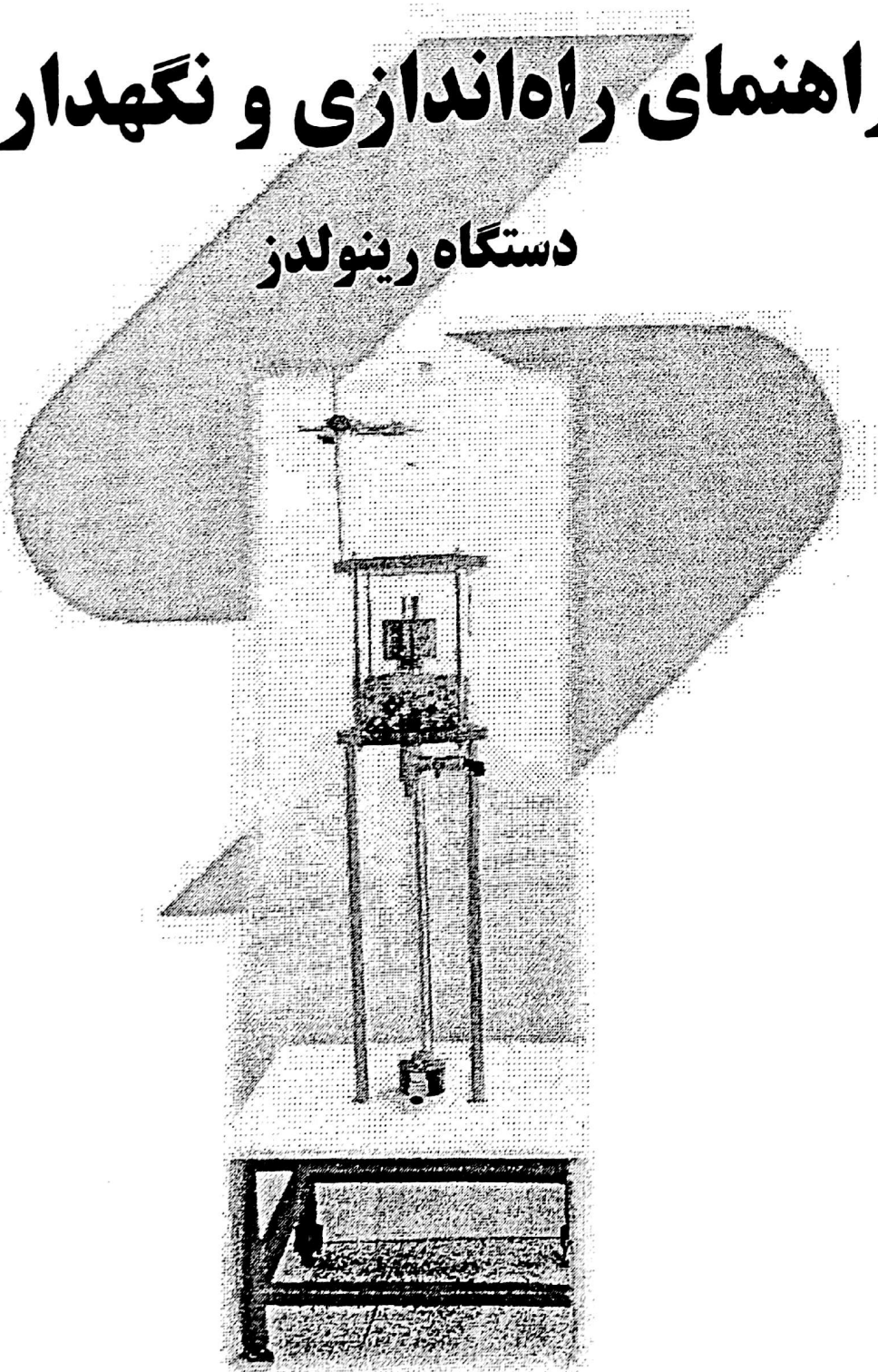




RADMAN SANA'T CO.
CONSULTING ENGINEERS

راهنمای راه اندازی و نگهداری

دستگاه رینولدز





رينولدز

هدف

بررسی نوع حرکت سیال و تعیین نواحی آرام، گذرا و آشفته برای جریان داخل لوله.

تئوری

یکی از انواع تقسیم‌بندی جریان، بر مبنای حرکت لایه‌های سیال می‌باشد که بر این اساس سه نوع رژیم جریان، قابل تفکیک است:

- جریان آرام
- جریان گذرا
- جریان آشفته

در جریان آرام حرکت سیال در حرکت لایه‌ها خلاصه می‌شود. در این جریان هر لایه به نرمی روی لایه مجاور خود می‌لغزد و مبادله مومنوم در سطوح لایه‌های مختلف توسط ملکول‌ها صورت می‌گیرد. در جریان آشفته حرکات بسیار نامنظم ذرات با تبادل شدید مومنوم در جهت عمود بر حرکت مشاهده می‌شود. در این جریان کار انتقال مومنوم از لایه‌ای به لایه دیگر توسط توده ذرات صورت می‌گیرد. این توده ذرات را گردابه می‌نامند. در واقع در حالت آشفته حرکت ذرات به حرکت ملکول‌ها اضافه می‌شود. حالت گذرا مرز بین این دو حالت است. تشخیص ماهیت جریان اولین بار توسط ازبورن رینولدز انجام گرفت. او عددی به همین نام را برای تفکیک جریان‌ها از یکدیگر تعریف نمود. عدد رینولدز بنا به تعریف حاصل تقسیم دو نیرو است، نیروی اینرسی و نیروی لزجت.

