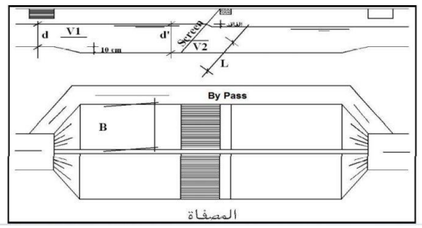
A- Preliminary units

3. Design of Screens

Types of screens according to distance between bars: **Coarse – Fine – Micro**

Types of screens according to cleaning method: **Manual – Mechanical**



According to ECP 2017 for treatment

Θ = *Angle with horizontal*

= *(45 – 60°) in case of manual cleaning*

= *(60 – 90°) in case of mechanical cleaning*

d' = water depth in front of screen

d_{Ac} *= water depth in approach channel*

$d' = d_{AC}$ *or* $d_{AC} + 0.1m = m$

L = *wet inclined length of screen* $= \frac{d'}{sin\,\theta} = m$

S = Spacing between bars

= *(25 – 50) mm in case of manual cleaning*

= *(15 – 25) mm in case of mechanical cleaning*

n = no. of screens = 2 working + 1 bypass (in case of manual screen)

= 2 working + 1 manual (in case of mechanical screen)

= 1 working (in case of min. flow) تحدد بواسطة الاستشاري

Inclined wet area of screen = nNSL = (2 – 3) area of approach channel

Get N = no. of spacing between bars/ screen

W = width of bar = (10 – 20) mm

Get B = Width of screen = NS + (N+1)W =m

Then get total width of screen = nB = m

V1 = horizontal velocity for screen = Q/ nBd' ≥ 0.6 m/s

V2 = horizontal velocity through screen = Q/ nNsd' ≤ 1.5 m/s

معادلة حساب فواقد الطاقة- والتى يجب مراعاتها فى حسابات الميل الهيدروليكى

$$H_L = \frac{(v2^2 - v1^2)}{2gc}$$

الفواقد المسموح بها = ١٥٠ مم للمصافي اليدوية التنظيف ، = ١٥٠ – ٦٠٠ للمصافي الميكانيكية التنظيف

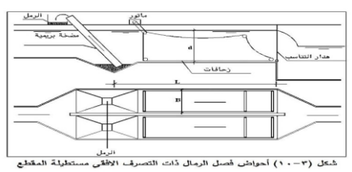
A- Preliminary units

4. Design of Grit removal chambers (GRC)

أحواض فصل الرمال والأجسام الصلبة العالقة الموجودة في المياه (أكبر من 0.2 mm) وكذلك إزالة الزيوت والشحوم في حالة استخدام أحواض إزالة الرمال المهواة

Types of Grit removal chamber:

1. Horizontal flow GRC

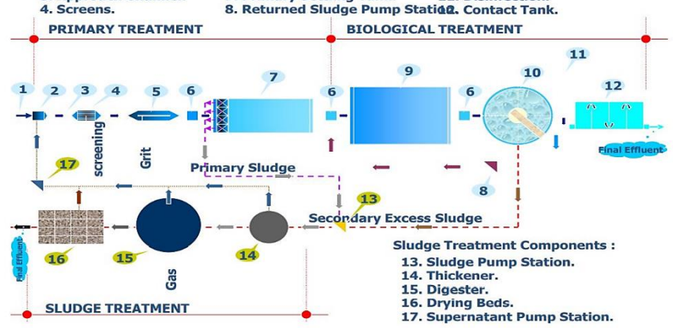


شكل (٣-١٠) أحواض فصل الرمال ذات التصرف الأقل مستطيلة المقطع

Flow Line Of Activated Sludge STP — Conventional

Sewage Treatment Components:

1. Rising Main.
2. Decceleration Tank.
3. Approach Channel.
4. Screens.
5. Grit Removal Chamber.
6. Distribution Chamber.
7. Primary Settling Tank.
8. Returned Sludge Pump Station.
9. Aeration Tank.
10. Final Settling Tank.
11. Disinfection.
12. Contact Tank.

