکره می‌کنند.

لاشهٔ جانوران و گیاهان بر اثر واکنش‌های شیمیایی تجزیه شده و به صورت مولکول‌های کوچک‌تری وارد آب‌کره، هواکره یا سنگ‌کره می‌شوند.

هم‌چنین جانداران سالانه مقدار بسیار زیادی از ترکیب‌های کربن‌دار را وارد بخش‌های گوناگون کرهٔ زمین می‌کنند.

■ به جدول زیر که برخی از یون‌های حل‌شده در آب دریا را نشان می‌دهد، دقت کنید تا نکات آن را بررسی کنیم: (۹۳)

نام یون	نماد یون	مقدار یون (میلی‌گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا)
کلرید	Cl^-	۱۹۰۰۰
سدیم	Na^+	۱۰۵۰۰
سولفات	SO_4^{2-}	۲۶۵۵

نام یون	نماد یون	مقدار یون (میلی‌گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا)
منیزیم	Mg^{2+}	۱۳۵۰
کلسیم	Ca^{2+}	۴۰۰
پتاسیم	K^{+}	۳۸۰
کربنات	CO_3^{2-}	۱۴۰
برمید	Br^{-}	۶۵

۱ در آب دریا، کاتیون‌های عناصر گروه ۱ و ۲ (Na^{+} ، Mg^{2+} ، Ca^{2+} و K^{+}) حضور دارند.

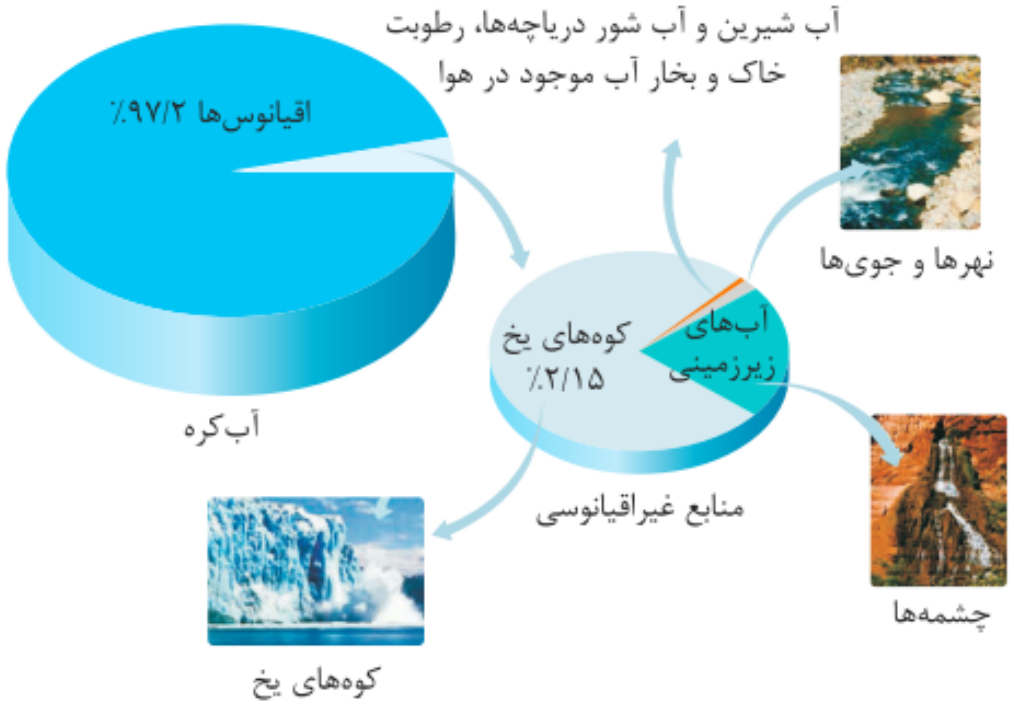
۲ در آب دریا، آنیون‌های عناصر گروه ۱۷ (Cl^{-} و Br^{-}) حضور دارند.

۳ **بیشترین و کم‌ترین**

- بیشترین کاتیون محلول در دریاها ← Na^{+}
- کم‌ترین کاتیون محلول در دریاها ← K^{+}
- بیشترین آنیون محلول در دریاها ← Cl^{-}
- کم‌ترین آنیون محلول در دریاها ← Br^{-}
- بیشترین یون محلول در دریاها ← Cl^{-}
- کم‌ترین یون محلول در دریاها ← Br^{-}

۴ اکثر یون‌های موجود در آب دریا تک‌اتمی هستند، اما مقادیری از یون‌های چنداتمی مانند سولفات و کربنات نیز در آن وجود دارند.

۵ انحلال نمک‌هایی مانند NaCl، $MgCl_2$ ، NaBr و ... سبب ورود یون‌هایی مانند Na^{+} و Cl^{-} به آب دریا می‌شود.



مقایسهٔ منابع آب:

منابع غیراقیانوسی (٪۲/۸) < منابع اقیانوسی (٪۹۷/۲)

مقایسهٔ منابع آب غیراقیانوسی:

سایر منابع < نهرها و جوی‌ها < آب زیرزمینی < کوه‌های یخ

- بیشتر آب‌های روی زمین **شور** است و نمی‌توان از آن‌ها در کشاورزی، مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد. از سوی دیگر اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و ... منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون، تولید فراورده‌های پروتئینی و ... هستند. (۹۴)
- آب باران در هوای پاک **تقریباً خالص** است، زیرا هنگام تشکیل برف و باران، تقریباً همهٔ مواد حل‌شده در آب از آن جدا می‌شود. این فرایند، الگویی برای تهیهٔ آب خالص است. فرایندی که **تقطیر** و فراوردهٔ آن، **آب‌مقطر** نام دارد. (۹۵)

همراهان ناپیدای آب

- دریاها مخلوطی **همگن** از انواع یون‌ها و مولکول‌ها در آب هستند. نوع و مقدار مواد حل‌شده در دریاها با یکدیگر تفاوت دارند، زیرا آب‌هایی

که به دریاها می‌ریزند در مسیر خود از زمین‌هایی گذر می‌کنند که مواد شیمیایی گوناگون دارند. (۹۵)

در این‌جا با هم چند واکنش را به خاطر می‌سپاریم: (۹۶ و ۹۷)

۱ واکنش محلول سدیم کلرید با محلول نقره نیترات که رسوب **سفیدرنگ** نقره کلرید تولید می‌کند:

$$NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + \underbrace{AgCl(s)}_{\text{رسوب سفید}}$$

۲ واکنش محلول کلسیم کلرید و محلول سدیم فسفات که به تولید رسوب **سفیدرنگ** کلسیم فسفات می‌انجامد:

$$3CaCl_2(aq) + 2Na_3PO_4(aq) \rightarrow 6NaCl(aq) + \underbrace{Ca_3(PO_4)_2(s)}_{\text{رسوب سفید}}$$

۳ واکنش محلول باریم کلرید و محلول سدیم سولفات که رسوب **سفیدرنگ** باریم سولفات را تولید می‌کند:

$$BaCl_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + \underbrace{BaSO_4(s)}_{\text{رسوب سفید}}$$

پس تا این‌جا باید سه رسوب سفید یاد گرفته باشید:

۱) $AgCl$

۲) $Ca_3(PO_4)_2$

۳) $BaSO_4$

■ آب آشامیدنی مخلوطی زلال و همگن بوده که حاوی مقدار کمی از یون‌های گوناگون است. برخی از این یون‌ها به طور طبیعی در آب حل شده است و برخی دیگر در مراکز تأمین آب آشامیدنی به آن افزوده می‌شود. برای مثال به آب آشامیدنی مقداری یون **فلوئورید** (F^-) اضافه می‌کنند تا سبب حفظ و سلامت دندان‌ها شود. (۹۷)

