

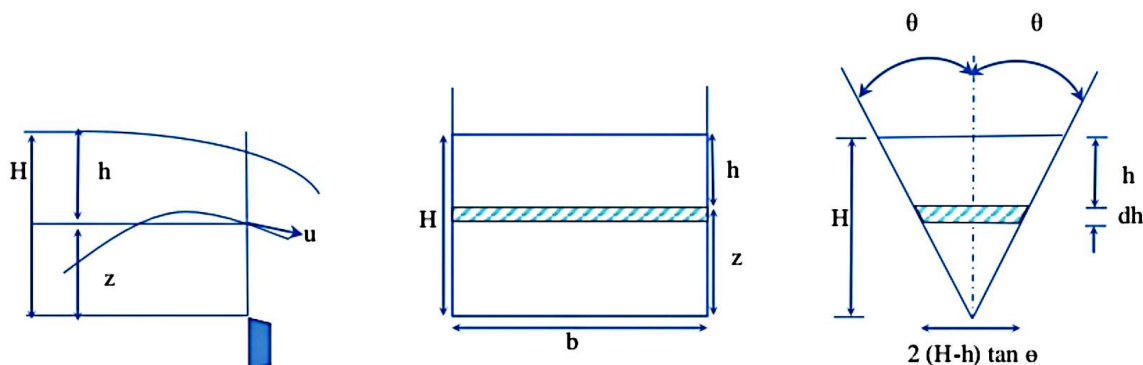
آزمایش سرریز (Flow over a Notch)

هدف آزمایش

هدف از این آزمایش بررسی دبی از سرریزهایی با طرح‌های هندسی متفاوت و محاسبه رابطه‌ای تجربی بین دبی و ارتفاع آب از لبه سرریز می‌باشد. همچنین با کالیبره (مدرج) نمودن سرریز می‌توان ضریب تخلیه چند نوع سرریز را تعیین نموده و تغییرات آن را با نوع سرریز، دبی و ارتفاع آب بررسی نمود.

تئوری آزمایش

سرریزها که معمولاً به صورت اشکال هندسی منظم از قبیل مستطیلی، مثلثی و... ساخته می‌شوند در مسیر رودخانه‌ها و کانال‌های روباز برای اندازه‌گیری دبی حجمی قرار داده می‌شوند. با نوشتن رابطه‌ی برنولی بین نقطه‌ای دور از لبه سرریز (که بتوان سرعت آب را در آن نقطه ناچیز فرض کرد) و نقطه‌ای روی لبه سرریز می‌توان سرعت آب را بر حسب ارتفاع h حساب نمود. سپس با داشتن این مقدار سرعت و سطح المانی از مقطع جریان، می‌توان دبی حجمی المان و در نتیجه تمام سطح مقطع جریان را تعیین کرد.



شکل ۱- جریان آب از روی سرریز مثلثی متقارن و مستطیلی

بعد از محاسبات و انتگرال‌گیری، دبی تئوری جریان از روی سرریز مستطیلی و مثلثی به ترتیب از رابطه (۱) و (۲) محاسبه می‌شود.

$$Q_t = \frac{2}{3} \sqrt{2g} b H^{3/2} \quad \text{معادله (۱)}$$

$$Q_t = \frac{8}{15} \sqrt{2g} \tan \theta H^{5/2} \quad \text{معادله (۲)}$$

آزمایش شماره یک

آزمایش سرریز مستطیلی و مثلثی:

میز هیدرولیکی : از این میز به منظور انجام آزمایش‌ها و برای اندازه‌گیری دبی به روش حجمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. حجمی که دستگاه ثبت می‌کند بر حسب لیتر است بنابراین در محاسبات طبق واحدهای پارامترهای دیگر همسان سازی شود.

$$1 \text{ Litr} = 1 \times 10^{-3} m^3$$

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{\text{تغییرات حجم}}{\text{تغییرات زمان}}$$

هدف: هدف از آزمایش سرریزها به دست آوردن ضریب جریان (C_d) می‌باشد.

الف) سرریز مستطیلی

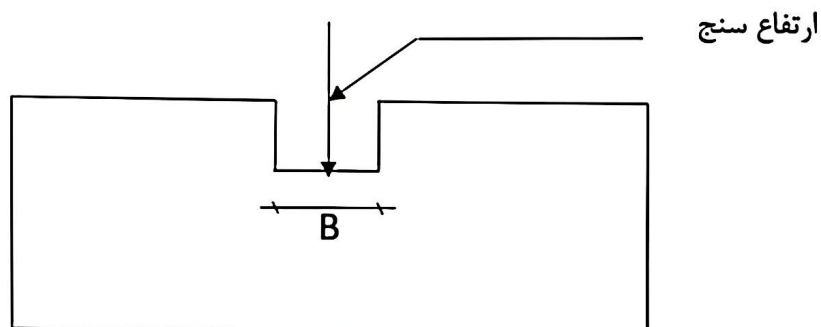
تئوری آزمایش

برای به دست آوردن ضریب جریان در سرریز مستطیلی از رابطه زیر استفاده می‌کنیم.

