برنامج المعالجة الثلاثية لمياه الصرف الصحي

المحاضر

د .م استشاري/ عماد حمدي الجوهري

مدرس الهندسة البيئية و الصحية – كلية الهندسة – جامعة الزقازيق

رئيس قسم الهندسة الصحية – مركز الاستشارات للهندسة البيئية و المدنية (انفايروسيفيك)

القاهرة - سبتمبر ٢٠٢٠

محتويات البرنامج :

- مقدمة عن محتويات مياه الصرف الصحي و اهمية معالجتها
- شروط اختيار موقع محطة المعالجة
- اختيار التكنولوجيا المناسبة لمعالجة مياه الصرف الصحي
- عمليات المعالجة التمهيدية لمياه الصرف الصحي (المصافي – ازالة الرمال – ازالة الزيوت و الشحوم و المواد الطافية – موازنة التصرفات)
- عمليات المعالجة الابتدائية و أنظمة المعالجة الثانوية المختلفة
- طرق المعالجة الثلاثية (المرشحات – الأغشية – استكمال المعالجة البيولوجية)
- عمليات و مراحل معالجة الحمأة (التركيز – الهضم – التجفيف)

مقدمة عن محتويات مياه الصرف الصحي

- تحتوي مياه المجاري على نسبة ٩٩.٩% من المياه والباقي مواد صلبة (عالقة و ذائبة)
- تشكل المواد العضوية حوالي ٦٠-٧٠% من إجمالي المواد الصلبة المتواجدة في مياه المجاري
- أهم المركبات العضوية في مياه المجاري هي البروتينيات وتشكل حوالي ٦٥% والكربوهيدرات وتشكل حوالي ٢٥% والدهون وتشكل حوالي ١٠%
- تتواجد أحياناً عناصر أخرى مثل املاح الكبريت والفسفور و النتروجين
- تحتوي المواد الغير عضوية على المعادن الثقيلة والكلوريدات والرمال.

محتويات مياه الصرف الصحي الآدمي

Parameter	Concentration, mg/l *	قانون ٤٤ سنة ٢٠٠٠
pH	7 – 7.5	6 – 9.5
Total solids (TS)	300 – 1200	--
Total suspended solids (TSS)	100 – 400	800
Volatile suspended solids (VSS)	70 – 300	--
Total dissolved solids (TDS)	250 – 850	--
Volatile dissolved solids (VDS)	100 – 300	--
Biochemical oxygen demand (BOD5)	100 – 400	600
Chemical oxygen demand (COD)	200 – 1000	1100
Total nitrogen (as N)	15 – 90	
Ammonia	10 – 50	100
Total phosphorus (as P)	5 – 20	25
Sulphate	20 – 60	--
Chlorides	30 – 85	--

* (Sundstrom & Klei, 1979)

أهمية معالجة مياه الصرف الصحي قبل التخلص منها أو اعادة استخدامها

- إن المياه عند معالجتها يمكن إعادة استخدامها في بعض الأغراض الزراعية ، حيث تختلف نوع الزراعة على درجة المعالجة - أو يمكن استخدامها في بعض الاغراض الصناعية.

- استخدام نظام البيارات يعمل علي ارتفاع مستوي المياه الجوفية الملوثة وبالتالي قد تصل المياه الملوثة إلي خزانات مياه الشرب مما يمثل خطرا كبيرا علي الصحة العامة.

- يحظر تصريف مياه الصرف الصحي حتي المعالجة في الابار أو مصادر مياه الشرب

- التخلص من المياه الغير معالجه في المسطحات المائية - مجاري الوديان أو المصارف الزراعية أو البحار- سوف يتسبب في تدمير أو انهيار الاتزان البيئي في هذه المسطحات وهو ما ينتج عنه موت الكائنات الحية المائية وانتشار الروائح الكريهة الناتجة عن التحلل اللاهوائي للملوثات

تابع: أهمية معالجة مياه الصرف الصحي قبل التخلص منها أو اعادة استخدامها

- التخلص من المياه الغير معالجه في المسطحات المائية سوف يتسبب في انخفاض القيمة الاقتصادية لها سواء كمصدر لمياه الشرب أو للصناعة أو لصيد الأسماك أو كوسيلة للترفيه والسياحة.

- سوف تتسبب المياه الملوثة بمياه الصرف في نقل العدوى والأمراض من خلال ما تحتويه مياه الصرف من أعداد هائلة من البكتريا الممرضة والفيروسات والكائنات الحية الدقيقة.

- تحتوى مياه الصرف على نسب من المواد المغذية مثل النيتروجين والفسفور وهو ما يشجع نمو النباتات المائية التي تموت وتتحلل وتزيد تلوث المسطحات المائية وكذلك يشجع على نمو الطحالب التي تتسبب في خفض تركيز الأكسجين الذائب في المياه خاصة أثناء الليل مما يؤدى لموت الكائنات الحية المائية.

- تحتوى مياه الصرف على نسب من المعادن الثقيلة ومنها ما قد يكون سام سواء بالنسبة للكائنات المائية أو على الإنسان عن استخدامه لهذه المياه الملوثة.

شروط اختيار موقع محطة المعالجة

- أن يكون الموقع بعيداً عن الحيز العمراني للمدينة أو بمسافة أمنة طبقا للقوانين المنظمة
- أن يكون هناك طريق للمحطة بعرض لايقل عن ٦ – ٨ متر على أن يسمح هذا العرض بمرور خطوط الطرد القادمة لمحطة المعالجة حاليا ومستقبلا مع تحمل حمولة مناسبة من سيارات النقل الثقيل
- أن يكون الموقع قريبا ما أمكن من مكان التخلص النهائي للمياه المعالجة (مصرف – أراضي للاستزراع)
- أن يكون الموقع جنوب اتجاه الرياح السائدة على المنطقة العمرانية ، و اذا تعذر ذلك لابد من وضع تصور لكيفية التحكم في الروائح و خاصة لأعمال المعالجة الاولية و معالجة الحماة
- دراسة التربة لاختيار الموقع المناسب للتاسيس الاقتصادي
- الاخذ في الاعتبار التوسعات المستقبلية لمحطة المعالجة عند تحديد مساحة الموقع
- عدم وجود عوائق بالموقع (انابيب غاز – صرف مغطى – خطوط ضغط عالي – .....)
- أن يتوافر بالموقع المتطلبات الصحية طبقا للقوانين و قرارات وزارةو الصحة و المتطلبات البيئية
- تفادي الاراضي الزراعية قدر الامكان و يفضل الاراضي الصحراوية او البور
- قرب الموقع من مصادر الطاقة و سهولة ربط الموقع بالخدمات المختلفة (كهرباء – مياه شرب – اتصالات - ....)

العوامل المؤثرة في اختيار التكنولوجيا المناسبة لمعالجة مياه الصرف الصحي

١) **التصرف التصميمي لمحطة المعالجة** : حيث يجب ان تكون الطريقة المختارة مناسبة للتصرف الوارد للمحطة (على سبيل المثال التصرفات الصغيرة في حدود ٣ – ٥ الاف م٣/يوم تصلح لها انظمة RBC – MBR ، التصرفات في حدود ١٠ – ٢٠ الف م٣/يوم تصلح معها انظمة المرشحات الزلطية - و برك الاكدة الطبيعية – SBR - MBBR ، و لجميع التصرفات يصلح النظام التقليدي (الحماة المنشطة) ، و للتصرفات العالية تصلح أنظمة التهوية الممتدة)

٢) **مدى استيعاب التغير في التصرفات** : حيث أن اغلب أنظمة المعالجة لا تعمل بالكفاءة المطلوبة عند تغير التصرفات الواردة للمحطة ، و يعد أكثر الانظمة ملائمة للتصرف المتغير برك الاكسدة الطبيعية – و انظمة التهوية الممتدة

٣) **الخواص المستهدفة للمياه المعالجة** :

٤) **كمية الحماة المنتجة و كيفية معالجتها و التخلص منها** : حيث تختلف كميات الحماة و نوعيتها تبعا لمنظومة المعالجة ، و يعد النظام التقليدي (الحماة المنشطة) من أكثر الانظمة انتاجا للحماة التي تستلزم عمليات التركيز أولا ثم الفصل أو التجفيف ، بينما تعتبر برك الاكسدة أقل الانظمة انتاجا للحمأة

العوامل المؤثرة في اختيار التكنولوجيا المناسبة لمعالجة مياه الصرف الصحي

٥) **الالتزام بالضوابط البيئية** : حيث أن العوامل البيئية مثل اتجاه الرياح و قربها من التجعات السكانية قد يؤثر على اختيار أنظمة معينة لا ينتج عنها روائح كريهة أو رزاز

٦) **متطلبات الطاقة** : حيث تختلف الانظمة اختلافا كبيرا فيما بينها في احتياج كل منها للطاقة اللازمة للتشغيل ، و يعتبر نظام الحماة المنشطة (التقليدي) من أكثر الانظمة استهلاكا للطاقة ، و أقل منها التهوية الممتدة ، و أقل منها المرشحات الزلطية ، و أقلهم جميعا برك الاكسدة الطبيعية التي تنعدم فيها تقريبا الاحتياج الى طاقة للتشغيل.

٧) **العمالة الفنية المطلوبة للشتيغل و الصيانة** : يعتبر نظام الحماة المنشطة من أكثر الانظمة شيوعا و استخداما و معرفة من جانب الفنيين و المشغلين ، بينما أنظمة MBR – MBBR – SBR من الانظمة التي تحتاج لفنيين ذات مهارات خاصة

٨) **توافر المساحة**: تعتبر انظمة MBR – SBR – MBBR من اكثر الانظمة توفيرا في المساحة المطلوبة للتنفيذ ، بينما نظام الحماة المنشطة (التقليدي) و أنظمة التهوية الممتدة تعتبر من أكثر انظمة المعالجة الميكانيكية احتياجا للأرض ، و يعتبر نظام برك الاكسدة الطبيعية هو أكثر نظام احتياجا للارض مقارنة بجميع الانظمة الميكانيكية

٩) **تكاليف الانشاء و التشغيل و الصيانة (لمدة ٢٠ سنة):** حيث تختلف جميع الانظمة فيما بينها في تكلفة الانشاء و التشغيل (طبقا لمواصفات المياه الخام و التصرف التصميمي) لذا يتم عمل مقارنة اقتصادية بين الأنظمة المقترحة و التوصية بأقلهم تكلفة

مراحل معالجة مياه الصرف الصحي

أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

تهدف الى ازالة المواد الصلبة كبيرة الحجم – ازالة الرمال و الحصى – ازالة جزء كبير من الخبث و الزيوت و الشحوم

ثانيا: مرحلة المعالجة الابتدائية

تهدف الى خفض تركيز المواد العالقة بين ٤٠ – ٦٠ % و كذلك خفض الحمل العضوي بنسبة تتراوح بين ٢٥ – ٤٠%

ثالثا: مرحلة المعالجة الثانوية (البيولوجية)

تهدف الى خفض تركيز المواد العالقة و المواد العضوية المتبقية بنسبة تتراوح بين ٩٠ – ٩٥%

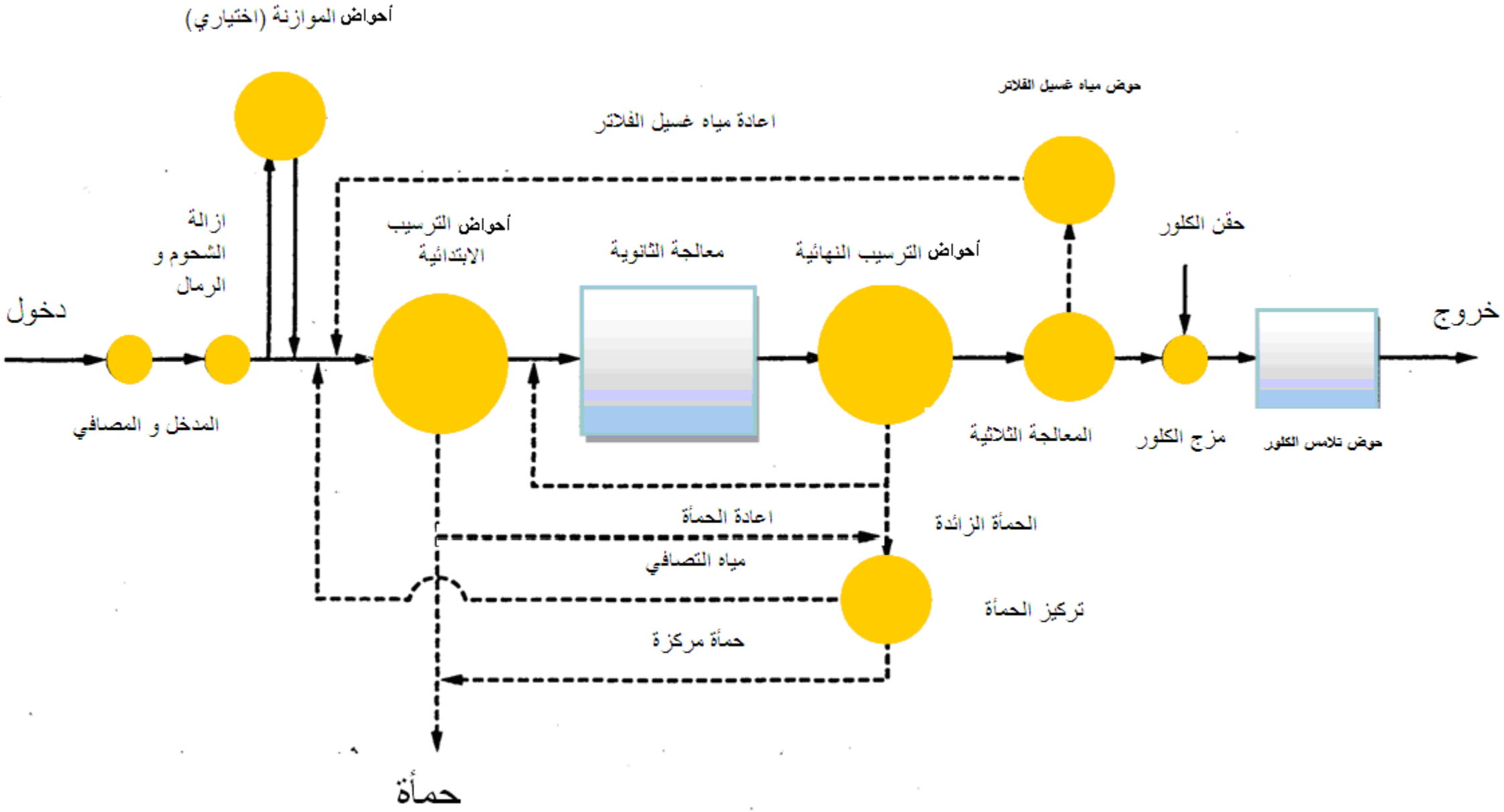
رابعا: مرحلة المعالجة الثلاثية (المتقدمة)

وزيادة خفض تركيز المواد العالقة و المواد العضوية الى حوالي ١٠ مجم/لتر تهدف الى تحسين نوعية مياه الصرف المعالجة ثانويا

خامسا: مرحلة معالجة الحمأة

للحصول على حمأة معالجة تصل نسبة المواد تهدف الى تقليل حجم الحماة الناتجة عن المعالجة و فصل المواد العالقة عن المياه الصلبة بها بين ٢٠ – ٣٠% ، و قد تشتمل على مرحلة لخفض تركيز المواد العضوية بالحمأة

مراحل معالجة مياه الصرف الصحي



أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

المعالجة الأولية هي عبارة عن إزالة المواد التى تؤثر على أداء وكفاءة المهمات الميكانيكية وذلك بواسطة المصافي وفرم المواد المحجوزة عليها وإزالة الرمال وما شابه التي قد تسبب تآكل أو إنسداد المهمات وكذلك التعويم لإزالة الزيوت والدهون.

و تشمل العمليات التالية:

١. ازالة المخلفات الصلبة الكبيرة بواسطة المصافي Screens
٢. ازالة الرمال (الغرف الافقية – الغرف المهواة – الغرف الحلزونية) Grit removal
٣. ازالة الزيوت و الشحوم و المواد الطافية
٤. موازنة التصرفات Flow Equalization

أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

١. المصافي Screens

- المصافى بأنواعها Screens
  - واسعة Coarse Screens ويتراوح مقاس فتحاتها من ٢٥ الى ٥٠ مم
  - ضيقه Fine Screens ويتراوح مقاس فتحاتها من ٦ الى أقل من ٢٥ مم
  - دقيقة Micro screen وتكون مقاس فتحاتها اقل من ٥٠ ميكرون

- يستخدم النوع الاول و الثاني فقط في المرحلة التمهيدية لحجز المخلفات الصلبة الكبيرة للحفاظ على المعدات الميكانيكية و المحابس و المواسير و خلافه من الانسداد
- من الممكن عمل مصافي واسعة يليها مصافي ضيقة ، و يساعد ذلك الى حجز و ازالة أكبر نسبة ممكنة من المخلفات الصلبة و الحفاظ على تشغيل مثالي للمصافي الضيقة
- تهدف المصافي الى الحفاظ على المهمات الميكانيكية مثل الطلمبات و الكساحات و خلافه من البرك و التأكل و الهلاك و كذلك المحابس و المواسير من الانسداد

➢ السرعة الافقية قبل المصافى = $V_1 \leq$ ٠,٦ م/ث ➢ السرعة الافقية بين المصافى = $V_2 \geq$ ١,٥ م/ث

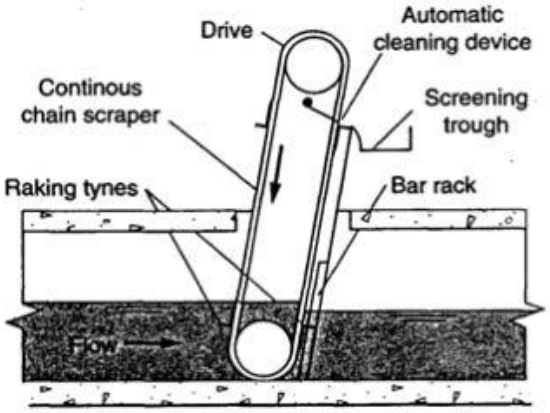
أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

١ . المصافي

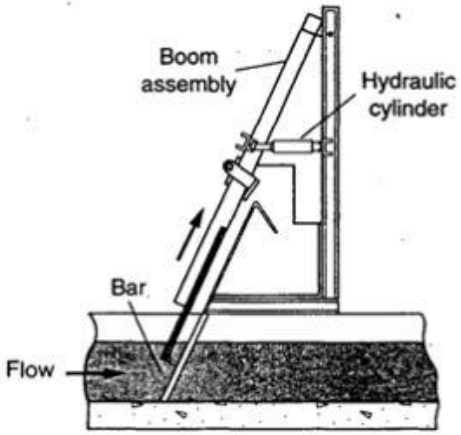
1. Coarse Screens

b. (Mechanical)

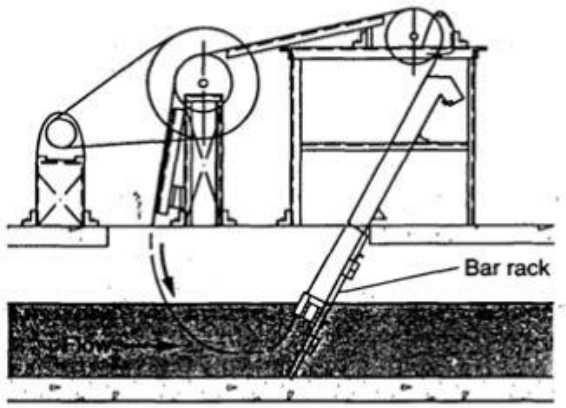
- تختلف عن المصافي اليدوية انها تشتمل على منظومة للتنظيف الميكانيكي و الذي يمكن التحكم فيه يدويا أو أتوماتيكيا
- تستخدم قبل الدخول على بيارات محطات رفع الصرف الصحي الرئيسية
- تستخدم في مدخل محطات المعالجة الكبيرة ذات تصرفات أكبر من ٥٠٠٠ م٣/يوم
- تستخدم في المصانع على قنوات تجميع المخلفات السائلة التي تشتمل على مخلفات صلبة كبيرة لحجزها قبل الدخول على طلمبات الرفع أو وحدات المعالجة



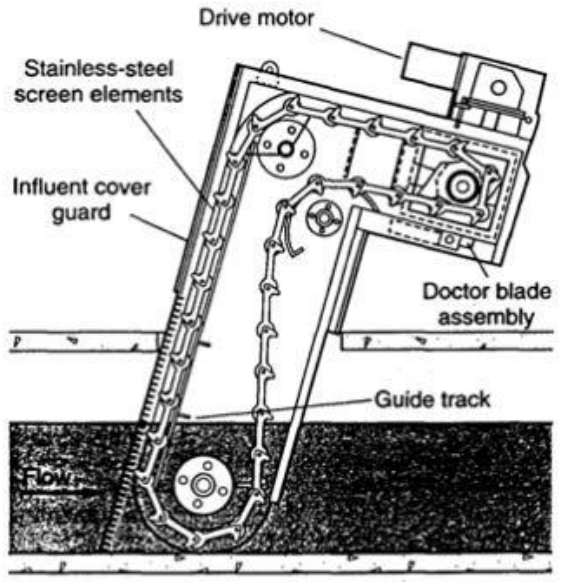
Front cleaned, front return chain-driven.



Reciprocating rake



Catenary.



Continuous Belt

أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

١ . المصافي

1. Coarse Screens

➢ تقدير كميات المواد المحجوزة على المصافي الواسعة

المسافة بين قضبان المصافي(مم)	المحتوى المائي للمواد المحجوزة(%)	الوزن النوعي للمواد المحجوزة(كجم/م٣)	حجم المواد المحجوزة ($L/1000m^3$)	
			القيم التصميمية	القيمة المثلى
١٢,٥	٩٠-٦٠	١١٠٠-٧٠٠	٧٤-٣٧	٥٠
٢٥	٨٠-٥٠	١٠٠٠-٦٠٠	٣٧-١٥	٢٢
٣٧,٥	٨٠-٥٠	١٠٠٠-٦٠٠	١٥-٧	١١
٥٠	٨٠-٥٠	١٠٠٠-٦٠٠	١١-٤	٦

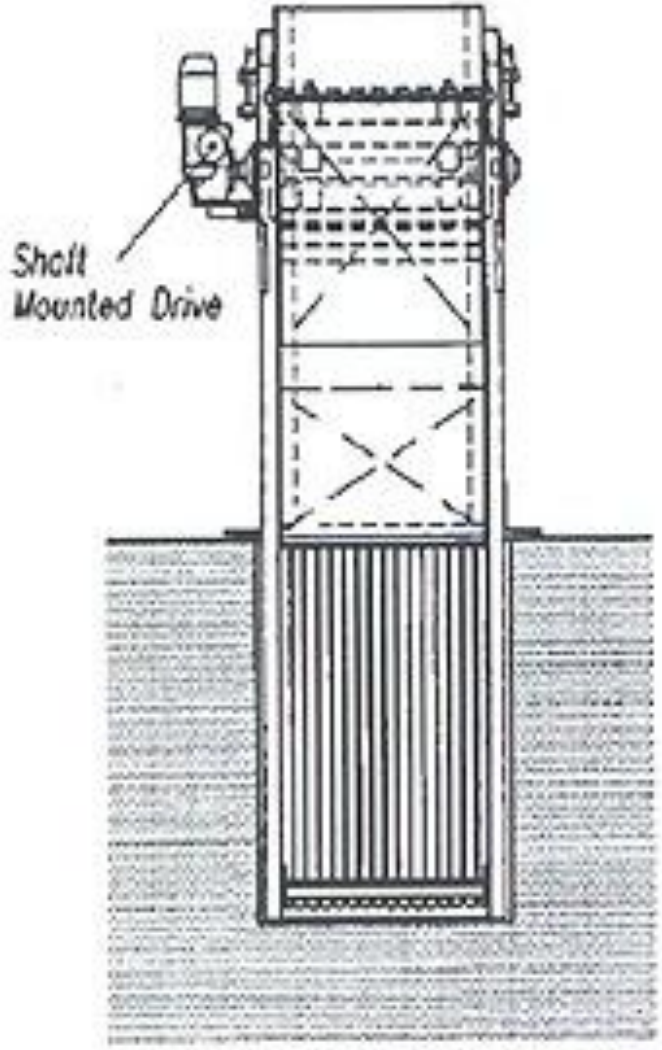
أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

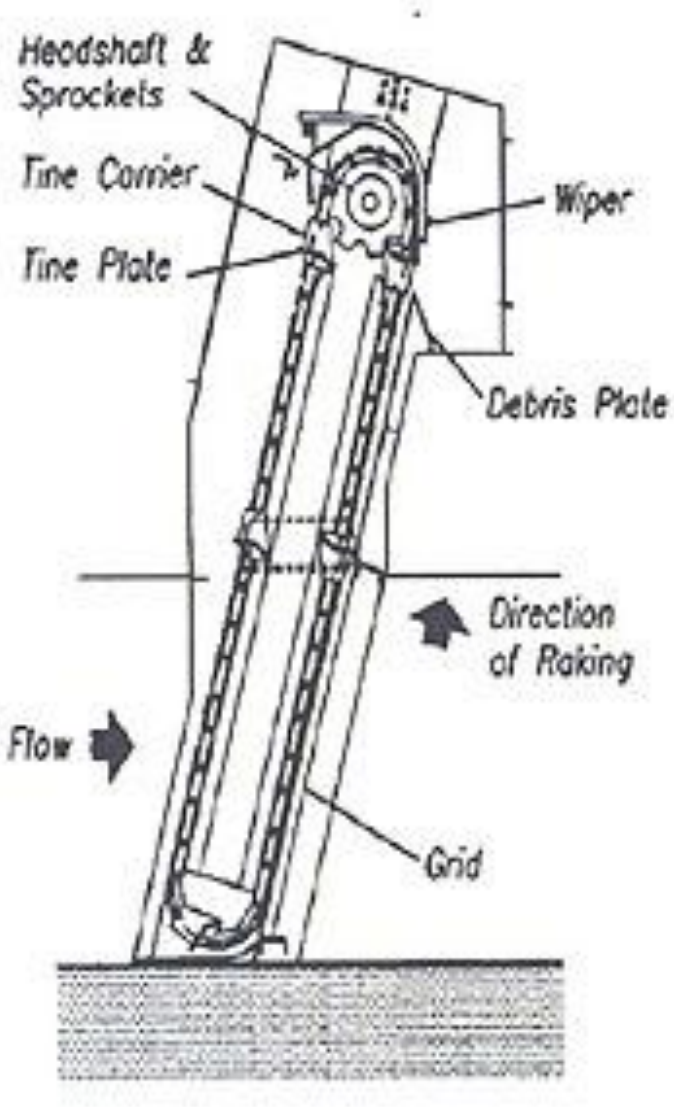
١ . المصافي

2. Fine Screens

a. (Bar Screen)

- المصافي الناعمة أو الضيقة لابد و أن تشتمل على منظومة للتنظيف الميكانيكي و الذي يمكن التحكم فيه يدويا او اتوماتيكيا
- تستخدم في مدخل محطات المعالجة الكبيرة ذات تصرفات أكبر من ٥٠٠٠ م٣/يوم ، و خاصة التي لا تشتمل على احواض ترسيب ابتدائي ، مثل التهوية الممتدة ، و قنوات الاكسدة ، و أنظمة MBR – SBR



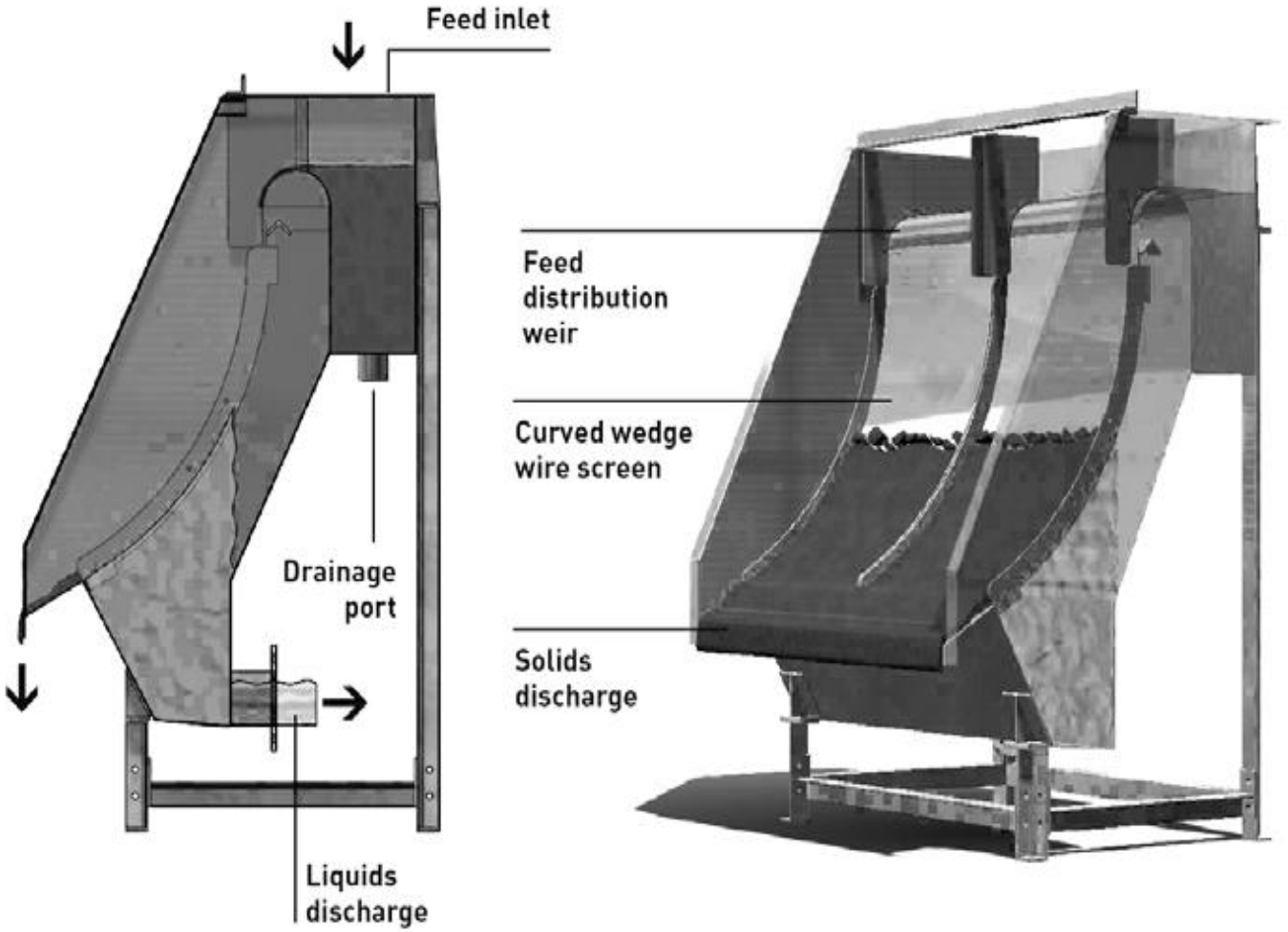


أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

١. المصافي

2. Fine Screens

b. (Static Wedge Wire Screen)



أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

١ . المصافي

2. Fine Screens

c. (Step Screen)

