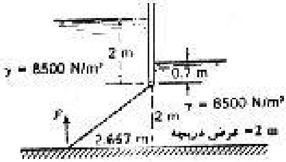
$$M(1.7)=\frac{4903}{3}\ (1.7^3-8.67\times1.7+1.215)=-14073\,N.m$$

$$F=\frac{M}{L}=\frac{14073}{1.7}=8278\,N$$

۲.۶۹. الف) مقدار و امتداد نیروهای وارد به دو طرف دریچهٔ شکل ۶۳-۲ را به دست آورید. ب) برآیند نیروهای وارد از مایع به دو طرف دریچه را تعیین کنید.

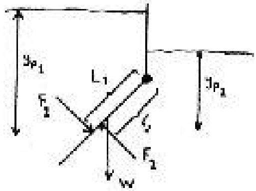


شکل ۶۳-۲

حل:

در اینجا سه نیرو داریم:

۱) نیروی وارد شده از طرف آب بر سمت چپ دریچه (F_1) ۲) نیروی وارد شده از طرف آب بر سمت راست دریچه (F_2) ۳) نیروی وزن دریچه (F_3)



$$tg\theta=\frac{2}{2.667}=0.75\ \Rightarrow\theta=36.87^\circ$$

$$F_1=\gamma_1\bar{h}_1A_1=8500\times(2+\frac{2}{2})\times(2\times3.3336)=170014\,N$$

$$F_2=\gamma_1\bar{h}_2A_2=8500\times(0.7+\frac{2}{2})\times(2\times3.3336)=96341N$$

$$F_3=W=2000\times9.806=19612\,N$$

$$y_{p_1}=\bar{y}_1+\frac{I_G}{\bar{y}_1A_1}=3+\frac{1/12\times2\times2^3}{3\times(2\times2)}=3.111\,m\quad,\quad L_1=\frac{y_{p_1}-2}{sin\theta}=\frac{3.111-2}{sin36.87}=1.852\,m$$

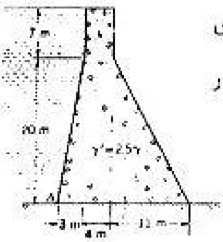
$$y_{p_2}=\bar{y}_2+\frac{I_G}{\bar{y}_2A_2}=1.7+\frac{1/12\times2\times2^3}{1.7\times(2\times2)}=1.896\,m\quad,\quad L_2=\frac{y_{p_2}-0.7}{sin\theta}=\frac{1.896-0.7}{sin36.87}=1.993m$$

$$L_3=\frac{2.667}{2}=1.3335\,m$$

$$\sum M=0\Rightarrow M_1-M_2+M_3-M=0\Rightarrow M=M_1-M_2+M_3$$

$$\Rightarrow F\times2.667=170014\times1.852-96341\times1.993+19612\times1.3335\Rightarrow F=55872\,N$$

۲.۷۰. در شکل ۶۴-۲ تنش روی قاعده سد به طور خطی تغییر می‌کند. الف) نیروی برآیند در چه نقطه‌ای قاعده را قطع می‌کند. ب) حداکثر و حداقل تنشهای فشاری در قاعده را محاسبه کنید. از نیروی بالا برنده هیدرواستاتیک صرفنظر کنید.



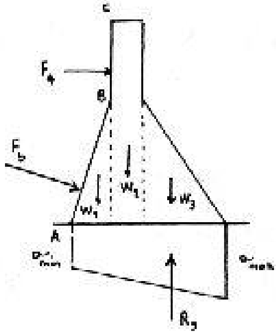
شکل ۶۴-۲

حل:

در اینجا سه نیرو بر پایه سه وارد می‌شود یکی نیروی وزن پایه که برای محاسبه گشتاور حاصله آن پایه را به سه قسمت 1

