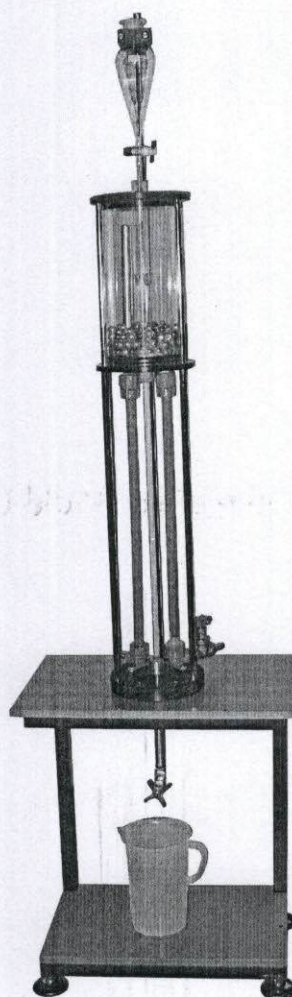


فهرست دستورالعمل دستگاه

1	هدف
1	مقدمه
2	شرح دستگاه

هدف :

مشاهده و بررسی رژیم‌های مختلف جریان در لوله‌ها و تعیین عدد رینولدز در سرعت بحرانی.



شکل 1: دستگاه عدد رینولدز

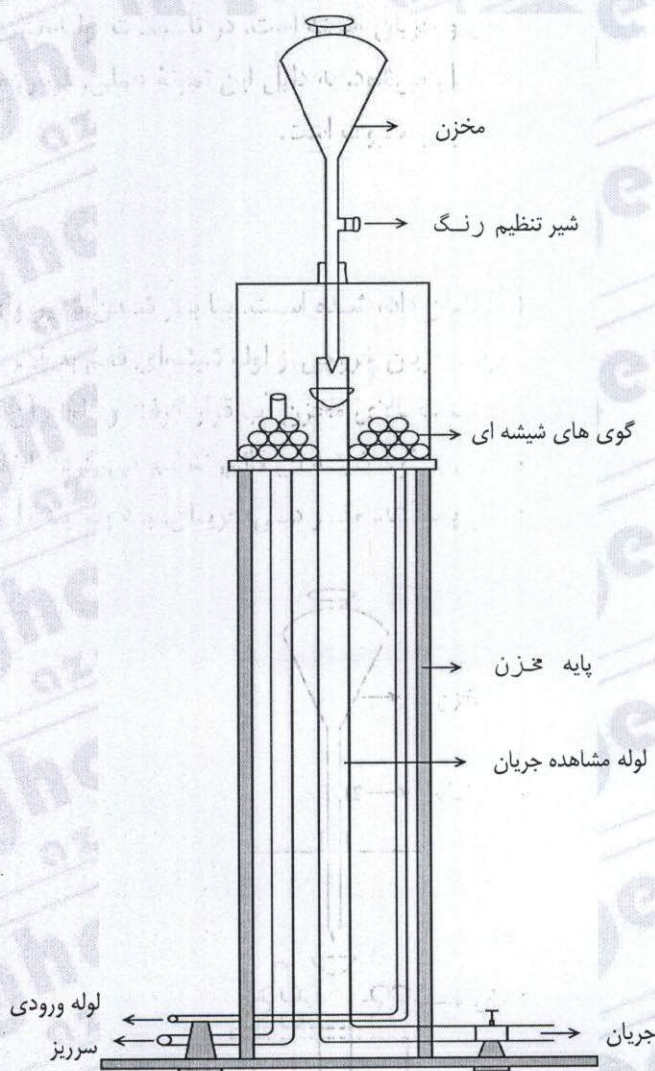
مقدمه :

