برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب لوظيفة مهندس تشغيل صرف صحي

البرنامج التدريبي نظـــم المعـــالجة المختلفـــة لمياه الصرف الصحي

حقوق الطبع محفوظة

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية ـ الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

جدول المحتويات

نظم المعالجة المختلفة لمياه الصرف الصحي 4

1. مقدمة 5

2. المعالجة التمهيدية لمياه الصرف الصحيPreliminary Wastewater Treatment 5

3. المعالجة الابتدائية (أحواض الترسيب الابتدائي) لمياه الصرف الصحيPRIMARY WASTWSTER TREATMET 5

4. المعالجة الثانوية (البيولوجية)SECONDARY WASTEWSTER TREATMET 5

5. نظم المعالجة الثانوية المختلفة: 6

المعالجة بالنمو الملتصق (المرشحات الزلطية Trickling Filters) 6

المكونات الرئيسية للمرشحات الزلطية 7

يتكون المرشح الزلطي من العناصر الرئيسية التالية: 7

الوسط الترشيحي 7

نظام التوزيع (الأذرع الرشاشة) 8

نظام التجميع السفلي للمياه: 8

أساسيات تشغيل المرشحات 8

سيفون الدفق: 8

مسار المياه بالمرشحات الزلطية: 9

تهوية المرشحات الزلطية: 9

وتتم عملية تهوية المرشحات الزلطية باستخدام: 9

عمق المرشحات الزلطية: 11

أنواع المرشحات الزلطية 11

مميزات وعيوب المرشحات الزلطية 11

المميزات: 11

العيوب: 11

-المعالجة البيولوجية باستخدام الأقراص البيولوجية الدوارة Rotating Bio contactors (RBC) 12

عملية التشغيل 13

مميزات الأقراص البيولوجية الدوارة 14

المعالجة بالنمو المعلق 15

المعالجة البيولوجية باستخدام الحمأة المنشطة التقليديةConventional Activated Sludge 15

تعديلات طرق الحمأة المنشطة 15

1. نظام التهوية الممتدة Extended Aeration: 15

المعالجة بالحمأة المنشطة (التهوية الممتدة) تقنية كروجر (Extended aeration) 17

مزايا المعالجة بالحمأة المنشطة 18

عيوب المعالجة بالحمأة المنشطة 18

نظام التثبيت بالتلامس Contact Stabilization: 18

1. الخلط الكامل (Complete Mix)	19
طرق التهوية	20
أ. التهوية بالهواء المضغوط compressed air system	20
ب. التهوية الميكانيكيةMechanical Aeration	21
المعالجة البيولوجية باستخدام بحيرات الأكسدة ponds Oxidation	22
نظرية تشغيل بحيرات الأكسدة	22
طريقة المعالجة اللاهوائية	22
طريقة المعالجة الهوائية	22
أنواع بحيرات الأكسدة	23
البحيرات اللاهوائية:	23
البحيرات الاختيارية (المترددة):	23
البحيرات الهوائية:	24
البحيرات المهواة:	24
1. التهوية الميكانيكية (Mechanical Aeration)	24
2. الطحالب (Algea)	24
3. التقليب (Mixing)	25
أهمية البحيرات المهواة Aerated lagoons	25
البحيرات الخاصة	25
بحيرات الإنضاج الطبيعية:	25
البحيرات ذات المعدل العالي للتهوية الطبيعية:	26
العوامل الطبيعية المؤثرة على النشاط البيولوجي ببحيرات التثبيت	26
1. تأثير الرياح	26
2. الحرارة	26
3. ضوء الشمس	26
العوامل الكيميائية المؤثرة علي النشاط البيولوجي ببحيرات التثبيت	26
1. الأكسجين	26
2. المواد الغذائية	27
3. الرقم الأيدروجينى	27
المعالجة اللاهوائية لمياه الصرف الصحي Anaerobic Treatment	27
أحواض المعالجة اللاهوائية ذات الحواجز المتوازية Anaerobic Baffled Reactors	27
مميزات إعادة المياه من المخرج للمدخل	29
عيوب عملية الإعادة	29
معايير واشتراطات استخدام الأحواض ذات الحواجز المتوازية	29

أحواض ذات مساحة سطحية كبيرة 29
معايير واشتراطات استخدام الأحواض ذات المساحة السطحية الكبيرة 30
أحواض تسير فيها المياه لأعلى خلال طبقة من المواد العالقةUp Flow Anaerobic Sludge Blanket 30
المكونات: 30
الاشتراطات الفنية لاستخدام أحواض المعالجة اللاهوائية من أسفل إلى أعلى 31
المعالجة البيولوجية بنظام الحمأة المنشطة – المفاعل متعدد الدفعات(SBR) Sequencing Batch Reactor32
وصف عملية المعالجة البيولوجية بالمفاعل متعدد الدفعات SBR 33
المعالجة البيولوجية تقنية المفاعل ذو الطبقة المتحركة(MBBR– Moving Bed Bio–Reactor) 35
المعالجة باستخدام الأراضي الرطبةWetland 36
الطريقة الاولى وحدات التدفق تحت السطحي (Subsurface Flow) 36
والطريقة الثانية وحدات سطح الماء الحر (Free Water Surface) 36
المزايا 37
العيوب والمشاكل 37
عيوب نظام التدفق تحت السطحي: 37
المشكلة الأولى: 37
المشكلة الثانية: 38
عيوب نظام سطح المياه الحر 38
التشريعات المصرية الخاصة بتحديد مواصفات المياه المعالجة قبل صرفها على المجاري المائية. 39
المياه التي تصرف على نهر النيل وفروعه وعلى الخزانات الجوفية 39

أهداف البرنامج التدريبى

<u>فى نهاية البرنامج التدريبى يكون المتدرب قادر على:-</u>

- معرفة الأنواع المختلفه لمعالجة مياه الصرف .
- التعرف على أنظمة المعالجة التى تعمل بنظام النمو الملتصق.
- معرفة المعالجة البيولوجية بنظام بحيرات الأكسده بأنواعها .
- معرفة محطات المعالجة التى تعمل بنظام المعالجة اللاهوائية .

نظـــم المعـــالجة المختلفـــة لمياه الصرف الصحي

1. مقدمـــة

توجد طرق عديدة لمعالجة مياه الصرف الصحي بغرض إزالة المواد المسببة للتلوث سواء كانت عضوية أو غير عضوية، وذلك حتي يمكن التخلص من مياه الصرف الصحي التي تمت معالجتها بطريقة آمنة عن طريق إلقائها في مجرى أو مسطح مائي، أو استخدامها في أعمال رى المزروعات، أو التخلص منها علي سطح الأرض أو باطنها دون أن تسبب أي آثار سلبية على البيئة (الماء–الهواء–التربة).

والخطوات المتبعة حاليا في معظم محطات معالجة مياه الصرف الصحي تتلخص في الوحدات التالية:

- معالجة تمهيدية
- معالجة ابتدائية.
- معالجة ثانوية (بيولوجية) بمختلف أنواعها.
- معالجة متقدمة (إضافية) بمختلف أنواعها.
- أعمال التخلص من السيب الناتج.
- معالجة الرواسب (الحمأة) الناتجة من وحدات المعالجة.

2. المعالجة التمهيدية لمياه الصرف الصحي Preliminary Wastewater Treatment

يمكن تلخيص مكونات وحدات معالجة مياه الصرف الصحي التمهيدية والشائع استخدامها في جمهورية مصر العربية في المصافي ووحدات فصل الرمال والزيوت والشحوم.

- المصافي
- وحدات فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم

3. المعالجة الابتدائية (أحواض الترسيب الابتدائي) لمياه الصرف الصـــحي PRIMARY WASTWSTER TREATMET

تتم المعالجة الابتدائية لمياه الصرف الصحي في أحواض تعرف باسم أحواض الترسيب والغرض من أحواض الترسيب هو التخلص من المواد العضوية العالقة بمياه الصرف الصحي بفعل الجاذبية الأرضية فتسقط بتأثير ثقلها إلى قاع الحوض حيث تجمع ويتم التخلص منها، إلا أنه لكثرة تكاليف إنشاء هذه العملية ولارتفاع تكاليف تشغيلها ولضياع الوقت في الملء والتفريغ أصبحت هذه الطريقة غير مستخدمة حاليا.

4. المعالجة الثانوية (البيولوجية)SECONDARY WASTEWSTER TREATMET

تحتوى مياه الصرف الصحي على فيروسات تصنف حسب العائل، وتعد المجموعة الأولى أهم مجموعة فيما يتعلق بمياه الصرف الصحي حيث أنها المصدر الرئيسي للكائنات الحية المسببة للأمراض مثل التيفود

والدوسنتاريا والإسهال والكوليرا إضافة إلى ذلك تحتوى أمعاء الإنسان على أعداد هائلة من البكتريا تعرف باسم بكتريا القولون، وتعد هذه الكائنات غير ضارة للإنسان بل نافعة في التخلص من المواد العضوية أثناء عمليات المعالجة الحيوية لمياه الصرف الصحي.

ونظراً لأن أعداد الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في مياه الصرف الصحي والمسببة للأمراض قليلة ويصعب عزلها، فإن بكتريا القولون ولوجودها بأعداد هائلة في مياه الصرف الصحي يمكن استخدامها ككائن حى للدلالة على مدى تلوث المياه بالكائنات المسببة للمرض.

ويمكن قياس المواد العضوية عن طريق قياس متطلبات الأكسجين الكيميائي (COD) والحيوي (BOD)، وكلما زادت كمية الأكسجين الكيميائي والحيوي دل ذلك على تركيز عال للمواد العضوية.

5. نظم المعالجة الثانوية المختلفة:

المعالجة بالنمو الملتصق (المرشحات الزلطية Trickling Filters)

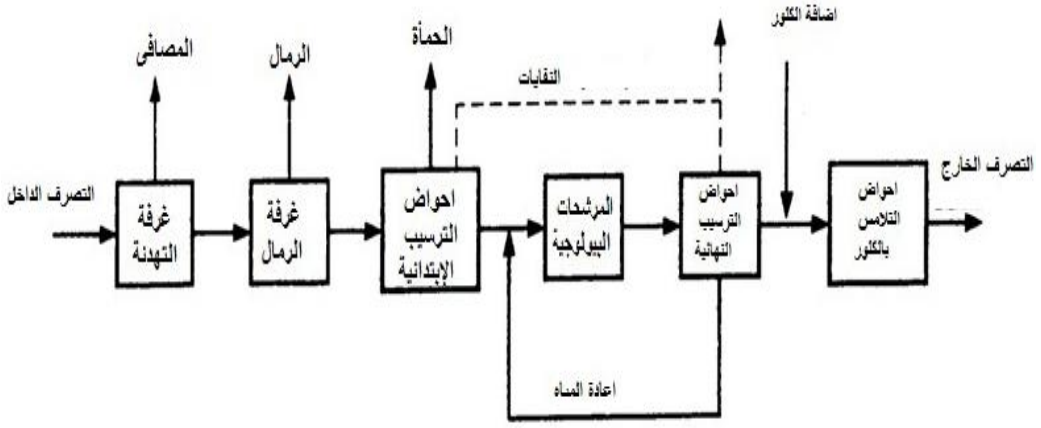
معالجة المياه الملوثة باستخدام المرشحات الزلطية هي عملية تقليدية، ولكنها تستخدم على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم نظراً لسهولة تشغيلها، والنتائج الجيدة التي أمكن الحصول عليها، بالإضافة إلى قدرتها على معالجة مياه الصرف الصحي الشديدة التلوث.

كما تزيل المرشحات الزلطية المواد الصلبة العضوية العالقة والذائبة من مياه الصرف الصحي وتعرف طريقة المعالجة باستخدام المرشحات الزلطية بطريقة المعالجة بالنمو الملتصق.

وتتلخص هذه الطريقة في رش المياه الخارجة من أحواض الترسيب الابتدائي على الوسط الترشيحية وذلك في وجود الأكسجين والبكتريا الهوائية. وتقوم البكتريا الهوائية والكائنات الدقيقة الأخرى مثل الـ Fungi والـ Protozoa بعملية الأكسدة للمواد العضوية الموجودة في مياه الصرف في الخطوتين الآتيتين:

أ. تجميع المواد الصلبة الموجودة في مياه الصرف الصحي مع نمو الكائنات الحية الدقيقة والتي تعتمد في نموها على التغذية من مكونات مياه الصرف الصحي. حيث يقوم نوع معين من البكتريا – Nitrifying Bacteria – بأكسدة المواد النتروجينية الموجودة في مياه الصرف.

ب. يتم تنظيف المرشح الزلطى بواسطة أنواع معينة من الكائنات الحية الدقيقة تسمى الـ Protozoa تقوم بالتهام الطبقة الرقيقة التي تغلف الوسط الترشيحي والتي تحتوى على مواد عضوية تتأكسد بفعل البكتريا إلى غازات وماء مما يؤدى إلى تكسير هذه الطبقة وخروجها مع المياه الخارجة من المرشحات الزلطية.



شكل رقم (1) خطوات معالجة مياه الصرف الصحي بنظام المرشحات البيولوجية (المرشحات الزلطية)

المكونات الرئيسية للمرشحات الزلطية

يتكون المرشح الزلطي من العناصر الرئيسية التالية:

الوســـط الترشيحي

ويحيط به حائط دائري يتم إنشاؤه فوق قاعدة دائرية من الخرسانة المسلحة. وتصنع الحوائط الدائرية للمرشحات من الطوب أو من الحجر أو من الخرسانة. ويجب أن تتحمل الحوائط الإجهادات الجانبية والأحمال المختلفة وظروف التشغيل المختلفة، والغرض من الوسط الترشيحي هو العمل كوسط خامل لتجميع البكتريا الهوائية والمواد العضوية الموجودة في مياه الصرف على سطحه، حيث تتم عملية الأكسدة. ويحتوى الوسط الترشيحي على فراغات بين حبيباته 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 كثافة الهواء وبالتالي يتحرك الهواء إلى أعلى فيحل محله هواء بارد؛ وبالتالي تتم عملية تهوية المرشح الزلطى، وتتم عملية ذوبان الأكسجين الموجود بالهواء الجوي في مياه الصرف المتجمعة على سطح الوسط الترشيحي، مما يزيد من معدل نمو البكتريا الهوائية التي تقوم بعملية الأكسدة للمواد العضوية أثناء مرورها مع مياه الصرف خلال المرشح الزلطى من أعلى إلى أسفل، وتتأكسد المواد الكربونية إلى ثاني أكسيد الكربون بينما تتأكسد المواد النتروجينية إلى الأمونيا ومن الممكن أن تتأكسد إلى نترات أو نتريت إذا طالت مدة بقائها في مياه الصرف.