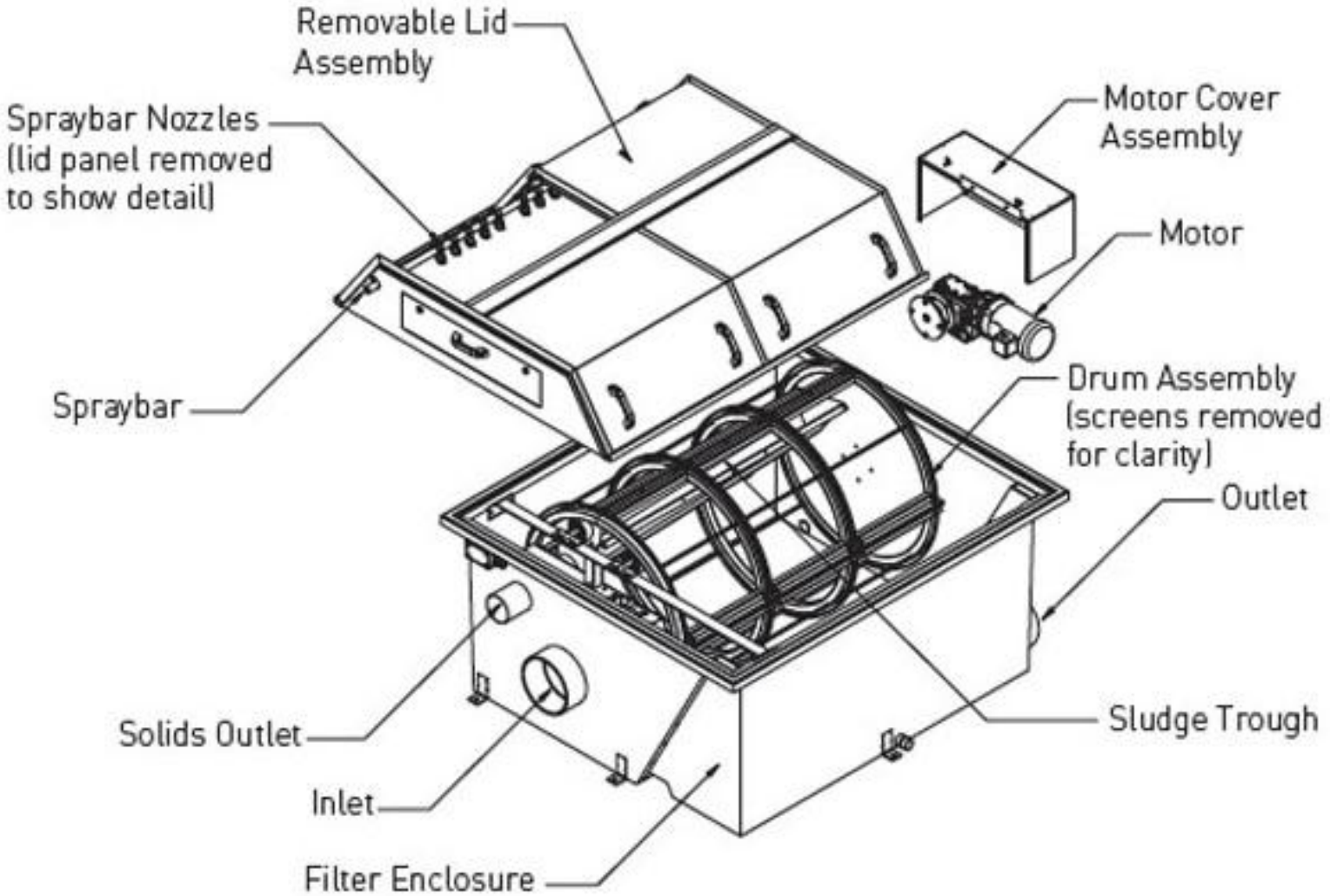
- و هي تشبه السلم الكهربي لابد و أن تشتمل على منظومة للتنظيف الميكانيكي و الذي يمكن التحكم فيه يدويا او اتوماتيكيا
- تستخدم في مدخل محطات المعالجة الكبيرة ذات تصرفات أكبر من ٥٠٠٠ م٣/يوم ، و خاصة التي لا تشتمل على احواض ترسيب ابتدائي ، مثل التهوية الممتدة ، و قنوات الاكسدة ، و أنظمة MBR – SBR
- تستخدم في المحطات الكبيرة قبل الدخول على بيارات رفع الحمأة الابتدائي لحجز و فصل المواد الصلبة التي تؤدي لانسداد طلمبات الحمأة

أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

١ . المصافي

2. Fine Screens

d. (Drum Screen)



أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

١ . المصافي

2. Fine Screens

➢ تقدير كميات المواد المحجوزة على المصافي الدقيقة

المسافة بين قضبان المصافي(مم)	المحتوى المائي للمواد المحجوزة(%)	الوزن النوعي للمواد المحجوزة(كجم/م^3)	حجم المواد المحجوزة (L/1000 m^3)	
			القيم التصميمية	القيمة المثلى
١٢,٥	٩٠-٨٠	١١٠٠-٩٠٠	١١٠-٤٤	٧٥
٦,٢٥	٩٠-٨٠	١١٠٠-٩٠٠	٦٠-٣٠	٤٥

أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

٢. أحواض فصل الرمال

تستخدم أحواض فصل الاتربة والرمال لإزالة الاجسام الصلبة العالقة الموجودة بمياه الصرف والتى حجمها ٠,٢ مم أو أكثر (كثافتها النوعية ٢,٦٥ أو أكثر) كالرمل والطين والتراب ،،،، الخ وكذلك إزالة الزيوت والشحوم فى حالة استخدام أحواض ازالة الرمال المهواه، وتزود الأحواض بحيز لتجميع الرمال والأتربة وفصلها، الشكل التالى يوضح تفاصيل أحواض فصل الرمال التقليدية،

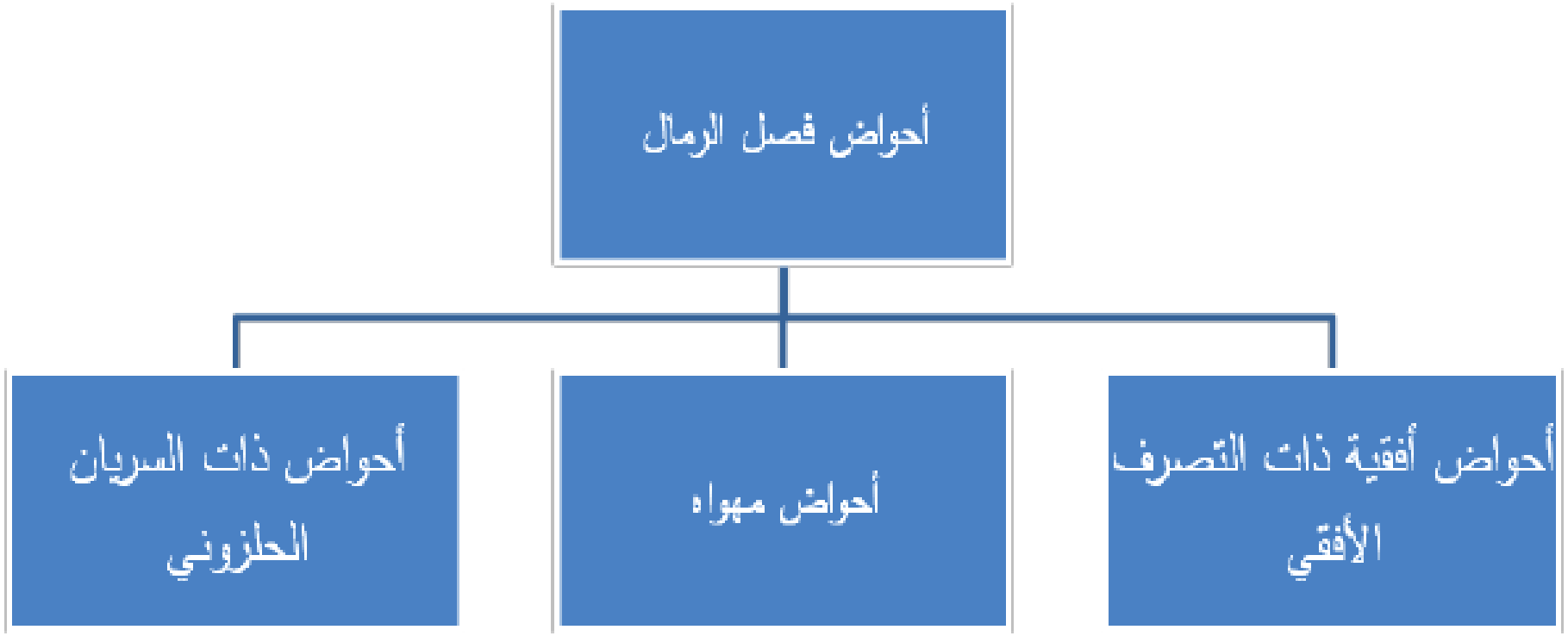
ويتوقف وجود الأتربة والرمال بمياه الصرف الخام بشكل كبير على نوعية نظام التجميع (شبكات منفصلة ام شبكات مشتركة) حيث يوجد بالشبكات المشتركة كميات أكبر من الأتربة والرمال يجب فصلها خلال مرحلة المعالجة الابتدائية عن طريق أحواض فصل الاتربة والرمال، وأكثر مصادر الاتربة والرمال شيوعا:

١. مياه غسيل ارضيات الوحدات السكنية
٢. مياه غسيل الشوارع
٣. مياه صرف الامطار

أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

٢. أحواض فصل الرمال

أنواع أحواض فصل الرمال

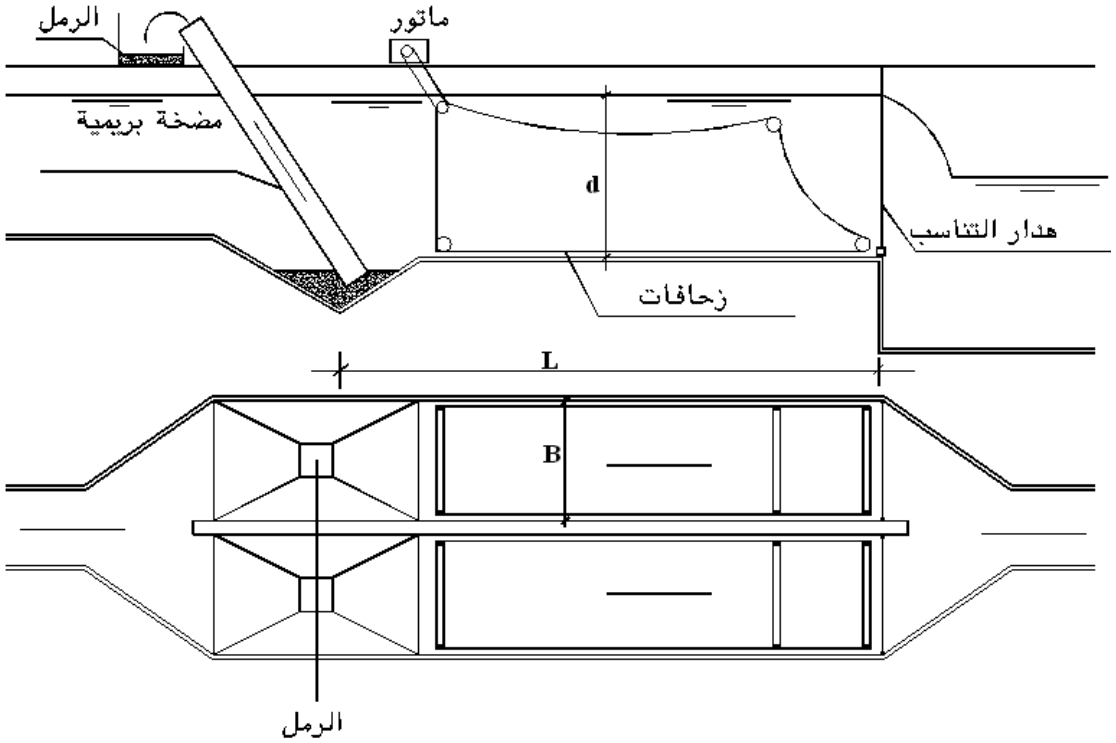


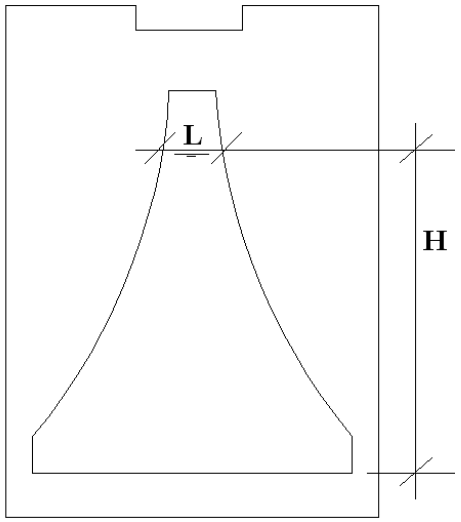
أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

٢. أحواض فصل الرمال

أ) أحواض فصل الرمال (ذات السريان الافقي)

عبارة عن مجموعة من الاحواض المستطيله والتي يتم تقسيم التصرف خلالها (شكل ٣-١٠) وفيها يتم التحكم فى السرعة الافقية للتصرف (٠,٢٥ – ٠,٣٥ م/ث) بأحد طريقتين: ١) **يكون مقطع القناة على هيئة قطع مكافئ، ٢) يكون مقطع القناة مستطيل مع استخدام هدار التناسب فى نهاية الاحواض.**





هدار التناسب

التصميم الهيدروليكى

المحدد التصميمى	المدى	القيمة النموذجية
➢ العدد (حوض)		≤ ٢
➢ سرعة المياه الافقية (م/ث)	٠,٢٥ – ٠,٤	٠,٣
➢ زمن المكث (ثانية)	٤٥ – ٩٠	٦٠
معدل التحميل السطحى (م^3/م^2/يوم)		
للاجسام حجم ٢١.٠ مم	١٤٥٠ – ١٨٧٥	١٦٥٠
للاجسام حجم ١٥.٠ مم	٨٧٠ – ١٣٠٠	١١٠٠
➢ الطول	(٢٠ – ٣٠) × عمق المياه	٢٠ x عمق المياه
➢ العرض (م)	(١ – ٢) × عمق المياه	
➢ عمق المياه (م)	لايقل عن ٠,٦٠ م	

أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

٢. أحواض فصل الرمال

ب) أحواض فصل الرمال (المهواة)

عبارة عن مجموعة من الاحواض المستطيلة (شكل ٣-١٢) والتى يتم تقسيم التصرف خلالها، حيث يتم فيها دفع الهواء من أسفل بواسطة ناشرات هواء تركب على جانب واحد من الحوض بهدف فصل الزيوت والشحوم سواء كانت منفصلة او ملتصقة بالاتربة والرمال.

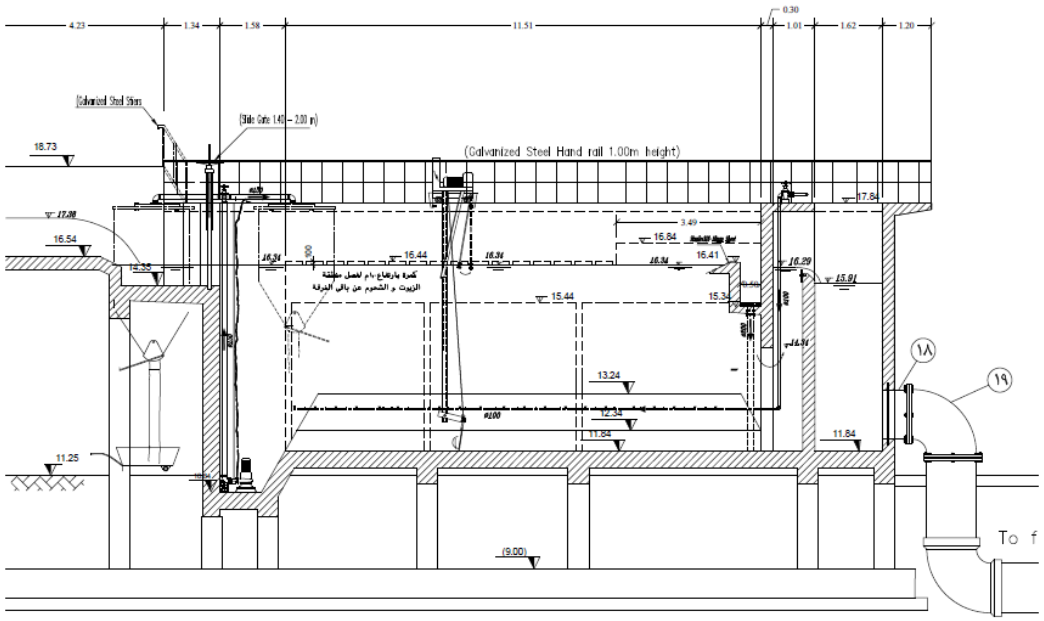
التصميم الهيدروليكى

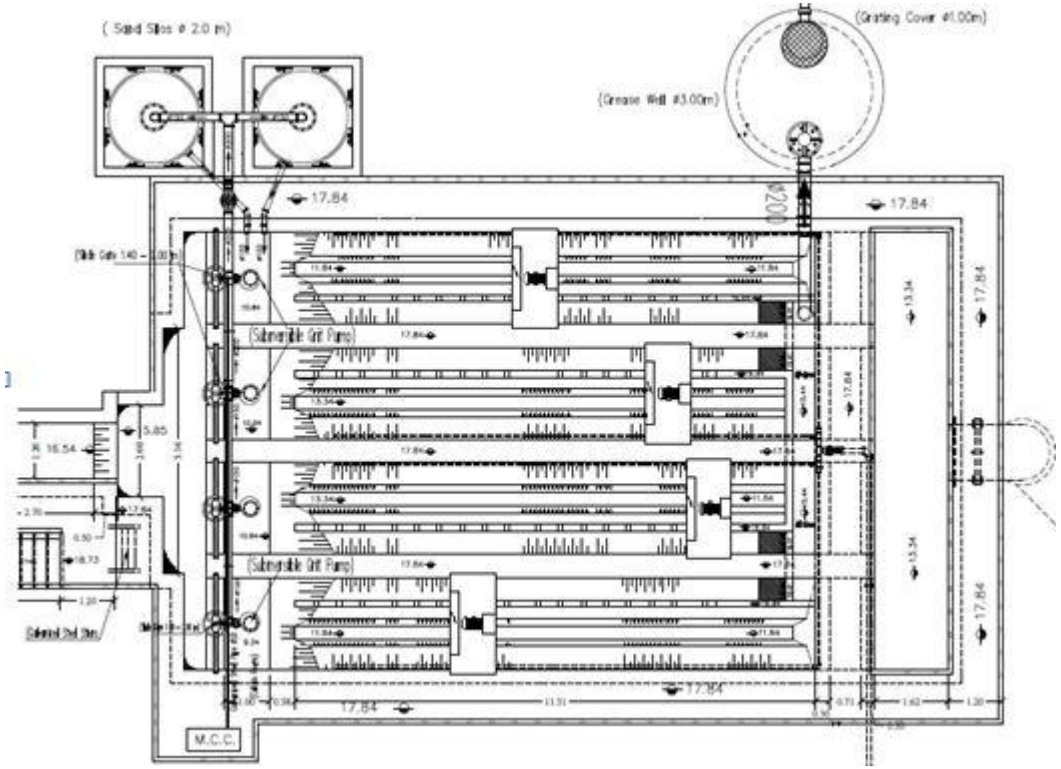
المحدد التصميمى	المدى	القيمة النموذجية
➢ العدد (حوض)		≤ ٢
➢ زمن المكث (دقيقة)	٢ – ٥	٣
➢ العمق (م)	٢–٥	
➢ العرض (م)	٢,٥ – ٧	
➢ الطول (م)	٧,٥–٢٠	
➢ معدل امداد الهواء (م^3/دقيقة لكل متر طولى من الحوض)	٠,٢ – ٠,٥	
➢ كمية الرمال المترسبة (م^3/١٠٠٠ م^3 من مياه الصرف)	٠,٠٠٤–٠,٢	٠,٠١٥

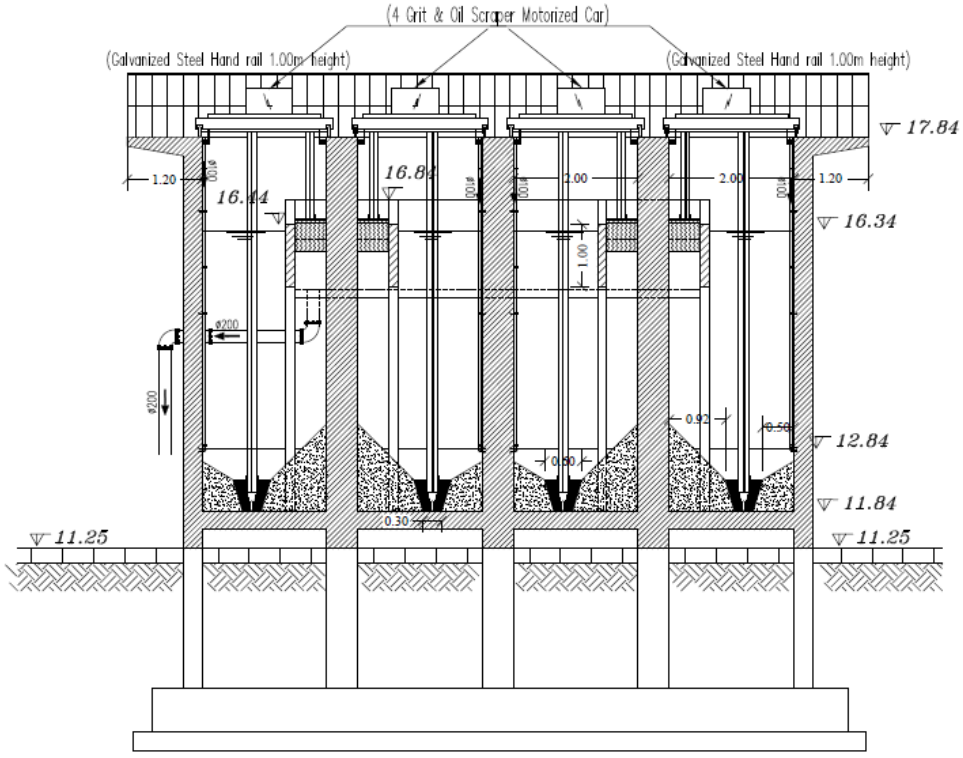
أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

٢. أحواض فصل الرمال

ب) أحواض فصل الرمال (المهواة)



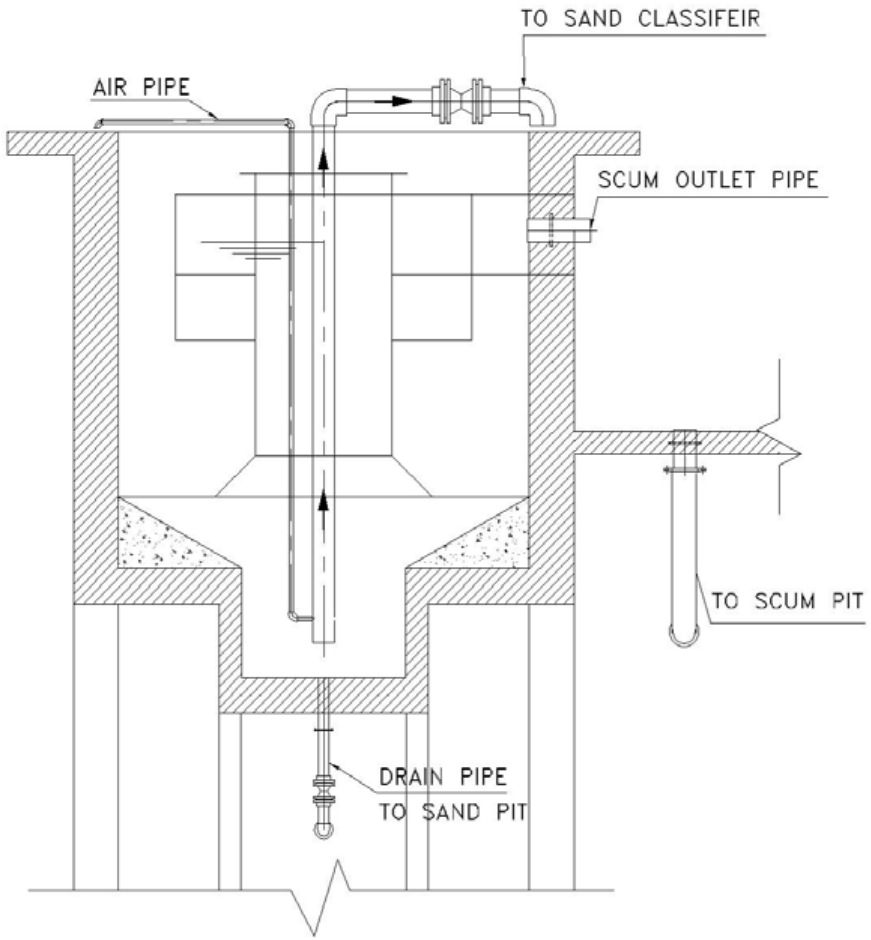




أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

٢. أحواض فصل الرمال

ج) أحواض فصل الرمال (ذات السريان الحلزوني)



التصميم الهيدروليكي

المعامل	القيم التصميمية	القيمة المثلى
➢ مدة المكث (دقيقة) – في حالة التصرف المتوسط	٣٠-٢٠	٣٠
➢ قطر الحوض:		
➢ الغرفة العلوية (م)	٧,٢-١,٢	--
➢ الغرفة السفلية (م)	١,٨-٠,٩	
➢ عمق الحوض	٤,٨-٢,٧	
➢ نسبة الازالة		
➢ حبيبات بحجم ٠,٣مم*	٩٨-٩٢	٩٥
➢ حبيبات بحجم ٠,٢٤مم*	٩٠-٨٠	٨٥
➢ حبيبات بحجم ٠,١٥مم*	٧٠-٦٠	٦٥
➢ كمية الرمال المترسبة (م^3/١٠٠٠م^3)	٠,٢-٠,٠٠٤	٠,٠١٥

أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

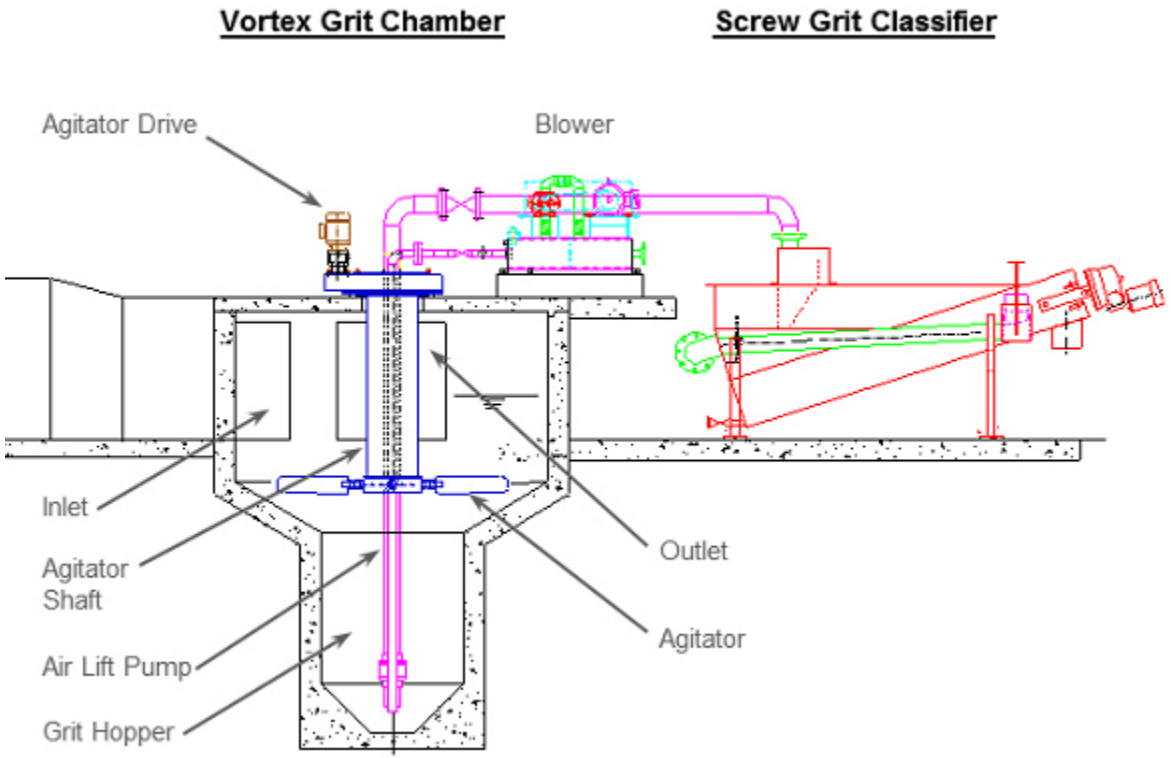
٢. أحواض فصل الرمال

ب) أحواض فصل الرمال (المهواة)

أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

٢. أحواض فصل الرمال

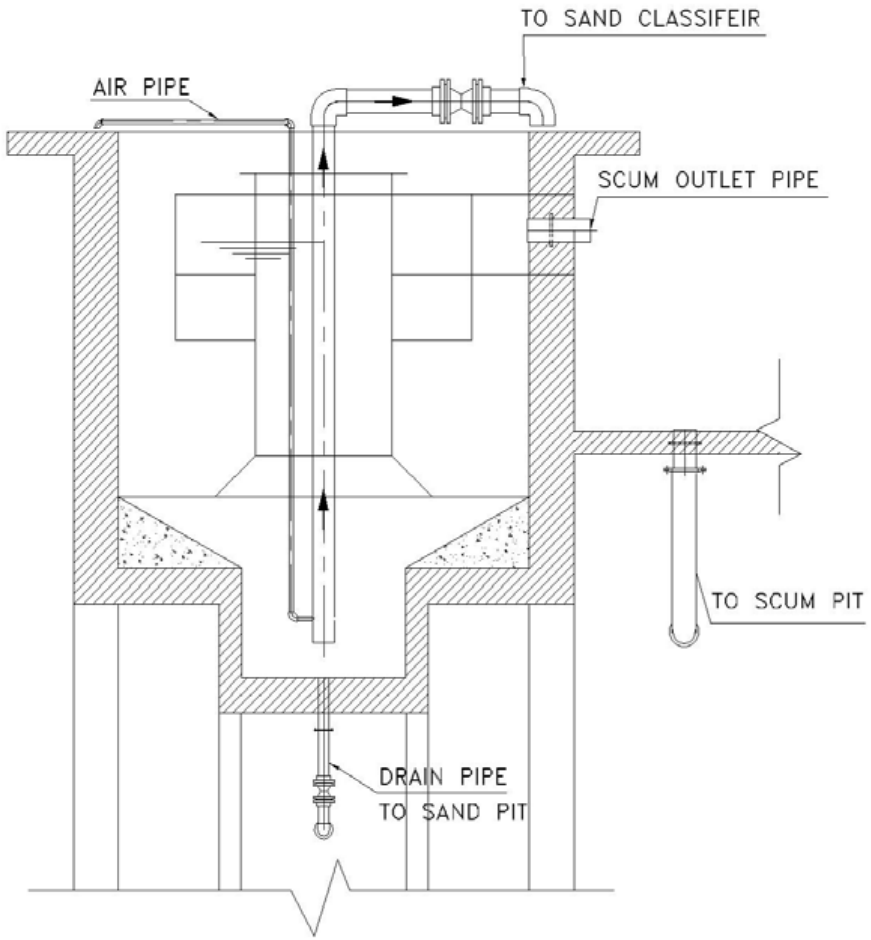
ج. أحواض فصل الرمال (ذات السريان الحلزوني)



أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

٢. أحواض فصل الرمال

ج) أحواض فصل الرمال (ذات السريان الحلزوني)



التصميم الهيدروليكي

المعامل	القيم التصميمية	القيمة المثلى
➢ مدة المكث (دقيقة) – في حالة التصرف المتوسط	٣٠-٢٠	٣٠
➢ قطر الحوض:		
➢ الغرفة العلوية (م)	٧,٢-١,٢	--
➢ الغرفة السفلية (م)	١,٨-٠,٩	
➢ عمق الحوض	٤,٨-٢,٧	
➢ نسبة الازالة		
➢ حبيبات بحجم ٠,٣مم*	٩٨-٩٢	٩٥
➢ حبيبات بحجم ٠,٢٤مم*	٩٠-٨٠	٨٥
➢ حبيبات بحجم ٠,١٥مم*	٧٠-٦٠	٦٥
➢ كمية الرمال المترسبة (م^3/١٠٠٠م^3)	٠,٢-٠,٠٠٤	٠,٠١٥

أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

٣. موازنة التصرفات Flow Equalization

- تستخدم أحواض موازنة التصرفات بعد وحدات المصافي و ازالة الرمال و ازالة الزيوت و الشحوم و قبل وحدات الترسيب الابتدائي او المعالجة الكيمائية أو البيولوجية للحصول على خليط متجانس من مياه الصرف الصحي
- كذلك الحصول على معدل تصرف شبه ثابت على مدار اليوم الوارد لوحدات المعالجة الكميائية أو البيولوجية مما يساهم في تقليل ابعاد الوحدات و الحفاظ على تشغيل ثابت و مستقر حتى يمكن تحقيق كفاءة المعالجة المطلوبة
- ان عملية خلط مياه الصرف الصحي من مصادر مختلفة ، تعمل على خفض تركيز المواد العالقة و المواد العضوية
- ان عملية خلط مياه الصرف الصناعي من مصادر مختلفة ، و كذلك خلطها مع مياه الصرف الصحي داخل احواض الموازنة قد يؤدي الى ضبط قيمة الاس الهيدروجيني pH و بالتالي لا نحتاج لضبطها ، أو على الأقل يقلل من كمية المادة الكيميائية اللازمة لعملية الضبط فيما بعد.

أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

٣. تابع: موازنة التصرفات Flow Equalization

متطلبات حوض الموازنة:

- يفضل تقسيم حوض الموازنة من الداخل الى ٢ غرفة على الاقل لزوم عمليات الصيانة و خلافه
- يزود حوض الموازنة بقلابات لضمان عملية التقليب و الخلط و منع حدوث ترسيب داخل هذا الحوض
- تستخدم القلابات Mixers اذا كان يتبع حوض الموازنة احدى طرق المعالجة البيولوجية اللاهوائية
- يستخدم التقليب بالهواء المضغوط من خلال Coarse Diffusers لتقليب و خلط المياه و كذلك تهويتها لمنع حدوث التحلل اللاهوائي داخل الحوض و انتشار الروائح الكريهة
- تحسب طاقة القلابات في حدود من ٤ – ٨ كيلوات / ١٠٠٠ م٣ من حجم الحوض
- تحسب معدلات التهوية في حدود ٠.٦ – ٠.٩ م٣/س / م٣ من حجم الحوض
- يلحق بحوض الموازنة عنبر الطلمبات التي ترفع التصرف الى وحدة المعالجة التالية ، و يفضل تصميم الطلمبات على ١.٥ من التصرف المتوسط ، و لكن غالبا يتم التشغيل على التصرف المتوسط لضمان تشغيل المحطة طوال ٢٤ ساعة
- يمكن تنفيذ حوض الموازنة من الصلب أو الخرسانة أو حفرة في الارض مبطنة الجوانب و القاع ، اعتمادا على حجم الحوض و توافر الارض و منسوب المياه الجوفية.

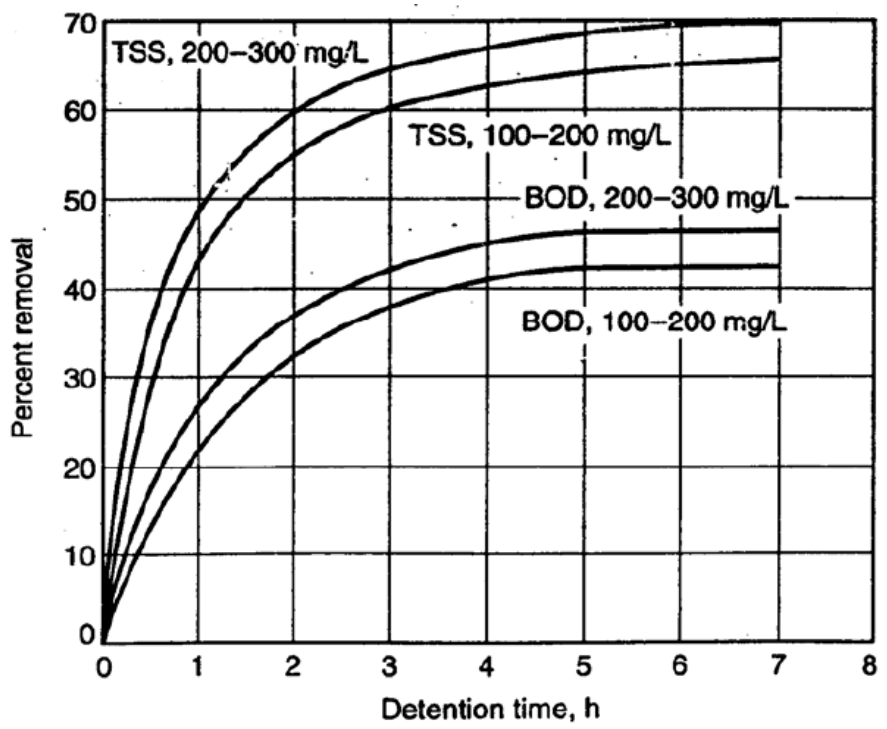
أولا: مرحلة المعالجة الاولية (التمهيدية)

٣. تابع: موازنة التصرفات

Flow Equalization

ثانيا: مرحلة المعالجة الابتدائية

تستخدم احواض الترسيب الابتدائية لازالة المواد العالقة القابلة للترسيب بمياه الصرف الصحى، فهى تستعمل لترسيب بعض المواد العضوية وغير العضوية العالقة فى مياه الصرف الصحى لتخفيض الحمل العضوى على وحدات المعالجة البيولوجية وكذلك فصل الزيوت والشحوم فى حالة استخدام أحواض فصل الرمال العادية. وتبلغ نسبة الإزالة بعد أحواض الترسيب الابتدائية لمياه الصرف الصحى حوالى ٢٥-٤٠% من المواد العضوية أو الاحتياج الأكسجينى الحيوى الممتص لمياه الصرف الصحى (BOD_5) وإزالة حوالى ٤٠-٦٠% من كمية المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS). ويمكن تنفيذ احواض الترسيب الابتدائى اما مستطيلة (شكل ٣-١٤) أو دائرية (شكل ٣-١٥) حسب المساحة المتاحة.

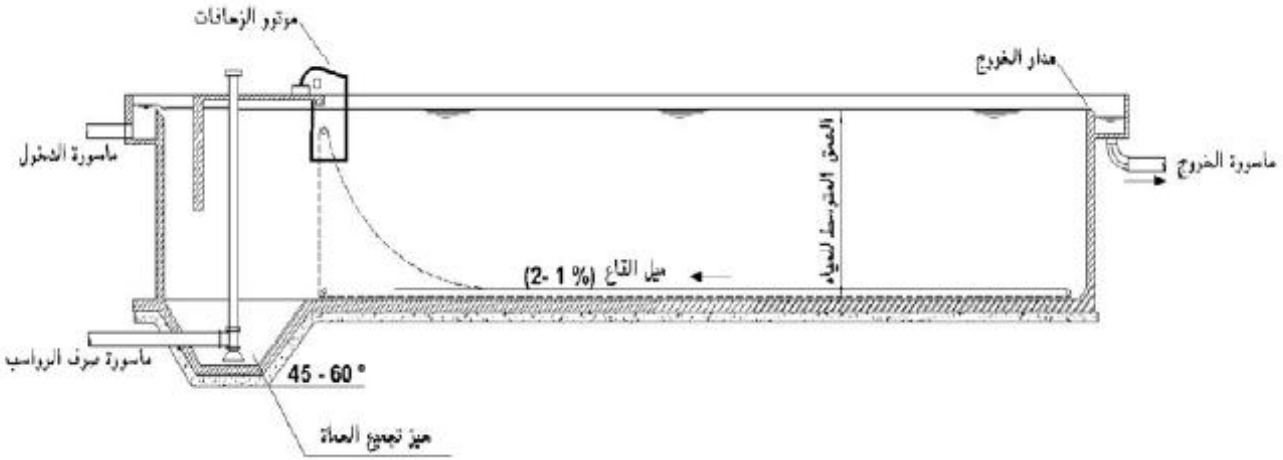


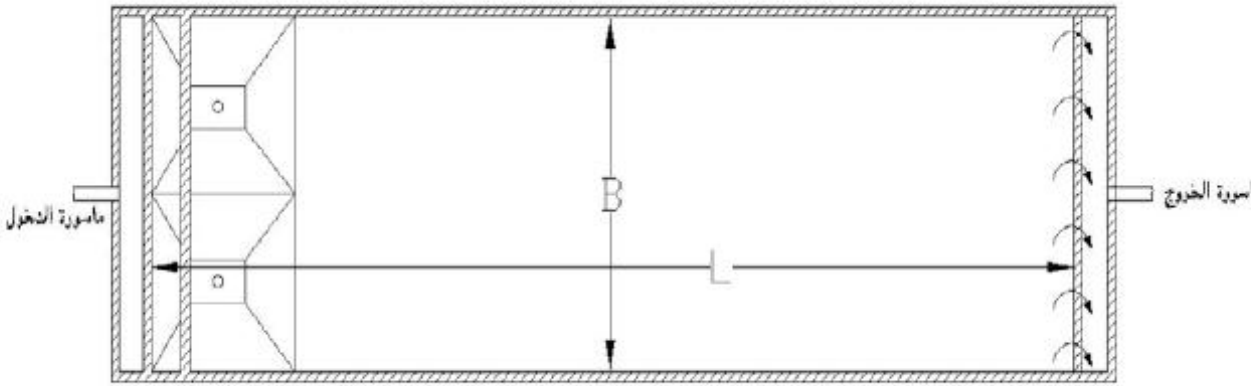
شكل (٣-١٦) العلاقة بين كفاءة الازالة وزمن المكث بأحواض الترسيب الابتدائية

ثانيا: مرحلة المعالجة الابتدائية

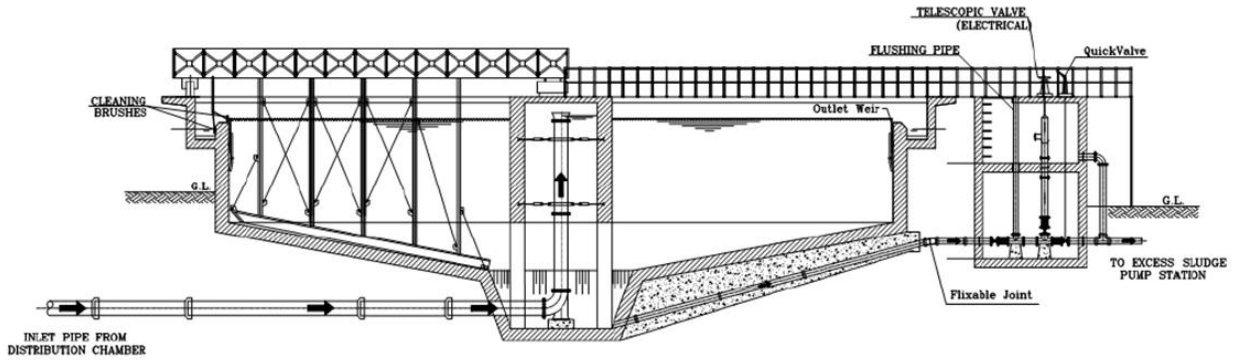
(أحواض الترسيب الابتدائي)

يستخدم الترسيب الابتدائي عادة اذا كانت المواد العالقة قابلة للترسيب ولا تقل كفاءة الازالة المتوقعة عن ٤٥ــ ٦٠ %





الحوض المستطيل



الحوض الدائري

ثانيا: مرحلة المعالجة الابتدائية

(أحواض الترسيب الابتدائي)

المحدد التصميمى	المدى	القيمة النموذجية
➢ العدد (حوض)		≤ ٢
➢ العمق (م)	٣ – ٥	٤,٥
➢ زمن المكث (ساعة)	٢–٤	٣
➢ معدل التحميل على هدار الخروج (م٣/م/يوم)	١٢٥ – ٥٠٠	٢٥٠
أحواض الترسيب المستطيلة		
➢ الطول (م)	٣٠ – ٥٠	٤٠
➢ العرض (م)	١٠ – ٢٠	١٥
➢ سرعة الكسح (م/الدقيقة)	٣ – ٥	٤,٥
➢ ميل القاع	٣٠:١ – ٥٠:١	٤٠:١
أحواض الترسيب الدائرية		
➢ القطر (م)	٣٠ – ٥٠	٤٠
➢ ميل القاع	٦:١ – ١٦:١	١٢:١
➢ سرعة الكسح (دورة/دقيقة)	٠,٠٢–٠,٠٥	٠,٠٣
➢ قطر بئر الدخول الدائري (% من قطر الحوض الاجمالي)	١٥–٢٠	--
➢ عمق بئر الدخول الدائري (م)	١–٢,٥	--
➢ سرعة السريان عبر فتحات بئر الدخول (م/ث)	٠,٣ –٠,٧	--
أحواض الترسيب الابتدائى المتبوعة بمعالجة ثانوية		
➢ معدل التحميل السطحى (م٣/م٢/يوم)	٣٠ – ٥٠	٤٠

(Crites , 1998):

$$R = \frac{t}{a + bt}$$

Where:

R = كفاءة الازالة المتوقعة

t = مدة المكث

a,b= ثوابت تعتمد على نوع التلوث

a	b	
٠,٠١٨	٠,٠٢	BOD
٠,٠٠٧٥	٠,٠١٤	TSS

(Emad H. Elgohary, 2012):

RR, % = 119.2*(RT^0.016)*(SLR^-0.34)*(TSS^0.123)*(VSS/TSS)^0.34

Where:

RR = TSS removal ratio, %

RT = Settling time, hr

SLR = Surface hydraulic loading rate, m/d

TSS = influent TSS concentration, mg/l

VSS = influent VSS concentration, mg/l

ثالثا: مرحلة المعالجة الثانوية

تعتمد أساساً على تثبيت المواد العضوية بيولوجيا باستخدام البكتريا والكائنات الحية الدقيقة وأكسدتها والتخلص منها وبهذا يتم إزالة المواد العضوية القابلة للأكسدة بيولوجيا سواء كانت عالقة أو مذابه.

نتيجة هذه العملية تتحول هذه المواد إلى غازات وتنطلق طاقة لبناء أنسجة خلايا حيه جديدة (Bio–mass) والتى يمكن إزالتها بالترسيب . أى أن المعالجة البيولوجية تستخدم فى إزالة الكربون والنيتروجين والفوسفور من المخلفات السائلة وذلك من خلال نشاط انواع مختلفه من البكتيريا التى يمكنها أكسدة هذه المواد والجدير بالذكر ان ازالة الفوسفور بيولوجيا يتم من خلال بكتيريا لها القدرة على إمتصاص وتخزين نسب كبيرة من الفوسفور غير العضوى.

وتبلغ نسبة الإزالة بعد المعالجة الثانوية لمياه الصرف الصحى الأدمى حوالى ٧٥–٩٠% من الاحتياج الاكسجينى الحيوى الممتص، ٨٠–٩٠% من المواد العالقة و قرابة ٩٠– ٩٩% من مسببات الامراض و البكتريا و الديدان و ذلك من خلال عمليات التطهير – وبصفة عامة حسب طريقة المعالجة الثانوية المستعملة.

أهداف عمليات المعالجة البيولوجية

يمكن تقسيم عمليات المعالجة البيولوجية من وجهة نظر الهدف المرجو منها وفقا لما يلى:

ازالة المواد الكربونية Carbonaceous BOD Removal	وهى عملية تحويل المواد العضوية الكربونية BOD بيولوجيا إلى مواد خاملة وخلايا جديدة
Biological Nutrient Removal	عمليات معالجة يتم فيها إزالة مركبات النيتروجين والفوسفور ضمن المعالجة البيولوجية
Biological Phosphorus Removal	وهى عملية ازالة الفوسفور بيولوجيا ضمن المعالجة البيولوجية تحت ظروف معينه تؤدى الى إمتصاصه بواسطة البكتريا (Bio-mass)
Nitrification النيترة	وهى عملية تحويل الأمونيا الى نترات NO_3 بيولوجيا على خطوتين الأولى الى نتريت NO_2 والثانية الى نترات – ويكتفى بعملية ما قبل النيترة اذا كان الهدف النهائى إعادة الاستخدام فى الزراعة
De-Nitrification اللانيترة	وهى عملية التخلص من النيتروجين الداخل فى تكوين النترات NO_3 بيولوجيا فى غياب الاكسجين .

تابع: مرحلة المعالجة الثانوية

النشاط البكتيرى المستخدم للمعالجة البيولوجية

تابع: مرحلة المعالجة الثانوية

يمكن تقسيم عمليات المعالجة وفقا لأنواع النشاط البكتيرى المستخدم للمعالجة البيولوجية كما يلى:

هوائي/حر Aerobic	عمليات معالجة لاتتم الا فى وجود الأكسجين الحر المذاب و خلالها يتم أكسدة المواد العضوية الكربونية من خلال البكتريا الهوائية و كذلك يمكن من خلال بكتريا خاصة Autotrophs أكسدة الامونيوم نيتروجين و تحويله الي نيتريت ثم نيترات من خلال عملية النيترة Nitrification.
لاهوائيAnaerobic	عمليات معالجة تتم فى غياب الأكسجين
هوائي متحد Anoxic	وهى عملية تتم فى غياب الأكسجين الحر المذاب بينما يوجد الاكسجين متحدا بعنصر أخر مثل فى حالة تحويل النيترات NO3 بيولوجيا الى غاز النيتروجين يطلق عليها (اللانيترة) De-nitrification و يمتص غاز الأكسجين بيولوجيا.
أختيارية Facultative	وهى عمليات يمكنها توظيف بكتيريا هوائيه فى وجود الاكسجين ولاهوائيه فى غيابه
مجمعة (هوائي/حر – هوائي/متحد – لاهوائي) Combined (aerobic/anoxic/anaerobic)	وهى عمليات يمكنها توظيف العديد من البكتيريا التى تعمل فى الظروف المختلفة لتحقيق مستوى محدد من المعالجة

تابع: مرحلة المعالجة الثانوية

تقسيم عمليات المعالجة البيولوجية وفقا لوسط النمو البكتيرى

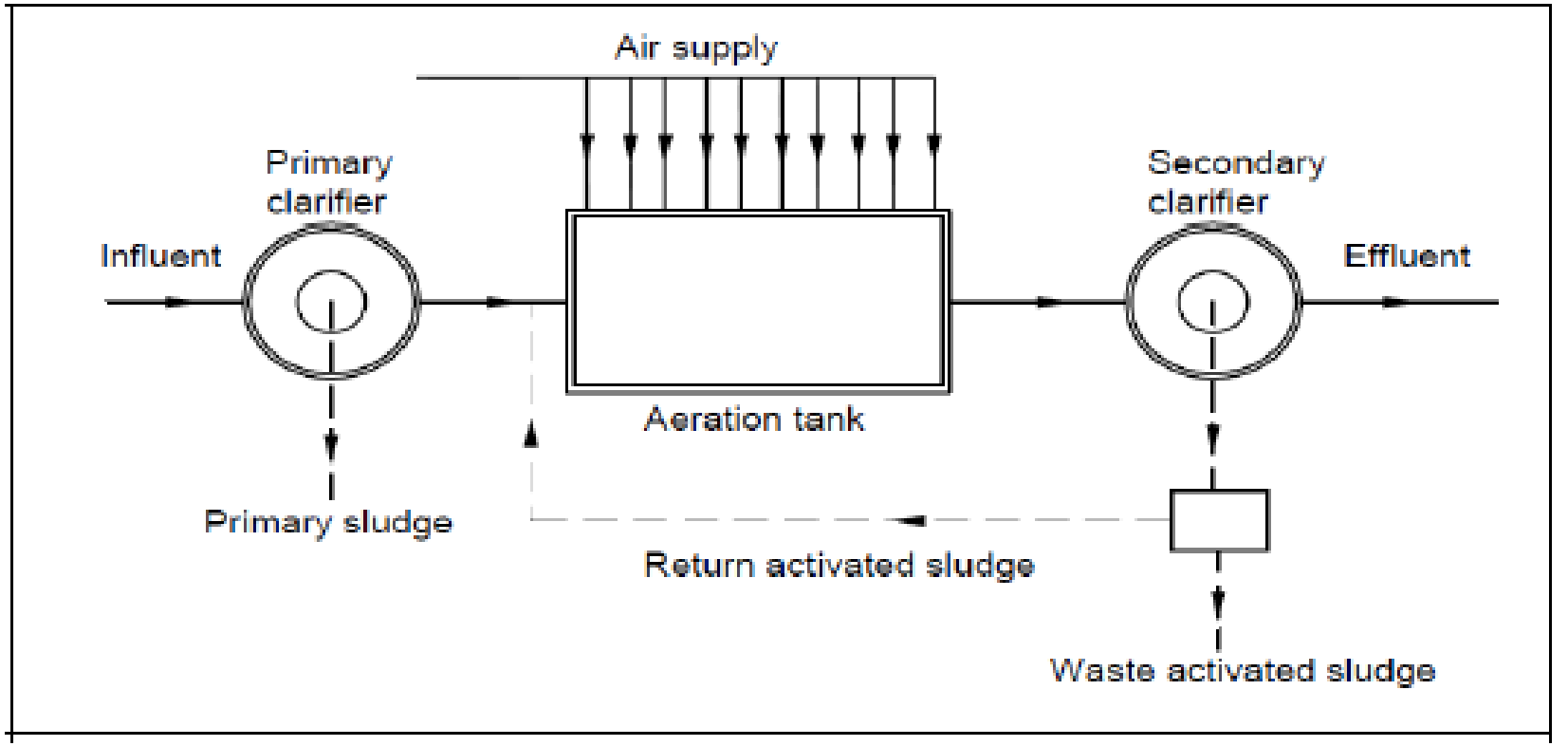
يمكن تقسيم عمليات المعالجة البيولوجية وفقا للوسط التى تنمو فيه البكتيريا كما يلى:

نمو الوسط العالق Suspended Growth	عمليات يتم فيها النمو البكتيريولوجى وتكون فيه البكتريا عالقه بمياه الصرف مثل Activated Sludge Processes
نمو الوسط الملتصق Attached Growth	عمليات يتم فيها النمو البكتيرى على وسط ثابت تلتصق به الخلايا البكتيريه وفيها يستخدام وسط **ثابت أو عائم** مثل الزلط أو الحجر أو البلاستيك ومثال لذلك عملية المعالجة التى يطلق عليها المرشحات والأبراج البيولوجية Trickling Filters and Bio-towers
Combined Growth	وهى عمليات يتم فيها توظيف النمو العالق واللاصق معا ويطلق عليها Hybrid Processes مثل منظومة MBBR
عمليات البحيرات Lagoon Process	وهى عمليات تتم فى بحيرات بأبعاد وأعماق محددة مثل بحيرات الاكسدة الطبيعية والبحيرات المهواة Stabilization Pond and Aerated Lagoons

مرحلة المعالجة الثانوية

١ـ المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة

أ) النظام التقليدي



نظام المعالجة	الخصائص الهيدروليكية لسريان المياه	زمن بقاء الحمأة (SRT)	كمية الغذاء / كمية الكائنات الحية (F/M)	معدل التحميل الحجمي (L_{org})	تركيز المواد العالقة الكلية (MLSS)	زمن البقاء الهيدروليكي	نسبة الحمأة المعادة إلى تصرف مياه الصرف الصحي (RAS)
		day	g BOD/ g VSS,d	kg BOD/m3,d	mg/l	h	%
تقليدي- تناقص تدريجي لمعدلات التهوية Conventional plug flow-Tapered Aeration	تتابعي منتظم	٣-١٥	٠,٢-٠,٤	٠,٣-٠,٧	١٠٠٠-٣٠٠٠	٤-٨	٢٥-٧٥

مرحلة المعالجة الثانوية

١ـ المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة

أ) النظام التقليدي

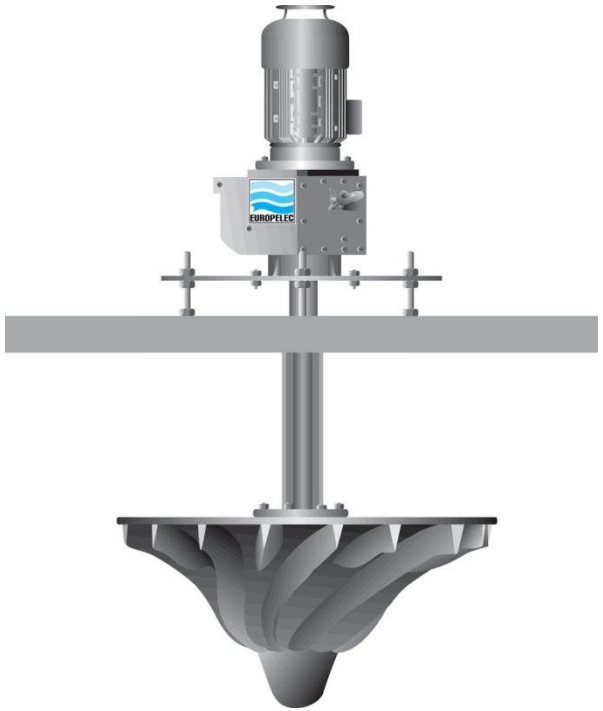
التهوية بواسطة مواسير و موزعات الهواء المضغوط

مرحلة المعالجة الثانوية

١ـ المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة

أ) النظام التقليدي

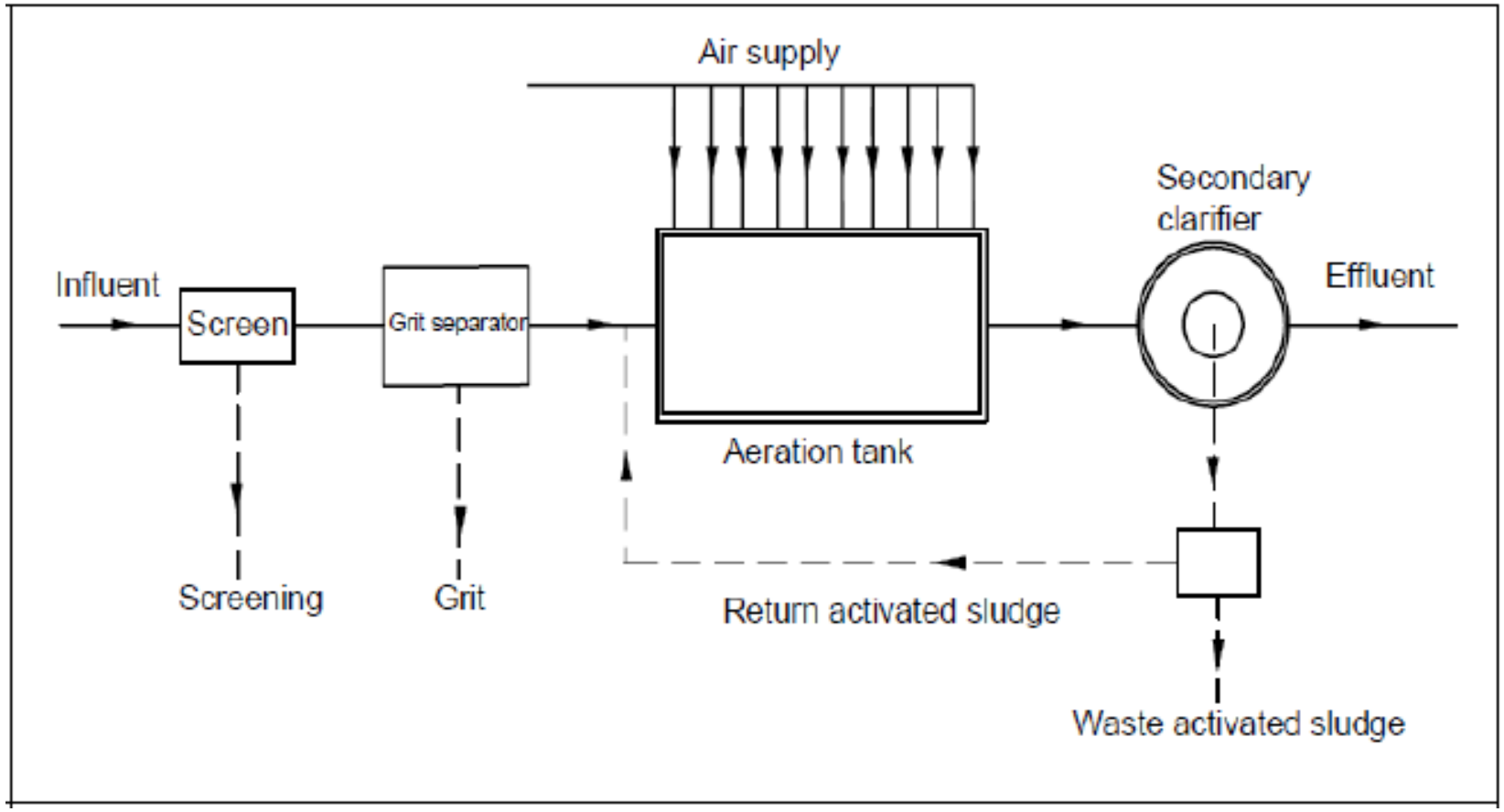
التهوية بالهوايات الميكانيكية السطحية



مرحلة المعالجة الثانوية

١. المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة

ب) نظام التهوية الممتدة Extended Aeration



نظام المعالجة	الخصائص الهيدروليكية لسريان المياه	زمن بقاء الحمأة (SRT)	كمية الغذاء / كمية الكائنات الحية (F/M)	معدل التحميل الحجمي (L_{org})	تركيز المواد العالقة الكلية (MLSS)	زمن البقاء الهيدروليكي	نسبة الحمأة المعادة إلى تصرف مياه الصرف الصحي (RAS)
		day	g BOD/ g VSS,d	kg BOD/m3,d	mg/l	h	%
التهوية الممتدة Extended Aeration	تتابعي منتظم	٢٠-٤٠	٠,٠٤-٠,١	٠,١-٠,٣	٢٠٠٠-٥٠٠٠	٢٠-٣٠	٥٠-١٥٠