طبیعت جریان (رژیم جریان) مورد مطالعه از یک سیال تراکم‌ناپذیر به وسیله عدد رینولدز آن ($Re = Du/v$) مشخص می‌شود. عدد رینولدز به صورت نسبت نیروهای اینرسی به نیروهای ناشی از لزجت در نظر گرفته می‌شود. عبارت صورت کسر مربوط به نیروهای برخاسته از شتاب‌گیری یا کند شدن حرکت سیال و عبارت مخرج به دلیل وجود نیروهای برشی ناشی از لزجت می‌باشد. بر اساس میزان غلبه نیروهای اینرسی به لزجت، رژیم جریان می‌تواند لایه‌ای (آرام)، انتقالی و آشسته باشد. جریان لایه‌ای (*Laminar*) به صورت جریانی تعریف می‌گردد که در آن هر لایه سیال به آرامی بر روی لایه مجاور خود می‌لرزد و بین لایه‌ها فقط تبادل منتوم مولکولی وجود دارد. در جریان آرام هرگونه تمایل به ناپایداری و آشفتگی جریان به وسیله نیروهای برشی ناشی از لزجت - که از حرکت نسبی لایه‌های مجاور جلوگیری می‌کنند - مستهلک می‌شود. در این حالت افت انرژی متناسب با سرعت می‌باشد. جریان آشسته

(Turbulent) دارای حرکات بسیار نامنظم ذرات است که با تبادل اندازه حرکت شدید در جهت عمود بر مسیر حرکت همراه است. در این جریان تلفات انرژی با توانی متغیر بین $1/7$ تا 2 از سرعت، متناسب است. جریان انتقالی (Transition) حالت حد وسط بین جریان لایه‌ای و جریان آشفته است. در تاسیسات لوله‌های معمولی، جریان در محدوده 2000 تا 4000 از لایه‌ای به آشفته تبدیل می‌شود. به دلیل این نمونه عملی، فرض می‌شود که تغییر در $R_e = 2000$ روی می‌دهد که به عدد رینولدز بحرانی معروف است.

شرح دستگاه :

نمای کلی دستگاه آزمایش رینولدز در شکل (2) نشان داده شده است. با باز شدن شیر ورودی، آب وارد مخزن می‌شود. ارتفاع آب به وسیله سرریز ثابت می‌گردد. جریان خروجی از لوله شیشه‌ای قائم به قطر داخلی 10 mm توسط یک شیر سوزنی کنترل می‌شود. مخزن رنگ در قسمت بالای مخزن آب قرار گرفته و داخل آن از جوهر رنگی پر شده است. به وسیله شیر تنظیم رنگ، مقدار رنگ ورودی به لوله شیشه‌ای قائم، تنظیم می‌گردد. ارتفاع رنگ در این لوله باید از ارتفاع آب مخزن بالاتر باشد تا رنگ جریان پیدا کند. مقدار دبی جریان، به وسیله ظرف مدرج و کرنومتر اندازه‌گیری می‌شود.



شکل 2: طرح شماتیک دستگاه عدد رینولدز

در دبی‌های کم، مسیر رنگ به صورت خط مستقیم در لوله حرکت می‌کند که نشان‌دهنده جریان لایه‌ای (آرام) است. با افزایش دبی جریان، وضعیتی مشاهده می‌شود که در آن حالت جریان رنگ موجی شکل می‌شود (جریان انتقالی) و سپس ناگهان فرو می‌شکند و در طول لوله با آب آمیخته می‌گردد. در این حالت جریان آشفته ایجاد می‌شود که کاملاً "حرکت منظم لایه‌های سیال را درهم می‌شکند.

نحوه راه اندازی دستگاه:

1. در ابتدا برای راه اندازی دستگاه با تنظیم پایه های دستگاه امکان لرزش و لقی دستگاه را در حین انجام آزمایش از بین ببرید.
2. ورودی آب دستگاه را به شیر آب شهر وصل کنید و با تنظیم شیر فلکه ای میزان دبی آب ورودی را تنظیم کنید. دبی آب ورودی باید به نحوی تنظیم شود که در حین انجام آزمایش مقدار کمی آب از مخزن سرریز شود تا ارتفاع آب در حین انجام آزمایش ثابت باقی بماند.
3. مخزن رنگ را با چکاندن چند قطره جوهر درون آن و پر کردن آن با آب آماده به کار کنید و در جای مربوطه خود قرار دهید.
4. با باز کردن شیر مخزن رنگی، آب رنگی را به درون قطعه استوانه ای هدایت کنید تا پر شود.
5. در این لحظه شیرسوزنی واقع در قسمت پایین دستگاه را کمی باز کنید تا جریان درون لوله آزمایش برقرار شود. با تغییر میزان آب خروجی از این شیر شما می توانید شرایط مختلف آزمایش را فراهم آورید.
6. پس از پایان آزمایش بهتر است آب رنگی شده درون مخزن رنگ کاملاً تخلیه شود تا این مخزن تمیز باقی بماند.

