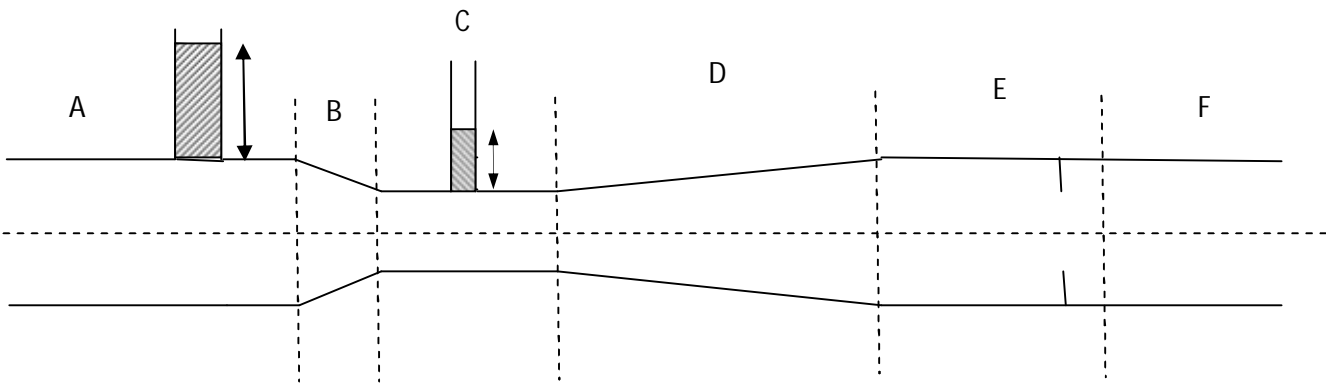


مقدمه :

در بررسی جریان ها همیشه مطالعه شدت جریان سیال به دلیل وابستگی آن به عواملی مانند انرژی جریان اهمیت زیادی دارد و تاثیر عوامل مختلف بر شدت جریان سیال که وابسته به فاکتورهای مختلفی است، در نظر گرفته می شود. لزجت سیال، دبی و مشخصات هندسی مقطع جریان از عوامل مهم موثر بر شدت جریان می باشند که از عوامل شناسایی دستگاه اندازه گیری شدت جریان نیز می باشند.

هدف از این آزمایش بدست آوردن ضریب تخلیه و نتوری، روزنه و مندرج نمودن رتامتر در جریان یکنواخت می باشد. افت انرژی مربوط به هریک از قسمتها تعیین شده و با یکدیگر مقایسه می شوند. علاوه بر اندازه گیری شدت جریان توسط وسایل فوق، میزان تخلیه میز هیدرولیکی اندازه گیری می گردد و با هم مقایسه می گردند.

دستگاه مورد استفاده در این آزمایش از سه قسمت و نتوری، روزنه و رتامتر تشکیل شده است که با هریک از قسمتها می توان به تنهایی شدت جریان را اندازه گیری نمود.



روزنه :

این وسیله که در امتداد انبساط مخروط انبساط و هم قطر با خروجی آن نصب شده است شامل یک صفحه مدور می باشد که سوراخی به قطر 20 میلیمتر در مرکز آن تعبیه شده است. این وسیله به سبب شکل مشخصات هندسی معرفی شده در آن موجب ایجاد حرکت گردابی در جریان شده که به همین سبب افت فشار زیادی را موجب می شود. فشارسنج های E و F نیز در ابتدا و انتهای روزنه نصب شده اند.

با توجه به معادله برنولی بین نقاط E و F خواهیم دید که مقدار ΔH بسیار زیاد است و می توان دید که اثر افت انرژی روزنه باعث ایجاد اختلاف در مانومتر خواهد بود که با اختلاف ارتفاع در حالت بدون روزنه فرق دارد.

$$V_F^2/2g - V_E^2/g = (P_E/\rho g - P_F/\rho g) - \Delta H_{EF}$$

$$V_c = \frac{A_1}{A_c} \times V_1 \Rightarrow \frac{A_c}{A_0} = C_c \Rightarrow C_c = 0.6$$

برای اندازه گیری شدت جریان توسط روزنه از فرمول زیر استفاده می شود.

$$Q = A_F V_F = K A_F [2g / (1 - (A_F/A_E)^2) \times (P_E/\rho g - P_F/\rho g)]^{1/2}$$

