

راهنمای آموزشی کیمیا صنف دهم . دور نهم

ادامه فصل پنجم: قوای بین مالیکولی

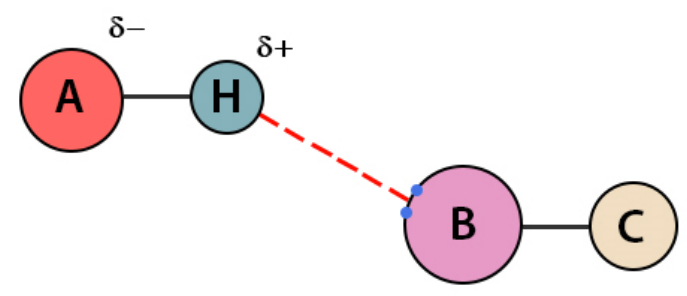
فصل ششم : حالات ماده

اهداف آموزشی

شاگردان باید انواع قوه‌های بین مولکولی (واندروالس، دای-پل-دای-پل، هیدروژنی و یونی) را بشناسند و تفاوت آن‌ها را با مثال توضیح دهند. شاگردان باید اثر این قوه‌ها بر خواص فیزیکی مواد مانند نقطه ذوب، نقطه جوش و انحلالیت را درک کنند و نمونه‌های عملی ارائه دهند. شاگردان باید ساختمان بلورها، شبکه‌های فضاپی و مفهوم اتصال متراکم را توضیح داده و اهمیت آن را در فلزات و نمک‌ها بیان نمایند.

۱. رابطه های هیدروژنی (Hydrogen Bonding)

رابطه هیدروژنی یکی از مهم‌ترین قوه‌های بین مولکولی است و نقش بزرگی در تعیین خواص مواد



Molecule 1 (contains hydrogen)      Molecule 2 (contains a lone pair)

دارد. این نوع قوه زمانی ایجاد می‌شود که یک اتم هیدروژن به شکل کووالانسی با یک اتم پرالکترون مانند اکسیژن (O)، نایترجن (N) یا فلورین (F) پیوند داشته باشد و در عین حال به وسیله جاذبه الکتروستاتیکی به جفت الکترون آزاد یک اتم دیگر جذب گردد.

\* ویژگی‌های رابطه هیدروژنی:

\* انرژی آن معمولاً بین 10 تا 40 کیلوژول بر مول است (بیشتر از قوه‌های واندروالس و کمتر از پیوند کووالانسی).

\* در مقایسه با نیروهای دای-پل-دای-پل پایدارتر و قوی‌تر است.

\* می‌تواند میان مولکولی (بین دو مولکول مختلف) یا درون مولکولی (در یک مولکول واحد) باشد.

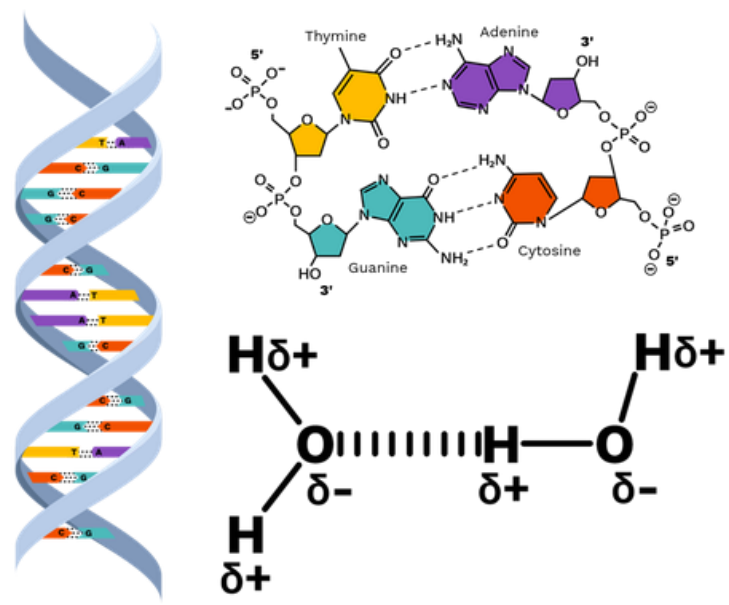
نمونه‌ها:

\* در HF، وجود هیدروژن باند موجب می‌شود نقطه جوش آن از HCl بسیار بالاتر باشد.