و 2 و 3 تقسیم می‌کنیم و دیگری نیروی وارد بر سطح BC و سومی نیروی وارد بر سطح AB و داریم: (عرض پایه را برای $1\,m$ فرض می‌کنیم)

$$F_1 = W_1 = \gamma' V_1 = 2.5\gamma \times \left(\frac{3\times 20}{2}\right) = 75\gamma$$



$$F_2 = W_2 = \gamma' V_2 = 2.5\gamma \times (27\times 4) = 270\gamma$$

$$F_3 = W_3 = \gamma' V_3 = 2.5\gamma \times \left(\frac{11\times 20}{2}\right) = 275\gamma$$

$$F_4 = \gamma \bar{h}_4 A_4 = \gamma \times \frac{7}{2} \times (7\times 1) = 24.5\gamma$$

$$tg\theta = \frac{20}{3} = 6.667 \Rightarrow \theta = 81.47^\circ$$

$$\overline{AB} = \frac{20}{sin\,81.47} = 20.224\,m$$

$$F_5 = \gamma \bar{h}_5 A_5 = \gamma \times \left(7 + \frac{20}{2}\right) \times (20.224\times 1) = 343.8085$$

گشتاور حاصل از نیروها نسبت به نقطه A محاسبه می‌گردند.

$$L_1 = \frac{2}{3}\times 3 = 2m\ ,\ L_2 = 3 + \frac{4}{2} = 5m\ ,\ L_3 = 3 + 4 + \frac{1}{3}\times 11 = 10.667\,m$$

$$y_{p_4} = \bar{y}_4 + \frac{I_{G_4}}{\bar{y}_4 A_4} = 3.5 + \frac{1/12\times 7^3\times 1}{3.5\times(7\times 1)} = 4.667m\ ,\ L_4 = 27 - y_{p4} = 27 - 4.667 = 22.333\,m$$

$$y_{p_5} = \bar{y}_5 + \frac{I_{G_5}}{\bar{y}_5 A_5} = 17 + \frac{1/12\times 20^3\times 1}{17\times(20\times 1)} = 18.961m\ ,\ L_5 = \frac{(27 - y_{p_5})}{sin\theta} = \frac{27 - 18.961}{sin 81.47} = 8.129\,m$$

(نیروی F_4 در جهت y مؤلفه‌ای ندارد)

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_1 + F_2 + F_3 + F_5 cos\theta - R_y = 0$$

$$\Rightarrow R_y = 75\gamma + 270\gamma + 275\gamma + 343.808\gamma \times cos 81.47 = 671\gamma$$

$$\sum M = 0 \Rightarrow M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 - R_y x = 0$$

$$\Rightarrow 75\gamma\times 2 + 270\gamma\times 5 + 275\gamma\times 10.667 + 24.5\gamma\times 22.333 + 343.808\gamma\times 8.129 - 671\gamma\times x = 0$$

$$\Rightarrow x = 11.588$$

اگر فرض کنیم تغییرات فشار پایه سد بر روی پایه به صورت خطی باشد منشور فشار به صورت ذوزنقه می‌باشد که حجم این منشور ذوزنقه‌ای معادل R_y است پس داریم:

حجم منشور ذوزنقه‌ای $= R_y \Rightarrow 1/2(\sigma_{min} + \sigma_{max})\times(3+4+11) = 671\gamma \Rightarrow \sigma_{min} + \sigma_{max} = 74.556\gamma$ (I)

برای تعیین σ_{min} و σ_{max} باید یک رابطه دیگر هم بدست آوریم با توجه به محاسبات بالا معلوم شد که مرکز حجم منشور به فاصله $x=11.588m$ از نقطه A واقع است. با گشتاورگیری حول نقطه A داریم:

$$M = FL \Rightarrow R_y . x = F_1 L_1 + F_2 L_2$$

$$\frac{1}{2}(\sigma_{max} + \sigma_{min})\times 18\times 11.588 = (\sigma_{min}\times 18\times 1)\times\frac{18}{2} + (\sigma_{max} - \sigma_{min})\times\frac{18}{2}\times\left(\frac{2}{3}\times 18\right)$$

از ساده کردن رابطه فوق $\sigma_{max} = 13.563\,\sigma_{min} \qquad (2)$

از حل دو معادله (1) و (2) داریم:

$$\begin{cases}\sigma_{min} = 5.12\gamma \\ \sigma_{max} = 69.436\gamma\end{cases}$$

۲ـ۷۱. مسألهٔ قبل را مجدداً حل کنید. این بار فرض کنید نیروی بالابرنده هیدرواستاتیک از $20m$ در A تا صفر در پاشنه سد به طور خطی تغییر کند.

