برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

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

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي لوظيفه فنى معمل – الدرجة الثانية

اساسيات تكنولوجيا معالجه مياه

الصرف

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

جدول المحتويات

أساسيات معالجة الصرف الصحى 2
مقدمـــة 2
المعالجة التمهيدية (الأولية) لمياه الصرف الصحىPreliminary Treatment 3
مكونات وحدات معالجة مياه الصرف الصحي التمهيدية 3
المصافىScreens 4
المصافى المتوسطة والكبيرة الفتحات 4
المصافى الدقيقة 4
المصافى المتحركة 5
وحدات فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحومGrit, Oil And Grease Removal 5
أحواض فصل الرمال 5
أحواض إزالة الزيوت والشحوم 7
المعالجة الإبتدائية لمياه الصرف الصحي Primary Treatment 7
الخبث 7
الحمأة السائلة 7
مدة البقاء النظرية أو مدة المكث النظرية 8
السرعة النظرية 8
مدة البقاء الفعلية 8
المعالجة الثانوية (البيولوجية) Secondary Treament 11
1.4. النمو المعلق (الحمأة النشطة) 12
النمو الملتصق (المرشحات الزلطية)Trickling filters 13
المستنقعات والبرك (بحيرات التثبيت أو بحيرات الأكسدة)Stabilization, Oxidation ponds 14
المعالجة البيولوجية بنظام الحمأة المنشطة – المفاعل متعدد الدفعات (الوظائف) Sequencing Batch Reactor (SBR) 14
الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحىRotating Biological Conductors 18
نظم معالجة مياه الصرف الصحى بالبحيرات المهواة Aerated Lagoons 19

أساسيات معالجة الصرف الصحى

مقدمـــــــة

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 مائى، أو إستخدامها في أعمال رى المزروعات، أو التخلص منها علي سطح الأرض أو باطنها دون أن تسبب أي آثار سلبية على البيئة (الماء – الهواء – التربة).

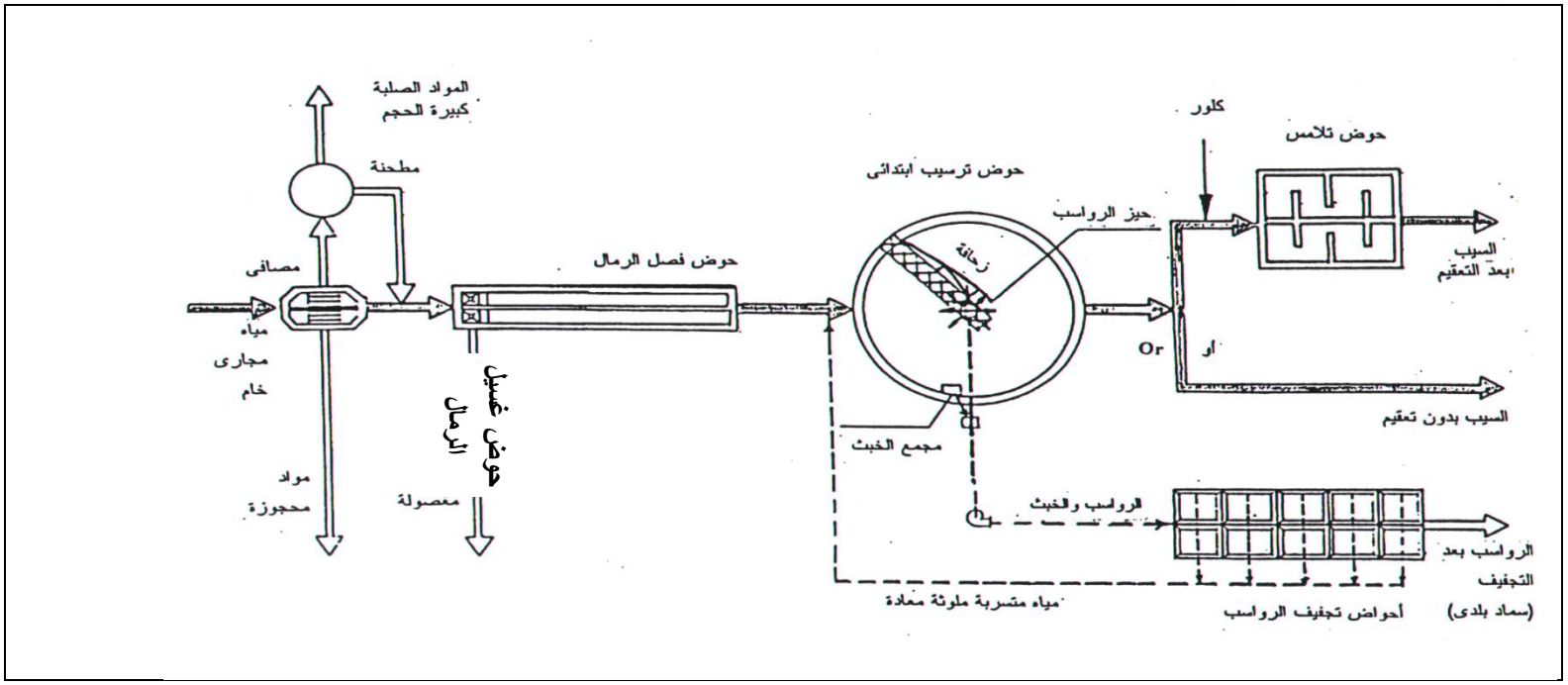
الخطوات المتبعة في معظم محطات معالجة مياه الصرف الصحي تتلخص فى الوحدات التالية:

- 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.

المعالجة التمهيدية (الأولية) لمياه الصرف الصحى Preliminary Treatment

مكونات وحدات معالجة مياه الصرف الصحي التمهيدية

المصافي: وحدات فصل الرمال والزيوت والشحوم.



شكل رقم (1) المعالجة التمهيدية (أولية)

شكل رقم (1) رسم تخطيطى لمسار مياه الصرف الصحى فى وحدات المعالجة التمهيدية والإبتدائية

المصافى Screens

تقوم المصافى بحجز المواد الطافية كبيرة الحجم أثناء مرور مياه الصرف الصحي الخام خلالها و حجز المواد الطافيه على سطح مياه الصرف الصحي ذات المنظر الغير مرغوب فيه، وتنقسم المصافى إلى الأنواع التالية:

المصافى المتوسطة والكبيرة الفتحات

تتراوح سعة فتحات المصافى المتوسطة من 0.25 إلي 1.50 بوصة، والمصافى الكبيرة من 1.5 الي 6.0 بوصة.

