برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي فني تشغيل صرف صحي- الدرجة الرابعة

اساسيات المعالجة الاولية الصرف الصحي

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

الفـهـرس

أساسيات معالجة الصرف الصحي..... ٢
مقدمـــة..... ٢
المعالجة التمهيدية لمياه الصرف الصحي..... ٢
المصافي..... ٣
وحدات فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم..... ٤
المعالجة الابتدائية (أحواض الترسيب الابتدائي) لمياه الصرف الصحي..... ٥
المعالجة الثانوية (البيولوجية) ٩
النمو الملتصق (المرشحات الزلطية)..... ١١
المستنقعات والبرك (بحيرات التثبيت أو بحيرات الأكسدة)..... ١٢
المعالجة البيولوجية بنظام الحمأة المنشطة – المفاعل متعدد الدفعات (الوظائف) Sequencing Batch Reactor (SBR) ١٢
وصف عملية المعالجة البيولوجية بالمفاعل متعدد الدفعات SBR ١٢
الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحيRotating Biological Conductors..... ١٥
نظم معالجة مياه الصرف الصحي بالبحيرات المهواة ١٦

أساسيات معالجة الصرف الصحي

مقدمــة

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 ري المزروعات، أو التخلص منها علي سطح الأرض أو باطنها دون أن تسبب أي آثار سلبية على البيئة (الماء، الهواء، التربة).

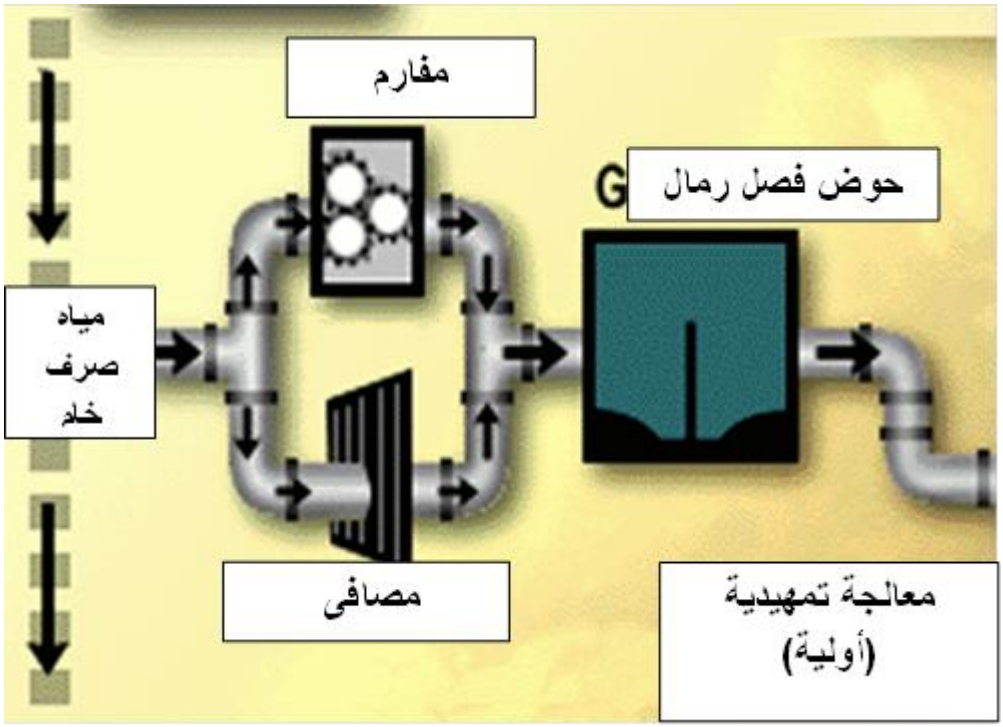
الخطوات المتبعة في معظم محطات معالجة مياه الصرف الصحي تتلخص في الوحدات التالية

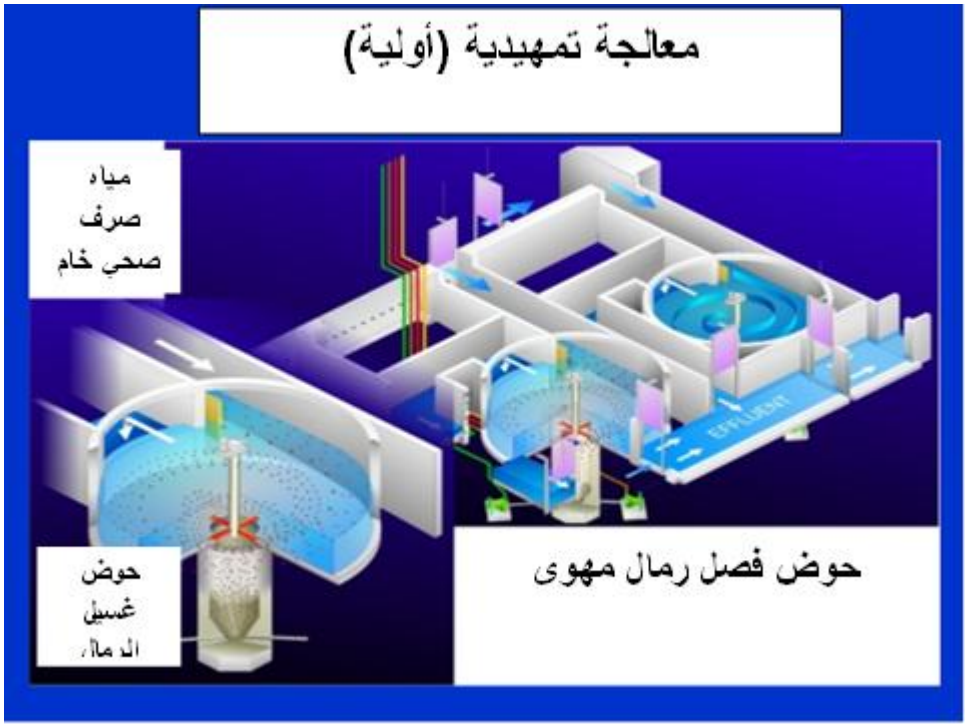
- معالجة تمهيدية
- معالجة ابتدائية.
- معالجة ثانوية (بيولوجية) بمختلف أنواعها.
- معالجة متقدمة (إضافية) بمختلف أنواعها.
- أعمال التخلص من السيب الناتج.
- معالجة الرواسب (الحمأة) الناتجة من وحدات المعالجة.

المعالجة التمهيدية لمياه الصرف الصحي

مكونات وحدات معالجة مياه الصرف الصحي التمهيدية

المصافي – وحدات فصل الرمال والزيوت والشحوم.





