۱۰

شیمی دهم

ترنج بوک
تلاشی درمسیر موفقیت

فصل ۱: کیهان زادگاه الفبای هستی

انسان به دنبال پرسش‌هایی دربارهٔ شناخت هستی

ص ۲ـ۱

سه سؤال اساسی انسان:

۱) هستی چگونه به‌وجود آمده است؟
- پرسشی بزرگ و بنیادی است.
- در قلمرو **علوم تجربی** نمی‌گنجد.
- با مراجعه به **چهارچوب اعتقادی** و بینش خویش و در پرتو **آموزه‌های وحیانی** می‌توان به پاسخی جامع دست یافت.

۲) جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟

۳) پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟

- برای پاسخ به این دو سؤال **علوم تجربی** تلاشی گسترده کرده است.

✪ **نمونه‌ای از تلاش دانشمندان برای شناخت کیهان:** ارسال دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ برای شناخت بیش‌تر سامانهٔ خورشیدی.

مأموریت:
- گذشتن از کنار سیاره‌های **مشتری**، **زحل**، **اورانوس** و **نپتون**
- تهیهٔ شناسنامهٔ **فیزیکی و شیمیایی** این سیاره‌ها
- شناسنامه‌ها می‌توانند حاوی اطلاعاتی مانند **نوع عنصرهای سازنده**، ترکیب‌های شیمیایی در **اتمسفر** آن‌ها و **ترکیب درصد** این مواد باشند.

✪ شواهد تاریخی که از سنگ‌نبشته‌ها و نقاشی‌های دیوار غارها به‌دست آمده است نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

عنصرها چگونه به وجود آمده‌اند؟

ص ۵ ـ ۲

پرسشی که شیمیدان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند:

عنصرها چگونه پدید آمده‌اند؟

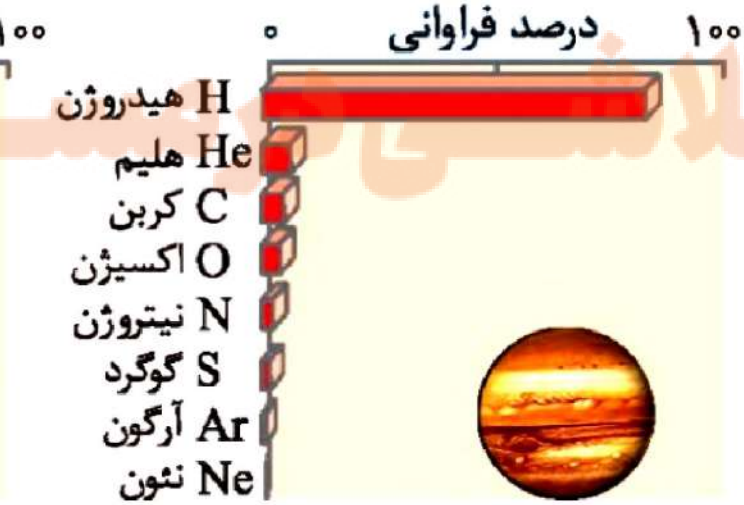
مطالعهٔ کیهان به ویژه سامانهٔ خورشیدی برای پاسخ به این پرسش کمک شایانی می‌کند.

با بررسی **نوع و مقدار** عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید، می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

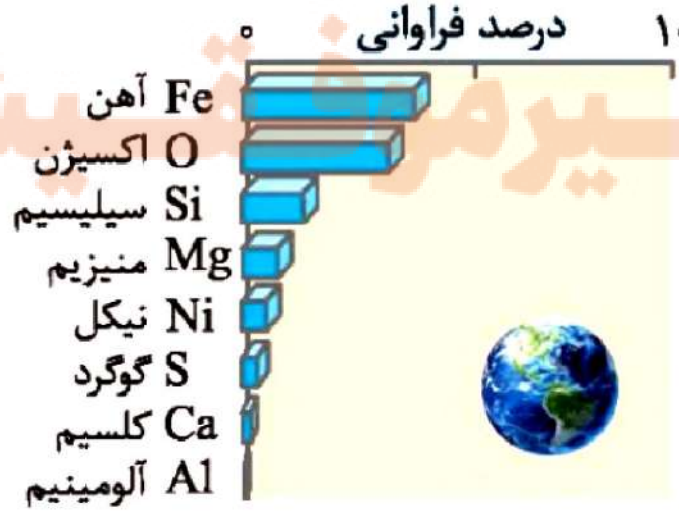
تصویرخانه

تصویر زیر مقایسهٔ عناصر موجود در دو سیارهٔ زمین و مشتری را نشان می‌دهد، به نکات آن دقت کنید:

مشتری



زمین



جدول سیارهٔ مشتری:

عامل	شرح
فاصله	پنجمین سیارهٔ نزدیک به خورشید است.
اندازه	بزرگ‌ترین سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی است.
بیش‌ترین عنصر تشکیل‌دهنده	حدود ۹۰ درصد این سیاره از هیدروژن (H) تشکیل شده است.
ترتیب فراوانی عناصر	$H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$
حالت فیزیکی عناصر تشکیل‌دهنده	به‌جز گوگرد، همهٔ عناصر تشکیل‌دهندهٔ این سیاره گاز هستند.
نوع عناصر تشکیل‌دهنده	همهٔ عناصر تشکیل‌دهندهٔ این سیاره نافلز هستند.
گازهای نجیب	سه گاز نجیب هلیم، آرگون و نئون جزء عناصر فراوان این سیاره هستند.

جدول سیارهٔ زمین:

عامل	شرح
فاصله	سومین سیارهٔ نزدیک به خورشید است.
اندازه	پنجمین سیارهٔ بزرگ سامانهٔ خورشیدی است.
بیش‌ترین عنصر تشکیل‌دهنده	آهن با فراوانی کم‌تر از ۵۰ درصد، بیش‌ترین عنصر این سیاره است و اکسیژن با فاصلهٔ کمی مقام دوم را داراست.
ترتیب فراوانی عناصر	$Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$
حالت فیزیکی عناصر تشکیل‌دهنده	به‌جز اکسیژن بقیهٔ عناصر این سیاره در فاز جامد هستند.
نوع عناصر تشکیل‌دهنده	در این سیاره اکسیژن و گوگرد نافلز، سیلیسیم شبه‌فلز و بقیهٔ عناصر فلز هستند.
گازهای نجیب	هیچ گاز نجیبی جزء عناصر فراوان این سیاره نیست.

تلاشی در مسیر موفقیت

مقایسه صرفاً بین ۸ عنصر فراوان صورت گرفته است.

جدول مقایسهٔ سیارهٔ زمین و مشتری:

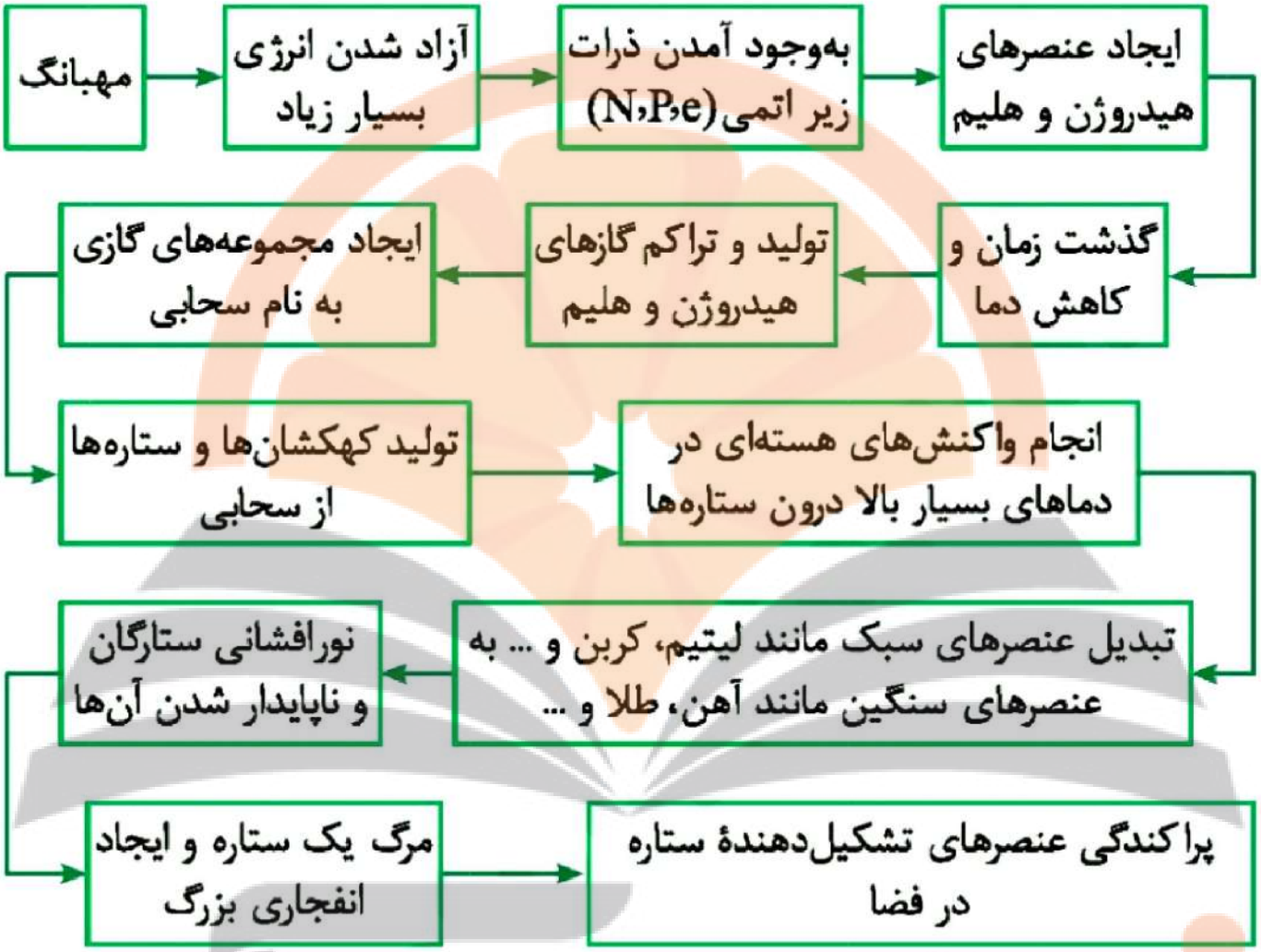
عامل	مقایسه
دمای سطح سیاره‌ها	چون زمین به خورشید نزدیک‌تر است دمای بیش‌تری از مشتری دارد.
عناصر مشترک	اکسیژن و گوگرد در هر دو سیاره جزء عناصر فراوان هستند و گوگرد در هر دو سیاره مقام ششم را دارد.
حالت فیزیکی سیاره‌ها	چون بیش‌تر عنصرهای تشکیل‌دهندهٔ سیارهٔ مشتری تا دماهای بسیار پایین گازی هستند این سیاره حالت گازی دارد، ولی در زمین بیش‌تر عناصر (به‌جز اکسیژن) جامد هستند و در سنگ‌ها به حالت ترکیب وجود دارند. به همین دلیل زمین جامد است و جزء سیاره‌های سنگی به حساب می‌آید.
چگالی	چگالی سیارهٔ زمین بیش‌تر از مشتری است.
بدون عامل!!!	فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری یعنی هیدروژن در زمین جزء فراوان‌ترین عناصر نیست و هم‌چنین فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ زمین یعنی آهن، در مشتری جزء فراوان‌ترین عنصرها نیست.

با توجه به مقایسهٔ فراوانی عنصرهای مشتری و زمین درمی‌یابیم که عنصرها به‌صورت **ناهمگون** در جهان هستی توزیع شده‌اند.

بیش‌تر بدانید

اختر شیمی: یکی از شاخه‌های جذاب شیمی است و به مطالعهٔ مولکول‌هایی می‌پردازد که در فضاهای بین ستاره‌ای یافت می‌شود. اختر شیمی‌دان‌ها توانسته‌اند وجود مولکول‌های گوناگونی را در مکان‌هایی بسیار دور ثابت کنند که تا کنون پای هیچ بشری به آن‌جا نرسیده است.

✪ برخی دانشمندان معتقدند که جهان با انفجار مهیبی به نام مهبانگ(BigBang) به‌وجود آمده است و به ترتیب زیر این انفجار سبب ایجاد عناصر و پخش ناهمگون آن‌ها در جهان هستی شده است.



□ چند جمله راجع به اتفاقات بالا:

۱ ستارگان در سحابی‌ها زایش می‌یابند. یک مثال از یک سحابی که در آن ستارگان زایش می‌یابند، سحابی عقاب است که تلسکوپ هابل عکس آن را گرفته است.

۲ درون ستاره‌ها (مانند خورشید) در دماهای بسیار بالا واکنش‌های هسته‌ای رخ داده و عنصرهای سبک به سنگین تبدیل می‌شوند، از این رو **ستارگان کارخانهٔ تولید عنصرها** هستند.

۳ **دما** و **اندازهٔ** یک ستاره تعیین می‌کند که در آن ستاره چه عنصرهایی ساخته می‌شوند. هر چه دمای یک ستاره **بیش‌تر** باشد شرایط برای تولید عنصرهای **سنگین‌تر** مانند **طلا** و **آهن** مساعدتر است.

۴ کتاب درسی روند تشکیل عنصرها را به‌صورت زیر نمایش داده است، آن را به خاطر بسپارید:

عنصرهای سنگین‌تر، مانند: آهن، طلا و ... ← عنصرهای سبک، مانند: لیتیم، کربن و ... ← هلیم ← هیدروژن

اینشتین رابطهٔ زیر را برای محاسبهٔ انرژی تولیدشده هنگام انجام واکنش‌های هسته‌ای (از جمله درون ستاره‌ها) ارائه کرد:

$$E = mc^2$$

m ← جرم ماده بر حسب کیلوگرم

c ← سرعت نور بر حسب متر بر ثانیه ← $۳\times۱۰^۸ m.s^{-۱}$

E ← انرژی آزادشده بر حسب ژول

بنابراین $۱J = ۱kg.m^۲.s^{-۲}$ می‌باشد.

آیا همهٔ اتم‌های یک عنصر پایدارند؟ ص ۶ ـ ۵

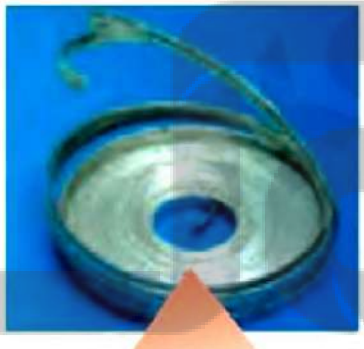
ابتدا باید با عدد جرمی و عدد اتمی آشنا شوید:

$${}^{A}_{Z}E$$

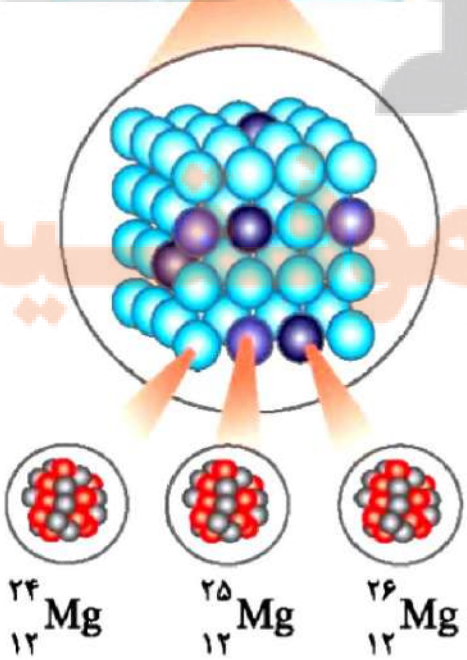
عدد جرمی (A): نشان‌دهندهٔ مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها است.

$$A = P + N$$

عدد اتمی (Z): نشان‌دهندهٔ تعداد پروتون‌ها است.



ایزوتوپ: بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. برای مثال بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که همهٔ اتم‌های منیزیم در یک نمونه یکسان نیستند، بلکه مخلوطی از سه هم‌مکان (ایزوتوپ) هستند.



هر چه مقدار ایزوتوپ **پایدارتر** باشد، مقدار آن در طبیعت **بیش‌تر** است. پس:

پایداری ایزوتوپ‌های منیزیم: $^{24}_{12}Mg$ (٪۷۸/۷) > $^{26}_{12}Mg$ (٪۱۱/۱۷) > $^{25}_{12}Mg$ (٪۱۰/۱۳)

ایزوتوپ‌ها

- **شباهت**
  - عدد اتمی (Z)
  - تعداد پروتون و الکترون
  - جایگاه در جدول تناوبی و آرایش الکترونی
  - خواص شیمیایی
- **تفاوت**
  - عدد جرمی (A)
  - تعداد نوترون‌ها
  - فراوانی در طبیعت و پایداری
  - خواص فیزیکی وابسته به جرم

پرتوزایی: هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. به این اتفاق پرتوزایی می‌گویند.

نکته ایزوتوپ‌های پرتوزا اغلب بر اثر تلاشی، افزون بر ذره‌های پر انرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند.

رادیوایزوتوپ: به ایزوتوپ‌هایی که پرتوزایی می‌کنند و ناپایدار هستند، اصطلاحاً رادیوایزوتوپ گفته می‌شود.

نکته اغلب هسته‌هایی که در آن‌ها $N \geq 1/5P$ باشد، ناپایدار هستند و رادیوایزوتوپ نامیده می‌شوند.

درصد فراوانی: هر چه یک ایزوتوپ پایدارتر باشد، درصد فراوانی آن ایزوتوپ در طبیعت بیش‌تر است. درصد فراوانی از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{درصد فراوانی} = \frac{\text{فراوانی ایزوتوپ مورد نظر}}{\text{فراوانی کل ایزوتوپ‌های آن عنصر}} \times 100$$

نیم‌عمر: نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ **تا چه اندازه پایدار** است. در واقع نیم‌عمر نشان‌دهندهٔ مدت زمانی است که طول می‌کشد تا آن ایزوتوپ به قدری پرتوزایی کند که جرم آن به **نصف جرم اولیهٔ همان ایزوتوپ** کاهش یابد.

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{4}_{1}H$
نیم‌عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$^{5}_{1}H$	$^{6}_{1}H$	$^{7}_{1}H$
نیم‌عمر	$۹/۱\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹\times۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳\times۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

جدولی برای نکات جدول بالا:

موضوع	بررسی
طبیعی یا ساختگی	هیدروژن دارای ۷ ایزوتوپ است که سه تای آن‌ها ($^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$) طبیعی و مابقی ساختگی هستند.
رادیوایزوتوپ	هیدروژن ۵ رادیو ایزوتوپ دارد که یکی از آن‌ها ($^{3}_{1}H$) طبیعی و مابقی ($^{4}_{1}H$، $^{5}_{1}H$، $^{6}_{1}H$ و $^{7}_{1}H$) ساختگی هستند.
ترتیب پایداری	$^{7}_{1}H > {}^{4}_{1}H > {}^{6}_{1}H > {}^{5}_{1}H > {}^{3}_{1}H > {}^{2}_{1}H > {}^{1}_{1}H$
پایدارترین‌ها	پایدارترین ایزوتوپ طبیعی $^{1}_{1}H$ و پایدارترین ایزوتوپ ساختگی $^{5}_{1}H$ است.
یک ایزوتوپ خاص	در همهٔ اتم‌ها تعداد نوترون‌ها برابر و یا بیش‌تر از تعداد پروتون‌ها است به‌جز $^{1}_{1}H$ که اصلاً نوترون ندارد.

تلاشی دوسیه موفقیت

◎ نکته لیتیم دارای ۲ ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ با فراوانی ۶ درصد و ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$ با فراوانی ۹۴ درصد است. پس $^{7}_{3}Li$ پایدارتر است، زیرا درصد فراوانی بیش‌تری دارد.

■ آشنایی با چند رادیوایزوتوپ

ص ۹ ـ ۷

تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$)

- نخستین عنصر ساخت بشر در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای
- برای تصویربرداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود.
- به علت این‌که یون پدید با یونی که حاوی ($^{99}_{43}Tc$) است از لحاظ اندازه مشابه است، غدهٔ تیروئید هنگام جذب پدید، این یون را نیز جذب می‌کند.
- با افزایش مقدار این یون در غدهٔ تیروئید امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.
- همهٔ ^{99}Tc موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود.
- از آن‌جا که نیم‌عمر آن بسیار کم است، نمی‌توان مقادیر زیادی از آن را تهیه و برای مدت طولانی نگه‌داری کرد.
- بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

اورانیم (^{235}U)

- شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا است.
- اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود.
- فراوانی آن در مخلوط طبیعی از ۰/۷ درصد کم‌تر است.
- با فرایند غنی‌سازی ایزوتوپی مقدار آن را در مخلوط ایزوتوپ‌های این عنصر افزایش می‌دهند.

گلوکز حاوی اتم پرتوزا

- به گلوکز حاوی اتم پرتوزا، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.
- توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند، به همین علت گلوکز بیش‌تری جذب می‌کنند.
- با تزریق گلوکز نشان‌دار و این‌که می‌دانیم سلول‌های سرطانی گلوکز بیش‌تری جذب می‌کنند (هم معمولی و هم نشان‌دار) امکان تصویربرداری از بافت سرطانی فراهم می‌شود.

چند جمله راجع به مواد پرتوزا:

۱ از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شود؛ این بدان معنا است که ۲۶ عنصر دیگر ساختگی هستند.

۲ رادیوایزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند، اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است، به طوری‌که از آن‌ها در پزشکی، کشاورزی و سوخت در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

۳ برخی رادیوایزوتوپ‌ها مانند تکنسیم و فسفر در ایران تولید می‌شوند.

۴ شکل مقابل نمونه‌ای از یک مولد رادیوایزوتوپ مس است، بنابراین مس حداقل دارای ۲ ایزوتوپ است.

۵ پسماند راکتورهای اتمی هنوز خاصیت پرتوزایی دارد و خطرناک است؛ از این رو دفع آن‌ها از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌آید.

۶ کیمیاگری (تبدیل عنصرهای دیگر به طلا) آرزوی دیرینهٔ بشر بوده است. با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، انسان می‌تواند طلا تولید کند، اما هزینهٔ تولید آن به اندازه‌ای زیاد است که صرفهٔ اقتصادی ندارد.

۷ دود سیگار و قلیان، مقدار قابل توجهی مواد پرتوزا دارد. از این رو اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

طبقه‌بندی عنصرها

ص ۱۳ ـ ۹

طبقه‌بندی: یکی از مهارت‌های پایه در یادگیری مفاهیم علمی است که بررسی و تحلیل را آسان‌تر می‌کند. در واقع با استفاده از طبقه‌بندی، یافته‌ها و داده‌ها را به شیوهٔ مناسبی ساماندهی می‌کنند تا بتوان سریع‌تر و آسان‌تر به اطلاعات دسترسی یافت.

در شکل زیر جدول دوره‌ای عناصر را مشاهده می‌کنید:

✪ نکاتی راجع به جدول تناوبی در جدول زیر آورده شده است:

عامل	بررسی
ترتیب چینش	بر اساس افزایش عدد اتمی (Z)
اولین عنصر	هیدروژن با عدد اتمی یک ($_{1}H$)
آخرین عنصر	اوگانسون با عدد اتمی ۱۱۸ ($_{118}Og$)
تعداد دوره یا ردیف	۷ دوره (خواص شیمیایی عنصرهایی که در یک دوره چیده شده‌اند، متفاوت است.)
تعداد گروه یا ستون	۱۸ گروه (در گروه‌ها عنصرها با خواص شیمیایی مشابه چیده شده‌اند.)
بلندترین گروه	گروه ۳ با ۳۲ عنصر
بلندترین ردیف	ردیف ۶ و ۷ با ۳۲ عنصر
گروه‌های ۶ عنصری	۶ گروه (۲، ۱۳ تا ۱۷)
گروه‌های ۷ عنصری	۲ گروه (۱ و ۱۸)
گروه‌های ۴ عنصری	۹ گروه (گروه‌های ۴ تا ۱۲)
گروه‌هایی که همه فلز هستند.	۱۱ گروه (۲ تا ۱۲)
گروهی که فقط گاز دارد.	گروه ۱۸
گروهی که هم جامد، هم مایع و هم گاز دارد.	گروه ۱۷ (F_2 ، Cl_2 ← گاز، Br_2 ← مایع، I_2 به پایین ← جامد)

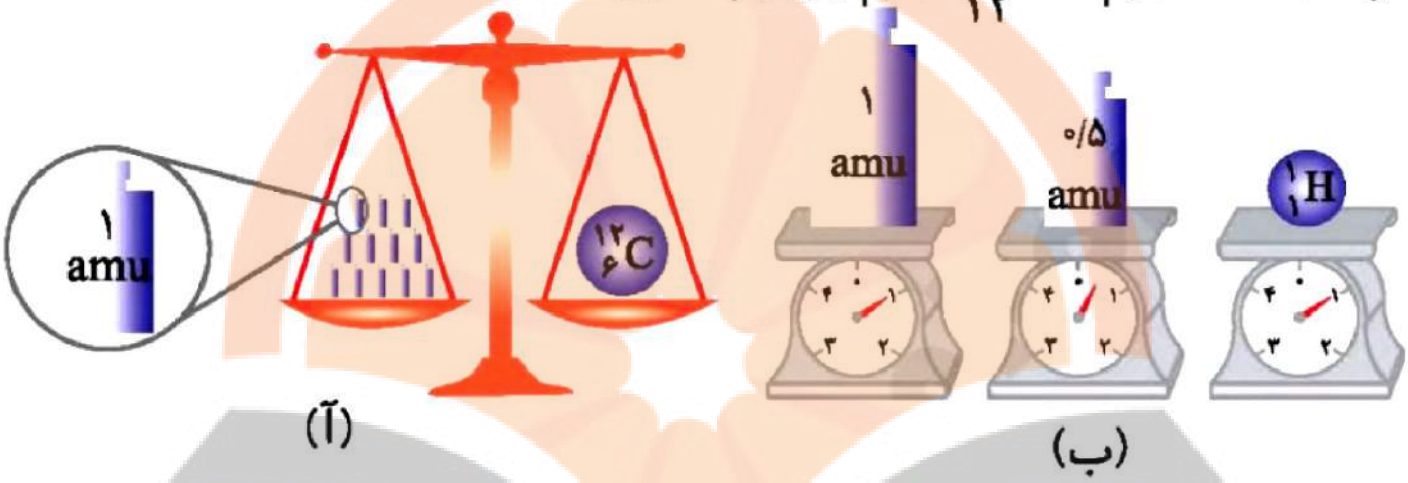
■ جرم اتمی عنصرها و عدد آووگادرو

ص ۱۹ ـ ۱۳

✪ ترازوهایی که برای اندازه‌گیری جرم مواد گوناگون به کار می‌رود، دقت اندازه‌گیری متفاوتی دارد؛ برای نمونه، دقت **باسکول‌های تنی تا یک‌دهم تن** و دقت **ترازوی زرگری تا یک‌صدم گرم** است. برای مثال نمی‌توان جرم یک دانهٔ برنج را با ترازوی معمولی و یا جرم یک هندوانه را با استفاده از باسکول‌های چند تنی اندازه‌گیری کرد.

✪ اتم‌ها بسیار ریز هستند، به طوری‌که نمی‌توان آن‌ها را به طور مستقیم مشاهده و جرم آن‌ها را اندازه‌گیری کرد. به همین دلیل دانشمندان از **مقیاس جرم نسبی** برای تعیین جرم اتم‌ها استفاده می‌کنند.

یکای جرم اتمی (amu) یا (u) : مطابق این مقیاس، جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن $\frac{۱}{۱۲}$ جرم ایزوتوپ کربن ـ ۱۲ است.



◎ **نکته** اگر در ترازوی فرضی بالا به جای ایزوتوپ کربن ـ ۱۲، ایزوتوپ $^{۱}_{۱}H$ قرار گیرد، جرم ۱/۰۰۸amu به‌دست می‌آید.

تصویرخانه

✪ به جدول زیر دقت کنید و نکات آن را به خاطر بسپارید:

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	$^{۰}_{-۱}e$	−۱	۰/۰۰۰۵
پروتون	$^{۱}_{+۱}p$	+۱	۱/۰۰۷۳
نوترون	$^{۱}_{۰}n$	۰	۱/۰۰۸۷

۱ در نمادهای ذره‌های زیر اتمی، **عدد سمت چپ** از بالا به پایین به ترتیب **جرم نسبی** و **بار نسبی** ذره را مشخص می‌کند.

$$X \begin{matrix} \text{جرم نسبی} \\ \text{بار نسبی} \end{matrix}$$

۲ جرم پروتون و نوترون حدود ۱amu و جرم الکترون حدود $\frac{۱}{۲۰۰۰}$amu است، از این رو می‌توانیم جرم نسبی پروتون و نوترون را یک و جرم الکترون را تقریباً صفر فرض کنیم: $^{۱}_{۰}n$ ، $^{۱}_{+۱}p$ ، $^{۰}_{-۱}e$

تدریس دبیر موفقیت

۳ مقایسهٔ جرم دقیق ذرات به‌صورت زیر است:

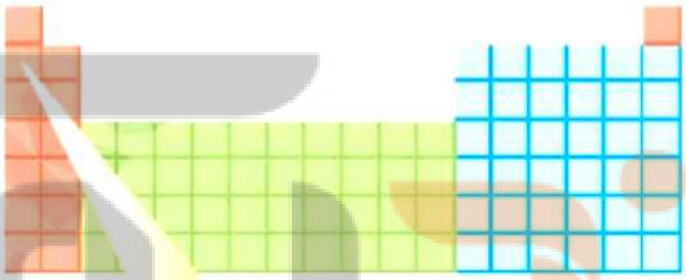
جرم دقیق: الکترون < ۱amu < پروتون < نوترون

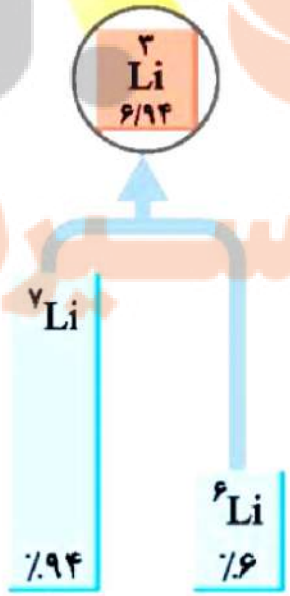
۴ توجه کنید که جرم یک نوترون تقریباً ۰/۰۰۱۴amu بیش‌تر از پروتون است که حدوداً جرمی ۳ برابر الکترون است.

