

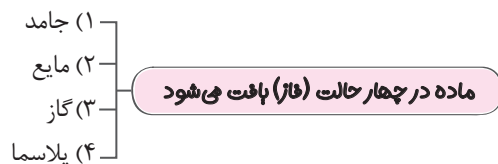
# فصل دوم: (ویژگی‌های فیزیکی مواد)

## درسنامه

### درس ۱ (حالت‌های ماده و نیروهای بین مولکولی)

#### حالت‌های ماده

به هر چیزی که فضا را اشغال می‌کند (حجم داشته باشد) ماده می‌گوییم.



جامدها، مایع‌ها، گازها و پلاسما از ذره‌های ریزی به نام اتم یا مولکول ساخته شده است.

اندازه اتم‌ها حدود یک تا چند آنگستروم ( $10^{-10} \text{m} = 1 \text{Å}$ ) است.

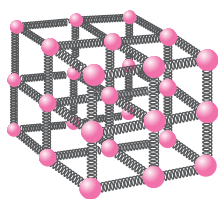
اندازه مولکول‌ها بستگی به تعداد اتم‌های آنها دارد و اندازه برخی از درشت مولکول‌ها مانند بسپارها (پلیمرها) تا  $1000 \text{Å}$  می‌رسد.

#### کلمه

- ذره‌های سازنده مواد همواره در حرکت‌اند و به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند.
- حالت ماده را چگونگی حرکت اتم‌ها و مولکول‌ها و اندازه نیروی بین آنها تعیین می‌کند.
- نیروی بین اتم‌ها و مولکول‌های ماده عمدتاً از نوع الکتریکی است.

#### جامد

- حجم و شکل معین دارد.
- ذرات آن در اطراف مکان‌های معین نوسان‌های بسیار کوچکی دارند.
- وقتی به جسم جامدی گرما می‌دهیم، دامنه نوسان‌های ذرات آن بیشتر شده و در نتیجه فاصله متوسط ذرات افزایش می‌یابد و جسم منبسط می‌شود.
- برای جامدها معمولاً مدلی ارائه می‌دهند و فرض می‌کنند که ذرات آن توسط فنرهایی به یکدیگر متصل‌اند. اگر این ذرات نسبت به وضعیت تعادل، به هم نزدیک‌تر یا از هم دورتر شوند، نیروی کشسانی بین فنرها، آنها را به وضع تعادل برمی‌گرداند و جسم جامد، شکل و اندازه اولیه‌اش را حفظ می‌کند.
- نیروی بین ذرات جامد در همه جهات اثر می‌کند و نسبتاً قوی است از این‌رو جامدها به آسانی بریده نمی‌شوند، فشرده نمی‌شوند و تراکم‌ناپذیرند.
- فاصله ذرات سازنده جامدها تقریباً برابر یک آنگستروم است.



		انواع جامدات	
<p>یون مثبت سدیم یون منفی کلرید</p> <p>نمک طعام (NaCl)</p>	<p>(۱) اتم‌ها در طرح‌های منظم و کنار هم، در یک الگوی سه بعدی تکرار شونده قرار دارند.</p> <p>(۲) فلزها، نمک‌ها، الماس، یخ و بیشتر مواد معدنی جزو جامدهای بلورین هستند.</p> <p>(۳) این جامدها نقطه ذوب معین دارند.</p> <p>(۴) وقتی مایعی را به آهستگی سرد کنیم، ذرات مایع فرصت کافی دارند تا در طرح‌های منظم قرار گیرند و جامد بلورین تشکیل دهند.</p>	<p><b>(الف) جامد بلورین</b></p>	
<p>اکسیژن نسیلیسیم</p>	<p>(۱) مولکول‌ها و ذرات سازنده آن در طرح‌های نامنظم کنار هم قرار دارند.</p> <p>(۲) وقتی مایعی به سرعت سرد شود معمولاً ذرات جسم فرصت منظم و مرتب شدن ندارند و جامد بی‌شکل به وجود می‌آید.</p> <p>(۳) این جامدها نقطه ذوب ثابت ندارند و هم‌زمان با افزایش دما به تدریج شل و خمیری شکل شده، سپس روان می‌شوند مانند قیر، شیشه و برخی پلاستیک‌ها</p>	<p><b>(ب) جامدهای بی‌شکل (آمورف)</b></p>	

