

فهرست دستور العمل دستگاه

1 هدف

1 مقدمه

1 شرح دستگاه

2 روش هواگیری دستگاه

هدف:

کالیبره کردن ونتوری متر

پیدا کردن منحنی تغییرات (ضریب تخلیه) بر حسب مقادیر مختلف شدت جریان

مشاهده تغییرات فشار در طول ونتوری متر

مقدمه:

لوله ونتوری برای اندازه گیری دبی جریان در لوله ها به کار می رود. با اندازه گیری سرعت یا فشار در چند نقطه از مقطع عبور جریان می توان دبی را تعیین کرد. لذا اندازه گیری سرعت یا فشار مرحله مهمی در تعیین دبی است. برای تعیین سرعت می توان زمانی را که طول می کشد تا یک ذره معین مسافت مشخصی را طی کند اندازه گیری کرد. این روش برای اندازه گیری جریان در مجاری بسیار کوچک مناسب است. برای اندازه گیری جریان به وسیله ونتوری متر با استفاده از معادله برنولی سرعت بدست می آید و در نتیجه دبی جریان به راحتی قابل محاسبه است.

شرح دستگاه :

دستگاه جریان سنج ونتوری دارای تعدادی لوله های پیرومتر جهت مطالعه تغییرات فشار در قست های مختلف آن است. سیال جاری در لوله از طریق یک لوله همگرا به یک گلوگاه هدایت می شود که دارای سطح مقطع کوچکتر از سطح مقطع اصلی می باشد. از این رو سرعت سیال در گلوگاه بیشتر از سرعت آن در لوله اصلی می باشد. این افزایش سرعت در گلوگاه با افت فشار همراه است به طوریکه مقدار شدت جریان بستگی به مقدار افت فشار دارد ، لذا با اندازه گیری افت فشار می توان شدت جریان را اندازه گیری کرد.

مهم ترین وسایل این آزمایش عبارتند از

1. شیر کنترل ، که در واقع می خواهیم ضریب تخلیه آن را به کمک لوله ونتوری متر به دست آوریم
2. خود لوله ونتوری که تغییرات فشار و سرعت را در نقاط مختلف آن را بررسی می کنیم.
3. روماتر، که دبی آب را نشان می دهد. (توجه داشته باشید که برای قرائت عدد روماتر باید بالای جسم شناور داخل آن را مد نظر قرار دهید.)
4. کلید روشن و خاموش پمپ دستگاه

توجه کنید که در اینجا لوله ونتوری قبل از شیر موردنظر (شیر تنظیم دبی) نصب شده و علت آن این است که سیستم هواگیری شود، زیرا در غیر این صورت هوا وارد سیستم خواهد شد و آزمایش عملی نخواهد بود.

مراحل نصب و راه اندازی دستگاه:

1. مخزن دستگاه را از آب پر کنید. (بهتر است از آب مقطر برای جلوگیری از رسوب گیری دستگاه استفاده کنید).
2. دوشاخه برق دستگاه را به پریز وصل کنید.
3. دستگاه را روشن کرده و مطابق آنچه در ادامه می آید آن را هواگیری کنید و آزمایش را در دبی های مختلف انجام دهید.

روش هواگیری دستگاه:

قبل از شروع آزمایش باید دستگاه را هواگیری کنید به این منظور بعد از راه اندازی دستگاه و روشن کردن پمپ، شیر فلکه ای را به مقدار کمی باز کنید و اجازه دهید تا آب از آن در گذر باشد. توجه داشته باشید که شیر ربع گرد موجود در سمت چپ بالایی مانومتر ها بسته و شیر سمت راست بالایی مانومترها باز باشد.

اکنون باید شیر فلکه ای را به طور کامل بسته و شیر ربع گرد دسته آبی موجود در سمت راست باز باقی بماند. این مرحله تا جایی ادامه می یابد که دیگر شاهد عبور حباب ها از درون مانومتر ها نباشید و اطمینان حاصل کرده باشید که در سیستم دیگر حباب و هوایی باقی نمانده.

در این مرحله در ضمن این که شیر فلکه ای بسته است، شیر ربع گرد سمت راست را هم باید ببندید. و سپس پمپ را خاموش کنید و در ادامه کم کم شیر ربع گرد سمت راست را باز کنید و اجازه دهید که هوا وارد مانومتر ها شود و ارتفاع آب درون مانومتر ها پایین بیاید. به این ترتیب دستگاه هواگیری شده و آماده تست می باشد.

