دانشگاه تهران
دانشکده آب خاک

موضوع:

تاسیسات کنترل رسوب

استاد درس:

دکتر امید

ارائه دهنده:

احسان گودرزي

مقدمه

- در طول تاريخ به علت عدم وجود تأسيسات كنترل رسوب مناسب ، مخازن سدها ، شبكه هاي انتقال و مناطق وسيع كشاورزي از رسوبات انباشته شده و از حيزانتفاع افتاده اند . به همين دليل كنترل رسوب از جمله مسائل مهم مي شود .

- ورود بيش ازظرفيت توان حمل رسوبات در كانال منجر به انسداد و گرفتگي در كانال شده كه در نتيجه باعث كاهش دبي عبوري از كانال مي شود.

- بطور كلي ، تأسيسات كنترل رسوب شامل سازه هايي است كه با ايجاد شرايط مناسب جهت ته نشيني و جداسازي رسوبات از جريان آب،در شبكه انتقال ساخته مي شوند .

روشهاي جدا سازي رسوبات

انتخاب صحيح محل آبگير

استفاده از ديواره جدا كننده

آبگيري با آبگير مستقر بر آستانه بلند

استفاده از پره هاي هادي

كانالهاي رسوبگير زانوئي

رسوبگير گردابي_ چرخشي

رسوبگير جانبي

سيستم هاي رسوبگير آغازين

سيستمهاي رسوبگير در مسير

انتخاب صحيح محل آبگير

ساخت آبگير در پائين دست قوس خارجي مئاندر

كاهش رسوبات ورودي به سيستم آبگير

آبگيري با آبگير مستقر بر آستانه بلند

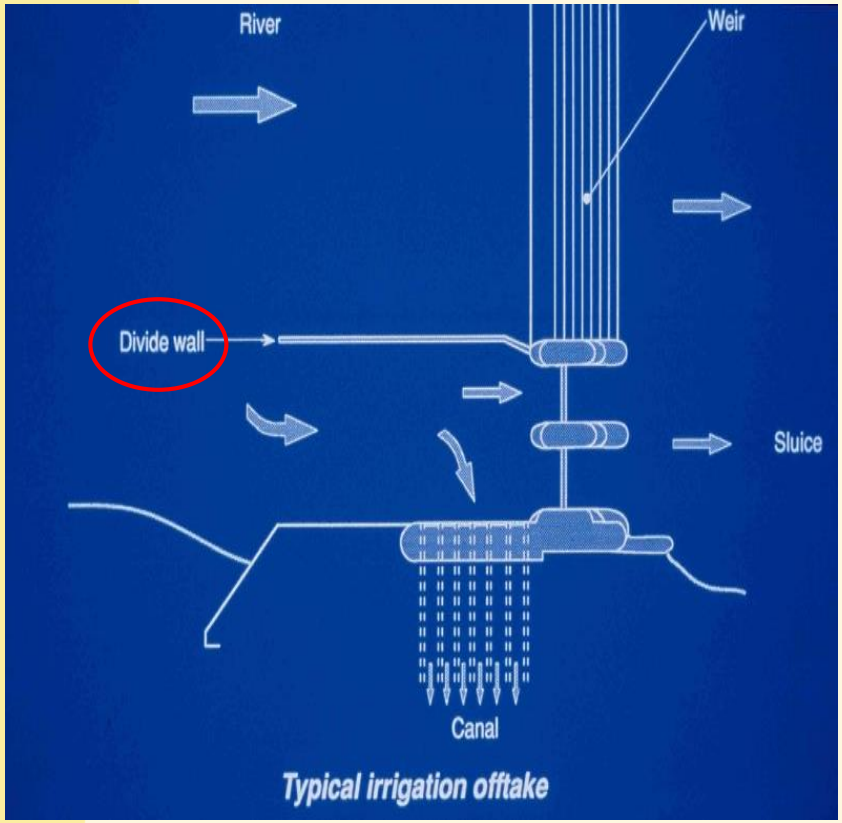
استفاده براي رودخانه هائي كه ميزان رسوبات بار بستر قابل توجه است

جدا كردن لايه بالائي آب و هدايت آن به درون آبگير

دیواره جداکننده

ساخت دیواره در قسمت بالا دست آبگیر و به صورت موازي با آن

بررسي تاثير ديواره با توجه به ميزان دبي آبگير به دبي رودخانه



اگر مقدار فوق بيشتر از **0.5** باشد

⇓

ديواره موثر نخواهد بود

اگر اين نسبت كمتر از **0.2** باشد

⇓

حداقل رسوبات ممكن به آبگير وارد مي شود

DIVIDE WALL
ROBERTS CONSTRUCTION

DIVIDE WALL

پره هاي هادي

قرار دادن تعدادي از پره هاي هادي در يک طرف آبگير با انحناي مناسب

در صورت قرار گرفتن پره ها در کف آبراهه ، بار بستر وارد آبگير نمي شود

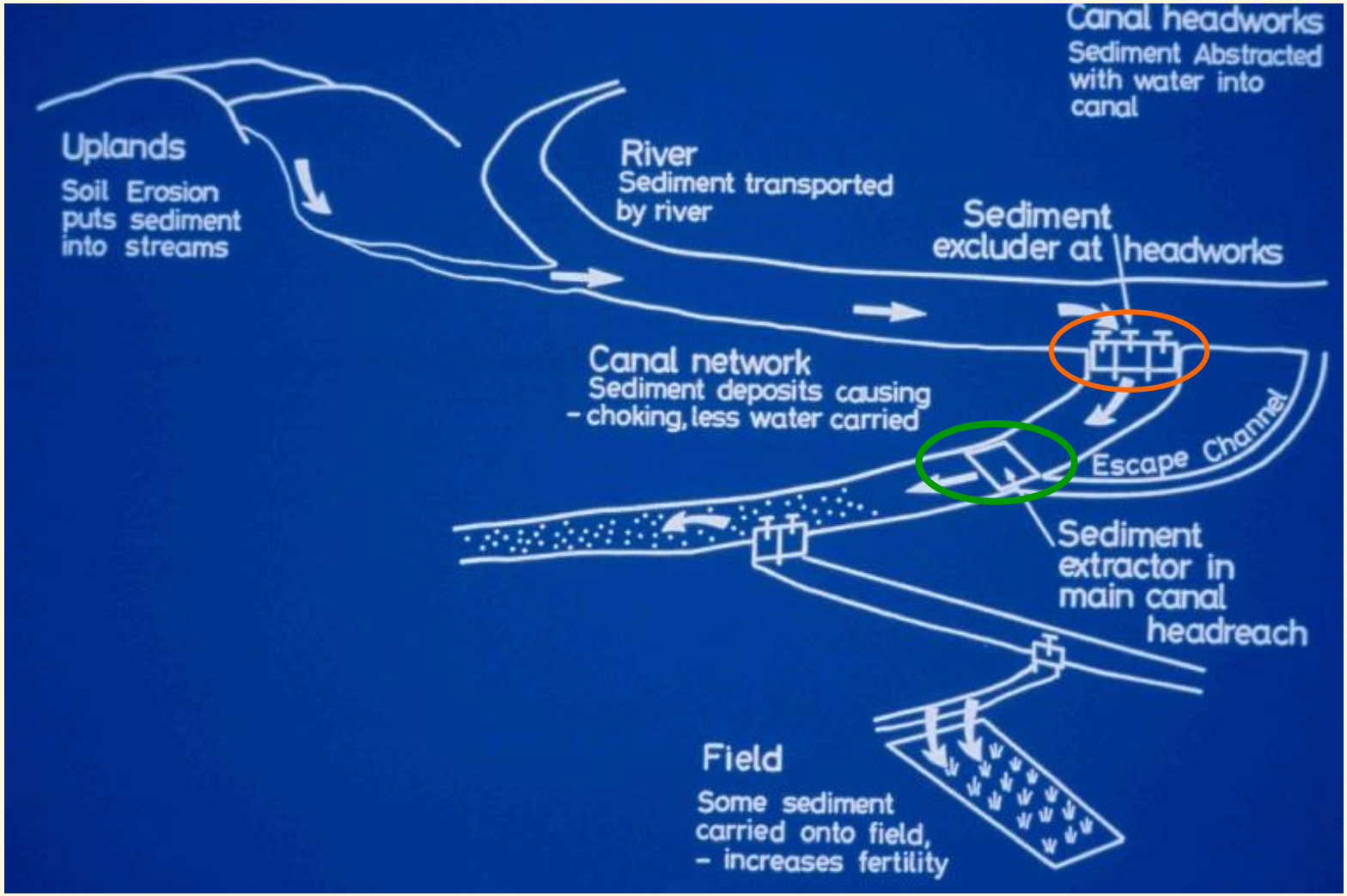
در صورت قرار گرفتن پره ها در سطح آب ، مواد معلق به سمت آبگير هدايت مي شوند

سيستمهاي رسوبگير به دو صورت مي باشند :

سيستمهاي رسوبگير آغازين — Sediment Excluders

سيستمهاي رسوبگير در مسير — Sediment Extractors

سيستمهاي رسوبگير آغازين و در مسير



سيستمهاي رسوبگير آغازين

Sediment Excluder

سازه هائي كه در ورودي كانال جهت جدا نمودن رسوب از آب به كار ميرود

مطالعه دقيق شرايط محلي مانند انحناي جريان ،هيدروگراف رودخانه ، محل قرارگيري تنظيم كننده
كانال ، طبيعت بار بستر و .....

