

فهرست دستورالعمل دستگاه

1 هدف

1 مقدمه

1 شرح دستگاه

هدف

مشاهده چگونگی تخلیه مایعات از یک روزنه
اندازه‌گیری ضرایب سرعت، تخلیه و انقباض سطح، دبی و سطح مقطع جریان
مقایسه زمان لازم برای تخلیه طبیعی یک مخزن از یک روزنه با زمان تئوریک آن در ارتفاعات مختلف

مقدمه

برای اندازه‌گیری دبی خروجی از مخزن یا دبی عبوری از لوله می‌توان از اوریفیس استفاده کرد. اوریفیس سوراخی است معمولاً گرد که سیال از آن عبور می‌کند. اوریفیس ممکن است دارای لبه‌های تیز باشد و یا لبه‌های گرد. در اوریفیس لب تیز، مقطع جت سیال پس از عبور از اوریفیس منقبض می‌شود و در فاصله کوتاهی که حدود نصف قطر سوراخ است، به حداقل مساحت خود می‌رسد. به وسیله دستگاه تست اریفیس، ضریب تخلیه اریفیس محاسبه شده و با جایگذاری آن در رابطه محاسبه دبی، دبی واقعی به دست می‌آید.

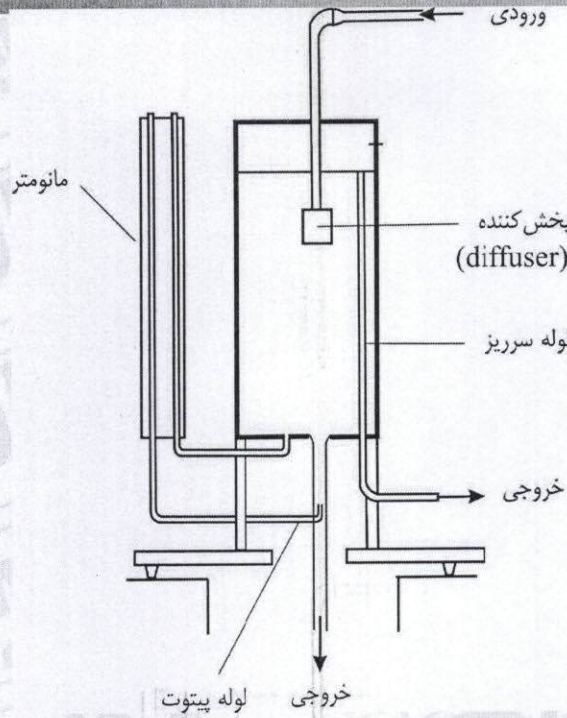
شرح دستگاه

دستگاه آزمایش مطابق شکل (3)، از یک مخزن استوانه‌ای شفاف به قطر داخلی 19 cm با دو مانومتر تشکیل شده است. یکی از مانومترها برای اندازه‌گیری هد جریان در مقطع فشرده (H_c) و دیگری برای اندازه‌گیری ارتفاع آب در مخزن (H_o) در نظر گرفته شده است.

در مخزن یک ویفیوزر جهت جلوگیری از تلاطم آب تعبیه شده است. یک لوله سرریز جهت تخلیه آب اضافی در مخزن قرار دارد. قطعه‌ای نصب اوریفیس در قسمت زیرین استوانه شفاف (مخزن) پیچ شده است. جهت تعویض اریفیس، این قطعه باز شده و اریفیس مورد نظر در داخل آن قرار می‌گیرد. سپس دوباره در جای خود پیچ می‌شود (اریفیس‌هایی با قطرهای مختلف همراه دستگاه می‌باشند).

یک قطعه سوزنی شکل در پایین مخزن تعبیه شده است که انتهای آن به یکی از مانومترها متصل است و از آن ارتفاع دینامیکی یا جت را می‌توان مشاهده کرد.

قطر جت در مقطع فشرده، توسط ابزار اندازه‌گیری مخصوص (ورنیه) اندازه‌گیری می‌شود؛ به این ترتیب که برای محاسبه قطر جت آب خروجی از اریفیس، جابجایی ورنیه در طول قطر جت اندازه‌گیری می‌شود. با حرکت ورنیه به جلو، ابتدا و انتهای تماس سیم با سطح مقطع جریان، در واقع دو نقطه مقابل هم روی محیط مقطع می‌باشند. با کم کردن آنها از هم قطر سطح مقطع جریان به دست می‌آید. همچنین ارتفاع قرارگیری ورنیه قابل تنظیم است.



