اگر سیستم کنترل در ورودی باشد، برای دسترسی باید یک برج و پل در بالادست ساخته شود.

در این برج، فشارهای ناشی از یخ، موج و باد مطرح می‌شود.

← هزینه‌های زیادی برای دسترسی نیاز خواهد بود. در نتیجه معمولاً سیستم کنترل را در ورودی قرار نمی‌دهند.

ـه به همین دلیل معمولاً سیستم‌های کنترل را در وسط سد قرار می‌دهند که دسترسی به آن آسان باشد. برای دسترسی یک چاهک حفر می‌کنیم ولی بالادست همیشه تحت فشار خواهد بود. این حالت معمول‌تر است.

◄ حال افت‌هایی که در سیستم تخلیه کننده داریم، بررسی می‌کنیم:

ω : قطر چاهک دسترسی h_w : سطح آب ایستابی در چاهک دسترسی

D_0 : قطر لوله اصلی

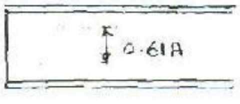
$\frac{h_w}{D_0}$ \ $\frac{\omega}{D_0}$	1	1.25	1.5	...
1.2	–	–	–	
1.6	–	–	– ← Kg	
>2	–	–	–	

← جدول صفحه 109

$$\boxed{h_g = K_g \frac{V^2}{2g}}$$

h_g : افتی که در چاهک کنترل داریم.

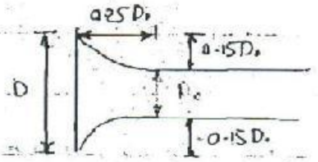
ـه سیستم ورودی:



در قسمت ورودی، لایه‌های جریان انقباض شدید زیادی خواهند داشت.

⇐ افت قابل ملاحظه‌ای در ورودی خواهیم داشت $(0.5\frac{V^2}{2g})$

- می‌توان برای جلوگیری از این افت در ورودی، دهانهٔ ورودی را مشابه وضعیت جریان بسازیم، که به آن حالت زنگی شکل (Bellmuth Inlet) گفته می‌شود.



$$\frac{\pi D_0^2}{4} = 0.61\,\frac{\pi D^2}{4}$$

$$\Rightarrow D = 1.28\,D_0 \simeq 1.3\,D_0$$

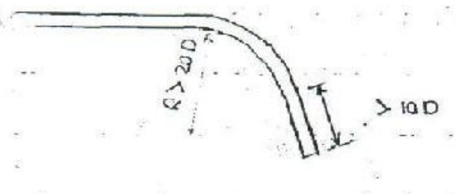
- در این صورت افت در قسمت ورودی به $0.05\,\frac{V^2}{2g}$ می‌رسد. یعنی افت 10 برابر کمتر می‌شود.

- یک دیگر قوس‌هایی است که در مسیر سیستم داریم. قوس‌ها به صورت افقی و قائم خواهند بود. این قوس‌ها در پلان قبل دیده می‌شوند.

- قوس‌های افقی باید دارای شرایط زیر باشند تا افتی رخ ندهد:

(قطر مقطع) 20 < شعاع قوس

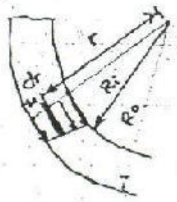
در قسمت خروجی به اندازهٔ 10 برابر قطر مقطع مسیر مستقیم داشته باشیم



در قوس‌های قائم اجرا این شرایط مدنظر نخواهد بود. معمولاً در قوس قائم می‌خواهیم که شعاع کم باشد تا اجرا آسان‌تر شود. یعنی ما افت را در قوس قائم می‌پذیریم تا اجرا ساده شود.

برای انتخاب شعاع قوس قائم باید معیاری داشته باشیم. بنابراین از اصول جریان عرضی استفاده می‌کنیم:

www.itnar.ir



$$\text{سرعت}\quad V=\frac{\overset{\text{عدد ثابت}}{K}}{\underset{\text{شعاع قوس}}{r}}$$

بیشترین سرعت در جایی است که کمترین فشار را داریم. با بدست آوردن بیشترین سرعت و محاسبه حداقل فشار، مقدار آن را با فشار مجاز ($-2\,m$) مقایسه می‌کنیم که اگر کمتر از آن نباشد این شعاع قوس مناسب است.

دبی در عرض واحد $q=\frac{Q}{B_o}\longrightarrow dq=v\,dr$

$$q=\int_{R_i}^{R_o}\frac{K}{r}\,dr=K\ln\frac{R_o}{R_i}$$

با استفاده از رابطه بدست آمده می‌توان مقدار K را محاسبه نمود.
سپس می‌توان با قرار دادن شعاع داخلی در رابطه ($v=\frac{K}{r}$) مقدار سرعت را که max است، بدست آورد.

$$\frac{P}{\gamma}+\frac{V^2}{2g}=\underset{h_L=0.1\frac{V^2}{2g}}{H-h_L}\;\Longrightarrow\;\boxed{\frac{P}{\gamma}=H-\frac{V^2}{2g}-h_L}$$

این رابطه، معیاری است که با استفاده از آن، قوس کانال را طراحی می‌کنیم.

از جدول صفحه 113 مقدار ثابت محاسبه می‌شود.

$\frac{R_i}{D_o}$ or $\frac{R_i}{B_o}$	○	□
0	—	—
0.5	—	—
1	—	—

$$h_b=K_b\frac{V^2}{2g}$$

◄ افت دیگری در لوله داریم که افت اصلی می باشد ← افت طولی لوله

رابطه دارسی - ویسباج : $h_f = \frac{fL}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$

رابطه مانینگ : $h_f = \frac{n^2V^2L}{R^{4/3}} = \frac{19.6\,n^2L}{R^{4/3}} \frac{V^2}{2g}$

← در کل چهار افت در سیستم داریم که عبارتند از :

۱) افت در چاهک کنترل ...... ۳) افت در قوس

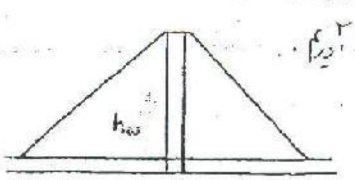
۲) افت در ورودی ...... ۴) افت طولی لوله

$$h = h_e + h_b + h_g + h_f + \frac{V^2}{2g}$$

$$\boxed{h = (K_e + K_b + K_g + K_f + 1)\frac{V^2}{2g}}$$

← تنها مجهول این رابطه سرعت می باشد که با محاسبه آن می توان دبی را بدست آورد.
در این روابط V همان سرعت متوسط در لوله است

! برای بدست آوردن Kg از روی جدول نیاز به hw داریم ... hw تابعی از جریان در لوله خواهد بود. اگر جریان نداشته باشیم، hw هم سطح آب دریاچه خواهد بود. ولی وقتی hw پائین تر از سطح آب دریاچه است یعنی در سیستم، افت داریم. بنابراین برای محاسبه hw باید ابتدا افت در ورودی و افت در قوس و افت طولی تا چاه را بدست آوریم.

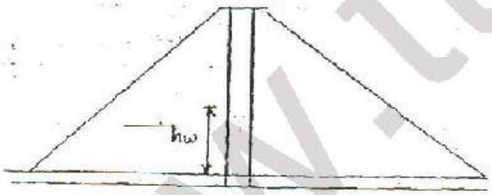


در این صورت باید با یک روش تکراری مقدار Kg را بدست آوریم.

ولی باید توجه داشت که اگر ارتفاع آب در مخزن بیش از 3-4 برابر قطر لوله باشد، در این صورت $\frac{h_w}{D_o} > 2$ خواهد بود و مقدار Kg مستقل از h_w می‌شود. در نتیجه برای محاسبه Kg نیازی به تکرار نداریم.

! در قسمت ورودی با ساخت شکل زنگی شکل، افت 15 برابر کاهش می‌یابد. ولی این کاهش افت فشار باعث افزایش 15 درصدی دبی می‌شود.

