Wastewater Engineering

9th & 10th weeks Lectures

Collected BY

Dr. Mohamed Fekry

Secondary wastewater treatment
Biological Treatment

Why biological treatment ?

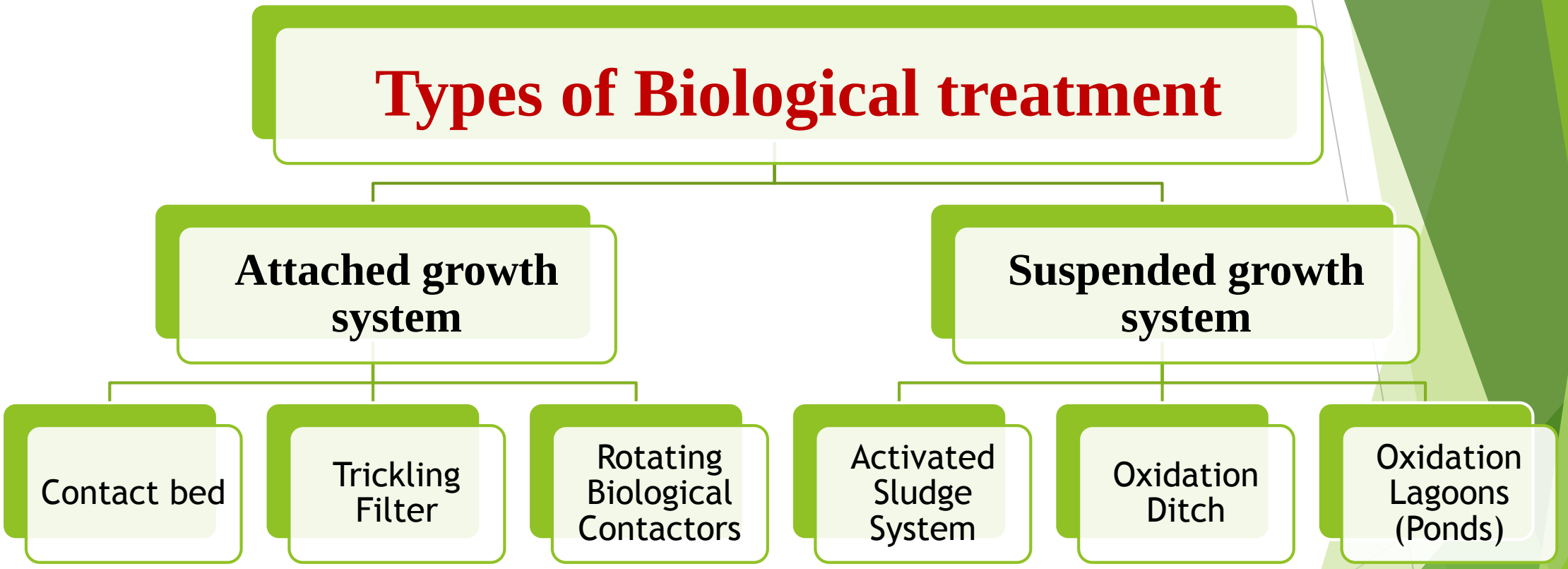
المياه الخارجة من عمليات المعالجة الأولية تحتوى على نسبة عالية من المواد العضوية لذا يجب التخلص منها قبل التخلص من مياه الصرف ويتم ذلك باستخدام طرق بيولوجية لتحويل المواد العضوية الى مواد ثابتة ومستقرة

ثانيا: المعالجة الثانويه (البيولوجيه):

١- مقدمة:

الغرض من أعمال المعالجة البيولوجيه هو تحويل المواد العضويه الذائبة والعالقه والتى لم ترسب فى احواض الترسيب الابتدائيه الى مواد ثابته عالقه قابله للترسيب وذلك عن طريق تنشيط البكتريا الهوائيه بالكائنات الحية الدقيقه وذلك بتزويدها بالأكسجين اللازم عن طريق تعريضها للهواء أو ادخال الهواء المضغوط أو التقليب المستمر داخل المخلفات السائله ، كما يتم تنشيط البكتريا عن طريق اعاده جزء من الحمأه المرسبه فى احواض الترسيب النهائيه بنسبة معينه حيث تعمل على امداد البكتريا المنشطه بالعناصر اللازمه لنموها ويمكن تقسيم المعالجه البيولوجيه الى ثلاثة أقسام رئيسية :

Types of Biological treatment



١-١ - المعالجة بالتلامس والتثبيت:

يتم فى هذا النظام تكوين طبقه أو غشاء رقيق من مواد هلاميه تحتوى على كميه من الكائنات الحيه الدقيقه والبكتريا على سطح وسط التلامس حيث تقوم الطبقه الهلاميه بأكسده وتثبيت المواد العضوية الموجودة بالمخلفات السائلة وتشمل الطرق الآتية :-

١- المرشحات الزلطيه البطئيه والسريعه المعدل .

٢- المرشحات البلاستيكيه والأبراج البيولوجية .

٣- الأقراص البيولوجية .

١-٢- الحمأه المنشطة :-

- الطريقة العادية (Conventional)
- طريقة التهويه المرحلية (Tapperd Aeration)
- طريقة التحميل المرحلى (Step aeration)
- طريقه الخلط الكامل (Completely Mixed)
- طريقه التلامس والتثبيت (Contact Stabilization)
- طريقه التهويه الممتده (Extended Aeration)
- طريقة قنوات الاكسدة (Oxidation ditch)
- طريقه الاحمال العضويه العالية (High Rate Activated Sludge)

١-٣- بحيرات الاكسده: (Oxidation Ponds)

- بحيرات الأكسده الطبيعيه . (Natural Oxidation Ponds) (اللاهوائيه - الهوائيه لا هوائيه - الانضاج).
- بحيرات الأكسده المهواه . (Aerated Oxidation Ponds) (البحيرات المهواه - بحيرات الانضاج) .

٢- المرشحات البيولوجية :

٢-١الغرض من الوحدة:

تعمل المرشحات البيولوجيه على أكسده المواد العضويه وتحويلها إلى مواد ثابتة قابلة للترسيب يمكن فصلها فى أحواض الترسيب النهائى .

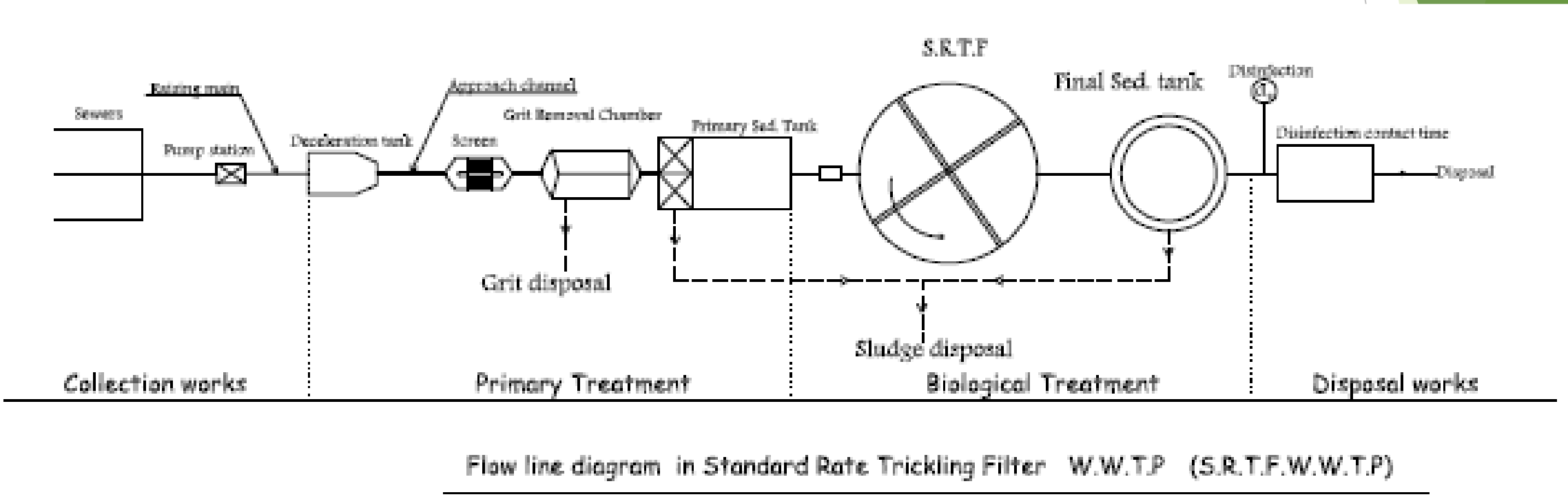
وأساس عمل المرشحات البيولوجيه هو تكوين طبقه أو غشاء رقيق من مواد هلامية تحتوى على الملايين من الكائنات الحيه الدقيقه والبكتريا على سطح الوسط الترشيحى وذلك فى مدة قد تصل إلى أسبوعين وبتكوين هذه الطبقة يصبح المرشح قابل للإستعمال وأثناء عملية المعالجة يتم إمتصاص المواد العضويه خلال هذا الغشاء الرقيق من الكائنات الحيه حيث يتم تحللها جزئياً وينتج عن ذلك زيادة فى حجم ووزن الطبقة الحيه وسمكها مما يؤدى إلى حدوث إنفصال لهذه الطبقات الحيه.

٢-٢ مكونات الوحدة:

تنشأ المرشحات البيولوجيه فى أحواض دائرية جدرانها من الخرسانه المسلحة أو من الحجر الصلد ويكون القاع من الخرسانه المسلحة بميول تناسب نظام الصرف من القاع . ويحتوى المرشح على وسط الترشيح الذى عادة يكون من كسر الحجارة أو الزلط أو المواد البلاستيكيه . وترش المياه الواردة من أحواض الترسيب الإبتدائيه خلال موزعات دوارة على أن يكون معدل تساقط المياه منتظم على المساحة السطحيه للمرشح ، حيث يتم دوران الأذرع عن طريق الفرق فى المنسوب بين المياه فى حوض الترسيب الإبتدائى والأذرع اللفافه . وتجمع المياه بعد مرورها من خلال الوسط الترشيحى خلال نظام الصرف إلى خارج الأحواض عن طريق قنوات تجميع .

Types of Trickling Filters:

1- Low rate type called Standard Rate Trickling Filter (S.R.T.F)



Flow line diagram in Standard Rate Trickling Filter W.W.T.P (S.R.T.F.W.W.T.P)

Advantages :

1- high efficiency : BOD & suspended solid removal > 95 %

2- low operation & maintenance cost

3- No skill labor is required

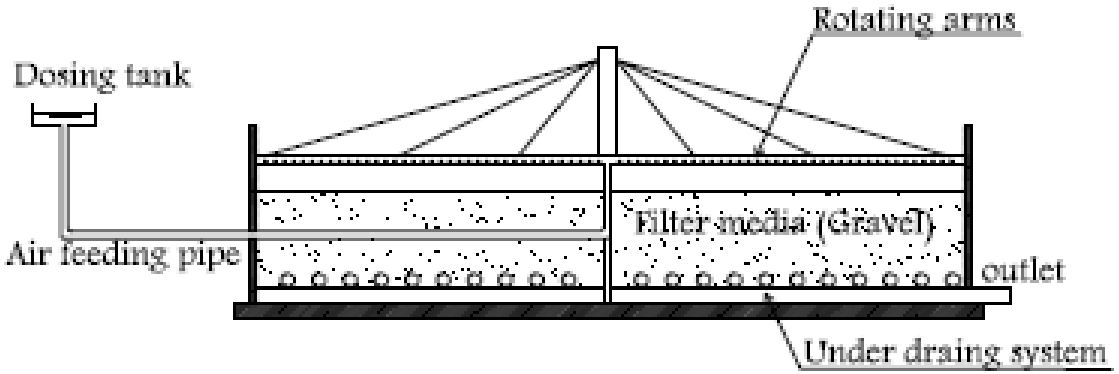
Disadvantages :

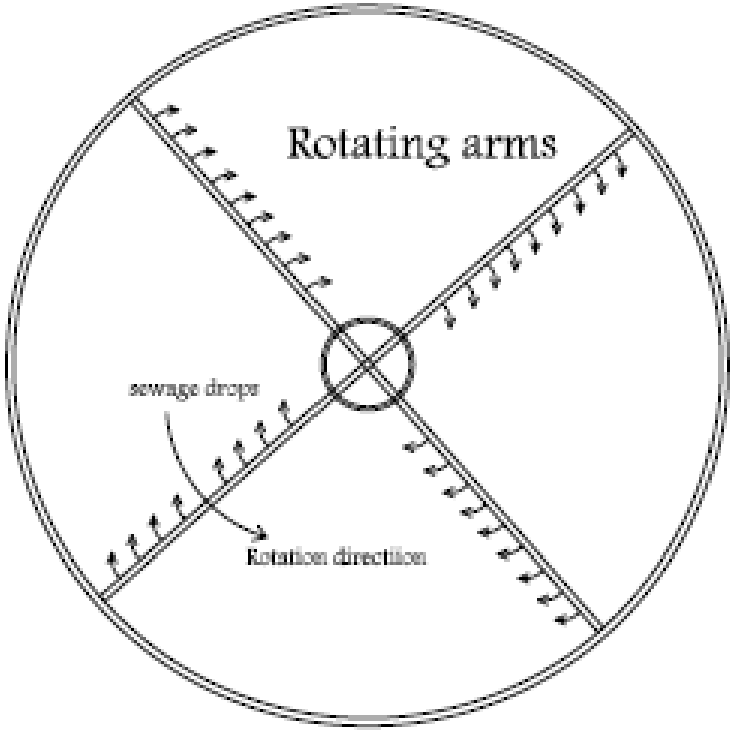
1- Rate of filtration is low 1 - 4 $m^3/m^2/day$.