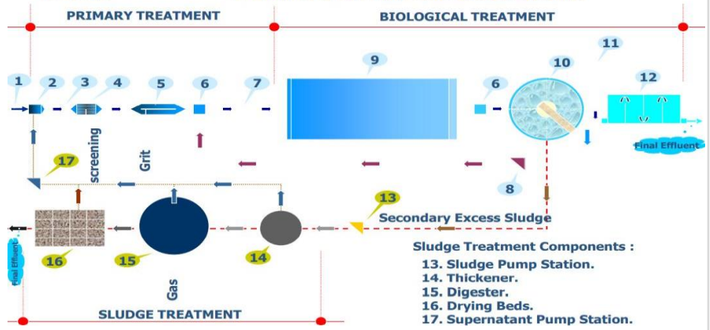


Sludge Treatment Components :

13. Sludge Pump Station.
14. Thickener.
15. Digester.
16. Drying Beds.
17. Supernatant Pump Station.

Flow Line of Activated Sludge STP — Extended Aeration

1. Rising Main.
2. Decceleration Tank.
3. Approach Channel.
4. Screens.
5. Grit Removal Chamber.
6. Distribution Chamber.
7. Connecting Channel.
8. Returned Sludge Pump Station.
9. Aeration Tank.
10. Final Settling Tank.
11. Disinfection.
12. Contact Tank.



Sludge Treatment Components :

13. Sludge Pump Station.
14. Thickener.
15. Digester.
16. Drying Beds.
17. Supernatant Pump Station.

A- Preliminary units

2. Design of Deceleration or Slow down chambers

Volume V = Q max x RT

According to ECP 2017 for treatment

Retention time (RT) = (0.5 – 2) min

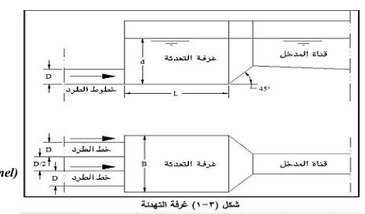
Get Volume = m3 = nLBd

Width of chamber B = (2 x no. of force main + 1) x Ø

Water depth d = (1 – 2) m ≥ (Ø + depth of approach channel)

No. of chambers n ≥ 1

Get Length of chamber (L) =m



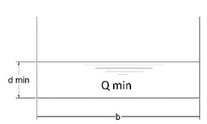
شكل (٣-١) غرفة التهدئة

A- Preliminary units

1. Design of Approach channel

According to ECP 2017 for treatment

Horizontal velocity (v_h) = (0.4 – 0.6) m/s



Using Manning equation to calculate min. construction slope for channel (to avoid settling)

$$V\,min = \frac{1}{n}\,x\,R\,min^{2/3} x\,S\,min^{1/2}$$

Manning coefficient n = (0.012 -0.015) (for concrete lined waterways)

Hydraulic radius R min $= \frac{Wetted\ Area}{Wetted\ Perimeter} = \frac{A\,min}{P\,min} = \frac{b\,d\,min}{b+2d\,min}$

Get min. construction slope for channel (S_{min})

A. Chemical Characteristics

1. Organic matters

(VDS = 30 %) , (VSS = 20%) of TS

Ex. Proteins – oil – grease – carbohydrates – fats - .....

والمواد العضوية في مياه الصرف بتنقسم إلى:-

Biodegradable organics	Non-Biodegradable organics
وهي المواد العضوية القابلة للتحلل والتفاعل البيولوجي فتكون مصدر غذاء للكائنات الحية الدقيقة microorganisms الموجودة في مياه الصرف الصحي.	هي المواد العضوية الغير قابلة للتحلل والتفاعل البيولجي فبتكون سامة (toxic) للكائنات الحية الدقيقة مثل المبيدات الحشرية وبعض الكيماويات الصناعية.