← ممکن است برای این افزایش کم در دبی، هزینه زیاد برای ساخت این شکل برای قسمت ورودی را نپذیریم.



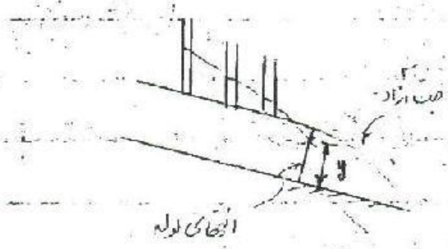
$$H = \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{V^2}{2g}$$

← اگر افتی در کل سیستم نداشته باشیم، سطح آب در چاه در تراز $(H - \frac{V^2}{2g})$ قرار خواهد گرفت که مقدار ثابتی خواهد بود.

← اگر بالادست و پایین‌دست سیستم تخلیه‌کننده مستغرق باشد، اختلاف سطح آب در بالادست و پایین‌دست برابر با مقدار h خواهد بود.

ولی چون ما می‌خواهیم سیستم تخلیه‌کننده بیشترین دبی را از خود عبور دهد، بنابراین نباید پایین‌دست مستغرق باشد، در غیر این صورت طرح اشکال دارد. خروجی سیستم باید به صورت جت آزاد (Free jet) عمل کند.

با انجام آزمایش و قرار دادن یک سری پیزومتر در طول لوله به این نتیجه رسیده اند که خط عبوری از سطح آب در پیزومترها، نقطه‌ای را در داخل لوله قطع می‌کند که مقدار آن را می‌توان از جدول صفحه 115 بدست آورد.


سطح آزاد
y
انتهای لوله

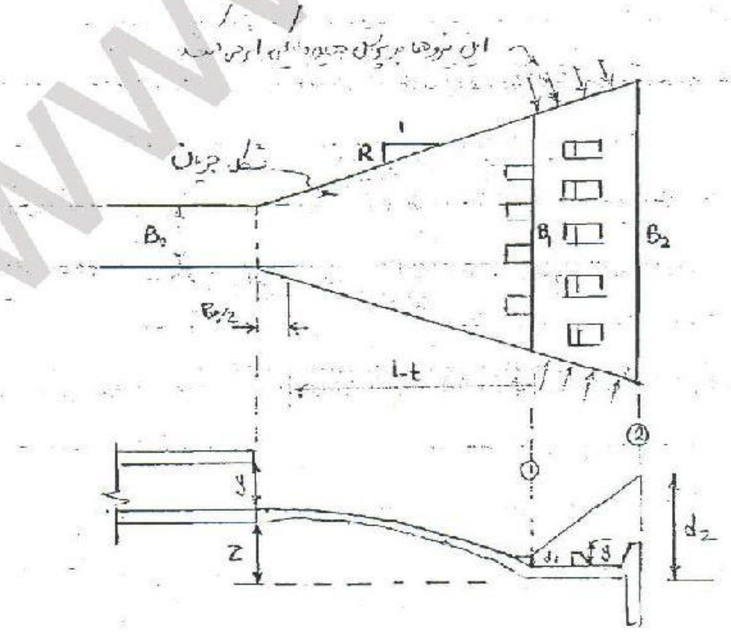
		1	1.2	1.4
y/D_0	I	—	—	—
y/B_0	II	—	—	—
y/B_0	III	—	—	—

(I) لوله دایره‌ای ○

(II) لوله مربعی و صفحه support شده (یعنی در انتهای لوله، کف صفحه داریم) ☐

(II) لوله مربعی و صفحه support نشده ☐

→ Outlet Structures


این نیروها به شکل جهت‌دار ایجاد می‌شوند
شکل جریان
R
1
B_0
B_1
B_2
$B_0/2$
L-t
①
②
y
Z
d_1
d_2

هدف اصلی از ساخت سازهٔ خروجی ، اتلاف انرژی در خروجی می باشد .

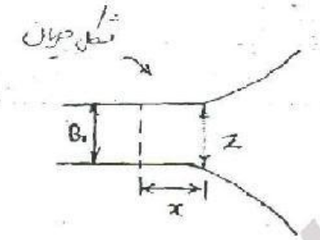
در اینجا خروجی ، لوله یا box است که حدود 1-2 m ارتفاع دارد .

⇐ نمی توان در خروجی حوضچهٔ آرامش ساخت وگرنه خیلی عریض و عمیق می شود .

حوضچهٔ آرامش در اینجا کمی متفاوت است و عرض شوت در طول آن متغیر است

$$L_t = \frac{B_1 - B_0}{2} \Rightarrow (\text{total length}) = L_t + B_0/2$$

رابطهٔ آئین نامه برای تعیین اولیه B_1 : $B_1 = 1.1\,Q$ (سیستم متریک)



$$\frac{Z}{B_0} = \left(\frac{x}{B_0 F_0}\right)^{3/2} + 1$$

عدد فرود خروجی جریان

اگر انتظار داشته باشیم ، جریان در انتها عرض B_1 را داشته باشد ، شیب دیواره برابر خواهد بود با :

$$R = C\,\frac{\left(\frac{B_1}{B_0} - 1\right)^{1/3}}{2F_0}$$

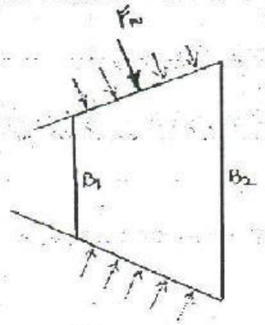
بهتر است دیواره را به همان صورت قوسی که شکل جریان است بسازیم ولی به دلیل مشکل بودن اجرا و هزینهٔ زیاد ، دیواره را به صورت خطی می سازیم .

در این حالت بین جریان و دیواره فاصله وجود دارد که سبب ایجاد جریان چرخشی و آشفتگی در این فاصله می گردد و افت قابل توجهی ایجاد خواهد شد .

⇐ آئین نامه پیشنهاد می کند مقدار c را از رابطهٔ زیر بدست آوریم :

$$C = \frac{2F_0}{4.5 + 2F_0} \Rightarrow R = \frac{\left(\frac{B_1}{B_0} - 1\right)^{1/3}}{4.5 + 2F_0}$$

◄ در اینجا هم لازم است عمق جریان پس از پرش (d_2) را بدست آوریم :



در حوضچهٔ آرامش سرریزها، این نیروهای وارد بر دیواره را در پرش هیدرولیکی در نظر نمی‌گرفتیم. چون یکدیگر را خنثی می‌کردند. ولی در اینجا باید آنها را وارد روابط کنیم

$$P_2 - P_1 = Q\rho(v_1 - v_2) + \frac{2F_w R}{\sqrt{1+R^2}}$$

$$B_2 \gamma \frac{d_2^2}{2} - B_1 \gamma \frac{d_1^2}{2} = Q^2 \rho \left(\frac{1}{B_1 d_1} - \frac{1}{B_2 d_2} \right) + \frac{2F_w R}{\sqrt{1+R^2}} \qquad (*)$$

$$F_w = \gamma \bar{y} \, (3d_2)\,(d_1 + d_2)/2$$

$$\bar{y} = \frac{d_1^2/2 + (d_2 - d_1)\left[d_1 + (d_2 - d_1)/3\right]/2}{d_1 + (d_2 - d_1)/2}$$

در رابطهٔ $(*)$ تنها مجهول d_2 می‌باشد.

