الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحي

برنامج المسار الوظيفي
للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل
المتدرب

حقوق الطبع محفوظة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
الإدارة العامة للمسار الوظيفي - إدارة المشاريع

دليل المتدرب

تكنولوجيات معالجة الصرف الصحى

PHASE 2

البرنامج التدريبي كيمائي صرف – الدرجة الثالثة

كيمائي صرف-درجة ثالثة

تم إعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي
الإصدار الثاني -2020.

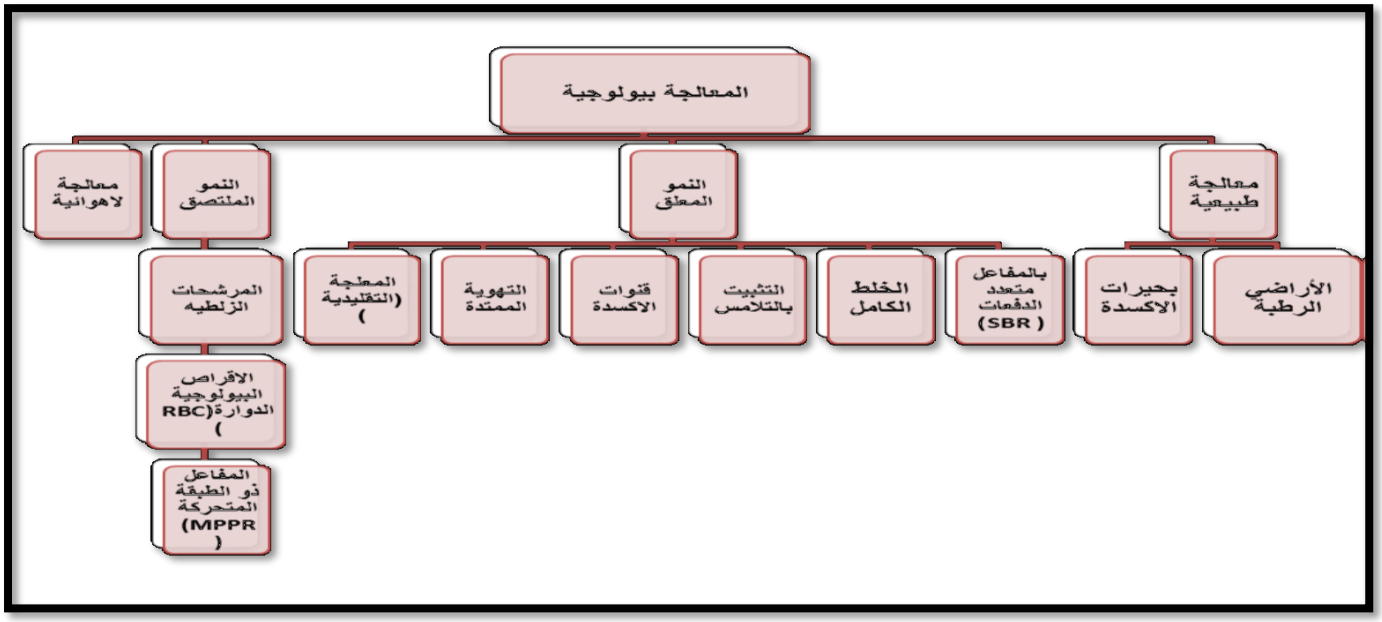
Contents

مقدمة 4
المعالجة بالنمو الملتصق 5
1-(المرشحات الزلطية Trickling Filters) 5
فكرة عمل المرشحات الزلطية 5
طريقة تشغيل المرشح الزلطى: 6
العوامل التي تؤثر على نجاح تشغيل المرشح: 6
أنواع المرشحات الزلطية 7
العوامل التي تؤثر في كفاءة المرشحات الزلطية 7
2-الأقراص البيولوجية الدوارة(Rotating Bio contactors (RBC 8
وصف عملية المعالجة :- 8
مميزات الأقراص البيولوجية الدوارة 9
المعالجة الطبيعية 10
1-المعالجة البيولوجية باستخدام برك الأكسدة الطبيعية Waste stabilization ponds 10
نظرية تشغيل برك الأكسدة الطبيعية 10
أنواع برك الأكسدة الطبيعية 10
برك الاكسدة المهواة 12
البرك الاختيارية 13
برك الإنضاج 14
البرك المهواة Aerated lagoons 14
برك الإنضاج الطبيعية: 14
العوامل الطبيعية المؤثرة على النشاط البيولوجي ببرك الاكسدة 15
العوامل الكيميائية المؤثرة علي النشاط البيولوجي ببرك الاكسدة 15
2-المعالجة باستخدام الأراضي الرطبةWetland 16
المميزات العامة لوحدات الاراضي الرطبة 16
عيوب نظام التدفق تحت السطحي: 16
عيوب نظام سطح المياه الحر 17
المعالجة اللاهوائية لمياه الصرف الصحي Anaerobic Treatment 18
أحواض المعالجة اللاهوائية ذات الحواجز المتوازية Anaerobic Baffled Reactors(ABR) 18
نظريه عمل نظام الحواجز المتوازية 19
التشغيل والصيانة 19
مميزات إعادة المياه من المخرج للمدخل 19
عيوب عملية الإعادة 20
معايير واشتراطات استخدام الأحواض ذات الحواجز المتوازية 20
أحواض تسير فيها المياه لأعلى خلال طبقة من المواد العالقةup flow anaerobic sludge blanket (UASB) 20
المكونات: 20

الاشتراطات الفنية لاستخدام أحواض المعالجة اللاهوائية من أسفل إلى أعلى 20
Fixed bed Biological Reactor(Anaerobic Filter)(AF) 21
مميزات هذا النظام 21
عيوب هذا النظام 21
اعتبارات التصميم 22
التشغيل والصيانة 22
الجوانب الصحية 23
أحواض الترسيب النهائي 24
الهدف من هذه المرحلة 24
العوامل التي تؤثر على كفاءة التشغيل بأحواض الترسيب النهائى :- 24
معالجة الرواسب (الحمأة) 25
مراحل معالجة الحمأة 25
أحواض تركيز الحمأة (المكثف):- 25
الهضم digestion 26
التجفيف dewatering 26
التطهير والتعقيم 27
التطهير بالحرارة 27
التطهير بالأشعة فوق البنفسجية 27
التطهير بالأوزون 27
التطهير بالكيماويات 27
إستخدام الكلور :- 27

مقدمة

استكمالا لما تم مناقشته فى تكنولوجيات معالجة الصرف الصحي الجزء الاول للتعرف على نظم المعالجة البيولوجية نتعرض فى هذا البرنامج للتعرف على باقي النظم الخاصة بمعالجة الصرف الصحي التي لم يتم التعرض لها في الجزء الاول من البرنامج التدريبي والموضحة بالشكل التالي. والتي تبين طرق المعالجة البيولوجية المختلفة لمياه الصرف الصحي.



المعالجة بالنمو الملتصق

1- (المرشحات الزلطية Trickling Filters)

معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام المرشحات الزلطية هي عملية معالجة تقليديه تتميز بقدرتها على معالجة مياه الصرف الصحي الشديدة التلوث.

تستخدم المرشحات الزلطية في المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي بعد مرحلة المعالجة الابتدائية وتعد كفاءة أحواض الترسيب الابتدائية عامل مؤثر بصورة مباشرة علي كفاءة عملية المرشحات الزلطية.

فكرة عمل المرشحات الزلطية

يتم توزيع المياه الخارجة من أحواض الترسيب الابتدائي بصورة مستمرة بواسطة أذرع لفافة تدور حول محور رأسي فوق الوسط الترشيحي الذى يعمل كوسط خامل لتجميع البكتريا الهوائية والمواد العضوية الموجودة في مياه الصرف علي سطحه وعادة ما يتكون من (الزلط أو كسر الحجارة أو المواد البلاستيكية) وذلك في وجود البكتريا و الأكسجين الذى يتم توفيره بطريقة طبيعية عن طريق الهواء الموجود في الفراغات البينية الكبيرة التي يتميز بها وسط الترشيح.

يتم تجديد الهواء في الوسط بصورة طبيعية نتيجة لتيارات الهواء الناشئة عن اختلاف درجات الحرارة داخل وخارج المرشح.

تقوم البكتريا الهوائية في وجود الكائنات الأولية (protozoa) بعملية الأكسدة للمواد العضوية الموجودة في مياه الصرف، وتتكون عملية أكسدة المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي من الخطوتين الآتيتين :

- تجميع المواد الموجودة في مياه الصرف الصحي ونمو الكائنات الحية الدقيقة والتي تعتمد في نموها علي التغذية من مكونات مياه الصرف الصحي، كما يقوم نوع معين من البكتريا Nitrifing Bacteria بأكسدة المواد النيتروجينية الموجودة في مياه الصرف .
- تنظيف المرشح الزلط بواسطة أنواع معينة من البكتريا التي تقوم بالتهام الطبقة الرقيقة التي تغلف الوسط الترشيحي والتي تحتوى على مواد عضوية تتأكسد بفعل البكتريا إلي غازات ومياه مما يؤدى إلي تكسير هذه الطبقة وخروجها من المياه الخارجة من المرشحات الزلطية.

وفي بداية عمل المرشح تلتصق الكائنات الحية الدقيقة على سطح وسط الترشيح وتبدأ في النمو تدريجيا نتيجة لتزويدها بالغذاء اللازم عن طريق المواد العضوية التي تحتويها مياه الصرف الصحي وبمرور الوقت تُكون البكتريا والكائنات الدقيقة الأخرى طبقة رقيقة (غشاء بكتيري) على سطح وسط الترشيح تسمى بالطبقة اللزجة (Slime or Humus) وبنمو هذه الطبقة وزيادة سمكها تتسلخ (Sloughs) عن الوسط وتخرج مع المياه الخارجة من المرشح لأحواض الترسيب النهائي حيث يتم ترسيب الأجزاء المنسلخة من الطبقة اللزجة بها والتي يطلق عليها (حمأة الدوبال) وفي المناطق التي يتم فيها هذا الانسلاخ يبدأ النمو من جديد وتبدأ دورة جديدة.

ولإتمام هذه العملية البيولوجية يجب أن يزود المرشح الزلطى بوسائل التهوية اللازمة وهى -:

- تركيب مواسير رأسية في نهاية القنوات، تصل إلي منسوب أعلى من سطح الزلط.
- عمل فتحات في حائط المرشح وخاصة بالقرب من القاع.
- أن يحتوى على فراغات بين حبيبات الوسط الترشيحي لتسهيل عملية دخول وخروج الهواء من المرشح الزلطى.

ونتيجة لعملية أكسدة المواد العضوية الموجودة بمياه الصرف فإن حرارة الهواء الموجود بين فراغات الوسط الترشيحي تزداد مما يقلل من كثافة الهواء الموجود وبالتالي يتحرك الهواء البارد من اعلي الي اسفل، وبالتالي تتم عملية تهوية المرشح الزلطي، وتتم عملية الترشيحي، مما يزيد من معدل نمو البكتريا الهوائية التي تقوم بعملية الأكسدة للمواد العضوية أثناء مرورها في مياه الصرف خلال

المرشح الزلط من أعلى إلى أسفل، وتتأكسد المواد الكربونية إلي ثاني أكيد الكربون بينما تتأكسد المواد النيتروجينية إلي الأمونيا والتي من الممكن أن تتأكسد إلي نترات أو نيتريت إذا طالت مدة بقائها في مياه الصرف، وكلما زاد حجم الطبقة المتجمعة حول الوسط الترشيحى فإنها يسهل كسرها وخروجها من مياه الصرف الخارجة من المرشح.

طريقة تشغيل المرشح الزلطى:

يستغرق تشغيل المرشح الزلط عدة أيام يمر فيها الماء على وسط الترشيح لتربية القدر الكافي من الكائنات الحية القادرة على استهلاك نسبة من المواد العضوية، وقد يحتاج اكتمال نمو هذه الكائنات وتكاثرها على عدة أسابيع حتى تزداد كفاءة الوحدة في العمل، وتتوقف المدة اللازمة على عدة عوامل منها :

- قوة تركيز المواد العضوية في مياه الصرف الصحي
- درجة حرارة الجو، فارتفاع حرارة الجو في الصيف مع وجود نسبة عالية من المواد العضوية يعمل على نضوج وتكاثر الكائنات الحية في مدة قصيرة.

