در مخزن A :در سطح مخزن سرعت سیال برابر صفر و فشار آن نیز فشار اتمسفر است که معمولاً برابر صفر فرض می شود و بنابراین کل انرژی بر واحد وزن بوسیله ارتفاع Z_A بالای سطح مبنا بیان می شود .

در مقطع ورودی لوله :سیال دارای سرعت V_1 می باشد که در اثر افت ورودی از مخزن به لوله و اصطکاک ، در جهت جریان مسیر لوله خط تراز انرژی در جهت جریان شیب پیدا می کند .

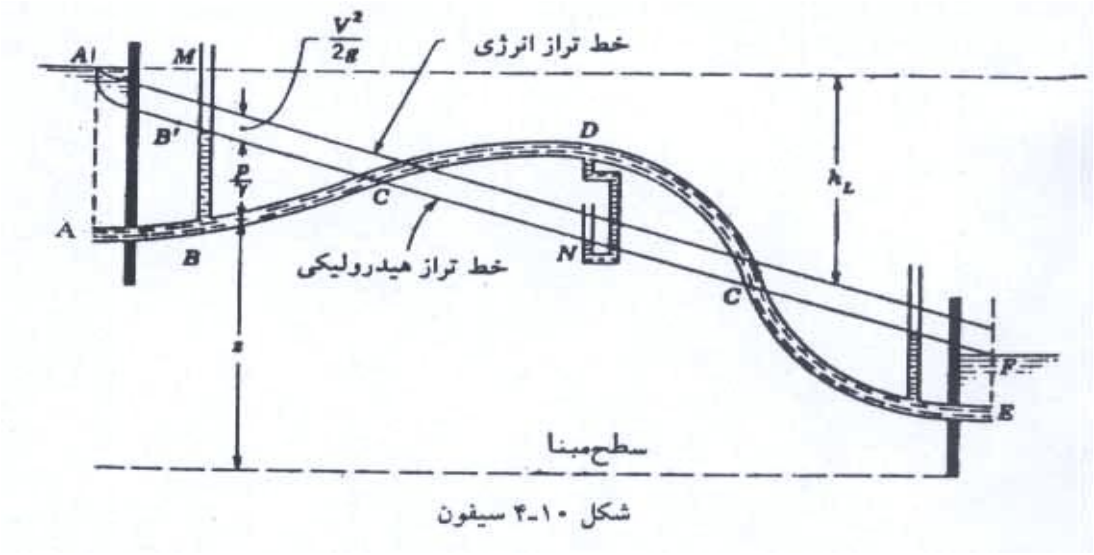
در نقطه B : به علت تغییر ناگهانی سطح مقطع افت انرژی بوجود می آید که این افت باعث تغییر سرعت از V_1 به V_2 می شود و چون سطح مقطع کوچکتر می شود بر طبق رابطه پیوستگی سرعت V_2 افزایش می یابد و چون سرعت سیال با افت اصطکاک نسبت مستقیم دارد ، بنابراین از نقطه B خط تراز انرژی دارای شیب بیشتری می شود.در نقطه C: به علت وجود پمپ ، به سیستم انرژی داده می شود که با ایجاد هد ناشی از پمپ (h_p) خط انرژی به اندازه h_p بالا خواهد رفت.در ادامه مسیر نیز به علت وجود اصطکاک و افت ورودی لوله به مخزن شیب خط تراز انرژی کاهش می یابد تا به مخزن D برسد .

در مخزن D : در سطح مخزن سرعت سیال برابر صفر و فشار نیز فشار اتمسفر می باشد که برابر صفر می شود . بنابراین خط تراز انرژی به سطح سیال ختم می گردد .

در محاسبه خط تراز انرژی دو پارامتر $h=\frac{P}{\gamma}+z$ را در نظر می گیریم که برای محاسبه h می توان از پیزومتر استفاده کرد(کلیه این پارامترها نسبت به سطح مبنا سنجیده می شوند). خط ترازی را با ..... نمایش می دهند .

