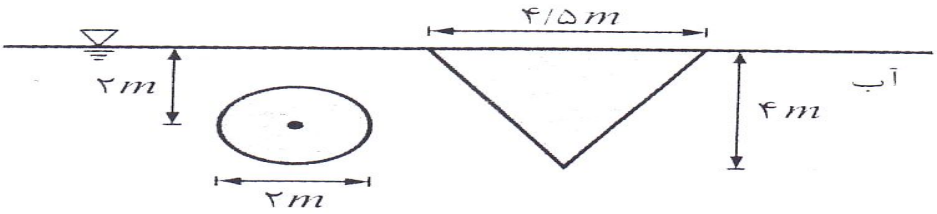
$$h_p = \bar{h} + \frac{I_G}{A\bar{h}}$$



شکل (۳ – ۱۱)

حل :

الف) سطح دایره ای شکل:

$$F = \gamma \bar{h} A = 10 \times 2 \times (\frac{\Pi \times 2^2}{4}) = 60KN$$

$$h_P = \bar{h} + \frac{I_G}{A\bar{h}} = 2 + \frac{(\frac{\Pi \times 2^4}{64})}{(\frac{\Pi \times 2^2}{4}) \times 2} = 2/125m$$

ب)سطح مثلثی:

$$\bar{h} = 4 \times \frac{1}{3} = \frac{4}{3}$$

$$F = \gamma \bar{h} A = 10 \times \frac{4}{3}(\frac{1}{2} \times 4 \times 4/5) = 120KN$$

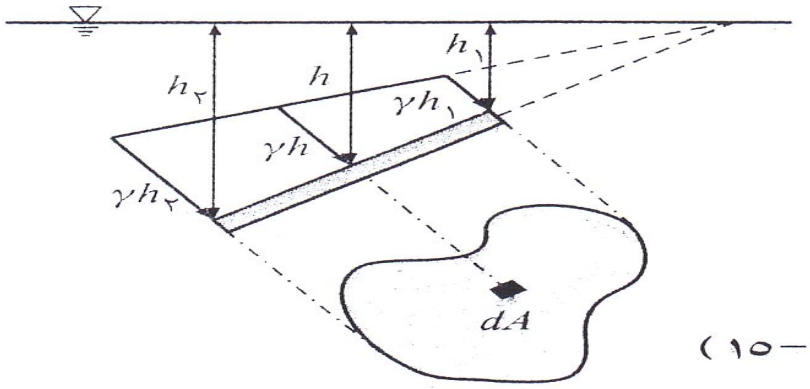
$$h_P = \bar{h} + \frac{I_G}{A\bar{h}} = \frac{4}{3} + \frac{\frac{1}{36} \times 4/5 \times 4^3}{9 \times \frac{4}{3}} = 2m$$

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

روش منشور فشار

یکی دیگر از روش های تعیین نیروی وارد بر سطوح تخت و محل اثر آن ، استفاده از منشور فشار است . منشور فشار ، حجمی است به شکل منشور که قاعده آن همان صفحه مسطح است و ارتفاع آن از قاعده ، در هر نقطه ، برابر γh می باشد . همان طور که در شکل (3-15) مشخص شده است ، h فاصله قائم هر نقطه از صفحه تا سطح آزاد مایع است . در این روش ، نیروی برآیند وارد بر یک طرف صفحه برابر است با حجم منشور فشار و مختصات مرکز فشار نیز همان مختصات مرکز حجم منشور می باشد ، یعنی می توان نوشت :

(8-3)



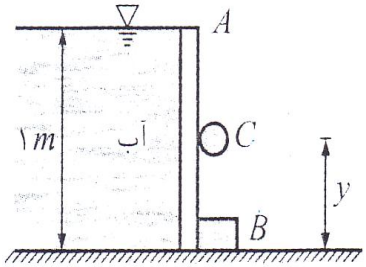
شکل (۳ – ۱۵)

$$x_P = \frac{1}{V}\int x dV \qquad \text{و} \qquad y_P = \frac{1}{V}\int y dV$$

مثال(10)

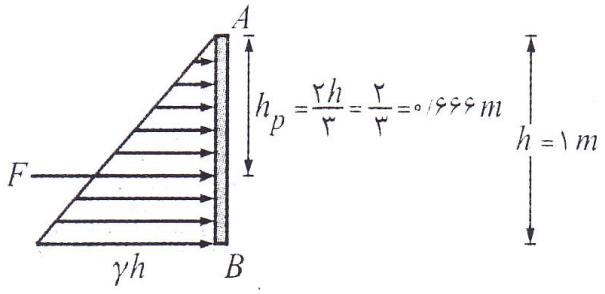
در شکل مقابل y را طوری تعیین کنید که وقتی سطح آب بالای دیواره مستطیلی می رسد ، دیواره حول C دوران کند .

