

جلسه ششم

مثال در یک راکتور به ارتفاع $10m$ دانسیته مخلوط با ارتفاع Y بر حسب متر از بالای راکتور به صورت تغییر میکند $\rho = 1000 \left(1 + \frac{Y}{50} + \left(\frac{Y}{100} \right)^2 \right) \frac{Kg}{m^3}$ تغییر می کند. چنانچه مخلوط ساکن فرض شود، اختلاف فشار بالا و پایین راکتور چقدر خواهد بود؟

$$\Delta P = \int_0^{10} \rho g dY = \int_0^{10} \left[1000 \left(1 + \frac{Y}{50} + \left(\frac{Y}{100} \right)^2 \right) * 9.81 \right] dY =$$

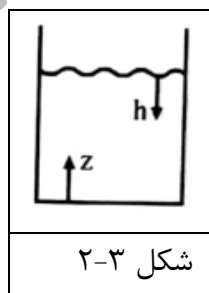
$$= \left[9810 \left(Y + \frac{Y^2}{100} + \frac{1}{3} \left(\frac{Y}{100} \right)^3 \right) \right]_0^{10} = 140610 Pa = 140.61 KPa$$

۲ - ۳ - ۱ - سیالات تراکم ناپذیر

در سیالات تراکم ناپذیر چگالی ثابت است با انتگرالگیری از معادله قبل تغییرات فشار را بدست می آوریم

$$\int_{P_1}^{P_2} dP = - \int_{z_1}^{z_2} \gamma dz \rightarrow P_2 - P_1 = \gamma(z_2 - z_1)$$

با انتخاب مبدأ محورهای مختصات در روی سطح آزاد مایع که در آن فشار اتمسفریک است داریم:



$$P - P_0 = \gamma(z_2 - z_1), P = P_0 + \gamma h$$

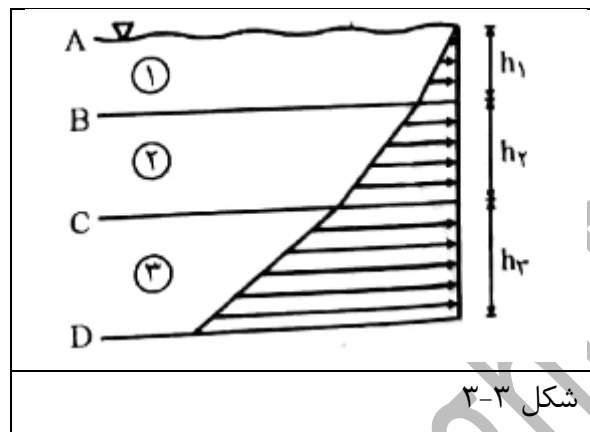
جهت مثبت به سمت پایین انتخاب شده است.

$P - P_0$ فشار نسبی را بیان میکند و فشار نقطه ای به فاصله $h = z - z_0$ از سطح آزاد سیال را نشان

می دهد.

در یک سیال ساکن تغییرات فشار در جهت قائم خطی است و تغییرات فشار در جهت افقی صفر است.

هرگاه به جای یک سیال چند لایه سیال داشته باشیم شیب توزیع فشار هیدرواستاتیک در لایه های مختلف فرق داشته و برای سیال چگالتر دارای شیب تندتری است و با توجه به اینکه لایه های سیال به ترتیب افزایش چگالی از بالا به پایین قرار میگیرند شیب توزیع فشار از بالا به پایین تندتر می شود.



فشارهای نسبی :

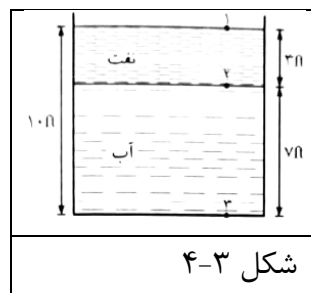
$$P_A = P_{atm} = 0$$

$$P_B = \gamma_1 h_1$$

$$P_C = P_B + \gamma_2 h_2 = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2$$

$$P_D = P_C + \gamma_3 h_3 = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3$$

مثال: یک مخزن بزرگ باز دارای نفت به عمق 3 ft از سطح فوقانی است در حالی که بقیه مخزن از آب پر می باشد. کل مخزن به عمق 10 ft و چگالی نفت 0.8 می باشد. فشاری را که به وسیله نفت و آب بر ته مخزن وارد می شود چقدر است؟



اندازه گیری فشار

خلأ فضایی است که دارای هیچگونه ماده ای اعم از جامد، مایع و گاز نیست. در این جا هر جا صحبت از خلأ شود منظور فشار کمتر از فشار اتمسفر است.