از طرفی با توجه به رابطه انرژی عبارت $\frac{V^2}{2g}$ نشان دهنده انرژی جنبشی می باشد که بایستی در نظر ..... شود و با محاسبه این مقدار انرژی جنبشی نسبت به خط تراز انرژی خط جدیدی ترسیم می شود به اندازه $\frac{V^2}{2g}$ بالای خط تراز انرژی بوده و خط هیدرولیکی (HGL) نامیده می شود . خط تراز ..... و خط تراز هیدرولیکی پایین تر از موقعیت هندسی لوله قرار گیرد (مانند شکل 10-4)، $\frac{P}{\gamma}$ منفی ..... شد و لذا در فاصله ای که خط لوله زیر خط تراز هیدورلیکی واقع می شود ، فشار زیر اتمسفر ..... خواهد داشت. این پدیده را سیفون گویند.

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



شکل ۱۰-۴ سیفون

به علت فشار موجود زیر فشار اتمسفر ، هوا یا گازهای دیگر ممکن است که از سیال متصاعد شده و حاصله ممکن است فضایی را در داخل لوله اشغال کند و باعث بهم خوردن جریان عادی سیال گردد ..... مقدار افت ناشی از اصطکاک ، که افت اصلی انرژی می باشد ، بستگی مستقیم با طول لوله جریان خواهد داشت که در اثر اصکاک ذرات سیال با مسیر عبور جریان بوجود می آد و بنابراین عمدتاً تابع مشخصات مسیر جریان است .

مقدار افت ناشی از اصکاک از فرمول دارسی-رایسباح $h_f = f \frac{L}{d} \frac{V^2}{2g}$ محاسبه شده که در فصول بعد بررسی خواهد شد .

f: ضریب اصطکاک

L: طول مسیر لوله

d: قطر لوله

V: سرعت جریان

4-7) ضریب تصحیح انرژی جنبشی

با توجه به اینکه در مسائل حرکت سیالات در مجراهای روباز و بسته از روش تحلیل یک بعدی جریان استفاده می شود و در جریان یک بعدی فرض می شود که جریان با سرعت متوسط V حرکت می کند و مقطع جریان به صورت یک لوله بزرگ

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

جریان است و یا به عبارت دیگر سرعت در سطح مقطع یکنواخت فرض می شود ، $\frac{V^2}{2}$ بیانگر انرژی جنبشی واقعی سیال در واحد جرم است ولی صورتی که توزیع سرعت یکنواخت نباشد بایستی جهت تصحیح انرژی جنبشی در داحد جرم روی سطح مقطع ضریبی مانند a در نظر گرفته شود که $a\frac{V^2}{2}$ نمایانگر انرژی جنبشی متوسط یا واقعی سیال در واحد جرم سیال عبوری از مقطع باشد .

این ضریب تصحیح انرژی a برابر است با :

$$a=\frac{1}{A}\int_A(\frac{u}{V})^3\,dA$$

V: سرعت متوسط در سطح مقطع

u: سرعت در هر نقطه از سطح مقطع

A: مساحت سطح مقطع

بنابراین معادله انرژی بین دو نقطه 1 و 2 برای سیال تراکم ناپذیر به صورت زیر در می آید:

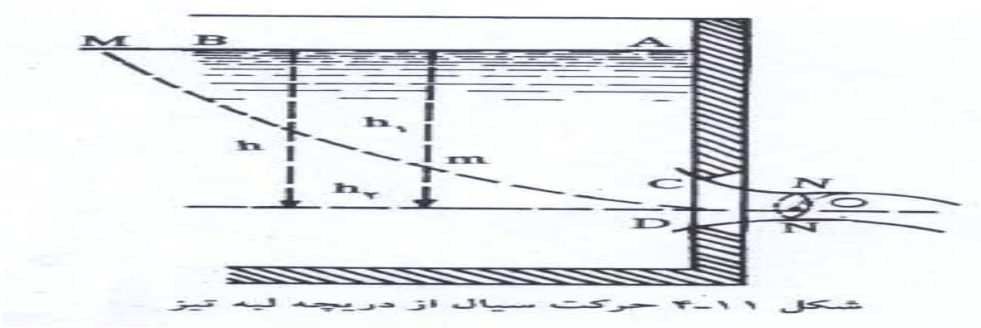
$$\frac{P_1}{\gamma}+a_1\frac{V_1^2}{2g}+z_1=\frac{P_2}{\gamma}+z_2+(h_f)_{1-2}$$

