مکانیک سیالات

تعریف سیال: ماده ای که در اثر تنش برشی تغییر شکل زاویه‌ای مداوم خواهد داشت

قانون لزجت نیوتن:

در جریان لایه ای و آرام یک سیال تنش برشی روی سطح مماس بر امتداد جریان با میزان تغییر سرعت در راستای عمود بر آن سطح متناسب است.

$$\tau = \mu \frac{\partial_v}{n} = \mu \frac{\partial_\gamma}{\partial_t}$$

μ لزجت یا ویکسوزیته دینامیکی است که به موجب آن سیال در برابر برش مقاومت می کند. و واحد آن در SI $\frac{kg}{m.s}$ است.

ν لزجت سینماتیکی است که $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ واحد آن در SI $\frac{m^2}{s}$ است.

فشار بخار مایع: بخار ناشی از هر مایع فشار جزئی به فضای اطراف وارد می کنند که فشار بخار آن مایع نام دارد. در اثر افزایش دما فشار بخار مایع افزایش می یابد.

اگر فشار روی مایع بیش از فشار بخار آن مایع باشد تغییر صورت نمی‌گیرد اگر کمتر باشد. مایع بخار می‌شود. پدیده کاویتاسیون در خطوط لوله در جاهایی که فشار از فشار بخار آن مایع کمتر می شود. به وجود می آید برای جلوگیری از این پدیده نامطلوب باید در شبکه لوله ها همیشه فشار بخار مایع کوچکتر از فشار موجود در لوله باشد.

استاتیک سیالات:

با نوشتن تعادل نیرویی در راستای قائم یک المان مکعبی در سیال ایستا نتیجه می‌شود.

$$\frac{\partial_p}{\partial_y} = -\gamma$$

یعنی با حرکت در راستای قائم y به سمت بالا در یک سیال ساکن فشار با شیب γ سیال کاهش می‌یابد.

مثال: یک ظرف استوانه‌ای به مساحت قاعدهٔ $2m^2$ و ارتفاع $1m$ از سیالی به وزن مخصوص متغیر به معادله $r = a + by$ که در آن a و b مقادیر ثابت و مثبت‌اند پر شده است. نیروی هیدرواستاتیک وارد بر کف ظرف چقدر است؟

۱) $a+b$ ۲) $2a+b$ ۳) $a+2b$ ۴) $2(a+b)$

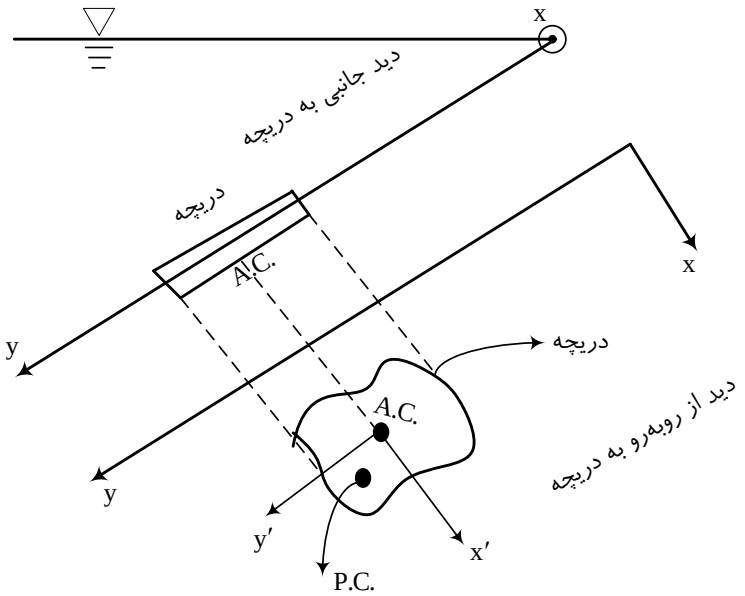
حل ✓ گزینه ۲ صحیح است.

$$\frac{\partial p}{\partial y} = \gamma \Rightarrow \int_0^p d_p = \int_0^1 (a+by) d_y \qquad P = a + \frac{b}{2}$$

$$F = P \times A = 2\left(a + \frac{b}{2}\right) = 2a + b$$

نیروی هیدرواستاتیک وارد بر سطوح مسطح مورب:

در شکل زیر یک دریچه مسطح به شکل مورب در آب قرار دارد که هم از دید جانبی نشان داده شده است. هم از دید روبرو محور x دقیقا منطبق بر سطح آب است. و محور y هم از سطح آب و موازی دریچه رسم می‌شود. محور x' موازی محور x است و از مرکز سطح دریچه عبور می‌کند و محور y' موازی محور y است و از مرکز سطح دریچه عبور می‌کند.