فبمجرد نضوج وتكاثر الكائنات الحية في المرشح . لا يحتاج تشغيله إلى مهاره خاصة أو مجهود شاق فقط يقتضى الأمر أن يلاحظ العاملون ما يلى:

- عدم وجود انسداد في فتحات التوزيع الموجودة في أعلى المرشح، وعدم تكون برك من الماء في جزء منه.
- عدم إنبعاث روائح كريهة حيث أن ذلك يعنى وجود انسداد في فتحات التهوية.
- عدم إتاحة الفرصة لتكاثر الذباب.
- عدم وجود أي تسرب للمياه خارج احواض الوحدة.
- عدم زيادة الحمل على الوحدة عن الحد المسموح به في التصميم.
- عدم السماح بجفاف وسط الترشيح بسبب توقف المياه الواردة إلى الوحدة، لأن الجفاف سوف يؤدى إلى هلاك جميع الكائنات الحية، ومن الضروري إعادة دوران المياه عندما يكون الانسياب ضعيفا أو معدوما حتى يمكن الاحتفاظ بالوسط رطبا طوال الوقت والكائنات الحية ملتصقة به.

العوامل التي تؤثر على نجاح تشغيل المرشح :

- بقاء الوحدة في العمل بدون توقف مع عدم زيادة الحمولة عليها.
- الاحتفاظ بنظافة فتحات المدخل وتوزيع المياه على السطح.
- الاحتفاظ بنظافة فراغات التهوية.
- عدم ترك المياه تتجمع لمدة طويلة في حوض التجميع أسفل الوحدة.
- عندما يبدأ تكاثر الذباب يجب العمل على مقاومته بواسطة:زيادة كمية المياه المتدفقة على المرشح. و محاولة تغريق يرقات الذباب مرة في الأسبوع. المحافظة على نظافة المنطقة المحيطة بالمرشح.
- إعادة تدوير المياه الخارجة من المرشح البيولوجية.

<u>يتلخص الهدف من إعادة تدوير المياه الخارجة من المرشح في النقاط الآتية :</u>

- تخفيف الحمل العضوي الوارد للمرشح.
- ترطيب الوسط الترشيحي .

أنواع المرشحات الزلطية

يتم تقسيم المرشحات الزلطية إلى أنواع طبقا لكمية تصرف المياه إلى -:

- المرشحات الزلطية بطيئة المعدل
- المرشحات الزلطية متوسطة المعدل
- المرشحات سريعة المعدل
- المرشحات الزلطية ذات المعدل العالى

العوامل التي تؤثر في كفاءة المرشحات الزلطية

تعتمد كفاءة المرشحات الزلطية على عدة عوامل يمكن تلخيصها فيما يلى :

1- طبقة وسط الترشيح :

فكلما زاد العمق كلما زادت نسبة أكسدة المواد العضوية بسبب زيادة طول مسار المياه إلا أن زيادة العمق عن اللازم تؤثر سلبيا على كفاءة التيارات الهوائية الطبيعية مما قد يتسبب في تعرض الجزء السفلى من المرشح إلى ظروف لاهوائية وحدوث تحلل هوائي، وبالتالي تتصاعد الروائح الكريهة ويتكاثر الذباب وتتأثر أيضا الكفاءة الكلية للمرشح.

2- حجم حبيبات الزلط أو كسر الحجارة المستخدم كوسط ترشيح :

كلما أصبح حجم هذه الحبيبات أصغر كلما زادت المساحة السطحية الكلية لوسط الترشيح وزادت كفاءة المرشح في أكسدة المواد العضوية، إلا أنه يترتب على ذلك أيضا ضيق الفراغات بين حبيبات وسط الترشيح وزيادة تعرضها للانسداد بالإضافة إلي تخفيض كفاءة التيارات الهوائية الطبيعية التي تعتبر أساسا لتزويد هذا النظام بالأكسجين اللازم لتحلل المواد العضوية هوائياً.

3- الحمل العضوي بالمرشحات البيولوجية :

كلما زاد الحمل العضوي كلما انخفضت كفاءة المرشح في أكسدة المواد العضوية.

4- الحمل الهيدروليكى بالمرشحات البيولوجية

كلما زاد الحمل الهيدروليكى قلت فرصة المواد العضوية للالتصاق بوسط الترشيح وبالتالي انخفضت كفاءة المرشح.

5- درجة الحرارة :

كما هو الحالة في العمليات البيولوجية فإن انخفاض درجة الحرارة عن القيمة المثالية أو ارتفاعها يسبب انخفاضا في كفاءة المرشح.

6- الأس الهيدروجيني :(pH)

تتأثر كفاءة المرشحات البيولوجية نتيجة انخفاض الأس الهيدروجيني عن 6 أو زيادته عن 9 لأن انخفاضه يعنى وجود مواد حمضية وزيادته تعنى وجود مواد قلوية، وفي كلتا الحالتين قد يكون ذلك ناتجا عن صرف مياه المخلفات الصناعية، ويؤدى هذا إلى انخفاض كفاءة المرشح.

7- مادة الوسط الترشيحى (زلط أو كسر حجارة أو مواد بلاستيكية)

تمتاز المواد البلاستيكية بأن المساحة النوعية لها كبيرة وبالتالي فإن سطح المعالجة وتكون الغشاء اللزج يكون كبيرا أيضا، وبالإضافة إلى إنها أخف وزن مما يسمح بسهولة وضعها بأعماق أكبر مما يسهل من عمليات الصيانة، كما يتميز هذا الوسط البلاستيكي بنسبة عالية من الفراغات التي تساعد على كفاءة دورة الهواء داخل المرشح وتقلل من احتمالات انسداده.

8- نظام توزيع المياه :

يجب أن يتوفر في نظام التوزيع القدرة على توزيع مياه الصرف الصحي بشكل مساو على كامل سطح المرشح،

ويتم دخول مياه الصرف الصحي إلى المرشح عن طريق ماسورة تغذية تمتد حتى أسفل مركز المرشح لتنتهي أعلاه على كرسي تحميل (Ball bearing)متصل به ذراعان أو أربعة أذرع لتسهيل دوران الأذرع كل ذراع عباره عن ماسورة أفقية تمتد في اتجاه قطرى حتى المحيط الخارجي للمرشح وترتفع بحوالى20سم عن سطح وسط الترشيح، وتوجد في أحد الجوانب الأفقية للماسورة ثقوب يتم توزيعها بحيث تتقارب في اتجاه المحيط الخارجي، وذلك لضمان توزيع المياه على المساحة الكلية للمرشح.

وعادة توضع مصدات أمام الثقوب لتصطدم بها المياه عند خروجها لكى تنتشر على شكل رذاذ يغطى سطح المرشح بالكامل.

9- شبكة التصريف السفلية:

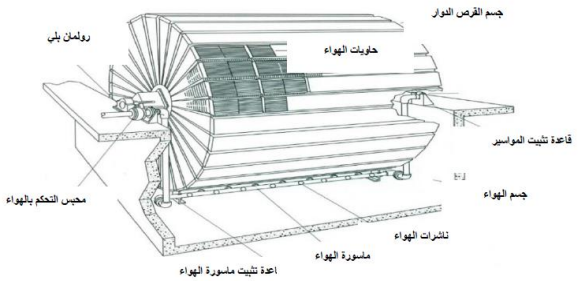
يغطى قاع المرشح بشبكة من المواسير النصف دائرية المفتوحة الوصلات، أو بشكل القاع على هيئة قنوات متوازية مغطاة ببلاطات بها فتحات تسمح بدخول المياه إلي القنوات، ويغطى القاع بألواح ترتكز على دعائم والألواح بها فتحات تسمح بمرور المياه ما يسمى بالقاع الكاذب(False bottom)، أو يغطى القاع بقوالب مجوفة متوازية سابقة التصنيع تشكل قنوات بكامل مساحة المرشح.

وتقوم كل من المواسير النصف دائرية أو القنوات المتوازية أو الفراغ تحت القاع الكاذب بصب ما يصل إليها من مياه في قناة رئيسية، إما قطرية تمر بمركز المرشح أو محيطية حول المحيط الخارجي للمرشح.

ويراعى أن تكون ميول هذه القنوات أو المواسير من 1: 100 إلى 1: 200 كما يجب تصميم قطاعات المواسير أو القنوات أو الفراغ تحت القاع الكاذب أو القناة الرئيسية بحيث تكون نصف ممتلئة عند مرور التصرف التصميمي بها

2-الأقراص البيولوجية الدوارة(Rotating Bio contactors (RBC

نظام الأقراص البيولوجية الدوارة فيها تنمو البكتريا على الوسط الترشيحي للقرص الدوار المصنوع من البلاستيك ولذلك تعتبر من أنواع المعالجة بالنمو الملتصق، ويصنع الوسط الترشيحي للقرص الدوار من مادة بلاستيكية عالية الكثافة على أن تسمح الفراغات بين هذه الألواح بتوزيع مياه الصرف والهواء على القرص بالكامل على أن يكون35 % - 40% من قطر القرص مغمور في المياه أثناء الدوران وقد تم استحداث النظام مؤخرا للعمل بالنظام المختلط بتغيير نسبة الغمر للاقراص مع وجود حمأة معادة ليكون النظام خليط بين النمو المعلق والنمو الملتصق.

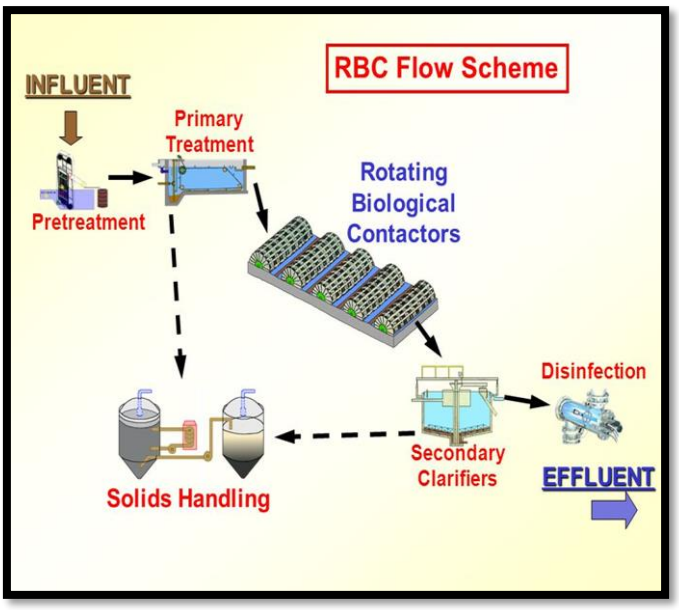


تفاصيل الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحي(شكل رقم (A)

وصف عملية المعالجة :-

يعتمد الاساس التصميمي علي التدفق الأفقي المستمر للمياه الخام على ان تكون عمودية على القرص الدوار فمع دوران القرص في مياه الصرف يتم تغذية الكائنات الحية بالغذاء ثم مرورها في الهواء فيتم إمدادها بالأكسجين اللازم. فالكائنات الحية تعمل على إزالة المواد العضوية من مياه الصرف الصحي فمع تكرار مرور هذه المياه على الأقراص المتوازية أو المتعامدة تبدء في المعالجة (من مرحلة إلى مرحلة أو من خزان إلى خزان) فعند دوران مادة القرص تتلامس مياه الصرف الصحي مع الطبقة البيولوجية اللزجة المتكونة على مادة القرص والتي تتواجد فيها البكتريا فتتغذى هذه البكتريا على المواد العضوية الموجودة بالمياه فى وجود الأكسجين الممتص من الهواء فتبدأ في إزالة الرواسب من المياه (بداية المعالجة) وعندما تثقل الطبقات البيولوجية على الأقراص و تبدأ في السقوط من الأقراص إلى الماء. حيث يمر هذا

المحلول إلى أحواض الترسيب النهائي حتى يتم ترسيبها وإزالتها ويوضح الشكل رقم (A) قطاع في حوض التهوية وبيان مكونات القرص الدوار.



مميزات الأقراص البيولوجية الدوارة

تتميز الأقراص البيولوجية الدوارة عن المرشحات الزلطية بعدة مميزات يمكن إيجازها فيما يلي:-

- ✓ عدم احتوائها على أذرع توزيع قابلة للتعطل.
- ✓ تقليل حدوث مشاكل في الوسط الترشيحي نتيجة عدم إمكانية تكون البرك عليها.
- ✓ التقليل من الحشرات الطائرة التي تتولد علي سطح المرشح الزلطي.
- ✓ عدم حدوث حالات تواجد البكتريا اللاهوائية التي يمكن أن تحدث في قاع المرشحات الزلطية.
- ✓ عمليات أقل وذلك نظراً لعدم وجود حمأة أو مياه معادة.

المعالجة الطبيعية

1-المعالجة البيولوجية باستخدام برك الأكسدة الطبيعية **Waste stabilization ponds**

برك الأكسدة الطبيعية هي أحواض كبيرة ضحلة (قليلة العمق) تتكون من تشكيل في الأرض الطبيعية سواء بالحفر أو الردم. وتتم فيها معالجة مياه الصرف الصحي بطريقة طبيعية وتعتمد على نشاط مشترك متكامل تقوم به الطحالب والبكتريا وبعض العناصر الموجودة أساسًا في مياه الصرف الصحي، وذلك باستخدام المقومات الطبيعية مثل درجة الحرارة والرياح وقوة أشعة الشمس. ومن المعروف أنه في وجود الهواء والماء الملوث والشمس يتم تكوين طحالب تمد البكتريا بالأكسجين اللازم لنشاطها.

