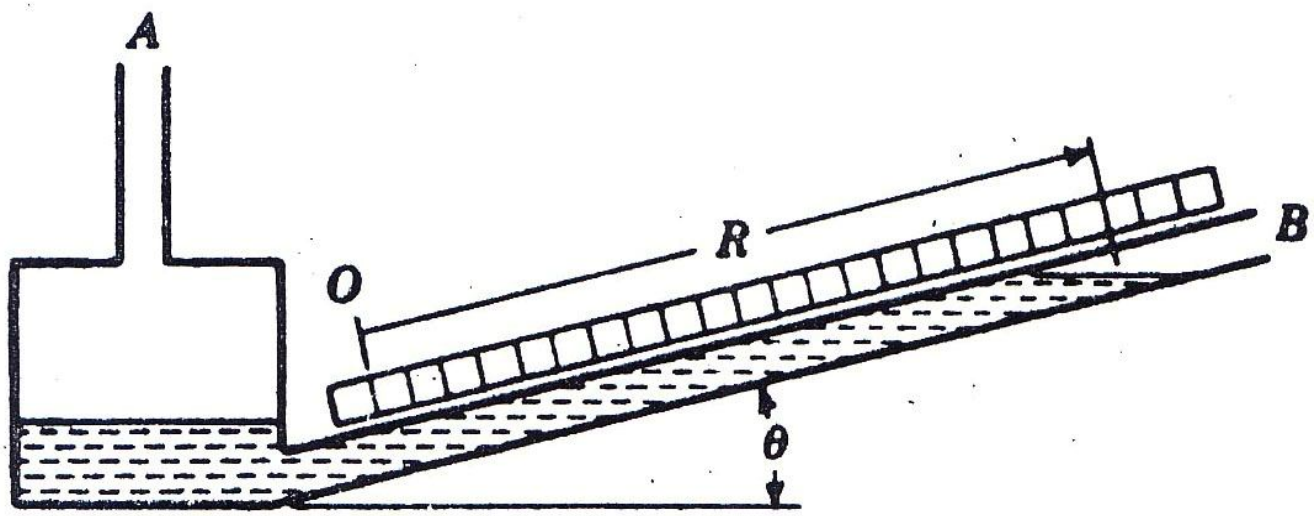
برای تعیین اختلاف فشار های بسیار کم و یا تعیین دقیق اختلاف فشارهای بالا به کار می رود . با مساوی قراردادن حجم های جابجا شده سیالهای 1 و 2 :



شکل ۷ـ۲ مانومتر شیبدار

$$A.\Delta y = \frac{R}{2}.a \Rightarrow P_c - P_D = R\left[\gamma_3 - \gamma_2(1-\frac{a}{A}) - \gamma_1 \frac{a}{A}\right]$$

a : سطح مقطع لوله باریک

A : سطح مقطع پهن شده

$\gamma_3, \gamma_2, \gamma_1$: وزن مخصوص سیالات

مقدار داخل کروشه ، برای سیالات و فشار سنجهای ویژه ثابت است ، بنابراین اختلاف فشار تناسب مستقیم با R دارد .

مانومتر شیب دار (مایل) :

برای اندازه گیری فشارهای کم و بیشتر برای گازها به کار می رود . چون لوله شیبدار نسبت به لوله قائم طول بیشتری دارد ، بنابراین برای یک اختلاف فشار معین تغییر مکان سطح آزاد سیال بیشتر است و در هنگام قرائت جهت اندازه گیری ، دقت بیشتری وجود خواهد داشت .

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

فصل سوم

مقدمه ای بر استاتیک سیالات

استاتیک سیالات شا خه ای از مکانیک سیالات است که سیال را در حالت سکون بررسی می کند . در حالت استاتیک ، در سیالات نیروی برشی وجود ندارد و کلیه نیروهای مربوط به فشار وارد بر سیال عمود بر سطحی می باشد که بر آن اثر می کند و اگر حرکتی هم وجود داشته باشد حرکت سیال در محل بوده و هیچگونه حرکت نسبی بین لایه ها وجود نداشته و