انواع سازه هاي رسوبگير آغازين

كانالهاي انحناء دار

مدل تونلي

حوضچه هاي آرامش

Skimming weirs

كانال رسوبگير زانوئي (كانال انحناء دار)

وجود انحنا هائي مصنوعي در محلي مناسب از رودخانه و يا در جلوي آبگير

هدايت رسوبات در نزديكي كف به طرف داخل و قسمت مقعر

ايجاد انحناي مناسب در رودخانه جهت ايجاد جريان صافتر به طرف آبگير

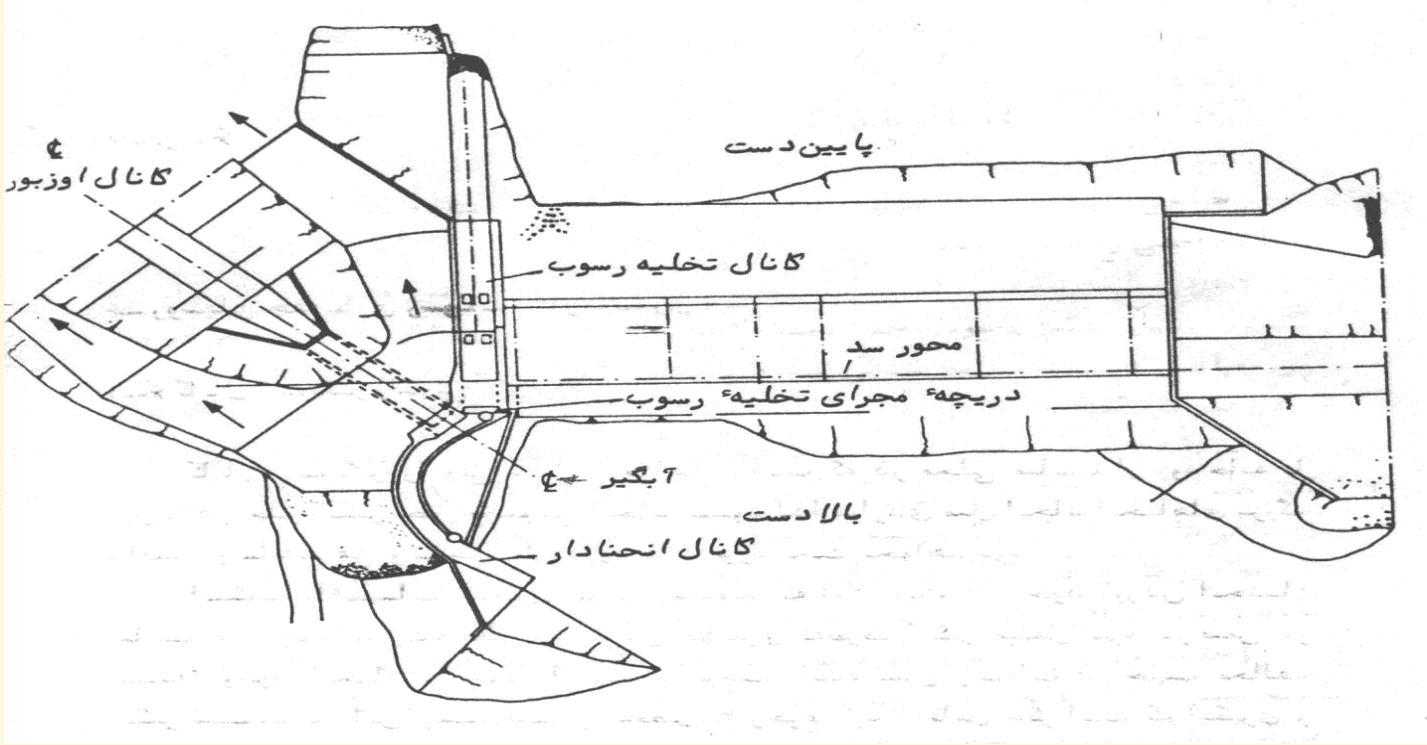
رانده شدن رسوبات در جهت مخالف آبگير به علت وجود انحناء

وجود آب كافي بدليل عمل همزمان آبگيري و شستشوي رسوبات

انواع کانال رسوبگیر زانوئي

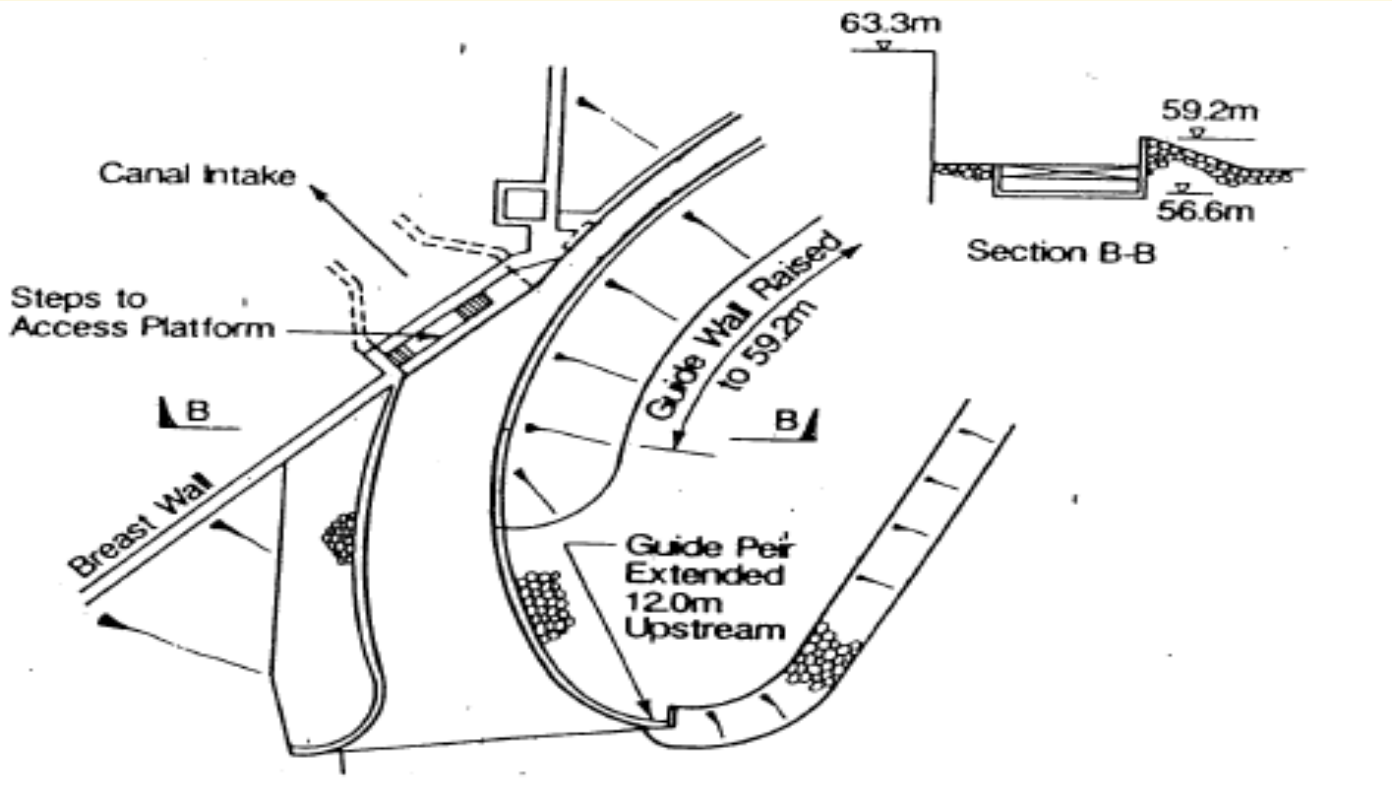
مسیر کوتاه

کوتاه بودن مسیر جریان از کانال زانوئي تا دریچه هاي کنترل آبگیر



مسير بلند

طولاني بودن مسير جريان از كانال زانوئي تا دريچه هاي كنترل آبگير و عبور آن از روي يک آستانه جدا كننده.



نكات مورد توجه

طراحي قسمت ورودي كانال جهت ايجاد جريان حلزوني مناسب در كانال

انتخاب محل مناسب قسمت ورودي جهت جلوگيري از ايجاد جريان گردابي

مناسب بودن سرعت جريان جهت حمل رسوبات به طرف دريچه هاي تخليه

عوامل موثر در طراحي

انتخاب موقعييت آبگير جهت ورود جريان رودخانه در يک مسير كنترل شده

طراحي عرض ورودي كانال زانوئي بر اساس عرض كانال اصلي و دبي عبوري از كانال

$$B = 5\sqrt{Q_c}$$

تعيين سطح آب در كانال زانوئي بر اساس سطح آبگيري

تعيين رقوم كف كانال زانوئي با توجه به رقوم كف رودخانه در محل دريچه تخليه رسوب

طراحي پائين دست مجراي تخليه در رودخانه به گونه اي كه امكان مسدود شدن كانال تخليه رسوب نباشد