شکل 2: طرح شماتیک دستگاه اوریفیس

فهرست دستور آزمایش ها

1 هدف

1 تئوری

2 روش انجام آزمایش

2 الف) اندازه گیری ضرایب C_d , C_v , C_c در ارتفاع ثابت آب

3 ب) اندازه گیری ضریب تخلیه C_d در ارتفاعات مختلف

3 ج) اندازه گیری تجربی زمان تخلیه آب از مخزن در ارتفاعات مختلف

4 خواسته ها

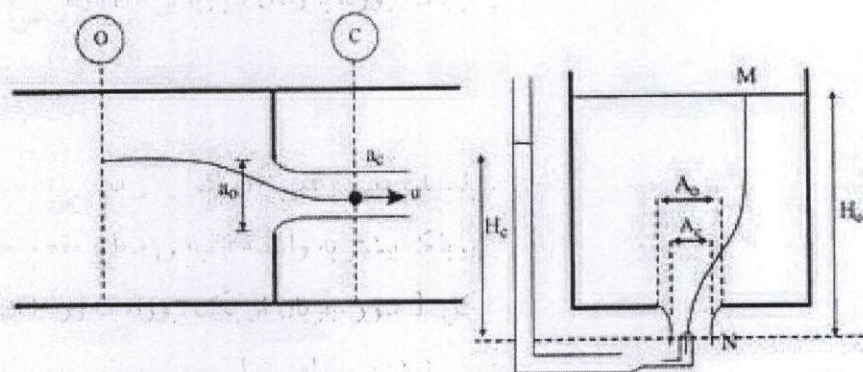
هدف

مشاهده چگونگی تخلیه مایعات از یک روزنه
اندازه گیری ضرایب سرعت و تخلیه و انقباض سطح، دبی و سطح مقطع جریان
مقایسه زمان لازم برای تخلیه طبیعی یک مخزن از یک روزنه با زمان تئوریک آن در ارتفاعات مختلف

تئوری

زمانی که سیالی از میان یک روزنه لبه تیز عبور می نماید، دبی واقعی آن کمتر از دبی به دست آمده از روابط تئوری است. این اختلاف نه فقط به دلیل افت انرژی، بلکه بیشتر به واسطه انقباض سطح مقطع جریان می باشد. به کمترین مقطع جریان، مقطع فشرده می گویند. در شکل 1 عبور جریان از یک روزنه مدور نشان داده شده است. اگر H_0 ارتفاع آب در مخزن از مقطع فشرده باشد با نوشتن رابطه برنولی بین دو نقطه در سطح آزاد و مقطع فشرده می توان سرعت ایده آل خروجی آب را به این صورت () ت آورد.

$$V_0 = \sqrt{2gH_0}$$



شکل 1: عبور جریان از یک روزنه مدور

اگر هد کلی جریان به کمک لوله پیتوت در مقطع فشرده H_C قرائت شود، سرعت واقعی جریان برابر $V_C = \sqrt{2gH_C}$ خواهد بود.

نسبت سرعت واقعی به سرعت ایده آل طبق تعریف ضریب سرعت نامیده می شود:

$$C_v = \frac{V_C}{V_0} = \sqrt{\frac{2gH_C}{2gH_0}} = \sqrt{\frac{H_C}{H_0}} \quad (2)$$

همچنین طبق تعریف نسبت سطح مقطع فشرده جریان به سطح مقطع روزنه ضریب سطح نامیده می شود.

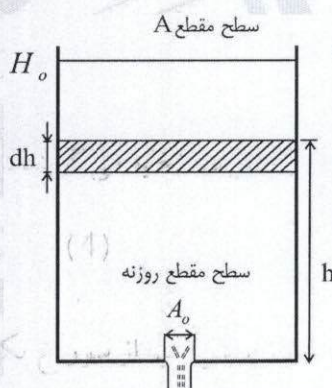
$$C_c = \frac{A_c}{A_0} = \frac{D_c^2}{D_0^2} \quad (3)$$

با توجه به تعاریف، مقدار واقعی دبی جریان آب که برابر است با $Q_c = V_c A_c$ کمتر از مقدار دبی تئوری $Q_0 = V_0 A_0 = A_0 \sqrt{2gH_0}$ است.

