RADMAN SANA'T CO.
CONSULTING ENGINEERS

راهنمای راه‌اندازی و نگهداری

دستگاه نمایش دبی سنجی

این کتابچه اهدایی به **دانشگاه صنعتی قم** جهت استفاده کاربران و دانشجویان آن واحد آموزشی می‌باشد و توسط کارشناسان **شرکت رادمان صنعت نصر** تهیه و تنظیم شده است. مطالب و آزمایشات ارائه شده در این کتابچه صرفاً برای دستگاه **دستگاه نمایش دبی سنجی** به شماره سفارش **۷۷۱۵** تهیه شده است و لزوماً در دستگاه‌های مشابه ساخت این شرکت قابل استفاده نمی‌باشد. ضمناً استفاده از مطالب، نمودارها و تصاویر این کتابچه با ذکر منبع بلامانع می باشد.

شرکت رادمان صنعت نصر

۱۳۹۹

تلفن : ۰۷۱۳۶۳۵۹۳۰۴ info@radmansanatco.com
فاکس : ۰۷۱۳۶۲۴۳۴۲۴ www.radmansanatco.com

دبی سنجی

هدف

نمایش عملکرد وتوصیف سه نوع اساسی ازدبی سنجها

تئوری

در دستگاه ها و سیستم های مختلف اعم از باز و بسته که به نوعی با جریان سیال در ارتباط هستند، عموماً لازم است که میزان سیال عبوری از یک محل اندازه گیری شود. اندازه گیری میزان جریان آب، نفت و گاز در لوله ها یا کانال ها را می‌توان به عنوان نمونه های بارز برشمرد.

روش های متنوعی جهت اندازه گیری شدت جریان سیال یا دبی وجود دارد. شاید بتوان گفت که ساده‌ترین راه اندازه‌گیری دبی، سنجش حجم یا وزن سیال عبوری در مدت زمان مشخص است که روش اول را دبی سنجی حجمی و روش دوم را دبی سنجی وزنی می‌نامیم. در دبی سنج های حجمی و وزنی مدت زمان لازم برای پر شدن ظرفی با حجم یا وزن مشخص اندازه گیری می شود و با استفاده از روابط زیر میزان دبی محاسبه می‌شود:

$$Q = \frac{w/\rho g}{t} \quad or \quad Q = \frac{V}{t} \qquad (1)$$

در روابط فوق، t زمان پر شدن ظرف، V حجم سیال پرشده داخل ظرف، w وزن سیال پر شده داخل ظرف و ρوزن مخصوص سیال و Q دبی جریان می باشد.

در این آزمایش با سه وسیله مختلف اندازه گیری شدت جریان در لوله ها آشنا می شویم. این وسایل عبارتند از: ونتوری متر ، روزنه (Orifice) و روتامتر.

تلفن : ۰۷۱۳۶۳۵۹۳۰۴ info@radmansanatco.com
فاکس : ۰۷۱۳۶۲۴۳۴۲۴ www.radmansanatco.com

جهت محاسبه دبی از روش های مذکور در فوق از حل هم زمان معادلات انرژی و پیوستگی استفاده می کنیم. اگر رابطه برنولی را با فرض عدم تلفات انرژی بین دو مقطع متوالی ۱ و ۲ بنویسیم خواهیم داشت:

$$\frac{p_1}{\gamma}+\frac{V_1^2}{2g}+Z_1=\frac{p_2}{\gamma}+\frac{V_2^2}{2g}+Z_2 \qquad (۲)$$

رابطه پیوستگی بین دو مقطع 1 و 2 نیز به صورت زیر می باشد:

$$Q=A_1V_1=A_2V_2 \qquad (۳)$$

با ترکیب دو رابطه فوق خواهیم داشت:

$$Q=\left[\frac{2gA_2^2}{1-(A_2/A_1)^2}(Z_1+\frac{p_1}{\gamma}-Z_2-\frac{p_2}{\gamma})\right]^{\frac{1}{2}}=\left[\frac{2gA_2^2(h_1-h_2)}{1-(A_2/A_1)^2}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۴)$$

در رابطه فوق h مقدار ارتفاع نظیر فشار نسبت به سطح مبنا می‌باشد. ($h = Z - p / \gamma$) که مقدار نسبی آن از لوله پیزومتر قابل خواندن است.