2- Large area is required.

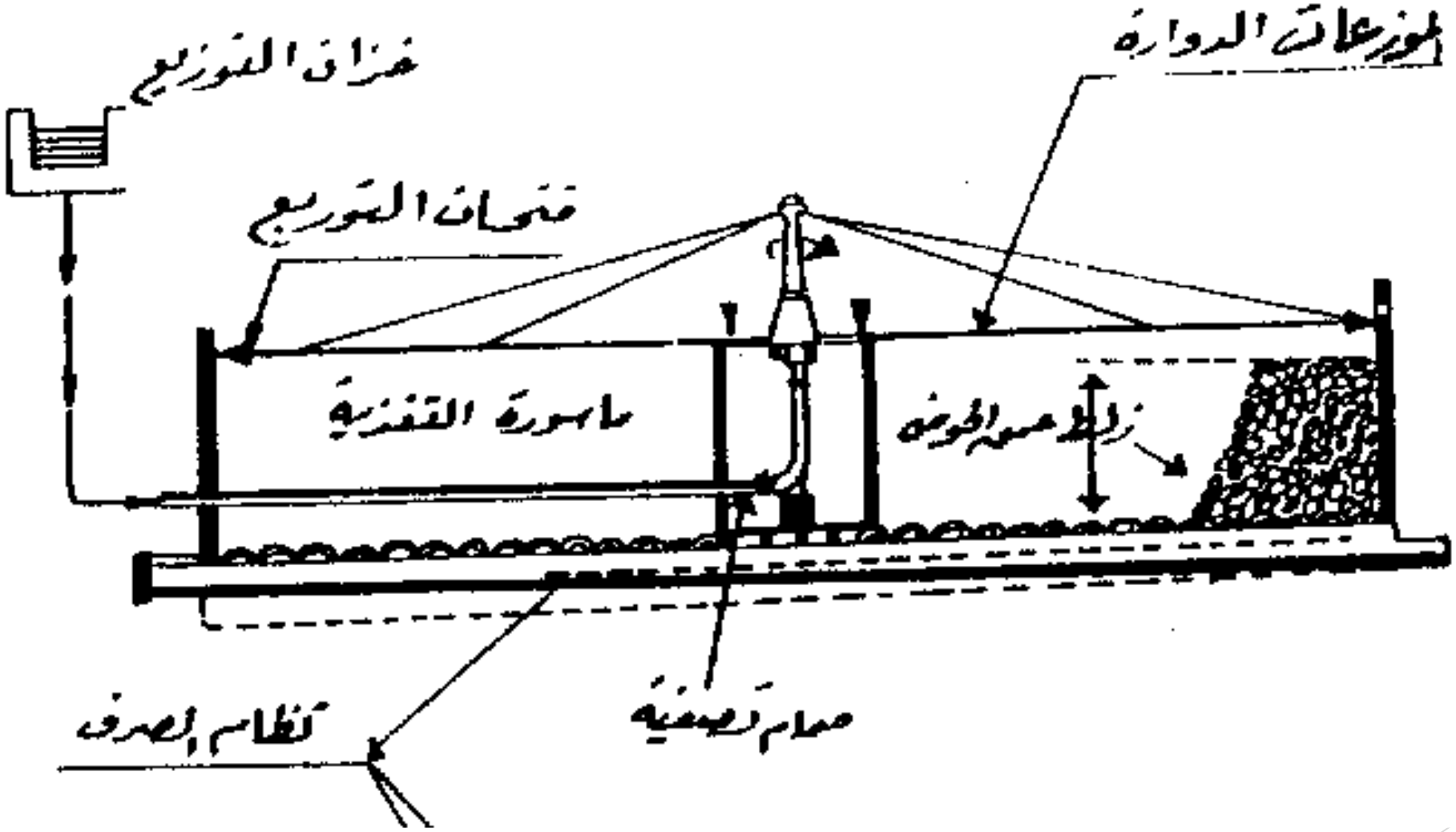
3- Construction cost is high.

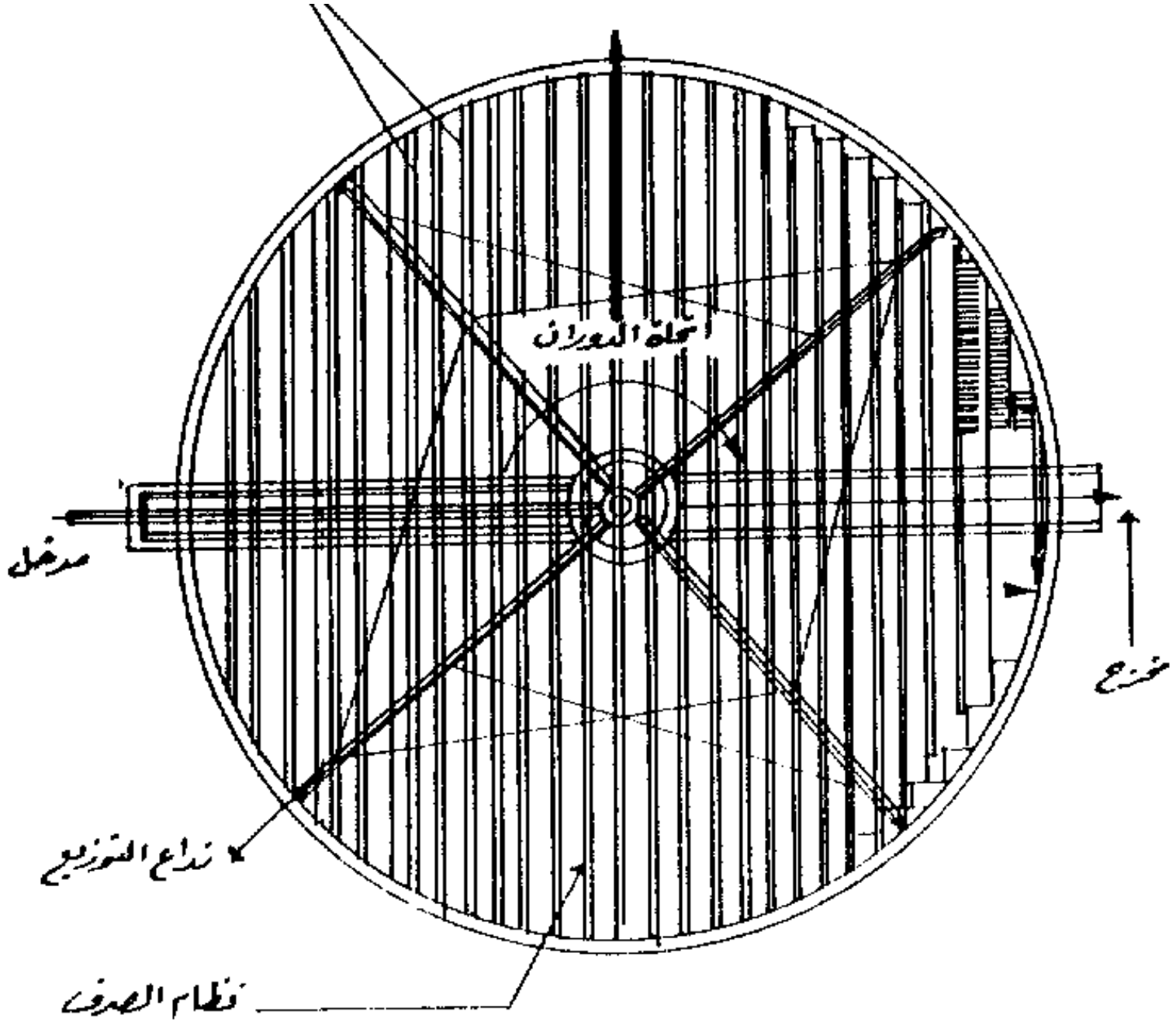
4- Breeding place for flies.