وكلما زاد حجم الطبقة المتجمعة حول الوسط الترشيحي كلما سهل انفصالها وانزلاقها وخروجها مع مياه الصرف الخارجة من المرشح.

ويعتبر الزلط هو أشهر مادة تستخدم كوسط ترشيحى ويبلغ قطر كل منها 5–10 سم، ويتراوح عمق طبقة الترشيح بالمرشح 1–2,5 متر.

نظام التوزيع (الأذرع الرشاشـــة)

هو جزء دوار يتكون عادة من اثنين أو أكثر من المواسير الأفقية يكون مستواها أعلي من الوسط الترشيحي بمسافة صغيرة.

نظام التجميع السفلي للمياه:

يجب أن تكون أرضية المرشحات والقنوات ذات ميل كاف بحيث تمنع أي ترسيب للمواد العالقة. ويجب أن تغطى الأرضية بواسطة قنوات نصف دائرية مفتوحة – نصف ماسورة.

يوضح شكل رقم (4-2) قطاعاً لمكونات المرشح الزلطى.

أساسيات تشغيل المرشحات

سيفون الدفق:

يقوم سيفون الدفق بحجز مياه الصرف الداخـــلة إلى المرشـــح الزلطى حتى تصبح بكمية وضغط كافيين لضمان استمرار دوران الأذرع الرشاشة. فعندما يرتفع منسوب مياه الصرف في سيفون الدفق تخرج هذه المياه بضغط كاف لإدارة الأذرع الرشاشة التي ترش المياه الملوثة على الوسط الترشيحي مكونة الطبقة الرقيقة التي تتغذى عليها البكتريا، وعندما يقل منسوب المياه في حوض الدفق تقل المياه عن التصرف اللازم لتشغيل السيفون فلا يتم رش مياه الصرف على الوسط الترشيحي وبالتالي يتم تجويع البكتريا التي لا تجد الطبقة التي تتغذى عليها، وتكون في حالة نشطة انتظاراً لعملية الدفق التالية. وتصنع سيفونات الدفق من الحديد الزهر ولكن مواسير الأذرع تصنع من الحديد المجلفن، ويجب أن تكون المواسير نظيفة وغير منفذة للهواء.

مسار المياه بالمرشحات الزلطية:

في المرشحات الزلطية يتم دخول مياه الصرف الصحي القادمة من هدار حوض الترسيب الابتدائي، أو من سيفون المرشح الزلطى عن طريق ماسورة تغذية تمتد أسفل مركز المرشح، وتنتهي أعلاه على أربعة أذرع توزيع (رشاشة) محملة على كرسي تحميل لتسهيل دوران الأذرع، وكل ذراع عبارة عن ماسورة أفقية تمتد في اتجاه قطري نحو المحيط الخارجي للمرشح، وترتفع بحوالي 20 سم فوق الوسط الترشيحي (الزلط).

وتوجد في أحد جوانب المواسير ثقوب موزعة لضمان توزيع المياه على المساحة الكلية لسطح المواد الموجودة بالمرشحات الزلطية – ولا تتفاعل هذه المواد (مثل الزلط، كسر الحجارة أو قطع البلاستيك) مع المياه الملوثة – وتمر المياه الملوثة من خلال هذه المواد إلى نظام التجميع السفلى بالحوض، وقد تأكد أن تهوية المياه الملوثة وتوزيعها بانتظام على سطح الوسط الترشيحي وكذلك التدرج الحجمي للوسط الترشيحي من العوامل المؤثرة في عملية نجاح تشغيل المرشحات الزلطية.

تهوية المرشحات الزلطية:

تهوية المرشحات الزلطـــية عملية ضرورية جداً لنجـــاح عملـــية المعالجـــة البيولوجية لمياه الصرف وتعتمد طريقة التهوية على منسوب المرشح هل هو مبنى فوق سطح الأرض أو تحت سطح الأرض؟

وتتم عملية تهوية المرشحات الزلطية باستخدام:

- فتحات تهوية في جدار المرشح للمرشحات المنشأة فوق سطح الأرض.
- مواسير تتصل بنظام الصرف السفلى بالمرشح ويكون طرف الماسورة الثاني مفتوحاً للهواء الجوي في حالة وجود المرشحات كلها أو جزء منها تحت سطح الأرض وفي هذه الحالة يتم وضع شبكة سلك على فوهة الماسورة العلوية لمنع سقوط يرقات الذباب أو أي شيء حتى لا يسد ماسورة التهوية.

ويمكن قياس حجم الهواء اللازم للمحافظة على النشاط البيولوجي في المرشح تقريبياً، وذلك بقياس محتوى الأكسجين الحيوي لمياه الصرف المترسبة وأيضاً بفرض درجة المعالجة التي يمكن الحصول عليها من المرشح.

ومن الناحية العملية نجد أن كل 1 متر مكعب من مياه الصرف يحتاج إلى 1 متر مكعب هواء. ولكن يجب أن تكون كميات الهواء المتاحة أكبر من هذه القيمة حيث أن كمية الأكسجين المستفاد منها أثناء تشغيل المرشح تتراوح من 5 إلى 9% من كمية الأكسجين الموجود بالهواء الجوي. وتحدث عملية التهوية نتيجة للفرق في درجات الحرارة والكثافة بين الهواء الجوي والهواء الساخن نتيجة عمليات الأكسدة داخل المرشح، ويكون اتجاه عملية التهوية لأسفل صيفاً ولأعلى شتاء، ولكن يمكن أن يتغير اتجاه التهوية خلال اليوم الواحد. وتتغير درجة حرارة الهواء الجوي عادة بحوالي من 6 إلى 11 درجة مئوية أعلى أو أقل من درجة حرارة مياه الصرف.

وفي حالة ما إذا كان الفرق في درجات الحرارة 6 درجات مئوية فإن ماسورة التهوية يمكن أن تمد المرشح بحوالي 20 متر مكعب هواء لكل متر مكعب من مياه الصرف، وفي هذه الحـــالة إذا كانت كفاءة الأكسجين الممتص 5% فإن عملية التهوية تكون كافية. وبصفة عامة فإن التهوية الطبيعية تكون كافية لنجاح عملية معالجة

مياه الصرف بإستخدام المرشحات الزلطية.

عمق المرشحات الزلطية:

ينص الكود المصري لتصميم محطات المعالجة علي أن العمق الامثل للمرشح مابين 1,5–2 متر في المرحلة الأولى، و1–2 متر بالمرحلة الثانية. ويمكن أن يصل عمق المرشح إلى 2,5 متر وذلك في حالة توفر الضاغط الكافي. وفي المرشحات قليلة العمق يقل زمن مرور مياه الصرف في المرشح، وبالتالي تزيد احتمالات حدوث المسارات القصيرة. وتتم معظم عملية الأكسدة في الثلاثين سنتيمتراً الأولى من عمق المرشح، ولكن باقي العمق ضروري للحصول على مياه معالجة بها مواد عالقة ثابتة وقابلة للترسيب وبحيث يكون هناك فرصة لحدوث عملية النترتة.

أنواع المرشحات الزلطيـــــة

يتم تقسيم المرشحات الزلطـــية إلى أنـــواع طبقـــاً للأحمـــال الهيدروليكيـــة والأحمال العضوية. ومنها:

المرشحات ذات المعدل البطيء

المرشحات ذات المعدل المتوسط

المرشحات ذات المعدل السريع والمرشحات الخشنة

مميزات وعيوب المرشحات الزلطية

المميزات:

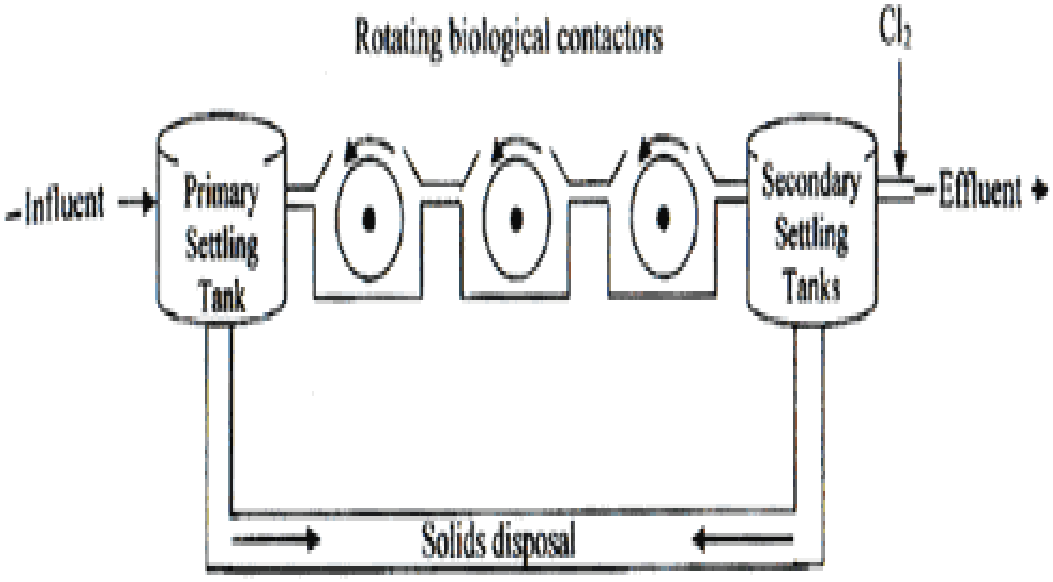
1. أثبتـــت المرشحات الزلطية نجاحها في عمليـــة أكســـدة المـــواد العضوية الموجودة بمياه الصـــرف الصحي.
2. لا تحتاج إلى عمالة ماهـــرة مثل طريقة الحمأة المنشطة.
3. يمكن أن تستوعب الأحمال العالية المفاجئة في وقت قصير.
4. لا يحتـــاج نظـــام المرشحات بطيئة المعدل إلى طاقة كبيرة محركة للأذرع الدوارة وبالتالي تقل مصاريف التشغيل للمحطة.
5. يتم في المرشحات الزلطية سريعة المعدل عملية إعادة المياه مرة أخرى من حوض الترسيب النهائي إلى المرشح الزلطى حيث تُزيد من معدل مياه الصرف، وبالتالي تقل مشكلة تكون يرقات الذباب حول المرشحات الزلطية، كما يقل تركيز المواد العضوية داخل المرشح وبالتالي تنشط البكتريا.

العيـــــوب:

1. الفاقد في الضغط كبير في حالة المرشحات الزلطية عنه في حالة الحمأة المنشطة.
2. تحتاج المرشحات الزلطية إلى مساحة أرض كبيرة بالمقارنة بطريقة الحمأة المنشطة.
3. يتجمع الذباب حول المرشحات الزلطية نتيجة لبطء معدل مياه الصرف ويضع يرقات الذباب ويتكاثر بأعداد كبيرة مما يسبب مضايقات للسكان وتلوثاً للبيئة المحيطة بالمرشحات والمباني القريبة منها.

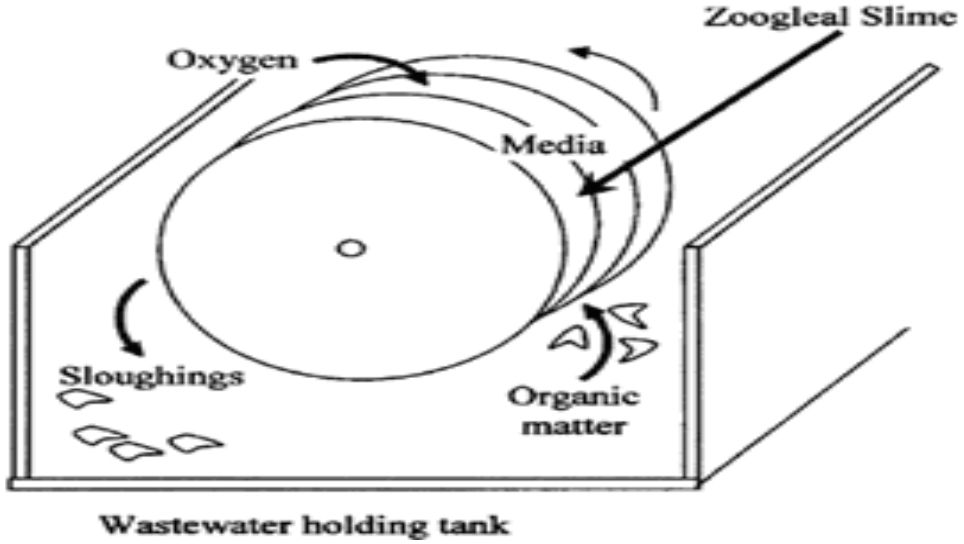
وتوجد امثلة المحطات التي تعمل بنظام المرشحات الزلطية بشركة القليوبية وشركة قنا

-المعالجة البيولوجية باستخدام الأقراص البيولوجية الدوارة Rotating Bio contactors (RBC)



هذه الطريقة للمعالجة أقرب ما تكون إلى المرشحات الزلطية في نظرية العمل، فمع الأقراص البيولوجية الدوارة تنمو البكتريا على الوسط الترشيحي للقرص الدوار المصنوع من البلاستيك ولذلك تعتبر من أنواع المعالجة بالنمو الملتصق، 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)



ويصنع الوسط الترشيحي للقرص الدوار من مادة بلاستيكية عالية الكثافة بألواح طولها حوالي 3 متر تلف قطريا على عامود طوله تقريباً 7,5 متر على أن تسمح الفراغات بين هذه الألواح بتوزيع مياه الصرف والهواء على القرص بالكامل.

