الترسيب (Settling)

تعتمد القوانين التي تتعلق بالترسيب على قانون ستوك والذي يفترض ان الشوائب هي مواد كروية الشكل وهذه الكرات تؤثر عليها قوتان تجعها في حالة توازن الاولى هي الجاذبية الارضية والثانية هي قوة دفع المائع لها نحو الاعلى وكما يلي :

FD=Drag force , FI=Impelling force

$FI=\rho sgV-pgV$; $FI=(\rho s-p)g\forall$

ρs :كثافة الجسيم الكتلية

p :كثافة المائع الكتلية

g :التعجيل الارضي

$\forall$:حجم الجسيم

$F_D=3\pi *\eta * Vs* D$

CD :معامل جر نيوتن

AC :المساحة السطحية للجسيم

Vs :سرعة الترسيب للجسيم

وفي حالة اتزان فان FI=FD

$(\rho s-p)g\forall=3\pi *\eta * Vs* D$

For spherical particles ; $\forall=\pi d^3/6$

$Vs=\frac{g}{18\,\eta}(\rho s-\rho)d^2$ --------- stocks law

ملاحظة : عند تطبيق قانون ستوك للترسيب الدقائق يجب التحقق من رقم رينولد Re حيث ان قيمة (Re) يجب ان تكون أقل من 1.0 مع العلم ان $Re = \rho_w VsD/\eta$.

مثال : احسب سرعة ترسيب جسيم كروي الشكل في ماء درجة حرارته 20 درجة مئوية إذا كانت كثافة الجسيم $\rho s=2.65\ g/cm^3$ وكثافة المائع $\rho=0.997\ g/cm^3$ وقطر الجسيم $D=5*10^{-3}$ cm واللزوجة $\eta=1.01*10^{-2}$ g/cm.sec ؟

Solution:

$Vs=\frac{g}{18\mu}(\rho s-\rho)d^2$

$Vs=\frac{9.81}{18*1.01*10-2}(2.65-0.997)(5*10^{-3})^2 = 0.223$ cm/sec

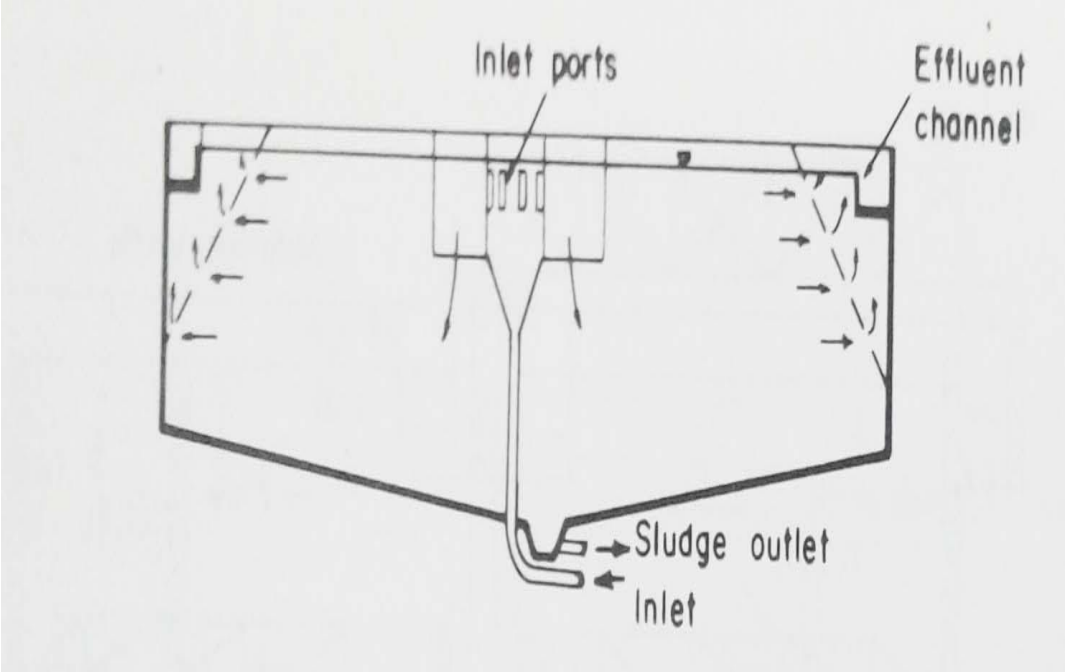
$Re = \rho VsD/\eta$ نتحقق من رقم رينولد

Re = 0.11< 1.0 O.K stocks law applicable.

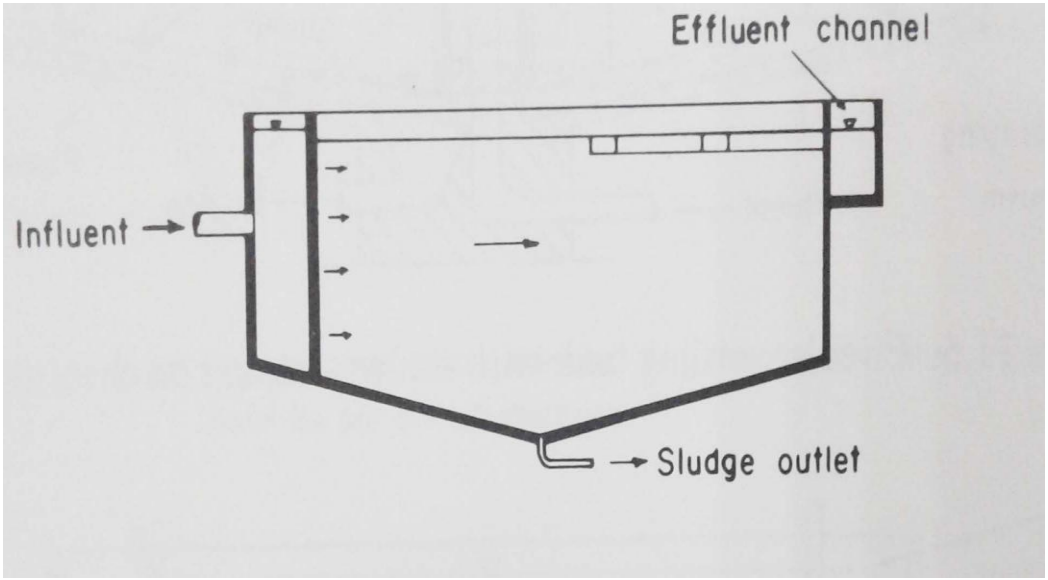
أحواض الترسيب :

احواض الترسيب قد تكون افقية او عمودية الجريان كما ان احواض الترسيب قد تكون دائرية او مستطيلة القاعدة ويتراوح عمقها مابين 2- 5 م وان المعدل المعتمد غالبا هو 3 م . ان الاحواض المستطيلة قد يصل طولها الى 30 م وعرض الى 10 م ، اما الاحواض المربعة الشكل يتراوح طول ضلعها 25 م ، ميل الارضية غالبا يكون مابين 2- 6 %.