شكل رقم (١) رسم تخطيطي لمسار مياه الصرف الصحي في وحدات المعالجة التمهيدية والابتدائية

المصافي

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

١,١,٢. المصافي المتوسطة والكبيرة الفتحات

المصافي تتراوح سعة فتحات المصافي المتوسطة من ٠,٢٥ إلي ١,٥٠ بوصة، والمصافي الكبيرة من ١,٥ الي ٦,٠ بوصة

٢,١,٢. المصافي الدقيقة

يتراوح عرض هذه الشقوق من ١/١٦ بوصة الي ١/٤ بوصة وطولها من ١/٢ بوصة الى ٢ بوصة، ولا يفضل استخدامها في المناطق الريفية

تستعمل في الحالات الآتية:

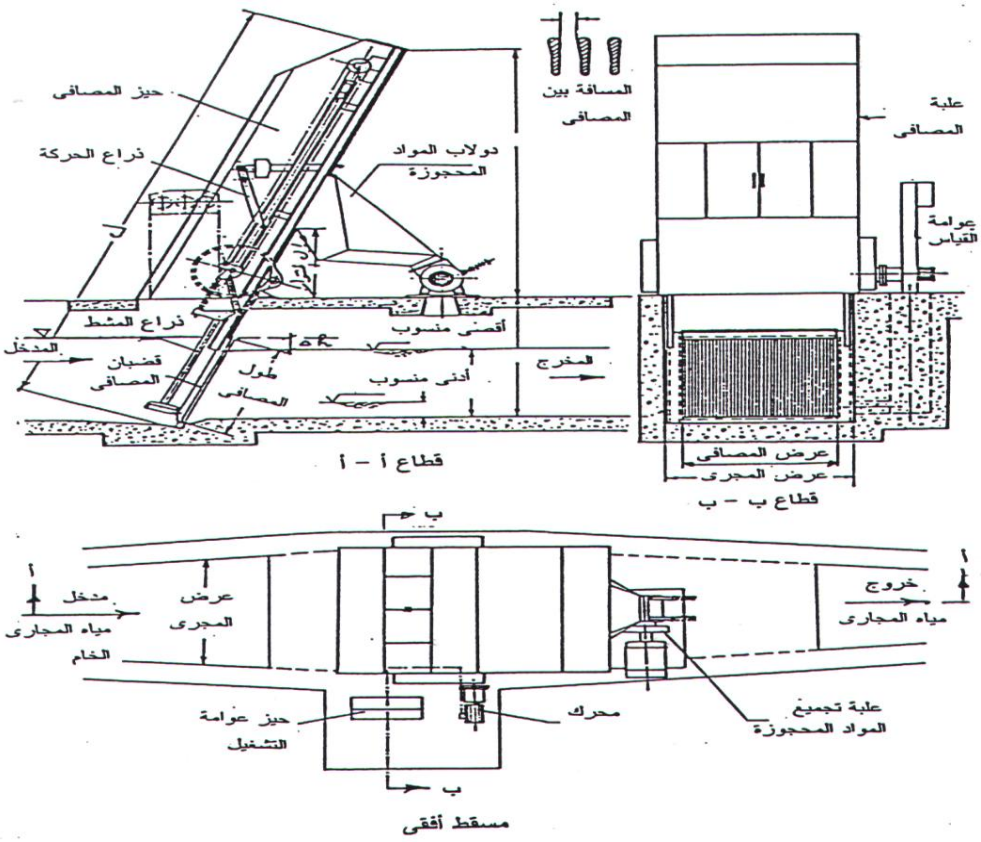
أ. تصفية المخلفات السائلة بدون معالجة.

ب. وجود مخلفات صناعية تحوي مواد عالقة يصعب ترسيبها.

ج. التهوية الممتدة.

٣,١,٢. المصافي المتحركة

هي مصافي علي شكل شريط دائري يلف علي أسطوانتين أفقيتين.



شكل رقم (٢) تفاصيل المصافي الميكانيكية

وحدات فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم

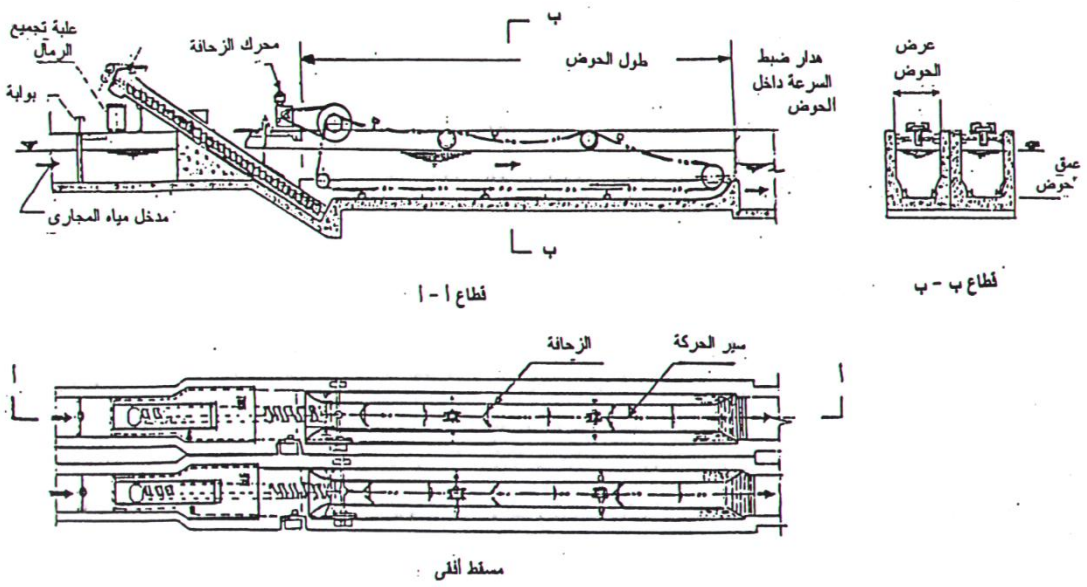
تتكون من أحواض فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم كما في المدن، أو من وحدات فصل الرمال فقط كما هو الحال في القرى حيث تكون كمية الزيوت قليلة.

١,٢,٢. أحواض فصل الرمال

هي أحواض مستطيلة الشكل أو دائرية، ولا تتعدى مدة مكث المياه في هذه الأحواض دقيقة واحدة وبسرعة لا تزيد عن ٠,٣ م/ث. التي تسمح بترسيب المواد الغير عضوية التي يبلغ قطرها ٠,٢ مم

ويتم تنظيف أحواض فصل الرمال عن طريق إزالة الرمال بتسليط خرطوم مياه على الرواسب فتكسحها إلى خارج الحوض لتسير في مواسير إلى موضع التخلص منها.