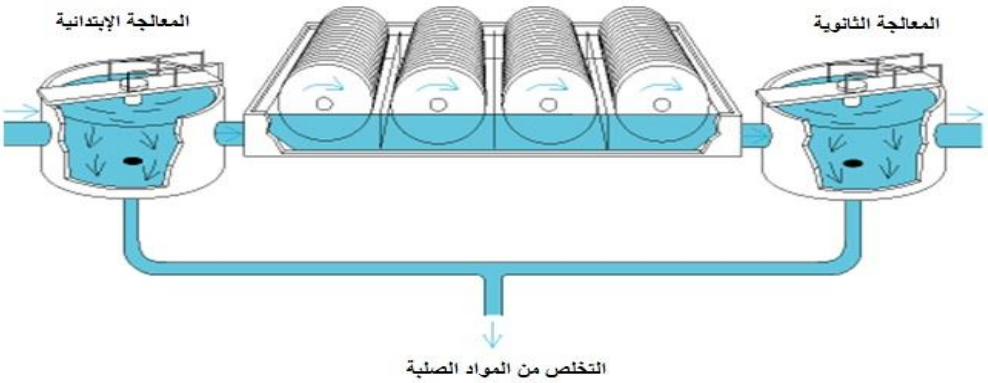
وتوضع الأقراص الدوارة في محطات المعالجة في أحواض من الحديد أو الخرسانة على أن يكون 40% من

القرص مغمور في المياه أثناء الدوران 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 والأكسجين الممتص من الهواء فتبدأ في إزالة الرواسب من المياه (بداية المعالجة) وعندما تثقل طبقات الحمأة على الأقراص تبدأ في السقوط من الأقراص إلى الماء. حيث يمر هذا المحلول إلى أحواض الترسيب النهائي حتى يتم ترسيبها وإزالتها ويوضح الشكل رقم (2) قطاع في حوض التهوية وبيان مكونات القرص الدوار. هذا النظام بسيط لأنه لا يحتاج إلى إعادة حمأة أو مياه إلى الأحواض مرة أخرى.

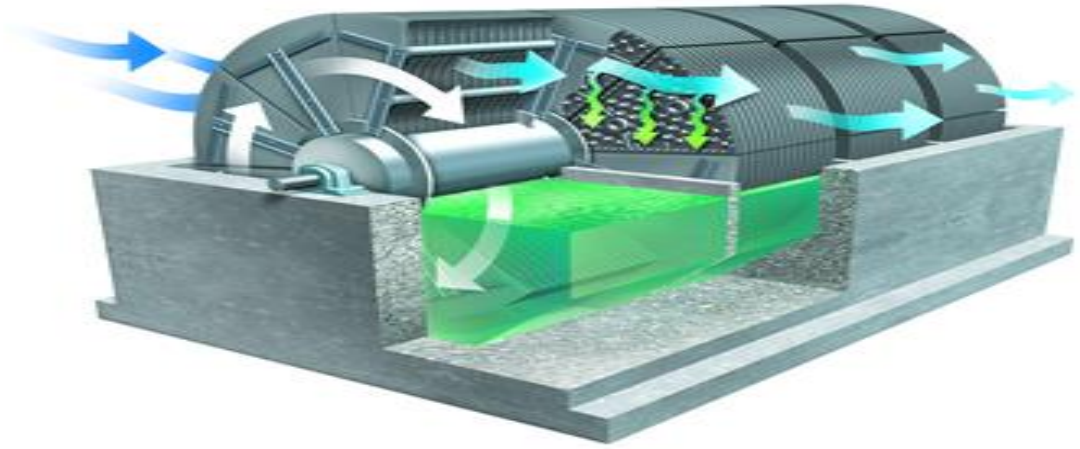
كما يوضح شكل رقم (3) أ- ب – ج تفاصيل الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحي

عملية التشغيل

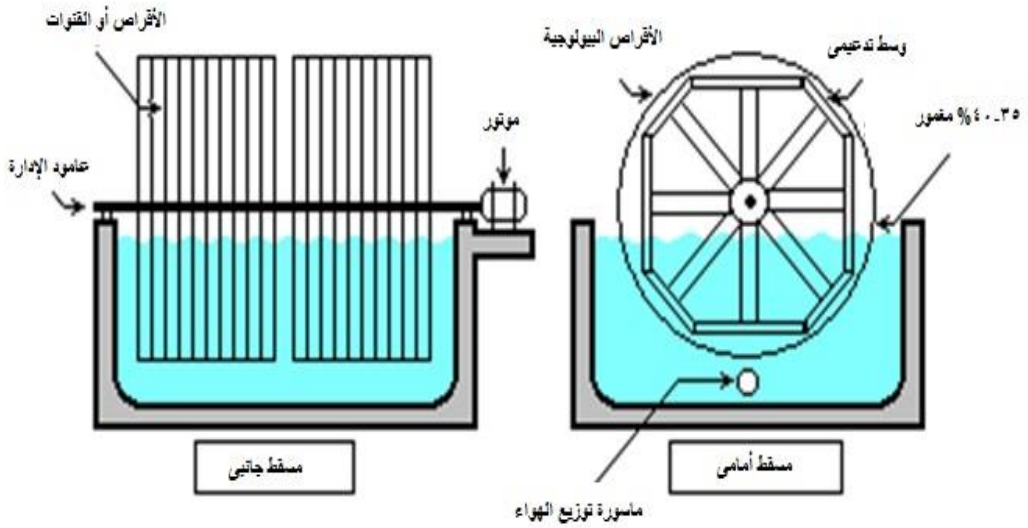
يتأثر أداء وحدات الأقراص البيولوجية الدوارة بالتحميل الهيدروليكي عند درجة حرارة أقل من 13° م وتصمم هذه النظم للعمل مع تدفقات تبدأ من 7 م^3/ يوم إلى 20 ألف م^3/ يوم.



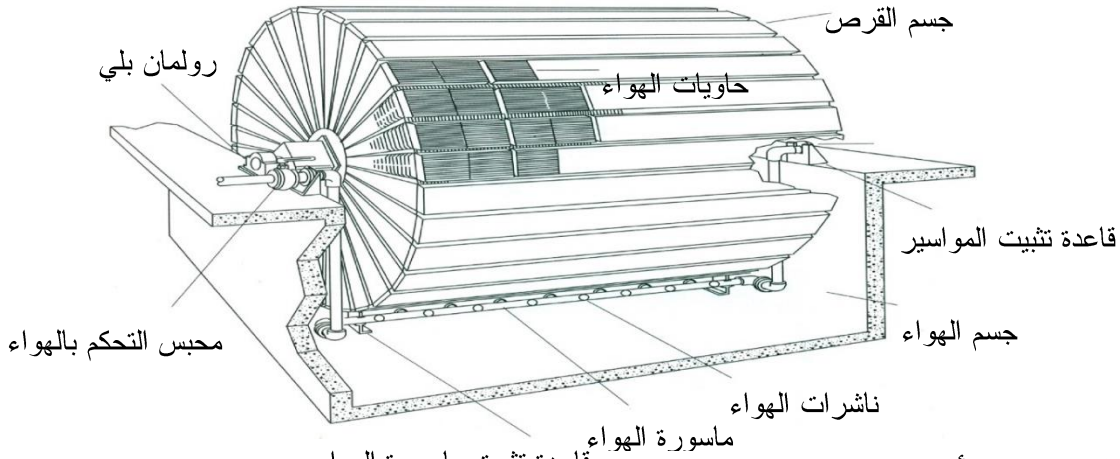
شكل رقم (2)
وحدات معالجة مياه
الصرف الصحي باستخدام الأقراص البيولوجية الدوارة



(أ)



(ب)



(ج) شكل رقم (3) تفاصيل الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحي

ممـــيزات الأقراص البيولوجية الدوارة

تتميز الأقراص البيولوجيـــة الدوارة عن المرشحات الزلطية بعدة مميـــزات 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 نظراً لعدم وجود حمأة أو مياه معادة.
- الأقراص الدوارة ذات حساسية أقل للصرف الصناعي نظراً لأنه لن يحدث تقليل للأكسجين المذاب بسبب الصرف الصناعي.

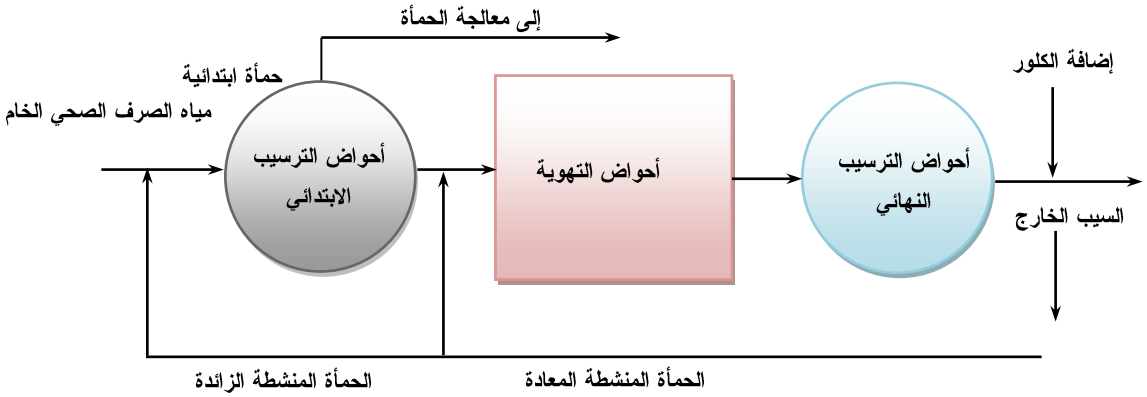
وتوجد بعض محطات معالجة الصرف الصحي بهذه التقنية في كفر مويس فرع بنها و بلتان فرع طوخ (القليوبية)

المعالجة بالنمو المعلق

المعالجة البيولوجية باستخدام الحمأة المنشطة التقليديةConventional Activated Sludge

مقدمة

الحمأة المنشطة هي الحمأة التـــي تترسب في حوض الترسيب النهائي ويتم إعادة استخدام جزء منها بخلطها مع المياه الخام في أحواض خاصة تسمـــى أحواض التهوية حيث يتم تهويـــة وتقليب المخلوط باستخدام مراوح أو وسائل تهوية أخري حيث يتم تزويد الخليط بالأكسجين الموجود في الهواء الجوي اللازم لتنشيط واستعمال البكتريا الهوائية والكائنات الدقيقة الأخرى في تثبيـــت المواد العضوية العالقة والذائبة وتحويلها إلى مواد ثابتة يمكن ترسيبها. كما يؤدى التقليب المستمر للخليط إلى ترويب المواد المتعلقة الدقيقة أي تجميع هذه المواد والتصاقها على هيئة في حبيبات أكبر يسهل ترسيبها في حوض الترسيب النهائي. ويوضح الشكل رقم (4) مسار مياه الصرف في وحدات المعالجة بطريقة الحمأة المنشطة التقليدية.



شكل رقم (4) نظام المعالجة بالحمأة المنشطة التقليدية (Conventional Activated Sludge)

تعديـــلات طـــرق الحمأة المنشطة

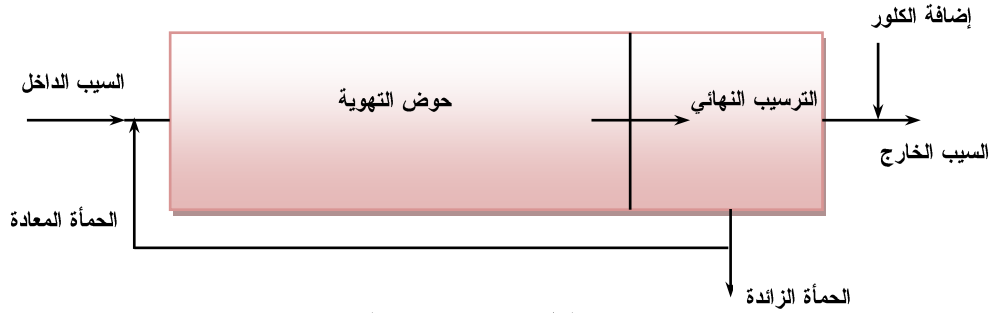
نظراً لما تمتاز به طريقة المعالجة بالحمأة المنشطة من مرونة في التشغيل فقد أدت الدراسات إلى إدخال بعض التعديلات في أسس التصميم وطريقة التشغيل لنظم المعالجة بالحماة المنشطة. ومن هذه الطرق:

- نظام التهوية الممتدة.
- نظام التثبيت بالتلامس
- الخلط الكامل.

1. نظام التهوية الممتدة Extended Aeration:

تتشابه طريقة التهوية الممتدة مع طريقة المعالجة بالحمأة المنشطة التقليدية، فيما عدا أن الكائنات الحية تظل بأحواض التهوية مدة أطول ففي هذه الطريقة يستمر تهوية الخليط لمدة تتراوح بين 18 و 24 ساعة، ويتراوح تركيز المواد الصلبة العالقة بالخليط في هذه الطريقة (Mixed Liquor Suspended Solid) ما بين 2000- 6000 ملجم/لتر كما تتراوح مدة المكث في حوض الترسيب النهائي بين 3 و6 ساعات، ويمكن الاستغناء في