مرحلة المعالجة الثانوية

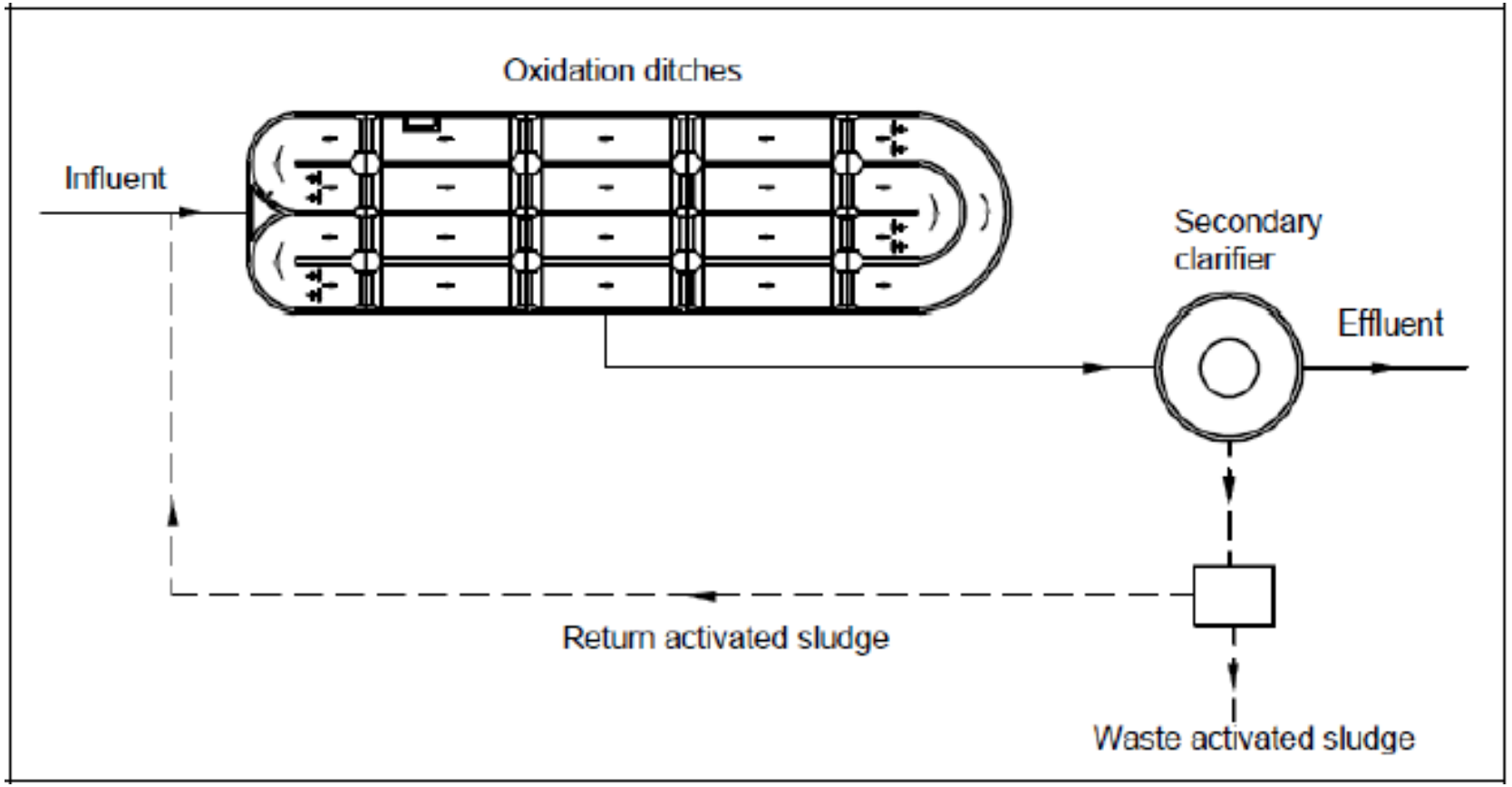
١. المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة

ب) نظام التهوية الممتدة Extended Aeration

مرحلة المعالجة الثانوية

١ . المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة

ج) نظام قنوات الأكسدة Oxidation ditches



نظام المعالجة	الخصائص الهيدروليكية لمسريان المياه	زمن بقاء الحمأة (SRT)	كمية الغذاء / كمية الكائنات الحية (F/M)	معدل التحميل الحجمي (L_{org})	تركيز المواد العالقة الكلية (MLSS)	زمن البقاء الهيدروليكي	نسبة الحمأة المعادة إلى تصرف مياه الصرف الصحي (RAS)
		day	g BOD/ g VSS,d	kg BOD/m3,d	mg/l	h	%
قنوات الأكسدة Oxidation Ditches	تتابعي منتظم	١٥–٣٠	٠,٠٤–٠,١	٠,١–٠,٣	٣٠٠٠–٥٠٠٠	١٥–٣٠	٧٥–١٥٠

مرحلة المعالجة الثانوية

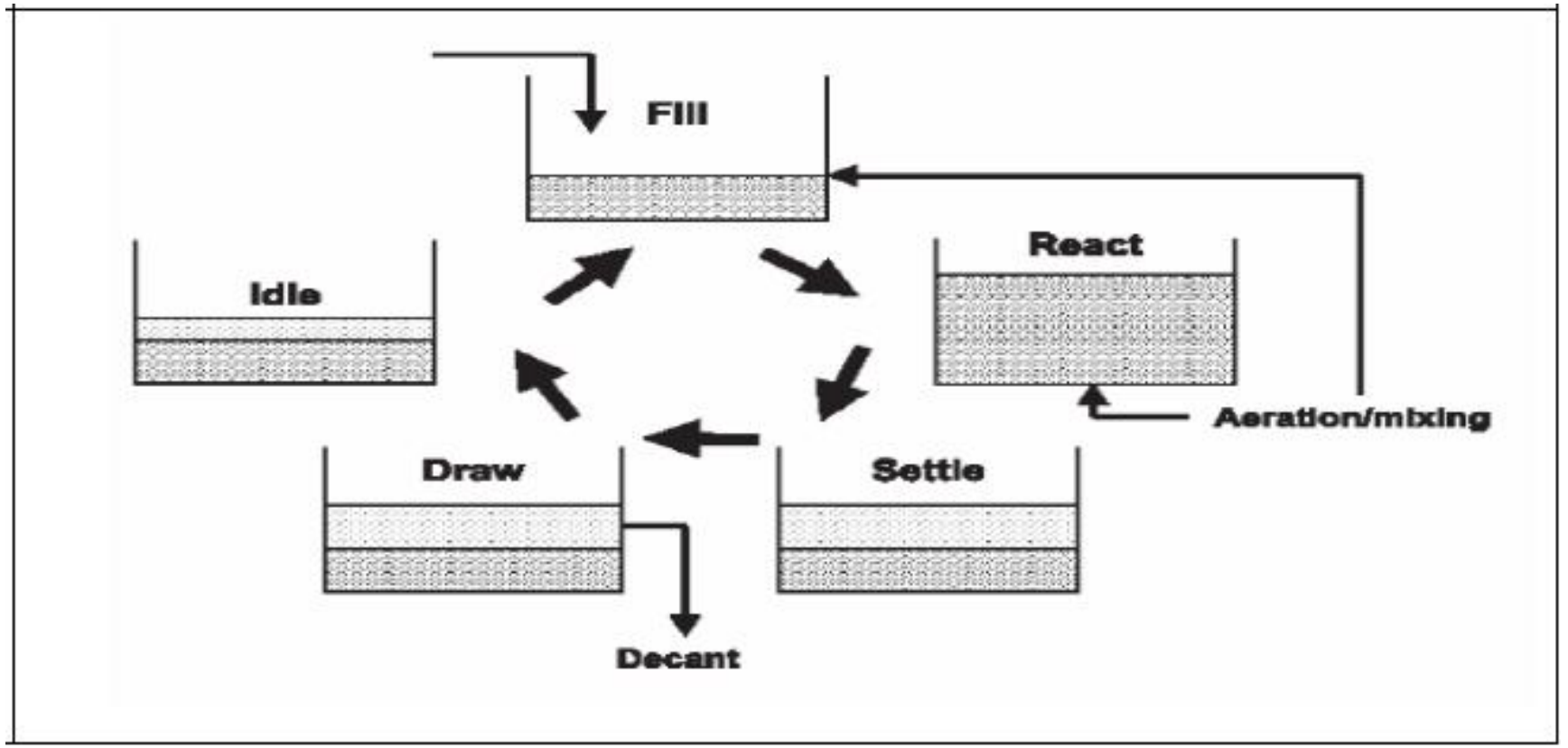
١. المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة

ج) نظام قنوات الأكسدة Oxidation ditches

مرحلة المعالجة الثانوية

١ـ المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة

د) النظام ذو التصرفات المرحلية SBR



نظام المعالجة	الخصائص الهيدروليكية لسريان المياه	زمن بقاء الحمأة (SRT)	كمية الغذاء / كمية الكائنات الحية (F/M)	معدل التحميل الحجمي (L_{org})	تركيز المواد العالقة الكلية (MLSS)	زمن البقاء الهيدروليكي	نسبة الحمأة المعادة إلى تصرف مياه الصرف الصحي (RAS)
		day	g BOD/ g VSS,d	kg BOD/m3,d	mg/l	h	%
أحواض ذات التصرفات المرحلية Sequencing Batch Reactor	مرحلي	١٠–٣٠	٠,٠٤–٠,١	٠,١–٠,٣	٢٠٠٠–٥٠٠٠	١٥–٤٠	—

مرحلة المعالجة الثانوية

١ـ المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة

د) النظام ذو التصرفات المرحلية SBR

مرحلة المعالجة الثانوية

١ـ المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة
هـ) المفاعل ذو الغشاء MBR

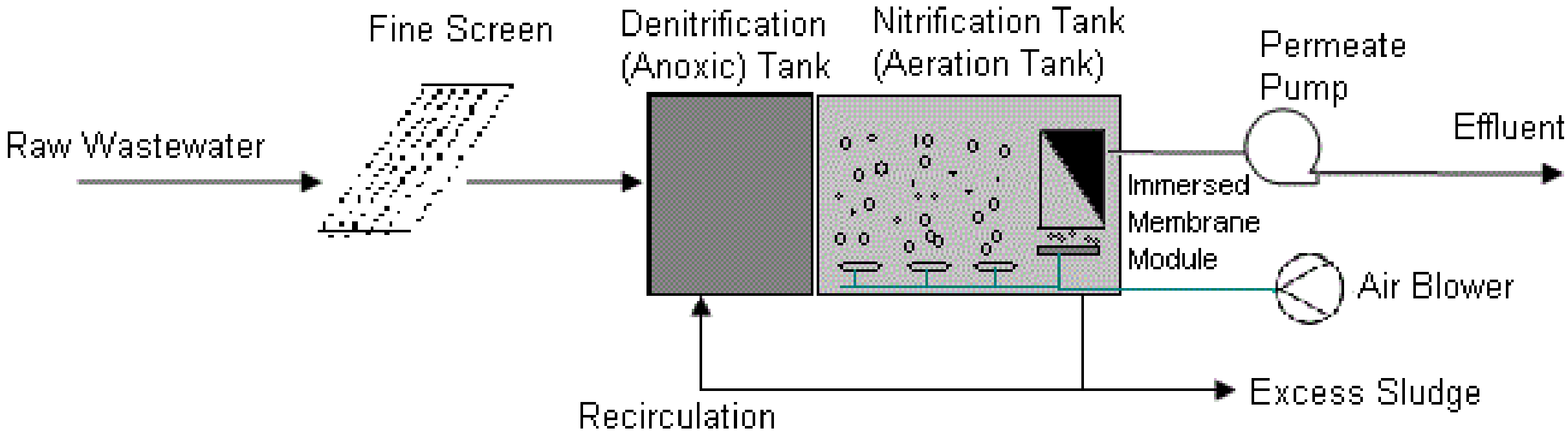
* **المعالجة باستخدام نظام الأغشية** MBR– (Membrane Bioreactor System)

هو عبارة عن نظام معالجة الحمأة التقليدى مع عمليه فصل المياه عن المواد الصلبه العالقة باستخدام أغشية شبه منفذه. وهو مناسب للتطبيق في حالة التصرفات المنزلية والصناعية. ويتميز هذا النظام بأنه لايوجد أحواض ترسيب نهائى وبالتالي تكون مساحة المحطة أقل مايمكن والسيب النهائى يكون عالى الجودة (الأكسجين الحيوي الممتص ≥ ٥ ملجم/لتر، نسبة إزالة عالية جدا للفيروسات) بحيث يكون ملائم لإعادة إستخدام المياه.

مرحلة المعالجة الثانوية

١ـ المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة

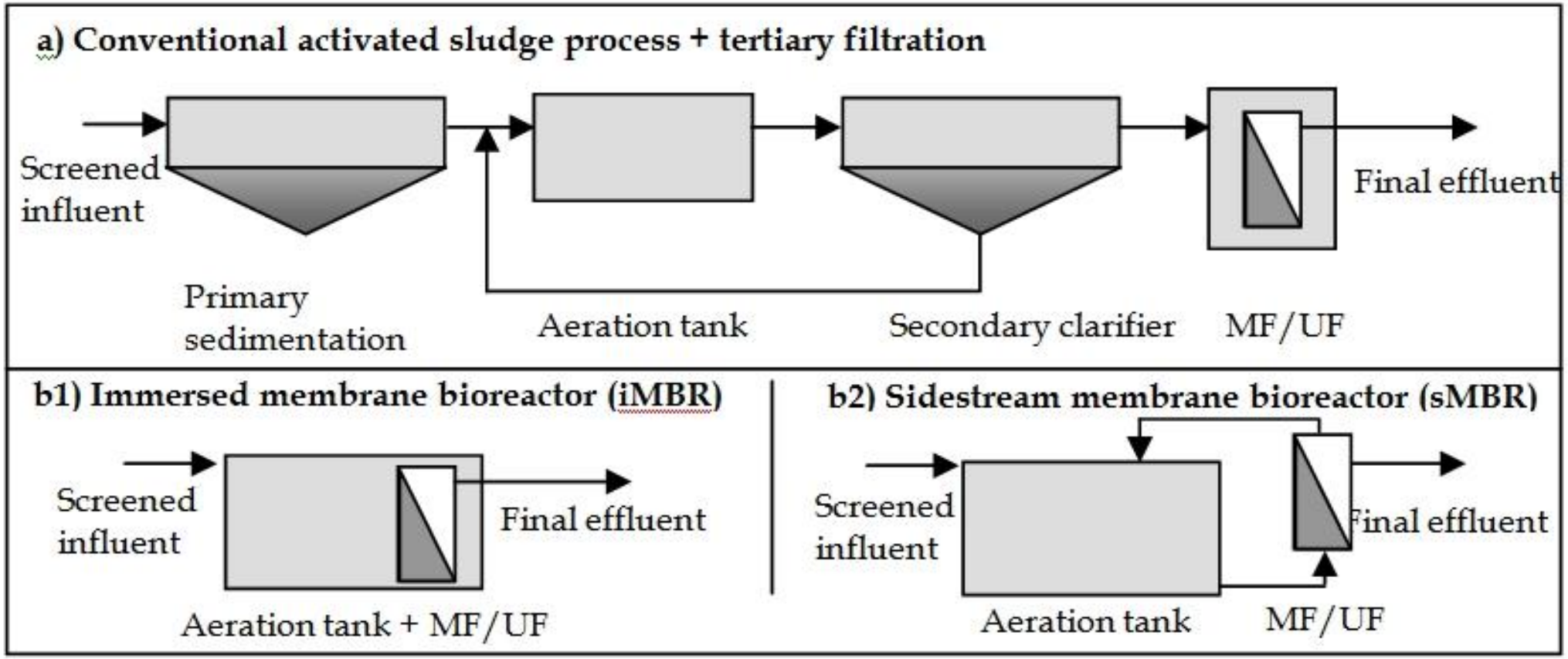
هـ) المفاعل ذو الغشاء MBR



مرحلة المعالجة الثانوية

١ـ المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة

هـ) المفاعل ذو الغشاء MBR



مرحلة المعالجة الثانوية

١ـ المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة
هـ) المفاعل ذو الغشاء MBR

المميزات:

- يتطلب مساحة صغيرة لتنفيذ المحطة
- سهولة التشغيل حيث لا تتطلب عدد كبير من المشغلين
- ليست هناك حاجة لإضافة الكائنات الحية الدقيقة (أعادة الحمأة) لتنشيط الحمأة فى حوض التهوية.
- الماء المنتج ذو جودة عالية جدا ولهذا يمكن اعادة استخدامه مرة أخرى
- الماء المنتج خالى من البكتريا وبعض الفيروسات
- لا يتأثر النظام فى حالة الزيادة أو النقص فى المياه الداخلة للمحطة

مرحلة المعالجة الثانوية

١ـ المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة
هـ) المفاعل ذو الغشاء MBR

العيوب:

- يتم تغيير الأغشية كليا أو جزئيا كل ١٠ سنوات أو أقل أو أكثر حسب ظروف التشغيل
- يتم عمل غسيل بالكيماويات للأغشية كل ٦ أشهر أو كل عام حسب ظروف التشغيل
- تتأثر بالدهون الموجودة فى المياه مما يتطلب ازالتها بدقة
- يتطلب تدريب جيد للعاملين

مرحلة المعالجة الثانوية

١ـ المعالجة الثانوية باستخدام الحمأة المنشطة

العوامل المؤثرة في كفاءة تشغيل العملية

- نسبة (الغذاء/البكتريا)
- عمر الحمأة (الخلية البكتيرية)
- الحمل العضوي الداخل
- درجة تركيز الاس الهدروجيني
- درجة الحرارة
- تركيز الاكسجين الذائب
- جودة الخلط و التقليب
- وجود المواد السامة للبكتريا (المخلفات الصناعية)

مرحلة المعالجة الثانوية

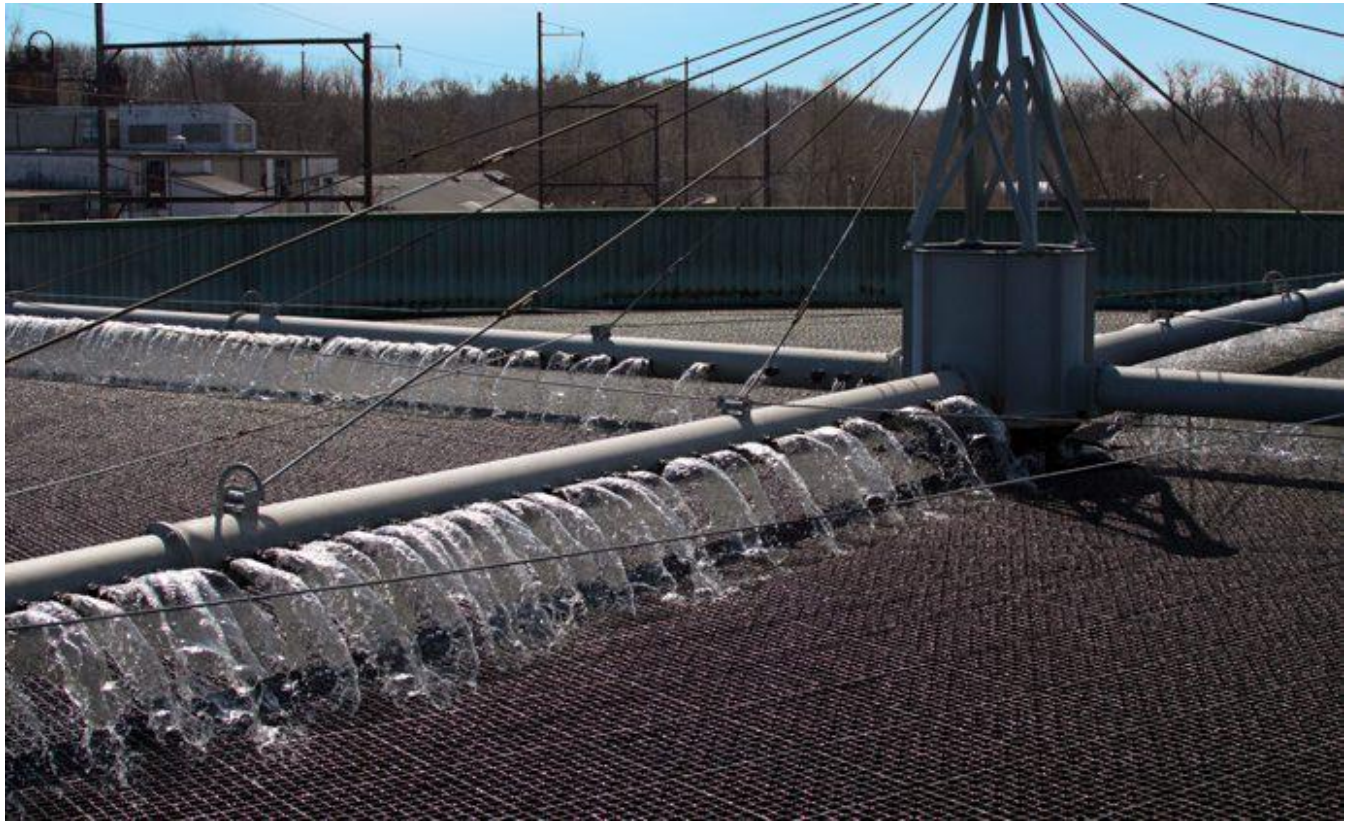
٢ـ المعالجة الثانوية باستخدام المرشحات الزلطية

المرشح البيولوجى (أو الزلطي) عبارة عن حوض يحتوى على زلط بمقياس ثابت وغير متدرج تمر المياه من خلال مسامه حيث تلتصق البكتريا على الزلط (الوسط الترشيحى).

تقوم الأغشية الحيوية (طبقة البكتريا الملتصقة بالأجزاء الخارجية من الزلط) بامتصاص المواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف وتحليلها، ومع نمو وتكاثر البكتريا الهوائية فإن سمك الغشاء يزداد وبالتالى فإن الأكسجين يتم استهلاكه قبل وصوله إلى داخل الغشاء وعندئذ تكون هناك بيئة لا هوائية قريبة من سطح الزلط، وبزيادة سمك الغشاء الحيوى فإن المواد العضوية التى تم أمتصاصها يتم أستهلاكها قبل وصولها الى البكتريا القريبة من سطح الزلط، ونتيجة لذلك فإن تلك البكتريا تكون فى مرحلة الموت وتفقد مقدرتها على الألتصاق، ومن ثم تسقط مع السائل ويبدأ بعدها فى تكوين طبقة أخرى من الاغشية الحيوية .... وهكذا.

مرحلة المعالجة الثانوية

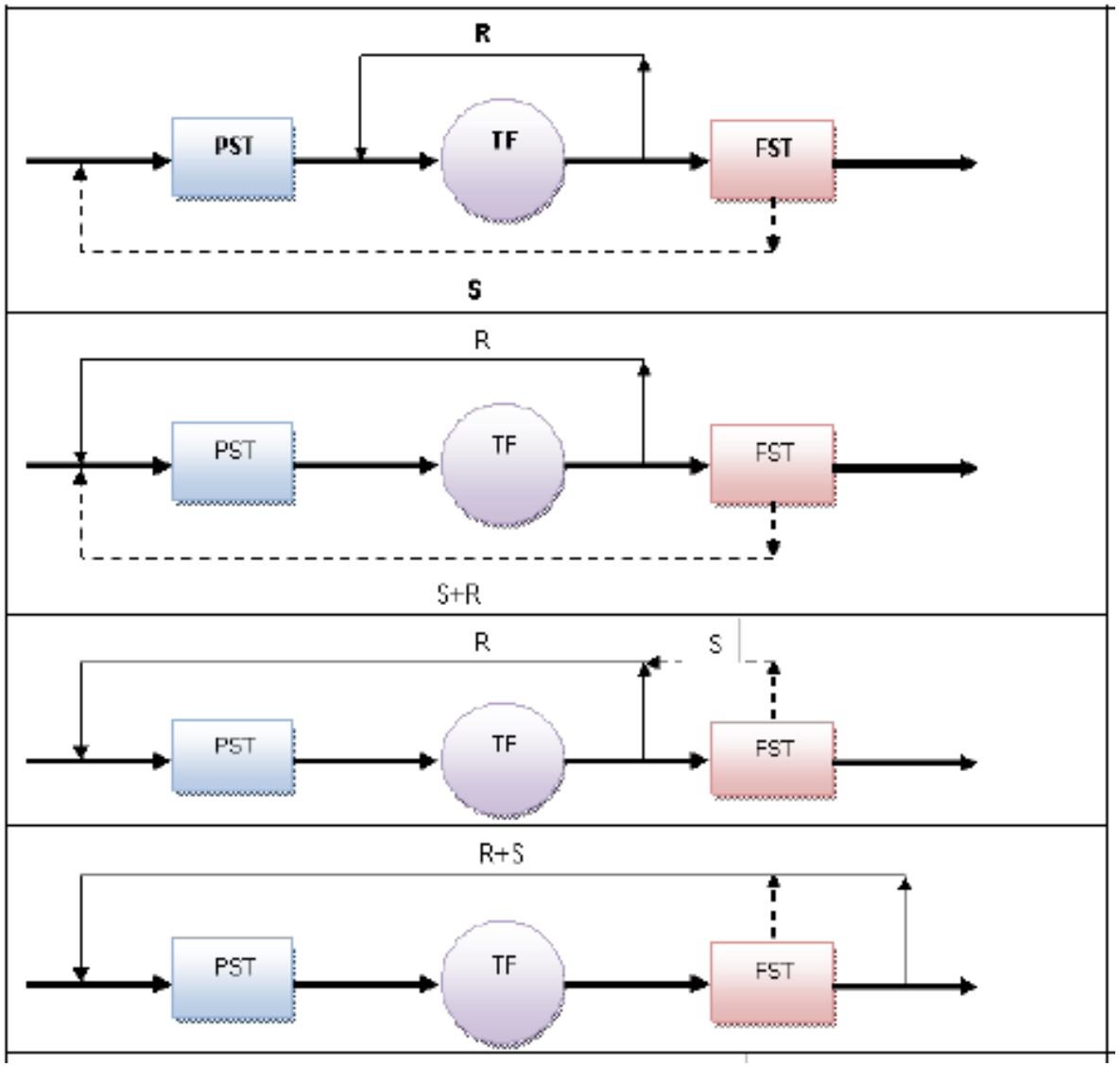
٢. المعالجة الثانوية باستخدام المرشحات الزلطية



مرحلة المعالجة الثانوية

٢. المعالجة الثانوية باستخدام المرشحات الزلطية

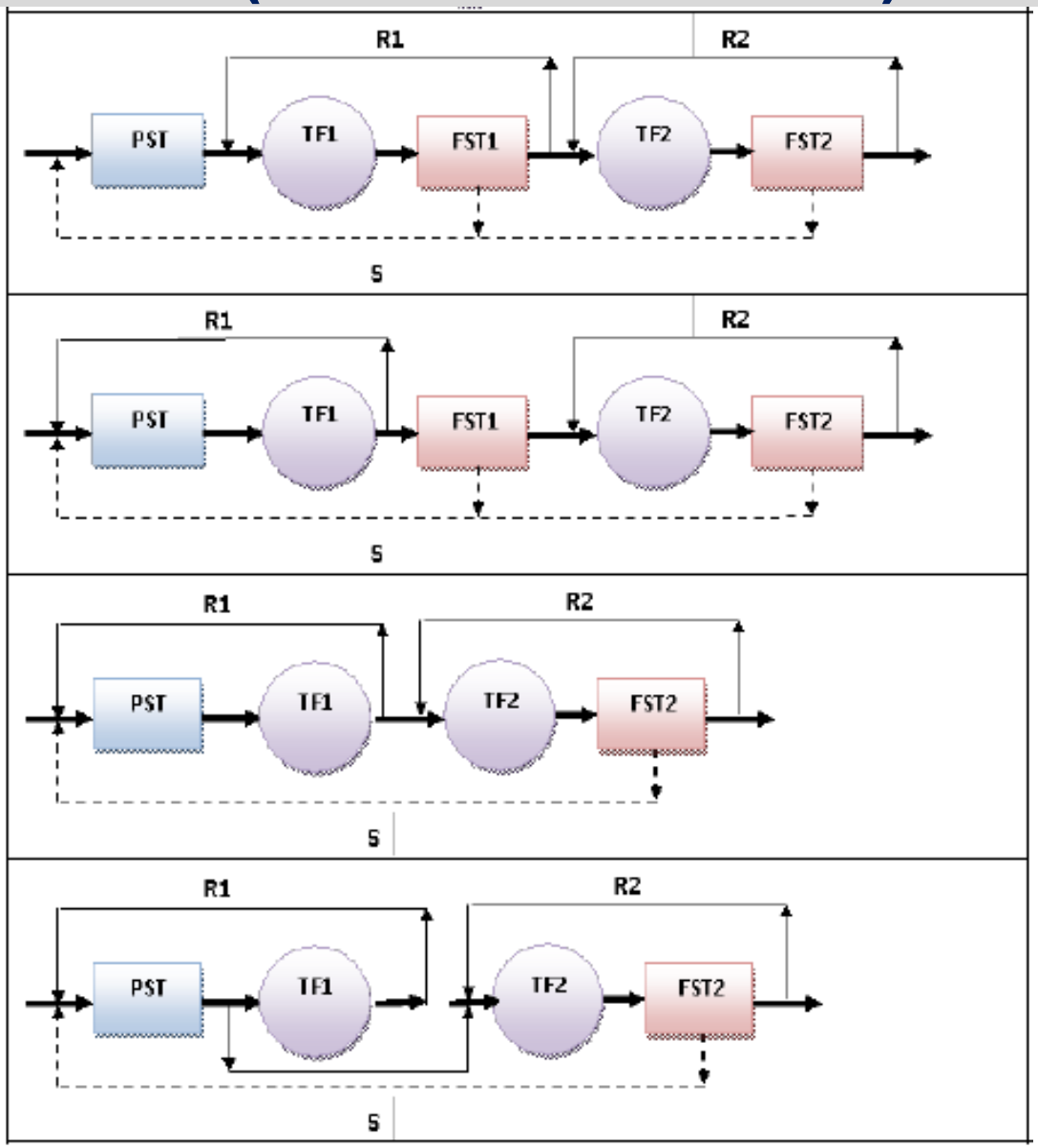
(المرشحات أحادية المرحلة)



مرحلة المعالجة الثانوية

٢. المعالجة الثانوية باستخدام المرشحات الزلطية

(المرشحات ثنائية المرحلة)



مرحلة المعالجة الثانوية

٢ . المعالجة البيولوجية باستخدام المرشحات الزلطية
(أنواع المرشحات الزلطية)

أولاً: مرشحات المعدل البطئ (Low Rate)		
١-	الوسط الترشيحي	زلط
٢-	معدل التحميل السطحي (م^{٣}/م^{٢}/يوم)	١-٤
٣-	معدل التحميل العضوي (كجمBOD/م^{٣}/يوم)	٠,٠٧-٠,٢٢
٤-	نسبة الاعادة (%)	صفر
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	١,٨-٢,٤
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD)(%)	٨٠-٩٠

ثانياً: مرشحات المعدل المتوسط (Intermediate Rate)		
١-	الوسط الترشيحي	زلط
٢-	معدل التحميل السطحي (م^{٣}/م^{٢}/يوم)	٤-١٠
٣-	معدل التحميل العضوي (كجمBOD/م^{٣}/يوم)	٠,٢٤-٠,٤٨
٤-	نسبة الاعادة (%)	٠-١٠٠
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	١,٨-٢,٤
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD)(%)	٥٠-٨٠

مرحلة المعالجة الثانوية

٢. المعالجة البيولوجية باستخدام المرشحات الزلطية

تابع: (أنواع المرشحات الزلطية)

ثالثاً: مرشحات المعدل السريع (High Rate) (وسط ترشيحي زلط اوكسر الحجارة)		
١-	الوسط الترشيحي	زلط
٢-	معدل التحميل السطحي (م^{٣}/م^{٢}/يوم)	١٠-٤٠
٣-	معدل التحميل العضوي (كجمBOD/م^{٣}/يوم)	٠,٤-٢,٤
٤-	نسبه الاعادة %	٥٠ - ١٠٠
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	١,٨-٢,٤
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD)(%)	٥٠-٩٠

رابعا: مرشحات التقشير المستمر (Roughing)		
١-	الوسط الترشيحي	زلط أو بلاستيك
٢-	معدل التحميل السطحي (م^{٣}/م^{٢}/يوم)	٤٠-٢٠٠
٣-	معدل التحميل العضوي (كجمBOD/م^{٣}/يوم)	١,٥<
٤-	نسبة الاعادة (%)	٠-٢٠٠
٥-	عمق مادة الترشيح (م)	٠,٩-٦
٦-	نسبة الازالة للمواد العضوية (BOD)(%)	٤٠-٧٠

مرحلة المعالجة الثانوية

٢. المعالجة الثانوية باستخدام المرشحات الزلطية

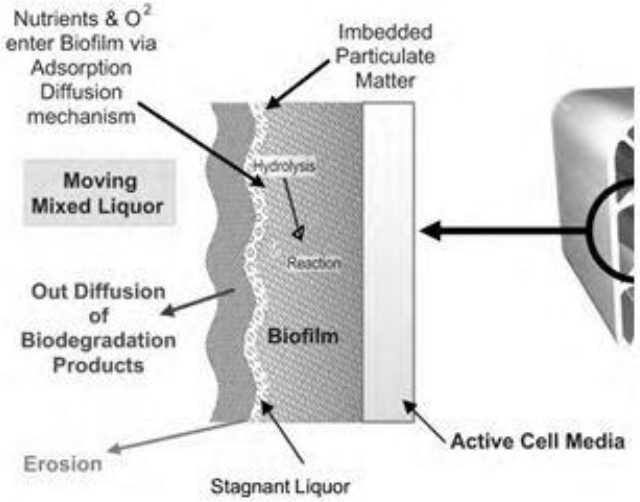
العوامل المؤثرة في كفاءة تشغيل العملية

- ونوع وسط الترشيح و مواصفاته (المساحة السطحية – نسبة الفراغات)
- عمق طبقة وسط الترشيح
- الحمل العضوي الداخل
- الحمل الهيدروليكي
- درجة الحرارة
- درجة تركيز الاس الهيدروجيني
- كفاءة نظام توزيع المياه و تهوية المياه Nozzle
- عمليات اعادة المياه Recirculation

مرحلة المعالجة الثانوية

٣. المعالجة الثانوية باستخدام النظام المختلط

المفاعل البيولوجي ذو الوسط العائم أو المتحرك



* **المعالجة باستخدام الوسط العائم** MBBR (Moving Bed Bio-Reactor System)

تعتمد فكرة نظام المعالجة البيولوجية المدمج (MBBR) على الجمع ما بين النمو العالق والنمو الملتصق للبكتريا فى نفس حوض التهوية مما يؤدى الى زيادة تركيز البكتريا الموجودة بالحوض بشكل كبير (الضعف تقريبا) والذي بدوره يساعد على رفع الحمل العضوى المسموح به والذى يمكن ان يتحمله الحوض بنفس الابعاد.