وهناك طريقة أخرى لتنظيف هذا النوع من أحواض فصل الرمال وذلك باستعمال كاسحات تتحرك بقوة موتور كهربي فتدفع أمامها الرمال إلى منخفض في مدخل الحوض



شكل رقم (٣) تفاصيل أحواض فصل الرمال

٢,٢,٢. أحواض إزالة الزيوت والشحوم

في حالة الرغبة في إزالة الزيوت والشحوم من مياه الصرف الخام يتم إنشاء حوض إزالة الزيوت والشحوم الذى تصل فيه فترة المكث من ٥ إلى ١٠ دقائق مع إمداده بالهواء المضغوط لتسهيل عملية تعويم الزيوت والشحوم، ومدة البقاء بأحواض فصل الزيوت والشحوم بين خمس وثماني دقائق، والهواء الحر اللازم لذلك هو حوالى ١٤م^3 لكل حوالى ٤٠٠٠ م^3 من مياه الصرف الصحي. وقد وجد أن إضافة حوالى ١,٥ جزء/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 ٥ – ١٠ دقائق.

المعالجة الابتدائية (أحواض الترسيب الابتدائي) لمياه الصرف الصحي

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، ويجب التعرف على المصطلحات الفنية التالية:

١,٣. الخبث

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

٢,٣. الحمأة السائلة

هي المواد المشبعة بالمياه والراسبة بقاع حوض الترسيب وكمية الحمأة السائلة تقدر بما لا يزيد عن ١% من كمية مياه الصرف الصحي الداخلة للحوض.

٣,٣. مدة البقاء النظرية أو مدة المكث النظرية

هي المدة النظرية المفروض أن تمكثها نقطة مياه بالحوض، أو المدة التي تلزم لنقطة مياه الصرف الصحي أن تقطع فيها المسافة بين مدخل الحوض ومخرجة بالسرعة النظرية.

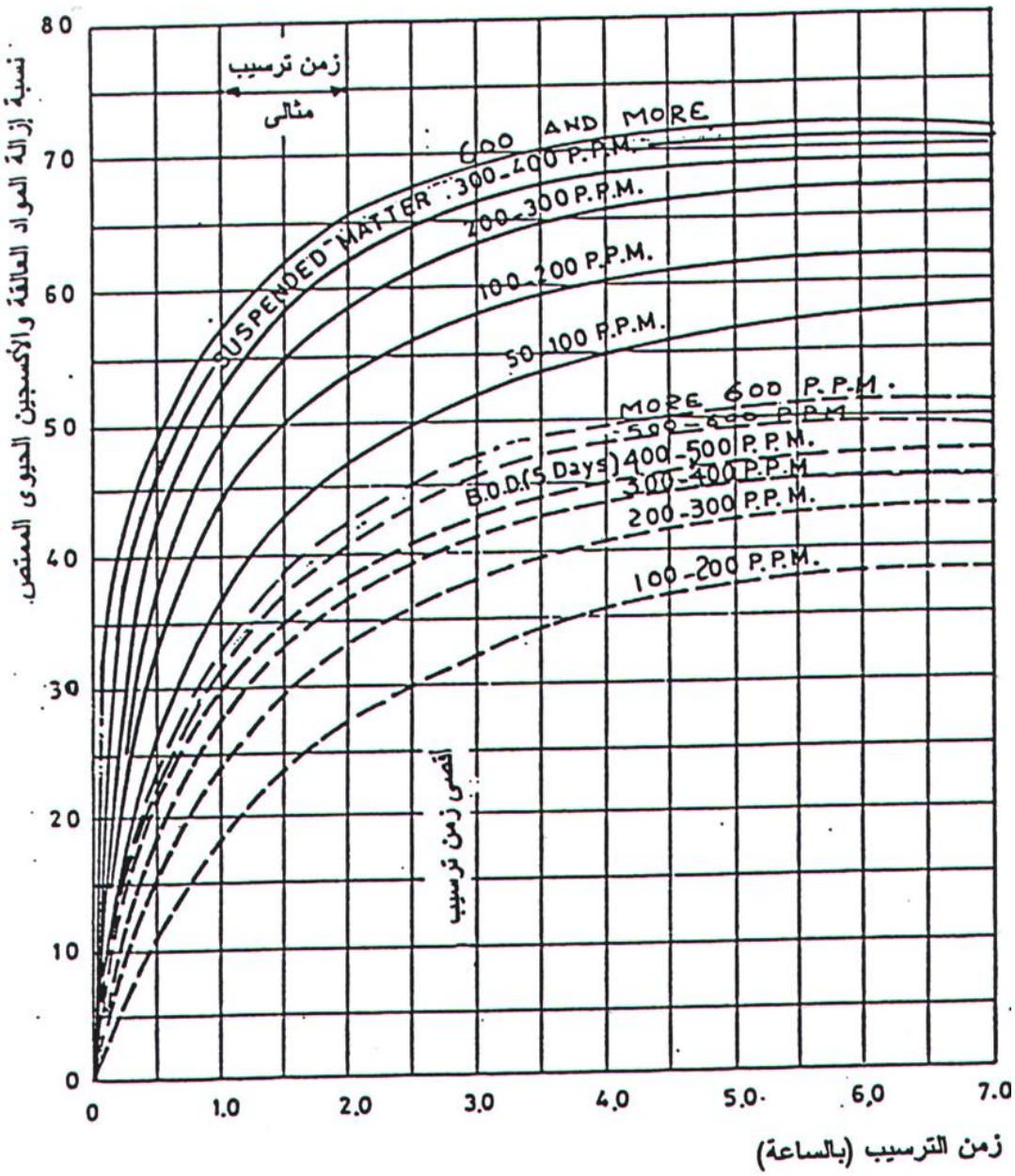
٤,٣. ٣-٤ السرعة النظرية

هي سرعة مياه الصرف الصحي بحوض الترسيب على اساس المعادلة التالية :

