

اهداف آموزشی:

1. تطبیقات قانون برنولی
2. تیوپ وینتوری - اندازه گیری سرعت جریان
3. بالهای طیاره و قوه محرکه بلند کننده
4. لزوجیت
5. اندازه گیری ضریب لزوجیت
6. پدیده جریان توفانی
7. چگونگی وقوع يك جریان در سرعت های مختلف
8. پیدایش گرد آب

1. تطبیقات قانون برنولی

تطبیقات قانون برنولی

قانون برنولی یکی از قوانین مهم در حرکت سیالات (هوا و آب) است. این قانون می گوید: هرگاه سرعت جریان سیال بیشتر شود، فشار آن کمتر می شود؛ و برعکس. این اصل در زندگی روزمره و در بسیاری از وسایل تکنیکی استفاده می شود.

۱. بال های طیاره (ایجاد نیروی برآ)

بال طیاره طوری ساخته شده که:

- هوا در قسمت بالایی بال با سرعت زیاد حرکت می کند → فشار کم
 - هوا در قسمت پایینی بال با سرعت کم حرکت می کند → فشار زیاد
- اختلاف فشار باعث می شود طیاره به طرف بالا بلند شود.

۲. دودکش خانه ها

وقتی باد با سرعت از بالای دودکش عبور می کند:

- سرعت باد ↑ → فشار کمتر
 - فشار داخل دودکش بیشتر
- در نتیجه دود و گازهای گرم به بیرون کشیده می شود.

۳. اسپری ها و عطریات

در اسپری ها:

- با فشار دادن پمپ، هوای اطراف نل با سرعت خارج می شود
- سرعت زیاد هوا → فشار کم
- مایع داخل بوتل به طرف نل کشیده می شود و به شکل ذرات ریز پاشیده می گردد

۴. جریان آب در نل های باریک

در قسمت های باریک نل:

- سرعت آب زیاد می شود

- فشار کم می شود
- به همین دلیل در نل های باریک، فشار افت پیدا می کند.

۵. پرواز توپ فوتبال (اثر برنولی)

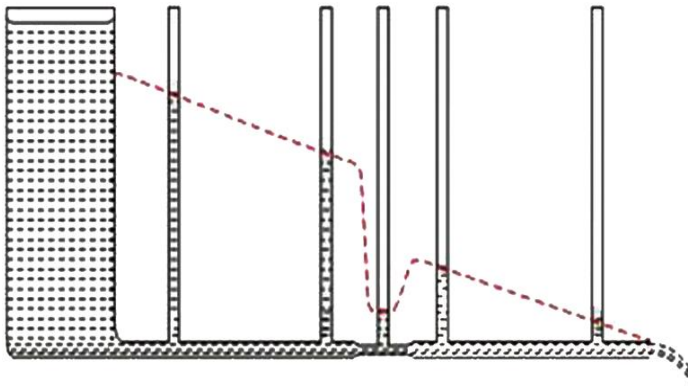
وقتی یک بازیکن توپ را با چرخش می زند:

- در یک طرف توپ سرعت هوا زیاد می شود → فشار کم
 - در طرف دیگر سرعت کم → فشار زیاد
- این اختلاف فشار باعث می شود توپ منحرف یا خم شود.

۶. کاربرک (Carburetor) موتورها قدیمی

در کاربرک:

- هوا با سرعت از نل باریک عبور می کند
 - فشار کم می شود
 - بنزین از اطراف به داخل جریان هوا کشیده می شود
- و با هوا مخلوط شده و برای سوختن وارد انجن می شود



● 2. تیوپ وینتوری - اندازه گیری سرعت جریان

تیوپ وینتوری - اندازه گیری سرعت جریان

تیوپ وینتوری ابزاری است که برای اندازه گیری سرعت و دبی جریان مایعات و گازها استفاده می شود. این وسیله بر اساس قانون برنولی و قانون پیوستگی جریان کار می کند.

اجزای تیوپ وینتوری

1. بخش ورودی (قطر بزرگ)
2. گلوگاه یا تنگی (قطر کوچک) - در این قسمت سرعت جریان افزایش می یابد.
3. بخش خروجی (گسترش یافته)
4. دو لوله فشارسنج برای اندازه گیری فشار در قسمت پهن و قسمت تنگ.