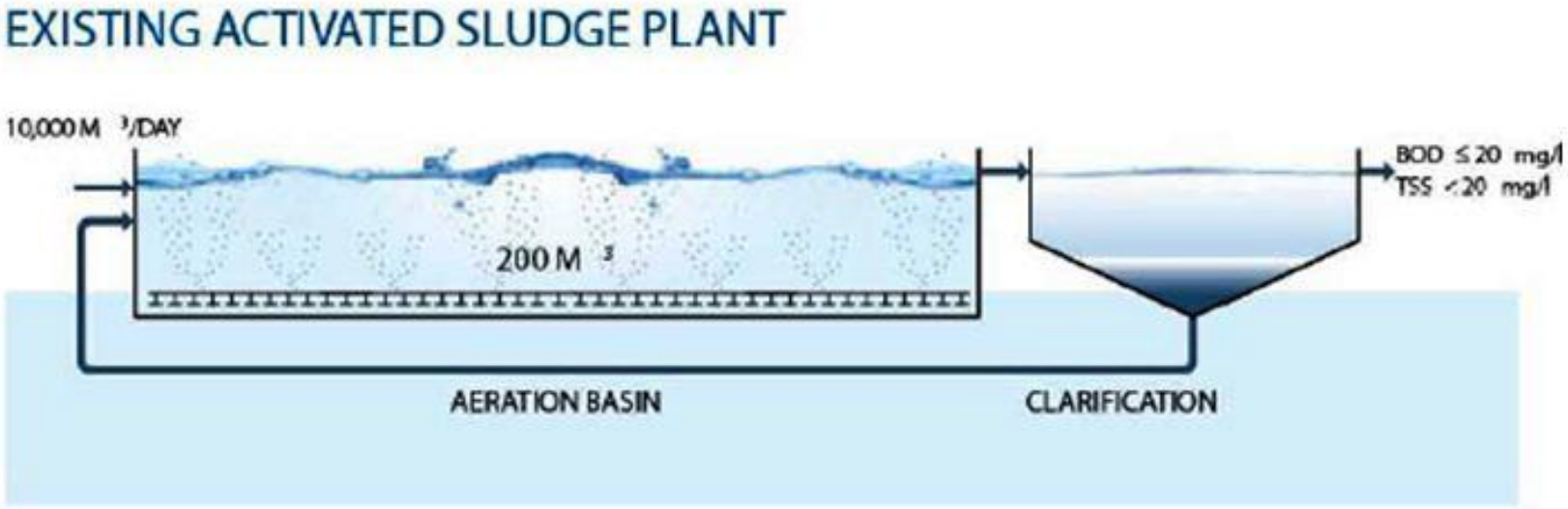
ويتم ذلك من خلال اضافة مواد من البلاستيك او البولى ايثلين أو اى نوعية مواد اخرى تسمى (Mobile Biofilm Carriers) أو (Active Cell Media) تعمل كطبقة خاملة تلتصق عليها البكتريا (فكرة المرشحات البيولوجية) بالاضافة الى البكتريا العالقة بالمياه بالحوض والموجودة على هيئة MLSS مما يساعد على زيادة تركيز الوسط البكتيرى فى الحوض بشكل كبير .

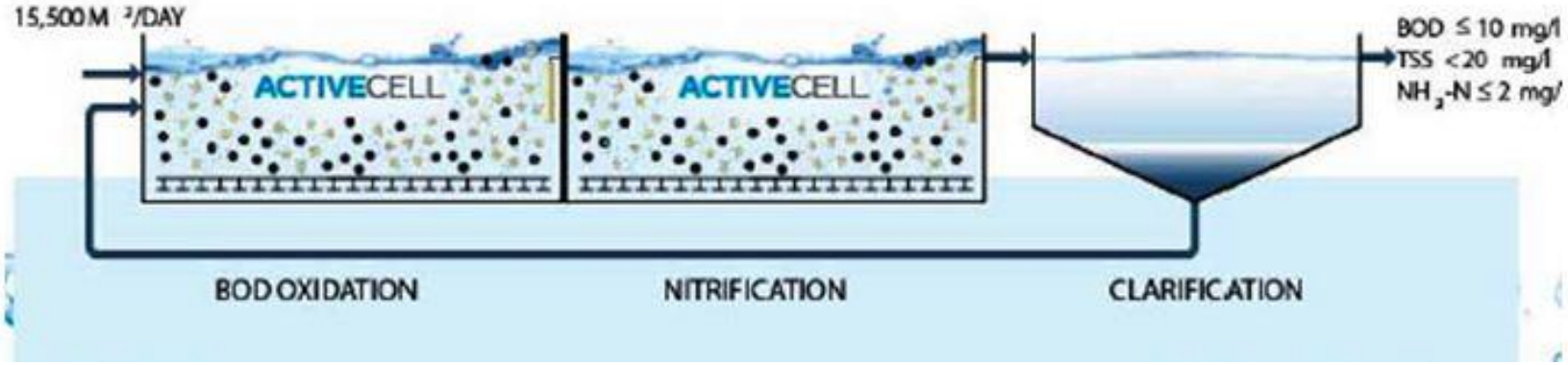
وتكون المواد التى تضاف الى حوض التهوية مصنعة بشكل هندسى معين وبكثافة معينة ومصممة لتطفو الى سطح احواض التهوية حاملة طبقة البكتريا الملتصقة عليها (Bacterial Film) حتى فى حالة انقطاع الهواء عن الحوض. ويوضح الشكل رقم (٣-٢١) أحد الأشكال التي تضاف الي أحواض التهوية

مرحلة المعالجة الثانوية

٣. المعالجة الثانوية باستخدام النظام المختلط

المفاعل البيولوجي ذو الوسط العائم أو المتحرك





مرحلة المعالجة الثانوية

٣. المعالجة الثانوية باستخدام النظام المختلط

المفاعل البيولوجي ذو الوسط العائم أو المتحرك

مرحلة المعالجة الثانوية

٣. المعالجة الثانوية باستخدام النظام المختلط

المفاعل البيولوجي ذو الوسط العائم أو المتحرك

أسس التصميم

م	المعامل	القيم التصميمة
1-	معدل التحميل العضوي (كجم BOD/م^3،يوم)	١,٥-٤,٥
2-	زمن البقاء (ساعة)	٢-٨
٣-	MLSS (جم/م^3)	٢٥٠٠-٦٠٠٠
٤-	حجم الهواء المطلوب (م^3 هواء/كجم BOD)	٥٠-٦٠
٥-	المساحة السطحية للوسط العائم(Biofilm carrier elements) (م^2/م^3)	٢٠٠ -٦٨٠

رابعا: مرحلة المعالجة الثلاثية

تهدف علميات المعالجة الثلاثية لمياه الصرف الصحي الى كل من:

- الحفاظ على الصحة العامة و البيئة
- الحفاظ على المجاري المائية (و خاصة العذبة) من التلوث
- الحفاظ على مصادر المياه المحدودة و اعادة استخدامها أكثر من مرة
- اعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في بعض الاستخدامات المنزلية الخاصة مثل تغذية صناديق الطرد الملحقة بدورات المياه
- اعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في نوعيات معينة من الصناعات مثل تبريد الحديد و الصلب و الصناعات المعدنية
- اعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في ري المناطق الخضراء داخل المدن
- اعاة استخدام مياه الصرف المعالجة في بعض الزراعات و النباتات و المحاصيل طبقا لاشتراطات الكود المصري لاعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في الزراعة

مرحلة المعالجة الثلاثية

الغرض من المعالجة الثلاثية

هي مرحلة معالجة متقدمة تتبع مرحلة المعالجة الثانوية الغرض منها:

- خفض تركيزالمواد الصلبة الغروية أو العالقة (TSS<10 mg/l)
- خفض تركيز المواد العضوية الذائبة (BOD<10 mg/l)
- ازالة الامونيا أو الفوسفور
- ازالة المواد الغيرعضوية الذائبة (المعادن الثقيلة) Heavy Metals
- ازالة النسب الزائدة من الاملاح الذائبة TDS

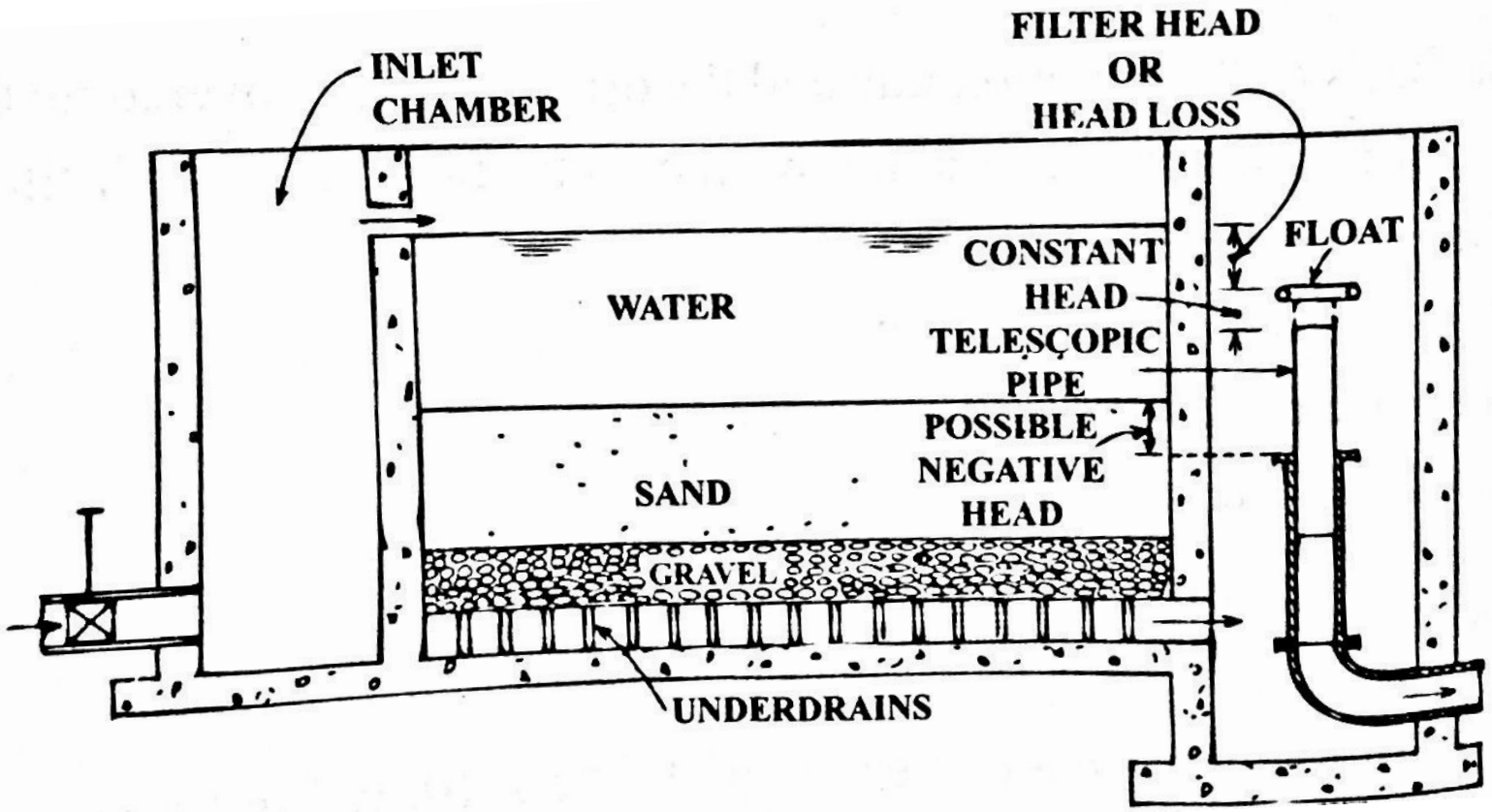
مرحلة المعالجة الثلاثية

الأنظمة المختلفة لعمليات المعالجة الثلاثية

- المرشحات الرملية (ازالة المواد العالقة و الغروية)
- المصافي الدقيقة Micro screens (ازالة المواد العالقة و الغروية)
- المرشحات الكربونية (ازالة المواد العضوية الذائبة – ازالة المواد السامة و العناصر الثقيلة)
- المرشحات ذات الأغشية (ازالة المواد العالقة و الغروية – ازالة المواد العضوية – ازالة العناصر الثقيلة – ازالة الاملاح الذائبة)
- أنظمة المعالجة البيولوجية (ازالة الامونيا – الفوسفور)

مرحلة المعالجة الثلاثية

١. المرشحات الرملية



أ) المرشح الرملي البطئ:

- يستخدم في ازالة المواد العالقة و المواد الغروية او النسب المتبقية منهم وكفاءة الازالة لا تقل عن كفاءة المصافي الدقيقة
- يفضل استخدامه في حالة توافر مساحات من الارض
- يتميز بانخفاض أو انعدام تكلفة التشغيل مقارنة بالانظمة الاخرى

مرحلة المعالجة الثلاثية

١. المرشحات الرملية

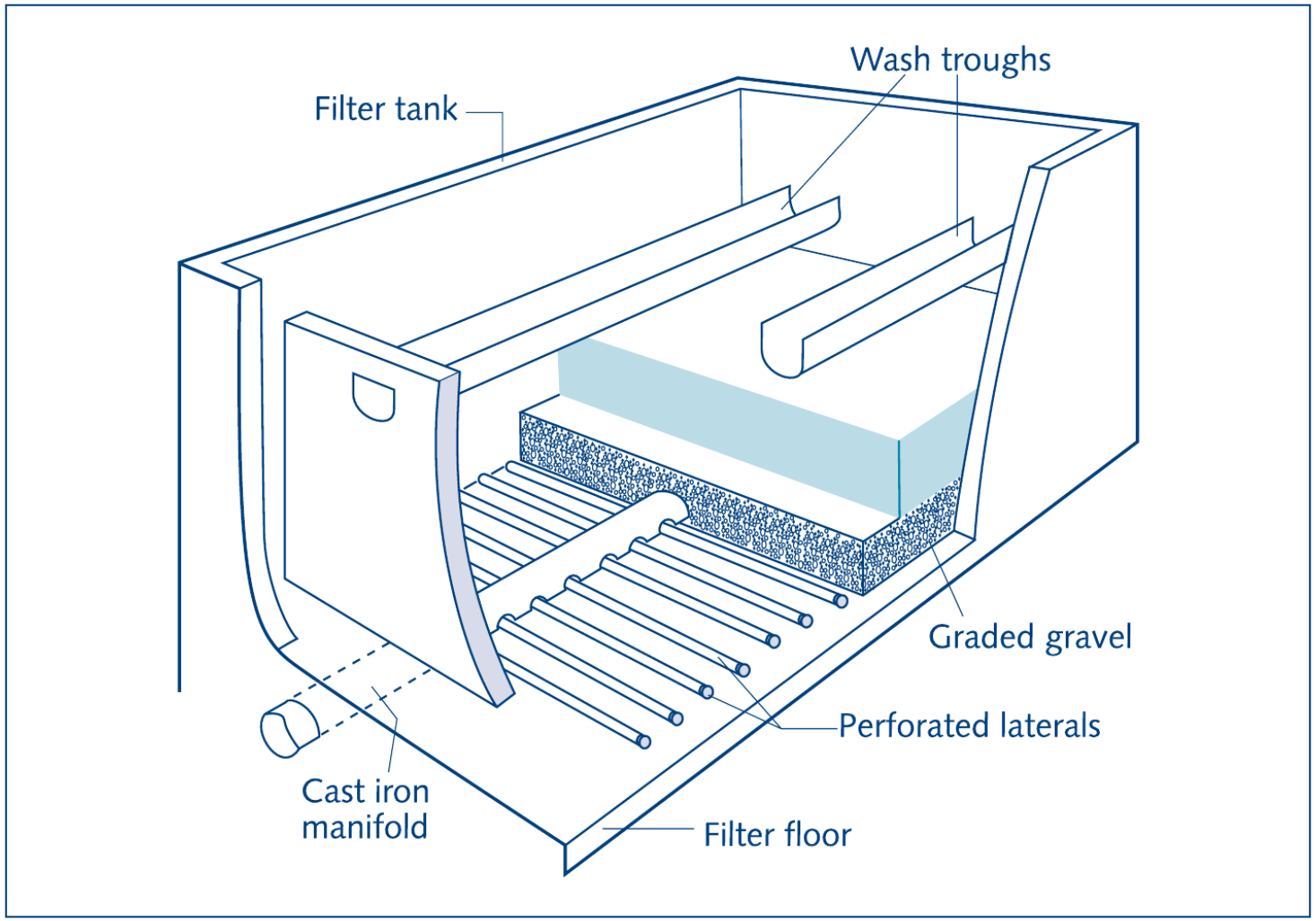
أ. المرشح الرملي البطئ

الاسس التصميمية طبقا للكود المصري

- معدل التحميل = ٣ – ٥ م٣/م٢/يوم
- سرعة دخول المياه الى المرشحات = ٠.٥ – ٠.٧ م/ث
- سرعة المياه داخل قنوات أو مواسير التصريف للمياه المرشحة لا تزيد عن ٠.٦ م/ث
- سمك طبقة الرمل المستخدمة = ٠.٦ – ١.٢ م
- القطر الفعال للرمل المستخدم = ٠.٢٥ – ٠.٣٥ مم
- معامل انتظام الرمل المستخدم = ١.٧٥ – ٢
- سمك طبقة الزلط المستخدم = ٠.٣ – ٠.٦ م
- المقاس الفعال للزلط = من ٣مم – ٥٠ مم (يتم فرده على ٤ طبقات متدرجة مثل: من ٣–٥مم ، من ٥ – ١٠مم ، من ١٠ – ٢٥مم ، من ٢٥ – ٥٠مم)
- ارتفاع طبقة الماء فوق الرمل = ١.٢٠ – ١.٥ م
- مساحة المرشح الواحد = ٥٠٠ – ١٠٠٠ م٢ في المحطات الصغيرة
- مساحة المشرح الواحد = ٤٠٠٠ – ٥٠٠٠ م٢ في المحطات الكبيرة

مرحلة المعالجة الثلاثية

١. المرشحات الرملية



ب) المرشح الرملي السريع:

- يستخدم في ازالة المواد العالقة و المواد الغروية او النسب المتبقية منهم وكفاءة الازالة لا تقل عن كفاءة المصافي الدقيقة
- يفضل استخدامه في حالة عدم توافر مساحات من الارض حيث يتميز أن مساحته صغيرة جدا مقارنة بالمرشحات البطيئة
- يعيبه ارتفاع تكلفة التشغيل مقارنة بالمرشحات البطيئة

مرحلة المعالجة الثلاثية

١. المرشحات الرملية

ب. المرشح الرملي السريع

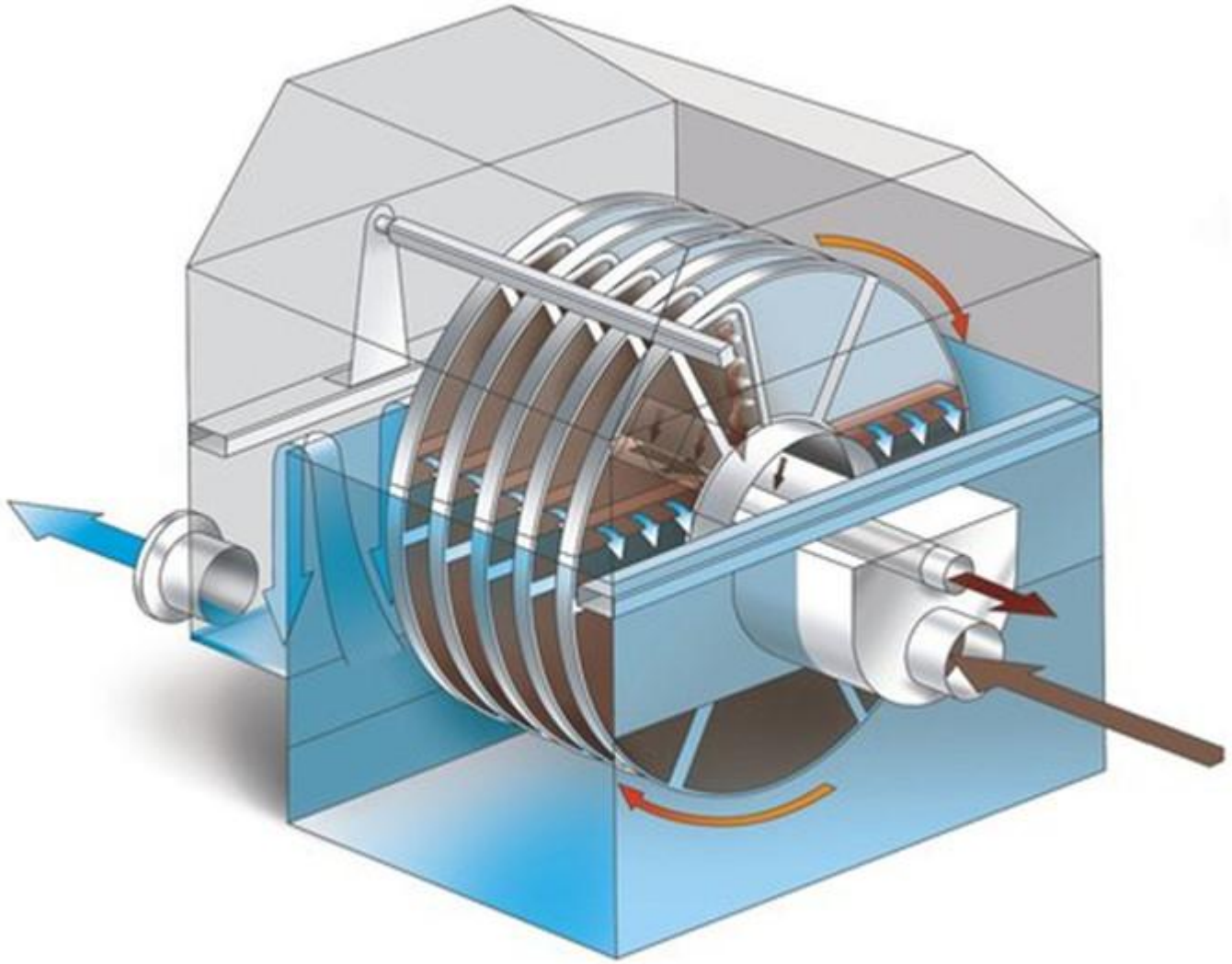
الاسس التصميمية طبقا للكود المصري

- معدل التحميل = ١٢٠ – ١٨٠ م٣/م٢/يوم
- سرعة دخول المياه الى المرشحات = ٠.٥ – ٠.٧ م/ث
- سرعة المياه داخل قنوات أو مواسير التصريف للمياه المرشحة لا تزيد عن ٠.٦ م/ث
- سمك طبقة الرمل المستخدمة = ٠.٥ – ٠.٧ م
- القطر الفعال للرمل المستخدم = ٠.٦ – ٠.٧ مم
- معامل انتظام الرمل المستخدم = ١.٣٥ – ١.٥
- سمك طبقة الزلط المستخدم = ٠.٣ – ٠.٦ م
- المقاس الفعال للزلط = من ٣مم – ٥٠ مم (يتم فرده على ٤ طبقات متدرجة مثل: من ٣–٥مم ، من ٥ – ١٠مم ، من ١٠ – ٢٥مم ، من ٢٥ – ٥٠مم)
- ارتفاع طبقة الماء فوق الرمل = ١.٥ م
- مساحة المرشح الواحد = لا تتعدي ١٥٠ م٢
- معدل مياه الغسيل = ١٥ – ٣٥ م٣/م٢/س
- معدل هواء الغسيل = ٣٥ – ٧٥ م٣/م٢/س

مرحلة المعالجة الثلاثية

Micro Screens

٢. المصافي الدقيقة



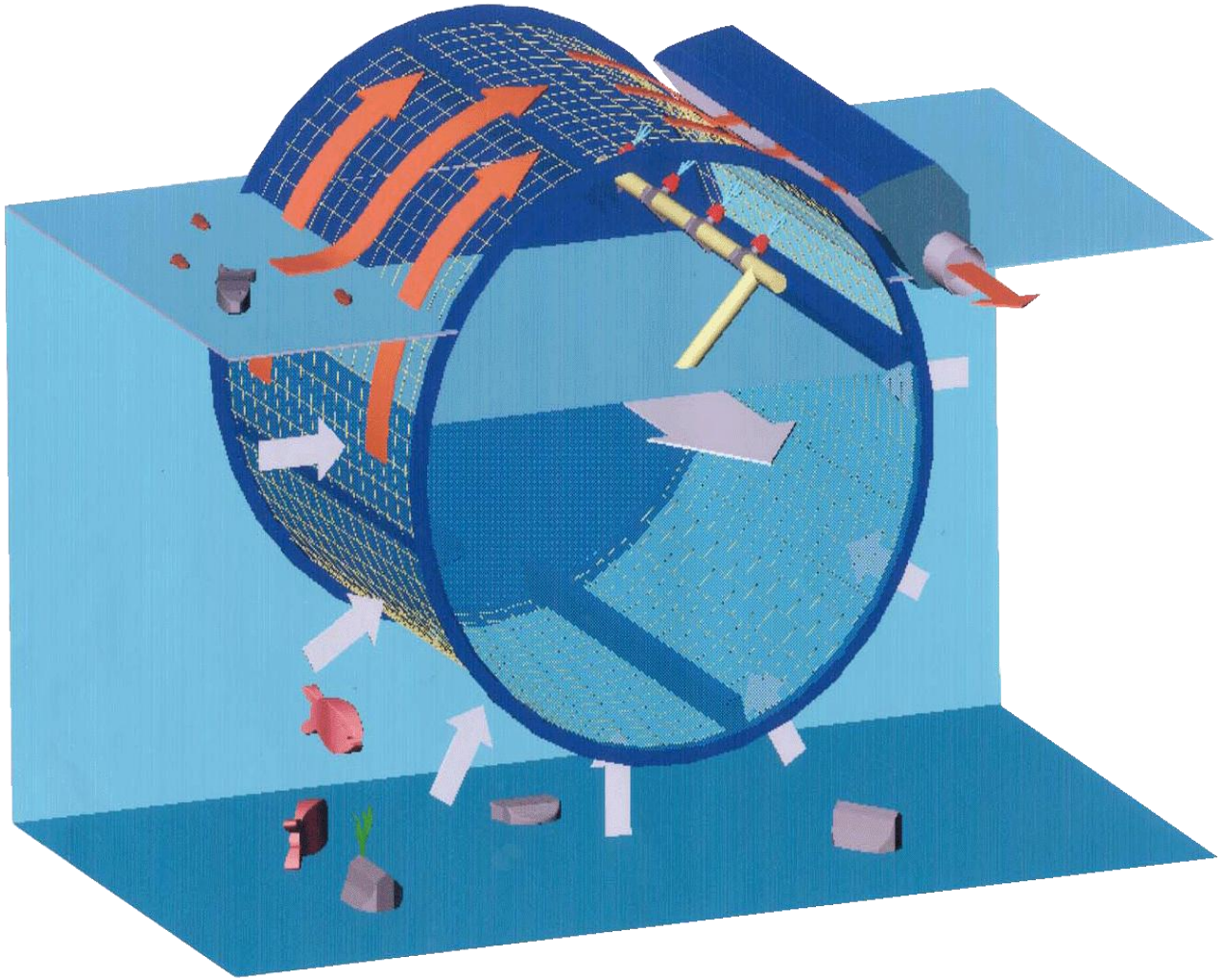
a) Disk Strainer

- هي مصافي دقيقة مقاسها أقل من ٥٠ ميكرون
- تستخدم لفصل المواد العالقة من مياه الصرف الخليطة اذا كانت الحبيبات خفيفة الوزن و يصعب ترسيبها بصورة طبيعية مثل المواد العالقة الناتجة عن صناعة الورق و الكرتون
- في حالة زيادة تركيز المواد العالقة ، يفضل أن يسبقها احدى طرق الفصل الاخرى سواء بالتعويم أو بالترسيب
- تستخدم في المعالجة الثلاثية كبديل للمرشحات

مرحلة المعالجة الثلاثية

Micro Screens

٢. المصافي الدقيقة



b) Drum Strainer

- هي مصافي دقيقة مقاسها أقل من ٥٠ ميكرون
- تستخدم لفصل المواد العالقة من مياه الصرف الخليطة اذا كانت الحبيبات خفيفة الوزن و يصعب ترسيبها بصورة طبيعية مثل المواد العالقة الناتجة عن صناعة دباغة الجلود
- في حالة زيادة تركيز المواد العالقة ، يفضل أن يسبقها احدى طرق الفصل الاخرى سواء بالتعويم أو بالترسيب
- تستخدم في المعالجة الثلاثية كبديل للمرشحات

مرحلة المعالجة الثلاثية

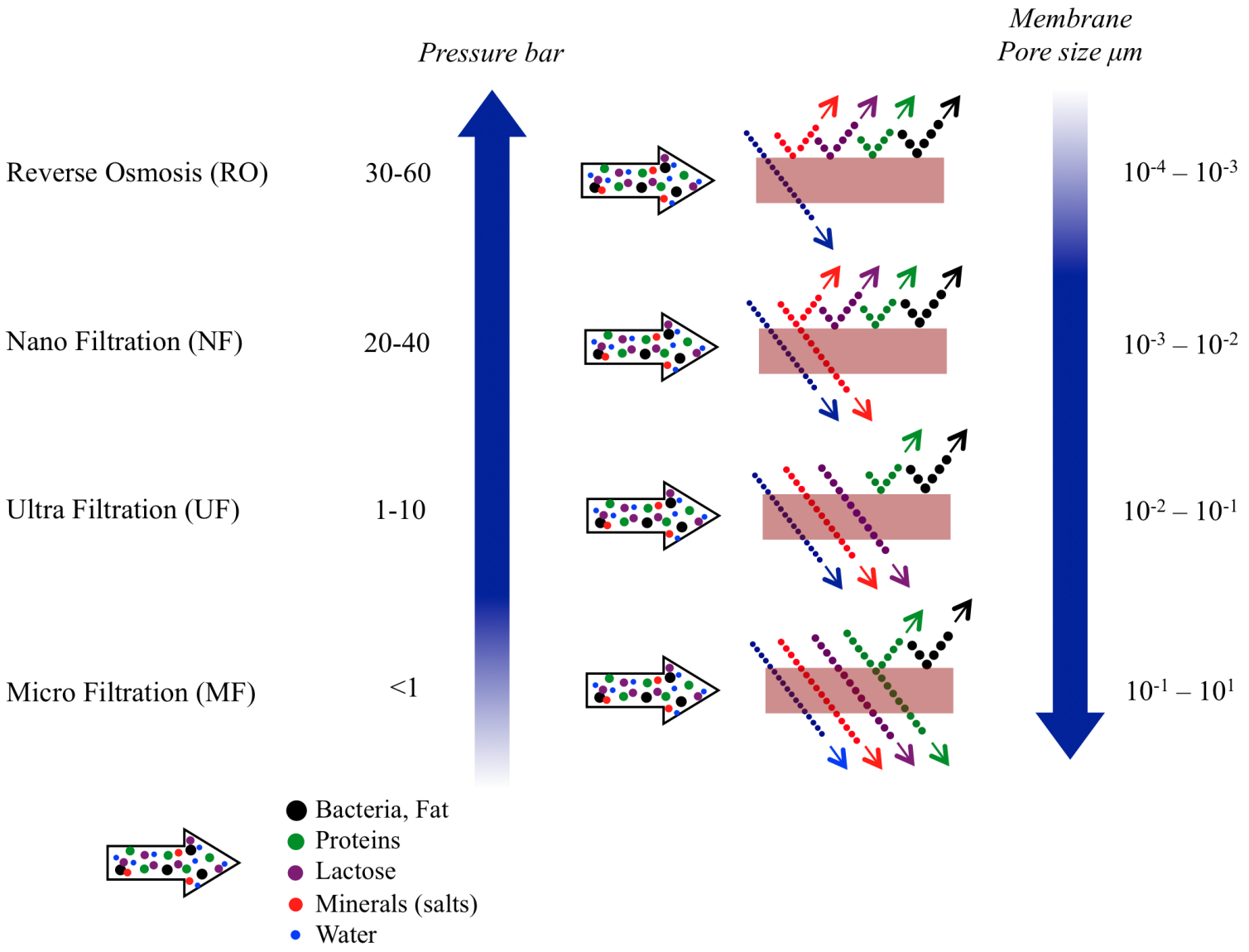
٣. المرشحات ذات الاغشية Membrane Filtration