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

کلیه نقاط نسبت به یکدیگر در حال سکون می باشد .تا زمانی که سیال در حالت سکون باشد این سیال در حالت تعادل بوده و در نتیجه جمع برداری نیروهای وارد بر سیال نیز برابر صفر و در نتیجه ممنتم (اندازه حرکت) وارده نیز صفر خواهد بود .همانگونه که در فصل اول بیان شد سیال در حال سکون در اثر تنش برشی تغییر شکل نمی دهد در نتیجه در درون سیال کلیه فشارها در حالت غیر فعال بوده و سیال تحت تأثیر فشار ناشی از ستون سیال می باشد .در حالت استاتیک چون هیچ لایه ای از سیال نسبت به لایه مجاورش حرکتی ندارد . بنابراین هیچ گونه نیروی برشی وجود نداشته و در نتیجه در مطالعه استاتیک سیالات بر روی سطوح تمام اجساد آزاد فقط نیروهای عمودی در نظر گرفته می شود .در حالت استاتیک هنگامی که کلیه ذرات یک سیال نسبت به یک دستگاه مختصات اینرسال ساکن بوده و یا همگن دارای سرعت ثابت یکسانی باشد گویند سیال در تعادل استاتیکی است .یا به بیان دیگر اگر تمام ذرات یک سیال ساکن یابی حرکت باشند یا نسبت به یک دستگاه مختصات لخت به طور همسان سرعت ثابت داشته باشد آن سیال را سیال استاتیک در نظر می گیرند.

نیروی هیدرواستاتیک وارد بر سطوح تخت افقی .

مقدمه :

همانطور که در ابتدای فصل قبل بیان نمودیم فشار هیدرواستاتیک از سیال بر هر سطحی که در آن نقطه در نظر گرفته شود عمود است و دلیل این امر این است که هنگامی که سیال با حالت تعادل است تنش های کششی یا برشی را میتوان تحمل کند .بنابراین تنها برآیند عمودی نیروهای موثر خواهد بود به عبارت دیگر فشار هیدرواستاتیک فقط به حالت عمودی بر سطح اثر می کند و در برآیند عمودی نیروها موثر خواهد بود به عبارت دیگر فشار هیدرواستاتیک فقط به حالت عمودی بر سح اثر می کند و برآیند محلی نیروهای وارده از طرف نیروهای عمودی به سطح سیال وارد می شوند و در این حالت نیروی فشار برآیند را نیروی هیدرواستاتیک می نامند . در این جا محاسبه نیروی هیدرواستاتیک در سطوح تخت افقی ،مایل و قائم و سطوح منحنی و سطوح بستر را شرح می دهیم و سپس پایداری اجسام محوطه و شناور را بررسی خواهیم کرد .

محاسبه نیروی هیدرواستاتیک وارد بر سطوح تخت افقی:

یک سطح تخت را در نظر بگیرید که به طور افقی در یک سیال ساکن است و قرار گرفته این صفحه به علت هم تراز بودن علیه نقاطش در معرض فشار ثابتی خواهد بود . بنابراین اگر فشار سیال در تراز صفحه مذکور برابر P باشد در این صورت به هر المان سطح از صفحه جزء نیروی PdA وارد می شود این جزء نیروها همگی موازی و هم جهت می باشند به طوری که

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

می توان با استفاده از روش انتگرال گیری مقدار نیروی برآیند را به دست آورد . لذا نیـروی وارد در یـک طـرف صـفحه برابـر است با

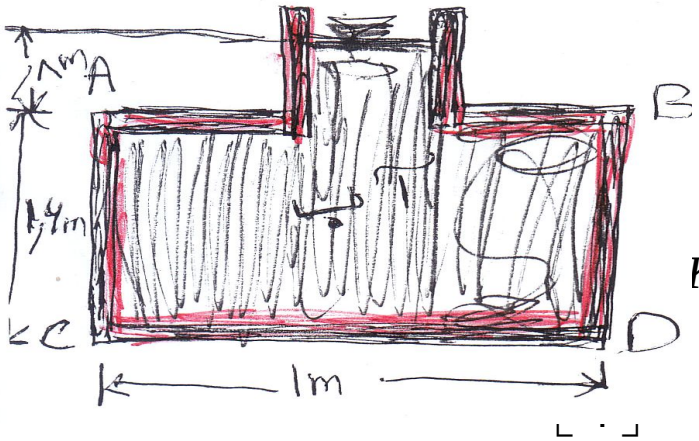
$$F = \int PdA = P\int dA \Rightarrow F = P.A$$

این نیروی برآیند در راستای عمود برصفحه از مرکز تا سطح آن می گذرد(نقطه اثر نیروی برآیند مرکز سطح ، صفحه افقی است) و در صورت مثبت بودن P جهتی رو به داخل صفحه خواهد ..... .

مثال (1)

مقطع ظرفی که در شکل نشان داده شده است . دایره ای می باشد مقدار نیروی رو به بالا وارد بر سطح CD را تعیین کنید .