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

٥,٣. مدة البقاء الفعلية

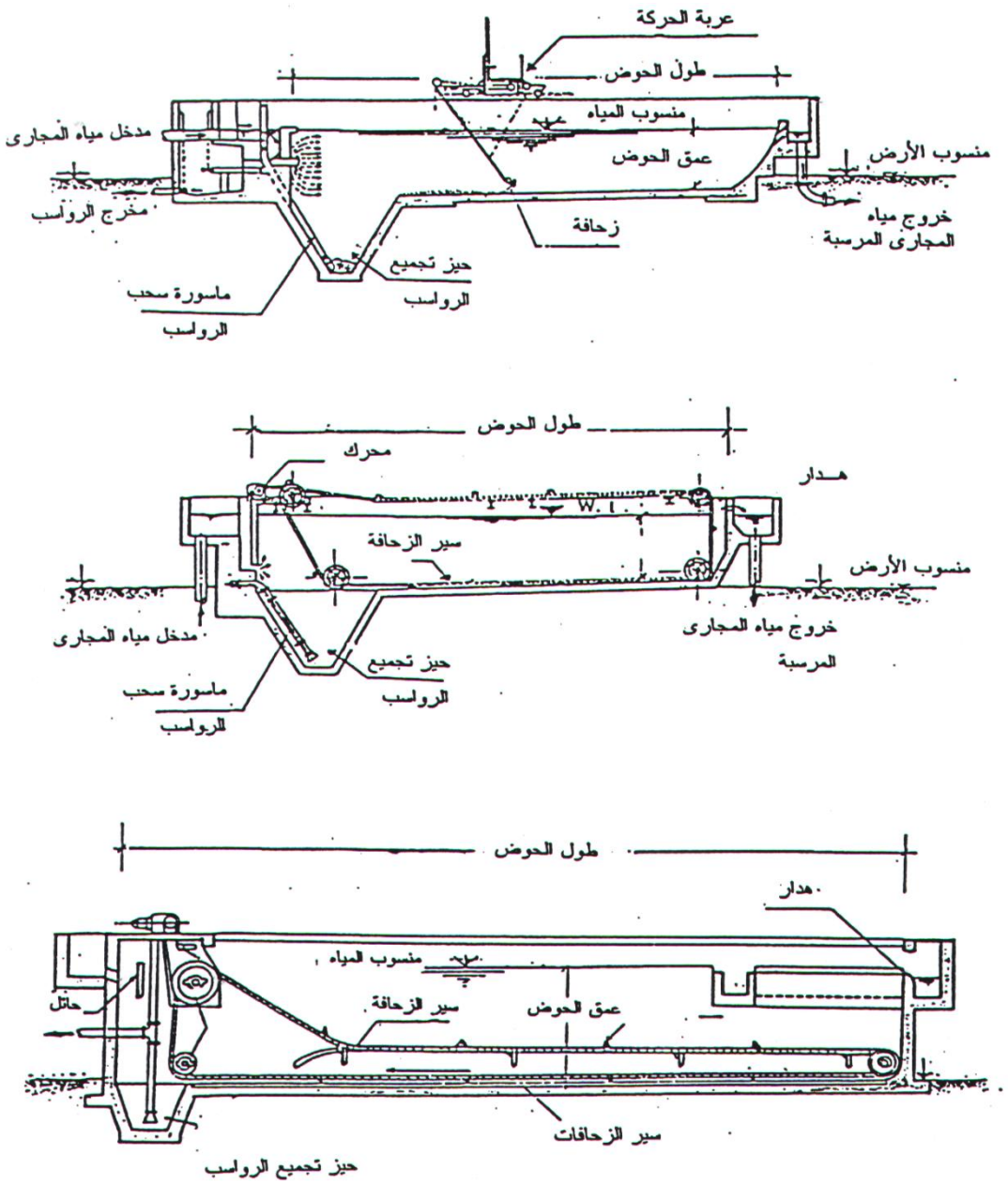
هي المدة الفعلية التي تقطع فيها نقطة المياه المسافة بين مدخل الحوض ومخرجة و يستمر فيها سريان الماء بالحوض، وروعي في تصميمها أن تكون سرعة المياه بها بطيئة ومدة بقائها بها كافية بحيث تسمحان بترسيب غالبية المواد العالقة بمياه الصرف



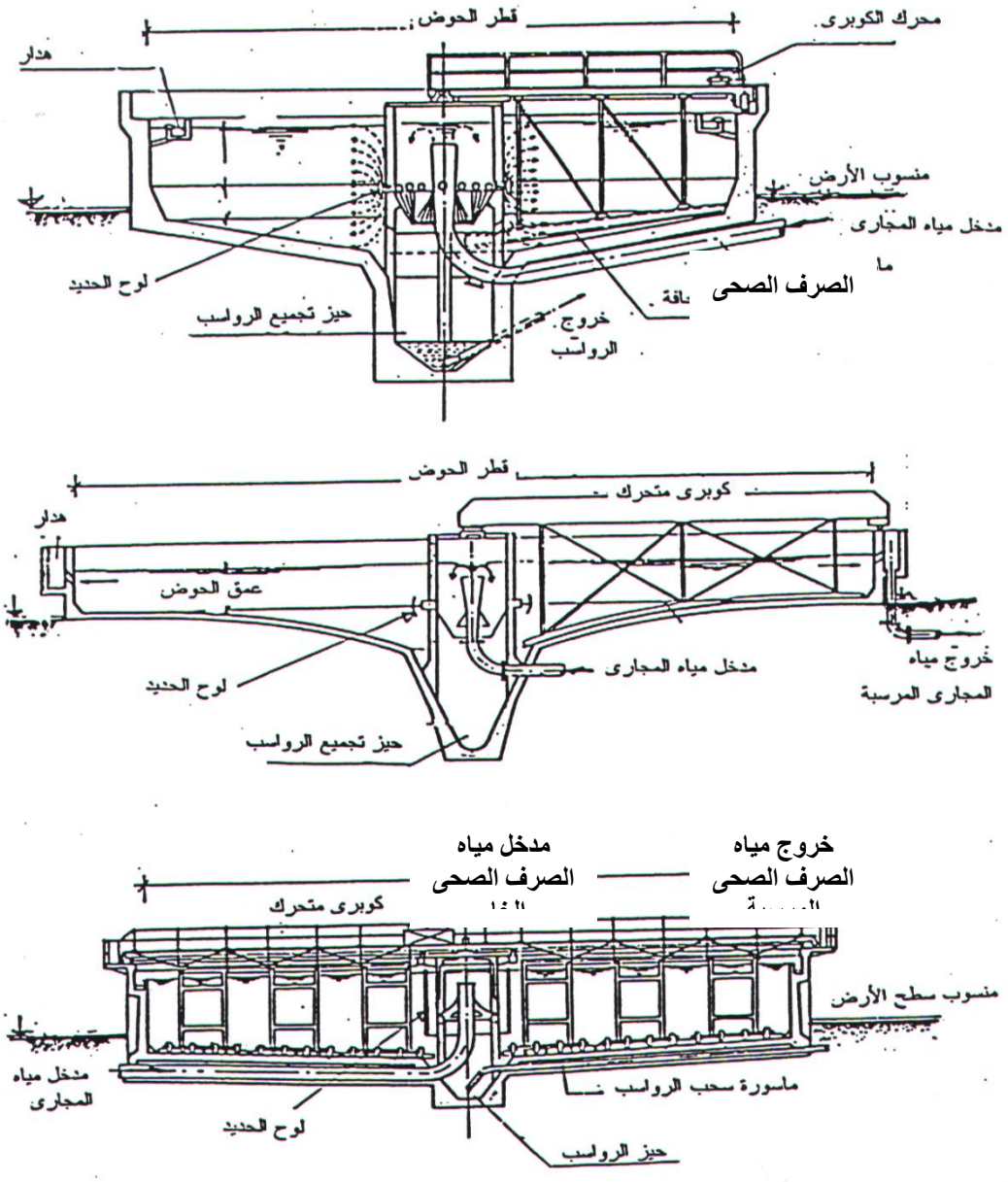
شكل رقم (٤) العلاقة بين زمن الترسيب الطبيعي وكفاءة أحواض الترسيب الابتدائي