- **يستخدم في ازالة المواد العالقة او النسبة المتبقية منها وكفاءة الازالة تصل الى ١٠٠% لذا يمكن استخدامه في حالة اعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في صناعات محددة**
- **يتميز أن مساحته صغيرة جدا مقارنة بالمرشحات الرملية**
- **يعيبه ارتفاع تكلفة التشغيل مقارنة بالمرشحات الرملية**
- **من انواعه:**

- الفلاتر الدقيقة Microfiltration (MF)
- الفلاتر الفائقة Ultrafiltration (UF)

Membrane Filtration ٣. المرشحات ذات الاغشية

مرحلة المعالجة الثلاثية

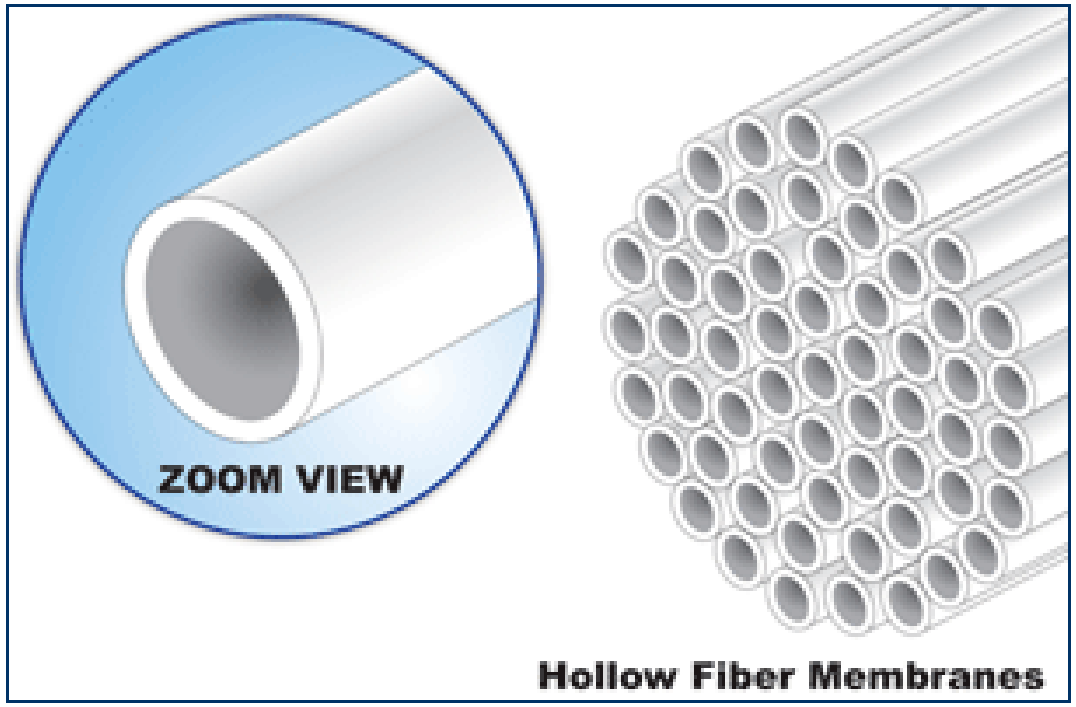


مقارنة بين أنواع المرشحات ذات الأغشية

٣. المرشحات ذات الاغشية

الشكل الهندسي للمرشحات ذات الاغشية MF

Hollow fiber membranes



٣. المرشحات ذات الاغشية

Types of MF

Pressure Vessel MF

Submerged Vacuum MF

مرحلة المعالجة الثلاثية

٣. المرشحات ذات الاغشية

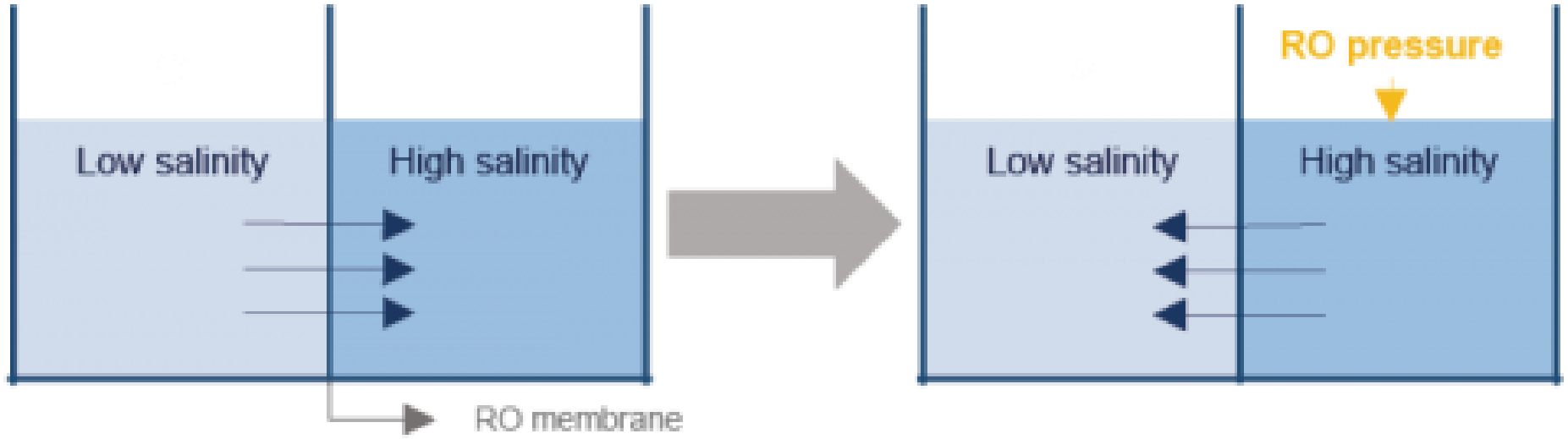
Design Criteria for MF

Parameter	Range of values	Comment
Permeate flux		
Pressurized	30–170 $L/m^2 \cdot h$	
Vacuum	25–75 $L/m^2 \cdot h$	
Transmembrane pressure (TMP)		
Pressurized	20–100 kPa	
Vacuum	−7 to −80 kPa	
Area of membrane/module	8–70 m^2/module	
Modules/rack	2–300	
Module dimensions		
Diameter	100–300 mm	
Length	1–6 m	
Filter run duration	30−90 min	
Backwash		
Duration	1–5 min	
Pressure	35–350 kPa	
Flow rate	6 $L/min/m^2$	
Time between chemical cleaning	5–180 d	30−180 d common

RO Mechanism

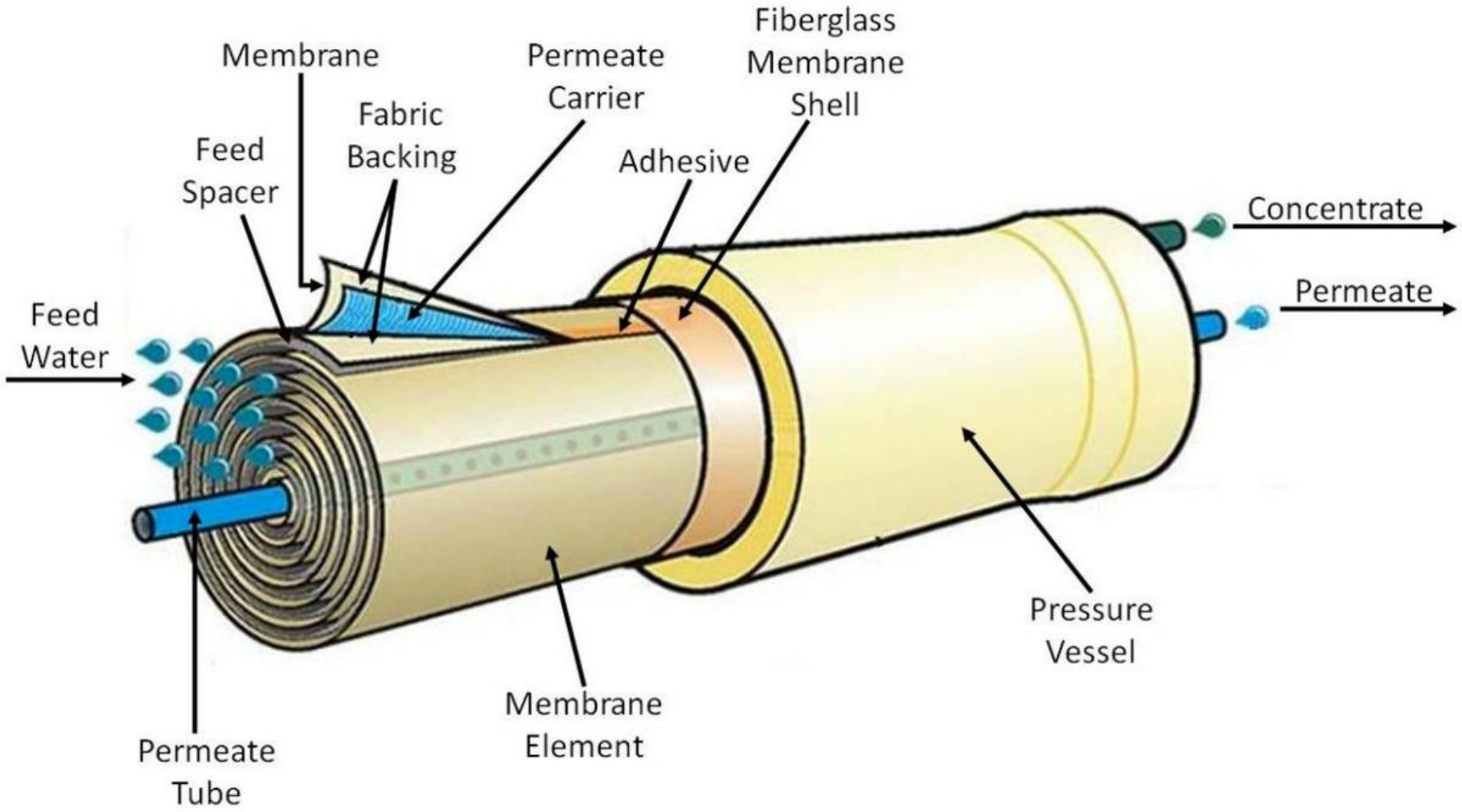
٤. عمليات التناضح العكسي لازالة الاملاح الذائبة

مرحلة المعالجة الثلاثية



RO - Module

مرحلة المعالجة الثلاثية



The Spiral-Wound Membrane

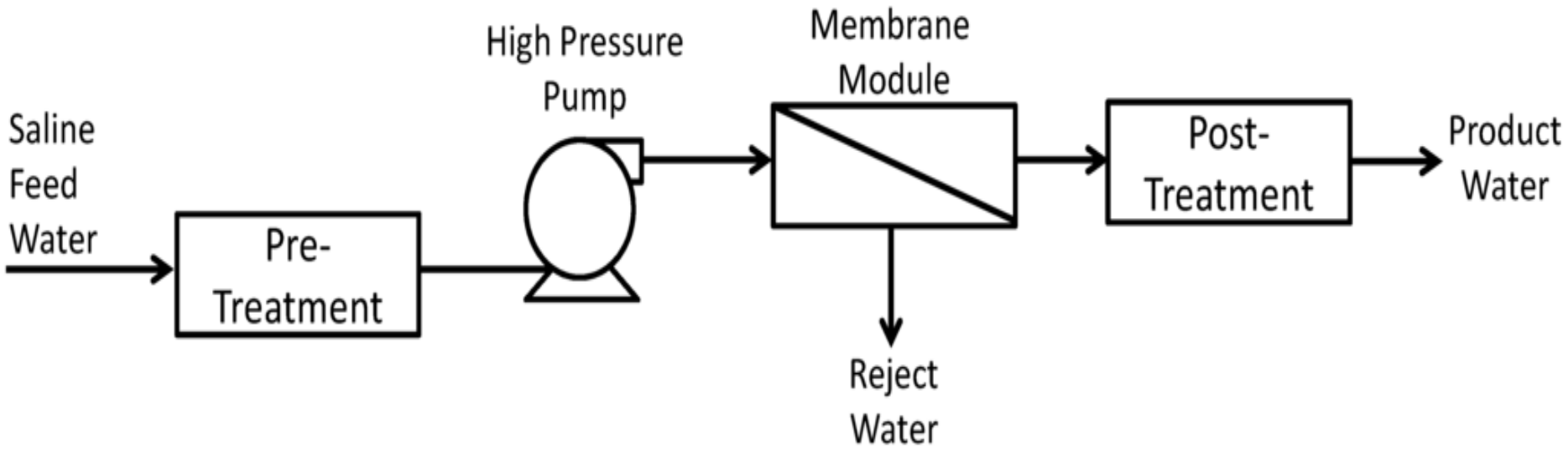
RO- Plant

مرحلة المعالجة الثلاثية

RO Practice

مرحلة المعالجة الثلاثية

1- Process Description:

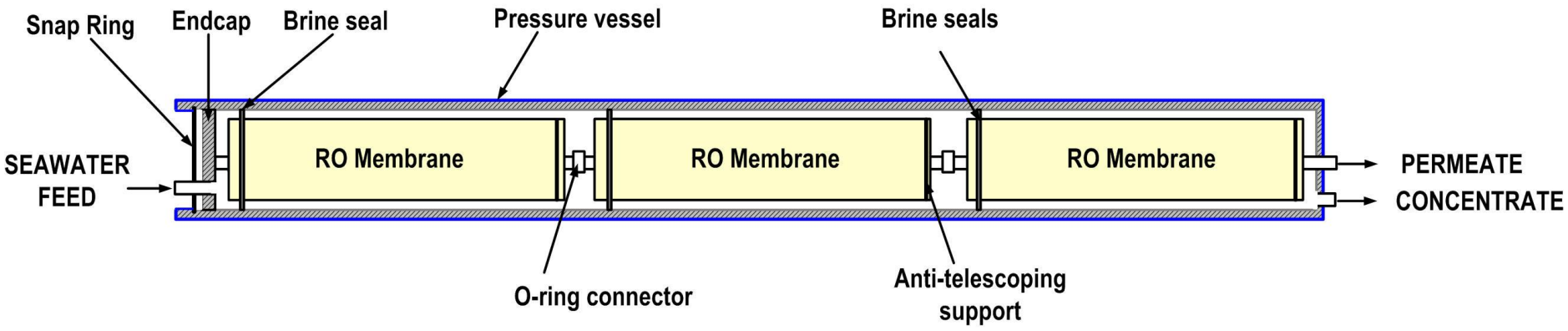


RO Practice

مرحلة المعالجة الثلاثية

2- Arrangement of Membrane Modules:

- The smallest physical unit of production capacity is the *membrane element.*
- The membrane elements are enclosed in pressure vessels



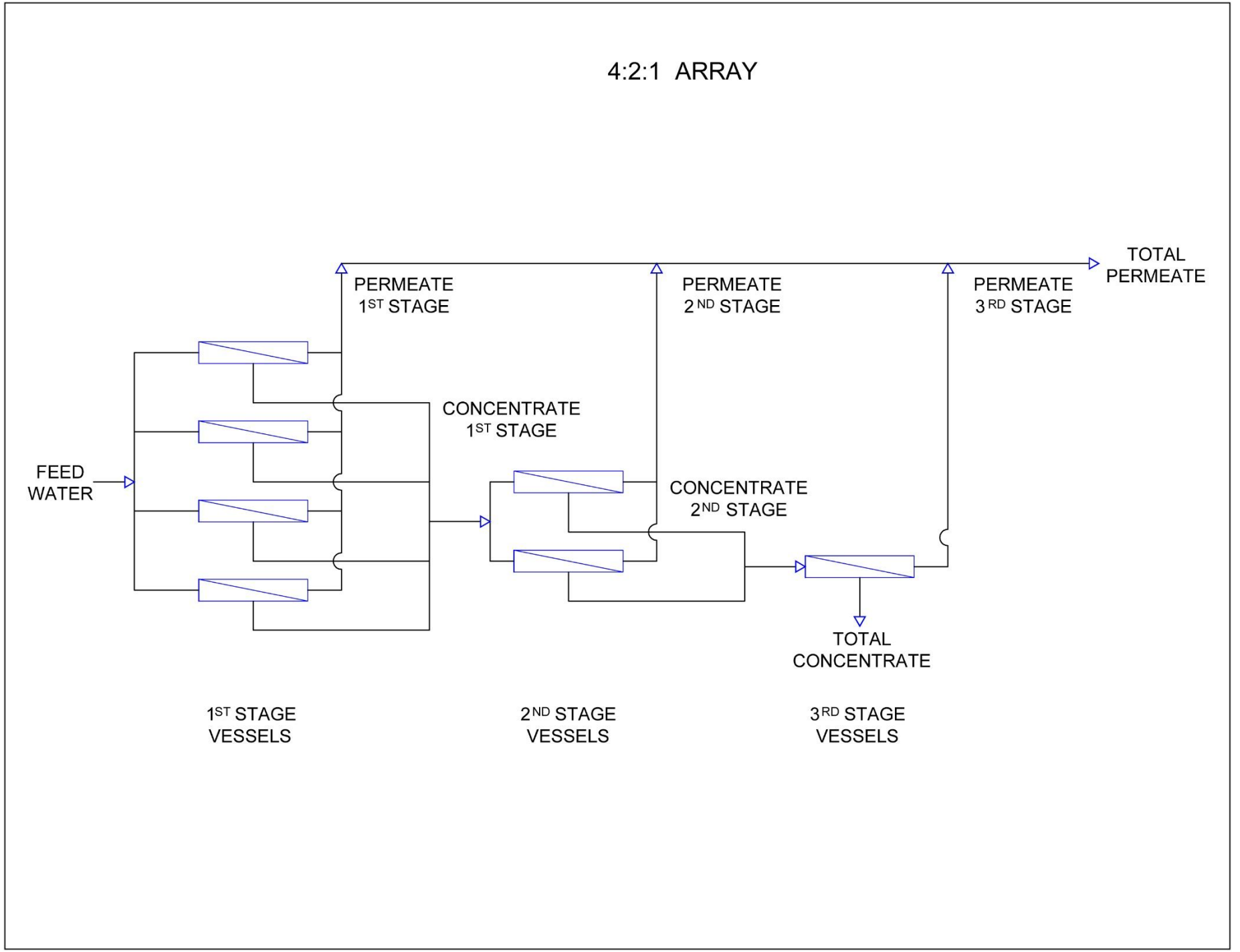
RO Practice

مرحلة المعالجة الثلاثية

2- Arrangement of Membrane Modules:

- A group of pressure vessels operating in parallel is called a *stage.*
- The arrangement of one or more stages is called an *array.*
- In a multistage process the stages are arranged in series. The number of pressure vessels decreases in each succeeding stage to maintain the water velocity in the feed channel as permeate is extracted.

مرحلة المعالجة الثلاثية



RO Practice

مرحلة المعالجة الثلاثية

3- Pretreatment Process:

a. pH adjustment

b. Filtration (granular or membrane):

- to remove particulate matter that will clog the feed channels or accumulate on the membrane surface
- The turbidity of feeding water to RO unit shouldn't exceed 1 NTU

c. Disinfection: to prevent biological fouling

- Chlorine solutions may be used for CA membranes
- ultraviolet irradiation, or chlorination followed by dechlorination are used for PA membranes

RO Practice

مرحلة المعالجة الثلاثية

4- Post-treatment Process:

a. Gas stripping (H_2S and CO_2)

b. pH adjustment

c. Remineralization

d. Post-chlorination

RO Practice

مرحلة المعالجة الثلاثية

5- Concentrate Stream (reject):

- The concentrate stream is under high pressure as it leaves the RO unit.
- Energy recovery systems are often used in reducing the pressure.
- Disposal methods include discharge to :
  - the municipal sewer system,
  - ocean discharge,
  - deep well injection.
  - In warm, dry climates evaporation ponds may be appropriate

RO Process Design

مرحلة المعالجة الثلاثية

1- Membrane Array Design:

According to the required recovery ratio (RR):

- One stage: RR< 50%.
- Two stages: RR = 50% - 75%.
- Three stages: RR up to 90%.

مرحلة المعالجة الثلاثية

٥. عمليات ازالة مركبات النتروجين

- مركبات النتروجين في مياه الصرف الصحي تكون على الأشكال التالية:

TKN = Organic N + Ammonia

TN = TKN + NO2 + NO3

Organic N = amino acids + amino sugars + proteins

- يتواجد النتروجين العضوي من ضمن المركبات العضوية التي تتحلل هوائيا و تتحول الى أمونيا ، و التي بدورها اذا توافرت الظروف تتحول الى نيتريت ثم الى نترات ، و النترات بدورها اذا توافرت لها الظروف تتحول الى النتروجين في النهاية. و في جيمع الأحوال في جميع مركبات النتروجين غير مرغوب في تواجدها بمياه الصرف المعالجة قبل التخلص منها في البيئة البحرية أو اعادة استخدامها.

مرحلة المعالجة الثلاثية

٥. عمليات ازالة مركبات النتروجين

١) طرق الاكسدة الكيميائية بالمواد المؤكسدة (الكلور):

- و يتم فيها أكسدة الامونيا بواسطة الكلور و تتحول الى غاز الكلور
- تتميز هذه الطريقة أنه يتم أكسدة جميع الامونيا بنسبة ١٠٠%
- يعيب استخدام هذه الطريقة أن اكسدة الامونيا بالكلور يصاحبه ارتفاع تركيز HCL الذي يتفاعل مع القلوية و يزيد تركيز TDS في المياه ، كما ينتج مركبات اخرى غير مرغوب فيها قد تسبب نمو الخلايا السرطانية
- نادرا ما يستخدم ازالة الامنيا من خلال الاكسدة الكيميائية ، و غالبا ما يتم ازلتها بيولوجيا

٢) طرق المعالجة البيولوجية

مرحلة المعالجة الثلاثية

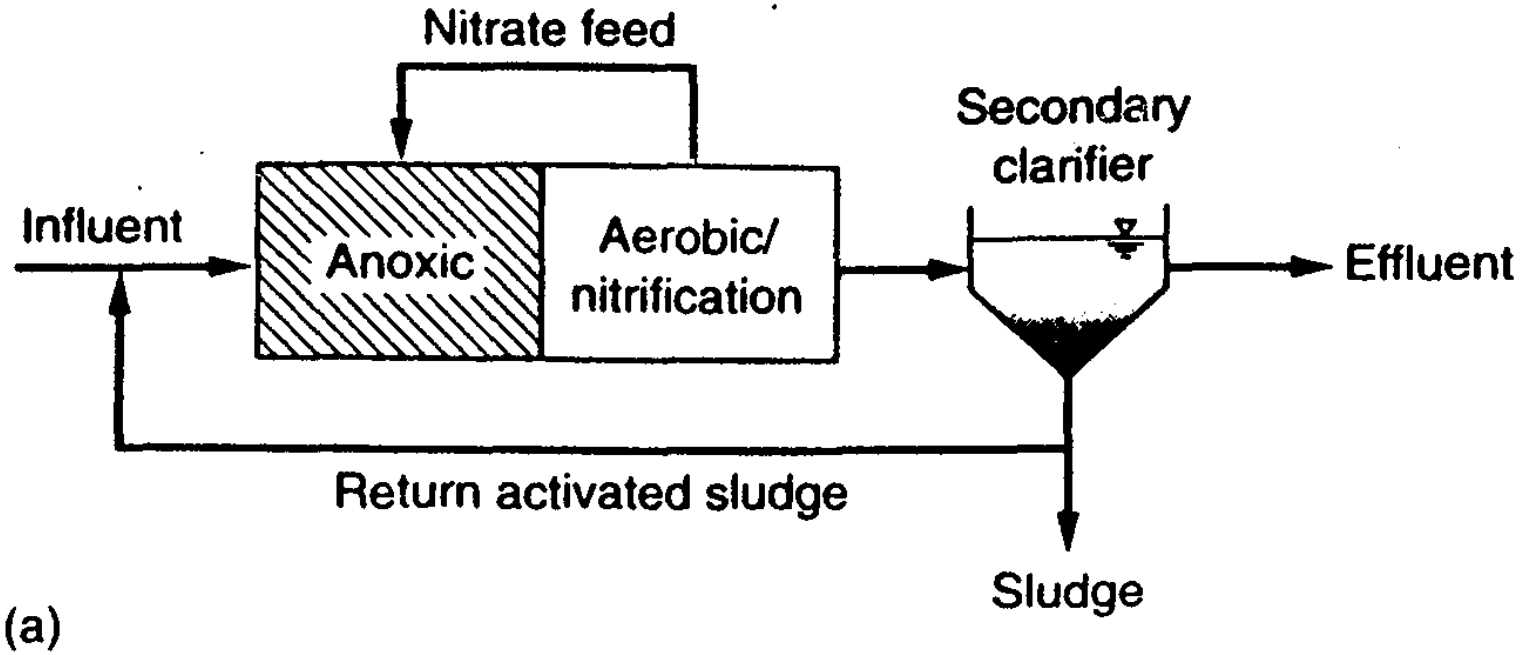
٥. عمليات ازالة مركبات النتروجين

٢) طرق المعالجة البيولوجية

و يتم ازالة مركبات النتروجين من مياه الصرف الصحي من خلال ثلاث عمليات كما يلي:

أ) الطريقة الاولى: Pre-anoxic

و هي الطريقة الاكثر شيوعا و استخداما لمياه الصرف الصحي التي يكون فيها نسبة تركيز المواد العضوية الى النتروجين عالية تكفي لاتمام معالجة النتروجين



Note : Power required for mixing in the anoxic zone = 8 – 13 Kw / 1000 m3 volume

مرحلة المعالجة الثلاثية

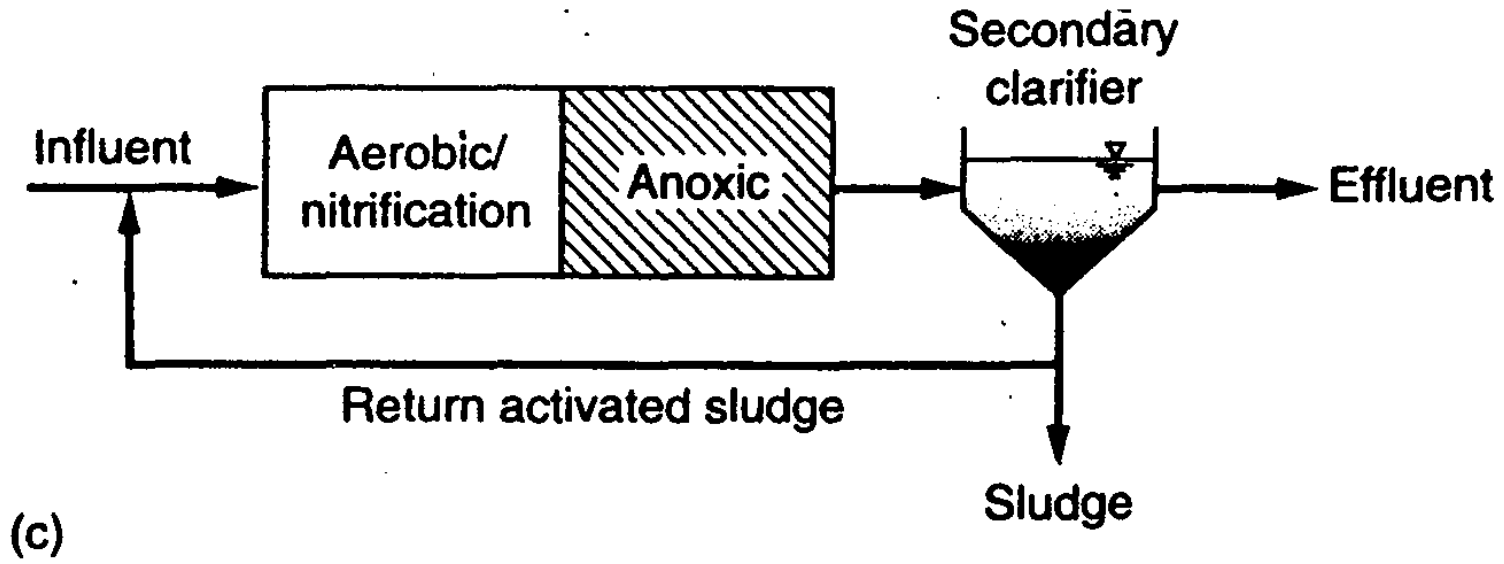
٥. عمليات ازالة النتروجين

٢) طرق المعالجة البيولوجية

و يتم ازالة مركبات النتروجين من مياه الصرف الصحي من خلال ثلاث عمليات كما يلي:

ب) الطريقة الثانية : Post-anoxic

و هذه الطريقة أضعف في المعدل من الطريقة الاولى و تحتاج لوقت طويل جدا لذا لا تستخدم



Note : Power required for mixing in the anoxic zone = 8 – 13 Kw / 1000 m3 volume

مرحلة المعالجة الثلاثية

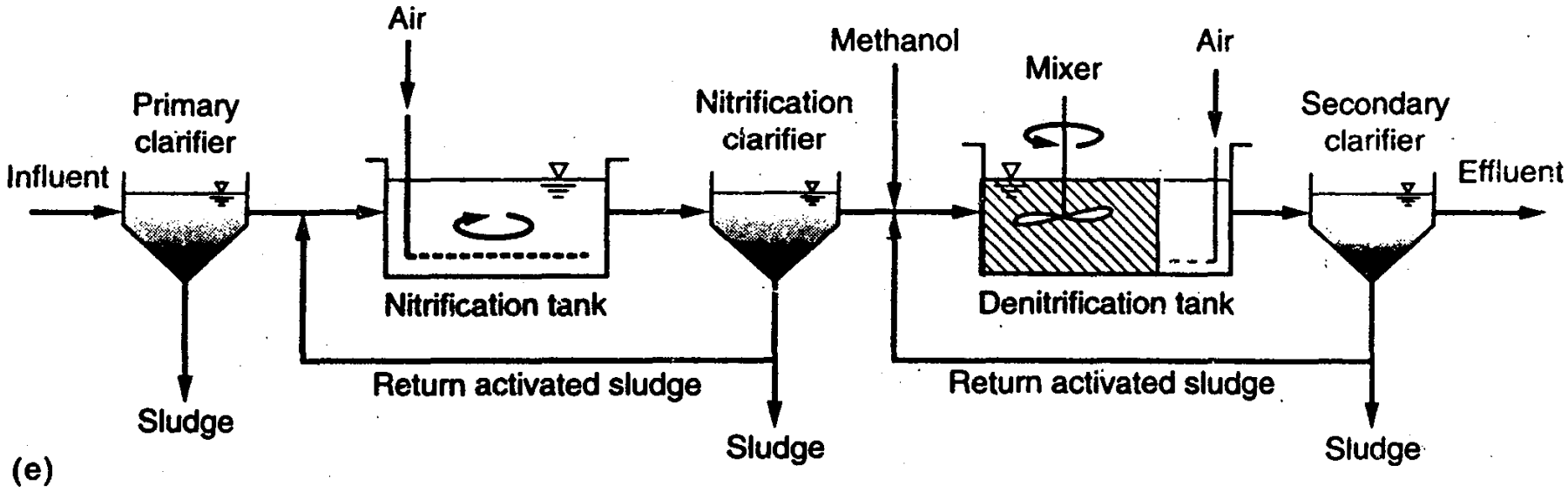
٥. عمليات ازالة النتروجين

٢) طرق المعالجة البيولوجية

و يتم ازالة مركبات النتروجين من مياه الصرف الصحي من خلال ثلاث عمليات كما يلي:

ب) الطريقة الثالثة: Two sludge (Nitrification – Denitrification)

و هذه الطريقة تستخدم غالبا في حالة الصرف الصناعي عندما يكون العنصر الغالب في مياه الصرف هو الامونيا بينما تركيز المواد العضوية قليل جدا ، حيث نلجأ لاضافة غذاء من الخارج من الميثانول



Note : Power required for mixing in the anoxic zone = 8 – 13 Kw / 1000 m3 volume

مرحلة المعالجة الثلاثية

٦. عمليات ازالة الفوسفات

يتواجد الفوسفور في مياه الصرف الصحي او الصناعي في ثلاث هيئات:

- Orthophosphate: مركبات مثل $PO_4 - HPO_4 - H_2PO_4 - H_3PO_4$
- Polyphosphate: نفس تركيب المركبات اعلاه مع ذرتين فوسفور ، و عند تحللها تتحول الى اورثوفوسفات
- Organic-phosphate: الفوسفات العضوي نادرا ما يتواجد في مياه الصرف الصحي ، و لكنه قد يتواجد في الصرف الصناعي.