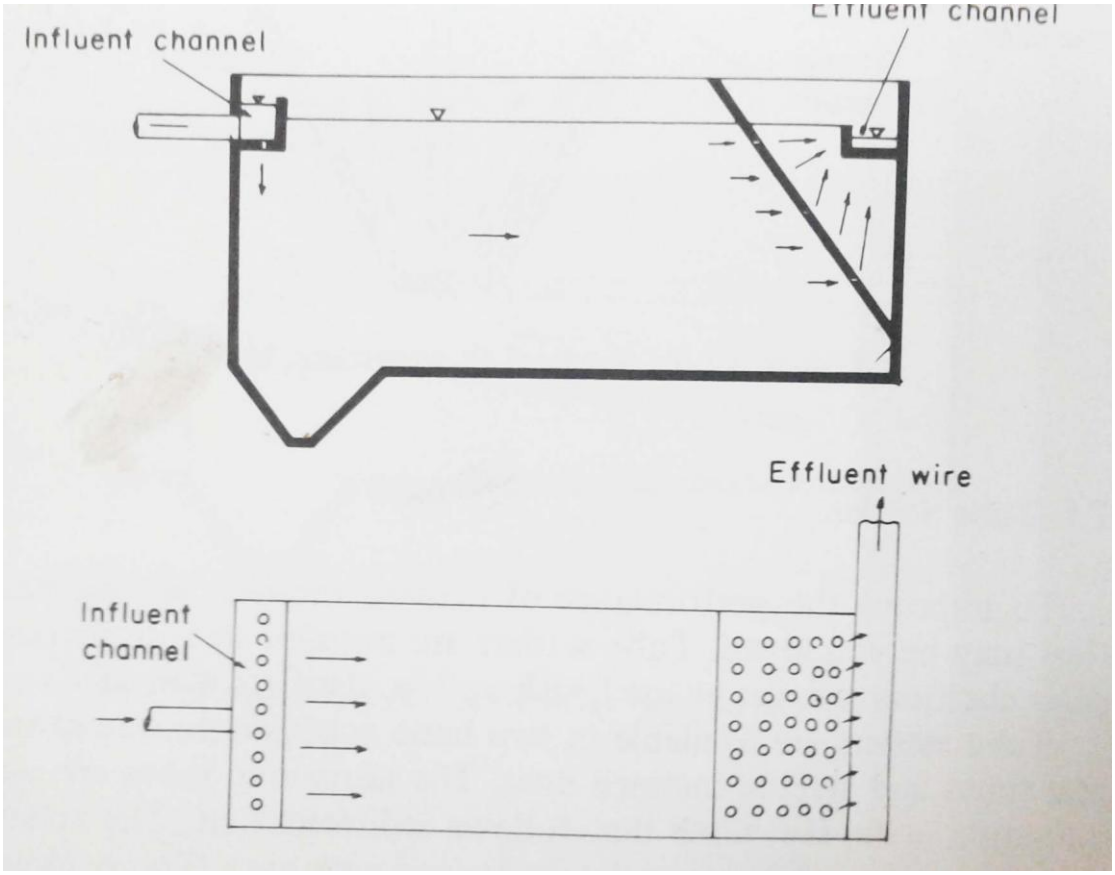
تتجمع الحمأة في اسفل الحوض ويتم ازالتها غالبا بالغسل القوي او قد تجمع في هوبر وتضخ خارجا ، مزيلات الحمأة ترتبط بذراع دوار سرعته 0.3 m/sec



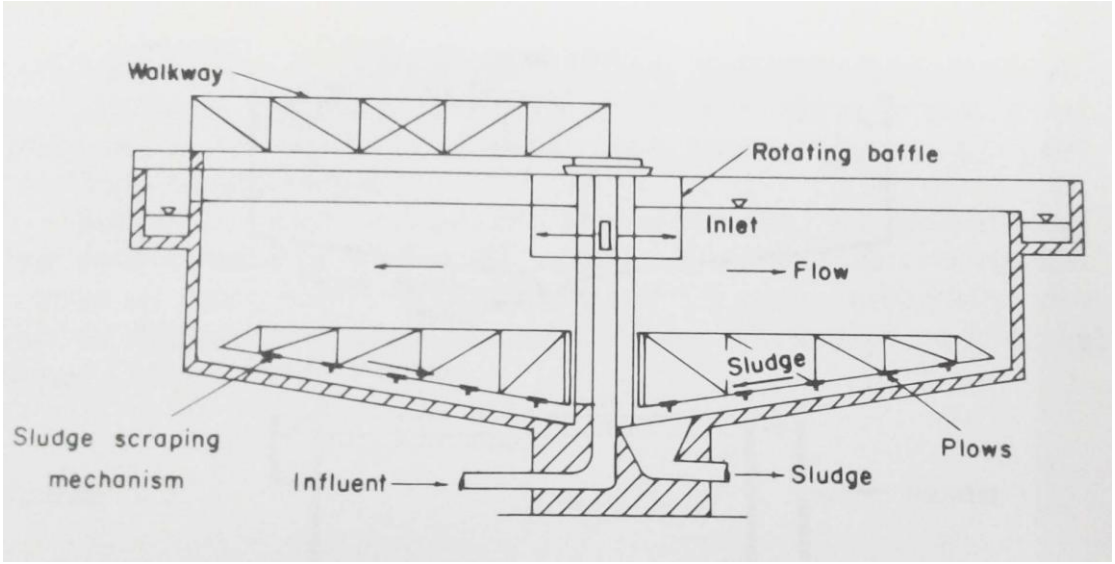
شكل يبين دخول الماء وخروج الحمأة من المنتصف الى حوض الترسيب مستطيل



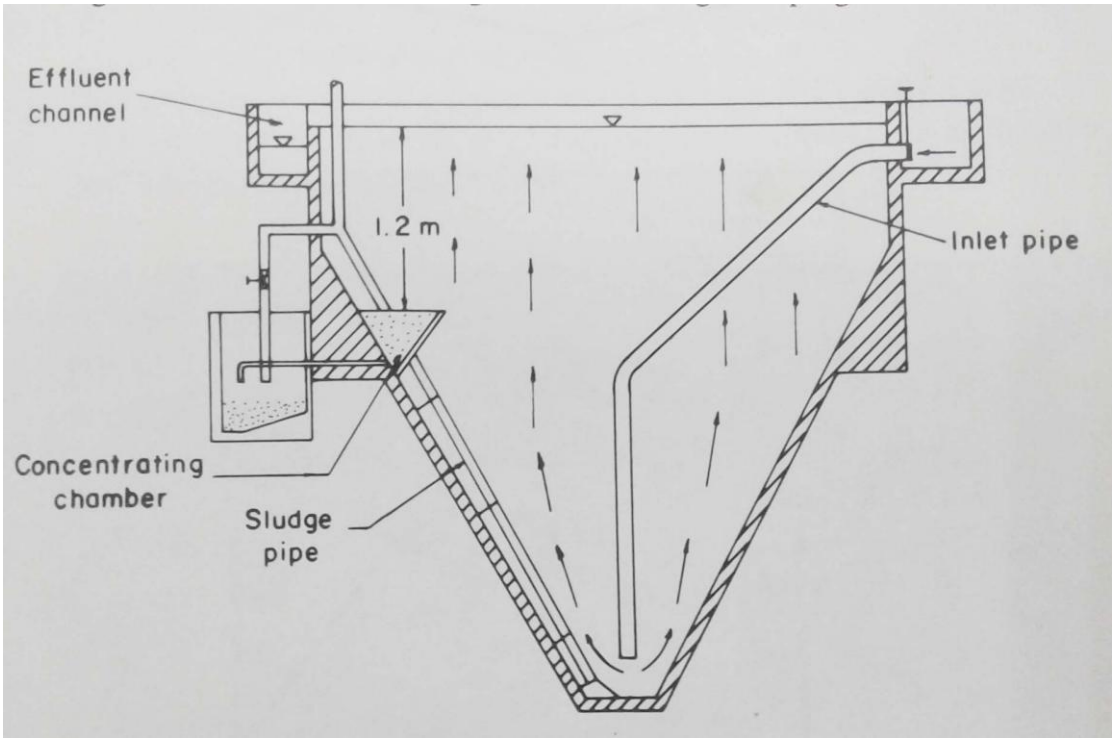
شكل يبين دخول الماء من الجانب من خلال موزع وخروج الحماة من المنتصف



