

8  
T.25

الهندسة الصحية  
الفرقة الثالثة

2013

## Water treatment

معالجة مياه الشرب

### Part [ 3 ]

- 1 ..... آلات
- 2 ..... Jar test
- 3 ..... حوض المزج السريع
- 4 ..... أحواض الترويب و الترسيب المستطيلة
- 10 ..... مسائل من Sheet no.(5)

## المرويات Coagulant

← الغرض من إضافة المرويات :-

① عند إضافة المرويات إلى الحياة تتحلل المرويات إلى أيونات موجبة تتجاذب مع الأيونات السالبة الموجودة في المواد العالقة ← وبذلك تكون كتل كبيرة يسهل ترسيبها تحت تأثير وزنها.

② للمرويات خاصية جيدة تيسية ← وبالتالي يلتصق المواد العالقة على سطحها ويصل

← أنواع المرويات :-

① ألومنيات الألومنيوم "السببه" :-

• أرخصها وأشهر أنواع المرويات .

← ألومنيات الألومنيوم + بيكرينات الكالسيوم ← أكسيد الألومنيوم + كبريتات الكالسيوم  $Ca_2$

\* مادة جيلاتينية القوام  
"تتجمع الرواسب على سطحها"

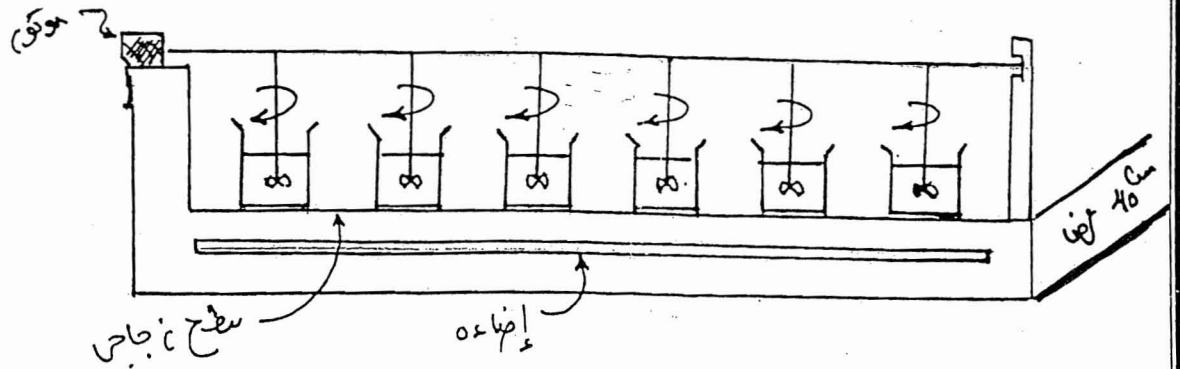
② البوليميات وهي أغلى وأحسن الكاويات المستخدمة في عملية المعالجة ويمكن الأتلى منها .