المصافى الدقيقة

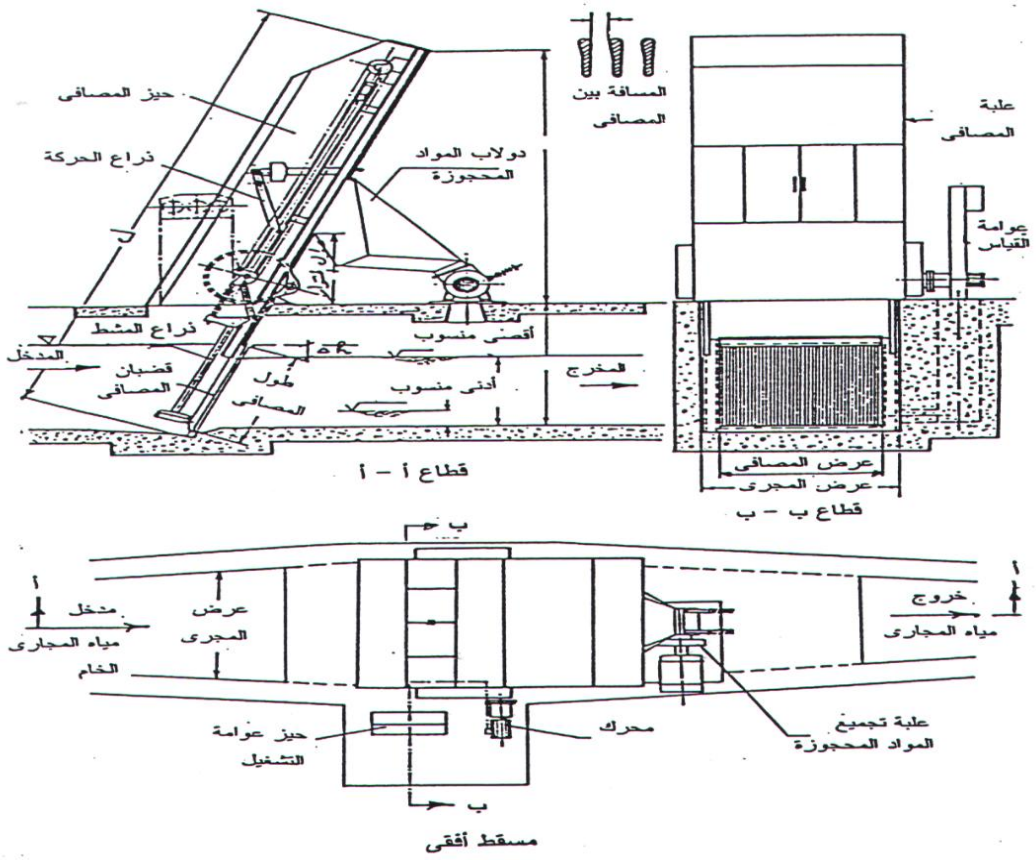
يتراوح عرض هذه الشقوق من 1/16 بوصة الي 1/4 بوصة وطولها من 1/2 بوصة الى 2 بوصة، ولا يفضل استخدامها في المناطق الريفية.

تستعمل في الحالات الآتية:

أ. تصفية المخلفات السائلة بدون معالجة.
ب. وجود مخلفات صناعية تحوي مواد عالقة يصعب ترسيبها.
ج. التهويه الممتده.

المصافى المتحركة

هي مصافي علي شكل شريط دائري يلف علي إسطوانتين أفقيتين.



شكل رقم (2) تفاصيل المصافي الميكانيكية

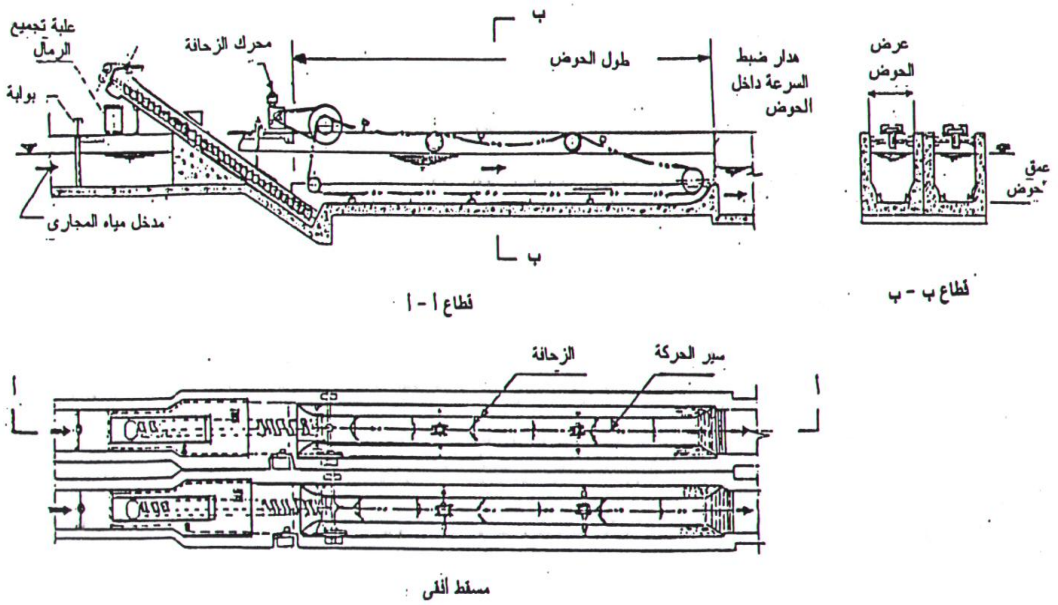
وحدات فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم Grit, Oil And Grease Removal

تتكون من أحواض فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم كما فى المدن، أو من وحدات فصل الرمال فقط كما هو الحال فى القرى حيث تكون كمية الزيوت قليلة.

أحواض فصل الرمال

هى أحواض مستطيلة الشكل أو دائرية، ولا تتعدى مدة مكث المياه فى هذه الأحواض دقيقة واحدة وبسرعة لا تزيد عن 0.3 م / ث. التى تسمح بترسيب المواد الغير عضوية التى يبلغ قطرها 0.2 مم ويتم تنظيف أحواض فصل الرمال عن طريق إزالة الرمال بتسليط خرطوم مياه على الرواسب فتكسحها إلى خارج الحوض لتسير فى مواسير إلى موضع التخلص منها.