برای ونتوریمتر و صفحه روزنه معادله اساسی برنولی به فرم زیر ساده سازی می گردد :

$$Q = C_d A_2 \sqrt{\frac{2g(h_2-h_1)}{1-\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2}} \qquad (۵)$$

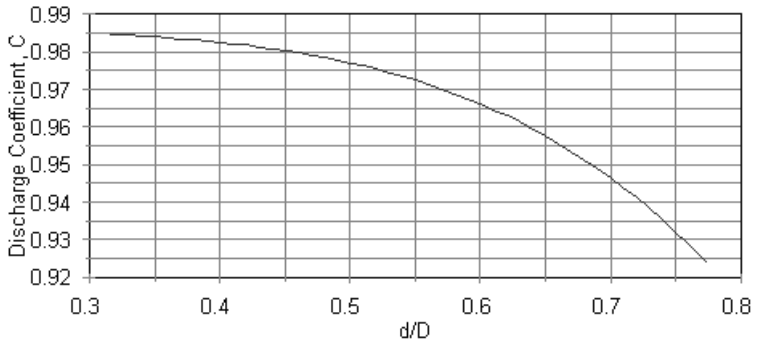
که در رابطه فوق h_1 و h_2 ارتفاع آب در مانومترها بر حسب **متر** هستند. C_d نیز ضریب تخلیه نام دارم که با توجه به قطر دهانه ورودی و خروجی تعیین می شود.

تلفن : ۰۷۱۳۶۳۵۹۳۰۴ info@radmansanatco.com
فاکس : ۰۷۱۳۶۲۴۳۴۲۴ www.radmansanatco.com

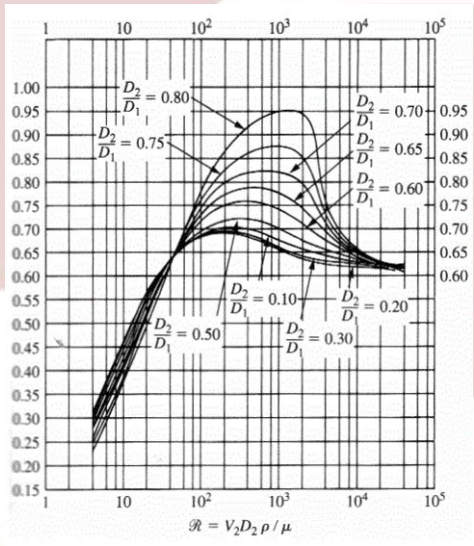
برای ونتوریمتر و روزنه در این دستگاه مطابق با نمودارهای ۱ و ۲ مقادیر زیر قابل کابرد می باشد :

برای ونتوریمتر $C_D=0.95$

برای صفحه روزنه $C_D=0.6$



شکل(۱)نمودار ضریب تخلیه ونتوری بر حسب نسبت قطر ورود و خروج



شکل(۲)نمودار ضریب تخلیه روزنه(اوریفیس) بر حسب عدد رینولدز در نسبت قطرهای متفاوت

روتامتر یک لوله قائم واگراست که در آن یک جسم شناور وجود دارد. وزن مخصوص شناور بیش تر از مایع است. سیال در لوله به طرف بالا جریان می یابد و شناور را به بالا می راند. هرچه دبی بیشتر باشد، شناور

تلفن : ۰۷۱۳۶۳۵۹۳۰۴ info@radmansanatco.com
فاکس : ۰۷۱۳۶۲۴۳۴۲۴ www.radmansanatco.com

بالاتر می رود. لوله شفاف بوده و محل شناور قابل رویت است. لوله را مدرج نموده، از روی آن مستقیماً دبی را قرائت می کنند. (توجه داشته باشید که جهت قرائت روتامتر بالا شناور را در نظر بگیرید.)