شكل يبين دخول وخروج الماء من والى حوض الترسيب وخروج الحماة من احدى الجوانب



مقطع عرضي في حوض ترسيب دائري الشكل مع وجود قاشطة سفلية لإزالة الحماة

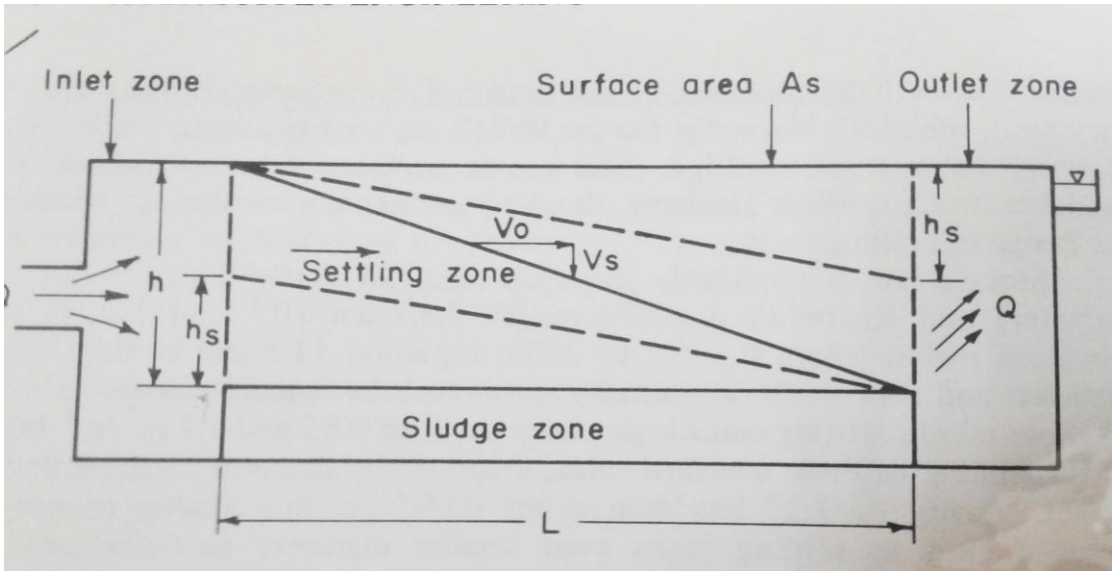


شكل يبين مقطع عرضي في حوض ترسيب دائري ذو جريان علوي

حوض الترسيب المثالي

يتكون حوض الترسيب المثالي من اربع مناطق :

1- منطقة الدخول Inlet zone : وهي توزع الماء على امتداد المقطع العرضي للحوض.
2- منطقة الترسيب Settling zone : وهي المنطقة الذي تحدث فيه ترسب للجسيمات العالقة.
3- منطقة الحماة Sludge gathering zone : هي المنطقة التي تتجمع فيه المواد المترسبة .
4- منطقة الخروج Outlet zone هي المنطقة التي تخرج منها الماء مع الدقائق الغير المترسبة



شكل يبين مناطق حوض الترسيب المثالي

سرعة الجوف Scare velocity

يجب تحديد السرعة الافقية داخل احواض الترسيب حيث يجب ان تكون اقل من السرعة المسببة للجرف (اي السرعة التي تعيق ترسيب الجسيمات)

$$V=\left[\frac{8B(S-1)gd}{F}\right]^{0.5}$$

V= السرعة الافقية التي يجب عدم تجاوزها داخل حوض الترسيب
B= 0.04-0.06 ثابت لا بعدي
S= ρ_p/ρ_w الوزن النوعي
D= قطر الجسيم
F=0.02-0.03 معامل احتكاك

مثال : احسب السرعة الافقية التي تسبب الجرف اذا كانت قيمة البيانات التالية :

B=0.05 ، S=1.2 ، F=0.25 ، D=0.01mm

Solution

$$V=\left[\frac{8B(S-1)gd}{F}\right]^{0.5}$$

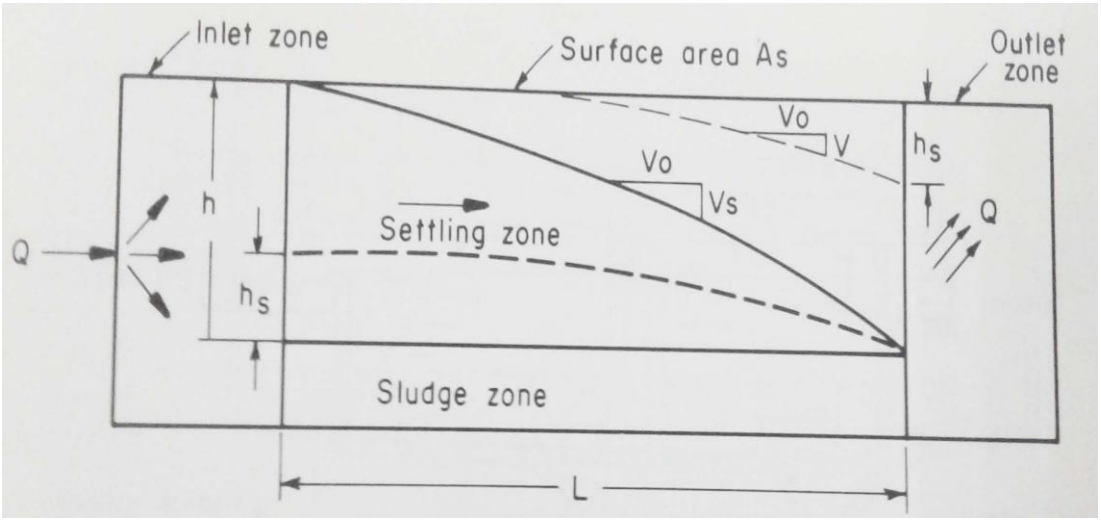
$$V=\left[\frac{8*0.05(1.2-1)9.81*(0.01/1000)}{0.025}\right]^{0.5}$$

V= 0.0177 m/s

معدل الطفح السطحي SOR(Surface Over flow Rate)

معدل الطفح السطحي يمثل سرعة الترسيب لأبطأ جسيم تتم ازالته 100%
معدل الطفح السطحي = التصريف/ المساحة السطحية (مساحة المسقط الافقي للحوض) وكما في الاشتقاق التالي :

اشتقاق قانون معدل الطفح السطحي لحوض ترسيب مستطيل:



Q=AV and V=Q/A

Q= Discharge (m^3/hr)

A= surface area perpendicular to the flow

For rectangular tank ; A=width*height = W*h

For circular tank ; A=ΠDH/2 or ΠrH

ts=$\frac{H}{Vs}$, t=$\frac{L}{V}$

For smallest particle can be removed 100% , ts=t

$\frac{H}{Vs}=\frac{L}{V}$, So; Vs= $\frac{V*H}{L}$

Since ; V= $\frac{Q}{W*H}$

Vs= SOR=$\frac{Q*H}{W*H*L}$

Vs=SOR=$\frac{Q}{W*L}$

ملاحظات مهمة حول معدل الطفح السطحي :

1- الترسيب لا يعتمد على عمق الحوض فقط بل يعتمد على المساحة السطحية ولكن من الناحية العملية لا يوجد حوض بدون عمق .

2- اي جسيم سرعته اكبر من معدل الطفح السطحي فانه سوف يترسب اما اذا كانت سرعته اصغر من معدل الطفح السطحي فانه يوجد احتمالين اما يترسب او لا يترسب وذلك اعتمادا على موقعه من الحوض .

Vs of particles >SOR , particles will settle

Vs of particles <SOR , particles will not settle

3- يمكن ايجاد النسبة المئوية للإزالة اذا عرف كلا من سرعة الترسيب ومعدل الطفح السطحي وكما يلي :

Percentage removal = $\frac{Vs}{S.O.R}$*100

المحددات التصميمية لأحواض الترسيب

SOR=20-40 $m^3/m^2/day$

Detention time =2-4 hrs

Depth=3-6 m

Length to width ratio=2:1-4:1

مثال رقم 1 : اذا كان التصريف الداخل لحوض ترسيب 3000 m^3/d وقيمة SOR التي سوف يعمل عليها الحوض (سرعة التصريف) تساوي 30 $m^3/m^2/d$ وان زمن بقاء الماء داخل الحوض 3 hrs ؟

1- اوجد ابعاد حوض ؟

2- اوجد السرعة الافقية للماء الداخل؟

Solution:

1. SOR=Q/surface area

A= Q/SOR , A=3000/30=100 m^2

Volume = Q*time =3000*3/24=375 m^3/d

Depth =Volume/surface area =375/100 =3.75m

Let length =double the width

Surface area=L W=W*2W

100=$2W^2$, W=7.07 m , So; L=14.14 m

2. To find the horizontal velocity

Depth (h)=3.75 m, W=7.07 m , So ;A=W*h

A=3.75*7.07=26.51 m^2

Q=A*V; 3000=26.51*V

V= 113.16 m/d= 113.16/(60*60*24)=0.0013 m/sec

مثال رقم 2 : حوض ترسيب بمساحة سطحية 150 m^2 بمعدل تصريف 3000m^3/d يحتوي على جسيمات طين كثافتها 105 g/cm^3 وقطرها 0.056 mm وكثافة المائع 1 g/cm^3 ، اوجد نسبة الازالة في الحوض علما ان لزوجة السائل هي 1.002*10^{-2} g/cm.sec ؟

