

## عنوان آزمایش : افت اصطکاک در لوله ها



### هدف آزمایش :

هدف از این آزمایش بررسی قوانین موجود در مورد مقاومت اصطکاکی در مقابل حرکت سیال بر حسب نوع جریان می باشد . همچنین می توان توسط معادله پواسلی (Hagen-poiseuille) برای جریان آرام ( لایه ای ) ضریب ویسکوزیته و توسط رابطه دارسی ضریب

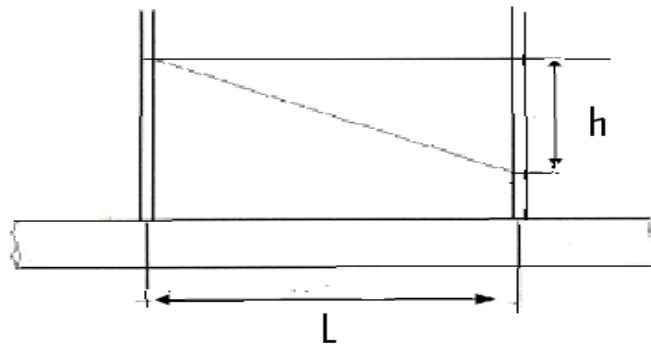
اصطکاک را تعیین نمود .

### تئوری آزمایش :

افت انرژی در اثر اصطکاک در داخل یک لوله مستقیم بصورت کاهش فشار ظاهر می شود. اگر جریان مایعی از لوله شکل (۱) عبور کند اختلاف ارتفاع سطوح مایعات ( h ) در پیژومتر های A و B معرف افت انرژی اصطکاکی یا افت فشار ( به ازاء واحد وزن سیال جاری ) می باشد .

نظر به اینکه بعد افت فشار به ازاء واحد وزن سیال دارای بعد طول است به آن افت هد یا افت ارتفاع هم می گویند.

$$h = h_1 - h_2$$



شکل (1) افت فشار در طول L

برای جریان آرام در لوله داریم:

$$h / L = 32 \mu u / \rho g D^2 \quad (1-2)$$

$\mu$  ویسکوزیته

$u$  سرعت متوسط سیال در داخل لوله

ADAK TAJHIZ IRANIAN.CO

$\rho$  دانسیته سیال

$D$  قطر لوله

$$Re = \rho u d / \mu \quad (2-2)$$

$$h / L = \left( \frac{64}{Re} \right) \times \left( \frac{u^2}{2 g D} \right) \quad (3-2)$$

برای جریان آشفته از رابطه دارسی استفاده می شود:

(۴-۲)

$$h / L = \left( \frac{f}{D} \right) \times \left( \frac{u^2}{2g} \right)$$

$f$  ضریب اصطکاک لوله

مقدار  $f$  برای جریان آرام تنها به  $Re$  بستگی دارد.

$$f = 64 / Re$$

(۵-۲)

$f$  در جریان آشفته تابعی است از زبری نسبی داخلی لوله و عدد رینولدز جریان

$$f = F(Re, \varepsilon / d)$$

(۶-۲)

Colbrook Equation:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 - 2 \text{Log} \left( \varepsilon / d + \frac{9.28}{Re \sqrt{f}} \right)$$

(۷-۲)

$Re < 2100$

laminar

$2100 < Re < 5000$

transition

$5000 < Re$

turbulent

برای لوله های صاف در صورتی که عدد رینولدز بین  $5 \times 10^4$  تا  $10^6$  باشد می توان از معادله تجربی زیر

برای محاسبه  $f$  استفاده نمود.

$$f = \frac{0.046}{Re^{0.2}}$$

(۸-۲)

در عمل رابطه  $h/L$  بر حسب سرعت را بصورت رابطه زیر نشان می دهند که  $k$  و  $n$  برای یک جریان و لوله معین ثابت می باشد .