تنقسم غالبية أحواض الترسيب إلى الأنواع التالية:

- من حيث أتجاه سير المياه: رأسي – أفقي – دائري.
- من حيث شكل الحوض: مستطيل – مربع – دائري
- من حيث طريقة سحب الحمأة : يدوى – ميكانيكي – بضغط المياه.
- من حيث مناسيب قاع الحوض: أفقي – بميل بسيط – هرمى شديد الميل.



شكل رقم (٥) نماذج مختلفة لأحواض الترسيب الابتدائية المستطيلة الشكل



شكل رقم (٦) نماذج مختلفة من أحواض الترسيب الابتدائية دائرية الشكل

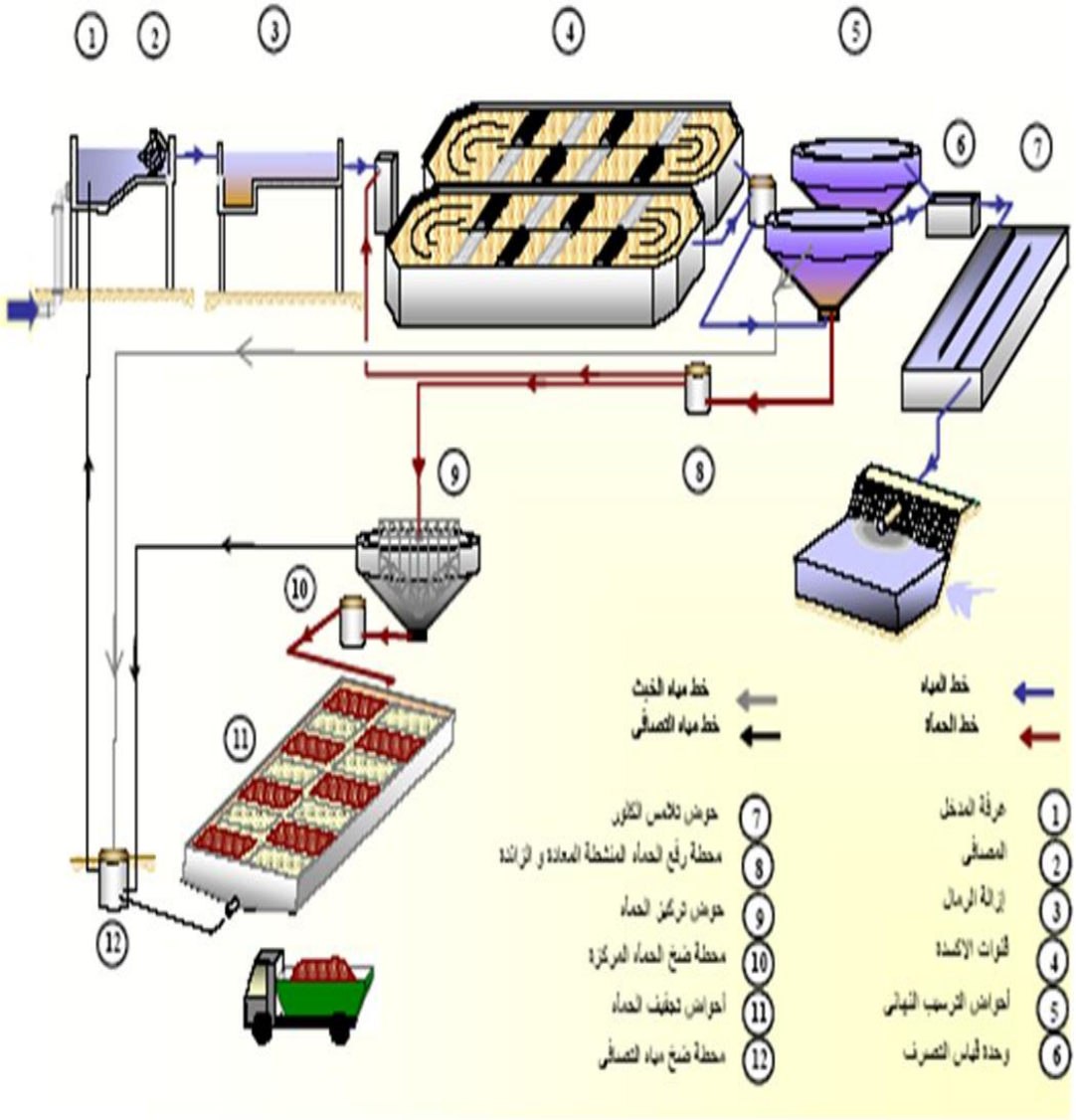
المعالجة الثانوية (البيولوجية)

تحتوى مياه الصرف الصحي على فيروسات تصنف حسب العائل، حيث أنها المصدر الرئيسي للكائنات الحية المسببة للأمراض مثل التيفويد 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

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.

١,٤. الاستنبات المعلق (الحمأة النشطة)

تتلخص هذه العملية في ضخ مياه الصرف الصحي المعالجة ابتدائيا والمحتوية على مواد عضوية في خزان تهوية يحتوى على بكتريا التي تقوم بتحويل المواد العضوية إلى مواد بسيطة ويتم التحكم في العوامل البيئية في الخزان عن طريق استخدام الهواء المضغوط أو التهوية الميكانيكية التي تهيئ كذلك إلى تأمين خلط مستمر للمحتويات، وبعد فترة محددة من الزمن تتراوح ما بين ٦ – ١٢ 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 في خزان التهوية، أما المتبقي فيتم التخلص منه، وتكاثر الأحياء الدقيقة يعتمد على درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني ووجود العناصر الضارة.



