

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ
درس مکانیک سیالات

افت فشار
بخش اول
(افت ناشی از اصطکاک)

دکتر احمد نیک پی
عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین
گروه بهداشت حرفه ای
تاریخ انتشار پاییز ۱۳۹۲
نگارش دوم
nikpey@gmail.com

اهداف آموزشی

- آشنایی با مفهوم افت فشار
- آشنایی با افت فشار ناشی از اصطکاک
- آشنایی با چارت مودی
- روش های محاسبه افت فشار

منبع

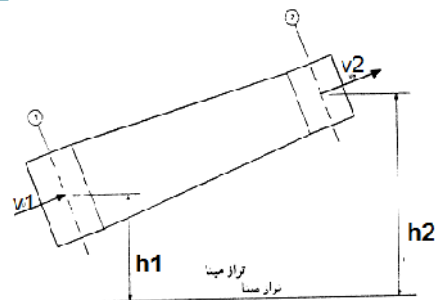
- کتاب تهویه صنعتی، تالیف احمد نیک پی، فصل چهارم
- مکانیک سیالات کاربردی: راجرز کنسکی، فصل پنجم
- مکانیک سیالات با کاربردهای مهندسی: ئی جان فینه مور، فصل هشتم

انرژی کل جریان

- در یک سیال تراکم ناپذیر که تغییرات وزن سیال به ازای حجم آن ثابت ($\gamma = cte$) است مجموع انرژی ها در نقاط ۱ و ۲ یکسان است.

$$PE_1 + KE_1 + h_1 = PE_2 + KE_2 + h_2$$

$$PE_1 + KE_1 + h_1 = PE_2 + KE_2 + h_2 + h_L$$



افت فشار

- تغییر انرژی فشاری (استاتیک) جریان به شکل غیر مفید آن یعنی انرژی گرمایی می باشد.
- افت فشار ناشی از مالیده شدن جریان هوا به دیواره کانال (اصطکاک) و یا ناشی از تغییر در مسیر جریان است که ریشه در ویسکوزیته و اینرسی سیال دارد.

$$h_L = h_f + \sum h_{el}$$

روش های بیان افت فشار

- طول معادل: تا نگارش هجدهم کتاب تهویه

- درصدی از انرژی کینتیک جریان

$$K \frac{V^2}{2g}$$

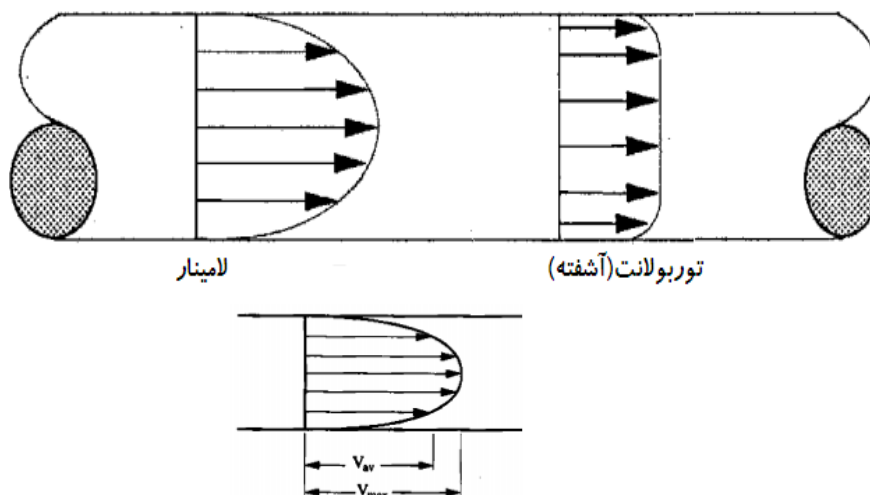
افت فشار ناشی از اصطکاک در کانال

$$h_L = f \frac{L}{D} V P_D$$

- سرعت جریان
- ویسکوزیته هوا
- قطر کانال
- جنس کانال یا همان زبری دیواره
- پارامترهای مرتبط با الگوی حرکت جریان نظیر سرعت، ویسکوزیته و دانسیته سیال، همراه با قطر کانال (عدد رینولدز)