\* در H<sub>2</sub>O، هر مولکول می‌تواند تا ۴ رابطه هیدروژنی ایجاد کند و همین امر باعث شبکه سه‌بعدی قوی و خواص استثنایی آب می‌شود (مثل دمای جوش بالا و انبساط هنگام انجماد).

\* در اسید فرمیک، دو مولکول از طریق رابطه هیدروژنی به شکل دایمر به هم متصل می‌شوند.

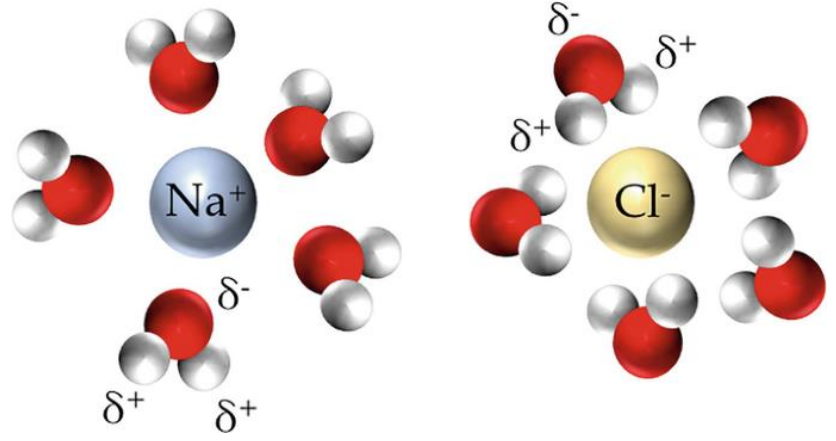
\* در پروتئین‌ها و DNA، پیوند هیدروژنی ساختار مارپیچی و جفت شدن بازهای نایترژنی را ممکن



2. اثر قوه‌های بین مولکولی بر خواص فیزیکی

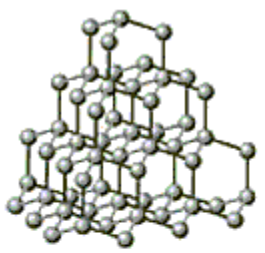
نیروهای بین مولکولی اساس تعیین ویژگی‌های فیزیکی مواد است.

\* NaCl در آب به آسانی حل می شود زیرا انرژی هیدراتاسیون یون ها بیشتر از انرژی شبکه است.

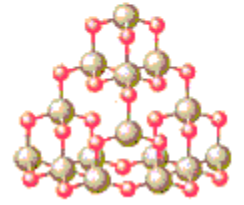


\* CaCO<sub>3</sub> در آب حل نمی شود چون انرژی شبکه بلوری آن بسیار زیاد است.

\* روغن (غیرقطبی) در آب (قطبی) حل نمی شود زیرا نوع نیروهای میان مولکولی ناسازگارند.



Diamond

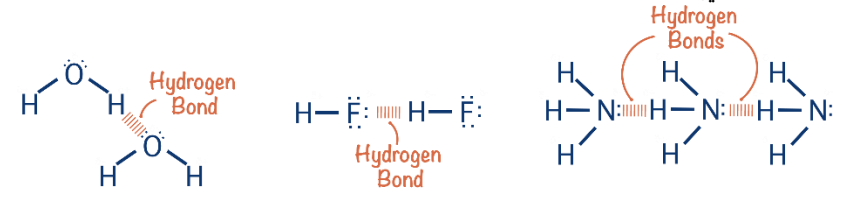


Silica

بر نقطه ذوب و جوش:

\* مواد با نیروهای واندروالس بسیار ضعیف (مثل گازهای نجیب: Ne، Ar) در دماهای بسیار پایین مایع یا جامد می شوند.