وتعتبر مدة مكث مياه الصرف الصحي في البرك من أهم العوامل المؤثرة في المعالجة، وتتراوح هذه المدة من 30 – 50 يوماً طبقا لنوع البرك الطبيعية. ويفضل استخدام برك الأكسدة في معالجة مياه الصرف الصحي للمناطق المنعزلة والصغيرة والريفية، وخاصة في المناطق الحارة والجافة وذلك لعدم احتياجها للصيانة المعقدة أو العمالة المدربة، وتعتبر الحل الاقتصادي لمعالجة مياه الصرف الصحي في حالة توفر الأرض لإنشاء هذه البرك.

نظرية تشغيل برك الأكسدة الطبيعية

يتم إنشاء برك الأكسدة الطبيعية أساساً لإزالة جزء كبير من المواد العضوية الذائبة في مياه الصرف الصحي. ويعبر عن كفاءة البرك بنسبة إزالة كمية الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) بواسطة البكتريا لتثبيت المادة العضوية ويتم ذلك بطريقتين وهما المعالجة الهوائية واللاهوائية:

<u>طريقة المعالجة اللاهوائية</u>

تتم عملية التحلل اللاهوائي نتيجة لوجود وسط خالى من الاكسجين ومناسب لنشاط وتكاثر البكتريا اللاهوائية وتتم عملية الأكسدة على مرحلتين تتمثل في تثبيت المواد العضوية الذائبة وتحويلها إلى أحماض عضوية .

تقوم البكتريا الميثانية اللاهوائية بتحويل الناتج (الأحماض العضوية) إلى غازات الميثان وثاني أكسيد الكربون والأمونيا بالإضافة إلى الماء ومواد ثابتة مترسبة.

<u>طريقة المعالجة الهوائية</u>

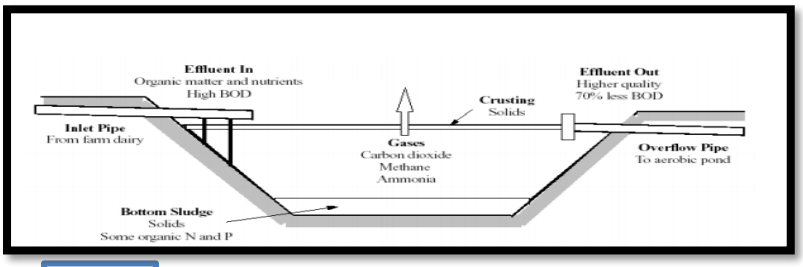
تتم عملية التحلل الهوائي نتيجة لوجود وسط مناسب لنشاط وتكاثر البكتريا الهوائية فى وجود الاكسجين وتتم فيها عملية أكسدة المواد العضوية (تحويل المواد العضوية) في وجود البكتريا الهوائية إلى ثاني أكسيد الكربون وفوسفات وأمونيا (ثم تتحول الأمونيا إلى نيتريت ثم إلى نترات)، ويتم إمداد البكتريا بالأكسجين اللازم لنشاطها عن طريق التمثيل الضوئي للطحالب التي تتكاثر في وجود أشعة الشمس والمياه وثاني أكسيد الكربون.

أنواع برك الأكسدة الطبيعية

1- <u>البرك اللاهوائية:</u>

تأتي البرك اللاهوائية في الجزء الاول من محطة المعالجة وهي برك مصممة لتعالج المخلفات ذات الحمل العضوى العالى.

في هذه البرك تنتشر الظروف اللاهوائية. وتشبه هذه البرك الخزانات ذات الهضم اللاهوائي أو بيارة تخزين المياه الملوثة (الصرف الصحي)، ويتراوح عمق هذه البرك اللاهوائية بين 4 - 6 متر.



2- البرك الاختيارية (الترددية):

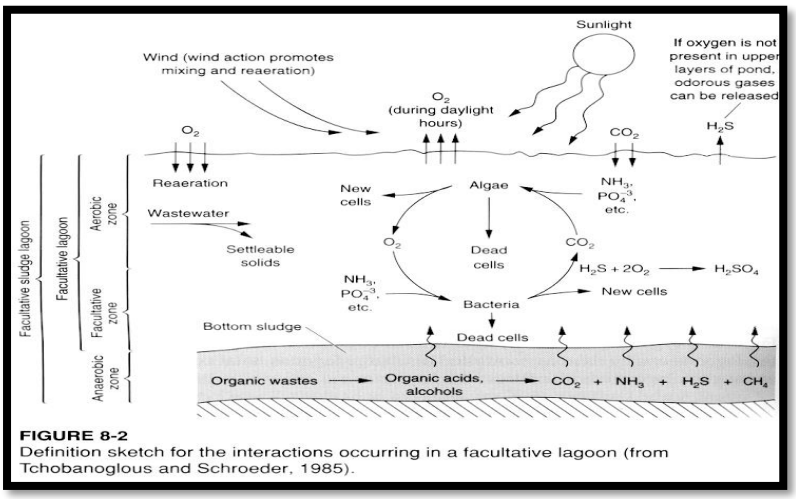


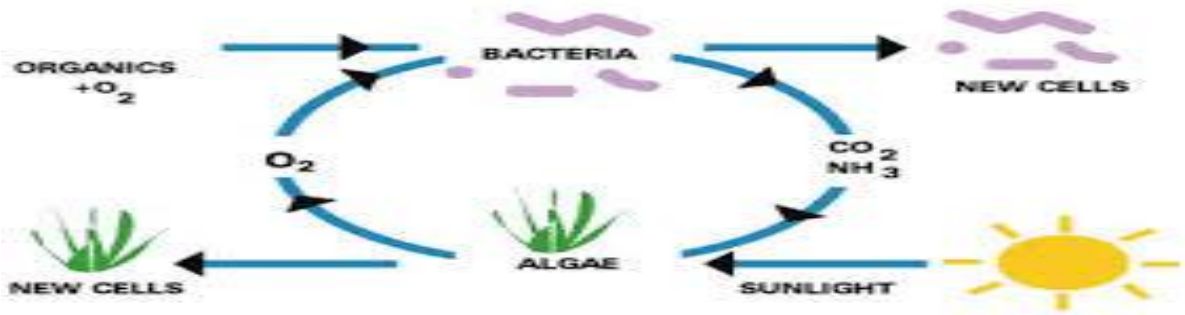
FIGURE 8-2
Definition sketch for the interactions occurring in a facultative lagoon (from Tchobanoglous and Schroeder, 1985).

تأتي البرك الاختيارية في الجزء الأوسط من محطة المعالجة وهي تلي البرك اللاهوائية، وهي أكثر الأنواع المعروفة من البرك، و تستخدم في برك التثبيت والأكسدة, وتحتوى على طبقتين (منطقتين) للمعالجة وهي الطبقة السطحية الهوائية وطبقة القاع اللاهوائية, فالبرك الاختيارية تعمل على عمق من الماء بين 1.5 – 2.5متر وعادة ما تتحمل من 1,7 – 9,0 جم للمتر المربع من الأكسجين الحيوي الممتص. ويتم إمداد الطبقة السطحية بالأكسجين من الطحالب وتأثير الرياح. بينما تتحلل المواد العضوية المترسبة في طبقة القاع لاهوائياً.

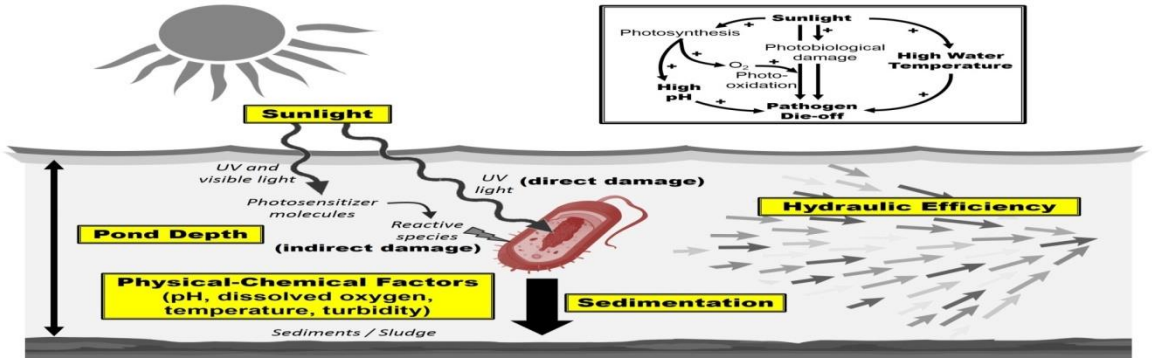
3- البرك الهوائية (برك الإنضاج):

تستقبل البرك المخلفات السائلة المعالجة من البرك الاختيارية وتعمل في مجموعات تسمى برك الأنضاج وممكن أن تعمل كمعالجة ثانوية (بيولوجية).

تستخدم لتحسين خواص المياه من الناحية البكتريولوجية والكيميائية . وعلى الأخص البكتريا الضارة والفيروسات فى مياه الصرف الصحى وكذلك الطفيليات التى ترسب بويضاتها بالقاع , إلا أن هذه البحيرات تنقص ال BOD بدرجة صغيرة جداً . وهذه البحيرات هوائية حتى ولو زاد عمقها إلى 3 متر , إلا أن عمقها يكون دائماً هو نفس عمق البحيرات التى تسبقها (1-1.5م) حيث أن معدل القضاء على البكتريا الضارة يكون أكبر فى العمق الأصغر , نظراً لزيادة فاعلية أشعة الشمس ووجود UV (الاشعة فوق البنفسجيه) كمطهر قوى للمياه , ويصل هذا المعدل فى هذه البحيرات التى لا تزيد عمقها عن 150 سم إلى 99.99 %. و العمق القليل الذى يصل الى 50 سم تظهر مشاكل نمو الحشائش فى البرك و النباتات المائية. و تلعب الطحالب الدور الرأسى فى هذه البرك بزيادة تركيز الأكسجين فى ساعات النهار.



شكل يوضح الدور التكاملي بين الطحالب و البكتيريا فى برك الأنضاج.



شكل يبين تحلل البكتيريا القولونية فى برك الانضاج

برك الاكسدة المهواة

برك الأكسدة المهواه تطورت اساسا من برك الأكسدة الطبيعية و ذلك بادخال مصدر تهوية ميكانيكية لزيادة معدل العمليات و تقليل فترة المكث. وتحصل هذه البرك على الأكسجين اللازم لها من ثلاثة مصادر:-

1- التهوية الميكانيكية و التقليب (Mechanical Aeration and mixing)

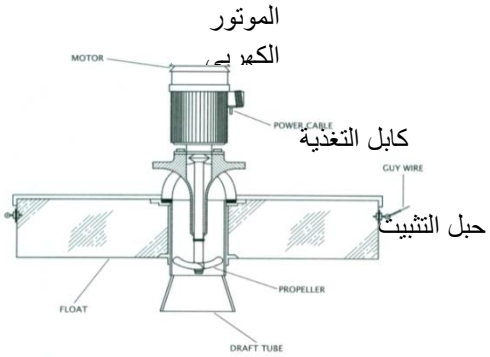
باستخدام الهوايات أو القلابات بحيث يشمل التقليب جميع أجزاء البركة حيث لا تتواجد أماكن لاهوائية بالقاع و ذلك فى برك الأكسدة المهواه ، في هذا النوع لا يوجد أي دور للطحالب، ويتم اللجوء إلى التهوية الميكانيكية إذا كان الهدف استقبال أحمال عضوية عالية.

2- الطحالب (Algae)

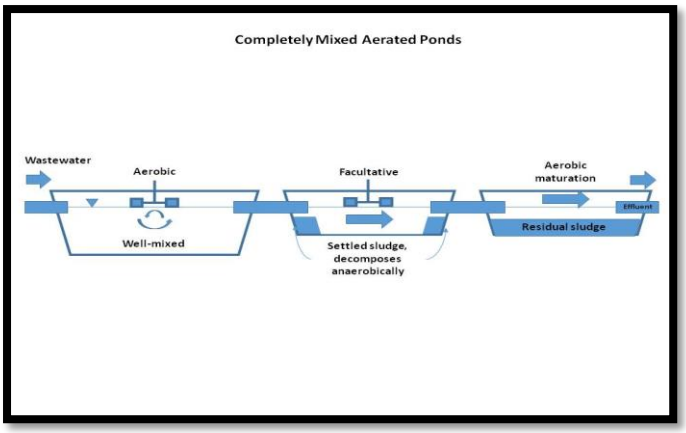
ينطلق الأكسجين من الطحالب التي تتواجد فى برك الإنضاج تحت تأثير ضوء الشمس النافذ إلى المياه، نتيجة لعملية التمثيل الضوئي نهارا، ومن خلال الأكسجين الناتج من الطحالب تتم عملية التثبيت وتعتبر الطحالب العامل الرئيسي في المعالجة والذي يؤثر بشكل مباشر على أداء البرك الهوائية كما توجد علاقة تكامل بين الطحالب والبكتريا حيث توفر الطحالب الأكسجين للبكتريا بينما توفر البكتريا ثاني أكسيد الكربون للطحالب.