Measurement of Organic matter

Oxygen demand → (Indication for) → Organic matter Concentration

الأكسجين الحيوي الممتص *Biochemical oxygen demand (BOD)*	الأكسجين الكيميائي الممتص *Chemical oxygen demand (COD)*
مقياس لتركيز المواد العضوية الموجودة في العينة عن طريق تقدير كمية الأكسجين المذاب *DO* اللازم لنشاط البكتيريا لكي تتغذى على هذه المواد طبيعيا فيتم حفظ العينة في درجة حرارة 20°C لمدة 5 أيام لإتمام التفاعل البيولوجي $(BOD)_5$ ويعتبر الـ BOD مقياس ايضاً لتركيز المواد العضوية القابلة للتحلل البيولوجي فقط Biodegradable	مقياس لتركيز المواد العضوية عن طريق تقدير كمية الأكسجين المذاب حيث يتم العينة في درجة حرارة 200°C لمدة 3 ساعات فقط مع استخدام عوامل مؤكسدة قوية لتقليل فترة التفاعل لذلك COD أسرع من BOD ، ويعتبر COD مقياس للمواد العضوية القابلة للتحلل وغير القابلة Biodegradable , non-biodegradable

2. Inorganic matters

المواد غير العضوية (الثابتة) والتي تحتوي على الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والحديد والمنجنيز والمعادن الثقيلة ...

3. PH value Typical value (6-8)

4. Gasses

Fresh waste water ➔ *Aerobic Reaction*

Organic matter + O2 → (Aerobic bacteria) → Stable matter + Co2 + H2o

Septic waste water ➔ *An-aerobic reaction*

Organic matter + O2 → (Anaerobic bacteria) → Stable matter + H2S + CH4 + NH3 + H2O

Process units:

Preliminary Treatment (Head works) → Primary Treatment → Secondary (Biological) Treatment → Tertiary (advanced) Treatment

تصميم محطة صرف صحي بنظام النمو العالق (الحمأة النشطة)

Design of Suspended Growth (Activated Sludge) WWTP

Raw sewage water → WWTP → Treated water

Sources of waste water

1. *Domestic use*
2. *Commercial use*
3. *Governmental use*
4. *Storm water*
5. *Industrial waste*

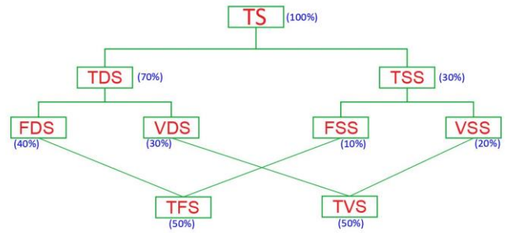
مياه الصرف الصناعي يلزم أن تكون مطابقة للمعايير كما وردت بالقانون ٩٣ لسنة ٦٢، والقرار الوزاري رقم ٩ لسنة ١٩٨٨ والمعدل بالقرار الوزاري رقم ٤٤ لسنة ٢٠٠٠ قبل استقبال مياه الصرف الصناعي بالشبكات العمومية.

Waste Water Characteristics

B. Physical Characteristics

1. Solids

Waste water Composition = 99.9 % Water + 0.1 % Solids (The main task)



2. Odor

تواجد الروائح الكريهة في مياه الصرف يكون نتيجة التفاعلات البيولوجية *Biological Reactions*

وتنقسم مياه الصرف الصحي إلى نوعين حسب نوع التفاعل:

Aerobic Reaction يحدث فيها تفاعل هوائي ➔ *Fresh waste water*

An-aerobic Reaction يحدث فيها تفاعل لاهوائي ➔ *Septic waste water*

Septic waste water تكون الروائح الكريهة فيها أعلى نتيجة التفاعل اللاهوائي بين المواد العضوية والبكتيريا اللاهوائية ينتج غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S وهو اللي بيسبب رائحة تسمى *Rotten eggs*

3. Color

Color of Sewage indicates the freshness of sewage

Fresh Sewage	Septic Sewage	Other colors
Light Grayish Yellowish / Brown	Dark Grayish Black	Due to some specific industrial wastewater

4. Temperature

درجة الحرارة من العوامل الهامة التي تؤثر على التفاعلات البيولوجية وعلى قابلة ذوبان الأكسجين ، فدرجة الحرارة المثلى لنشاط البكتيريا (25 – 35°)

