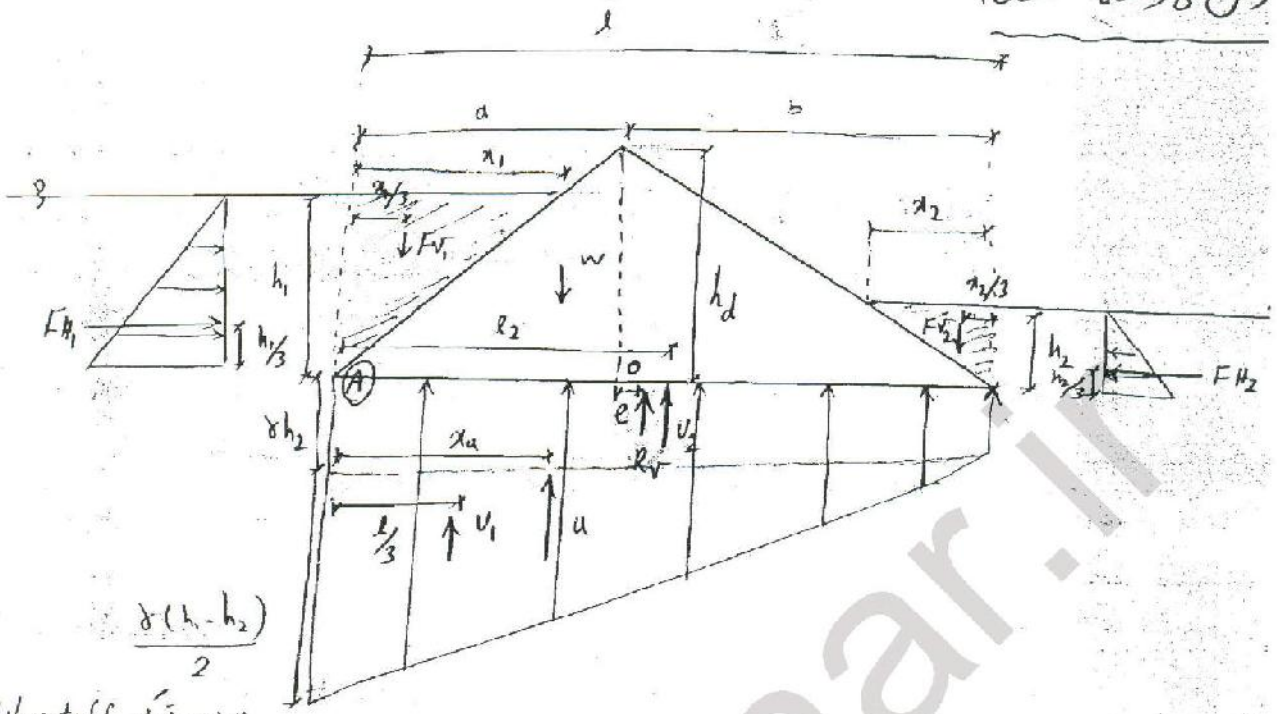
- میزان بازشدگی بین کفرها

$Q = CA\sqrt{2gh}$ $\quad h = 0.3\ m$ $\quad$ orifice لبه‌ی

$\Rightarrow A = 0.171\ m^2 \longrightarrow a = \frac{0.171}{0.92} = 0.186\ m$

www.ttnar.ir

روش کلی (حتماً استفاده)



* دو صورتی که cutoff دارد
فشار پریک δ در جداول موجود
است حذف می‌شود
(استاد گفتند حتماً گردد)

uplift

$$R_V = W + FV_1 + FV_2 - U$$

$$u = \gamma\left[h_2 + \frac{\delta(h_1-h_2)}{2}\right]\ell$$

$$x_u = \frac{U_1 x_{U_1} + U_2 x_{U_2}}{U} \quad \left(\frac{b(3h_2+\delta(h_1-h_2))}{3(2h_2+\delta(h_1-h_2))}\right)$$

$$FH_1 = \frac{\gamma_w h_1^2}{2} \qquad FH_2 = \frac{\gamma_w h_2^2}{2}$$

$$FV_1 = \frac{\gamma_w x_1 h_1}{2} \qquad FV_2 = \frac{\gamma_w x_2 h_2}{2} \qquad W = \frac{\gamma_c L h_d}{2}$$

$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow R_V\left(\frac{\ell}{2}+e\right) = FH_1 x_{H_1} + FV_1 x_{V_1} + W x_W - FH_2 x_{H_2} + FV_2 x_{V_2} - U x_u$$

$$\Rightarrow e = \checkmark$$

دو صورتی که فرضی (مثبت است) منفی شود یعنی عدد اشتباه گرفتیم و آن طرف (سمت چپ O) واقع است

www.tnar.ir

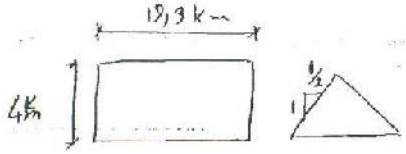
(2)

```
 #####    ####  ## #  #    ####   ## ##          ## ###
#     #  #    #  ## ## # #    #   ##  #           ##
 #####    #####  #  #  #  #####   #   #           #
      #  #    #  #  #  # #    #   #   #           #
#     #  #   ##  #  #  # #   ##   #   #           #
 #####    ### ##### ## # ### ## ### ###          #####
```

```
########
```

Job : 118
Date: 2/19/2008
Time: 9:43:58 AM

سوال نوع فصل اول



$F.B = ?$

$V = 80\ km/hr$

$D = 9m$

$F.B = R + S + C$

$\Rightarrow F.B = 3,38 + 0,21 + 0,15 = \boxed{4,1\ m}$

$$S = \frac{FV^2}{63000D} = \frac{19,8 \times 80^2}{63000 \times 9} = 0,21^m$$

$$h_w = 0,00513 \times V^{1,6} \times Fe^{0,47}$$

$Fe = K \times F$ $\quad \frac{\text{عرض گرن}}{\text{طول گرن}} = \frac{4}{19,3} = 0,21 \Rightarrow$ table 3 p.16 $\Rightarrow K = 0,408$

$\Rightarrow Fe = 19,3 \times 0,408 = 7,87\ km$

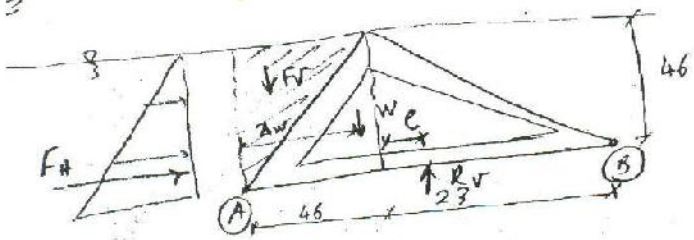
$\Rightarrow h_w = 0,00513 \times 80^{1,6} \times 7,87^{0,47} = 1,41^m \Rightarrow \frac{h_w}{l_e} = 0,5$

$l_e = 0,187\ V^{0,88} \times Fe^{0,156} = 28,15^m$

$\frac{1}{2} < \frac{h_w}{l_e} = 0,5$ Fig 16 $\longrightarrow \frac{R}{h_w} = 2,4 \Rightarrow R = 3,38^m$

www.tmar.ir

سوال سیم فصل اول



$$\text{طول واحد} \quad \gamma = \frac{1}{4}\gamma_c$$

$$F_H = F_V = \frac{\gamma_w \times 46 \times 46}{2} = 10379 \ \frac{kN}{m}$$

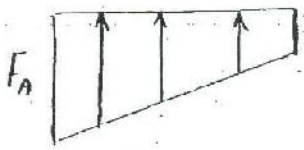
$$W = \frac{1}{4}\gamma_c (46+23)\frac{46}{2} = 9363{,}3 \ \frac{kN}{m}$$

$$R_V = W + F_V = 19742{,}2$$

$$\text{محل } x_w = \frac{46+46+23}{3} = 38{,}33 \ m$$

$$\circlearrowleft \sum M_A = 0 \Rightarrow W \times 38{,}33 + F_V \frac{46}{3} + F_H \frac{46}{3} = R_V\left(\frac{46+23}{2} + e\right)$$

$$\Rightarrow e = -0{,}12 \Rightarrow e \text{ سمت چپ است}$$



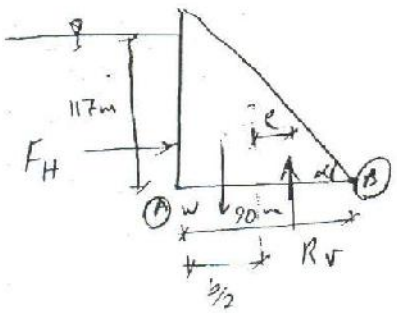
$$f = \frac{R_V}{b}\left(1 \pm \frac{6e}{b}\right) = \frac{19742{,}2}{69}\left(1 \pm \frac{6 \times 0{,}12}{69}\right) \begin{cases} \rightarrow F_A = 291 \ \frac{kN}{m^2} \ \frac{kN}{m} \\ \rightarrow F_B = 284{,}1 \ " \end{cases}$$

www.ttnar.ir

حل سوال اول

نیروی گرانشی نشود

۱- مقاومت برشی max را بدست آورید.