برای جریان آرام در لوله ها a=2 و برای جریانهای آشفته در لوله ها مقدار a بین $1/01<a<1/10$ تغییر می کند و در صورتی که توزیع سرعت یکنواخت باشد a=1 خواهد بود و بجز در کارهای دقیق در سایر موارد از آن صرف نظر شده و برابر واحد در نظر گرفته می شود

4-8)ضریب تصحیح اندازه حرکت

با توجه به اینکه سرعت در تمامی مقطع سطح کنترل ثابت نمی باشد بنابراین برای تصحیح آن ضریبی در نظر گرفته می شود که به آن ضریب تصحیح اندازه حرکت β گویند . ضریب تصحیح اندازه حرکت برابر است با :

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



شکل ۴-۱۱ حرکت سیال از دریچه لبه تیز

$$\beta = \frac{1}{A}\int_A (\frac{u}{V})^2 dA$$

برای جریان آرام درون لوله مدور مستقیم مقدار $\beta = \frac{4}{3}$ و برای جریان یکنواخت $\beta = 1$ بوده و همواره $\beta > 1$ خواهد بود

.بنابراین معادله اندازه حرکت بین دو مقطع و برای سیال تراکم ناپذیر به صورت زیر در می آید :

$$F = m(\beta_2 V_2 - \beta_1 V_1) = \rho Q(\beta_2 V_2 - \beta_1 V_1)$$

4-9)کاربردهای معادله برنولی

4-9-1)حرکت سیال از دریچه برنولی

دریچه لبه تیز CD را در شکل (4-11) در نظر می گیریم. فرض می کنیم که سطح سیال داخل ظرف همواره ثابت باشد . سیال هنگام خروج از دریچه ابتدا متقارب شده و پس از خروج واگرا می شود . رابطه برنولی را بین نقطه M واقع در سطح سیال و نقطه O در مرکز مقطع N-N می نویسیم. با توجه به اینکه سرعت سیال در نقطه M برابر صفر بوده و همچنین فشار در نقطه O و M برابر فشار اتمسفر می باشد ، بنابراین :

$$\frac{P_M}{\gamma} + \frac{V_M^2}{2g} + z_M = \frac{P_O}{\gamma} + \frac{V_O^2}{2g} + Z_0$$

فرض می کنیم خط مبنا خط عبوری از مرکز مقطع N-N باشد بنابراین $Z_O=0, Z_M=h$ فشار اتمسفر $P_M=P_O=$ در نتیجه :

$$h = \frac{V_O^2}{2g} \Rightarrow V_O = \sqrt{2gh}$$

در صورتی که A : سطح مقطع N-N و V_O: سرعت در مرکز ثقل مقطع N-N و به عنوان سرعت تمام نقاط در مقطع باشد ، بنابراین :

$$Q = AV_O = A\sqrt{2gh}$$

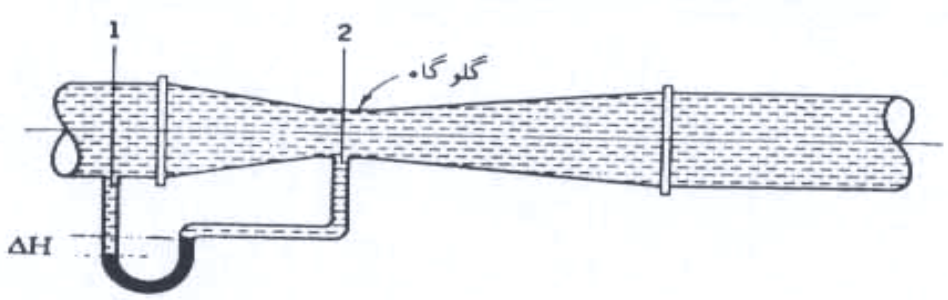
Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (http://www.novapdf.com/)

در واقع سرعت در مقطع N-N یکنواخت نیست بلکه سرعت در پایین خط مینا بیشتر و در بالای خط مبنا کمتر است بنابراین برای شدت جریان واقعی بایستی در ضریبی به نام شدت جریان (c_d) ضرب شود (که در فصول بعد این موضوع بررسی خواهد گردید) یعنی

$$Q = C_d A\sqrt{2gh}$$

ونتوری متر

با توجه به شکل (12-4) ، چون سطح مقطع 1 بزرگتر از مقطع 2 است . بنابراین سرعت در مقطع 1 کمتر و فشار بیشتر است . خط مبنا را در محور ونتوری متر در نظر می گیریم.