A- Preliminary units

5. Design of Grit removal chambers (GRC)

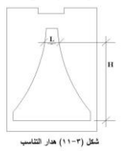
1. Horizontal flow GRC

Design criteria According to ECP 2017 for treatment

المحدد التصميمي	المدى	القيمة النموذجية
العدد (حوض)	≤ ٢	
سرعة المياه الأفقية (م/ث)	٠,٢٥ – ٠,٤٠	٠,٣٠
زمن المكث (ثانية)	٤٥ – ٩٠	٦٠
معدل التحميل السطحي (م^3/م^2/يوم)		
▪ للأجسام حجم ٢١,٠ مم	١٤٥٠ – ١٨٧٥	١٦٥٠
▪ للأجسام حجم ١٥,٠ مم	٨٧٠ - ١٣٠٠	١١٠٠
الطول (م)	(٢٠ – ٣٠) X عمق المياه	(٢٠) X عمق المياه
العرض (م)	(١ – ٢) X عمق المياه	--
عمق المياه (م)	لا يقل عن ٠,٦٠ م	--
كمية الرمال المترسبة (لتر/ ١٠٠٠م^{3}من مياه الصرف)	١٠٠ - ٢٥٠	--

تصميم هدار التناسب لأحواض فصل الرمال ذات التصرف الأفقي مستطيلة المقطع وذلك للتحكم في السرعة

Design of Proportional weir for horizontal flow GRC to control the velocity



شكل (٣-١١) هدار التناسب

معادلة تشكل هدار التناسب (Proportional or Sutro Weir Equation)

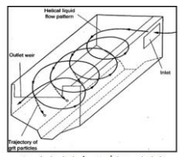
$$Q_{per\ unit} = 4\ L\ H^{(3/2)}$$

حيث:

L : المسافة الأفقية للهدار .

H: المسافة الرأسية للهدار مقاسة من القاع.

2. Aerated GRC



شكل (٣-١٢) أحواض فصل الرمال المهواة

Design criteria According to ECP 2017 for treatment

المحدد التصميمي	المدى	القيمة النموذجية
العدد (حوض)	≤ ٢	
زمن المكث (دقيقة)	٢ - ٥	٣
العمق (م)	٢ - ٥	--
العرض (م)	٢,٥ – ٧	--
الطول (م)	٧,٥ - ٢٠	--
معدل إمداد الهواء(م^3/دقيقة لكل متر طولي من الحوض)	٠,٢ – ٠,٥	--
كمية الرمال المترسبة (م^3/ ١٠٠٠م^{3}من مياه الصرف)	٠,٠٠٤ – ٠,٢	٠,٠١٥

3. Vortex GRC

شكل (٣-١٣) أحواض فصل الرمال الحلزونية

المحدد التصميمي	المدى	القيمة النموذجية
زمن المكث (ثانية)	٢٠ - ٣٠	٣٠
قطر الحوض:		
الغرفة العلوية (م)	١,٢ -٧,٢	--
الغرفة السفلية (م)	٠,٩ – ١,٨	--
عمق الحوض (م)	٢,٧ – ٤,٨	--
كمية الرمال المترسبة (م^3/ ١٠٠٠م^{3}من مياه الصرف)	٠,٠٠٤ – ٠,٢	٠,٠١٥

B- Primary units

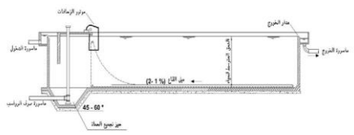
1. Design of Primary sedimentation tank (PST)

تستخدم أحواض الترسيب الابتدائية لإزالة المواد العالقة القابلة للترسيب بمياه الصرف سواء بعض المواد العضوية وغير العضوية العالقة وذلك لتخفيف الحمل العضوي على وحدات المعالجة البيولوجية وكذلك فصل الزيوت والشحوم في حالة استخدام أحواض فصل الرمال العادية.

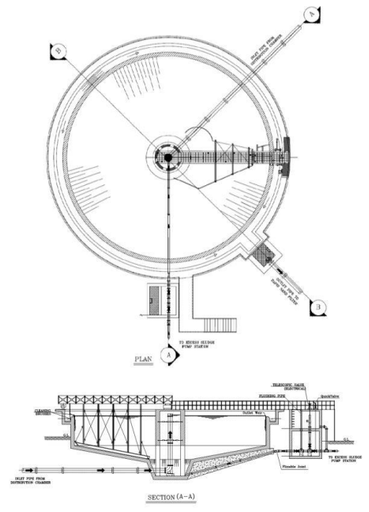
Removal Ration for PST according to ECP 2017