فهرست دستور آزمایش ها

1	هدف
1	تئوری
3	روش انجام آزمایش

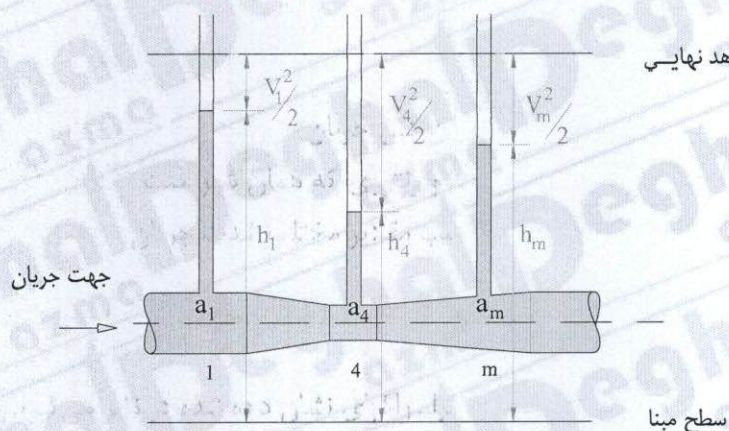
موسسه آموزشی و پژوهشی

هدف :

کالیبره کردن ونتوری متر
مشاهده تغییرات فشار در طول ونتوری متر
آشنایی با کاربرد معادله برنولی و به دست آوردن دبی جریان
تعیین ضریب تخلیه یک مدل کاربردی از لوله و ونتوری که همان شیر است
رسم منحنی تغییرات " ضریب تخلیه " بر حسب مقادیر مختلف شدت جریان

تئوری آزمایش :

جریانی از یک سیال تراکم ناپذیر (آب) در لوله همگرا- واگرای نشان داده شده در نظر می گیریم. سطح مقطع در قسمت بالادست جریان عبارت است از a_1 ، در گلوگاه عبارت است از a_4 و در مقطع دلخواه m عبارت است از a_m . لوله های پیژومتری در این مقاطع همان طور که نشان داده شده مقادیر h_1 و h_2 و ... و h_m را ثبت می کنند.



شکل 1

با فرض اینکه هیچ گونه افت انرژی در طول لوله وجود نداشته باشد و همچنین با فرض اینکه سرعت و هدهای پیژومتریک در هر مقطع از مقاطع مفروض ثابت باشند طبق اصل برنولی که می گوید همواره مجموع جبری انرژی مقداری ثابت است، خواهیم داشت :

$$\frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{V_4^2}{2g} + h_4 = \frac{V_m^2}{2g} + h_m \quad , \quad \left(h_m = \frac{P_m}{\gamma} \right)$$

که در آن V_1 و V_4 و V_m سرعت های جریان در مقاطع 1 و 4 و m می باشند و h_1 ، h_4 و h_m عبارت اند از هدهای پیژومتریک در مقاطع 1، 4 و m . رابطه پیوستگی جریان در طول این لوله عبارت است از :

$$V_1 \cdot a_1 = V_4 \cdot a_4 = V_m \cdot a_m = Q$$

که در آن a_1 ، a_4 و a_m سطح مقطع عبور جریان در مقاطع 1، 4 و m می باشند و Q جریان حجمی یا شدت جریان را مشخص می کند. برای V_1 از رابطه فوق داریم :

$$\frac{V_4^2 \left(\frac{a_4}{a_1} \right)^2}{2g} + h_1 = \frac{V_4^2}{2g} + h_4$$

اگر این رابطه را برای V_4 حل کنیم خواهیم داشت :

$$V_4 = \sqrt{2g(h_1 - h_4) / [1 - (a_4/a_1)^2]}$$

بنابراین شدت جریان عبارت خواهد شد از :

$$Q_i = a_4 V_4 = a_4 \sqrt{2g(h_1 - h_4) / [1 - (a_4/a_1)^2]}$$

در عمل مقداری افت انرژی بین مقاطع 1 و 4 وجود دارد و سرعت در هر یک از این مقاطع مطلقاً ثابت نیست. در نتیجه مقادیر اندازه گرفته شده دبی Q معمولاً نسبت به مقادیر محاسبه شده از رابطه تئوریک کمتر بوده و برای جبران این افت متداول آن است که رابطه فوق به صورت زیر نوشته شود :

$$Q = C_d \cdot a_4 \sqrt{2g(h_1 - h_4) / [1 - (a_4/a_1)^2]}$$

که در آن C_d را ضریب ونتوری متر می نامند. مقدار C_d با شدت جریان تغییر می کند ولی این تغییر بسیار ناچیز است به طوریکه می توان از آن صرف نظر نمود (در یک مقطع معین). اما مقدار C_d برای هر یک از مقاطع ونتوری متفاوت است و نمی توان از آن صرف نظر نمود.