فهرست دستور آزمایش ها

1 هدف

1 تئوری

1 روش انجام آزمایش

2 خواسته ها

هدف :

مشاهده و بررسی رژیم‌های مختلف جریان در لوله‌ها و تعیین عدد رینولدز در سرعت بحرانی.

تئوری :

رینولدز دریافت که عوامل تغییر رژیم جریان آب عبارتند از : u سرعت آب در داخل لوله، D قطر لوله، ν لزجت سینماتیک سیال ($\nu = \mu / \rho$) که تاثیر پارامترهای فوق به صورت عدد بدون بعد رینولدز ($Re = Du / \nu$) معرفی شد. در لوله‌های شیشه‌ای اگر آزمایش را با جریان آشفته آغاز کنیم، همواره زمانی جریان لایه‌ای می‌گردد که سرعت آن قدر کاهش یافته باشد که عدد رینولدز به عددی کمتر از 2000 برسد. این عدد، حد پایین عدد رینولدز برای جریان در لوله‌ها بوده و دارای اهمیت عملی می‌باشد.

در تاسیسات لوله‌های معمولی، جریان در محدوده 2000 تا 4000 از لایه‌ای به آشفته تبدیل می‌شود. به دلیل این نمونه عملی، فرض می‌شود که تغییر در $Re = 2000$ روی می‌دهد که به عدد رینولدز بحرانی معروف است.

روش انجام آزمایش :

برای انجام آزمایش شیر آب سرد را به میزانی باز کنید تا مقدار کمی آب از مخزن آب، سرریز گردد. به وسیله دماسنج دمای آب را اندازه گیری نموده و یادداشت کنید. جریان خروجی از لوله شیشه‌ای قائم توسط یک شیر سوزنی کنترل می‌شود. این شیر را به قدری باز نمایید که مقدار کمی جریان خارج گردد. پیچ مخزن ماده رنگی را باز کنید. با مشاهده خط پر و یکنواخت ماده رنگی درون لوله شیشه‌ای، مقدار دبی جریان را توسط ظرف مدرج و کرنومتر اندازه‌گیری نمایید. با باز کردن بیشتر شیر خروجی تا مرحله جریان آشفته کامل، آزمایش را تکرار نموده و نتایج به دست آمده را به جدول (1) منتقل کنید. در این جدول با داشتن دبی جریان، سرعت از رابطه پیوستگی به دست می‌آید که برای آن قطر لوله (D) و سطح مقطع لوله (A) مورد نیاز است. لزجت سینماتیکی (ν) نیز، با توجه به دمای آب، با استفاده از جدول "خواص فیزیکی آب" موجود در پیوست کتب مکانیک سیالات قابل محاسبه است.

جدول (1)

لزجت سینماتیک $\nu \times 10^6 (m^2/s)$	عدد رینولدز Re	سرعت $U (m/s)$	نوع جریان	دما $\theta ^\circ C$	زمان $t (sec)$	حجم $V (mL)$

خواسته ها :

1. تغییرات سرعت با عدد رینولدز را بر روی یک دیاگرام رسم کنید. چه نتیجه‌ای از این دیاگرام می‌گیرید؟ آیا نتایج به‌دست آمده برای انواع رژیم جریان در این آزمایش با موارد تئوری مطابقت دارد؟
2. در صورتی که در این آزمایش به جای آب سرد از آب گرم استفاده می‌شد، کدامیک زودتر به نقطه بحرانی (تبدیل جریان لایه‌ای به آشفته) می‌رسیدند؟ چرا؟
3. ضریب اصطکاک (f) را برای لوله شیشه‌ای در جریان لایه‌ای و آشفته به‌دست آورید. علت تفاوت این ضریب در انواع جریان چیست؟
4. عدد رینولدز بحرانی را در این آزمایش به‌دست آورید. $(Re)_{cr} = \frac{u_{cr} \cdot d}{\nu}$ و $u_{cr} = \frac{Q_{cr}}{A}$.
5. اگر دو لوله با قطرهای D و d داشته باشیم به‌طوری‌که $D > d$ باشد و سیالی با سرعت یکسان از آن‌ها بگذرد، جریان در کدامیک زودتر مغشوش می‌شود؟