وهناك طريقة أخرى لتنظيف هذا النوع من أحواض فصل الرمال وذلك بإستعمال كاسحات تتحرك بقوة موتور كهربى فتدفع أمامها الرمال إلى منخفض فى مدخل الحوض



شكل رقم (3) تفاصيل أحواض فصل الرمال

الشكل يوضح فاصل الرمال والكوبري المتحرك

أحواض إزالة الزيوت والشحوم

فى حالة الرغبة فى إزالة الزيوت والشحوم من مياه الصرف الخام يتم إنشاء حوض إزالة الزيوت والشحوم الذى تصل فية فترة المكث من 5 إلى 10 دقائق مع إمدادة بالهواء المضغوط لتسهيل عملية تعويم الزيوت والشحوم، ومدة البقاء بأحواض فصل الزيوت والشحوم بين خمس وثمانى دقائق، والهواء الحر اللازم لذلك هو حوالى 14م^3 لكل حوالى 4000 م^3 من مياه الصرف الصحى. وقد وجد أن إضافة حوالى 1.5 جزء فى المليون من الكلور يساعد أيضا على سرعة إزالة هذه المواد العضوية.

وغالباً ما يتم إنشاء حوض واحد لكل من فصل الرمال وفصل الزيوت والشحوم. ويمكن دمج حوض فصل الرمال مع هذا الحوض وتكون فترة المكث بين 5 – 10 دقائق.

المعالجة الإبتدائية لمياه الصرف الصحي Primary Treatment

والغرض من أحواض الترسيب هو التخلص من المواد العضوية العالقة بمياه الصرف الصحى بفعل الجاذبية الأرضية فتسقط بتأثير ثقلها إلى قاع الحوض حيث تجمع ويتم التخلص منها، ويجب التعرف على المصطلحات الفنية التالية:

الخـــبث

هو المواد الطافية بالحوض والغير قابلة للرسوب وغالبيتها من الزيوت والشحوم وهى ذات رائحة كريهه، وبتراكمها على السطح تحجز الهواء والضوء من التخلخل بمياه الصرف الصحى بالحوض.

الحمأة السائلة

هى المواد المشبعة بالمياه والراسبة بقاع حوض الترسيب وكمية الحمأة السائلة تقدر بما لا يزيد عن 1% من كمية مياه الصرف الصحى الداخلة للحوض.

مدة البقاء النظرية أو مدة المكث النظرية

هى المدة النظرية المفروض أن تمكثها نقطة مياه بالحوض، أو المدة التى تلزم لنقطة مياه الصرف الصحى أن تقطع فيها المسافة بين مدخل الحوض ومخرجة بالسرعة النظرية.

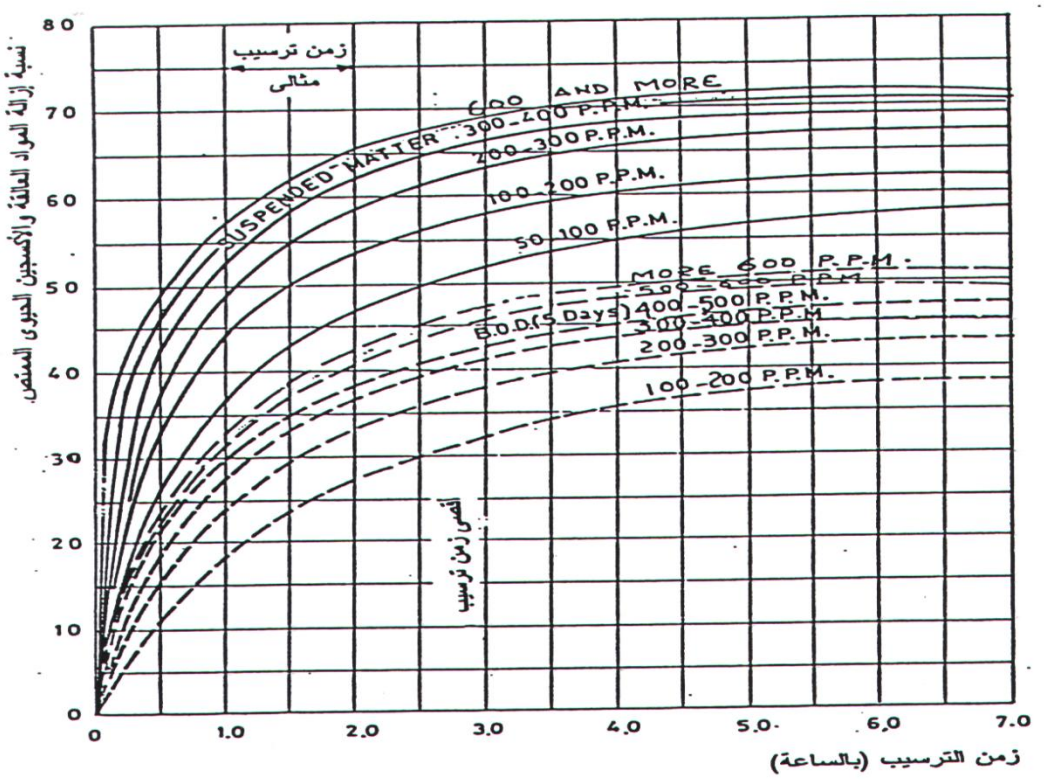
السرعة النظرية

هى سرعة مياه الصرف الصحى بحوض الترسيب على اساس المعادلة التالية :

$$\text{السرعة} = \frac{\text{التصرف (م}^3\text{ / الثانية)}}{\text{مساحة قطاع الحوض (م}^2\text{)}} \quad (\text{م / ثانية})$$

مدة البقاء الفعلية

هى المدة الفعلية التى تقطع فيها نقطة المياه المسافة بين مدخل الحوض ومخرجة ويستمر فيها سريان الماء بالحوض، وروعى فى تصميمها أن تكون سرعة المياه بها بطيئة ومدة بقائها بها كافية بحيث تسمحان بترسيب غالبية المواد العالقة بمياه الصرف.

