θ: زاویه ای است که امتداد مورد نظر با سطح افق می سازد.

A: مساحت سطح مورد نظر

مختصات نقطه اثر نیرو (مرکز فشار) نیز از روابط زیر به دست می آید:

$$y_P = \bar{y} + \frac{I_{\bar{x}}}{\bar{y}A} \qquad (۲)$$

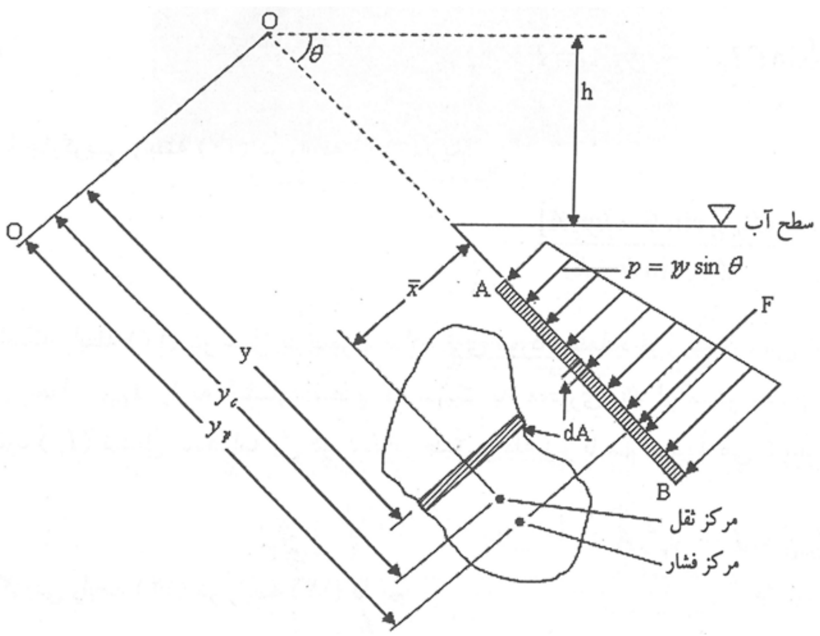
$$x_P = \bar{x} + \frac{I_{\bar{x}\bar{y}}}{\bar{x}A} \qquad (۳)$$

که در آن:

$I_{\bar{x}}$: ممان اینرسی سطح حول محور عبوری از مرکز سطح

$\bar{x}$: فاصله روی محور x از مرکز سطح

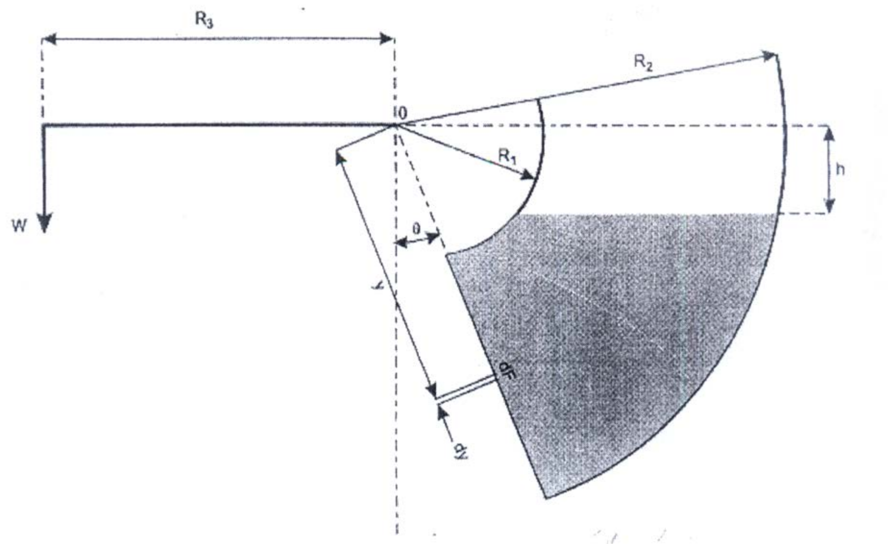
$I_{\bar{x}\bar{y}}$: ممان اینرسی حاصلضرب نسبت به دو محور متعامد که از مرکز سطح می گذرد.