که در دستگاه فوق قطر E برابر با 51 میلی متر و قطر F برابر با 20 میلی متر است حال می توانیم تنها با اندازه گیری اختلاف ارتفاع مانومتر ها شدت جریان Q را اندازه گرفت یعنی :

$$V_1 = \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_2)}{\left(\frac{A_1}{C_c A_0}\right)^2 - 1}}$$

$$Q_a = C_d \times Q_T$$

روتامتر ارتفاع برخاست	روزنه h2	روزنه h1	ونتوری h2	ونتوری h1	دبی واقعی	حجم	زمان
179	0.14	0.345	185	365	0.00039	15	38.25
152	0.163	0.314	197	329	0.00034	15	43.93
108	0.215	0.294	233	303	0.00025	10	40.41
115	0.187	0.275	210	289	0.00025	10	39.73
92	0.2	0.26	215	270	0.00021	5	23.44
67	0.21	0.245	220	254	0.00017	5	29.97
16	0.28	0.288	285	292	8.5E-05	3	35.16
63	0.263	0.296	274	304	0.00015	5	33

$$\frac{\text{دبی واقعی}}{\text{دبی عملی}} = C_d$$

روزنه	V1	Qt1	Cd
51	0.185429	0.000378645	1.035684
20	0.159143	0.000324971	1.050717
A1(m2)	0.002042	0.000378645	1.035684
Ao	0.000314	0.000324971	1.050717
Ac	0.000188	0.000235055	1.05279
	0.12149	0.000248083	1.014575
	0.100317	0.000204848	1.041312
	0.076619	0.000156455	1.066334
	0.036631	7.47999E-05	1.1407
	0.074397	0.000151919	0.99734

ونتوری :

که از اتصال دو مخروط ناقص که توسط لوله های استوانه ای به سایر قسمتهای دستگاه متصل شده اند و قطر لوله ورودی و خروجی و ونتوری در این آزمایش 26 میلیمتر و قطر آن در گلوگاه 16 میلیمتر می باشد. و سه فشارسنج یکی در بخش ورودی، (A) یکی در محل خروجی (C) و دیگری در گلوگاه دستگاه (B) تعبیه شده اند.

با توجه به اینکه افت انرژی ΔH در دو انتهای ونتوری ناچیز است می توان از آن صرفنظر کرد. لذا کاربرد معادله برنولی بین انشعاب A و B بصورت زیر نتیجه می دهد:

$$P_1/(\rho g) + V_A^2/(2g) = P_2/(\rho g) + V_B^2/(2g)$$

A : سطح مقطع

V : سرعت متوسط.

و چون طبق رابطه پیوستگی داریم:

با حذف V_A در معادله برنولی خواهیم داشت:

$$V_B = [2g/[1 - (A_B/A_A)^2](P_A/\rho g - P_B/\rho g)]^{1/2}$$

لذا میزان تخلیه خواهد بود:

$$Q = A_B V_B = A_B [2g/[1 - (A_B/A_A)^2](P_A/\rho g - P_B/\rho g)]^{1/2}$$

که در آن $P_A/\rho g$ و $P_B/\rho g$ به ترتیب ارتفاع آب در لوله های فشار سنج دستگاه می باشد. حال در یک وضعیت اختیاری با قرائت مانومترهای A و B و به کمک رابطه قبل میزان شدت جریان آب را بدست می آوریم. و سپس آن را با میزان اندازه گیری شده توسط میز هیدرولیکی مقایسه می کنیم. چون رابطه قبل

یک رابطه نظری است و میزان واقعی شدت جریان از میزان تئوری کمتر است می توانیم با افزودن ضریب تخلیه آن را اصلاح کنیم.

اثبات رابطه و تئوری متر :

$$Q = \frac{A_1 \times A_2}{\sqrt{A_1^2 - A_2^2}} \times \sqrt{2gh}$$

	ونتوری		Qt2	cd
26	A1	530.66	0.000406	0.966243533
16	A2	200.96	0.000348	0.982440197
			0.000253	0.977744007
			0.000269	0.936118704
			0.000224	0.950810755
			0.000176	0.945816391
			8E-05	1.066071668
			0.000166	0.914446854

انبساط مخروطی :

این وسیله در امتداد ونتوری متر قرار داشته و بخش ابتدایی آن به صورت قطر خروجی ونتوری و بخش دوم آن که به روزنه متصل می باشد به قطر 51 میلیمتر می باشد. دو فشارسنج C و D به ترتیب به ابتدا و انتهای آن متصل می باشند.

زانویی قائم :

برای اتصال روزنه به آخرین قسمت اصلی آن یعنی رتامتر که به صورت قائم قرار دارد از زانویی 90 درجه استفاده می نماییم که قطر ورودی آن 51 میلیمتر و قطر خروجی آن 21 میلیمتر می باشد و فشارسنج های G و H نیز به ترتیب در ورودی و خروجی زانویی تعبیه شده اند.