حل:



محاسبه نیروی وارد بر سطح AB

KP_a

$-0/6^2) \Rightarrow F_{AB} = 3/84KN$

وي مقدار نيروي رو به
ه وارد بر سطح AB

محاسبه نیروی وارد برسطح CD

$$P_{CD} = \gamma h = 10 \times 2/4 = 24KP$$

$$F_{CD} = P.A = 24 \times (\frac{\Pi \times (1)^2}{4}) \Rightarrow F_{CD} = 18KN$$

نيروي قائم رو به
پايين بر سطح CD

محاسبه نیروهای وارد بر سطح تحت مایل و قائم

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

در محاسبه نیروی وارد بر سطوح تخت افقی به جای سیستم توزیع نیرو بر روی صفحه افقی از یک نیروی برآیند استفاده کردیم . در این حالت مشاهده شد که نیروی مذکور به علت وجود تنش برشی (ناشی از سکون سیال) و نیز تخت بودن سطح عمود بر آن بوده و نقطه اثرش که مرکز فشار نامیده می شود بر روی مرکز سطح صفحه قرار دارد حال اگر موقعیت صفحه مذکور به حالت مایل یا قائم تغییر کند واضح است که راستا و جهت نیروی برآیند همچنان عمود بر صفحه خواهد بود ولی به علت تغییر عمق سیال در امتداد صفحه و تناسب خطی آن با توزیع فشار قطعاً محاسبه نیروی برایند متفاوت با وضعیت افقی خواهد بود . در ضمن در این بخش قصد داریم چون مرکز فشار بر مرکز سطح منطبق نمی شود و بایستی موقعیت آن را دقیقا مشخص نمود لذا با **روشهای محاسبه نیروی برآیند در سطح تخت و مایل و قائم** محل دقیق مرکز فشار را نیز بدست آوریم که این روش ها شامل روش **انتگرال گیری ، روش استفاده از فرمول و روش منشور فشار** می نامند.

3-1-روش انتگرال گیری

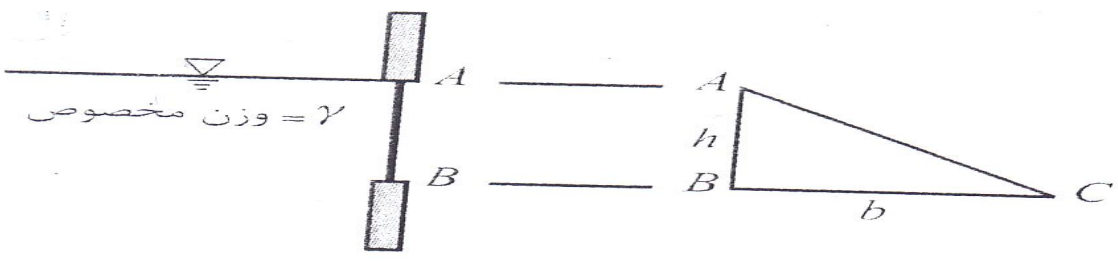
طبق آنچه قبلاً بدان اشاره شد ، این روش همان طریقه کلی در تعیین نیروی برآیند است که با انتخاب المان سطح (dA) و نیروی وارد برآن (pdA) ، منجر به رابطه (2-6) و محاسبه انتگرال $\int PdA$ گردید .محاسبه گشتاور نیروهای وارد بر صفحه حول هر محور دلخواه نیز بر همین اساس (المان گیری) مشخص می شود ، به طوری که می توان گشتاور نیروهای وارد بر صفحه حول محورهای مختصات X و y را به صورت زیر تعیین کرد :

$$M_x = \int yPdA \quad , M_y = \int xPdA \qquad (2\text{-}3)$$

برای تعیین مختصات مرکز فشار نیز ، باید گشتاور نیروی برآیند حول محور y ها و محور x ها یعنی X_pF و y_pF را با گشتاور توزیع نیرو حول همان محورها برابر قرار دهیم :

$$\left.\begin{matrix} X_pF = M_y \\ y_PF = M_x \end{matrix}\right\} \Rightarrow x_P = \frac{M_y}{F} = \frac{1}{F}\int xPdA,\ y_P = \frac{M_x}{F} = \frac{1}{F}\int yPdA$$

مثال :(2)



شکل (۳ – ۳)

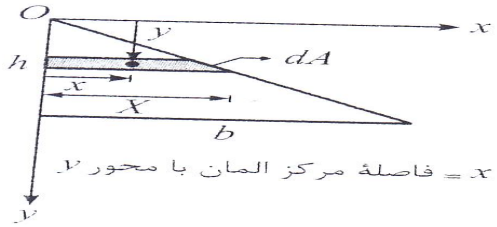
Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