فشار موجود در هوای اطراف ما فشار اتمسفر است و به دو صورت فشار اتمسفر محلی و فشار اتمسفر استاندارد وجود دارد. فشار اتمسفر محلی با شرایط محیط تغییر میکند ولی فشار اتمسفر استاندارد ثابت بوده و فشار اتمسفر در سطح آزاد دریاها است. فشار اتمسفر استاندارد برابر است با :

$$P = 1atm = 101325Pa = 14.7Psi = 10.33mH_2O = 760mmHg = 1.01325bar$$

هرگاه فشار نسبت به خلأ مطلق اندازه گیری شود آنرا فشار مطلق می نامند.

هرگاه فشار نسبت به فشار اتمسفر اندازه گیری شود آنرا فشار نسبی می نامند.

رابطه فشار نسبی با فشار مطلق به صورت زیر است:

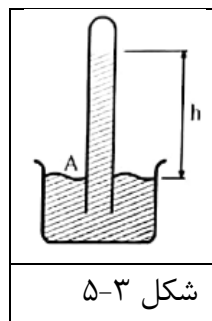
$$P_{abs} = P_{gage} + P_{bar} \quad (\text{فشار مطلق} = \text{فشار نسبی} + \text{فشار اتمسفر})$$

هرگاه فشار نسبی منفی باشد فشار کمتر از فشار اتمسفر باشد آنرا فشار خلأ یا مکش می نامند و داریم:

$$(\text{فشار نسبی} - = \text{خلا نسبی})$$

بارومتر جیوه ای

بارومتر جیوه ای یک لوله وارونه شده در داخل محفظه ای پر از اندازه گیری فشار اتمسفر محلی استفاده می شود.

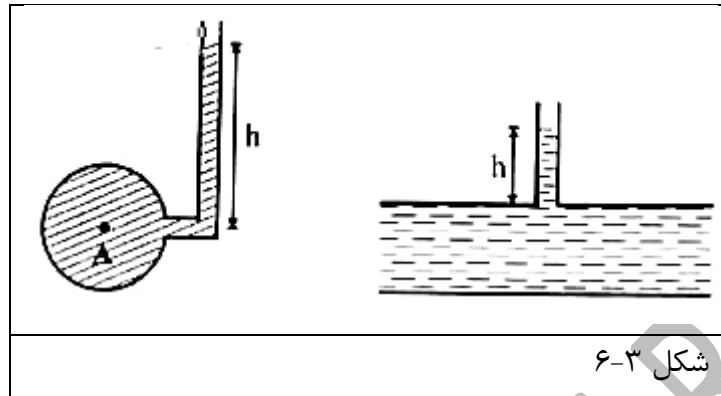


$$P_{atm} = \rho_{Hg} gh$$

با توجه به پایین بودن فشار بخار جیوه از اثر آن در بالای لوله صرفنظر می شود.

پیزومتر

وسیله ای است که از آن جهت اندازه گیری فشارهای نسبی پایین استفاده می شود.