**مثال ۱** از قیر در صنعت قلم‌زنی چه استفاده‌ای می‌شود؟

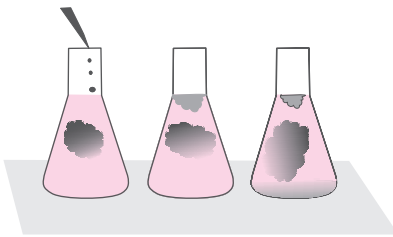
**پاسخ:** درون ظرف‌های مسی توخالی که می‌خواهند روی آن با ضربه زدن نقش‌هایی ایجاد کنند. قیر می‌ریزند تا در هنگام ضربه زدن با قلم و چکش، قیر مانع از سوراخ شدن ظرف شود و همچنین ظرف شکل‌های مورد نظر را به خود بگیرد. و در انتها با گرم کردن ظرف، قیر شل شده را به راحتی از ظرف خارج می‌کنند.

**مایع**

- ۱- مولکول‌های مایع به صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته‌اند.
- ۲- نیروی بین مولکول‌های مایع ضعیف‌تر از جامد است و این سبب می‌شود که مولکول‌ها به آسانی روی یکدیگر بلغزند و مایع جاری شود و سطح مایع افقی گردد.
- ۳- به سبب ضعیف بودن نیروی بین مولکولی، مایع شکل ظرف خود را می‌گیرد یعنی شکل ثابتی ندارد.
- ۴- اگر مایع متراکم شود، مولکول‌های آن بر یکدیگر نیروی بسیار قوی دافعه وارد می‌کنند، از این‌رو مایع‌ها را تراکم‌ناپذیر در نظر می‌گیرند و این یعنی حجم مایع ثابت است.
- ۵- فاصله ذرات سازنده مایع و جامد تقریباً یکسان است و در حدود یک آنگستروم می‌باشد.

**پدیده پخش در مایع‌ها**

پراکنده شدن ذرات یک ماده مانند نمک، قند، جوهر در یک مایع را گویند. در واقع به دلیل حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای (تصادفی) مولکول‌های آب و برخورد آنها با ذرات سازنده نمک، قند، جوهر این مواد در آب پخش می‌شوند.



**گاز**

- ۱- فاصله میانگین مولکول‌های گاز بسیار بیشتر از اندازه مولکول‌های آن است. از این‌رو نیروی بین مولکول‌های گاز بسیار ناچیز است.
- ۲- آنها و مولکول‌های گاز آزادانه و با تندی بسیار زیاد حرکت می‌کنند.
- ۳- مولکول‌های گاز هنگام برخورد به یکدیگر و یا جداره ظرف به آنها نیرو وارد می‌کنند.
- ۴- گازها تراکم‌پذیر هستند.
- ۵- گازها حجم و شکل ثابتی ندارند و همواره همه حجم ظرف را پر می‌کنند.
- ۶- در گازها هم پدیده پخش رخ می‌دهد.

**مثال ۲** چرا پدیده پخش در گازها سریع‌تر از مایع‌ها رخ می‌دهد؟

**پاسخ:** چون اولاً: تندی مولکول‌های گازها بسیار بیشتر از مولکول‌های مایع‌ها است. ثانیاً: چگالی گازها کمتر از مایع‌ها است و مولکول‌های مواد با تعداد کمتری از مولکول‌های گاز برخورد می‌کنند و حرکت زیگزاگی کمتری دارند.

**پلازما:**

حالت چهارم ماده که اغلب در دماهای خیلی بالا به وجود می‌آید. ماده درون ستارگان، آذرخش، شفق‌های قطبی، آتش و ماده داخل لوله تابان لامپ‌های مهتابی از پلازما تشکیل شده است.

**نیروی بین مولکولی**

نیروهایی که مولکول‌های یک ماده در حالت مایع و جامد را به یکدیگر ارتباط می‌دهند را نیروی بین مولکولی گویند و به دو نوع زیر هستند.

هم‌چسبی	نیروهای بین مولکول‌های هم‌سان را نیروی هم‌چسبی می‌نامند مانند نیروی بین مولکول‌های آب
دگرچسبی	هنگامی که دو ماده مختلف در تماس با یکدیگر قرار گیرند نیز جاذبه مولکولی مشابهی بین مولکول‌های آنها ظاهر می‌شود که به آن نیروی دگرچسبی می‌گوییم.

**گفتگو**

- ۱) وقتی سعی می‌کنیم فاصله بین مولکول‌های مایع را کم کنیم نیروی دافعه بزرگی بین آنها ظاهر می‌شود که از تراکم‌پذیری مایع جلوگیری می‌کند. همین‌طور وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبه بین آنها ظاهر می‌شود.
- ۲) نیروی بین مولکولی کوتاه‌برد هستند، یعنی وقتی فاصله بین مولکول‌ها چند برابر فاصله بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی بسیار کوچک و عملاً صفر خواهند شد.

