

۱-۷. برای رفته‌ای ماندن جریان باید عدد رینولدز باید کمتر از ... باشد

$$Re = \frac{f \cdot v \cdot D}{\mu}$$

$$\Rightarrow v = \frac{2000 \times 10^{-3}}{1000 \times 0.01} = 0.1 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow Q = A \cdot v = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \cdot v \Rightarrow Q = 0.00314 \times 0.1 = 3.14 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{\pi \cdot (0.01)^2}{4} = 7.85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow 0.00314 \text{ L/s}$$

۴-۷. در جریان آرام (لا مینار) داخل لوله افت فشار با سرعت سیال رابطه‌ی خطی ندارد! بلکه طبق قانون دایسی-ویسباخ:

$$\Delta P = \frac{32 \mu L v}{D^2}$$

$$v' = \frac{v}{2} \Rightarrow \Delta P' = \frac{P}{4}$$

حالا اگر سرعت نصف شود، افت فشار هم نصف می‌شود!

فرنیس ۲

۹-۷. تنش برشی در دیواره لوله:

$$\tau_w = \frac{R}{v} \cdot \frac{\Delta P}{L}$$

$$\Rightarrow \tau_w = \frac{0.01}{2} \cdot \frac{2000}{1000} = 0.01 \text{ Pa}$$

فرنیس ۱

$$Re = \frac{v D}{\nu} = v \cdot \frac{Re}{D} = \frac{2000 \times 10^{-3}}{0.01} = 2000$$

$$\Rightarrow v = 0.04 \text{ m/s}$$

۱۴-۷. چون عدد رینولدز کمتر از ... است، جریان آرام است

$$h_L = \frac{32 \mu L v}{\rho D^2} = \frac{32 \times 10^{-3} \times 1000 \times 0.04}{998 \times 0.01^2} \Rightarrow h_L = 0.128 \text{ m}$$

۱-۷. برای دانه‌ای مانند جریان باید عدد رینولدز باید کمتر از ۲۰۰۰ باشد

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

$$\Rightarrow v = \frac{2000 \cdot \mu}{\rho \cdot D} = 0.1 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow Q = A \cdot v = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \cdot v \Rightarrow Q = 0.314 \times 0.1 = 3.14 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{\pi \cdot (0.1)^2}{4} = 0.314 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow 0.314 \text{ L/s}$$

۴-۷. در جریان آرام (لامینار) داخل لوله، افت فشار با سرعت میال رابطه‌ی خطی ندارد! بلکه طبق قانون پواسویل:

$$\Delta P = \frac{32 \mu L v}{D^2}$$

$$v' = \frac{v}{2} \Rightarrow \Delta P' = \frac{P}{4}$$

حالا اگر سرعت نصف شود، افت فشار هم نصف می‌شود!

فرموده!

ب

۹-۷. تنش برشی در دیواره لوله:

$$\tau_w = \frac{R}{v} \cdot \frac{\Delta P}{L}$$

$$\Rightarrow \tau_w = \frac{0.1}{2} \cdot \frac{2000}{10} = 10 \cdot \frac{2000}{10} \Rightarrow 2000 \text{ Pa}$$

ب

فرموده!

$$Re = \frac{v D}{\nu} \Rightarrow v = \frac{v Re}{D} = \frac{2000 \times 10^{-6}}{0.001}$$

$$\Rightarrow v = 2 \text{ m/s}$$

۱۴-۷. چون عدد رینولدز کمتر از ۲۰۰۰ است، جریان آرام است

$$h_L = \frac{32 \mu L v}{\rho D^2} = \frac{32 \times 10^{-3} \times 10 \times 2}{1000 \times 0.001^2} \Rightarrow h_L = 64 \text{ m}$$

ب

۱۸-۷) طبق رابطه $h_L = \frac{V^2}{2gD^5}$ تلف مسطحه های h_L به لوله مربوط است که در هر دو یکسان است.
گ) h_L در هر دو لوله یکسان است.