انتخاب سرعت مناسب جهت انتقال و حمل رسوبات

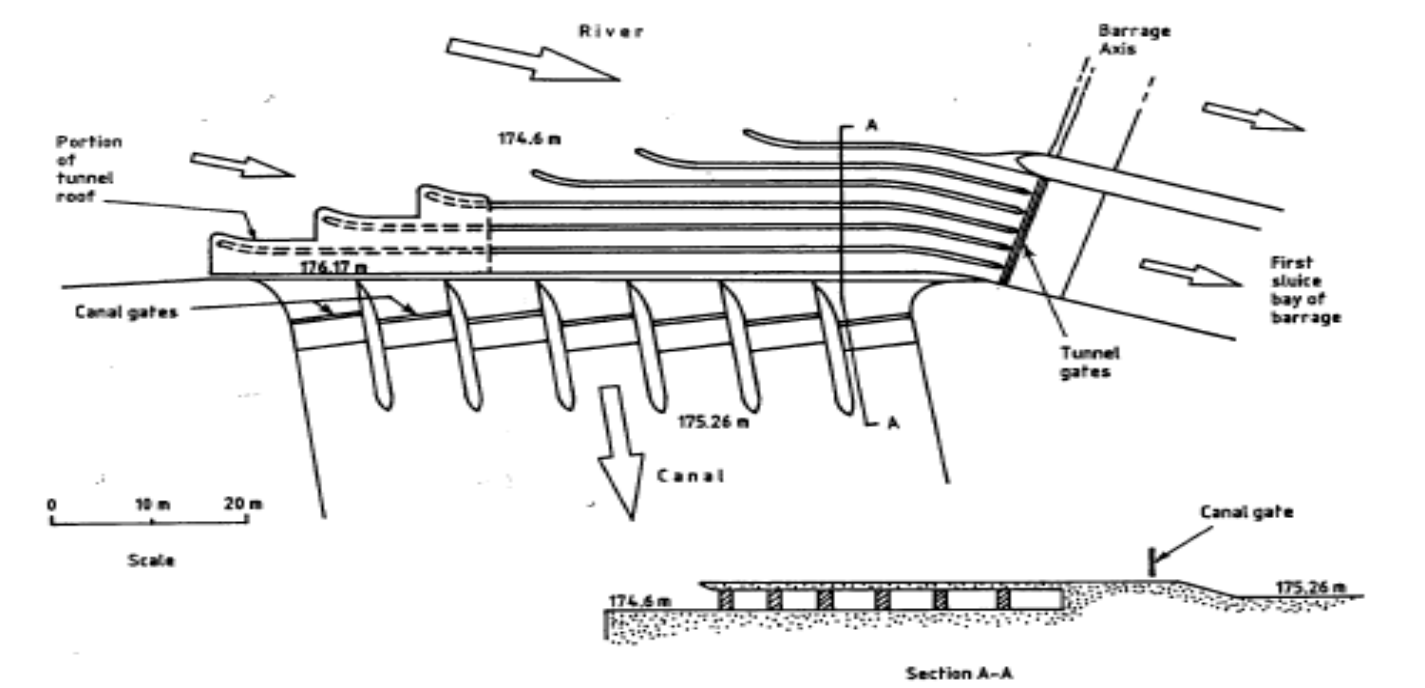
طراحي مناسب جهت داشتن عدد فرود بين 5 تا 8 در بالا دست محل ورود آب به آبگير

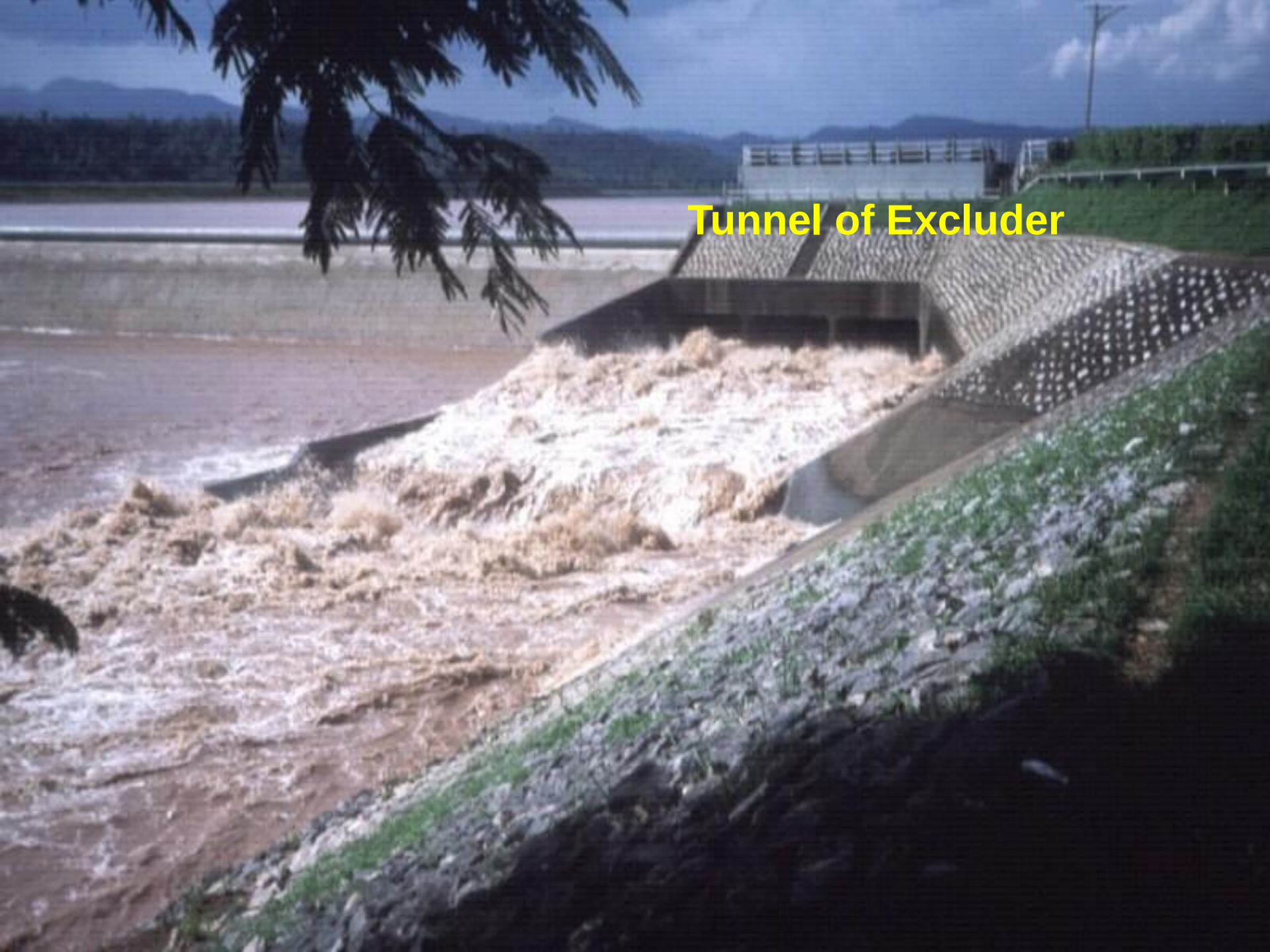
مدل تونلي

قرار گيري تونلها در جلوي آبگير به صورت افقي

اجزاي تونل :

1. محفظه بالائي جهت ورود آب صاف به كانال
2. محفظه پائيني جهت ورود جريان غليظ نزديک به كف به داخل رودخانه




Tunnel of Excluder

نکات مورد توجه

تعیین تعداد تونل یک سازه جدا کننده بر اساس دبي کانالها و شرایط آبراهه

تعیین اندازه تونل بر اساس دبي جریان عبوري از سازه رسوبگیر و عمق آب در آبراهه و سرعت جریان

مشخصات تونل

شکل تونل که عمدتا مستطیلي مي باشد

گشاد بودن قسمت بالا دست جهت افزایش مکش

تنگ بودن قسمت انتهائي تونل جهت محدود کردن دبي و افزایش سرعت جریان حمل رسوبات و پاک کردن سیستم از رسوبات

ایجاد حداقل هد 0.5 متر جهت تخلیه شن و ایجاد حداقل هد 0.6 تا 0.9 متر جهت تخلیه ماسه

معيارهاي طراحي سازه هاي رسوبگير آغازين

وضعيت مسيررودخانه

محل دهانه تونلها با توجه به امتداد مسير رودخانه انتخاب و طراحي مي شود

تعيين محل تونلها

قرار دادن دهانه دو تونل متوالي به گونه اي كه محل مكش آنها روي هم قرار گيرد

عدم استفاده از ورودي هاي جانبي براي تونلها

فرم دهانه تونلها

جهت افزايش مكش بايد دهانه تونلها به صورت زنگوله اي ساخته شود

سرعت در دهانه تونل

ماكزيمم سرعتي برابر با 3 متر در ثانيه جهت شستشوي اتوماتيک تونل

عوامل موثر در افزايش راندمان سازه

تونلها در امتداد مستقيم باشند و از انحناي تند پرهيز شود

طول تونلها حداقل باشد

تونلها براي شرايط جريان با مقطع پر طراحي شوند

در نظر گرفتن شبكه اي در ورودي تونلها

راندمان سازه

درصد كاهش رسوب ورودي به كانال در مقايسه با زماني كه سازه وجود ندارد

$$E = \frac{\left[Q_{s\,without}\,structure\right] - \left[Q_{s\,with}\,structure\right]}{\left[Q_{s\,without}\,structure\right]}$$