**مثال ۳** چرا وقتی شیشه می‌شکند با نزدیک کردن قطعه‌های آن به هم نمی‌توان اجزای شیشه را دوباره به هم چسباند، ولی اگر قطعه‌های شیشه را آنقدر

گرم کنیم که نرم شوند، می‌توان آنها را به هم چسباند؟

**پاسخ:** در حالت عادی، با نزدیک کردن قطعه‌های شیشه، تعداد مولکول‌های کمی به هم نزدیک می‌شوند و در این حالت فاصله آنها آنقدر زیاد است که نیروی جاذبه‌ای بین مولکول‌های شیشه ظاهر نمی‌گردد. ولی در هنگام گرم کردن قطعه شیشه‌ها، ذرات آنها بیشتر به هم نزدیک شده و نیروی بین مولکولی بهتر عمل می‌کند و آنها را به هم می‌چسباند.

## توجیه برخی پدیده‌ها با نیروی بین مولکولی

### الف) کشش سطحی

نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های سطح مایع باعث می‌شود سطح مایع مانند پوسته تحت کشش رفتار کنند که به آن کشش سطحی گویند. نشستن برخی حشرات روی سطح آب، شناور ماندن گیره فلزی کاغذ روی سطح آب، با کشش سطحی توجیه می‌شود.

#### کلمه

عوامل زیر را می‌توان مؤثر بر کشش سطحی دانست:

- (۱) **ناخالصی:** موادی مانند صابون و مایع ظرفشویی باعث کاهش کشش سطحی آب می‌شوند.
- (۲) **دمای مایع:** افزایش دما، جنبش مولکولی را زیاد می‌کند و نیروی بین مولکولی را کاهش می‌دهد که باعث کاهش کشش سطحی می‌شود.
- (۳) **جنس مایع:** مانند روغن که در مقایسه با آب در شرایط یکسان کشش سطحی بیشتری دارد.

#### مثال ۴

چرا قطره‌هایی که آزادانه سقوط می‌کنند، کروی شکل هستند؟

**پاسخ:** برای حجم معینی، کره نسبت به هر شکل هندسی دیگر کوچک‌ترین مساحت سطح را دارد. سطح قطره‌ای که آزادانه سقوط می‌کند به دلیل کشش سطحی مانند یک پوسته کشیده شده تمایل دارد به کم‌ترین مساحت برسد، بنابراین قطره در حال سقوط کروی است.

### ب) ترشوندگی

با قرار گرفتن مایع در تماس با جامد دو حالت ممکن است رخ دهد:

(۱) اگر هم‌چسبی $F >$ دگرچسبی $F$ باشد، در این صورت مایع جامد را تر یا خیس می‌کند مانند وقتی که آب سطح شیشه تمیز را خیس می‌کند.
(۲) اگر هم‌چسبی $F <$ دگرچسبی $F$ باشد، در این حالت مایع جامد را تر نمی‌کند مانند جیوه روی سطح شیشه که به شکل قطره روی شیشه باقی می‌ماند.

#### مثال ۵

چرا هنگام نشستن ظروف علاوه بر استفاده از مایع ظرف‌شویی، ترجیح می‌دهیم از آب گرم نیز استفاده کنیم؟

**پاسخ:** افزایش دما و مایع ظرف‌شویی هر دو فاصله بین مولکول‌های آلودگی روی ظرف را زیاد می‌کند پس باعث کاهش نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آلودگی می‌شود بنابراین ظرف‌ها سریع‌تر تمیز می‌شوند.

### پ) اثر مویینی

بالا رفتن مایع در لوله مویین (لوله‌هایی با قطر داخلی حدود یک دهم میلی‌متر) را اثر مویینی می‌نامند.

	هر قدر قطر داخلی لوله کمتر باشد، آب تا ارتفاع بیشتری در آن بالا می‌رود. سطح آب درون لوله‌های مویین فرو رفته و بالاتر از سطح آب درون ظرف است. علت این خاصیت برای آب بیشتر بودن نیروی دگرچسبی آب با شیشه از نیروی هم‌چسبی آب با آب است.	آب در لوله مویین
	هر قدر لوله مویین نازک‌تر باشد، جیوه در لوله پایین‌تر می‌رود. سطح جیوه در لوله مویین به صورت برآمده و پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف است. دلیل این خاصیت برای جیوه بیشتر بودن نیروی هم‌چسبی جیوه با جیوه از نیروی دگرچسبی جیوه با شیشه است.	جیوه در لوله مویین