Solution:

A=150 m^2, Q= 3000 m^3/day, ρ=1.05 g/cm^3

S.O.R= Q/A

= 3000/150 =20 m/d

Vs = $\frac{g}{18\mu}$ (ρs-ρ)d^2

Vs = $\frac{980}{18*1.002*10-2}$ (1.05-1)(0.056/10)^2 =0.008281 cm/sec

Vs=(0.008281*60*60*24)/100=7.1 m/d

Percentage removal =(Vs/S.O.R)*100 = (7.1/20)*100=35.5%

مثال رقم 3 : المعطيات حوضين للترسيب احدهما مستطيل الشكل طوله 45 م وعرضه 20 م وارتفاعه 4 م والأخر دائري يمتلكان نفس التصريف ونفس معدل الطفح السطحي ونفس زمن الاحتجاز الهيدروليكي والذي يساوي 3hrs &12 min اوجد قطر حوض الترسيب الدائري الشكل ؟

Solution ;

For rectangular tank ; volume = W*L*h

$=20*45*4= 3600\ m^3$

Q= Volume /time ; $Q=3600/(3+(12/60))=1125\ m^3/hr$

S.O.R=Q/surface area; S.O.R = 1125/(45*20)=1.25 m/hr

For circular tank has the same S.O.R as the rectangular tank;

Surface area = $1125/1.25= 900\ m^2$

Area= $3.14D^2/4$; D= 33.85 m

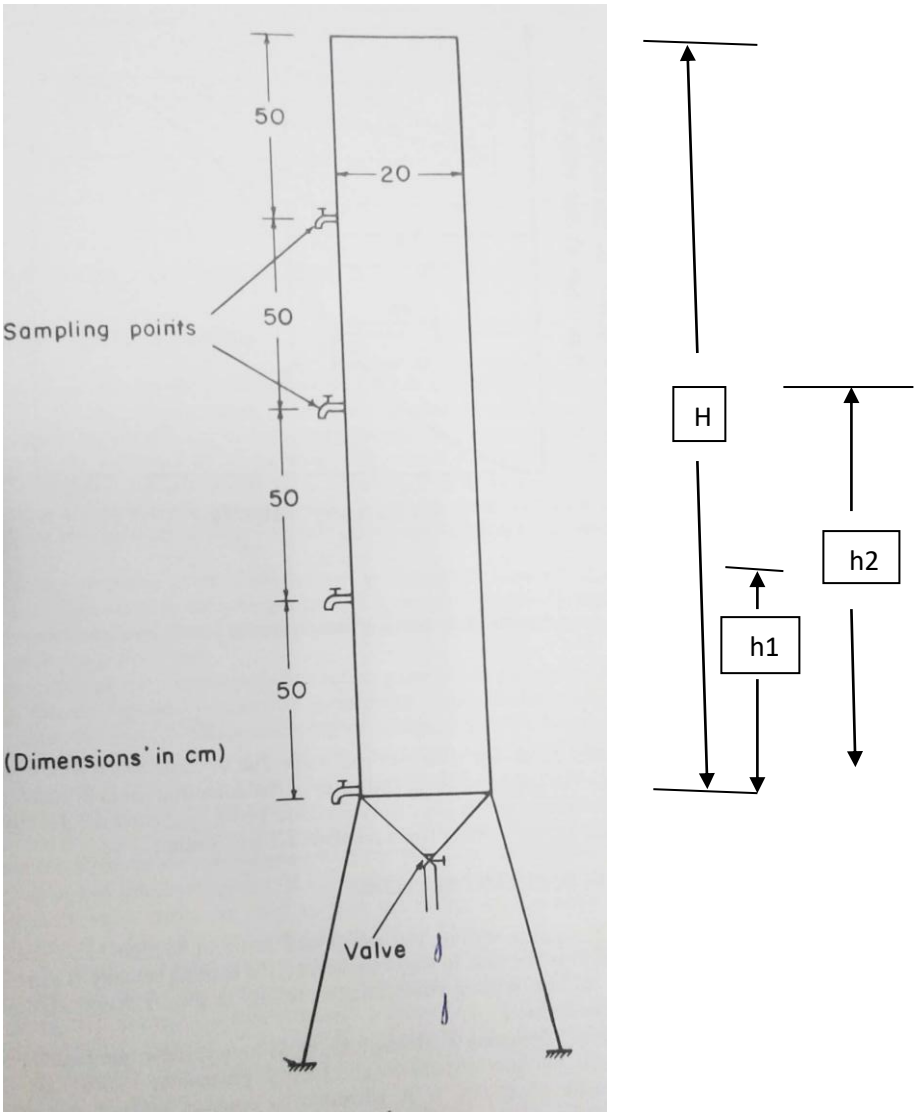
تحليل الترسيب Settling analysis

غالبا يوجد تغاير كبير في احجام الدقائق الموجودة في الماء وانه من الصعب نظريا حساب سرعة الترسيب من المعادلات ولهذا انه من غير الممكن التنبؤ بالنسبة المئوية للإزالة في احواض الترسيب .

عمود الترسيب :

وهي انبوبة قطرها 200mm وعمقها مساويا لعمق المروق المراد تصميمه تقريبا مترين، ويتم وضح مآخذ جانبية بمسافات متساوية كل 50 ملم وعلى عمق العمود. يملئ عمود الترسيب بالماء ذات الشوائب او الخام وممزوج جيدا ويسمح له بالترسب في ظروف ساكنة ثم يؤخذ نماذج من عمق معين في عدة ازمنة ويحسب تركيز الدقائق في كل حالة .

في اي عمق فقط الدقائق التي تمتلك سرعة ترسيب اقل من (h/t) سوف تكون موجودة في العالق حيث يمثل h عمق النموذج وقيمة t هو زمن الترسيب وبذلك يمكن رسم منحني التوزيع التكراري بين سرعة الترسيب وبين نسبة الدقائق التي لها سرعة اقل من سرعة الترسيب وبذلك يمكن حساب النسبة المئوية للإزالة .



شكل يبين عمود الترسيب

زمن المكوث Detention time

النسبة المئوية لإزالة العكورة من ماء نهر يحوي رمل ،سلت وطين تقريبا 50% في ساعة واحدة وكذلك حوالي 70% في ساعتين اي زيادة 20% فقط عن الساعة الاولية مما يعني ان معدل ازالة المواد الصلبة بعد مرور ساعة تكون الأعلى نسبة وتقل هذه النسبة مع الزمن .

تستعمل احواض الترسيب الاولية Pre sedimentation tanks للماء العكر جدا وتكون فترة البقاء المياه العكرة في هذه الاحواض حوالي 8 ساعات وان اداء هذه الاحواض يعتمد بشكل رئيسي على المخثرات والتي يتم اضافتها اليه للتسريع في عملية الترسيب وتقليل زمن البقاء حيث ان المواد الطافية المشحونة غالبا بشحنات سالبة تميل الى تغير شكلها وحجمها وتتحد مع باقي الغرويات مما يساعد في زيادة وزنها وتترسب . ان تقدير زمن البقاء في احواض الترسيب الاولية التي يضاف لها المخثرات يعتمد على تجارب مختبرية ولكن في الغالب يكون زمن البقاء فيها بين ساعتين وثلاث ساعات .