شکل ۱۲-۴ ونتوری‌متر

معادله برنولی را بین مقاطع 1 و 2 می نویسیم (سیال را تراکم نا پذیر فرض می کنیم) بنابراین :

$$\frac{P_1}{\gamma}+\frac{V_1^2}{2g}+Z_1=\frac{P_2}{\gamma}+\frac{V_2^2}{2g}+Z_2$$

با توجه به شکل $\frac{P_1+P_2}{\gamma}=\Delta H, Z_1=Z_2=0$ است ، بنابراین :

$$\frac{P_1-P_2}{\gamma}=\Delta H=\frac{V_2^2-V_1^2}{2g}$$

از معادله پیوستگی برای مقاطع 1 و 2 داریم :

$$Q=V_1A_1=V_2A_2\Rightarrow V_1=\frac{Q}{A_1},V_2=\frac{Q}{A_2}$$

بنابراین :

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

$$\Delta H = \frac{Q^2}{2g}\left(\frac{A_1^2 - A_2^2}{A_1^2 A_2^2}\right) \Rightarrow Q = \frac{A_1 A_2}{\sqrt{A_1^2 A_2^2}}\sqrt{2g\Delta H}$$

$$C = \frac{A_1 A_2}{\sqrt{A_1^2 - A_1^2}}\sqrt{2g}$$

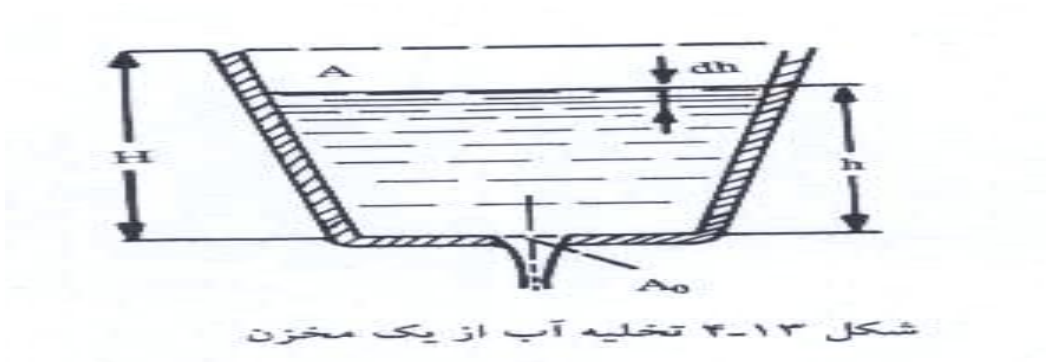
مقدار ثابتی است بنابراین :

$$Q = C\sqrt{\Delta H}$$

رابطه فوق نشان دهنده این است که Q تابعی از ΔH است و بنابراین می توان فشار سنج را مستقیماً بر حسب شدت جریان مدرج کرد .

4-9-3) مدت زمان تخلیه یک مخزن

مخزن حاوی سیالی را در نظر می گیریم که در زیر آن دریچه ای جهت تخلیه سیال وجود دارد . می خواهیم کاهش تدریجی ارتفاع آب مخزن را که باعث کاهش تدریجی سرعت خروج آب و در نتیجه کاهش شدت جریان می شود ، بررسی کنیم .



شکل ۳-۱۳ تخلیه آب از یک مخزن

اگر سطح مخزن نسبت به سطح دریچه با اندازه کافی بزرگ باشد می توان از سرعت نقاط داخل مخزن صرف نظر کرده و با بکار بردن معادله برنولی سرعت سیال را در هر لحظه مشخص کرد .

با فرض اینکه :

h: ارتفاع سطح سیال نسبت به دریچه

A: سطح سیال در لحظه t

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