$$Re = \frac{F_p}{F_\mu} = \frac{\rho V^2}{\frac{\mu}{L}} = \frac{\rho V L}{\mu} \quad (1)$$

در این معادله، ρ دانسته سیال، μ ویسکوزیته سیال، V سرعت متوسط سیال و L طول مشخصه می‌باشد. بنابراین باید انتظار داشته باشیم وقتی نیروی اینرسی بیشتر شود، تلاطم و بی‌نظمی نیز در جریان بیشتر شده و جریان به



سمت حالت آشفته پیش رود. عدد رینولدز در لوله‌ای با قطر D که سیالی با سرعت متوسط V ، ویسکوزیته دینامیکی μ و دانسیته ρ در آن جریان دارد، عبارتست از:

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad (2)$$

تعیین رژیم جریان در یک مقطع ثابت و مشخص و در دمایی معین با توجه به محدوده‌ای که عدد رینولدز در آن قرار گرفته، صورت می‌پذیرد. محدوده‌های رژیم جریان برای لوله به شرح زیر است:

جریان آرام $2300 Re \leq$

جریان گذرا $2300 \leq Re \leq 4500$

جریان آشفته $4500 \leq Re$



شرح دستگاه

دستگاه از بخش‌های زیر تشکیل شده است:

1. مخزن اصلی دستگاه
2. لوله پلکسی گلاس شفاف
3. دکانتور
4. لوله موین انتقال ماده رنگی
5. شیر کنترل کننده دبی جریان که در انتهای لوله شفاف قرار دارد.
6. لوله سرریز جهت انتقال سیال از مخزن اصلی
7. قیف درون محفظه ی پلکسی جهت ایجاد جریان یکنواخت در لوله شیشه ای
8. ساچمه های شیشه ای جهت دمپ کردن تلاطم آب ورودی به محفظه



در دستگاه رینولدز آب از طریق شیلنگ متصل به آب شهری وارد مخزن اصلی می شود. لوله سرریز، مایع را (جهت ثابت ماندن سطح آن در مخزن اصلی) به فاضلاب هدایت می کند. در زیر مخزن اصلی لوله ای شفاف تعبیه شده و ماده رنگی از دکاناتور به واسطه لوله موئین به آن تزریق می شود. با تنظیم شیر کنترل جریان می توان آزمایش را در دبی های مختلف تکرار کرد.

به طور کلی اساس کار این دستگاه بدین صورت است که با تنظیم دبی های مختلف که سرعت های مختلف را نتیجه می دهد می توان آرام یا مغشوش بودن جریان را که وابسته به عدد رینولدز است مشاهده کرد. در واقع در دبی های پایین (سرعت های پایین = رینولدز های پایین) خطوط جریان که با تزریق ماده رنگی قابل مشاهده اند به صورت خطوطی موازی اند و هر چه دبی را افزایش دهیم این خطوط نامنظم تر و در نهایت کاملاً مغشوش می شوند.



شکل (1) نمایی از دستگاه



راه اندازی دستگاه

1. از وجود رنگدانه (جوهر) در دکانطور مطمئن شوید و شیر انتهای دکانطور را کاملاً ببندید.
2. شیر کنترل کننده دبی جریان را که در انتهای لوله ی شفاف قرار دارد کاملاً ببندید.
3. شیلنگ مربوط به ورودی آب دستگاه را به آب شهری وصل کرده و شیر مربوطه را باز کنید. صبر کنید تا برگشت از سرریز آغاز گردد. از ثابت ماندن سطح سیال مطمئن شوید.
4. شیر کنترل کننده دبی جریان را که در انتهای لوله شفاف قرار دارد به میزان کمی باز کنید.
5. شیر مربوط به دکانطور را به میزان مناسبی باز کنید.
6. با استفاده از شیر کنترل کننده دبی جریان، جوهر را به صورت متمایز از آب در آورید. (به صورت ریسمانی در آب)
7. توسط بشر و کرنومتر دبی آب را اندازه گیری کنید.
8. با اندازه گیری دبی، سرعت و عدد رینولدز را به دست آورید.
9. آزمایش را برای حداقل دو دبی دیگر تکرار کنید.
10. صحت روابط زیر را بررسی کنید؛

$$\text{جریان آرام } 2300Re \leq$$

$$\text{جریان گذرا } 2300 \leq Re \leq 4500$$

$$\text{جریان آشفته } 4500 \leq Re$$

توجه: چند قطره از رنگدانه (جوهر) را در نیم لیتر آب ریخته تا محلول رنگی رقیقی بدست آید و آن را در دکانطور بریزید.



محاسبات

با استفاده از دبی اندازه گیری شده در آزمایش و با توجه به معادله زیر می توان سرعت آب، V ، را بر حسب $\frac{m}{s}$ محاسبه نمود.

$$Q = V.A \quad (3)$$

در این معادله :

Q : دبی حجمی سیال بر حسب $\frac{m^3}{s}$

V : سرعت سیال

A : سطح مقطع داخلی لوله شفاف

قطر داخلی لوله شفاف برابر 10.7 mm می باشد. با داشتن سرعت آب، قطر لوله و ویسکوزیته آب، محاسبه عدد رینولدز با استفاده از معادله (2) امکان پذیر می باشد.