(16-3)



شکل (۳ – ۱۶)

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)



حل : با رسم منشور فشار برای دیواره AB ملاحضه می

شود : تا زمانی که مانع C بالای مرکز فشار است ، لنگر

نیروی هیدرواستاتیک در خلاف جهت عقربه های ساعت بوده و با برخورد دیوار به مانع B هیچ گونه حرکتی در دیواره

نخواهیم داست . با حرکت دادن مانع C به سمت پایین و قرار دادن آن در مرکز فشار ، دیواره در آستانه دوران حول C قرار

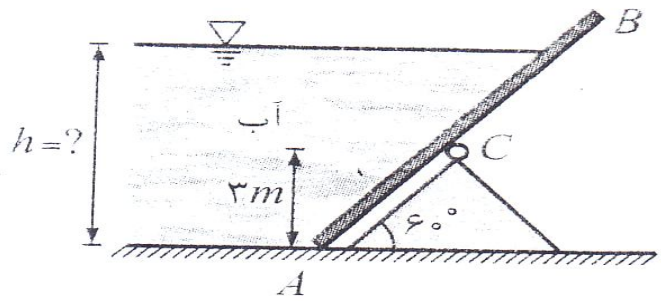
می گیرد . در این حالت می توان نوشت :

$$BC = y = 1 - h_p = 1 - 0/666 = 0/333m$$

مثال(11)

با توجه به شکل ، عمق آب در لحظه گردش دریچه مستطیلی چقدر است ؟

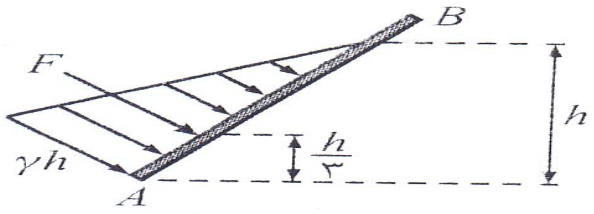
(17-3)



حل : با رسم منشور فشار برای دریچه AB ، ملاحضه می شود :

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

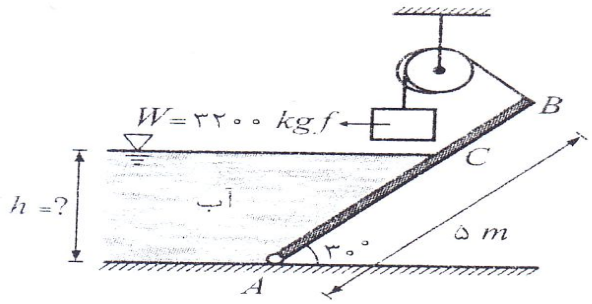
تا زمانی که مرکز فشار در پایین لولای C قرار گرفته است ، دریچه هیچ گونه حرکتی نخواهد داشت با بالا آمدن سطح آب و افزایش ارتفاع آن ،مرکز فشار به سمت بالا حرکت کرده و به لولای C نزدیک می شود به طوری که در لحظه انطباق با لولا ، دریچه را در آستانه دوران حول C قرار می دهد . در این حالت می توان نوشت :



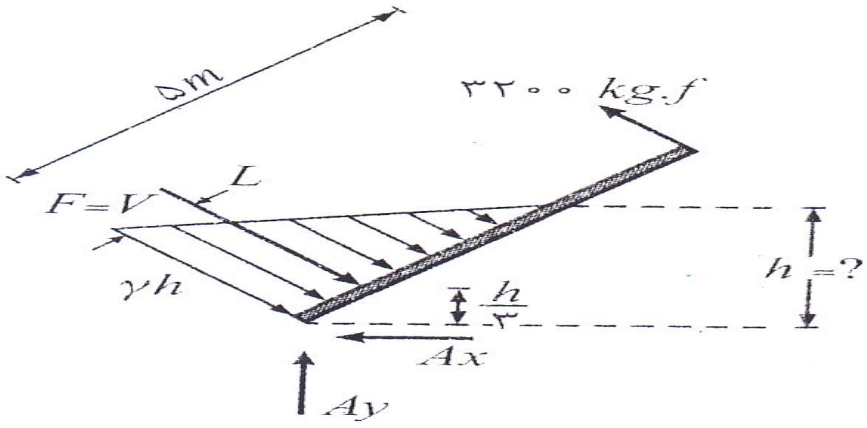
مثال (12)