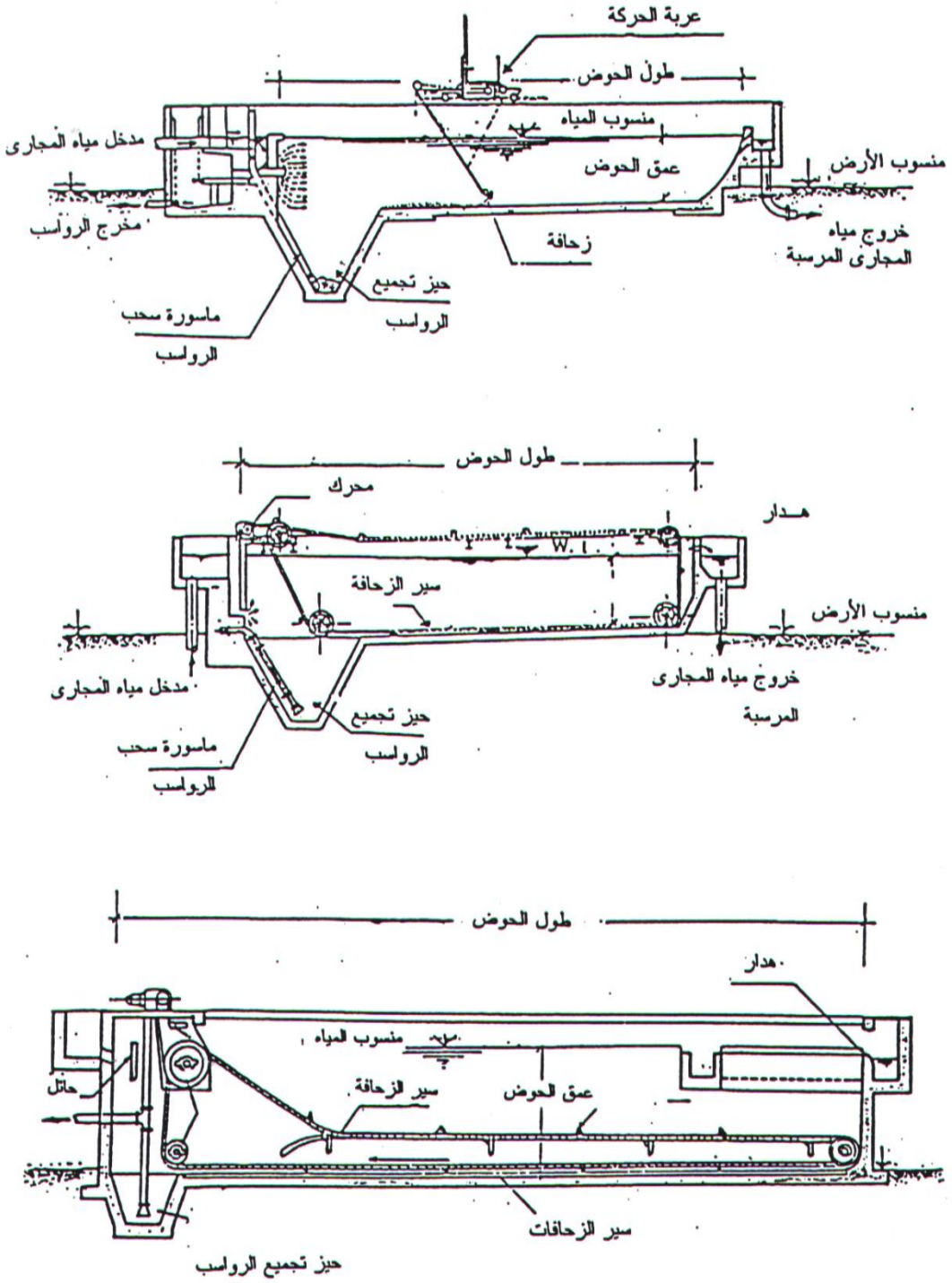


شكل رقم (4) العلاقة بين زمن الترسيب الطبيعى وكفاءة أحواض الترسيب الإبتدائى

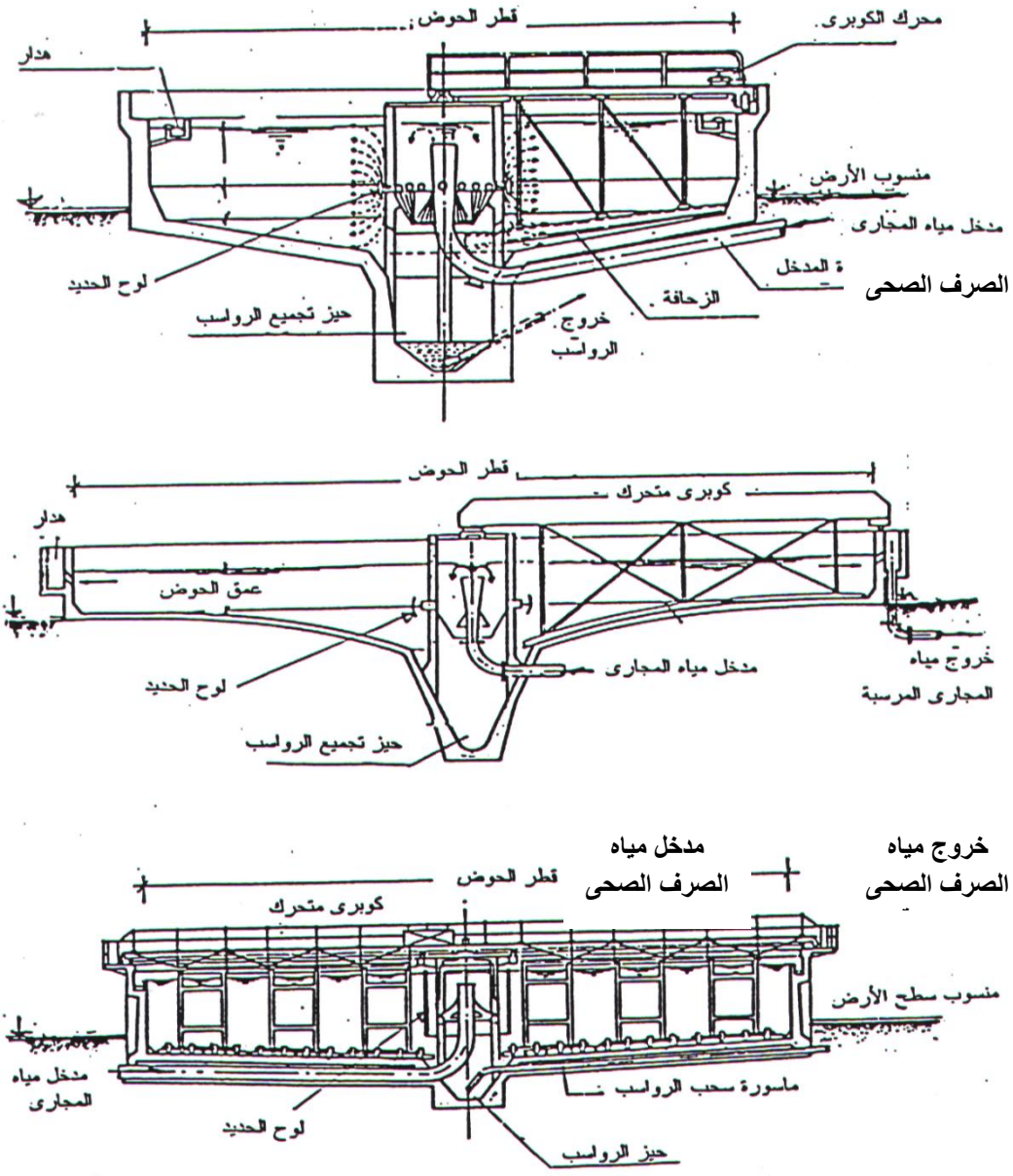
تنقسم غالبية أحواض الترسيب إلى الأنواع التالية:

- من حيث أتجاه سير المياه : رأسى – أفقى – دائرى.
- من حيث شكل الحوض : مستطيل – مربع – دائرى
- من حيث طريقة سحب الحمأة : يدوى – ميكانيكى – بضغط المياه.