③ كلوريد الحديد ← تُستخدم بنسب عند استخدام كرويات

← كلوريد الحديد + بيكرينات الكالسيوم ← أكسيد الحديد + كلوريد الكالسيوم  $Ca_2$

## Jar Test

→ يتقن تحديد الجرعة المروية التي سوف تضاف إلى المياه باستخدام تجربة Jar Test



خطوات التجربة :-

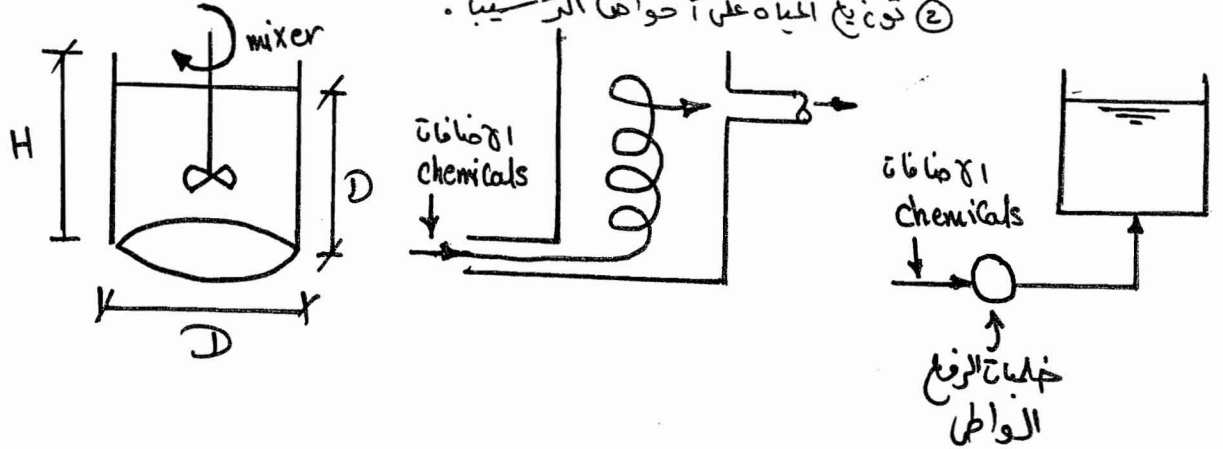
- ١- يتقن تجهيز عدد ٦ كاسات زجاجية سعة كل منها (١) لتر.
- ٢- يتم ملئ كل كاسات بمياه من بيلام المياه المكمرة.
- ٣- يتقن وضع المادة المروية في الكاسات بتركيزات مختلفة.
- ٤- تقوم بتقليب المواد المروية مع المياه في الكاسات بسرعة كبيرة (200 - 300) rpm لمدة (20 - 60 sec) لتماثل عملية المزج السريع.
- ٥- ثم يتقن التقليب بسرعة (20 - 30 rpm) لمدة (20 - 40 min) لتماثل عملية المزج البطيء.
- ٦- تترك الكاسات بدون تقلب لمدة (2 - 3 hr) ومراقبة عملية الترسيب في الكاسات.
- ٧- أحسن كأس حدته تركيبا → تكون الجرعة المستخدمة به أفضل جرعة.

→ ما هي العوامل التي تتوقف عليها المرويات في جرعة المرويات؟

- ① PH :- هناك مرويات تعمل جيداً في الوسط الحامضي وأخرى تعمل جيداً في الوسط القلوي.
- ② جميع المواد الطالقة :- كلما زاد حجم المواد الطالقة تقل الجرعة المروية علاقة عكسية
- ③ تركيز المواد الطالقة :- كلما زاد تركيز الجسيمات زادت الجرعة المروية علاقة طردية
- ④ درجة الحرارة :- زيادة درجة الحرارة تقلل اللزوجة وبالتالي يزداد الترسيب وبالتالي تقل المرويات علاقة عكسية

## Flash mixing حوض المزج السريع

- الخلف منه: ① هو انتشار المرويات في المياه بسرعة في زمن (20-60 sec).  
② توزيع المياه على أحواض الترسيب.



$$DT = 20 - 60 \text{ sec}$$

$$D = \text{القطر} = \text{الامتداد}$$

$$H = D + 0.5$$

أسس التصميم:-

$$\bullet \text{ Vol} = Q \cdot DT$$

$\text{m}^3/\text{sec}$       (20-60) sec

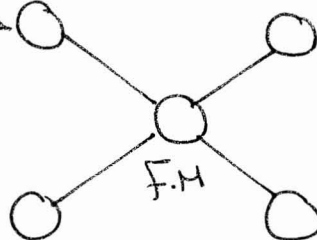
خطوات التصميم:-

$$\bullet \text{ Vol} = A \cdot \text{depth} = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot D$$

$$D = \sqrt[3]{\text{Vol} \cdot \frac{4}{\pi}}$$

$$H = D + 0.5 = \sqrt[3]{\text{Vol} \cdot \frac{4}{\pi}} + 0.5$$

أحواض  
الترويب والترسيب



ملاحظة :- حوض المزج السريع يستخدم

لنقل المياه على أحواض الترويب والترسيب  
ويكون أفضل عدد من الأحواض التي يمكن أن  
تعمل بحوض المزج السريع هو 4 أحواض

## الترويب والترسيب Coagulation & Sedimentation

### أولاً :- الترويب Coagulation :-

- يُسمى أيضاً حوض المزج البسيط (gentle mixing).
- الغرض منه :- هو إتمام التفاعل بين المروبات المضافه والمواد العالقه في حوض يتراوح بين ( 20 - 90 ) دقيقة .