أنواع الترسيب

يوجد اربعة انواع من الترسيب :

1- الترسيب المنفصل Discrete settling
2- الترسيب اللبادي Flocculent settling
3- الترسيب المعاق Hindered settling
4- الترسيب ألانضغاطي Compression settling

ان الترسيب يبدأ بنزول منفصل للحبيبات الثقيلة ولكن اثناء التخثير والتلبيد يحدث تكتل وبذلك يزداد حجم الحبيبات ويزداد وزنها وبذلك سوف تنزل بشكل اسرع من المفترض ولا يمكن تطبيق قانون ستوك عليها ولذلك يكون من الصعب تطبيق قانون او قاعدة معينة لحساب سرعة الترسيب للدقائق المتلبدة وغالبا يتم استخدام عمود الترسيب لتحديد كفاءة سرعة الترسيب وبالتالي نسبة الازالة

أولا : الترسيب المنفصل : وفيها تكون الحبيبات غير متماسكة مع المجاورة لها

قانون نسبة الازالة الكلية للمواد العالقة داخل حوض الترسيب

$$\% \text{ removal (F)} = (1\text{-Xs}) + \frac{1}{Vs} \sum Vs * \Delta X$$

(1-Xs): يعني هذا الجزء سرعة ترسيب الجسيمات الاكبر من SOR

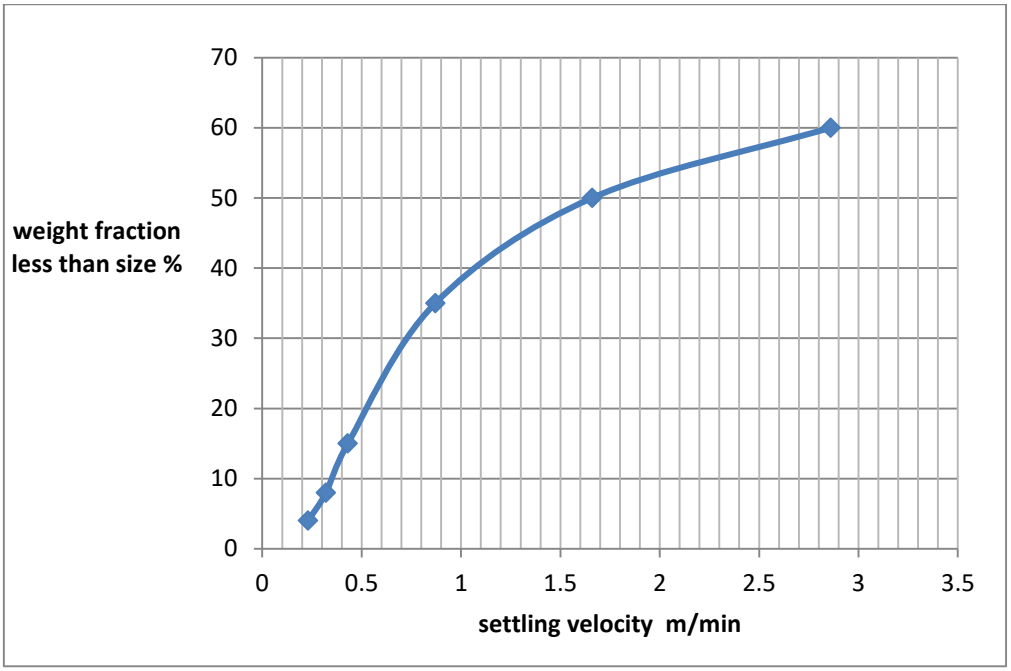
مثال : تم تحليل نموذج مختبري فيه مواد عالقة في عمود الترسيب وتم اخذ نماذج من النماذج على عمق مترين خلال فترة عشرة دقائق وكانت كما يلي :

Time (min)	Portion of particles in sample
0.7	0.6
1.2	0.5
2.3	0.35
4.6	0.15
6.3	0.08
8.8	0.04

المطلوب :اوجد الازالة الكلية اذا كان معدل الطفح السطحي = (1.8 m/min)0.03m/sec؟

Solution:

Time (min)	Settling velocity (m/min)	Portion of particles with velocity less than indicated
0.7	(2/0.7)=2.86	0.6
1.2	(2/1.2)=1.66	0.5
2.3	(2/2.3)=0.87	0.35
4.6	(2/4.6)=0.43	0.15
6.3	(2/6.3)=0.32	0.08
8.8	(2/8.8)=0.23	0.04
	0	0



For SOR =1.8 m/min ; So; the value of =0.49
(1-X)= (1-0.49)=0.51
from curve for calculating the area less the value 0.49; $\sum Vdx = 0.349$
$F=(1-X) +(1/SOR)* \sum Vdx$
F=0.51+(1/1.8)(0.349)=69.8%=69.8%

الترسيب اللبادي

Flocculent settling

ان الجسيمات اللبادية هي تلك الناتجة عن الترسيب الكيمياوي بوجود المخثرات حيث ان هذه الغرويات العالقة سوف تتكتل وتترسب ان هذا النوع من الترسيب يطلق عليه الترسيب اللبادي وبما ان الجسيمات المتكتلة سوف تترسب بسرعة نوعا ما اكبر فلذلك فان قانون ستوك لا يمكن تطبيقه للأقطار الكبيرة مما يتم اللجوء الى التجارب العملية وذلك باستخدام عمود الترسيب لايجاد كفاءة ازالة الحوض وحساب ابعاد الحوض.

حساب نسبة الازالة الكلية باستعمال عمود الترسيب

طريقة العمل :

1. تؤخذ العينات في فترات زمنية منتظمة من خلال الفتحات الجانبية من عمود الترسيب وتحلل العينات لإيجاد نسبة الازالة.TSS% علما ان التركيز المرغوب بالجريان الخارج من حوض الترسيب البادي هو 60 mg/l .
2. ترسم علاقة مابين النسبة المئوية للإزالة مع الزمن والعمق .
3. يتم تسقيط التراكيز على ورق بياني
4. رسم خارطة كنتورية للإزالة المئوية تربط بين النقاط المتساوية في نسب الازالة .
5. من قيمة معدل الطفح السطحي ومن ارتفاع عمود الترسيب نوجد الزمن المطلوب لتحقيق نسبة الازالة الكلية عنده وكما يلي

SOR = Q/surface area ; SOR = H/t , t=H/SOr

6. نسقط عمود عند الزمن المطلوب في المنحني .
7. يتم حساب h1,h2,h3.... حيث ان h1 تمثل الفرق بين قيمتي الارتفاع لاول منحنين وتضرب في الفرق بين معدل نسب الازالة لكل منهما فمثلا كان الرفق0.75 وقيم الازالة للاول 100% والثاني 80% فسوف يكون قيمة h1 كما يلي

H1=(0.75/1.5) (100+80)/2=45

وهكذا يتنم حساب h2, h3,h4,…

8- قيمة الازالة الكلية تساوي مجموع قيم (h1,h2,h3,h4,…)

تصميم مرسب لبادي من معرفة نسبة الازالة المتحققة لطفح معين

1) يتم ايجاد زمن الاحتجاز الهيدروليكي ويضرب في معامل الامان 1.6
2) ترسم علاقة بين قيم SOR ونسبة الازالة المئوية ويتم تسقيط نسبة الازالة المئوية المرغوبة او المطلوب تحقيقها على المنحني ويتم ايجاد قيمة SOR للحوض المطلوب تصميمه ومن ثم تضرب هذه القيمة بمعامل امان 0.7
3) بعد معرفة قيمة SOR يتم حساب المساحة السطحية للحوض بالعلاقة التالية

SOR=q/ surface area

4) يتم حساب حجم الحوض من العلاقة التالية :

Volume= Q*time

5) يتم حساب عمق الحوض المرسب اللبادي بالعلاقة التالية:

Depth=Volume/surface area

6) نفرض ان طول الحوض = ضعف العرض L=2*W.
7) معرفتنا للمساحة السطحية للحوض يمكن ايجاد مقدار عرض الحوض وطوله على افتراض ان الحوض مستطيل الشكل.