۵ **عدد جرمی** هر عنصر تقریباً با **جرم اتمی** عنصر برابر است، زیرا جرم نوترون و پروتون تقریباً ۱amu و جرم الکترون قابل صرف‌نظر است. دقت کنید که **عدد جرمی یکا ندارد** ولی واحد جرم اتمی amu است.

با توجه به جملهٔ شمارهٔ (۵) جرم اتم $^{7}_{3}Li$ را می‌توان ۷amu در نظر گرفت ولی با مشاهدهٔ جدول دوره‌ای می‌بینیم که جرم اتمی لیتیم ۶/۹۴ گزارش شده است. علت اختلاف این است که در یک نمونهٔ لیتیم، همهٔ اتم‌ها عدد جرمی ۷ ندارند. همان‌طور که قبلاً گفته شد در یک نمونه، ۹۴ درصد $^{7}_{3}Li$ و ۶ درصد $^{6}_{3}Li$ وجود دارد که با یک میانگین جرمی مقدار جرم اتمی میانگین به‌دست می‌آید:

$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + \cdots}{F_1 + F_2 + \cdots} = \frac{(7 \times 94) + (6 \times 6)}{94 + 6} = 6/94$$





تلاشی درمسیر موفقیت

✪ دانشمندان با استفاده از دستگاهی به نام دستگاه **طیف‌سنج جرمی**، جرم اتم‌ها را با دقت زیاد اندازه‌گیری می‌کنند.

✪ شیمیدان‌ها به $۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$ (N_A) از هر ذره، **یک مول** از آن ذره می‌گویند، به طوری‌که جرم **یک مول** ذره بر حسب گرم، **جرم مولی** آن نامیده می‌شود. به N_A عدد آووگادرو می‌گوییم. (آمدئو آووگادرو، شیمیدان پرآوازهٔ ایتالیایی است.)

✪ **گرم**، رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود. این در حالی است که یکای جرم اتمی، یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می‌آید و کار با آن در آزمایشگاه در عمل ناممکن است.

■ نور، کلید شناخت جهان

ص ۲۱ ـ ۱۹

✪ نور کلیدی است که با استفاده از آن می‌توان رازهای آفرینش را رمزگشایی کرد و شاید بتوان گفت که نور، کلید صندوقچهٔ رازهای جهان است.

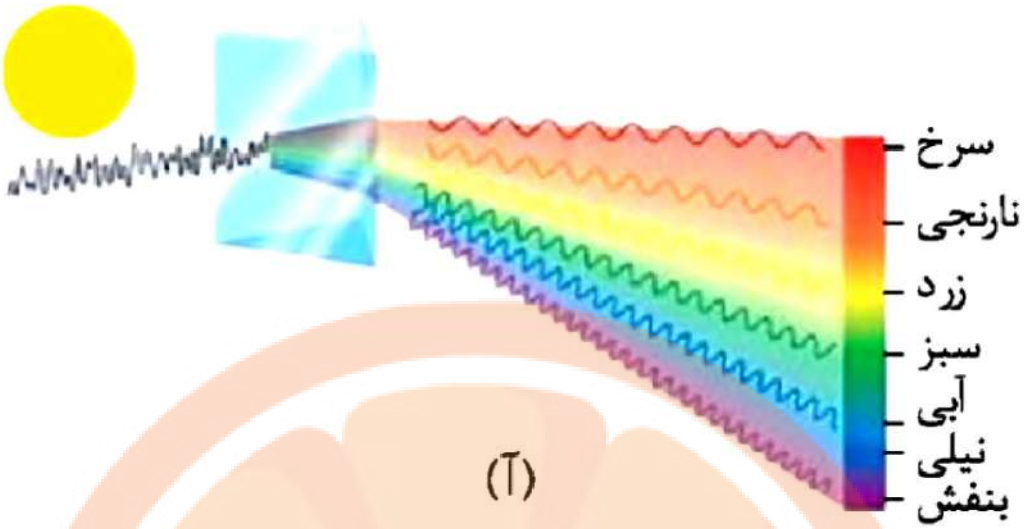
در مواردی نمی‌توان دمای اجسام را به‌صورت مستقیم اندازه‌گیری کرد، بنابراین از نور برای این کار استفاده می‌کنیم:

۱ جسم آن‌قدر دور باشد که به آن دسترسی نداشته باشیم، مانند خورشید و اجرام آسمانی

۲ جسم آن‌قدر دمای بالایی داشته باشد که یا دماسنجی برای اندازه‌گیری دمای آن وجود نداشته باشد و یا دماسنج‌ها در مواجههٔ با آن دما، ذوب شوند.

✪ دانشمندان به کمک دستگاهی به نام **طیف‌سنج** می‌توانند از پرتوهای گسیل‌شده از مواد گوناگون، اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ آن‌ها به‌دست آورند. برای مثال نوری که از ستاره یا سیاره‌ای به ما می‌رسد، نشان می‌دهد که آن ستاره یا سیاره از **چه ساخته شده و دمای آن چقدر است**.

✪ نور خورشید، اگر چه سفید به نظر می‌رسد اما با عبور از قطره‌های آب موجود در هوا (یک منشور!) تجزیه می‌شود و **گستره‌ای پیوسته** از رنگ‌ها را ایجاد می‌کند. این گسترهٔ رنگی، شامل بی‌نهایت طول موج از رنگ‌های گوناگون است.

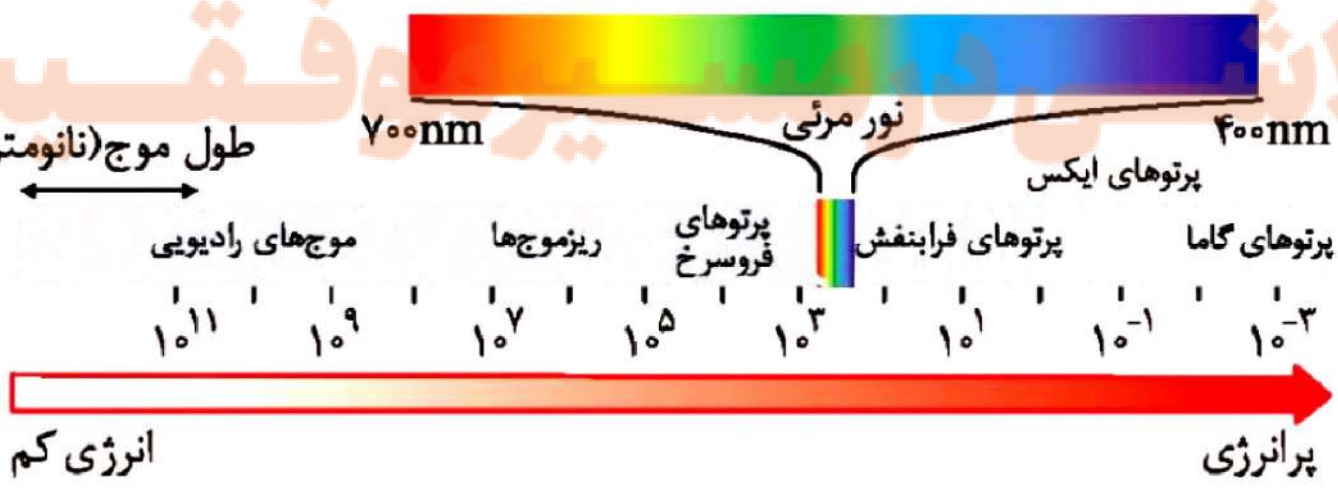


(آ)

(ب)

چشم ما می‌تواند گسترهٔ محدودی از نور را ببیند. به این گستره که رنگ‌های سرخ، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش را دربرمی‌گیرد، **گسترهٔ مرئی** می‌گویند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نور خورشید شامل گسترهٔ بسیار بزرگ‌تری از این پرتوها است.

تصویرخانه



نکات مربوط به شکل:

۱ **طول موج:** یکی از ویژگی‌های موج است که آن را با λ نمایش می‌دهند و با انرژی رابطهٔ **عکس** دارد. به فاصلهٔ هر دو قلّه یا دو درّه در موج، طول موج می‌گویند.

۲ **گسترهٔ مرئی:** بخش کوچکی از گسترهٔ پرتوهای الکترومغناطیسی است که چشم ما می‌تواند آن را ببیند و طول موج آن حدود ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر می‌باشد.

ترتیب طول موج گسترهٔ مرئی: بنفش < نیلی < آبی < سبز < زرد < نارنجی < سرخ

ترتیب طول موج امواج الکترومغناطیس: ریز موج‌ها < موج‌های رادیویی < پرتوهای گاما < پرتوهای ایکس < پرتوهای فرابنفش < نورمرئی < پرتوهای فروسرخ

۳ هر چه طول موج **کوتاه‌تر** یا به عبارتی انرژی **بیش‌تر** باشد، **شکست نور در منشور بیش‌تر** خواهد بود. به این ترتیب از بین نورهای مرئی، **بنفش بیش‌ترین انحراف** را در منشور خواهد داشت.

۴ پرتوهای الکترومغناطیس با خود انرژی حمل می‌کنند به طوری‌که هر چه طول موج آن کوتاه‌تر باشد، انرژی بیش‌تری با خود حمل خواهد کرد. برای نمونه **انرژی نور آبی از سرخ بیش‌تر** است. به همین دلیل در شکل زیر حرارت شعلهٔ گاز از شمع بیش‌تر بوده و حرارت شمع نیز از سشوار بیش‌تر است.

۵ در کنترل وسایل برقی مانند تلویزیون، از امواج **فروسرخ** استفاده می‌شود که با چشم دیده نمی‌شوند ولی با دوربین گوشی‌های موبایل قابل مشاهده هستند.

تجربه نشان می‌دهد که بسیاری از نمک‌ها **شعلهٔ رنگی** دارند، به طوری‌که اگر مقداری محلول نمک را با افشانه روی شعله بپاشیم، رنگ شعله تغییر می‌کند. در جدول زیر با برخی از تغییر رنگ شعله‌ها آشنا می‌شوید:

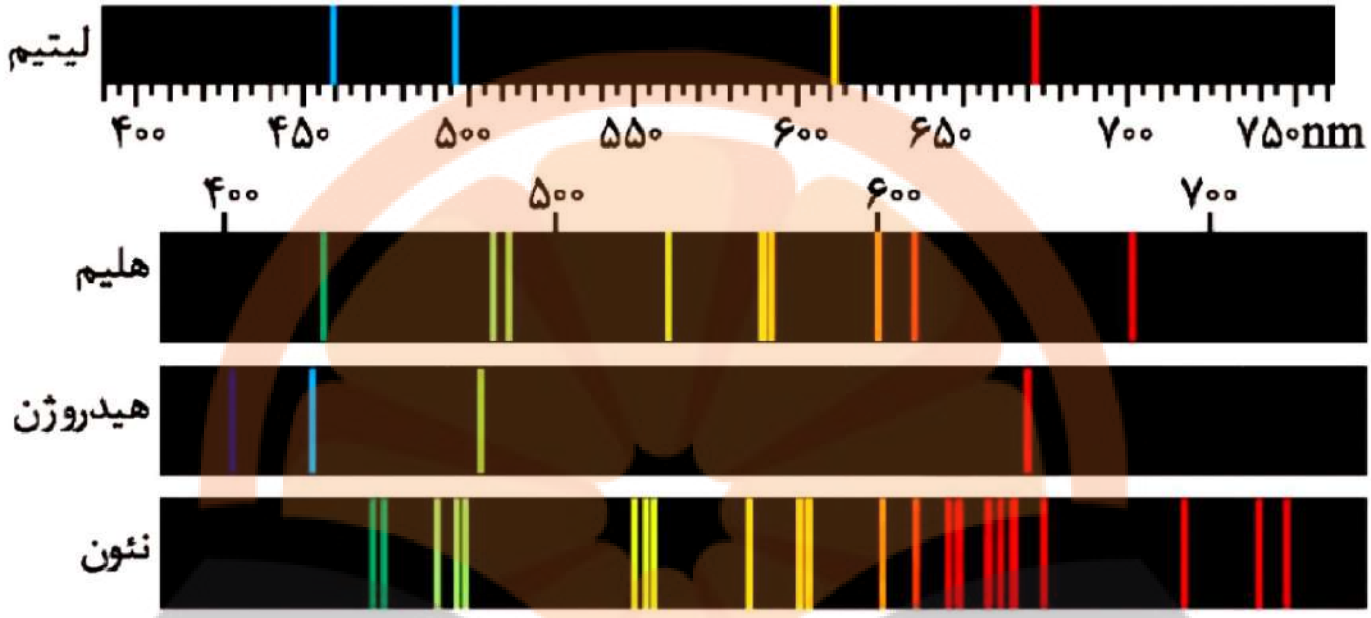
ماده	رنگ شعله	شکل
سدیم و ترکیب‌های آن*	زرد	
لیتیم و ترکیب‌های آن	قرمز	
مس و ترکیب‌های آن	سبز	
نئون**	سرخ‌فام	
منیزیم	سفید	
گوگرد	آبی	
آهن	نارنجی	

*نور زرد رنگ لامپ‌هایی که شب هنگام، آزادراه‌ها، بزرگ‌راه‌ها و خیابان‌ها را روشن می‌سازند، به دلیل وجود **بخار سدیم** در آن‌هاست.

** از **لامپ نئون** در ساخت **تابلوهای تبلیغاتی** برای ایجاد نوشته‌های نورانی **سرخ‌فام** استفاده می‌شود.

ترنج بوک
تلاشی در مسیر موفقیت

✪ طیف نشری خطی لیتیم و سه اتم هلیم، هیدروژن و نئون را در شکل می‌بینید، به نکات آن دقت کنید:



۱ **نشر:** شیمیدان‌ها به فرایندی که در آن یک مادهٔ شیمیایی با **جذب انرژی** از خود پرتوهای الکترومغناطیسی گسیل می‌دارد، نشر می‌گویند.

۲ **طیف نشری خطی:** اگر نور نشرشده از یک ترکیب را از یک منشور عبور دهیم الگویی مانند شکل‌های بالا را به‌دست می‌آوریم که به طیف نشری خطی معروف هستند.

۳ طیف نشری خطی **لیتیم و هیدروژن** ۴ خط، طیف نشری خطی **هلیم** ۹ خط و طیف نشری خطی **نئون** ۲۲ خط در ناحیهٔ مرئی دارد.

۴ همان‌طور که می‌بینید با اضافه شدن تعداد الکترون‌ها در یک اتم لزوماً تعداد خطوط نشری خطی **در ناحیه مرئی** اضافه نمی‌شود.

کشف ساختار اتم

ص ۲۷ ـ ۲۴

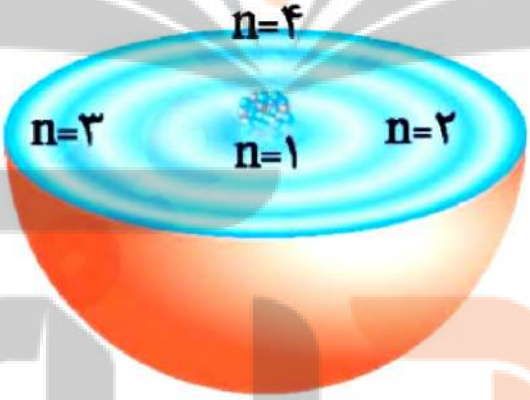
مدل اتمی بور: از آن‌جا که هر یک از ۴ نوار در طیف نشری خطی هیدروژن، نوری با طول موج و انرژی معین را نشان می‌دهد، نیلز بور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه آن‌ها، می‌توان ساختار اتم هیدروژن را به‌دست آورد. مدل بور با موفقیت توانست **طیف نشری خطی هیدروژن** را توجیه کند اما توانایی توجیه طیف نشری خطی دیگر عنصرها را نداشت.

✪ دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختار لایه‌ای را برای اتم پیشنهاد کردند.

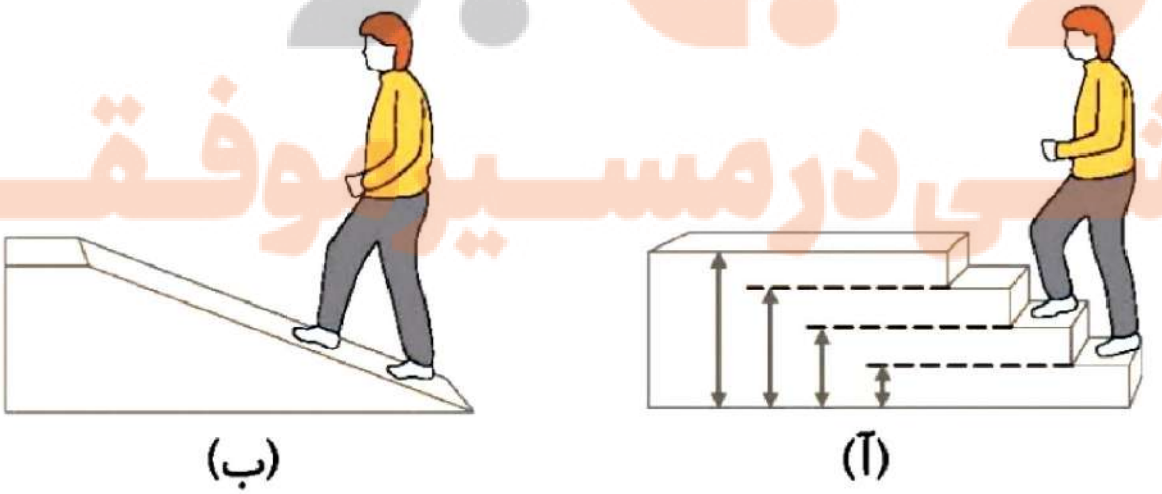
✪ **ساختار لایه‌ای اتم:** در این مدل، اتم را کره‌ای در نظر می‌گیرند که هسته در **فضایی بسیار کوچک** و در مرکز آن جای دارد و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌های پیرامون هسته توزیع می‌شوند.

عدد کوانتومی اصلی: در مدل لایه‌ای اتم، لایه‌ها را از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌کنند و شمارهٔ هر لایه را با n نمایش می‌دهند. n، عدد کوانتومی اصلی نامیده می‌شود.

در ساختار لایه‌ای اتم، هر بخش پر رنگ، مهم‌ترین بخش از یک لایهٔ الکترونی را نشان می‌دهد. بخشی که الکترون‌های آن لایه، **بیش‌تر وقت خود را** در آن فاصله از هسته سپری می‌کنند به این معنا که الکترون در هر لایه‌ای که باشد در همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد، اما در محدودهٔ یادشده **احتمال حضور** بیش‌تری دارد.

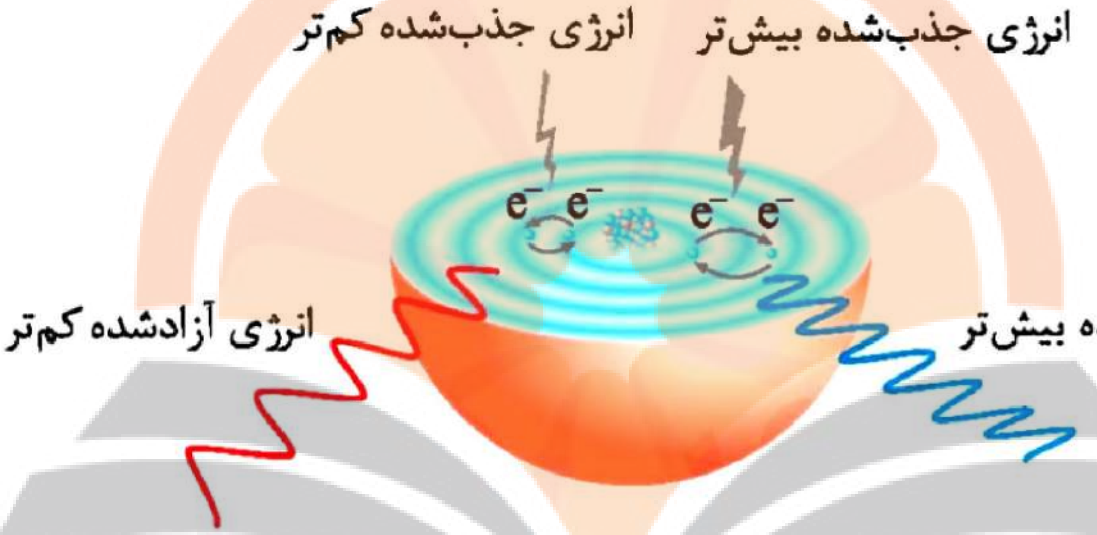


کوانتومی بودن داد و ستد انرژی: الکترون هنگام انتقال از یک لایه به لایهٔ دیگر، انرژی را به‌صورت پیمانه‌ای یا بسته‌های معین، جذب یا نشر می‌کند.

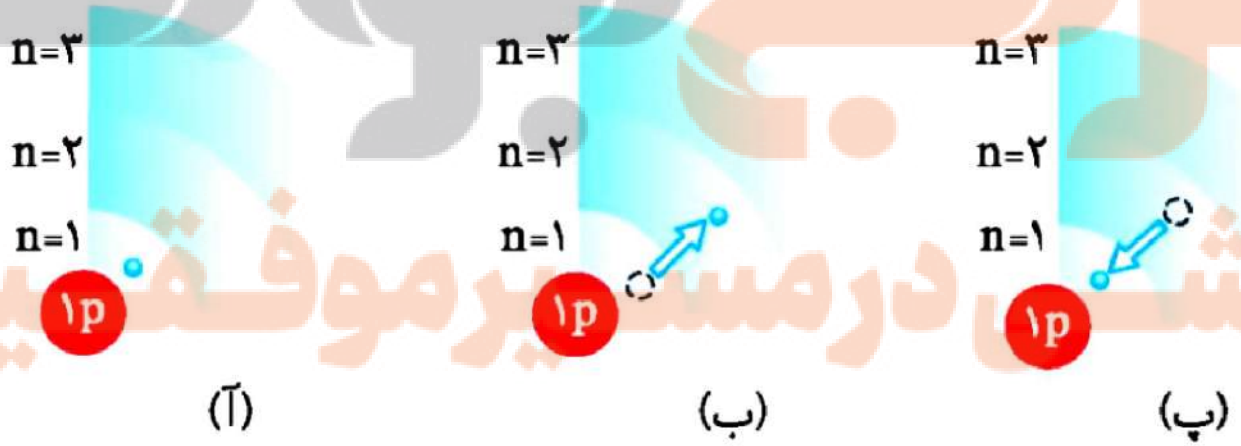


مقایسهٔ مصرف انرژی به‌صورت (آ) کوانتومی و (ب) پیوسته

الکترون‌ها در اتم نیز برای گرفتن یا از دست دادن انرژی هنگام انتقال بین لایه‌ها با محدودیت مشابهی همانند بالا رفتن از پلکان روبه‌رو هستند. برای نمونه، هنگامی که به اتم‌های **گازی** یک عنصر با تابش نور یا گرم کردن، انرژی داده می‌شود، الکترون‌ها با جذب انرژی معین از لایه‌ای به لایهٔ بالاتر انتقال می‌یابند. از سوی دیگر هر چه مقدار انرژی جذب‌شده بیش‌تر باشد، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتری انتقال می‌یابند.



مدل کوانتومی اتم: بر اساس این مدل، الکترون‌ها در هر لایه، آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است. به طوری که گفته می‌شود اتم در **حالت پایه** قرار دارد. در این ساختار، انرژی الکترون‌ها در اتم با افزایش فاصله از هسته **زیاد** می‌شود. حال اگر به اتم‌ها در حالت پایه انرژی داده شود، الکترون‌های آن‌ها با جذب انرژی به لایه‌های بالاتر انتقال می‌یابند. به اتم‌ها در چنین حالتی، اتم‌های **برانگیخته** می‌گویند.



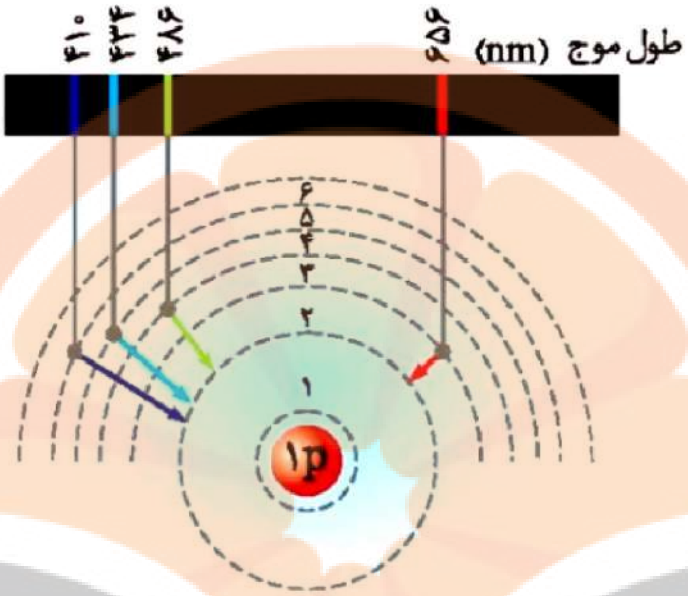
آ) الکترون در حالت پایهٔ اتم هیدروژن

ب) الکترون در حالت برانگیخته از اتم هیدروژن

پ) بازگشت الکترون به حالت پایه

تلاشی درمسیر موفقیت

طیف نشری خطی هیدروژن و رنگ‌های آن را در زیر می‌بینید، به نکات آن توجه کنید:



۱ **نشر نور:** اتم‌های برانگیخته **پرانرژی و ناپایدار** هستند؛ از این رو تمایل دارند دوباره با از دست دادن انرژی به حالت پایدارتر و در نهایت حالت پایه برگردند. از آن‌جا که برای الکترون، **نشر نور، مناسب‌ترین شیوه** برای از دست دادن انرژی است، الکترون‌ها در اتم برانگیخته، هنگام بازگشت به حالت پایه، نوری با **طول موج معین** نشر می‌کنند.

۲ هر نوار رنگی در طیف نشری خطی هر عنصر، پرتوهای نشرشده هنگام بازگشت الکترون‌ها را از **لایه‌های بالاتر به لایه‌های پایین‌تر** نشان می‌دهد.

۳ در اتم هیدروژن انتقال الکترون از تراز $n = ۳,۴,۵,۶$ به $n = ۲$ در **ناحیهٔ مرئی** است و باعث ایجاد ۴ خط طیف نشری خطی هیدروژن می‌شود.

انتقال	طوج موج	رنگ
$n = ۳ \rightarrow n = ۲$	۶۵۶	قرمز
$n = ۴ \rightarrow n = ۲$	۴۸۶	سبز
$n = ۵ \rightarrow n = ۲$	۴۳۴	آبی
$n = ۶ \rightarrow n = ۲$	۴۱۰	بنفش

۴ همان‌طور که می‌بینید هر چه انرژی آزادشده **بیش‌تر** باشد، طول موج **کوتاه‌تر** می‌شود و به این نکته توجه داشته باشید که در طیف نشری خطی هیدروژن وقتی از رنگ قرمز به بنفش حرکت می‌کنیم خط‌ها به همدیگر **نزدیک‌تر** می‌شوند که نشان می دهد سطوح انرژی هر چه از هسته دور می‌شوند به یکدیگر نزدیک‌تر می‌شوند.

۵ با توجه به این‌که انرژی لایه‌های الکترونی در اطراف هستهٔ هر اتم، به **عدد اتمی** آن وابسته است، انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها در همهٔ اتم‌ها با هم **متفاوت** است؛ بنابراین انتظار می‌رود هر عنصر طیف نشری خطی **منحصربه‌فردی** ایجاد کند.