- در برخی از آب‌های آشامیدنی مقدار یون‌های حل‌شده به قدری زیاد است که مزهٔ آب را تغییر می‌دهد. تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب‌ها در نوع و مقدار حل‌شونده‌های آن‌ها است. (۹۷ و ۹۸)
- **یون چنداتمی:** یونی که از اتصال دو یا چند اتم تشکیل شده است، یون چنداتمی نام دارد. مانند SO_4^{2-}، NO_3^- و ... (۹۸)
- در یون‌های چنداتمی مقدار بار الکتریکی به اتم خاصی تعلق ندارد بلکه متعلق به **کل یون** است. (۹۸)
- گیاهان برای رشد مناسب افزون بر CO_2 و H_2O به عنصرهایی مانند S، P، N و ... نیاز دارند. آمونیوم سولفات ($(NH_4)_2SO_4$) یکی از کودهای شیمیایی است که دو عنصر **نیتروژن و گوگرد** را در اختیار گیاه قرار می‌دهد. (۱۰۰)

محلول و مقدار حل‌شونده‌ها

- محلول: مخلوطی همگن از دو یا چند ماده است که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی محلول مانند رنگ، غلظت و ... در سرتاسر آن یکسان و یکنواخت است. (۱۰۰)

انواع محلول (۱۰۰)

غلیظ: مقدار حل‌شونده در آن زیاد است یا به عبارتی شمار ذره‌های حل‌شونده در واحد حجم، زیاد است.

رقیق: مقدار حل‌شونده در آن کم است یا به عبارتی شمار ذره‌های حل‌شونده در واحد حجم، کم است.

- برای مثال محلول غلیظ مس(II) سولفات در آب، آبی پررنگ و محلول رقیق آن آبی کم‌رنگ است. (۱۰۱)

مثالی از چند محلول (۱۰۰ و ۱۰۱)

۱) هوای پاکی که تنفس می‌کنیم محلولی از گازها است.

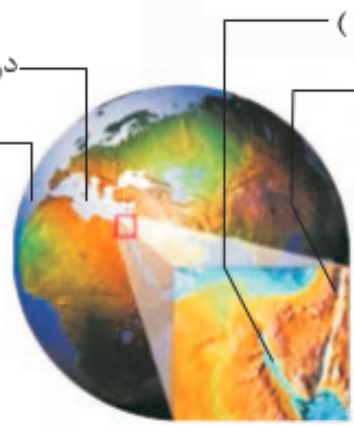
۲) سرم فیزیولوژی محلول نمک در آب است.

۳) ضدیخ محلول اتیلن گلیکول (۱ و ۲ اتان دی‌اُل $(CH_2(OH)-CH_2(OH))$ در آب است.

۴) گلاب، مخلوطی همگن از چند مادهٔ آلی در آب است.

۵) چای محلولی از ذره‌های چای در آب است.

■ مقدار نمک‌های حل‌شده در آب دریاهای گوناگون با هم فرق دارد. برای نمونه در هر ۱۰۰ گرم آب دریای مرده (بحر المیت) حدود ۲۷ گرم از انواع نمک‌ها وجود دارد و آن‌قدر غلیظ است که انسان روی آن شناور می‌ماند. (۱۰۱) در شکل زیر میزان نمک‌های حل‌شده در دریاهای گوناگون را می‌بینید:



غلظت نمک‌های حل‌شده در دریاها: (۱۰۱)

دریای مرده > دریای سرخ > دریای مدیترانه > اقیانوس آرام

■ محلول از دو جزء حلال و حل‌شونده تشکیل شده است. جزئی که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و شمار مول‌های بیشتری دارد را حلال می‌گویند. (۱۰۱)

■ خواص محلول‌ها به خواص حلال و حل‌شونده و مقدار هر یک از آن‌ها بستگی دارد. (۱۰۱)

محلول = حلال + حل‌شونده

■ با دانستن مقدار حل‌شونده در یک محلول می‌توان به درک **خواص، رفتار و کاربرد آن محلول** پی برد. (۱۰۱)

■ غلظت: غلظت یک محلول برابر مقدار حل‌شونده در مقدار معینی از حلال یا محلول تعریف می‌شود. (۱۰۲)

قسمت در میلیون (ppm)

■ قسمت در میلیون (ppm): نشان می‌دهد که در یک میلیون گرم از محلول، چند گرم حل‌شونده وجود دارد. (۱۰۲)

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

■ از ppm برای بیان غلظت محلول‌های **بسیار رقیق** مانند غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب معدنی، آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های هوا استفاده می‌کنند.

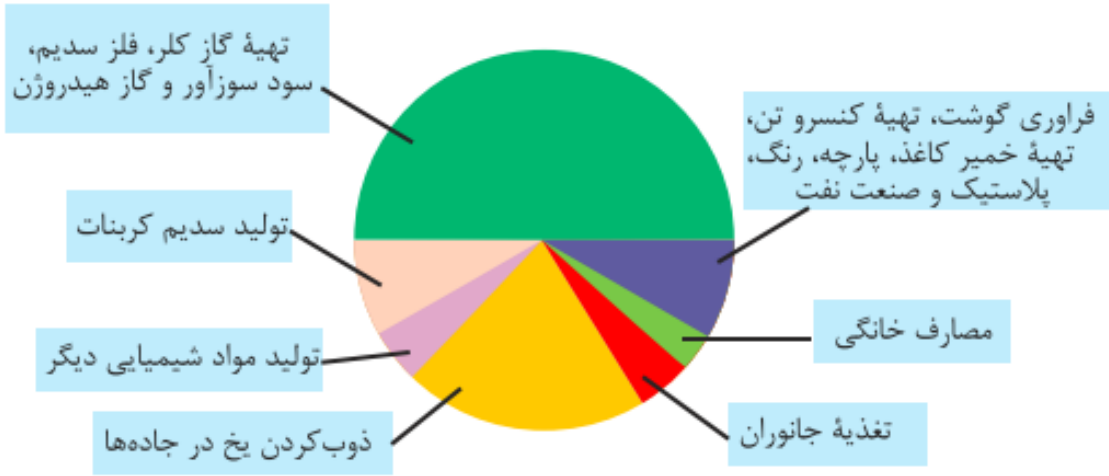
■ **درصد جرمی:** درصد جرمی را با نماد $W / W\%$ نمایش می‌دهند که برابر شمار قسمت‌های حل‌شونده در ۱۰۰ قسمت محلول است. (۱۰۳)

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰$$

برای مثال **سرکهٔ خوراکی، محلول ۵ درصد جرمی استیک اسید** در آب است. (۱۰۶) هم‌چنین محلول شست‌وشوی دهان، محلول استریل ۰/۹ درصد جرمی است. (۱۰۳) و محلول غلیظ نیتریک اسید در صنعت، ۷۰٪ جرمی تولید می‌شود. (۱۰۶)

■ مواد شیمیایی موجود در دریا را می‌توان به روش‌های **فیزیکی یا شیمیایی** از آن جدا کرد. برای مثال سالانه میلیون‌ها تن سدیم کلرید با روش **تبلور** از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود که یک روش **فیزیکی** است. (۱۰۵)

کاربردهای NaCl:



همان‌طور که می‌بینید **بیشترین** کاربرد NaCl در تهیهٔ گاز کلر، فلز سدیم، سود سوزآور و گاز هیدروژن است و **کم‌ترین** کاربرد آن در مصارف خانگی است.

