

جلسه پنجم

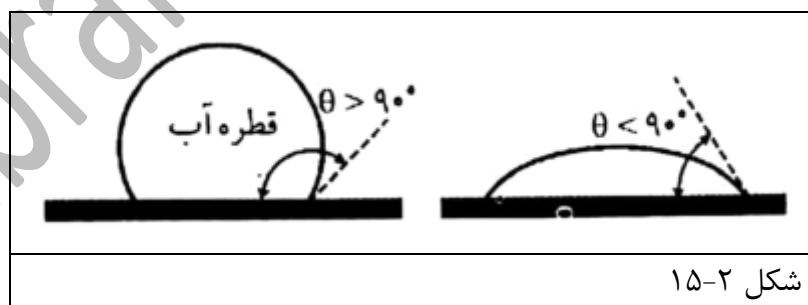
هر دو مشخصه به نوع موادی که در تماس با یکدیگر هستند بستگی دارند.

نکته: در حالت کلی کشش سطحی مایعات فرار مثل الکل از کشش سطحی مایعات غیر فرار مثل جیوه ضعیف تر است. کشش سطحی جیوه در حدود 6.5 برابر آب و برای آب در حدود 3 برابر آب صابون و در حدود 6 برابر الکل یا بنزین است.

کشش سطحی σ نیروی عمود بر واحد سطح مایع در نظر گرفته میشود و واحد آن در سیستم N/m و در سیستم انگلیسی lb_f/ft است.

- معمولاً کشش سطحی سعی میکند مساحت مایع را کم کند تا انرژی کمتری جهت نگهداری مورد نیاز باشد. دلیل کروی بودن قطرات آب معلق در خلا نکته فوق است.
- حال مواردی در خصوص زاویه تماس بیان میگردد
- تمیزی سطح و خلوص مایع بر زاویه تماس θ تأثیرگذار است.

در شکل زیر تأثیر کشش سطحی بر قطره آب در تماس با یک سطح جامد نشان داده شده است:

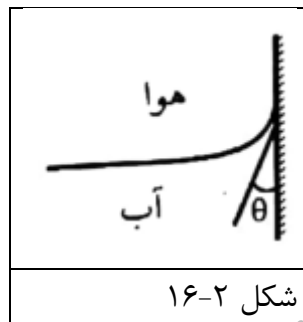


در حالت (الف) که $\theta < 90^\circ$ است سطح خیس شده است.

در حالت (ب) که $\theta > 90^\circ$ است سطح خیس نشده است.

نمونه ای از حالت (الف) تماس آب با صابون و حالت (ب) تماس آب با موم است.

کشش سطحی آب در دمای 0.0728 N/m , 20°C و زاویه تماس آن با هوا در یک سطح خیلی تمیز و صاف تقریباً صفر است.

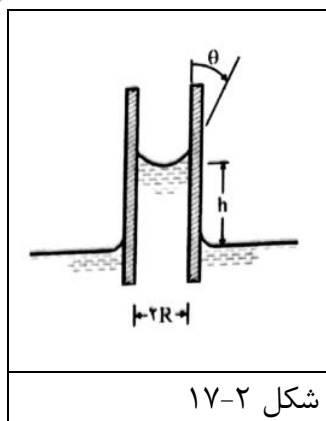


شکل ۱۶-۲

مویینگی

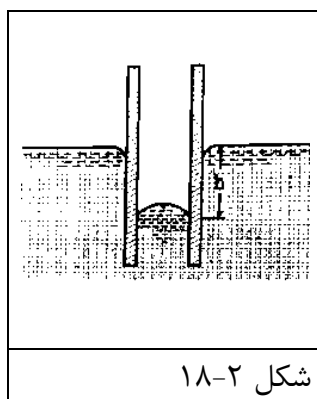
صعود یا نزول مایع در داخل لوله مویینه را مویینگی مینامند. پدیده مویینگی بر اساس کشش سطحی اتفاق می افتد و دو حالت وجود دارد:

الف) هرگاه نیروی چسبندگی سطحی بین مایع و شیشه بیشتر از نیروی پیوستگی بین مولکولهای مایع باشد مایع در لوله بالا میرود بالاتر از سطح مایع ظرف؛ مانند آب.