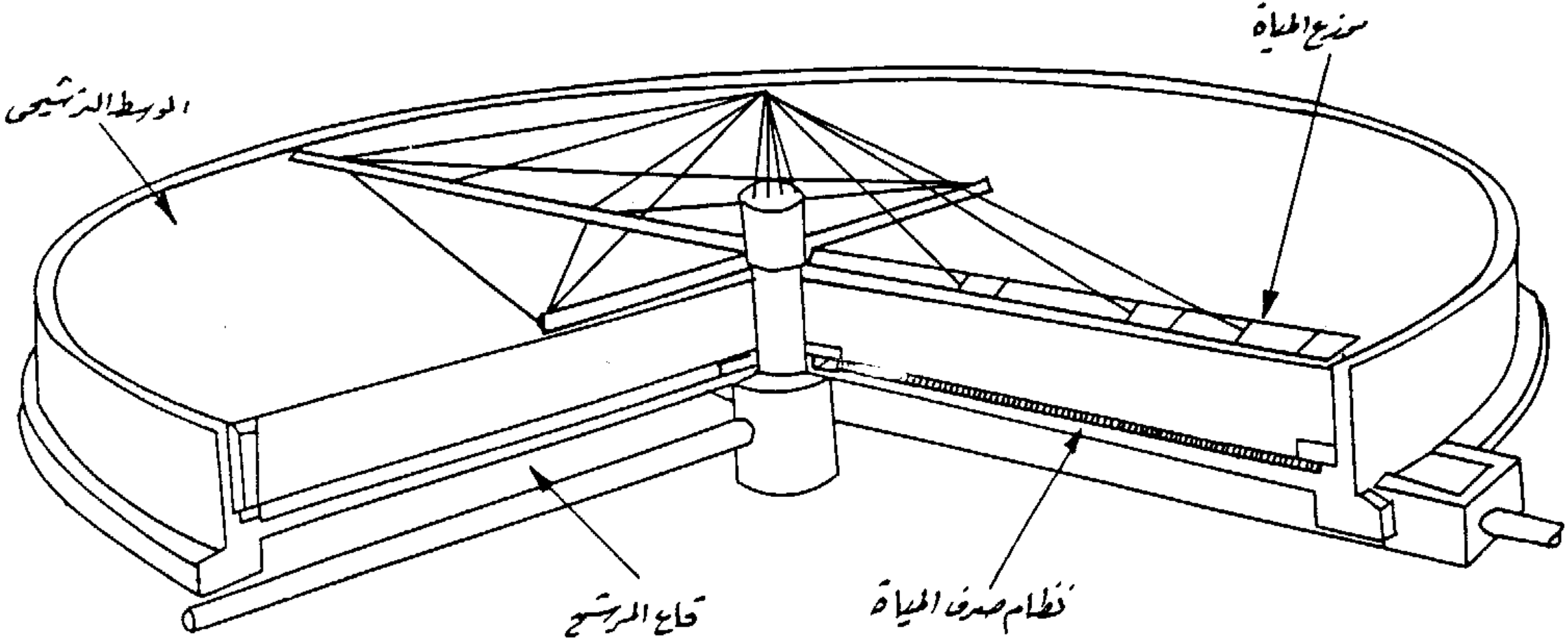




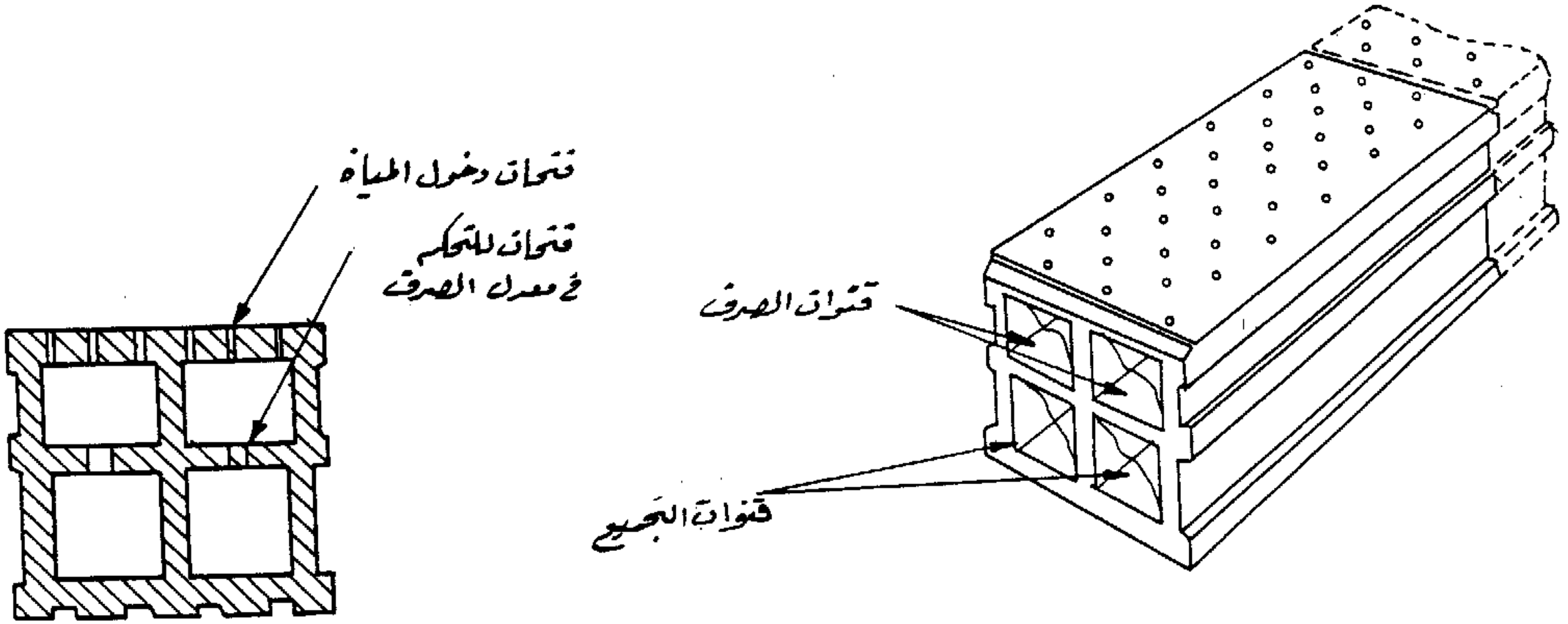
Trickling filter Details


خزان التوزيع
الموزعات الدوارة
فتحات التوزيع
ماسورة التغذية
صمام تصفية
نظام الصرف


عجلة الدوران
مدخل
مخرج
نداع التوزيع
نظام الصرف



شكل (٢-٩): منظور المرشح البيولوجي



شكل رقم (٢ - ١٠) : تفاصيل فتحات الصرف

Trickling filters

٢-٣ أسس التصميم:

٢-٣-١- مرشحات المعدل البطئ:

- معدل التحميل السطحى الهيدروليكى = ١ - ٤ م^{٣} / م^{٢} / يوم

- معدل التحميل العضوى

= ٨٠ - ٣٢٠ (جم اكسجين حيوى مستهلك (BOD_5)/ م^{٣} / اليوم)

- عمق مادة الترشيح = ١,٨ - ٣ م

- لا يحتوى على خطوط لإعادة المياه المعالجة بيولوجياً .

Design Data:

for S.R.T.F:

* $Combined\ efficiency = CE = \frac{100}{1+0.0085\sqrt{2.75\,L}}$

  L $\quad$ $allowable\ organic\ load = 70:200\ \ gm\ BOD\ /m^3\ media/day$

* $Total\ Organic\ Load = T.O.L = Q_d\ x\ BOD_{primary\ tr.}\ \ gm/day$

* $volume\ of\ media\ tank = \frac{T.O.L}{L} \quad (m^3) = n.\frac{\pi}{4}.\varphi^2.d$

* $Hydraulic\ Load = \frac{Q_d}{S.A} = (1:3) \quad m^3/m^2/d$

$n \geq 2 \quad \& \quad \varphi \leq 35\,m \quad \& \quad d = 2:3\,m$

Example1

for A W.W.T.P of daily flow $20{,}000\ m^3$ *with raw BOD* $= 500\ ppm$ *and final BOD* $= 50\ ppm$ *Design S.R.T.F units*

Solution

Assume $primary\ treatment\ efficiency = 30\ \%$

$$\therefore BOD_{primary\ tretment} = (100 - 30)\ \%\ BOD_{Raw} = 0.7\ BOD_{Raw}$$

$$= .7x500 = 350\ ppm$$

$$CE = \frac{BOD_{primary\ tretment} - BOD_{final}}{BOD_{primary\ tretment}}\ x\ 100 = \frac{350 - 50}{350}\ x\ 100 = 85.71\ \%$$

$$CE = \frac{100}{1 + 0.0085\sqrt{2.75\ L}} = 85.71 \quad \rightarrow \quad L = 140\ \ gm\ BOD\ /m^3\ media/day$$

$$T.O.L = Q_d\ x\ BOD_{primary\ tr.} = 20{,}000\ x\ 350 = 7\ x\ 10^{6} \quad gm/day$$

$$volume\ of\ media\ tank = \frac{T.O.L}{L} = \frac{7\ x\ 10^{6}}{140} = 50{,}000\ \ m^3$$

Assume $d = 3\ \ m \quad \rightarrow \quad S.A = 16{,}667\ \ m^2$

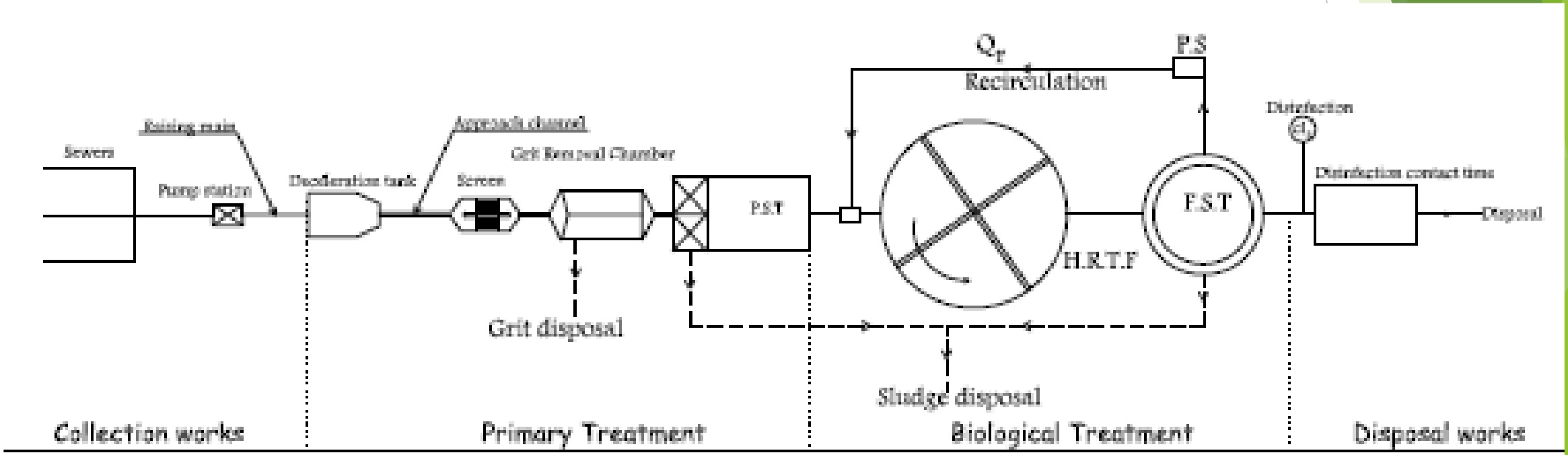
Assume $\varphi = 35\ m \quad \rightarrow \quad n.\frac{\pi}{4}.\varphi^2 = 16{,}667 \quad \rightarrow \quad n = 18$

Check

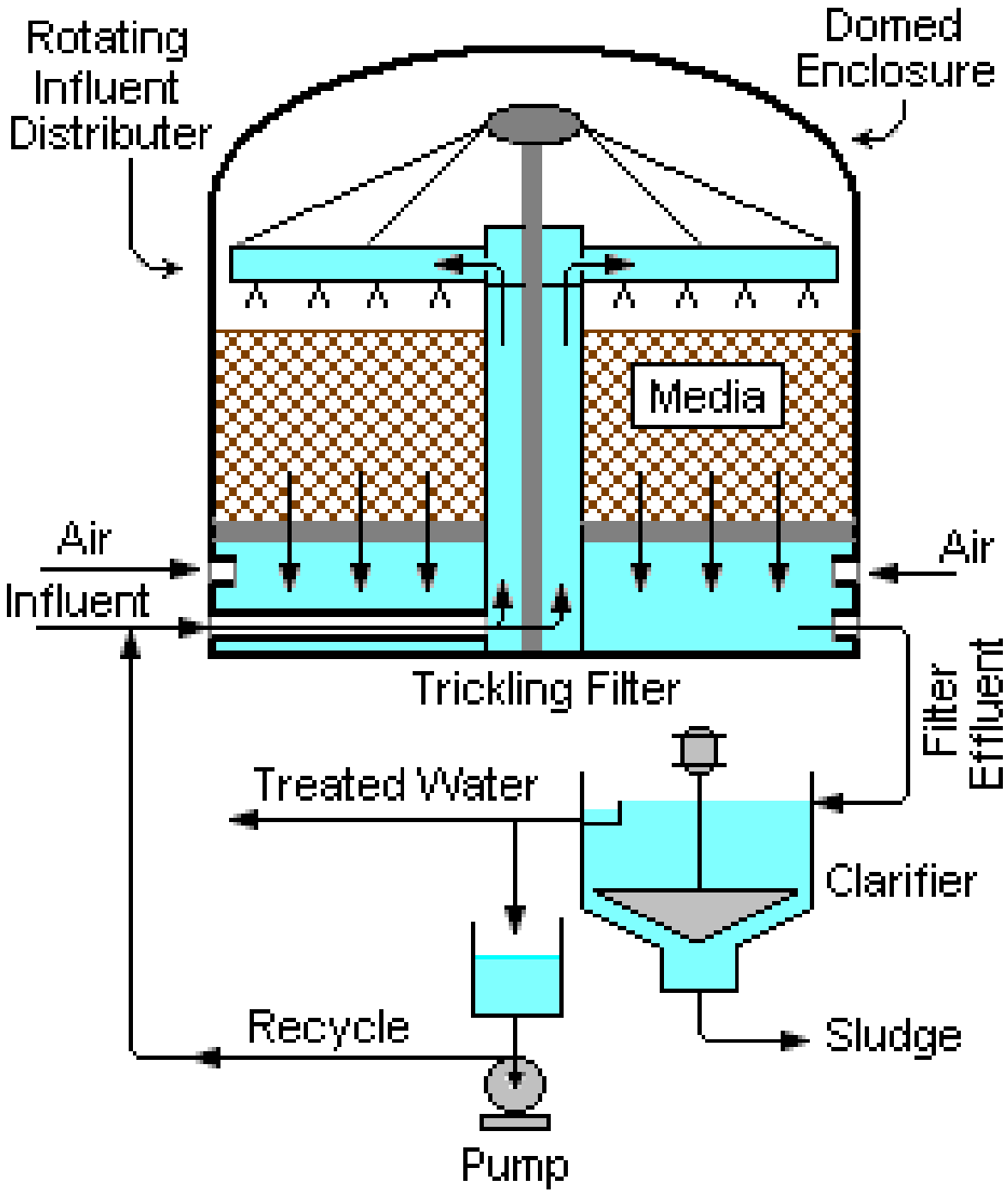
$$Hydraulic\ Load = \frac{Q_d}{S.A} = \frac{20{,}000}{18.\frac{\pi}{4}.35^2} = 1.15 < 3 \quad safe$$