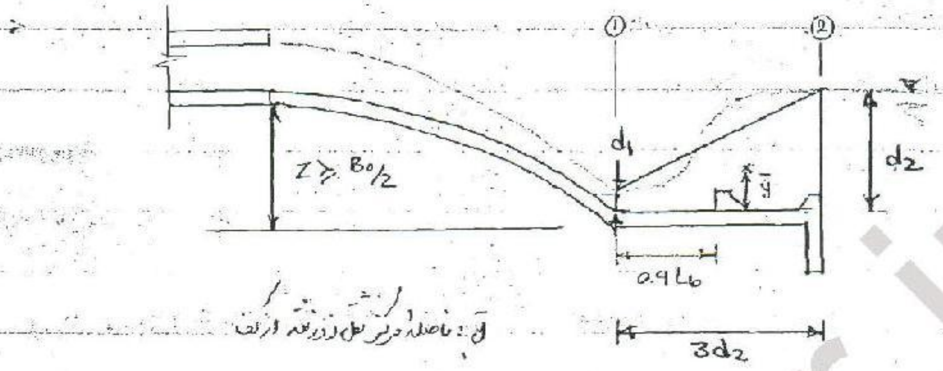
آزمایشات رابطهٔ ساده‌تری برای محاسبهٔ d_2 پیشنهاد می‌کند :

$$\boxed{d_2 = 0.45\left(\sqrt{8F_1^2 + 1} - 1\right) d_1}$$

+ حداقل شیب در انتهای شوت $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$ است. (معمولاً $\frac{1}{4}$)

+ شوت مماس بر انتها است. در نتیجه نیاز به قوس قائم است تا به پایین دست برسیم. طراحی این قوس قائم مشابه به همان چیزی است که برای سرریزها گفته شد. (به جای g از $\frac{2}{3}g$ در روابط حرکت پرتابی استفاده می‌کنیم.)

www.ttmar.ir



$\bar{y}$: فاصله مرکز ثقل از زیر لبه ارتفاع

← باید عمق را در ابتدای حوضچه (d_1) بدست آوریم ... این عمق از روی انرژی در محل مقطع محاسبه می‌شود.

اگر افت نداشته باشیم : $E_1 = Z + y + \frac{V^2}{2g}$

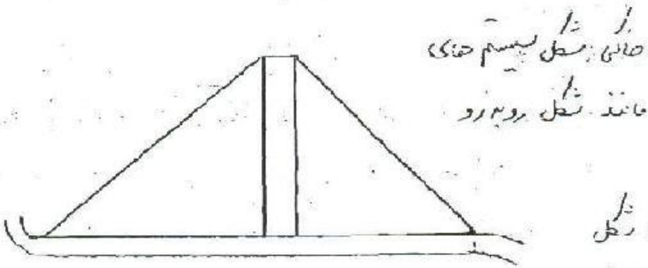
اگر افت داشته باشیم معادله انرژی حاصل بر روی سطح آب مناسب نیست.

⇐ آنگاه باید افت‌ها را کم کنیم افت را از رابطه زیر بدست آوریم:

$$h_L = 0.15 \frac{V^2}{2g} \Rightarrow E_1 = Z + y + \frac{V^2}{2g} - h_L$$

$$d_1 = \frac{q}{\sqrt{2g(E_1 - d_1)}} \quad , \quad q = \frac{Q}{B_1}$$

با استفاده از این روابط و سعی و خطا می‌توان d_1 را بدست آورد.

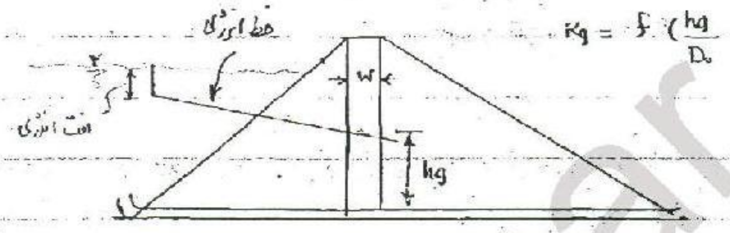


← در سدهای خاکی شکل سیستم‌های تخلیه کننده مانند شکل روبرو است.

در سدهای بتنی شکل سیستم متفاوت خواهد بود.

◄ جمع بندی

$$h = (\underset{\text{افت ورودی (0.5 تا 0.05)}}{K_e} + \underset{\text{افت در قوس‌ها}}{K_b} + \overset{\text{جدول شماره 2}}{K_g} + \underset{\text{جدول شماره 1}}{K_f} + 1)\frac{V^2}{2g}$$



$$K_g = f\left(\frac{hg}{D_0} + \frac{w}{D_0}\right)$$

اگر لازم باشد Kg را با تکرار بدست آوریم. باید ابتدا y را در خروجی حدس بزنیم. y تابعی از عدد فرود است و عدد فرود هم تابعی از سرعت.

حدس اولیه : $y = 0.75\,D$ یا $0.75\,Z \longrightarrow B \longrightarrow Z$

تکرار ادامه می‌دهیم

ادامه شنبه ۴ آذر

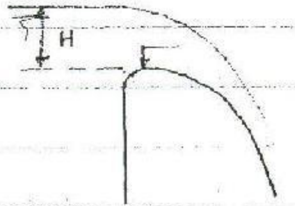
(9)

Chapter IV _ Gates

← کار دریچه کنترل جریان است و دو نوع می‌باشد: یکی دریچه‌هایی که بر روی سرریزها نصب می‌شوند و دریچه‌هایی که در خروجی نصب می‌شوند.

_ Spillway Gates

_ Outlet Gates



← در سرریزها برای عبور آب باید هدی تشکیل شود.

$$Q = C\,L\,H^{3/2}$$

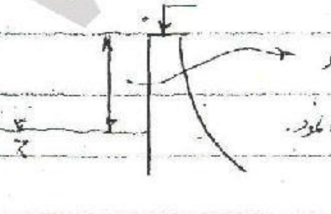
این هد، حجم قابل ملاحظه‌ای را به خود اختصاص می‌دهد که از آن استفاده‌ای نمی‌کنیم.

ما سرریز را برای دبی ۱۰,۰۰۰ ساله طراحی می‌کنیم ... در نتیجه این تراز آب هیچ وقت اتفاق نمی‌افتد مگر در شرایط خاص.

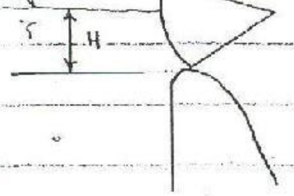
در این شرایط هم باز چون استفاده‌های معمول هم از سد انجام نمی‌شود، در نتیجه نمی‌توان استفاده‌ای از این هد کرد.

این هد ممکن است حجمی بیشتر از حجم مخزن داشته باشد. هم چنین هزینه‌ی عملیات ساخت سد در ارتفاع‌های زیاد، بیشتر هم می‌شود.

⇐ این مشکل را می‌توان با قرار دادن دریچه حل نمود.

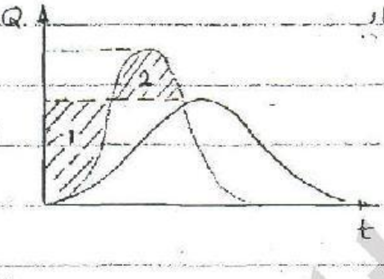

این حجم هیچ وقت پر نمی‌شود و
از حجم تشکیل شده هم نمی‌توان استفاده نمود.

با قرار دادن دریچه بر روی سرریز در وقتی که از آن استفاده نمی‌کنیم، می‌توانیم از هد تشکیل شده برای تولید برق استفاده کنیم.



با قرار دادن دریچه می‌توانیم ارتفاع آب را تا حدی که طراحی را برای آن انجام داده‌ایم بالا آوریم بدون آنکه سیلابی رخ داده باشد.

⇐ می‌توانیم از این حجم برای تولید برق استفاده کنیم



حال باید ببینیم آیا بالابردن تراز در هنگام سیلاب مشکلی ایجاد می‌کند یا نه!