$W = 127440 \frac{kN}{m}$

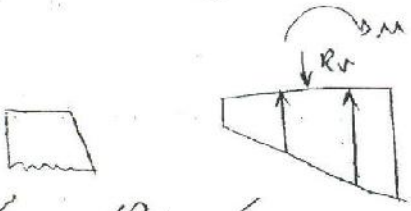
$F_H = 87144,5 \frac{kN}{m}$

$\left(\sum M_A = 0\right)$

$\Rightarrow R_V\left(\frac{b}{2}+e\right) = W\times\frac{b}{3} - F_W\times\frac{117}{3}$

$R_V = W$

$e = 5,54$



$f_{toe} = f_B = \frac{R_V}{b}\left(1+\frac{be}{b}\right) = 1938,9 \frac{kN}{m^2}$

$f_{max} = \frac{f_{toe}}{\cos^2\alpha}$ $\cos\alpha = 0,8$

$\Rightarrow f_{max} = 3031 \frac{kN}{m^2}$

ب) مقاومت نیروی برشی و ضریب اطمینان

نیروی برشی که سد در این حالت دارد $\leftarrow$ ضریب اطمینان

$R_H \leq \left(f R_V + c' A\right)/S_f$

زمین سازیم $S_f = 1$ $\Rightarrow R_H \leq f R_V$

زمین داریم $S_f = 4,05$ $R_H = F_H$ $\Rightarrow F \geq 0,527$

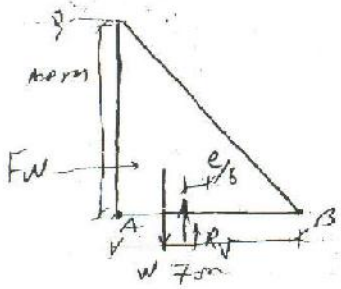
$R_V = W$

www.ttnar.ir

ne: 1:02:02 PM
:e: 2/18/2008
> : 9

###
##
# # # # # # # # # # # #
#####
####
# # # # # # #
##

سوال سوم فصل اول



a) $f_A, f_B = ?$

no uplift & No tailwater

$$F_W = \frac{9,81 \times 100^2}{2} = 49050 \quad \frac{kN}{m}$$

$$W = \frac{100 \times 70}{2} \gamma_C = 82600 \quad \frac{kN}{m}$$

$R_V = W$

$$\curvearrowright \sum M_A = W \times \frac{70}{3} + F_W \times \frac{100}{3} = R_V\left(\frac{b}{2} - e\right) \Rightarrow e = 3,16 \text{ m}$$

$$f_A, f_B = \frac{R_V}{b}\left(1 \pm \frac{6e}{b}\right) \longrightarrow f_B = 2001 \quad \frac{kN}{m^2}$$

$$f_A = 354 \quad \frac{kN}{m^2}$$

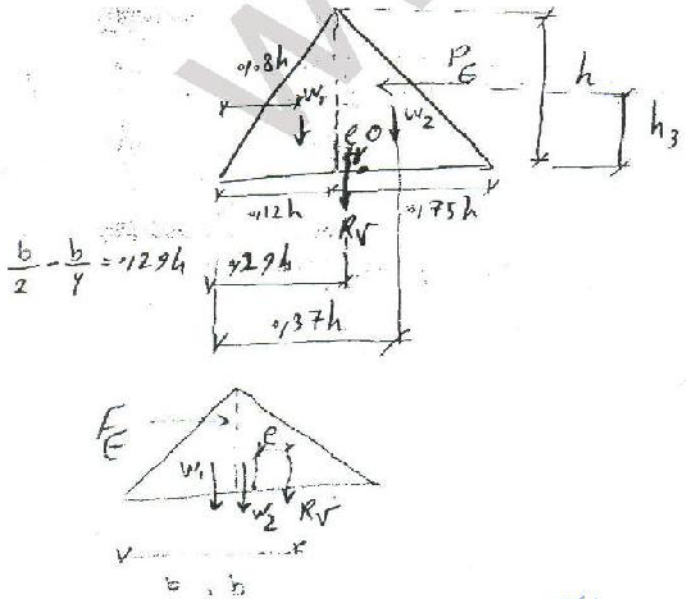
ب) در صورتی که uplift داشته باشیم: $f_A, f_B = ?$ $\delta = 0,6$ (ضریب کاهش uplift) و با فرض اینکه tailwater نیز وجود دارد.

$$U_A = \gamma_w h_2 + \delta \gamma_w (h_1 - h_2) = 0,6 \times 9,81 \times 100 = 588,6$$

$$U_B = \gamma_w h_2 = 0$$

$$f_B = 354 - 588,6 = -234,6 \quad \frac{kN}{m^2}$$

سوال دوم فصل اول



$$W_1 = \frac{0,12}{2} \gamma_C h^2 = 0,06 \gamma_C h^2$$

$$W_2 = 0,375 \gamma_C h^2$$

$$R_V = W_1 + W_2 = 0,435 \gamma_C h^2$$

$$P_E = \alpha W = \alpha (W_1 + W_2)$$

$$M_W = W_1 \times 0,8h + W_2 \times 0,37h$$

$$M_{PE} = P_E \times \frac{h}{3} = 0,145 \gamma_C h^3 \alpha$$

$$M_W - M_E = R_V\left(\frac{b}{2} - \frac{b}{4}\right) \Rightarrow \boxed{\alpha = 0,12}$$

www.tnar.ir

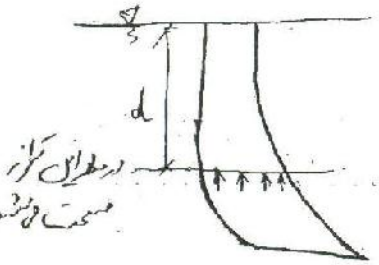
###
##
#
# # # # # # # # # #
#
#####

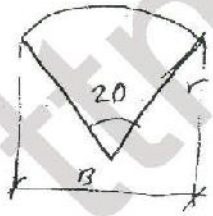
Job : 95
Date: 2/4/2008
Time: 11:05:10 AM

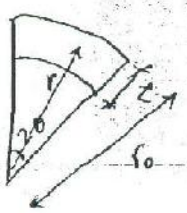
$M_w + M_E = R_V\left(\frac{b}{2} + \frac{b}{6}\right) \Rightarrow \boxed{\alpha = 0{,}75}$

* طراح برای α ی کمتر ساز، طراحی کرده است ← $\boxed{\alpha = 0{,}12}$

سوال 13 فصل اول







$B = 90m$

$r_0 = 55m$

$d = 50m$

$t = ?$

$q_{all} = 5500\ kpa$

$\sigma_{max} = 700 kpa$

$\sin\theta = \frac{B}{2r_0} \Rightarrow \theta = 54{,}9^\circ \simeq 55^\circ$

$\sigma_{max} = \frac{kpr_0}{t}$ ⇒ چون بیشترین تنش از استوانه است تنش ضریبی از (k) $\frac{pr_0}{t}$ می‌باشد

$p = \gamma_w d = 9{,}81 \times 30 = 294{,}3\ kpa$

$\sigma_{max} + \sigma_t = q_{all}$

$\frac{kpr_0}{t} = 5500 - 700 = 4800\ kpa$

با توجه به نمودار زیر داریم: $\frac{k}{t} = 0{,}237$ ⇒ از نمودار $\begin{cases} k = 2 \\ 20 = 110 \end{cases} \Rightarrow \frac{r}{t} = 7$

www.tfnar.ir

$\frac{r_0}{t} = \frac{r}{t} + \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{r_0}{t} = 7,5 \Rightarrow t = 7,33$

$\Rightarrow \frac{k}{t} = 12,97 \Rightarrow t = 6,93$

2 ط
- $k = 1,9 \Rightarrow \frac{k}{t} = 0,297 \Rightarrow t = 6,4m$
- $\Rightarrow \frac{r}{t} = 8,1 \Rightarrow \frac{r_0}{t} = 8,6 \Rightarrow t = 6,4$

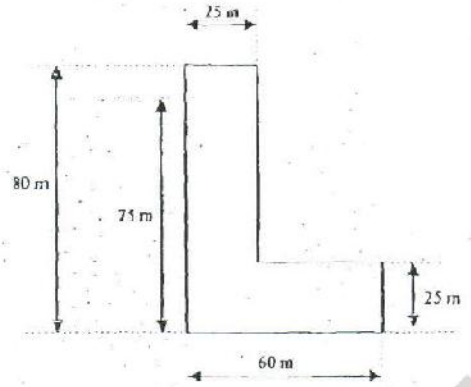
www.ttnar.ir

باسمه تعالی

امتحان نیم ترم درس بناهای آبی

درس: دکتر منتظری نسین　　دانشکده عمران دانشگاه تهران　　۱۰ بهمن ۱۳۸۶

۱- یک سد وزنی مطابق شکل زیر طراحی شده است. چنانچه سطح آب در مخزن تا پنج متری از تاج سد قرار گرفته باشد بیشترین تنش ایجاد شده در پی سد و بدنهٔ آن را محاسبه کرده محل آنرا بدست آورید. آیا کشش در بدنهٔ سد رخ میدهد ؟



$\rho_c = 2500 Kg/m^3$

$\rho_w = 1000 Kg/m^3$

۲ – یک سیستم تخلیه کننده با شرائط زیر می خواهد $5\ m^3/s$ از خود عبور دهد. چند متر افت باید با نیمه بستن دریچه ایجاد نمائیم؟

Bellmouth Inlet
B_0=1.0 m
W=1.25 m
R_i=1.0 m
f = 0.01
L = 180.0 m
Reservoir water elevation = 342.5 m
End pipe base elevation = 335.0 m
End condition : Square pipe, Free unrestrained jet

۳- روی یک رودخانه که دبی متوسط ماهیانهٔ آن بین $100\ m^3/s$ و $800\ m^3/s$ متغیر است یک بند انحرافی با مشخصات زیر ساخته می شود تا آب مورد نیاز کشاورزی را که در ۲۵ کیلومتری آن قرار دارد تامین نماید.