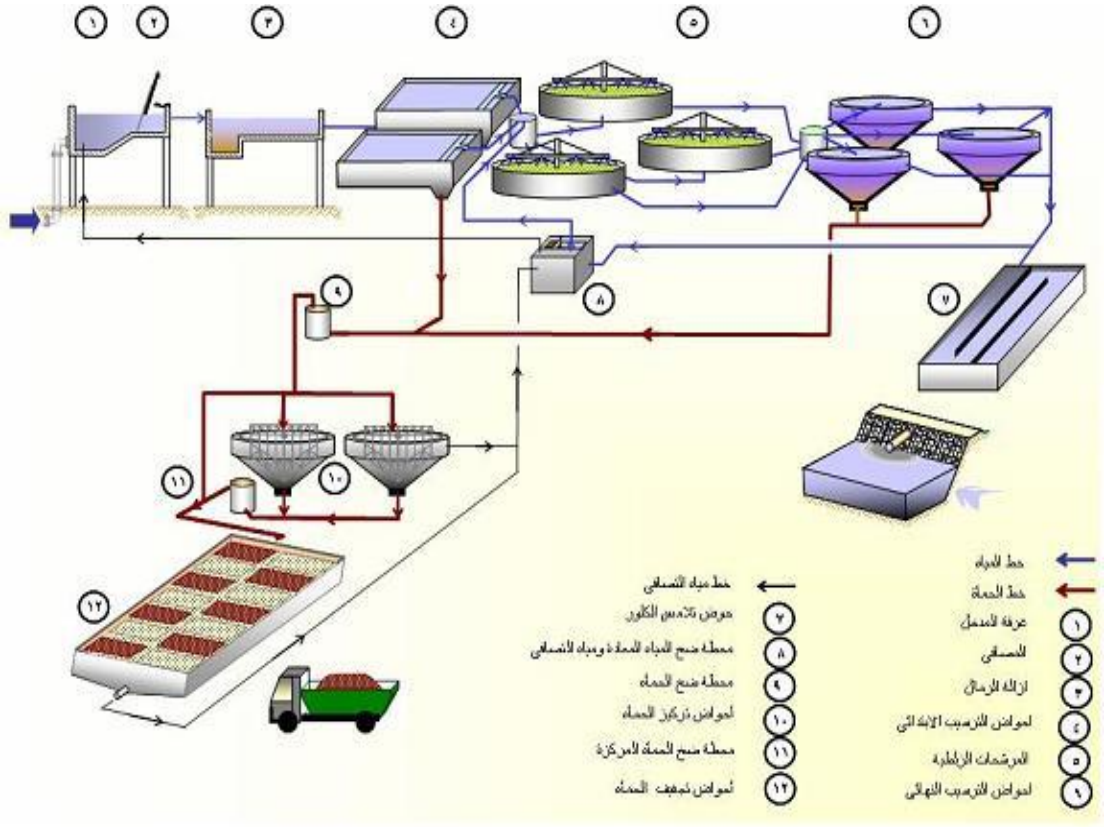
مخطط لمحطة معالجة الصرف الصحي نظام تهويه ممتدة

النمو الملتصق (المرشحات الزلطية)

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

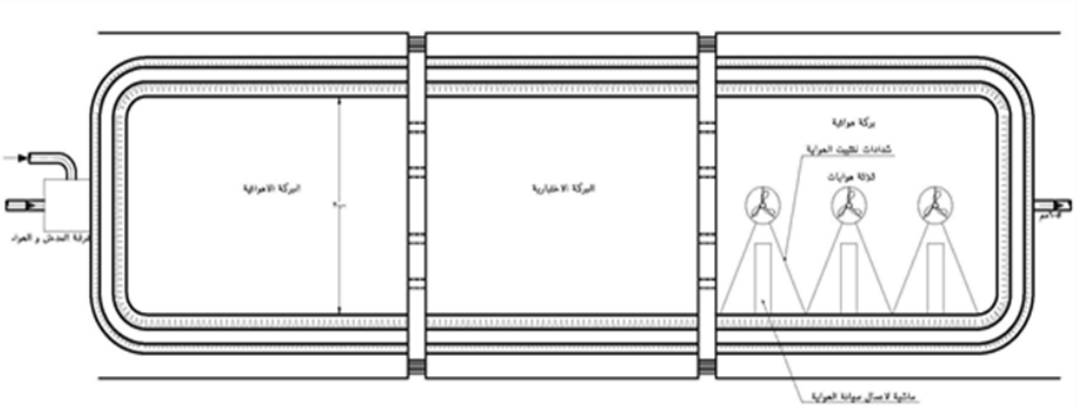
تقوم الشرائح الحيوية بامتصاص المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف ويتم تحليل المواد العضوية من قبل الكائنات الحية الهوائية في الأجزاء الخارجية من تلك الشرائح، ومع نمو وتكاثر الكائنات الحية فإن سمك الشرائح يزداد وبالتالي فإن الأكسجين يتم استهلاكه قبل وصولة إلى داخل الطبقة وعندئذ تكون هناك بيئة لا هوائية قريبة من سطح محتويات المرشح، وبزيادة سماكة طبقات المادة اللزجة في الشرائح فإن المواد العضوية التي تم امتصاصها يتم استهلاكها قبل وصول الكائنات الحية القريبة من سطح محتويات المرشح، ونتيجة لذلك فإن تلك الكائنات الحية تكون في مرحلة الموت وتفقد مقدرتها على الالتصاق، ومن ثم إزالتها مع السائل ويبدأ بعدها في تكوين طبقة أخرى وهكذا.

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



رسم توضيحي لمحطة معالجة تعمل بنظام المرشحات الزلطية

المستنقعات والبرك (بحيرات التثبيت أو بحيرات الأكسدة)