روتامتر :

این بخش دستگاه از یک لوله شیشه ای استوانه ای عمودی با قطر متغیر تشکیل شده که درون آن وزنه ای فلزی به عنوان شاخص شناور می باشد. در روتامتر افت فشار تقریباً ثابت بوده و به شدت جریان وابسته نیست و می توان آن را به میزان ثابت و مشخصی در نظر گرفت. دو فشارسنج H و I نیز در دو سمت روتامتر قرار داده شده اند.

با فرض کردن یک حجم کنترل در روتامتر و نوشتن قانون برنولی برای آن و مساوی فرض کردن سطح مقطع اول و دوم در آن خواهیم داشت

$$(P_E/\rho g - P_F/\rho g) = H + h_H$$

حال اگر وزن مخروط شناور را W_F و وزن آب داخل حجم کنترل را W_W در نظر بگیریم و با نوشتن رابطه تعادل خواهیم داشت:

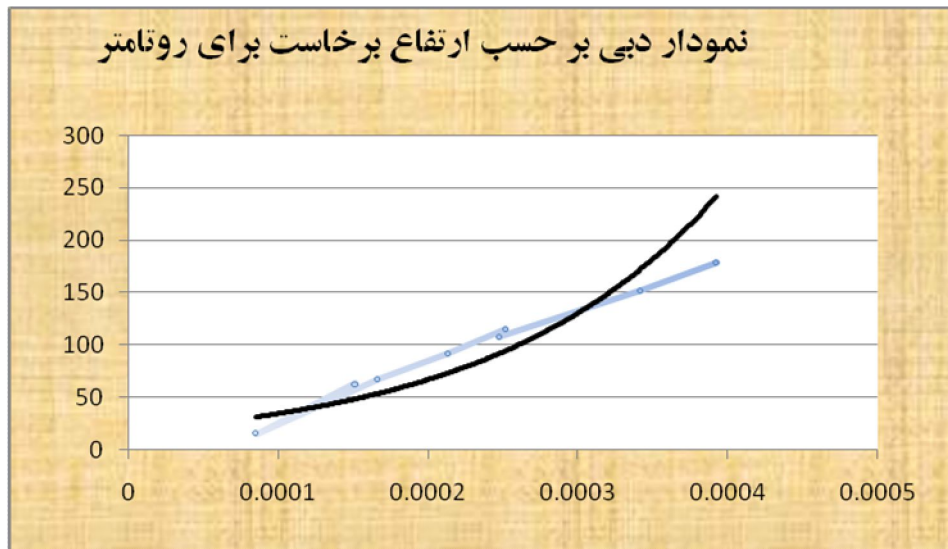
$$P_2 A_2 + W_F + W_W - P_1 A_2 = 0$$

$$h_H = \frac{W_F + W_W}{\rho g A_1} - H$$

که با حذف P_2 و P_1 بین معادلات خواهیم داشت:

چون تمام پارامترهای سمت راست ثابت هستند لذا افت انرژی هیچ ربطی به طول l ندارد. و چون افت انرژی به سرعت آب در اطراف شناور بستگی دارد و افت انرژی ثابت است پس شدت جریان در محیط قاعده مخروط شناور باید ثابت باشد.

پس شدت جریان در رتامتر نسبت مستقیم با ارتفاع مخروط شناور دارد. لذا برای هر رتامتری یک نمودار تقریباً خطی به عنوان مشخصه درجه بندی ترسیم می شود. که به کمک آن می توان شدت جریان را تعیین نمود.



شرح آزمایش :

پس از روشن نمودن پمپ دستگاه میز هیدرولیکی ابتدا شیر ورودی جریان آب و شیر کنترل روتامتر را کاملاً باز می کنیم تا یک دبی ثابتی به دستگاه وارد شود و مشاهده می شود که آب در روتامتر و بخش های مختلف دستگاه جریان یافته و در لوله های اندازه گیری فشار نیز سطح آب بالا آمده و نوسان می کند. این نوسان اولیه با گذشت مدت زمان کمی کاهش یافته و سطح آب در فشارسنج ها به صورت تقریباً ثابتی باقی می ماند که می توان در این وضعیت ادعا کرد که جریان یکنواختی در دستگاه برقرار شده است. حال میز هیدرولیکی را در حالتی قرار می دهیم که آب به صورت دائمی تخلیه گردد. با یکنواخت شدن جریان و در حالی که شاخص روتامتر روی اولین عدد قرار دارد ، مانومترهای موجود بر روی دستگاه را به ترتیب از A تا I قرائت می کنیم و سپس آب را کاملاً تخلیه کرده و دبی را اندازه گیری می نماییم .

البته برای آزمایش ما که فقط تعیین ضریب شدت جریان برای ونتوری متر و روزنه و تعیین ارتفاع برخاست برای روتامتر است بنابراین ما به اختلاف ارتفاع های ونتوری متر و روزنه و همچنین ارتفاع برخاست روتامتر بسنده می کنیم .