3- التقليب (Mixing)

المقصود بالتقليب هنا هو ما يحدث في البركة نتيجة حركة الرياح أو بسبب تغير درجات الحرارة، مما يساعد على تشبع الوسط في البركة بالهواء، ويوجد بعض الأنواع من البرك يتم تصميمها بأنظمة التهوية السطحية وذلك لتسمح بتحمل حمل عال في مساحات صغيرة, وتحصل هذه البرك أساساً على كل الأكسجين المطلوب بالطرق الميكانيكية كما تنمو فيها كمية صغيرة جداً من الطحالب وتوضح الصورة التالية الهوايات المستخدمة في التهوية



الهوايات السطحية التى تستخدم فى برك الأكسدة المهواه



يتكون النظام عادة من ثلاث أنواع من البرك:-

- ✓ البرك المهواة أو برك الخلط التام Aerated pond
- ✓ البرك الاختيارية أو الخلط الجزئى Facultative pond
- ✓ برك الأنضاج أو التلميع Polishing or maturation pond

فكرة عمل البرك المهواه

- ✓ يتم تشغيل عدد كافى من المهويات بتوزيع متجانس فى البركة لضمان الخلط التام والتهوية الكاملة للبركة و عدم تكون أماكن ميتة (منزوعة الأكسجين أو لا هوائية) و تكون المواد الصلبة فى هذه الحالة معلقة.
- ✓ و فى الغالب يتم البدء بنصف العدد من المهوايات للعمل فى المدى من 2-3 ملليجرام/ لتر و يتم التغيير مع المجموعة الأخرى كل أربع ساعات بالتناوب و يمكن زيادة العدد إذا لزم الأمر فى حالة نقص الأكسجين و عدم وجود رغاوى. أم فى حالة وجود رغاوى فإن زيادة عدد المهويات لغرض زيادة الأكسجين يزيد المشكلة و لا يحلها.

- ✓ فى حالات وجود رغاوى يتم تقليل عدد و سرعات المهويات بقدر الأماكن حتى يمكن كشف سطح البركة و السماح للأكسجين بالاختلاط بها.
- ✓ و فى حالات التشغيل السليم من المفترض أن لا يوجد أى ترسيب للحمأة فى قاع البركة.
- ✓ و فى هذه الظروف ينشط نوعان من البكتيريا حيث يتم أكسدة الأمونيا على مرحلتين إلى نيتريت ثم إلى نترات و تنشط أنواع أخرى من البكتيريا الهوائية و تتكاثر بشدة فى الظروف المناسبة و تحيط البكتيريا بالمواد العضوية وتكوين كتل تسمى الندف (Flocs) تكون ثقيلة الوزن و تظل معلقة فى ظروف الخلط التام. و لا تترسب إلا عندما تنتقل الى برك الخلط الجزئى حيث تترسب و تكون ما يعرف بالحمأة.
- ✓ و فى الطبيعى يكون فترة المكوث قصيرة فى برك الخلط التام و لا تزيد عن 24 ساعة و فى حالات التشغيل السليمة يمكن للبكتيريا هضم 50 % من الحمل العضوى القادم للمحطة فى هذه البرك

البرك الاختيارية

- ✓ فى الطبقة الوسطى تنشط أنواع من البكتيريا الاختيارية و تقوم أيضا" بنشاطها فى تكسير المواد العضوية الى مواد غير عضوية.
- ✓ فى الطبقة العلوية حيث يوجد الأكسجين تنشط البكتيريا الهوائية و تقوم بدورها أيضا فى عملية التكسير و يتم عملية أكسدة كيميائية أيضا" لنواتج الهضم اللاهوائى بواسطة الأكسجين المتاح فى هذه الطبقة.
- ✓ المهوايات الموجودة فى هذه البركة مصممة لتهوية الطبقة العلوية فقط و لا تحدث اضطرا بات للطبقات السفلية من الحمأة
- ✓ يجب على المشغل فهم نظرية عمل هذا النوع من البرك حتى يتم المحافظة على وجود الطبقات الثلاثة بالبركة للقيام كلا بدورها و عدم التهوية الزيادة التى تتسبب فى انتقال الحمأة الى برك الإنضاج

شكل يوضح الكراكة التى تقوم بإزالة الحمأة

- ✓ المدى التى يتم العمل فيه بالنسبة للأكسجين هو 1-3 ملليجرام/ لتر.
- ✓ يتم تشغيل نصف عدد المهوايات و التغيير بالتناوب كل ساعتين.
- ✓ إذا أمكن لا يتم تشغيل المهوايات القريبة من مخارج الأحواض لعدم انتقال الحمأة الى برك الإنضاج و لا يتم فتح البوابة السفلية مطلقا".
- ✓ عندما يبلغ ارتفاع الحمأة 1 متر تكون بحاجة الى تكريك بواسطة الكراكة.

برك الإنضاج

شكل يوضح برك الأنضاج فى محطة معالجة سرابيوم

- ✓ تمر المياه السطحية من البرك الاختيارية الى برك الانضاج من فوق هدار وتتميز هذه المياه فى الظروف الصحيحة بقلة المواد الصلبة و تحتوى أكثر على المواد الغير عضوية (الأملاح).
- ✓ هذه الظروف تكون مناسبة لنمو الطحالب التى تلعب دور أساسى فى تقليل المواد الغير عضوية و تزويد البرك بالأكسجين من خلال عملية التمثيل الضوئى.
- ✓ يجب أن لا تمر الحمأة الى برك الانضاج لأن ذلك يعوق نمو الطحالب و يستهلك الأكسجين بها. و يقلل من كفاءة البركة فى التخلص من الممرضات الفيروسية و البكتيرية و يقلل الكفاءة عموما" للنظام ككل.

البرك المهواة Aerated lagoons

- ✓ استخدام التهوية في البرك المهواة بصغر مساحات الارض التي تحتاجها.
- ✓ البرك المهواة يمكن استخدامه كطريقة متكاملة لمعالجة المخلفات السائلة شديدة التلوث بالمواد العضوية.
- ✓ في حالة وجود مواد عالقة بتركيز كبير في السيب الخارج من البرك المهواة بسبب عملية التهوية وما ينتج عنها من تقليب.
- ✓ ملائمة هذه الطريقة لجميع مجالات اعادة استعمال (الاستفادة).
- ✓ يمكن إضافة أحواض ترسيب اذا كانت البرك تعمل اصلا بدون أحواض.
- ✓ يمكن تعديل نسبة الحمأة المعادة.
- ✓ زيادة سعه البرك في استيعاب الأحمال العضوية والهيدروليكية المتغيرة والمتزايدة.

برك الإنضاج الطبيعية:

وهي التي تستخدم في تنظيف الخارج من عمليات المعالجة الثانوية (البيولوجية) العادية وتسمى المعالجة الثالثة الإضافية, وغالباًً ما تستخدم آخر بحيرة للإنضاج (للتثبيت أو الأكسدة) وذلك لإزالة الطحالب قبل تفريغ المياه الخارجة. وتشبه هذه البرك المترددة فيما عدا أنها تتحمل حمل عضوي خفيف, وعادة ما يكون أقل من 1,7 جم BOD/ م^2/ يوم.

العوامل الطبيعية المؤثرة على النشاط البيولوجي ببرك الاكسدة

1. تأثير الرياح

يخلق تأثير الرياح خلط على سطح البرك يزداد بزيادة مساحة السطح المعرضة للهواء والبرك الكبيرة ويحتاج موقع العملية إلى سور على الجوانب للحماية وتميل الرياح أيضا إلى إزالة الأكسجين من الماء عندما تكون البحيرة فوق التشبع وعندما يكون الأكسجين المذاب أقل من التشبع فيساعد تأثير الرياح بأن يدخل الأكسجين في الماء.

2. الحرارة

الطقس الدافئ يزود معدلات التبخر والذى يغير ساعات المكث وممكن أن يؤثر على كمية المياه الخارجة الفائض. وعند مجيء الربيع فأنه يؤدى إلى النمو الكبير للأعشاب المائية والتي ممكن أن تغير نمط (طريقة) حركة الماء وتتكون كتلة من الرغاوى (الخبث) على السطح، وكل من الرغوة والأعشاب المائية تكون أرض ممتازة لتوالد البعوض وحشرات أخرى.

3. ضوء الشمس

ضوء الشمس ضروري للتشغيل الكفء لبرك التثبيت وذلك من خلال عملية التمثيل الضوئي للطحالب لإنتاج الأكسجين، ونسبة ضوء الشمس السنوية المتاحة.

العوامل الكيميائية المؤثرة علي النشاط البيولوجي ببرك الاكسدة

1. الأكسجين

لأن الأكسجين يستخدم لأكسدة هذه المركبات العضوية فان الأكسجين المذاب يقل في تناسب مع كمية المواد العضوية الموجودة وهذا يعرف بالأكسجين المطلوب للمخلفات يحتفظ الماء بكمية معينة من الأكسجين المذاب فعندما تكون كمية الأكسجين في الهواء الذى يدخل الماء يساوى الكمية التي تترك الماء فهذا يسمى بالتشبع، وفي البرك التي تحتوى على الطحالب فأن الماء يصبح فوق المشبع بالأكسجين (أي أن الأكسجين الذى يدخل الماء أكثر من المستهلك).

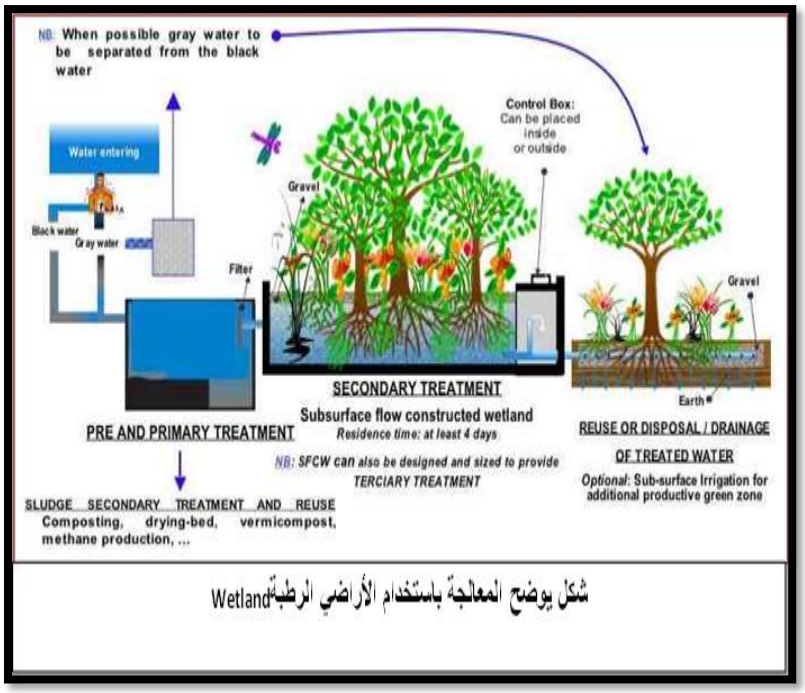
2. المواد الغذائية

بدون الأمداد الكافي للموارد الغذائية فإن البكتريا سوف تكون قادرة على أن تنمو وتتكاثر وبالرغم من أن عناصر عديدة لازمة إلا أن النيتروجين والفسفور هما العناصر الأساسية اللازمة وتحتوى المخلفات الأدمية عادة على كمية كافية منهم ويوجد النيتروجين في شكل أمونيا.

3. الرقم الهيدروجيني

ويستخدم هذا الاختبار في معرفة حامضية أو قلوية البحيرة (يدل على الوضع الموجود به البحيرة هل هو حامضي أو قلوي) كما أن انخفاض الرقم الهيدروجيني يمكن تصحيحه بالسماح للخلية بعدم العمل لعدة أيام قليلة وذلك لأن pH تتغير خلال اليوم وتصل إلى اقل قيمة في الصباح المبكر وتصل إلى اكبر قيمة في مؤخرة الظهيرة وذلك لأن الطحالب تكون في أكثر نشاطها أثناء ساعات النهار وتسبب بعض التفاعلات الكيميائية التي ترفع درجة pH.(ثاني أكسيد الكربون المنتج بواسطة البكتريا في المساء يؤدى إلى انخفاض pH).