- منیزیم مادهٔ ارزشمندی است که در تهیهٔ آلیاژها، شربت معده و ... کاربرد دارد. این ماده در آب دریا به صورت $Mg^{2+}(aq)$ وجود دارد و به صورت زیر استخراج می‌شود. (۱۰۵)

ابتدا منیزیم را به صورت مادهٔ جامد و نامحلول $Mg(OH)_2$ رسوب می‌دهند.

↓

سپس آن را به منیزیم کلرید ($MgCl_2$) تبدیل می‌کنند.

↓

پس از ذوب‌کردن منیزیم کلرید، آن را با استفاده از جریان برق به عنصرهای سازنده تجزیه می‌کنند.

↓

$$MgCl_2(l) \rightarrow Mg(l) + Cl_2(g)$$

↓ حتماً باید مذاب باشد.

↓ به علت دمای بالا مذاب به دست می‌آید.

غلظت مولی (مولار)

- غلظت مولی (مولار): نشان‌دهندهٔ تعداد مول مادهٔ حل‌شونده در **یک لیتر محلول است** و دارای واحد mol / L یا $mol.L^{-1}$ می‌باشد. (۱۰۶)

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول مادهٔ حل‌شده}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}}$$

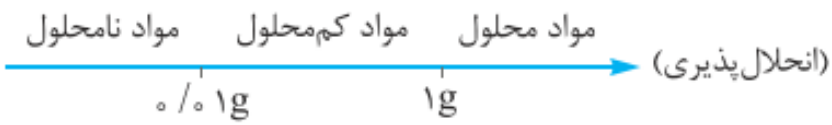
- **پرکاربردترین غلظت** محلول، **غلظت مولی** است، زیرا شیمی‌دان‌ها مقدار ماده را برحسب مول بیان می‌کنند و اندازه‌گیری حجم یک مایع نسبت به جرم آن کار ساده‌تری است. (۱۰۶)
- دستگاه اندازه‌گیری قند خون (گلوکومتر) نشان‌دهندهٔ **میلی‌گرم‌های** گلوکز در **دسی‌لیتر (dL)** از خون را نشان می‌دهد. (۱۰۷)

$$۱\ dL = ۱۰۰\ mL$$

- در هنگام بیماری توازن غلظت برخی گونه‌ها در خون به هم می‌خورد. ازاین‌رو با انجام آزمایش، غلظت گونه‌های موجود در خون و دیگر محلول‌های بدن را اندازه‌گیری می‌کنند. (۱۰۶)

آیا نمک‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟

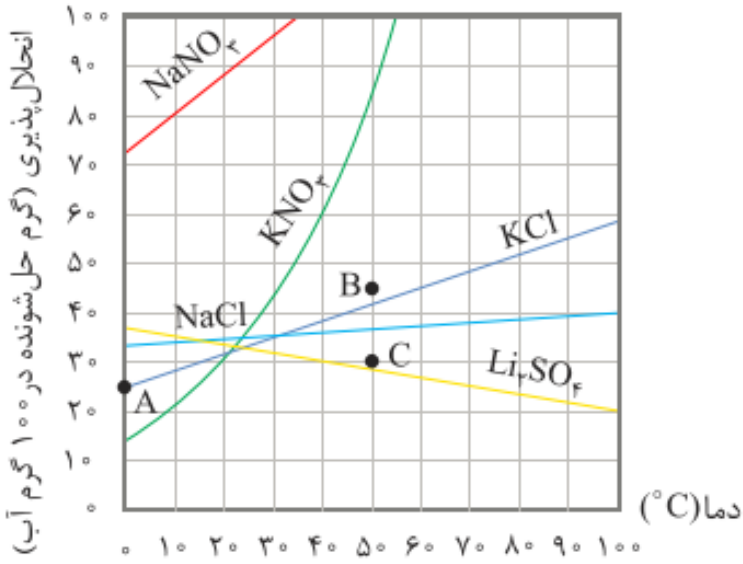
- انحلال‌پذیری: **بیشترین** مقدار از یک حل‌شونده برحسب گرم که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال حل می‌شود، انحلال‌پذیری نام دارد. (۱۰۸)
- در تعریف بالا واژهٔ بیشترین، نشان‌دهندهٔ رسیدن محلول به حالت **سیرشده** است، یعنی محلولی که نمی‌تواند حل‌شوندهٔ بیشتری در خود حل کند. (۱۰۸)
- شیمی‌دان‌ها مواد حل‌شوندهٔ جامد را براساس انحلال‌پذیری در آب و دمای معین به صورت زیر دسته‌بندی می‌کنند. (۱۰۹)



با توجه به نمودار صفحهٔ قبل، مواد معرفی‌شده در کتاب درسی تا فصل ۲ کتاب دهم به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند. (۱۰۹)

مواد محلول (بیشتر از یک گرم در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شوند.)			
$C_{12}H_{22}O_{11}$ (شکر)	$NaNO_3$ (سدیم نیترات)	$NaCl$ (سدیم کلرید)	
KI (پتاسیم یدید)	$CuSO_4$ (مس II سولفات)	$AgNO_3$ (نقره نیترات)	$C_6H_{12}O_6$ (گلوکز)
مواد نامحلول (کم‌تر از ۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شوند.)			
$Ca_3(PO_4)_2$ (کلسیم فسفات)	$AgCl$ (نقره کلرید)	$BaSO_4$ (باریم سولفات)	
$Mg(OH)_2$ (منیزیم هیدروکسید)	Fe_2O_3 (آهن III اکسید)	$CaCO_3$ (کلسیم کربنات)	
مواد کم‌محلول (بین ۰/۰۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شوند.)			
$CaSO_4$ (کلسیم سولفات)		$C_6H_{13}OH$ (۱- هگزانول)	

■ به نمودار زیر دقت کنید تا نکات آن را با هم بررسی کنیم. (۱۰۹)



نمودار انحلال‌پذیری برخی از ترکیب‌های یونی در آب

۱ انحلال‌پذیری $NaNO_3$، KNO_3، KCl و $NaCl$ با افزایش دما، **زیاد** و انحلال‌پذیری Li_2SO_4 با افزایش دما، **کم** می‌شود.

۲ دما **بیشترین** تأثیر را روی انحلال‌پذیری KNO_3 و **کم‌ترین** تأثیر را روی انحلال‌پذیری $NaCl$ دارد.

۳ انواع نقاط در نمودار

- **روی نمودار** ← محلول سیرشده ← مانند نقطهٔ A برای KCl
- **زیر نمودار** ← محلول سیرنشده ← مانند نقطهٔ C برای KCl
- **بالای نمودار** ← محلول فراسیرشده ← مانند نقطهٔ B برای KCl

۴ انحلال‌پذیری اغلب (*نه همه!*) نمک‌ها با افزایش دما، **افزایش** می‌یابد.

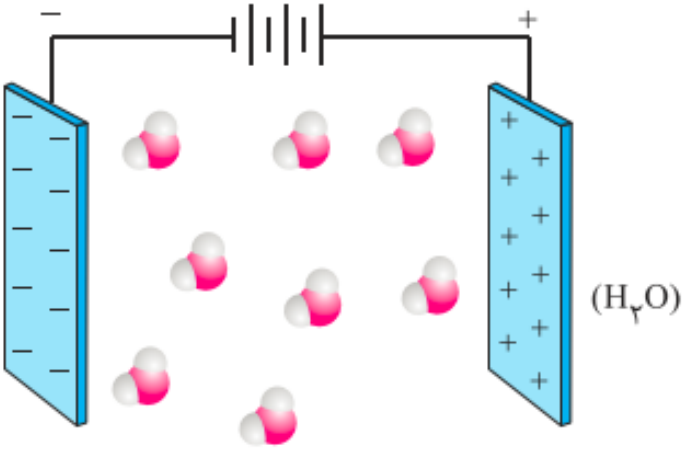
رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی

ویژگی‌های آب (۱۱۱)

۱. تنها ماده‌ای که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز در طبیعت یافت می‌شود.
۲. اغلب مواد را در خود حل می‌کند.
۳. هنگام انجماد، **افزایش حجم** پیدا می‌کند.
۴. به‌طور غیرعادی نقطهٔ جوش بالایی دارد.
۵. شکل خمیده و V‌شکل دارد.
۶. در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.
۷. هر اتم هیدروژن با یک پیوند اشتراکی یگانه به اکسیژن متصل است.