طبق تعریف نسبت دبی واقعی به دبی تئوری را ضریب تخلیه می گویند:

$$C_d = \frac{Q_c}{Q_0} = \frac{V_c A_c}{V_0 A_0} = C_c C_v \quad (4)$$

برای تعیین زمان تئوری لازم جهت تخلیه مقدار معینی آب از سوراخ یک مخزن مطابق شکل (2) فرض می کنیم که در لحظه t ارتفاع آب h باشد و بعد از dt ثانیه، به مقدار dh از ارتفاع آب کاسته شود. با نوشتن رابطه بقاء جرم برای المانی از حجم مخزن با سطح مقطع A و سپس انتگرال گیری در تمام حجم مخزن، می توان رابطه زیر را جهت تعیین زمان تخلیه به دست آورد:



شکل (2)

$$-A dh = A_0 \sqrt{2gh} dt \quad (5)$$

$$t = \frac{2A}{A_0 \sqrt{2g}} \sqrt{H_0} \quad (6)$$

روش انجام آزمایش

الف) اندازه گیری ضرایب C_d , C_v , C_c در ارتفاع ثابت آب

یکی از اوریفیس ها را در محل تعبیه شده در قسمت زیرین مخزن، نصب کنید. شیر کنترل جریان آب در روی میز آزمایشگاه را طوری باز کنید تا مخزن پر شده و میزان آب برگشتی از لوله سرریز، حداقل باشد. ارتفاع آب مخزن (H_0) و ارتفاع (H_c) را از روی مانومتر خوانده و در جدول (1) یادداشت نمایید. قطر جت را توسط ابزار

اندازه گیری در دسترس (ورنه و یا کولیس)، اندازه گرفته و در جدول یادداشت نمایید. با داشتن اطلاعات فوق و قطر روزنه D_0 می توان ضریب سرعت (C_V) را از رابطه شماره (2)، ضریب سطح (C_C) را از رابطه شماره (3) و ضریب تخلیه (C_d) را از رابطه (4) تعیین نمود. آزمایش را با اوریفیس های مختلف تکرار نموده و در هر مرحله، اطلاعات مربوط به جدول (1) را تکمیل نمایید.

جدول (1)

ضریب انقباض سطح C_C	ضریب سرعت C_V	ضریب تخلیه C_d	دبی واقعی $Q_C (m^3/s)$	قطر جت در مقطع فشرده D_C	H_C	ارتفاع آب مخزن H_0	قطر اوریفیس $D_0 (mm)$

ب) اندازه گیری ضریب تخلیه C_d در ارتفاعات مختلف

شیر کنترل جریان آب را کمی ببندید تا آب در ارتفاع پایین قرار گیرد. بعد از مدتی که آب در ارتفاع ثابتی قرار گرفت، مقادیر H_0 , H_C , D_C را در جدول (2) یادداشت نمایید. بهتر است در تمام مدتی که مشغول اندازه گیری دبی هستید چندین ارتفاع را یادداشت کرده و متوسط آنها را به عنوان ارتفاع آب در نظر بگیرید. با داشتن دبی واقعی و ارتفاع آب متناظر با آن، می توان ضریب تخلیه را در هر ارتفاع به دست آورد. این مرحله از آزمایش را برای چند ارتفاع مختلف انجام داده و جدول (2) را تکمیل نمایید.

جدول (2)

ارتفاع آب مخزن H_0	H_c	قطر جت در مقطع فشرده D_c	$10^4 \times Q$ (m^3 / s)	$H_0^{1/2}$ (mm) ^{1/2}	C_d

ج) اندازه گیری تجربی زمان تخلیه آب از مخزن در ارتفاعات مختلف و مقایسه آنها با مقادیر تئوری شیر کنترل جریان را باز کنید تا سطح آب به ارتفاع معینی برسد. سپس آن را سریع بسته و همزمان به وسیله کروномتر زمان لازم تا تخلیه کامل را برای چند ارتفاع مختلف آن به دست آورده، جدول (3) را تکمیل نمایید. چندین روزنه با قطر مختلف در این آزمایش می تواند تست شود.

جدول (3)

H_0 mm	$H_0^{1/2}$ (mm) ^{1/2}	V (lit)	$t(sec)$ تجربی	$t(sec)$ تئوری

خواسته ها

1. ضرایب تخلیه (C_d)، سرعت (C_v) و سطح (C_c) را در مرحله اول به دست آورید. آیا در مورد این ضرایب رابطه (4) صادق است؟

2. نمودار تغییرات Q بر حسب $H^{1/2}$ را در مرحله دوم آزمایش رسم نمایید. اگر نمودار از مبدا نگذرد برای آن چه دلیلی دارید؟
3. تغییرات C_d نسبت به دبی چگونه است؟
4. با استفاده از نتایج حاصل از مرحله سوم، زمان تجربی و تئوری را بر حسب $H_0^{1/2}$ روی یک نمودار رسم نمایید.
5. رابطه ای برای افت انرژی بدست آورید.
6. کدامیک از روزه ها به عنوان تخلیه کننده یک مخزن مناسب است. توضیح دهید.