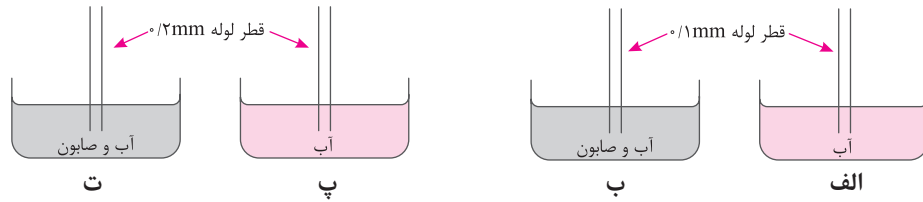
#### مثال ۶

اگر درون لوله مویین را با روغن چرب کنیم و در داخل آب فرو ببریم چه اتفاقی می‌افتد؟

**پاسخ:** نیروی دگرچسبی بین سطح چرب شده شیشه و آب خیلی کمتر از دگرچسبی آب و شیشه تمیز و هم‌چسبی مولکول‌های آب است. در نتیجه سطح آب در داخل لوله مویین چرب پایین‌تر از سطح آب در ظرف قرار می‌گیرد و سطح آب در بالای لوله مویین چرب، برآمده است.

<p>درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را مشخص کنید.</p> <p>(الف) ابعاد ذرات سازنده مواد معمولاً از مرتبه میکرون است.</p> <p>(ب) نیروهای بین مولکولی کوتاهبرد هستند.</p> <p>(پ) فاصله ذرات سازنده مایع و جامد تقریباً یکسان است.</p> <p>(ت) گاز مادهای است که شکل مشخصی ندارد و اتمها و مولکولهای آن آزادانه و با تندی کم به اطراف حرکت می کنند.</p> <p>(ث) متراکم کردن سرنگ محتوی آب کار سختی است و عملاً غیرممکن است.</p> <p>(ج) نیروهای بین مولکولی همواره دافعه اند.</p> <p>(چ) بالا رفتن رطوبت در مصالح ساختمانی به علت خاصیت موینگی آب است.</p> <p>درست <input type="checkbox"/> نادرست <input type="checkbox"/></p> <p>درست <input type="checkbox"/> نادرست <input type="checkbox"/></p> <p>درست <input type="checkbox"/> نادرست <input type="checkbox"/></p> <p>درست <input type="checkbox"/> نادرست <input type="checkbox"/></p> <p>درست <input type="checkbox"/> نادرست <input type="checkbox"/></p>	<p>۱.</p>																																													
	<p>۲. جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.</p> <p>(الف) اتمهای جسم ..... در اطراف مکانهای مشخصی ..... بسیار کوچکی انجام می دهند.</p> <p>(ب) نیروی جاذبه بین مولکولهای آب، نیروی ..... نامیده می شود.</p> <p>(پ) به نیروی جاذبه بین مولکولهای آب و شیشه، نیروی ..... گفته می شود.</p> <p>(ت) گاز مادهای است که ..... ندارد.</p> <p>(ث) هنگامی که مایعی را متراکم کنیم، نیروی بین مولکولی ..... می شود.</p> <p>(ج) مسیره های نامنظم و کاتوره ای، مربوط به حرکت مولکولهای ..... و ..... است.</p> <p>(چ) در لوله موین، هر چه لوله، قطورتر باشد سطح آب درون آن ..... نزدیک تر است.</p>																																													
<p>۳. در جدول زیر با علامت ✓ نشان دهید که هر یک از مشخصه های یاد شده مربوط به کدام حالت ماده است؟</p> <table border="1" data-bbox="138 1064 649 1556"> <thead> <tr> <th></th> <th>جامد</th> <th>مایع</th> <th>گاز</th> <th>پلازما</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>الف</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ب</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>پ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ت</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ث</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ج</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>چ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ح</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		جامد	مایع	گاز	پلازما	الف					ب					پ					ت					ث					ج					چ					ح					<p>۳. الف) مولکولهای آن آزادانه حرکت می کنند.</p> <p>ب) تقریباً تراکم پذیر نیستند.</p> <p>پ) مولکولهای آن اطراف مکانهای خاصی حرکتهای نوسانی انجام می دهند.</p> <p>ت) در دماهای خیلی بالا به وجود می آید.</p> <p>ث) به دو صورت بلورین و بی شکل تقسیم می شوند.</p> <p>ج) شکل ظرف را به خود می گیرند.</p> <p>چ) فاصله میانگین مولکولهای آن در مقایسه با اندازه آنها، خیلی بیشتر است.</p> <p>ح) ماده درون ستارگان و شفقهای قطبی از آن تشکیل شده است.</p>
	جامد	مایع	گاز	پلازما																																										
الف																																														
ب																																														
پ																																														
ت																																														
ث																																														
ج																																														
چ																																														
ح																																														
	<p>۴. اختلاف اساسی بین مایع و گاز این است که هنگامی که می خواهیم مایع را متراکم کنیم.</p> <p>(الف) حجم آن (افزایش می یابد، کاهش می یابد، تغییر چندانی نمی کند).</p> <p>(ب) چگالی آن (افزایش می یابد، کاهش می یابد، تغییر چندانی نمی کند).</p>																																													
	<p>۵. حالت ماده به دو عامل بستگی دارد. آن دو عامل را بنویسید.</p>																																													
	<p>۶. آزمایشی طراحی کنید که نیروی کشش سطحی در آب را نشان دهد.</p>																																													
	<p>۷. شکل مقابل بالا رفتن آب در لوله موین را نشان می دهد. اگر در نقطه A سوراخ ریزی ایجاد شود. آیا مایع از سوراخ بیرون می ریزد؟ چرا؟</p>																																													