$$V = \frac{V_c}{r} = \frac{1}{r} = 0.1 \text{ m/s} ; Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{(1490 \text{ kg/m}^3)(0.1 \text{ m/s})(0.178 \text{ m})}{(1.2 \text{ Pa.s})} \quad (23 - V)$$

$$; Re = 38 < 2100 \quad \text{جریان آرام}$$

$$\Delta p = \frac{32 \mu L V}{D^3} = \frac{32(1.2 \text{ Pa.s})(10 \text{ m})(0.1 \text{ m/s})}{(0.178 \text{ m})^3} = 4244 \text{ Pa} \quad (5)$$

$$h_L = \frac{\Delta p}{\rho g} = \frac{4244 \text{ Pa}}{(1490 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)} ; h_L = 1.48 \text{ m}$$

۷.۲۹) سطح جبهه دریاچه را با سطح پایین تر است و لذا $P_2 > P_1$ است. هم چنین $Z_2 > Z_1$.
 اگر جریان کاملاً توسعه داده شده باشد، مقدار کل انرژی در مقطع ۲ بین تراز مقدار انرژی در مقطع ۱ است در نتیجه جهت
 حرکت با این است.

$$P_2 + \gamma_{oil} (Z_2 + h) - \gamma_{hg} h - \gamma_{oil} Z_1 = P_1$$

$$\frac{P_1 - P_2}{\gamma_{oil}} = \Delta Z = \frac{\Delta P}{\gamma_{oil}} = \Delta Z = h_f = h \left(\frac{\gamma_{hg} - \gamma_{oil}}{\gamma_{oil}} \right)$$

$$h_f = h \left(\frac{SG_{hg} - SG_{oil}}{SG_{oil}} \right) = (1.1 \text{ m}) \left[\frac{13.6 - 0.18}{0.18} \right]; \quad h_f = 1.59 \text{ m}$$

$$h_f = f \frac{L V^2}{D \gamma} = 1.59 \rightarrow f = h_f \frac{D \gamma}{L V^2} = (1.59) \frac{(0.105 \text{ m})^2 (9111)}{(1.2 \text{ m})^2 1.0} =$$

۰/۱۱۰۸ ← رابطه بین سستل از رژیم جریان (آرام یا آشفتگی) است

$$f = \frac{64}{Re}; \quad Re = \frac{64}{f} = \frac{64}{0.1108} \rightarrow Re = 592 < 2100 \quad \text{جریان آرام}$$

$$h_f = \frac{32 \mu L V}{\gamma D^2} \Rightarrow \mu = \frac{\gamma D^2 h_f}{32 L V} = \frac{[0.18 \times 9111 \times 0.105^2 \times 1.59]}{32 \times 1.0 \times 1.2} \Rightarrow 0.0112 \text{ Pa.s}$$

۷-۳۲) تار مستطی ① - فاداستر
 در حد الزامات شرایط ۴۴ خلا زایر اتفاق افتد.
 تار مستطی ۲ کاهشی می یابد

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_L$$

$$h_L = \left(f \frac{L}{D} + \sum_{i=1}^n K_{mi} \right) \frac{V^2}{2g}$$

$$\frac{101320 \text{ Pa}}{0.194 \times 9810} + 0 + 0 = \frac{112 \times 10^4}{-0.194 \times 9810} + 0 + (0.112) + \left[f \frac{0.1}{0.00025} + 0.18 \right]$$

$$\left[\frac{V^2}{2(9.81)^2} \right] \quad \text{[Crossed out section]} \quad (f + 0.112) V^2 = 0.1459$$

جریان آرد - به علت قطر کم و دبی کم

$$f = \frac{64}{Re} = \frac{64 \mu}{\rho V D} = \frac{64 (9.12 \times 10^{-4})}{(0.194)(1000) V (0.00025)} ; f = \frac{0.1245}{V}$$

⑤

$$\left(\frac{0.1245}{V} + 0.10045 \right) V^2 = 0.1459 ; V^2 + 0.1245 V - 10^2 = 0 ; V = 1.11 \text{ m/s}$$

$$Q = V \cdot A = 1.11 \times \frac{\pi}{4} (0.00025 \text{ m})^2 ; Q = 1.119 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta p = \frac{4l}{D} \tau_0 \rightarrow \frac{\Delta p}{l} = \frac{4\tau_0}{D}$$