مثال : فيما يلي جدول مسجل فيها البيانات الخاصة بتركيز المواد الصلبة العالقة في عمود ترسيب مع العمق والزمن المطلوب حساب ابعاد وعمق حوض المرسب اللبادي ؟ التصريف الداخل 760 m^3/d ؟

Time / Depth	0	5	10	20	40	60	120
0.5	250	220	200	150	115	95	50
1.0	250	205	205	162.5	117.5	105	65
2.0	250	210	210	170	130	102.5	65

Solution :

First : Calculate the percentage Removal for each intake:

1st % removal =(250-220) *100/250= 12%

2nd % removal = 14%

3rd % removal =10%

Time / Depth	0	5	10	20	40	60	120
0.5	0	12	20	40	54	62	80
1.0	0	14	18	35	53	58	74
2.0	0	10	16	32	45	59	74

Second : Draw a relation between time and percentage removal for each depth as follow:

Third : Calculate SOR for each time : 20, 40,60, 120 min as flows:

Time (min)	SOR
20	2/20=0.1
40	2/40=0.2
60	2/60=0.3
120	2/120=0.6

Fourth : calculate the percentage removal at each time 20,40,60, &120

At time 20 min ;

$$\frac{100+80}{2}*\frac{h1}{H}+\frac{80+70}{2}*\frac{h2}{H}+\frac{70+60}{2}*\frac{h3}{H}+\frac{60+50}{2}*\frac{h4}{H}+\frac{50+40}{2}*\frac{h5}{H}+\frac{40+30}{2}*\frac{h6}{H}$$

At time 40 min:

$$\frac{100+80}{2}*\frac{h1}{H}+\frac{80+70}{2}*\frac{h2}{H}+\frac{70+60}{2}*\frac{h3}{H}+\frac{60+50}{2}*\frac{h4}{H}+\frac{50+40}{2}$$

At time 60 min:

$$\frac{100+80}{2}*\frac{h1}{H}+\frac{80+70}{2}*\frac{h2}{H}$$

Fifth : draw a relation between time and % removal as follows :

% removal =(250-60)*100/250 =76%

من التسقيط على المنحني بنسبة ازالة 76% يخرج الزمن 80 دقيقة

نضرب الزمن الناتج *1.6 (معامل أمان)

80*1.6=128 min

Sixth: draw relation between SOR and % removal

Seventh:

من المنحني SOR=0.02m/min وتحول الى SOR=42.5 $m^3/m^2/d$

تضرب بمعامل امان 0.7

42.5*0.7=22.75 m/d

SOR= Q/surface area

Q= 7600 m^3/d

29.75 =7600/surface area

Surface area =255.46 m^2

Eight h: Calculate volume of the flocculated tank

Volume =Q*time

Volume =7600 (m^3/d)* 128/(60*24)d=675.5 m^3

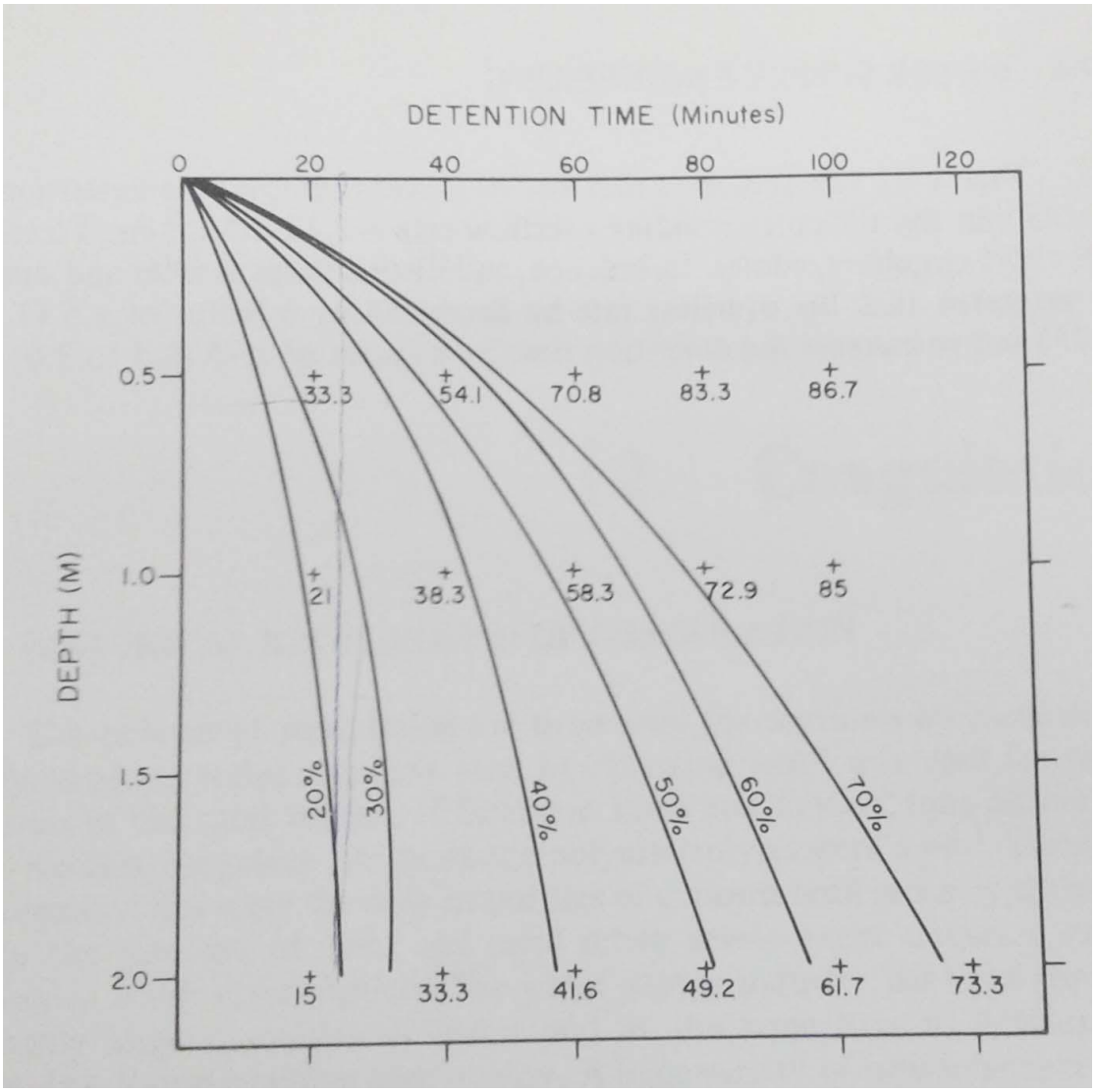
Ninth : Find the depth, W&L

Depth=Volume/Surface area

= 675.5/255.46=2.6 m

Surface area=$2W^2$, 255.46=$2W^2$, W^2 =127.73,W=11.3m

L=2W , L=22.6 m


DETENTION TIME (Minutes)
0
20
40
60
80
100
120
DEPTH (M)
0.5
1.0
1.5
2.0
33.3
54.1
70.8
83.3
86.7
21
38.3
58.3
72.9
85
15
33.3
41.6
49.2
61.7
73.3
20%
30%
40%
50%
60%
70%

مثال : تم اخذ البيانات التالية ومن ارتفاعات مختلفة من عمود ترسيب .أوجد نسبة الازالة للدقائق لحوض ترسيب عمقه 1.8 م وزمن بقاء 50 دقيقة ؟

EX3: Using a sample data provide , estimate the percentage removal of solids in an ideal basin with a depth of 1.8 m and residence time of 50 min.

Settling time (min)	h1 0.6 m	h2 1.2 m	h3 1.8 m
10	22	14	12
20	37	29	26
30	49	38	36
40	58	49	43
60	71	60	55
80	74	66	63

الحل :

1. نقوم برسم علاقة على ورق بياني بين الزمن وبين ارتفاع المآخذ ، ثم اوصل بين الخطوط .
2. نسقط نسب الازالة عند تقاطعات الشبكة ونرسم المنحنيات الخاصة .
3. نرسم خط عمودي عند الزمن المطلوب وهو (50) دقيقة واذا لم يعط في السؤال نستخرجه من تقسيم المسافة (1.8 م في هذا السؤال) الى سرعة الترسيب .
4. نستخرج قيم h1,h2,h3,h4 والتي مجموعها المفروض ان يكون ارتفاع عمود الترسيب والذي يمثل ارتفاع الحوض (H)والذي يمثل في هذا السؤال 1.8 ويمكن استخراج القيم المذكورة من حساب المسافة من تقاطع كل منحني مع المستقيم العمودي الذي تم رسمه.