اصل کار وینتوری

- وقتی مایع وارد قسمت تنگ می شود، سرعت آن زیاد می شود.
- با افزایش سرعت، فشار کاهش می یابد (طبق قانون برنولی)

- اختلاف فشار باعث حرکت مایع به بالا می‌شود.
- تبدیل مایع به ذرات ریز نیاز به انرژی جنبشی جریان هوا دارد



4: لزوجیت

لزوجیت (Viscosity)

لزوجیت خاصیتی از مایعات و گازها است که نشان می‌دهد جریان یافتن آن‌ها با چه اندازه مقاومت روبه‌رو می‌شود.

به عبارت ساده:

لزوجیت یعنی چسبناکی یک مایع.

تعریف ساده

لزوجیت مقدار مقاومتی است که یک مایع یا گاز در برابر جریان یافتن از خود نشان می‌دهد.

نمونه‌ها

- عسل لزوجیت زیاد دارد → سخت جریان می‌یابد.
- آب لزوجیت کم دارد → به آسانی جریان پیدا می‌کند.

علت لزوجیت

ذرات مایع هنگام حرکت روی هم اصطکاک داخلی ایجاد می‌کنند. این اصطکاک همان لزوجیت است.

قانون لزوجیت برای جریان لایه‌ای

اگر مایع بین دو صفحه حرکت کند، یکی ثابت و دیگری با سرعت v حرکت دهد، نیروی لازم برای حرکت:

$$R_i \sim \frac{AV}{d} \rightarrow \boxed{R_i = \eta \cdot A \cdot \frac{v}{d}}$$

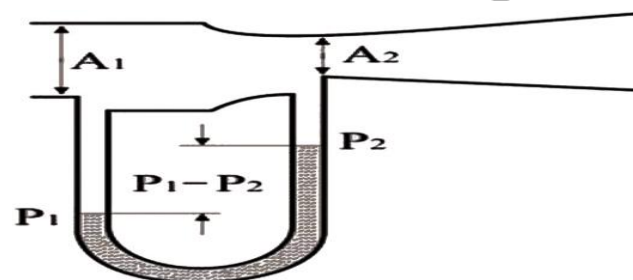
در رابطه ی فوق η ضریب لزوجیت ($\frac{kg}{m.s}$), A مساحت (m^2), V سرعت لایه های مایع یا سرعت حرکت جسم

(m/s) و d ارتفاع یا فاصله (m) می باشد.

- اختلاف فشار بین دو نقطه را اندازه می‌گیریم.
 - این اختلاف فشار به ما اجازه می‌دهد که سرعت جریان را محاسبه کنیم.
- فرمول‌ها

$$v_2 = v_1 \cdot A_1 / A_2$$

$$p_1 - p_2 = 1/2 \rho v_2^2 - 1/2 \rho v_1^2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$



3: اتومایزر

اتومایزر – (Atomizer) تشریح و کاربرد

اتومایزر دستگاهی است که مایع را به صورت قطرات بسیار ریز در می‌آورد و به شکل ذرات پاشیده یا بخار مانند خارج می‌کند. کار اتومایزر بر اساس اصل برنولی و کاهش فشار در ناحیه سرعت بالا انجام می‌شود.

اصل کار اتومایزر

وقتی هوا با سرعت زیاد از یک لوله باریک عبور می‌کند، فشار آن کاهش می‌یابد (طبق قانون برنولی).

کنار این لوله یک لوله عمودی حاوی مایع قرار دارد. کاهش فشار در جریان هوا باعث می‌شود فشار مایع در ظرف بیشتر شده و مایع به طرف بالا کشیده شود.

وقتی مایع به دهانه لوله می‌رسد، هوا آن را به قطرات ریز تبدیل می‌کند.

چرا مایع ذرات ریز می‌شود؟

چون برخورد هوای سریع با مایع باعث شکستن و پخش شدن آن به صورت ذرات کوچک می‌گردد.

کاربردهای اتومایزر

- اسپری‌های عطر و ادکلن
- اسپری رنگ
- دواپاش‌های زراعتی
- کاربراتور موترها
- دواپاش‌های طبی (نبولایزر)
- حشرات کش‌های اسپری

نکات فیزیکی مهم

- سرعت زیاد → فشار کم

جریان توفانی نوعی جریان سیال است که بی نظم و نامنظم حرکت می کند و در آن سرعت و جهت ذرات سیال به طور متغیر و تصادفی تغییر می کند.