\* مولکول های قطبی مانند HF، NH<sub>3</sub> و H<sub>2</sub>O به دلیل هیدروجن باند نقطه جوش غیرعادی بالایی دارند.



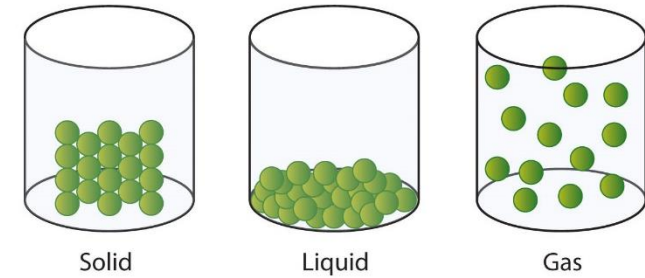
\* ترکیبات یونی (مانند NaCl، KBr) به دلیل شبکه بلوری محکم نقطه ذوب و جوش بسیار بالا دارند.

\* جامدات کووالانسی شبکه ای مانند الماس و SiO<sub>2</sub> در اثر پیوندهای کووالانسی سه بعدی، دماهای ذوب و جوش فوق العاده بالا دارند.

بر انحلالیت:

\* قانون کلی: «مانند در مانند حل می شود». یعنی مواد قطبی در حلال های قطبی و مواد غیرقطبی در حلال های غیرقطبی حل می شوند.

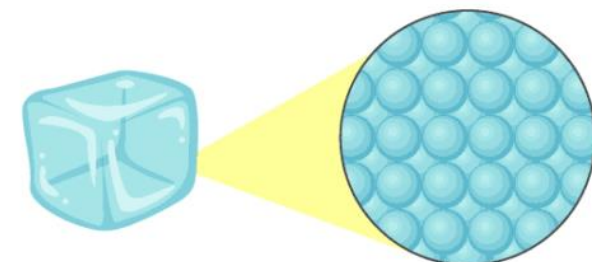
3. حالت های ماده و ویژگی های آن



تقریباً تمام ماده به طور کلی در سه حالت اصلی وجود دارد: جامد، مایع و گاز.

جامدات:

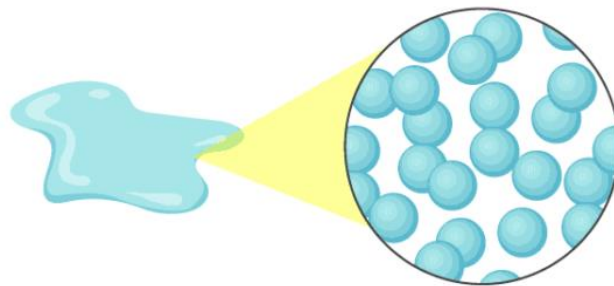
- \* ذرات به صورت منظم و فشرده قرار گرفته اند.
- \* شکل و حجم معین دارند.
- \* تراکم پذیری بسیار پایین است.
- \* مثال: یخ، آهن، الماس.



مایعات:

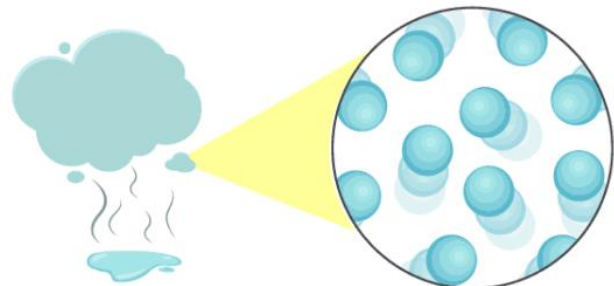
- \* ذرات نسبتاً نزدیک هم هستند ولی آزادی حرکت بیشتری دارند.
- \* حجم معین دارند اما شکل ظرف را می گیرند.
- \* تراکم پذیری اندک دارند.

\* مثال: آب، جیوه، الکل.