F= (45+50)/2*(0.4/1.8) +(50+60)/2*(0.7/1.8)+ (60+70)/2*(0.2/1.8) (70+100)/2*(0.5/1.8) , F=62%

مثال مهم : عند تحليل الماء في عمود الترسيب كان تركيز المواد العالقة الاولي 250 ملغم/لتر تم اخذ عينات من الماء من اعماق مختلفة عمود الترسيب وعند ازمان مختلفة وتم ايجاد تركيز المواد العالقة كما في المصفوفة التالية . ما هي نسبة الازالة لحوض ترسيب عمقه 3 معند زمن بقاء 135 دقيقة ؟

Depth (m)	Concentrations (mg/l)					
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
0.5	133	83	50	38	30	23
1.0	180	125	93	65	55	42
1.5	203	150	118	93	70	58
2.0	213	168	135	110	90	70
2.5	220	180	145	123	103	80
3.0	225	188	135	133	113	95

Solution :

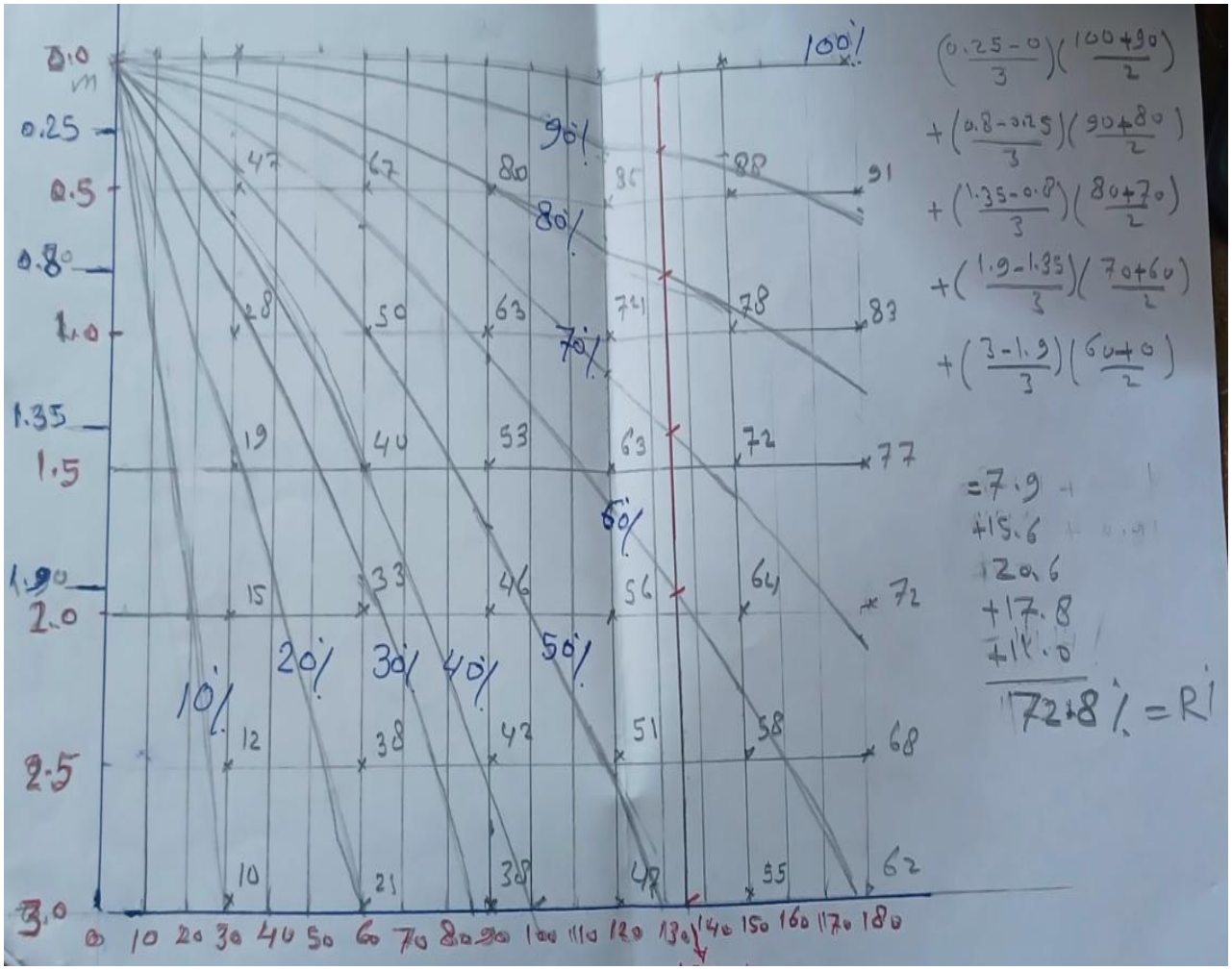
Time =135 min

% Removal =(Ci- C out) *100 / Ci

- نقوم برسم الشبكة بين الزمن وبين ارتفاع الماخذ .
- نقوم بحساب نسب الازالة لكل النقاط وحسب القانون اعلاه فيخرج لنا الجدول التالي

Depth (m)	Concentrations (mg/l)					
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
0.5	47	67	80	85	88	91
1.0	28	50	63	74	78	83
1.5	19	40	53	63	72	77
2.0	15	33	46	56	64	72
2.5	12	38	42	51	58	68
3.0	10	25	38	47	55	62

نقوم بتسقيط نسب الازالة عند الزمن المحدد 135 دقيقة ونرسم المنحنيات


0.0 m
0.25
0.5
0.8
1.0
1.35
1.5
1.90
2.0
2.5
3.0
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
47 67 80 88 91
28 50 63 74 78 83
19 40 53 63 72 77
15 33 46 56 64 72
12 38 42 51 58 68
10 21 38 48 55 62
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180
$\left(\frac{0.25-0}{3}\right)\left(\frac{100+90}{2}\right)$
$+\left(\frac{0.8-0.25}{3}\right)\left(\frac{90+80}{2}\right)$
$+\left(\frac{1.35-0.8}{3}\right)\left(\frac{80+70}{2}\right)$
$+\left(\frac{1.9-1.35}{3}\right)\left(\frac{70+60}{2}\right)$
$+\left(\frac{3-1.9}{3}\right)\left(\frac{60+0}{2}\right)$
=7.9
+15.6
20.6
+17.8
+14.0
72.8 % = Ri

مثال واجب : تم اخذ البيانات التالية من عمود الترسيب ارتفاعه 1.5 متر احسب الازالة الكلية و اذا كان معدل الطفح السطحي 0.15 م/ثا والتركيز الاولي 100 ملغم/لتر ؟

Height (m)	5 mints	10 mints	25 mints
0.5	20	10	5
1.0	40	30	20
1.5	60	50	40

Solution

Height m	5 mints	10 mints	25mints
0.5	80	90	95
1.0	60	70	80
1.5	40	50	60

T= H/SOR= 1.5/0.15=10 mints

R%= (0.75/1.5)(100+80)/2+ (0. 5/1.5)(80+60)/2+ (1.25/1.5)(60+50)/2

R%= 77.5%

واجب بيتي : الجدول التالي يبين نتائج التحليل المختبري(تركيز المواد الصلبة العالقة) لعمود الترسيب ارتفاعه 3 م وكان التركيز الاولي لحوض الترسيب اللبادي 250 ملغم/لتر. ماهي الازالة المتوقعة بعد مرور 135 دقيقة ؟

Depth (m)	Concentrations (mg/l)					
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
0.5	133	83	50	38	30	23
1.0	180	125	93	65	55	42
1.5	203	150	118	93	70	58
2.0	213	168	135	110	90	70
2.5	220	180	145	123	103	80
3.0	225	188	135	133	113	95

Solution :

Given : Co=250 mg/l , R%=? , T=3hrs+45 min.

Time = 135 min

% Removal =(Ci- C out) *100 / Ci

- نقوم برسم الشبكة بين الزمن وبين ارتفاع المأخذ .
- نقوم بحساب نسب الازالة لكل النقاط وحسب القانون اعلاه فيخرج لنا الجدول التالي

Depth (m)	Concentrations (mg/l)					
	30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
0.5	47	67	80	85	88	91
1.0	28	50	63	74	78	83
1.5	19	40	53	63	72	77
2.0	15	33	46	56	64	72
2.5	12	38	42	51	58	68
3.0	10	25	38	47	55	62

نقوم بتسقيط نسب الازالة عند الزمن المحدد 135 دقيقة ونرسم المنحنيات حيث نستنتج من تقاطع الزمن المطلوب مع منحنيات الازالة ان نسبة الازالة هي 72.8% .