حل:

هرگاه R'_y نیروی هیدرواستاتیک بالا برنده باشد این نیرو رو به بالا و جهت قائم وارد می‌شود و داریم:

$$R'_y = PA = \gamma \bar{h} A$$

$$\bar{h} = \frac{0+20}{2} = 10m \quad , \quad A = 18\times 1 = 18m^2 \quad \Rightarrow R'_y = \gamma\times 10\times 18 = 180\gamma$$

برای این حالت جدید نیروی R_y را توسط معادله زیر بدست می‌آوریم:

$$\sum F_y = 0 \ \Rightarrow F_1 + F_2 + F_3 + F_5 \cos\theta - R'_y - R_y = 0$$

$$\Rightarrow R_y = 75\gamma + 270\gamma + 275\gamma + 343.808\gamma\times \cos 81.47 - 180\gamma = 491\gamma$$

نقطه اثر نیروی هیدروستاتیک به فاصله $x' = 6m$ از نقطه A واقع است.

برای تعیین نقطه اثر نیروی برایند داریم:

$$\sum M = 0 \Rightarrow M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 - x'R'_y - xR_y = 0$$

$$\Rightarrow 75\gamma\times 2 + 270\gamma\times 5 + 275\gamma\times 10.667 + 24.5\gamma\times 22.333 + 343.808\gamma\times 8.129 - 6\times 180\gamma - x\times 491\gamma = 0$$

$$\Rightarrow x = 13.636m$$

مانند مسئله قبل داریم:

$$\text{حجم منشور ذوزنقه‌ای} = R_y \Rightarrow \frac{1}{2}\,(\sigma_{min} + \sigma_{max})\times(3+4+11) = 491\gamma \ \Rightarrow \sigma_{min} + \sigma_{max} = 54.556 \ (1)$$

$$R_y x = F_1 L_1 + F_2 L_2$$

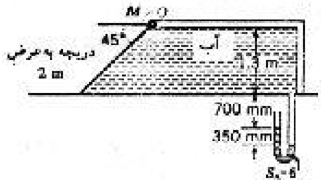
$$\Rightarrow \frac{1}{2}\,(\sigma_{min} + \sigma_{max})\times 18\times 13.636 = (\sigma_{min}\times 18\times 1)\times\frac{18}{2} + (\sigma_{max} - \sigma_{min})\times\frac{18}{2}\times(\frac{2}{3}\times 18)$$

از ساده کردن رابطه فوق $\Rightarrow \sigma_{max} = -4.6675\sigma_{min} \qquad (2)$

از حل دو معادله (1) و (2) داریم:

$$\begin{cases}\sigma_{max} = 69.43\gamma \\ \sigma_{min} = -14.875\gamma\end{cases}$$

۲ـ۷۲. در شکل ۶۵-۲ گشتاور حول O برای بسته نگه داشتن دریچه چقدر است؟



شکل ۶۵-۲

حل:

فشار در قسمت بالای مخزن: $P = 6\times 0.35\times\gamma - (0.7+0.35+1.3)\gamma = -0.25\gamma$

فشار در قسمت پایین مخزن: $P = 6\times 0.35\times\gamma - (0.7+0.35)\gamma = 1.05\gamma$

$$F = PA = \gamma\bar{h}A = 9806\times\left(\frac{-0.25+1.05}{2}\right)\times\left(\frac{1.3}{sin45}\times 2\right) = 14423\,N$$