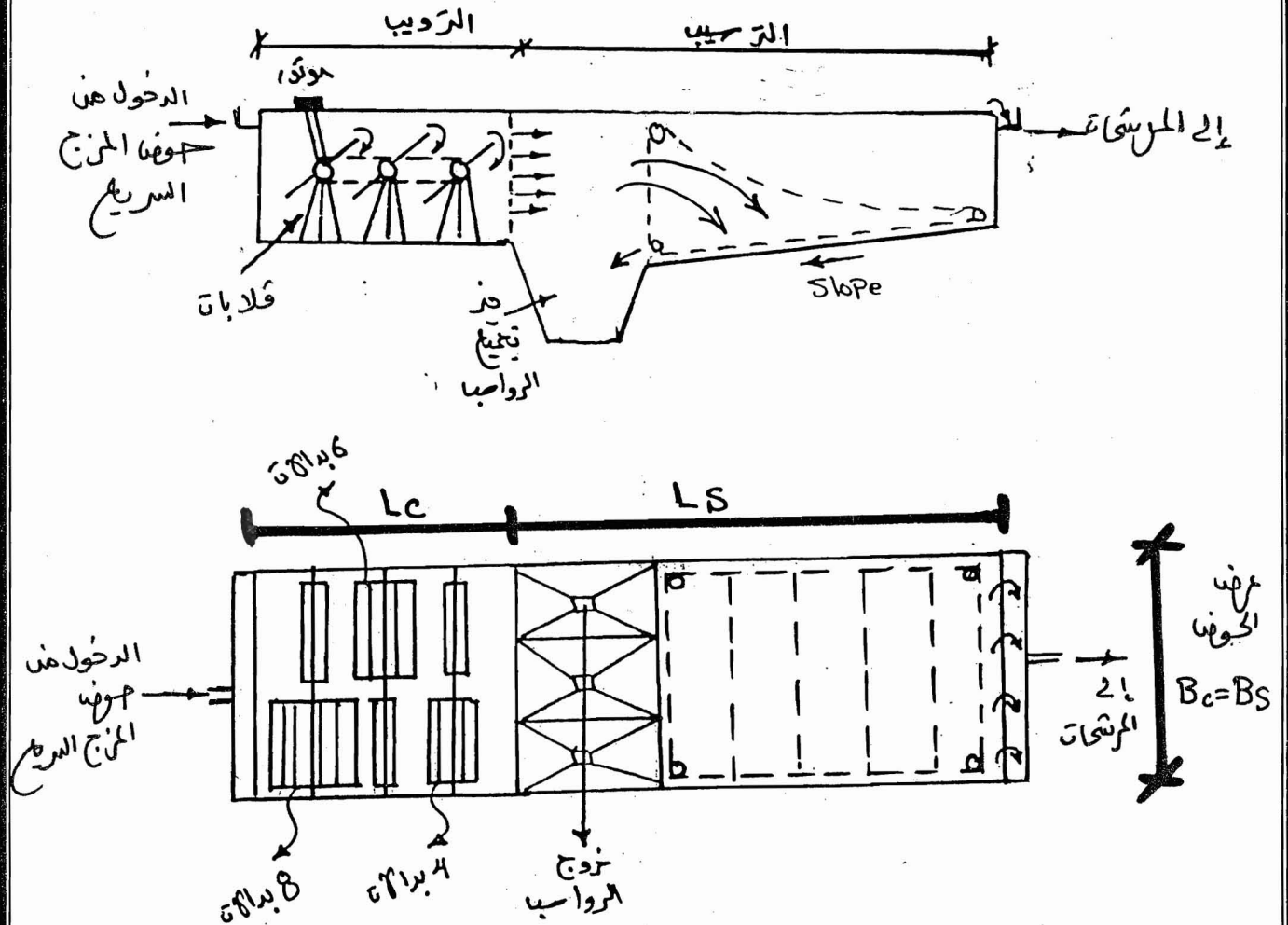
- وذلك عن طريق استخدام قلابات خشبيه وذلك لتكوين الندف الكبيرة (Flocs) وذلك بتقريب الايونات الموجبه من الايونات السالبه وبالتالي نستصل عمليه الترسيب .