۷-۹۱: با توجه به برابر بودن تنش برشی در دیواره نسبت

آنها یکدیگر شود

ک

گزینا

$$V_r = \sqrt{rgh} = \sqrt{r g (z_r - z_1)} = 1,42$$

303-V

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_p = \frac{P_r}{\gamma} + \frac{V_r^2}{2g} + z_r + h_f \Rightarrow 0,4 + 0,12 = (0,12 + 0,01) h_L$$

$$\frac{E}{D} = 900V \Rightarrow Re = \frac{V D}{\nu} = 1,14 \times 10^6 \quad f = 0,011$$

$$0,011 \frac{0,12 + 0,01 + 0,12}{0,01} + (0,12 + 1(0,12) + K_m) \frac{1,42^2}{2 \times 9,81} = 0,92 \rightarrow K_m = 0,9$$

5

Arman

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v^r}{\rho g} + z_1 = \frac{P_r}{\rho} + \frac{v^r}{\rho g} + z_r + \cancel{\frac{L}{D} \frac{v^r}{\rho g}}$$

$$\cancel{\frac{P_1}{\rho} + \frac{v^r}{\rho g} + 0} = 0 + \cancel{\frac{v^r}{\rho g} + 0} + \cancel{\frac{L}{D} \frac{v^r}{\rho g}} \rightarrow \frac{P_1}{\rho} = \cancel{\frac{L}{D} \frac{v^r}{\rho g}} *$$

$$\frac{\Sigma}{D} = \frac{1 \times 10^{-3}}{r} = 0.001, Re = \frac{10 \times r}{1.8 \times 10^{-3}} = r / 10^{-3} \rightarrow \cancel{} = 0.001$$

$$\rightarrow P_1 = 0.001 \times \frac{100}{r} \times \frac{10^3 \times 0.001}{r} = 95 \text{ V/V Pa}$$

$$\cancel{\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^r}{\rho g} + z_1} = \frac{P_r}{\rho} + \frac{v_r^r}{\rho g} + \cancel{z_r} + h \rightarrow P_r = -0.001 \times \frac{100}{r} \times \frac{1.8 \times 10^3}{r} = -95.4 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 95 \text{ V/V} - (-95.4 \text{ Pa}) = 190.4 \text{ Pa} \quad W = FV = \Delta P A V = 190.4 \times \frac{\pi}{4} \times r^2 \times 10 = 2.4 \text{ kW}$$

$$\frac{P_A}{\gamma} + \alpha_A \frac{v_A^2}{2g} + z_A + h_p = \frac{P_B}{\gamma} + \alpha_B \frac{v_B^2}{2g} + z_B + h_f$$

$$\Rightarrow h_p = h_f - \frac{P_A}{\gamma} - f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = 0.02 \times \frac{2000}{0.4} \times \frac{1.59^2}{2 \times 10} - \frac{500000}{10^4} + 25 = 32.64$$

$$P = \gamma Q h_p = 10 \times 0.2 \times 32.64 = 65.28 \text{ kW}$$

(5)

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + h_T + h_f \quad \text{نصف ٤٩}$$

$$\Rightarrow h_T = \frac{\omega P}{\gamma Q} = \frac{\dot{\omega} P}{\gamma (VA)} = \frac{V \varepsilon_{\text{acc}}}{1000 \times 10^{-3} \times \frac{\pi}{4} (1/2)^2} = \frac{209 \text{ cm}}{2gV}$$

$$h_f = \frac{fL}{D} \frac{v^2}{2g}$$

$$\Rightarrow h_f = f \frac{Q_0}{1/2} \frac{v^2}{2g} = c_v f \frac{v^2}{2g} \Rightarrow \varepsilon_0 = \frac{v^2}{2g} + \frac{209 \text{ cm}}{2gV} + c_v f \frac{v^2}{2g}$$

$$\Rightarrow v^2 (1 + c_v f) = V \varepsilon_{\text{acc}} + 209 \text{ cm}$$

$$\omega_1 \omega v^2 - v \varepsilon_{\text{acc}} + 209 \text{ cm} = 0 \Rightarrow v = 1.49 \text{ m/s}$$

$$\int \frac{\varepsilon}{D} = \frac{1.1 \varepsilon_{\text{acc}}}{c_v} = 0.1 \dots 1.5 \rightarrow f = 0.1 \dots 1.5$$

$$Re = \frac{vD}{\nu} = \frac{1.49 \times 1/2}{1.15 \times 10^{-4}} = 4111.3$$

دقيق
في

$$Q = VA = 1.49 \left(\frac{\pi}{4} (1/2)^2 \right) = 0.14 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