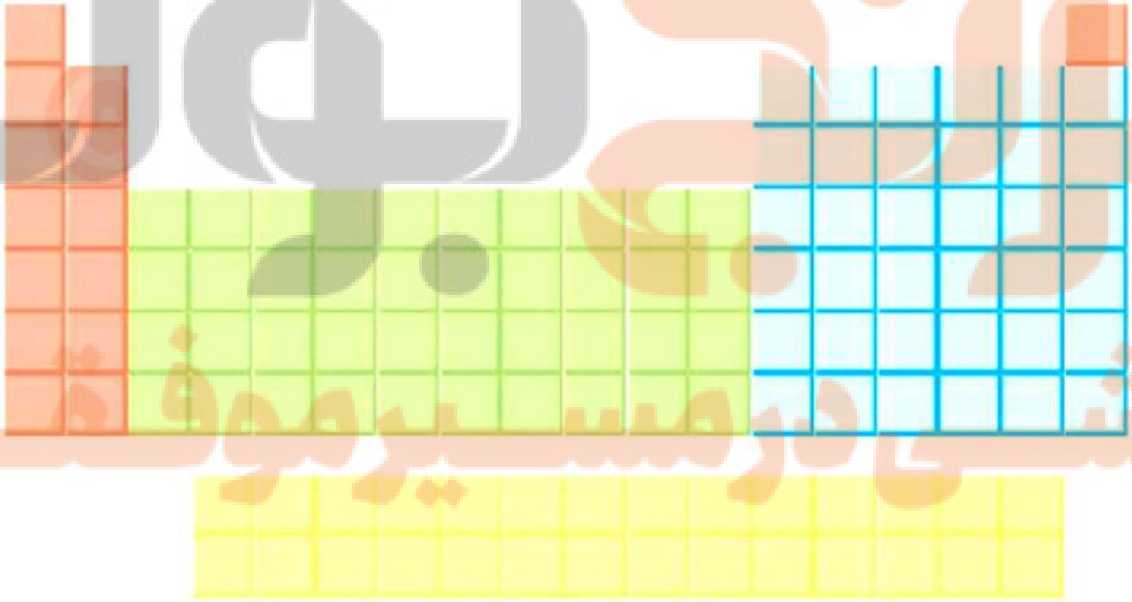
■ توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها

ص ۳۰ ـ ۲۷

✪ عنصرها در جدول دوره‌ای بر مبنای **عدد اتمی** یا تعداد الکترون‌های اتم خود چیده شده‌اند؛ به طوری‌که اتم هیدروژن با یک الکترون و اتم هلیم با دو الکترون به ترتیب اولین و دومین عنصر جدول تناوبی هستند. این روند تا عنصر ۱۱۸ جدول دوره‌ای ادامه می‌یابد و اتم هر عنصر نسبت به اتم عنصر پیش از خود، یک الکترون بیش‌تر دارد.

تصویرخانه

✪ در شکل زیر، جدول دوره‌ای با توجه به زیرلایه‌های پُرشده رنگ‌آمیزی شده است. به نکات آن دقت کنید:



۱ در دورهٔ اول فقط دو عنصر هیدروژن و هلیم وجود دارد که در اتم آن‌ها، لایهٔ الکترونی اول ($n = 1$) در حال پر شدن است. این لایه، حداکثر ۲ الکترون در خود جای می‌دهد.

۴ در دورهٔ دوم جدول، ۸ عنصر وجود دارد که نشان می‌دهد، لایهٔ الکترونی دوم ($n = ۲$) می‌تواند ۸ الکترون در خود جای دهد. از طرفی **این لایه یکپارچه نیست** و از دو بخش که با رنگ‌های قرمز و آبی نشان داده شده‌اند تشکیل شده است.

۳ با توجه به این بخش‌ها متوجه می‌شویم که بخش اول دو الکترون و بخش دوم ۶ الکترون گنجایش دارد.

۴ **زیرلایه:** هر یک از بخش‌ها یک زیرلایه نام دارد و گنجایش این زیرلایه‌ها یک دنباله به‌صورت ۲،۶،۱۰،۱۴،... است که جملهٔ عمومی (a_l) این دنباله برای $l \geq ۰$ برابر $۴l + ۲$ است.

۵ **عدد کوانتومی فرعی:** این عدد را با l نمایش می‌دهند.

$$l = \underset{s}{۰}, \underset{p}{۱}, \underset{d}{۲}, \underset{f}{۳}, \ldots, (n-۱)$$

۶ **نماد هر زیرلایهٔ معین را با دو عدد کوانتومی مشخص می‌کنند و به شکل زیر نمایش می‌دهند:**

برای مثال: $۳p \leftarrow n = ۳$ (p: $l=۱$) ، $nl \leftarrow$ شمارهٔ لایه (l: نماد حرفی زیرلایه)

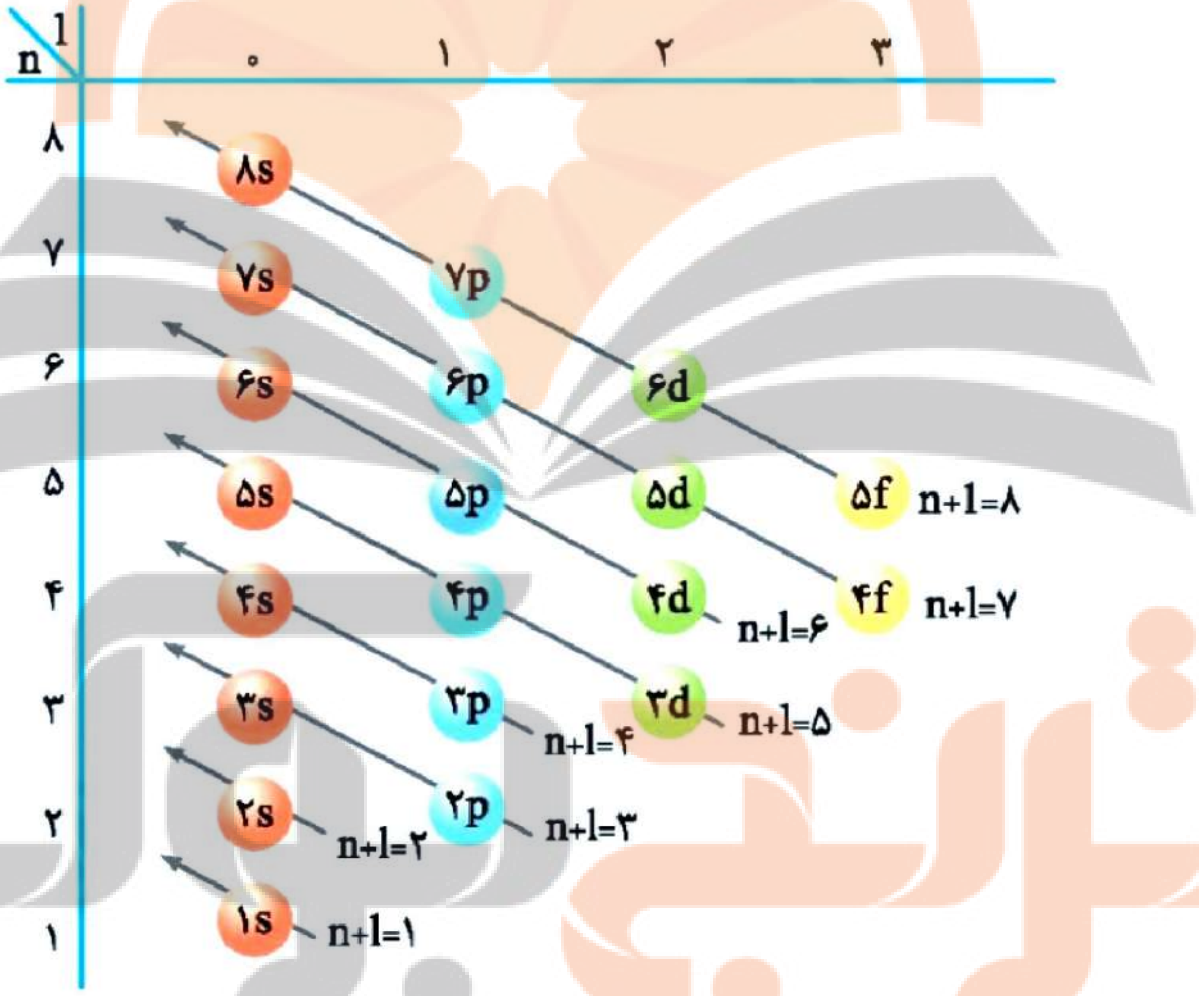
۷ جدول زیر می‌تواند کل موارد را جمع‌بندی کند:

عدد کوانتومی اصلی	گنجایش لایه ($۲n^۲$)	عدد کوانتومی‌های موجود	نماد زیرلایه	گنجایش زیرلایه ($۴l+۲$)
$n = ۱$	۲	$l = ۰$	۱s	۲
$n = ۲$	۸	$l = ۰$	۲s	۲
		$l = ۱$	۲p	۶
$n = ۳$	۱۸	$l = ۰$	۳s	۲
		$l = ۱$	۳p	۶
		$l = ۲$	۳d	۱۰

تلاشی درمسیر موفقیت

✪ رفتار و ویژگی‌های هر اتم را می‌توان از روی آرایش الکترونی آن توضیح داد. روند پر شدن زیرلایه‌ها نشان می‌دهد که پر شدن آن‌ها تنها به عدد کوانتومی اصلی (n) وابسته نیست، بلکه از یک قاعدهٔ کلی به نام آفبا پیروی می‌کند.

✪ قاعدهٔ آفبا: واژه‌ای آلمانی به معنای ساختن یا افزایش گام به گام است. مطابق این قاعده، هنگام افزودن الکترون به زیرلایه‌ها، نخست زیرلایه‌های نزدیک‌تر به هسته پر می‌شوند که دارای انرژی کم‌تری هستند و سپس زیرلایه‌های بالاتر پر خواهند شد.



✪ همان‌طور که در شکل هم می‌بینید انرژی زیرلایه‌ها به n و $n+l$ وابسته است. به طوری‌که اگر $n+l$ برای دو یا چند زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه با n کوچک‌تر، زودتر پر می‌شود.

زیرلایه‌ای که زودتر پر می‌شود. (سطح انرژی کم‌تری دارد.)

۱) $n+l$ کوچک‌تری دارد.

۲) اگر $n+l$ یکسان بود، n کوچک‌تری دارد.

✪ قاعدهٔ آفبا آرایش الکترونی اتم **اغلب** عنصرها را پیش‌بینی می‌کند. اما برای اتم برخی عنصرهای جدول نارسایی دارد. امروزه به کمک **روش‌های طیف‌سنجی پیشرفته**، آرایش الکترونی چنین اتم‌هایی را با دقت تعیین می‌کنند. برای نمونه **آرایش قابل انتظار** برای هر یک از اتم‌های **کروم و مس** با آرایش واقعی آن‌ها که توسط روش‌های طیف‌سنجی تعیین شده، **متفاوت** است.

آرایش قابل انتظار:

$_{24}Cr : 1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^2\ 3p^6\ 3d^4 / 4s^2$

$_{29}Cu : 1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^2\ 3p^6\ 3d^9 / 4s^2$

آرایش تعیین‌شده توسط روش طیف‌سنجی:

$_{24}Cr : 1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^2\ 3p^6\ 3d^5 / 4s^1$

$_{29}Cu : 1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10} / 4s^1$

آرایش الکترونی فشرده: در این آرایش الکترونی از **نماد گاز نجیب** استفاده می‌شود. برای دستیابی به آرایش فشرده، نخست آرایش گسترده را نوشته و سپس قسمتی از آرایش الکترونی که همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب است با عبارت **[نماد شیمیایی گاز نجیب]** جایگزین می‌شود.

$_{11}Na : 1s^2 / 2s^2\ 2p^6 / 3s^1$
$_{10}Ne : 1s^2 / 2s^2\ 2p^6$
$\Rightarrow {}_{11}Na : [Ne]3s^1$

لایهٔ ظرفیت: لایه‌ای است که الکترون‌های آن، **رفتار شیمیایی** اتم را تعیین می‌کنند. به الکترون‌های این لایه، **الکترون‌های ظرفیت اتم** می‌گویند.

$_{35}Br:[Ar]3d^{10}4s^2 4p^5$ ← تعداد الکترون ظرفیت = ۵+۲=۷

شمارهٔ لایهٔ ظرفیت

$_{11}Na:[Ne]3s^1$ ← تعداد الکترون ظرفیت = ۱

شمارهٔ لایهٔ ظرفیت

اهمیت آرایش الکترونی فشرده به دلیل **نمایش آرایش الکترون‌ها در بیرونی‌ترین لایه** یا همان لایهٔ ظرفیت است.

در عنصرهای دستهٔ d از دورهٔ چهارم، الکترون‌های لایهٔ ظرفیت شامل الکترون‌ها در زیرلایه‌های 4s و 3d است.

تلاشی در مسیر موفقیت

ساختار اتم و رفتار آن

✪ گازهای نجیب در طبیعت به شکل **تک اتمی** یافت می‌شوند. این واقعیت بیانگر این است که این گازها واکنش‌ناپذیر بوده یا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند، از این رو پایدارند. اگر لایهٔ ظرفیت اتمی، همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب یا هشت‌تایی باشد، آن اتم واکنش‌پذیری چندانی ندارد.

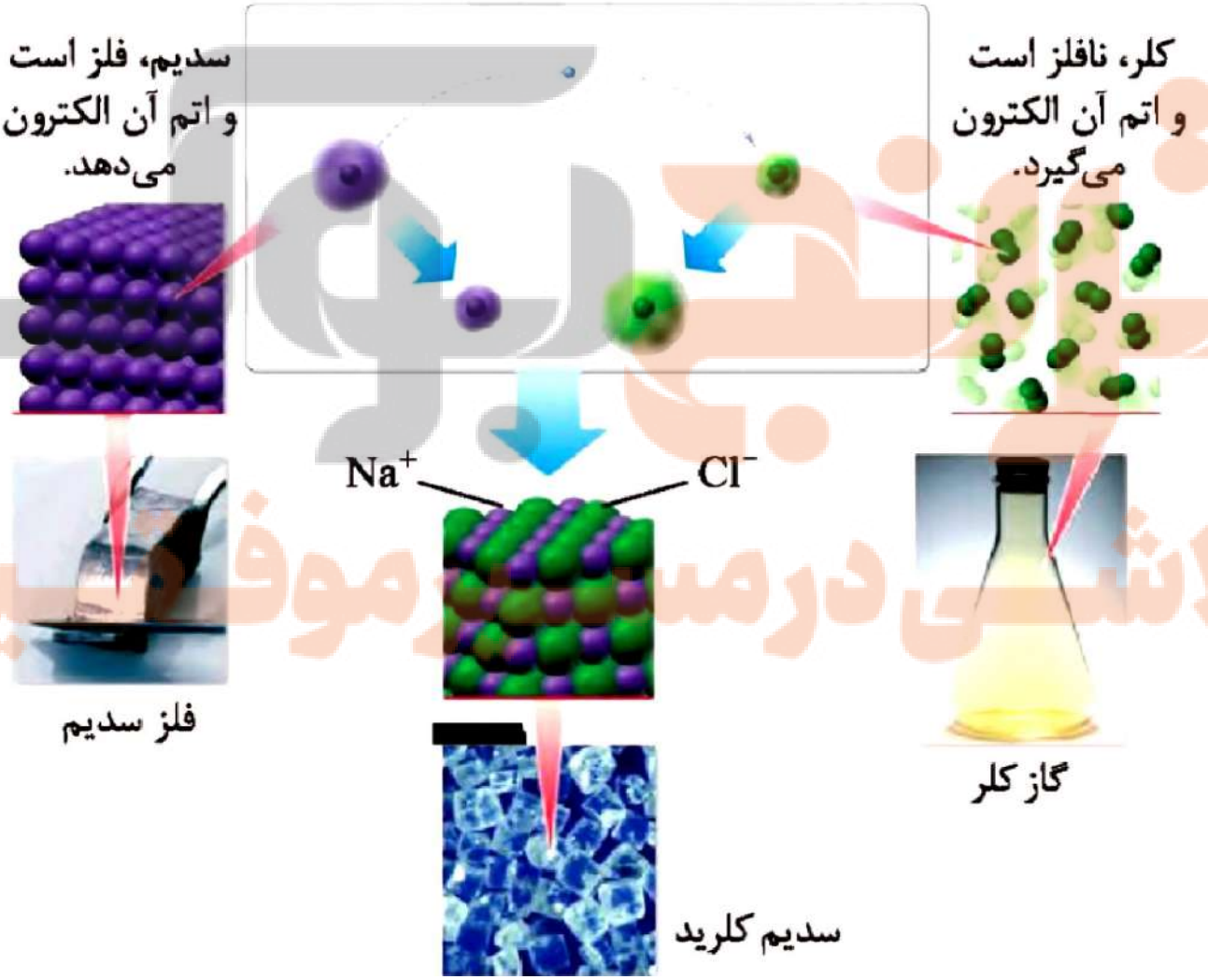
آرایش الکترون ـ نقطه‌ای: لوویس برای توضیح و پیش‌بینی رفتار اتم‌ها، آرایشی به نام الکترون ـ نقطه‌ای ارائه کرد که در آن الکترون‌های ظرفیت هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نمایش داده می‌شود.

$\cdot\dot{C}\cdot \quad \cdot\dot{P}\cdot \quad :\dot{A}r:$

✪ **رفتار شیمیایی** هر اتم به **تعداد الکترون‌های ظرفیت** آن بستگی دارد، به طوری که می‌توان دستیابی به آرایش گاز نجیب را مبنای رفتار آن‌ها دانست. **از دست دادن، گرفتن یا به اشتراک گذاشتن الکترون، نشانه‌ای از رفتار شیمیایی اتم است.**

تصویرخانه

✪ نحوهٔ تشکیل ترکیب یونی NaCl را در شکل زیر می‌بینید. به نکات آن دقت کنید:



۱ سدیم، فلزی جامد است که الکترون خود را از دست می‌دهد و به یون Na^+ تبدیل می‌شود و با رسیدن به آرایش گاز نجیب پیش از خود (نئون) پایدار می‌شود.
دقت کنید که شعاع Na^+ از Na کوچک‌تر است.

شعاع: $Na > Na^+$

۲ کلر، نافلز گازی زرد رنگی است که با گرفتن الکترون به آرایش گاز نجیب هم‌دورهٔ خود (آرگون) رسیده و پایدار می‌شود.
دقت کنید که شعاع Cl^- از Cl بزرگ‌تر است.

شعاع: $Cl < Cl^-$

۳ با قرارگیری این دو یون کنار هم، جاذبهٔ یونی بین آن‌ها تشکیل شده و نمک خوراکی با فرمول $NaCl$ پدید می‌آید.

تصویرخانه

۱								۱۸
H·	۲		۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	He:
Li·	Be·		·B·	·Ċ·	·Ṅ·	:Ȯ·	:F̈·	:N̈e:
Na·	Mg·		·Al·	·Si·	·P̈·	:S̈·	:C̈l·	:Ar:

به نکات جدول دقت کنید:

۱ آرایش الکترون ـ نقطه‌ای اتم‌ها در یک گروه شبیه هم است. به‌جز هلیم که دارای آرایش (:He) است.

۲ به طور کلی می‌توان گفت الکترون‌های تنها، نشانهٔ واکنش‌پذیری اتم هستند اما لزوماً اتمی که الکترون تنهای بیش‌تری دارد، واکنش‌پذیری بیش‌تری نخواهد داشت.

۳ در عناصر دستهٔ s تعداد الکترون‌های ظرفیت، برابر شمارهٔ گروه و در عناصر دستهٔ p تعداد الکترون‌های ظرفیت برابر عدد یکان شمارهٔ گروه است.

۱	۲			۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
									$_{۲}He$
Li^{+}						$N^{۳-}$	$O^{۲-}$	F^{-}	$_{۱۰}Ne$
Na^{+}	$Mg^{۲+}$			$Al^{۳+}$		$P^{۳-}$	$S^{۲-}$	Cl^{-}	$_{۱۸}Ar$
K^{+}	$Ca^{۲+}$							Br^{-}	$_{۳۶}Kr$

به نکات جدول دقت کنید:

۱ اگر تعداد الکترون‌های ظرفیت اتمی **کم‌تر یا برابر سه** باشد آن اتم تمایل دارد در شرایط مناسب **همهٔ** الکترون‌های ظرفیت خود را **از دست بدهد** و به **کاتیون** تبدیل شود.

۲ اغلب، اتم عناصر گروه ۱، ۲ و ۱۳ ترجیح می‌دهند الکترون‌های ظرفیت خود را از دست بدهند و به کاتیون تبدیل شوند.

۳ اتم عناصر گروه ۱، ۲ و آلومینیم در شرایط مناسب با از دست دادن الکترون و تبدیل شدن به کاتیون به آرایش **گاز نجیب دورهٔ قبل** خود می‌رسند.

۴ اتم عنصرهای گروه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ در شرایط مناسب با به‌دست آوردن الکترون به آنیونی تبدیل می‌شوند که آرایشی مشابه آرایش **گاز نجیب هم‌دورهٔ** خود دارد.

تلاشی درمسیرموفقیت

تبدیل اتم‌ها به یون‌ها

ص ۳۸ ـ ۴۰

پیوند یونی: اگر عناصر Ca و O در شرایط مناسب کنار هم قرار بگیرند، با هم واکنش می‌دهند به طوری‌که با **داد و ستد الکترون** به یون‌های Ca^{2+} و O^{2-} تبدیل می‌شوند. میان یون‌های تولیدشده به دلیل وجود **بارهای الکتریکی ناهمنام** نیروی جاذبهٔ بسیار قوی برقرار می‌شود، نیروی **جاذبه‌ای** که **پیوند یونی** نامیده می‌شود.

ترکیب یونی: ترکیب‌هایی که ذره‌های سازندهٔ آن‌ها **یون** است، ترکیب یونی نام دارند.

یون تک‌اتمی: کاتیون یا آنیونی است که تنها از یک اتم تشکیل شده است، برای مثال Na^{+} یا Cl^{-}.

ترکیب یونی دوتایی: ترکیب‌های یونی که تنها از دو عنصر ساخته شده‌اند ترکیب یونی دوتایی نامیده می‌شوند.

✪ هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی **خنثی** است، زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها **برابر** است. از این ویژگی می‌توان برای نوشتن فرمول شیمیایی **ترکیب‌های یونی دوتایی** بهره برد.

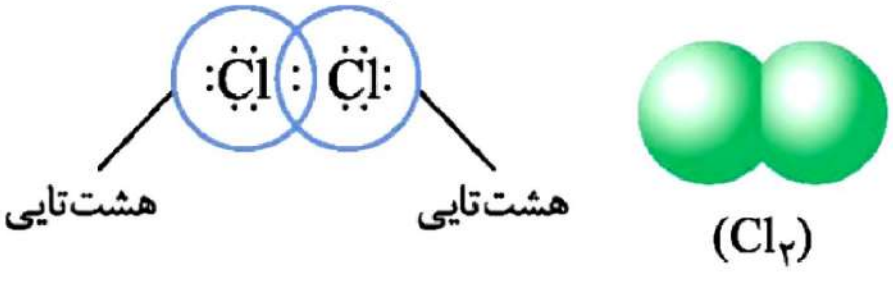
تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها

ص ۴۱ ـ ۴۰

✪ گاز کلر که خاصیت **رنگ‌بری و گندزدایی** دارد از مولکول‌های دو اتمی Cl_2 تشکیل شده است.

$$:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot + \cdot\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \rightarrow :\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \quad \text{یا} \quad :\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}-\dot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$$

با این توصیف هر اتم کلر، تک الکترون خود را با دیگری به **اشتراک** می‌گذارد، به طوری‌که دو الکترون موجود بین دو اتم، در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای، به هر دوی آن‌ها تعلق دارد. در این وضعیت هر یک از اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی رسیده است.



جفت الکترون اشتراکی میان دو اتم کلر در مولکول Cl_2، نشان‌دهندهٔ یک **پیوند اشتراکی (کووالانسی)** است؛ پیوندی که باعث اتصال دو اتم به یکدیگر در **مولکول** شده است.

مواد مولکولی: مواد شیمیایی که در ساختار خود مولکول دارند، مواد مولکولی نامیده می‌شوند. این ترکیب‌ها در ساختار خود هیچ یونی ندارند.

فرمول مولکولی: به فرمول شیمیایی که افزون بر نوع عنصرهای سازنده، شمار اتم‌های هر عنصر را نشان می‌دهد، فرمول مولکولی می‌گویند.

مدل فضاپرکن: مدل فضاپرکن برخی از مولکول‌ها را می‌توانید در زیر ببینید.

HCl NH_3 CH_4

✪ جرم مولی یک ماده با مجموع جرم مولی اتم‌های سازندهٔ آن برابر است.

ترنج بوک
تلاشی در مسیر موفقیت

فصل ۲: ردّ پای گازها در زندگی

آشنایی با هوا

ص ۴۸ـ۴۵

گازهایی که زمین را فرا گرفته‌اند:

- سرشار از هوای پاک هستند.
- ساکنان زمین را از پرتوهای خطرناک کیهانی محافظت می‌کنند.
- گرمای خورشید را در خود نگه می‌دارند.
- آب را در سرتاسر سیارهٔ ما توزیع می‌کنند.

چند نکته راجع به اتمسفر زمین:

۱) در میان سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی، تنها زمین اتمسفری دارد که امکان زندگی روی آن را فراهم می‌کند.

۲) این اتمسفر، مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصلهٔ ۵۰۰ کیلومتری امتداد یافته است.

۳) جاذبهٔ زمین این گازها را پیرامون خود نگه داشته و مانع خروج آن‌ها از اتمسفر می‌شود.

۴) انرژی گرمایی مولکول‌ها باعث می‌شود تا آن‌ها پیوسته در حال جنبش باشند و در سراسر هواکره توزیع شوند.

۵) اغلب این گازها نامرئی هستند و به طور معمول وجود آن‌ها را در پیرامون خود حس نمی‌کنیم، مگر در روزهایی که باد می‌وزد یا در مکان‌هایی که هوا به خوبی در جریان است.

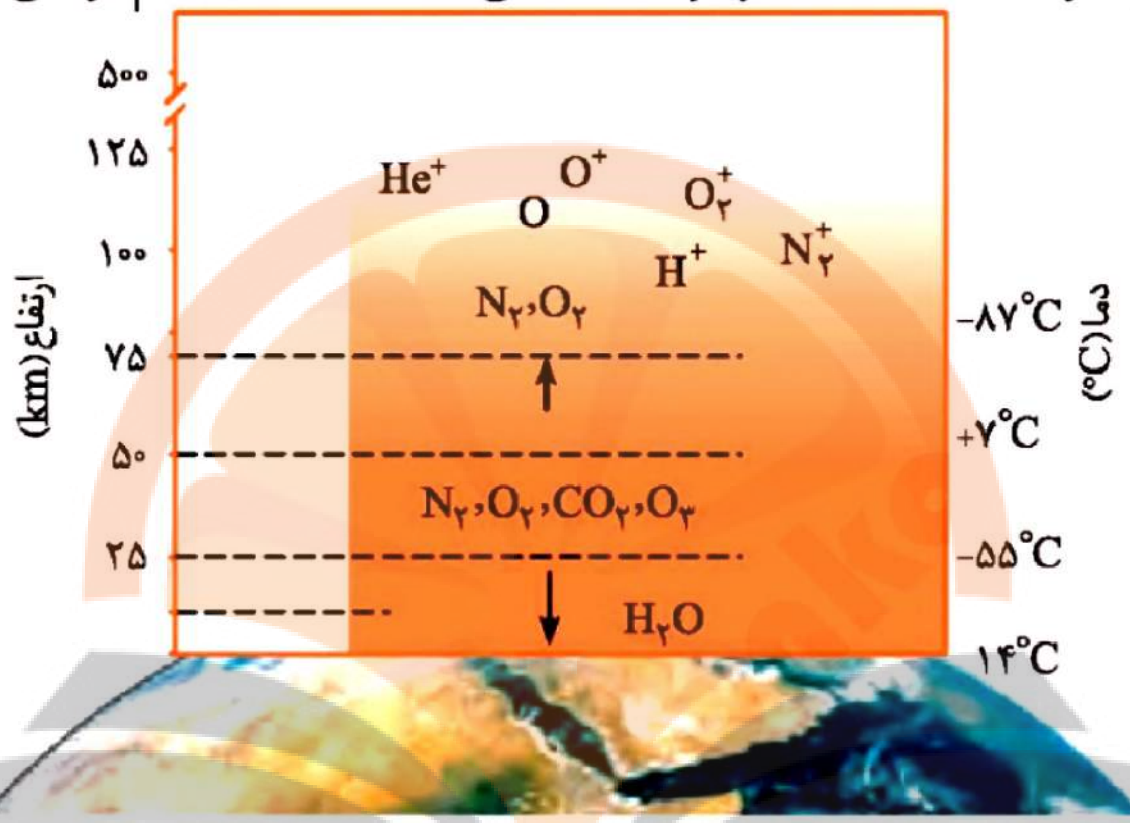
۶) اگر زمین را به سیب تشبیه کنیم، ضخامت هواکره نسبت به زمین به نازکی پوست سیب می‌ماند.

۷) میان این گازها، واکنش‌های شیمیایی گوناگونی رخ می‌دهد که اغلب مفید و برخی هم مضر هستند.

هواکره: به لایهٔ فیروزه‌ای پیرامون زمین، اتمسفر زمین یا همان هواکره می‌گوییم که اغلب هوا نامیده می‌شود.

✪ آب و هوا نتیجهٔ برهم‌کنش میان زمین، هواکره، آب و خورشید است.

شکل زیر لایه‌های مختلف هواکره را نشان می‌دهد که آن‌ها را با هم بررسی می‌کنیم:



۱ جدول لایهٔ اول (تروپوسفر):

عامل	توضیح
ضخامت	حدود ۱۰ تا ۱۲ کیلومتر
دما	روند کاهشی دارد و از $+11^{\circ}C$ در سطح زمین به حدود $-55^{\circ}C$ می‌رسد. دما در این لایه به ازای هر کیلومتر تقریباً ۶ درجه کاهش می‌یابد.
گونه‌ها	N_2 ، O_2 ، CO_2 ، O_3 ، H_2O (H_2O فقط در این لایه وجود دارد.)