2- High rate type called High Rate Trickling Filter (H.R.T.F)

- يعيب S.R.T.F. ان معدل الترشيح فيه بطيء لذا فهو يحتاج الى مساحات كبيرة لذا تم اللجوء الى نوع اخر من المرشحات وهو المرشح السريع H.R.T.F
- الفرق الرئيسي بين المرشح البطئ والسريع هو إعادة استخدام جزء من المياه الخارجة من عملية المعالجة بحيث يتم خلطها مع المياه الناتجة من المعالجة الابتدائية تسمى هذه العملية ب Recirculation



Flow line diagram in High Rate Trickling Filter W.W.T.P (H.R.T.F.W.W.T.P)


Rotating
Influent
Distributer
Domed
Enclosure
Media
Air
Influent
Air
Trickling Filter
Filter
Effluent
Treated Water
Clarifier
Recycle
Sludge
Pump

- مميزات إعادة استخدام جزء من المياه (مميزات H.R.T.F) :

1- تخفيف الحمل العضوى على المرشح نتيجة لخلط ماء معالج بتركيز بسيط للمواد العضوية مع ماء خام به مواد عضوية بتركيز عالى

2- زيادة في اعداد البكتريا النشطة التي تساعد على عملية الاكسدة

3- يعيد كمية من الاكسجين الذائب في المياه نتيجة لتعرض المياه للهواء في خزان الترسيب النهائى

4- زيادة كفاءة المرشح ومضاعفة معدل الترشيح حوالى 10 اضعاف المعدل في S.R.T.F وبالتالي يقلل من تكاليف الانشاء والمساحة المطلوبة

5- في حالة ادنى تصرف لا يتوقف المرشح لان جزء كبير من المياه المستخدمة فيه هي أصلا المياه المعادة اليه

6- لا يسبب مشاكل في جذب الحشرات بعكس S.R.T.F

- عيوب Recirculation :

1- يحتاج الى عملية ضخ للمياه وبالتالي يزيد من تكلفة التشغيل

2- يحتاج أحيانا الى عمليات تهوية إضافية لضمان بقاء الاكسجين في الحوض

٢-٣-٢ - مرشحات المعدل العالى:

- معدل التحميل السطحى الهيدروليكى ١٠- ٣٠ (يشمل المياه المعاده) م^{٣} /م^{٢}/يوم

- معدل التحميل العضوى ٥٠٠ - ١٠٠٠ جم اكسجين حيوى مستهلك / م^{٣} / اليوم.

- ينشأ من مرحلة واحدة أو مرحلتين .

- عمق مادة الترشيح ١ر٠ - ٢ر٠ م

إلا أن العمق الأمثل للمرشح ١,٥ - ٢,٠ م فى المرحلة الأولى

= ١ - ٢ م فى المرحلة الثانيه

- تتراوح نسبة الإعادة بين ٠,٥ إلى ٣ وبحيث لا يزيد تركيز المواد العضوية عن ١٥٠ مجم / لتر .

- معادلة إعادة المياه $$M = \frac{Ci - CM}{CM - Ce}$$

M = Recirculation ratio

Ce = effluent - concentration mg/l

CM = 150 mg/L

Ci = influent - concentration mg/l

- يتراوح مقاس حبيبات الزلط من ٥ - ١٠سم .

Comparison between S.R.T.F and H.R.T.F

Character	S.R.T.F	H.R.T.F
Hydraulic load ($m^3/m^2/d$)	1 : 3	10 : 30
Organic Load (gm/m^3 media/d)	70 : 200	400 : 2000
Depth (m)	2 : 3	0.9 : 1.5
Recirculation	none	R= 0.75 : 4.5
Power requirements	none	2:10 HP / 1000 m^3
Operation	simple	Need some skill
Dosing جرعات التزويد	Intermittent متقطع	continuous
Flies الحشرات	many	few

Design Data:

for H.R.T.F:

* $Combined\ efficiency = CE = \frac{100}{1+0.0085\sqrt{2.75\frac{L}{F}}}$

L $\quad$ $allowable\ organic\ load = 400:2000\ \ gm\ BOD\ /m^3\ media/day$

* $Total\ Organic\ Load$

$$T.O.L = Q_d\ x\ BOD_{primary\ tr.} + Q_R\ x\ BOD_{final}$$

$$Q_d\ x\ BOD_{primary\ tr.} + (R\ x\ Q_D)\ x\ BOD_{final}$$

* $Hydraulic\ Load = \frac{Q_d}{S.A} = (10:30)\ \ m^3/m^2/d$

* $volume\ of\ media\ tank = \frac{T.O.L}{L} \quad (m^3) = n.\frac{\pi}{4}.\varphi^2.d$

$$n \geq 2 \quad \& \quad \varphi \leq 35\ m \quad \& \quad d = 0.9:1.5\ m$$

Example 2

for A W.W.T.P of daily flow $30{,}000\ m^3$ *with raw* $BOD = 300\ ppm$
and over all efficiency $= 85\ \%$ *with organic load* $= 1000\ gm/m^3/d$
Design H.R.T.F units

Solution

Assume *primary treatment efficiency* $= 30\ \%$

$$\therefore BOD_{primary\ tretment} = (100 - 30)\ \% BOD_{Raw} = 0.7\ BOD_{Raw}$$
$$= .7x\ 300 = 210\ ppm$$

$$Over\ all\ efficiency\ = \frac{BOD_{Raw} - BOD_{final}}{BOD_{Raw}}\ x\ 100$$

$$85\ = \frac{300 - BOD_{final}}{350}\ x\ 100 \quad \rightarrow \quad BOD_{final} = 45\ \ gm/m^3/d$$

$$CE = \frac{BOD_{primary\ tretment} - BOD_{final}}{BOD_{primary\ tretment}}\ x\ 100 = \frac{210 - 45}{210}\ x\ 100 = 78.57\ \%$$

$$CE = \frac{100}{1 + 0.0085\sqrt{2.75\ \frac{L}{F}}} = 78.57 \quad \rightarrow \ \frac{L}{F} = 374.4\ , L = 1000 \rightarrow F = 2.67$$

$$F = \frac{1+R}{(1+0.1R)^2} = 2.67 \rightarrow .0267\,R^2 + (2.67\ x\ 0.2 - 1)R + 2.67 - 1 = 0$$

$$.0267\,R^2 - 0.466R + 1.67 = 0 \quad \rightarrow \quad R = 5.04$$

$$T.O.L = Q_d\,.BOD_{primary\ tr.} + R.Q_d\,.BOD_{final}$$

$$= 30{,}000\ x\ 210 + 5.04\ x\ 30{,}000\ x\ 45 = 13.104\ x\ 10^6 \quad gm/day$$

$$volume\ of\ media\ tank = \frac{T.O.L}{L} = \frac{13.104\ x\ 10^6}{1000} = 13{,}104\ m^3$$

Assume $d = 1.5\ m \rightarrow S.A = 8736\ m^2$

Assume $\varphi = 35\ m \rightarrow n.\frac{\pi}{4}.\varphi^2 = 16{,}667 \rightarrow n = 10$

$n = 10 \rightarrow \varphi = 33.4\ m$

Check

$$Hydraulic\ Load = \frac{Q_d + Q_R}{S.A} = \frac{(1+5.04)\ x\ 30{,}000}{10.\frac{\pi}{4}.33.4^2} = 20.7 < 30 \quad safe$$

٣ - الأقراص البيولوجيه الدوارة:

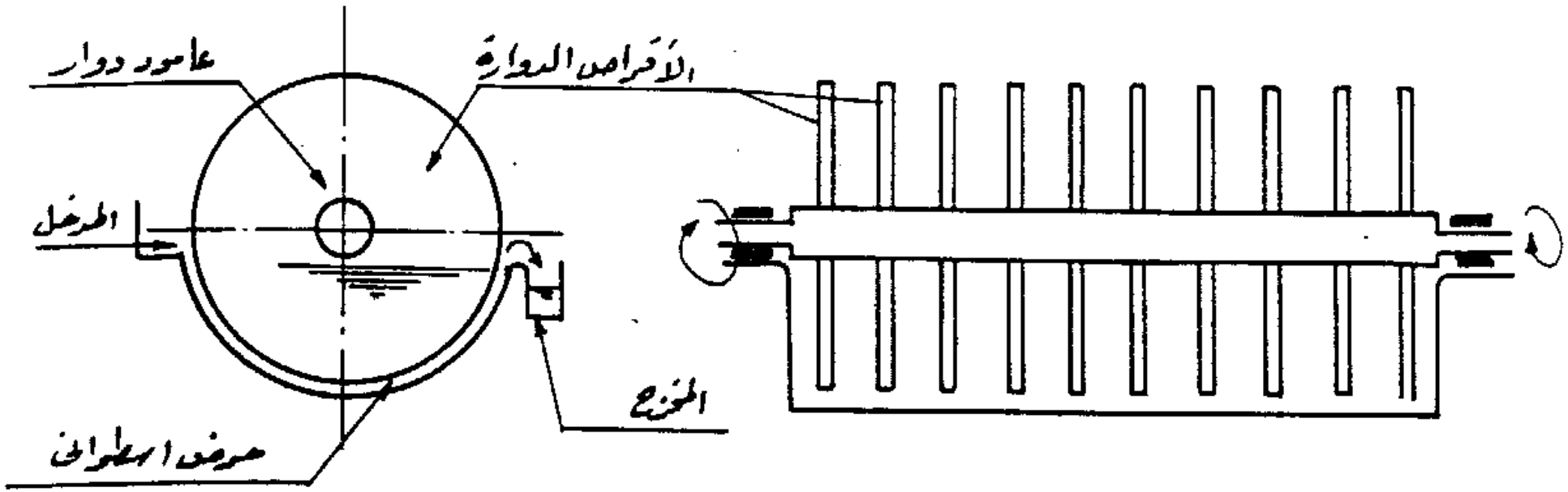
٣-١ الغرض من الوحدة:

- اكسدة المواد العضويه وتحويلها إلى مواد ثابتة يمكن فصلها فى أحواض الترسيب النهائى . (شكل (٢-١١) .

٣-٢ مكونات الوحدة:

- تتكون من أقراص دائريه خفيفه الوزن تدور بسرعة بطيئه مغمورة لمنتصفها تقريباً فى حوض قاعه أسطوانى به مياه الصرف الصحى . وتصنع هذه الأقراص عادة من بعض أنواع البلاستيك .