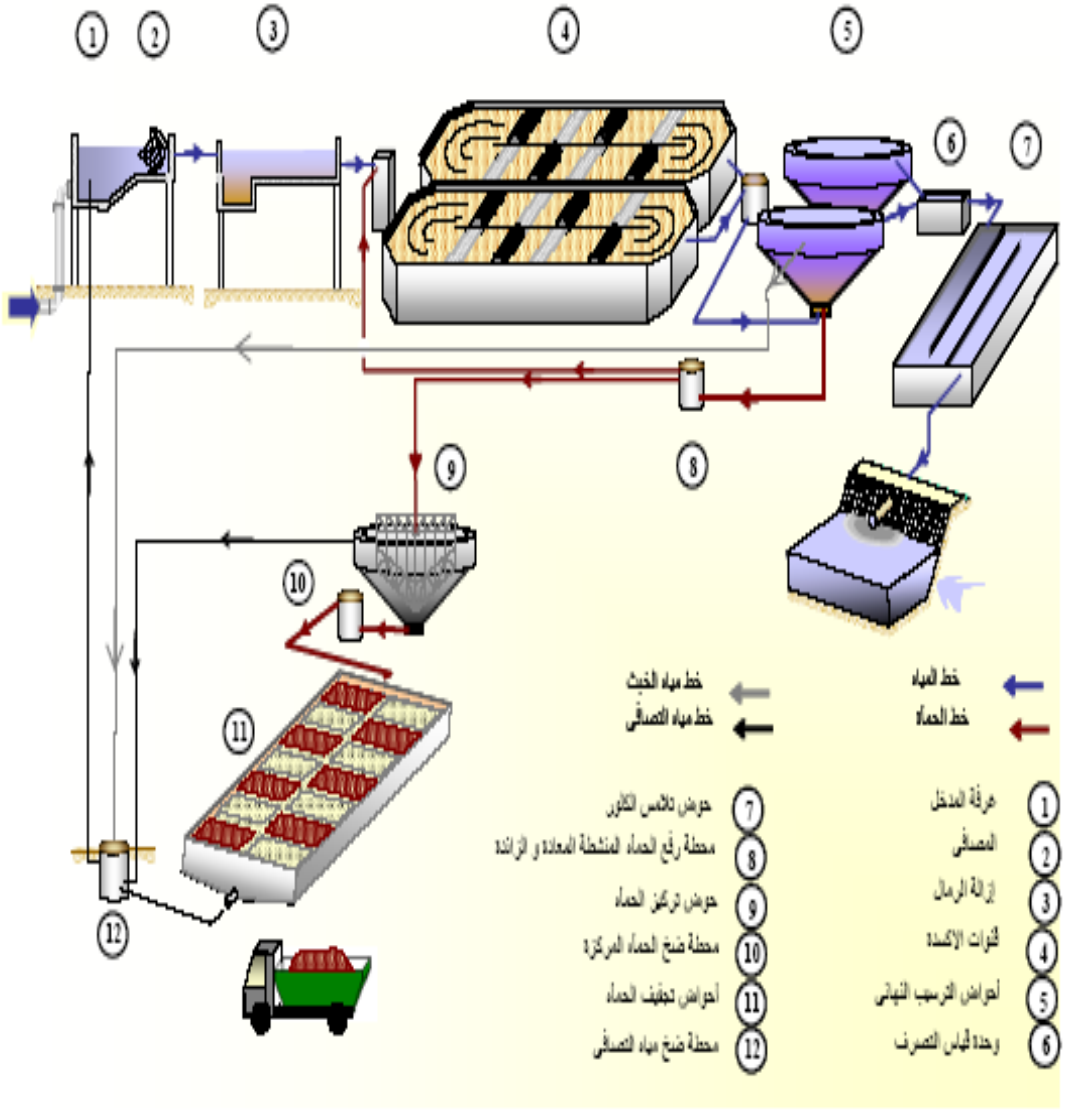
هذه الطريقة عن حوض الترسيب الابتدائي. والمواد المنتجة من هذه الطريقة هي ثاني أكسيد الكربون، ماء ومخلفات بيولوجية، فالتهوية الممتدة لا ينتج عنها حمأة كثيرة مثل باقي النظم ويوضح الشكل رقم (5) رسم توضيحي لمراحل المعالجة، وتستخدم كمية كبيرة من الهواء في هذا النظام لذا فإن تكاليف التشغيل تكون مرتفعة جداً.



شكل رقم (5) التهوية الممتدة (Extended Aeration)

من اشهر طرق المعالجة بالتهوية الممتدة تقنية كروجر ؛وفيما يلى شرح موجز لها.

المعالجة بالحمأة المنشطة (التهوية الممتدة) تقنية كروجر (Extended aeration)



شكل رقم 6 مخطط لمحطة معالجة الصرف الصحي نظام تهويه ممتدة

التهوية الممتدة هي شكل معدل لعمليات الحمأة المنشطة التقليدية وعادة لا تحتاج هذه النظم إلي أحواض ترسيب ابتدائي والأجزاء الرئيسية للوحدات العاملة بقنوات الأكسدة هي:

- حوض التهوية ويتكون من قناتين متجاورتين ومنفصلين وبهما الرواتر كما توضح الصورة رقم (7).
- الفرشة الدوارة وهي تستخدم في أعمال التهوية بالحوض واستمرار خلط ودوران السائل المخلوط بالقنوات بسرعة في حدود (0,3-0,45م/ث) وهي السرعة التي لا تسمح بترسيب الرواسب المتكونة داخل القنوات.
- خزان الترسيب (حوض الترسيب النهائي)
- طلمبات الحمأة المعادة والزائدة.

الفرش الدوارة

صورة رقم (7) حوض التهوية بنظام التهوية الممتدة

مزايا المعالجة بالحمأة المنشطة

يمكن إيجاز مزايا المعالجة بطريقة الحمأة المنشطة فيما يلى:

1. خلوها من متاعب الرائحة غير المرغوب فيها وعدم انتشار الذباب.
2. تحتاج إلى مساحة صغيرة مقارنة بالمساحة التي تحتاجها المرشحات الزلطية.
3. مصاريف إنشائها صغيرة نسبياً.
4. يمكن إنشاؤها بالقرب من المساكن دون حدوث ضرر للسكان.
5. لا تحتاج إلى أيدي عاملة كثيرة للتشغيل.
6. لا ينتج عنها فاقد كبير في منسوب المياه من أول حوض إلى آخر حوض بالمحطة.

عيوب المعالجة بالحمأة المنشطة

يمكن تلخيص عيوب المعالجة بطريقة الحمأة المنشطة فيما يلى:

1. تحتوى الحمأة الناتجة على نسبة عالية من الماء مما يسبب زيادة كبيرة في حجم الحمأة وكذلك صعوبة في تجفيفها.
2. ارتفاع تكاليف التشغيل والصيانة.
3. تحتاج إلى إشراف فنى على مستوى عالٍ.
4. قد توجد صعوبات في التشغيل إذا احتوت المياه المطلوب معالجتها على مواد سامة.
5. قد تسوء نتائج التشغيل بدون أسباب معروفة، ويحتاج الأمر وقتاً طويلاً لإعادة نتائج التشغيل إلى الدرجة المعتادة.

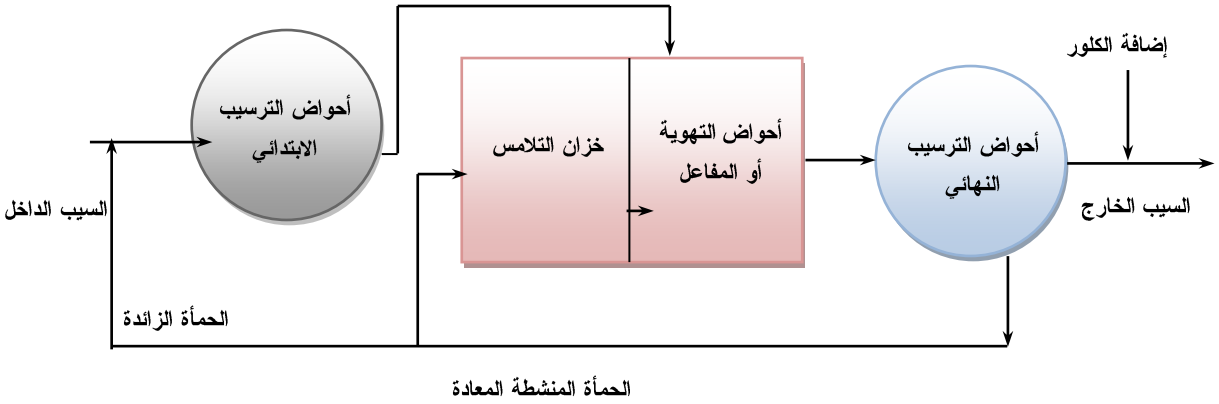
وتوجد بعض محطات معالجة الصرف الصحي بهذه التقنية في بنى سويف والفيوم وتقنية كروجر في قها فرع قها وسرياقوس فرع الخانكة (القليوبية)

نظام التثبيت بالتلامس Contact Stabilization:

تتشابه طريقة التثبيت بالتلامس مع المعالجة بالحمأة المنشطة التقليدية، وهي تعرف بعملية الامتصاص الحيوي، فيما عدا أن إدمصاص وامتصاص المخلفات وهضمها بواسطة الكائنات الحية يتم في أحواض تهوية مختلفة (حوضين تهوية) كما يوضح الشكل رقم (8).

وتقوم الكائنات الحية بإدمصاص (تكثيف) المخلفات علي جدار خليتها في حوض التهوية بالتلامس لفترة قصيرة تتراوح بين 0,5 – 1,5 ساعة ثم يتبع ذلك ترسيب الحمأة بحوض الترسيب النهائي حيث يتم سحبها وضخها

الي حوض تهوية يسمي حوض التثبيت. يتم فية تثبيت الحمأة المعادة لمدة من 3 الي 6 ساعات (طبقًا لمتطلبات الكود المصري) لتستهلك كل الغذاء حتي تُصبح جائعة وبعد ذلك يتم إعادتها الي خزان التلامس وهي جاهزة وشرهة للطعام.



شكل رقم (8) نظام التهوية بالتثبيت مع التلامس (Contact Stabilization)

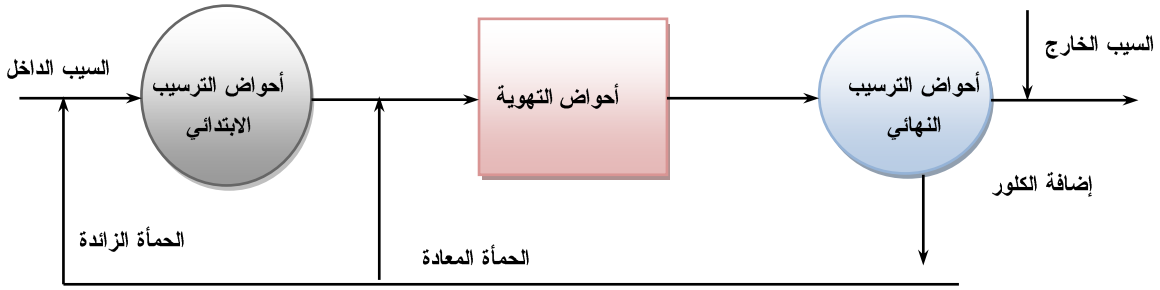
وتتراوح نسبة المواد الصلبة بالخليط في هذه الطريقة (Mixed Liquor Suspended Solid) ما بين 1500-2000ملجم/لتر وهو يعتبر أعلي قيمة من طريقة المعالجة بالحمأة المنشطة التقليدية، ويتطلب هذا النظام كمية هواء مماثلة للنظام التقليدي يتم تقسيمها علي حوضي التلامس والتثبيت وبالرغم من ذلك فإن مجموع حجمي الحوضين يساوي نصف حجم الحوض في النظام التقليدي.

1. الخلط الكامل (Complete Mix)

يتم تغذية حوض التهوية بمياه الصرف الصحي الخام بشكل متساوي علي طول الحوض ويتم سحب الحمأة من الحوض بنفس الطريقة وذلك من الجانب الآخر علي ان تكون قيم تركيز السائل المخلوط MLSS متماثلة في جميع أجزاء الخزان وفي حدود 2000-5000 مجم/لتر.

ويمكن للمشغل تقييم درجة الخلط بالحوض بقياس قيم الأكسجين المذاب (DO) والمواد الصلبة، فاذا كان الخليط متماثل فستكون هذه القياسات تقريبا متماثلة, ويوضح الشكل رقم (9) نظام الخلط الكامل.

ويتميز هذا النظام بقدرة استيعاب لكميات كبيرة من المواد الصلبة العالقة بحوض التهوية مما يؤدي إلي خفض حجم الحوض بالإضافة إلي استقرار النظام بدرجة عالية تسمح بمواجهة أي زيادة في الأحمال الهيدروليكية والعضوية.



شكل رقم (9) نظام الخلط الكامل (Complete Mix)

طــرق التهوية

تتم تهوية المياه الخارجة من أحواض الترسيب الابتدائي مع الحمأة المنشطة المعادة من حوض الترسيب النهائي في أحواض خاصة تسمى أحواض التهوية. وتظل المياه في حوض التهوية فترة تختلف باختلاف النظام المستخدم وتتراوح من أربع إلى ثماني ساعات في المعالجة التقليدية حيث تنشط فيها البكتريا الهوائية لتؤدي وظيفتها في أكسدة وتثبيت المواد العضوية. ويمكن تقسيم طرق التهوية والتقليب الى:

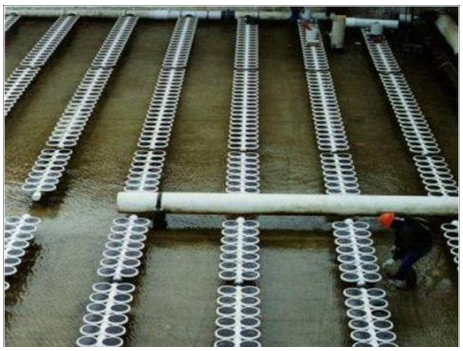
- التهوية بالهواء المضغوط.
- التهوية الميكانيكية.
- التهوية بالطرق المشتركة (الهواء المضغوط مع التقليب الميكانيكي).

ويجب أن تتوافر في أحواض التهوية الشروط الآتية:

1. توافر الأكسجين في كافة أنحاء الحوض لتأكيد نشاط البكتريا في أكسدة وتثبيت المواد العضوية.
2. وجود تقليب مستمر في أحواض التهوية ينتج عنه ترويب المواد العالقة الدقيقة لتكوين مواد أكبر حجماً يسهل ترسيبها في أحواض الترسيب النهائي.
3. التقليب بشدة كافية لمنع ترسيب المواد العالقة – أي هبوطها إلى قاع حوض التهوية – خوفاً من تراكمها لأن ذلك يتعارض مع استكمال عملية الأكسدة، وكذلك لخلو هذه الأحواض من وسائل إزالة وكسح الرواسب من القاع.

أ. التهوية بالهواء المضغوط compressed air system

يتم في هذه الطريقــة مــزج المخلفــات السائلة بعد معالجتها وخروجها من أحواض الترسيب الابتدائي بنسبة حوالى من 20% إلى 100% من حجم الحمأة المنشطة السابق ترسيبها في أحواض الترسيب النهائي. ثم يمر الخليط في أحواض التهوية التي تتم فيها عملية التقليب والتهوية بواسطة فقاعات من الهواء تخرج من شبكة من البلاطات أو القوالب المسامية مثبتــة في قاع الحوض ومتصلة بمجموعة من المواسير يضغط فيها الهواء وتسمى هذه البلاطات أو القــوالب بناشرات الهواء كما هو موضح بالصورة رقم (10).



صورة رقم (10) ناشرات الهواء بحوض التهوية

ب. التهـــويـــة الميكانيكية Mechanical Aeration

وتتم التهوية في هذه الحالة باستخدام طرق ميكانيكية تحدث اضطراباً في سطح المخلفات السائلة – ويساعد هذا الاضطراب على أن يمتص السائل الأكسجين من الهواء ومن ثم تقوم البكتريا الهوائية باستخدام هذا الأكسجين في أكسدة وتثبيت المـــواد العضويـــة، وتستخدم الهوايات السطحية في هذه الطريقة كما يوضح ذلك الصورة رقم (11)

صورة رقم (11) الهوايات السطحية

وتوجد بعض محطات معالجة الصرف الصحي بهذه التقنية في زينين (الجيزة)

المعالجة البيولوجية باستخدام بحيرات الأكسدة ponds Oxidation

بحيرات الأكسدة 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 أساساً 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 البحيرات من أهم العوامل المؤثرة في المعالجة، وتتراوح هذه المدة من 30 – 50 يوماً طبقا لنوع البحيرات الطبيعية. ويفضل استخدام بحيرات 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 اللازمة لإنشاء مثل هذه البحيرات.