◎ تغییرات آب و هوای زمین در این لایه رخ می‌دهد.

◎ برای تبدیل دما بر حسب درجهٔ سلسیوس به دما بر حسب کلوین از رابطهٔ مقابل استفاده می‌کنیم:

$$K = {}^{\circ}C + 273$$

۲ جدول لایهٔ دوم (استراتوسفر):

عامل	توضیح
ضخامت	حدود ۳۹ کیلومتر است و تا ۵۰ کیلومتری سطح زمین ادامه دارد.
دما	روند افزایشی دارد و از $-55^{\circ}C$ به $+7^{\circ}C$ می‌رسد.
گونه‌ها	N_2 ، O_2 ، CO_2 ، O_3

تابش در مسیر موفقیت

◎ نکته لایهٔ اوزون در این لایه است. بنابراین مقدار O_3 در این لایه از بقیهٔ لایه‌ها بیش‌تر است.

۳ جدول لایهٔ سوم:

عامل	توضیح
ضخامت	حدود ۳۰ کیلومتر است و تا ۸۰ کیلومتری سطح زمین ادامه دارد.
دما	مانند لایهٔ اول روند کاهشی دارد و از $+7^\circ C$ به $-87^\circ C$ می‌رسد.
گونه‌ها	N_2 ، O_2 ، CO_2 ، O_3

۴ جدول لایهٔ چهارم:

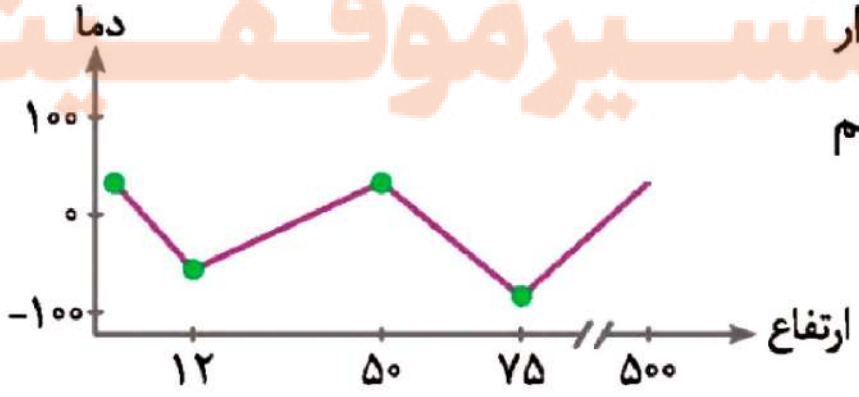
عامل	توضیح
ضخامت	حدود ۴۲۰ کیلومتر تا ۵۰۰ کیلومتری سطح زمین ادامه دارد.
دما	مانند لایهٔ دوم افزایشی است.
گونه‌ها	N_2 ، O_2 ، O ، H^+ ، O^+ ، O_2^+ ، N_2^+ ، He^+

◎ نکته اتم و کاتیون‌ها فقط در این لایه وجود دارند که بر اثر برخورد پرتوهای کیهانی با گونه‌های دیگر به‌وجود آمده‌اند.

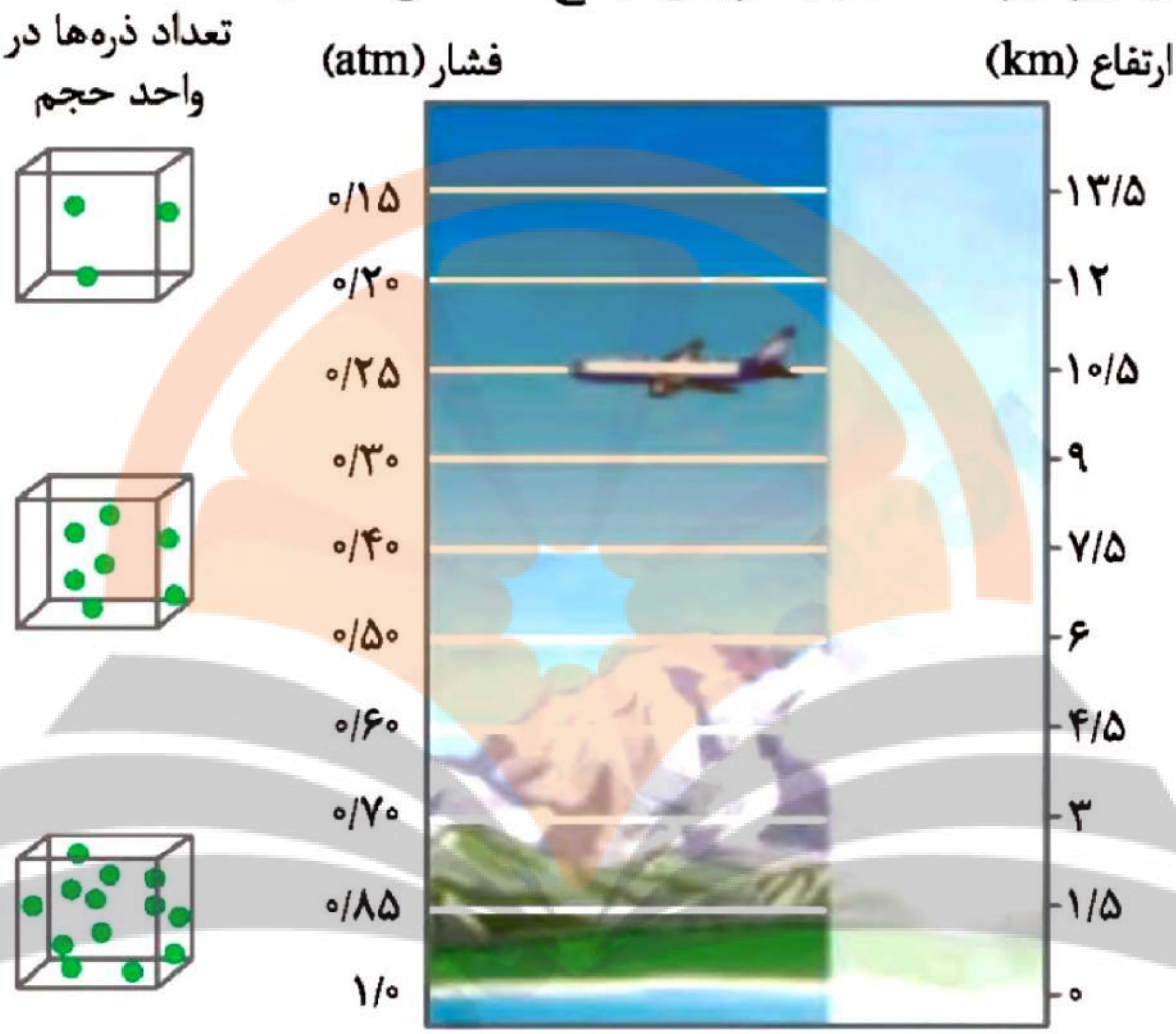
۵ جدول پراکندگی گونه‌ها در لایه‌های مختلف:

گونه	لایه
H_2O	فقط لایهٔ اول
N_2 ، O_2	هر چهار لایه
CO_2 ، O_3	سه لایهٔ اول
اتم و کاتیون‌ها	فقط لایهٔ چهارم

◎ نکته با توجه به نمودار تغییرات دما در هواکره درمی‌یابیم که هواکره ساختار لایه‌ای دارد.



شکل زیر میزان فشار را با افزایش ارتفاع نشان می‌دهد. به نکات آن دقت کنید:



۱ **فشار:** فشار هر گاز ناشی از برخورد مولکول‌های آن با دیوارهٔ ظرف است.

۲ هواکره نیز به علت داشتن گازهای گوناگون فشار دارد. این فشار در همهٔ جهت‌ها بر بدن ما و به میزان یکسان وارد می‌شود.

۳ با افزایش ارتفاع، فشار در حال کاهش است.

۴ میزان تغییرات فشار در ارتفاع‌های پایین‌تر بیش‌تر از ارتفاعات بالاتر است.

۵ با توجه به اعداد دادشده کاهش فشار به‌صورت خطی و کاهش شیب انجام می‌شود.

۶ چون با افزایش ارتفاع کاهش فشار به‌صورت پیوسته انجام می‌گیرد، از روی تغییرات فشار نمی‌توان به لایه‌ای بودن هواکره پی برد.

تلاشگر موفقیت

هوا معجونی ارزشمند

همه چیز راجع به نیتروژن

- حدود ۷۸ درصد حجمی هوا را تشکیل داده است.
- در بسته‌بندی برخی مواد خوراکی استفاده می‌شود.
- برای نگهداری نمونه‌های بیولوژیک در پزشکی استفاده می‌شود.
- برای پر کردن تایر خودروها مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی استفاده می‌شود.

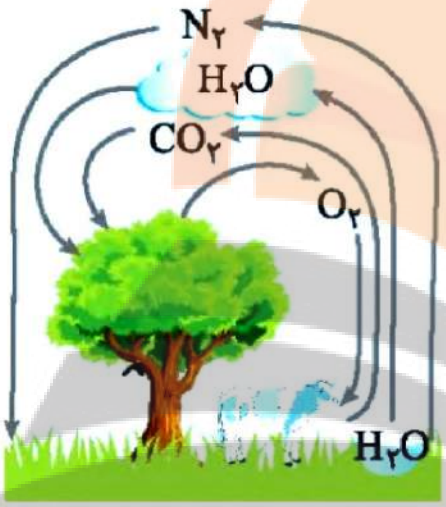
همه چیز راجع به هلیم

- سبک‌ترین گاز نجیب است.
- بی‌رنگ و بی‌بو می‌باشد.
- برای پر کردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی استفاده می‌شود.
- در صنعت جوشکاری و نیز در کپسول غواصی کاربرد دارد.
- مهم‌ترین کاربرد آن برای خنک کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI است.
- در کرهٔ زمین به میزان بسیار کم یافت می‌شود؛ به طوری که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیش‌تری در لایه‌های زیرین پوستهٔ زمین وجود دارد.
- منابع زمینی آن از هواکره سرشارتر و برای تولید هلیم در مقیاس صنعتی مناسب‌ترند.
- از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود.
- پس از نفوذ به لایه‌های زمین، وارد میدان‌های گازی می‌شود.
- حدود ۷ درصد حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می‌دهد.
- هلیم را می‌توان افزون بر هوای مایع، از تقطیر جزء به جزء گاز طبیعی نیز به‌دست آورد. (روش دوم مقرون به صرفه‌تر است.)
- جداسازی هلیم از گاز طبیعی به دانش و فناوری پیشرفته‌ای نیاز دارد. متخصصان کشورمان تاکنون موفق به جداسازی و تهیهٔ آن نشده‌اند و همچنان هلیم از دیگر کشورها وارد می‌شود.

همه چیز دربارهٔ آرگون

- گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرسمی است.
- واژهٔ آرگون به معنای تنبل است؛ زیرا واکنش‌پذیری ناچیزی دارد.
- از تقطیر جزء به جزء هوای مایع با خلوص زیاد تهیه می‌شود.
- سومین گاز فراوان در هواکره است.
- به عنوان محیط بی‌اثر در جوشکاری و برش فلزها کاربرد دارد.
- در ساخت لامپ‌های رشته‌ای به‌کار می‌رود.

مقدار گازهای نجیب در هواکره بسیار کم است، از این رو به گازهای کمیاب نیز معروف هستند.



زندگی جانداران گوناگون در زیست‌کره با گازهای هوا، گره خورده است. گیاهان با بهره‌گیری از نور خورشید و مصرف کربن دی‌اکسید هواکره، اکسیژن مورد نیاز جانداران را تولید می‌کنند. جانداران ذره‌بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.

چند جمله راجع به هواکره:

۱) حدود **۷۵ درصد از جرم هواکره**، در نزدیک‌ترین لایه به زمین (تروپوسفر) قرار دارد. پس از تروپوسفر، هواکره رقیق و رقیق‌تر می‌شود.

۲) نیتروژن، اکسیژن و کربن دی‌اکسید از جمله گازهای هواکره هستند که در زندگی روزمره نقش حیاتی دارند.

۳) رطوبت هوا متغیر بوده و میانگین بخار آب در هوا، حدود **یک درصد** است. هر چند این مقدار از جایی به جای دیگر، از روزی به روز دیگر و حتی از ساعتی به ساعت دیگر فرق می‌کند.

بررسی‌های دانشمندان در مورد هوای به دام‌افتاده در بلورهای یخ در یخچال‌های قطبی و نیز سنگ‌های آتشفشانی نشان می‌دهد که از ۲۰۰ میلیون سال پیش تاکنون، نسبت گازهای سازندهٔ هواکره تقریباً ثابت مانده است.

با توجه به جدول صفحهٔ بعد متوجه می‌شویم که بخش عمدهٔ هواکره را دو گاز نیتروژن و اکسیژن تشکیل می‌دهند. گاز آرگون در میان اجزای هواکره در رتبهٔ سوم قرار دارد؛ بنابراین می‌توان هوا را منبعی غنی برای تهیهٔ این گازها دانست. در صنعت این گازها را از **تقطیر جزء به جزء هوای مایع** تهیه می‌کنند.

نام و درصد حجمی گازهای سازندهٔ هوای پاک و خشک:

نام گاز	درصد گاز در هوا
نیتروژن	۷۸/۰۷۹
اکسیژن	۲۰/۹۵۲
آرگون	۰/۹۳۸
کربن دی‌اکسید	۰/۰۳۸۵
نئون	۰/۰۰۱۸
هلیم	۰/۰۰۰۵
کریپتون	۰/۰۰۰۱
زنون و دیگر گازها	ناچیز

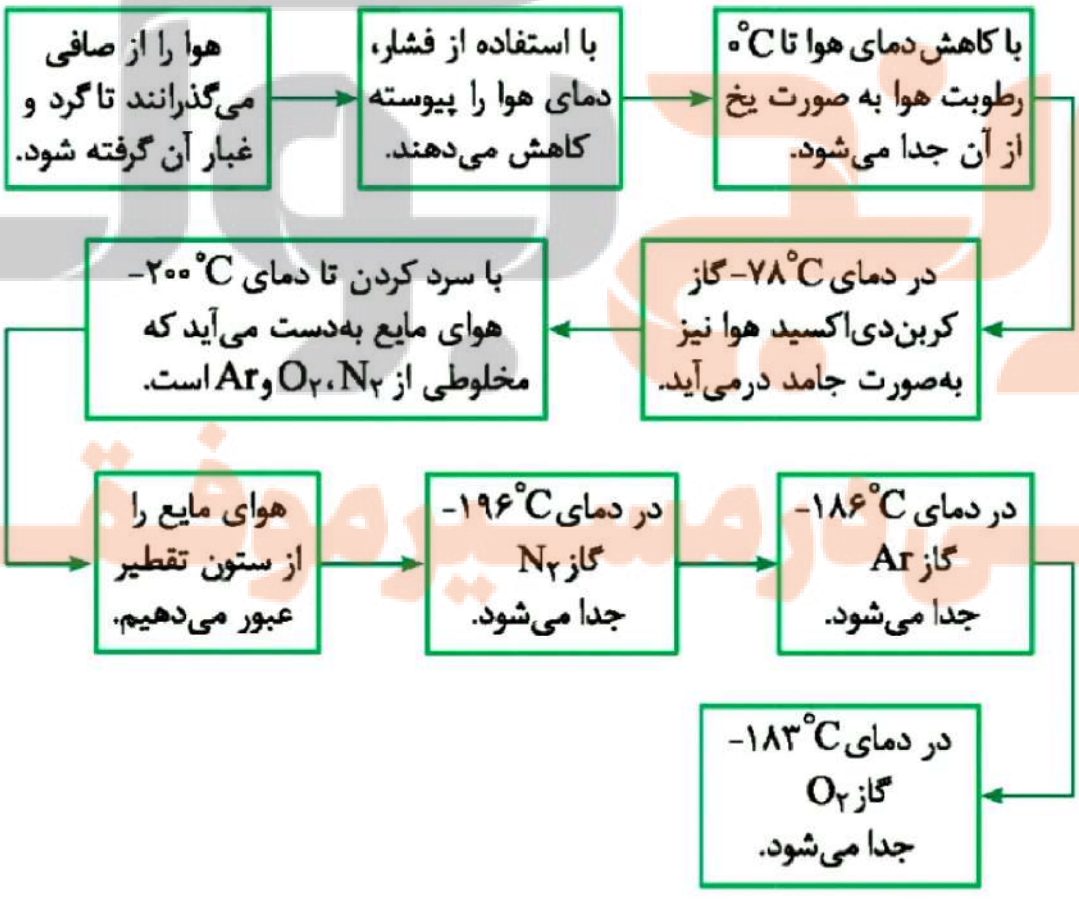
ترتیب **درصد حجمی** گازها در هوای **خشک و پاک** به‌صورت زیر است:

درصد حجمی : $N_2 > O_2 > Ar > CO_2 > Ne > He > Kr > Xe$

ترتیب درصد حجمی گازهای نجیب هوای پاک و خشک:

$Ar > Ne > He > Kr > Xe$

مراحل تقطیر جزء به جزء هوا:



◎ نکته جداسازی گازهای آرگون و اکسیژن بسیار دشوار است زیرا نقطهٔ جوش آن‌ها بسیار نزدیک به هم است.

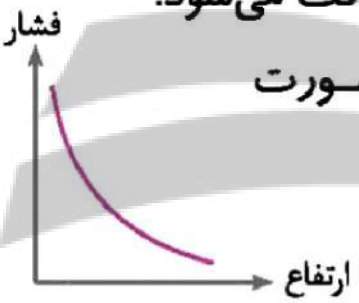
◎ هرچه ماده نقطهٔ جوش پایین‌تری داشته باشد، در هنگام سرد کردن دیرتر مایع می‌شود و در هنگام گرم کردن زودتر به جوش می‌آید.

■ اکسیژن گازی واکنش‌پذیر در هواکره

ص ۵۵ ـ ۵۲

آن‌چه باید راجع به اکسیژن بدانیم:

- به‌صورت دو اتمی (O_2) دومین گاز فراوان تشکیل‌دهندهٔ هواکره است.
- در آب‌کره، در ساختار مولکول‌های آب یافت می‌شود.
- در سنگ‌کره، به‌صورت ترکیب با دیگر عنصرها وجود دارد.
- در زیست‌کره، در ساختار همهٔ مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها نیز یافت می‌شود.
- با افزایش ارتفاع، فشار گاز اکسیژن به‌صورت سهمی کاهش می‌یابد.



- گازی واکنش‌پذیر است و با اغلب عنصرها و مواد واکنش می‌دهد.
- کوهنوردان به هنگام صعود به ارتفاعات کپسول اکسیژن حمل می‌کنند.

سوختن: واکنشی شیمیایی است که در آن، یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می‌دهد و بخشی از انرژی شیمیایی آن به‌صورت گرما و نور آزاد می‌شود. به مثال‌های زیر دقت کنید:

این واکنش در چراغ پیه‌سوز انجام می‌شود و در آن انرژی شیمیایی به انرژی نورانی و گرمایی تبدیل می‌شود:

۱) چربی + اکسیژن ← کربن دی‌اکسید + آب + انرژی

هم‌چنین زغال‌سنگ در حضور اکسیژن به‌صورت زیر می‌سوزد:

۲) زغال سنگ + اکسیژن ← بخار آب + گوگرد دی‌اکسید + کربن دی‌اکسید + (نور و گرما) انرژی

تلاشی درمسیر موفقیت

جدول سوختن سوخت‌های فسیلی:

سوختن سوخت‌های فسیلی	میزان اکسیژن در دسترس	رنگ شعله	فراوردهٔ عمده
کامل	زیاد (کافی)	آبی	CO_2 ، H_2O
ناقص	کم	زرد	CO ، H_2O

همه چیز راجع به کربن مونوکسید (CO)

- گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است.
- چگالی آن از هوا کم‌تر است و قابلیت انتشار آن در محیط بسیار زیاد است.
- میل ترکیبی هموگلوبین خون با این گاز بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است.
- پس از اتصال به هموگلوبین از رسیدن اکسیژن به بافت‌های بدن جلوگیری می‌کند. این ویژگی باعث مسمومیت می‌شود و سامانهٔ عصبی را فلج می‌کند.
- از کربن دی‌اکسید، ناپایدارتر است به طوری‌که در شرایط مناسب دوباره می‌سوزد و به CO_2 تبدیل می‌شود.

$$2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$$

✪ واکنش‌پذیری زیاد اکسیژن سبب می‌شود تا عنصرهای فلزی و نافلزی در شرایط مناسب بسوزند.

سوختن منیزیم: این فلز با شعلهٔ سفید می‌سوزد.

$$2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$$

سوختن گوگرد: این نافلز با شعلهٔ آبی می‌سوزد.

$$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$$

تلاشی درمسیر موفقیت

سوختن گرد آهن: این فلز با شعلهٔ **نارنجی** می‌سوزد.

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

سوختن سدیم: این فلز با شعلهٔ **زرد** می‌سوزد.

$$4Na(s) + O_2(g) \rightarrow 2Na_2O(s)$$

■ واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم

ص ۶۰ ـ ۵۶

✪ در هر تغییر شیمیایی از یک یا چند مادهٔ شیمیایی، ماده (مواد) تازه‌ای تولید می‌شود. تغییر شیمیایی می‌تواند با تغییر رنگ (مانند حرارت دادن شکر)، مزه، بو یا آزادسازی گاز، تشکیل رسوب و گاهی ایجاد نور و صدا همراه باشد.

✪ هر تغییر شیمیایی می‌تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد که هر یک از آن‌ها را با یک معادله نشان می‌دهند.

انواع معادله
- **نوشتاری:** کربن + اکسیژن → کربن دی‌اکسید
- **نمادی:** $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

◎ **نکته** معادلهٔ نمادی، افزون بر نمایش فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها می‌تواند حالت فیزیکی آن‌ها و اطلاعاتی دربارهٔ شرایط واکنش نیز ارائه کند.

✪ **نمادهای به کار رفته برای نمایش حالت فیزیکی مواد در معادله‌های شیمیایی:**

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

◎ **نکته** در معادلهٔ واکنش، رسوب حالت جامد، مذاب حالت مایع و بخار حالت گاز دارد.

معنای برخی عبارت‌ها یا نمادهای مورد استفاده در معادله‌های شیمیایی:

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

قانون پایستگی جرم:

بیان اول: جرم کل مواد موجود در مخلوط واکنش ثابت است.

بیان دوم: در واکنش‌های شیمیایی، اتمی از بین نمی‌رود و به‌وجود هم نمی‌آید.

بیان سوم: شمار اتم‌های هر عنصر در یک واکنش شیمیایی ثابت است.

یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که همهٔ آن‌ها از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند؛ پس اگر واکنشی از قانون پایستگی جرم پیروی نکرد واکنش شیمیایی نیست.

چند جمله راجع به موازنه:

۱) در معادله‌های شیمیایی موازنه‌شده، نیازی به نوشتن ضریب ۱ نیست.

۲) بر اساس یکی از ساده‌ترین روش‌های موازنه (روش وارسی)، اغلب به ترکیبی که دارای بیش‌ترین تعداد اتم است، ضریب ۱ می‌دهند.

۳) در معادلهٔ موازنه‌شده، هر یک از ضریب‌ها باید **کوچک‌ترین عدد طبیعی ممکن** باشد.

$$۲H_۲(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲H_۲O(g)$$

معادلهٔ شیمیایی موازنه‌شده به دو صورت خوانده می‌شود:

۱) دو مول گاز هیدروژن با یک مول گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مول بخار آب تولید می‌کند.

۲) دو مولکول هیدروژن با یک مولکول اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مولکول آب تولید می‌کند.

ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها

✪ اغلب فلزها در طبیعت، به شکل ترکیب یافت می‌شوند که بخش قابل توجهی از آن‌ها به شکل اکسید است؛ برای مثال آهن و آلومینیم به‌صورت زیر در طبیعت وجود دارند.

۱) Fe_2O_3 به همراه ناخالصی ← هماتیت

۲) Al_2O_3 به همراه ناخالصی ← بوکسیت

دو تعریف مهم:

اکسایش: به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است، واکنش اکسایش می‌گویند.

خوردگی: به ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر اکسایش خوردگی گفته می‌شود.

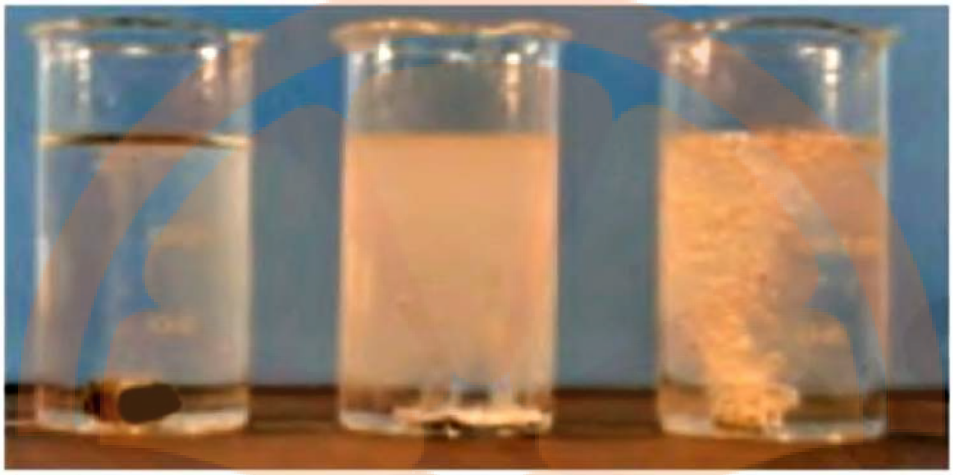
مثالی از اکسایش که باعث خوردگی می‌شود: آهن با اکسیژن در هوای مرطوب واکنش داده و زنگ آهن قهوه‌ای رنگ تولید می‌شود. این زنگار، متخلخل است و سبب می‌شود تا بخار آب و اکسیژن به لایه‌های زیرین نفوذ کند و باقی‌ماندهٔ فلز را مورد حمله قرار دهد. بدین ترتیب، اکسایش آهن تا آن‌جا پیش می‌رود که همهٔ فلز به زنگار تبدیل می‌شود؛ ماده‌ای که استحکام لازم را ندارد و در اثر ضربه، خرد می‌شود و فرو می‌ریزد.

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

✪ بیش‌تر بدانید: وجود یون‌های Fe^{2+} در آب و تبدیل آن‌ها به یون‌های Fe^{3+} سبب می‌شود. هنگام چکه کردن شیرهای آب پس از مدتی رسوب قهوه‌ای رنگی که همان زنگ آهن است، به‌وجود آید.

مثالی از اکسایش که باعث خوردگی نمی‌شود: آلومینیم با اکسیژن هوا واکنش می‌دهد و به آلومینیم اکسید تبدیل می‌شود، اما در برابر خوردگی مقاوم است زیرا آلومینیم اکسید جامدی با ساختار متراکم و پایدار است و بر روی آلومینیم می‌چسبد و از بقیهٔ آلومینیم محافظت می‌کند. به همین دلیل گاهی در ساختمان‌سازی از در و پنجره‌های آلومینیمی به جای آهن استفاده می‌شود.

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



۱ رفتار فلزها در واکنش با اسید، **متفاوت** است.

۲ **اغلب** فلزها با اسیدها واکنش داده و **گاز هیدروژن** تولید می‌کنند.

گاز هیدروژن + نمک فلز ⟵ اسید + فلز

۳ هر چه واکنش‌پذیری فلز بیش‌تر باشد، در شرایط یکسان با **سرعت بیش‌تری** با اسید وارد واکنش شده و گاز هیدروژن با سرعت بیش‌تری آزاد می‌شود.

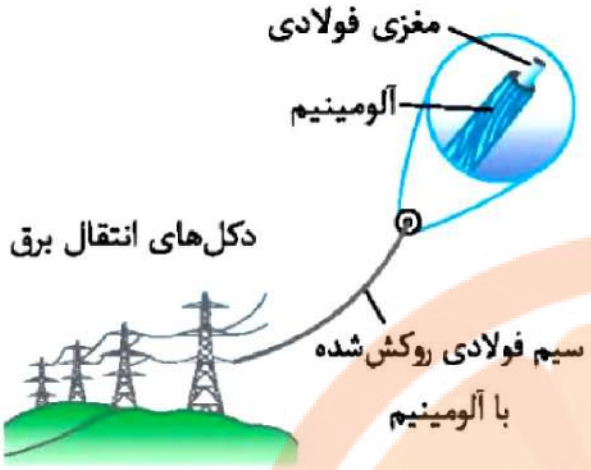
واکنش‌پذیری : $Al > Zn > Fe$

توجه دقت کنید در شکل بالا نمی‌توانیم بگوییم مقدار گاز آزادشده در واکنش آلومینیم بیش‌تر از بقیه است؛ زیرا مقدار گاز آزادشده به مقدار اولیهٔ فلز و عوامل دیگری مانند ضریب استوکیومتری هیدروژن و فلز وابسته است. در واقع در شکل فقط آهنگ تولید هیدروژن در ظرف سمت راست بیش‌تر است که نشان از واکنش‌پذیری بیش‌تر Al دارد.

۴ با توجه به واکنش‌پذیری بیش‌تر Al، این فلز سریع‌تر از آهن اکسید می‌شود ولی همان‌طور که گفته شد، آلومینیم خورده نمی‌شود.