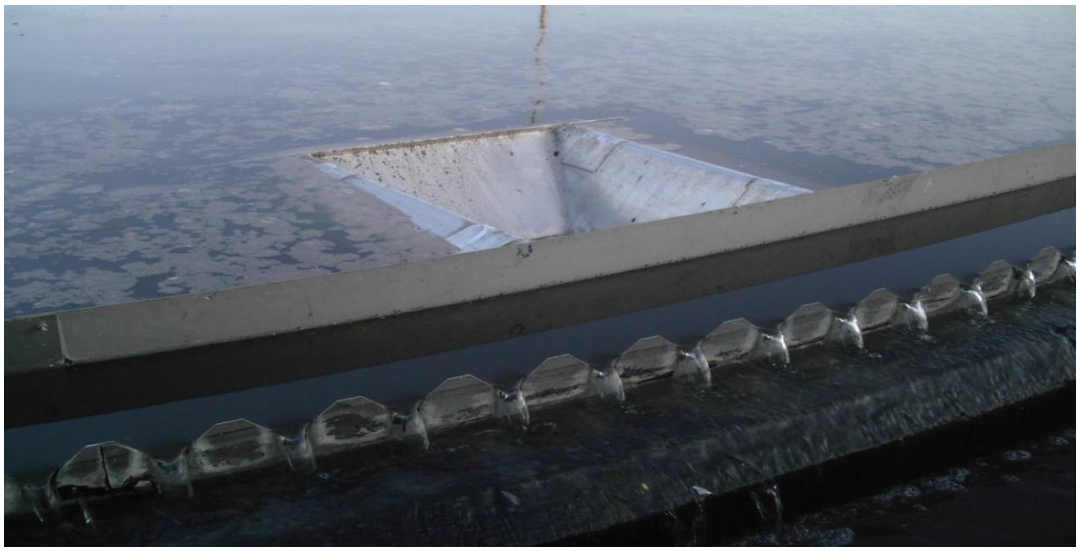
من حيث مناسيب قاع الحوض : أفقى – بميل بسيط – هرمى شديد الميل.



شكل رقم (5) نماذج مختلفة لأحواض الترسيب الابتدائية المستطيلة الشكل



شكل رقم (6) نماذج مختلفة من أحواض الترسيب الابتدائية دائرية الشكل



الشكل يوضح حوض الترسيب النهائي

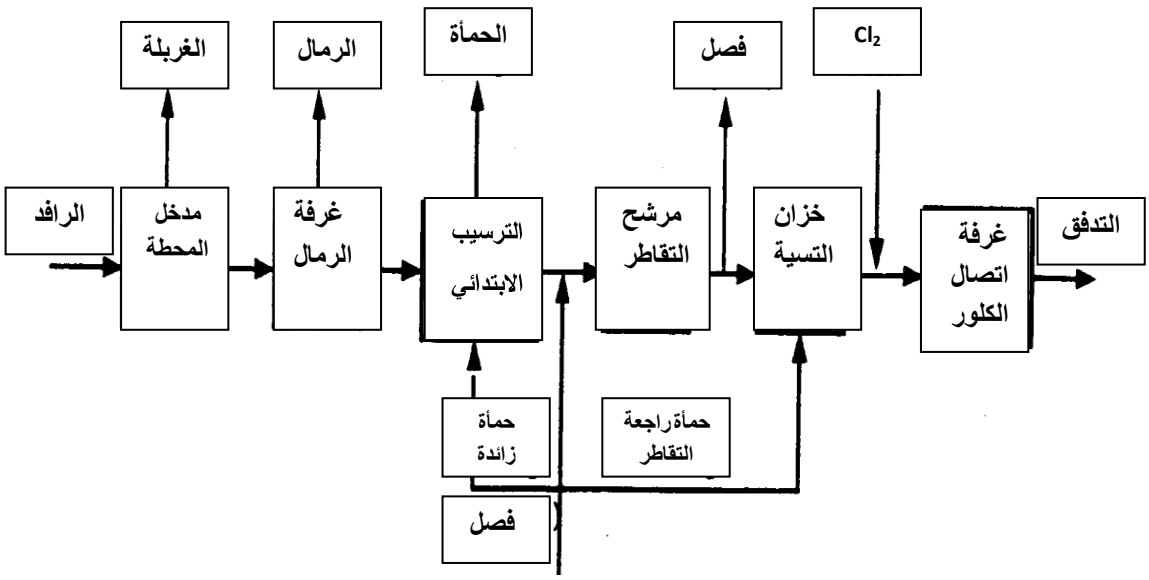
المعالجة الثانوية (البيولوجية) Secondary Treament

تحتوى مياه الصرف الصحى على فيروسات تصنف حسب العائل، حيث أنها المصدر الرئيسى 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 فى التخلص من المواد العضوية

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

1.4. النمو المعلق (الحمأة النشطة)

تتلخص هذه العملية فى ضخ مياة الصرف الصحى المعالجة إبتدائيا والمحتوية على مواد عضوية فى خزان تهوية يحتوى على بكتريا التى تقوم بتحويل المواد العضوية إلى مواد بسيطة ويتم التحكم فى العوامل البيئية فى الخزان عن طريق استخدام الهواء المضغوط أو التهوية الميكانيكية التى تهيئ كذلك إلى تأمين خلط مستمر للمحتويات، وبعد فترة محددة من الزمن تتراوح ما بين 6 – 12 ساعة يتم ضخ المخلوط الذى يحتوى على خلايا جديدة ومعمرة إلى خزان ترسيب، حيث يتم فصل الخلايا المترسبة عن الماء بعمل الجاذبية، ويتم تدوير جزء من الخلايا المترسبة إلى خزان الخلط من أجل الحفاظ على التركيز المطلوب من الكائنات فى خزان التهوية، أما المتبقى فيتم التخلص منه، وتكاثر الأحياء الدقيقة يعتمد على درجة الحرارة والرقم الهيدروجينى ووجود العناصر الضارة.