- ملاحظه :- القلابات تصنع حوض الترسيب داخل جز الترويب .
- تصنع القلابات من مواد لا تتأثر بالكيماويات .
- كلما اقتربنا من حوض الترسيب يقل مسطح القلابات .
- عدد القلابات يعتمد على النسب بين طول حوض الترويب وعمقه ( طول حوض الترويب / عمقه المحض )

### ثانياً :- الترسيب Sedimentation :-

- الغرض منه :- اخاله آبار قدم يمكن من المواد العالقه في حوض يتراوح بين ( 2-3 ) ساعة .
- كفاءة الترسيب  $[ eff = 60 - 70\% ]$  .

## أحواض الترسيب والترسيب المستطيلة



أحواض الترسيب والترسيب المستطيلة :- هي أحواض تدخل المياه

بالماء من جوانب المزج السريع.

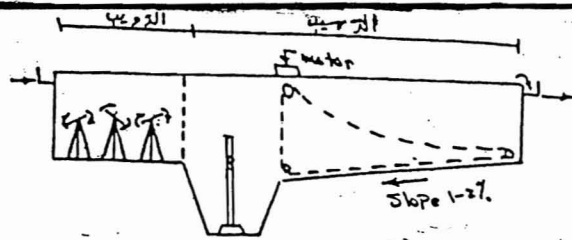
• تمر المياه أولاً داخل حيز الترسيب حيث الفلانات تقوم بأنحاء

التفاعل بين المواد المرورية والمواد العالقة

• ثم تدخل المياه إلى حيز الترسيب حتى يهبط إلى قاع حيز الترسيب

• يكون عرض حوض الترسيب "Bc" = عرض حوض الترسيب "Bs"

## تصميم أحواض الترسيب والترويب المستطيلة



### أسس التصميم: • أحواض الترسيب •

$$\bullet DT = 20-40 \text{ min}$$

$$\bullet dc = ds - 0.5 \text{ m}$$

### • أحواض الترسيب •

$$\bullet DT = 2-3 \text{ hr}$$

$$\bullet OFR = 20-40 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

$$\bullet OFR = 450 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

$$\bullet ds \neq 4 \text{ m}$$

$$\bullet ls = 4 \text{ B}$$

$$\bullet ls \neq 40 \text{ m}$$

$$\bullet B \neq 10 \text{ m}$$

### • خطوات التصميم: • أداة الترسيب: •

$$\text{الترسيب} = Q_{\text{sed}}$$

$$\bullet (Vol)_s = Q_{\text{sed}} \cdot DT \rightarrow (2-3) \text{ hr}$$

$$\bullet A_s = \frac{Q_{\text{sed}}}{OFR} \rightarrow (20-40) \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$$

$$\bullet ds = \frac{(Vol)_s}{A_s}$$

$$\bullet dc = ds - 0.5 \quad \text{• كفاءة الترسيب: •}$$

$$\bullet (Vol)_c = Q_{\text{sed}} \cdot DT \rightarrow (20-40) \text{ min}$$

$$\bullet A_c = (Vol)_c / dc$$

$$A_s = r \text{ m}^2$$

$$A_c = r \text{ m}^2$$

$$ds = r \text{ m}$$

$$dc = r \text{ m}$$

حساب  
المساحة الشكلية  
لأحواض  
الترسيب  
والترويب

$$\text{Assume: } ls = 40 \text{ m } B = 10 \text{ m}$$

$$\rightarrow Q_{\text{sed}} = 40 \times 10 = r$$

$$n_0 = \frac{A_s}{Q_{\text{sed}}}$$

$$(n_0)_{\text{act}} = r$$

$$(Q_{\text{sed}})_{\text{act}} = \frac{A_s}{(n_0)_{\text{act}}} = r = ls \cdot B = 4B \cdot B$$