- **مولکول‌های دوقطبی یا قطبی:** به مولکول‌هایی که در میدان الکتریکی **جهت‌گیری می‌کنند** یا به بیان دیگر مولکول‌هایی که سرهای مثبت و منفی دارند، قطبی می‌گویند مانند آب، HCl، CO و ... (۱۱۲)
- **مولکول‌های ناقطبی:** مولکول‌هایی هستند که در میدان الکتریکی **جهت‌گیری خاصی ندارند**، مانند N_2 ، F_2 ، O_2 ، CO_2 ، CH_4 و ... (۱۱۲)

به نحوهٔ جهت‌گیری مولکول‌های H_2O و HCl در میدان الکتریکی دقت کنید: (۱۱۱و۱۱۲)



با توجه به این جهت‌گیری‌ها

۱) **در مولکول آب:** اتم اکسیژن سر منفی و هیدروژن سر مثبت است.

۲) **در مولکول HCl:** اتم کلر سر منفی و اتم هیدروژن سر مثبت است.

- در مواد مولکولی با جرم مولی مشابه، ماده با مولکول‌های قطبی نیروی بین مولکولی قوی‌تر و نقطهٔ جوش **بالاتری** دارد. (۱۱۲)

نقطهٔ جوش: $\underset{\text{قطبی}}{CO} > \underset{\text{ناقطبی}}{N_2}$

- در مواد مولکولی با مولکول‌های ناقطبی، با افزایش جرم مولی، قدرت نیروی بین مولکولی و دمای جوش افزایش می‌یابد. (۱۱۳)

نقطهٔ جوش: $\underset{\text{(جامد)}}{I_2} > \underset{\text{(مایع)}}{Br_2} > \underset{\text{(گاز)}}{Cl_2}$

- هر گازی که نقطهٔ جوش **بالاتری** داشته باشد، **آسان‌تر** به مایع تبدیل می‌شود. (۱۱۲)

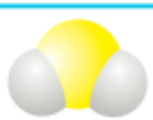
نیروهای مولکولی آب، فراتر از انتظار

- **نیروهای بین مولکولی:** به برهم‌کنش‌های میان مولکول‌های سازندهٔ یک ماده، نیروهای بین مولکولی می‌گویند. (۱۱۳)

- نیروهایی که ذره‌های سازندهٔ گاز به یکدیگر وارد می‌کنند یا نیروهایی که مولکول‌های مواد به حالت مایع و جامد را در کنار یکدیگر نگه می‌دارند، نیروهای بین مولکولی هستند. (۱۱۳)
- هر چه نیروهای بین مولکولی **قوی‌تر** باشند، نقطهٔ ذوب و جوش ماده **افزایش** پیدا می‌کند. (۱۱۳)

گاز << مایع < جامد: **قدرت نیروهای بین مولکولی**

- قدرت نیروهای بین مولکولی **به طور عمده** به میزان قطبی‌بودن مولکول‌ها و جرم آن‌ها وابسته است. (۱۱۳)
- **گشتاور دوقطبی:** کمیتی است که با افزایش میزان قطبیت مولکول‌ها **افزایش می‌یابد.** گشتاور دوقطبی را با نماد (μ) نمایش می‌دهند و یکای آن دبای (D) است. (۱۱۴)
- گشتاور دوقطبی مولکول‌های **ناقطبی برابر صفر** است، در حالی که گشتاور دوقطبی مولکول‌های H_2O و H_2S به ترتیب برابر ۱/۸۵ D و ۰/۹۷ D است. (۱۱۴)
- هر چه گشتاور دوقطبی یک ماده بزرگ‌تر باشد جهت‌گیری آن در میدان الکتریکی محسوس‌تر است و ماده قطبی‌تر به حساب می‌آید.
- به جدول زیر دقت کنید: (۱۱۳)

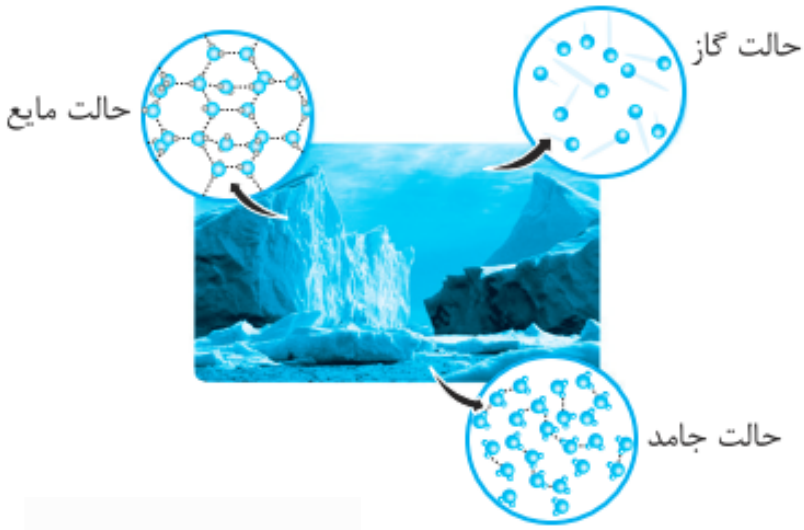
ماده	آب	هیدروژن سولفید
فرمول شیمیایی	H_2O	H_2S
مدل فضاپرکن		
قطبیت مولکول	قطبی	قطبی

ماده	آب	هیدروژن سولفید
جرم مولی ($g.mol^{-1}$)	۱۸	۳۴
حالت فیزیکی (۲۵ °C)	مایع	گاز
نقطهٔ جوش (°C)	۱۰۰	−۶۰

- همان‌طور که می‌بینید آب با جرم مولی **نزدیک به نصف** جرم مولی هیدروژن سولفید، دمای جوشش ۱۶۰ °C بالاتر است. این موضوع به این خاطر است که گشتاور دوقطبی آب حدود ۲ برابر هیدروژن سولفید است. به بیان دیگر جاذبهٔ بین مولکولی آب به قدری قوی است که در شرایط اتاق به حالت مایع است. (۱۱۳)
- در مجموعه‌ای از مولکول‌های آب، هر اتم هیدروژن با یک نیروی جاذبهٔ بسیار قوی از سوی اتم اکسیژن در مولکول همسایه جذب می‌شود. این نیروی جاذبهٔ قوی که هیدروژن در آن نقش کلیدی ایفا می‌کند، **پیوند هیدروژنی** نام دارد. (۱۱۳)
- **نیروهای وان‌دروالسی:** به‌جز پیوندهای هیدروژنی، به نیروی جاذبهٔ بین مولکولی، نیروهای وان‌دروالسی می‌گویند. (۱۱۴)
- پیوندهای هیدروژنی به‌جز آب در HF، NH_3 و الکل‌ها نیز وجود دارند. (۱۱۵)
- پیوند هیدروژنی، **قوی‌ترین** نیروی بین مولکولی است که در مولکول آن‌ها اتم هیدروژن به یکی از اتم‌های O، N و F با پیوند اشتراکی متصل است. (۱۱۵)
- اتانول (C_2H_5OH) جرمی کم‌تر از استون ($CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$) دارد، ولی به علت پیوند هیدروژنی، نقطهٔ جوش اتانول **بیشتر** از استون است. (۱۱۵)