7-64)

$$h_p = 10 \text{ m}$$

بازوبه خط انتقال محسوس

حال برای معادله بنویس راسین غرضی تعیین و خردی لایه کی نسیم :

$$P_1/\rho + V_1^2/2g + z_1 = P_2/\rho + V_2^2/2g + z_2 + h_L$$

$$V_1 = V_2 \Rightarrow P_1/\rho + z_1 = P_2/\rho + z_2 + h_L$$

$$\Rightarrow 5 = h_L$$

$$\Rightarrow 5 = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \Rightarrow 5 = 0.02 \frac{10}{0.2} \times \frac{V^2}{2 \times 10}$$

$$\Rightarrow V = 10 \text{ m/s} \Rightarrow Q = \pi/4 (0.2)^2 \times 10 = 0.314 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Rightarrow \dot{W} = \gamma h_p Q = 9810 \times 10 \times 0.314 = 31 \text{ kW}$$

$$D = 0.044 \text{ m}$$

$$L = 2.4 \text{ m}$$

$$h_{\text{بر}} = 1.0 \text{ m}$$

$$\varepsilon = 0.00015 \text{ متر (m)}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$K_m \text{ شگونی} = 2$$

$$v = 1.05 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$h = \frac{v^2}{g} + h_f + h_m \rightarrow K_m \left(\frac{v^2}{g} \right)$$

$$f \frac{L}{D} \frac{v^2}{g}$$

★ جواب سوال ۷۲

$$\rightarrow 1.0 = \frac{v^2}{g} \left(1 + f \frac{L}{D} + 2 \right) = \frac{9 v^2}{19.62} \rightarrow v = 2.172 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{vD}{\nu} \Rightarrow 1.48 \times 10^5$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon/D}{2.5} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

$$\begin{aligned} 0.02 &= f \times 5.18 \\ 0.00015 &= f \times 5.18 \end{aligned}$$

با استفاده از روش تکرار - تکرار ۱
تکرار ۲

$$f = 0.029$$

۷۲ سوال

$$1.2 = \frac{V^2}{19.42} (1 + 0.029 \times 100 + 2) = \frac{0.98^2}{19.42}$$

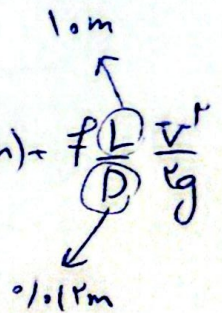
$$Q = A \cdot V = \frac{\pi \times (0.029)^2}{4} \times 2.77 \approx 3.07 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \approx 3.07 \text{ Lit/s}$$

ب

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_f$$

۷۲ سوال

$$\frac{(101.3 \text{ KPa})}{(9.81 \text{ N/m}^3)} + 0 + 3 \text{ (m)} = \frac{(1.2 \text{ KPa})}{(9.81 \text{ N/m}^3)} + \frac{V^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} + (3 \text{ m}) + f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$



$$V = \sqrt{\frac{112.44}{1 + 832.22 f}} \quad f_1 = 0.02 \quad \epsilon = 0 \rightarrow V = 2.54 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} = 2.54 \times 10^4$$

ب

$$f = \frac{0.0214}{(Re)^{1/4}} = 0.0245 \text{ m/s} \rightarrow V = \sqrt{\frac{112.44}{1 + 832.22 (0.0245)}} = 2.32 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{(2.32 \text{ m/s})(0.012 \text{ m})}{(1.12 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s})} = 2.49 \times 10^4 \rightarrow f = 0.0252$$

نک: بار دیگر از روی خطای نشان می دهد که این مقدار صحیح است.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \rightarrow h = 2.3 \text{ m}$$

$$\sum_{\text{os}} m \vec{v} = \sum_{\text{cu}} \vec{F} \Rightarrow a = P_1 A_1 + F - \omega \omega - \omega p \quad V = 1.12$$

$$P_1 \left(\frac{\pi}{\Sigma} (0.112)^2 \right) + 0 - \gamma \left(\frac{\pi}{\Sigma} (0.112)^2 \right) L - \Sigma L \rightarrow$$

$$P_1 = \gamma L + c \sigma c v L$$

$$\delta L + \gamma \sigma c v L = \gamma L + \frac{P L}{b} \frac{P v^2}{r}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{0.08889}{f}}$$