2-المعالجة باستخدام الأراضي الرطبة Wetland



شكل يوضح المعالجة باستخدام الأراضي الرطبةWetland

إن استخدام النباتات فى تنقية مياه الصرف الصحى من الطرق الطبيعية التى يمكن أن تؤدى إلى تقليل خطر التلوث بالعناصر الثقيلة والكائنات الحية الممرضة. والنباتات التى تستخدم فى هذا المجال هى نباتات التى تنمو فى البرك والمستنقعات بشكل طبيعى وأساسى حيث الارض الغدقة أو الرطبة (Wetland) بمستوياتها المرتفعة من الملوحة والعناصر الثقيلة والمخلفات العضوية

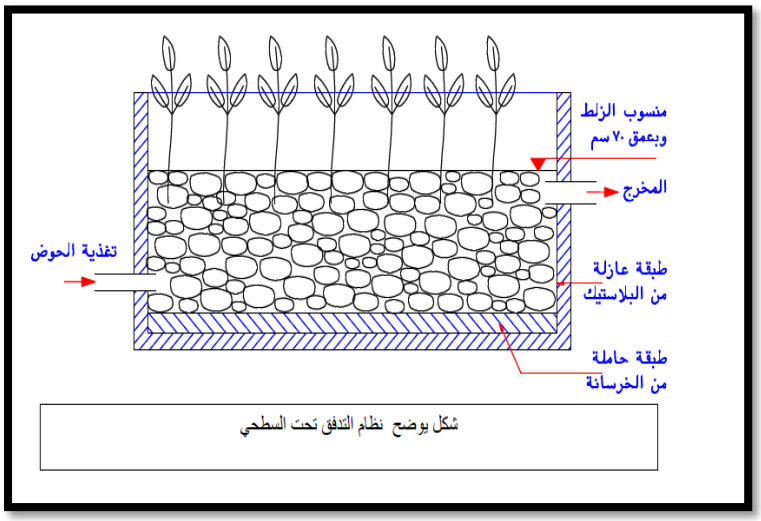
تستخدم وحدات الاراضي الرطبة (Wetlands) بطريقتين:-

الطريقة الاولى :- وحدات التدفق تحت السطحي (Subsurface Flow)

في هذه الطريقة يكون تدفق مياه المخلفات بها أسفل سطح البيئة التي تنمو عليها النباتات.

الطريقة الثانية :- وحدات سطح الماء الحر (Free Water Surface)

في هذه الطريقة يكون تدفق مياه المخلفات أعلى طبقة بيئة النمو بعمق متفاوت يجعل من سطح المياه حرا وتكون نباتات منغمسة بها أو طافية عليها. وتقوم أوراق النباتات وسيقانها بعمل بعض الوظائف الطبيعية مثل توجيه اتجاهات التدفق وتقليل سرعته وترشيح المكونات الصلبة بمياه المخلفات المتدفقة بالإضافة إلى تدعيم تكوينات الميكروبات الموجودة بالوسط



شكل يوضح نظام التدفق تحت السطحي

المميزات العامة لوحدات الاراضي الرطبة

- ✓ سهلة الاستخدام.
- ✓ آمنة بيئيا.
- ✓ تكاليف الانشاء قليلة.
- ✓ لا تحتاج إلى عمالة مدربه.
- ✓ التكنولوجيا المستخدمة بسيطة.
- ✓ مرونة في الاستخدام.

عيوب نظام التدفق تحت السطحي:

- ✓ عدم استمرار تدفق مياه المخلفات أسفل سطح البيئة ويرجع ذلك في الأساس إلى:-
- ✓ وجود ترسيبات أو كتل صلبة اسمنتية داخل بيئة الوحدة أو أي شوائب مثل بقايا اطارات السيارات.
- ✓ اعاقة التدفق داخل البيئة نتيجة كثافة نمو جذور النباتات النامية
- ✓ نمو الطحالب والذى يقوم بعمل اعاقة لتدفق مياه المخلفات تحت السطح ويمكن تقليل هذا التأثير بتقليل فترة احتجاز مياه المخلفات للترويق.

- ✓ صب مياه المخلفات على سطح البيئة يسبب تكون طبقة غير منفذه مما يسبب الجريان السطحي بدلا من التدفق تحت السطحي ولتقليل هذا الأثر يمكن عمل بعض المعاملات الأولية على سائل المخلفات قبل نقله إلى البيئة.
- ✓ في بعض الأحيان يكون التدفق السطحي راجعا إلى اختلاف وعدم توافق معدل التصرف عن معدل اضافة مياه المخلفات.
- ✓ عدم نجاح الطريقة في التخلص من النيتروجين ويرجع ذلك إلى عدم كفاية الاكسجين اللازم لأحداث عمليات التأزت ونظرا لخطورة النيتروجين في المياه فأنه يجب البحث عن وسيلة للتخلص منه ومن دوران محلول مياه المخلفات من خلال بيئة واحدة أو عمل صرف دوري يساعد على دخول قدر مناسب من الاكسجين داخل البيئة.

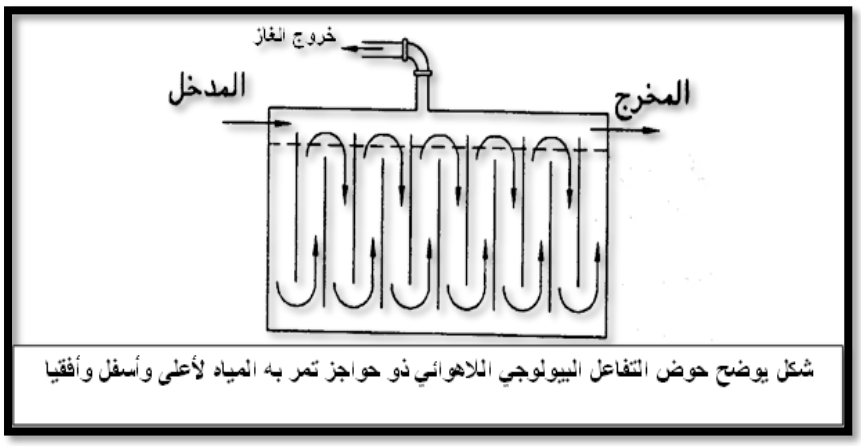
عيوب نظام سطح المياه الحر

- ✓ بالرغم من أن حجم المياه في الوحدات بنظام (FWS) يكون كبيرا إلى الدرجة التي توفر ظروف الحياة البرية لعدد كبير من النباتات- وهذه ميزة- الا أنه في الوقت نفسه يكون سببا في وجود البعوض وتكاثره بشكل كبير مما يهدد الصحة العامة للأفراد.
- ✓ انتشار كثير من الحيوانات والقوارض التي تسبب تآكل وتناقص عدد النباتات
- ✓ احداث تلف في ممرات الوحدات والطرق المحيطة بها مما يسبب في خسائر كبيرة من حيث التلوث والانشاءات

المعالجة اللاهوائية لمياه الصرف الصحي Anaerobic Treatment

في أواخر القرن العشرين، بدأت حتى الدول الغنية في أوربا وغيرها في تشغيل طرق معالجة بيولوجية لاهوائية، وتم تشغيل عدد كبير من عمليات المعالجة سواء لمياه الصرف الصحي المنزلية، أو للمخلفات الصناعية السائلة ذات التركيز العالي من المواد العضوية وغيرها. وتكون الحمأة الناتجة من طرق المعالجة اللاهوائية أقل حجما وأكثر تحللا. لضمان استمرارية تواجد كمية مناسبة من الكائنات الحية اللاهوائية الدقيقة في الأحواض وزيادة تركيزها يمكن فصل العوالق من المياه المعالجة واعادتها لمدخل الأحواض (وفي حالات كثيرة توضع حواجز أو مواد وسيطة ذات مساحة سطحية كبيرة تتكون عليها البكتريا وتبقى ضمن الكائنات اللاهوائية النشطة داخل الأحواض)، وفي الأحواض التي تسير فيها المياه رأسيا لأعلى تعتمد العملية على طبقة من العوالق داخل الحوض يصل سمكها لحوالي 2 متر تتم فيها التفاعلات البيولوجية اللاهوائية وتساعد على حجز المواد العالقة من المياه التي تمر من خلال هذه الطبقة. تتواجد وتتكاثر نوعيات الكائنات الحية الدقيقة في مراحل وحدات المعالجة اللاهوائية على أساس العوامل التي تساعد في تهيئة البيئة الملائمة لحياة هذه الكائنات. ومن هذه العوامل خصائص المخلفات السائلة، وتركيز المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا، بالإضافة الى عوامل أخرى مثل الأس الهيدروجيني PH، ودرجة الحرارة.

أحواض المعالجة اللاهوائية ذات الحواجز المتوازية Anaerobic Baffled Reactors(ABR)



شكل يوضح حوض التفاعل البيولوجي اللاهوائي ذو حواجز تمر به المياه لأعلى وأسفل وأفقيا

تكون هذه الأحواض مستطيلة، والمزودة بداخلها حواجز متوازية لتوجيه مياه الصرف الصحي إما رأسيا لأعلى وأسفل، أو أفقيا بتغيير اتجاهها عند نهاية الحواجز. ويسمح تصميمها بسريان المياه ببطء لتسمح للنشاط اللاهوائي البيولوجي أن يتم بصورة طبيعية تبعا لاشتراطات وأسس التصميم. وقد بدأت الدراسات المعملية والحقلية لتطوير هذه العملية في الربع الأخير من القرن العشرين نظرا لتعدد مزاياها عن طرق المعالجة الهوائية، وهذا لا يعنى أنها تعطى نفس كفاءة المعالجة، ألا عند أستخدام مراحل متتابعة منها، أو يمكن استخدامها كمرحلة قبل المعالجة الهوائية في حالة المخلفات الصناعية التي تحتوى على تركيزات عالية جدا من المواد العضوية القابلة للتحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة. من السهل تكييف هذه التقنية ويُمكن تطبيقها على المستوى المنزلي في الأحياء الصغيرة أو حتى في المناطق التي يُوجد بها تجمعات كبيرة، وهي مُلائمة جدًّا عند إنتاج كمية ثابتة نسبيًّا من المياه السوداء والمياه البُنّية. ويكون المُفاعل اللاهوائي ذو الحواجز) شبه (المركزي هو الخيار الأفضل عندما تسبقه تقنية لنقل مياه الصرف الصحي مثل شبكة الصرف الصحي البسيطة وهذه التقنية مناسبة جدًّا للمناطق التي تكون مساحات الأراضي المتاحة بها محدودة، حيث يتم عادة بناء الخزَّان تحت الأرض ويتطلب مساحة صغيرة. ومع ذلك فإنَّ شاحنة الشفط يجب أن تكون قادرة على الدخول إلى تلك المنطقة؛ لأنه يجب إزالة الحمأة بشكل منتظم خصوصًا من حَوْض الترسيب. ويُمكن تركيب المُفاعل اللاهوائي ذي الحواجز في جميع الظروف المناخية على الرغم من أن الكفاءة تكون أقل في المناطق ذات المناخ البارد، كما أنه ليس فعَّالًا في إزالة المغذيات ومُسببات الأمراض من مياه الصرف الصحي. وعادةً ما تتطلب التدفقات السائلة الخارجة مزيدًا من عمليات المُعالجة

نظريه عمل نظام الحواجز المتوازية

تتم إزالة مُعظم المواد الصلبة القابلة للترسب في غُرفة الترسيب الموجودة في المرحلة الأولى من المُفاعل اللاهوائي ذي الحوا .كما أ
ن هناك وحدات قائمة بذاتها على نطاقٍ صغير لديها غُرفة ترسيب مُتكاملة لكن عملية الترسيب الأولية يُمكن أن تتم أيضًا في
حَوْض ترسيب مُنفصل أو عن طريق استخدام تقنية أخرى كمرحلة أولية على سبيل المثال: خزّانات
التحليل (التخمير)Septic tanks والتصاميم التي لا يوجد بها غُرفة ترسيب تُعتبر ذات أهمية خاصة في محطات المعالجة (شبه)
المركزية التي تجمع المُفاعل اللاهوائي ذا الحواجز مع تقنية أخرى مُستخدمة في عمليةالترسيب الأولية، أوحيثُ تُستخدم وحدات مُصد
عة سابقًا خاصة لذلكعادة ما تتروح التدفقات ما بين 2 إلى 200 متر مُكعّب في اليوم .وتشتمل عوامل التصميم الضرورية على :زمن ال
بقاء الهيدروليكي(hrt) hydraulic retention time
ويكون ما بين 48 إلى 72 ساعة، وتكون سُرعة التدفق من أسفل إلى أعلى لمياه الصرف الصحي أقل من 0.6 متر/ساعة .تحتوي غُرف
التدفق لأعلى) الغُرف ما بين الحواجز (على عدد من الغُرف
يتراوح ما بين 3 إلى6 ، والاتّصال بين الغرف يُمكن تصميمه إمَّا عن طريق حواجز أو أنابيب رأسية .ويُعتبر سهولة الوصول إلى كُل ا
لغُرَف) من خلال فتحات مُخصصة لذلك (أمرًا ضروريًّا من أجل عملية الصيانة
لا يتمعادةً جمع الغاز الحيوي المُنتَج من المُفاعل اللاهوائي ذي الحواجز خلال عملية الهضم اللاهوائي
بسبب كميته القليلة، وبالتالي يجب تهوية الخزَّان للسماح بتحرير الروائح والغازات الضارة المُحتملة إلى الخارج بصورة متحكم فيها