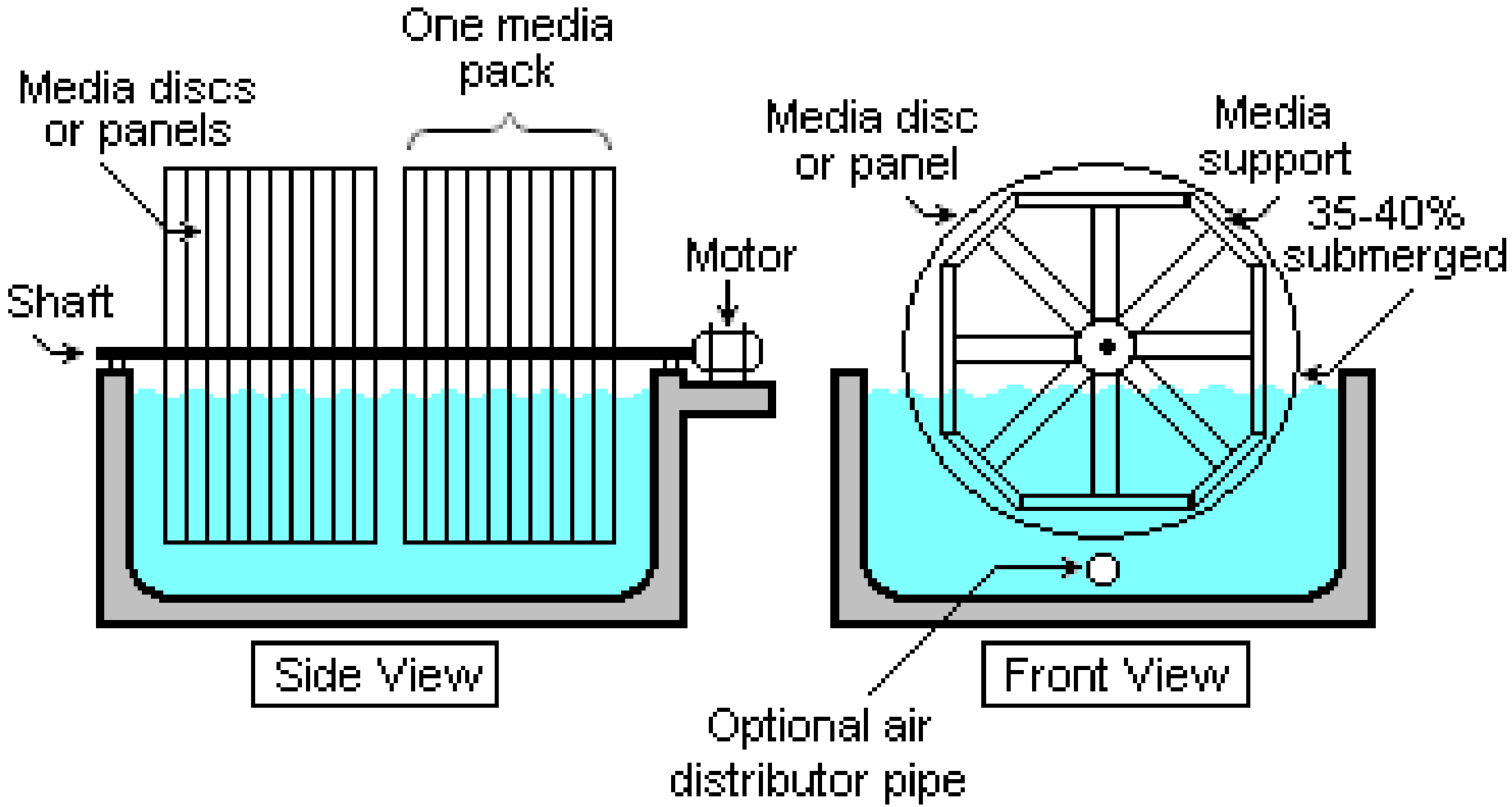
- أثناء التشغيل تكون الأقراص مغمورة إلى أسفل عامود الدوران المثبت فى مركز الأقراص بحيث ينغمر حوالى ٤٠ ٪ من مساحة سطحها فى مياه الصرف الصحى أثناء الدوران . إلا أن نتيجة لهذا الدوران فأن جميع أسطح الأقراص الدوارة تتكون عليها طبقة بيولوجيه تقوم بعملية المعالجة مع غمر الأقراص فى مياه المجارى ثم تعرضها للجو مبتله بقطرات من المياه .



شكل (٢ - ١١): الأقراص البيولوجية الدوارة

Aeration by contactor(RBC)

Rotating Biological Contactor (RBC)



٣-٣ أسس التصميم:

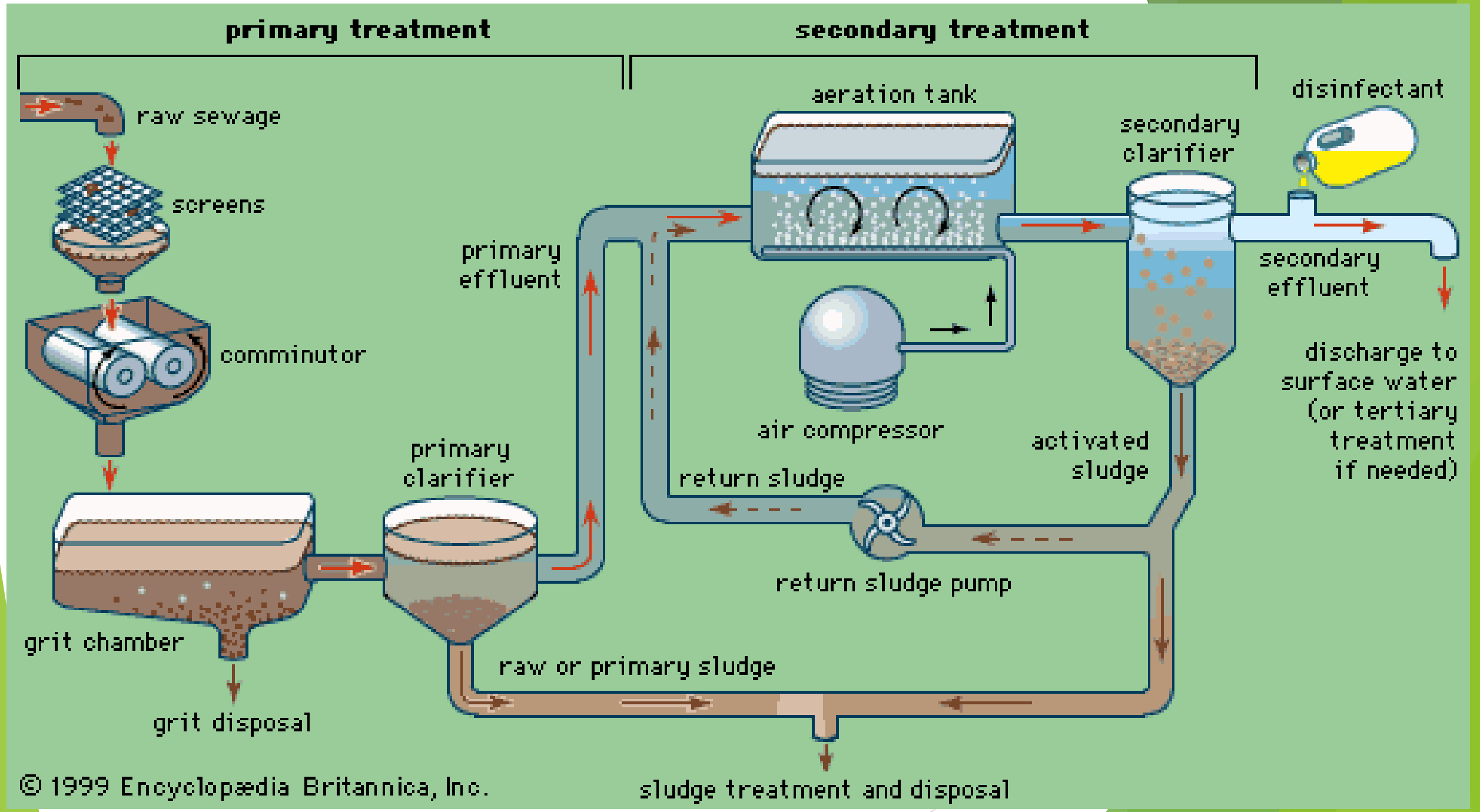
- سمك القرص الدوار = (١ - ٢) سم
- قطر القرص = (٢ - ٣.٥) متر
- سرعة دوران القرص = (١ - ٢) لفه فى الدقيقه (فى حالة التشغيل العادى ، ويمكن زيادة كفاءة المعالجة بمضاعفة هذه السرعة .
- المسافة بين مركز كل قرصين = (٣٠ - ٤٠) سم
- الحمل الهيدروليكى = ٤٠ - ٦٠ لتر / م^{٢} / يوم
- الحمل العضوى = ٥٥ - ٢١٠ جرام اكسجين حيوى مستهلك لكل متر مربع فى اليوم
- يجب أن توضع فى مجموعتين إلى ٦ مجموعات من الأقراص على التوالى فى خط التشغيل بحيث يصل طول كل مجموعة إلى ٧ متر .

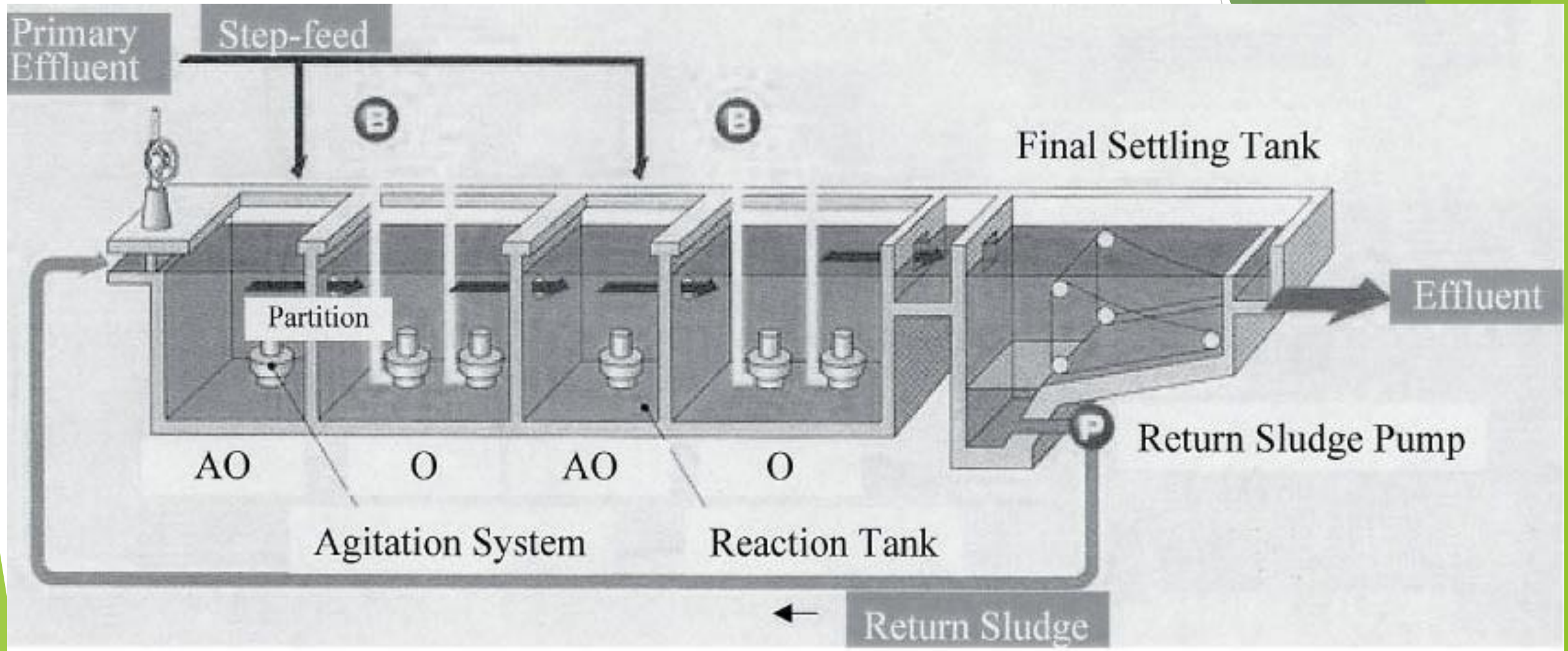
Suspended growth system

- Activated Sludge System

- في هذه الطريقة يستخدم حوض تهوية يسمى Aeration tank بعد حوض الترسيب الابتدائى P.S.T بحيث تظل فيه المياه لعدة ساعات (6 : 10 ساعات) حيث تتم فيه عمليات الاكسدة للمواد العضوية وتتحول لمواد مستقرة يزداد حجمها تدرجيا نتيجة لنشاط البكتريا
- يتبع حوض التهوية حوض ترسيب نهائي Final Sedimentation Tank تتم فيه عملية ترسيب النواتج وشروط تصميمه هي نفس شروط تصميم الخزان النهائي في أنواع المعالجة السابقة
- فكره Activated Sludge :

تعتمد فكره عملية تنشيط الحمأة على استخدام جزء من الرواسب في خزان الترسيب النهائي الغنية بملاين البكتريا النشطة بحيث تنقل للمياه قبل حوض التهوية وتخلط معها مما يساهم في زيادة التفاعلات الكيميائية بشكل كبير


primary treatment
secondary treatment
raw sewage
screens
comminutor
grit chamber
grit disposal
primary clarifier
primary effluent
aeration tank
air compressor
return sludge
return sludge pump
raw or primary sludge
sludge treatment and disposal
activated sludge
secondary clarifier
disinfectant
secondary effluent
discharge to surface water (or tertiary treatment if needed)
© 1999 Encyclopædia Britannica, Inc.