الترسيب المعاق Hindered settling

يحصل الترسيب المعاق نتيجة التقارب للجسيمات بحيث ان الحركة النسبية للجسيم تتأثر بالسرعة النسبية للجسيمات المتجاورة :

يستند التصميم على ثلاثة افتراضات :

1- المساحة المطلوبة لترسيب الجسيمات المنفصلة عند اعلى المروق
2- المساحة المطلوبة لترسيب السطح البيني بين منطقتين
3- الترسيب المنفصل والمعاق .

لو أخذنا نموذج تركيزه معتدل الى عال وبعد فترة زمنية نلاحظ ان الماء الرائق يصعد الى الاعلى والعوالق تبدأ بالترسب نحو الاسفل فتظهر مناطق الترسيب الواحدة تلو الاخرى بمرور الوقت حيث سوف يظهر سطح بيني (خط) للحد الفاصل ما بين الماء الرائق والعوالق المترسبة نحو الاسفل وهذا الخط يأخذ بالهبوط نحو الاسفل بمرور الوقت .

العوامل التي تحكم التصميم :

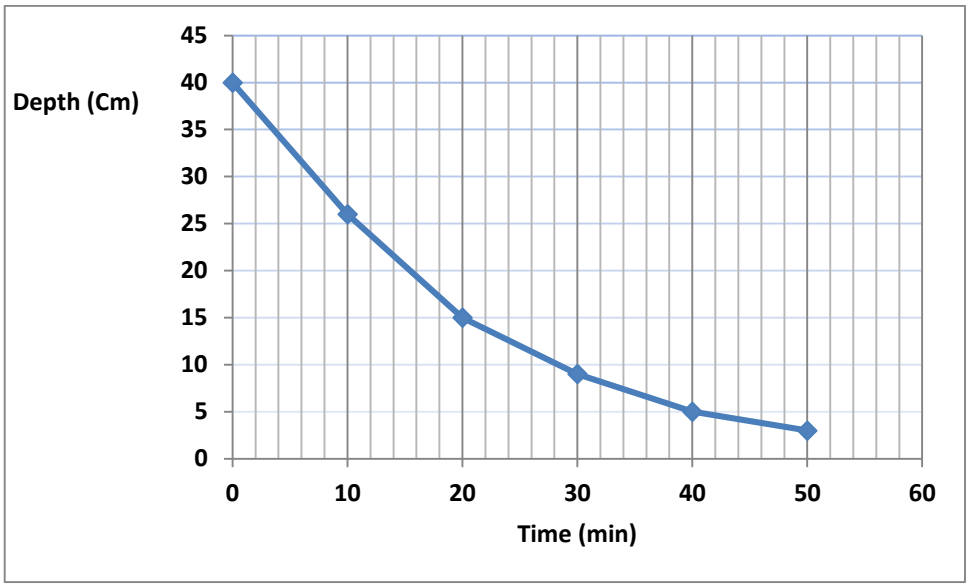
1- المساحة المطلوبة للترويق.
2- المساحة المطلوبة للتخثين Thickening .
3- معدل الهبوط للسطح البيني .

س/ كم هو الزمن اللازم للحصول على تركيز سفلي Cu بعمق مقداره Hu ؟

الجواب :

1- نرسم علاقة مابين الزمن العمق .
2- نرسم مماس لأعلى المنحني .
3- نرسم مماس لمنطقة الترسيب المعاق
4- ننصف الزاوية المتكونة من المماسين
5- نقطة تقاطع المنصف مع المنحني عند النقطة Co والتي تمثل التركيز الحرج ز
6- نرسم مماس من النقطة C2 .
7- نمد خط افقي الذي يمثل العمق Hu وبذلك سوف يتقاطع مع المماس .
8- من نقطة التقاطع نرسم خط شاقولي نحو الاسفل .
9- نقرا القيمة المطلوبة التي تمثل الزمن اللازم للحصول على التركيز المطلوب .
10- نحسب المساحة السطحية اللازمة للتخين كما يلي: A=Q*tu / Hu
11- نحسب المساحة السطحية اللازمة للترويق كما يلي: A=Q/SOR حيث ان قيمة SOR يمكن حسابها عن طريق قياس ميل المماس .
12- نحسب التصريف اللازم للترويق كما يلي: $Q_{Floc.}=Qo*\frac{(ho-hu)}{ho}$

س/ تم الحصول على منحني الترسيب المبين في الشكل التالي لخبث مركز تركيزه الاولي 3000mg/l اوجد معدل الطفح السطحي المطلوب للحصول على خبث مركز يبلغ تركيز المواد الصلبة فيه 2% وزنا ؟



Solution:

2%=2/1008106 =20,000 mg/l

Ho Co=Hu Cu

500*3000=H*20,000 , Hu=75 mm

From curve ; tu=40 min

A=Q tu / Ho

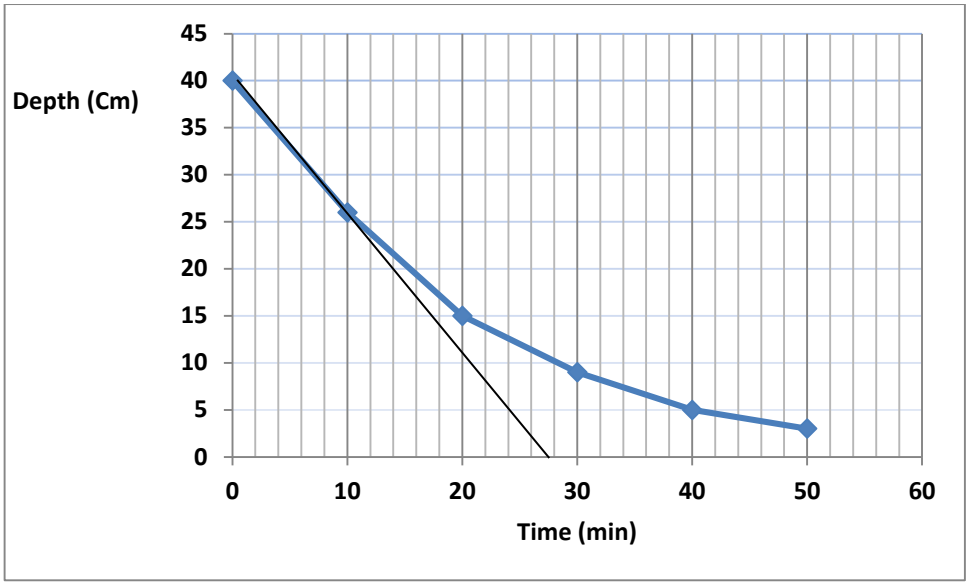
A=0.08 Q

SOR= Q/A=Q /0.08 Q=12.5 mm/min

From curve SOR=20 mm/min

مثال : نموذج خام من الماء الخارج من محطة معالجة تركيزه C0=400 mg/l تم وضعه في عمود الترسيب مختبري ارتفاعه 0.4 m و تم الحصول على منحني الترسيب الذي في الشكل ادناه .

1. أوجد مساحة التثخين لحماة تركيزها Cu=24,000 mg/l علما ان التصريف الداخل لحوض الترسيب هو 400 m^3/d .
2. كما اوجد الحمل الداخل محسوبا ب $Kg/m^2/d$ ؟



Solution :

Co=400mg/l , Cu= 24,000 mg/l ,Q=400 m^3/day , Ho=0.4 m, A thick=?

Ho Co = Hu Cu

0.4*400=24,000*Hu

Hu = 0.0666 m

From the curve ; tan θ = dy/dx= $\frac{0.4-0.07}{15-10}$ = 0.04

Q new = Qo*$\frac{Ho-Hu}{Ho}$ = 400*$\frac{0.4-0.067}{0.4}$ =399.16 m^3/d

(For tan θ=0.04); So; θ=2.57= S.O.R

A = Qnew/SOR

=399.16/2.57=155 m^2

A thick= Q*tu/Ho

From the curve ; tu=40 min

A thick = (400/24*60)*40/0.4 =27 m^2