التشغيل والصيانة

يتطلب المُفاعل اللاهوائي ذو الحواجز فترة بدء التشغيل لعدة أشهر حتى يصل المُفاعل إلى المرحلة التي يُمكنه فيها المعالجة بكامل قدرته وذلك بسبب بُطء نُمُو الكُتلة الحيوية اللاهوائية التي تحتاج أن تثبت أولًا في المُفاعل .
ولتقليل فترة بدء التشغيل؛ فإنَّ المُفاعل اللاهوائي ذا الحواجز يُمكن أن يُلقَّح بالبكتيريا اللاهوائية، على سبيل المثال :إضافة روث البقر الجديد الرطب أو حمأة خزَّان التحليل التخمير وهكذا
يُمكن للكمية المضافة من البكتيريا النَّشطة أن تتكاثر وتتكيف مع مياه الصرف الصحي الداخلة .وبسب البِيئة الحيوية الحساسة فإنَّه ينبغي الحرص على عدم وصول المواد الكيميائية القاسية وصعبة المُعالجةإلى المُفاعل اللاهوائي ذي الحواجز.يجب مُراقبة مستويات الحمأة والخبث (الزَّبَد) لضمان عمل الخزّان بشكل جيد، ولا يتطلب هذا النظام عمليات تشغيل؛ لأنه نظام ثابت وبسيط، والصيانة تكون مُقتصرة على إزالة الحمأة المُتراكمة على فترات تتراوح ما بين عام إلى ثلاثة أعوام .ويتم تنفيذ ذلك بشكل أفضل باستخدام تقنية التفريغ والنقل بواسطة المحركات .تعتمد أوقات عملية إزالة الحمأة على خطوات المعالجة السابقة المُختارة وكذلك على تصميم المُفاعل ذي الحواجز اللاهوائية. ويجب فحص الخزَّانات الخاصة بالمُفاعل من وقت إلى آخر لضمان كونها معزولة- غير مُنفّذة للمياه

مميزات إعادة المياه من المخرج للمدخل

- ✓ تلامس أكثر بين الكائنات الحية الدقيقة والمواد القابلة للتأكسد.
- ✓ لا تتأثر كثيرا بالتغير في درجة الحرارة.
- ✓ رفع قيمة pH في مناطق المدخل.
- ✓ خفض تأثير المواد السامة التي تؤثر على نشاط البكتريا.
- ✓ إمكانية معالجة المخلفات السائلة التي تحتوى على تركيزات متوسطة وعالية من المواد العضوية والشوائب الأخرى وبأحمال متغيرة.
- ✓ تحمل العملية للأحمال الفجائية الهيدروليكية والعضوية.

عيوب عملية الإعادة

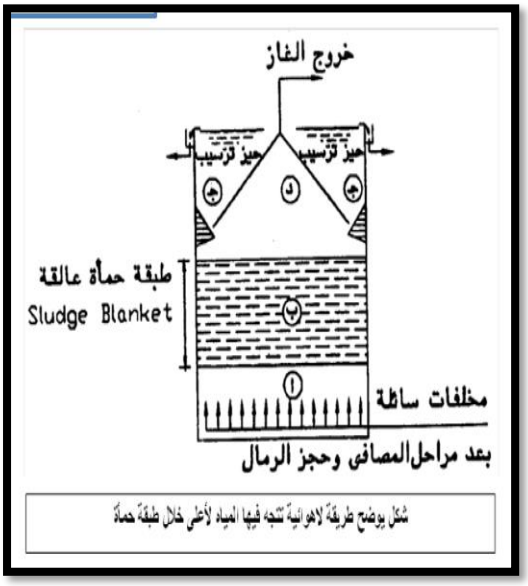
- ✓ تسبب عملية الإعادة بنسب كثيرة، زيادة حركة المياه وتؤثر على العوالق والطبقات البيولوجية.
- ✓ تزيد من المناطق الغير فاعلة بوحدات المعالجة.
- ✓ تساعد على هروب مواد عالقة من المخرج النهائي.
- ✓ تقل الكفاءة الكلية للعملية.

معايير واشتراطات استخدام الأحواض ذات الحواجز المتوازية

- ✓ تناسب هذه المعايير الآتية خصائص مياه الصرف الصحي المنزلية عند درجات حرارة الجو (11– 28) درجة مئوية:
- ✓ تركيز الأكسجين الكيمائي المستهلك = (300 – 900) مجم / لتر.
- ✓ الحمل العضوي= (800 – 2000) جم أكسجين كيمائي مستهلك لكل متر مكعب من حجم المفاعل البيولوجي اللاهوائي في اليوم.
- ✓ مدة بقاء المياه في الحوض = (5 – 15) ساعة.
- ✓ كفاءة خفض الحمل العضوي = (75 – 90) %.
- ✓ السرعة الرأسية(في النوع الرأسي الاتجاه) = 3 م / ساعة.
- ✓ عدد الغرف بين الحواجز في الحوض = (12 – 8) حسب الأبعاد.

أحواض تسير فيها المياه لأعلى خلال طبقة من المواد العالقة(UASB) up flow anaerobic sludge blanket

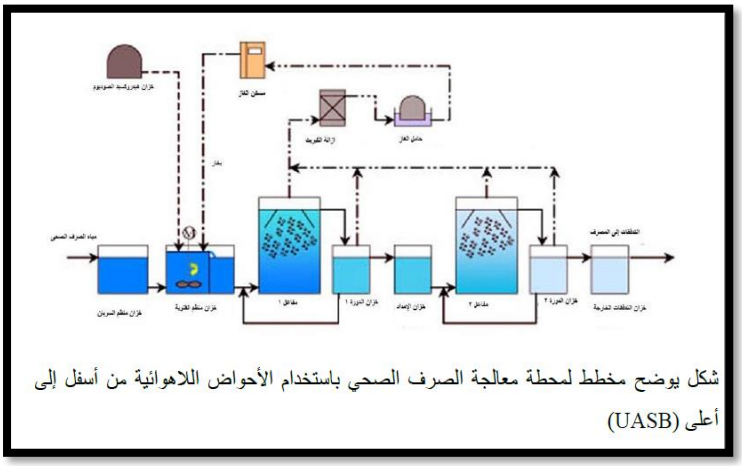
المكونات:



شكل يوضح طريقة لاهوائية تتجه فيها المياه لأعلى خلال طبقة حمأة

- ✓ جزء سفلى تدخل إليه المياه من جهة أو من جهتين بحيث يتم توزيعها في قطاع الحوض بصورة متجانسة ومتساوية.
- ✓ طبقة عالقة من الحمأة Sludge Blanket يتراوح ارتفاعها بين(200-120) سم، ويكون تركيز العوالق فيها حوالى 100 جم / لتر.
- ✓ أجزاء علوية للترسيب يصل طولها لحوالي 12 متر، وعمق المياه فيها يصل لحوالي (200 – 250) سم، ومعدل التحميل السطحي في حدود (20 – 30) م^3/م^2/يوم.
- ✓ جزء في أعلى الحوض بشكل هندسي يساعد على توجيه البيوجاز لأعلى نقطة في الحوض وخروجه لتجميعه والاستفادة منه.

الاشتراطات الفنية لاستخدام أحواض المعالجة اللاهوائية من أسفل إلى أعلى


شكل يوضح مخطط لمحطة معالجة الصرف الصحي باستخدام الأحواض اللاهوائية من أسفل إلى أعلى (UASB)

- ✓ لا تزيد السرعة عن 50 سم في الساعة للتصرف المتوسط.
- ✓ لا يزيد تركيز الأمونيا عن 1000 مجم / لتر.
- ✓ يكون الفاقد في الضغط خلال سريان المياه لأعلى (2-3) متر.
- ✓ مدة بقاء المياه في الأحواض = (8-12) ساعة.

- ✓ الحمل العضوي= (1-2.50) كجم أكسجين كيماوي مستهلك / م3 / يوم، ويصل هذا الحمل لعشرة أضعاف في حالة معالجة المخلفات الصناعية.
- ✓ البيوجاز الناتج (70 % ميثان) في حدود 200 لتر لكل كيلو جرام أكسجين كيماوى تم إزالته.
- ✓ تحتاج هذه الطريقة فترة تحضير حوالى (70-90) يوم حتى تصل لدرجة التشغيل التصميمي.
- ✓ زمن بقاء المواد الصلبة (عمر تواجدها) في الحوض = (30-70) يوم.
- ✓ لا تحتاج هذه الطريقة الى إعادة المواد العالقة من مرحلة الترسيب التالية أو من الحمأة المترسبة بالقاع.
- ✓ يمكن تطوير هذه الطريقة بوضع ألواح بلاستيك أو مواد خفيفة ذات مساحة سطحية داخلية وخارجية كبيرة.

Fixed bed Biological Reactor(Anaerobic Filter)(AF)

المُرشِّح اللاهوائي هو عبارة عن مُفاعل حيوي ذي قاعدة ترشيح ثابتة مع غُرفة واحدة أو أكثر للترشيح على التوالي فعندما تتدفق مياه الصرف الصحي خلال المُرشِّح فإن الكتلة الحيوية النشطة العالقة على سطح مواد المُرشِّح تقوم بامتصاص الجسيمات وتُحلل المواد العضوية يمكن - بواسطة هذه التقنية - إزالة المواد الصلبة العالقة وتخفيض الاحتياج الحيوي للأكسجين بنسبة تصل إلى 90%، ولكنها عادة ما تكون بين 50% و 80%. كما أن إزالة النيتروجين تكون محدودة وعادة لا تتخطى نسبة 15% من النيتروجين الكلي

مميزات هذا النظام

- ✓ لا يتطلب طاقة كهربية.
- ✓ تكاليف التشغيل مُنخفضة.
- ✓ يُقدِّم خدمة طويلة الأمد.
- ✓ يُخفض الاحتياج الحيوي للأكسجين BOD بشكل كبير.
- ✓ إنتاج مُنخفض للحمأة، بالإضافة إلى تثبيت الحمأة.
- ✓ يتطلب مساحة متوسطة (حيث يُمكن بناء النظام تحت الأرض)

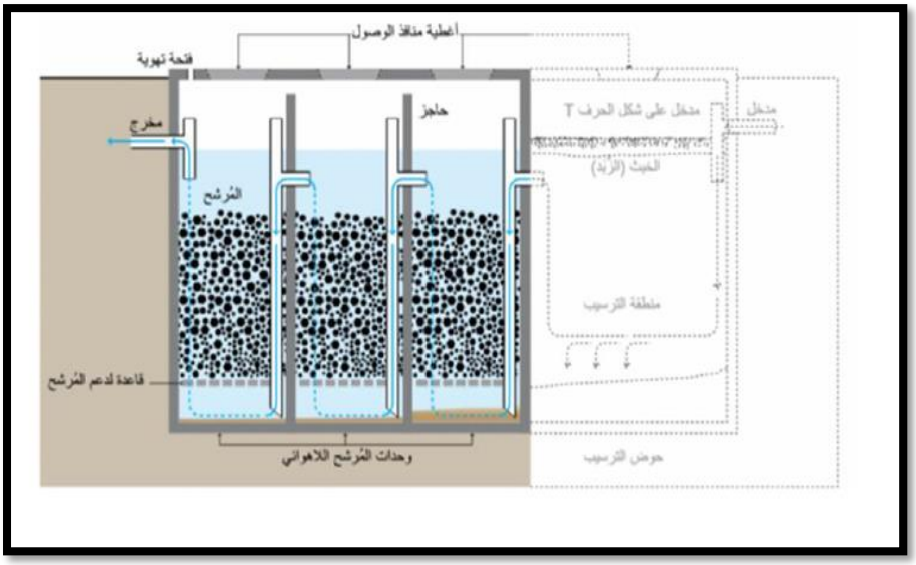
عيوب هذا النظام

- ✓ يتطلب خبرة في التصميم والإنشاء.
- ✓ قابليته لتخفيض المغذيات ومُسببات الأمراض قليلة.
- ✓ التدفقات السائلة الخارجة والحمأة تتطلب مزيدًا من المُعالجة و/أو التخلص بشكل مُناسب.
- ✓ يتعرض لخطر الانسداد، وذلك اعتمادًا على المعالجة الأولية والابتدائية.
- ✓ تعتبر عملية إزالة وغسيل مادة المُرشِّح المسدود مُرهقة.