شکل ۱۷-۲

ب) هرگاه نیروی پیوستگی بین مولکولهای مایع بیشتر از نیروی چسبندگی سطحی بین منابع و شیشه باشد مایع در لوله پایین میرود پایین تر از سطح مایع ظرف؛ مانند جیوه



- در حالت کلی میتوان گفت که مایعات خیس کننده در لوله موئین بالا می روند در حالی که مایعات خیس نکننده پایین تر از سطح آزاد مایع در ظرف قرار میگیرند. توجه داشته باشید که بالا رفتن آب داخل لوله موئینه تا جایی است که نیروی کشش سطحی با نیروی وزن ستون آب برابر شود.

- آب موجود در خاک توسط پدیده موئینگی از راه ریشه و ساقه به بخش های مختلف گیاه می رسد

فشار بخار

مایعی را در نظر میگیریم که در یک فضای محدود واقع شده و دمای آن ثابت است. برخی از مولکول ها که دارای انرژی کافی هستند از سطح مایع گریخته و به فضای بالای آن می روند. پس از گذشت مدت زمانی تعداد مولکولها در فضای بالایی مایع به حدی میرسند که در اثر فشار موجود در این فضا تعدادی از مولکولها به مایع بر می گردند و نهایتاً حالت تعادلی حاصل می شود که در آن تعداد مولکولهای خارج شده از مایع با تعداد مولکولهای وارد شده برابر میشوند. هوای فضای بالای سطح مایع از مولکول های بخار مایع اشباع است. در این حالت فشار روی سطح مایع را فشار بخار می نامند.

- فشار بخار مایع تابع دما است و با افزایش دما فشار بخار افزایش می یابد.

- هر چه فشار فضای بالای مایع پایین باشد تبخیر آن در دماهای پایین تر صورت میگیرد. مایعات فرار مایعاتی هستند که دارای فشار بخار خیلی زیادی هستند و به راحتی بخار می شوند. نکته بررسی فشار بخار در مانومترها بارومترها و در پدیده کاویتاسیون دارای اهمیت است.

فصل سوم: فشار و روشهای اندازه گیری آن

فشار

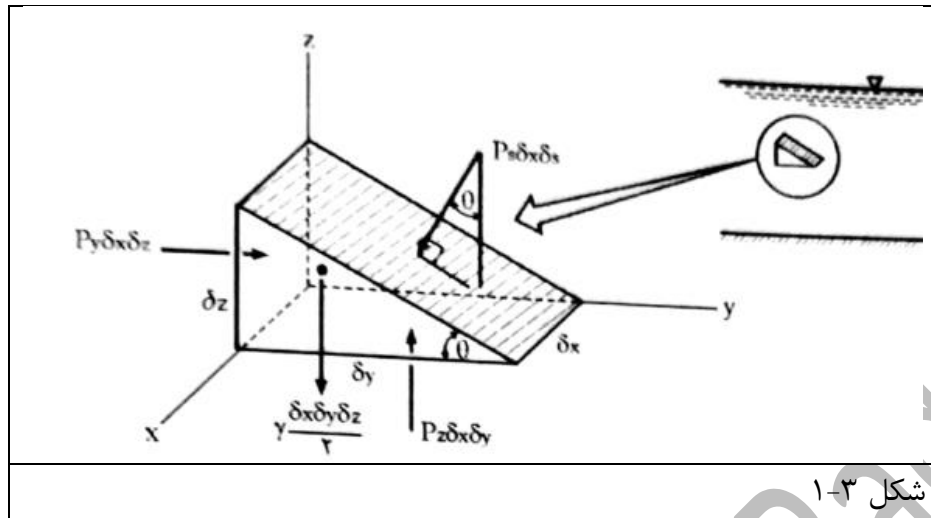
فشار در یک نقطه از سیال ساکن عبارت است از نیروی وارد شده از طرف سیال بر واحد سطح آن نقطه. در مایعات فشار در هر نقطه حاصل وزن ذرات قرار گرفته در ارتفاع بالاتر از آن نقطه است، چون فاصله مولکولها کم بوده و قادر به انتقال نیروهای وارد بر خود به سایر مولکولها هستند. در گازها حامل وزن مهم نبوده و فشار ناشی از برخوردهای مولکولی به سطح است. با افزایش این برخوردها فشار هم افزایش مییابد. با توجه به اینکه در یک سیال ساکن تنش برشی وجود ندارد نیروی وارد بر سطح به صورت قائم است که در نتیجه آن فشار حاصل می شود.