سازه جداکننده رسوب در مسیر

Sediment Extractors

دلایل استفاده

پائین بودن راندمان سازه جداکننده آغازین

اختلاف زیاد سرعت جریان در رودخانه و کانال

بالا بودن هزینه رسوب برداري کانالها به صورت دستي و ماشيني

انواع سازه هاي رسوب گير در مسير

مدل تونلي

Vortex Tube

Vortex Chamber

فرم سيفون

حوضچه هاي ته نشيني

مدل تونلي

تعيين محل سازه

محل قرارگيري سازه نبايد دور از سر دهنه كانال باشد

فاصله بين قسمت بالادست كانال و سازه جدا كننده با شيب تند طراحي شود

سازه جداكننده رسوب نبايد خيلي نزديک به تنظيم كننده كانال باشد

معيارهاي طراحي

سازه بايد در امتداد مستقيم كانال قرار بگيرد

تونلها در امتداد يک خط و در عرض كانال طراحي شوند

سرعت جريان در ورودي تونل برابر با سرعت متوسط جريان در كانال در محل سازه باشد

دبي لازم جهت جدا نمودن بار بستر و دفع آنها 10تا 20 درصد دبي كانال مي باشد

ارتفاع تونل در ورودي بين 2/0 تا 4/0 عمق كانال مي باشد(5/0 تا 2/1 متر)

عرض تونلها پس از تعيين دبي و ارتفاع تونلها مشخص مي شود

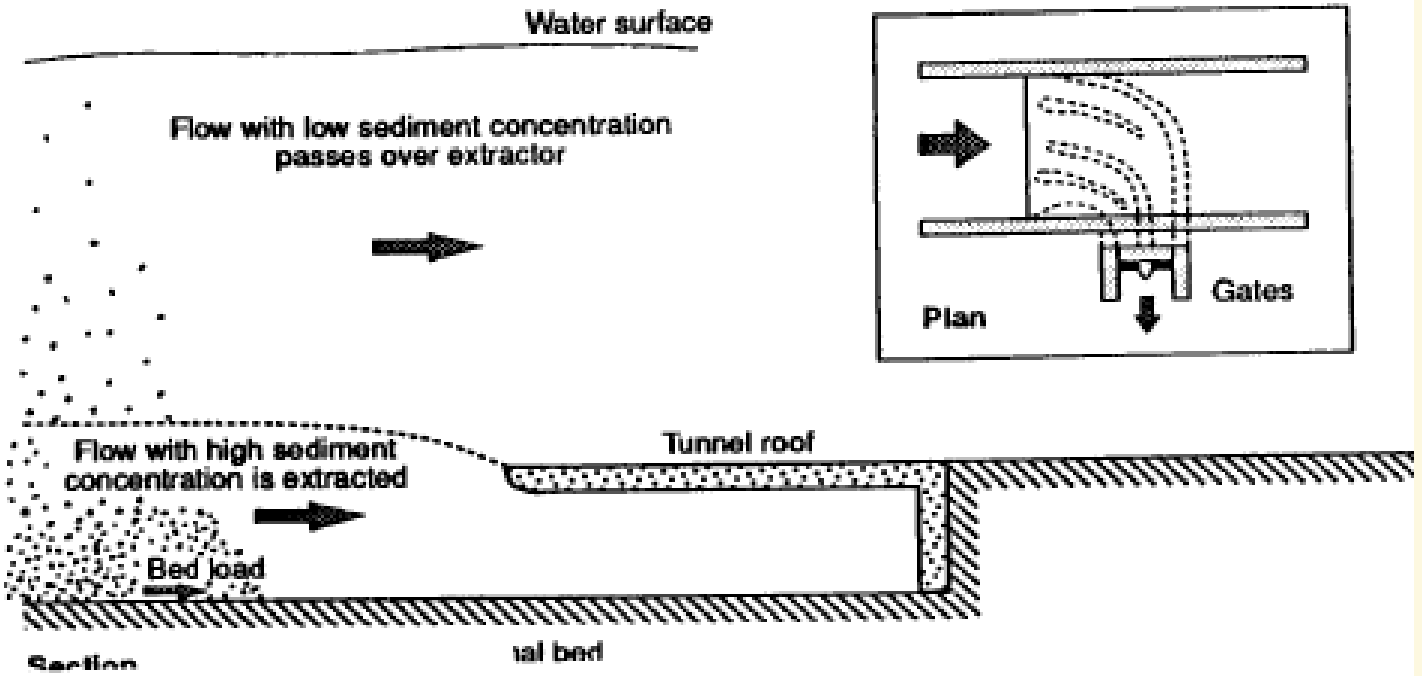
آشفتگي جريان در ورود به سازه بايد به حداقل مقدار ممكن خود برسد

از ايجاد فشار منفي در تونلها جلوگيري شود

بهتر است تونلها به صورت مقطع پر عمل كنند

خروجي كانال خروجي سازه جداكننده بايد به صورت دقيق طراحي شود

TUNNEL SEDIMENT EXTRACTOR



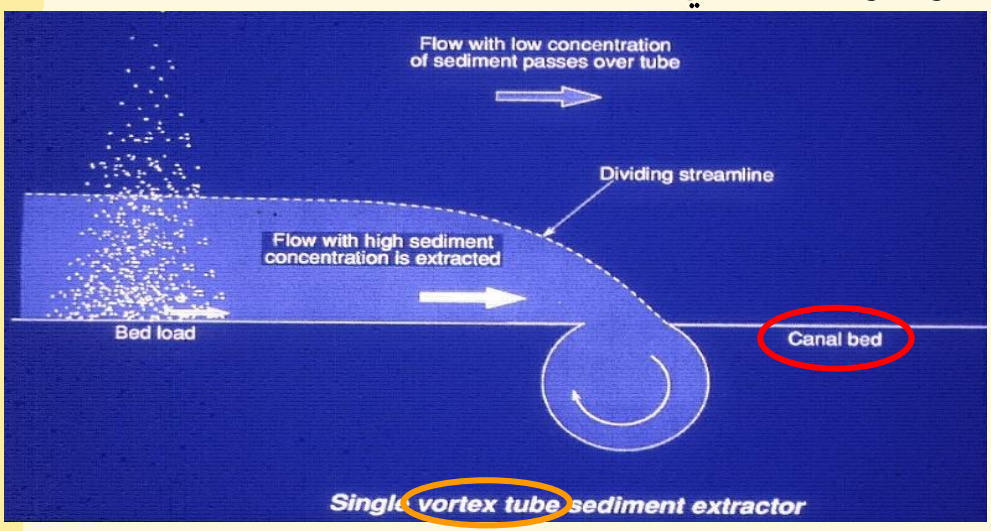
Vortex-Tube

زمانيكه غلظت بار بستر زياد باشد جهت شستشوي مداوم مورد استفاده قرار مي گيرد

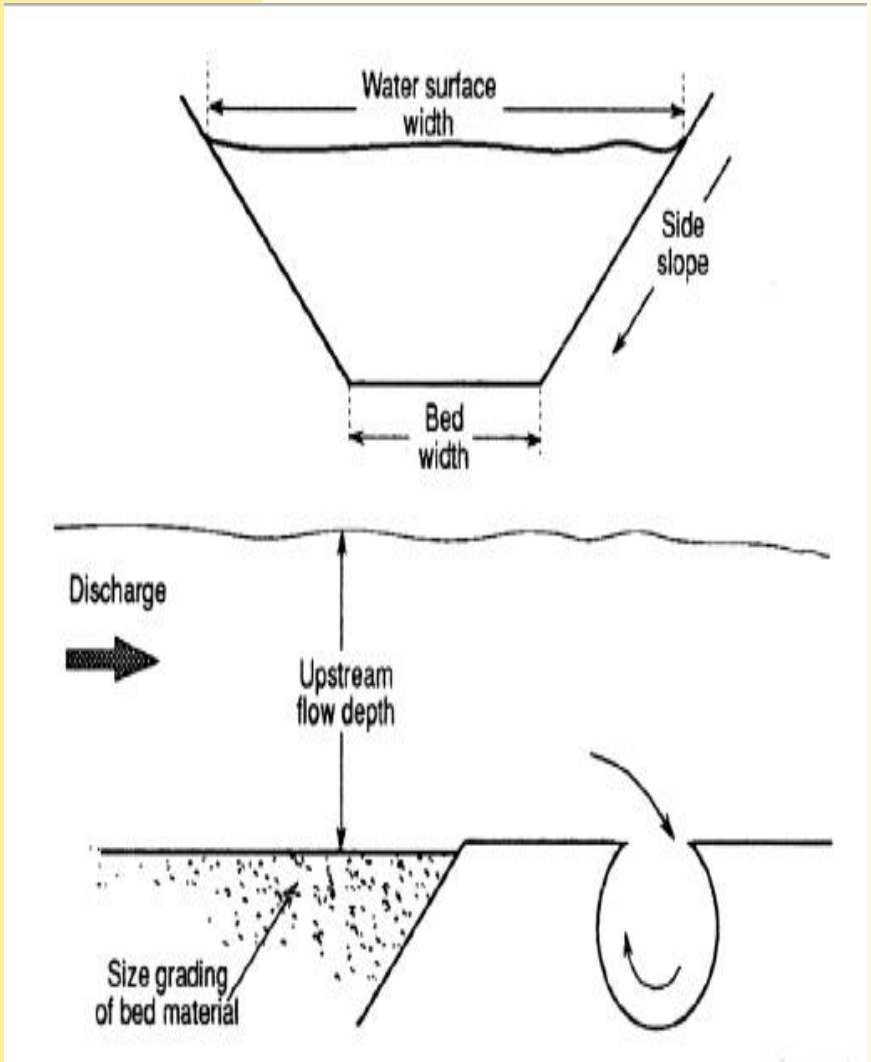
محل قرار گيري سازه در داخل و زير كف كانال مي باشد