پیوندهای هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آب

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



۱ در حالت بخار: در این حالت مولکول‌های H_2O از هم جدا هستند و گویی پیوند هیدروژنی بین آن‌ها وجود ندارد. (۱۱۵)

۲ در حالت مایع: با این‌که مولکول‌ها پیوندهای هیدروژنی قوی دارند، اما روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند. (۱۱۵)

۳ در حالت جامد (یخ): مولکول‌های آب در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند و ساختار منظم دارند. در واقع در ساختار یخ هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن پیوند اشتراکی و با دو هیدروژن پیوند هیدروژنی دارد. (۱۱۵ و ۱۱۶)

- در ساختار یخ، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی قرار دارند و شبکه‌ای سه‌بعدی مانند شانهٔ عسل به وجود می‌آورند. در واقع یخ دارای فضاهای خالی منظم است. شکل‌های زیبا و متنوع دانه‌های برف ناشی از وجود این حلقه‌های شش‌ضلعی است. (۱۱۶)
- اگر جرم یکسانی از آب و یخ داشته باشیم، حجم یخ از آب **بیشتر** است به همین دلیل چگالی یخ از آب **کم‌تر** است و روی آب می‌ایستد. (۱۱۶)
- وقتی گیاهان یخ می‌زنند به علت **افزایش حجم** مولکول‌های H_2O، دیوارهٔ یاخته‌های زنده در آن‌ها آسیب می‌بیند و باعث عوض‌شدن ظاهر گیاه می‌شوند. (۱۱۶)

آب و دیگر حلال‌ها

■ آب، فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است، زیرا می‌تواند بسیاری از ترکیب‌های یونی و مولکولی را در خود حل کند. به محلولی که آب حلال آن باشد محلول آبی (aq) می‌گوییم. (۱۱۷)

■ هوا و آب دریا از جمله محلول‌هایی هستند که از یک حلال و چند حل‌شونده تشکیل شده‌اند. (۱۱۷)

■ اما همهٔ محلول‌ها آبی نیستند، به سه حلال آلی زیر دقت کنید: (۱۱۷)

نام حلال	فرمول شیمیایی	$\mu(D)$	کاربرد
اتانول	C_2H_6O	> 0	حلال در تهیهٔ مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O	> 0	حلال چربی، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14}	≈ 0	حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کنندهٔ رنگ (تینر)

به محلول‌هایی که حلال آن‌ها آلی است، محلول‌های **غیرآبی** می‌گویند. مانند محلول **بنفش‌رنگ** یُد در هگزان و بنزین. (۱۱۷)

■ برخی مواد شیمیایی مانند اتانول (الکل معمولی) و استون به هر نسبتی در آب حل می‌شوند. از این‌رو نمی‌توان محلول سیرشده‌ای از آن‌ها تهیه کرد. (۱۱۷)

■ گشتاور دوقطبی اغلب (نه همه!) هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر است. (۱۱۷)

■ اغلب محلول‌های موجود در بدن انسان، محلول‌های آبی هستند. بخش عمدهٔ جرم بدن را آب تشکیل می‌دهد. بیش از نیمی از این آب در درون یاخته‌ها و باقی آن در مایع‌های برون‌سلولی جریان دارد. (۱۱۸)

■ هر فرد بالغ روزانه به طور میانگین ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میلی‌لیتر آب را به صورت ادرار، تعرق پوستی، بخار آب در بازدم و ... از دست می‌دهد. (۱۱۸)

■ آب بـا حل‌کردن مواد زائد تولیدشـده در سـلول‌ها و دفع آن‌ها نقش کلیدی در حفظ سلامت بدن دارد. (۱۱۸)

کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند؟

انواع مخلوط

۱) همگن (محلول) ← استون در آب (۱۱۹)
۲) ناهمگن ← هگزان در آب (۱۱۷)

■ مواد **قطبی** در حلال‌های **قطبی** و مواد **ناقطبی** در حلال‌های **ناقطبی** حل می‌شوند. در واقع می‌توان گفت شبیه، شبیه را حل می‌کند. (۱۱۹)

■ آزمایش‌ها نشان می‌دهد که فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می‌شود که: (۱۱۹)

(میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شوندهٔ خالص) < (جاذبه‌های حل‌شونده با حلال در محلول)

بررسی چند انحلال (۱۱۹)

۱) **استون در آب:** گشتاور دوقطبی هر دو بزرگ‌تر از صفر است ← هر دو قطبی هستند ← حل می‌شوند.
۲) **یُد در هگزان:** گشتاور دوقطبی هر دو تقریباً برابر صفر است ← هر دو ناقطبی هستند ← حل می‌شوند.
۳) **هگزان در آب:** هگزان ناقطبی و آب قطبی است ← حل نمی‌شوند.

■ در مخلوط‌های ناهمگن به حالت مایع، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند، اما قابل چشم‌پوشی است. مانند آب و هگزان (۱۱۹)

■ انحلال اتانول در آب را **انحلال مولکولی** می‌نامند؛ زیرا پس از انحلال، شکل مولکول‌های اتانول عوض نمی‌شود و اجزاء آن از هم جدا نمی‌شوند، ولی انحلال NaCl در آب یک **انحلال یونی** است، زیرا NaCl پس از حل‌شدن در آب به صورت $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ درمی‌آید و مولکول‌های آب این دو یون را از هم جدا کرده و دور آن‌ها جمع می‌شوند. (۱۱۹)

تفکیک یونی در فرایند انحلال

انحلال مولکولی: در آن مولکول‌های حل‌شونده، ماهیت خود را در محلول حفظ می‌کنند؛ مانند انحلال استون یا اتانول در آب و نیز انحلال ید در هگزان. (۱۲۰)

انحلال یونی: در این انحلال ساختار شبکهٔ یونی توسط آب شکسته می‌شود و آب دور یون‌ها را فرا می‌گیرند که اصطلاحاً به آن‌ها یون‌های آب‌پوشیده می‌گویند. (۱۲۰)

■ به شکل زیر دقت کنید تا نکات آن را بررسی کنیم: (۱۲۰)

۱ سدیم کلرید، یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که در آن‌ها یون‌های Na^+ و Cl^- با آرایشی منظم در سه بعد جای گرفته‌اند.

۲ هنگامی که مولکول‌های قطبی آب از سرهای مخالف به یون‌های بیرونی بلور نزدیک می‌شوند، نیرویی میان آن‌ها برقرار می‌شود.

۳ این جاذبه یون ـ دوقطبی نام دارد؛ زیرا یک طرف این جاذبه آب است که یک مولکول قطبی می‌باشد و طرف دیگر یکی از یون‌های نمک طعام قرار گرفته است.

۴ این جاذبه باعث می‌شود یون‌های Na^+ و Cl^- از شبکه جدا شوند و با لایه‌ای از آب پوشیده شوند.

۵ این یون‌های آب‌پوشیده در سرتاسر محلول پراکنده خواهند شد، به طوری که محلول آب‌نمک را می‌توان محلولی محتوی یون‌های $Na^+(aq)$ و $Cl^-(aq)$ دانست.

۶ در شکل سمت راست می‌بینید که یون‌های Na^+ که **کوچک‌تر** هستند از سمت **اکسیژن** آب، آب‌پوشی شده‌اند؛ زیرا اکسیژن دارای اندکی بار منفی است و یون‌های Cl^- که **بزرگ‌تر** هستند از سمت **هیدروژن** آب، آب‌پوشی شده‌اند؛ زیرا در مولکول آب، هیدروژن دارای اندکی بار مثبت است. (۱۲۰)

۷ این انحلال به دلیل زیر انجام شده است.