بدترین شرایط را در نظر می‌گیریم که سیل همین الان رخ داده و می‌خواهیم از زمان صفر، حداکثر دبی را از سیستم تخلیه کنیم

اگر دریچه نبود، مجبور بودیم صبر کنیم تا حجم مورد نیاز تشکیل شود تا آب عبور کند. ولی در این حالت می‌توان با سرعت بیشتری دبی را تخلیه کنیم

حجم ۱ > حجم 2 ⇐ دبی زودتر تخلیه می‌شود

ولی بهره‌بردار نباید اجازه دهد که هر دبی از سیستم عبور کند. چون اگر سیلاب 10،000 ساله از سرریز عبور کند، در پایین‌دست خرابی به بار می‌آورد و ما سد را برای جلوگیری از خرابی در پایین‌دست می‌سازیم.

با توجه به سیستم‌های هشداردهنده سیلاب، معمولاً بهره‌بردار 24 تا 48 ساعت قبل از وقوع سیلاب به آرامی مخزن را تخلیه می‌نماید

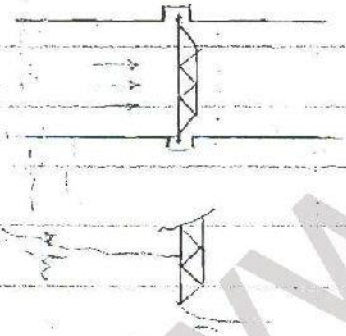
می‌توان قسمتی از دریچه را باز نگه داشت و دبی کمی را عبور داد تا سیستم تخلیه شده.

→ Type of Gates

Sliding	کشویی
Vertical lift	بالابری در جهت قائم
Radial	شعاعی
Rolling	غلتشی
Drum	طبلی

→ Plane Sliding Gate (دریچه کشویی مسطح)

برای موارد کوچک که دریچه زیاد اهمیت ندارد، استفاده می‌شود.

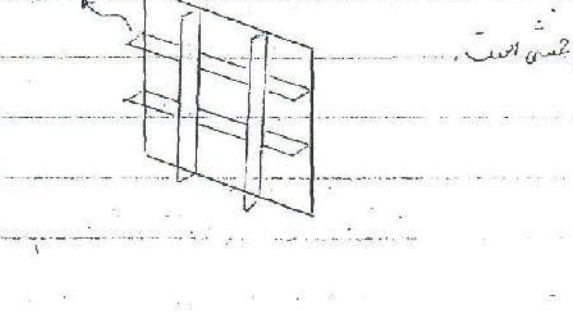


← برای بالا و پایین بردن دریچه نیاز به نیروی خاصی می‌باشد. چون نیروی اصطکاک تکیه‌گاه از وزن دریچه خیلی بیشتر است و اگر آن را رها کنیم به تحت وزن خود بسته نمی‌شود

← اگر دریچه اهمیت داشته باشد آن را به صورت تیرهای عرضانی می‌سازند که کار باربری خمشی را به عهده می‌گیرد

ولی اگر دریچه کم اهمیت باشد، تکیه سری تیر در جهت افقی و طولی قرار می‌دهیم

وظیفه تسمه‌ها، سختی دادن به صفحه نازک برای تحمل بار خمشی



المان دریچه در پلان مانند تیر خمشی است.

آب‌بندی دریچه

← وظیفه دریچه کنترل جریان می‌باشد پس بستن جریان هم یکی از وظایف آن خواهد بود ⇐ باید دریچه آب‌بندی شود.

در این دریچه‌های کشویی به علت نیروی زیاد وارد شده به دریچه و اصطکاک زیاد در تکیه‌گاه‌ها آب‌بندی به طور کامل صورت می‌گیرد

← مهم‌ترین پارامتر طراحی این دریچه، نیروی لازم برای باز و بسته کردن دریچه می‌باشد.

$$F = \underbrace{W}_{\text{وزن دریچه}} + N\tan\varphi$$ ← برای دریچه کشویی

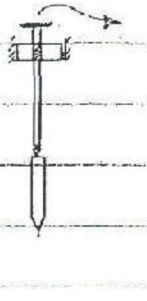
N: کل نیرویی که از هیدرواستاتیک به دریچه وارد می‌شود

$$N = \gamma \bar{h} A$$

$\bar{h}$: فاصله مرکز ثقل صفحه‌ای که نیروی هیدرواستاتیک به آن وارد می‌شود تا کف

نیرو را 50% افزایش می‌دهیم ← $S.F = 1.5$ ضریب اطمینان

چون ممکن است به دلیل اصطکاک در تکیه‌گاه‌ها زیاد شود.



دستگیره

با چرخاندن دستگیره می‌توان دریچه را بالا و پایین برد

سرعت دریچه $= 5 - 10\ \text{cm/min}$

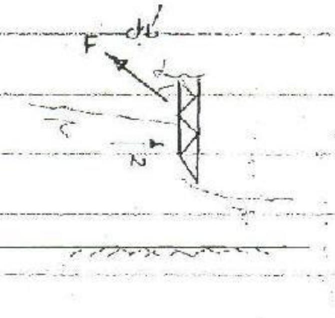
www.ttrar.ir

- به هر کدام از تکیه گاه‌ها نیروی $\frac{N}{2}$ وارد می‌شود $2\left(\frac{N}{2}\right) = N$

اگر تکیه گاه‌ها دارای سطح مقطع متفاوت باشند باید در محاسبه نیروها لحاظ شود

- اگر نیرویی به دریچه وارد شود که بر روی مقدار F تاثیر می‌گذارد باید در محاسبات آن را اعمال کرد

مثلاً اگر دریچه را با کابلی به صورت نشان داده شده بالا بکشیم



مولفه افقی نیروی کابل مقدار N را کم می‌کند

و مولفه قائم برابر با نیروی وزن + مقدار کاهش

یعنی N x tanφ خواهد شد.

$$F C\alpha = N + (N - F\sin\alpha)\tan\varphi$$

→ Self Closing Vertical Lift

این دریچه‌ها در جهت قائم حرکت می‌کنند و با وزن خودشان بسته می‌شوند.

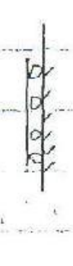
بین دیواره و دریچه چرخ‌هایی را قرار می‌دهند تا اصطکاک کاهش یابد و دریچه بتواند تحت اثر وزن خود بسته شود.

→ Caterpilar or rolling train

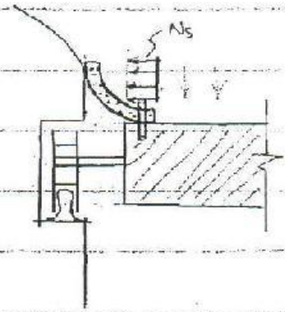
اگر چرخ‌ها هم به همراه دریچه حرکت کنند به آن قطار غلتشی گفته می‌شود.

→ Fixed wheel

به دریچه، چرخ‌های ثابت وصل می‌شود



- در حالتی که چرخ ثابت داریم، جزئیات دریچه به صورت زیر خواهد بود:



نوع دیگری از ضریب اطمینان

Caterpilar → $HC = 1.5(W + \mu_s N_s + 0.05N)$

چرخ ثابت: $HC = 1.5\left[W + \mu_s N_s + N\left(\frac{\mu_a \cdot r}{R} + \frac{\mu_r}{R}\right)\right]$

- وقتی چرخ می‌گذاریم، کمی از آب از کنار دریچه بیرون می‌آید. دریچه باید برای آب‌بندی دریچه فکری بکنیم. به این منظور، معمولاً یک باند لاستیکی را بر روی دریچه نصب می‌کنند که بر روی سطح تکیه‌گاه حرکت می‌کند.

نیروی اصطکاک ایجاد شده کمتر از سایر نیروهای استاتیک وارده است و مانع از حرکت دریچه نمی‌شود.