شكل تخطيطي لنظام المعالجة باستخدام برك الأكسدة المهواة ميكانيكيا

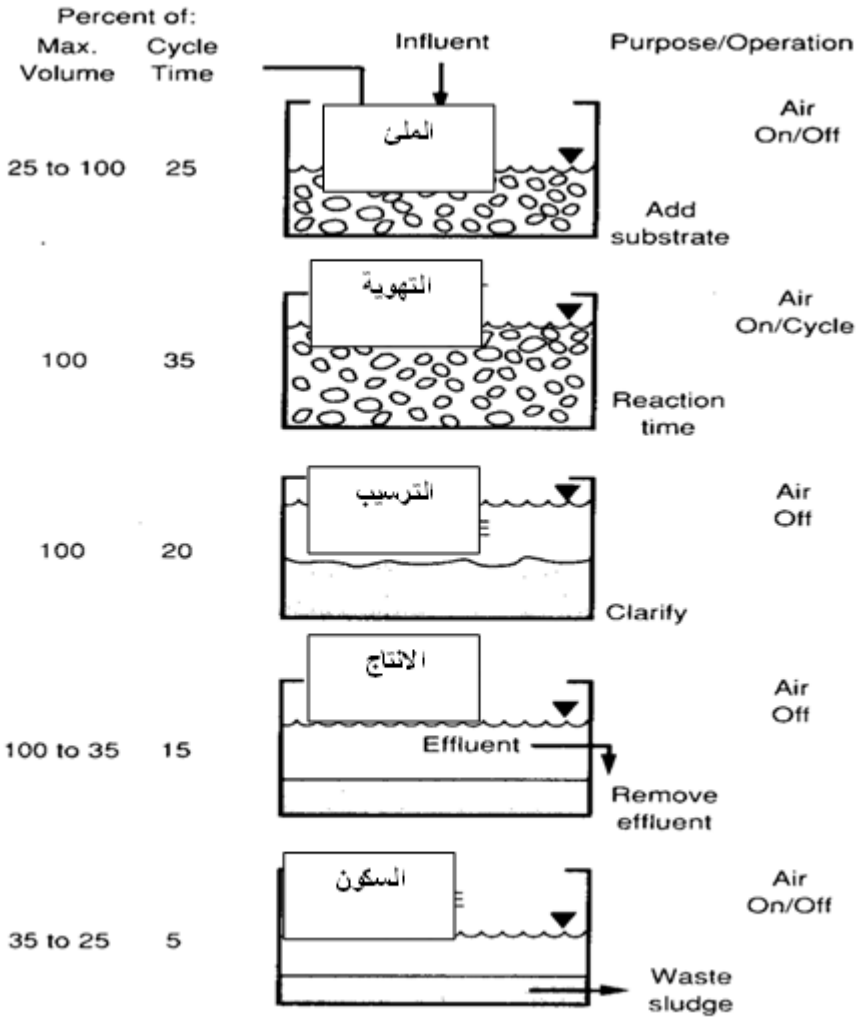
العمليات البيولوجية التي تتم في البرك التي تقوم فيها البكتريا الهوائية بتحليل المواد العضوية في الطبقة العليا من البركة متخذة من الطحالب وكذلك الأكسجين الجوي مصدراً للأكسجين، وفي الجزء السفلى يتم تحليل المواد العضوية عن طريق البكتريا اللاهوائية، وتعتمد فاعلية البرك على الرياح والخلط الذى يتم وكذلك على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

المعالجة البيولوجية بنظام الحمأة المنشطة – المفاعل متعدد الدفعات (الوظائف) 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)

وصف عملية المعالجة البيولوجية بالمفاعل متعدد الدفعات SBR

(١) المليء، (٢) التهوية، (٣) الترسيب، (٤) الإنتاج والتفريغ، (٥) السكون.



شكل رقم (١١) خطوات المفاعل المتعدد الوظائف – الدفعات (الحمأة المنشطة) لمعالجة مياه الصرف الصحي

رقم الخطوة أو الفترة		وصف التفاعلات والعمليات التي تتم بالمفاعل SBR
الأولى	الملء	الغرض من عملية الملء 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 ٢٥% في المئة من الطاقة في نهاية الفترة إلى ١٠٠% إذا تسيطر عليها الزمن، فإن عملية الملء تستغرق عادة حوالي ٢٥% من الوقت للدورة الكاملة.
الثانية	التفاعل البيولوجي	الغرض من رد فعل هو استكمال ردود الفعل التي كانت قد بدأت أثناء الملء، وعادة رد الفعل يستغرق ٣٥% 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 ٥ – ٣٠% من مجموع وقت الدورة الكاملة من ١٥ دقيقة – ٢ ساعة (نأخذ ٤٥ دقيقة كونها فترة التعادل نموذجي).
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 في بعض الأحيان مع الأخذ في الاعتبار سحب الحمأة الزائدة دون أن يؤثر ذلك على فترة إعادة الملء للحوض متعدد الوظائف – الدفعات.

جدول رقم (١) خطوات معالجة مياه الصرف الصحي بالمفاعل متعدد الوظائف – الدفعات بنظام الـ SBR

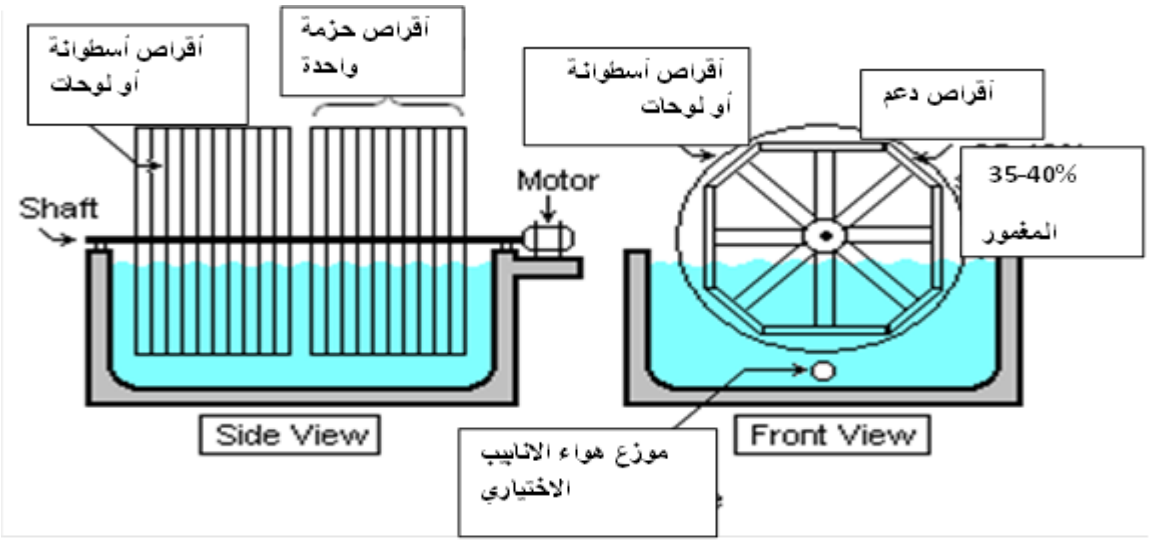
الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحي Rotating Biological Conductors