در شکل مقابل ارتفاع h چقدر باشد تا دریچه به حالت تعادل قرار داشته باشد ؟ از نیروی اصطکاک و وزن دریچه صرف نظر کنید و عرض دریچه را برابر 3 متر در نظر نظر بگیرید .

$(\gamma_w = 1000 kg.f/m^3)$



حل : با ترسیم دیاگرام آزاد دریچه و نیز استفاده از منشور فشار خواهیم داشت :



$$F = \left[\frac{(\gamma h)(\frac{h}{\sin 30^o})}{2}\right](3) = 3\gamma h^2 = 3000h^2 (kg.f)$$

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

$$L = \frac{\frac{h}{3}}{\sin 60^o} = \frac{h}{3\sin 30^o} = \frac{2}{3}h$$

$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow 3200 \times 5 - (3000h^2) \times (\frac{2}{3}h) = 0 \Rightarrow h = 2m$$

3

-5- نیروی هیدرواستاتیک وارد برسطوح بسته (نیروی شناوری)

فرض کنید جسم جامدی را درون ظرفی که محتوی یک سیال ساکن است ، قرار داده ایم. این جسم ممکن است در سیال مورد نظر ، شناور یا غوطه ور شود و یا باحرکت به سمت کف ظرف ، در آن ته نشین گردد . وقوع هر یک از این حالت ها بستگی به وضعیت نیروهای وارد بر جسم دارد . یکی از نیروها ، نیروی شناور است که در ادامه ضمن بیان حالت ها ی ذکر شده ، به آن نیز خواهیم پرداخت .

1-حالت شناوری :

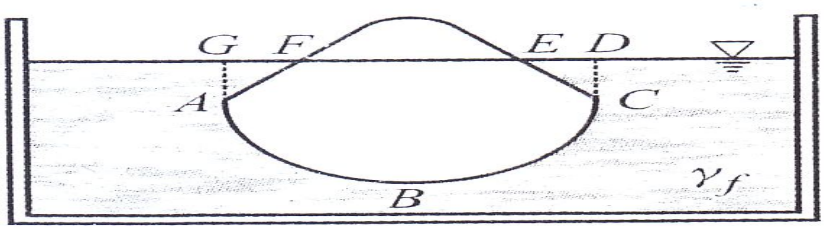
چنانچه مطابق شکل (3-34) قسمتی از جسم جامد ، درون مایع غوطه ور باشد و بقیه جسم خارج از آن قرار گیرد ، می گوییم جسم در مایع شناور است . نیروهای وارد ب رجسم جامد در حالت شناوری عبارتند از :

الف) نیروی وزن که در راستای قائم و رو به پایین بر مرکز ثقل جسم شناور وارد می شود و مقدار آن برابر است با :

$$W = \gamma_s . V$$

(9-3)

در رابطه فوق γ_s و V به ترتیب وزن تریب مخصوص و حجم شناور می باشند .



شکل (۳ – ۳٤)

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

ب) نیروی هیدرواستاتیک که خود دارای دو مؤلفه افقی و یمک مؤلفه قائم است . مؤلفه های افقی نیروی هیدرواستایک ، به علت صفر بورن تصویر بخش غوطه ور جسم شناور روی صفحه قائم ، برابر صفر می باشند و مؤلفه قائم آن نیز به صورت زیر قابل محاسبه است :

$$F_V = \gamma f \times (V_{GABCD}) - \gamma_f \times (V_{GAF} + V_{DCE}) = \gamma f \times V_{EFABC}$$