μ_s: ضریب اصطکاک بین لاستیک و دیواره بتنی

N_s: مجموع نیرویی که موجب ایجاد اصطکاک می‌شود

(چون N_s کوچک است ⇐ نیروی اصطکاک کم است)

$\mu_a = 0.3$ for plain axles

(μ_a: اصطکاک بین محور و چرخ)

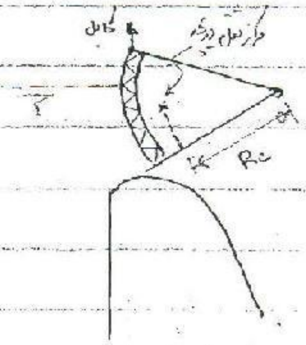
$\mu_a = 0.01$ for ball bearing

وقتی از بلبرینگ استفاده می‌کنیم، ضریب اصطکاک کاهش می‌یابد.

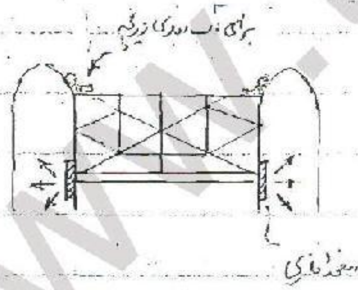
$\mu_r = 0.001$ μ_r: اصطکاک بین چرخ و ریل

→ Radial Gates (دریچه‌های قطاعی)

معمولترین دریچه‌ها در سیستم‌های هیدرولیکی هستند. صفحه دریچه قسمتی از استوانه است و چون در راستای نیروهای هیدرواستاتیک قرار می‌گیرد با بالا کشی کابل توقف را بسته باشد. بیشتر وزن دریچه هم در صفحه متمرکز شده بود.



از ویژگی‌های بارز دریچه قطاعی این است که کل نیروها به محوری در مرکز دریچه منتقل می‌شوند و این محور، نیروها را به دیواره‌های کنار سیستم منتقل می‌کند. قطر این محور معمولاً حدود 30 cm است. این محور باید بار زیادی تحمل کند و از نوع فولاد خاصی است چون باید نیروهای زیادی را با مقاومت کم تحمل کند.



برای آب بندی لبه‌های کناری دریچه‌ها از لاستیک فشرده یا [illegible] استفاده می‌کنیم و در فشاره لاستیک را به دریچه می‌چسبانیم که روی دیواره بلغزد.

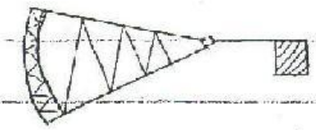
برای اینکه نیرو مستقیماً وارد بتن نشود و در کل پخش شود از این صفحه فلزی استفاده می‌کنیم.

← نیروی لازم برای بالا بردن دریچه:

$$HC = 1.5\left[\frac{W.R_c}{R} + \frac{\overset{\text{اصطکاک بین محور و چرخ}}{\mu_0}\,P.\overset{\text{شعاع محور}}{r}}{\underset{\text{شعاع قطاع}}{R}} + \mu_s N_s\right]$$

هرچه R_c کمتر باشد، نیروی لازم برای بالا بردن دریچه کمتر می‌شود.

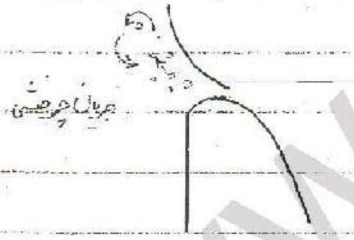
P = مقدار کل نیروهای هیدرواستاتیک که به محور می‌رسد.



◄ در این حالت مرکز ثقل دریچه بر محور نزدیک می‌شود و Re کم می‌شود. چه نیروی زیادی برای بازکردن دریچه لازم نیست. فقط مشکل این است دریچه نمی‌تواند با وزن خودش بسته شود. همچنین باید توجه کنیم که وزن این وزنه تا حدی باشد که Re خیلی کم نشود.

◄ تأثیر وزنه بر نیروی بالا برنده ← افزایش W و کاهش Re

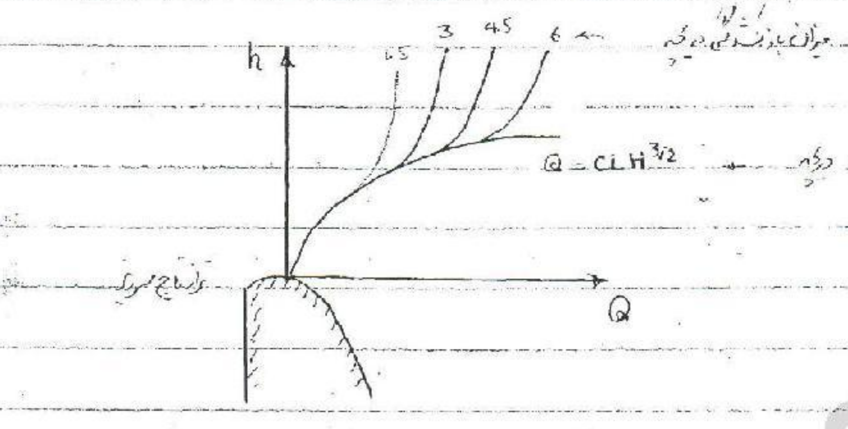
◄ باید به طور جدی از امکان یخ زدگی در جلوی دریچه جلوگیری کنیم. چون فشاری که یخ به دریچه وارد می‌کند موجب منهدم شدن آن می‌گردد.



برای جلوگیری از یخ زدگی دریچه، روی سرریز لوله‌هایی قرار داده و توسط آن، هوا دمیده می‌شود که به صورت حباب‌های هوا از لوله خارج می‌شوند. این حباب‌ها ایجاد جریان چرخشی می‌کنند که موجب می‌شود آب گرمتر که در عمق است بالا بیاید. روش دیگر استفاده از المان‌های الکتریکی است که آب را گرم می‌کند.

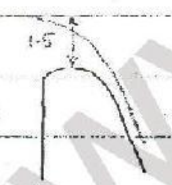
◄ از کمیت‌های مهم دیگر در این دریچه‌ها منحنی‌های دبی ـ ابسل می‌باشد. با باز و بسته شدن دریچه، دبی‌های مختلفی عبور می‌کند. دو عامل در اینجا مهم است: یکی میزان باز و بسته شدن دریچه، و دیگری تراز سطح آب در مخزن.

www.tinar.ir



اگر دریچه به اندازه 1.5 m باز باشد و تراز آب در مخزن 1 m باشد دریچه تاثیری ندارد و از نمودار باید استفاده می‌شود. ولی اگر سطح آب 2 m باشد، میزان دبی کمتر می‌شود چون دریچه به صورت مانع عمل می‌کند.

منحنی های مربوط به میزان بازشدگی دریچه از جایی شروع می‌شوند که تراز آب بالاتر از میزان بازشدگی است.

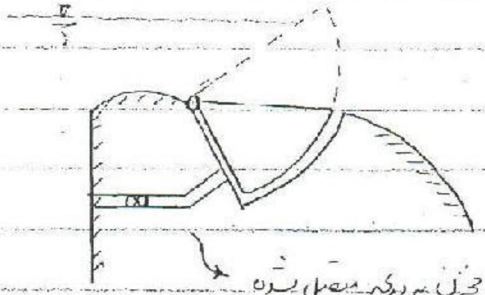


توجه: ارتفاع آب بر روی سرریز برابر با تراز سطح آب در مخزن نیست. چون کاهش سطح آب به دلیل سرعت گرفتن جریان است، در نتیجه مقدار کاهش سطح آب برابر با $\frac{V^2}{2g}$ خواهد بود.

اگر دریچه به اندازه 1.5 m باز باشد، چون سطح آب بر روی سرریز در حدود 1.3 m قرار می‌گیرد، بنابراین مشکلی به وجود نخواهد آمد.

→ Drum Gates

این نوع دریچه در سدهای وزنی استفاده می‌شود، در قسمتی از بدنه سد که یک سازه توخالی تعبیه شده.
صرفاً با فشار آب داخل مخزن خود به سمت بالا و پایین می‌رود.