يمكن ازالة الفوسفات (PO_4) من مياه الصرف الصناعي أو الخليط بالطرق التالية:

١) الترسيب الكيميائي Chemical Precipitation
٢) بالمعالجة البيولوجية Biological Treatment

مرحلة المعالجة الثلاثية

٦. عمليات ازالة الفوسفات

١) ازالة الفوسفات بالترسيب الكيميائي

- يمكن ازالة الفوسفات من مياه الصرف الصحي أو الصناعي بالترسيب الكيميائي ، و يتم ازالتها بالتبعية مع ازالة المواد العالقة أو الغروية بالترسيب الكيميائي
- يتم ذلك باستخدام المواد المروبة مثل (الشبة أو كلوريد الحديديك) أو الجير ، و يمكن اضافة بوليمر كمساعد و محسن لعملية الترويب
- يفضل استخدام الشبة أو كلوريد الحديديك عن الجير ، لأن الاخير عند تفاعله مع القلوية و الفوسفات يكون التفاعل معقد و يلزم ضبط قيمة الاس الهيدروجيني

Phosphate precipitation with aluminum:

$$Al^{3+} + H_nPO_4^{3-n} \leftrightarrow AlPO_4 + nH^+$$

Phosphate precipitation with iron:

$$Fe^{3+} + H_nPO_4^{3-n} \leftrightarrow FePO_4 + nH^+$$

مرحلة المعالجة الثلاثية

٦. عمليات ازالة الفوسفات

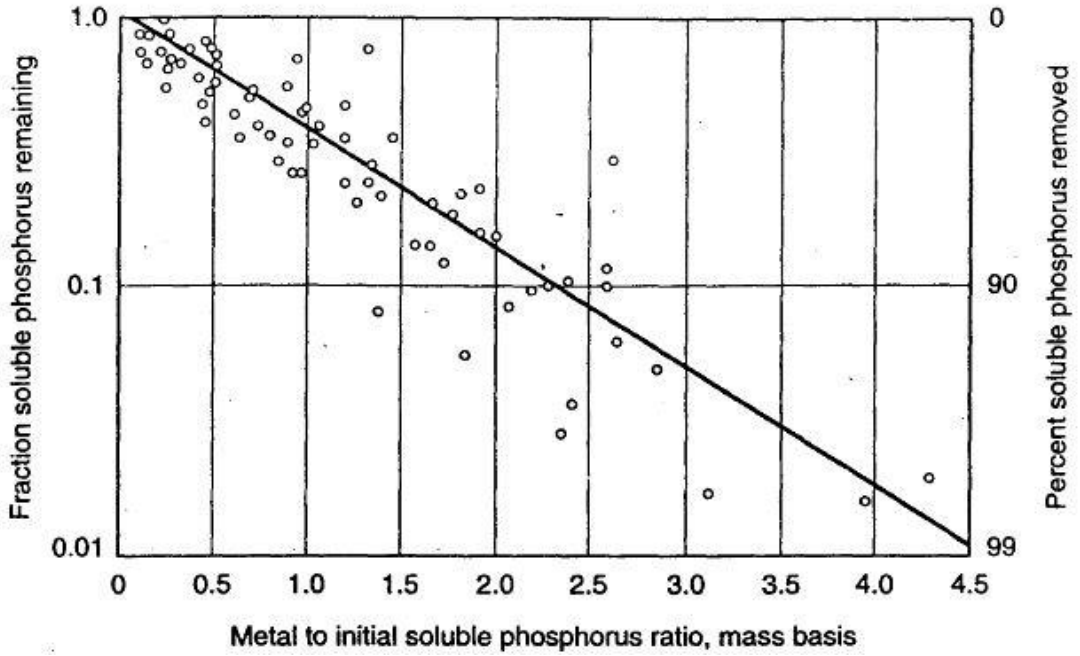
١) ازالة الفوسفات بالترسيب الكيميائي

Table 6–6
Typical alum dosage requirements for various levels of phosphorus removal[a]

Phosphorus reduction, %	Mole ratio, Al:P	
	Range	Typical
75	1.25:1–1.5:1	1.4:1
85	1.6:1–1.9:1	1.7:1
95	2.1:1–2.6:1	2.3:1

[a]Developed in part from U.S. EPA (1976).

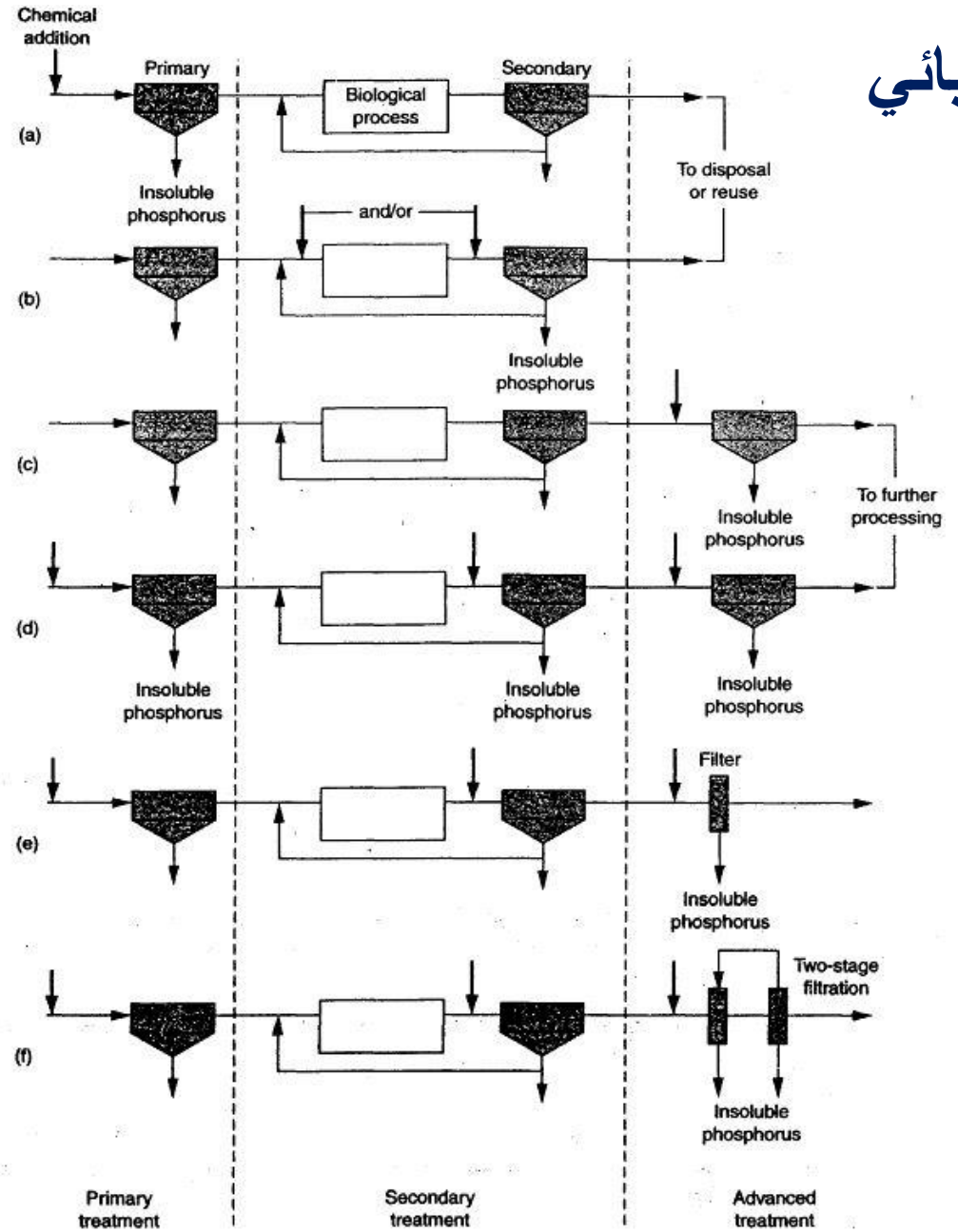
Figure 6–14
Soluble phosphorus removal by ferric chloride addition.



مرحلة المعالجة الثلاثية

٦. عمليات ازالة الفوسفات

١) ازالة الفوسفات بالترسيب الكيميائي



- المراحل المختلفة التي يمكن فيها ازالة الفوسفات و اضافة المادة المروبة :

أ) قبل حوض الترسيب الابتدائي ، و تخرج الفوسفات المترسبة مع الحمأة الابتدائي

ب) قبل أو بعد حوض التهوية ، و تخرج الفوسفات المترسبة مع الحمأة الزائدة من حوض الترسيب النهائي

ج) قبل مرحلة المعالجة الثلاثية ، حيث يستخدم حوض ترسيب مخصوص أو يتم الازالة في المرشحات

مرحلة المعالجة الثلاثية

٦. عمليات ازالة الفوسفات

١) ازالة الفوسفات بالترسيب الكيميائي

مميزات و عيوب المراحل المختلفة التي يمكن فيها ازالة الفوسفات و اضافة المادة المروبة :

Level of treatment	Advantages	Disadvantages
Primary	Applicable to most plants; increased BOD and suspended solids removal; lowest degree of metal leakage; lime recovery demonstrated	Least efficient use of metal; polymer may be required for flocculation; sludge more difficult to dewater than primary sludge
Secondary	Lowest cost; lower chemical dosage than primary; improved stability of activated sludge; polymer not required	Overdose of metal may cause low pH toxicity; with low-alkalinity wastewaters, a pH control system may be necessary; cannot use lime because of excessive pH; inert solids added to activated-sludge mixed liquor, reducing the percentage of volatile solids
Advanced—precipitation	Lowest phosphorus effluent; most efficient metal use; lime recovery demonstrated	Highest capital cost; highest metal leakage
Advanced—single- and two-stage filtration	Low cost can be combined with the removal of residual suspended solids	Length of filter run may be reduced with single-stage filtration. Additional expense with two-stage filtration process

[a] Adapted from U.S. EPA (1976).

مرحلة المعالجة الثلاثية

٦. عمليات ازالة الفوسفات

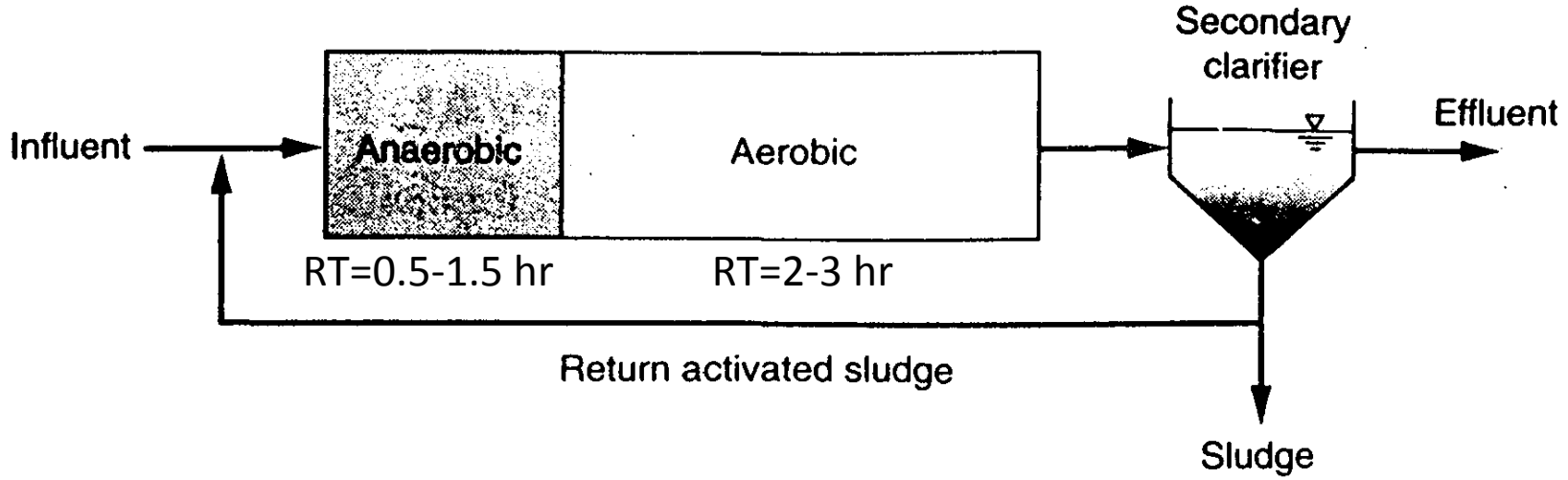
٢) ازالة الفوسفات بالمعالجة البيولوجية Biological Phosphorus Removal

يمكن ازالة الفوسفات من مياه الصرف الصحي أو الصناعي مع المعالجة البيولوجية للمواد العضوية بطريقتين كما يلي:

الطريقة الاولى: (تقسيم حوض المعالجة الى لاهوائية / هوائية) Phoredox (A/O)

- و تستخدم هذه الطريقة اذا كان تركيز الامونيا قليل ولا يلزم عمل ازالة لها مع الفوسفات ، ويكون عمر البكتريا في نظام المعالجة صغير في حدود من ٢ الى ٥ يوم لمنع نمو بكتريا النيترة

SRT values range from 2 to 3 d at 20°C and 4 to 5 d at 10°C



(a)

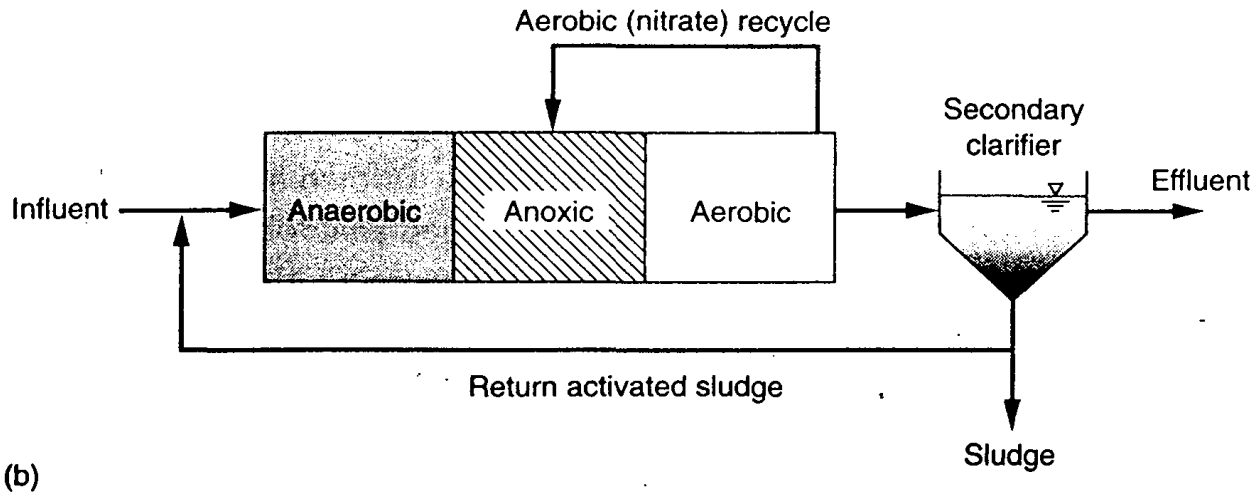
مرحلة المعالجة الثلاثية

٦. عمليات ازالة الفوسفات

٢) ازالة الفوسفات بالمعالجة البيولوجية Biological Phosphorus Removal

الطريقة الثانية: (تقسيم حوض المعالجة الى لاهوائية / هوائي متحد / هوائية) (A^2/O)

- و تستخدم هذه الطريقة اذا كان تركيز الامونيا عالي ويلزم عمل ازالة لها مع الفوسفات ، و لكن يجب ملاحظة أن عمل النيترة ينتج عنه زيادة تركيز النترات ، و التي لا يجوز ارجعها الى المنطقة اللاهوائية لان البكتريا اللاهوائية سوف تستخدم النترات في أكسدة المواد العضوية ، و يتبقى جزء صغير قد لايكفي استكمال المعالجة اللاهوائية حتى يتم استهلاك الفوسفات مما يستلزم اضافة غذاء من خارج النظام ، لذا يتم ارجاع الخارج من المنطقة الهوائية الى الهوائية المتحدة حتى يتم التخلص من النترات بعد التخلص من الفوسفات



مرحلة المعالجة الثلاثية

٦. عمليات ازالة الفوسفات

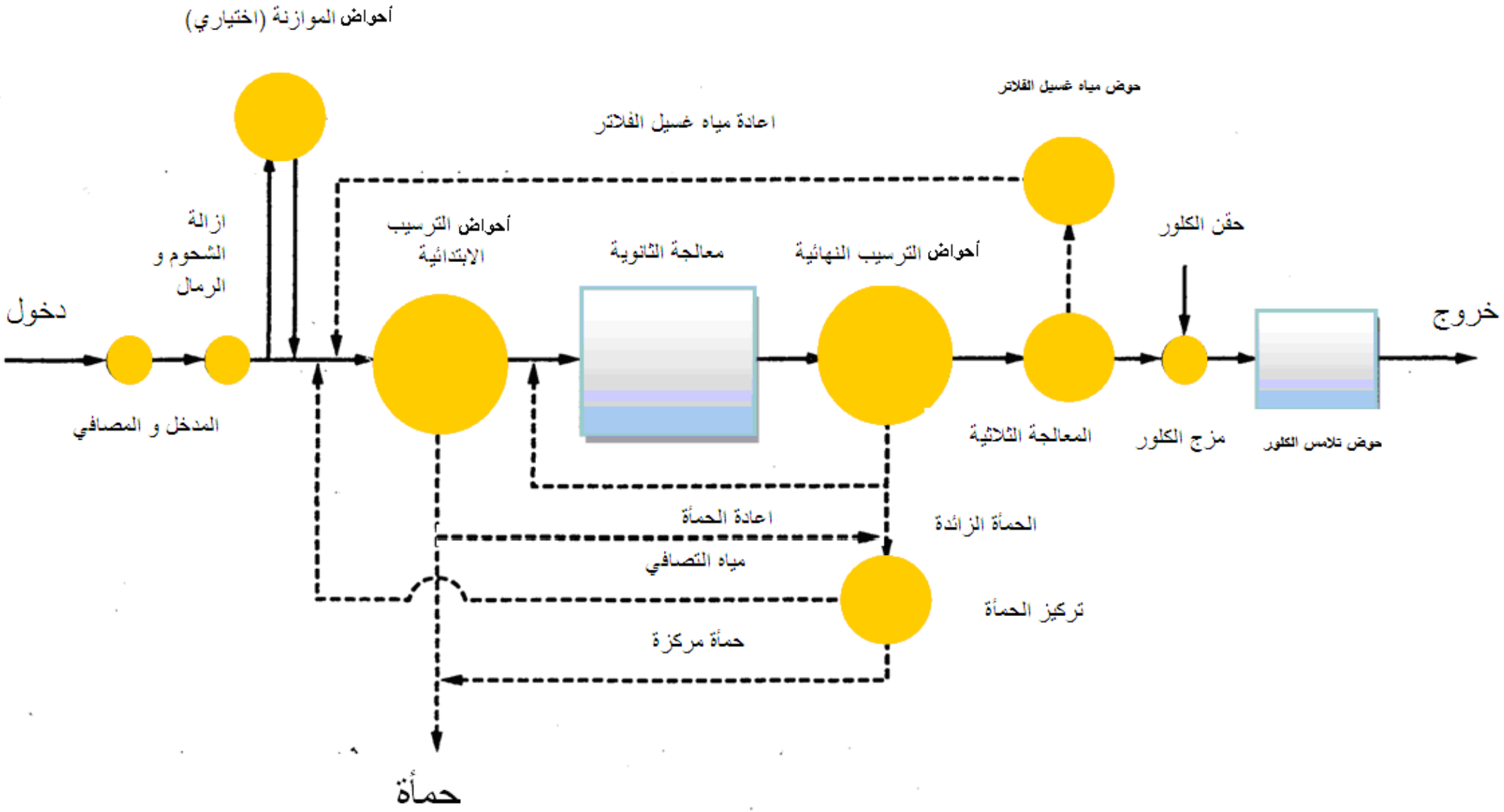
٢) ازالة الفوسفات بالمعالجة البيولوجية Biological Phosphorus Removal

Table 8–26
Typical design parameters for commonly used biological phosphorus-removal processes[a]

Design parameter/process	SRT, d	MLSS, mg/L	τ, h			RAS, % of influent	Internal recycle, % of influent
			Anaerobic zone	Anoxic zone	Aerobic zone		
A/O	2–5	3000–4000	0.5–1.5	—	1–3	25–100	
A^2/O	5–25	3000–4000	0.5–1.5	0.5–1	4–8	25–100	100–400

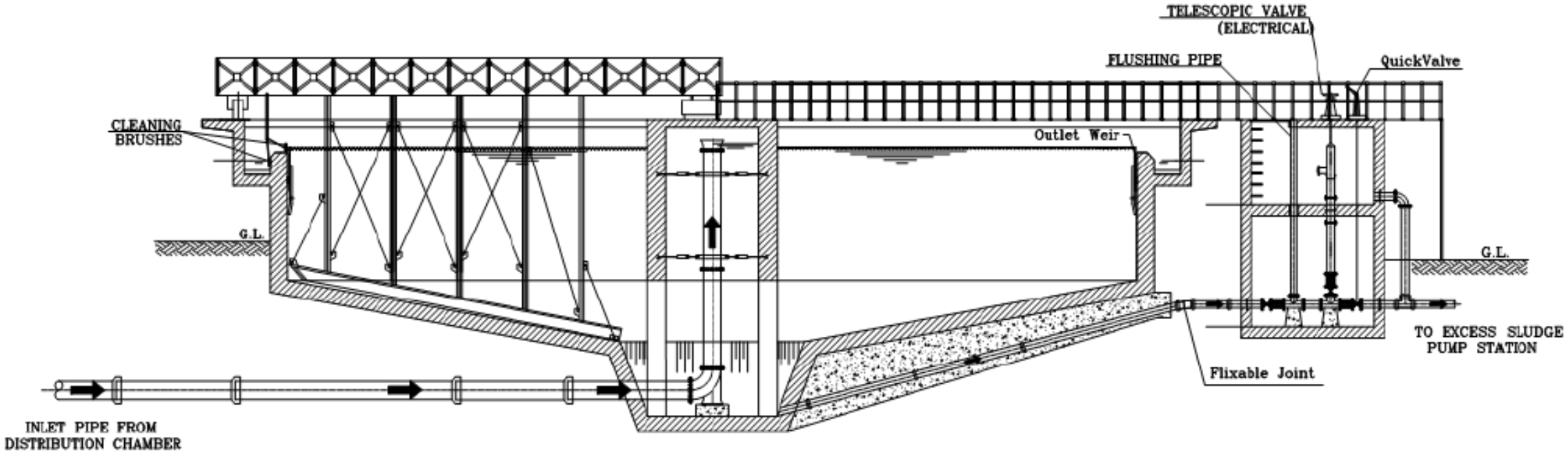
خامسا: عمليات معالجة الحمأة

مصادر الحمأة و خواصها



١. الحمأة الناتجة عن أحواض الترسيب الابتدائي

يتراوح تركيز المواد الصلبة الجافة بها من ١% – ٤% ولونها عادة رمادي ولها رائحة غير مقبولة.



٢. الحمأة الناتجة عن أحواض الترسيب النهائي

المرشحات البيولوجية

يتراوح تركيز المواد الصلبة الجافة بها من ١-٣% وهي عبارة عن ندف يميل لونها الى البني وليس لها رائحة نفاذه نسبياً.

الحمأة المنشطة

يتراوح تركيز المواد الصلبه الجافة بها من ٠,٥ – ١,٥٠% وهي عبارة عن ندف لونها بني مسود وليس لها رائحة اما عند تحولها الى الحالة اللاهوائية تكون لونها قاتم.

طرق معالجة الحمأة

والغرض من معالجة الحمأة هو التخلص من نسبة كبيرة من مياهها مع تثبيت المواد العضوية وهناك طريقتين شائعتين لمعالجة الحمأة قبل التخلص منها.

١. تركيز الحمأة

ويعرف تركيز الحمأة بأنه فصل نسبة من المياه وبالتالى تجميع وتركيز المواد الصلبة فى الكميه الباقيه من المياه وبالتالى الاقلال من حجم الحمأة ولا يتضمن ذلك معالجة للحمأة.

٢. تثبيت الحمأة

فى هذه الطريقة يتم تثبيت المواد العضوية الموجودة بالحمأة عن طريق الأكسدة هوائياً أو لاهوائياً وبالتالي يمكن القضاء على نسبة كبيرة من الكائنات الحيه الدقيقة المسببه للأمراض. وهناك طرق

٣. فصل المياه عن الحمأة

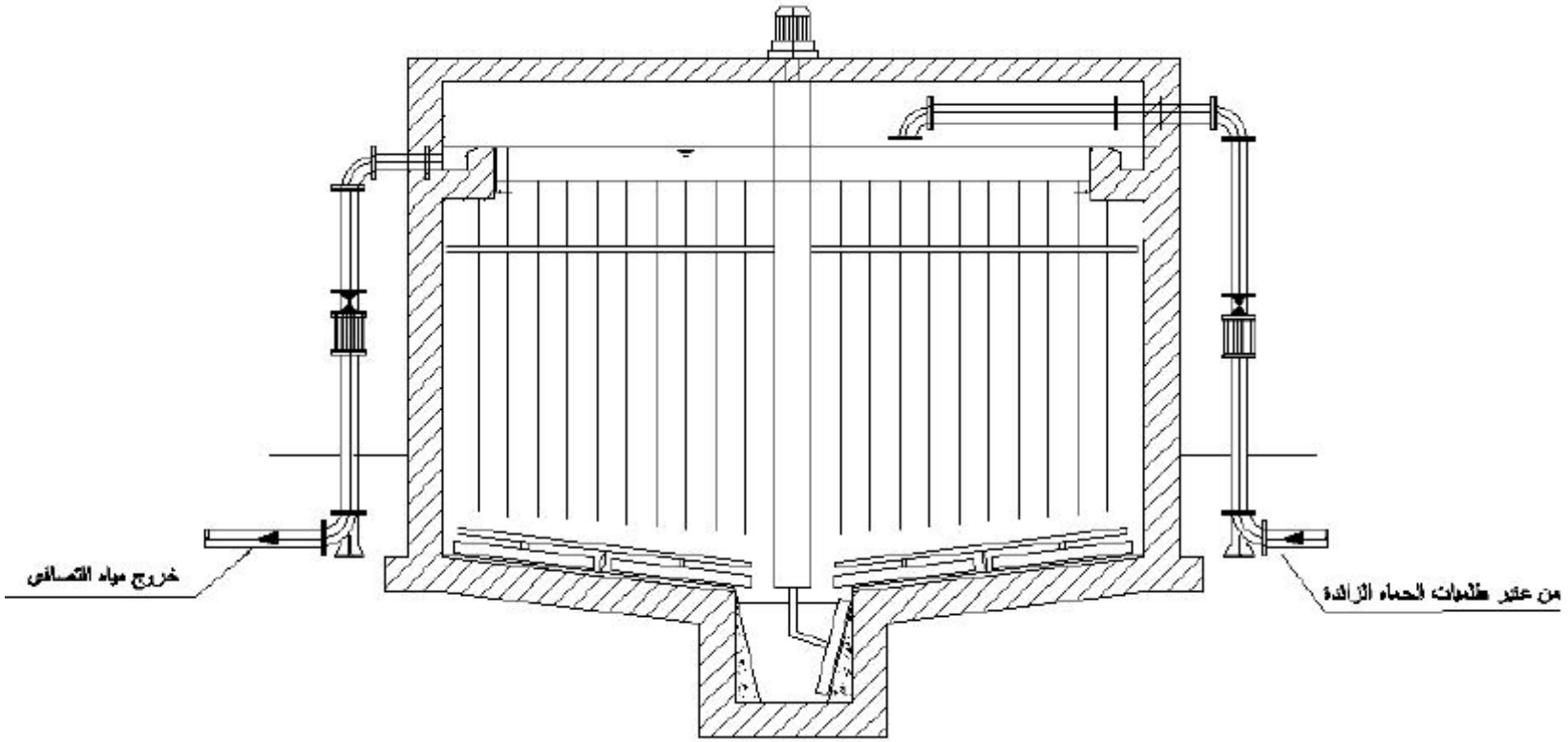
تحتوي الحمأة المعالجة سواء بالتركيز أو التثبيت على حوالي ٩٠% مياه ، ١٠% مواد صلبه جافة ولذلك يجب استخدام طرق أخري لفصل كميه أكبر من المياه مع زيادة تركيز المواد الصلبه بالحمأة

أولا: تركيز الحمأة

وهي عملية تهدف إلى إنقاص المحتوي المائي الموجود بالحمأة وزيادة تركيز المواد الصلبة بها مما يؤدي إلى إنقاص الحجم الكلي للحمأة قبل عملية التثبيت ونزح المياه منها وينتج عن ذلك نقص فى تكلفة عمليات التثبيت إن وجدت وفيما يلي إستعراض للطرق المستخدمة:-

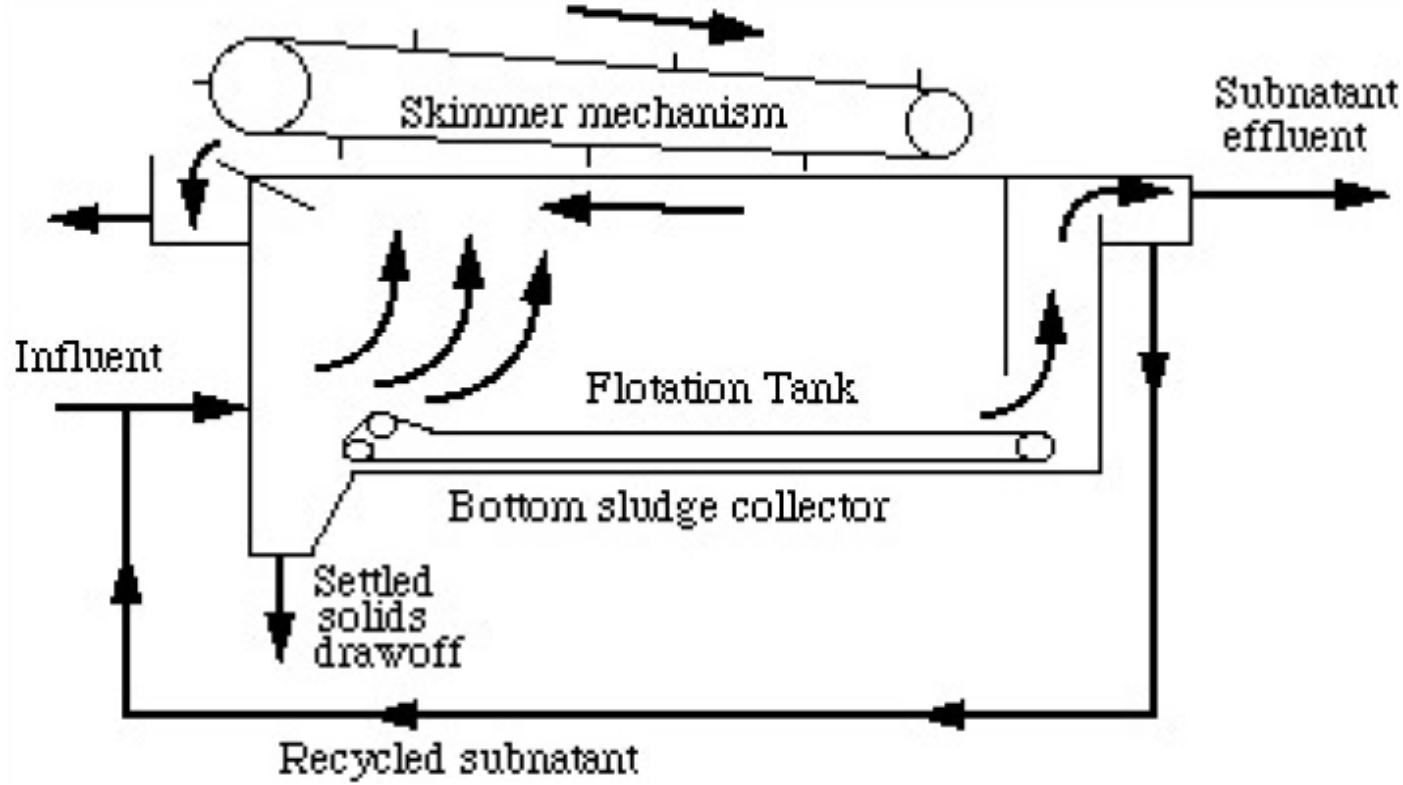
١. تركيز الحمأة بالجاذبية

وتغذي أحواض دائرية بالحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائي والنهائي فى مركز الحوض من أعلى ، وتخرج الحمأة المركزة من منتصف قاع الحوض الى حوض التجفيف أو المخمرات وتخرج المياه المفصولة (*Supernatant*) على هدارات حيث يتم تجميعها واعادتها الى مدخل عملية المعالجة.