✪ سیم‌های انتقال برق با **ولتاژ بالا** (فشار قوی) باید علاوه‌بر داشتن **رسانایی الکتریکی زیاد**، **ضخیم** و **مقاوم** نیز باشند.

در برخی کشورها این سیم‌ها را از **فولاد** و **آلومینیم** درست می‌کنند، به طوری‌که رشتهٔ درونی آن‌ها از فولاد و روکش آن‌ها از آلومینیم است.



آلومینیم
- رسانایی بیش‌تر از آهن و فولاد دارد. ← عامل مساعد
- چگالی کم‌تر نسبت به فولاد دارد و سبک‌تر است. ← عامل مساعد
- خورده نمی‌شود. ← عامل مساعد
- نرم است و استحکام ندارد. ← عامل نامساعد

به همین دلیل هستهٔ فولادی جهت حفظ و استحکام سیم به کار می‌رود و آلومینیم را روی آن می‌کشند که هم از خوردگی جلوگیری کند، هم وزن سیم کم شود و در نهایت رسانایی به خوبی انجام شود.

✪ برخی از فلزها در ترکیب با اکسیژن، **چند نوع اکسید** به‌وجود می‌آورند که به علت **ظرفیت‌های متنوع** آن فلزها است (در نام‌گذاری آن‌ها با عددهای رومی بار کاتیون را مشخص می‌کنیم):

فرمول	FeO	Fe_2O_3	Cu_2O	CuO
نام	آهن (II) اکسید	آهن (III) اکسید	مس (I) اکسید	مس (II) اکسید

✪ کروم در ترکیب‌های خود اغلب به‌صورت کاتیون Cr^{2+} یا Cr^{3+} یافت می‌شود.

✪ نافلزها نیز با اکسیژن ترکیب می‌شوند و اکسیدهای نافلزی را به‌وجود می‌آورند. ترکیب‌هایی مانند CO_2، SO_2، SO_3، NO_2 و ... نمونه‌هایی از اکسیدهای نافلزی هستند.

✪ برای نام‌گذاری این ترکیب‌ها از الگوی زیر پیروی می‌کنیم:

تعداد عنصر سمت چپ + نام عنصر سمت چپ + تعداد عنصر سمت راست + نام عنصر سمت راست + ید

N_2O_4

دی نیتروژن تترا اکسید

اگر در فرمول مولکولی یک ترکیب، تنها یک اتم از عنصر سمت چپ وجود داشته باشد، از به کار بردن **پیشوند مونو** پیش از نام این عنصر **چشم‌پوشی** می‌شود.

در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای (ساختار لوویس)، الکترون‌های **لایهٔ ظرفیت** اتم‌ها طوری کنار آن‌ها چیده می‌شوند که همهٔ اتم‌های ترکیب از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی کنند.

در **فرمول مولکولی**، اتمی که **سمت چپ** نوشته می‌شود (به‌جز اتم هیدروژن)، **اتم مرکزی** است و اتم‌های دیگر با یک، دو یا سه پیوند اشتراکی به آن متصل می‌شوند.

هرگاه اتم هالوژن اتم کناری باشد، تنها یک پیوند اشتراکی می‌دهد.

خواص اکسیدهای فلزی و نافلزی

ص ۶۸ـ۶۵

همه چیز دربارهٔ کلسیم اکسید (CaO) (آهک)

- یک اکسید فلزی است.
- اکسیدهای فلزی در آب تولید باز می‌کنند، به همین دلیل به اکسیدهای بازی معروفند.

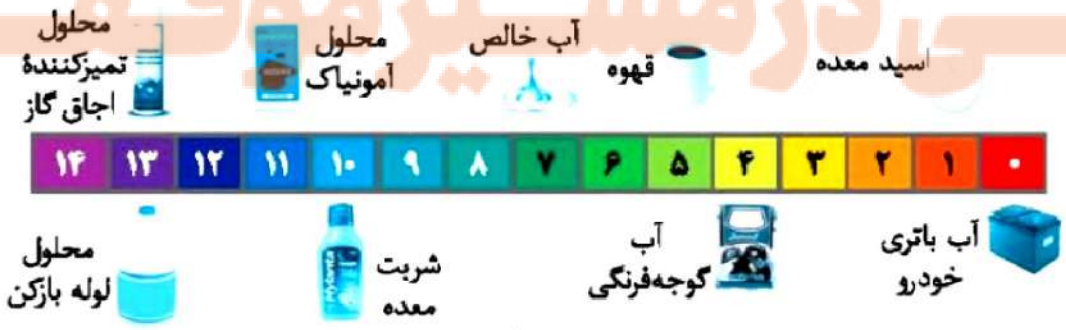
$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

- افزودن آن به خاک سبب می‌شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند.
- از آن برای کنترل میزان اسیدی بودن آب دریاچه‌ها استفاده می‌شود.

مرجان‌ها، گروهی از کیسه‌تنان با اسکلت آهکی هستند. این جانداران با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید در آب از بین می‌روند، زیرا کربن دی‌اکسید یک اکسید نافلزی است و در آب تولید اسید می‌کند. بنابراین به اکسیدهای نافلزی اکسیدهای اسیدی می‌گوییم.

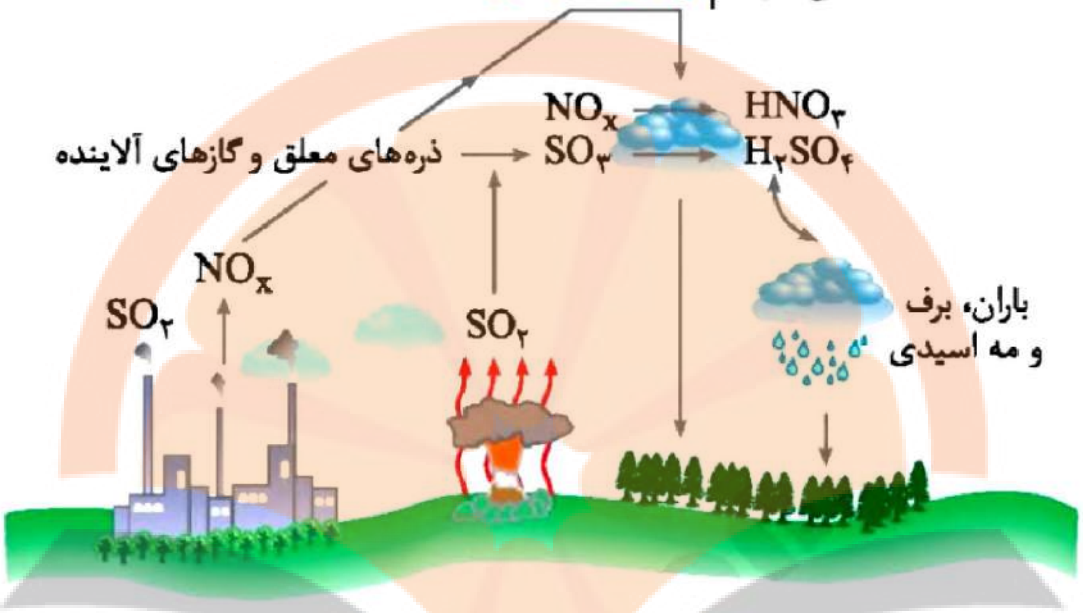
$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

اکسیدهای فلزی اغلب در آب تولید **باز** کرده، pH را بزرگ‌تر از ۷ کرده و رنگ کاغذ pH را **آبی** می‌کنند، به همین دلیل به **اکسیدهای بازی** معروفند. **اکسیدهای اسیدی** اغلب در آب تولید **اسید** کرده، pH آب را پایین‌تر از ۷ می‌آورند و رنگ کاغذ pH را **قرمز** می‌کنند، به همین دلیل به **اکسیدهای اسیدی** معروف هستند.



گسترهٔ pH محلول‌های آبی در دمای اتاق

باران در هوای پاک به علت وجود مقداری CO_2 در هوا دارای H_2CO_3 بوده و اندکی اسیدی بوده و pH آن از ۷ کم‌تر است. اما در حضور آلاینده‌های حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی مانند NO_2 و SO_2 خاصیت اسیدی چشمگیری پیدا می‌کنند و در این حالت می‌گوییم **باران اسیدی** باریده است.



چه بر سر هواکره می‌آوریم؟ ص ۶۸ ـ ۷۲

در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی انواع آلاینده‌ها وارد هواکره می‌شوند؛ مانند CO_2، CO، SO_2، NO، NO_2 و C_xH_y.

ردپا: سبک زندگی انسان می‌تواند بیانگر میزان اثرگذاری هر یک از انسان‌ها روی کرهٔ زمین و هواکره باشد. به این اثر اصطلاحاً ردپا می‌گوییم.

برای مثال هر چه مقدار کربن دی‌اکسید واردشده به طبیعت **زیادتر** باشد، ردپای CO_2 ایجادشده **سنگین‌تر** و اثر آن ماندگارتر خواهد بود؛ زیرا زمان لازم برای تعدیل این اثر به وسیلهٔ **پدیده‌های طبیعی طولانی‌تر** است.

چند جمله راجع به کربن دی‌اکسید:

۱. در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شود.

۲. چون در هوا جابه‌جا می‌شود، می‌تواند هوای شهرهای دیگر را آلوده کند. بنابراین هر رفتار ما بر زندگی همهٔ مردم جهان اثر خواهد گذاشت.

۳. ردپای آن نشان می‌دهد در تولید یک محصول یا بر اثر انجام یک فعالیت چه مقدار از این گاز تولید و وارد هواکره می‌شود.

۴. یک درخت تنومند سالانه در حدود ۵۰ کیلوگرم کربن دی‌اکسید مصرف می‌کند.

۵. یکی از راهکارهای کاهش ردپای کربن دی‌اکسید، کاشت و مراقبت از درختان و ایجاد کمربندهای سبز در شهرها و ... است.

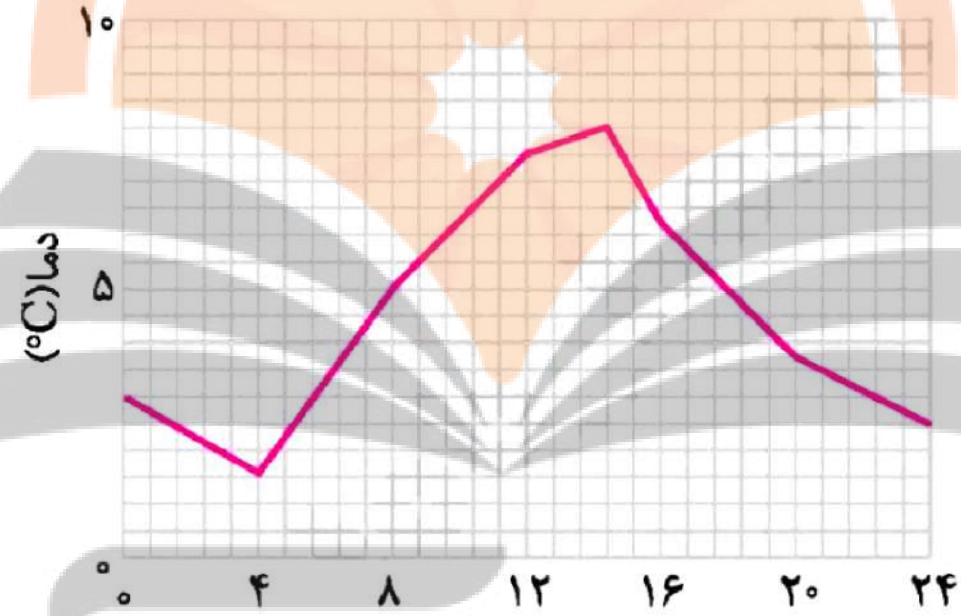
✪ افزایش مقدار CO_2 موجب افزایش میانگین جهانی دمای سطح زمین و کاهش میانگین جهانی سطح آب‌های آزاد و کاهش مساحت برف در نیم‌کرهٔ شمالی شده است.

■ اثر گلخانه‌ای

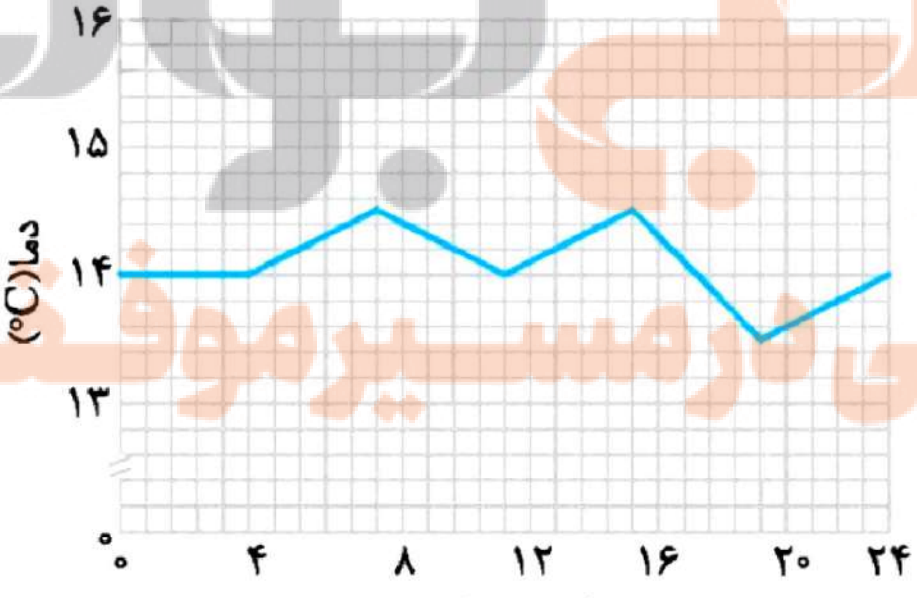
ص ۷۲ ـ ۷۳

✪ گلخانه‌ها، زمین‌های کشاورزی ویژه‌ای هستند که دورتادور آن‌ها را تا ارتفاع معین با لایه‌ای از پلاستیک‌های شفاف پوشانده‌اند. گلخانه، گیاه یا میوه را از آسیب‌های ناشی از تغییرات دما و آفت‌ها حفظ می‌کند.

✪ در نمودارهای زیر تغییرات دمایی بیرون گلخانه (آ) و درون گلخانه (ب) در یک روز زمستانی نشان داده می‌شود.



نمودار (آ)

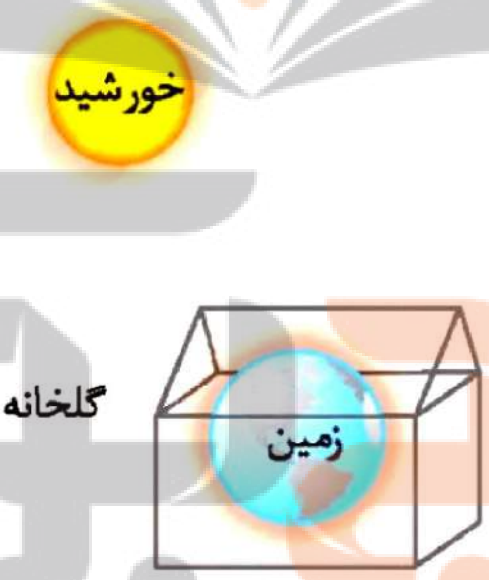


نمودار (ب)

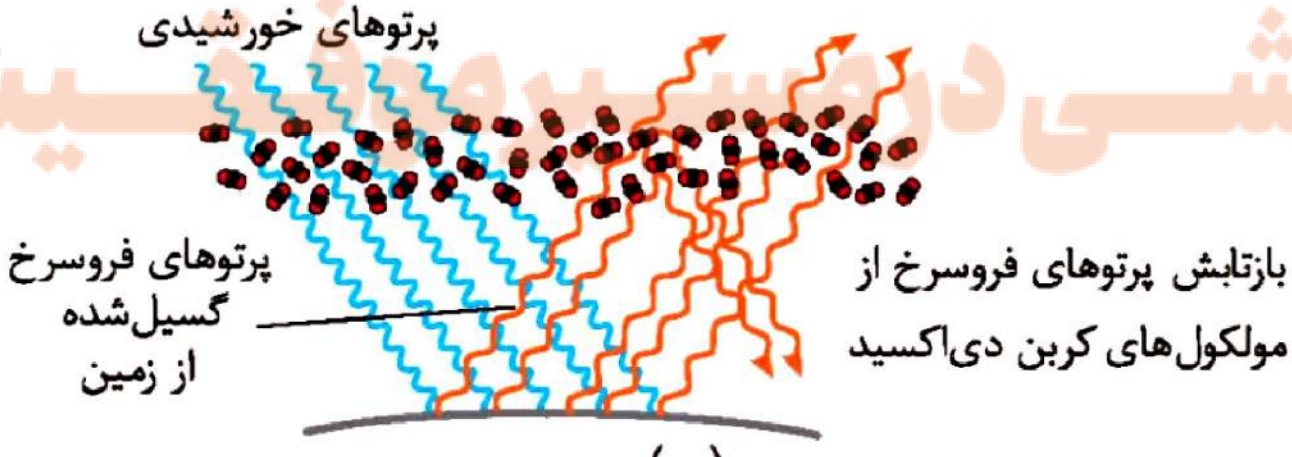
شکل‌های زیر نحوهٔ ورود و بازتاب پرتوهای خورشید به زمین را نشان می‌دهد.

به نکات دقت کنید:

(آ)



(ب)



(پ)

۱ نور خورشید هنگام گذر از هواکره با مولکول‌ها و دیگر ذره‌های آن برخورد می‌کند و تنها بخشی از آن به سطح زمین می‌رسد.

۲ زمین گرم شده و مانند یک **جسم داغ** از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد؛ با این تفاوت که **انرژی** پرتوهای گسیل‌شده، **کم‌تر** و **طول موج آن بلندتر** است.

۳ مقداری از پرتوهای گسیل‌شده از زمین با برخورد به گازهایی مانند CO_2 و H_2O به زمین باز می‌گردند و بدین ترتیب زمین را گرم‌تر می‌کنند.

۴ در واقع گازهای CO_2، H_2O و ... که به گازهای گلخانه‌ای معروف هستند، مانند پلاستیک شفاف گلخانه‌ها عمل کرده و باعث می‌شوند مقداری از پرتوهای گسیل‌شده از سمت زمین به خود زمین بازگردند.

۵ اگر این لایه وجود نداشت میانگین دمای کرهٔ زمین به $-18^{\circ}C$ کاهش می‌یافت بنابراین اثر گلخانه‌ای **اثر مفیدی** است. ولی آن‌چه بشر را نگران کرده افزایش گازهای گلخانه‌ای و **افزایش بیش از حد** دمای زمین است.

شیمی سبز، راهی برای محافظت از هواکره

ص ۷۷ ـ ۷۴

شیمی سبز: شاخه‌ای از شیمی است که در آن شیمیدان‌ها در جستجوی فرایندها و فراورده‌هایی هستند که به کمک آن‌ها بتوان کیفیت زندگی را با بهره‌گیری از منابع طبیعی افزایش داد و هم‌زمان از طبیعت محافظت کرد. در این راستا باید تولید و مصرف مواد شیمیایی را که ردپاهای سنگینی روی کرهٔ زمین بر جای می‌گذارند، کاهش داد یا متوقف کرد.

سوخت سبز: سوختی است که در ساختار خود **افزون بر کربن و هیدروژن، اکسیژن** نیز دارد و از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی به‌دست می‌آید. این مواد **زیست تخریب‌پذیرند**، از این رو به وسیلهٔ جانداران ذره‌بینی به مواد ساده‌تر تجزیه می‌شوند. **اتانول** و **روغن‌های گیاهی** نمونه‌هایی از این نوع سوخت‌ها هستند.

پلاستیک سبز (زیست تخریب‌پذیر): پلیمرهایی هستند که **بر پایهٔ مواد گیاهی** مانند نشاسته ساخته می‌شوند و به همین دلیل در ساختار آن‌ها **اکسیژن** نیز وجود دارد. این پلاستیک در مدت زمان نسبتاً کوتاهی تجزیه می‌شوند و به طبیعت باز می‌گردند.

روش‌های از بین بردن کربن دی‌اکسید (CO_2):

۱ تبدیل CO_2 به مواد معدنی: برای این منظور کربن دی‌اکسید تولیدشده در نیروگاه‌ها و مراکز صنعتی را با **منیزیم اکسید** یا **کلسیم اکسید** واکنش می‌دهند.

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

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

۲ دفن کردن CO_2: کربن دی‌اکسید را می‌توان به جای رها کردن در هواکره، در مکان‌های عمیق و امن در زیر زمین ذخیره و نگهداری کرد. 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.

تصویرخانه

در جدول زیر مقدار گرمای آزادشده و قیمت به ازای هر گرم از ۴ سوخت به همراه آلاینده‌هایی که تولید شده گزارش شده است، به نکات دقت کنید.

نام سوخت	بنزین	زغال سنگ	هیدروژن	گاز طبیعی
گرمای آزادشده (کیلوژول بر گرم)	۴۸	۳۰	۱۴۳	۵۴
فراورده‌های سوختن	CO, CO_2, H_2O	CO, CO_2, H_2O, SO_2	H_2O	CO, CO_2, H_2O
قیمت (ریال به ازای یک گرم)	۱۴	۴	۲۸۰۰	۵

۱ همه چیز دربارهٔ هیدروژن
- فراوان‌ترین عنصر در جهان است.
- به‌صورت ترکیب‌های گوناگون یافت می‌شود.
- می‌تواند با اکسیژن بسوزد و نور و گرما تولید کند.
- کم‌ترین آلایندگی را تولید می‌کند.
- تولید، حمل و نگهداری آن بسیار پرهزینه است.
- استفادهٔ انبوه از آن صرفهٔ اقتصادی ندارد.

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

زغال‌سنگ < بنزین < گاز طبیعی < هیدروژن : میزان انرژی به ازای ۱ گرم

۳ بیش‌ترین آلایندگی متعلق به **زغال سنگ** و کم‌ترین آلایندگی مربوط به **هیدروژن** است.

۴ ترتیب قیمت سوخت‌ها به ازای هر گرم از سوخت‌ها:

زغال‌سنگ < گاز طبیعی < بنزین < هیدروژن : قیمت به ازای هر گرم

۵ چند جمله راجع به محصولات سوختن سوخت‌ها:

- **بخار آب** در سوختن تمام سوخت‌ها ایجاد می‌شود.
- همهٔ سوخت‌ها **به‌جز هیدروژن** علاوه‌بر آب، CO و CO_2 نیز تولید می‌کنند.

توسعهٔ پایدار: توسعهٔ پایدار یعنی در تولید هر فراورده، همهٔ هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی آن در نظر گرفته شود.

تلاشی در مسیر موفقیت

دگرشکل (آلوتروپ): به شکل‌های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر گفته می‌شود.

همه چیز دربارهٔ اوزون
- گازی با مولکول‌های سه اتمی (O_3) است.
- یکی از آلوتروپ‌های اکسیژن است.
- در صنعت برای گندزدایی میوه‌ها، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره‌بینی درون آب استفاده می‌شود.
- واکنش‌پذیری آن از اکسیژن بیش‌تر است.
- نقطهٔ جوش آن بالاتر از اکسیژن است.

لایهٔ اوزون: به منطقهٔ مشخصی از **استراتوسفر** می‌گویند که بیش‌ترین مقدار اوزون در آن محدوده قرار دارد.

✪ مولکول‌های لایهٔ اوزون مانع ورود بخش عمده‌ای از تابش فرابنفش خورشید به سطح زمین می‌شود و به طریق زیر عمل می‌کند:

۱ پرتو فرابنفش به مولکول اوزون برخورد کرده و پیوند اشتراکی بین دو اتم اکسیژن می‌شکند و مولکول اوزون به یک اتم اکسیژن و یک مولکول اکسیژن تبدیل می‌شود:

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

۲ ذره‌های تولیدشده می‌توانند دوباره با یکدیگر واکنش داده و مولکول اوزون را تولید کنند:

$$O_2 + O \rightarrow \text{فروسرخ}$$

با تکرار پیوستهٔ این دو واکنش، لایهٔ اوزون بخش قابل توجهی از تابش فرابنفش را جذب می‌کند و تابش‌های کم انرژی‌تر فروسرخ را به زمین گسیل می‌دارد.

مجموعهٔ واکنش‌های لایهٔ اوزون را می‌توان با معادلهٔ زیر نمایش داد:

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

این واکنش یک **واکنش برگشت‌پذیر** می‌باشد که شیمیدان‌ها به واکنش در جهت (۱)، **واکنش رفت** و به واکنش در جهت (۲) **واکنش برگشت** می‌گویند.

با نقش **مفید** و **محافظتی اوزون** در لایهٔ **استراتوسفر** آشنا شدیم، در صورتی‌که همین مولکول در لایهٔ **تروپوسفر نقش زیان‌بار و مضر** دارد. این مولکول از اکسیژن واکنش‌پذیرتر است و آلاینده‌ای سمی و خطرناک به‌شمار می‌آید که وجود آن در هوایی که تنفس می‌کنیم، سبب سوزش چشم و آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود.

نحوهٔ تشکیل اوزون تروپوسفری:

۱ گاز نیتروژن به عنوان اصلی‌ترین جزء سازندهٔ هواکره، واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی‌دهد، اما در هنگام رعد و برق (به علت بالا بودن دما) این دو گاز با هم ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می‌شود.

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

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

۲ از سوی دیگر در هوای آلودهٔ شهرهای صنعتی و بزرگ، به میزان قابل توجهی اکسیدهای نیتروژن وجود دارد که از واکنش N_2 و O_2 درون موتور خودروها در دمای بالا به‌وجود می‌آیند.

✿ از آن‌جا که گاز NO_2 به رنگ قهوه‌ای است، هوای آلودهٔ کلانشهرها اغلب به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شود.

۳ در این حالت در حضور نور خورشید واکنش زیر انجام می‌شود که مقداری گاز اوزون تولید می‌کند. این اوزون، همان اوزون تروپوسفری است.

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

خواص و رفتار گازها

ص ۸۴ ـ ۸۱

✿ خواص گازها را در چند بند با هم بررسی می‌کنیم و شکل‌های آن‌ها را می‌بینیم، این‌جا از تصویرخانه خبری نیست!

۱ **ماده به حالت گاز، شکل و حجم معینی ندارد؛** بلکه به شکل ظرف محتوی آن درمی‌آید و همهٔ فضای ظرف را اشغال می‌کند. از این رو، حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف محتوی آن برابر است.

(آ) (ب) (پ)

آ) شکل و حجم یک مادهٔ جامد به شکل ظرف بستگی ندارد.

ب) مایع‌ها به شکل ظرف محتوی آن‌ها درمی‌آیند.

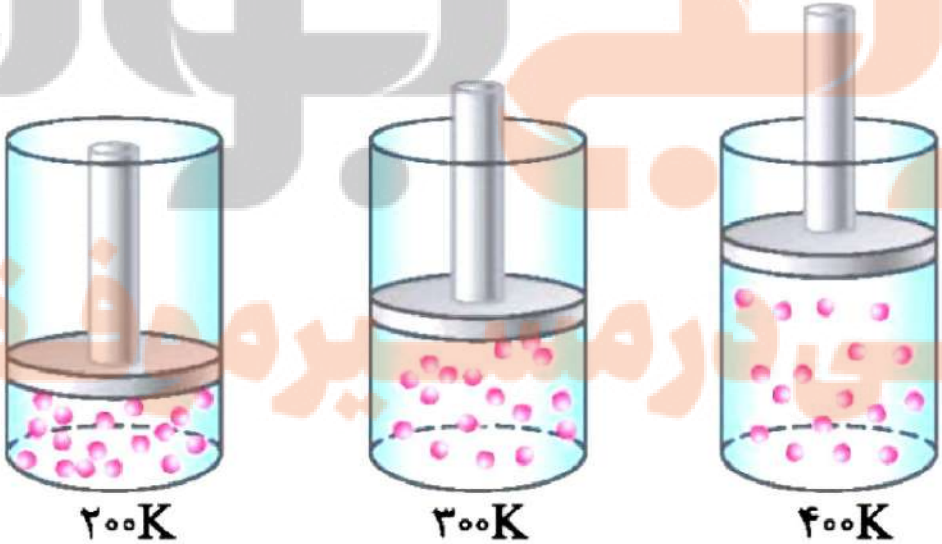
پ) به محض باز کردن شیر در لولهٔ رابط بین دو ظرف، گاز در هر دو محفظه پخش می‌شود.

مثال پخش شدن بوی نان تازه، گلاب و دود اسپند در فضای خانه، نشان می‌دهد که مولکول‌های یک مادهٔ گازی در هوا منتشر می‌شوند.

مثال بوی گل رز و محمدی ناشی از انتشار مولکول‌های گازی از آن است.

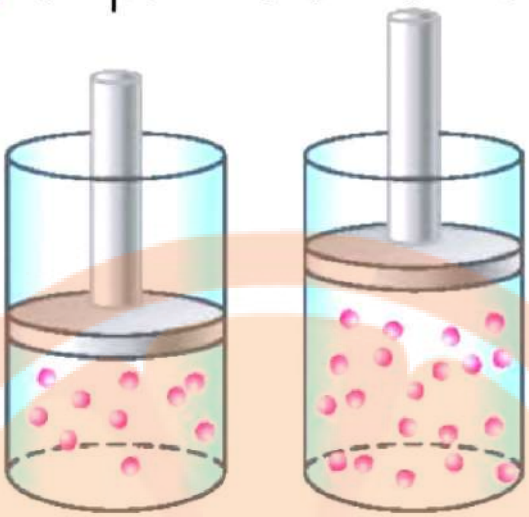
۲ گازها برخلاف جامدها و مایع‌ها تراکم‌پذیرند. به طوری‌که اگر به یک نمونه گاز موجود در سرنگی یا سیلندری با پیستون روان، فشار وارد کنیم، گاز فشرده‌تر و حجم آن کم‌تر می‌شود. در واقع **حجم و فشار رابطهٔ عکس دارند.**

۳ **با افزایش دما حجم گاز افزایش می‌یابد.** به عبارت دیگر حجم گاز با دما رابطهٔ **مستقیم** دارد.