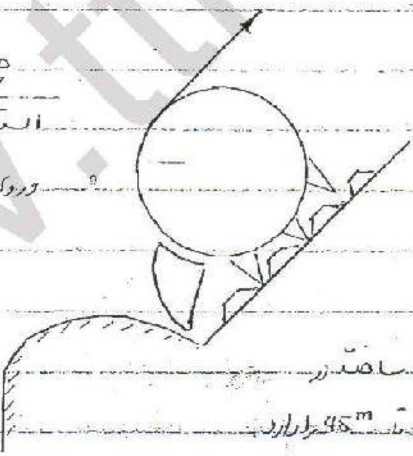


حسن این دریچه: بار به صورت یکنواخت
می‌شود و در نتیجه دریچه محدودیت عرض
ندارد. چون نیروی آب به مرکز دوران
وارد می‌شود

سیستم محرک به دریچه متصل شده
باعث بالا و پایین رفتن آن می‌شود

← در این دریچه‌ها چون سطح آزاد داریم جلوی آشغال‌ها را نمی‌گیرد

→ Rolling Gates

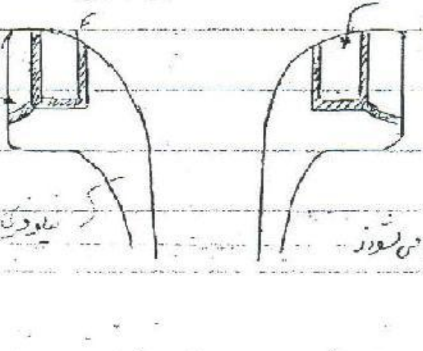


چرخ دنده‌های ثابت روی پایه نصب می‌شود.
استوانه توسط نیروی بالایی کشیده می‌شود و
روی چرخ دنده‌ها حرکت می‌کند

ایراد عمده این دریچه این است که
به دلیل بالا بودن قطر استوانه،
بارگیری جسمی آن بالاست

این دریچه قابلیت ساخت در
دهانه‌های بزرگ تا 45^m را دارند

→ Ring Gates



یکی از دریچه‌هایی که در
سرریزهای نیلوفری استفاده می‌شوند

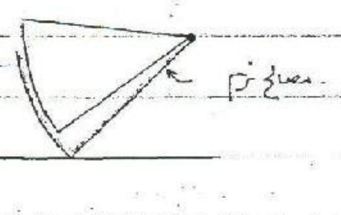
◄ دریچه های تخلیه شده

1) اولین مشکل در این دریچه ها، آب شکن است. در یک تخلیه شده ها جریان بسیار کمی مسئله است. ولی در سرریز این مسئله نیست. به همین دلیل در اینجا به جای 3-4 lit/s در سرریز، به دلیل هد زیاد به 400-500 lit/s می رسیم.

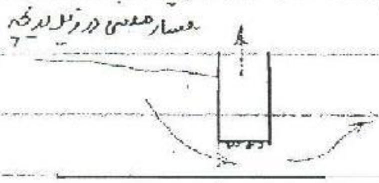
هم چنین تمام قسمت های سیستم تخلیه شده با آب در تماس است.

(دریچه های کشویی که در سیستم های تخلیه کننده مورد استفاده قرار می گیرند. معمولاً از دریچه های قطاعی استفاده می شود.)

راه حل: دور تا دور دریچه خالی می سازیم و مصالح نرمی درون آن قرار می دهیم (لاستیک سخت یا فلزات نرم). وقتی دریچه می خواهد بسته شود، موتورهای مکانیکی دریچه را به جلو هل می دهند تا دریچه در پوشش نرم فرو برود. در نتیجه دریچه آب بندی می شود.

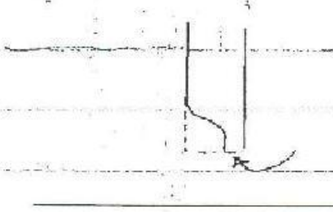


۱۲- مشکل بعدی، بحث بالابری است. چون فشار بیشتری داریم در نتیجه نیروی بیشتری برای بالابری لازم است.



مشکل دیگر در بالابری این است که در زیر دریچه فشار منفی ایجاد می‌شود و دریچه را به سمت پایین می‌کشد. (ورود مکش)

راه حل: هندسه دریچه را به گونه‌ای طراحی می‌کنیم که فشار منفی به حداقل برسد.



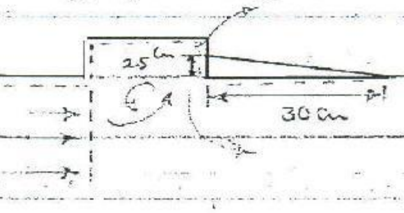
فشار منفی حداقل می‌شود. ← معادل سطح آزاد

۱۳- مشکل کاویتاسیون یا خلأزایی

وقتی جریان آشفتگی زیادی دارد، نوساناتی در پارامترهای هیدرودینامیکی رخ می‌دهد که یکی از آنها نوسانات فشار است. فشار در اثر این نوسانات به فشارهای خیلی منفی می‌رسد و حباب‌های خلأ ایجاد می‌شوند و وقتی به فشار خلأ می‌رسند منفجر می‌شوند و خرابی‌های زیادی را به بار می‌آورند.

در دریچه معمولاً در شکاف‌هایی که برای نصب دریچه ایجاد می‌شود، کاویتاسیون رخ می‌دهد.

دلایل کاویتاسیون: در اثر انحنا یا تنداب و وجود شکاف، سطح غیر تراز و آشفتگی جریان.



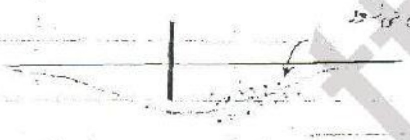
راه حل: این لبه‌ها را کج می‌کنند در فاصله 30cm پس از شکاف، 2.5cm هندسه را تغییر دهیم تا خطر کاویتاسیون کاهش یابد.

؟. برای هدهای بیشتر از 75^m این راه جواب نمی دهد و حتی الامکان باید از ایجاد شوک در مسیر جریان خودداری کنیم.

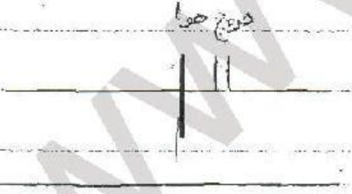
۱۲. مشکل لرزش

بعد از تعبیه دریچه در سیستم های تخلیه شده، وقتی دریچه بسته است لرزش نداریم. ولی وقتی دریچه باز است، آب با سرعت زیادی از زیر دریچه عبور می کند، در نتیجه جریان پس از دریچه به صورت پرش هیدرولیکی در می آید و هوا در فاصله ایجاد شده وارد می شود و چون تبادل هوا با سطح آب انجام می شود، فشار منفی و خلأ در این ناحیه رخ می دهد و مکش ایجاد می شود. ممکن است با رسیدن هوا، مکش از بین رفته و دوباره همین مشکل تکرار شود.

⟸ بر اثر این نوسانات، لرزش های بسیار زیادی در دریچه ایجاد خواهد شد.



راه حل: گذاشتن راه خروج هوا بلافاصله پس از دریچه.



معمولاً هوای زیادی خارج می شود چون سرعت جریان خیلی زیاد است و پرش هیدرولیکی ثابت نیست و ممکن است پیش رونده باشد. این عوامل سبب می شوند هوا به سرعت خارج شود.

$$\frac{Q_a}{Q} = 0.04(F-1)^{0.85}$$

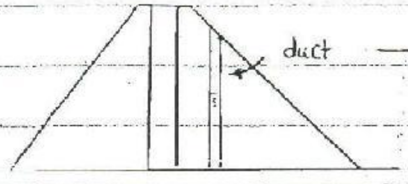
دبی هوا / دبی جریان

با استفاده از رابطه بالا، تخمین اولیه ای از هوای تخلیه شده از سیستم بدست می آوریم و برای طراحی duct از این دبی استفاده می کنیم.