هذه التقنية سهلة التطبيق ويمكن استخدامها على مستوى المنزل في الأحياء السكنية الصغيرة أو المُجمّعات السكنية الكبيرة. وتُعتبر هذه التقنية مناسبة جدًّا في حالة وجود كميات ثابتة من المياه السوداء والمياه الرمادية. ويمكن استخدام المُرشِّح اللاهوائي للمعالجة الثانوية؛ لتقليل معدلات الحِمل العضوي من أجل المعالجة الهوائية اللاحقة، أو للتخلص التام من الحِمل العضوي.

تُعتبر هذه التقنية مناسبة لمساحات الأراضي المحدودة لأن الخزَّان يتم بناؤه تحت الأرض غالبًا ويتطلب مساحة صغيرة. ويجب مراعاة إمكانية وصول شاحنات الشفط إلى موقع الخزَّان لإزالة الحمأة. يمكن إنشاء المُرشِّحات اللاهوائية في أي مناخ، ولكن الكفاءة ستكون أقل في المناخات الباردة. كما أنها ليست فعالة في إزالة المغذيات ومسببات الأمراض. واعتمادًا على مادة المُرشِّح يمكن تحقيق الإزالة الكاملة لبويضات الديدان. وعادة ما تتطلب التدفقات السائلة الخارجة من المُرشِّح المزيد من المعالجة

اعتبارات التصميم



تُعتبر عمليات المعالجة الأولية والابتدائية ضرورية لإزالة المواد الصلبة والقمامة التي قد تسُد مسام المُرشِّح. تتم إزالة معظم الرواسب الصلبة في غُرفة الترسيب الأمامية للمُرشِّح اللاهوائي. وتحتوي الوحدات الصغيرة القائمة بذاتها على غُرفة ترسيب مُدمجة، ولكن يمكن أن تتم عملية الترسيب الأولية في حَوْض ترسيب ابتدائي منفصل أو في تقنية أخرى سابقة مثل خزَّانات التحليل والتخمير septic Tanksالتصميمات التي لا تحتوي على غُرفة ترسيب مُدمجة كما هو الحال في نظام المفاعل الهوائي ذي الحواجز وتُعتبر ذات أهمية خاصة لمحطات المعالجة شبه المركزية التي تجمع المُرشِّح اللاهوائي مع تقنيات أخرى مثل المُفاعل اللاهوائي ذي الحواجز .

يتم تشغيل المُرشِّحات اللاهوائية عادة بنظام التدفق إلى الأعلى (العلوي)؛ لتجنب خطر نزح الكتلة الحيوية الثابتة للخارج. ويجب أن يرتفع منسوب المياه فوق المُرشِّح بحوالي 0.3 متر على الأقل لضمان تدفق متجانس. ويُعتبر زمن البقاء الهيدروليكي Hydraulic Retention Time (HRT)هو أهم محددات التصميم تأثيرًا على أداء المُرشِّح، ويوصى بأن يكون من 12 إلى 36 ساعة.

المُرشِّح المثالي ينبغي أن تكون مساحة سطح جزيئاته كبيرة لنمو البكتيريا، وبمسامات واسعة بما فيه الكفاية لمنع الانسدادات. وتضمن المساحة السطحية الكبيرة للجزيئات زيادة التلامس بين المادة العضوية والكتلة الحيوية العالقة مما يجعلها تتحلل بكفاءة. وينبغي أن توفر مادة المُرشِّح - في الحالة المثالية - ما بين 90 إلى 300 متر مربع من المساحة السطحية لكل متر مكعب من الحجم المملوء من المُفاعل، وتتراوح أقطار مادة المُرشِّح المثالية ما بين 12 إلى 55 ملليمتر. تتضمن المواد الشائعة الاستخدام في المُرشِّحات: الحصى، أو الصخور المجروشة، أو الطوب المجروش ، أو الحجر الاسفنجي (حجر الخُفَّان)، أو قطع البلاستيك المصنعة خصيصًا لهذا الغرض، وهذا يعتمد على ما هو متوافر محليًّا. ويُمكن تصميم الوصلات بين الغرف باستخدام الأنابيب الرأسية أو الحواجز. كما أن إمكانية الوصول لكل الغُرف - عبر فتحات الوصول - ضرورية للصيانة. ويجب تهوية الخزَّان بطريقة مُحكمة للسماح بخروج الروائح والغازات الضارة .

التشغيل والصيانة

يتطلب المُرشِّح اللاهوائي فترة بدء تشغيل من ستة إلى تسعة أشهر حتى يصل إلى المرحلة التي يُمكنه فيها المعالجة بكامل قدرته؛ وذلك بسبب بُطء نُمُو الكُتلة الحيوية اللاهوائية التي تحتاج أن تثبُت أولًا على مادة المُرشِّح. ولتقليل فترة بدء التشغيل؛ فإنَّ المُرشِّح يُمكن أن يُلقَّح بالبكتيريا اللاهوائية، على سبيل المثال: رش حمأة من خزَّان التحليل والتخمير على مادة المُرشِّح، كما ينبغى زيادة التدفق بالتدريج مع مرور الوقت. وبسبب البِيئة الحساسة؛ فإنَّه ينبغي الحرص على عدم وصول المواد الكيميائية القاسية وصعبة المُعالجة في المُرشِّح اللاهوائي.

يجب مُراقبة مستويات الحمأة والخبث (الزَّبَد) لضمان عمل الخزّان بشكل جيد، فمع مرور الوقت فإن المواد الصلبة سوف تَسُد مسام المُرشِّح، كما ستنمو أيضًا الكتلة البكتيرية لتصبح سميكة جدًّا وتنفصل وتَسُد المسام. ويجب تنظيف المُرشِّح عندما تقل كفاءته، ويتم ذلك عن طريق تشغيل النظام في الوضع العكسي (الغسيل العكسي) أو عن طريق إزالة مادة المُرشِّح وتنظيفها.

ويجب فحص الخزَّانات الخاصة بالمُرشِّح اللاهوائي من وقت إلى آخر لضمان كونها معزولة -غير مُنفذة للمياه

الجوانب الصحية

يجب ألا يتعامل المُستخدمون بشكل مُباشر مع التدفقات السائلة الداخلة والخارجة تحت ظروف التشغيل العادية؛ فيجب التعامل بحذر مع التدفقات السائلة الخارجة والخبث (الزَّبَد) والحمأة؛ حيثُ إنَّها تحتوي على مُستويات عالية من الكائنات الحية المُسببة للأمراض.

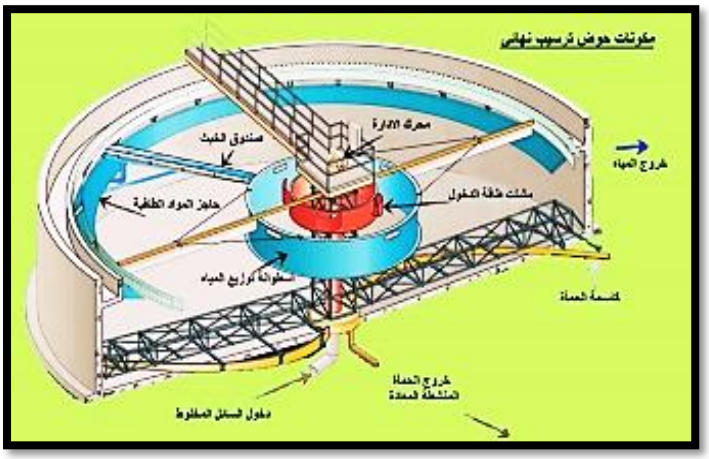
وتحتوي التدفقات السائلة الخارجة على مُرَكَّبات لها رائحة قد تتطلب إزالتها في مرحلة أخرى إضافية.

وينبغي الحرص عند تصميم وتحديد موقع المُنشأة بحيث لا تُزعِج هذه الروائح أفراد المجتمع

أحواض الترسيب النهائي

الهدف من هذه المرحلة

ان الهدف الرئيسى من هذه الاحواض هو عملية فصل الحمأة المنشطة بالترسيب تحت تأثير الجاذبية عن المياة المعالجة ومنه تنتقل المياه الصرف المعالجة الى مرحلة التطهير وفى حالة المعالجة الثلاثية تنتقل المياة المعالجة من أحواض الترسيب النهائى الى مرحلة المعالجة الثلاثية ثم مرحلة التطهير .



- يشبه حوض الترسيب النهائى أحواض الترسيب الابتدائية ولكن نظرا لاختلاف طبيعة الحمأة فى كلا الحوضين حيث ان الحمأة المنشطة تختلف فى خصائصها عن الحمأة الابتدائية فان معدل الحمل السطحى على أحواض الترسيب النهائى يجب ان يكون أقل من مثيلة فى أحواض الترسيب الابتدائية
- كما ان زمن المكوث بأحواض الترسيب النهائى تكون اكبر منه فى الترسيب الابتدائى من 3-4 ساعة.

العوامل التي تؤثر على كفاءة التشغيل بأحواض الترسيب النهائى :-

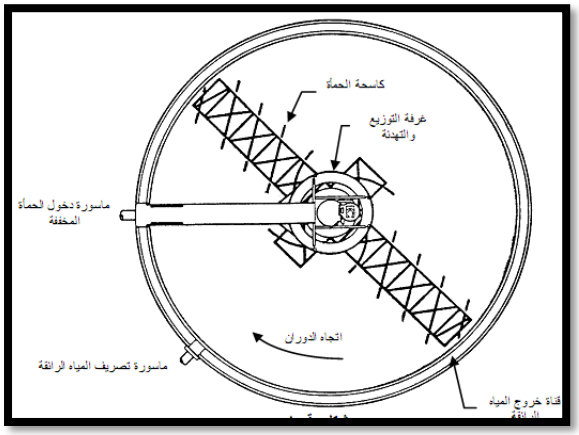
- ✓ حجم وشكل وكثافة المواد العالقة وتركيزها .
- ✓ كثافة ولزوجة المياه .
- ✓ فترة المكث (سرعة – بطء المياه) .
- ✓ معدل التحميل السطحى .
- ✓ درجة انتظام دخول المياه وخروجها من الحوض .
- ✓ معدل تحميل المواد الصلبة .
- ✓ معدل التحميل على سطح الهدار ودرجة استواء الهدار .

معالجة الرواسب (الحمأة)

تنتج الحمأة في كل مرحلة من مراحل المعالجة (الابتدائية والمنشطة وحمأة الدوبال) وتختلف نوعاً وكماً بحسب نوعية المياه ومرحلة المعالجة الناتجة منها ونوع نظام المعالجة وتحتوي على مواد عضوية غير مستقرة ذات رطوبة عالية تصل إلى 98-99 % من مكوناتها، مما يجعلها مصدر تلوث للبيئة إن لم تتم معالجتها .

مراحل معالجة الحمأة

أحواض تركيز الحمأة (المكثف):-



<u>والغرض الأساسي</u> منها هو خفض نسبة المياه الموجود فى الحمأة ورفع تركيز المواد الصلبة بالحمأة من 6- 8 % .

تركيز الحمأة بواسطة الجاذبية:-

- ✓ يتم تركيز الحمأة بواسطة الجاذبية فى أحواض تركيز مشابهة لاحواض الترسيب التقليدية (المروقات) تسمح للحمأة المخففة بالترسيب والانضغاط ثم تسحب الحمأة المركزة من قاع الحوض ورغم هذا التشابه الا أن وحدات التركيز تختلف عن أحواض الترسيب التقليدية فى النواحى الاتية :-

- حجم وحدة التركيز أقل بكثير من حجم المروق لكى لا يسمح بتخزين كمية كبيرة من الحمأة التى يراد تركيزها وتصبح متعفنة .
- درجة ميل القاع لوحدة التركيز نحو الوسط أكثر من درجة ميل قاع المروق .
- كاسح الحمأة مزود بمحرك أقوى لامكانية كسح الحمأة الاكثر تركيزا .
- توجد عوارض مثبتة رأسيا على كاسح الحمأة يصل أرتفاعها الى منتصف عمق الحوض تقريبا وذلك لتحريك محتويات الوحدة لتسهيل خروج فقاعات الغاز وبذلك يسمح للمواد الثقيلة بالرسوب .