مثال قرار دادن بادکنک‌های پرشده از هوا، درون نیتروژن مایع سبب می‌شود که حجم آن‌ها به شدت کاهش یابد.

۴ با **افزایش مقدار** گاز در دما و فشار ثابت، حجم گاز **افزایش** می‌یابد.



برای توصیف یک نمونه گاز افزون بر مقدار، باید دما و فشار آن نیز مشخص باشد؛ برای مثال ۰/۲ مول گاز اکسیژن در دما و فشار اتاق مثالی از یک نمونه گاز است.

قانون آووگادرو: در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است.

شیمیدان‌ها دمای **صفر درجهٔ سلسیوس** و **فشار یک اتمسفر** را به عنوان **شرایط استاندارد** (STP) در نظر گرفته‌اند و به این نتیجه رسیدند که حجم یک مول گاز در شرایط STP برابر با ۲۲/۴ لیتر است.

از هر گاز چقدر؟ ص ۸۵ ـ ۸۴

استوکیومتری واکنش: به بخشی از دانش شیمی که به **ارتباط کمّی** میان مواد شرکت‌کننده (واکنش‌دهنده و فراورده) در هر واکنش می‌پردازد، استوکیومتری واکنش می‌گویند.

این دانش کمک می‌کند تا شیمی‌دان‌ها و مهندسان در آزمایشگاه و صنعت با بهره‌گیری از آن مشخص کنند که برای **تولید مقدار معینی** از یک فراورده **به چه مقدار** از هر واکنش‌دهنده نیاز است.

این دو واکنش را به خاطر بسپارید: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$

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

✪ به هر یک از ضرایب مواد شرکت‌کننده در یک معادلهٔ موازنه‌شده، ضریب

تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت

ص ۸۷ ـ ۸۶

مخلوطی از گازهای **اکسیژن** و **هیدروژن** در حضور کاتالیزگر یا جرقه در یک **واکنش سریع و شدید**، منفجر می‌شود و آب تولید می‌کند. اما در مخلوطی از گازهای **نیتروژن** و **هیدروژن** در حضور کاتالیزگر یا جرقه، **هیچ واکنشی رخ نمی‌دهد**.

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

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

از این رو گاز نیتروژن به **جو بی‌اثر** شهرت یافته و در محیط‌هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است به جای آن از گاز نیتروژن استفاده می‌کنند.

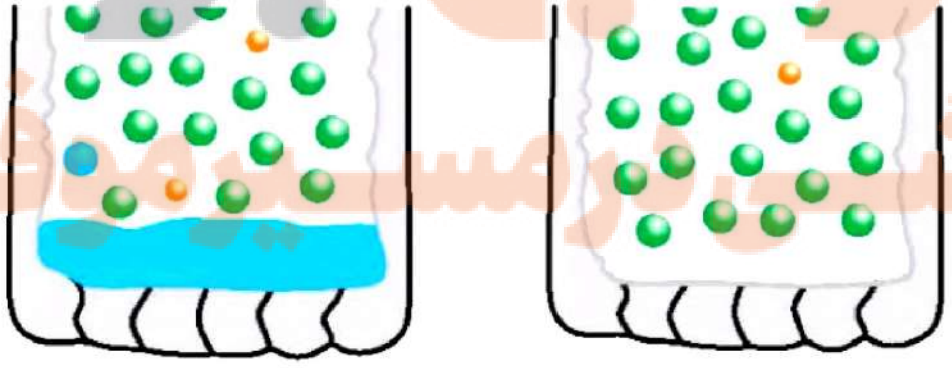
پر کردن تایرها با گاز نیتروژن فواید زیر را دارد:

۱) در هوا مقداری **آب** وجود دارد که به مرور باعث خوردگی و خراب شدن اجزای فلزی داخل لاستیک می‌شود.

۲) چون **حجم** مولکول N_2 از O_2 **بیش‌تر** است، دیرتر از منافذ لاستیک خارج می‌شود و به عبارتی باد لاستیک دیرتر خالی می‌شود.

۳) نیتروژن در فرایند احتراق، به همراه اکسیژن شرکت نمی‌کند، بنابراین از نظر ایمنی به هوا ارجحیت دارد.

۴) نیتروژن از هوا سبک‌تر است و استفاده از آن موجب کاهش وزن باد لاستیک می‌شود که می‌تواند کاهش سوخت را به همراه داشته باشد.



✪ **آمونیاک** یکی از مهم‌ترین ترکیب‌هایی است که امروزه در صنعت از نیتروژن طی واکنش زیر تولید می‌شود:

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

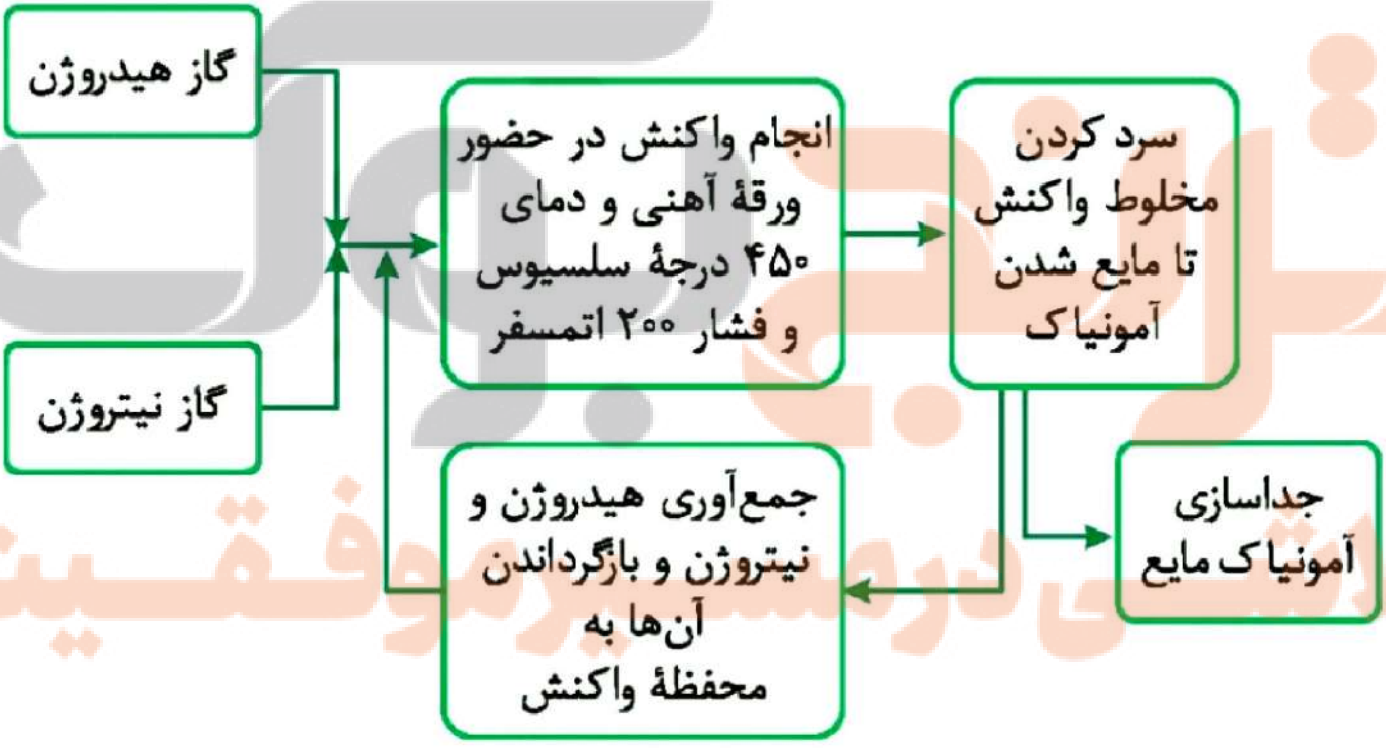
فریتس هابر برای انجام این واکنش با دو مشکل روبه‌رو بود:

۱ پیدا کردن **شرایط بهینه** برای انجام این واکنش.

۲ **جداسازی آمونیاک** از ظرف واکنش که مخلوط سه گاز H_2، N_2 و NH_3 بود.

حل مشکل اول: او آزمایش‌های زیادی انجام داد تا توانست شرایط بهینه برای این واکنش را پیدا کند. این شرایط عبارت بود از **دمای** $450^\circ C$، **فشار** $200\,atm$ و **کاتالیزگر آهن**. با این شرایط مقدار قابل توجهی آمونیاک تولید می‌شود، اما همهٔ واکنش‌دهنده‌ها به فراورده تبدیل نمی‌شوند. زیرا این واکنش **برگشت‌پذیر** است.

حل مشکل دوم: چون نقطهٔ جوش آمونیاک **بالاتر** از دو گاز دیگر است، هنگام سرد کردن **زودتر مایع می‌شود** و می‌توان آن را جدا کرد. طرح زیر روش تولید آمونیاک را به طور کامل نشان می‌دهد.



فصل ۳: آب، آهنگ زندگی

پویایی زمین و آشنایی با آب‌کره

ص ۹۵ ـ ۹۱

چند جملهٔ ابتدایی راجع به آب:

۱ آب در جای‌جای گیتی، نماد زندگی است.

۲ زمین در فضا به رنگ آبی دیده می‌شود؛ زیرا نزدیک به ۷۵ درصد سطح آن را آب پوشانده است.

۳ اگر کرهٔ زمین را مسطح در نظر بگیریم، آب همهٔ سطح آن را تا ارتفاع ۲ متر می‌پوشاند.

۴ آب اقیانوس‌ها و دریاها **مخلوطی همگن** است که اغلب مزهٔ شور دارد.

✪ کرهٔ زمین سامانه‌ای بزرگ است که شامل چهار بخش است:

۱ هواکره ۲ آب‌کره ۳ سنگ‌کره ۴ زیست‌کره

تصویرخانه

هواکره از مولکول‌های کوچک شامل نیتروژن، اکسیژن و... تشکیل شده است.

سنگ‌کره از مواد جامد مانند ماسه، نمک‌ها و... تشکیل شده است.

آب‌کره از مولکول‌های کوچک آب، یون‌ها و... تشکیل شده است.

زیست‌کره شامل جانداران روی کرهٔ زمین است. در واکنش‌های آن‌ها، درشت مولکول‌ها نقش اساسی ایفا می‌کنند.

انواع مبادلهٔ مواد بین این چهار بخش:

۱ سالانه حجم عظیمی از آب دریاها بخار و وارد هواکره می‌شود و ابرها را تشکیل می‌دهند. همین ابرها مقداری از بارش خود را در آب‌کره می‌ریزند.
← مبادلهٔ بین هواکره و آب‌کره

۲ فعالیت‌های آتشفشانی سبب می‌شود گازهای گوناگون و مواد شیمیایی جامد به‌صورت گرد و غبار وارد هواکره شود، هواکره نیز مقداری از بارش خود را روی سنگ‌کره می‌ریزد. ← مبادلهٔ بین هواکره و سنگ‌کره

۳ نمک‌ها و سنگ‌های سنگ‌کره در آب دریاها حل می‌شوند. با تبخیر آب دریا، رسوب نمک‌ها و سنگ‌ها در کف اقیانوس‌ها و ساحل به سنگ‌کره بازمی‌گردد.
← مبادلهٔ بین آب‌کره و سنگ‌کره

۴ جانداران آبزی مقدار بسیار زیادی از اکسیژن محلول در آب را مصرف می‌کنند و میلیاردها تن گاز کربن‌دی‌اکسید وارد هواکره می‌کنند. ← مبادلهٔ بین آب‌کره و زیست‌کره

۵ لاشهٔ گیاهان و جانوران بر اثر واکنش‌های شیمیایی تجزیه شده و به‌صورت مولکول‌های کوچک‌تری وارد آب‌کره، هواکره و سنگ‌کره می‌شوند و هم‌چنین جانداران سالانه مقدار بسیار زیادی از ترکیب‌های کربن‌دار را وارد بخش‌های گوناگون کرهٔ زمین می‌کنند. ← ارتباط زیست‌کره با هواکره، سنگ‌کره و آب‌کره

نکته زمین از دیدگاه شیمیایی پویاست، به این معنی که بخش‌های گوناگون آن با یکدیگر برهم‌کنش‌های فیزیکی و شیمیایی دارند.

تصویرخانه

در جدول زیر میزان برخی از یون‌های موجود در آب دریا آورده شده است. با توجه به جدول نکات زیر را می‌توان به‌دست آورد.

نام یون	کلرید	سدیم	سولفات	منیزیم
نماد یون	Cl^-	Na^+	SO_4^{2-}	Mg^{2+}
مقدار یون (میلی‌گرم یون در یک کیلوگرم آب دریا)	۱۹۰۰۰	۱۰۵۰۰	۲۶۵۵	۱۳۵۰

تلاشی در مسیر موفقیت

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

۱ **بیش‌ترین یون** موجود در آب دریا، **یون کلرید** (Cl^-) و **کم‌ترین یون** موجود، **یون برمید** (Br^-) است که هر دو **آنیون** هستند و از گروه هالوژن‌ها می‌باشند.

۲ **بیش‌ترین کاتیون** موجود در آب دریا **یون سدیم** (Na^+) است البته کاتیون‌های دیگری از جمله Mg^{2+}، Ca^{2+} و K^+ در آب دریا وجود دارند که همگی متعلق به **گروه‌های ۱ و ۲ جدول تناوبی** می‌باشند.

۳ دو یون **چند اتمی** CO_3^{2-} و SO_4^{2-} نیز در آب دریا وجود دارند.

۴ انحلال نمک‌هایی مانند $NaCl$، $MgCl_2$ و ... باعث وجود این یون‌ها در آب دریا شده است.

✪ با توجه به شکل زیر متوجه می‌شویم که بیش‌تر آب‌های روی زمین شور هستند و نمی‌توان از آن‌ها در کشاورزی، مصارف خانگی و صنعتی استفاده کرد.

مقایسهٔ منابع آبی روی زمین: منابع اقیانوسی (٪۹۷/۲) > منابع غیراقیانوسی (٪۲/۸)

مقایسهٔ منابع غیراقیانوسی: کوه‌های یخ (٪۲/۱۵) > آب‌های زیرزمینی > نهرها و جوی‌ها > آب شیرین و آب شور دریاچه‌ها، رطوبت خاک و بخار آب موجود در هوا

توجه درست است که منابع آب شور را نمی‌توان در کشاورزی و مصارف خانگی استفاده کرد، ولی این آب‌ها منابع ارزشمندی برای تهیه و استخراج مواد شیمیایی گوناگون، تولید مواد پروتئینی، مواد و وسایل تزیینی، تهیهٔ داروهای گوناگون و ... هستند.

✪ 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 آب مقطر نام دارد.

■ همراهان ناپیدای آب

ص ۱۰۰ ـ ۹۵

✪ دریاها مخلوطی همگن از انواع یون‌ها و مولکول‌ها در آب هستند که مقدار و نوع مواد حل‌شده در دریاهای مختلف با هم فرق دارد؛ زیرا آب‌هایی که به دریاها می‌ریزند در مسیر خود از زمین‌هایی گذر می‌کنند که مواد شیمیایی گوناگون دارند.

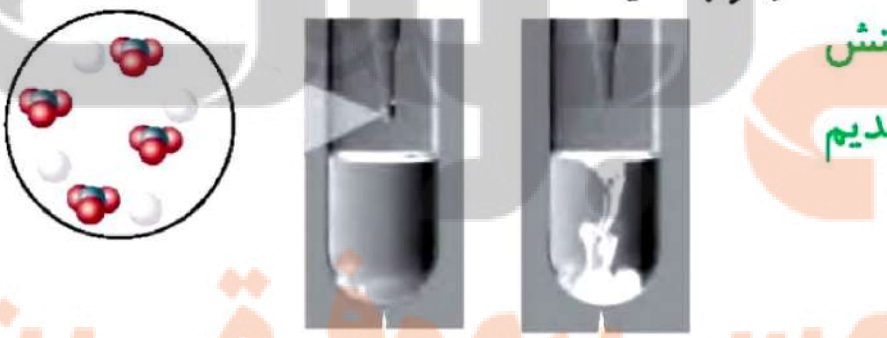
□ حفظ کردن چند واکنش مهم:

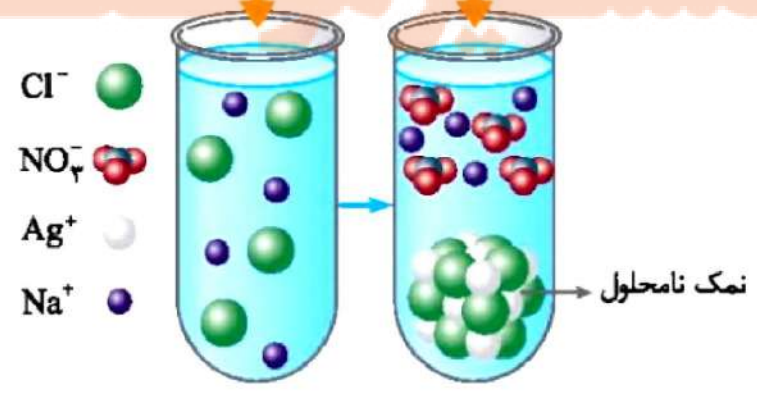
۱ آزمایشی برای شناسایی یون Cl^- و یا Ag^+ :

$$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$$

رسوب سفید

رسوب سفید نقره کلرید از واکنش محلول نقره نیترات با محلول سدیم کلرید تشکیل می‌شود.





تلاشی درمسیر موفقیت

۴ آزمایشی برای شناسایی یون Ca^{2+} در آب:

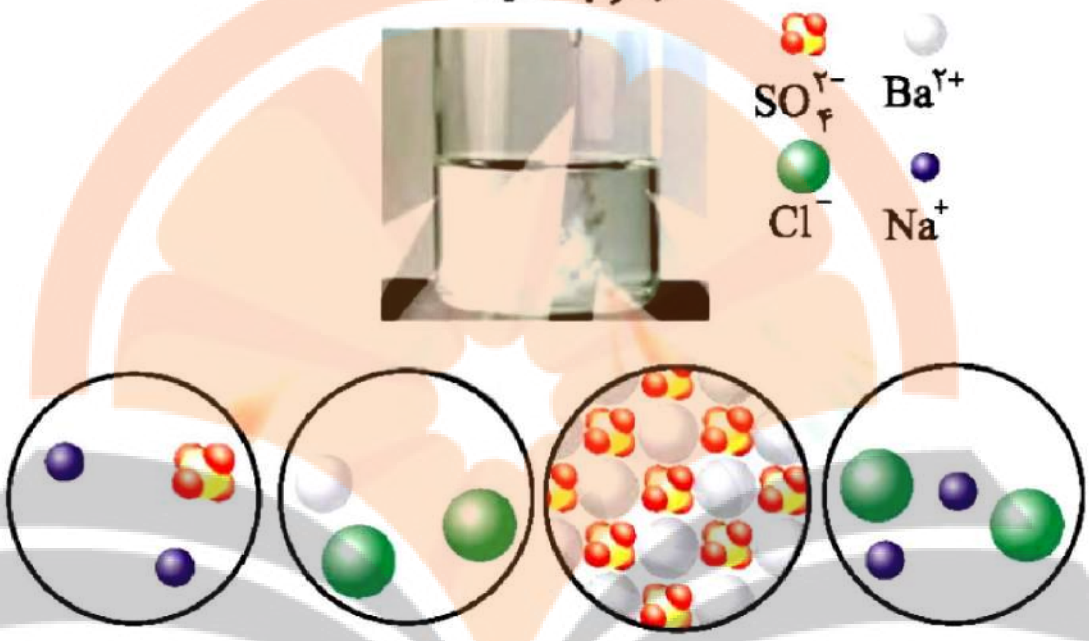
$$2Na_3PO_4(aq) + 3CaCl_2(aq) \rightarrow 6NaCl(aq) + Ca_3(PO_4)_2(s)$$

رسوب سفید

۳ آزمایشی برای شناسایی یون Ba^{2+} در محلول آبی:

$$BaCl_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + NaCl(aq)$$

رسوب سفید



آب آشامیدنی

- مخلوطی زلال و همگن است.
- حاوی مقدار کمی از یون‌های گوناگون است.
- برخی یون‌ها **به طور طبیعی** در آب حل شده‌اند.
- برخی یون‌ها در مراکز تأمین آب آشامیدنی سالم به آن افزوده می‌شوند.
- مقدار بسیار کمی **یون فلوئورید** (F^-) در مراکز تأمین آب آشامیدنی برای **حفظ سلامت دندان‌ها** به آن افزوده می‌شود.

✪ در برخی از آب‌های آشامیدنی مقدار یون‌های حل‌شده به قدری زیاد است که مزهٔ آب را تغییر می‌دهد، در واقع تفاوت آب آشامیدنی و دیگر آب‌ها در نوع و مقدار حل‌شونده‌های آن‌ها است.

انواع یون

- تک‌اتمی: فقط از یک اتم تشکیل شده‌اند؛
  مانند: Ca^{2+} ، Cl^- ، Na^+ و F^- و ...
- چنداتمی: از اتصال دو یا چند اتم تشکیل شده است؛
  مانند: NO_3^- ، SO_4^{2-} و ...

◎ نکته در یون‌های چنداتمی بار به اتم خاصی تعلق ندارد، بلکه متعلق به کل یون است.

نوشتن فرمول شیمیایی بین دو یون

۱ نماد کاتیون را سمت چپ و فرمول شیمیایی آنیون را در سمت راست می‌نویسیم.

۲ بار کاتیون را به عنوان زیروند زیر آنیون و بار آنیون را به عنوان زیروند زیر کاتیون می‌نویسیم.

۳ در مجموع یک ترکیب یونی **خنثی** به‌دست می‌آید.

✪ 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.

■ محلول و مقدار حل‌شونده‌ها و انواع محلول

ص ۱۰۷ ـ ۱۰۰

محلول: مخلوطی همگن از دو یا چند ماده است که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی محلول در سرتاسر آن **یکسان** و **یکنواخت** می‌باشد.

چند مثال از محلول‌ها

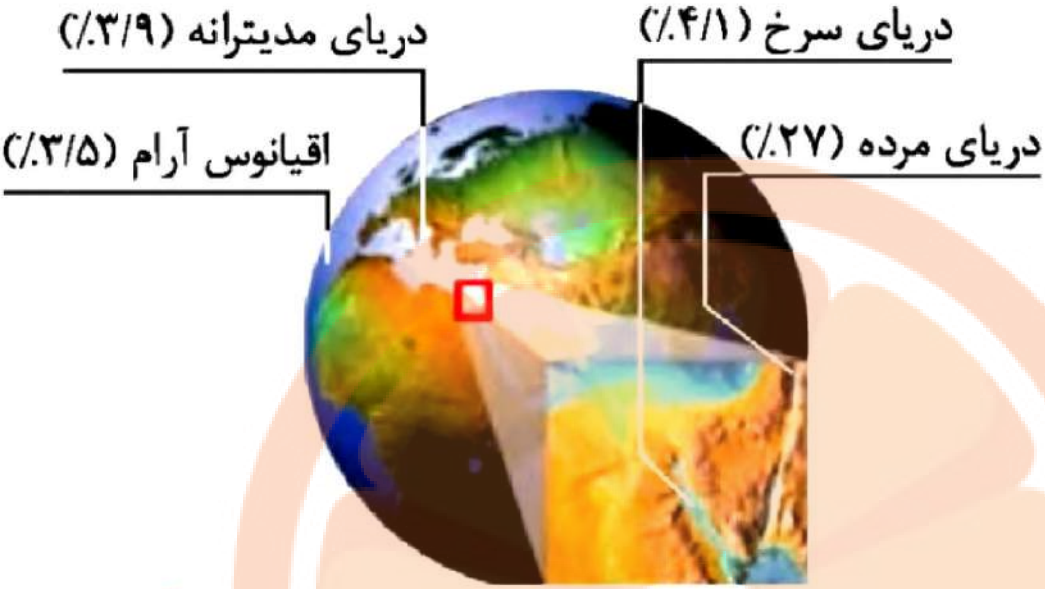
- هوای پاکی که تنفس می‌کنیم، محلولی از گازهاست.
- سرم فیزیولوژی، محلول نمک در آب است.
- **ضد یخ**، محلول **اتیلن گلیکول** در آب است.
- گلاب، **مخلوطی** همگن از چند مادهٔ آلی در آب است.

انواع محلول

- **رقیق:** شمار ذره‌های حل‌شونده(ها) در واحد حجم کم است. مانند سرم فیزیولوژی و مس (II) سولفات رقیق که آبی کم‌رنگ است.
- **غلیظ:** شمار ذره‌های حل‌شونده(ها) در واحد حجم زیاد است. مانند گلاب دو آتیشه و مس (II) سولفات غلیظ که آبی پر رنگ است.

ترنج
تلاشی در مسیر موفقیت

✪ با توجه به شکل زیر متوجه می‌شویم که مقدار نمک‌های حل‌شده در آب دریاهای گوناگون با هم تفاوت دارد:



مقدار نمک حل شده در آب دریاها : دریای مرده (بحرالمیت) (٪۲۷) > اقیانوس آرام (٪۳/۵) > دریای مدیترانه (٪۳/۹) > دریای سرخ (٪۴/۱)

✪ انسان روی دریای مرده شناور می‌ماند.

چند جمله:

۱ محلول از دو جزء **حلال** و **حل‌شونده** تشکیل شده است.

۲ حلال جزئی از محلول است که حل‌شونده را در خود حل می‌کند و **شمار مول‌های** آن بیش‌تر است.

۳ خواص محلول‌ها به خواص **حلال**، **حل‌شونده** و **مقدار هر یک** از آن‌ها بستگی دارد.

۴ دانستن این‌که چه مقدار حل‌شونده در یک محلول وجود دارد، می‌تواند به **درک خواص**، **رفتار** و **کاربرد آن محلول** کمک کند.

غلظت: غلظت یک محلول برابر با مقدار حل‌شونده در مقدار معینی از **حلال** یا **محلول** تعریف می‌شود.

در جدول زیر با انواع غلظت آشنا می‌شوید:

غلظت	تعریف	فرمول	کاربرد
قسمت در میلیون (ppm)	نشان می‌دهد که در یک میلیون گرم از محلول، چند گرم حل‌شونده وجود دارد.	$ppm = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰^{۶}$	برای بیان ساده‌تر غلظت محلول‌های بسیار رقیق، مانند غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب معدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های هوا
درصد جرمی (٪w/w)	هم‌ارز با شمار قسمت‌های حل‌شونده در ۱۰۰ قسمت محلول است.	$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰$	برای بیان محلول استریل سدیم کلرید ۰/۹ درصد که برای شست‌وشوی دهان استفاده می‌شود. سرکهٔ خوراکی محلول ۵ درصد جرمی استیک اسید در آب است و محلول غلیظ نیتریک اسید در صنعت با غلظت ۷۰ درصد جرمی است.
غلظت مولی (مولار)	به تعداد مول‌های حل‌شده در یک لیتر محلول غلظت مولی می‌گوییم.	$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول حل‌شونده}}{\text{حجم حلال (L)}}$	پرکاربردترین غلظت است.

دو جمله از حاشیهٔ کتاب درسی:

۱ هنگام بیماری، توازن غلظت برخی گونه‌ها در خون به هم می‌خورد. از این رو انجام آزمایش‌های پزشکی و تعیین غلظت گونه‌های موجود در خون و دیگر محلول‌های بدن از ضروری‌ترین کارها در مراکز درمانی برای رسیدگی به یک بیمار است.