AO:anoxic zone O :aerobic zone

Types of Aeration tanks:

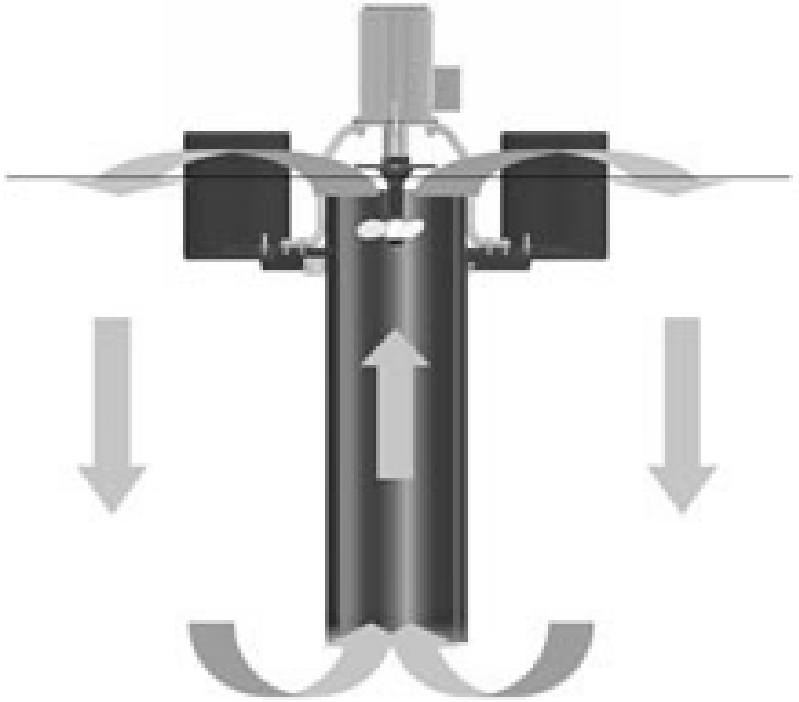
1- Compressed air tanks

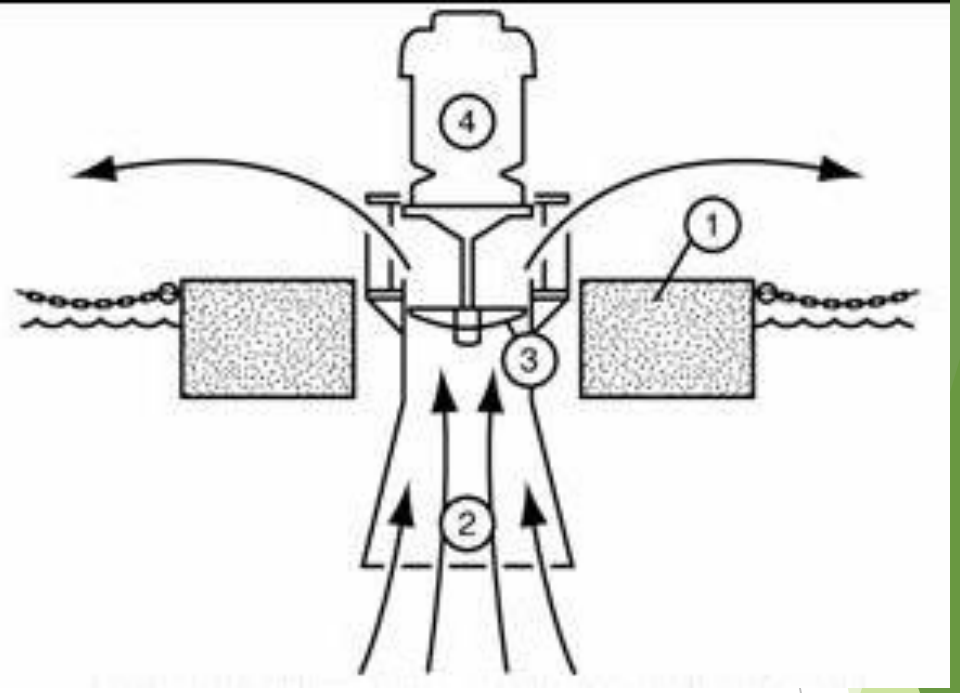
عبارة عن مجموعة احواض مستطيلة الشكل يثبت بها مجموعة من المواسير في أرضية الحوض لضخ الهواء تحت ضغط عالى ويكون هذا الهواء هو المسئول عن عمليات الاكسدة والتقليب . تسمى هذه المواسير ب air diffusers او ناشرات الهواء

2- Mechanical Aeration

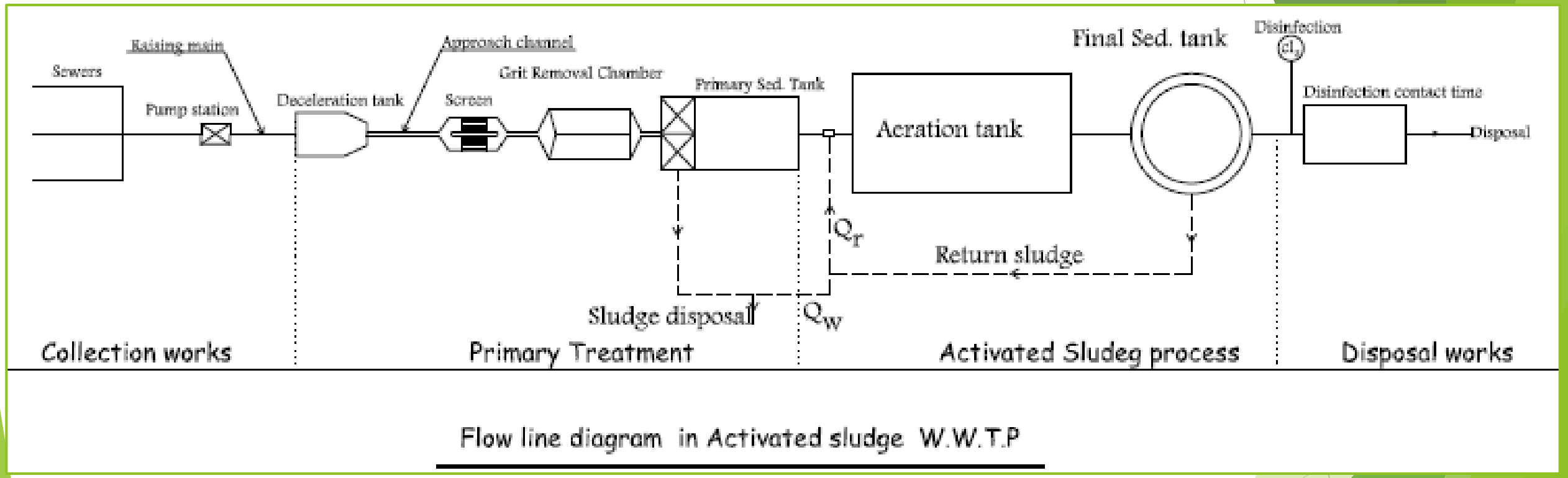
في هذا النوع من الاحواض تستخدم طرق ميكانيكية لعمل اضطراب في الماء يصحبه تخلل للهواء يمتص السائل منه الاوكسجين اللازم للبكتريا اللاهوائية كى تتغذى على المواد العضوية وتحولها لمواد ثابتة ومستقرة

Aeration by diffusers




4
1
3
2

Aeration by Aerator



Flow line diagram in Activated sludge W.W.T.P

Important definitions:

Mixed liquor

مصطلح يطلق على الخليط ما بين waste water and active sludge

Mixed liquor suspended solid (MLSS):

مصطلح يعبر عن المواد الصلبة العالقة في الماء عضوية وغير عضوية

Mixed liquor volatile suspended solids (MLVSS)

مصطلح يعبر عن المواد العالقة في الماء ويعتبر مؤشر للبكتريا الموجودة في sludge

Food to microorganisms ratio

للحصول على اعلى كفاءة تشغيلية للنظام يجب التحكم في النسبة ما بين المواد العضوية الذائبة في المياه وهى الغذاء food وبين ما سيتغذى على هذا الغذاء وهى البكتريا او الكائنات الدقيقة microorganism وتسمى هذه النسبة بنسبة الغذاء للبكتريا

- يأخذ BOD كمقياس لكمية المواد العضوية الموجودة في الماء food
- يأخذ MLSS او MLVSS كمقياس للبكتريا الموجودة في الماء

$$MLVSS \cong 0.8\ MLSS$$

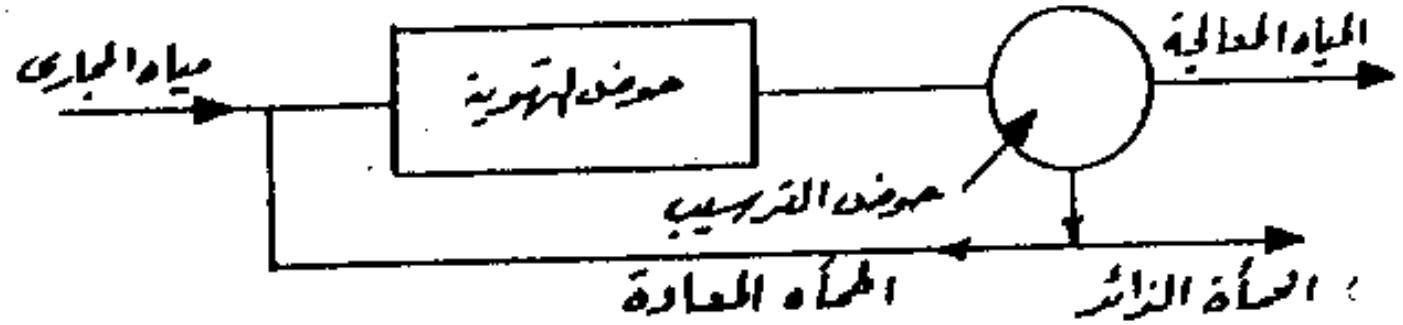
$$\frac{f}{m} = \frac{food}{microorganism} = 0.2 : 0.4 \qquad kg\ BOD/kg\ MLSS\ /d$$

٤-١ نظم التشغيل:

٤-١-١ - النظام العادى (التقليدى) Conventional

- يتم تغذية حوض تنشيط الحمأة بكل من مياه الصرف الصحى والحمأة المعاده وذلك عند مدخل الحوض حيث يتم تهويتة بصورة متساوية وتخرج الحمأة المنشطة من نهاية الحوض .

- نظام التشغيل التقليدى يعيبه كبر حجم حوض التهويه بالإضافة إلى عدم إستقرار التشغيل فى حالة زيادة معدلات التحميل الهيدروليكيه والعضوية مما يؤثر على كفاءة المعالجة .



نظام الحمأة المنشطة التقليدية

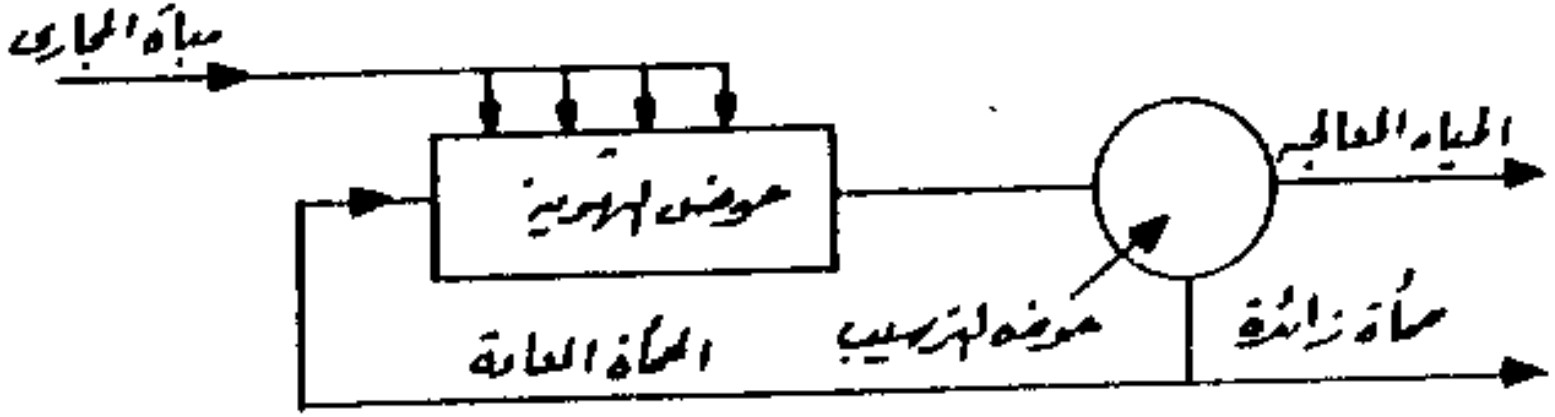
٤-١-٢ - نظام التهويه المرحلية (التناقص التدريجى لمعدلات التهويه)

Tappered Aeration

فى هذا النظام يتم ضخ الهواء بمعدلات مرتفعه عند مدخل الحوض لتوفير الكمية اللازمة من الأكسجين فى هذه المنطقة ثم تقل تدريجياً على طول الحوض مما يعمل على زيادة كفاءة عملية الأكسدة .