Q	= 5.5 m^3/s
Weir length	= 90.0 m
Weir crest Elev.	= 1070.6 m
Weir Discharge coef.	C = 2.0
End channel elevation	= 1056.0 m
Channel Manning Coef.	n = 0.025
Channel side slope	= 1V:2H
Flume Manning Coef.	n = 0.013
Cannel bed material	: Clay

الف : تراز کف کانال درست بعد از آبگیر (شروع کانال) چقدر باید باشد؟

ب : برای عبور از دو دره دو قاوم مشابه هر کدام به طول ۱۵۰ متر باید طراحی شود ابعاد آنها را محاسبه کرده افت هر کدام را به دست آورید.

ج : افت هایی که باید توسط آب شاره ها تامین کردند چند متر است؟

www.tnar.ir

۴- یکی از آبشاره های مساله قبل را از نوع کانال با پوشش سنگی (Stone Paved Slopping Channel)طراحی نمایید. عرض این آبشاره مساوی عرض کانال و قطر متوسط سنگ های در دسترس ۲۰۰ میلی متر می باشد.

۵- یک آبشاره برای اختلاف ارتفاع ۴ متر از نوع روزنه چندگانه (Multiple Orifice Drop) برای دبی ۱/۵ مترمکعب بر ثانیه باید طراحی شود. سطح روزنه نصف سطح لوله انتخاب می گردد وطول کل لوله ۱۲ متر می باشد قطر لوله و تعداد روزنه ها را محاسبه کنید.

$n = 0.024$

موفق باشید

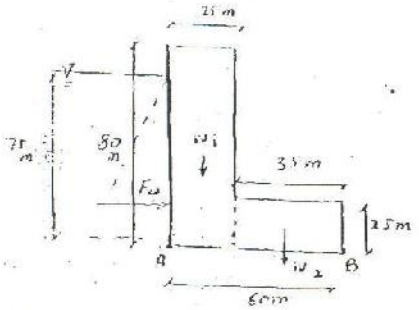
www.ttnar.ir

پایان ترم — دینامیک — ۸۷/۱۱/۱۰

سؤال ۱ : سد وزنی مطابق شکل طراحی شده است ، بدون در نظر گرفتن زلزله ،

الف) بیشترین فشار ایجاد شده زیر پی را بدست آورید ؟

ب) آیا فشار در پنجه سد صفر می شود ؟



$\rho_c = 2500 \ kg/m^3$

$\rho_w = 1000 \ kg/m^3$

الف)

$W_1 = 35 \times 80 \times 2500 g = 49.05 \ MN$

$x_1 = 12.5 \ m$

$W_2 = 35 \times 25 \times 2500 g = 21.46 \ MN \qquad x_2 = 42.5 \ m$

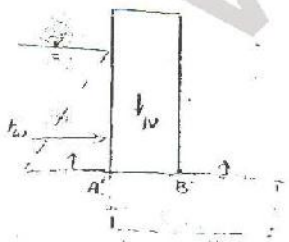
$F_w = \frac{1}{2} (75)^2 \times 1000 g = 27.59 \ MN \qquad y_{F_w} = 25 \ m$

$R_V = W_1 + W_2 = 70.509 \ MN$

$\bar{x}_{R_V} = \frac{W_1 x_1 + W_2 x_2 + F_w y_{F_w}}{R_V} = 31.41 \ m \Rightarrow e = 1.41 \ m$

$f = \frac{R_V}{b} \left(1 \pm \frac{6e}{b} \right)$ ⟨ $1341.21 = f_B \ (kN/m^2)$ ، $1009.1 = f_A \ (kN/m^2)$

ب) برش 1.0 سطح قائم :



$W = 55 \times 25 \times 2500 g = 33.72 \ MN$

$x_1 = 12.5 \ m$

$F_w = \frac{1}{2} (50)^2 \times 1000 \times g = 12.26 \ MN$

$y = 16.67 \ m$

$\Rightarrow \bar{x} = \frac{F_w \cdot y + W x}{W} = 18.56 \Rightarrow e = 6.06 > \frac{b}{6}$

قسمی از دیاگرام ⟨ $f_A = 3310.9 \ kN/m^2$ ، $f_1 = -1111.7 \ kN/m^2$

$f = R_V \left(1 \pm \frac{6e}{b} \right) = \frac{33.72}{25} \left(1 \pm \frac{6 \times 6.06}{25} \right)$ (۱-۸۷)

www.ttnar.ir

سؤال ۲ : یک سیستم کلکتور با شرایط زیر داریم. هد ترافت باید چه مقدار باشد تا کار کند؟

(کل چاه تنزل لوله)

$Q = 5\ m^3/s$ $\quad f = 0.01$

Bellmouth inlet $\quad L = 180\ m$

$B_c = 1\ m$ $\quad$ تراز سرریز $= 342.5\ m$

$W = 1.25\ m$ $\quad$ تراز کف لوله خروجی $= 335\ m$

$R_i = 1\ m$

$A = B_c^2 = 1\ m^2 \rightarrow V = \frac{Q}{A} = 5\ m/s$

تراز h_w در $= \frac{342.5 + 335}{2} = 338.75$

$\Rightarrow h_w = 338.75 - 335 = 3.75 \rightarrow \frac{h_w}{B_c} > 2$, $\frac{W}{B_c} = 1.25 \Rightarrow K_g = 0.1$ (P. 109)

$\frac{R_i}{B_c} = 1 \xrightarrow[\text{Table 2}]{\text{P. 113}} K_b = 0.16$

Bellmouth inlet $\Rightarrow K_e = 0.05$

$h_p = \frac{fL}{B_c}\frac{V^2}{2g} \Rightarrow h_p = K_p \frac{V^2}{2g} \Rightarrow K_p = \frac{fL}{B_c} = 1.8$

$\Rightarrow \sum K = K_e + K_g + K_p + K_b = 2.13$

افت $h = (2.K)\frac{V^2}{2g} + \frac{V^2}{2g} = 3.99\ m$

$F_0 = \frac{V}{\sqrt{gB_c}} = 1.6 \xrightarrow[\text{P. 115}]{\text{Table 3}} \frac{y}{B_c} = 0.6 \Rightarrow y = 0.6\ m$

$\Rightarrow$ عمق آب $= 342.5 - 335 - 0.6 = 6.9$

$\Rightarrow$ ارتفاع سرریز $= 6.9 - 3.99 = 2.91\ m$

ادامه سؤال

۲-۸۱

www.ttnar.ir

پایان ترم ۸۶/۱۱/۱۰

سؤال ۴ : مدل یک رودخانه کنداری متوسط با عمق آن بین ۱۰۰ و ۸۰۰ متر مکعب در ثانیه است یک تنگه ذوزنقه‌ای با شیب جانبی ۲ به ۱ (H:2V) و عرض کف ۲۰ متر در مسیر رودخانه ساخته شده است. حداکثر دبی رودخانه ۱۰۰ مترمکعب در ثانیه است. ارتفاع کف تنگه ۱۰۷۰.۶ متر است. ضریب دبی تنگه $C = 2.0$ است.

الف) اگر حداقل تراز آبی که باید در مخزن پشت سد ایجاد شود تا آب از تنگه (مجرای کانال) عبور کند چقدر است؟

D : عمق کانال مدل طراحی

h : هد سرعت (Headgate) (ارتفاع آب کنار مدل)

H : عمق روی تیغه تنگه (روی هدگیت)

EL_c : تراز کف کانال

EL_ω : تراز سطح آب

$$EL_\omega = EL_c + D + h - H$$

$$Q_{min} = 100\ m^3/s \rightarrow Q = CLH^{3/2} \rightarrow 100 = 2 \times 20 \times H^{3/2} \rightarrow H = 0.676\ m$$

$$\text{کانال}: W = 3Q^{1/2} = 7.036\ m \qquad D = 0.75Q^{1/3} = 1.324\ m \qquad \Big\} \rightarrow Q_{\text{مدل}} = 5.5\ m^3/s$$

$$Q = CA\sqrt{2gh} \qquad h = 0.3\ m$$

$$1070.6 = 1.324 + 0.3 - 0.676 + EL_c \rightarrow EL_c = 1069.65\ m$$

ب) در طول سد کانال دوم شبیه برای عبور دبی هر کدام به طول 150 متر پیش‌بینی شده است. دیواره کف کانال در امتداد آن نیز مطابق عرض برابر 1056 m ساخته و شیب کناره‌های کانال H:2V است. ضریب زبری کانال $n = 0.025$ و شیب $S_0 = 0.013$ است. اندازه دبی طرح را محاسبه کنید.

www.ttnar.ir

پاسخ سوال ۳:

کانال $A = W \cdot D = 9.316\ m^2$

کانال $V = \frac{5.5}{A} = 0.59\ m/s$

کانال $b = W - 2D = 4.39\ m$

$P = b + 2D\sqrt{1+2^2} = 10.31\ m$

$R = \frac{A}{P} = 0.904\ m$

$Q = \frac{A R^{2/3}\sqrt{S}}{n} \Rightarrow S_{\text{کانال}} = 0.00025 = 2.5 \times 10^{-4}$

$\Delta H = 25000 \times S = 6.23\ m$

طراحی فلوم

سرعت $V = \pm V_{\text{کانال}} = 2.36\ m/s$

سطح $A = \frac{Q}{V} = 2.33\ m^2 \rightarrow b.d = 2.33$ ، $b/d = 2 \rightarrow b = 2.158\ m$ ، $d = 1.079\ m$