۵) دسترسی به این دریچه‌ها نسبت به دریچه‌هایی که روی لوله هستند سخت‌تر است.

راه حل: گالری‌هایی حفر می‌کنند تا بتوان از طریق آن به دریچه دسترسی پیدا کرد.

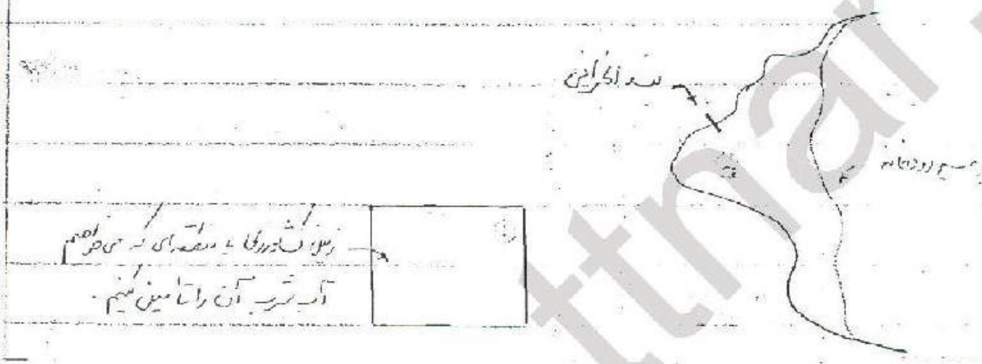
وقتی دریچه بسته است از پایین دست می‌توان به دریچه دسترسی پیدا کرد ولی دسترسی به بالادست مشکل است و از غواص استفاده می‌کنند.



→ مجال راه خروج هوا است و
نیاز به تجهیزات ویژه‌ای ندارد.
(آب می‌تواند در لوله بالا بیاید)

Chapter V _ Diversion Works

وظیفه سدهای انحرافی . فقط تأمین حالت آبگیری از رودخانه است که به طور ابتدایی نوسانی دارد تحویل می‌شود
گاهی اوقات دبی رودخانه شکل ناموزونی زمانی را دارد و در تمام فصول سال آب دارد و می‌خواهیم در
ماه‌های خاصی از سال ، دبی‌های مشخصی را برای کشاورزی برداریم .
در این صورت سازه‌های خاصی لازم است تا آب را از رودخانه دریافت کنیم و به محل مصرف برسانیم



سد انحرافی
مسیر رودخانه
زمین کشاورزی و منطقه‌ای که می‌خواهیم آب شرب آن را تأمین کنیم .

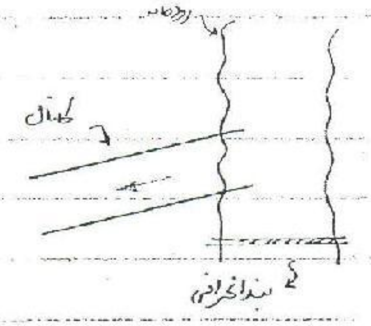
بین رودخانه و محل مصرف معمولاً اختلاف ترازی وجود دارد که ما به این اختلاف تراز احتیاج داریم .
چون می‌خواهیم همیشه از آب استفاده کنیم و استفاده دائمی از پمپ و تجهیزات برای رساندن آب
به صرفه نخواهد بود .

⇐ باید تمهیداتی در نظر بگیریم که آب با وزن خود به محل مورد نظر منتقل شود .

ممکن است محل مصرف از رودخانه 20 km فاصله داشته باشد و اگر شیب آن را حداقل 0.001
بخواهیم ، باید 20 m اختلاف تراز بین آنها داشته باشیم .

⇐ مقطع مناسبی را از رودخانه را انتخاب می‌کنیم که دارای این اختلاف ارتفاع با محل مصرف
باشد و در آنجا سد انحرافی می‌سازیم .

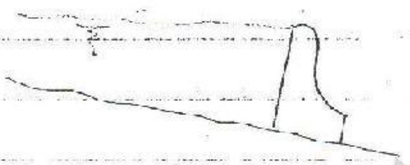
سد انحرافی مشابه سد است ولی با ارتفاع کم و وظیفه مخزن را هم ندارد یعنی برای
ذخیره آب از آن استفاده نمی‌کنیم .



می توانیم برای انتقال آب ، کانال بسازیم .
ولی ممکن است دبی که وارد کانال می شود
کم یا بیشتر از مقدار مورد نیاز باشد و یا سیلابی
رخ دهد و جلوی کانال بسته شود و اصلاً
آب انتقال پیدا نکند .

← یک سد انحرافی می سازیم تا سطح آب را در رودخانه تا تراز مشخصی بالا بیاورد .

در این صورت در تمام فصول سال تراز سطح آب
ثابت است و دبی مشخصی را قبل از ورود
آب به کانال داریم .



← عمده ترین دلیل ساخت سد انحرافی این است که سطح آب ثابتی را در رودخانه داریم .

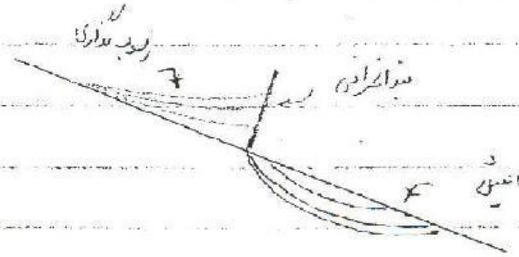
این سد انحرافی معمولاً شکلی شبیه به سرریز دارد که آب از روی آن عبور می کند و در کل عرض رودخانه تعبیه می شود . دلیل ساخت سد انحرافی در کل عرض رودخانه این است که ما می خواهیم حداقل تغییرات سطح آب را داشته باشیم . در نتیجه باید طول سرریز را به حداکثر برسانیم تا تغییرات سطح آب حداقل شود .

در این حالت ما سیستم طبیعی رودخانه ای را که پس از هزاران سال به تعادل رسیده است تغییر داده ایم در نتیجه طبیعت نسبت به ایجاد این تغییرات واکنش نشان می دهد و ممکن است با واکنش سیلاب مسیرش را تغییر دهد (مانند شکل صفحه قبل) و سد انحرافی بدون استفاده بماند .
یعنی سیستم انقلابی ایجاد شده که رودخانه می خواهد مورفولوژی خود را به حالت اولیه باز گرداند .

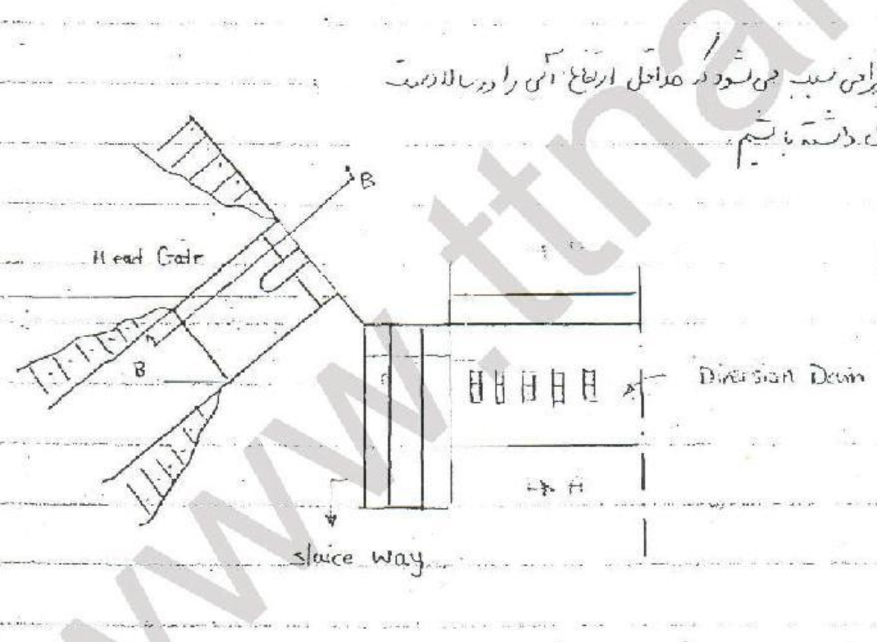
علاوه بر این مسئله ، دبی می تواند ظرفیت حمل رسوب را کم نماید و وقتی رودخانه به تعادل رسیده یعنی ظرفیت حمل رسوب در کل رودخانه یکسان است .
وقتی سد انحرافی می زنیم ، ظرفیت حمل رسوب در رودخانه تغییر می کند . در نتیجه قبل از سد انحرافی به رودخانه

ظرفیت حمل رسوب را از دست می‌دهد و رسوب ته‌نشین می‌شود. در این صورت جریان با رسوب کم از روی سد انحرافی عبور می‌کند و چون ظرفیت حمل رسوب آن بالاست، رسوب را از روی زمین می‌کند و با خود می‌برد.