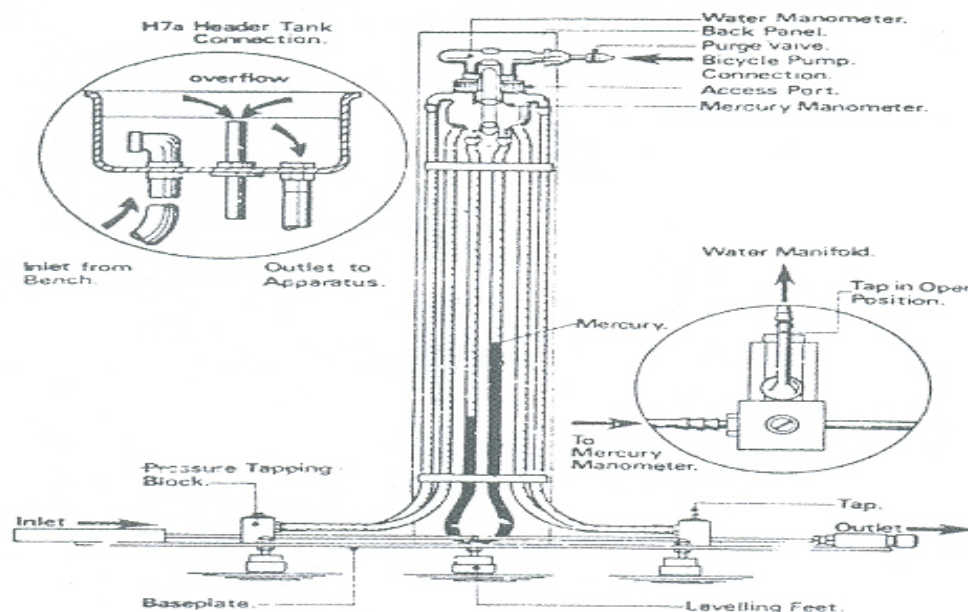
$$h / L = Ku^n \quad (۹-۲)$$

مقدار  $n$  در ناحیه جریان آشفته بین ۱.۷ تا ۲ می باشد .

### شرح دستگاه :

شکل (۲) شمای دستگاه مورد آزمایش را نشان می دهد. توسط مانومترهای تفاضلی جیوه ای و آبی روی دستگاه می توان افت فشار بین دونقطه از یک لوله مستقیم بطول ۵۰۰ میلیمتر ، قطر اسمی ۳ میلیمتر و سطح مقطع ۷.۰۶ میلیمتر مربع را اندازه گرفت .

واضح است که در افت فشار های کم ( معمولاً جریان آرام ) از مانومتر تفاضلی آبی و درافت فشارهای زیاد ( معمولاً جریان آشفته ) از مانومتر های تفاضلی جیوه ای استفاده می شود . برای اندازه گیری دبی آب در لوله از یک ظرف مدرج و کرونومتر استفاده می شود. تغییرات دبی توسط یک شیر سوزنی در قسمت خروجی لوله انجام می گیرد . برای برقراری جریان (معمولاً) آرام از تانک آب در ارتفاع ثابت استفاده می شود و برای برقراری جریان ( معمولاً ) آشفته خروجی پمپ را مستقیماً به لوله اصلی وصل می کنند .



شکل (۲)

شکل (۲) شمای دستگاه اصطکاک در لوله ها

## روش آزمایش:

قبل از شروع آزمایش ابتدا می بایست دستگاه را هوا گیری نمود این کار توسط تکنسین آزمایشگاه صورت خواهد گرفت. سپس آزمایش را در دو مرحله ( که در یکی معمولاً جریان آرام است و در دیگری معمولاً جریان آشفته ) انجام می دهیم .

برای انجام مرحله اول آزمایش خروجی پمپ میز آزمایشگاهی را به تانک آب در ارتفاع ثابت وصل می نماییم و سپس توسط لوله ای که در زیر این تانک قرار دارد آب را بداخل لوله مورد آزمایش هدایت می کنیم. توسط مانومتر تفاضلی آبی می توان افت فشار ( افت هد ) را قرائت نموده و نتیجه را یادداشت کرد . توسط بستن تدریجی شیرسوزنی در انتهای لوله این مرحله از آزمایش را برای چند دبی مختلف انجام دهید. اندازه گیری دبی در هر مرحله توسط ظرف مدرج و کرومومتر انجام می گیرد.

برای انجام مرحله دوم آزمایش خروجی پمپ را مستقیم به لوله اصلی وصل می کنیم. نظر به اینکه در چنین حالتی فشار خروجی پمپ در لوله مورد آزمایش اثر دارد لذا معمولاً جریان آشفته برقرار می شود. در این مرحله

چون افت فشار زیادتر است از مانومتر تفاضلی جیوه ای برای تعیین آن استفاده می شود. توسط بستن تدریجی شیر سوختی مستقر در انتهای لوله این مرحله از آزمایش را برای چند دبی مختلف انجام دهید مقدار دبی را می توان با استفاده از ظرف مدرج و کرونومتر تعیین نمود . لازم است که درطول آزمایش دمای متوسط آب را اندازه گیری شود .



شرکت آداک تجهیز ایرانیان