نظرية تشغيل بحيرات الأكسدة

يتم إنشاء بحيرات الأكسدة أساساً لإزالة جزء كبير من المواد العضوية الذائبة في مياه الصرف الصحي. ويعبر عن كفاءة البحيرات بنسبة إزالة كمية الأكسجين الحيوي الممتص (BOD) بواسطة البكتريا لتثبيت المادة العضوية ويتم ذلك بطريقتين هما:

1. طريقة المعالجة اللاهوائية.
2. طريقة المعالجة الهوائية.

طريقة المعالجة اللاهوائية

تتم عملية التحلل اللاهوائي نتيجة لوجود وسط مناسب لنشاط وتكاثر البكتريا اللاهوائية وتتم عملية الأكسدة على مرحلتين:

1. تثبيت المواد العضوية الذائبة حيث تتحول إلى أحماض عضوية (أمينية).
2. تقوم البكتريا الميثانية اللاهوائية بتحويل الناتج (الأحماض العضوية) إلى المكونات الأساسية وهي غازات الميثان وثاني أكسيد الكربون والأمونيا (تتحول إلى نيتريت ثم إلى نترات) بالإضافة إلى الماء ومواد ثابتة مترسبة (قشور).

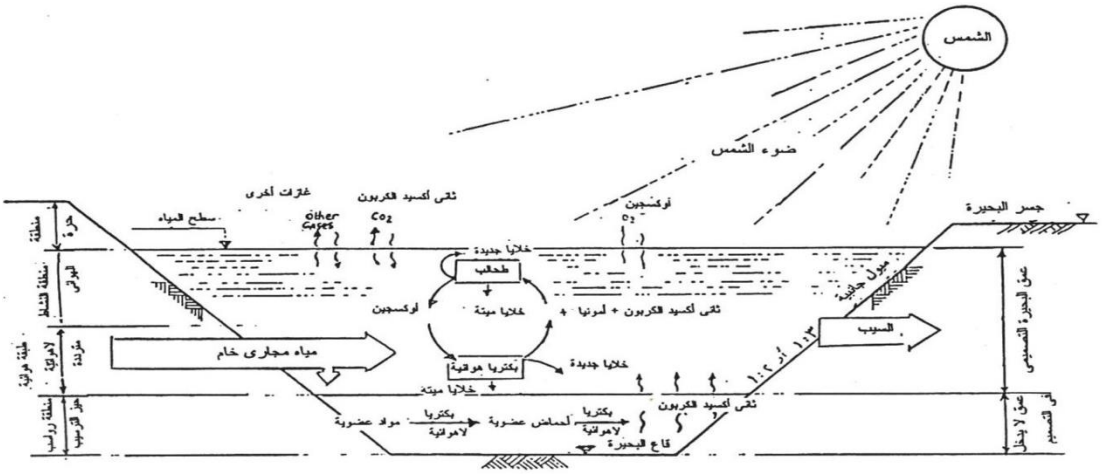
طريقة المعالجة الهوائية

تتم عملية التحلل الهوائي نتيجة لوجود وسط مناسب لنشاط وتكاثر البكتريا الهوائية 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 بحيرات الأكسدة

تنقسم البحيرات إلى بحيرات الأكسدة الطبيعيـــة والبحيـــرات المهواة

ويوضح الشكل رقم (12) نشاط الطحالب والبكتريا في بحيرات الأكسدة الطبيعية



شكل رقم (12) نشاط الطحالب والبكتريا في بحيرات الأكسدة الطبيعية

وتنقســـم بحيـــرات الأكســـدة الطبيعية إلى ثلاثة أنواع هي:

البحيرات الهوائية والبحيرات الاختيارية (المترددة) والبحيرات اللاهوائية

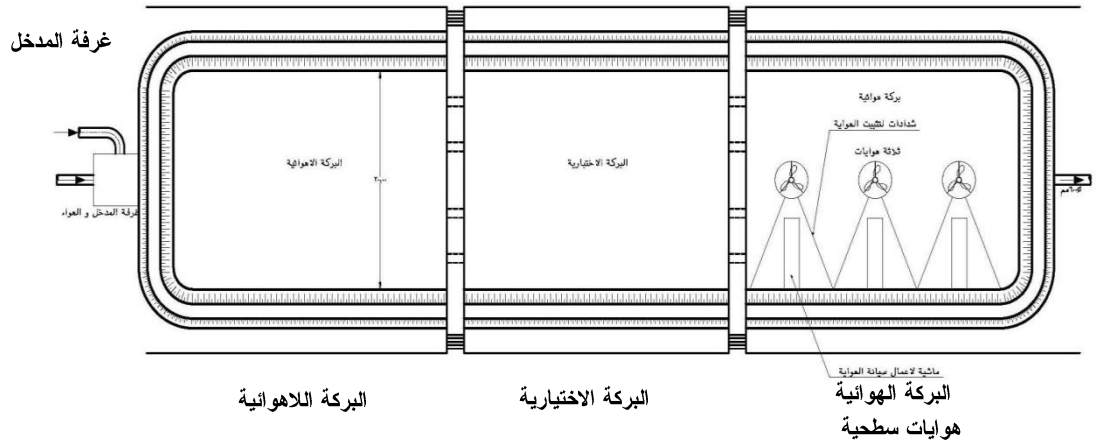
فمعظم بحيرات التثبيت والأكسدة تثبت المخلفـــات العضوية خـــلال عمليـــة طبيعية معقـــدة مستخدمة ضوء الشمس والأكسجين وتيارات الماء ونشاط البكتريا والطحالب, كما تحتاج هذه البحيرات إلى مساحات مسطحة كبيرة وأعماق قليلة ووقت طويل حتى يتم التثبيت الطبيعي، ويوضح الشكل رقم (12) رسم تخطيطي لنظام المعالجة باستخدام برك الأكسدة المهواة ميكانيكيا.

البحيرات اللاهوائية:

تأتي البحيرات اللاهوائية في الجزء الاول من محطة المعالجة وهي بحيرات مصممة لتعالج المخلفات ذات الاحتياج العالي من الأكسجين والحمل العضوي عال في هذه البحيرات حيث تنتشر خلالها الظروف اللاهوائية. وتشبه هذه البحيرات الخزانات ذات الهضم اللاهوائي أو بيارة تخزين المياه الملوثة (الصرف الصحي)، ويتراوح عمق هذه البحيرات اللاهوائية بين 2 و 5 متر.

البحيرات الاختيارية (المترددة):

تأتي البحيرات الاختيارية في الجزء الأوسط من محطة المعالجة وهي تلي البحيرات اللاهوائية، وهي أكثر الأنواع المعروفة من البحيرات، و تستخدم في برك التثبيت والأكسدة, وتحتوى على طبقتين (منطقتين) للمعالجة وهي الطبقة السطحية الهوائية وطبقة القاع اللاهوائية, فالبحيرات الاختيارية تعمل على عمق من الماء بين 1م إلى 2,4م 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.



شكل رقم (13) شكل تخطيطي لنظام المعالجة باستخدام برك الأكسدة المهواة ميكانيكيا

ومن الممكن رفع كفاءتها إما بزيادة وقت المكث أو بخفض الحمل العضوي على السطح أو بكل منهما. والطريقة الأخرى هي زيادة عمق البحيرة ووضع مصدر ميكانيكي للتهوية، ويستخدم الهواء المضغوط عندما يكون المناخ بارداً ويمكن بناء بحيرات أخرى لتساعد في أغراض خاصة.

البحيرات الهوائية:

تستقبل البحيرات المخلفات المعالجة من البحيرات الاختيارية ويتراوح عمق هذه البحيرات الهوائية بين 50سم و 75سم وتعمل في مجموعات تسمى بحيرات الأكسدة وممكن أن تعمل كمعالجة ثانوية (بيولوجية) تتبع محطة معالجة أولية (مصافي– حوض فصل الرمل– وحوض ترسيب ابتدائي).

البحيرات المهواة:

وتستخدم في حالات يكون فيها إضافة الأكسجين ضرورياً نتيجة الحمل العضوي العالي, فمثلاً عندما تصبح البحيرات الاختيارية زائدة الحمل فإنها تستخدم أكسجين أكثر من الذى تنتجه وبالتالي تتحول إلى لاهوائية، وتحصل هذه البرك على الأكسجين اللازم لها من ثلاثة مصادر:

1. التهوية الميكانيكية (Mechanical Aeration)

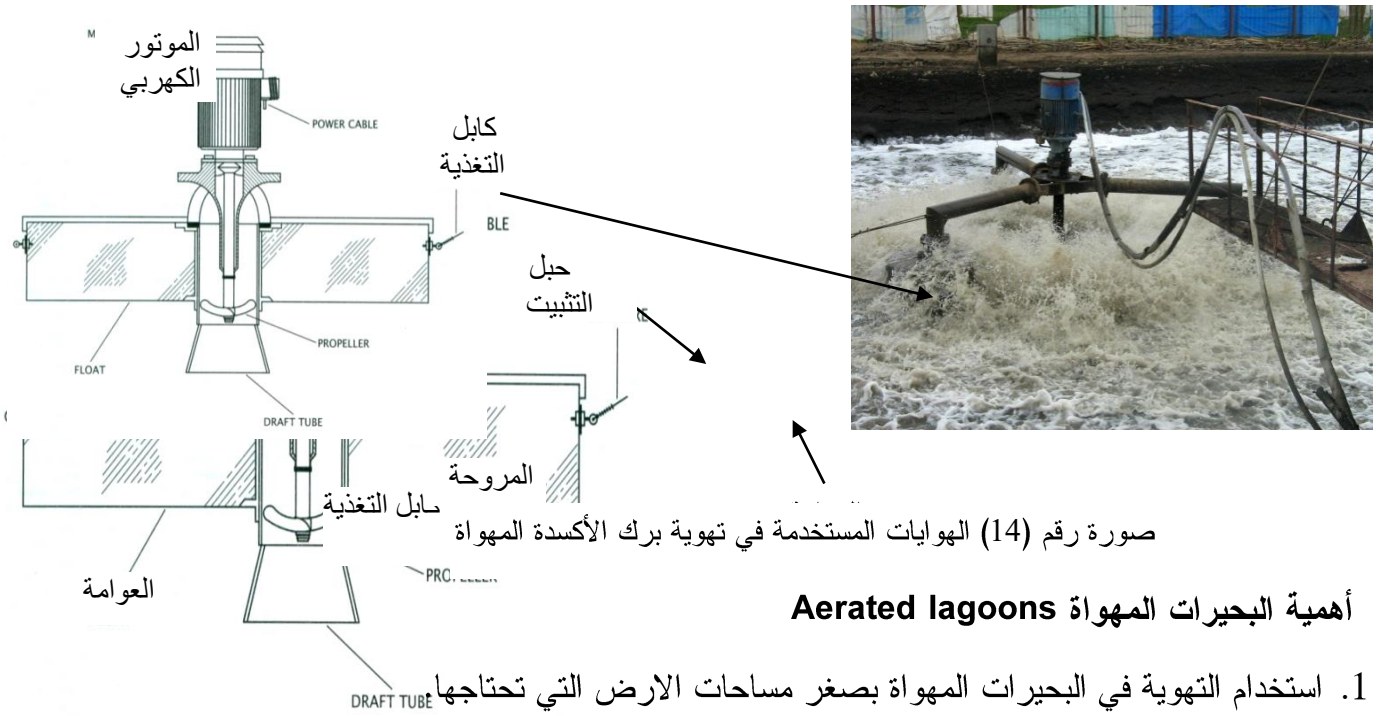
باستخدام الهوايات أو القلابات بحيث يشمل التقليب جميع أجزاء البركة حيث لا تتواجد أماكن لاهوائية بالقاع، في هذا النوع لا يوجد أي دور للطحالب، ويتم اللجوء إلى التهوية الميكانيكية إذا كان الهدف استقبال أحمال عضوية عالية.

2. الطحالب (Algea)

ينطلق الأكسجين من الطحالب التي تتكون في البرك 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 البحيرات يتم تصميمها بأنظمة التهوية السطحية وذلك لتسمح بتحمل حمل عال في مساحات صغيرة, وتحصل هذه البحيرات أساساً على كل الأكسجين المطلوب بالطرق الميكانيكية كما تنمو فيها كمية صغيرة جداً من الطحالب ويوضح صورة رقم (14) الهوايات المستخدمة في التهوية



صورة رقم (14) الهوايات المستخدمة في تهوية برك الأكسدة المهواة

أهمية البحيرات المهواة Aerated lagoons

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

البحيرات الخاصة

بحيرات الإنضاج الطبيعية:

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

البحيرات ذات المعدل العالي للتهوية الطبيعية:

وهذه البحيرات محددة الاستخدام إذ تستخدم لنمو كميات كبيرة من الطحالب التي تستخدم كغذاء للماشية، وهذه البحيرات ذات عمق صغير يتدرج من 30 إلى 45 سم وعادة يكون الحمل العضوي من 6,5 إلى 22,5 جم BOD/ م^2/ يوم.

العوامل الطبيعية المؤثرة على النشاط البيولوجي ببحيرات التثبيت

1. تأثير الرياح

يخلق تأثير الرياح خلط على سطح البحيرات يزداد بزيادة مساحة السطح المعرضة للهواء والبحيرات 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 لبحيرات التثبيت وذلك من خلال عملية التمثيل الضوئي للطحالب لإنتاج الأكسجين، ونسبة ضوء الشمس السنوية المتاحة.

العوامل الكيميائية المؤثرة علي النشاط البيولوجي ببحيرات التثبيت

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 البحيرات 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 الأيدروجينى

ويستخدم هذا الاختبار في معرفة حامضية أو قلوية البحيرة (يدل على الوضع الموجود به البحيرة هل هو حامضي أو قلوي) كما أن انخفاض الرقم الأيدروجينى 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).

المعالجة اللاهوائية لمياه الصرف الصحي Anaerobic Treatment

وفي 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.