$$B = r \quad ls = r \quad (n_0)_{\text{act}} = r$$

$$\text{عدد أحواض الترسيب} \quad \text{عدد أحواض الترويب} \quad \text{الترسيب}$$

$$n_s = n_c \quad \& \quad B_s = B_c = B$$

$$(Q_{\text{sed}})_c = \frac{A_c}{(n_0)_{\text{act}}}$$

$$L_c = \frac{(Q_{\text{sed}})_c}{B}$$

تشكيل الأحواض  
بمبنى مثل  
عدد وأبعادها

## تصميم الطداد

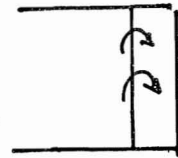
- $OF_w = \frac{\text{نيز}}{\times 450}$

- $L_w = \frac{Q}{OF_w \times n_{act}}$   
 $\downarrow$   $\downarrow$   
 طول الطداد الحرفي      عدد الاكسوفات الفعالة

### لتشكيل الطداد

← نقارن  $L_w$  بجزء الكوفة "B" وهناك 5 احتمالات:

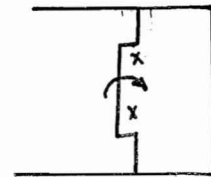
①  $IF (L_w \leq B) \rightarrow$



②  $IF (2B > L_w > B)$



$$X = \frac{L_w - B}{2}$$



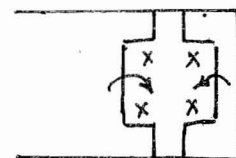
③  $IF (L_w = 2B)$



④  $IF (3B > L_w > 2B)$



$$X = \frac{L_w - 2B}{4}$$



⑦

⑤  $IF L_w \geq 3B \rightarrow$  نلجأ للحوض الاثرى



حيز تجييع الرواسب

100% مناسب

(SS) مواد عالقة 5%

0195 04

• wt of SS =  $\text{①} \times \frac{\text{SS}}{106} \times \text{eff} = \text{----- ton/d}$

وزن المواد الصلبة المتبقية  
لحل أخوان  
التزريب

SS: تَدْرِيزُ المواد الصلبة → وهذا مِثَالُهُ ←  $\frac{\text{gm}}{\text{m}^3}$  و  $\frac{\text{mg}}{\text{L}}$

•  $e_{ff}$  كفاءة تحويل الزيت في حال المواد الناقلة  $e_{ff} = 60 \sim 70\%$

• Vol of Sludge =  $Q \times \frac{SS}{106} \times eff \times \frac{1}{8} \times \frac{100}{\text{نسبة المواد المتبقية}}$

سليم الرواسب لكل الأحواض

لغاية الرواسب

5

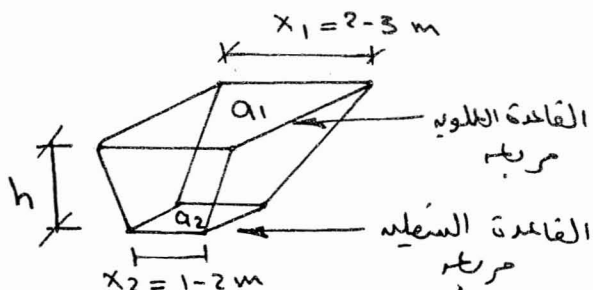
ما يزيد بخلاف ذلك

3.05 =

• Vol of sludge hopper =  $Q \times \frac{SS}{106} \times \text{eff} \times \frac{1}{8} \times \frac{100}{\text{نسبة المواد الصلبة}} \times \frac{1}{n_{act}} \times \frac{1}{n_p}$   
 • Vol of sludge Pyramid  
 حجم خزان تجميع الرواسب  
 • Vol of sludge Pyramid =  $\frac{h}{3} (a_1 + a_2 + \sqrt{a_1 \cdot a_2})$   
 مساحة القاعدة العلوية      مساحة القاعدة السفلية  
 ارتفاع الخزان