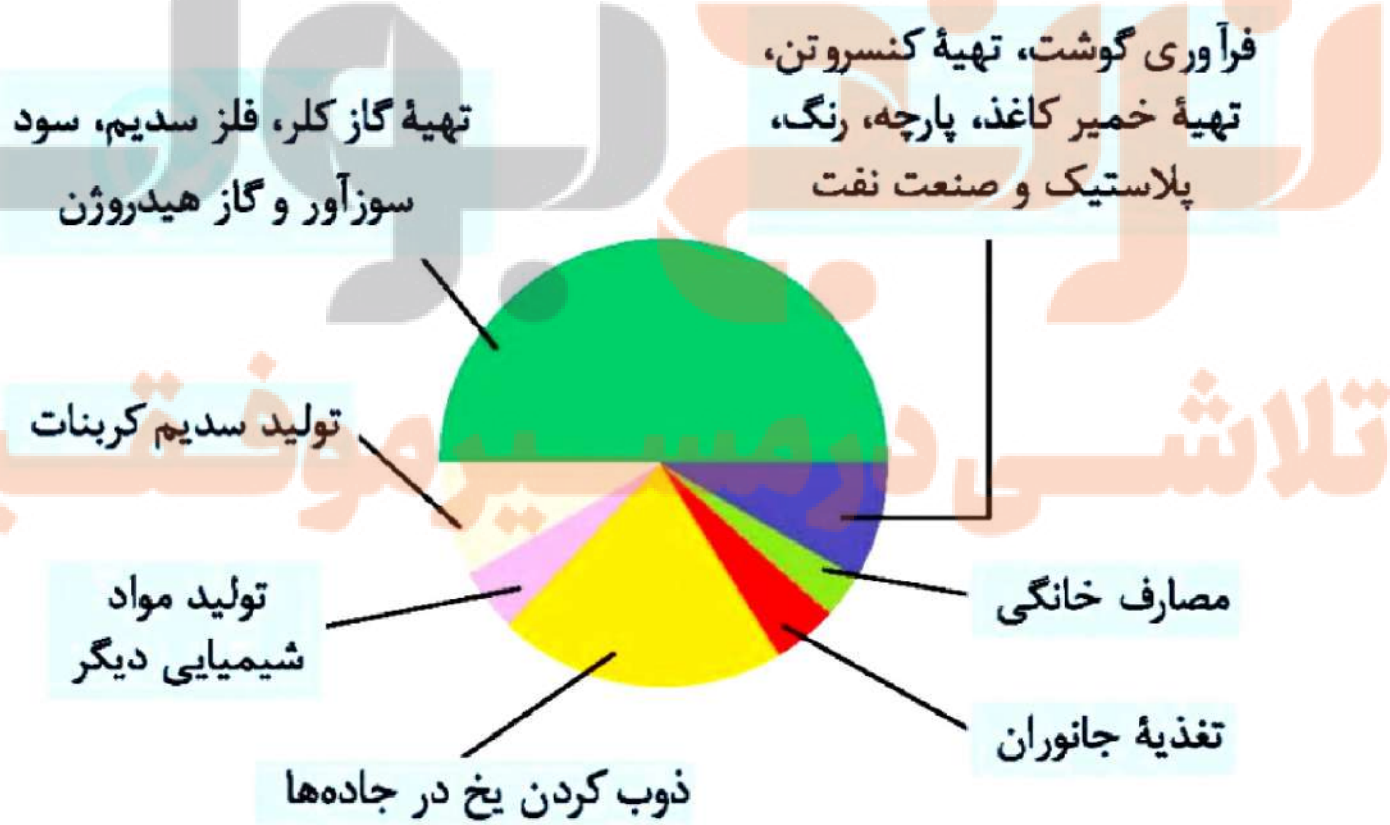
۲ دستگاه **گلوکومتر** (اندازه‌گیری قند خون)، **میلی‌گرم‌های گلوکز** را در **دسی‌لیتر** (dL) **از خون** نشان می‌دهد.

$$1dL = 100mL$$

انواع روش‌های جداسازی مواد شیمیایی موجود در آب دریا:

- تبلور (فیزیکی)
- برقکافت (عبور برق از نمونه) (شیمیایی)

۱ **تبلور (روش فیزیکی):** سالانه میلیون‌ها تن **سدیم کلرید** با روش تبلور از آب دریا جداسازی و استخراج می‌شود. **بیش‌ترین میزان مصرف** نمک خوراکی در تهیهٔ گاز کلر، فلز سدیم، سودسوزآور و گاز هیدروژن است و **کم‌ترین میزان مصرف** آن در مصارف خانگی می‌باشد.



۴ **برقکافت (روش شیمیایی):** با این روش می‌توانیم فلز **منیزیم** را از آب دریا جدا کنیم.

- ابتدا منیزیم موجود در آب دریا ($Mg^{2+}(aq)$) را به‌صورت مادهٔ **جامد و نامحلول** $Mg(OH)_2$ رسوب می‌دهند.
- سپس $Mg(OH)_2$ را تبدیل به $MgCl_2$ می‌کنند.
- در پایان با استفاده از جریان برق **منیزیم کلرید مذاب** را به عنصرهای سازندهٔ آن تجزیه می‌کنند.

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

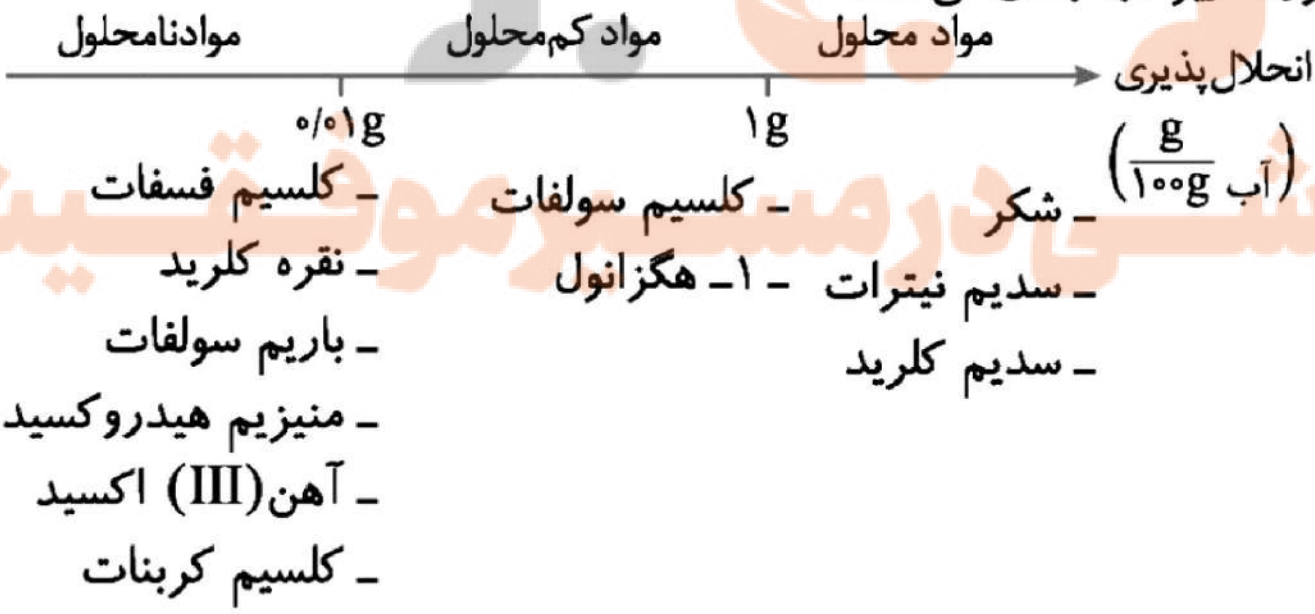
آیا نمک‌ها به یک اندازه در آب حل می‌شوند؟

ص ۱۰۷ ـ ۱۰۸

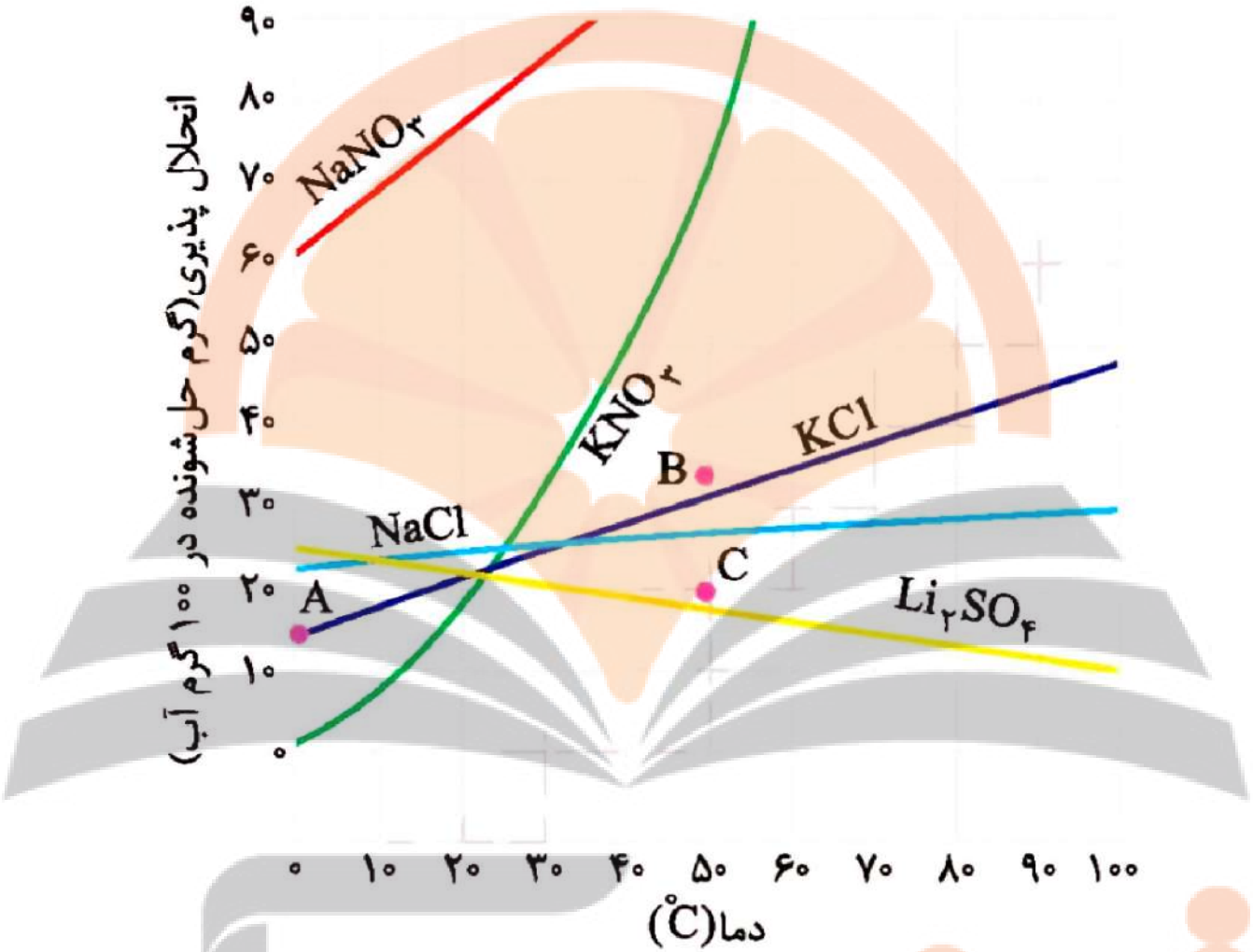
انحلال‌پذیری: **بیش‌ترین** مقدار از یک حل‌شونده را که در ۱۰۰ گرم **حلال** و **دمای معین** حل می‌شود، انحلال‌پذیری آن ماده می‌نامند.

در این عبارت واژهٔ «بیش‌ترین» نشان‌دهندهٔ رسیدن محلول به حالت **سیرشده** است، محلولی که نمی‌تواند حل‌شوندهٔ بیش‌تری را در خود حل کند.

- آمارها نشان می‌دهد که نزدیک به ۳ درصد از جمعیت کشورمان سنگ کلیه دارند. اغلب این سنگ‌ها از رسوب برخی **نمک‌های کلسیم‌دار** در کلیه‌ها تشکیل می‌شود. پس در افرادی که به سنگ کلیه مبتلا می‌شوند، مقدار این نمک‌ها در ادرار از انحلال‌پذیری آن‌ها **بیش‌تر** است.
- شیمیدان‌ها مواد حل‌شوندهٔ جامد را بر اساس انحلال‌پذیری در آب و دمای معین به‌صورت زیر طبقه‌بندی می‌کنند:



در زیر نمودار «**انحلال‌پذیری ـ دما**» برای چند ماده در آب رسم شده است. به نکات آن توجه کنید:



۱ از مواد داده‌شده تنها انحلال Li_2SO_4 **گرماده** بوده و بقیه گرماگیر هستند.

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

۳ برای نمودار KCl نقطهٔ A (**سیرشده**)، نقطهٔ B (**فراسیرشده**) و نقطهٔ C (**سیرنشده**) است.

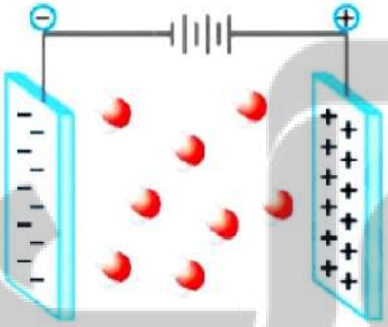
تلاش در مسیر موفقیت

رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی

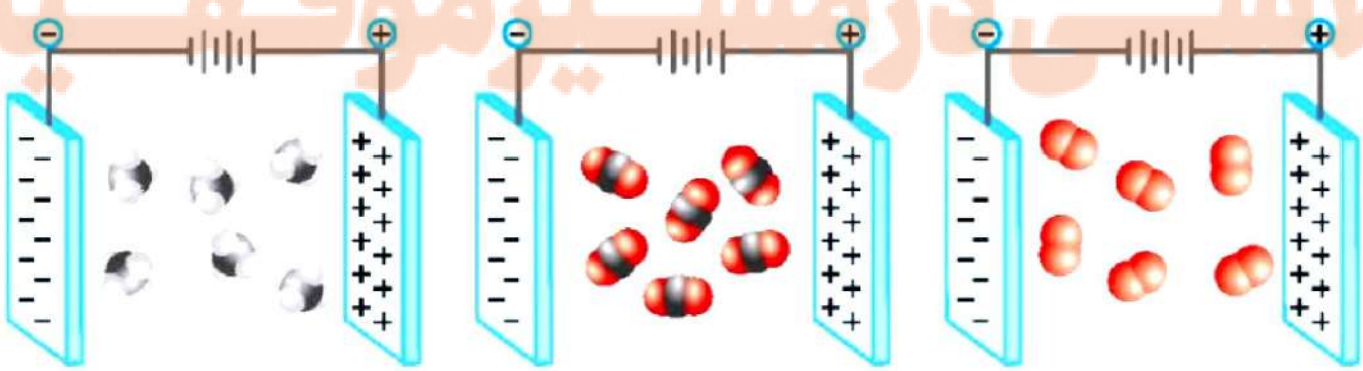
آب

- تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز (بخار) در طبیعت یافت می‌شود.
- توانایی حل کردن اغلب مواد در خود را دارد.
- به هنگام انجماد افزایش حجم پیدا می‌کند.
- دارای نقطهٔ جوش بالا و غیرعادی است.
- باریکهٔ آب به وسیلهٔ میلهٔ شیشه‌ای مالش داده‌شده به موی سر منحرف می‌شود.
- شکل خمیده یا V شکل دارد.
- در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند و اتم اکسیژن (سر منفی) به سمت قطب مثبت و اتم‌های هیدروژن (سر مثبت) به سمت قطب منفی جهت‌گیری می‌کنند.

مولکول‌های قطبی: به مولکول‌هایی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند، مولکول‌های دوقطبی یا قطبی می‌گویند، مانند آب.

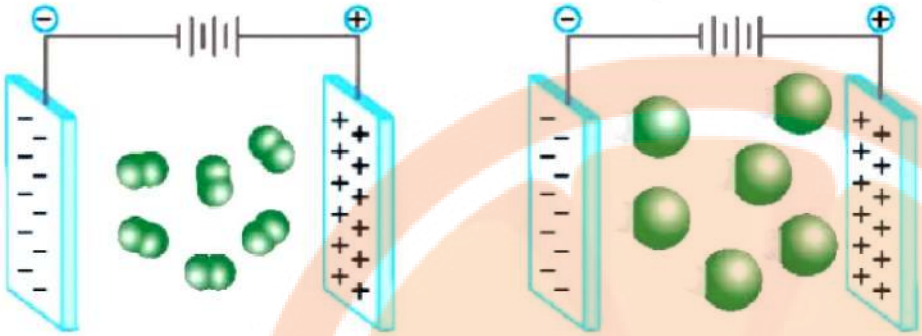


مولکول‌های ناقطبی: به مولکول‌هایی که در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند مولکول‌های ناقطبی می‌گوییم مانند O_2، CO_2، CH_4 و ... .



تلاشی درمسیر موفقیت

✪ شکل زیر مولکول‌های F_2 و HCl با جرم مولی نزدیک به یکدیگر را در یک میدان الکتریکی نشان می‌دهد. به نکات آن توجه کنید:



۱ مولکول HCl قطبی و F_2 ناقطبی است؛ زیرا HCl در میدان الکتریکی جهت‌گیری کرده است.

۲ نیروی بین مولکولی در HCl **قوی‌تر از** F_2 است، به همین دلیل HCl **نقطهٔ جوش بالاتر** ($-85^\circ C$) و F_2 نقطهٔ جوش **پایین‌تری** ($-188^\circ C$) دارد.

۳ در مواد مولکولی با جرم مولی **مشابه**، ماده با مولکول‌های قطبی نقطهٔ **جوش بالاتری** دارد.

۴ گازی آسان‌تر به **مایع** تبدیل می‌شود که نقطهٔ جوش **بالاتری** دارد، به همین دلیل HCl آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

✪ جرم مولی N_2 و CO برابر است. CO قطبی می‌باشد بنابراین در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند و در شرایط یکسان آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

نقطهٔ جوش : $CO > N_2$

قطبی ناقطبی

◎ در مولکول‌های ناقطبی، هر چه **جرم مولی بیش‌تر** باشد، نقطهٔ جوش افزایش می‌یابد. برای مثال:

نقطهٔ جوش : $I_2 > Br_2 > Cl_2$

جامد مایع گاز

نیروهای بین مولکولی آب، فراتر از انتظار

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

نیروهای بین مولکولی

- در **تعیین حالت فیزیکی** و **خواص یک ترکیب** نقش مهمی دارند.
- **قدرت نیروهای بین مولکولی در شرایط یکسان:**
  گازها < مایع‌ها < جامدها
- نیروهای بین مولکولی به طور عمده به میزان **قطبی بودن** مولکول‌ها و **جرم آن‌ها** وابسته است.

گشتاور دوقطبی (μ) : جهت‌گیری مولکول‌های قطبی یک ماده در میدان الکتریکی، مبنای اندازه‌گیری کمیتی به نام گشتاور دوقطبی است، به طوری‌که هر چه مولکول **قطبی‌تر** باشد، گشتاور دوقطبی آن **بیش‌تر** خواهد بود. برای نمونه گشتاور دوقطبی مولکول‌هایی مانند O_2، CO_2 و CH_4 که **ناقطبی** هستند **برابر صفر** است. **گشتاور دوقطبی مولکول‌ها را با نماد μ نشان می‌دهند و با یکای دبای (D) گزارش می‌شود.**

◎ گشتاور نیرو، اثر چرخانندگی نیرو را نشان می‌دهد.

پیوند هیدروژنی: در یک نمونهٔ آب، سر مثبت هر مولکول، سر منفی مولکول همسایه را جذب می‌کند. از این رو در مجموعه‌ای از مولکول‌های آب، هر اتم هیدروژن با یک نیروی جاذبهٔ قوی از سوی اتم اکسیژن در مولکول همسایه جذب می‌شود. این نیروهای جاذبهٔ قوی میان مولکول‌های آب که در آن هیدروژن نقش کلیدی ایفا می‌کند، پیوند هیدروژنی نامیده می‌شود.

✪ پیوند هیدروژنی قوی‌ترین نیروی بین مولکولی در موادی است که در مولکول آن‌ها اتم هیدروژن به یکی از اتم‌های O، N یا F با پیوند اشتراکی متصل است.

چند جمله راجع به پیوندهای بین مولکولی:

۱ با وجود این‌که جرم مولی هیدروژن سولفید بسیار **بیش‌تر** از جرم آب است اما نقطهٔ جوش آب بسیار **بالاتر** از هیدروژن سولفید است که این به دلیل **پیوند هیدروژنی** بین مولکول‌های آب است.

ماده	فرمول شیمیایی	مدل فضا پرکن	قطبیت مولکول	جرم مولی ($g.mol^{-1}$)	حالت فیزیکی ($۲۵^\circ C$)	نقطهٔ جوش ($^\circ C$)	گشتاور دوقطبی (D)
آب	$H_۲O$		قطبی	۱۸	مایع	۱۰۰	۱/۸۵
هیدروژن سولفید	$H_۲S$		قطبی	۳۴	گاز	-۶۰	۰/۹۷

۴ **به‌جز پیوندهای هیدروژنی، به نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی، نیروهای واندروالسی می‌گویند.**

✪ در میان ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۷، ترتیب نقطهٔ جوش به‌صورت زیر است:

$$\underbrace{HF}_{\text{دارای پیوندهای قطبی}} > \underbrace{HI > HBr > HCl}_{\text{به ترتیب جرم مولی دارای پیوند هیدروژنی}}$$: نقطهٔ جوش

ترکیب مولکولی	جرم مولی ($gmol^{-1}$)	نقطهٔ جوش ($^\circ C$)
HF	۲۰	۱۹
HCl	۳۶/۵	-۸۵
HBr	۸۱	-۶۷

۳ ترتیب نقطهٔ جوش بین سه ترکیب $NH_۳$، $PH_۳$ و $AsH_۳$ به‌صورت زیر است:

$$\underbrace{NH_۳ >}_{\text{دارای پیوند هیدروژنی}} \underbrace{AsH_۳ > PH_۳}_{\text{دارای پیوندهای قطبی به ترتیب جرم مولی}}$$: نقطهٔ جوش

ترکیب مولکولی	جرم مولی ($gmol^{-1}$)	نقطهٔ جوش ($^\circ C$)
$NH_۳$	۱۷	-۳۳/۵
$PH_۳$	۳۴	-۸۷/۵
$AsH_۳$	۷۸	-۶۲/۵

۴ **اتانول و استون** دو ترکیب آلی اکسیژن‌دار هستند که به عنوان **حلال در صنعت و آزمایشگاه** به کار می‌روند. با توجه به ساختار اتانول این ترکیب می‌تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. ولی استون، هیدروژن متصل به عناصر N، O و F را ندارد پس نمی‌تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. به همین دلیل نقطهٔ جوش اتانول از

تلاشی درمسیر موفقیت

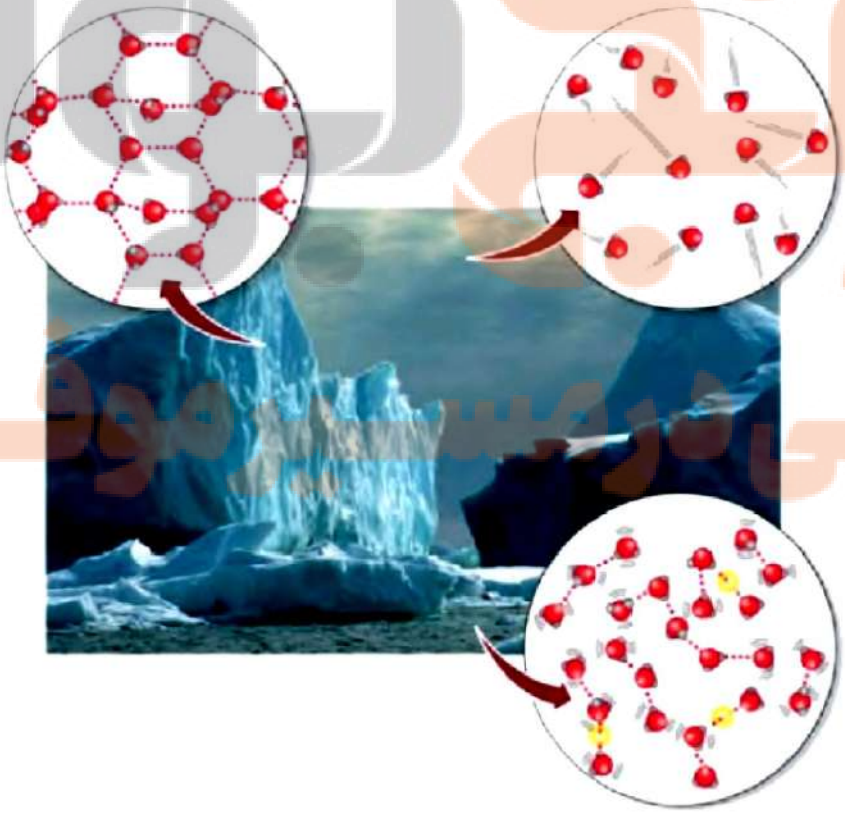
ترکیب آلی	فرمول شیمیایی	جرم مولی ($gmol^{-1}$)	نقطهٔ جوش
اتانول	C_2H_5OH	۴۶	$78^\circ C$
استون	CH_3CCH_3 (O بالای C)	۵۸	$56^\circ C$

پیوندهای هیدروژنی در حالت‌های فیزیکی گوناگون آب

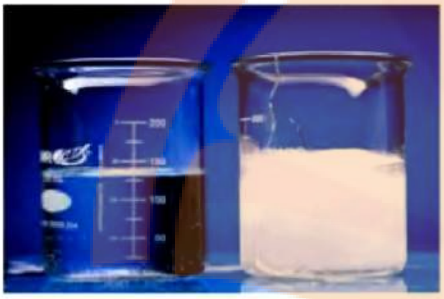
ص ۱۱۶ ـ ۱۱۵

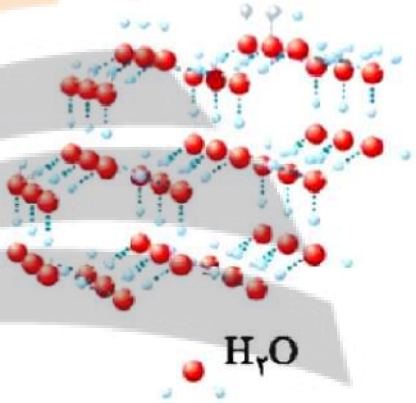
پیوند هیدروژنی H_2O

- در حالت بخار مولکول‌های H_2O جدا از هم هستند، گویی هیچ پیوند هیدروژنی با هم ندارند. در این حالت مولکول‌های آب آزادانه و نامنظم از جایی به جای دیگر انتقال می‌یابند.
- در حالت مایع، با این که مولکول‌های آب با هم پیوند هیدروژنی دارند، اما روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند.
- در حالت جامد ساختار منظم دارند و مولکول‌های آب در جاهای به نسبت ثابتی قرار دارند. در واقع در ساختار یخ، هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن با پیوند اشتراکی و با دو اتم هیدروژن دیگر با پیوند هیدروژنی وصل است.



توجه در ساختار یخ، آرایش مولکول‌های آب به گونه‌ای است که در آن، **اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش‌ضلعی** قرار دارند و شبکه‌ای مانند شانهٔ عسل را به وجود می‌آورند. در واقع **یخ با داشتن فضاهای خالی منظم، ساختاری باز دارد** و همین باعث می‌شود که حجم جرم مشخصی از یخ بیش‌تر از حجم همان جرم آب باشد، به همین دلیل وقتی گیاهان در معرض یخ‌زدگی قرار می‌گیرند حجم آب اضافه شده و سلول‌های گیاهی تخریب می‌شوند و گیاه شکل خود را از دست می‌دهد.





■ آب و دیگر حلال‌ها

ص ۱۱۷

محلول‌ها

- **آبی:** محلول‌هایی هستند که حلال آن‌ها آب است.
- **غیرآبی:** محلول‌هایی هستند که حلال آن‌ها آلی است.

جدول زیر چند حلال معروف را به شما معرفی می‌کند.

نام حلال	فرمول شیمیایی	μ(D)	کاربرد
آب	H_2O	>0	فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه
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)

تلاشی درمسیر موفقیت

چند جمله در حاشیهٔ کتاب درسی:

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

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

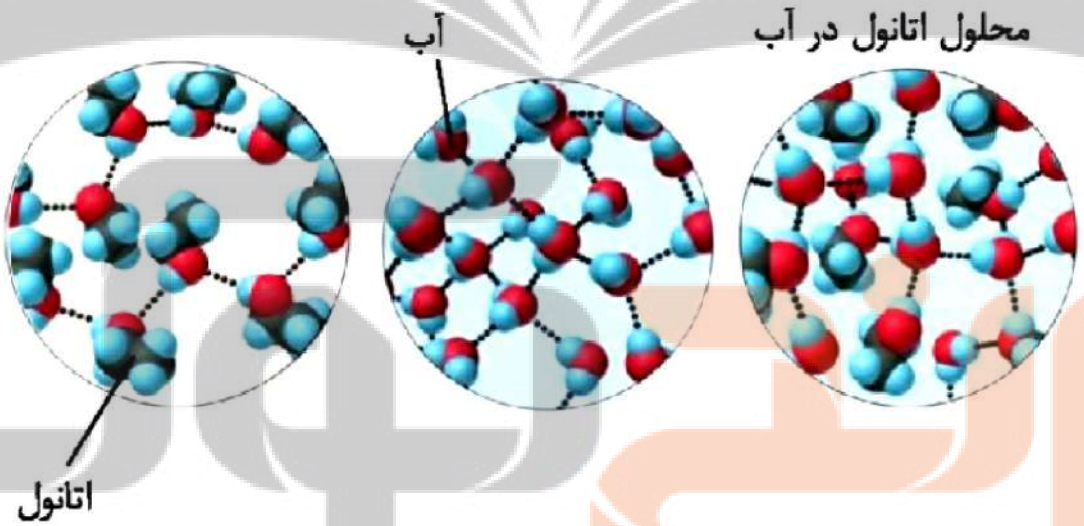
۳ گشتاور دوقطبی اغلب هیدروکربن‌ها ناچیز و در حدود صفر است.

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

کدام مواد با یکدیگر محلول می‌سازند؟ ص ۱۱۹ ـ ۱۱۸

آزمایش‌ها نشان می‌دهد که فرایند انحلال زمانی منجر به تشکیل محلول می‌شود که:

(میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل‌شوندهٔ خالص) ≥ (جاذبهٔ حل‌شونده با حلال در محلول)



با توجه به حل شدن اتانول در آب می‌توانیم بگوییم:

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

به این نوع انحلال که اتانول به‌صورت مولکول در آب حل شده اصطلاحاً **انحلال مولکولی** می‌گوییم.