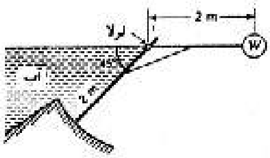
$$y_p = \bar{y} + \frac{I_G}{\bar{y}A}$$

$$\bar{y} = 1.3 - \left(\frac{-0.25+1.05}{2}\right) = 0.9\ m$$

$$y_p = 0.9 + \frac{1/12\times 1.05^3\times 2}{0.9\times(1.05\times 2)} = 1.0021m \quad , \quad L = \frac{1.0021}{sin45} = 1.4172\,m$$

$$M = F.L = 14423\times 1.4172 = 20440\,N.m$$

۲.۷۳. دریچه‌ای که در شکل ۶۶-۲ نشان داده شده است، در حال تعادل است. وزن وزنهٔ تعادل بر واحد عرض دریچه چقدر است؟ از وزن دریچه صرفنظر کنید. آیا تعادل دریچه پایدار است؟



شکل ۶۶-۲

حل:

ابتدا نیروی وارد شده از طرف آب را محاسبه می‌کنیم: $F_1 = \gamma\bar{h}_1 A_1$

$$\bar{h}_1 = \frac{2sin45}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}\ m$$

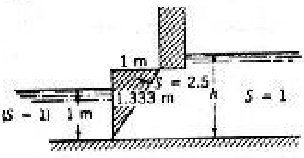
$$\Rightarrow F_1 = \gamma\times\frac{\sqrt{2}}{2}\times(2\times 1) = \sqrt{2}\ \gamma$$

محور لولا را در جهت دریچه در نظر می‌گیریم: $y_{p_1} = \bar{y}_1 + \frac{I_G}{\bar{y}_1 A_1} = 1 + \frac{1/12\times 2^3\times 1}{1\times 2\times 1} = \frac{4}{3}\ m = L_1$

برای وزنه داریم: $F_2 = W \quad , \quad L_2 = 2\,m$

$$\sum M = 0 \quad\Rightarrow M_1 = M_2 \quad\Rightarrow\quad \sqrt{2}\times 9806\times\frac{4}{3} = W\times 2 \quad\Rightarrow W = 9245\,N$$

۲.۷۴. در شکل ۶۷-۲ در سمت راست دریچه آب تا چه ارتفاعی، h باید بالا رود تا دریچه باز شود. عرض دریچه $2m$ است و چگالی آن 2.5 می‌باشد. از روش منشور فشار استفاده کنید.



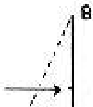
شکل ۶۷-۲

حل:

با توجه به شکل منشور فشار برای این دیواره قائم (AB) به صورت گوه‌ای با مساحت قاعده $1\times 2 = 2m^2$ می‌باشد

ارتفاع منشور در بالا صفر و در پایین $\gamma\times 1$ است

بنابراین ارتفاع متوسط منشور $\frac{\gamma}{2}$ می‌باشد در نتیجه:



$F_{AB} = \frac{\gamma}{2}\times 2 - \gamma = 9806\,N$

مرکز حجم منشور نیز به فاصله $\frac{l}{3}$ از نقطه A واقع است یعنی داریم:

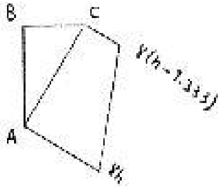
$L_{AB} = \frac{1}{3} = 0.333\,m$

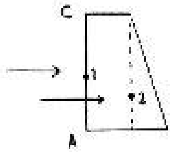
حجم دریچه $V = \frac{1\times 1.333\times 2}{2} = 1.333\,m^3$

$L_w = \frac{1}{3}\times 1 = 0.333\,m$

$W = 1.333\times 2.5\times 9806 = 32678.5\,N$

برای تعیین نیروی وارد از طرف آب بر قسمت AC داریم:





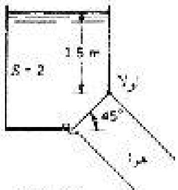
$F_{AC_1} = \gamma(h-1.333)\times(1.666\times 2) = 3.32\gamma(h-1.333)$, $L_1 = \frac{1.666}{2} = 0.833m$