محیط $P = b + 2d = 4.316\ m$

$R = \frac{A}{P} = 0.54\ m$

شیب $S = \frac{V^2 n^2}{R^{4/3}} = 0.00214$

$\Rightarrow \Delta h_{\text{فلوم}} = 150 \times 0.00214 = 0.321\ m$

هد سرعت ورودی $= 0.6\left(1 - \frac{b_{\text{فلوم}}}{B_{\text{کانال}}}\right)\frac{V^2_{Flume}}{2g} = 0.0118$

هد سرعت خروجی $= 0.1\left(1 - \frac{b}{B}\right)\frac{V^2}{2g} = 0.0197$

$z_1 + D + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + d + \frac{V_2^2}{2g} + h_L$

$z_1 + 1.324 + 0.0178 = z_2 + 1.079 + 0.284 + 0.0118$

$\rightarrow z_1 - z_2 = 0.0333\ m$ اختلاف تراز کف (افت) کانال

۴-۱۷

www.ttnar.ir

پایان ص ۸۶

ادامه سؤال ۳

$$z_2 + d + \frac{V_2^2}{2g} = z_3 + D + \frac{V_3^2}{2g} + h_L$$

$$\Rightarrow z_2 - z_3 = -0.0019$$ اختلاف ارتفاع انتهای دو لوله

ع) اگر تصاویر سه بعدی آب دهی کانال چقدر شود

$$1070.6 - 1056 = 2 \times 0.3519 - 6.23 = 7.664\ m$$

سؤال ۴:

$$q = \frac{5.5}{7.036} = 0.782\ m^3/s/m$$

$$n = 0.049\, d_m^{1/6} = 0.037$$

$$d_m = 10 D S \quad \rightarrow \quad 0.5 = 0.02$$

$$q = \frac{D^{5/3}\sqrt{S}}{n} \quad \rightarrow \quad D^{5/3}/\sqrt{S} = 0.029$$

$$D = 0.26, \quad S = 0.077$$

سؤال ۵:

$$\frac{A_0}{A_P} = 0.5 \quad \rightarrow \quad C_C = 0.69$$

$$\frac{A_J}{A_0} = C_C \Rightarrow A_J = 0.69\, A_0 = \frac{0.69}{2} A_P$$

$$Q = A_J V_J = A_P V_P \Rightarrow V_J = 2.89\, V_P$$

$$h_L = \frac{(V_J - V_P)^2}{2g} = (2.89 - 1)^2 V_P^2 / 2g$$

با $V_P \le 2 \Rightarrow h_L = 0.735\ m$

$$A_P = \frac{Q}{V_P} = \frac{1.5}{2} = 0.75 = \frac{\pi D^2}{4} \quad \rightarrow \quad D = 0.977 \simeq 1000\ mm$$

۵-۸۶

www.ttnar.ir

ادامه سؤال ۵

$A = 0.7854 \rightarrow V_p = 1.91\ m/s \rightarrow h_L = 0.6704\ m$ (هر مورد)

افت طول لوله و زانویی $= \left(0.5 + \frac{2g \times 0.024^2 \times 12}{0.25^4} + 1\right) \times \frac{1.91^2}{2g} = 0.439\ m$

$\Rightarrow$ کل افت در طول $= 4 - 0.439 = 3.561\ m$

تعداد در طول $= \frac{3.561}{0.6704} = 5.3 \sim 5$ عدد

www.ttnar.ir

باسمه تعالی

امتحان درس بناهای آبی

۱۳۸۵/۱۱/۱

دانشکده عمران دانشگاه تهران زمان ۱۲۰ دقیقه

سئوال ۱ -

یک سرریز و شوت و حوضچه آرامش و رودخانه پایین دست آن دارای اطلاعات زیر می‌باشد.

تراز تاج 187 متر – تراز مخزن در هنگام عبور دبی طراحی 191.5 متر – طول تاج سرریز 70متر

– تراز کف رودخانه پس از حوضچه آرامش 110 متر – عرض رودخانه 250 متر – شیب طولی رودخانه 0.0005 – ضریب مانینگ رودخانه $n = 0.017$ – افت کل جریان روی سرریز و شوت 7.5 متر – عرض حوضچه مساوی طول تاج سرریز

مطلوبست محاسبه دبی طراحی و تراز کف حوضچه.

سئوال ۲-

یک بند انحرافی طراحی شده و توزیع فشارهای آن با روش‌های دقیق محاسباتی برای تراز آب داده شده مطابق شکل زیر می‌باشد. اگر تراز زیر بدنه سد 67.5 متر باشد.

الف-زیر فشار وارد براین بند برای عرض واحد چقدر خواهد بود؟

ب- گرادیان هیدرولیکی در خروجی چقدر است ؟ مقدار نسبت Creep- head چقدر است؟

ج- محل تشکیل حداکثر گرادیان هیدرولیکی در کجاست؟

د- با فرض نفوذپذیری ثابت یک سانتیمتر بر ثانیه تراوش کل رابرای عرض واحد تخمین بزنید و چگونگی انجام این تخمین را بنویسید.

ه- اگر ارتفاع سد را 2 متر افزایش دهیم با فرض ثابت ماندن پایاب مقادیر محاسبه شده برای زیر فشار- گرادیان هیدرولیکی و تراوش چگونه تغییر می‌کنند؟ (محاسبه کنید)

و- با فرض ثابت بودن تراز آب در بالادست و پایین افتادن تراز آب پایین دست سه کمیت قید شده چگونه تغییر می‌کنند؟ (فقط کم یا زیاد شدن‌شان را اشاره کنید محاسبه لازم نیست)

ز- افزایش طول Cutoff بالادست چه تغییراتی در کمیت‌های مذکور خواهد داشت؟

www.itnar.ir

امتحان درس بناهای آبی

۱۳۸۵/۱۱/۱

دانشکده عمران دانشگاه تهران زمان ۱۲۰ دقیقه

سوال ۳-

ابعاد هیدرولیکی یک نردبان ماهی که به شکل Orifice طراحی شده است را برای شرایط زیر محاسبه کنید.

- اختلاف ارتفاع 5.5 متر
- نرخ مهاجرت $250\ fish/h$ - نرخ صعود $4.5\ m/h$ - عمق متوسط هراستخر $0.9\ m$ - حجم لازم آب برای هر ماهی $0.15\ m^3$

سوال ۴-

برای انتقال آب از محل یک بند انحرافی تا محل مصرف در پایین دست یک کانال خاکی باید طراحی گردد. اطلاعات زیر در دسترس است.

- تراز کف کانال در محل بند $173.5\ m$
- تراز انتهای کانال در محل مصرف $160.1\ m$
- جنس بستر رسی $n = 0.024$
- دبی کانال $2.3\ m^3/s$
- طول کانال $25\ km$
- قلوم مورد نیاز در مسیر دو عدد 50 متری $n = 0.012$

الف- ابعاد هندسی کانال خاکی را طراحی کنید.

ب- سهم افتهای قلومها را محاسبه کنید. (مقطع اصلی قلوم باید طراحی شود)

ج- کل هد باقیمانده که باید با Drop ها جبران شود چقدر است؟

د- یکی از این Drop ها را از نوع پوشش سنگی برای دانه با ابعاد $D = 200\ mm$ طراحی کنید.

ه- یکی از این Dropها را از نوع Multiple Orifice Drop Structure برای اختلاف ارتفاع 3 متر طراحی کنید. (بهتر است از دو لوله کنار هم استفاده گردد)

موفق باشید

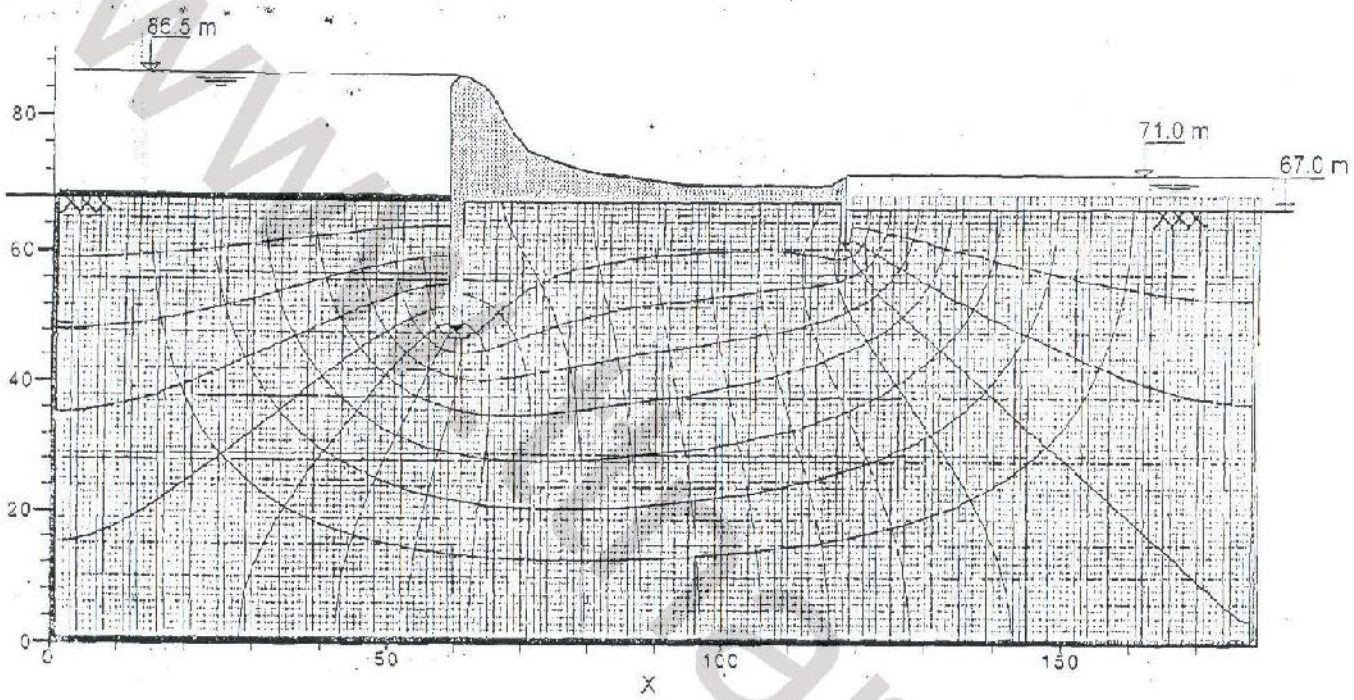
www.tnar.ir

بسمه تعالی

امتحان درس بندهای آبی

۱۳۸۵/۱۱/۱

دانشکده عمران دانشگاه تهران زمان ۱۲۰ دقیقه



www.civilar.ir

سرریز ... پروژه ... ۱۵۱/۱۵

سوال ۱ :