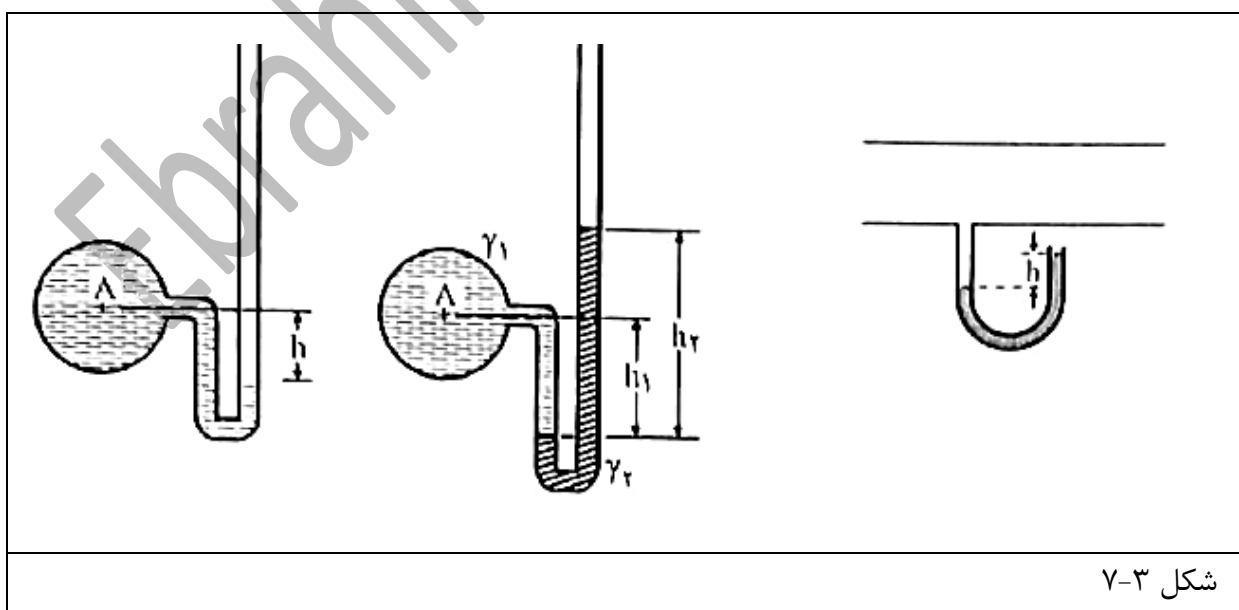


$$P_A = \gamma h$$

- فشارهای منفی را نمیتوان با پیزومتر اندازه گیری کرد چون هوا از طریق لوله وارد مجرا می گردد.
- فشارهای بالا را نمیتوان با پیزومتر اندازه گیری کرد چون نیاز به لوله بلندی خواهد بود.
- با توجه به اینکه گازها دارای سطح آزاد نیستند نمی توان از پیرومتر جهت اندازه گیری فشار گازها استفاده کرد.

مانومتر ساده

وسیله ای است که از آن جهت اندازه گیری فشارهای نسبی مثبت و منفی استفاده می شود.



قبل از اینکه فشار در نقطه A را توسط مانومتر نشان داده شده بدست آوریم، روش محاسبه فشار در مانومترها را بیان میکنیم:

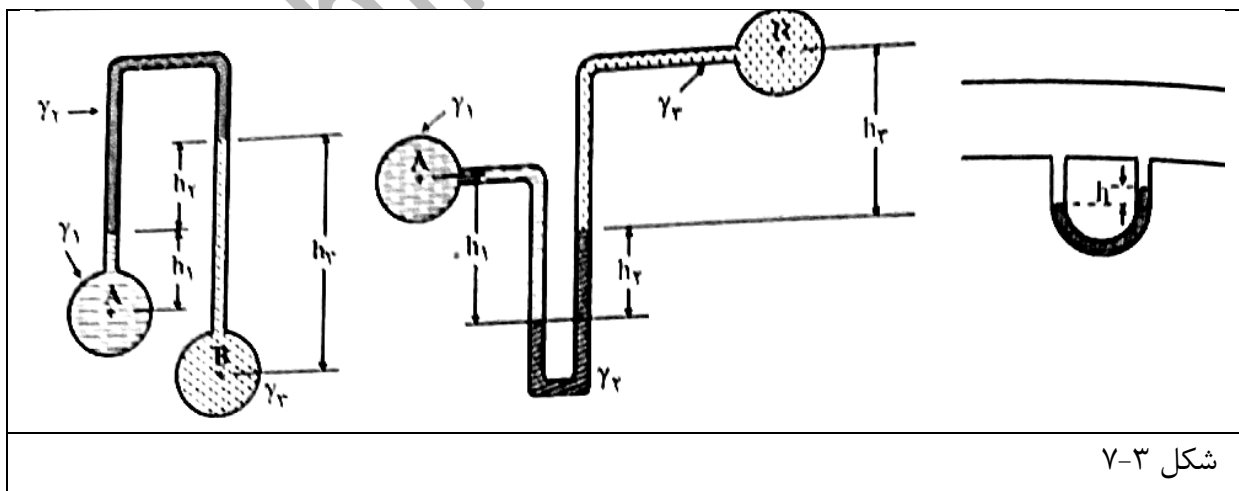
از یک نقطه شروع کرده و حرکت میکنیم اگر حرکت به سمت پایین باشد علامت فشار مثبت و اگر به سمت بالا باشد علامت آن منفی خواهد بود. توجه داشته باشید که در یک مسیر پیوسته برای یک سیال دو نقطه هم ارتفاع دارای فشار یکسان هستند بنابراین برای دو نقطه هم سطح از یک سیال پیوسته که در دو طرف مانومتر قرار دارند فشارها همدیگر را خنثی کرده و از محاسبات حذف می شوند یعنی میتوانیم از یک نقطه به نقطه دیگر جهش کنیم برای مثال برای مانومتر ساده دو سیالی نشان داده شده چون انتهای مانومتر باز است فشار آن اتمسفری است که آن را برابر صفر قرار می دهیم. توجه کنید که در این صورت مقدار حاصل شده برای P_A فشار نسبی است. داریم:

$$P_A + \gamma_1 h_1 - \gamma_2 h_2 = 0 \rightarrow P_A = \gamma_2 h_2 - \gamma_1 h_1$$

توجه کنید که هرگاه در یک سیستم گاز و مایع داشته باشیم به علت کوچک بودن وزن مخصوص گازها در مقایسه با وزن مخصوص مایعات از تغییرات فشار ایجاد شده توسط آنها صرفنظر می کنیم. هرگاه اندازه گیری فشار بالا مورد نظر باشد از جیوه به عنوان سیال مانومتری استفاده می کنیم و اگر فشار پایین باشد از آب استفاده می کنیم.

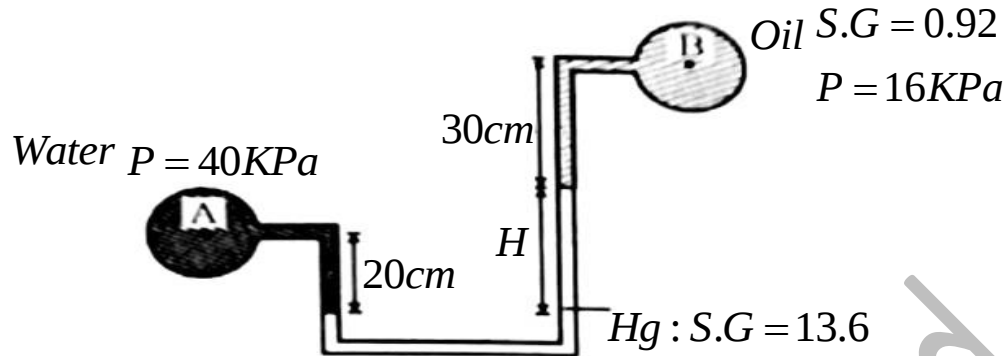
مانومتر دیفرانسیلی

از این وسیله جهت محاسبه اختلاف فشار در مخزن یا دو نقطه از یک لوله استفاده می شود.



شکل ۳-۷

- در شکل مقابل ارتفاع H را بیابید.



$$P_A + 0.2\gamma_{\text{Water}} - H\gamma_{\text{Hg}} - 0.3\gamma_{\text{Oil}} = P_B$$

$$40 \cdot 10^3 + 0.2 \cdot 9810 - H \cdot 13.6 \cdot 9810 - 0.3 \cdot 0.92 \cdot 9810 = 16 \cdot 10^3$$

فصل چهارم: نیروهای هیدروستاتیکی وارد بر سطوح

هرگاه سطحی در سیال غوطه ور شود از طرف سیال نیروی فشاری به آن وارد می شود. تعیین این نیرو در طراحی سازه های مخازن نگهداری سیال سدها کشتی ها و سایر سازه های هیدرولیکی دارای اهمیت بسیار بالایی است. در این فصل نیروهای هیدروستاتیکی وارد بر سطوح تخت و خمیده و نیروی شناوری مورد بررسی قرار میگیرند.

در تعیین نیروهای هیدروستاتیکی وارد بر یک سطح دو چیز مهم است

۱- مقدار نیروی برآیند

۲- نقطه اثر نیرو

نیروی هیدروستاتیکی وارد بر صفحه تخت

برای محاسبه نیروی هیدروستاتیکی وارد بر یک صفحه تخت سه روش مورد بررسی قرار می دهیم:

- روش انتگرال گیری

- استفاده از روابط

- منشور فشار

البته توجه داشته باشید که با توجه به وقت گیر بودن روش انتگرال گیری استفاده از آن دشوار است ولی برای آشنایی این روش نیز ارائه می گردد.

در شکل زیر یک صفحه تخت غوطه ور در یک سیال نشان داده شده است.