در **مخلوط‌های ناهمگن** به حالت مایع، مانند **آب و هگزان**، اجزاء مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند، اما قابل چشم‌پوشی است.

تفکیک یونی در فرایند انحلال

ص ۱۲۱ ـ ۱۲۰

فرایند انحلال

- **مولکولی:** مولکول‌های حل‌شونده، **ماهیت خود را در محلول حفظ می‌کنند**، گویی ساختار مولکول‌های حل‌شونده در محلول دچار تغییر نشده است. مانند انحلال استون یا اتانول در آب و نیز انحلال ید در هگزان
- **یونی:** مادهٔ حل‌شونده **ویژگی‌های خود را حفظ نمی‌کند** و یون‌های سازندهٔ شبکهٔ بلور یونی، تفکیک شده و آب‌پوشیده می‌شوند.

تصویرخانه

✪ به شکل زیر دقت کنید تا مراحل انحلال سدیم کلرید در آب را با هم بررسی کنیم.

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

۲ هنگامی که بلور کوچکی از این مادهٔ جامد در آب وارد می‌شود، **مولکول‌های قطبی آب** از **سرهای مخالف** به یون‌های بیرونی بلور نزدیک می‌شوند.

۳ نیروی جاذبهٔ بین یون‌های نمک و مولکول‌های آب **یون ـ دو قطبی** نام دارد؛ این جاذبه باعث جدا شدن یون‌ها از شبکهٔ بلور می‌شود.

۴ با جدا شدن یون‌ها لایه‌ای از مولکول‌های آب آن‌ها را فرا می‌گیرد، که به این فرایند **آب‌پوشیده شدن** می‌گوییم.

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

نکته هنگامی انحلال یونی شکل می‌گیرد که:

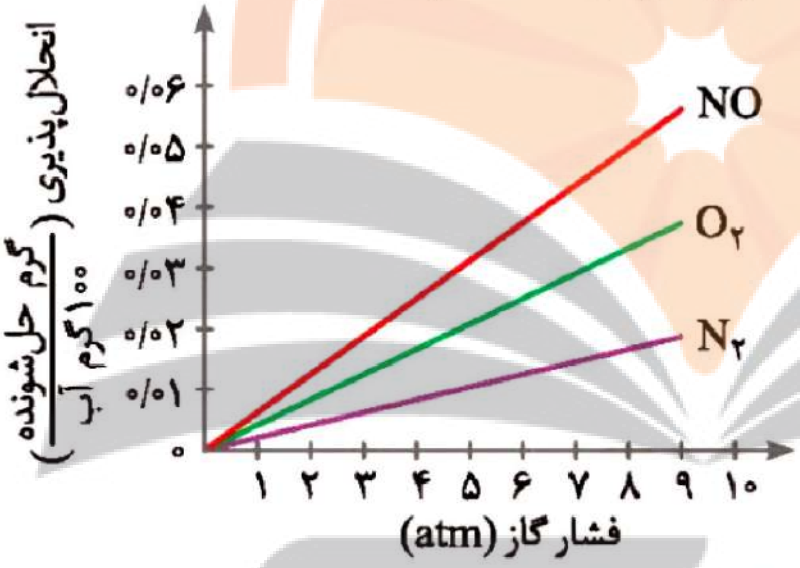
میانگین قدرت پیوند یونی در ترکیب $<$ نیروی جاذبهٔ یون ـ دوقطبی در محلول یونی و پیوند هیدروژنی در آب

آیا گازها هم در آب حل می‌شوند؟

ماهی‌ها برای زنده ماندن به اکسیژن (O_2) نیازمندند. آن‌ها با عبور دادن آب از درون آبشش خود، **اکسیژن مولکولی** حل شده در آب را جذب می‌کنند. با این‌که گاز اکسیژن به میزان کمی در آب حل می‌شود، اما همین مقدار کم برای زندگی آبزیان نقش حیاتی دارد.

تصویرخانه

نمودار زیر، انحلال‌پذیری سه گاز را که با آب واکنش شیمیایی نمی‌دهند در دمای $20^\circ C$ نشان می‌دهد. به نکات این نمودار دقت کنید:



۱ این نمودار **تأثیر فشار** را بر انحلال‌پذیری گازها نشان می‌دهد.

۲ **قانون هنری: با افزایش فشار** انحلال‌پذیری گازها در آب **افزایش** می‌یابد، به عبارت دیگر فشار با انحلال‌پذیری گازها رابطهٔ **مستقیم و خطی** دارد.

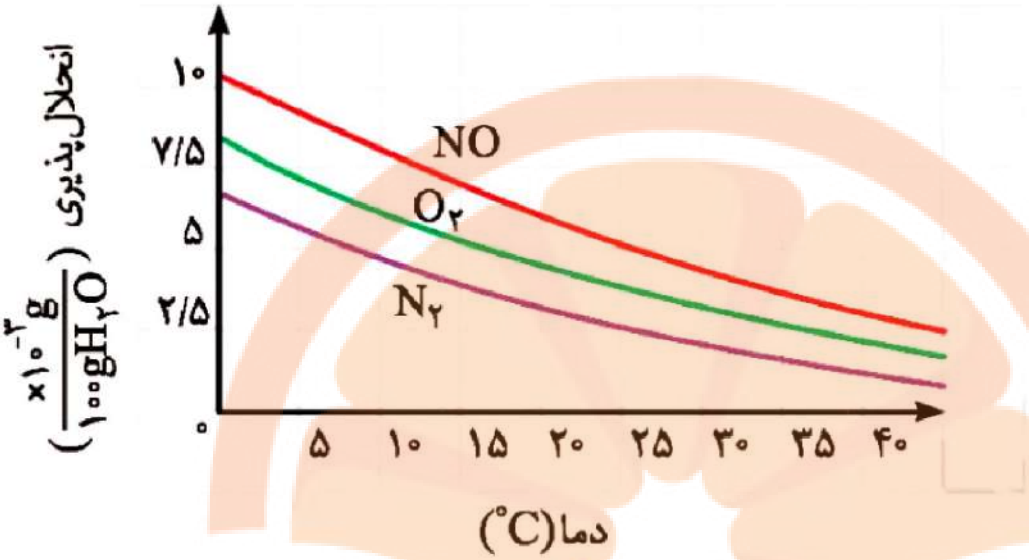
۳ در نمودار فوق میزان تأثیر فشار بر انحلال‌پذیری سه گاز به‌صورت زیر است:

تأثیر فشار روی انحلال‌پذیری: $NO > O_2 > N_2$

۴ انحلال‌پذیری هیچ یک از سه گاز مطرح‌شده **در حد مواد محلول** (بیش‌تر از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب) **نیست**. این گازها در فشارهای پایین‌تر تقریباً **نامحلول** و در فشارهای بالاتر تا (۱۰atm) تقریباً **کم‌محلول** هستند.

۵ در هر فشاری انحلال $NO > N_2 > O_2$ است؛ زیرا NO قطبی است و O_2 و N_2 ناقطبی می‌باشند و چون جرم مولی O_2 بیش‌تر از N_2 است، در نتیجه انحلال‌پذیری آن بیش‌تر از N_2 است.

نمودار زیر، انحلال‌پذیری سه گاز را در فشار یک اتمسفر نشان می‌دهد. به نکات این نمودار دقت کنید:



۱ این نمودار، **تأثیر دما بر روی انحلال‌پذیری گازها** را نشان می‌دهد.

۲ همان‌طور که می‌بینید انحلال‌پذیری گازها با دما **رابطهٔ عکس** دارد، یعنی با افزایش دما انحلال‌پذیری گازها کاهش می‌یابد.

۳ با توجه به این‌که گشتاور دو قطبی CO_2 بر خلاف NO **صفر** است، انحلال‌پذیری CO_2 **باید کم‌تر از** NO باشد، اما آزمایش‌ها نشان می‌دهد در فشار یک اتمسفر در هر دمایی انحلال‌پذیری گاز CO_2 **بیش‌تر از** NO است؛ زیرا مقداری از گاز CO_2 **با آب وارد واکنش می‌شود** و **انحلال یونی** ایجاد می‌کند. در صورتی‌که همهٔ مولکول‌های NO به‌صورت **مولکولی** در آب حل می‌شوند.

رسانایی الکتریکی محلول‌ها

ص ۱۲۴ ـ ۱۲۵

رساناها

الکترونی: فلزها و گرافیت (مغز مداد!) رسانایی خود را **به وسیلهٔ الکترون‌ها انجام می‌دهند** و به آن‌ها رسانای الکترونی می‌گویند.

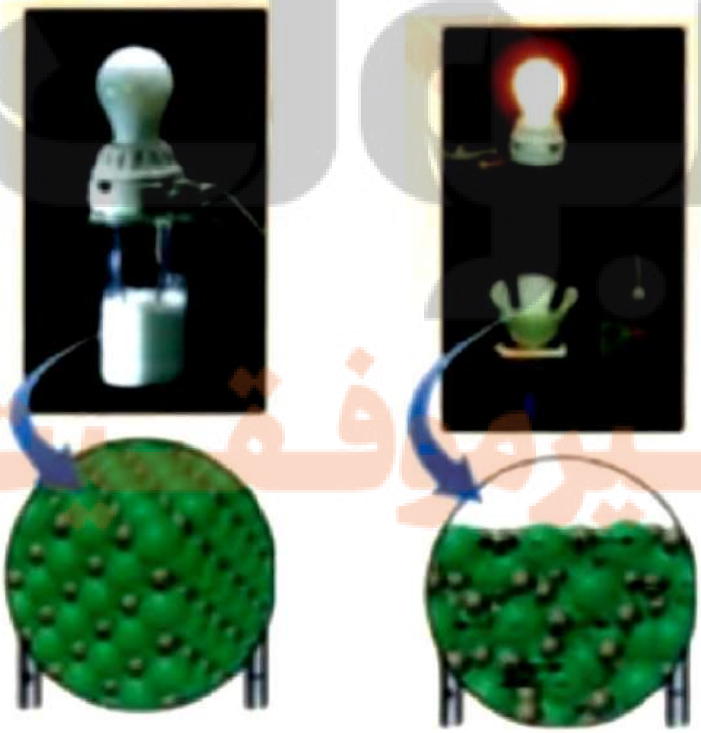
یونی: رساناهایی که رسانش خود را **به وسیلهٔ یون‌ها انجام می‌دهند**، رسانای یونی نام دارند. این رسانایی هنگامی انجام می‌شود که یون‌ها بتوانند از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر **جابه‌جا شوند**. مانند محلول ترکیب‌های یونی یا مذاب آن‌ها.

انواع مواد

- الکترولیت
  - قوی: تمام ماده به یون تبدیل می‌شوند. (KOH در آب)
  - ضعیف: مقدار کمی از ماده به یون تبدیل می‌شود. (HF در آب)
- غیرالکترولیت: هنگام حل شدن در آب هیچ یونی تولید نمی‌کنند پس رسانا نیستند. (اتانول در آب)

$HF(aq)$	$KOH(aq)$	$C_2H_5OH(aq)$
$0/1 mol.L^{-1}$	$0/1 mol.L^{-1}$	$0/1 mol.L^{-1}$
$(25^\circ C)$	$(25^\circ C)$	$(25^\circ C)$

✪ سدیم کلرید در حالت جامد نارساناست، اما در حالت مذاب رسانای جریان برق است زیرا یون‌ها می‌توانند آزادانه حرکت کنند.



تلاشی درمسیر موفقیت

یون پتاسیم (K^+)

- یکی از مهم‌ترین یون‌ها در الکترولیت‌های بدن است.
- نیاز روزانهٔ بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم **دو برابر** یون سدیم است.
- کمبود یون پتاسیم به ندرت احساس می‌شود؛ زیرا بیش‌تر مواد غذایی حاوی یون پتاسیم است.
- وجود این یون برای تنظیم و عملکرد مناسب **دستگاه عصبی** بسیار ضروری است.
- انتقال پیام‌های عصبی در عصب‌ها 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.

✪ **علت خستگی** پس از انجام یک فعالیت بدنی سنگین، **کاهش چشمگیر یون‌ها در الکترولیت‌های بدن** است. از این رو می‌توان با نوشیدن الکترولیت‌ها، کاهش این یون‌ها را در بدن جبران کرد.

■ ردپای آب در زندگی

ص ۱۳۰ ـ ۱۲۶

ردپای آب: ردپای آب نشان می‌دهد که هر فرد چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس را مصرف می‌کند و در نتیجه چه میزان از حجم منابع آب کم می‌شود.

◎ **توجه** این میزان، همهٔ آبی که در تولید کالاها، ارائهٔ خدمات و فعالیت‌های گوناگون مصرف می‌شود را نشان می‌دهد.

◎ **نکته** **هر چه ردپای آب ایجادشده سنگین‌تر باشد، منابع آب شیرین بیش‌تر مصرف می‌شوند و زودتر به پایان می‌رسند.**

□ چند جملهٔ مهم راجع به مصرف آب:

۱ در میان صنایع، **صنعت کشاورزی بیش‌ترین حجم** آب مصرفی را به خود اختصاص داده است.

۲ **(۱۰۰g) شکلات < یک بلوز نخی < (۱kg) چرم ؛ ردپای آب (۱kg) گوجه‌فرنگی < (۱kg) گندم**

تلاشی در مسیر موفقیت

۳ آب‌های گل‌آلودی که در جوی‌ها و نهرها جاری هستند، از یک چشمه، قنات یا چاه به‌صورت زلال و شفاف بیرون می‌آیند.

۴ 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.

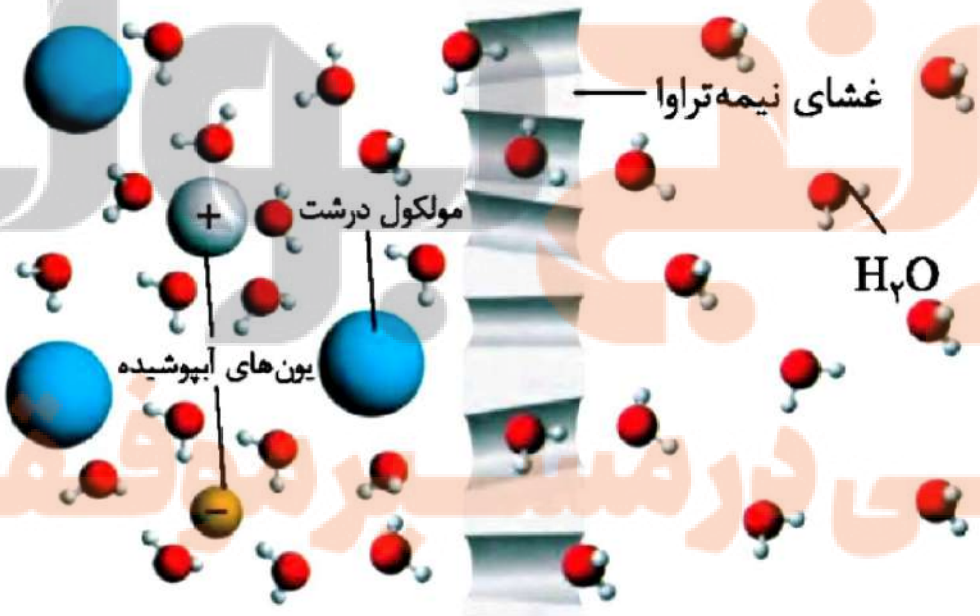
✪ هر چند که آب دریاها و اقیانوس‌ها، منبع بسیار بزرگی برای تهیهٔ آب به شمار می‌آیند، اما به اندازه‌ای شور هستند که باید قبل از مصرف، نمک‌زدایی و تصفیه شوند.

سه روش برای تصفیهٔ آب:
۱ اسمز معکوس
۲ تقطیر
۳ صافی کربن

□ **اسمز و اسمز معکوس:**

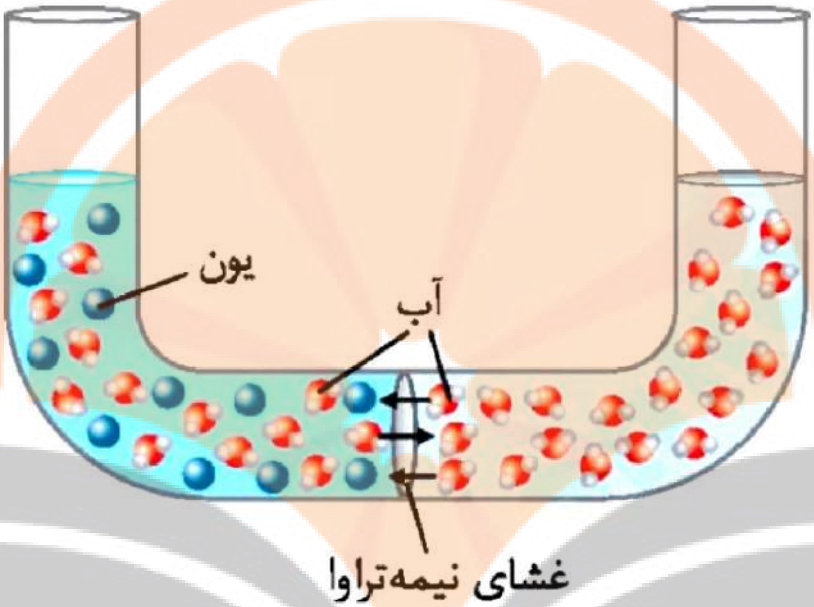
اسمز (گذرندگی): حرکت **خودبه‌خودی** مولکول‌های آب و گذر از **غشای نیمه‌تراوا**، از سمت **محیط رقیق به سمت محیط غلیظ**، گذرندگی یا اسمز نام دارد.

غشای نیمه‌تراوا: دیواره‌ای که فقط اجازهٔ گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کنند.

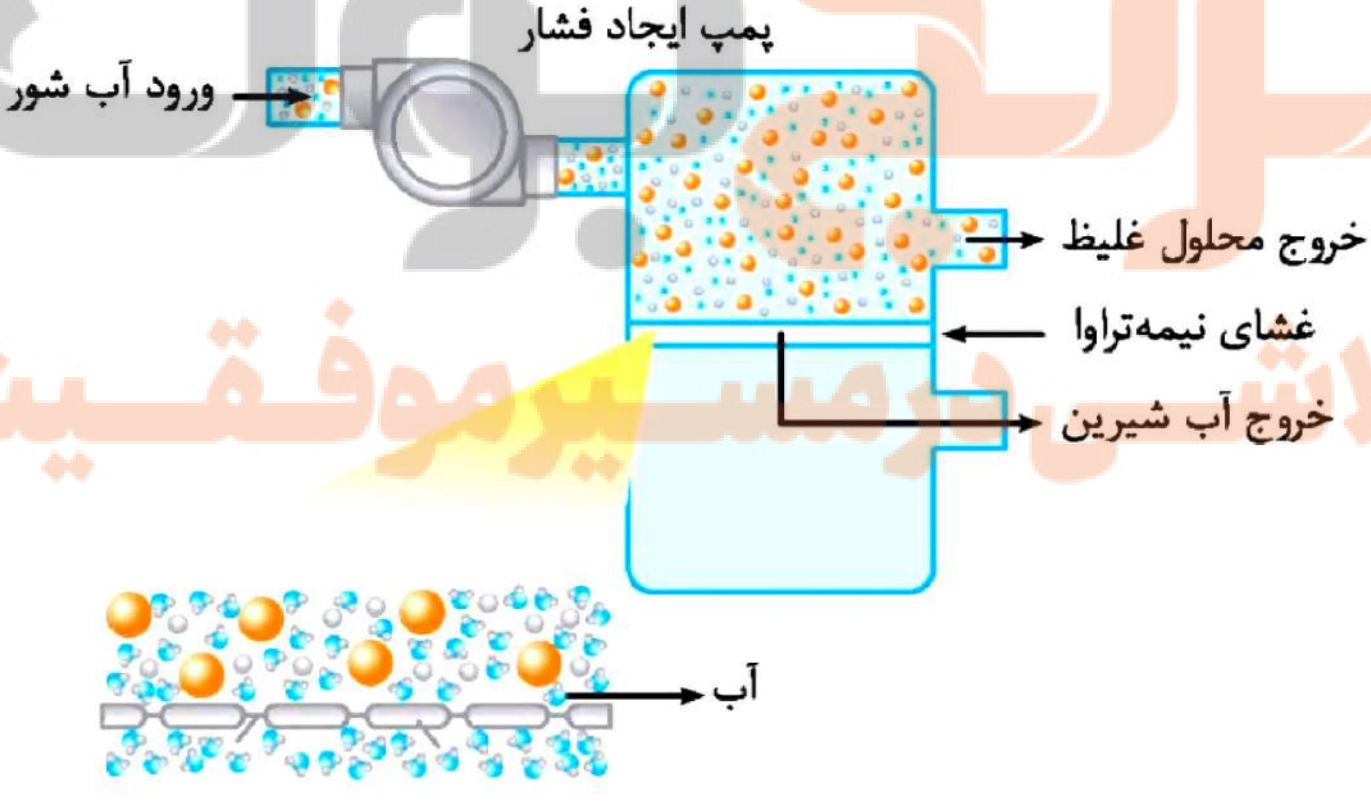


✪ هنگامی که میوه‌های خشک (مانند مویز) درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب، خودبه‌خود از محیط رقیق به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه، میوه آب‌دار و متورم می‌شود. در این فرایند، برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و ... از بافت میوه به آب راه می‌یابند.

در شکل زیر که حجم‌های برابری از آب دریا و آب مقطر به وسیلهٔ یک غشای نیمه‌تراوا از یکدیگر جدا شده‌اند، پس از مدتی آب از غشا عبور کرده و به سمت آب دریا می‌رود. بنابراین **با این روش نمی‌توان آب دریا را نمک‌زدایی و شیرین کرد**. برای این منظور از **اسمز معکوس** استفاده می‌کنیم.

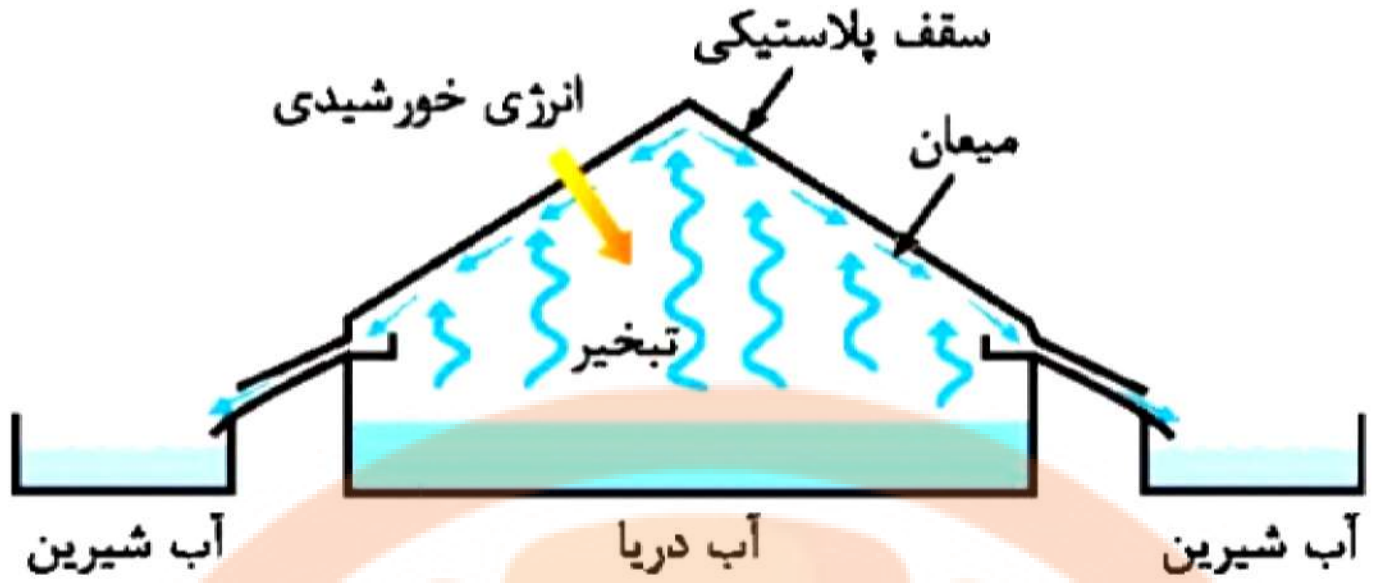


در اسمز معکوس با استفاده از یک پیستون، فشار را به سمت آب دریا وارد می‌کنیم و چون فقط آب از غشاء می‌گذرد، آب از سمت آب دریا به سمت آب شیرین می‌رود. شکل زیر چگونگی تولید آب شیرین دریا را به طور کامل نشان می‌دهد.



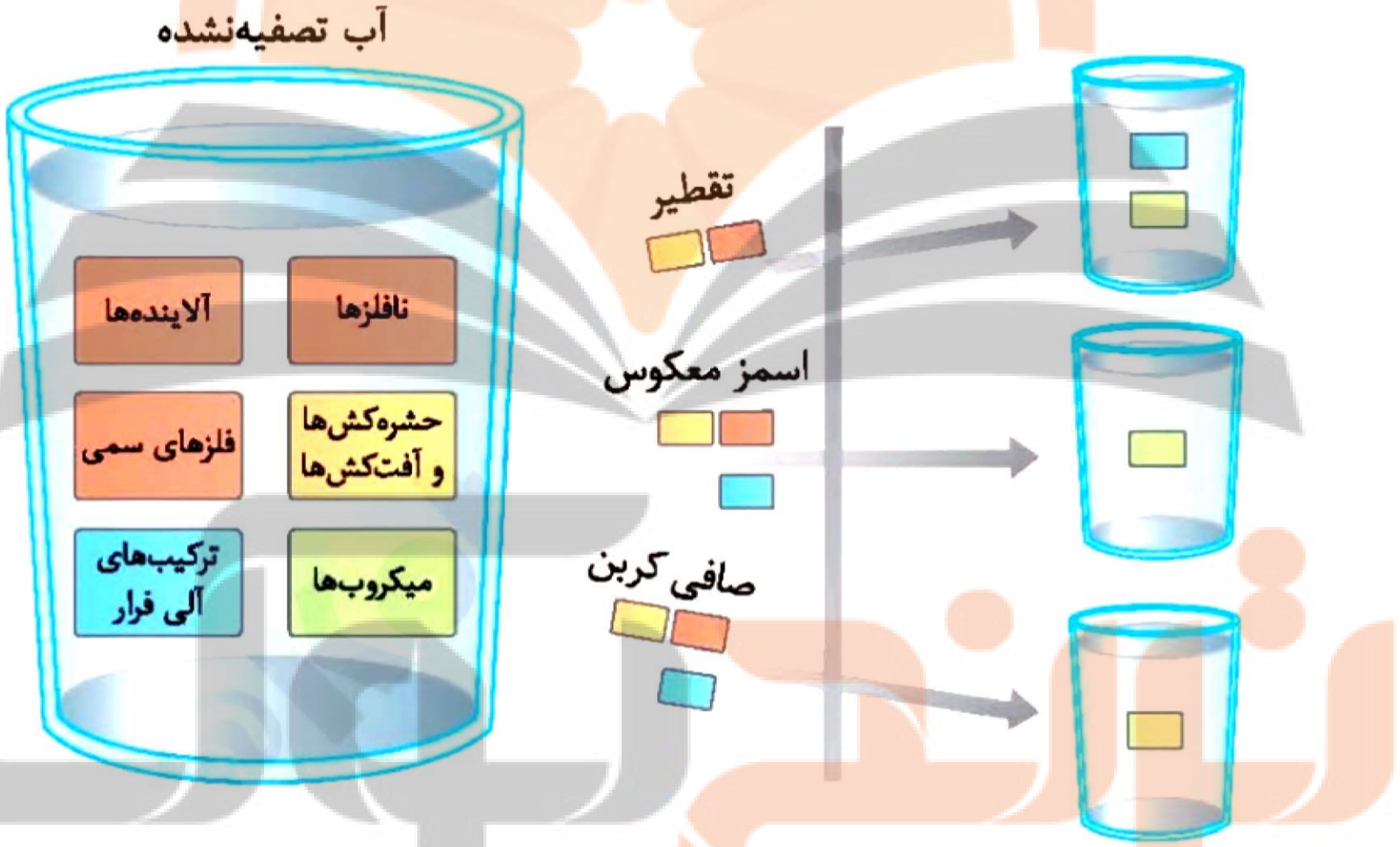
تقطیر:

شکل زیر کاملاً گویای روش تقطیر برای ایجاد آب شیرین از آب دریا است.



تصویرخانه

شکل زیر برخی روش‌های تصفیهٔ یک نمونه آب را نشان می‌دهد. به نکات آن دقت کنید.



۱ **با انجام تقطیر:** نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی و حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها از آب جدا می‌شوند ولی ترکیب‌های آلی فرار و میکروب‌ها در آب می‌مانند.

۲ **با انجام اسمز معکوس:** نافلزها، آلاینده‌ها، فلزهای سمی، حشره‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها و ترکیب‌های آلی فرار از آب جدا شده، ولی هم‌چنان میکروب‌ها در آب می‌مانند.

۳ **عبور از صافی کربن:** دقیقاً مانند اسمز معکوس عمل می‌کند.

۴ هیچ‌کدام از روش‌ها توانایی جداسازی **میکروب‌ها** را از آب ندارند به همین دلیل حتماً آب باید پیش از مصرف **کلرزنی** شود.