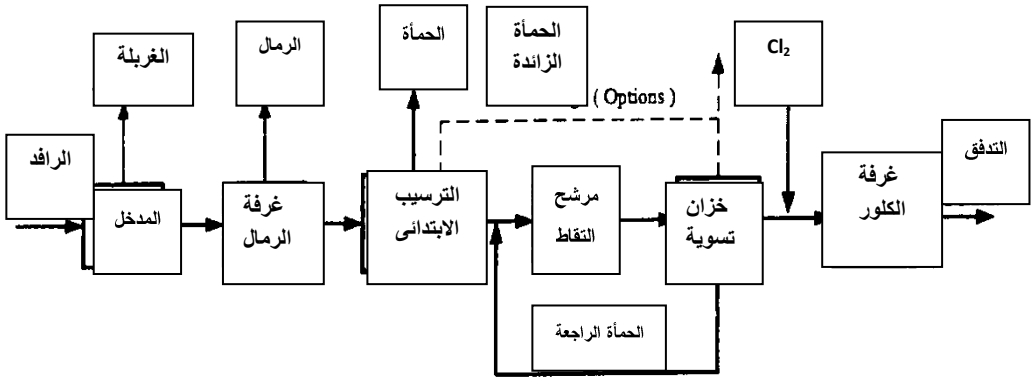


شكل رقم (8) خطوات معالجة مياه الصرف الصحى بنظام النمو المعلق (الحمأة المنشطة)

النمو الملتصق (المرشحات الزلطية) Trickling filters

تعمل هذه النظم على اساس التصاق الكائنات الحية بوسط (الشرائح الحيوية) يسمح بتحليل المواد العضوية عند مرور مياه الصرف الصحى عليه.

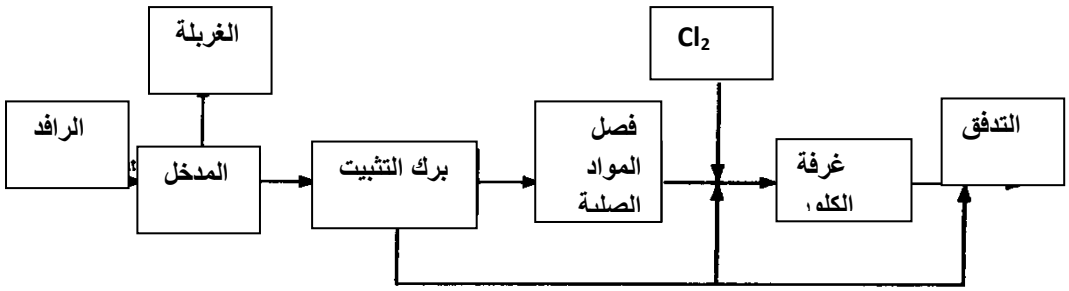
تقوم الشرائح الحيوية بأمتصاص المواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف ويتم تحليل المواد العضويه من قبل الكائنات الحية الهوائية فى الأجزاء الخارجية من تلك الشرائح، ومع نمو وتكاثر الكائنات الحية فإن سمك الشرائح يزداد وبالتالى فإن الأكسجين يتم إستهلاكة قبل وصولة إلى داخل الطبقة وعندئذ تكون هناك بيئة لاهوائية قريبة من سطح محتويات المرشح، وبزيادة سماكة طبقات المادة اللزجة فى الشرائح فإن المواد العضوية التى تم أمتصاصها يتم أستهلاكها قبل وصول الكائنات الحية القريبة من سطح محتويات المرشح، ونتيجة لذلك فإن تلك الكائنات الحية تكون فى مرحلة الموت وتفقد مقدرتها على الإلتصاق، ومن ثم إزالتها مع السائل ويبدأ بعدها فى تكوين طبقة أخرى وهكذا.



شكل رقم (9) خطوات معالجة مياه الصرف الصحى بنظام المرشحات البيولوجية (المرشحات الزلطية)

المستنقعات والبرك (بحيرات التثبيت أو بحيرات الأكسدة) Stabilization, Oxidation ponds

العمليات البيولوجية التى تتم فى البرك التى تقوم فيها البكتريا الهوائية بتحليل المواد العضوية فى الطبقة العليا من البركة متخذة من الطحالب وكذلك الأكسجين الجوى مصدراً للأكسجين، وفى الجزء السفلى يتم تحليل المواد العضوية عن طريق البكتريا اللاهوائية، وتعتمد فاعلية البرك على الرياح والخلط الذى يتم وكذلك على درجة حرارة الجو.



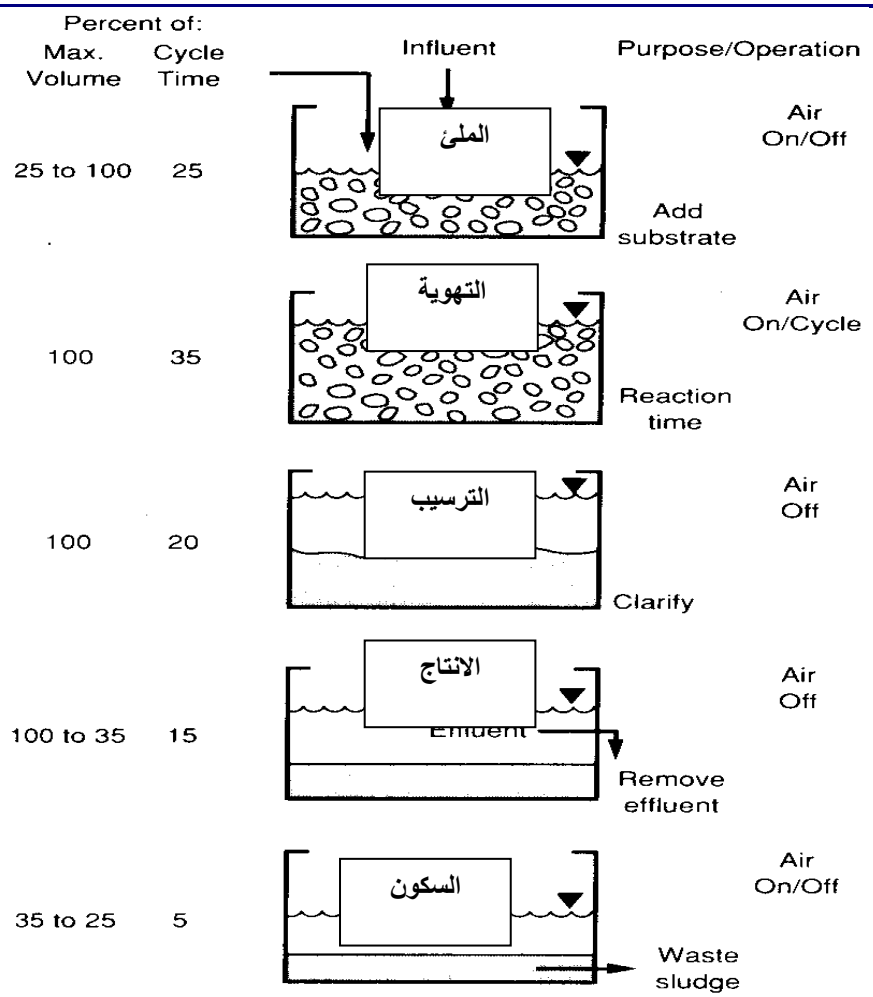
شكل رقم (10) نظام معالجة مياه الصرف الصحى باستخدام بحيرات الأكسدة الطبيعية

المعالجة البيولوجية بنظام الحمأة المنشطة – المفاعل متعدد الدفعات (الوظائف) Sequencing Batch Reactor (SBR)

يتم معالجة مياه الصرف الصحى بيولوجياً فى المفاعل متعدد الدفعات وهو حوض واحد يتم ملئه وتهويته بمياه الصرف الصحى الخام وتخلط مع الحمأة المنشطة الموجودة بالحوض ثم تتم عملية الترسيب فى حوض واحد مشترك (SBR).