قانون پاسکال

فشار در هر نقطه از یک سیال ساکن او سیال در حال حرکت تا موقعی که تنش برشی وجود ندارد در کلیه جهات یکسان بوده و مستقل از جهت است یعنی

$$P_x = P_y = P_z = P$$

رابطه فوق را میتوان به صورت زیر اثبات کرد گوه مثلی دلخواهی از یک سیال را در نظر میگیریم که P_x, P_y, P_z فشارهای متوسط وارد بر روی وجوه آن هستند.



هرگاه سیال ساکن نبوده و لایه های آن نسبت به هم حرکت داشته باشند فشار در یک نقطه را میانگین فشار در جهات مختلف در نظر میگیریم

$$P = \frac{1}{3}(P_x + P_y + P_z)$$

تغییرات فشار

هرگاه تابع فشار را به شکل $P = P(x, y, z)$ فرض کنیم با استفاده از معادله زیر می توان نیروی سطحی در واحد حجم ناشی از تغییر فشار را بدست آورد:

$$f = -\vec{\nabla}P$$

$$f = -\left(\frac{\partial P}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial P}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial P}{\partial z}\vec{k}\right)$$

بنابراین گرادیان فشار نیرویی سطحی است که روی دیواره های یک جزء سیال اعمال می شود.

با اعمال قانون دوم نیوتن به معادله زیر می رسم

$$-\nabla P + \rho B = \rho a$$

B نیروی حجمی وارد بر واحد جرم و a شتاب مطلق است.

هرگاه نیروی گرانشی تنها نیروی حجمی اعمال شده باشد داریم

$$B = -g\vec{k}$$

$$-\vec{\nabla}P - \rho g\vec{K} = \rho \vec{a}$$

$$-\vec{\nabla}P - \gamma\vec{K} = \rho \vec{a}$$

معادله فوق معادله اوپلر نامیده میشود و دارای دو محدودیت است:

(۱) تنش برشی صفر باشد.

(۲) نیروی گرانشی تنها نیروی حجمی باشد.

در سیال ساکن $a = 0$ است و داریم

$$-\vec{\nabla}P - \gamma\vec{K} = 0 \rightarrow \vec{\nabla}P = -\gamma\vec{K}$$

با مقایسه جمله به جمله دو طرف تساوی داریم

$$f = -\vec{\nabla}P$$

$$\frac{\partial P}{\partial x} = 0, \frac{\partial P}{\partial y} = 0, \frac{\partial P}{\partial z} = -\gamma$$

که نشان دهنده این است که تغییرات فشار تنها تابع Z بوده و مستقل از جهات X, Y است در نتیجه

$$\frac{dP}{dz} = -\gamma$$

- معادله فوق دارای محدودیت های زیر است:

(۱) سیال ساکن باشد.

(۲) نیروی گرانشی تنها نیروی حجمی باشد.

- معادله فوق در دو حالت γ ثابت و متغیر برقرار است.

با توجه به اینکه $\gamma = \rho g$ است داریم

$$\frac{dP}{dz} = -\rho g \rightarrow \frac{dP}{\rho} = -g dz$$

با انتگرالگیری از طرفین

$$\int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{\rho} = - \int_{z_1}^{z_2} g dz$$

تغییرات با ارتفاع ناچیز است پس

$$\int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{\rho} = -g(z_2 - z_1)$$

برای تعیین تغییرات فشار باید ρ را بر حسب P داشته باشیم (معادله حالت).

هرگاه چگالی یا حجم مخصوص با ارتفاع تغییر کن داریم:

$$\frac{dP}{dz} = -\gamma \rightarrow dP = -\gamma dz \rightarrow \int_{P_1}^{P_2} dP = - \int_{z_1}^{z_2} \gamma dz \rightarrow \Delta P = - \int_{z_1}^{z_2} \gamma dz$$

$$\Delta P = P - P_{atm} = \int_0^h \gamma dh = \int_0^h \rho g dh$$