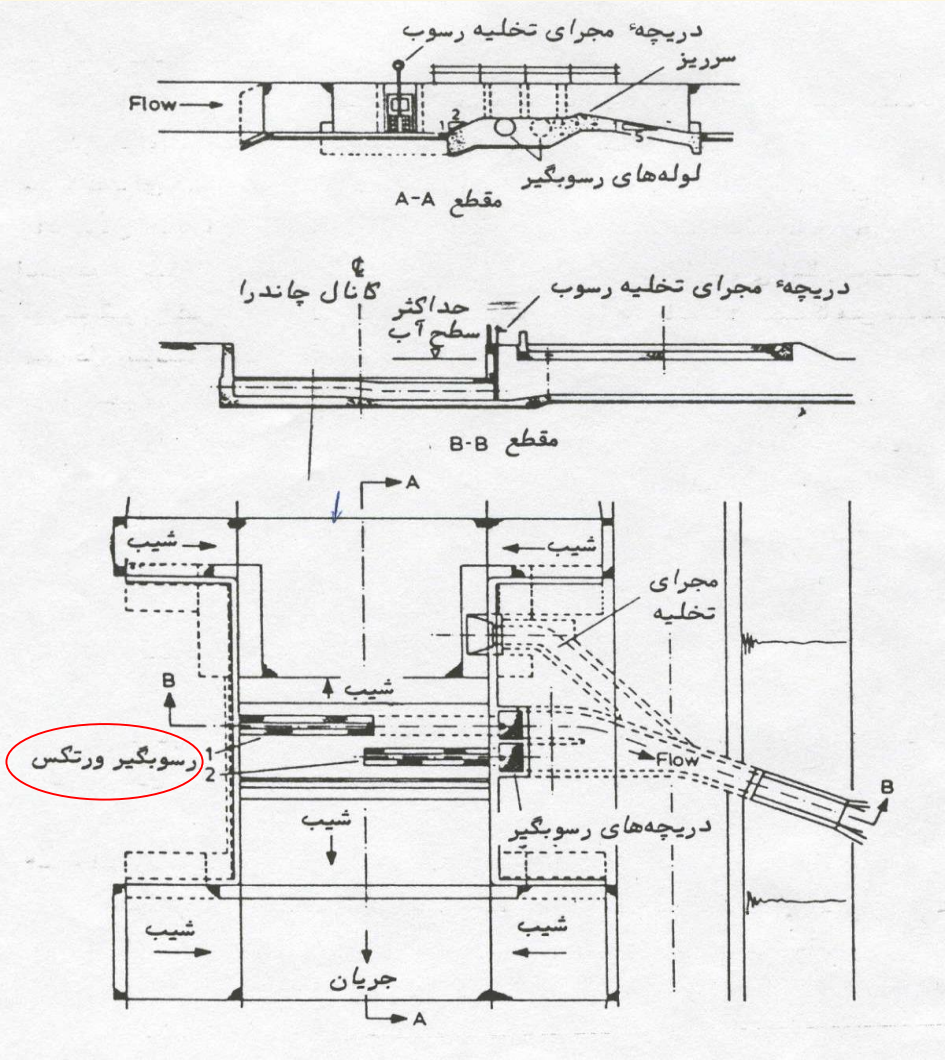
قسمت اصلي اين سازه لوله يا مجرائي افقي مي باشد كه جريان تحت يک زاويه خاص

وارد آن شده و گرداب نيرومندي در محور لوله ايجاد مي كند

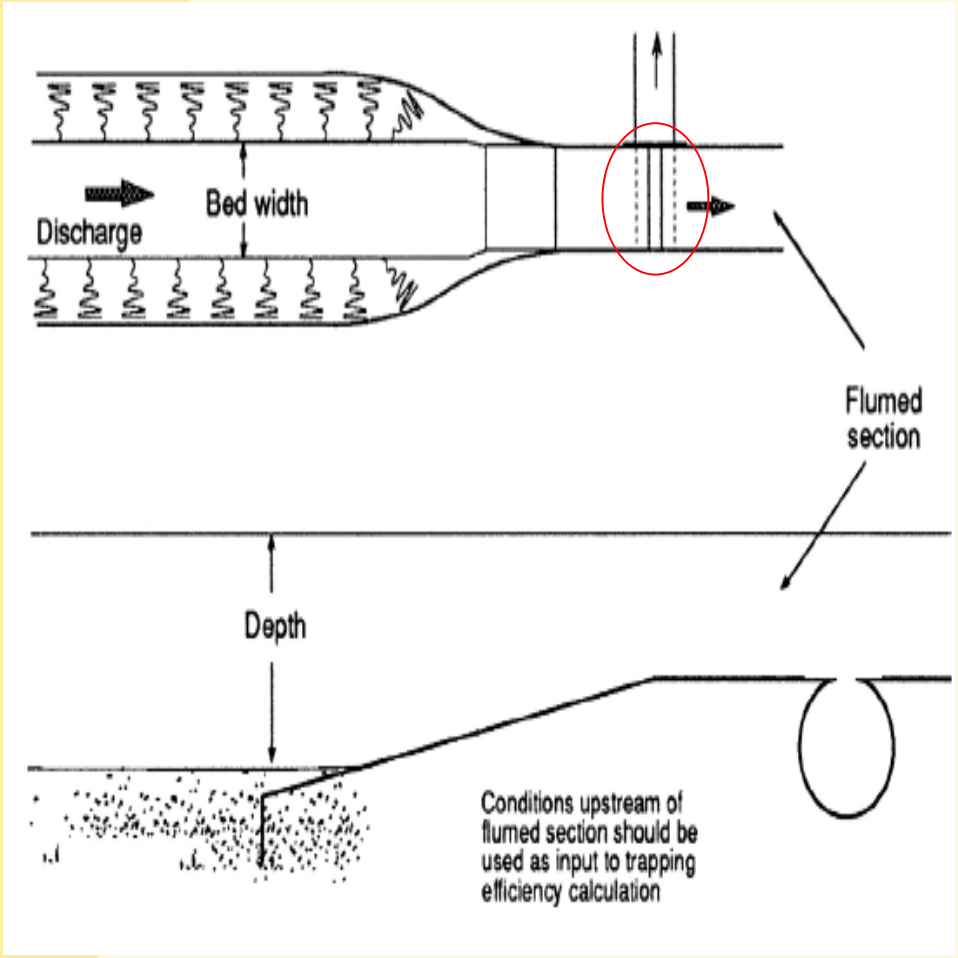


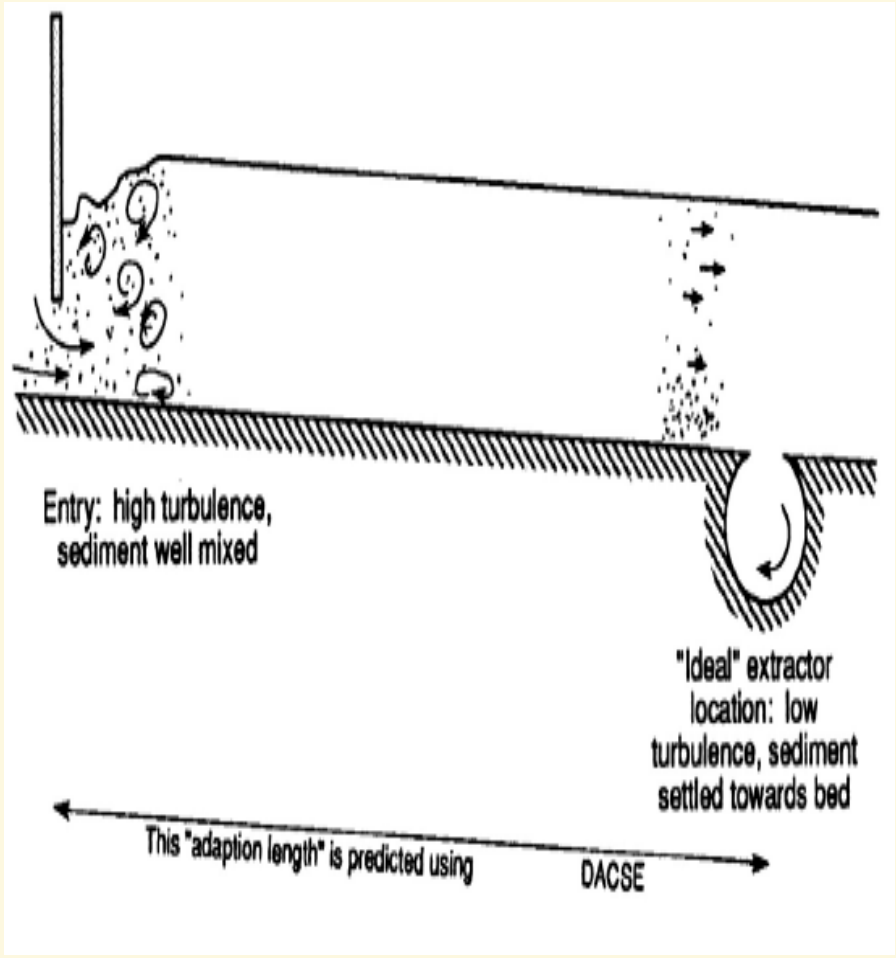
Vortex Tube


Water surface width
Side slope
Bed width
Discharge
Upstream flow depth
Size grading of bed material


دریچهٔ مجرای تخلیه رسوب
سرریز
Flow
لوله‌های رسوبگیر
مقطع A-A
کانال چاندرا
حداکثر سطح آب
دریچهٔ مجرای تخلیه رسوب
مقطع B-B
A
شیب
شیب
مجرای تخلیه
B
شیب
رسوبگیر ورتکس
1
2
Flow
B
دریچه‌های رسوبگیر
شیب
شیب
شیب
جریان
A