صف عملية المعالجة البيولوجية بالمفاعل متعدد الدفعات SBR

(1) الملئ، (2) التهوية، (3) الترسيب، (4) الإنتاج والتفريغ، (5) السكون.



شكل رقم (11) خطوات المفاعل المتعدد الوظائف – الدفعات (الحمأة المنشطة) لمعالجة مياه الصرف الصحى.

رقم الخطوة أو الفترة		وصف التفاعلات والعمليات التى تتم بالمفاعل SBR
الأولى	الملء	الغرض من عملية الملء هى خلط الحمأة المنشطة الموجودة بقاع الحوض مع مياه الصرف الصحي الخام المضافة أو المخلفات الأولية (بعد فصل المواد الصلبة بالمصافى وكذلك فصل الرمال والزيوت والشحوم بالحوض المخصص لذلك) إلى المفاعل SBR. عملية الملء تسمح عادة مستوى مياه الصرف الصحى في المفاعل ليرتفع من 25% في المئة من الطاقة في نهاية الفترة إلى 100% إذا تسيطر عليها الزمن، فإن عملية الملئ تستغرق عادة حوالي 25% من الوقت للدورة الكاملة.
الثانية	التفاعل البيولوجى	الغرض من رد فعل هو استكمال ردود الفعل التي كانت قد بدأت أثناء الملئ، وعادة رد الفعل يستغرق 35% من مجموع وقت الدورة الكاملة للمفاعل.
الثالثة	الترسيب	خطوة الترسيب هو السماح لفصل المواد الصلبة والناتجة والموجودة فى مياه الصرف الصحى التى تمت معالجتها بالتهوية، ولابد من صرف المخلفات الصلب وفى SBR، وهذه العملية عادة أكثر كفاءة بكثير مما كانت عليه في نظام الصرف المستمر لأنها في هذا الوضع تكون ترسيب مياه الصرف الصحى التى تمت معالجتها فى المفاعل هادئة تماماً.
الرابعة	التفريغ (الإنتاج)	الغرض من هذه الخطوة هو صرف مياه الصرف الصحى المعالجة والتى 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 نموذجى).

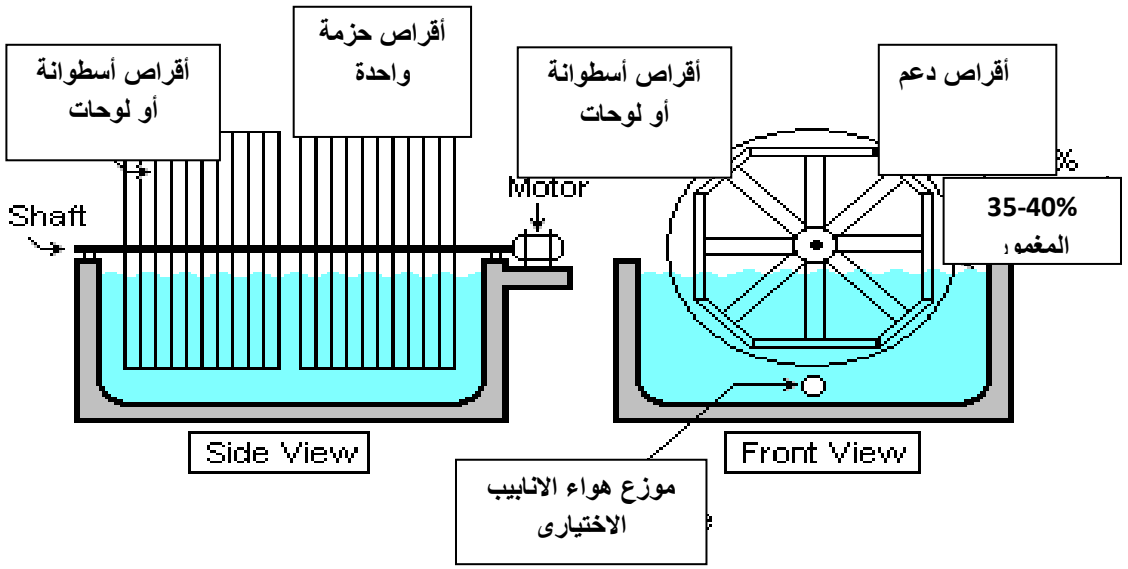
الخامسة	السكون، سحب الحمأة الزائدة WAS	الغرض من فترة السكون في نظام المفاعل متعدد الوظائف والدفعات هو توفير الوقت للمفاعل الواحد لإعادة دورة الملء قبل أن ينتقل إلى وحدة مفاعل أخرى وفترة السكون هذه ليست مرحلة ضرورية، ويمكن حذفها فى بعض الأحيان مع الأخذ فى الإعتبار سحب الحمأة الزائدة دون أن يؤثر ذلك على فترة إعادة الملء للحوض متعدد الوظائف – الدفعات.

جدول رقم (1) خطوات معالجة مياه الصرف الصحى بالمفاعل متعدد الوظائف – الدفعات بنظام الـــ SBR

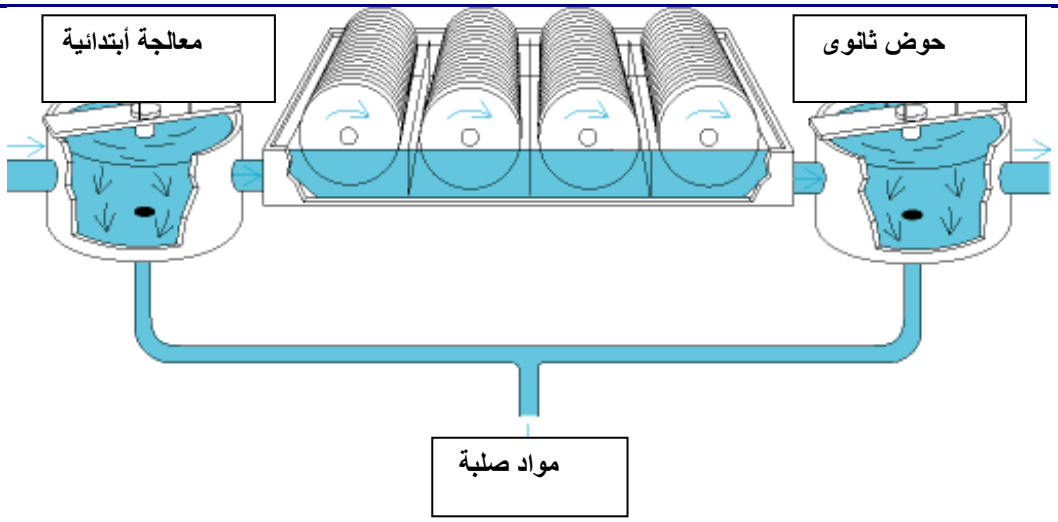
الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة ميـــاه الصـــرف الصـــحى Rotating Biological Conductors