شکل ۱- توزیع نیروی فشار ساکن وارد بر صفحه ای مسطح

سیالی که به داخل مخزن ریخته می شود بر تمام سطوحی که با آن در تماس است فشار وارد کرده و بر آنها نیرو وارد می کند این نیروها بر روی هر یک از سطوح نقاط اثر جداگانه ای دارند که با استفاده از رابطه های ۱ و ۲ و ۳ مقدار نیرو و نقطه اثر در آنها را می توان محاسبه کرد در دستگاه موجود نیروهای وارد بر صفحه های خمیده از مرکز محور تکیه گاه عبور کرده و ایجاد لنگر نمی کنند. بنابراین ، فقط نیروی وارد بر صفحه مستوی مستطیل شکل حول محور گذرنده از نقطه O ایجاد لنگر M می کند که مقدار آن بسته به اینکه صفحه مستطیل شکل در حالت غوطه وری کامل یا ناقص باشد،از روابط زیر محاسبه می شود.

الف) وقتی که صفحه کاملا زیر آب باشد (غوطه وری کامل $h<R_1\cos\theta$)



شکل ۲- صفحه مستوی مستطیل شکل کاملا زیر آب است

اگر یک المانی به فاصله y از مرکز O و به عرض dy در نظر بگیریم مطابق شکل داریم.

نیروی وارد بر المان : $dF = P.dA = (\gamma\bar{h})(B.dy) = \gamma(y\cos\theta - h)B.dy$

B: عرض مخزن

γ: وزن واحد حجم مایع

بنابراین مجموع ممانها برابر است با:

$$M = \int dF.y = \int \gamma(y\cos\theta - h)BYdy$$
$$M = \gamma B\int(y^2\cos\theta - hy)dy$$
$$M = \gamma B\int_{R_1}^{R_2}(y^2 Cos\theta - hy)dy = \gamma B\left[\frac{y^3 Cos\theta}{3} - \frac{hy^2}{2}\right]_{R_1}^{R_2} =$$
$$M = \gamma B\left[\frac{y^3 Cos\theta}{3} - \frac{hy^2}{2}\right]_{R_1}^{R_2}$$
$$M = \frac{\gamma B Cos\theta}{3}(R_2^3 - R_1^3) - \frac{\gamma B}{2}(R_2^2 - R_1^2)h$$

در این آزمایش داریم:

$\gamma = \gamma_{water} = 9806$ $\qquad B = 75mm$

$R_1 = 100mm$ $\qquad R_\theta = R_3 = 200mm / \theta = 0^\circ$

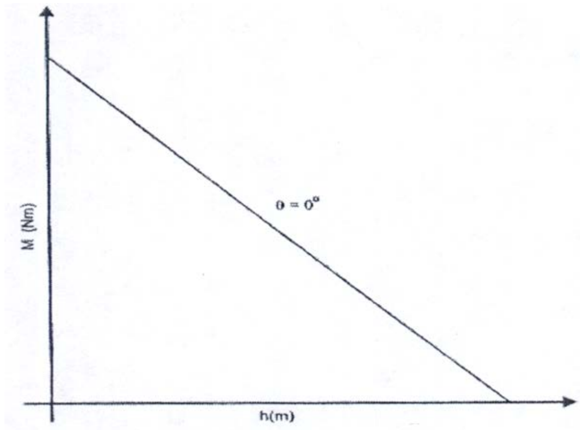
پس:

$$M = \frac{9806\times0.075\times1}{3}(0.2^3 - 0.1^3) - \frac{9806\times0.075}{2}(0.2^2 - 0.1^2)h \Rightarrow$$

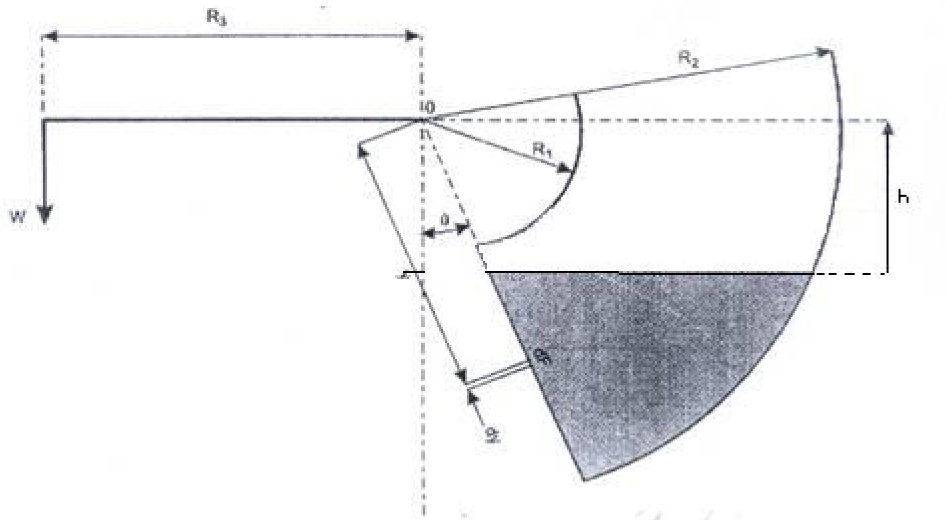
$$\boxed{M = 1.71605 - 11.03175h \ \ (N.m) \qquad (I)}$$