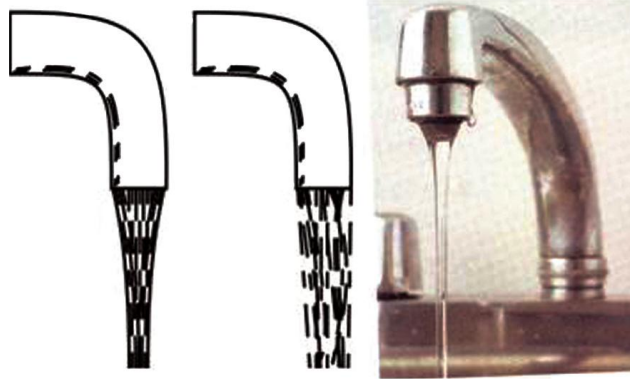
ویژگی های جریان توفانی

1. مسیر ذرات سیال پیچ در پیچ و نامنظم است.
 2. سرعت سیال در نقاط مختلف متفاوت است و به طور مداوم تغییر می کند.
 3. مخلوط شدن ذرات در سیال زیاد است و انرژی جنبشی بیشتر از جریان آرام است.
 4. ایجاد گردابه ها (Eddies) و نوسانات فشار از مشخصه های آن است.
- تفاوت با جریان آرام (Laminar Flow)

ویژگی	جریان آرام	جریان توفانی
مسیر ذرات	مستقیم و منظم	پیچ در پیچ و نامنظم
سرعت	ثابت در هر لایه	متغیر و نوسانی
مخلوط شدن	کم	زیاد
انرژی جنبشی اضافی	ندارد	دارد (تلاطم ایجاد می کند)

شرایط وقوع جریان توفانی

- سرعت سیال زیاد باشد.
- قطر لوله یا کانال بزرگ باشد.



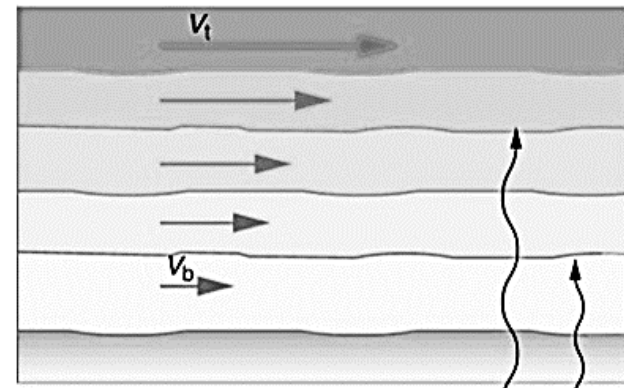
7: - چگونگی وقوع يك جریان در سرعت های مختلف

چگونگی وقوع جریان در سرعت های مختلف

حرکت سیال (مایع یا گاز) در لوله یا کانال می تواند به صورت جریان آرام (Laminar Flow) یا جریان توفانی (Turbulent Flow) باشد. نوع جریان بستگی به سرعت سیال، قطر لوله و لزوجیت سیال دارد.

1. جریان آرام (Laminar Flow)

- در سرعت های کم، جریان منظم و لایه ای است.
- هر لایه سیال روی لایه زیر خود بدون اختلاط حرکت می کند.
- جریان آرام انرژی کمی مصرف می کند و تلاطم ندارد.
- مثال: جریان آرام آب در لوله کوچک یا روغن در لوله باریک.



Friction between layers

5: - اندازه گیری ضریب لزوجیت

اندازه گیری ضریب لزوجیت (Viscosity Coefficient)

ضریب لزوجیت (η) مشخص می کند که مایع تا چه اندازه در برابر جریان مقاومت می کند. اندازه گیری آن در آزمایشگاه معمولاً با وسایل ساده یا روش سقوط گلوله انجام می شود.

روش های اندازه گیری ضریب لزوجیت

1. روش سقوط گلوله (Stokes method)

- یک گلوله فلزی یا شیشه ای در مایع رها می شود.
- گلوله پس از مدتی به سرعت ثابت می رسد (سرعت ترمینال)
- با استفاده از قانون استوکس می توان ضریب لزوجیت را محاسبه کرد

$$R_f = 6\pi r \eta v = 6\pi r \eta \frac{h}{t}$$

در رابطه فوق r شعاع کره، η ضریب لزوجیت و v سرعت جسم است.