$$n_p = \frac{B}{x_1}$$

عدد الاحرف في الحروف



## تصميم القلابات بداخل أحواض الترويب

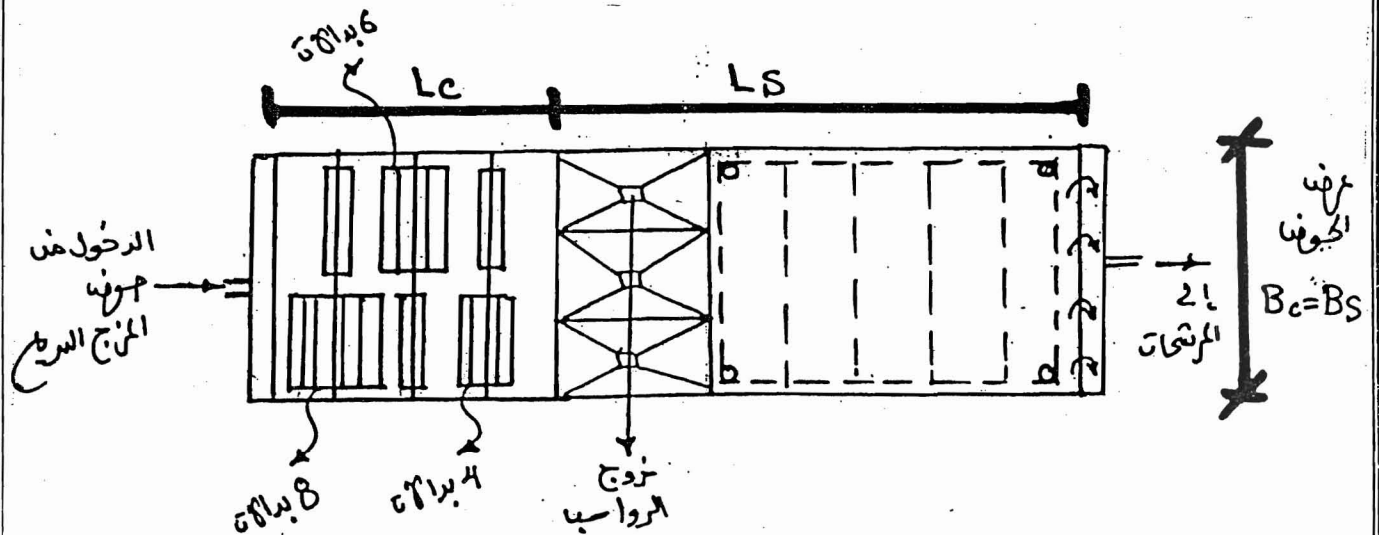
عمق الحوض

عمق الحوض

$$A_1 = 0.35 B_c \cdot d_c \quad \text{مساحة قلابات المصف الأول}$$

$$A_2 = 0.25 B_c \cdot d_c \quad \text{مساحة قلابات المصف الثاني}$$

$$A_3 = 0.15 B_c \cdot d_c \quad \text{مساحة قلابات المصف الثالث}$$



- مثال • المطلوب تصميم وحدان الترسيب والرشح المستطيلة لحجم تنقية مياه الشرب  
لاستهلاك يوم قدره 86400 متر مكعب. وذلك إذا كان تركيز  
المواد الصلبة العالقة الداخلة إلى أحواض الترسيب الابتدائي = 100mg/l وكمية  
الترسيب لأحواض الترسيب 70%.