(نیروهای جاذبهٔ یون ـ دوقطبی در محلول NaCl) < (میانگین قدرت پیوند یونی NaCl و پیوند هیدروژنی در آب)

■ به معادلهٔ انحلال چند ترکیب یونی دقت کنید: (۱۲۰ و ۱۲۱)

۱ $Na_2S(s) \rightarrow 2Na^+(aq) + S^{2-}(aq)$

۲ $Al(NO_3)_3(s) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3NO_3^-(aq)$

۳ $BaCl_2(s) \rightarrow Ba^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$

■ $MgSO_4$ در دمای $25\ ^\circ C$ در آب محلول است، پس: (۱۲۱)

(نیروی جاذبهٔ یون ـ دوقطبی در محلول) < (میانگین قدرت پیوند یونی در $MgSO_4$ و پیوندهای هیدروژن در آب)

■ می‌دانیم که $BaSO_4$ یک **رسوب سفیدرنگ** و **نامحلول** در آب است، پس:

(۱۲۱) (نیروی جاذبهٔ یون - دوقطبی در محلول) < (میانگین قدرت پیوند یونی در $BaSO_4$ و پیوندهای هیدروژنی در آب)

آیا گازها هم در آب حل می‌شوند؟

■ همهٔ جانوران از جمله ماهی‌ها برای زنده‌ماندن به اکسیژن (O_2) نیاز دارند. (۱۲۱)

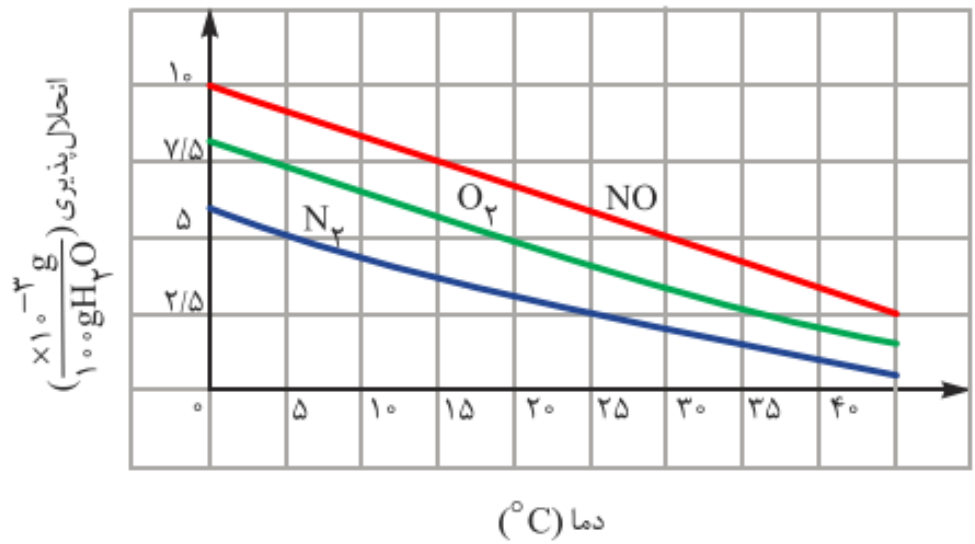
■ انحلال اکسیژن در آب یک انحلال مولکولی است و ماهی‌ها با عبور آب از درون آبشش خود، اکسیژن را جذب می‌کنند. (۱۲۱)

■ با این‌که انحلال‌پذیری اکسیژن در آب کم است، ولی همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد. (۱۲۱)

■ در هوای گرم به علت بالارفتن دمای آب، میزان O_2 حل‌شده در آب کاهش می‌یابد و ماهیان مجبورند برای کسب اکسیژن به سطح آب بیایند. (۱۲۱)

■ هر چه آب دریا شورتر باشد، مقدار اکسیژن و گازهای کم‌تری در آن حل می‌شود و هم‌چنین میزان اکسیژن محلول در آب دریا کم‌تر از آب آشامیدنی است. (۱۲۲)

■ به نمودار زیر دقت کنید تا نکات و نتایج آن را با هم بررسی کنیم: (۱۲۳)

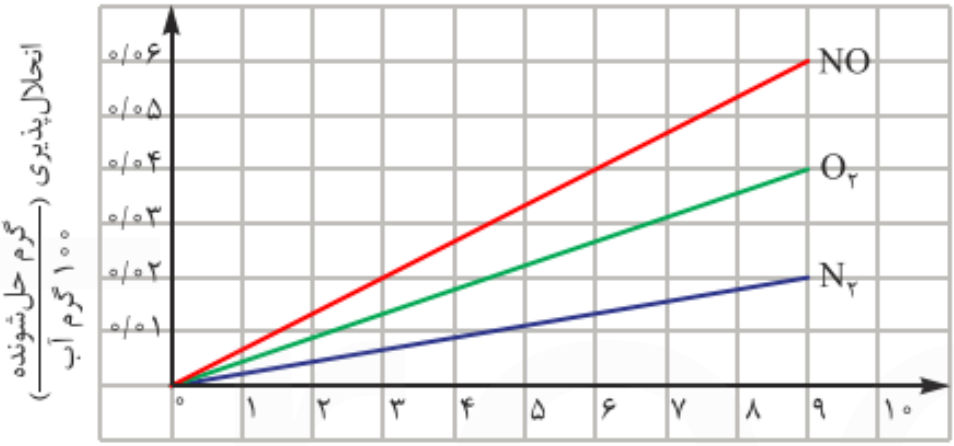


۱ با افزایش دما، انحلال‌پذیری گازها در آب کاهش می‌یابد.

۲ NO به علت قطبی‌بودن، انحلال‌پذیری بیشتری از O_2 و N_2 که ناقطبی هستند، دارد.

۳ CO_2 با وجود ناقطبی‌بودن، انحلال‌پذیری بیشتری از NO دارد، زیرا جرم آن زیاد است و بر عامل قطبیت غلبه کرده است و هم‌چنین CO_2 با آب وارد واکنش می‌شود.

■ به نمودار زیر دقت کنید تا نکات را بررسی کنیم: (۱۲۳)



۱ قانون هنری: با افزایش فشار، انحلال‌پذیری گازها در آب **افزایش** می‌یابد.

۲ از بین گازهای مطرح‌شده، فشار بیشترین تأثیر را روی NO و کم‌ترین تأثیر را روی N_2 دارد.

۳ با توجه به اطلاعات گفته‌شده در فشار و دمای یکسان، انحلال‌پذیری گازهای معرفی‌شده به صورت زیر است: (۱۲۳)

انحلال‌پذیری: $CO_2 > NO > O_2 > N_2$

■ قرص جوشان دارای **سیتریک اسید** و **سدیم هیدروژن کربنات** است که در آب با یکدیگر واکنش می‌دهند و تولید گاز CO_2 می‌کنند که ما به صورت حباب آن را می‌بینیم. (۱۲۲)

■ در **آب گرم** به علت **انحلال‌پذیری کم‌تر** CO_2 در آب، حباب‌های بیشتری دیده می‌شود و از طرفی گرما باعث می‌شود سرعت واکنش افزایش یابد. (۱۲۲)

■ با اضافه‌کردن یک مادهٔ جدید به محلول، اگر آب تمایل بیشتری به برقراری انحلال با آن ماده داشته باشد، تسلط خود بر سایر مواد درون خود را از دست داده و این اتفاق سبب خروج حل‌شوندهٔ ضعیف‌تر می‌شود. (۱۲۲)

رسانای الکتریکی محلول‌ها

انواع مواد رسانا (۱۲۴)

۱) رسانای الکترونی: رسانایی آن‌ها به وسیلهٔ **الکترون‌ها** انجام می‌شود، مانند فلزها و گرافیت.