در شکل بالا مثلث قائم الزاویه ABC به صورت قائم قرار دارد . بطوریکه رأس آن بر سطح آزاد مایع منطبق است . مطلوب است تعیین :

الف)نیروی وارد از طرف مایع بر یک طرف سطح

ب) گشتاور نیروی وارد از طرف مایع بر یک طرف سطح حول محور AB

حل: با انتخاب المان سطح dA مطابق شکل مقابل ، خواهیم داشت :



$$\begin{cases} dA = Xdy \\ \dfrac{X}{y} = \dfrac{b}{h} \end{cases} \Rightarrow dA = \frac{yb}{h}dy$$

بنابراین می توان نوشت :

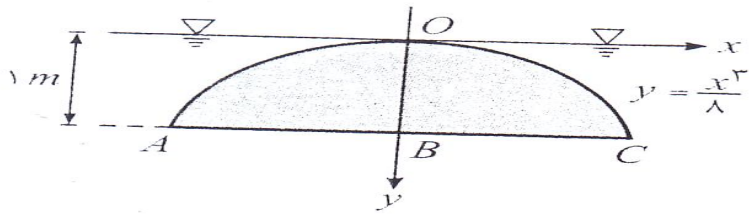
الف)
$$F = \int_A PdA = \int_0^h (\gamma y)(\frac{yb}{h}dy) = \frac{\gamma b}{h}\int_0^h y^2 dy = \frac{\gamma b}{h}(\frac{y^3}{3})\Big|_0^h = \frac{1}{3}\gamma dy$$

ب)
$$M_{AB} = M_y = \int_A xPdA = \int_0^h (\frac{x}{2})(\gamma y)(\frac{yb}{h}dy)$$
$$= \int_0^h \frac{yb}{2h}(\gamma y)(\frac{yb}{h}) = \frac{\gamma b^2}{2h^2}\int_0^h y^3 dy = \frac{\gamma b^2}{2h^2}(\frac{y^4}{4})\Big|_0^h = \frac{1}{8}\gamma b^2 h^2$$

مثال(3)

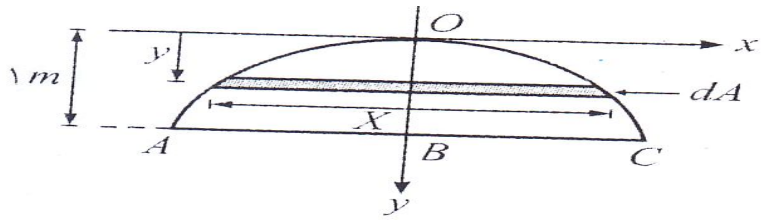
در شکل مقابل ، ابتدا نیروی هیدرواستاتیک وارد به یک طرف سطح قائم OABCDO را به دست آورید و سپس محل مرکز فشار را در این سطح تعیین نمایید . ($\gamma = 7KN/m^3$)

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



شکل (۳ – ٤)

حل : با انتخاب المان سطح dA مطابق شکل زیر ، خواهیم داشت :



$$(dA = Xdy,\ X = 2x,\ y = \frac{x^3}{8}) \Rightarrow dA = 4\sqrt[3]{y}dy$$

$$F = \int_A PdA = \int_0^1 \gamma y(4\sqrt[3]{y})dy = 4\gamma\int_0^1 y^{\frac{4}{3}}dy = 4\times 7\times\left[\frac{3}{7}y^{\frac{7}{3}}\right] = 12KN$$: لذامي توان نوشت

$$M_x = \int_A yPdA = \int_0^1 (y)(\gamma y)(4\sqrt[3]{y})dy = 4\gamma\int_0^1 y^{\frac{7}{3}}dy = 4\times 7\times\left[\frac{3}{10}y^{\frac{10}{3}}\right]_0^1 = 8/4KN$$

$$y_P = \frac{1}{F}M_x = \frac{8/4}{12} = 0/7m$$

$$M_y = 0 \text{(نسبت به محور تقارن سطح به علت)} \Rightarrow x_p = \frac{1}{F}M_y = 0$$

مثال : (4)

در شکل مقابل یک دریچه مستطیلی به ابعاد 2m x 1m نشان داده شده است که به صورت قائم درون مایعی به وزن مخصوص متغیر قرار دارد . اگر وزن مخصوص مایع از رابطه $\gamma(y) = 8000 + 900y$ (N/m^3) تبعیت کند ، در آن صورت نیروی هیدرواستاتیک وارد بر یک طرف دریچه چند نیوتن خواهد بود ؟

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