$F_{AC_2} = \frac{1.333\gamma}{2}\times(1.666\times 2) = 2.221\gamma$, $L_2 = \frac{1.666}{3} = 0.555m$

$\sum M = 0 \Rightarrow 9806\times 0.333 + 32678.5\times 0.333 = 3.32\times 9806\times(h-1.333)\times 0.833 + 2.221\times 9806\times 0.555$

$\Rightarrow h = 1.4m$

۲.۷۵. در شکل ۶۸-۲ برای اینکه دریچه باز نشود باید فشار هوا چقدر باشد؟ دریچه صفحه‌ای است دایره‌ای به قطر $700\,mm$ و وزن آن $1800\,N$ می‌باشد.



شکل ۶۸-۲

حل:

شرط اینکه حالت تعادل برقرار باشد:

$\sum M = 0 \Rightarrow M_1 + M_2 - M = 0$

$\Rightarrow F_1L_1 + F_2L_2 - FL = 0 \qquad (I)$

F_1: نیروی وارد از طرف سیال

F_2: نیروی حاصل از وزن دریچه

F: نیروی فشاری وارده از طرف هوا

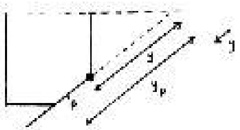
$F_1 = \gamma \bar{h}_1 A_1$

$\bar{h}_1 = 1.5 + r\sin 45 = 1.5 + 0.35\times\frac{\sqrt{2}}{2} = 1.7475\,m$

$\Rightarrow F_1 = 2\times 9806\times 1.7475\times\left(\frac{\pi\times 0.7^2}{4}\right) = 13189\,N$

برای محاسبه خط اثر نیروی F_1 مطابق شکل داریم:

محاسبات در امتداد دریچه دایره‌ای شکل صورت می‌گیرد.



$$y_{p_1}=\bar{y}_1+\frac{I_G}{\bar{y}_1.A} \quad , \quad I_G=\frac{\pi r^4}{4}$$

$$y=\frac{1.5}{\sin 45}=2.121m \quad , \quad \bar{y}_1=2.121+\frac{0.7}{2}=2.471m$$

$$y_{p_1}=2.471+\frac{\pi\times 0.35^4/4}{2.471\times\pi\times 0.7^2/4}=2.483m \quad , \quad L_1=y_{p_1}-y=2.483-2.121=0.362m$$

$$F_2=W=1800N$$

خط اثر نیروی F_2 حاصل از وزن دریچه به مرکز سطح آن اثر می‌کند بنابراین با توجه به شکل داریم:

$$\cos 45=\frac{L_2}{0.35} \Rightarrow L_2=0.2475m$$

نیروی فشاری وارد شده از طرف هوا به صورت عمودی به مرکز سطح دریچه اثر می‌کند بنابراین: $L=0.35m$

با جاگذاری مقادیر مربوطه در رابطه (I) داریم:

$$13189\times 0.362+1800\times 0.2475-F\times 0.35=0 \Rightarrow F=14914N$$

$$\text{فشار هوا } P=\frac{F}{A}=\frac{14914}{\pi\times 0.7^2/4}=38753Pa$$

۲.۷۶. فشار داخلی یک مخزن $30MPa$ است. سوراخی به قطر $10mm$ در بالای مخزن وجود دارد. یک کره فولادی به قطر $20mm$ این سوراخ را پوشانده است. برای بلند کردن کره از روی سوراخ به چه نیرویی احتیاج داریم؟

حل:

هرگاه تمام کره در داخل مخزن قرار بگیرد از طرف مخزن بر آن نیرویی وارد نمی‌گردید ولی با توجه به صورت مسئله واضح است که قسمتی از کره بیرون مخزن قرار می‌گیرد بنابراین فشار وارده از طرف مخزن مانع بلند شدن کره فولادی می‌گردد حال آنکه هرگاه در انتهای تحتانی مخزن قرار بگیرد نیروی وزن نیز به همراه فشار وارده از طرف مخزن مانع بلند شدن آن خواهد شد ولی با توجه به کمی نیروی وزن کره می‌توان از آن صرف‌نظر نمود. حال برای محاسبه نیروی لازم برای بلند کردن کره کافی است نیروی وارد شده بر قسمت بیرون افتاده کره در صورتیکه در داخل مخزن بود را محاسبه کنیم با توجه به ثابت بودن فشار داخل مخزن از تصویر قسمت مزبور بر امتداد افق استفاده می‌کنیم و داریم:

$$A=\pi r^2=\frac{\pi\times 0.01^2}{4}=7.854\times 10^{-5}m^2$$

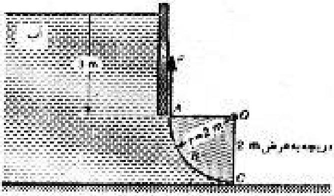
$$F=PA=30\times 10^6\times 7.854\times 10^{-5}=2357N=2.357kN$$

۲.۷۷. قایقی در شکل ۶۹-۲ نشان داده شده است. اگر مؤلفهٔ افقی نیروی وارد به سطح منحنی با نیروی وارد به تصویر آن روی سطح قائم برابر نمی‌بود، در مورد نیروی جلوبرنده وارده به قایق چه نتیجه‌ای می‌توانستیم بگیریم؟


شکل ۶۹-۲

حل:

با توجه به شکل قایق واضح است که نیروهای وارده از طرف آب بر سطح منحنی و قائم قایق با هم برابر نبوده بنابراین دارای برآیندی خواهند بود که این نیروی برآیندی سبب رانش قایق شده یا حداقل حرکت در جهت موردنظر را تسهیل خواهد نمود.



۲.۷۸. در شکل ۷۰-۲ یک دریچه قطاعی نشان داده شده است.

الف) مؤلفهٔ افقی نیروی وارد به دریچه و خط اثر آن را تعیین کنید.

ب) مؤلفهٔ قائم نیرو و خط اثر آن را تعیین کنید.

ج) نیروی لازم برای بازکردن دریچه، F را به دست آورید. از وزن دریچه صرفنظر کنید.

شکل ۷۰-۲ مسائل ۷۹-۲ و ۸۳-۲

د) گشتاور نیروها حول محوری که از O می‌گذرد، چقدر است؟

حل:

با انتخاب سطح آزاد آب به عنوان بنا داریم:

الف) $F_H = \gamma \bar{h} A$:نیروی افقی

هرگاه این دریچه قطاعی را بر صفحه قائم تصویر کنیم مربعی به ضلع 2 خواهد بود.

و در رابطه فوق برای محاسبه نیروی افقی از سطح تصویر شده جسم استفاده می‌کنیم.

$$\Rightarrow F_H = 9806 \times (3 + \frac{2}{2}) \times (2 \times 2) = 156896\,N$$

تعیین خط اثر نیروی افقی:

فاصله از سطح آب

$$y_P = \bar{y} + \frac{I_G}{\bar{y} A} = 4 + \frac{1/12 \times 2 \times 2^3}{4 \times (2 \times 2)} = 4.0833\,m$$

ب) نیروی قائم وارده از طرف آب برابر وزن سیال فرضی روی سطح موردنظر تا سطح آزاد آب می‌باشد.