موقعيت قرار گيري





Vortex-Tube

طراحي رسوب گير Vortex- tube

طراحي ارتفاع رسوبگير نسبت به كف كانال با توجه به عدد فرود

هر چه عدد فرود بيشتر باشد ارتفاع رسوبگير نسبت به كف كانال بيشتر است

عدد فود كمتر در ذرات ريز دانه ضريب رسوبگيري بالائي مي دهد

براي رسوبات درشت دانه عدد فرود را مي توان بالا در نظر گرفت

تعيين فاصله رسوبگير از تاسيسات

اين فاصله نبايدكمتراز مقدار زير باشد

$$\frac{10}{Fr} \times \frac{V_n}{V_{S50}}$$

سرعت نرمال كانال در نزديكي رسوبگير ورتكس (متر در ثانيه)

سرعت سقوط ذرات با قطر متوسط (متر در ثانيه)

عدد فرود در كانال اصلي

در صورت نبود ارتفاع آب كافي براي تخليه رسوبات بهتر است محل رسوبگير در فاصله دورتري انتخاب شود

جريان در كانال خروجي سازه رسوبگير بايد به صورت فوق بحراني باشد

استفاده از حوضچه رسوب گير به جاي كانال رسوب گير

پيشنهادات ارائه شده جهت طراحي

عدد فرود در محل رسوبگير حدود 0.8 باشد

قطر لوله ورتكس تقريبا برابر با عمق جريان در نظر گرفته شود

Vortex-Chamber

استفاده از یک اتاقک جهت جداسازي رسوبات

ايجاد جريان گردابي جهت خروج رسوبات

انواع رسوبگير Vortex-Chamber

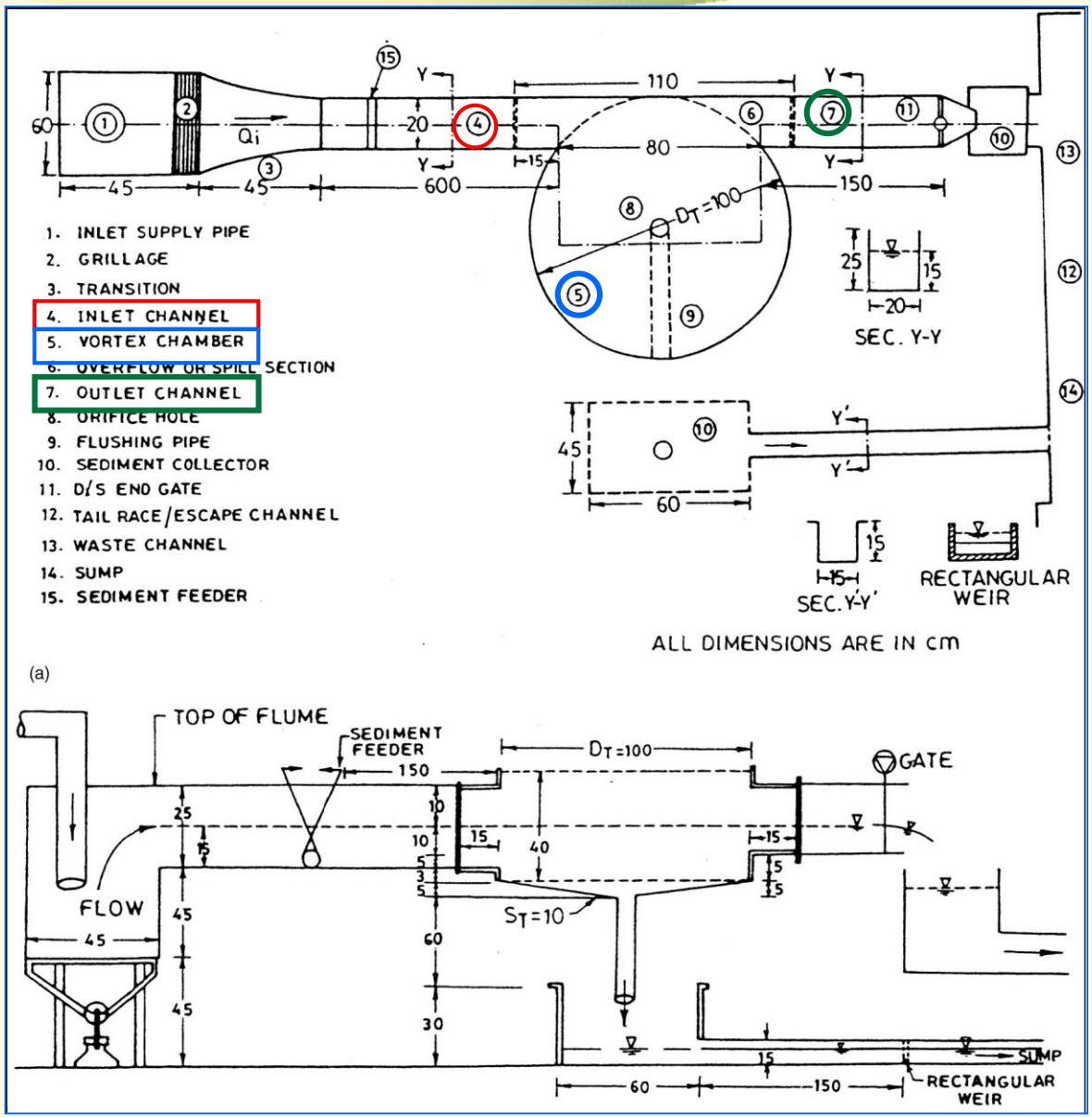
رسوبگير مستقيم

دراين نوع رسوبگير لوله هاي ورودي و خروجي در يک راستا مي باشند

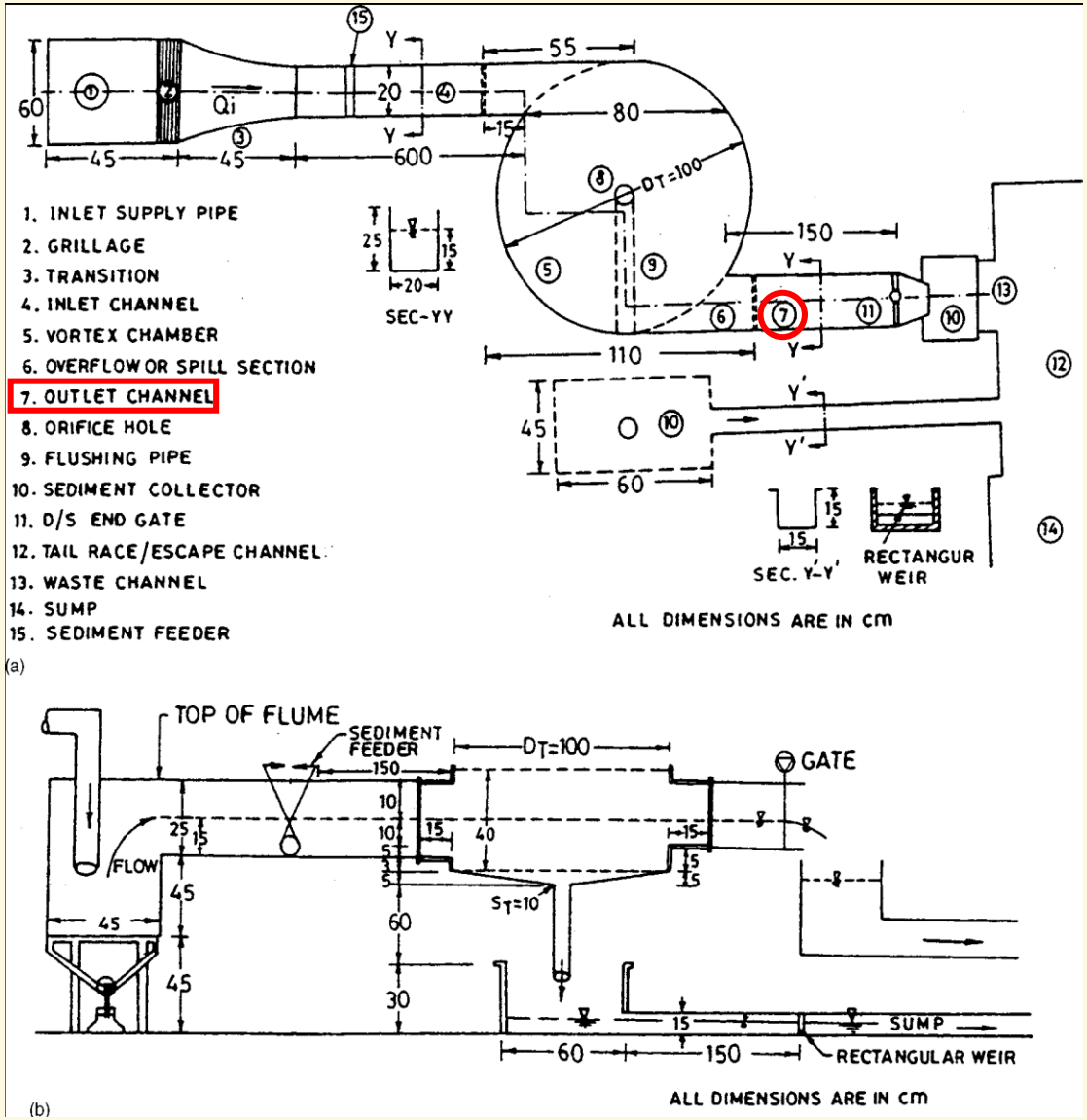
رسوبگير غير مستقيم

دراين نوع رسوبگير لوله هاي ورودي و خروجي در يک راستا نيستند

نوع مستقيم

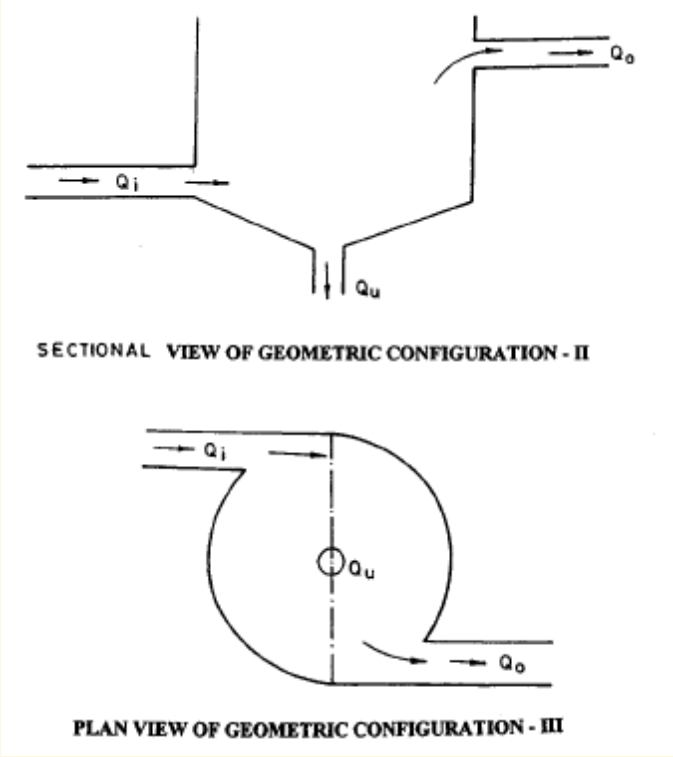

1. INLET SUPPLY PIPE
2. GRILLAGE
3. TRANSITION
4. INLET CHANNEL
5. VORTEX CHAMBER
6. OVERFLOW OR SPILL SECTION
7. OUTLET CHANNEL
8. ORIFICE HOLE
9. FLUSHING PIPE
10. SEDIMENT COLLECTOR
11. D/S END GATE
12. TAIL RACE/ESCAPE CHANNEL
13. WASTE CHANNEL
14. SUMP
15. SEDIMENT FEEDER
SEC. Y-Y
SEC. Y'-Y'
RECTANGULAR WEIR
ALL DIMENSIONS ARE IN cm
(a)
TOP OF FLUME
SEDIMENT FEEDER
GATE
FLOW
SUMP
RECTANGULAR WEIR

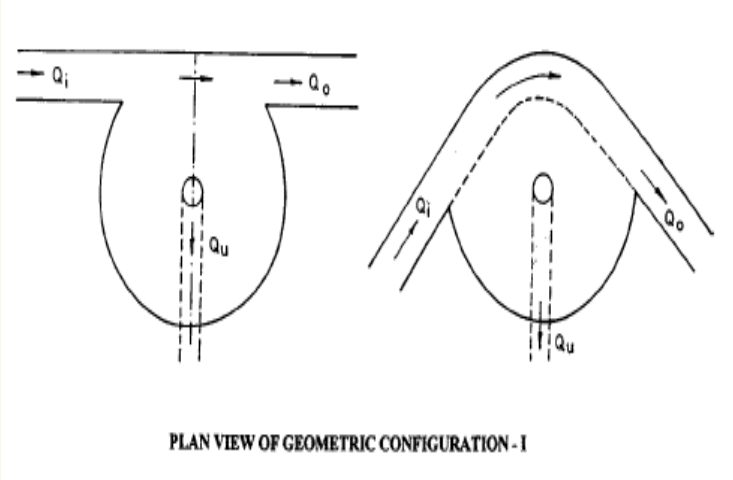
نوع غير مستقيم



انواع اتاقک یا Chamber

مستقیم





غیر مستقیم

راندمان سازه

در این روابط η_0 راندمان سازه، w_s وزن رسوب خارج شده از روزنه و w_{vs} وزن رسوب ته نشین شده در اتاقک و w_t وزن کل رسوب وارد شده به اتاقک مي باشند .

$$\eta_0 = \frac{w_s + w_{vs}}{w_t}$$

روابط مختلف ارائه شده جهت محاسبه راندمان سازه

طبق بررسي هاي صورت گرفته η_0 به پارامتهاي هيدروليكي مختلفي مانند عمق جريان و دبي هاي ورودي و خروجي و سرعت سقوط ذرات و .... وابسته مي باشد. جدول زير روابط مختلف ارائه شده براي را نشان مي دهد.