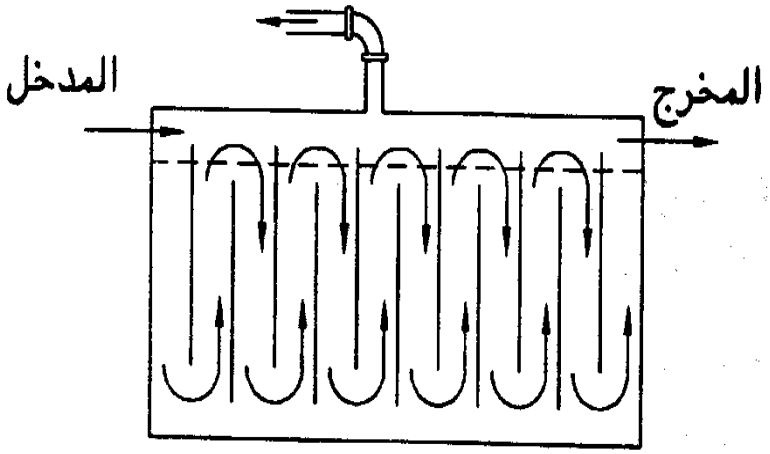
ولضمان استمرارية تواجد كمية مناسبة من الكائنات الحية اللاهوائية الدقيقة في الأحواض وزيادة تركيزها يمكن فصل العوالق من المياه المعالجة واعادتها لمدخل الأحواض (وفي حالات كثيرة توضع حواجز أو مواد وسيطة ذات مساحة سطحية كبيرة تتكون عليها البكتريا وتبقى ضمن الكائنات اللاهوائية النشطة داخل الأحواض)، وفي الأحواض 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 الأيدروجينى PH، ودرجة الحرارة.

أحواض المعالجة اللاهوائية ذات الحواجز المتوازية Anaerobic Baffled Reactors

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.



شكل رقم (15) حوض التفاعل البيولوجي اللاهوائي ذو حواجز تمر به المياه لأعلى وأسفل وأفقيا

مميزات إعادة المياه من المخرج للمدخل

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

عيوب عملية الإعادة

1. تسبب عملية الإعادة بنسب كثيرة، زيادة حركة المياه وتؤثر على العوالق والطبقات البيولوجية.
2. تزيد من المناطق الغير فاعلة بوحدات المعالجة.
3. تساعد على هروب مواد عالقة من المخرج النهائي.
4. 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:

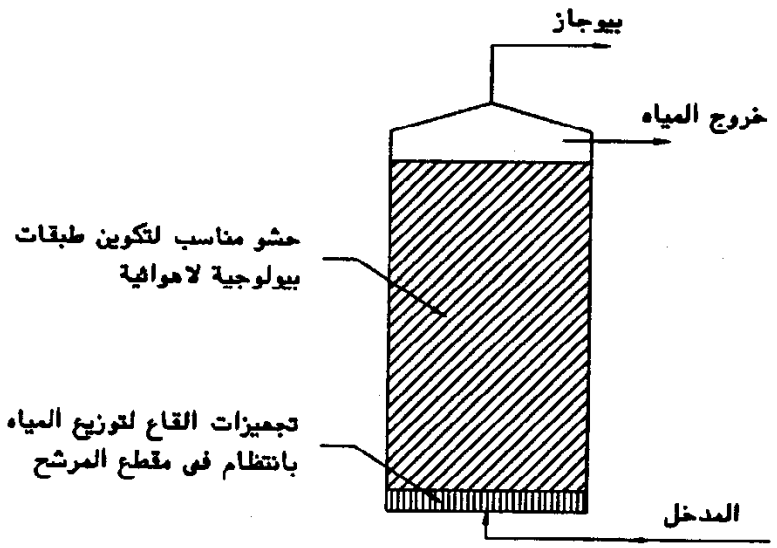
1. تركيز الأكسجين الكيمائي المستهلك = (300 – 900) مجم / لتر.
2. الحمل العضوي= (800 – 2000) جم أكسجين كيمائي مستهلك لكل متر مكعب من حجم المفاعل البيولوجي اللاهوائي في اليوم.
3. مدة بقاء المياه في الحوض = (5 – 15) ساعة.
4. كفاءة خفض الحمل العضوي = (75 – 90) %.
5. السرعة الرأسية(في النوع الرأسي الاتجاه) = 3 م / ساعة.
6. عدد الغرف بين الحواجز في الحوض = (12 – 8) حسب الأبعاد.

أحواض ذات مساحة سطحية كبيرة

ومن هذه الأحواض أنواع تسير فيها المياه إما راسيا أو أفقيا. وبالنسبة للنوع الأول يكون عادة الحوض دائري وبه مواد خفيفة الوزن صغيرة السمك بأشكال متعددة (العامل الأساسي فيها أن تكون مساحتها السطحية كبيرة وتعطى فرصة لتكوين طبقة بيولوجية على أسطح هذه المواد (Fixed Film Units) كما تساعد أشكالها على تجانس مرور المياه على الطبقات البيولوجية حتى تتم عملية التحلل اللاهوائي بالمعدل التصميمي.

معايير واشتراطات استخدام الأحواض ذات المساحة السطحية الكبيرة

1. ارتفاع الحوض = 3 – 10 متر.
2. درجة الحرارة = 30 – 35 درجة مئوية.
3. يجب التحكم في الأس الإيدروجينى ليكون (6.5 – 7.5) لضمان ثبات عملية التحلل اللاهوائي.
4. الأكسجين الكيمائي المستهلك في المخلفات السائلة = (2 – 20) جم / لتر.
5. الحمل العضوي= (1.2 – 12) كجم أكسجين كيماوي مستهلك / م3 / يوم.
6. معدل إعادة المياه يمكن أن يصل الى عشرات أضعاف من التصرف الداخل.
7. مدة بقاء المياه في الحوض = (15 – 80) ساعة.
8. كفاءة خفض المواد العضوية = (60 – 90) %.

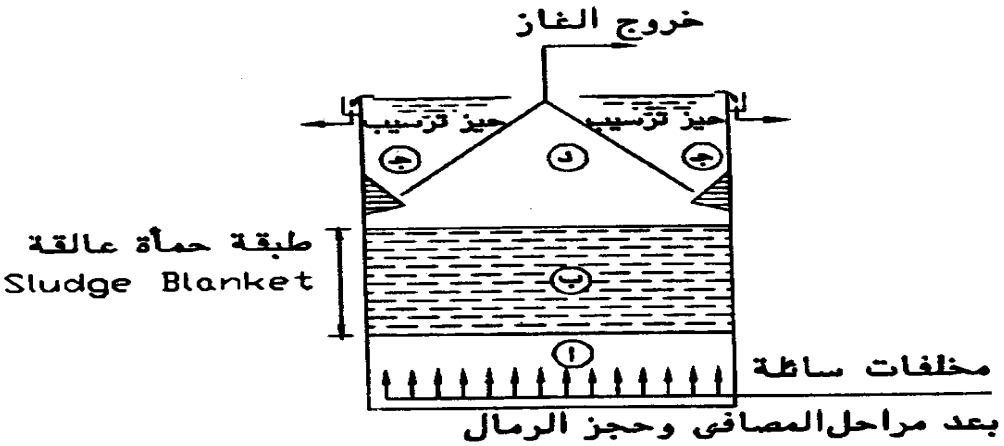


شكل رقم (16) تفاصيل المرشح اللاهوائي الرأسي (الميل لأعلى)

أحواض تسير فيها المياه لأعلى خلال طبقة من المواد العالقةUp Flow Anaerobic Sludge Blanket

المكونات:

1. جزء سفلى تدخل إليه المياه من جهة أو من جهتين بحيث يتم توزيعها في قطاع الحوض بصورة متجانسة ومتساوية.
2. طبقة عالقة من الحمأة Sludge Blanket يتراوح ارتفاعها بين –200–2120) سم، ويكون تركيز العوالق فيها حوالى 100 جم / لتر.
3. 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.
4. جزء في أعلى الحوض بشكل هندسي يساعد على توجيه البيوجاز لأعلى نقطة في الحوض وخروجه لتجميعه والاستفادة منه.



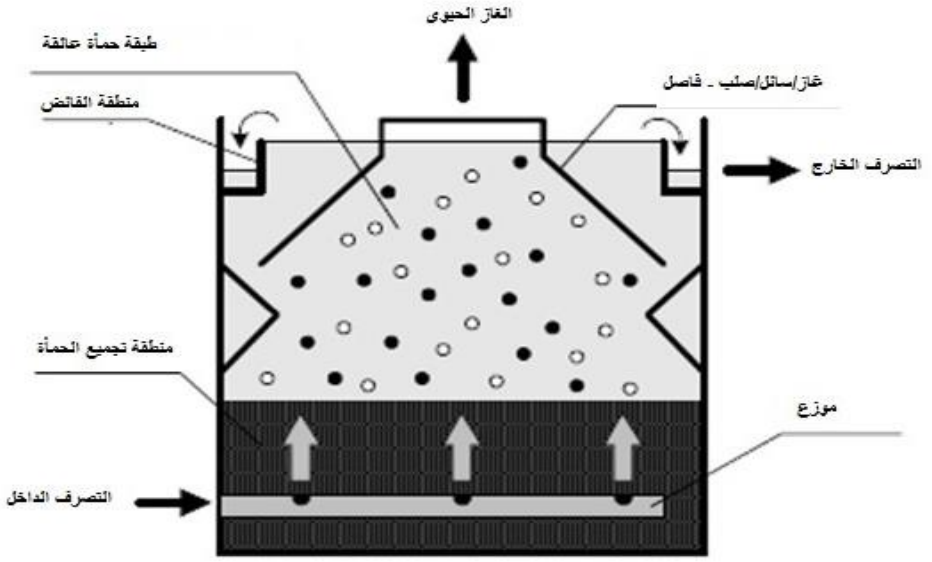
شكل رقم (17) طريقة لاهوائية تتجه فيها المياه لأعلى خلال طبقة حمأة

الاشتراطات الفنية لاستخدام أحواض المعالجة اللاهوائية من أسفل إلى أعلى

1. لا تزيد السرعة عن 50 سم في الساعة للتصرف المتوسط.
2. لا يزيد تركيز الأمونيا عن 1000 مجم / لتر.
3. يكون الفاقد في الضغط خلال سريان المياه لأعلى (2-3) متر.
4. مدة بقاء المياه في الأحواض = (8-12) ساعة.
5. الحمل العضوي= (1-2.50) كجم أكسجين كيماوي مستهلك / م3 / يوم، ويصل هذا الحمل لعشرة أضعاف في حالة معالجة المخلفات الصناعية.
6. البيوجاز الناتج (70 % ميثان) في حدود 200 لتر لكل كيلو جرام أكسجين كيماوى تم إزالته.
7. تحتاج هذه الطريقة فترة تحضير حوالى (70-90) يوم حتى تصل لدرجة التشغيل التصميمي.
8. زمن بقاء المواد الصلبة (عمر تواجدها) في الحوض = (30-70) يوم.
9. لا تحتاج هذه الطريقة الى إعادة المواد العالقة من مرحلة الترسيب التالية أو من الحمأة المترسبة بالقاع.
10. يمكن تطوير هذه الطريقة بوضع ألواح بلاستيك أو مواد خفيفة ذات مساحة سطحية داخلية وخارجية كبيرة.

الشكل رقم (18) يوضح تفاصيل حوض المعالجة اللاهوائية من أسفل لأعلى (UASB).

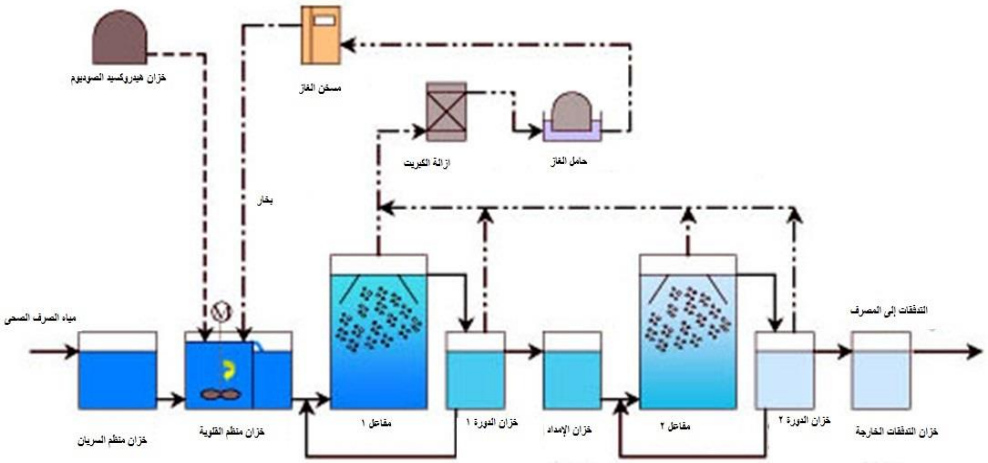
كما أن الشكل رقم (21) يوضح ديجرام لمحطة معالجة الصرف الصحي باستخدام الأحواض اللاهوائية من أسفل إلى أعلى (UASB)



شكل رقم (18) تفاصيل حوض المعالجة اللاهوائية من أسفل لأعلى (UASB)

شكل رقم (19) مخطط لمحطة معالجة الصرف الصحي باستخدام الأحواض اللاهوائية من أسفل إلى أعلى (UASB)

وتوجد بعض محطات معالجة الصرف الصحي بتقنية برك الاكسدة في قوص ودشنا (قنا) وطهطا (سوهاج)



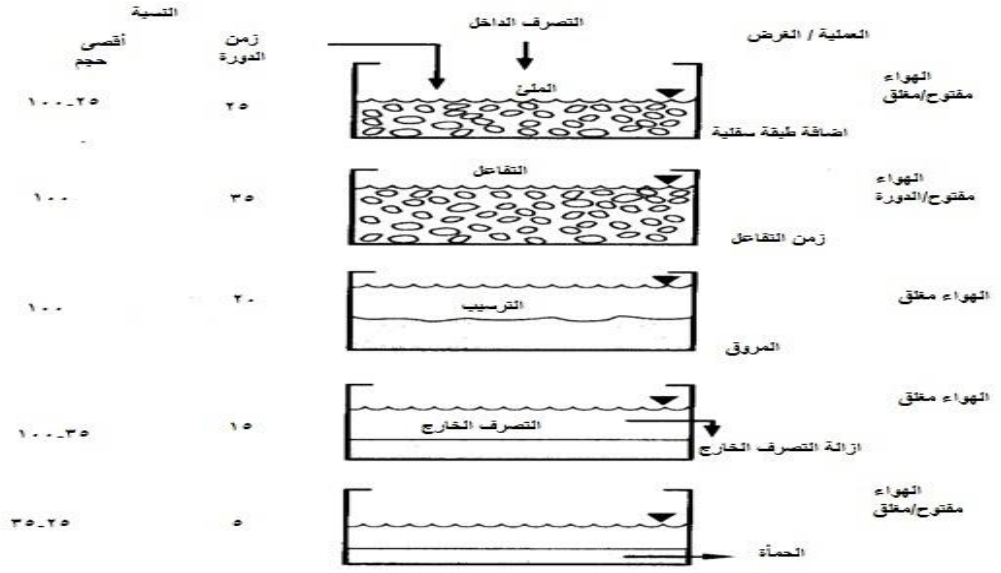
المعالجة البيولوجية بنظام الحمأة المنشطة – المفاعل متعـدد الـدفعات Sequencing Batch Reactor (SBR)

يتم معالجة مياه الصرف الصحي بيولوجياً في المفاعل متعدد الدفعات وهو حوض واحد يتم ملئه وتهويته بمياه الصرف الصحي الخام وتخلط مع الحمأة المنشطة الموجودة بالحوض ثم تتم عملية الترسيب في حوض واحد مشترك (SBR)، ونظم الحمأة المنشطة متطابقة وتتم التهوية والترسيب توضح في كلا النظامين. ومع ذلك، هناك فارق واحد مهم هو استخدام مصدر الكهرباء مع جميع العمليات في وقت واحد في خزانات منفصلة، في حين أنه في عملية SBR تنفذ العمليات بالتتابع في حوض واحد.