٤-١-٣- نظام التغذية المرحلية :

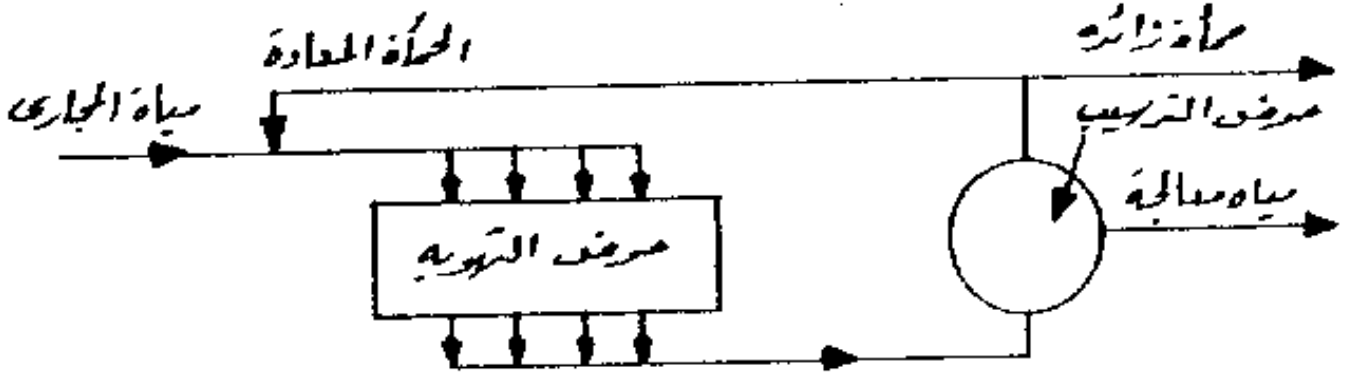
فى هذا النظام يتم ضخ الهواء على مراحل على مسار حوض التهوية لتوفير الكمية اللازمة من الاكسجين فى المناطق المختلفة من حوض التهوية وذلك لزيادة كفاءة عملية التهوية .



نظام التغذية المرحلية

٤-١-٤ - نظام الخلط الكامل (الخلط التام)

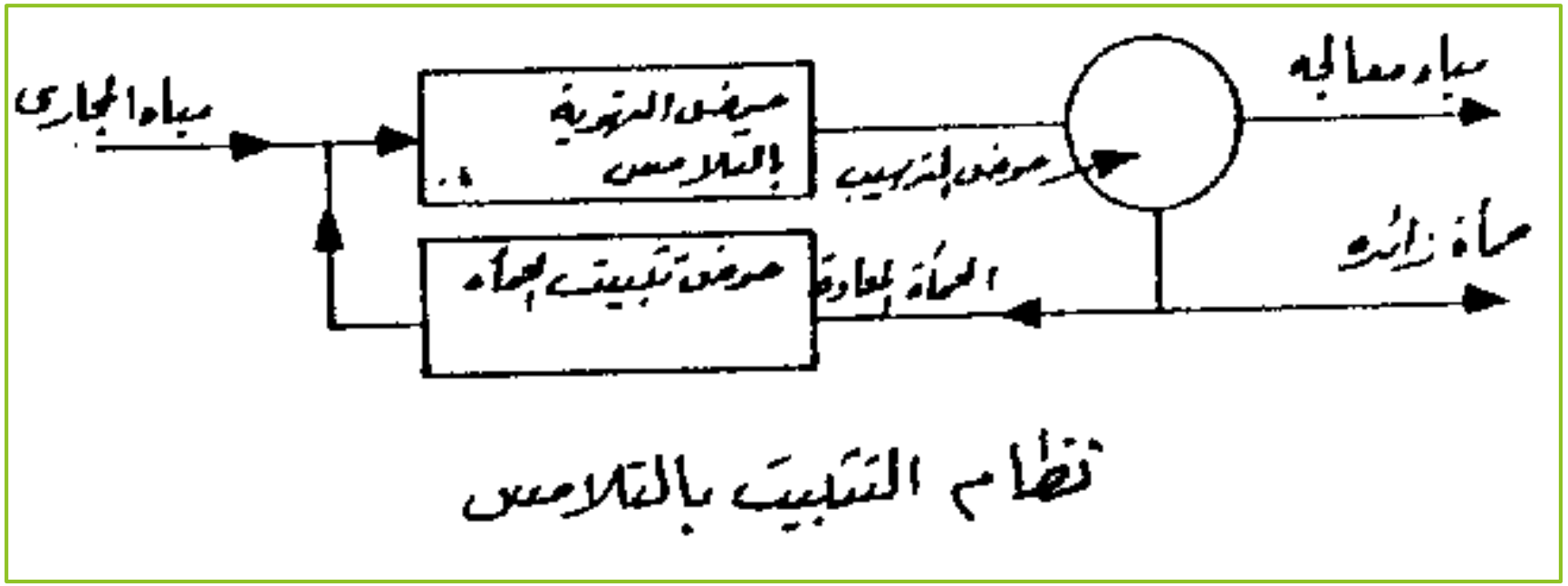
- يتم تغذيه حوض التهويه بمياه الصرف الصحى الخام بشكل متساوى على طول الحوض ويتم سحب المياه من الحوض بنفس الطريقة وذلك من الجانب الأخر .
- ويتميز هذا النظام بقدرة إستيعاب كميات كبيرة من المواد الصلبة العالقة بحوض التهويه حيث ينتج عن ذلك خفض واضح فى حجم الحوض بالإضافة إلى ذلك فإن هذا النظام مستقر بدرجة عالية تسمح بمواجهة أى زيادة فى معدلات الضخ الهيدروليكى أو العضوى .



نظام الخلط التام

٤-١-٥ - نظام التثبيت بالتلامس : (Contact Stabilization)

- يمكن تعريف نظام التثبيت بالتلامس بعملية الإمتصاص الحيوى وهذا النظام قد يحتوى أو لا يحتوى على مرحلة الترسيب الإبتدائى وتتم تهوية مياه الصرف الصحى مع الحمأة المعادة فى حوض التهوية بالتلامس لفترة قصيرة تتراوح بين ٥ . ٠ إلى ٥ . ١ ساعة وذلك بإتمام عملية إمتصاص الحمأة للمواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف الصحى . ويتبع ذلك عملية ترسيب الحمأة فى حوض الترسيب النهائى حيث يتم سحبها بعد ذلك وضخها إلى حوض تهوية يسمى تثبيت الحمأة وذلك لمدة تتراوح بين ٣ إلى ٦ ساعات وذلك قبل ضخها إلى حوض التهويه بالتلامس ثانياً .
- ويتطلب هذا النظام كمية هواء مماثله للنظام التقليدى وهذه الكمية يتم تقسيمها على حوض التهويه بالتلامس وحوض تثبيت الحمأة وبالرغم من ذلك فإن مجموع حجمى حوض التهويه بالتلامس وحوض تثبيت الحمأة يساوى نصف حجم حوض التهويه فى النظام التقليدى .



نظام التثبيت بالملامس

٤-٢ طريقة التصميم:

لتصميم محطة معالجة مياه الصرف الصحى بإستخدام الحمأة المنشطة تتبع الخطوات التالية :

١ - لإيجاد حجم حوض التهوية تستخدم المعادلة (١)

حجم حوض التهوية

Volume of aeration tank

حيث : (1) ---------- $\frac{F}{M} = \frac{Q}{V} (L_i - L_e) / MLSS$

$\frac{F}{M}$ = Food to microorganism ratio نسبة الغذاء الى الكائنات الحية

Q = Design flow m^3 / day التصرف التصميمى ...

V = Reactor volume m^3 حجم حوض التهوية

L_i = BOD to reactor gm / m^3 الاحتياج للاكسچين الحيوى فى المياه المرسبة قبل حوض التهوية

L_e = BOD required gm / m^3 الاحتياج للاكسچين الحيوى فى المياه بعد حوض التهوية

MLSS = Mixed liquor suspended solids gm / m^3 تركيز المواد العالقة الكلية فى حوض التهوية

نظام تشغيل المعالجة	الخصائص الهيدروليكية لسريان المياه (١)	كمية المواد العالقة الكلية (مجم / لتر) (٢)	نسبة المواد العالقة الطيارة إلى المواد العالقة الكلية (٣)	كمية الغذاء / كمية الكائنات الحية كجم BOD / كجم اليوم (٤)	زمن البقاء الهيدروليكى (ساعة) (٥)	معدل التحميل القصوى كجم BOD / م٣ (٦)	زمن بقاء المواد الصلبة (يوم) (٧)	نسبة الحماة المعادة إلى تصرف مياه الصرف الصحى الخام (٨)	النسبة المئوية لإزالة BOD الأكسجين الحيوى المستهلك (٩)	كجم أكسجين (كجم BOD تمت إزالته) (١٠)	كمية الهواء اللازمة لكل كجم أكسجين حيوى مستهلك (متر٣) (١١)
تقليدى	مكبسى	١٥٠٠ – ٣٠٠٠	٠.٨	٠.٤ – ٠.٢	٨ – ٤	٠.٣ – ٠.٧	٥ – ١٥	٠.٢٥ – ٠.٥	٨٥ – ٩٥	٠.٨ – ١.١	٤٠ – ٦٠
تناقص تدريجى لمعدلات التهوية	مكبسى	١٥٠٠ – ٣٠٠٠	٠.٨	٠.٤ – ٠.٢	٨ – ٤	٠.٣ – ٠.٨	٥ – ١٥	٠.٢٥ – ٠.٥	٨٥ – ٩٥	٠.٧ – ١.٠	٥٠ – ٨٠
تغذية مرحلية	مكبسى	٢٠٠٠ – ٣٠٠٠	٠.٨	٠.٤ – ٠.٢	٥ – ٣	٠.٧ – ١.٠	٥ – ١٥	٠.٢٥ – ٠.٧٥	٨٥ – ٩٥	٠.٧ – ١.٠	٥٠ – ٨٠
التثبيت بالتلامس	مكبسى	١٠٠٠–٣٠٠٠(١) ٣٠٠٠–٦٠٠٠(٢)	٠.٨	٠.٥ – ٠.٢	١.٥ – ٠.٥ (١) ٦ – ٣ (٢)	١.٠ – ١.٢	٥ – ١٥	٠.٢٥ – ١	٨٥ – ٩٥	٠.٧ – ١.٠	٥٠ – ٨٠ (٢)
الخلط التام	خلط تام	٣٠٠٠ – ٦٠٠٠	٠.٨	٠.٦ – ٠.٢	٥ – ٣	٠.٨ – ٢.٠	٥ – ١٥	٠.٢٥ – ١.٠	٨٥ – ٩٥	٠.٧ – ١.٠	٥٠ – ٨٠
التهوية ذات المعدل السريع	مكبسى	٢٠٠ – ٨٠٠	٠.٨	١.٥ – ٠.٥	٣ – ١.٥	١.٢ – ٢.٤	٠.٢ – ٠.٥	٠.٥ – ٠.١٥	٦٠ – ٧٥	٠.٤ – ٠.٦	٢٥ – ٥٠
تهوية ممتدة وقنوات الأكسدة	خط تام	٣٠٠٠ – ٨٠٠٠	٠.٦ – ٠.٥	١.٥ – ٠.٠٥	٣٦ – ١٨	٠.٢ – ٠.٤	٢٠ – ٣٠	٠.٣٥ –	٩٠ – ٩٨	١.٠ –	١٠٠ – ١٤٠

(١) حوض التهوية بالتلامس (٢) حوض تثبيت الحماة (٢) هذه الكمية تقسم بالتساوى على حوض التهوية بالتلامس وحوض تثبيت الحماة

جدول رقم (٢ - ١) المعدلات التصميمية فى أنظمة التشغيل المختلفة لعملية الحماة المنشطة

ومن العمود رقم (٩) بالجدول رقم (٢-١) والخاص بالنسبه المئويه لإزالة BOD_5 يمكن تحديد نسبة الغذاء إلى الكائنات الحيه (F / M) من العمود رقم (٤) وبالتالى إختيار كمية المواد العالقة الكلية بحوض التهوية من العمود رقم (٢) (MLSS) ومن معلومية التصرف (Q) ثم تستخدم المعادله رقم (١) فى إيجاد حجم حوض التهويه (V) .