- *Total suspended Solids (TSS) = (40 – 60) %*
- *Biochemical oxygen demand (BOD) = (25 – 40) %*

Primary sedimentation tank can be rectangular or circular depending on available area



شكل (٣-١٤) أحواض الترسيب الابتدائي المستطيلة



شكل (٣-١٥) أحواض الترسيب الدائرية

المحدد التصميمي	المدى	القيمة النموذجية
العدد (حوض)	≤ ٢	
العمق (م)	٣ - ٥	٤,٥
زمن المكث (ساعة)	٢ - ٤	٣
معدل التحميل على هدار الخروج (م^3/م/يوم)	١٢٥ - ٥٠٠	٢٥٠
أحواض الترسيب المستطيلة		
الطول (م)	٣٠ - ٥٠	٤٠
العرض (م)	١٠ - ٢٠	١٥
سرعة الكسح (م/دقيقة)	٣ - ٥	٤,٥
ميل القاع	١ : ٣٠ – ١ : ٥٠	١ : ٤٠
أحواض الترسيب الدائرية		
القطر (م)	٣٠ - ٥٠	٤٠
ميل القاع	١ : ٦ – ١ : ١٦	١ : ١٢
سرعة الكسح (دورة /دقيقة)	٠,٠٢ – ٠,٠٥	٠,٠٣
قطر بئر الدخول الدائري (% من قطر الحوض الإجمالي)	١٥ - ٢٠	--
عمق بئر الدخول الدائري (م)	١ -٢,٥	--
سرعة السربان عبر فتحات بئر الدخول (م/ث)	٠,٣ – ٠,٧	--
أحواض الترسيب الابتدائي المتبوعة بمعالجة ثانوية		
معدل التحميل السطحي (م^3/م^2/يوم)	٣٠ - ٥٠	٤٠

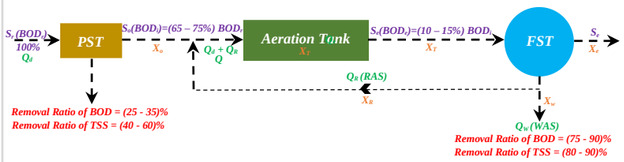
C- Secondary (Biological) units

1. Suspended Growth (Aeration tanks "Activated Sludge")

يعمل هذا النظام على أساس نمو البكتريا الهوائية القائمة بالتحليل البيولوجي للمواد العضوية على وسط عالق في المياه (الجزئيات الصلبة العالقة)، ومن أشهر العمليات فى هذه النظم عملية الحمأة المنشطة وقد اكتسبت العملية هذا الأسم لأنها تتعلق بإنتاج كتلة نشطة من الأحياء الدقيقة قادرة على تثبيت المخلفات، وتتلخص هذه العملية فى ضخ مياه الصرف الصحى المعالجة إبتدائيا والمحتوية على مواد عضوية فى حوض تهوية يحتوى على بكتريا هوائية والتى تقوم بتحويل المواد العضوية إلى مواد غير عضوية ثابتة، ويتم التحكم فى العوامل البيئية فى الحوض عن طريق استخدام الهواء المضغوط أو التهوية الميكانيكية التى توفر الأكسجين اللازم للتفاعل البيولوجي وكذلك تهيئ خلط مستمر للمحتويات.

وبعد فترة محددة من الزمن تتراوح ما بين ٤ – ٣٦ ساعة طبقا لنوع حوض التهوية حيث يتم ضخ المخلوط الذى يحتوى على خلايا بكترية جديدة ومعمرة إلى خزان ترسيب، حيث يتم فصل الخلايا المترسبة عن الماء بفعل الجاذبية، ويتم إعادة جزء من الخلايا المترسبة (RAS) إلى خزان التهوية من أجل الحفاظ على التركيز المطلوب من الكائنات فيه، أما المتبقى فيتم التخلص منه ويسمى بالحمأة الزائدة (WAS).