عرض سرریز = 250 m

تاج سرریز = 187 m

شیب بستر رودخانه = 0.0005

دبی طراحی سرریز = 141.5 m

ضریب زبری = 0.017

طول سرریز = 70 m

$\frac{H}{P} = 4$

ارتفاع سرریز = 110 m

عمق نرمال در بالادست سرریز = 7.5 m

دبی طراحی و ارتفاع سرریز ؟

$H_d = 191.5 - 187 = 4.5\ m$

$\frac{H}{P} = 4 \Rightarrow C = 1.848$

$Q = C L H^{3/2} = 1.848 \times 70 \times 4.5^{1.5} = 1234.86\ m^3/s$

$Q = \frac{A R^{2/3} \sqrt{S}}{n} = \frac{250 \times h \times h^{2/3} \times \sqrt{0.0005}}{0.017} = 1234.84$

$\Rightarrow h = 2.21\ m$ عمق آب در بالادست

تراز آب = 110 + 2.21 = 112.21 m

d_2 عمق اول پرش = 5.21 $\rightarrow$ تراز سرریز = 107 m

$C = 191.5 - 107 - 7.5 = 77\ m$

$q = 1234.86 / 70 = 17.64\ m^3/s/m$

$d_1 = \sqrt[3]{\frac{17.64^2}{2g(77 - d_1)}} \Rightarrow d_1 = 0.453$

$V_1 = \frac{q}{d_1} = 38.77\ m/s$

$F_r = \frac{V_1}{\sqrt{g d_1}} = 18.35$ $\quad d_2 = \left(\frac{d_1}{2}\sqrt{8F_r^2 + 1} - 1\right) = 11.58$

۱۰۴

$d_2 = 11.71$

$\Delta' = 112.21 - 11.71 = 100.5$

$E = 191.5 - 100.5 - 7.5 = 83.5$

$d_1 = 0.436$

$V = 40.36$

$F_{r_1} = 19.49$

$d_2 = \frac{d_1}{2}(\sqrt{8 F_r^2 + 1} - 1) = 11.83$

$d_2 = 11.83$

$\Delta' = 112.21 - 11.83 = 100.4$

$E = 83.6$

$d_1 = 0.437$

$d_2 = 11.86$

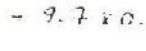
www.ttnar.ir

پایان کار ۸۵

سؤال ۲ :

الف)

$\frac{86.5 - 71}{20} = 0.775$



ارتفاع در نقطه A $h_A = -9.7 \times 0.775 + 86.5 = 78.98$

$h_B = -15.2 \times 0.775 + 86.5 = 74.72$

$\left(\frac{P}{\gamma}\right)_A = h_A - z_A = 78.98 - 67.5 = 11.48$

$\left(\frac{P}{\gamma}\right)_B = 74.72 - 67.5 = 7.22$

$U = \rho g (11.48 + 7.22) \times \frac{57}{2} = 532.95 \rho g = 522.8 \ kN/m$

ب) گرادیان هیدرولیکی : $\frac{0.755}{2.5} = 0.302$ $\quad G.HR = 3.31$

ج) علت شکل گرفتن گرادیان هیدرولیکی آن است که نقطه هم پتانسیل کنترل تا حد را طی نکرده

است زیرا آب نیز اول راه است

د) : این شکل جریان را رسم کرده و تعداد کل عرض هر کدام از دو خط جریان مشترک

را مشخص کنید. حجم تقریبی از دبی که از این مقطع عبور می کند را محاسبه کنید.

و سرعت متوسط بدست آید. سپس در عرض ضرب کرده تا دبی آید. سپس در تعداد فاصله‌های

جریان ضرب کنم

دبی عبوری از فاصله $= \frac{\Delta h}{\Delta L} \Delta B \cdot K$

$\Delta B = \Delta L$ چون

$Q = \Delta h \cdot K \cdot \overset{N}{\sim} = 0.775 \times 7.5 \times 0.01 = 0.058 \ m^3/s$

www.ttnar.ir

$$\Delta h = \frac{88.5 - 71}{20} = 0.875$$

$$h_A = -9.7 \times 0.875 + 88.5 = 80.01 \rightarrow \frac{P_A}{\gamma} = 12.51$$

$$h_B = 75.2 \rightarrow \frac{P_B}{\gamma} = 7.7$$

$$\rightarrow U = 5650.4 \ KN/m$$

$$\text{گرادیان} = \frac{0.875}{2.5} = 0.35$$

$$\text{تراوش} = 0.875 \times K \times N = 65.6$$

و - زیاد، کاهش
گرادیان افزایش
تراوش "

ز کاهش زیاد،
تراوش "
گرادیان "

www.ttnar.ir

پایان ترم ۱۱/۱/۹۵

سؤال ۴ : ابعاد هیدرولیکی تونل دایره‌ای

فاصله افقی بین دو پله = 0.3 m ⟸ تعداد پله‌ها = $\frac{5.5}{0.3} = 18.3 \simeq 18$

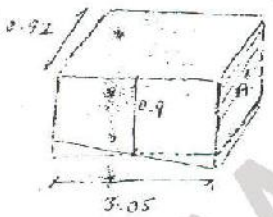
سرعت متوسط عبور ماهی در تونل = $4.5 \frac{m}{h}$ ⟸ زمان لازم برای عبور ماهی از تونل = $\frac{5.5}{4.5} = 1.22\ h$

تعداد ماهی‌هایی که در یک زمان از تونل عبور می‌کنند = $122 \times 250 = 305$

حجم آب لازم برای هر ماهی = $0.15\ m^3$ ⟸ حجم کل آب لازم = $0.15 \times 305 = 45.75\ m^3$

حجم آب هر پله = $\frac{47.75}{18} = 2.54\ m^3$

تعداد کل پله‌ها = $\frac{5.5}{0.1} = 55$ ⟸ طول هر پله = $\frac{55}{18} = 3.05\ m$



سطح مقطع هر پله $A' = \frac{2.54}{3.05} = 0.83\ m^2$

عمق هر پله = $\frac{2.54}{3.05 \times 0.9} = 0.92\ m$

سرعت متوسط عبور = 0.3 ⟸ $Q = VA' = 0.3 \times 0.83 = 0.249\ m^3/s$

$Q = CA\sqrt{2gh}$

$0.249 = 0.6\ A\ \sqrt{2g \times 0.3} \Rightarrow A = 0.171\ m^2$

$\Rightarrow d = \frac{A}{0.92} = 0.186\ m$

۱۰۹

پایان ترم ۱۱/۱۵

سؤال ۴:

الف) ابعاد هندسی کانال خاکی:

حل شده درس ← (روابط از ص ۱۸۲)

$W = 3\,Q^{1/2} = 4.55\ m$

$D = 0.75\,Q^{1/3} = 0.99 \simeq 1\ m$

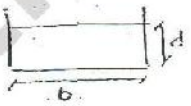
$\Rightarrow A = W \times D = 4.55\ m^2$

$V_{کانال} = \frac{Q}{A} = \frac{2.3}{4.55} = 0.505\ m/s$

ب) ابعاد هندسی بتنی:

$V_{جدید} = 4 \times V_{کانال} = 4 \times 0.505 = 2\ m/s$

$A_{جدید} = \frac{Q}{V} = \frac{2.3}{2} = 1.15\ m^2$



$b \times d = 1.15$

$\frac{b}{d} = 2$ ← نسبت بهینه مقطع ذوزنقه‌ای

$\Rightarrow b = 1.52\ m,\ d = 0.76\ m$

$P = b + 2d = 3.04\ m$

$R = \frac{A}{P} = 0.378\ m$

$S = \frac{V^2 n^2}{R^{4/3}} = \frac{2^2 \times 0.012^2}{0.378^{4/3}} = 2.107 \times 10^{-3}$

$\Rightarrow$ سهم ارتفاع طول مقطع $= 2.107 \times 10^{-3} \times 2 \times 50 = 0.21\ m$ دو طرف در مسیر 50 متری داریم

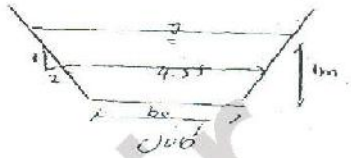
سهم ارتفاع دهانه ورودی $= 2 \times 0.16 \left(1 - \frac{b}{B}\right) \frac{V^2}{2g} = 2 \times 0.16 \left(1 - \frac{1.52}{4.55}\right) \times \frac{2^2}{2g} = 0.044\ m$

www.ttnar.ir

پایان ترم ۱۱/۱۵

ادامه سؤال ۴:

ج) کف حوضچه آرامش که بعد از Drop قرار می‌گیرد:



$z = 2$

$b_0 = W - 2D = 2.55$

$P = b_0 + 2D\sqrt{1+z^2} = 4.02\ m$

$R = \frac{W \cdot D}{P} = 0.65\ m$

$S = \frac{V^2 n^2}{R^{4/3}} = \frac{0.505^2 \times 0.024^2}{0.65^{4/3}} = 2.61 \times 10^{-4}$

افت کف کانال $= S_0 L = 2.61 \times 10^{-4} \times 25000 = 6.53\ m$

افت Drop $= 173.5 - 160.1 - 6.52 - 0.254 = 6.626\ m$

د) طراحی Drop نوع لوله‌ای سنگی $d_m = D = 300\ mm$

(Stone paved ← p. 222)

$n = 0.044 \cdot d_m^{1/6} = 0.044 \times 0.2^{1/6} = 0.0375$ ، $q = \frac{Q}{W} = 0.505\ m^2/s$

$d_m = 10 D S$ ← قطر لوله ← $0.2 = 10 D S$

$q = \frac{D^{5/3}\sqrt{S}}{n} \Rightarrow 0.505 = \frac{D^{5/3}\sqrt{S}}{0.0375}$ $\Rightarrow$ $D = 0.17\ m$ ، $S = 0.112$

ه) طراحی Drop نوع Multiple Orifice برای ظرفیت انتقال ۳ متر:

$Q = \frac{2.3}{2} = 1.15\ m^3/s$ ← نیمی از دبی طرح که از لوله‌ها عبور می‌کند

۷-۸۵

www.ftnar.ir

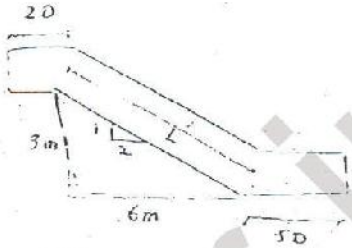
راه حل سوال ۴:

$$A_p = \frac{Q}{V_p} = \frac{1.15}{2} = 0.575\ m^2$$ سرعت مجاز

$$A_p = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow D = 0.855\ m = 855\ mm \simeq 900\ mm$$

$$\Rightarrow A_p = \frac{\pi \times 0.9^2}{4} = 0.636\ m^2$$

$$\Rightarrow V_p = \frac{Q}{A_p} = 1.81\ m/s$$



$$R = \frac{D}{4} = 0.225\ m$$

$$L' = \sqrt{3^2 + 6^2} = 6.71\ m$$

$$L = 6.71 + 7D = 13\ m$$ طول کل

$$\text{افت طول لوله} + \text{افت ورودی} = \left[0.5 + \frac{2g \times 0.024^2 \times 14}{0.225^{4/3}} + 1\right] \frac{1.81^2}{2g} = 0.43\ m$$

$$\Delta h_{orifice} = 3 - 0.43 = 2.57\ m$$

$$\text{تعداد لوله‌های ورودی} = \frac{6.71}{2D} = \frac{6.71}{2 \times 0.9} = 3.73 \sim 3$$ فاصله لوله‌ها: $2D$

$$\Rightarrow \text{عمق لوله‌های ورودی} = \frac{6.71}{3} = 2.23 > 1.8\ \checkmark$$

$$\text{افت هر دریچه} = \frac{2.57}{3} = 0.857\ m$$

$$h_L = \frac{(V_j - V_p)^2}{2g} \Rightarrow 0.857 = \frac{(V_j - 1.81)^2}{2g} \Rightarrow V_j = 5.91\ m/s$$

$$A_j = \frac{Q}{V_j} = 0.195\ m^2$$ ، شکل لبه: $C_c = 0.71 \rightarrow A_o = \frac{A_j}{C_c} = 0.275 \rightarrow \frac{A_o}{A_p} = 0$

$\Rightarrow C_c = 0.685 \Rightarrow A_o = 0.285 \rightarrow \frac{A_o}{A_p} = 0.49 \Rightarrow C_c = 0.685\ \checkmark$

(۸-۱۵)

www.ttnar.ir

فصل ۴

سئوال ۲ :

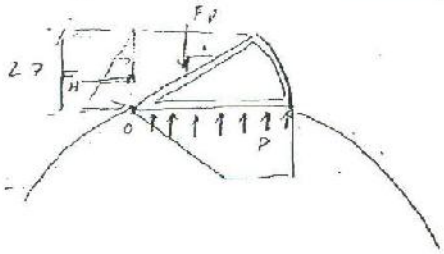
$L = 6\,m$ $\quad w = 90\,kN$

$R = 3\,m$ $\quad \tan\varphi = 0.45$

$$F = W + N \tan\varphi = 90 + \frac{\pi R^2}{2} \times b = 90 + 9.81 \times \frac{3^2}{2} \times 6 = 354.87$$

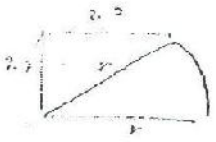
$$f = \frac{F}{A} \Rightarrow \frac{\pi d^2}{4} = \frac{1.5 \times 354.87}{f_{allowable}} \Rightarrow d = 5.35\,cm$$

سئوال ۴ :



$$F_H = \frac{1}{2}\gamma_w \times 2.7^2 = 35.75\,kN \quad (2.7/3)$$

$$F_V = \frac{1}{2}\gamma_w \times 2.7^2 = 32.73\,kN \quad (2.7/2)$$



$$r = 2.7\sqrt{2} = 3.82\,m$$

$$\sum M_O = 0 \Rightarrow F_H \times \frac{2.7}{3} + F_V \times \frac{2.7}{3} = P \times 3.82 \times \frac{3.82}{2}$$

$$64.35 = P \times \frac{(3.82)^2}{2}$$

$$\Rightarrow P = 8.81\,kN$$

$$\Rightarrow \frac{P}{\gamma} = 0.9\,m$$

www.ttnar.ir

سئوال ۵ .

سئوال ۹ :

$h = 4.5m$

$d = ?$

$V = \sqrt{2gh} = 29.71$

$F = \frac{V}{\sqrt{gy}} = 10.95$

$A = 0.01(F-1)^{0.85} = 0.282 = \frac{Q_A}{Q_w}$

$Q_w = V_w A = 29.71 \times 1.5 \times 0.75 = 33.42 \ m^3/s$

$Q_A = A Q_w = 9.42$

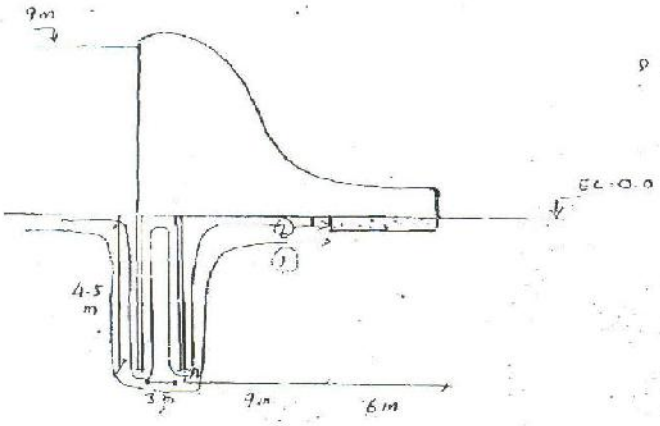
$V_A = 4.5 \ m/s \rightarrow A_A = \frac{Q_A}{V_A} = 0.21 = \frac{\pi d^2}{4} \rightarrow d = 0.52 \ m$

www.tnar.ir

مثال ۵ :

سؤال ۴ : $h_A = ?$ ارتفاع تراوش نقطه

$h = 9\ m$



مسیر ① : $L_1 = 2 \times 4.5 + 2 \times 3 + \frac{1}{3} \times 9 = 18\ m$

مسیر ② : $L_2 = 4 \times 0.5 + \frac{1}{3} \times 3 + \frac{1}{3} \times 9 = 22\ m$

$L_1 < L_2 \Rightarrow L = L_1 = 18\ m$

نشت کم ← سازه با طول کافی $\Rightarrow L \geq 2D$

$L_2 = 4.5 + 2 \times 3 = 10.5\ m$

$L = 18\ m$

$\Rightarrow h_A = \frac{L - L_A}{L} \times h = \frac{18 - 10.5}{18} \times 9$

$= 3.75\ m$

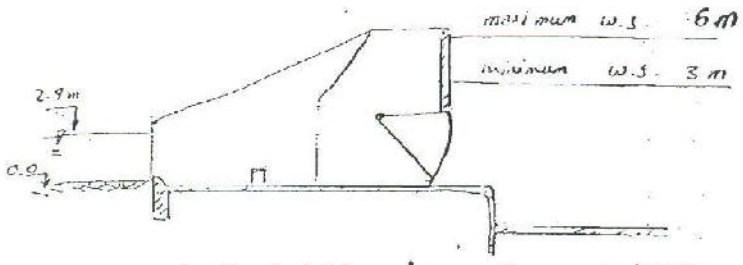
$h_A = \frac{P_A}{\gamma} + Z_A$

$Z_A = -3.5$

$\Rightarrow \frac{P_A}{\gamma} = 8.25\ m$

www.ttnar.ir

سؤال ۵ :



required height for gate opening?

$q_{design} = 2.4 \ m^3/s/m$

$C = 0.6$

طراحی دریچه با Q_{max} انجام شود

اما دریچه با Q_{min} بسته شود.