وصف عملية المعالجة البيولوجية بالمفاعل متعدد الدفعات SBR

يستخدم حالياً هذا النظام SBR لمعالجة مياه الصرف الصحي خمس خطوات بالحوض المشترك التي يتم تنفيذها في التسلسل على النحو التالي: (1) المليء، (2) التهوية، (3) الترسيب، (4) الإنتاج والتفريغ، (5) السكون. ويتضح من كل هذه الخطوات في الشكل رقم (20) كما يمكن وصفها في الجدول رقم (2). وقد تم إجراء عدد من التعديلات في وظائف العمليات المرتبطة بكل خطوة من الخطوات الخمسة لتحقيق أهداف معالجة مياه الصرف الصحي.

كما أن معالجة الحمأة الزائدة يتم في خطوة هامة أخرى من عملية SBR حيث أنها لا تؤثر بشكل كبير في الأداء. مما يتضمن عدم إضاعتها باعتبارها واحدة من خمس خطوات العملية الأساسية لأنه لا توجد فترة زمنية محددة ضمن دورة مخصصة للإضاعة. يتم تحديد كمية توافر الهزال الحمأة بواسطة متطلبات الأداء، كما هو الحال مع نظام الدفق المستمر التقليدية في عملية SBR، الحمأة الزائدة عادة ما يحدث خلال مراحل تسوية أو الخمول. ومن المزايا الفريدة لنظام SBR هو أن ليست هناك حاجة للعودة الحمأة المنشطة (RAS) في هذا النظام، لأن كلاً من التهوية وخلط الحمأة المنشطة المتكونة تحدث في ذات الحوض، لا يضيع في حمأة في هذه الخطوة رد فعل، ولا شيء لديه ليتم إرجاعها من المروق للحفاظ على محتوى الحمأة في حوض التهوية كما أجريت بعض التعديلات في عملية SBR تشمل أيضا وسائل التدفق المستمر للعملية.



شكل رقم (20) خطوات المفاعل المتعدد الوظائف – الدفعات (الحمأة المنشطة) لمعالجة مياه الصرف الصحي

جدول خطوات معالجة مياه الصرف الصحي بالمفاعل متعدد الدفعات بنظام الـــ SBR

رقم الخطوة أو الفترة		وصف التفاعلات والعمليات التي تتم بالمفاعل SBR
الأولى	الملئ	الغرض من عملية المليء هي خلط الحمأة المنشطة الموجودة بقاع الحوض مع مياه الصرف الصحي الخام المضافة أو المخلفات الأولية (بعد فصل المواد الصلبة بالمصافي وكذلك فصل الرمال والزيوت والشحوم بالحوض المخصص لذلك) إلى المفاعل SBR. عملية الملء تسمح عادة مستوى مياه الصرف الصحي في المفاعل ليرتفع من 25% في المئة من الطاقة في نهاية الفترة إلى 100% إذا تسيطر عليها الزمن، فإن عملية المليء تستغرق عادة حوالي 25% من الوقت للدورة الكاملة.
الثانية	التفاعل البيولوجي	الغرض من رد فعل هو استكمال ردود الفعل التي كانت قد بدأت أثناء المليء، وعادة رد الفعل يستغرق 35% من مجموع وقت الدورة الكاملة للمفاعل.
الثالثة	الترسيب	خطوة الترسيب هو السماح لفصل المواد الصلبة والناتجة والموجودة في مياه الصرف الصحي التي تمت معالجتها بالتهوية، ولابد من صرف المخلفات الصلب وفي SBR، وهذه العملية عادة أكثر كفاءة بكثير مما كانت عليه في نظام الصرف المستمر لأنها في هذا الوضع تكون ترسيب مياه الصرف الصحي التي تمت معالجتها في المفاعل هادئة تماماً.
الرابعة	التفريغ (الإنتاج)	الغرض من هذه الخطوة هو صرف مياه الصرف الصحي المعالجة والتي تم ترسيب المواد الرملية العالقة ومعظمها مواد عضوية تم أكسدتها من المفاعل، والوقت المخصص للفترة تتراوح من 5 – 30% من مجموع وقت الدورة الكاملة من 15 دقيقة – 2 ساعة (نأخذ 45 دقيقة كونها فترة التعادل نموذجي).
الخامسة	السكون(العطل) وسحب الحمأة الزائدة WAS	الغرض من فترة السكون في نظام المفاعل متعدد الوظائف والدفعات هو توفير الوقت للمفاعل الواحد لإعادة دورة المليء قبل أن ينتقل إلى وحدة مفاعل أخرى وفترة السكون هذه ليست مرحلة ضرورية، ويمكن حذفها في بعض الأحيان مع الأخذ في الاعتبار سحب الحمأة الزائدة دون أن يؤثر ذلك على فترة إعادة المليء للحوض متعدد الوظائف – الدفعات.

وتوجد بعض محطات معالجة الصرف الصحي بهذه التقنية في ايمياى فرع طوخ (القليوبية)

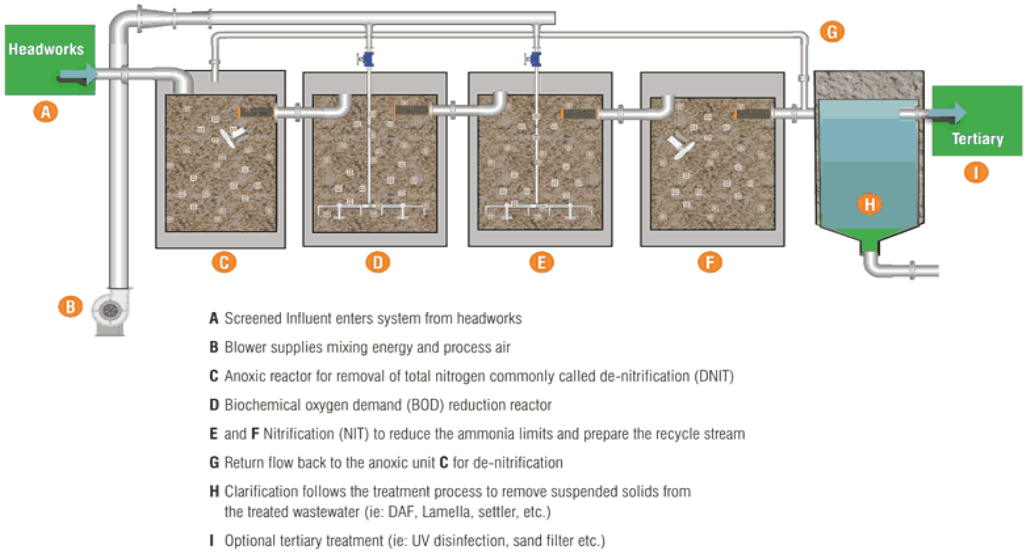
المعالجة البيولوجية تقنية المفاعل ذو الطبقة المتحركة (Moving Bed Bio–Reactor –MBBR)

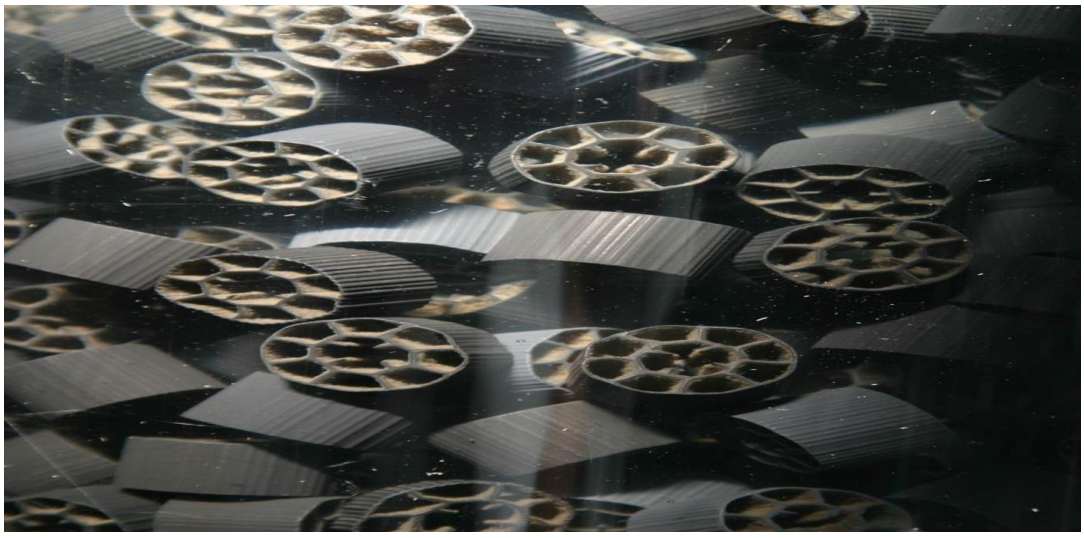
هو أحد تقنيات المعالجة المدرجة تحت اسم النمو الملتصق Attached growth

وتعتمد نظرية المعالجة على زيادة اسطح التلامس بين المواد العضوية (الغذاء) والحمأة المنشطة أو البكتريا الاكولة (الكائنات الحية)

بهدف تصغير مساحة المحطة وتحسين كفاءة المعالجة ويتم ذلك بإضافة وسط من المواد البلاستيكية داخل احواض التهوية.

ويوضح شكل 21 عينة من الوسط البلاستيكي بحوض التهوية

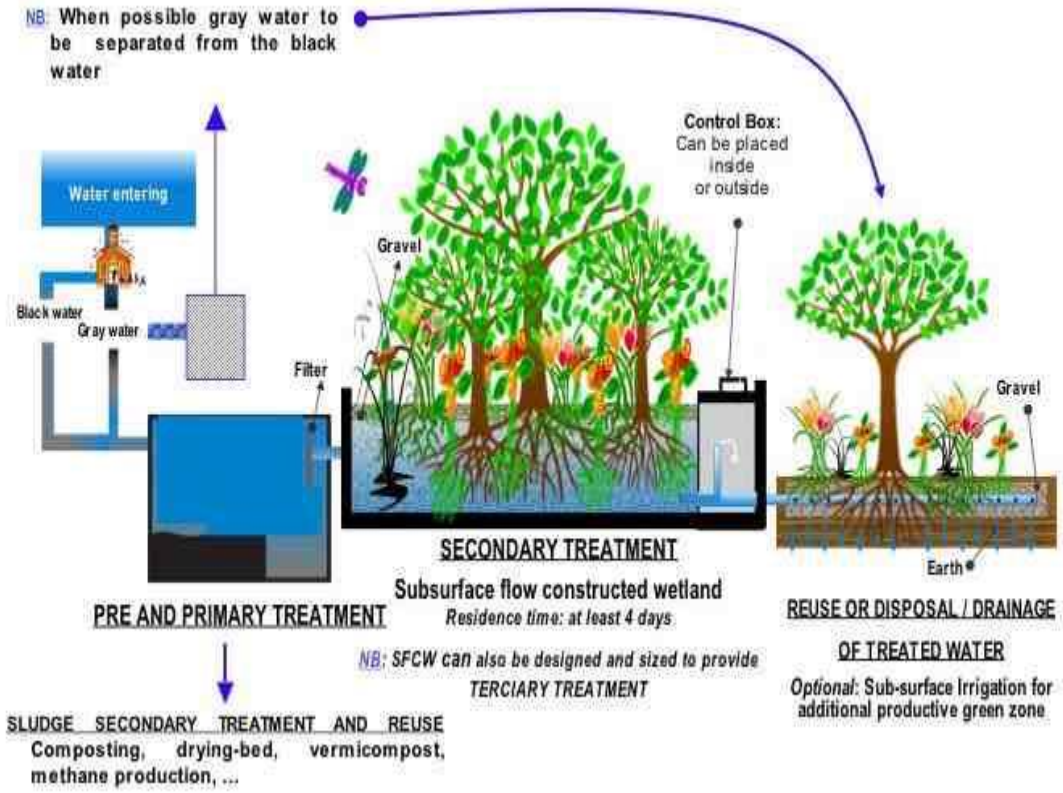




شكل 21 عينة من الوسط البلاستيكي بحوض التهوية

وتوجد محطة بهذه التقنية تحت تجارب التشغيل بالدقهلية ومحطة إسكان مبارك بالاسكندرية

المعالجة باستخدام الأراضي الرطبة Wetland



تستخدم وحدات (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.

والطريقة الثانية وحدات سطح الماء الحر (Free Water Surface)

1. كمية الأكسجين الذائب	Dissolved Oxygen (DO)
2. كمية الأكسجين الحيوي المطلوب	Biochemical Oxygen Demand (BOD)
3. كمية العوالق الصلبة	Suspended Solids (SS)
4. كمية الأملاح الذائبة الكلية	Total Soluble Salts (TSS)
5. العدد الكلى للبكتريا	Total Caliform Bacteria
6. عدد البكتريا الممرضة	Faecal Caliform Bacteria (Pathogenic Organisms)

7. كمية المعادن الثقيلة	Heavy Metals
8. كمية الأكسجين الامونيومى	Nitrogen as Ammonium Form
9. كمية الكلوريد	Total Chloride
10. درجة الحموضة أو القلوية	pH

وفي 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.