روابط ارائه شده

Table 4. Comparative Study of Existing and Proposed Relationships

Sample number	Investigator	Relationship	Data Having Error Less Than ±40%	±50%	±100%
1	Curi et al. (1979)	$\eta_0 = 1.74 + \ln\left[\frac{d_u^{0.11}(\gamma_s/\gamma_f)^{0.88}}{Q_i^{0.58}}\right]$	12.8	16.5	35.5
2	Mashauri (1986)	$\eta_0 = 0.835 - \frac{0.0292}{K_1} + 1.71\times10^{-2}\times\frac{D_T}{d_u} - 5.93\times10^{-4}\frac{D_T}{d_u K_1}$	53.4	54.6	77.5
3	Paul et al. (1991)	$\eta_0 = 73.4 + 8.0\log(\omega_0/W)$	54.6	65.0	83.5
4	Proposed relationship	$\eta_0 = 10.24(Q_u/Q_i)^{0.25}(Z_h/h_p)^{0.35}(\omega_0 d/\nu)^{0.15}(Q_w^2/gR_T^3h_p^2)^{0.11}$ and $\eta_0 = 6.17(Q_u/Q_i)^{0.25}(Z_h/h_p)^{0.35}(\omega_0 d/\nu)^{0.15}(Q_w^2/gR_T^3h_p^2)^{0.11}$	100	100	100

R_T = radius of vortex chamber;
S_T = bottom slope of vortex chamber;
W = upward velocity at center of vortex chamber;
W_{so} = weight of sediment flushed out through underflow orifice;
W_{to} = weight of sediment inflowing into chamber;
W_{vs} = weight of sediment settled in vortex chamber;
Z_h = difference between bed levels of vortex chamber and overflow outlet channel;
γ_s = specific weight of sediment;
γ_f = specific weight of fluid;
η_0 = sediment removal efficiency of vortex chamber;
η_1, η_2 and η_3 = nondimensional parameters;
ν = kinematics viscosity; and
ω_0 = fall velocity of sediment particle.

C = sediment concentration within vortex chamber;
D_T = diameter of vortex chamber;
d = median size of sediment particles;
d_u = diameter of underflow outlet;
g = acceleration due to gravity;
h_p = depth of flow at periphery of vortex chamber;
K = discharge weighing coefficient;
K_0 = coefficient;
K_1 = mobility factor;
Q_i = discharge in inlet channel;
Q_u = discharge through underflow outlet;
Q_w = weighted discharge;
Q_0 = discharge in overflow outlet channel;

سازه جداکننده رسوب در مسير به فرم سيفون زين اسبي

در اين نوع سازه جداکننده ، يک سيفون جايگزين تونلهاي جداسازندة رسوب مي شود .

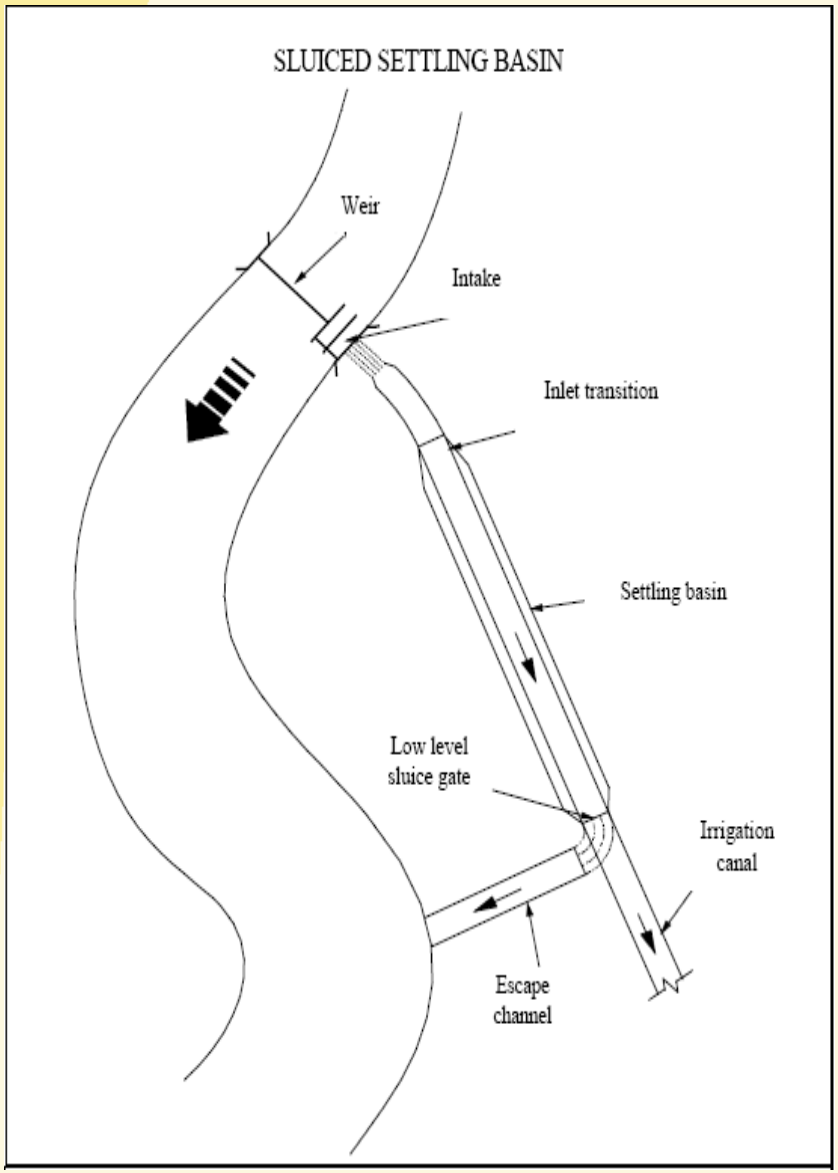
طراحي اين سازه ، طراحي پره هاي هادي در بستر کانال ، يک تونل ورودي و سيفون زين اسبي را شامل مي شود .