الأقراص البيولوجية الدوارة هي نظام النمو الملتصق Attached Growth

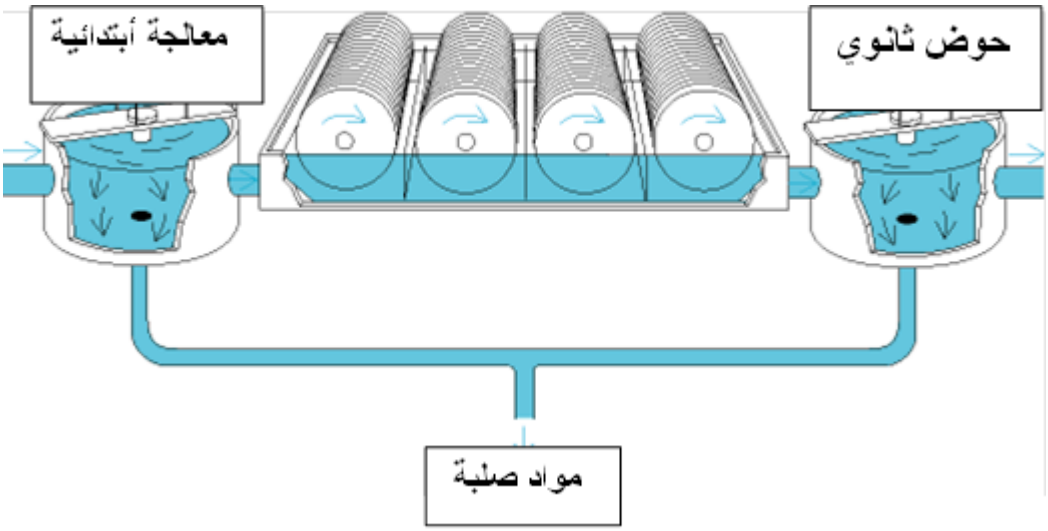
الأقراص البيولوجية الدوارة عبارة أقراص دائرية خفيفة الوزن تتحرك بسرعة بطيئة مغمورة جزئيا في حوض قاعة على شكل اسطواني به مياه الصرف الصحي، وتصنع هذه الأقراص من بعض أنواع البلاستيك وأثناء الحركة الدائرية للأقراص تكون مغمورة إلى أسفل عامود الدوران المثبت في مركز الأقراص بحيث ينغمر ٤٠ – ٤٥% من مساحة سطحها في مياه الصرف الصحي أثناء الدوران، نتيجة لهذا الدوران فإن جميع أسطح الأقراص الدوارة تتكون عليها طبقة لزجة من المواد العضوية والبكتريا وهذه الطبقة البيولوجية يتراوح سمكها من ١–٤ 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 نهائي مسطح الطبقة البيولوجية فيها كبير وكذلك يتم تشغيلها في 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 (١٢)



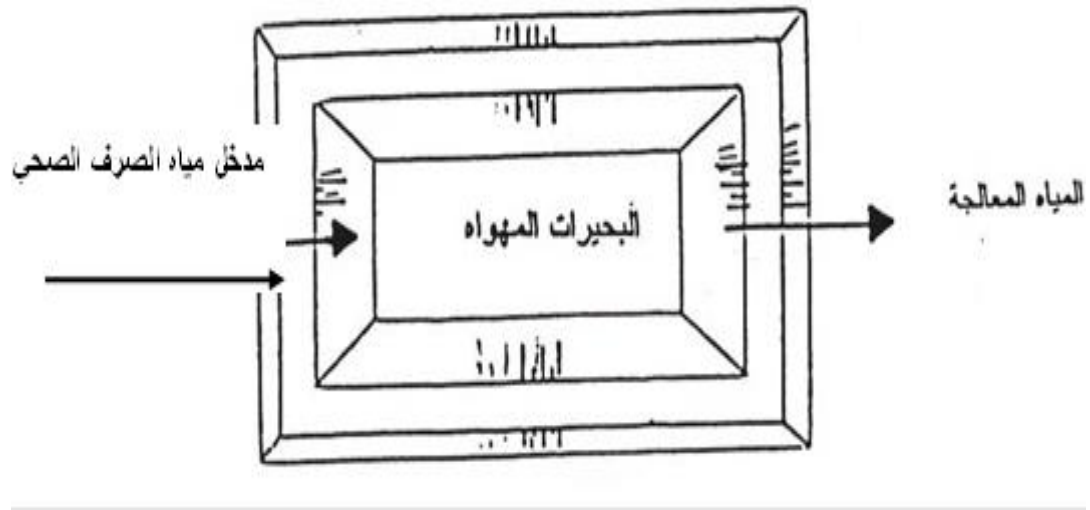
تفاصيل الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحي



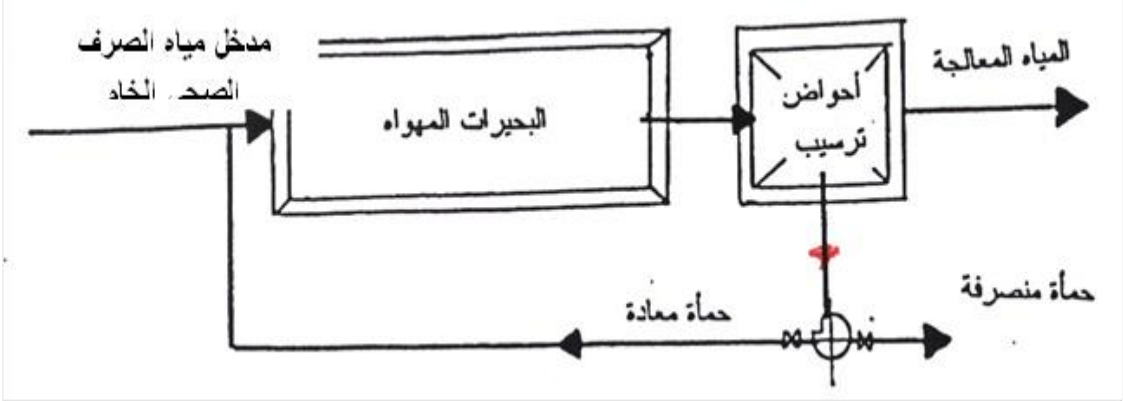
شكل رقم (١٣) وحدات معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام الأقراص البيولوجية الدوارة

نظم معالجة مياه الصرف الصحي بالبحيرات المهواة

يتم دخول المياه الملوثة الخام بعد المصافي إلى البحيرات المهواة وهي بحيرات الأكسدة ولكن عمقها يتراوح بين ٢,٥ إلى ٥,٠ متر وميل الجوانب من (١:١,٥) أو (٢ : ١) والتصميم في هذه البحيرات تؤدى عملية التهوية الوظيفة التي تقوم بها الطحالب في بحيرات الأكسدة وتتراوح مدة بقاء المياه في البحيرات بين ٢ إلى ٦ أيام أو أكثر حسب خواص المخلفات السائلة كما يتم امداد البحيرات بالهواء عن طريق قلابات الهواء ميكانيكية ذات قدرة (٥ أو ١٠ أو ١٥) حصان ميكانيكي ويختلف قدرة القلاب حسب حجم البحيرة وبالتالي يتم امداد البحيرة بالهواء اللازم لعملية مزج محتويات البحيرة وكذلك الأكسجين الكافي لعملية الأكسدة البيولوجية.



شكل رقم (١٤-١) مسار مياه الصرف الصحي في البحيرات الهوائية المهواة



شكل رقم (١٤-٢) مسار مياه الصرف الصحي في البحيرات المهواة (تهوية ممتدة)

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
➢ السيد / محمد نظير حسين	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
➢ 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