٢. تركيز الحمأة بالتعويم

يتم تعويم جزئيات الحمأة باستخدام الهواء المضغوط ولنجاح هذه الطريقة والحصول على أحسن النتائج يجب إضافة الكيماويات المروبة والتى تعمل على تجميع حبيبات الحمأة وتعويمها الى سطح الحوض نتيجة تشبعها بالهواء وتكشط الحمأة الطافيه وتنتقل الى احواض تجفيف الحمأة أو المخمرات أو اى نظام أخر أما المياه المنفصلة عن الحمأة فتضخ الى مدخل عملية المعالجة.



ثانيا: تثبيت الحمأة

١. التثبيت اللاهوائي

وتعرف عمليه التخمر اللاهوائي بتثبيت المواد العضوية الموجودة بالحمأة فى غياب الأكسجين وتعتمد هذه الطريقة على البكتيريا المكونة للأحماض ، والبكتريا المكونه لغاز الميثان حيث تتغذي بكتريا الميثان على الاحماض العضوية مكونة غاز الميثان وغاز ثاني أكسيد الكربون وللتحكم فى عملية التخمر اللاهوائي يجب الموازنة بين شطري التفاعل والحفاظ على تركيز الأحماض العضوية وعدم تراكمها.

وتتم عملية التخمير اللاهوائى فى أحواض مغلقة تتم تغذيتها بالحمأة الناتجه عن أحواض الترسيب الابتدائي والنهائي او مركز الحمأة وتسحب الحمأة المثبته الى أحواض تجفيف الحمأة أو أى نظام أخر أما المياه الطافيه فتضخ الى مدخل أعمال المعالجة.

ثانيا: تثبيت الحمأة

٢. التثبيت الهوائي

وتعرف عمليه التثبيت الهوائي بتثبيت المواد العضوية الموجودة بالحمأة فى وجود الأكسجين والتثبيت الهوائي مشابه لعمليه معالجة المخلفات السائلة بطريقة الحمأة المنشطة حيث يتم أكسده المواد العضوية بواسطة البكتريا الهوائية التى تعتمد فى نشاطها على الأكسجين وينتج من هذا التفاعل (الأكسده) ثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء.

ويطبق عادة عند إستخدام نظام الحمأة المنشطة فى المعالجة البيولوجية فى محطات المعالجة الصغيرة (استخدام الحمأة المخلوطه من أحواض الترسيب الابتدائية والنهائية أو الحمأة الناتجة من احواض الترسيب النهائية فقط) ولكن يصعب استخدام هذا النظام لتخمير الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائية فقط ويستخدم فى عملية التخمير نظام تهوية مضغوط والشكل رقم

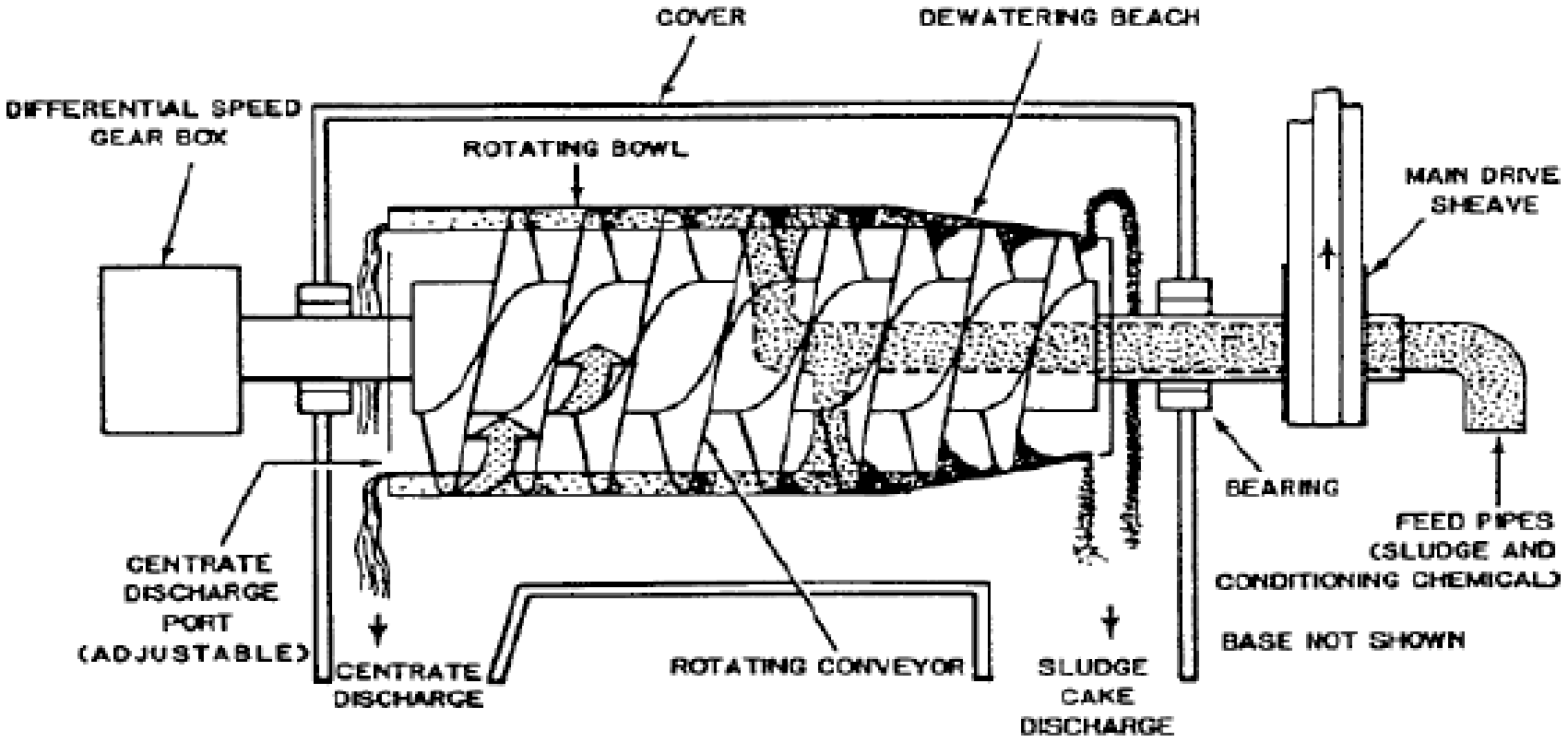
ثالثا : فصل المياه عن الحمأة

١. فصل المياه بالطرد المركزي

يتم فصل المياه من الحمأة السابق معالجتها بالتركيز أو التثبيت مع اضافة مواد كيماوية مروبة تعمل على زيادة كميه المياه المنزوعة من الحمأة مع تجميع حبيبات الحمأة على شكل ندف عن طريق أجهزة الطرد المركزي وهي إسطوانات ذات جدران بها ثقوب وبإستخدام هذه الطريقة يمكن الحصول على حمأة تركيز المواد الصلبة بها حوالي ٢٠- ٣٠% أما المياه المفصوله والتى لا تحتوي على مواد صلبه تضخ الى مدخل أعمال المعالجة أما الحمأة المركزة فلا يفضل استعمالها لتسميد الأراضي التى تزرع بالمحاصيل التى تستخدم فى الطعام حيث يتواجد بها مواد كيماوية وملوثات بيولوجية.

ثالثا : فصل المياه عن الحمأة

١. فصل المياه بالطرد المركزي



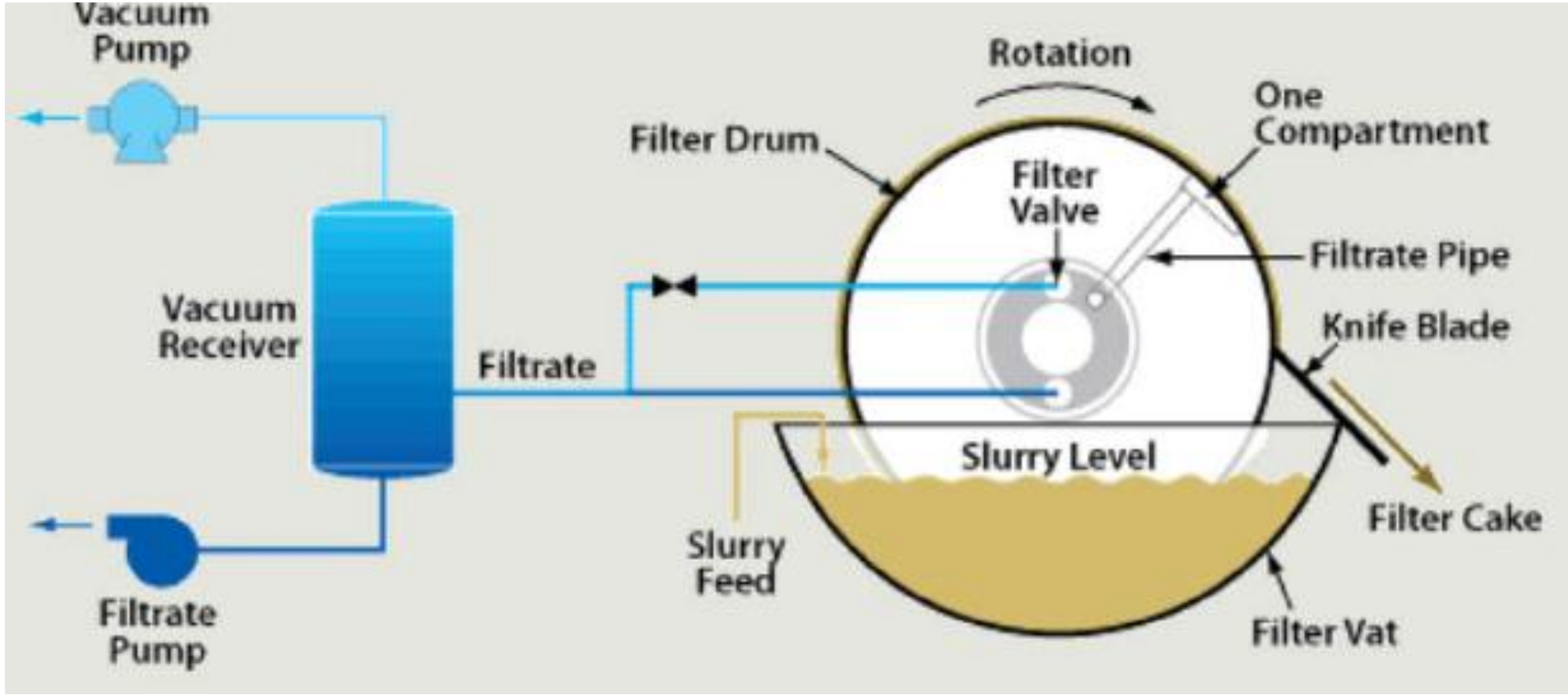
ثالثا : فصل المياه عن الحمأة

٢. فصل المياه بمرشحات الحمأة بالتفريغ
Vacuum Filters

هذا المرشح عبارة عن إسطوانه معدنيه مثقبة الجدار ومغلفة بوسط الترشيح (اللباد أو التيل أو الالياف الصناعية) وتدور الأسطوانة حول محورها الافقي بحيث يكون جزؤها السفلي مغمور فى حوض الحمأة وبواسطة خلخة الهواء فى الجزء السفلي من الاسطوانه تلتصق المواد الصلبه بجدار وسط الترشيح بينما تخترق المياه وسط الترشيح والتى يجب رفعها الى مدخل أعمال المعالجة وتحتوي الحمأة بعد ازالتها من سطح الترشيح على حوالي١٥-٢٥% مواد صلبه جافه. ويلزم فى هذه الطريقة معالجة الحمأة بإضافة مواد كيماويه مروبه قبل عملية الترشيح.

ثالثا : فصل المياه عن الحمأة

٢. فصل المياه بمرشحات الحمأة بالتفريغ
Vacuum Filters



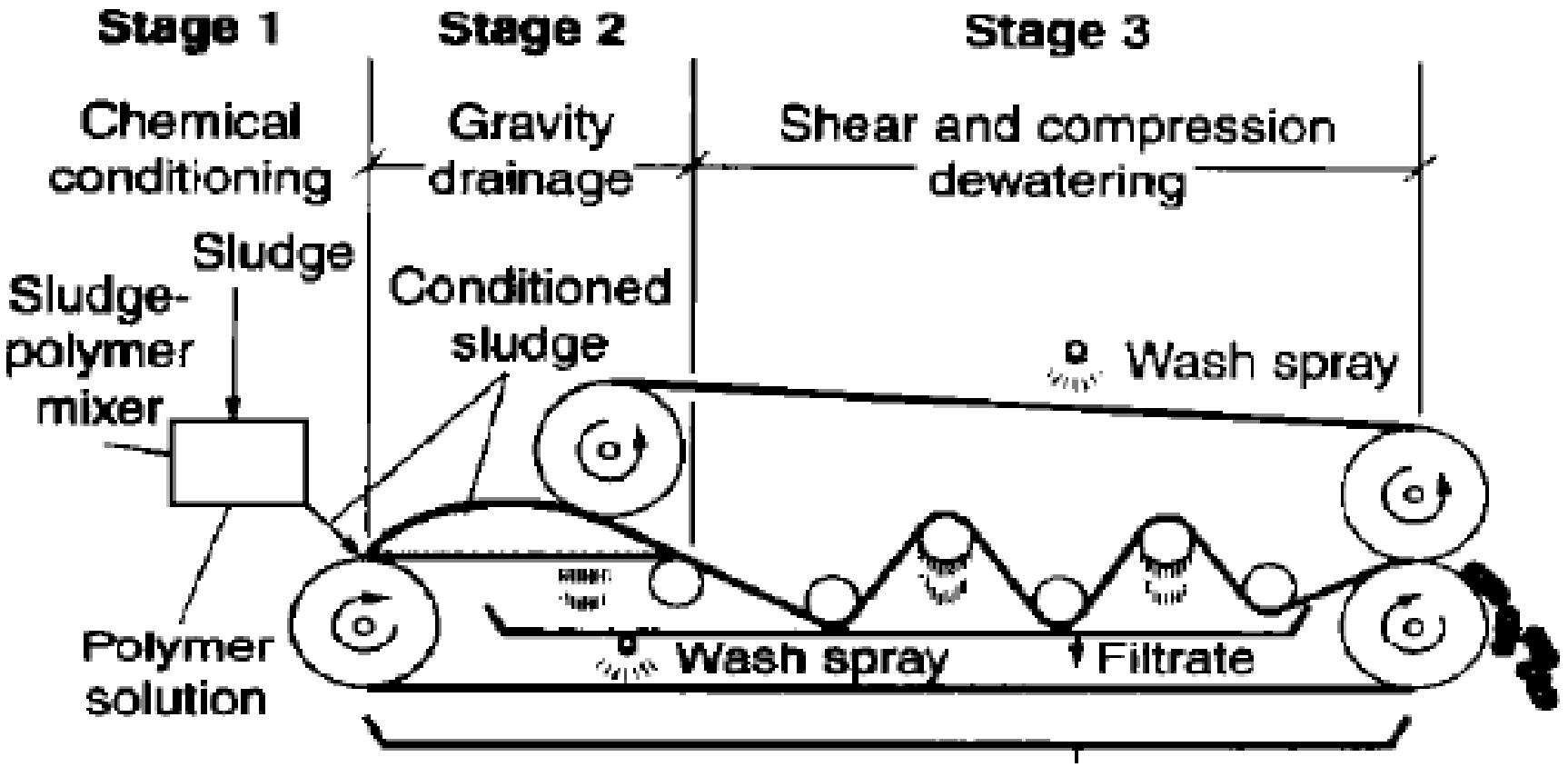
ثالثا : فصل المياه عن الحمأة

٣. فصل المياه بمرشحات كبس الحمأة
Filter Press

ويتم فصل المياه بهذه الطريقة بترشيح المياه من الحمأة بضغطها بين طبقتين من القماش المسامي . تنفذ منه المياه وتبقي المواد الصلبه على شكل قوالب فيما بين طبقتي القماش . وتحتوي الحمأة بعد الترشيح على حوالي ٢٠-٣٠% مواد صلبه ويلزم لزيادة نجاح تشغيل هذه الطريقة أن يسبقها معالجة الحمأة بإضافة مواد كيماوية مروبة أو بوليمرات.

ثالثا : فصل المياه عن الحمأة

٣. فصل المياه بمرشحات كبس الحمأة
Filter Press



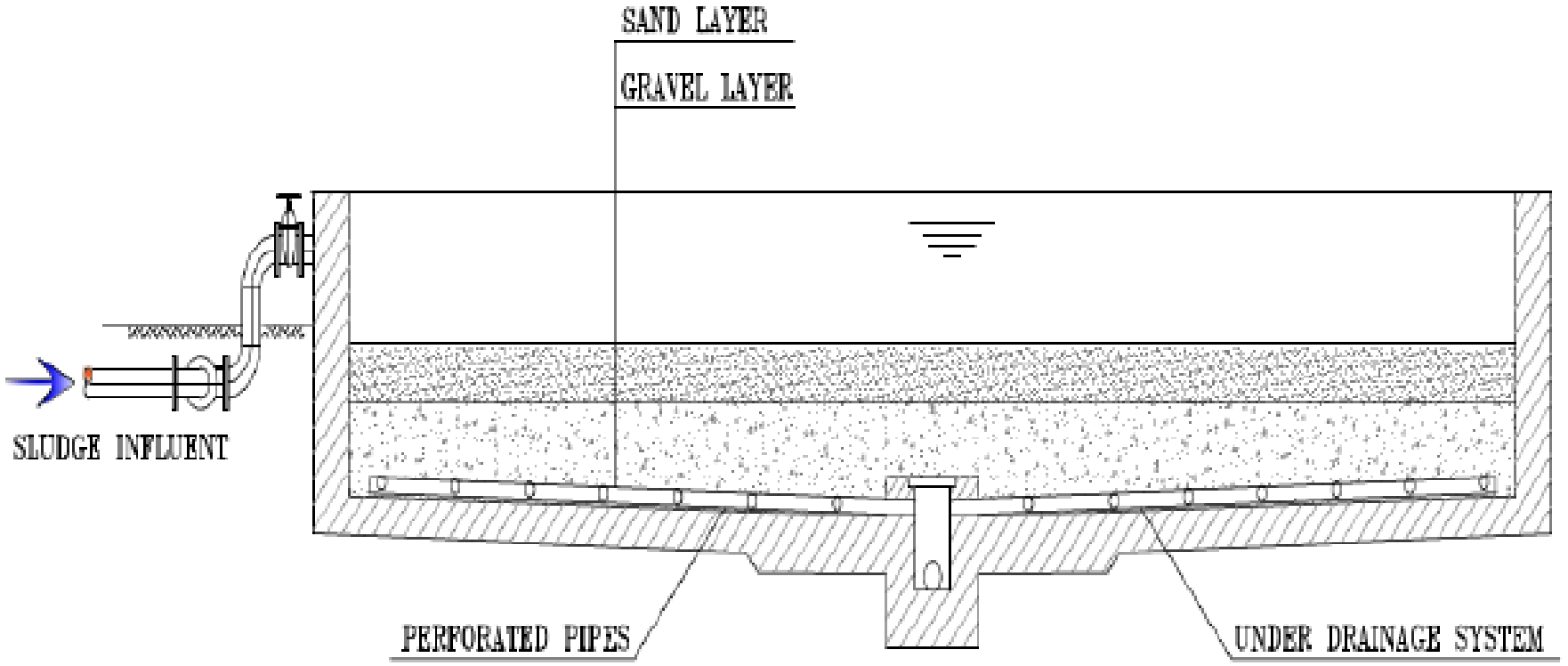
ثالثا : فصل المياه عن الحمأة

٤. فصل المياه بأحواض التجفيف الرملية
Sand Drying Beds

وفى هذه الطريقة يتم توزيع الحمأة الخام أو السابق معالجتها على طبقات فى أحواض مكشوفه بها طبقة من الرمل أسفلها طبقة من الزلط وبقاع الحوض يوجد نظام لتصريف المياه المتسربه من الحمأة ويتم تجفيف الحمأة بهذه الطريقة عن طريق التبخر وتسرب المياه وتضخ هذه المياه الى مدخل العمليه وبعد تجفيف الحمأة وخاصة الخام يتم تشوينها فى أكوام لتحليل المواد العضوية والتخلص من جزء من الجراثيم ويشير كود الصحه العامة الصادر من وزارة الصحة أن الحمأة الجافة الناتجه من معالجة المخلفات السائله يمكن استخدامها كسماد بعد مدة تجفيف لا تقل عن ٤٥ يوماً فى مسطحات خاصة لتشوين الحماة.

ثالثا : فصل المياه عن الحمأة

٤. فصل المياه بأحواض التجفيف الرملية
Sand Drying Beds



ثالثا : فصل المياه عن الحمأة

٤. فصل المياه بأحواض التجفيف الرملية

Sand Drying Beds

Sand and gravel layers

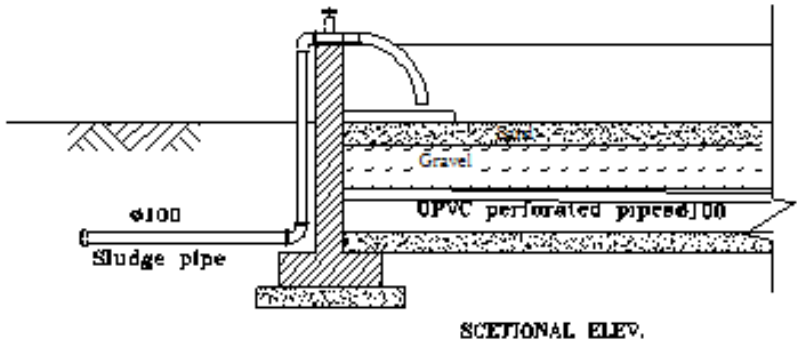
Sand layer (0.5 - 1.0 mm) depth of 20 cm

Gravel layer (3.0 - 10.0 mm) depth of 10 cm

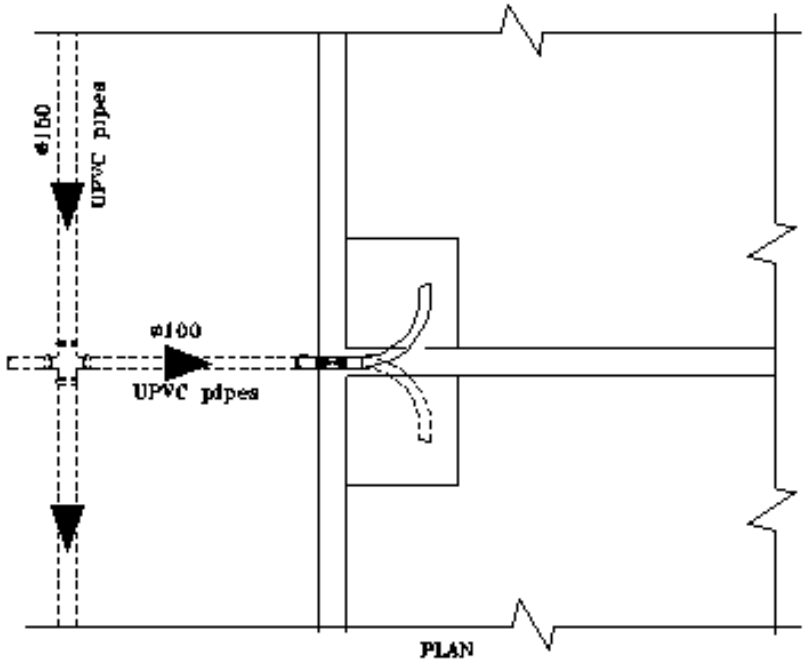
Gravel layer (10.0 - 25.0 mm) depth of 10 cm

Gravel layer (25.0 - 50.0 mm) depth of 20 cm

Total layers depth = 60.0 cm



SECTIONAL ELEV.

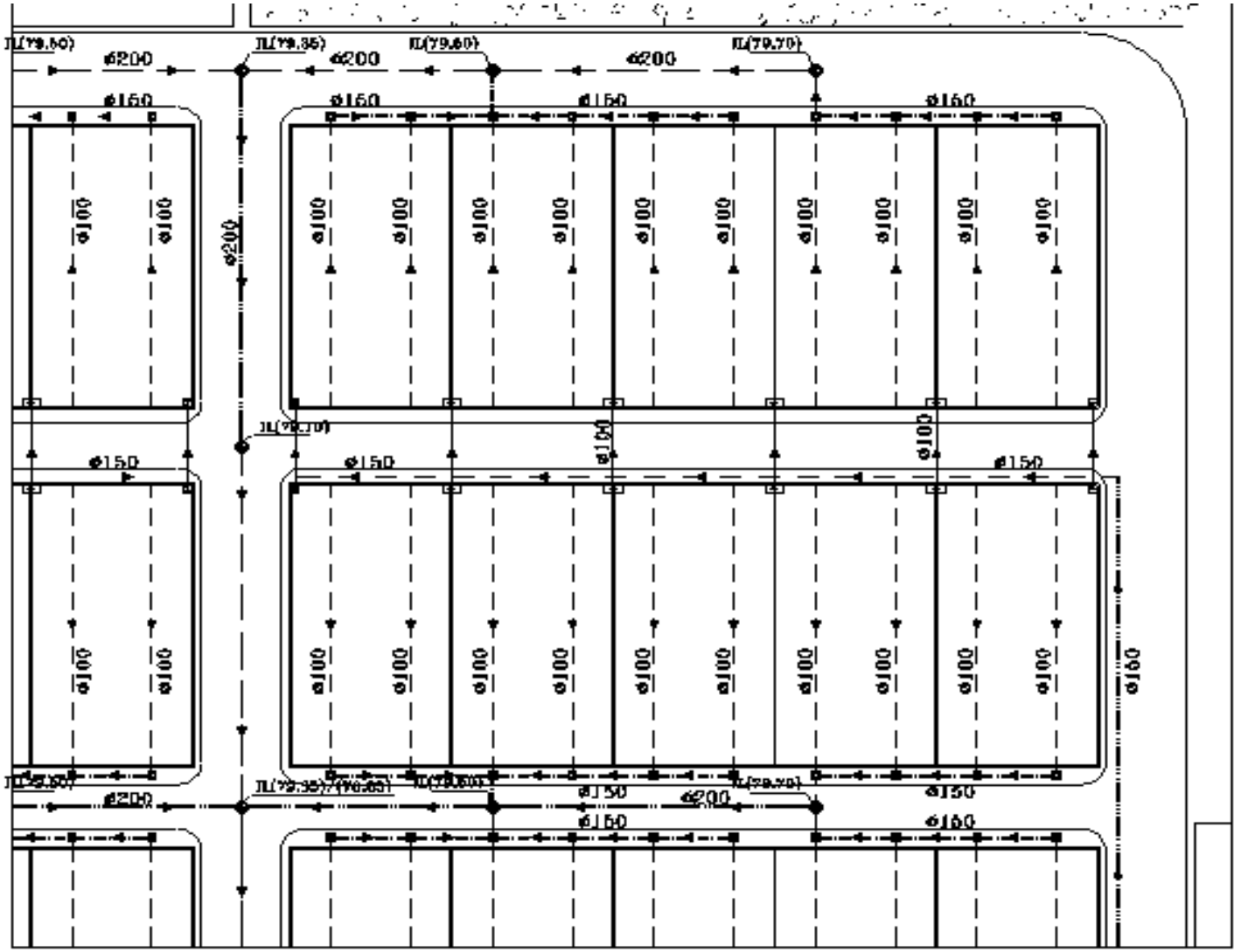


PLAN

ثالثا : فصل المياه عن الحمأة

٤. فصل المياه بأحواض التجفيف الرملية

Sand Drying Beds



ثالثا : فصل المياه عن الحمأة

٤. فصل المياه بأحواض التجفيف الرملية

Sand Drying Beds

- سمك طبقة الحمأة الواحدة يتراوح من ١٠-١٥ سم.
- مده المكث (الفترة الزمنية لطبقة الحمأة قبل غمرها بطبقة أخري ٤-٧ أيام) حسب درجات الحرارة.
- مساحة أحواض التجفيف تؤخذ ضعف المساحة التصميمية بغرض التجفيف وتفريغ الأحواض الا اذا لم تتوافر المساحة فتؤخذ باكبر مساحة متاحة.
- يتم إنشاء طرق بين الأحواض لزوم أعمال تفريغ وتحميل الحمأة.

ثالثا : فصل المياه عن الحمأة

٤. فصل المياه بأحواض التجفيف ذات القاع الخرساني

Paved Drying Beds

ثالثا : فصل المياه عن الحمأة

٤. فصل المياه بأحواض التجفيف ذات القاع الخرساني

Paved Drying Beds

5. Greenhouse Solar Sludge Drying Beds

5. Greenhouse Solar Sludge Drying Beds

5. Greenhouse Solar Sludge Drying Beds