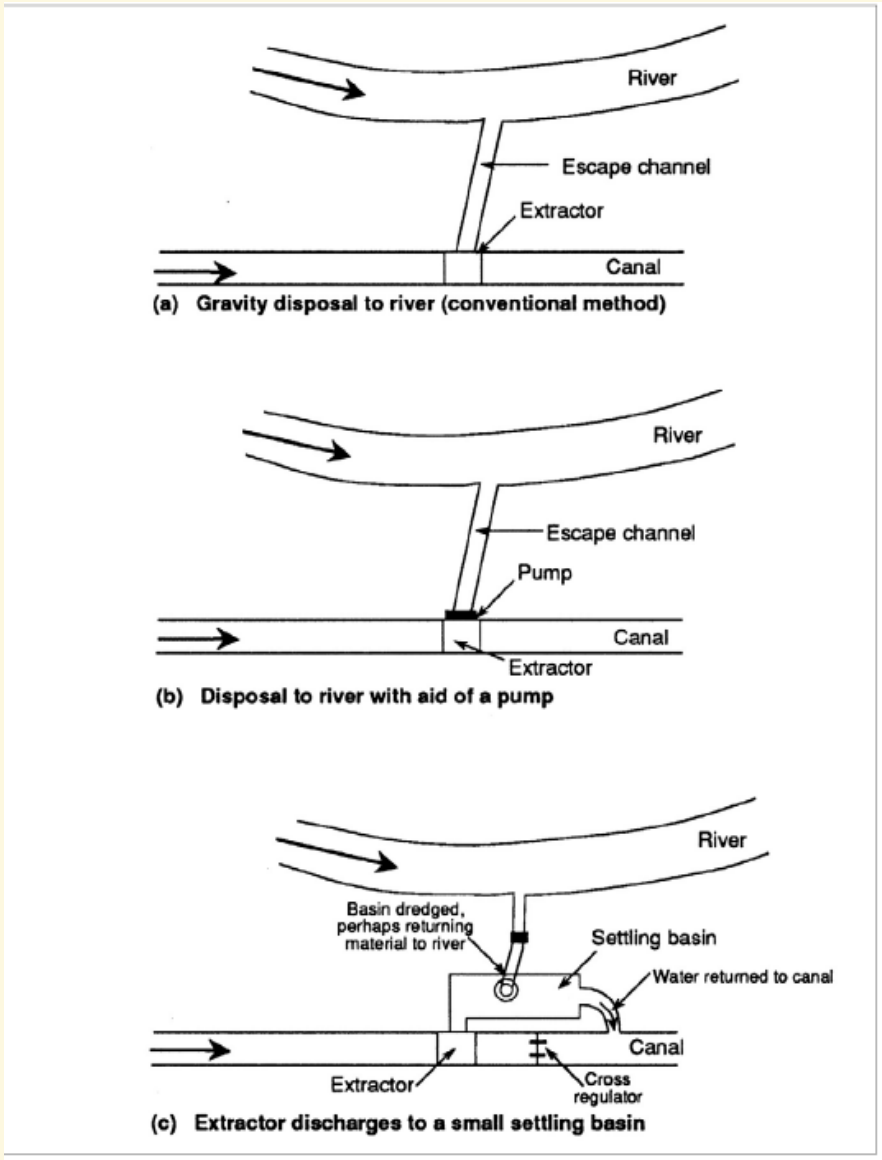
وقتي که سيفون عمل مي کند ، همه رسوبات جمع شده در دهانة تونل را مي مکد .

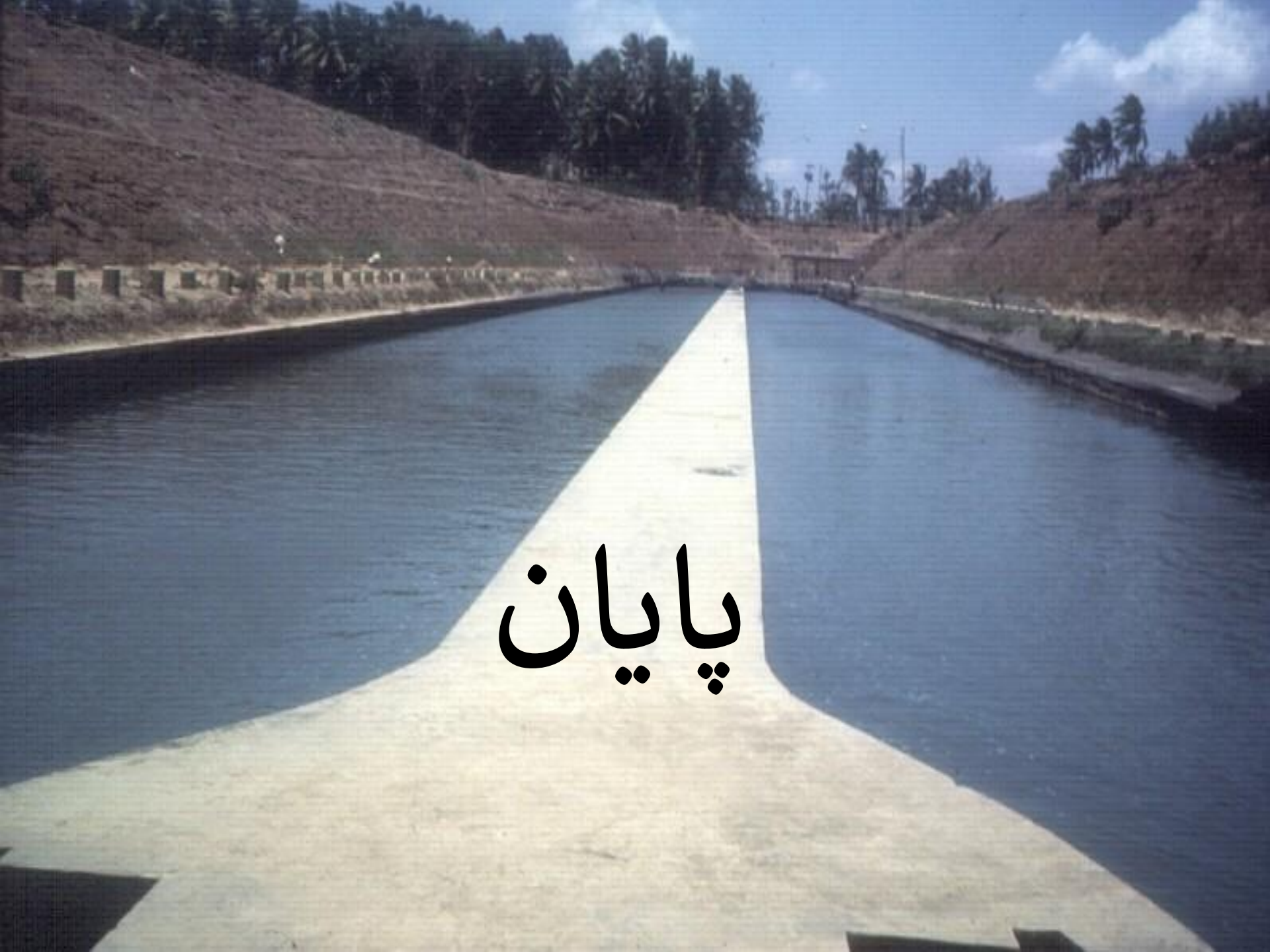
طراحي هيدروليکي اين سازه مانند سيفون معمولي است .

حوضچه هاي آرامش

- اساس كارحوضچه هاي آرامش، كاهش سرعت جريان و درنتيجه ته نشين شدن رسوبات در حوضچه مي باشد .
- طول حوضچه ها طولاني و معمولا با شيب معكوس ساخته مي شوند .
- رسوبات از طريق كانالهاي Escape كه در پائين دست و انتهاي كانالها قرار دارند به رودخانه برميگردند .


SLUICED SETTLING BASIN
Weir
Intake
Inlet transition
Settling basin
Low level
sluice gate
Irrigation
canal
Escape
channel


River
Escape channel
Extractor
Canal
(a) Gravity disposal to river (conventional method)
River
Escape channel
Pump
Canal
Extractor
(b) Disposal to river with aid of a pump
River
Basin dredged,
perhaps returning
material to river
Settling basin
Water returned to canal
Canal
Extractor
Cross
regulator
(c) Extractor discharges to a small settling basin


پایان