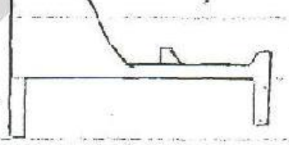
← باید این تغییرات در مورفولوژی رودخانه دیده شود.


رسوب گذاری
سد انحرافی
فرسایش

← سد انحرافی سبب می‌شود که حداقل ارتفاع آبی را در بالادست کانال داشته باشیم.


B
Head Gate
B
Division Dam
A
A
sluice way

section A-A



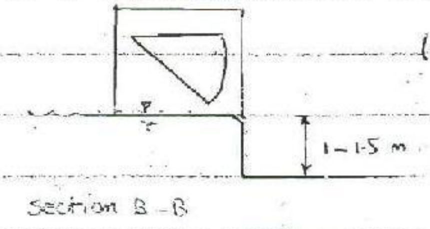
سرریز تشکیل شده است از یک سرریز اوجی که طراحی آن مشابه حوضچه پرتابه ای است و یک حوضچه آرامش.

قبل از کانال سیستمی را طراحی می‌کنیم که به آن head gate گفته می‌شود که شامل یک یا چند دریچه است که ورود آب به رودخانه را کنترل می‌کند.

چون ما الزاماً همیشه به آب احتیاج نداریم و همچنین چون هنوز هم تغییرات سطح آب

را داریم. در نتیجه برای کنترل تغییرات دبی نیاز به دریچه خواهیم داشت.

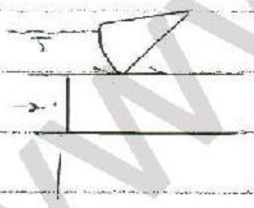
← کف کانال را 1-1.5 m بالا می‌آوریم تا از ورود رسوب به کانال جلوگیری کنیم. (جریان در انتها که رسوب کمتر وارد آبگیر می‌شود) اگر رسوب وارد کانال بشود، سطح مقطع کانال کاهش می‌یابد و کار لایروبی پیش می‌آید.



section B-B

← رسوباتی که در کف رودخانه ته‌نشین می‌شوند، توسط مسیرهایی خارج می‌شوند. این کار توسط sluice way صورت می‌گیرد. هر چند وقت، دریچه‌ها را باز می‌کنند تا رسوبات ته‌نشین شده در جلوی دهانه آبگیر تخلیه بشوند.

← زاویه آبگیری با مسیر رودخانه زاویه 45 می‌سازد و زاویه sluice way هم نسبت به رودخانه 90 یا 45 خواهد بود.



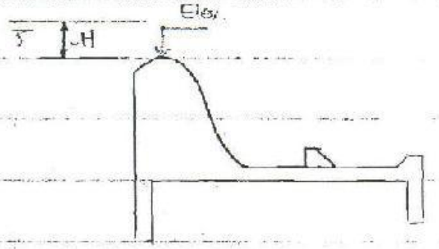
ممکن است در زیر دریچه‌ای که از آن آبگیری صورت می‌گیرد، کانال‌هایی ایجاد کنیم تا آب بتواند به مسیر اصلی باز گردد.

- Diversion Works
  - Diversion Dam
  - Intake Structure (Head Gate)
  - Sluice way
  - Fish way
  - log way
  - Navigation Lock

مسیری که برای کشتیرانی ایجاد می‌شود، چون سد انحرافی کشتیرانی را مختل می‌کند.

بند انحرافی

نکته مهم: در بند انحرافی، تراز تاج بند می باشد.



عمق آب در کانال

$$El_\omega = El_c + D + h - H$$

El_c : تراز کف کانال

El_ω : تراز تاج سرریز

← مقدار این تراز با توجه به تراز محل مصرف، دبی مأموری و مشخصات کانال (طول و ...) قابل محاسبه است.

h : اختلاف تراز آب در قبل از دریچه ها و بعد از دریچه ها

H : هد آب در پشت بند انحرافی

برای دبی مشخص با استفاده از این رابطه، می توان H را محاسبه نمود. ← $Q = CLH^{3/2}$

← تنها مقداری که مشخص نیست، h است. کم بودن این اختلاف هد، نیازمند دریچه های بزرگی می باشد، در نتیجه هزینه ها افزایش می یابد.

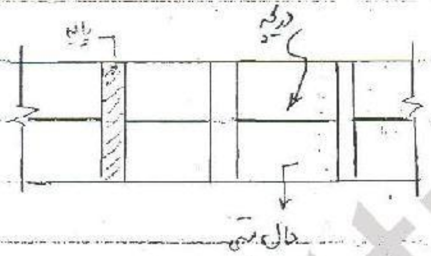
اگر دریچه ها را کوچک در نظر بگیریم، برای عبور دبی باید h را افزایش دهیم. در نتیجه تراز تاج سرریز و ارتفاع آن افزایش می یابد. در نتیجه آیین نامه مقدار زیر را برای h پیشنهاد می کند.

$h = 0.15 \sim 0.3$ m

← در انتهای این مسئله، یک تمرین است که با همان روابط ذکر شده در عمل قابل کنترل است.

- حل این است به جای بند انحرافی، یک سری دال بتنی در کف رودخانه قرار دهیم و پایه هایی را بر روی آنها ایجاد می‌کنیم. با نصب دریچه بین پایه‌ها، می‌توان در مواقعی که لازم است با بستن دریچه‌ها هد لازم را تأمین نمود. این روش به دلیل نگهداری و تعبیه دریچه، گران تمام می‌شود و معمولاً استفاده نمی‌شود. چون جریان در این روش از پایین تراز تاج عبور می‌کند، رسوبات را با خود می‌برد و نیازی به sluice way نداریم.

مشکل دیگر این روش این است که اگر دریچه‌ها نیمه باز باشند، بحث عبور اشغال‌های شناور از زیر دریچه‌ها مطرح می‌شود.



ما انتظار داریم در پشت بند انحرافی، با ورود سیلاب‌ها، پس از چند سال، پر از رسوب شود. ولی با تمهیداتی که انجام می‌دهیم، می‌توانیم از جمع شدن رسوبات جلوگیری کنیم.

- بحث دیگر طراحی طول بند انحرافی و ارتفاع cutoff های دو طرف می‌باشد.

در بند انحرافی ما به لحاظ هیدرولیکی خطراتی داریم. یکی بحث piping است، (شسته شدن ذرات ریز خاک در مسیر جریان آب و تشکیل لوله‌های باریک و ایجاد شبکه‌های توخالی در زیر زمین بر روی سیستم) و دیگری بحث زیر فشار می‌باشد.

در سال 1912، شخصی به نام Bligh روشی برای مواجهه با این مشکلات ارائه کرده است. Bligh فرض کرد که زیر فشار بین نقاط شکسته شده در شکل، خطی است و با مشخص شدن زیر فشار در این نقاط می‌توان بحث piping را نیز کنترل کرد.

هر چه گرادیان فشار بین این نقاط بیشتر باشد، خطر piping بیشتر خواهد بود.