Primary sedimentation tank can be rectangular or circular depending on available area



الرمز	الوحدة	التعريف
S_r (BOD_r)	*g/m^3 or mg/L*	الاحتياج الأكسجيني الحيوي (أو الكيميائي) للسيب الخام *Raw BOD or COD concentration*
S_o (BOD_l)	*g/m^3 or mg/L*	الاحتياج الأكسجيني الحيوي (أو الكيميائي) للسيب الداخل *Influent BOD or COD concentration*
S_e (BOD_e)	*g/m^3 or mg/L*	الاحتياج الأكسجيني الحيوي (أو الكيميائي) للسيب النهائي المعالج *Effluent BOD or COD concentration*
X_o	*g/m^3 or mg/L*	تركيز المواد العالقة العضوية للسيب الداخل *Concentration of mixed liquor suspended (volatile suspended) solids in the influent*
X_R	*g/m^3 or mg/L*	تركيز الحمأة المترسبة في أحواض الترسيب النهائية والتي يتم إعادتها لأحواض التهوية *Concentration of mixed liquor suspended (volatile suspended) solids in FST and returned to the aeration tanks*
X_T	*g/m^3 or mg/L*	تركيز المواد العالقة العضوية الكلي داخل أحواض التهوية *Concentration of mixed liquor suspended (volatile suspended) solids in the aeration tanks*
X_e	*g/m^3 or mg/L*	تركيز المواد العالقة في السيب النهائي المعالج *Concentration of mixed liquor suspended (volatile suspended) solids in the treated effluent*
X_w	*g/m^3 or mg/L*	تركيز المواد العالقة الكلية في الحمأة الزائدة *Concentration of mixed liquor suspended (volatile suspended) solids in the waste sludge*
$MLSS = X_T$	*g/m^3 or mg/L*	تركيز المواد العالقة الكلي داخل أحواض التهوية *Concentration of mixed liquor suspended solids in the aeration tanks*
$MLVSS = (0.7 – 0.9)\ MLSS$	*g/m^3 or mg/L*	تركيز المواد العالقة العضوية الكلي داخل أحواض التهوية *Concentration of mixed liquor volatile suspended solids in the aeration tanks*
Q_d	*m^3/day*	التصرف اليومي الآتي من أحواض الترسيب الابتدائية *Daily flow rate from Primary sedimentation tanks*
Q_R	*m^3/day*	التصرف المعاد من أحواض الترسيب النهائية لأحواض التهوية *Returned flow rate from FST to aeration tanks*
Q	*m^3/day*	التصرف الكلي داخل أحواض التهوية *Total flow rate in aeration tanks*
Q_w	*m^3/day*	معدل تصرف الحمأة الزائدة *Waste Sludge flow rate*
Q_e	*m^3/day*	التصرف المعالج *Treated Effluent flow rate*
V	*m^3*	حجم أحوض التهوية *Volume of aeration tanks*
HRT	*day*	زمن المكث الهيدروليكي داخل أحواض التهوية *Hydraulic retention time of the aeration tank*
$SRT = \theta_c$	*day*	زمن بقاء الحمأة (عمر الحمأة) *Sludge retention time or Mean cell – residence time based on the aeration tank volume*
F/M	*g BOD/g MLSS.d (d^{-1})*	نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة داخل أحواض التهوية *Food to Microorganisms ratio in the aeration tank*
Y	*g cell/g BOD_5*	معامل انتاج الخلية *Cell yield coefficient*
K_d	*d^{-1}*	معدل موت الخلايا البكترية *Endogenous (biomass) decay coefficient*
OLR	*gm/m^3.d*	معدل التحميل الحجمي *Organic Loading Rate*

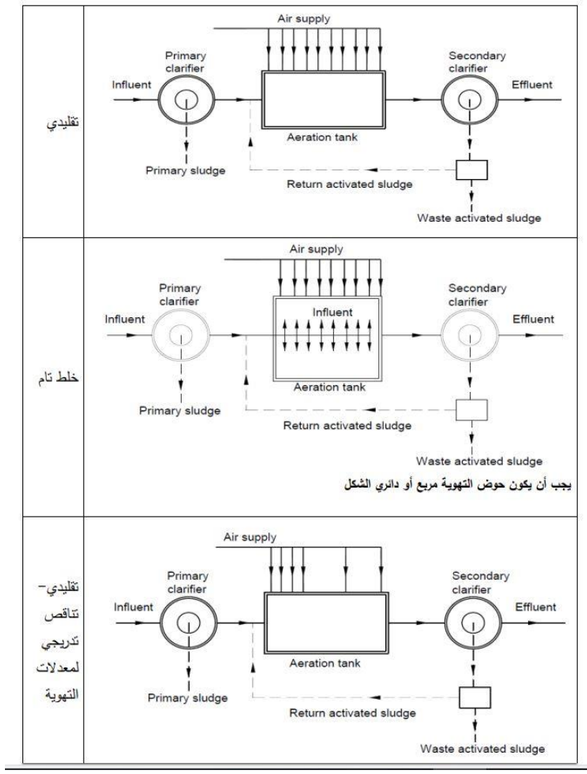
$$V = \frac{\theta_c\, Q_{avg}\, y\, (S_o - S_e)}{X(1 + K_d \theta_c)}$$