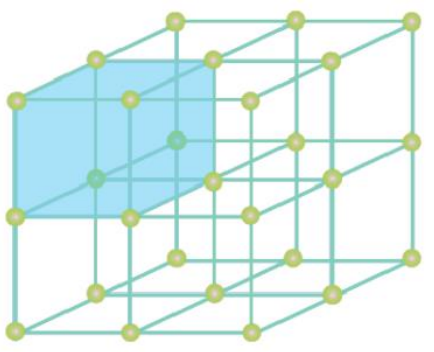
گازها:

- \* ذرات فاصله زیادی دارند و تقریباً مستقل حرکت می کنند.
- \* نه شکل معین دارند نه حجم معین.
- \* تراکم پذیری بسیار بالا دارند.
- \* مثال: اکسیجن، نایتروجن، کاربن دای اکساید.



📌 نکته مهم: آب در حالت جامد (یخ) چگالی کمتری نسبت به آب مایع دارد، به همین دلیل یخ روی آب شناور می شود.

4. بلورها و شبکه های فضایی (Crystals & Lattices)



\* این آرایش موجب استحکام و پایداری زیاد فلزات و نمکها می شود.

📌 مثال: در بلور NaCl، یونها به شکلی متراکم آرایش یافته اند که نیروهای جاذبه میان کاتیونها و آنیونها بیشینه و نیروهای دافعه به حداقل برسند.

**کار خانگی**

1. چرا رابطه هیدروژنی را قوی تر از نیروهای دای پل-دای پل می دانند؟ مثال بزنید.
2. توضیح دهید چرا NaCl دارای نقطه ذوب و جوش بسیار بالا است.
3. چرا روغن در آب حل نمی شود؟ اصل علمی این پدیده چیست؟
4. ساختار بلوری NaCl را توضیح دهید و تفاوت آن را با ساختار الماس بیان کنید.
5. سه تفاوت اساسی بین جامد، مایع و گاز را بنویسید.

بلورها اجسام جامدی اند که ذرات آنها (اتم، یون یا مولکول) در آرایش منظم سه بعدی قرار دارند.

\* شبکه فضایی: آرایش منظم نقاط که در فضا تکرار می شود و ساختار بلور را می سازد.  
\* حجره واحد (Unit Cell): کوچک ترین بخش شبکه که با تکرار سه بعدی، بلور کامل را تشکیل می دهد.

انواع مکعب های بلوری:

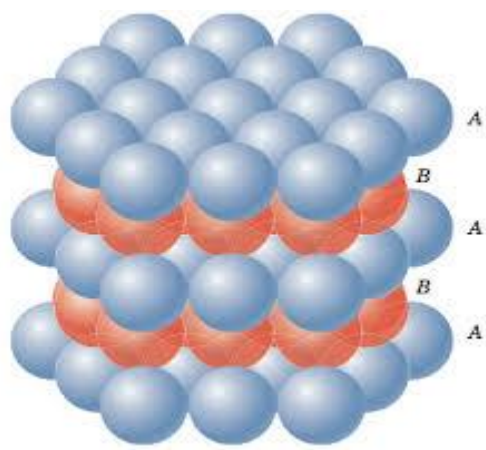
1. مکعب ساده (Simple Cubic)
2. مکعب مرکزدار (Body-Centered Cubic, BCC)
3. مکعب وجوه مرکزدار (Face-Centered Cubic, FCC)

📌 مثالها:

\* NaCl دارای ساختار FCC است؛ یونهای  $Cl^-$  در گوشه ها و وجوه مکعب و یونهای  $Na^+$  در میان خالی ها قرار دارند.

\* فلزات مانند آهن و مس در ساختارهای BCC و FCC متبلور می شوند.

**5. اتصال متراکم در بلورها (Close Packing)**



\* در بسیاری از بلورها، ذرات به گونه ای قرار می گیرند که بیشترین تراکم را داشته باشند.

\* در ساختار FCC، ۷۴٪ حجم سلول بلوری توسط ذرات پر می شود که بیشترین بازده ممکن است.

\* فلزاتی مانند Al، Cu و Au دارای این نوع ساختار متراکم اند.