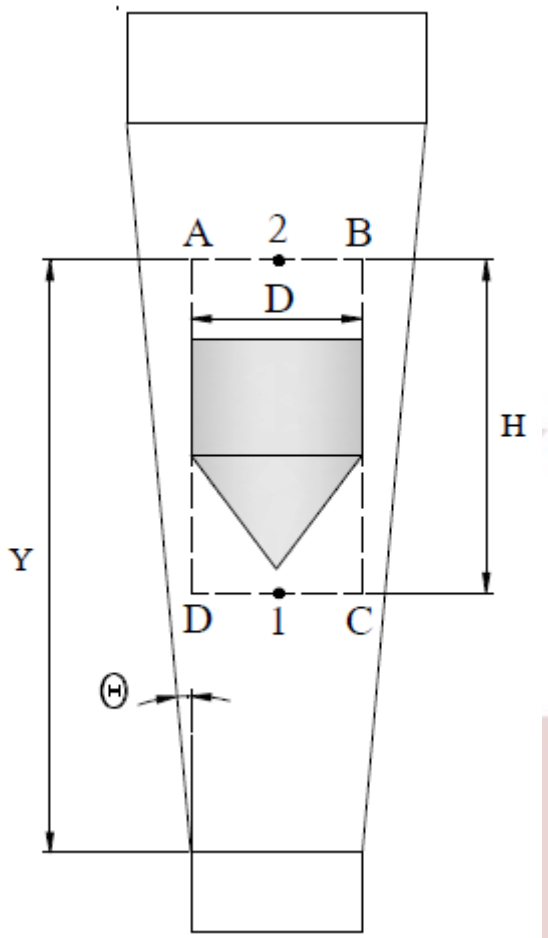
اختلاف فشار و افت انرژی بین سطوح AB و CD باعث می‌شود که مخروط به طور غوطه ور به حالت تعادل درارتفاع y قرار گیرد(شکل ۳). اگر افت انرژی بین (۱) و (۲) h_H باشد، به موجب قضیه برنولی:

$$\frac{P_1}{\gamma}+\frac{V_1^2}{2g}=\frac{P_2}{\gamma}+\frac{V_2^2}{2g}+h_H+H \qquad (۶)$$

اگر از تغییرات سطح مقطع بین (1) و (2) صرفنظر شود, $V_1 = V_2$ و معادله بالا را می توان به صورت زیر نوشت:

$$\frac{P_1-P_2}{\gamma}=H+h_H \qquad (۷)$$

تلفن : ۰۷۱۳۶۳۵۹۳۰۴ info@radmansanatco.com
فاکس : ۰۷۱۳۶۲۴۳۴۲۴ www.radmansanatco.com



شکل (۳)

بادر نظر گرفتن تعادل حجم کنترل « ABCD »

$$P_2 A_2 + W_f + W_w - P_1 A_1 = 0 \qquad (۸)$$

که در این معادله W_f وزن مخروط و W_w وزن آب داخل حجم کنترل می باشد .با صرفنظر کردن از تغییرات سطح مقطع $A_1 = A_2$ و در نتیجه :

$$(P_1 - P_2)A = W_f + W_w \qquad (۹)$$

تلفن : ۰۷۱۳۶۳۵۹۳۰۴ info@radmansanatco.com
فاکس : ۰۷۱۳۶۲۴۳۴۲۴ www.radmansanatco.com

پس از حذف $(P_1 - P_2)$ بین معادلات بالا $h_H = \frac{W_f + W_w}{\gamma A_1} - H$ کلیه مقادیر سمت راست معادله ثابت می باشند .درنتیجه h_H برای کلیه مقادیر y ثابت خواهد بود .نظر به اینکه این افت انرژی به سرعت جریان درپیرامون قاعده مخروط بستگی دارد، پس سرعت جریان در محیط قاعده مخروط نیز ثابت خواهد بود .اگر این سرعت با V نشان داده شده باشد ,آنگاه شدت جریان عبارت است از:

$$Q = (\pi D d) V \qquad (۱۰)$$

در شکل (۳) $d = y\theta$ در نتیجه :

$$Q = (\pi D \theta V) y \qquad (۱۱)$$

مقدار دبی در روتامتر، نسبت مستقیم دارد با ارتفاع مخروط غوطه ور(y)

شرح دستگاه

دستگاه متشکل از قسمتهای زیر است:

- ونتوری

صفحه روزنه

شیر کنترل جریان

لوله های پیزومتریک

پمپ باد دستی

تلفن : ۰۷۱۳۶۳۵۹۳۰۴ info@radmansanatco.com
فاکس : ۰۷۱۳۶۲۴۳۴۲۴ www.radmansanatco.com

راه اندازی دستگاه

پس از اطمینان از اتصال مناسب شیلنگ ورودی دستگاه به پمپ، جهت هواگیری هر قسمت، ابتدا شیر فلکه ی کنترل کننده ی جریان ورودی را باز می کنیم و سپس شیر شماره ی۱ ، ۳ یا ۵ را باز می کنیم تا جریان ممتد آب خارج شود، شیر را بسته و عملیات هواگیری به پایان می رسد.