المطلوب:-

- ① تصميم أحواض الترسيب والرشح المستطيلة
- ② تصميم حيز تهوية الرواسب وكذلك حذاء المخرج.
- ③ أسس قطع حاس وأمنى للوحدات.

$$\begin{aligned}
 Q_{av} &= 86400 \text{ m}^3/\text{d} \\
 &= 3600 \text{ m}^3/\text{hr} \\
 &= 60 \text{ m}^3/\text{min} \\
 &= 1.0 \text{ m}^3/\text{Sec}
 \end{aligned}$$

← تصميم أحواض الترسيب والرشح الدائرية :-

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad Vol_s &= Q_{av} \cdot \Delta T \quad \begin{matrix} \text{m}^3/\text{hr} \\ (2-3) \text{ hr} \end{matrix} \\
 &= 3600 \times 2.5 = \boxed{9000 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

• أداة الترسيب :-

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad A_s &= \frac{Q_{av} \rightarrow \text{m}^3/\text{d}}{OFR \rightarrow \text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}} \\
 &= \frac{86400}{30} = \boxed{2880 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

$$\bullet \quad d_s = \frac{Vol_s}{A_s} = \frac{9000}{2880} = \boxed{3.15 \text{ m}}$$

• ثانياً الترسيب

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad Vol_c &= Q_c \cdot \Delta T \quad \begin{matrix} \text{m}^3/\text{min} \\ 20-40 \text{ min} \end{matrix} \\
 &= 60 \times 30 = \boxed{1800 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

$$d_c = d_s - 0.5 = 3.15 - 0.5 = \boxed{2.65 \text{ m}}$$

$$A_c = \frac{Vol_c}{d_c} = \frac{1800}{2.65} = \boxed{679.25 \text{ m}^2}$$

$$A_c = 679.25 \text{ m}^2$$

$$d_c = 2.65 \text{ m}$$

$$A_s = 2880 \text{ m}^2$$

$$d_s = 3.15 \text{ m}$$

Assume:-

$$l_s = 40 \text{ m}$$

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

← ثانياً الزوياً :-

$$- a_{one} = l_s \cdot B = 40 \times 10 = 400 \text{ m}^2$$

$$- n_o = \frac{A_s}{a_{one}} = \frac{2880}{400} = 7.2 \rightarrow \text{take } \underline{\underline{8 \text{ حوالياً}}}$$

$$\{ (n_o)_{act} = 8 \text{ حوالياً} \}$$

$$- (a_{one})_{act} = \frac{A_s}{n_{act}} = \frac{2880}{8} = 360 \text{ m}^2$$

$$- (a_{one})_{act} = l_s \cdot B = 4B \cdot B = 360$$

$$\{ B = 9.50 \text{ m} \rightarrow l_s = 38 \text{ m} \}$$

← ثانياً الزوياً :-

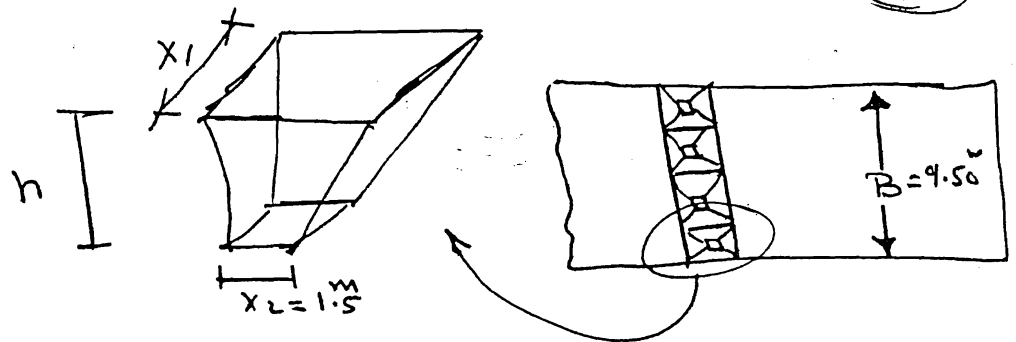
$$- (a_{one})_c = \frac{A_c}{(n_o)_{act}} = \frac{679.25}{8} = \boxed{84.9 \text{ m}^2}$$