۲) رسانای یونی: رسانایی آن‌ها به وسیلهٔ **یون‌ها** انجام می‌شود، مانند محلول آبی سدیم کلرید.

■ رسانایی یونی هنگامی انجام می‌شود که یون‌ها بتوانند از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر جابه‌جا شوند، زیرا در این شرایط بارهای الکتریکی نیز جابه‌جا می‌شوند. (۱۲۴)

■ الکترولیت: به موادی مانند $NaCl(s)$ که در آب ایجاد یون می‌کنند الکترولیت و به $NaCl(aq)$ محلول الکترولیت می‌گویند. (۱۲۴)

■ همهٔ محلول‌های یونی رسانایی یکسانی ندارند، زیرا مقدار یونی که در آب تولید می‌کنند با هم فرق دارد. (۱۲۴)

■ به شکل زیر دقت کنید تا چند نکته را بررسی کنیم: (۱۲۴ و ۱۲۵)

$C_2H_5OH(aq)$ $0/1\ molL^{-1}$ (۲۵° C) | $KOH(aq)$ $0/1\ molL^{-1}$ (۲۵° C) | $HF(aq)$ $0/1\ molL^{-1}$ (۲۵° C)

۱ در محلول اتانول، لامپ روشن نشده است این نشان می‌دهد که محلول اتانول رسانای جریان برق نیست؛ بنابراین به صورت **مولکولی** حل شده است و این محلول، **غیرالکترولیت** است.

۲ در محلول KOH لامپ روشن شده است؛ بنابراین KOH کاملاً **یونی** حل شده است و رسانایی خوبی دارد به این محلول‌ها **الکترولیت قوی** می‌گویند.

۳ در محلول HF، لامپ بسیار کم‌نور است این نشان می‌دهد که این محلول **رسانایی ضعیفی** دارد، بنابراین مقداری از HF به صورت مولکولی و مقداری از آن به صورت یونی حل شده است. به این محلول‌ها، **الکترولیت ضعیف** می‌گویند.

- سدیم کلرید و ترکیب‌های یونی در حالت جامد نارسانا هستند چون یون‌های آن‌ها قابلیت حرکت و جابه‌جایی ندارد اما به حالت محلول و مذاب رسانا هستند. (۱۲۴)
- پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین، احساس خستگی ناشی از کاهش چشمگیر یون‌ها در الکترولیت‌های بدن است، از این‌رو نوشیدن مایعات حاوی الکترولیت‌هایی که کاهش یون‌ها را جبران می‌کند، بسیار مفید است. (۱۲۵)
- یکی از مهم‌ترین یون‌ها در الکترولیت‌های بدن، یون پتاسیم (K^+) است. نیاز روزانهٔ بدن به این یون **دو برابر** یون سدیم است، ولی از آن‌جا که بیشتر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم است، کمبود آن به ندرت احساس می‌شود. (۱۲۵)
- وجود یون پتاسیم برای **تنظیم و عملکرد مناسب دستگاه عصبی** بسیار ضروری است، به طوری که انتقال پیام‌های عصبی بدون وجود این یون امکان‌پذیر نیست. در واقع، اختلال در حرکت این یون مانع از انتقال پیام‌های عصبی و گاهی در موارد شدید منجر به مرگ می‌شود. (۱۲۵)

ردپای آب در زندگی

ردپای‌آب: ردپای آب نشان می‌دهد که هر فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس مصرف می‌کند و در نتیجه چه مقدار از حجم منابع آب کم می‌شود. این میزان، همهٔ آبی که در تولید کالاها، ارائهٔ خدمات و فعالیت‌های گوناگون مصرف می‌شود را نشان می‌دهد. (۱۲۶)

■ هر چه ردپای آب ایجادشده **سنگین‌تر** باشد، منابع آب شیرین **بیشتر** مصرف می‌شوند و زودتر به پایان می‌رسند. برآورد پژوهشگران نشان می‌دهد که ردپای آب برای هر فرد در سال حدود ۱,۰۰۰,۰۰۰ لیتر است. (۱۲۷)

■ با توجه به شکل‌های کتاب درسی: (۱۲۶)

ردپای آب:

یک کیلوگرم گوجه فرنگی < یک کیلوگرم گندم < ۱۰۰ گرم شکلات < یک بلوز نخی < یک کیلوگرم چرم

■ در میان صنایع، **صنعت کشاورزی** بیشترین حجم آب مصرفی را به خود اختصاص داده است. (۱۲۶)

■ تقریباً همهٔ آب‌های مصرفی در کشاورزی، دامداری، نساجی، ساخت و ساز و ... آب شیرین هستند که از آب‌های سطحی (رود، دریاچه و نهر آب شیرین) یا آب‌های زیرزمینی (چشمه، قنات و چاه عمیق) تهیه می‌شوند. (۱۲۷)

■ آب‌های گل‌آلودی که در جوی‌ها و نهرها جاری هستند از یک چشمه، قنات یا چاه آب به صورت زلال و شفاف بیرون می‌آیند. (۱۲۷)

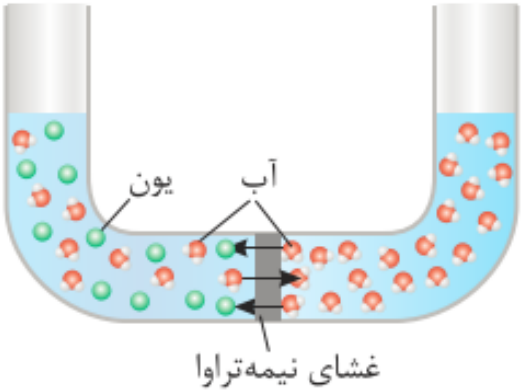
■ آب آشامیدنی را می‌توان از تصفیهٔ آب رودها، دریاچه‌ها و چاه‌ها تهیه کرد. این ویژگی نشان می‌دهد که آب آشامیدنی با آب مصرفی در دیگر صنایع متفاوت است. (۱۲۷)

■ آب دریاها و اقیانوس‌ها منبع بسیار بزرگی برای تهیهٔ آب به شمار می‌آیند، اما به اندازه‌ای شور هستند که باید نمک‌زدایی و تصفیه شوند تا برای مصرف آماده شوند. (۱۲۷)

■ هنگامی که میوه‌های خشک مانند مویز درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب به صورت خودبه‌خود از محیط رقیق با گذر از روزنه‌های دیوارهٔ سلولی به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه میوه آبدار و متورم می‌شود. **گذرندگی (اسمز)** نامی است که به این فرایند داده‌اند. در این فرایند برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و ... از بافت میوه به آب راه پیدا می‌کنند. (۱۲۷)

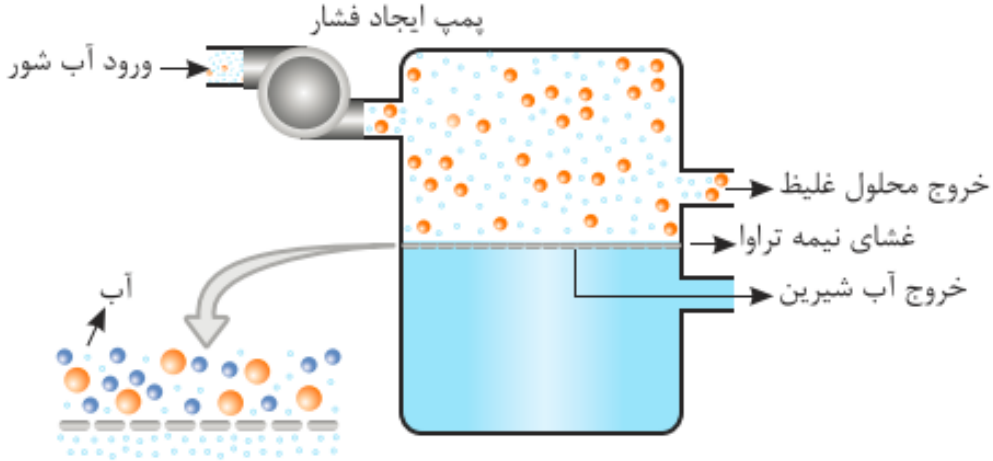
■ **غشای نیمه‌تراوا:** به غشایی که روزنه‌های آن فقط اجازهٔ گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند، نیمه‌تراوا می‌گویند. (۱۲۸)