(a

$h = 3 - 2.9 = 0.1$

$Q = CA\sqrt{2gh} \Rightarrow 2.4 = 0.6 \times B \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.1}$

$\Rightarrow B = 2.86 \ m$

(b

$Tailwater = 2.9 \ m$ آبشستگی در پایین دست 2.9 متر باشد

دریچه باز شود.

$q = 0.6 d_1 \sqrt{2g(6-d_1)} \Rightarrow d_1 = 0.38$

$V_1 = \frac{q}{d_1} = 6.32$

$Fr_1 = \frac{V_1}{\sqrt{gd_1}} = 3.27 \Rightarrow d_2 = \frac{d_1}{2}(\sqrt{1+8Fr_1^2} - 1) = 1.6$

$q = 0.97 d_1 \times \sqrt{2g(6-d_1)} \quad d_1 = 0.38$

$V_1 = \frac{q}{d_1} = 10.113 \ m/s$

$Fr_1 = \frac{V_1}{\sqrt{gd_1}} = 6.95$

$d_2 = \frac{d_1}{2}(\sqrt{1+8Fr_1^2} - 1) = 2.15 < D = 2.9 \Rightarrow$ پرش ایجاد می‌شود

www.ttnar.ir

حل ۲ :

سوال ۱ :

$Q = 28\ m^3/s$ $\quad n = 0.02$ $\quad$ Sandy soil

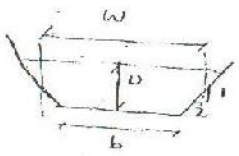
$S_0 = 0.001$ $\quad \Delta h_{drop} = 1.5\ m$ $\quad \Delta x = ?$

$Z = 2$

Sandy soil $\Rightarrow$ $W = 11\sqrt{Q} = 11\sqrt{28} = 21.17\ m$ $\quad$ عرض بستر

$D = 0.6\, Q^{1/2} = 1.82\ m$

$\Rightarrow A = W \cdot D = 38.53\ m^2$



$b = W - 2D = 21.17 - 2(1.82) = 17.52\ m$

$P = b + 2D\sqrt{1+Z^2} = 25.67\ m$

$R = \frac{A}{P} = \frac{38.53}{25.67} = 1.5\ m$

$V = \frac{Q}{A} = \frac{28}{38.52} = 0.727\ m/s$

$S = \frac{n^2 V^2}{R^{4/3}} = \frac{(0.02 \times 0.727)^2}{(1.5)^{4/3}} = 0.000123$ $\quad$ شیب کانال

$\Delta S = 0.001 - 0.000123 = 0.000877$

$\Delta x = \frac{\Delta h}{\Delta S} = \frac{1.5}{0.000877} = 1711\ m = 1.71\ km$

www.ttnar.ir

سوال ۵ : حل

Chut drop structure

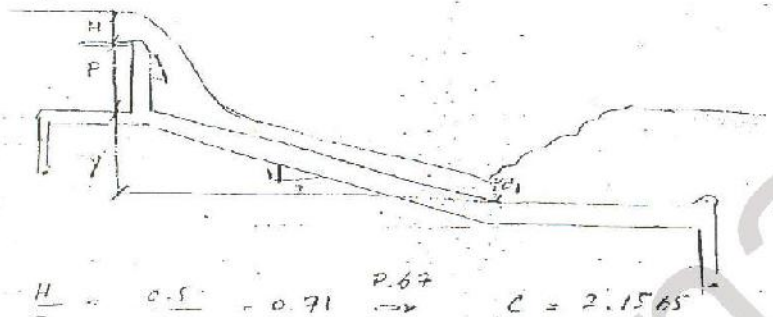
$H = 0.5\ m$

$P = 0.7\ m$

$\delta = 0.333$ شیب شوت

$Y = 3\ m$

Vertical weir (سرریز قائم)



$\frac{H}{P} = \frac{0.5}{0.7} = 0.71 \xrightarrow{P.67} \text{vertical}$ $\quad C = 2.1565$

$q = C H^{1.5} = 2.1565 \times 0.5^{1.5} = 0.76\ m^3/s/m$

$E_1' = H + P + Y = 0.7 + 0.5 + 3 = 4.2$

$q = 0.76$

$\xrightarrow[F_1 = 5]{P.194}$ $E_1 = 2.25\ m$

$q = V_1 d_1$

$E_1 = d_1 + \frac{V_1^2}{2g}$ $\Rightarrow (E_1 - d_1) 2g = V_1^2 = \frac{q^2}{d_1^2}$

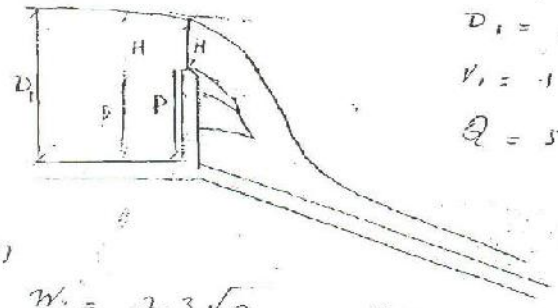
$\Rightarrow d_1 = \frac{q}{\sqrt{(E_1 - d_1) 2g}} \Rightarrow d_1 = 0.097\ m$

$V_1 = 7.8\ m/s$

www.ttnar.ir

صفحه ۹

سوال ۹



$D_1 = 3\ m$ $\quad C = 1.837$

$V_1 = 1\ m/s$ $\quad P = ?$

$Q = 56\ m^3/s$

a)

$W = 2.3\sqrt{6} = 17.21\ m$

$Q = 1.837 (W - 2y) H^{1.5}$; $y = \sqrt{0.0008\, W/H}$

$\Rightarrow H = 1.48\ m$

$P + H = D_1 + \frac{V_1^2}{2g} \Rightarrow P = 3 + \frac{1}{2\times 9.81} - 1.48 = 1.57\ m$

b) $z = 6\ m$ $\quad E_{\text{نسبی}} = ?$

$E' = P + H + z = 9.05\ m$

$\gamma = \frac{Q}{W \cdot 2y} = 3.31$ $\Big\}$ $\xrightarrow[\text{Fig 5-}]{\text{P 194}}$ $E = 7.8\ m$

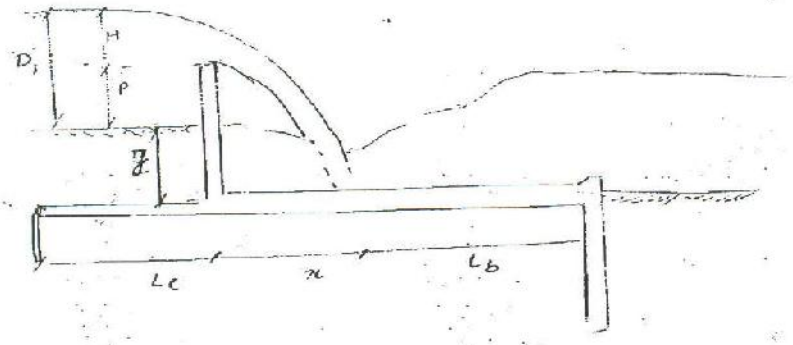
www.ttnar.ir

سوال ۵ :

$Q = 50\ m^3/s$ $\quad D_1 = 2.4\ m$ $\quad L = ?$

$Z = 2\ m$ $\quad V_u = 1\ m/s$

canal grade



$L = L_c + x + L_b$

$W = 3.3\sqrt{Q} = 13.6_m$

$Q = 1.837\,(W - 2y)\,H^{1.5}$

$y = \sqrt{0.0008\,WH}$

$\Rightarrow Q = 1.837\,(W - 2\sqrt{0.0008WH})\,H^{1.5}$

$\Rightarrow H = 1.14\ m$

$D_1 + \frac{V_u^2}{2g} = P + H \Rightarrow 2.4 + \frac{1}{19.62} = P + 1.14 \Rightarrow P = 1.31$

$\frac{H}{P+Z} = \frac{1.14}{1.31+2} = 0.34 \xrightarrow{P.198}$ $\frac{x}{E_1'} = 0.772$; $\frac{E_1}{E_1'} = 0.7$

$E_1' = H + P + Z = 4.45 \Rightarrow x = 3.44\ m$

$E_1 = 3.04\ m$

$E_1 = \frac{V_1^2}{2g} + d_1$

$q = \frac{Q}{W - 2y} = 2.24 = V_1 d_1$

$\Rightarrow d_1 = \frac{q}{\sqrt{(E_1 - d_1)2g}} \Rightarrow d_1 = 0.289$

$V_1 = 7.75\ m/s$

$F_{r_1} = \frac{V_1}{\sqrt{g d_1}} = 4.6$ $\quad d_2 = \frac{d_1}{2}\left(\sqrt{1 + 8F_{r_1}^2} - 1\right) = 1.72\ m$

www.ttnar.ir

تمرین ۹

ادامه سئوال ۷

$L_e = 2H = 2.28$

$L_b = 3d_2 = 5.22$

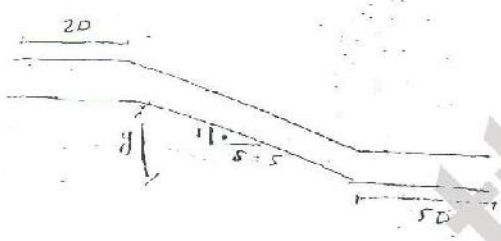
$\Rightarrow L = 7.28 + 5.22 + 3.00 = 10.90\,m$

سئوال ۹ :

$D = 1.5\,m$ $\quad n = 0.012$

$Q = 3.14\,m^3/s$ $\quad y = 13.7$

$S_o = 20\%$



تعداد لوله‌ها را در صورتی که سرعت در لوله‌ها از $12.5\,m/s$ تجاوز نکند تعیین کنید.