اندازه نیروی وارد بر دریچه برابر است با حاصل ضرب فشار در مرکز سطح دریچه و سطح دریچه $|\vec{F}|=P_c.A$ اما بردار $\vec{F}$ بر مرکز سطح دریچه وارد نمی‌شود. بلکه در نقطه‌ای که مرکز فشار دریچه نام دارد وارد می‌شود. و مختصات آن از روابط زیر به دست می‌آید:

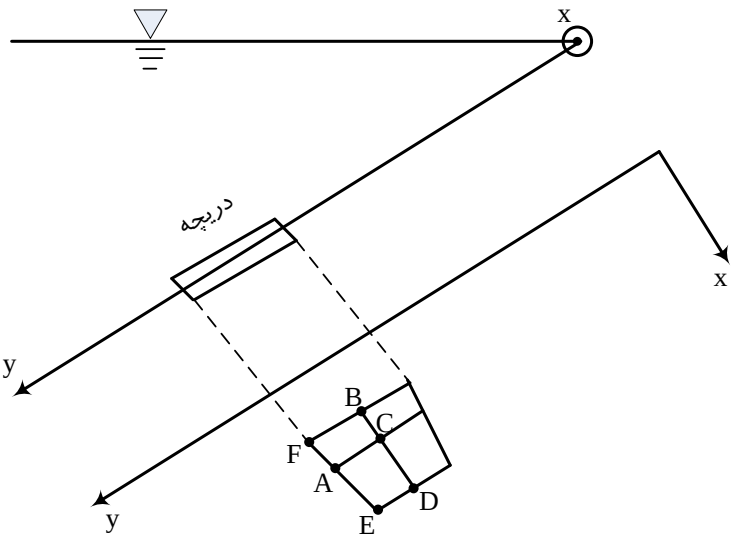
A.C. مرکز سطح دریچه به مختصات (x_c,y_c)

$$x_{p.c}=x_c+\frac{I_{x'y'}}{y_c.A}$$

P.C مرکز فشار دریچه به مختصات $(x_{p.c},y_{p.c})$

$$y_{p.c}=y_c+\frac{I_{x'}}{y_c.A}$$

مثال: دریچه ای به شکل مقابل قرار دارد مرکز فشار آن در کدام ناحیه واقع است.



نقطه C مرکز سطح دریچه است.

۱) در ناحیه BCAF قرار دارد.

۲) روی خط AC قرار دارد.

۳) در ناحیه CDEA قرار دارد.

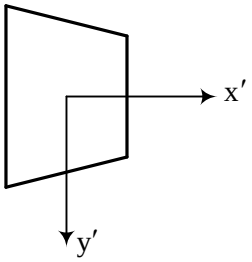
٤) روی خط CD قرار دارد.

حل گزینه ۲ صحیح است.

با توجه به توضیحات قبل مختصات مرکز فشار از روابط زیر محاسبه می‌شود.

$$x_{p.c.}=x_c+\frac{I_{x'y'}}{y_c.A}$$

$$y_{p.c.}=y_c+\frac{I_{x'}}{y_c.A}$$



همان‌طور که دیده می‌شود به علت تقارن ذوزنقه نسبت به محور x' مقدار $I_{x'y'}$ حتما مساوی صفر می باشد و $x_{p.c} = x_c$.

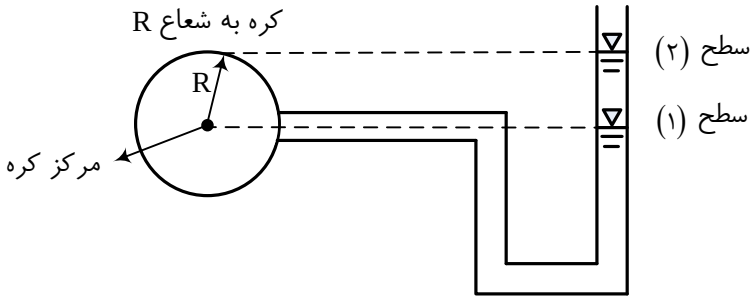
و مقدار $I_{x'}$ هم همواره مقدار مثبتی است. پس $y_{p.c.} > y_c$.

نیروی هیدرواستاتیکی وارد بر سطوح منحنی:

برای به دست آوردن نیروی افقی وارد بر سطح منحنی، سطح منحنی را روی صفحه قائم تصویر کرده و نیروی وارد بر صفحه تصویر را به دست می‌آوریم.

و نیروی قائم اعمال شده بر روی یک سطح منحنی با وزن مایع که به طور قائم بالای منحنی تا سطح آزاد قرار دارد، برابر می‌باشد.

مثال: نسبت نیروی قائم وارد بر کره به شعاع R نشان داده شده در حالتی که سطح آب در سطح (۱) باشد به حالتی که سطح آب در (۲) باشد کدام است.



۱) صفر

۲) ۱

۳) R

۴) $\sqrt{3}$

حل گزینه ۲ صحیح است.

با جدا کردن نیم کره بالایی و پایینی و امتداد دادن لبه نیم کره تا سطح آزاد و محاسبه آن حجم های به وجود آمده و جمع آن حجم ها با دقت به علامت آنها به این نکته پی می بریم که نیروی قائم وارد به کره در دو حالت (۱) و (۲) و هر سطح آب دلخواه دیگری برابر حاصل ضرب حجم کره و وزن مخصوص مایع به کار رفته شده در کره.