■ فرض کنید در شکل مقابل، غشا اجازهٔ عبور یون‌های Na^+ و Cl^- را ندهد، با گذشت زمان آب به سمت محلول آب نمک می‌رود و مقدار محلول در سمت چپ افزایش می‌یابد. (۱۲۹)

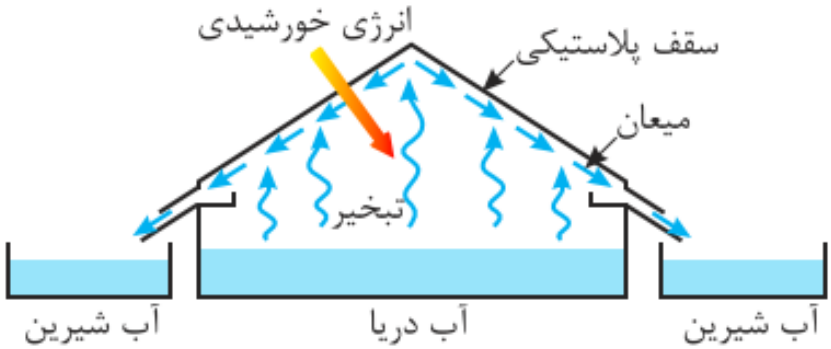


قطعاً با این روش نمی‌توان آب دریا را نمک‌زدایی کرد و آب شیرین به دست آورد. (۱۲۹)

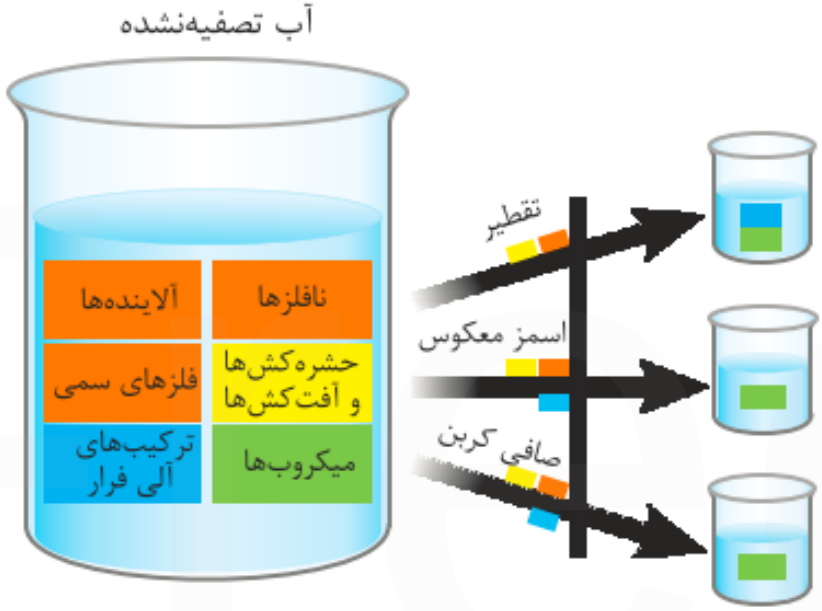
■ اگر در همین شکل از سمت آب نمک با پیستون فشار وارد کنیم چون فقط آب می‌تواند از غشا عبور کند، آب از سمت محلول آب نمک به سمت آب خالص می‌رود به این فرایند، **اسمز وارونه یا معکوس** می‌گویند که با این روش می‌توان آب دریا را شیرین کرد. (۱۲۹)



■ یکی دیگر از روش‌های شیرین‌کردن آب دریا، تقطیر آب دریا است. در این روش ابتدا آب تبخیر و سپس میعان می‌شود و آب شیرین به دست می‌آید. (۱۳۰)



■ در شکل زیر سه روش شیرین‌کردن آب دریاها به نام‌های تقطیر، اسمز معکوس و عبور از صافی کربن نشان داده شده است. (۱۳۰)



۱ هر سه روش، فلزهای سمی، نافلزها، حشره و آفت‌کش‌ها را از آب جدا می‌کند.

۲ هیچ‌یک از روش‌ها نمی‌تواند میکروب‌ها را از آب جدا کند؛ به همین دلیل حتماً برای از بین بردن میکروب‌ها باید آب مورد **کلرزنی** قرار گیرد.

۳ روش تقطیر نمی‌تواند ترکیب‌های آلی فرار را از آب جدا کند.

■ ادامهٔ زندگی اغلب ماهی‌ها هنگامی امکان‌پذیر است که غلظت اکسیژن محلول در آب بیشتر از ۵ ppm باشد. (تمرین ۲ صفحهٔ ۱۳۱)

■ اگر ۰/۱ گرم از خون یک شکار در فضایی از آب دریا به حجم ۴×۱۰^{۱۲} لیتر پخش شود، کوسه‌های شکارچی بوی خون را حس می‌کنند. (تمرین ۸ صفحهٔ ۱۳۳)

شناخت انسان‌ها از اطراف

■ بررسی تمدن‌ها نشان می‌دهد که توسعهٔ جوامع انسانی **به توانمندی افراد هوشمند** گره خورده است. انسان‌های پیشین فقط از برخی مواد **طبیعی** مانند چوب، سنگ، خاک، پشم و پوست بهره می‌بردند، اما بعداً توانستند موادی مانند سفال را تولید کنند و برخی فلزات را استخراج کنند که خواص مناسب‌تری داشتند. (۲)

■ گسترش فناوری به میزان دسترسی به مواد مناسب وابسته است. برای مثال گسترش **صنعت خودرو** مدیون شناخت و دسترسی به **فولاد** است. یا پیشرفت **صنعت الکترونیک** بر اجزایی مبتنی است که از **نیمه‌رساناها** ساخته می‌شوند. (۲)

گرمادادن به مواد و افزودن آن‌ها به یکدیگر (۲)

۱) سبب تغییر ماده می‌شود.
۲) گاهی (*نه همیشه!*) خواص ماده را بهبود می‌بخشد.

■ همهٔ مواد **طبیعی و ساختگی** از کرهٔ زمین به دست می‌آیند و مجدداً به زمین باز می‌گردند؛ بنابراین جرم کل مواد در کرهٔ زمین ثابت می‌ماند. در واقع زمین منبع عظیمی از هدایای ارزشمند و ضروری برای زندگی است. (۳ و ۴)

الگوها و روندها در رفتار مواد و عنصرها

■ دانشمندان برجسته و بزرگ، دانشمندانی هستند که می‌توانند با بررسی دقیق اطلاعات و یافته‌های موجود دربارهٔ مواد و پدیده‌های گوناگون، الگو، روندها و روابط بین آن‌ها را درک کنند و توضیح دهند. مندلیف یکی از آن‌هاست که جدول دوره‌ای را طراحی کرد. (۶)

■ علم شیمی را می‌توان مطالعهٔ هدف‌دار، منظم و هوشمندانهٔ رفتار عنصرها و مواد برای یافتن روندها و الگوهای رفتار فیزیکی و شیمیایی آن‌ها دانست. (۶)