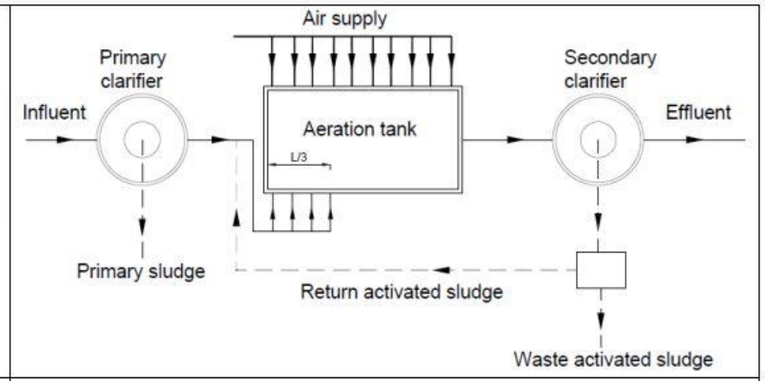
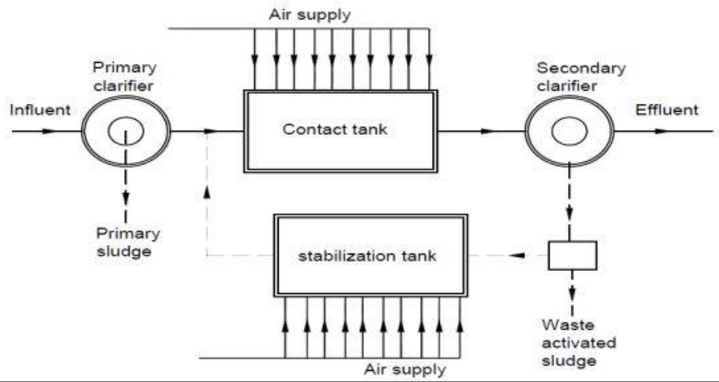
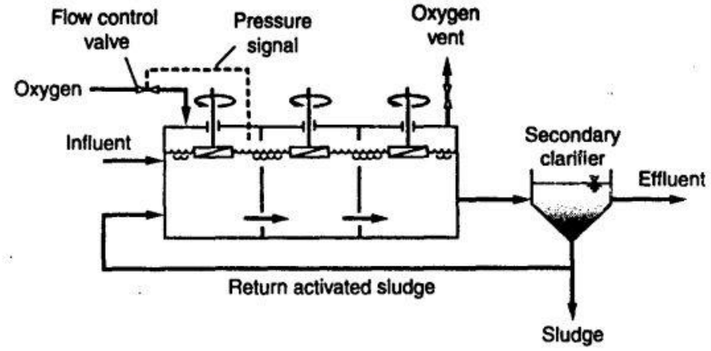
٢. قيم الثوابت