جهت محاسبه M تئوری در حالت غوطه وری کامل

این معادله به فرم y=mx+c است. رسم M بر حسب h یک نمودار خطی از گرایان می دهد.



ب) وقتی که قسمتی از صفحه زیر آب است (غوطه وری ناقص $h>R_1\cos\theta$)



شکل ۳- بخشی از صفحه ی مستوی مستطیل شکل زیر آب است

$$M = \gamma B \int_{hSec\theta}^{R_2} (y^2 Cos\theta - hy)dy$$

$$M = \gamma B \left[\frac{y^3 Cos\theta}{3} - \frac{hy^2}{2} \right]_{hSec\theta}^{R_2}$$

$$M = \frac{\gamma B Cos\theta}{3}(R_2^3 - h^3 Sec^3\theta) - \frac{\gamma Bh}{2}(R_2^2 - h^2 Sec^2\theta)$$

$$M = \frac{\gamma BR_2^3 Cos\theta}{3} - \frac{\gamma Bh^3 Sec^2\theta}{3} - \frac{\gamma BR_2^2 h}{2} + \frac{\gamma Bh^3 Sec^2\theta}{2}$$

$$M = \frac{\gamma BR_2^3 Cos\theta}{3} - \frac{\gamma BR_2^2 h}{2} + \frac{\gamma Bh^3 Sec^2\theta}{6}$$

در این آزمایش داریم:

$\gamma = \gamma_{water} = 9806$ $\qquad B = 75mm$

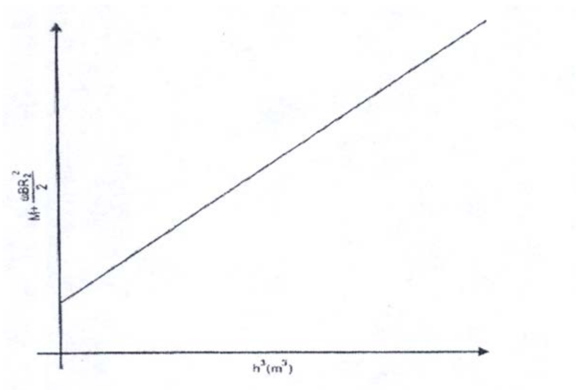
$R_1 = 100mm$ $\qquad R_\theta = R_3 = 200mm \,/\, \theta = 0^\circ$

پس:

$$M = \frac{9806 \times 0.075 \times 1}{3}(0.2^3 - 0.1^3) - \frac{9806 \times 0.075}{2}(0.2^2 - 0.1^2)h \Rightarrow$$

$$\boxed{M = 1.9615 - 14.709h + 122.575h^3 \ (N.m) \qquad (II)}$$

در این قسمت $M + \frac{\gamma BR_2^2 h}{2}$ را برحسب h^3 رسم می کنیم.



۳- وسایل مورد نیاز

وزنه – دستگاه ازمایش فشار ، آب ، مایع رنگی ، ...

شکل ۴

۴- شرح دستگاه:

دستگاه یک مخزن ربع دایره ای مانند شکل (۵) که از جنس پلاستیک فشرده شفاف ساخته شده است این مخزن توسط میله صاف حول محور در تکیه گاه با حداقل اصطکاک دوران کند جهت تنظیم زاویه دلخواه از مخزن مکعبی که در سمت چپ تکیه گاه قرار دارد به وسیله کاهش یا افزایش مقدار آب استفاده می شود همچنین در این محل ، میله ای نگه دارنده وزنه ها برای برقراری تعادل دو طرف تکیه گاه وجود دارد جهت تراز کردن خود دستگاه چهار عدد پیچ تنظیم و یک تراز حباب دار استفاده می شود.