مثال: یک جسم کروی با شعاع 10cm در مایعی با ضریب لزوجیت $20 \frac{\text{g}}{\text{cm}\cdot\text{sec}}$ رها می شود و فاصله 50cm را در 6sec می پیماید. قوه اصطکاک داخلی مایع را محاسبه کنید. ($\pi \approx 3$)

$$r = 10\text{cm}, \eta = 20 \frac{\text{g}}{\text{cm}\cdot\text{sec}}, h = 50\text{cm}, t = 6\text{sec}, R_f = ?$$

$$R_f = 6\pi r \eta \frac{h}{t} = (6)(3)(10\text{cm}) \left(20 \frac{\text{g}}{\text{cm}\cdot\text{sec}} \right) \left(\frac{50\text{cm}}{6\text{sec}} \right) = 30000 \text{ dyne} = 3 \times 10^4 \text{ dyne} = 0.3N$$

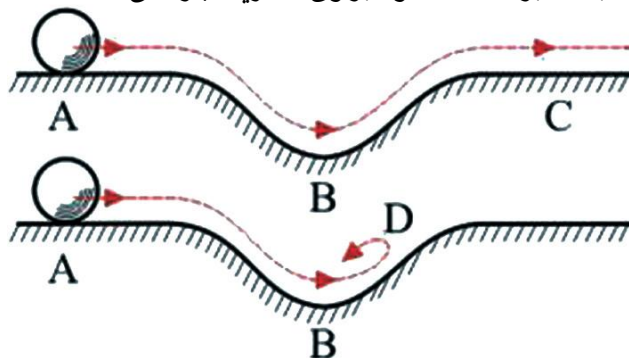
6: پدیده جریان توفانی (Turbulent Flow)

- سرعت بیشتر در مرکز و کمتر در لبه‌ها
 - فشار پایین‌تر در مرکز گرداب
 - ایجاد گرداب‌های کوچک و بزرگ بسته به سرعت و حجم آب
- عوامل مؤثر بر شکل گرداب**

- سرعت جریان آب
- قطر و شکل خروجی
- حجم و ارتفاع آب
- اصطکاک بین آب و دیواره‌ها

کاربردها و اهمیت

- در طراحی چاه‌ها، زهکشی‌ها و توربین‌های آبی
- مطالعه جریان‌های طبیعی در رودخانه‌ها و اقیانوس‌ها
- در آزمایشگاه برای درک قانون برنولی و جریان چرخشی



2. جریان انتقالی (Transitional Flow)

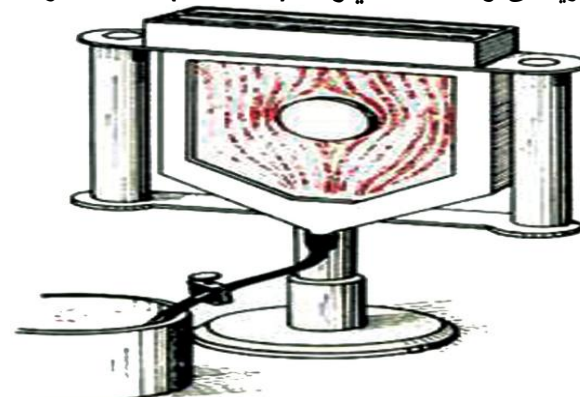
- وقتی سرعت سیال افزایش می‌یابد، جریان از آرام به نیمه ناپایدار تبدیل می‌شود.
- در این حالت برخی نواحی تلاطم دارند و برخی آرام هستند.
- این مرحله بین جریان آرام و توفانی قرار دارد.

3. جریان توفانی (Turbulent Flow)

- در سرعت‌های زیاد یا در لوله‌های بزرگ، جریان بی‌نظم و پیچیده می‌شود.
- ذرات سیال مسیره‌های نامنظم و گردابه‌ای ایجاد می‌کنند.
- مخلوط شدن ذرات زیاد است و انرژی جنبشی اضافی ایجاد می‌شود.
- مثال: رودخانه سریع یا جریان هوا در کانال بزرگ.

پیش‌بینی نوع جریان: عدد رینولدز

برای تعیین نوع جریان می‌توان از عدد رینولدز (Re) استفاده کرد:



8: - پیدایش گرد آب

پیدایش گرداب آب (Vortex Formation)

گرداب آب پدیده‌ای است که وقتی مایع با سرعت زیاد و به طور چرخشی حرکت می‌کند، یک حرکت مارپیچی و حفره مرکزی در آن ایجاد می‌شود.

چگونگی پیدایش گرداب

1. وقتی آب در یک ظرف یا کانال به سمت خروجی حرکت می‌کند، ذرات آب به علت اصطکاک و جریان چرخشی شروع به چرخش می‌کنند.
2. حرکت چرخشی باعث ایجاد فشار کمتر در مرکز گرداب می‌شود.
3. آب از لبه‌ها به سمت مرکز جریان پیدا می‌کند و یک حفره یا تونل خالی در مرکز تشکیل می‌شود.
4. در نهایت، یک گرداب مارپیچی با سرعت زیاد در مرکز و کندتر در لبه‌ها شکل می‌گیرد.

ویژگی‌های گرداب آب

- حرکت مارپیچی و چرخشی