٢ - يتم التحقق من مدة المكث فى الحوض بإستعمال المعادله رقم (٢) ومقارنتها بالعمود رقم (٥)

Hydraulic retention time in reactor مدة المكث

$$T = \frac{V}{Q} \quad \text{---------- (2)}$$

$$T = (Li - Le) / {}^{F}\!/_{M} * MLss$$

٣ - يتم حساب معدل التحميل العضوى

حيث يتم مقارنة هذه القيمه بالعامود رقم (٦)

٤ - يتم حساب الحمأة الزائدة بإستعمال المعادلة رقم (٣)

Excess sludge production الحمأة الزائدة

$$\frac{M_W}{F} = a - b/\,{}^{F}\!/_{M}$$

$$M_w = aF - bM \qquad \text{---------- (3)}$$

Mw = Excess solids produced (kg / day) الحمأة الزائدة الناتجة فى اليوم

F = BOD removed = Q (Li - Le) (gm / day) الغذاء المستهلك

(a) constant = 0.7 ثابت

(b) - constant = 0.075 ثابت

٥ – يتم حساب زمن بقاء الحمأة باستعمال المعادلة رقم (٤) ومقارنة الناتج بالعامود رقم (٧) .

زمن بقاء الحمأة

Sludge retention time (SRT)

$$SRT = \frac{\text{Total MLSS in aerator}}{\text{Excess sludge produced}} = \frac{M}{M_w}$$

$$SRT = \frac{M}{aF - bM}$$

Recirculation rate of sludge (R) معدل اعادة الحمأة

$C2R = C1\ (R+Q)$

C1 = MLSS in reactor gm/m^3 تركيز المواد العالقة بحوض التهوية

C2 = MLSS in returned sludge gm/m^3 تركيز المواد العالقة بالحمأة المعادة

= 10000 $gm/\ m^3$ (max)

R = return sludge 100% of Q $m^3/hr.$

Q = flow rate $m^3/hr.$

C2 = mg/lit

SVI or sludge volume index

الحجم باللیتر لواحد جرام من الحمأه المنشطة بعد فترة ترسیب قدرها

نصف ساعة فی مخبار حجمه واحد لتر =

$$\frac{\text{m/ settled sludge} * 1000}{\text{mg/lit suspended solids (MLSS)}}$$

٦ - یتم حساب معدل إعادة الحمأة بأستعمال المعادلة رقم (٥) ومقارنة الناتج بالعامود رقم (٨) .

Oxygen requrment (٦) كمیة الأكسجین المطلوبة

$$O_c = [a\,F / M + b^l]\,M \qquad (6)$$

a = constant 0.55 for domastic wastewater

b = constant 0.15 for domastic wastewater

٧ - یتم حساب كمیة الأكسجین المطلوب من المعادلة رقم (٦) لاكسدة المواد العضویة الكلیة (الكربونیة والنیتروجینیة).

(7) ***For nitrification***

$$O_{nit} = 4.6\ Q\ (\ NH3) / 10^3 \quad \text{----------} \quad (7)$$

O_{nit} = Qxygen required for nitrifiation

= 4.6 kg of O_2 for NH_3 to N03

NH3 = (Inf NH_3 as N - Effluent NH_3 as N) gm / m^3

= NH_3 gm / m^3

DO = dissolved oxygen (1 - 2) gm / m^3

= 2.0 kg O2 / kg BOD removed for extended

= (0.9 - 1.2) kg O2 / kg BOD Removed for conventional

مثال :-

صمم أحواض التهوية بالهواء المضغوط لتصرف قدرة 30000 ثلاثون ألف متر مكعب فى اليوم , بفرض الأكسجين الحيوى المستهلك فى مياه الصرف الصحى الخام 300 مجم /لتر وأن نسبة 35% منها يتم ترسيبها فى أحواض الترسيب الابتدائى .

ثم صمم أحواض الترسيب النهائى التى تلى أحواض التهوية ، بفرض أن المواد الصلبة فى الحمأة المترسبة تساوى 200مجم/لتر.

الحل :-

بفرض الحمأة المعادة 25% من التصرف

(Qr=0.25 Qave) = 0.25 × 30000 = 7500 م3/يوم

التصرف التصميمى (Qd=1.25 Qave) = 37500 م3/يوم

وبفرض مدة بقاء المياه فى الأحواض = 8 ساعات

حجم أحواض التهوية = 37500 (8 ÷24) = 12500 م3

ولمراجعة الحمل العضوى OL (Organic Load) الممثل فى كمية الأكسجين الحيوى المستهلكBOD فى المياه التى تدخل أحواض التهوية نجده كما يلى:

= 30000 × 300 × 0.65 = 5850 كجم BOD/يوم.

الحمل العضوى = 5850 ÷ 12500 = 0.468 كجم BOD/م3 من حجم أحواض التهوية وهى أقل من 0.560 فتكون مناسبة لأنها فى حدود أسس التصميم.

وبفرض عرض الحوض 5 متر ، وعمقه 4 متر

طول الأحواض = 12500 ÷ (5×4) = 625 متر

وباختيار 8 أحواض ، يكون طول كل حوض = 78 متر

وكمية الهواء المستخدمة = 8 متر مكعب هواء لكل متر مكعب مياه

= 8 × 30000 = 240000 م3/يوم

= 2.77 م3/ثانية

وبفرض سرعة الهواء فى المواسير = 10 متر /ثانية

قطر الماسورة الرئيسية من ضاغطات (blowers) الهواء لأحواض التهوية

= 0.595 متر = 600 مم.

Example:

1. The volume of an aeration tank is 2100 m3, and the influent discharge is 15000 m3/day, the concentration of removed BOD5 by the tank is 150 mg/l, the concentration of TSS inside the tank is 2400 mg/l. Calculate the food to microorganisms ratio.

٥- أحواض الترسيب النهائى

٥-١ الغرض من الوحده:

- ترسيب المواد الصلبه العالقه والتى تتكون فى المرشحات أو احواض تنشيط الحمأة .

يمكن تقسيم أحواض الترسيب الى نوعين :

أ- أحواض مستطيله

ب- أحواض دائرية

- يفضل استخدام الاحواض الدائريه وذلك لكبر التصرف الداخل الى أحواض الترسيب النهائى .

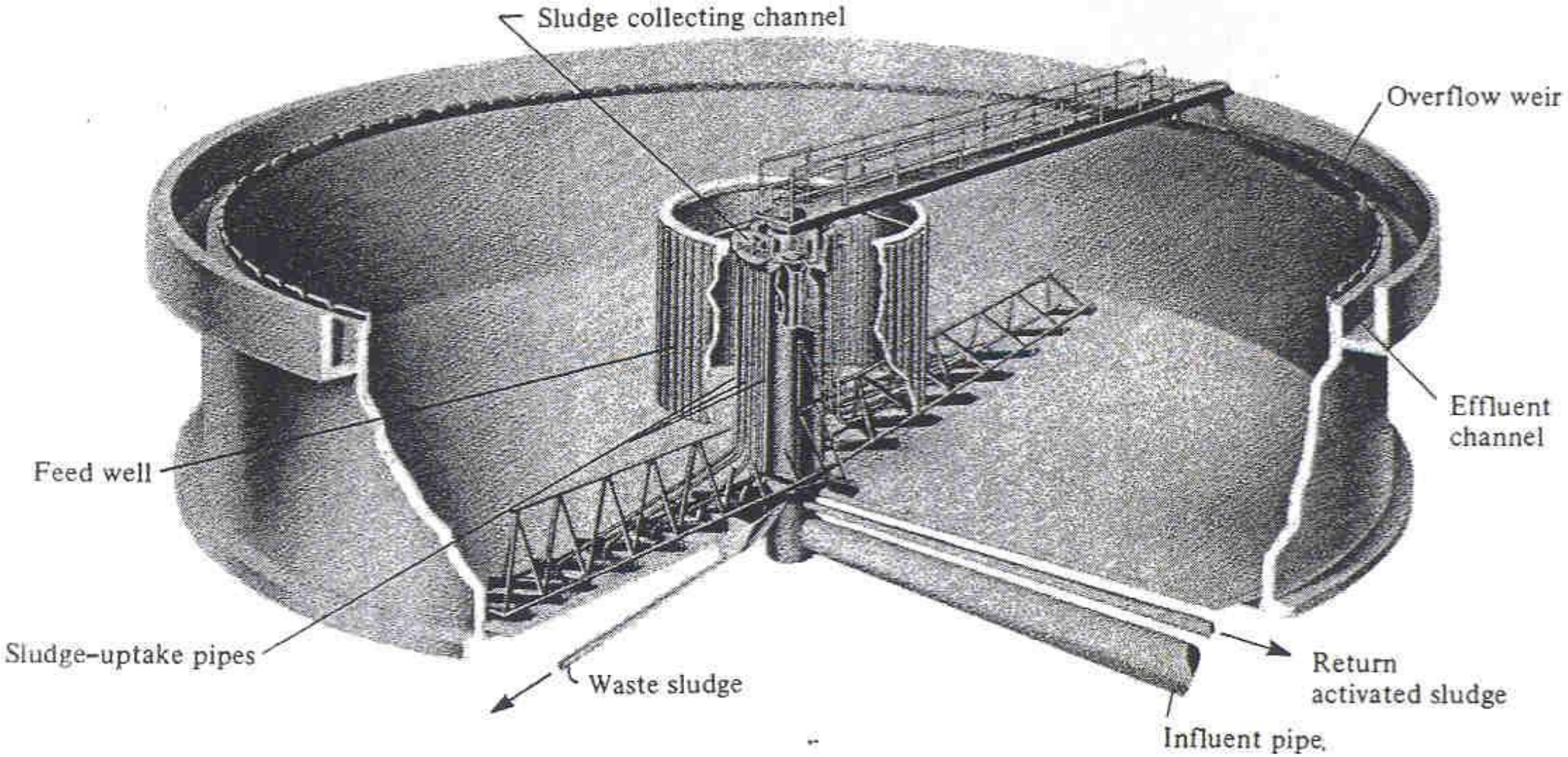


Figure 10.26 Final clarifier for an activated-sludge secondary with rapid-sludge-removal apparatus. (Courtesy of Dorr-Oliver, Inc.)

٥-٢ - مكونات الوحدة:

- كما فى أحواض الترسيب الابتدائيه .

٥-٣ أسس التصميم:

٥-٣-١-الأحواض المستطيله:

- الطول من ٢٥-٤٠ متر
- العرض من ٦ -١٠ متر
- عمق المياه من ٣ر٠٠ - ٣ر٥ متر
- مدة المكث من ١ز٥ - ٢ر٠٠ ساعة

- معدل التحميل السطحى :

أ - حالة حوض ترسيب نهائى بعد مرشح بيولوجى

معدل التحميل السطحى = ١٠ - ٢٥ م٣ / اليوم /م٢ فى حالة التصرف المتوسط

= من ٤٠-٥٠ م٣/ اليوم/م٢ فى حالة التصرف الأقصى.

معدل التحميل على هدار المخرج يتراوح من ١٠٠ - ١٥٠/يوم/للمتر الطولى.

ب- ***حالة حوض ترسيب نهائى بعد حوض تنشيط الحمأة لا يشمل نظام التهويه الممتدة)***

عمق المياه = ٣ر٥ - ٤ر٥ متر .

مدة المكث = ٢ر٠ - ٣ر٠ ساعات .

معدل التحميل السطحى = ٢٥ - ٣٥ م٣ / اليوم/م٢ فى حالة التصرف المتوسط

= ٤٠ - ٥٠ م٣/ اليوم/م٢ فى حالة التصرف الأقصى

معدل التحميل على هدار المخرج يتراوح من ١٠٠ - ١٥٠ م٣ / يوم/ للمتر الطولى

٥-٣-٢- الأحواض الدائرية :

- عمق المياه من ٥ر٢ - ٥ر٤ م
- القطـــــر من ٢٥ - ٤٠ م
- ميل القاع من ١/١٠ - ١/١٥ .
- معدل التحميل السطحى كما فى المستطيل .
- معدل التحميل على هدار المخرج كما فى المستطيل .
- مده المكث كما فى المستطيل .
- يلزم التحقق من مقدار التحميل السطحى بالمواد العالقة وتتبع العلاقة الآتية

$$\text{التحميل بالمواد العالقة (كجم /م٢/الساعة)} = \frac{\text{كمية المواد العالقة الكلية (مجم / لتر)}}{\text{معدل التحميل السطحى (م/الساعة) } [٢٤ \times ١٠^{٣}]}$$

ويتراوح معدل التحميل بالمواد العالقة من :-

- ر٣ فى حالة التصرف المتوسط .
- ر ٨ فى حالة التصرف الأقصى .

Any questions?