الأقراص البيولوجية الدوارة هى نظام النمو الملتصق Attached Growth الأقراص البيولوجية الدوارة عبارة أقراص دائرية خفيفة الوزن تتحرك بسرعة بطيئة مغمورة جزئيا فى حوض قاعة على شكل إسطوانى به مياه الصرف الصحى، وتصنع هذه الأقراص من بعض أنواع البلاستيك وأثناء الحركة الدائرية للأقراص تكون مغمورة إلى أسفل عامود الدوران المثبت فى مركز الأقراص بحيث ينغمر 40–45% من مساحة سطحها فى مياه الصرف الصحى أثناء الدوران، نتيجة لهذا الدوران فإن جميع أسطح الأقراص الدوارة تتكون عليها طبقة لزجة من المواد العضوية والبكتريا وهذه الطبقة البيولوجية يتراوح سمكها من 1–4 مم وتسقط الطبقة البيولوجية من على سطح القراص الدوارة الملتصقة عليها كلما زاد سمكها بدرجة وتعتمد درجة التساقط هذه على سرعة الدوران. وتحتاج هذه الطريقة مثل وحدات المعالجة البيولوجية لأحواض ترسيب نهائى، مسطح الطبقة البيولوجية فيها كبير وكذلك يتم تشغيلها فى ظروف تكون فيها نسبة الغذاء للكائنات الدقيقة منخفضة.

كما أن هذه الطبقة البيولوجية تسمح بتحميل صدمات من الأحمال الهيدروليكية والأحمال العضوية بصورة جيدة. والمقصود بالصدمات هو الحمل الزائد الغير متوقع وعلى فترات زمنية متباعدة وليس بصفة دائمة.



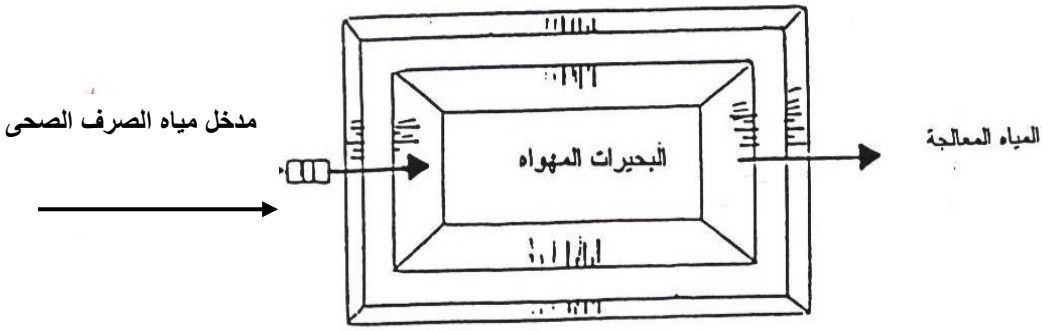
شكل رقم (12) تفاصيل الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحي



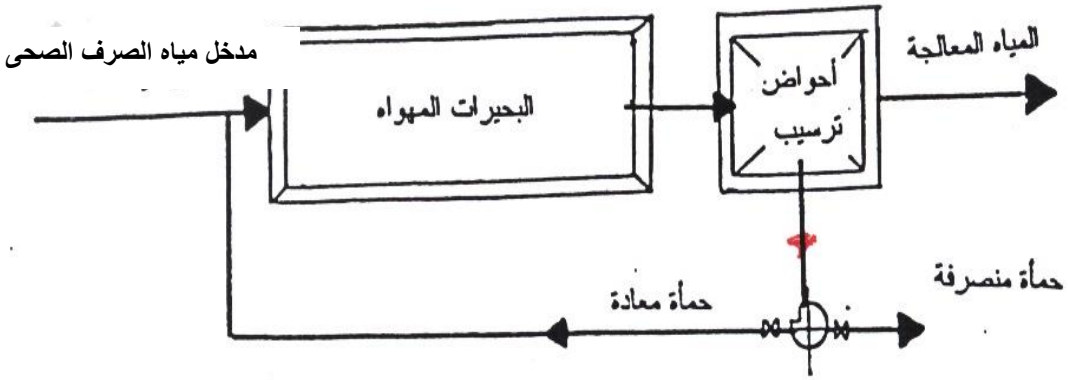
شكل رقم (13) وحدات معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام الأقراص البيولوجية الدوارة

نظم معالجة مياه الصرف الصحى بالبحيرات المهواة Aerated Lagoons

يتم دخول المياه الملوثة الخام بعد المصافى إلى البحيرات المهواة وهى بحيرات الأكسدة ولكن عمقها يتراوح بين 2.5 إلى 5.0 متر وميل الجوانب من (1:1.5) أو (2 : 1) والتصميم فى هذه البحيرات تؤدى عملية التهوية الوظيفة التى تقوم بها الطحالب فى بحيرات الأكسدة وتتراوح مدة بقاء المياه فى البحيرات بين 2 إلى 6 أيام أو أكثر حسب خواص المخلفات السائلة كما يتم امداد البحيرات بالهواء عن طريق قلابات الهواء ميكانيكية ذات قدرة (5 أو 10 أو 15) حصان ميكانيكى ويختلف قدرة القلاب حسب حجم البحيرة وبالتالى يتم امداد البحيرة بالهواء اللازم لعملية مزج محتويات البحيرة وكذلك الأكسجين الكافى لعملية الأكسدة البيولوجية.



شكل رقم (14–1) مسار مياه الصرف الصحي في البحيرات الهوائية المهواة



شكل رقم (14-2) مسار مياه الصرف الصحى فى البحيرات المهواة (تهوية ممتده)

المراجع

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

➢ د/ سناء أحمد الإله	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
➢ د/ شعبان محمد على	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالفيوم
➢ د/ حمدى عطيه مشالى	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
➢ د/ سعيد أحمد عباس	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
➢ د/ عبدالحفيظ السحيمى	شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى
➢ د/ مى صادق	شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى

حقوق الطبع محفوظة
الإدارة العامة للمسار الوظيفى – إدارة المناهج
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)