- ✓ تحدث منطقة الترسيب فى أحواض التركيز عندما يتجاوز تركيز المواد الصلبة الجافة 0.5 % والتى تميل الى الترسيب تاركة فوقها طبقة رائقة نسبيا من المياه .
- ✓ عندما تستمر عملية الترسيب فى الحوض تتشكل طبقة مضغوطة من جزيئات الحمأة المركزة وعنها تقل سرعة الترسيب كنتيجة لارتباط هذه الجزيئات مع بعضها البعض

<u>العوامل التى تؤثر على كفاءة تركيز الحمأة</u>

- ✓ نوعية الحمأة التى تم سحبها من المروقات وكمية الخبث بها .
- ✓ أزدياد عمر الحمأة المراد تركيزها يؤدى الى تحللها وتتفتت ألاجزاء الكبيرة منها بالاضافة الى أن فقاعات الغازات المتولدة تلتصق بالاجزاء المتعفنة وتعمل كعوامات يصعب معها ترسبها .

- ✓ طول فترة المكث فى الوحدة يزيد من كفاءة التركيز ولكن هذا يؤدى الى استهلاك الاكسجين الذائب ونشاط البكتريا الاهوائية وبالتالى زيادة فرصة التعفن .
- ✓ ارتفاع درجة الحرارة يخفف من لزوجة المياة وبالتالى يساعد على زيادة كفاءة الترسيب ,لذا يمكن سحب الحمأة المركزة أكثر تكرارا فى الصيف عنة فى الشتاء .
- ✓ 5- زيادة التحميل على وحدة التركيز يقلل كفاءة تشغيلها حيث يعتبر معدل التحميل السطحى (كجم مواد صلبة / م ^{2}. يوم) من أهم العوامل فى تصميم أحواض التركيز .

الهضم digestion

غالباً ما يكون التخمير لا هوائياً، إذ تقوم البكتريا اللاهوائية بتثبيت المواد العضوية، وينتج من ذلك غاز الميثان الذي يستخدم مصدر طاقة لتشغيل تجهيزات محطة المعالجة

التجفيف dewatering

يتم في شروط طبيعية ضمن ما يعرف بحقول تجفيف الحمأة، وهذه الطريقة تحتاج إلى مساحات واسعة وشروط مناخية ملائمة. كذلك يمكن أن يتم التجفيف اصطناعياً (التجفيف الميكانيكي) بوساطة المرشحات الانفراغية أو السيور الضاغطة أو أجهزة القوة النابذة، وتتطلب هذه الطرائق إضافة مواد كيمياوية مساعدة مما يجعلها أكثر كلفة من طريقة التجفيف الطبيعي. وتستخدم الحمأة بعد معالجتها سماداً لتحسين نوعية التربة الزراعية.

التطهير والتعقيم

التطهير بالحرارة

يعد استخدام الحرارة من الطرق الأولية للتعقيم وذلك برفع درجة الحراره إلى درجة الغليان مع الاستمرار لمدة 5 الى 20 دقيقة ، ولكن هذه الطريقة تستخدم لكميات صغيره فقط ، و استخدامها لا يصلح للكميات الكبيرة وذلك للتكلفة الاقتصادية العالية .

التطهير بالأشعة فوق البنفسجية

تعتمد هذة الطريقة على إبادة الكائنات المسببة للأمراض بتعريضها مباشرة للأشعة فوق البنفسجية .

عملية إنتاجة مكلفة وغير مجدية إذا كانت الأحواض عميقة حيث أنه يؤثر فى طبقة رقيقة من الماء وبمرور بطىء جدا للأشعة .

التطهير بالأوزون

الأوزون غاز مؤكسد قوى يتفاعل مع كل المكونات الموجودة بالماء (عضوية وغير عضوية)لأنه غاز نشط جدا و غير مستقر كيميائيا يختفى فى بضع دقائق ولا يترك أى نسبة متبقية لمواصلة التطهير بالمجاري المائية لذا يجب مزجة بالماء المراد تطهيره بمجرد إنتاجه مباشرة .

التطهير بالكيماويات

يعتبر التطهير بالكلور من أهم طرق التطهير الكيميائى .

إستخدام الكلور :-

الغرض الرئيسى منة هو القضاء على الكائنات الحية الضارة وذلك لسهولة استخدامه وقلة تكلفته وأنه يترك كلور متبقى يدل على إتمام عملية التطهير .

<u>الغرض من التطهير بالكلور:-</u>

- ✓ التخلص من الروائح الكريهة فى الشبكة .
- ✓ المساعدة فى فصل الشحوم .
- ✓ إزالة الجراثيم والميكروبات .
- ✓ المساعدة فى تخفيض الاحمال العضوية .
- ✓ التحكم فى تكوين الرغاوي .

كما يمكن أن يتواجد الكلور فى الثلاث صور المختلفة للمادة وهى :-

<u>1- غاز الكلور</u>

هو غاز سام ولونة أصفر مائل للخضرة وهو أثقل من الهواء مرتين ونصف .

فى حالة تسربة فإن أقل نسبة يمكن حسها بالشم هى 3 جزء فى المليون .

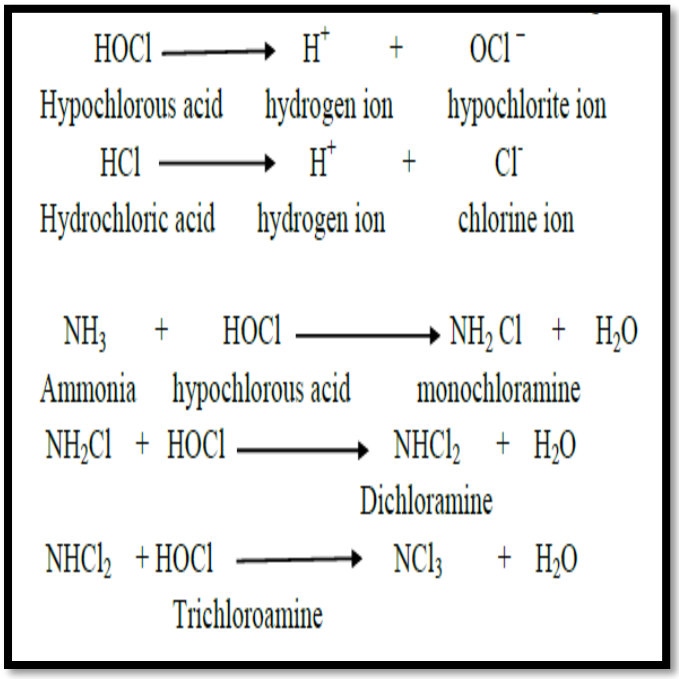
إذا زاد تركيزة بالجو إلى 1000 جزء فى المليون يصبح مميت ومن يتعرض لهذه الجرعة يصاب بالإختناق والوفاة مباشرة .

<u>2- الكلور السائل</u>

هو محلول نقى كهرمانى اللون وهو أثقل من الماء مرة ونصف .

يتبخر الكلور السائل بسرعة شديدة إذا ما تعرض للهواء الجوى.

وعند تبخر الكلور السائل فإن وحدة الحجوم منة تنتج حوالى 456 وحدة حجم من الغاز النقى



لذا عند وجود تسرب باسطوانة الكلور يتحتم تعديلها لتكون منطقة التسريب فى أعلاها ليتسرب غاز الكلور وليس السائل .

3- الكلور الصلب

نادرا ما يوجد فى صورته الصلبة نظرا لأن الكلور السائل يتجمد عند درجة حرارة منخفضة جدا (- 102 درجة مئوية) غير أنه يوجد متحدا مع بعض العناصر الأخرى فى صورة مركبات .

العوامل التى تؤثر على كفاءة عملية التعقيم :

- ✓ **فترة التلامس :**

كلما زادت فتره التلامس زادت كفاءة عملية التطهير وتتراوح فترة التلامس من 20-30 دقيقة

- ✓ **تركيز جرعة الكلور** :

كلما زادت الجرعة زادت كفاءة التطهير .

- ✓ **الأس الهيدروجينى** :

- عند إضافة الكلور للماء يتكون حمض الهيبوكلوروز(HOCl) الأكثر فاعلية فى عملية التطهير حيث أنه لا يحمل أي شحنات (متعادل) وأيون الهيبوكلوريت (OCl^-) أقل فاعلية حيث أنه يحمل شحنة سالبة ومعظم الجراثيم الموجودة بالمياه تحمل شحنة سالبة فيحدث بينهما تنافر بينما حمض الهيبوكلوروز يخترق جدار الخلية بسهولة فيقتلها .
- يؤثر الاس الهيدروجيني على عملية التعقيم باستخدام الكلور حيث ان pH يحدد نسبة HOCl و OCl^- حيث أن تأين HOCl يكون ضعيف عند التركيز المنخفض للاس الهيدروجيني فى حين انه يتأين بصورة كاملة عند pH الأعلى ويكون OCl^- هو الصورة الكاملة ويحدث هذا فى المدى ما بين 6.5 -8

- ✓ **مكان الإضافة وإمكانية الخلط** :

حيث أن إمكانية الخلط الجيد يزيد من عملية التطهير .

- ✓ **العكارة :**

كلما زادت العكارة تقل كفاءة الكلور فى التطهير.

- ✓ **تركيز الملوثات** :

- **المواد العضوية :-**

كلما زادت الملوثات العضوية قلت كفاءة الكلور وذلك لتكوينه مركبات غير مرغوب فيها .

- **المواد غير العضوية :-**

مثل الأمونيا تتفاعل مع الكلور مكونة مركبات الكلوروأمين فتقل فاعلة التطهير .

- ✓ **درجة الحرارة :**

كلما كانت درجة حرارة المياه مرتفعة كلما كانت عملية التطهير أكثر فاعليه فالماء الذى درجة حرارته من (21 – 29) يسهل تطهيره و كلما كانت درجة الحرارة منخفضة قلت قدرة الكلور على التطهير.

المصطلحات الفنية الخاصة بالكلور:-

جرعة الكلور:

تعرف بأنها أقل كمية كلور تضاف إلى وحدة حجم من الماء تكفى للقضاء على الكائنات الحية وينتج عنها كلور متبقى فى حدود(0.5 مجم / لتر) ولا تزيد عن (1.0 (واحد) مجم / لتر) ويتم تحديدها باستخدام تجربة Break Point

الكلور المستهلك :-

عبارة عن الفرق بين كمية الكلور المضاف وكمية الكلولر المتبقى (متحد أو حر)

الكلور المتبقى :-

هناك نوعان من الكلور المتبقى

الكلور المتبقى المتحد (ينتج عند إضافة قدر من الكلور يكفى فقط للإتحاد مع الأمونيا الموجودة بالماء)

الكلور المتبقى الحر (ينتج مباشرة عند إضافة الكلور إلى المياه)

إزالة الكلور الزائد :

يمكن إزالة الكلور المتبقي فى المياه إذا كان تركيزه عالي بإضافة SO_4 الى المياه بجرعة توازى 4.5 مللى جرام لكل لتر .

$$SO_4 + H_2O + Cl_2 \longrightarrow H_2SO_4 + HCl$$

كمية (H_2SO_4 +HCl) الناتجة ضئيلة وليس لها تأثير يذكر علي خواص المياه ويمكن استخدام المياه بعد طرح 15 دقيقة كما يمكن استخدام كبريتيت الصوديوم أو ثيوسلفات الصوديوم $Na_2S_2O_3$

حوض التلامس :

هو عبارة عن حوض زجزاجى يحدث فيه التلامس بين الكلور والمياه المعالجة المراد تطهيرها من الكائنات الممرضة ويجب ان تكون مدة التلامس بين 20-30 دقيقة على الاقل لكى يقوم الكلور بدوره الفعال فى قتل هذه الكائنات وتزداد فاعلية الكلور بزيادة فترة التلامس.

قام بإعداد الإصدار الثاني من هذا البرنامج

كيميائية/ رشا عبدالجواد إبراهيم	شركة دمياط لمياه الشرب والصرف الصحي
كيميائي/ محمد احمد حلقها	المعمل المرجعي للصرف الصحي-الشركة القابضة
كيميائي /محمود نبيل	شركة المنوفية لمياه الشرب والصرف الصحي
د/نيفين احمد	شركة كفرالشيخ لمياه الشرب والصرف الصحي
د/ هاني التهامي حمدان	المعمل المرجعي للصرف الصحي-الشركة القابضة
كيميائي/ هاني عبد المنعم	شركة الغربية لمياه الشرب والصرف الصحي
كيميائي/ وليد ناصر	شركة المنوفية لمياه الشرب والصرف الصحي

قام بالتنسيق الفني والإخراج لهذا الإصدار

كيميائي/ محمد الصوفي زين العابدين	المعمل المرجعي للصرف الصحي- الشركة القابضة
كيميائي/ محمود جمعه	الإدارة العامة للمسار الوظيفى- الشركة القابضة

حقوق الطبع محفوظة • الإدارة العامة للمسار الوظيفى - إدارة الصناع
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)