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

وابستگی افت اصطکاک به الگوی حرکت جریان



زبری کانال

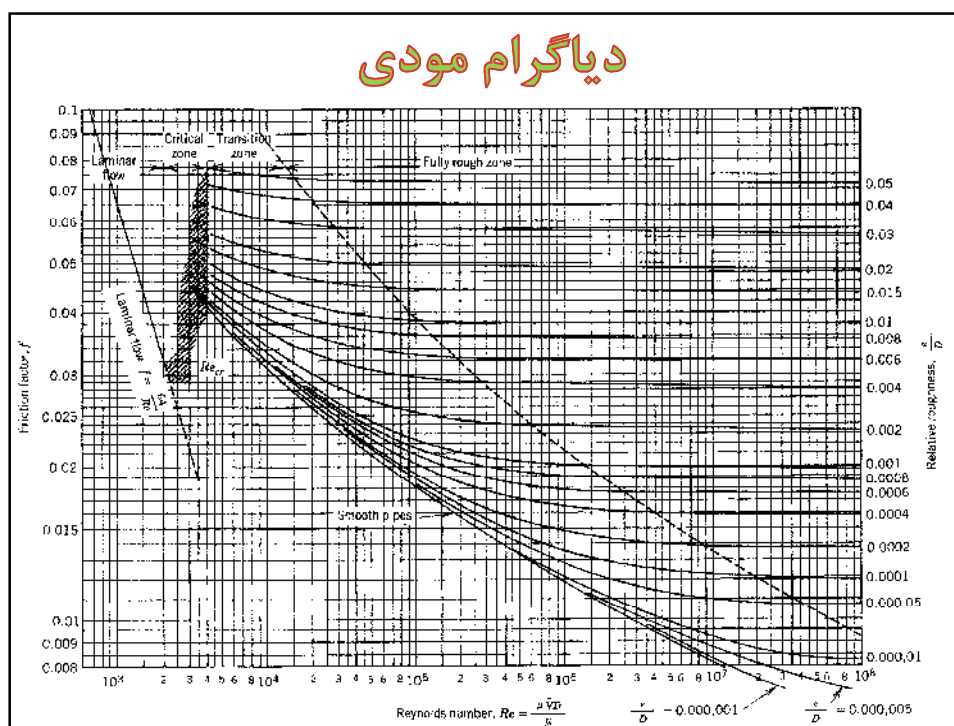
$$RR = \frac{\epsilon}{D}$$

- RR : زبری نسبی (بدون بعد)
- ϵ : زبری مطلق (فوت)
- D : قطر کانال (فوت)

زبری کانال

جدول ۴-۱ زبری مطلق سطح	
زبری سطح (فوت)	جنس کانال
۰/۰۰۰۵۵	ورق گالوانیزه
۰/۰۰۰۱۵	آهن سیاه
۰/۰۰۰۱۵	آلومینیوم
۰/۰۰۰۱۵	فولاد ضد زنگ
۰/۰۱۰۰۵	کانال قابل ارتجاع با سیم پوشیده
۰/۰۰۳۰۱	کانال قابل ارتجاع (با سیم آشکار)