$$- L_c = \frac{(a_{one})_c}{B} = \frac{84.9}{9.50} = 8.94 \text{ m}$$

$$\{ L_c = 8.95 \text{ m} \}$$

تجميع جزر بجميع الرواسب :-

أورة ← تحديد عدد الآهرامات في الحوض الواحد ولذلك عرفنا القاعدة المطلوبة  $X_1$



$$X_1 = \frac{B}{4} = \frac{9.50}{4} = \boxed{2.375 \text{ m}}$$

رعددها 4 آهرامان في الحوض الواحد

$$\text{Volume of Pyramid} = Q_{av} \cdot \frac{SS}{106} * eff * \frac{100}{\text{نسبة المواد الغلبة}} * \frac{1}{\gamma} * \frac{1}{n_{ad}} * \frac{1}{n_c} * \frac{1}{n_p}$$

$$= 86400 * \frac{100}{106} * \frac{70}{100} * \frac{100}{5} * \frac{1}{1.0} * \frac{1}{8} * \frac{1}{3} * \frac{1}{4}$$

فتم تحديد سريان  
تخفيف الكوامن

$$= \boxed{1.26 \text{ m}^3}$$

$$\text{Volume of Pyramid} = \frac{h}{3} (a_1 + a_2 + \sqrt{a_1 a_2})$$

$$1.26 = \frac{h}{3} ((2.375)^2 + (1.5)^2 + \sqrt{(2.375) * (1.5)})$$

$$\boxed{h = 0.33 \text{ m}}$$

$$lw \text{ الحوض} = \frac{Q_{av}}{ofw * n_{ad}} = \frac{86400}{450 * 8} = 24 \text{ m} \quad \leftarrow \text{حداد المخرج}$$

3B > 2B سلا تقاع بين

$$x = \frac{lw - 2B}{4} = \frac{24 - 9.5 * 2}{4} = \boxed{1.25 \text{ m}}$$

11

25

محطة تنقية للمياه تحتوي على الوحدات التالية :-

- حوض مزج سريع سعته 70 م<sup>3</sup>
  - 7 أحواض ترسيب بأبعاد 36\*9\*3.75 م
  - طول هدار المخرج لحوض الترسيب 27 متر
  - 7 أحواض مزج بطيء بأبعاد 7.6\*9\*3.25 م
- راجع أسس التصميم لهذه المحطة علما بأن التصرف اليومي للمحطة 100000 متر مكعب

$$\begin{aligned} Q &= 100\,000 \text{ m}^3/\text{d} \\ &= 4166.7 \text{ m}^3/\text{hr} \\ &= 69.4 \text{ m}^3/\text{min} \\ &= 1.16 \text{ m}^3/\text{sec} \end{aligned}$$

← حوض المزج السريع :-

$$Vol = Q \cdot DT \Rightarrow DT = Vol / Q \rightarrow \text{m}^3/\text{sec}$$

$$DT = \frac{70}{1.16} = \boxed{60.3 \text{ sec}} \quad \text{not o.k.}$$

← حوض المزج البطيء :-

$$(Vol)_c = 7 * 7.6 * 9 * 3.25 = 1556.1 \text{ m}^3$$

$$Vol = Q \cdot DT \Rightarrow DT = Vol / Q \rightarrow \text{m}^3/\text{min}$$

$$DT = \frac{1556.1}{69.4} = \boxed{22.42 \text{ min}} \quad \text{o.k.}$$

$$A_s = 7 * 36 * 9 = 2268 \text{ m}^2$$

← حوض الترسيب

$$(Vol)_s = 7 * 36 * 9 * 3.75 = 8808 \text{ m}^3$$

$$L_w = 27 * 7 = 189 \text{ m}$$

لكن لا حواض

$$DT = \frac{Vol}{Q} = \frac{8808}{4166.7} = \boxed{2.04 \text{ hr}} \quad \text{o.k.}$$

$$OFR = \frac{Q}{A} = \frac{100\,000}{2268} = \boxed{44.1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}} \quad \text{not o.k.}$$

$$L_w = \frac{Q}{OFW} \Rightarrow OFW = \frac{Q}{L_w} = \frac{100\,000}{189} = \boxed{529.1 \text{ m}^3/\text{m}/\text{d}} \quad \text{not o.k.}$$