$$F = W = \gamma V$$

حجم ربع استوانه + حجم مکعب = حجم بالای دریچه

$$V = 3 \times 2 \times 2 + \frac{1}{4}\left(\pi \times 2^2 \times 2\right) = 18.2832\,m^3$$

$$F = 9806 \times 18.2832 = 179285\,N$$

برای تعیین خط اثر این نیرو مطابق شکل داریم:

$$x_p A = \sum x_i A_i \Rightarrow x_p = \frac{\sum x_i A_i}{A}$$

$$x_1 = \frac{4R}{3\pi} = \frac{4 \times 2}{3\pi} = \frac{8}{3\pi}\,m \quad , \quad x_2 = \frac{1}{3} \times 3 = 1m$$

$$A_1 = \frac{1}{4}\pi \times 2^2 = \pi m^2 \quad , \quad A_2 = 3 \times 2 = 6\,m^2$$

$$x_p = \frac{\pi \times \frac{8}{3\pi} + 6 \times 1}{\pi + 6} = 0.948\,m$$

ج) برای تعیین نیروی لازم جهت باز نمودن دریچه باید مجموع گشتاورهای وارده به آن را برابر صفر قرار بدهیم:

$$\sum M = 0 \Rightarrow M_1 - M_2 + M = 0 \quad \Rightarrow F_1L_1 - F_2L_2 + FL = 0$$

F_1 نیروی قائم وارد شده

F_2 نیروی افقی وارد شده

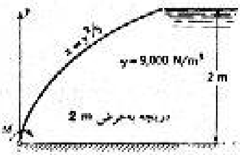
F نیروی لازم برای بازکردن دریچه

$$0.948\times179285 - 156896\times1.0833 + F\times2 = 0 \quad \Rightarrow F = 0$$

د) با توجه قسمت ج)

$$\sum M = M_1 - M_2 = 0$$

۲.۷۹. در شکل ۷۱-۲ مؤلفهٔ قائم نیروی وارد به دریچه و خط اثر آن را تعیین کنید.



شکل ۷۱-۲
مسائل ۷۹-۲ و ۸۳-۲.

حل:

برای محاسبه نیروی قائم وارد بر دریچه باید وزن سیال فرضی بالای دریچه تا سطح آزاد را محاسبه کنیم

$$\delta F = \gamma\delta V = \gamma \times 2\delta A = 2\gamma x\, dy = \frac{2\gamma}{5} y^2 dy$$

$$F = \int \delta f = \frac{2\gamma}{5}\int_0^2 y^2 dy = \frac{2\gamma}{5}\left(\frac{y^3}{3}\right)_0^2 = 9600\,N$$

$$V = \frac{F}{\gamma} = \frac{9600}{9000} = 1.0667\,m^3$$

$$x_p = \bar{x} = \frac{1}{V}\int x dv = \frac{1}{V}\int \frac{x}{2} dv = \frac{1}{V}\int_0^2 \frac{x}{2} 2x dy = \frac{1}{V}\int_0^2 x^2 dy = \frac{1}{V}\int_0^2 \frac{y^4}{25} dy = \frac{1}{1.0667}\left(\frac{1}{25}\times\frac{y^5}{5}\right)_0^2 = 0.24m$$

۲.۸۰. در شکل ۵۳-۲، OA معرف یک سطح منحنی است. عرض سطح عمود بر صفحهٔ کاغذ $3m$ است. نیروی وارد به سطح را به دست آورید. $\gamma = 9\,kN/m^3$

حل:

با توجه به اینکه سطح موردنظر متقارن است (OB محور تقارن سطح می‌باشد) برایند نیروهای افقی وارد شده صفر است یعنی دو نیروی اعمال شده در دو جهت همدیگر را خنثی می‌کنند برای محاسبه نیروی قائم وارد شده، وزن سیال بالای سطح را حساب می‌کنیم این نیرو کل نیروی وارد به سطح می‌باشد. $dA = y dx$

$$\delta F = \gamma\delta V = \gamma \times 2 \times (3 \times y dx) = 6\gamma y dx = 6\gamma\frac{x^2}{8} dy = \frac{3}{4}\gamma x^2 dx$$

$$\delta F = 6\gamma \times \frac{x^2}{8}\, dx = \frac{3}{4}\gamma x^2 dx$$

$$F = \int \delta f = \frac{3}{4}\gamma\int_0^{\sqrt{8}} x^2 dx = \frac{3}{4}\gamma\left(\frac{1}{3}x^3\right)_0^{\sqrt{8}} = 50912\,N = 50.912\,kN$$