ويتم قياس الكفاءة بمقاييس ثابتة ومحددة:

ولكل من هذه التقديرات ثقل محدد في تقييم كفاءة كل طريقة بل وتقييم الطريقة الواحدة باختلاف ظروف نشأتها وتكوينها

المزايـــا

1. سهلة الاستخدام.
2. آمنة بيئيا.
3. تكاليف الانشاء قليلة.
4. لا تحتاج إلى عمالة مدربه.
5. التكنولوجيا المستخدمة بسيطة.
6. مرونة في الاستخدام.

العيوب والمشاكل

عيوب نظام التدفق تحت السطحي:

المشكلة الأولى:

عدم استمرار تدفق مياه المخلفات أسفل سطح البيئة ويرجع ذلك في الأساس إلى:

1. وجود ترسيبات أو كتل صلبة اسمنتية داخل بيئة الوحدة أو أي شوائب مثل بقايا اطارات السيارات.
2. اعاقة التدفق داخل البيئة نتيجة كثافة نمو جذور النباتات النامية

3. نمو الطحالب والذى يقوم بعمل اعاقة لتدفق مياه المخلفات تحت السطح ويمكن تقليل هذا التأثير بتقليل فترة احتجاز مياه المخلفات للترويق.
4. 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.
5. في بعض الأحيان يكون التدفق السطحي راجعا إلى اختلاف وعدم توافق معدل التصرف عن معدل اضافة مياه المخلفات.

المشكلة الثانية:

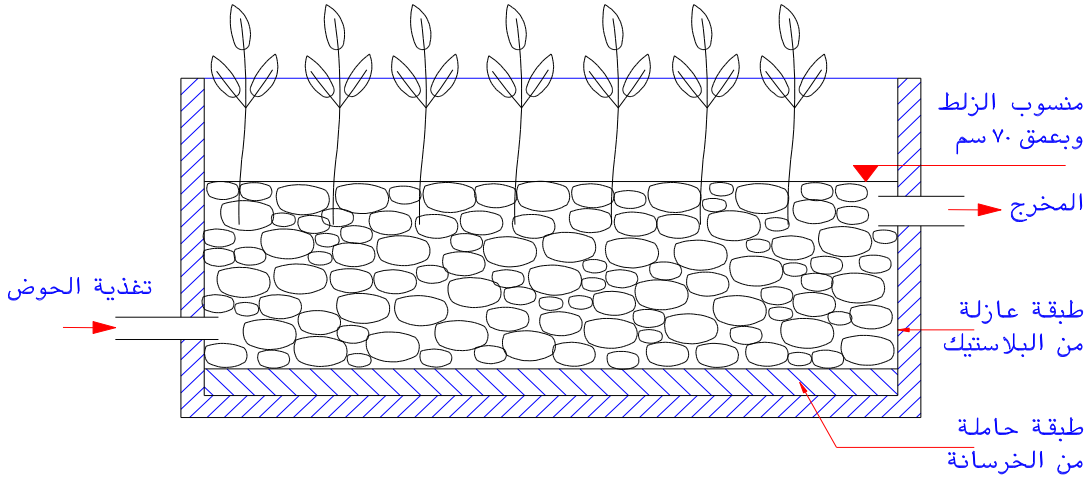
عدم نجاح الطريقة في التخلص من النيتروجين ويرجع ذلك إلى عدم كفاية الاكسجين اللازم لأحداث عمليات التأزت ونظرا لخطورة النيتروجين في المياه فأنه يجب البحث عن وسيلة للتخلص منه ومن دوران محلول مياه المخلفات من خلال بيئة واحدة أو عمل صرف دوري يساعد على دخول قدر مناسب من الاكسجين داخل البيئة.

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. كما تنتشر ايضا كثير من الحيوانات والقوارض التي تسبب تآكل وتناقص عدد النباتات بالإضافة إلى احداث ممرات وحدات والطرق المحيطة بها مما يسبب في خسائر كبيرة من حيث التلوث والانشاءات.

ويوضح شكل 22 نظام التدفق تحت السطحي

شكل رقم22 نظام التدفق تحت السطحي



وتوجد محطة بهذه التقنية في سماحة (الدقهلية)

التشريعات المصرية الخاصة بتحديد مواصفات المياه المعالجة قبل صرفها على المجاري المائية.

المياه التي تصرف على نهر النيل وفروعه وعلى الخزانات الجوفية

صدر في مصر القانون رقم 48 لسنة 1982 بشأن حماية نهر النيل والمجاري المائية من التلوث وعدم الترخيص بصرف أية مخلفات سائلة إلى نهر النيل أو فروعه أو الترع والمصارف والجنابيات وخزانات المياه الجوفية ، قبل مطابقتها للمعايير الواردة باللائحة التنفيذية للقانون والصادرة بقرار وزير الري رقم 58 لسنة 1983. وقد نصت المادة 60 من القانون 48 لسنة 1982 على أنه:

"يجب أن تبقى مجارى المياه العذبة التي يرخص بصرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة إليها في حدو المعايير والمواصفات المبينة في الجدول رقم (1)".

وحددت المادة 61 من نفس القانون:

"معايير الترخيص بصرف المخلفات الصناعية السائلة المعالجة إلى مسطحات المياه العذبة وخزانات المياه الجوفية التي وضعتها وزارة الصحة طبقا لما هو مبين في الجدول رقم (2).

ونصت المادة 62 من نفس القانون على أنه:

" لوزارة الري، ودون إخلال بأحكام المادة 60 من هذه اللائحة، أن تتجاوز عن بعض المعايير المشار إليها بالمادة 61 وذلك في الحالات التي تقل فيها كمية المخلفات الصناعية السائلة المعالجة التي يتم صرفها إلى مسطحات المياه العذبة عن مائة متر مكعب من اليوم ويشترط ألا تزيد عن الحدود الموضحة في الجدول رقم (2).

ونصت المادة 63 من نفس القانون على أنه:

" يجب ألا تكون المخلفات الصناعية السائلة المعالجة والتي يرخص بصرفها إلى مسطحات المياه العذبة مختلطة بمخلفات آدمية أو حيوانية.

جدول رقم (1) المواصفات والمعايير الواجب توافرها في المخلفات الصناعية السائلة (مياه الصرف الصحي) والمعالجة للصرف على النيل وفروعه والخزانات الجوفية

الاختبار	المواصفات مليجرام/لتر (ما لم يذكر غير ذلك)
اللون	لا يزيد على 100 درجة
مجموع المواد الصلبة	500
درجة الحرارة	5 درجات مئوية فوق المعتاد
الأكسجين الذائب (D. O)	لا يقل عن 5

الأس الهيدروجيني (pH)	7 – 8.5
الأكسجين الحيوي الممتص (BOD)	لا يزيد عن 6
الأكسجين الكيماوي المستهلك (COB)	لا يزيد عن 10
نيتروجين عضوي	لا يزيد عن 1
نشادر	لا يزيد عن 0.5
شحوم وزيوت	لا تزيد عن 0.1
القلوية الكلية	لا تزيد على 150 ولا تقل عن 20
كبريتات	لا تزيد عن 200
مركبات الزئبق	لا تزيد على 0.001
حديد	لا يزيد عن 1
منجنيز	لا يزيد عن 0.5
نحاس	لا يزيد عن 1
زنك (خارصين)	لا يزيد عن1
منظفات صناعية	لا تزيد عن 0.5
نترات	لا تزيد عن 45
فلوريدات	لا تزيد عن 0.5
فينول	لا يزيد عن 0.02
زرنيخ	لا يزيد عن 0.05
كادميوم	لا يزيد عن 0.01
كروم	لا يزيد عن 0.05

سيانيد	لا يزيد عن 0.1
رصاص	لا يزيد عن 0.05
سلينيوم	لا يزيد عن 0.01

جدول رقم (2) المواصفات والمعايير الواجب توافرها في المخلفات الصناعية السائلة والمعالجة للصرف على مسطحات المياه العذبة وخزانات المياه الجوفية

الاختبـــــــار	الحد الأقصى لمعايير المخلفات الصناعية السائلة المعالجة التي يتم صرفها على	
	نهر النيل من حدود مصر الجنوبية إلى قناطر الدلتا	فرع النيل والرياحات والترع الجنابيات وخزانات المياه الجوفية
درجة الحرارة	35 م	35 م
الأس الهيدروجيني (pH)	9-6	9-6
اللون	خالية من المواد الملونة	خالية من المواد الملونة
الأكسجين الحيوي الممتص (BOD)	30	20
الأكسجين المستهلك كيميائيا (COD) (دايكرومات)	40	30
الأكسجين المستهلك كيميائيا (برمنجنات)	15	10
مجموع المواد الصلبة الذائبة	1200	800

رماد المواد الثلبة الذائبة	1100	700
المواد العالقة	30	30
رماد المواد العالقة	20	20
الكبريتيدات	1	1
الزيوت والشحوم والراتنجات	5	5
الفوسفات غير العضوي	1	1
النترات	30	30
الفينول	0.002	0.001
الفلوريدات	0.5	0.5
الكلور المتبقى	1	1
مجموع المعادن الثقيلة:	**لا يزيد عن 1**	**لا يزيد عن 1**
الزئبق	0.001	0.001
الرصاص	0.05	0.05
الكادميوم	0.01	0.01
الزرنيخ	0.05	0.05
الكروم سداسي التكافؤ	0.05	0.05
النحاس	1	1
النيكل	0.1	0.1
الحديد	1	1
المنجنيز	0.5	0.5
الزنك	1	1
الفضة	0.05	0.05

المنظفات الصناعية	0.05	0.05
العد الاحتمالي للمجموعة القولونية في 100 سم^3	2500	2500
الأكسجين الحيوي الممتص (BOD)	40	30
الأكسجين المستهلك كيميائيا (COD) الدايكرومات	60	40
الأكسجين المستهلك كيميائيا (البرمنجنات)	20	15
مجموع المواد الصلبة	1500	1000
رماد المواد الصلبة	1000	900
المواد العالقة	40	30
الزيوت والشحوم والراتنجات	10	10
النترات	40	30
الفينول	0.005	0.002

ونصت المادة 64 على أنه:

"في تطبيق أحكام القانون رقم 48 لسنة 1982 المشار إليه تسرى أحكام التشريعات المنظمة للمعايير الخاصة بالإشعاعات والمواد المشعة للتأكد من مطابقة المخلفات الصناعية السائلة لها قبل الترخيص بصرفها إلى مسطحات المياه العذبة".

ونصت المادة 65 على أنه:

" يجب أن تتوافر في مياه المصارف قبل رفعها إلى مسطحات المياه العذبة المعايير المبينة في الجدول رقم (3)".

جدول رقم (3) المواصفات والمعايير الواجب توافرها في مياه المصارف قبل صرفها إلى مسطحات المياه العذبة (المادة 65 من القانون 48 لسنة 82)

الاختبار	المعايير (مليجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)

جدول رقم (3) المواصفات والمعايير الواجب توافرها في مياه المصارف قبل صرفها إلى مسطحات المياه العذبة (المادة 65 من القانون 48 لسنة 82)

الاختبار	المعايير (مليجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
اللون	لا يزيد عن 100 وحدة
مجموع المواد الصلبة	500
درجة الحرارة	5 ° م فوق المعتاد
الرائحة	2 درجة على البارد
الأكسجين الذائب (D. O)	لا يقل عن 5
الأس الهيدروجيني (pH)	لا يقل عن 7 ولا يزيد عن 8.5
الأكسجين الحيوي الممتص (BOD)	لا يزيد عن 10
الأكسجين الكيميائي المستهلك (COD) دايكرومات	لا يزيد عن 15
الأكسجين الكيميائي المستهلك (برمنجنات)	لا يزيد عن 6
النشادر	لا يزيد عن 0.5
زيوت وشحوم	لا يزيد عن 1
القلوية الكلية	لا تزيد عن 200 ولا يقل عن 50
مركبات الزئبق	لا يزيد عن 0.001
حديد	لا يزيد عن 1
منجنيز	لا يزيد عن 1.5
نحاس	لا يزيد عن 1
زنك	لا يزيد عن 1

جدول رقم (3) المواصفات والمعايير الواجب توافرها في مياه المصارف قبل صرفها إلى مسطحات المياه العذبة (المادة 65 من القانون 48 لسنة 82)

الاختبار	المعايير (مليجرام/لتر ما لم يذكر غير ذلك)
منظفات صناعية	لا تزيد عن 0.5
نترات	لا تزيد عن 45
فلوريدات	لا تزيد عن 0.5
فينول	لا يزيد عن 0.02
زرنيخ	لا يزيد عن 0.05
كادميوم	لا يزيد عن 0.01
كروم سداسي التكافؤ	لا يزيد عن 0.01
سيانيد	لا يزيد عن 0.01
التانين واللجنين	0.5
فوسفات	1
مستخلص كربون – كلوروفورم	1.5 جم/لتر
العد الاحتمالي للمجموعة القولونية/100 سم^3	5000

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

مهندس / اشرف علي عبد المحسن	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
مهندس / طارق ابراهيم عبد العزيز	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
مهندس / مصطفى محمد محمد	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزه
مهندس / محمد محمود الديب	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
دكتور كيمائي / حسام عبد الوكيل الشربيني	شركة الصرف الصحي بالاسكندريه
مهندس / رمزي حلمي ابراهيم	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزه
مهندس / اشرف حنفي محمود	شركة الصرف الصحي بالاسكندريه
مهندس / مصطفى احمد حافظ	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
مهندس / محمد حلمي عبد العال	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
مهندس / ايمان قاسم عبد الحميد	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالشرقية
مهندس / صلاح ابراهيم سيد	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
مهندس / سعيد صلاح الدين حسن	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
مهندس / صلاح الدين عبد الله عبد الله	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
مهندس / عصام عبد العزيز غنيم	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
مهندس / مجدي علي عبد الهادي	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
مهندس / عبد الحليم مهدي عبد الحليم	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالقليوبية
مهندس / سامي يوسف قنديل	شركة الصرف الصحي بالاسكندريه
مهندس / عادل محمود ابو طالب	GIZ المشروع الالماني لادارة مياه الشرب والصرف الصحي
مهندس / مصطفى محمد فراج	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي

حقوق الطبع محفوظة • الإدارة العامة للمسار الوظيفي – الإدارة العامة
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)