در مرحله ی بعد به تنظیم فشار هوای روی سطح آب درون لوله های پیزومتری می پردازیم. برای این منظور ابتدا پمپ دستی را به شیر ۲ ، ۴ یا ۶ (بسته به اینکه هدف آزمایش کدام دستگاه باشد)، متصل می کنیم و شیر را باز کرده و بعد از باز کردن ضامن پشت پمپ دستی، **به آرامی** هوا را پمپ می کنیم تا هر دو سطح آب در لوله های پیزومتری قابل خواندن شوند. سپس شیر را بسته و پمپ را جدا می کنیم.

در مرحله ی بعد در حالی که هر دوشیر بالایی بسته هستند، دبی آب عبوری را به وسیله ی شیر فلکه ی ورودی کنترل کننده ی جریان تنظیم می کنیم تا روتامتر اعداد مورد نظر را نشان دهد که در جدول نیز به پیوست آورده شده است.

در مرحله ی آخر ارتفاع آب در لوله های پیزومتری را خوانده و با استفاده از اختلاف ارتفاع آب محاسبات را انجام می دهیم.

برای هر آزمایش در صورت نیاز با استفاده از پمپ باد و یا شیر تخلیه محفظه هوا، فشار هوای داخل آنرا تنظیم نمایید. پس از تنظیم دبی آب ، شیر هواگیری را بسته و شیر ورودی پمپ باد را باز کنید ، سپس با استفاده از پمپ باد، سطح آب در لوله های پیزومتری را تنظیم می کنیم.جهت دقیق تر بودن نتایج آزمایش، از نماندن قطرات آب بصورت ناپیوسته در لوله های پیزومتری اطمینان حاصل کنید.

تلفن : ۰۷۱۳۶۳۵۹۳۰۴ info@radmansanatco.com
فاکس : ۰۷۱۳۶۲۴۳۴۲۴ www.radmansanatco.com

محاسبات و جداول

ونتوری

Qخوانده شده از روتامتر(LPh)	C_d	A_1 (m^2)	A_2 (m^2)	H_1 ورودی ونتوری	H_2خروجی ونتوری	$H_1 - H_2$	محاسبه C_d از رابطه (۵)	Error %
200	0.95	4.52e-04	2.01e-04					
300	0.95	4.52e-04	2.01e-04					
400	0.95	4.52e-04	2.01e-04					

روتامتر

Qخوانده شده از روتامتر(LPh)	H_5	H_6	$H_5 - H_6$
100			
150			
200			

تلفن : ۰۷۱۳۶۳۵۹۳۰۴ info@radmansanatco.com
فاکس : ۰۷۱۳۶۲۴۳۴۲۴ www.radmansanatco.com

اوریفیس

Qخوانده شده از روتامتر (LPM)	C_d	A_1 (m^2)	A_2 (m^2)	H_3 ورودی ونتوری	H_4خروجی ونتوری	$H_3 - H_4$	محاسبه C_d از رابطه (۵)	Error %
200	0.6	4.52e-04	1.13e-04					
300	0.6	4.52e-04	1.13e-04					
400	0.6	4.52e-04	1.13e-04					

مانومترها به ترتیب از سمت چپ به راست دستگاه مربوط به روتامتر، اوریفیس و ونتوری هستند.

از قرائتهای حاصل در مورد ونتوریمتر و صفحه روزنه، ضریب تخلیه C_d را با استفاده از معادله ۵ در همین دستور کار محاسبه کنید.(در این معادله مقدار دبی Q با توجه به روتامتر و تبدیل آن به m^3/sec جاگذاری می شود.)

افت در هر وسیله اندازه گیری را در ارتباط با دبی عبوری مقایسه کنید.(دقت کنید که افت در ونتوریمتر و صفحه روزنه با ارتفاع نظیر سرعت میتواند مرتبط باشد.)

تلفن : ۰۷۱۳۶۳۵۹۳۰۴ info@radmansanatco.com
فاکس : ۰۷۱۳۶۲۴۳۴۲۴ www.radmansanatco.com

داده های فنی :

برای ونتوریمتر:

قطربالادست : ۲۴ میلی متر

قطرگلوگاه : ۱۶میلیمتر

زاویه بالادست : ۲۱درجه

زاویه پایین دست : ۷درجه

برای صفحه روزنه :

قطربالادست : ۲۴میلی متر

قطرروزنه : ۱۲میلی متر

تلفن : ۰۷۱۳۶۳۵۹۳۰۴ info@radmansanatco.com
فاکس : ۰۷۱۳۶۲۴۳۴۲۴ www.radmansanatco.com