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} B H^{\frac{3}{2}}$$

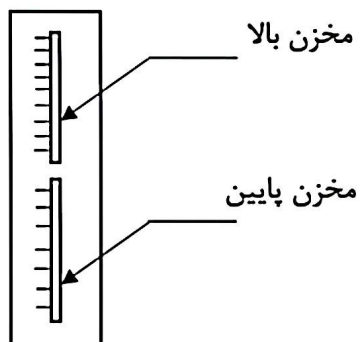
در این رابطه Q دبی به واحد m^3/s و C_d ضریب تخلیه، g شتاب گرانش زمین برابر $9.81 m/s^2$ ، B عرض شکاف و در نهایت ارتفاع آب در کانال خواهد بود. لازم به ذکر است کمیت‌هایی که دیمانسیون آنها طول است، به واحد متر در نظر گرفته می‌شوند.

حال در مرحله اول مشخصات مقطع را به دست می‌آوریم.



عرض شکاف در این آزمایش $B=4\text{cm}$ می‌باشد. در مرحله بعد ارتفاع سنج را تنظیم کرده و آن را در کف کانال صفر می‌کنیم. حال تنها پارامتر باقیمانده از رابطه فوق دبی جریان می‌باشد که آن را به روش حجمی به شرح زیر به دست می‌آوریم:

میز هیدرولیکی دارای دو مخزن می‌باشد، بنابراین دستگاه نشان دهنده حجم روی آن به دو قسمت تقسیم می‌گردد:



برای به دست آوردن دبی به روش حجمی، کرنومتر را روی یک حجم مشخص (در یک مخزن) روی صفر قرار داده و دریچه مخزن را می‌بندیم. در مرحله بعد در یک حجم مشخص دیگر کرنومتر را ایست داده و حجم ثانویه و زمان را ثبت می‌کنیم. حال از رابطه زیر حجم مورد نظر را به دست می‌آوریم. توجه داشته باشید که حجم ثبت شده بر حسب لیتر است که باید به متر مکعب تبدیل شود:

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} \quad m^3/s$$

برای آنکه دقت پارامتر به دست آمده بالاتر شود، آزمایش را سه بار تکرار می‌کنیم.

البته پارامتر ارتفاع آب در دبی‌های مختلف متفاوت خواهد بود، پس با استفاده از ارتفاع سنج ارتفاع آب را در هر دبی مختلف به دست می‌آوریم.

در نهایت هر سه پارامتر H و B و Q به دست آمده است. این پارامترها را در رابطه قرار داده و در نهایت ضریب جریان را در سرریز مستطیلی به دست می‌آوریم:

تحليل نتائج:

آزمایش بار یک:

$$B = 4\text{cm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$H_1 = 21 \text{ mm} = 21 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta v_1 = 2 \text{ Lit} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3, \quad \Delta t_1 = t_2 - t_1 = 8 - 0.32 = 7.68 \text{ s} \\ \Delta v_2 = 5 \text{ Lit} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3, \quad \Delta t_2 = t_2 - t_1 = 21.78 - 0 = 21.78 \text{ s} \end{array} \right.$$

$$Q_1 = \frac{\Delta V_1}{\Delta t_1} = \frac{2 \times 10^{-3}}{7.68} = 2.6 \times 10^{-4}$$

$$Q_2 = \frac{\Delta V_2}{\Delta t_2} = 2.29 \times 10^{-4}$$

$$Q = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

$$Q = \frac{2.6 \times 10^{-4} + 2.29 \times 10^{-4}}{2} = 2.44 \times 10^{-4}$$

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} B H^{\frac{3}{2}} \longrightarrow C_d = \frac{3}{2} \times \frac{Q}{\sqrt{2g} \times B \times H^{\frac{3}{2}}}$$

$$C_d = \frac{3}{2} \times \frac{2.44 \times 10^{-4}}{\sqrt{2 \times 9.81} \times 4 \times 10^{-2} \times (21 \times 10^{-3})^{\frac{3}{2}}}$$

$$C_d = 0.67$$

ب) سرریز مثلثی:

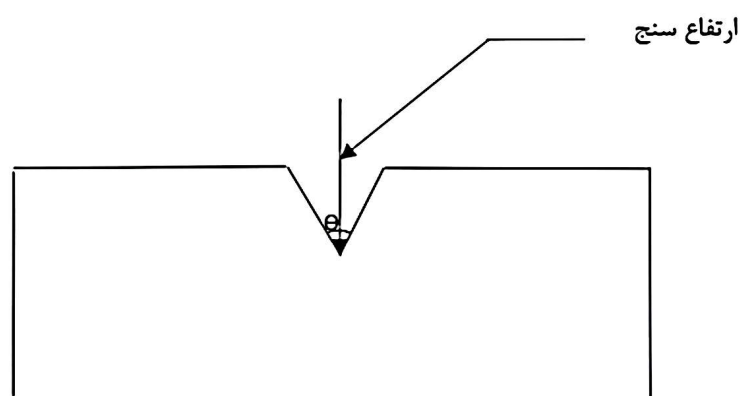
تئوری آزمایش

برای به دست آوردن ضریب جریان در سرریز مثلثی از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$Q = \frac{8}{15} \times C_d \times \sqrt{2g} \times \tan \frac{\theta}{2} \times H^{\frac{5}{2}}$$

در این رابطه Q دبی جریان به واحد cm^3/s ، C_d ضریب جریان، g شتاب گرانش زمین برابر 9.81 m/s^2 ، θ زاویه راس مثلث و H ارتفاع آب به واحد متر خواهد بود.

در مرحله یک مشخصات مقطع را به دست آورده و ارتفاع سنج را در کف کانال صفر می‌نماییم.



در این آزمایش $\theta = 90^\circ$ می‌باشد

در مرحله دوم جریان را برقرار نموده و همانطور که گفته شد، دبی را به روش حجمی به دست می‌آوریم. شایان ذکر است که ارتفاع آب در هر دبی مختلف متفاوت خواهد بود که به وسیله ارتفاع سنج به دست می‌آوریم.

حال تمام پارامترها، Q و θ و H به دست آمده است. این پارامترها را در رابطه مذکور قرار داده و ضریب جریان در سرریز مثلثی را به دست می‌آوریم.

تحليل نتائج:

آزمایش بار اول:

$$\theta = 90^\circ$$

$$H = 22 \text{ mm} = 22 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\left[\begin{array}{l} V_1 = 1 \text{ lit} = 1 \times 10^{-3} \quad , \quad t_1 = 0 \text{ s} \\ V_2 = 6 \text{ lit} = 6 \times 10^{-3} \quad , \quad t_2 = 31.35 \text{ s} \end{array} \right] \rightarrow Q = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$Q = \frac{6 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-3}}{31.35 - 0} = 0.15 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C_d = \frac{15}{8} \times \frac{Q}{\sqrt{2g} \times \tan \frac{\theta}{2} \times H^{\frac{5}{2}}}$$

$$C_d = \frac{15}{8} \times \frac{0.15 \times 10^{-3}}{\sqrt{2 \times 9.81} \times \tan \frac{90}{2} \times (2 \times 10^{-3})^{\frac{5}{2}}}$$

$$C_d = 0.88$$

جاده های آرمایشی سرریز برای سرریز مستطیلی

$$B = 4 \text{ cm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m} \quad (1)$$

$$H = 41 \text{ mm} = 41 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta V_1 = 3 L_1 t \quad \Delta t_1 = 4.18 \text{ s}$$

$$\Delta V_2 = 5 L_2 t \quad \Delta t_2 = 9.17 \text{ s}$$

$$B = 4 \text{ cm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$H_2 = 44 \text{ mm} = 44 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta V_1 = 3 L_1 t \quad \Delta t_1 = 4.18 \text{ s}$$

$$\Delta V_2 = 6 L_2 t \quad \Delta t_2 = 14.53 \text{ s}$$

جاده های مدور آرمایشی برای آرمایشی سرریز مثلثی:

$$\theta = 40^\circ$$

$$H = 24 \text{ mm} = 24 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$V_1 = 2 L_1 t = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \quad t_1 = 1 \text{ s}$$

$$V_2 = 4 L_2 t = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \quad t_2 = 2 \text{ s}$$

$$\theta = 45^\circ$$

$$H = 28 \text{ mm} = 28 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$V_1 = 3 L_1 t = 3 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \quad t_1 = 3.17 \text{ s}$$

$$V_2 = 1 L_2 t = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \quad t = 28.17 \text{ s}$$