$$v = \sqrt{\frac{0.08889}{1.0 \times 11}} = 1.19 \frac{m}{s}$$

$$v = \sqrt{\frac{0.08889}{0.010}} = 1.19$$

$$\begin{aligned} \frac{\Sigma}{b} &= \frac{1.194 \text{ m}}{1.2 \text{ m}} = 1.002 \\ R_e &= \frac{1.04 \times 0.112}{1.12 \times 1.4} = 1.121 \end{aligned}$$

$$R_e = \frac{1.118 \times 0.112}{1.12 \times 1.4} = 1.10$$

$$\Rightarrow f = 1.08$$

$$\sqrt{1.18 \frac{m}{s}} = f \leftarrow$$

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_{p2} = \frac{p_r}{\gamma} + \frac{V_r^2}{2g} + z_r + \left(f \frac{L}{D} + \sum K_m \right) \frac{V_r^2}{2g} \quad (11V - 110)$$

$$0 + 0 + 0 + h_{p2} = 0 + 0 + h + \left[0.5 + \frac{V_r^2}{2g} + 1 \right] \frac{V_r^2}{2g} \quad (5)$$

$$\rightarrow h_{p2} = h + \frac{V_r^2}{g} = h + \frac{Q^2}{gA^2} = h + \frac{Q^2}{9.81 \left(\frac{\pi}{4} (0.9)^2 \right)} = h + \frac{Q^2}{6.36}$$

$$h + \frac{Q^2}{6.36} = 2.0 \left(1 - \frac{Q^2}{\epsilon} \right) \rightarrow \sqrt{2.0 - h} = \frac{Q}{\sqrt{6.36 \epsilon}}$$

$$Q = A \frac{dh}{dt} = 100 \frac{dh}{dt} \rightarrow \sqrt{2.0 - h} = \frac{100}{\sqrt{6.36 \epsilon}} \frac{dh}{dt} \rightarrow dt = \frac{100}{\sqrt{6.36 \epsilon}} \frac{dh}{\sqrt{2.0 - h}}$$

$$\rightarrow t = 20 = \frac{100}{\sqrt{6.36 \epsilon}} \sqrt{2.0 - h} + C \rightarrow C = \frac{100}{\sqrt{6.36 \epsilon}} \sqrt{2.0 - h} \rightarrow h = 2.0 \rightarrow t = 20 \text{ s}$$

$$h_{L_1} = h_{L_2} \Rightarrow f_1 \frac{L_1}{D_1^5} = f_2 \frac{L_2}{D_2^5} \Rightarrow (0.02) \frac{100}{(0.2)^5} = (0.04) \frac{L_2}{(0.4)^5}$$

$$\Rightarrow L_2 = 1600 \text{ m}$$

$$h_L = \frac{8 f L Q^2}{g \pi^2 D^5}$$

(b)

$$Q = Q_1 \quad \text{سیربسات}$$

۹۵-۷

۲ سید

$$h_{L_1} = h_{L_2} \rightarrow \frac{K_{f_1} L_1 Q_1^2}{g R^3 D_1^5} = \frac{K_{f_2} L_2 Q_2^2}{g R^3 D_2^5} \xrightarrow[\rho_1 = \rho_2]{f_1 = f_2} K_{f_1} L_1 Q_1^2 = K_{f_2} L_2 Q_2^2$$

$$Q_2 = 2Q$$

$$Q' = Q + 2Q = 3Q \rightarrow \frac{Q'}{Q} = \frac{3Q}{Q} = 3$$

5

$$Q_{\text{واقعی}} = 0,71 \times \pi \times \frac{\omega^2}{4} \sqrt{\frac{2(V_{\text{عم}})}{\omega t, \gamma (1 - (\frac{\omega}{\gamma})^2)}} = 0,0109 \text{ m}^3/\text{s} = 10,9 \text{ L/s}$$

۱۰۲-۷

6

★ جواب سؤال (۳۷)

در جریان در هم، غریب اصطفاک به عدد رینولدز بستگی دارد (و همچنین نسبت زبری به قطر لوله)

با افزایش سرعت، شاهد افزایش Re هستیم و طبق معادله مودی، f کاهش پیدا می کند.

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \rightarrow h_f \propto v^2 \rightarrow \underline{h_f \uparrow} \rightarrow v \uparrow$$

کزنیه ۱