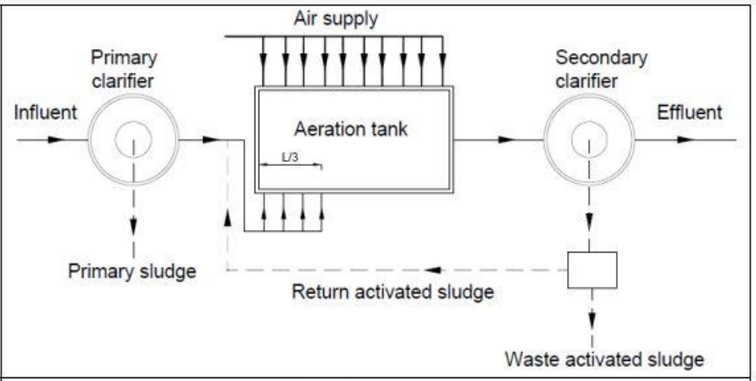
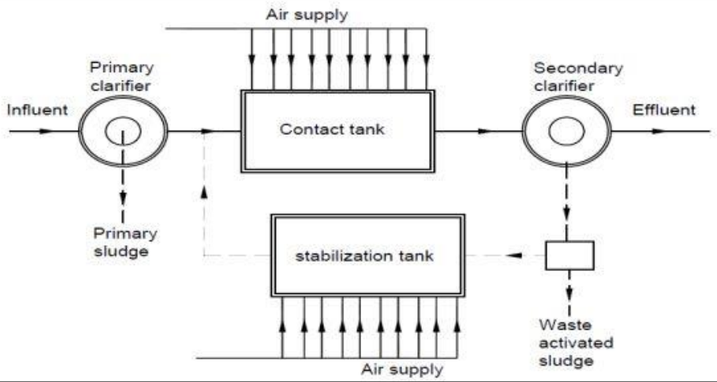
المعامل	الوحدة	القيم التصميمية	القيمة المثلى
أ-لإزالة المواد العضوية الكربونية (BOD)			
K_d	d^{-1}	١,٠٣ – ١,٠٨	١,٠٤
Y	mg cell / mg BOD	٠,٤ – ٠,٨	٠,٦

١. أسس التصميم

نظام المعالجة	HRT	SRT	F/M	OLR	MLSS	RAS
	day	day	g BOD /g VSS .d	Kg BOD/m^3.d	mg/L	%
تقليدي *Conventional*	٤ - ٨	٣ - ١٥	٠,٢ – ٠,٤	٠,٣ – ٠,٧	١٠٠٠ - ٣٠٠٠	٢٥ – ٧٥
خلط تام *Complete mix*	٣ - ٥	٣ - ١٥	٠,٢ – ٠,٦	٠,٣ – ١,٦	١٥٠٠ -٤٠٠٠	٢٥ – ١٠٠
التهوية الممتدة *Extended aeration*	٢٠ – ٣٠	٢٠ - ٤٠	٠,١ – ٠,٤	٠,١ – ٠,٣	٢٠٠٠ - ٥٠٠٠	٥٠ - ١٥٠
قنوات الأكسدة *Oxidation ditches*	١٥ - ٣٠	١٥ - ٣٠	٠,١ – ٠,٤	٠,١ – ٠,٣	٣٠٠٠ - ٥٠٠٠	٧٥ – ١٥٠
الأحواض المرحلية *(SBR)*	١٥ - ٤٠	١٠ - ٣٠	٠,١ – ٠,٤	٠,١ – ٠,٣	٢٠٠٠ - ٥٠٠٠	--
التهوية ذات المعدل السريع *High rate*	١,٥ - ٣	٥,٠ - ٢٠	١,٥ – ٢	١,٢ – ٢,٤	٢٠٠٠ – ١٠٠٠	١٠٠ – ١٥٠
التغذية المرحلية *Step feed*	٣ - ٥	٣ - ١٥	٠,٢ – ٠,٤	٠,٧ – ١,٠	١٥٠٠ -٤٠٠٠	٢٥ – ٧٥
التثبيت بالتلامس *Contact stabilization*	٠,٥ – ١ ١ – ٢	٥ - ١٠	٠,٢ – ٠,٦	١ – ١,٣	١٠٠٠ – ٣٠٠٠ ٦٠٠٠ – ١٠٠٠٠	٥٠ - ١٥٠
التهوية بأكسجين عالي النقاوة *High Purity Oxygn*	١ - ٣	١ - ٤	٠,٥ – ١,٠	١,٣ – ٣,٢	٢٠٠٠ - ٥٠٠٠	٢٥ - ٥٠



تغذية مرحلية	
التثبيت بالتلامس	
التهوية بأكسجين عالي النقاوة	

تغذية مرحلية	
التثبيت بالتلامس	
التهوية بأكسجين عالي النقاوة