$R = \frac{D}{4} = 0.375\,m$ $\quad A_p = \frac{\pi}{4} D^2 = 1.77\,m^2$

$V_p = \frac{Q}{A_p} = \frac{3.14}{1.77} = 2\,m/s < 12.5\,m/s$ ← این لوله‌ها کافی است

طول حوضچه $= 2D + 5D + y\sqrt{1+5^2} = 7 \times 1.5 + 13.7\sqrt{1+25} = 80.35\,m$

$h_L = \left(K_e + \frac{2g n^2 L}{R^{4/3}} + 1 \right) \frac{V^2}{2g}$

$= \left(0.5 + \frac{2 \times 9.81 \times (0.012)^2 \times 80.35}{(0.375)^{4/3}} + 1 \right) \frac{2^2}{2g} = 0.47\,m$

$\Sigma Dh = y - h_L = 13.7 - 0.47 = 13.23\,m$ ← این مقدار باید از $\frac{1}{2}$ عمق کمتر باشد

$2D = 3\,m$ ← حداقل

طول لوله $L = 9.85\,m$ ←

www.itnar.ir

و ۹ تا دورچین در نظر گرفتم:

$\frac{\Delta h}{9} = 1.47\ m$

$1.47 = (V_j - V_1)^2/2g = (V_j - 2)^2/2g \Rightarrow V_j = 9.37\ m/s$

$A_j = \frac{Q}{V_j} = 0.48\ m^2$

$A_o = \frac{A_j}{C_c} = \frac{0.48}{C_c}$

$\frac{A_o}{A_p} = \frac{A_o}{1.79}$

Try 1: $C_c = 0.65 \rightarrow A_o = 0.74\ m^2$

$\frac{A_o}{A_p} = 0.41$

$C_c = 0.67 \rightarrow A_o = 0.72\ m^2$

$\frac{A_o}{A_p} = 0.4$ ✓

$A_o = \frac{\pi D_o^2}{4} \rightarrow D_o = 0.96 \sim 1\ m$

$\frac{\Delta h}{20} = 0.685$ ← 20 تا دورچین

$V_j = 5.67\ m/s$

$A_j = 0.52\ m^2 \rightarrow A_o = \frac{0.52}{C_c}$

$C_c = 0.4 \rightarrow A_o = 1.56$

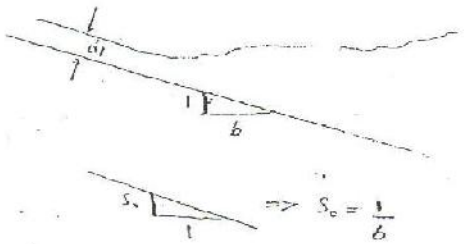
$\frac{A_o}{A_p} = 0.88$

$C_c = 0.74 \rightarrow A_o = 0.84 \quad \frac{A_o}{A_p} = 0.47$

$C_c = 0.69 \rightarrow A_o = 0.89 \quad \frac{A_o}{A_p} = 0.5$ ✓

$A_c = 0.89 \rightarrow D_c = 1.06\ m$

www.ttnar.ir



$S_o = \frac{1}{b}$

$d_1 = 0.3\ m$

$V_1 = 15 \cdot 26\ m/s$

$h_w = ?$ ارتفاع ماکزیمم فشار آبگیری

maximum uplift pressure head = ?

ماکزیمم فشار uplift ؟

$Fr_1 = 6.88 \rightarrow d_2 = \frac{d_1}{2}\left(\sqrt{1+8Fr_1^2} - 1\right) = 3.62\ m$

$h_w = (1.05 + S_o) d_2 = (1.05 + \frac{1}{b}) d_2 = 4.21\ m$

$\left(\frac{P}{\gamma}\right)_{max} = h_d = (1 - 1.8 S_o)(d_2 - d_1) = 2.32\ m$

$d'_2 = (1 + 0.5 S_o) d_2 = (1 + 0.5 \times \frac{1}{b}) \times 3.62 = 6.34\ m$

$L_d = (d'_2 - h_d - d_1) / S_o = 27.27\ m$

$P_1 = \gamma d_1 \cos\theta = 9.81 \times 0.3 \times \frac{b}{\sqrt{1+b^2}} = 2.9\ kN/m$

$P_2 = \gamma d'_2 = 62.195\ kN/m^2$

www.ttnar.ir

فصل ۷ - سؤال ۱

$$d_m = \frac{377\, h_w}{\sin(70-\alpha)}$$

$\alpha = \text{Arctg}\left(\frac{1}{3}\right) = 18.43$ شیب سنگ

$S_g \neq 2.65 \rightarrow d_m = \beta d_m \quad \beta = \frac{1.65}{S_g - 1} \times \frac{\sqrt[3]{S_g}}{\sqrt[3]{2.65}}$

$$\frac{gF}{V^2} = \frac{9.81 \times 1000}{\left(100 \times \frac{10}{36}\right)^2} = 12.71$$

$$\frac{gD}{V^2} = \frac{9.81 \times 3}{\left(100 \times \frac{10}{36}\right)^2} = 0.038$$

Fig 1 $\rightarrow \frac{g h_w}{V^2} = 0.008$

$\Rightarrow h_w = 0.03\ m$

$\Rightarrow d_m = 303\ mm$

سؤال ۲

$Q = 2800\ m^3/s$

$\begin{cases} B = 1100\ m \\ d = 3\ m \end{cases}$ مقطع عرضی $\rightarrow A = 400 \times 3 = 1200\ m^2$

$$\bar{V} = \frac{Q}{A} = 2.33\ m/s$$

$\alpha = \text{Arctg}\left(\frac{1}{4}\right) = 14^\circ$

$d_m = \frac{20.17\, V^2}{\sin(70-\alpha)}$ ضریب ۴ ←

$S_g \neq 2.65$ در

$d_m = d_m$ سری $\times \frac{1.65}{S_g - 1} \times \frac{\sqrt[3]{S_g}}{\sqrt[3]{2.65}}$

straight $\rightarrow V = \frac{2}{3}\bar{V} \Rightarrow d_m = 60\ mm$

bend $\rightarrow V = \frac{4}{3}\bar{V} \Rightarrow d_m = 234\ mm$

$V = \alpha \bar{V}$

$\alpha = 2/3$

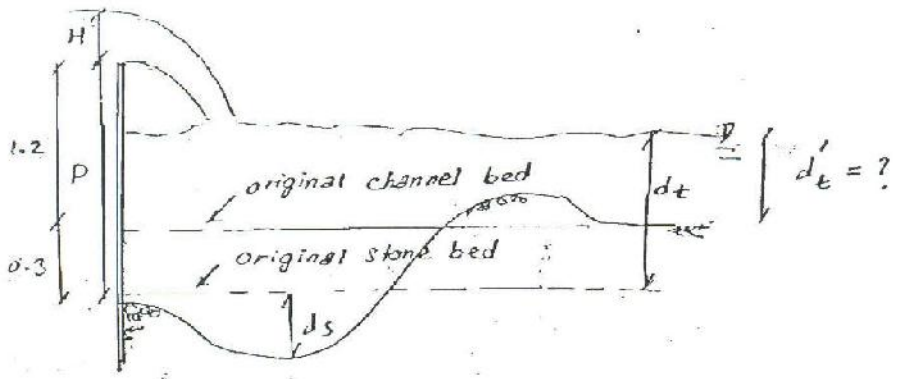
$\alpha = 1$

$\alpha = 1/3$

$\alpha = 2$

www.ttnar.ir

سوال ۴



$P = 1.2 + 0.3 = 1.5\ m$

$d_m = 0.25\ m$

$d_s = 0.45\ m$

$q = 0.88\ m^3/s/m$

$$H = \left(\frac{q}{c}\right)^{2/3} = \left(\frac{0.88}{1.84}\right)^{2/3} = 0.61\ m$$

$$\frac{P}{d_m} = \frac{1.5}{0.25} = 6$$

$$\frac{H}{P} = \frac{0.61}{1.5} = 0.41$$

$$\frac{d_s}{P} = 0.3$$

برای شکل ذوب از نمودار $\frac{P}{d_m} = 6, 12, 24$

Fig 4 $\rightarrow$ $\frac{d_t}{P} = 0.63 \Rightarrow d_t = 0.94$

$\Rightarrow d_t' = 0.94 - 0.3 = 0.64$

www.ttnar.ir

فصل ۷

سوال ۵ :

$Q = 1.113\ m^3/s$

$D_o = 800\ mm$

$Z = 1.6\ m$

$d_t = 0.64\ m$

$d_m = 180\ mm$

} داده‌های مسئله

$\frac{Q}{D_o^{5/2}} = 2.5$

$\frac{d_t}{D_o} = 0.8$

$\frac{d_m}{D_o} = 0.225$

$\frac{Z}{D_o} = 2$

} $\rightarrow$ P. 233 $\rightarrow$ $\frac{Q}{D_o^{5/2}}$ { 1.66 / 2.5 / 3.33 } سه تا نگه‌داری

$\rightarrow$ Fig 7 : $\frac{d_s}{D_o} = 1.15$

$\Rightarrow d_s = 0.92\ m$

$Y = Z + d_s = 0.92 + 1.6 = 2.52$

$\frac{Y}{D_o} = 3.15$

$\frac{Q}{D_o^{5/2}} = 2.5$

} $\Rightarrow$ Fig 11 P.237 : $\frac{X}{D_o} = 3.25 \Rightarrow X = 2.6\ m$

www.ttnar.ir