V_{EFABC} حجم مایع جابه جا شده توسط جسم شناور می باشد . حال اگر حجم مذکور را با V_d نشان دهیم و F_V جایگزین کنیم ، در آن صورت خواهیم داشت :

$$F_B = \gamma f . V_d = W_d \qquad (10\text{-}3)$$

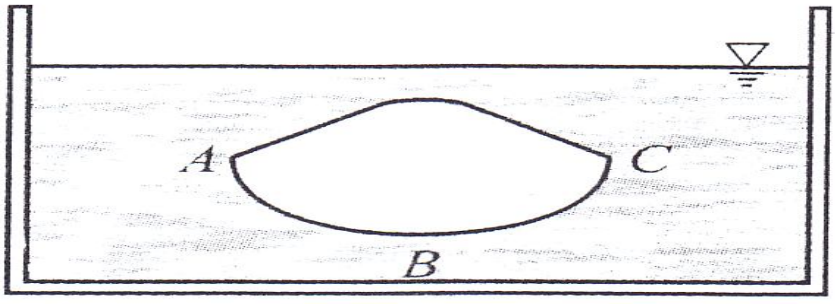
نیروی هیدرواستاتیک در حالتی که بر یک سطح بسته یا همان جسم جامد وارد نیرویی قائم است که آن را نیروی شناوری (F_B) می نامند و طبق رابطه فوق برابر وزن مایع جابه جا شده شده (W_d) توسط جسم شناور می باشد . جهت نیروی شناوری ، به سمت بالا بوده و محل اثر آن که مرکز شناوری نامیده می شود ، مرکز حجم V_d است . حال اگر معادله تعادل را در راستای قائم برای جسم شناور بنویسیم ، خواهیم داشت :

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow W = F_B \Rightarrow \gamma_s . V = \gamma f . V_d \Rightarrow \frac{\gamma_s}{\gamma f} = \frac{Vd}{V} < 1 \Rightarrow \gamma s < \gamma f$$

نتیجه آن اگر وزن مخصوص جسم جامد از وزن مخصوص مایع کمتر باشد ، جسم روی مایع شناور می گردد .

2-حالت غوطه وری :

اگر برخلاف حالت شناوری ، تمام جسم جامد (به طور ساکن) درون مایع قرار گیرد ، می گوییم جسم در مایع غوطه ور است . در این حالت ، نیروهای وارد بر جسم مانند وضعیت شناوری خواهند بود با این تفاوت که به علت تغییر حجم V_d ، مقدار نیروی شناوری نیز تغییر خواهد



Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

کرد . در این حالت $V_d=V$ است و نیروی شناوری ، بیشترین مقدار خود را دارد . حال اگر معادله تعادل را در راستای قائم برای جسم غوطه ور بنویسیم ، خواهیم داشت :

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow W = F_B \Rightarrow \gamma_s.V = \gamma f.Vd = \gamma f.V \Rightarrow \gamma s = \gamma f$$

یعنی در شرایطی که وزن مخصوص جسم جامد و سیال ساکن با هم برابر است ، جسم در سیال غوطه ور خواهند شد .

3-حالت ته نشینی:

: در این حالت جسم جامد پس از قرار گیری در سیال ، به طرف کف ظرف حرکت کرده و سرانجام به ته نشینی در آن ، ساکن می شود . به هنگام حرکت جسم جامد در سیال ساکن (قبل و بعد از رسیدن جسم در مایع به سرعت حد) داریم

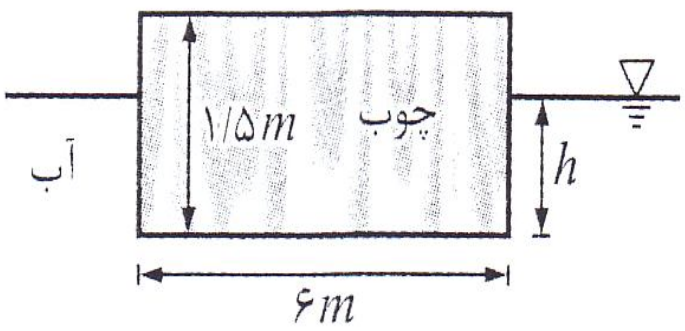
$$W > F_B \Rightarrow \gamma_s V > \gamma_f V \Rightarrow \gamma_s > \gamma_f$$

نتیجه آن که در صورت بزرگتر بودن وزن مخصوص جسم جامد از مایع ، جسم در مایع ته نشین خواهد شد .

مثال(13)

بلوک چوبی نشان داده شده در شکل مقابل دارای ابعاد 6x1/5x2/5 متر می باشد . حجم آب جابه جا شده توسط این بلوک و نیز موقعیت مرکز شناوری آن را نسبت به سطح آزاد آب به دست آورید.

وزن مخصوص چوب $600Kg.f/m^3$ است .



شکل (۳-۳۶)

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)