۸. ارتفاع مایع در داخل کدام لوله موئین از بقیه بالاتر می‌رود؟ چرا؟



۹. چرا در ساختن دیوارهای بتونی یا آجر سیمان پایین دیوار نزدیک به زمین از مواد نازک‌تر مانند قیر استفاده می‌شود؟

۱۰. توضیح دهید از سه حالت مختلف ماده در چه بخش‌هایی از یک دوچرخه و به چه دلیلی استفاده شده است؟

۱۱. آزمایشی را توضیح دهید که بتوان نیروی کشش سطحی را به صورت کمی و عددی برآورد نمود.

۱۲. به دلیل گرانش زمین، لایه‌های گازها در اطراف زمین باید به صورت لایه لایه و از پایین به بالا شامل  $CO_2$ ،  $O_2$ ،  $N_2$  و... باشند ولی تقریباً هوا مخلوط همگنی می‌باشد. چرا؟

۱۳. چرا هنگامی که زیر آب شنا می‌کنید، موهای سر به راحتی در آب حرکت می‌کنند ولی وقتی سر خود را از آب بیرون می‌آورید، موهای سر به هم می‌چسبند؟

۱۴. چگالی ریزگردها هنگامی که ته‌نشین شده باشند، دو برابر چگالی آب است. چرا بادهای نسبتاً ضعیف می‌توانند توده‌های بزرگی از ریزگردها را به حرکت درآورند، در حالی که توفان‌های شدید دریایی تنها مقدار اندکی آب را به صورت قطره‌های ریز به طرف بالا می‌پاشند؟

## درس ۲ (فشار در شاره‌ها)

### فشار

فشار را به صورت نسبت اندازه نیروی عمودی وارد بر یکای سطح تعریف می‌کنند.

$$P = \frac{F}{A}$$

فشار (Pa) ←

نیروی عمودی (N) →

مساحت سطح تماس ( $m^2$ ) →

فشار کمیتی نرده‌ای است.

کلمه

مثال ۷: نیروی وارد بر پشت دست شخص شناگری ۹۶ N می‌باشد. اگر مساحت پشت دست شخص  $8 \times 10^{-3} m^2$  باشد، فشار وارد بر پشت دست شناگر چقدر است؟

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{96}{8 \times 10^{-3}} = 1.2 \times 10^4 Pa$$

پاسخ:

مثال ۸: زیردریایی نیمه سنگین فاتح در عمق معینی از خلیج فارس که فشار در آن نقطه برابر  $10^6 Pa$  است. در حال مانور دادن است. اگر روی بدنه این زیردریایی پنجره کوچکی به شکل دایره و به شعاع ۱۲ cm وجود داشته باشد، بزرگی نیروی عمودی وارد بر این پنجره از طرف آب چند نیوتون است؟

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (12 \times 10^{-2})^2 = 452.16 \times 10^{-4} m^2$$

پاسخ:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow 10^6 = \frac{F}{452.16 \times 10^{-4}} \Rightarrow F = 45216 N$$

در مسأله‌ها باید توجه کنیم که نیروی عمودی، ممکن است ناشی از وزن جسم و یا ناشی از مجموعه‌ای از نیروهای عمود بر سطح تکیه‌گاه باشد که باید برآیند آنها را در نظر بگیریم.

کلمه