برای اینکه نمودار $Q - C_d$ را رسم کرد باید مقدار C_d را در چندین مقطع به دست آورد اما از آنجایی که نیاز به زمانی حدود 20 ساعت است تا یازده مقدار C به دست آورد لذا فقط به یک مقدار C_4 بسنده می کنیم. مقدار C_d برای یک ونتوری در حالت کلی در محدوده 0/92 تا 0/99 متغیر است.

محاسبه ضریب ونتوری متر :

جدول (1)، یک فورمت از جدول نتایج مناسب را برای تعیین ضریب تخلیه ونتوری متر نشان می دهد. از این نتایج می توان گراف $(h_1 - h_4)^{1/2}$ را در مقابل Q رسم کرد. با در نظر گرفتن معادله زیر داریم :

$$Q = C_d \cdot a_4 \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_4)}{1 - (a_4/a_1)^2}}$$

$$Q = C_d \cdot a_4 \sqrt{\frac{2g}{1 - (a_4/a_1)^2}} \times \sqrt{h_1 - h_4}$$

یعنی این معادله یک خط می‌باشد که اگر Q را بر حسب تابعی از متغیر $(h_1 - h_4)^{1/2}$ رسم کنیم ضریب زاویه این خط عبارت است از :

$$K = C_d \cdot a_4 \cdot \sqrt{\frac{2g}{1 - \left(a_4/a_1\right)^2}}$$

در اینجا همه پارامترها معلوم است به جز مقدار C_d که در یک معادله یک مجهولی قرار گرفته و به دست خواهد آمد.

روش انجام آزمایش :

قبل از شروع آزمایش ابتدا دستگاه را مطابق روش گفته شده در قبل، هواگیری کنید. روی لوله ونتوری موجود یازده نقطه پیزومتریک داده شده و برای تعیین نمودار (ضریب تخلیه) به عنوان تابعی از شدت جریان (با تغییر شدت جریان، C_d تغییر می‌کند) باید نقاط را دو به دو مورد مطالعه قرار داد یعنی نقطه شماره (1 با 2)، (2 با 3)، (3 با 4) و الی آخر و یا (1 با 2)، (1 با 3)، (1 با 4) تا آخر و هر بار یک ضریب C_d به دست آورد تا بتوان نمودار $C_d - Q$ را ترسیم نمود و این از حوصله وقت و زمان کلاس آزمایش خارج است. از این رو این آزمایش را فقط برای دو نقطه شماره 1 و شماره 4 (مقطع گلوگاه) انجام دهید. به این ترتیب که پس از هواگیری سیستم، شیر را کمی باز کنید تا شدت جریان ایجاد شود آنگاه ارتفاع آب را در دو لوله 1 و 4 بر حسب mmH_2O خوانده و در جدول (1) ثبت نمایید. همچنین ارتفاع آب در لوله های 1 تا 11 را در جدول (2) یادداشت نمایید.

جدول (1)

مرحله آزمایش	دبی m^3/sec	h_1 mm H_2O	h_4 mm H_2O	$h_1 - h_4$ Δh mmH_2O	$\sqrt{h_1 - h_4}$
1					
2					
3					
4					
5					
6					

جدول (2)

h_1 mm H_2O	h_2 mm H_2O	h_3 mm H_2O	h_4 mm H_2O	h_5 mm H_2O	h_6 mm H_2O	h_7 mm H_2O	h_8 mm H_2O	h_9 mm H_2O	h_{10} mm H_2O	h_{11} mm H_2O

دستگاه به صورت زیر تست شده است :

پس از اندازه گیری دبی آب، اختلاف ارتفاع آب در لوله پیزومتر تعبیه شده یکی در گلوگاه و دیگری در ابتدای لوله ونتوری را از روی دستگاه (به عبارتی دیگر $h_1 - h_4$) می خوانیم.

$$Q = 20 \text{ Lit/min}$$

$$h_1 = 46.5 \text{ cm}$$

$$h_4 = 32.5 \text{ cm}$$

$$\Delta h = 9 \text{ cm } H_2O$$

$$Q = C_d A_4 \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_4)}{1 - \left(\frac{A_4}{A_1}\right)^2}}$$

$$\frac{20}{1000} \times \frac{1}{60} \left(\frac{m^3}{s} \right) = C_d \frac{\pi}{4} (0.016)^2 \sqrt{\frac{2 \times 9.81 \times 14 \times 10^{-2}}{1 - \left(\left(\frac{16}{26}\right)^2\right)^2}} \Rightarrow C_d = 0.925$$