دیاگرام مودی



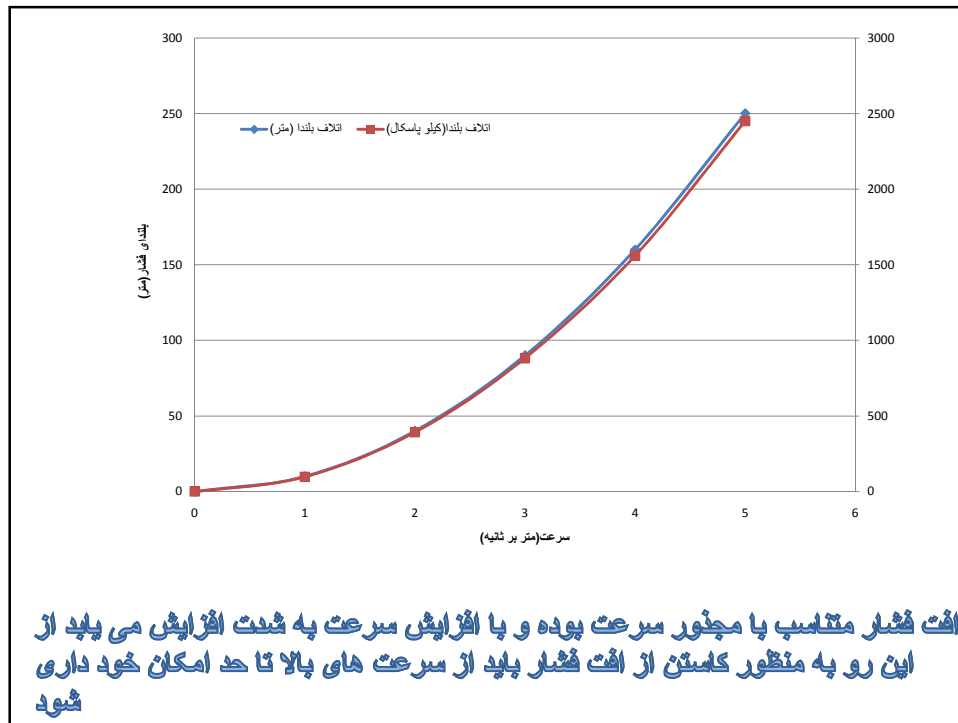
سیال آب با سرعت ۲۰ لیتر در ثانیه از لوله ای به قطر ۱۰۰ میلی متر و طول یک کیلومتر در جریان است. بلندا و افت فشار آن را در صورتی که ضریب افت اصطکاک ۰/۰۲ باشد تعیین کنید؟

حل مسئله

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{20 \times 10^{-3}}{\pi \times \frac{0.12^2}{4}} = 2.55 \text{ m/s}$$

$$h_L = f \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} = 0.02 \frac{1000}{0.1} \times \frac{2.52^2}{2 \times 9.81} = 66.1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H_L = H_P &= \frac{P}{\rho g} \rightarrow P = \rho g H_L \\ &= 10^3 \times 9.81 \times 66.1 (\text{pa}) = 648 \text{ kpa} \\ &= 6.48 \text{ bar} \end{aligned}$$



افت ناشی از اصطکاک در کانال آهنی به قطر ۱۸ اینچ و طول ۱۲۵ فوت که هوا با سرعت ۶۰۰۷ فوت بر دقیقه و ویسکوزیته ۰/۰۰۰۰۱۲ پوند بر فوت-ثانیه در حال عبور است، را محاسبه کنید؟

$$RR = \frac{\epsilon}{D} = \frac{0.00015}{1.5} = 0.0001$$

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{0.075 \times 1.5 \times 6007.5}{60 \times 1.22 \times 10^{-5}} = 9.21 \times 10^5 \cong 10^6$$

$$VP = \left(\frac{V}{4005} \right)^2 = \left(\frac{6007.5}{4005} \right)^2 = 2.25 \text{ in WG}$$

$$h_L = f \frac{L}{D} VP = 0.0135 \times \frac{125}{1.5} \times 2.25 = 2.53 \text{ in WG}$$

رابطه لوتفلر

$$h_L = \left(12 \frac{f}{D}\right) LVP = H_f LVP$$

$$H_f = 12 \frac{f}{D} = a \frac{V^b}{Q^c}$$

hL: افت ناشی از اصطکاک (اینچ آب)

Hf: ضریب افت فشار ناشی از اصطکاک (پدون بعد)

جدول ۴-۲ ضرایب ثابت در معادله لوتفلر

				جنس کانال
c	b	a	K(ft)	
0.602	0.465	0.0425	0.00015	آلومینیوم، آهن سیاه، استیل
0.612	0.533	0.0307	0.00051	سایر کانال های فلزی، گالوانیزه، پلاستیکی
0.639	0.604	0.0311	0.0035	کانال قابل انعطاف با سیم های پوشیده

افت فشار ناشی از اصطکاک در کانال گالوانیزه به طول ۱۵ فوت، با هواگذر ۳۰۰ فوت مکعب در دقیقه و سرعت ۴۴۹۰ فوت بر دقیقه را محاسبه کنید؟

$$H_f = a \frac{V^b}{Q^c} = 0.0307 \frac{4490^{0.533}}{300^{0.612}} = 0.0828$$

$$h_L = H_f LVP = 0.0828 \times 15 \times 1.26 = 1.56 \text{ inwg}$$

متشكرم