برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي لوظيفه مهندس تشغيل صرف صحي- حديث

اساسيات معالجه مياه شرب - صرف

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

أهداف البرنامج التدريبى 4
فى نهاية البرنامج التدريبى يكون المتدرب قادر على:- 4
مصادر مياه الشرب..... 5
مقدمـــــة 5
الماء هو شريان الحياة الرئيسى حيث بدونه لا يمكن أن توجد حياه على سطح الأرض. يغطى الماء بحالته السائلة أو الصلبة أربعة أخماس كوكب الأرض والماء كبقية السوائل يتمدد بالحرارة وينكمش بالبرودة. إلا انه يشذ عن هذه القاعدة ما بين درجتى 4°م، 0°م. حيث يتميز الماء بقدرته على التمدد حتى يتجمد وذلك عند درجة أقل من 4°م وعليه يطفو الجليد فوق سطح الماء لإتاحة الفرصة لمعيشة الكائنات البحرية. ويعتبر الماء النقى أحد المصادر الطبيعية القابلة للنضوب والتى يزداد الطلب عليها فى الوقت الحالى فى مناطق عديدة من العالم وتناقص المياه هو أحد المشكلات التى تواجه العالم فى هذا القرن وذلك نتيجة الزيادة المطردة فى تعداد سكان العالم الذى ترتب عليه زيادة الرقعة العمرانية وكذلك الأنشطة الصناعية التى تستهلك كميات كبيرة من المياه وينتج عنها ملوثات تغير من مواصفات مصادر المياه الأمر الذى يستلزم اتخاذ إجراءات من الحكومات لسن التشريعات ووضع المواصفات القياسية لنوعية المياه علاوة على تطبيق التكنولوجيات التى من سبيلها الحد من الاستهلاك المطرد والوصول إلى مياه نقية صالحة للاستخدام.....5
الدورة الهيدرولوجيـة للماء 5
درجة نقاء الماء..... 5
-تأتى مياه الأمطار فى المقدمة من حيث النقاء لاحتوائها على نسبة بسيطة من المواد العضوية علاوة على بعض الغازات الذائبة. ثم تليها
-أما المياه السطحية فتأتى فى المؤخرة وهى عبارة عن مياه البحار والمحيطات والبحيرات والأنهار، وتعتبر كلها مصادر لمياه الشرب. فيتم
-والمياه الجوفية عبارة عن مياه مستخرجة من الآبار، وتكون أملاحها عادة أكثر من المياه السطحية، إلا أنها تحتوى على نسبة بسيطة جد
-فى مصر نعتمد على مياه نهر النيل والمياه الجوفية كمصادر رئيسية لمياه الشرب. وتصل حصة مصر من مياه النيل إلى 55.5 مليار متر

7.....
مواصفات مياه الشرب وخصائصها..... 7

خصائص الميــاه 7
أ. الخصائص الطبيعية 7
1. درجة الحرارة: 7
2. العكارة: 8
3. اللون: 8
4. الطعم: 8
5. الرائحة: 8
ب. الخصائص الكيماوية 8
1. الأس الايدروجينى: 8
2. العسر: 9
3. الأكسجين الذائب: 9
4. القلوية: 9
5. الحموضة: 9
6. المواد الذائبة: 9
7. المواد العضوية: 10
ج. الخصائص البيولوجية 10
الاشتراطات الصحية فى المياه 10
1. الخواص الطبيعية: 10
2. الخواص الكيميائية: 10
المعايير التى أقرتها اللجنة العليا للمياه فى 1995/2/26 12
3. الخواص البيولوجية: 12
أنواع المواد الدخيلة على المياه 12
1. مواد ذائبة (Dissolved Matters) 12
2. مواد عالقة (Suspended Matters) 12
3. مواد كلويدية "غروية" (Colloidal Matters) 12
التأثيرات غير مرغوبة لبعض المواد الدخيلة على المياه 12
المواد الذائبة: 13
الهدف من تنقية المياه 14
الميــاه النقيــة الصالحة للاستعمال 14
المياه غير النقيـة 14
الميــاه غيــر الصالحة للاستعمال 14
المواصفات القياسية المصرية للمياه المستخدمة فى الشرب و الإستخدامات المنزلية: 15
أولا الخواص الطبيعية: 15
ثانيا: مواد غير عضوية لها تأثير على الإستساغة والإستخدامات المنزلية : 15
الأنواع المختلفة لمعالجة المياه 16

معالجة المياه الجوفية 16
أ. المياه الجوفية الهوائية 17
ب. المياه الجوفية اللاهوائيه نسبياً 17
ج. المياه جوفية اللاهوائية 19
معالجة المياه السطحية 19
أنظمة معالجة المياه السطحي 19
أ. المعالجة التقليدية (المزايا و العيوب) 19
ب. الترشيح السريع 20
1. التنقية بإستخدام تعويم الروبة Air Floatation 21
مكونات تنقيه المياه 23
أساسيات معالجة الصرف الصحى 24
مقدمـــة 24
المعالجة التمهيدية (الأولية) لمياه الصرف الصحىPreliminary Treatment 25
مكونات وحدات معالجة مياه الصرف الصحي التمهيدية 25
المصافىScreens 26
المصافى المتوسطة والكبيرة الفتحات 26
المصافى الدقيقة 26
المصافى المتحركة 26
وحدات فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحومGrit, Oil And Grease Removal 27
أحواض فصل الرمال 27
أحواض إزالة الزيوت والشحوم 28
المعالجة الإبتدائية لمياه الصرف الصحي Primary Treatment 29
الحمأة السائلة 29
مدة البقاء النظرية أو مدة المكث النظرية 29
السرعة النظرية 29
مدة البقاء الفعلية 29
المعالجة الثانوية (البيولوجية) Secondary Treament 33
1.4. النمو المعلق (الحمأة النشطة) 33
النمو الملتصق (المرشحات الزلطية)Trickling filters 34
المستنقعات والبرك (بحيرات التثبيت أو بحيرات الأكسدة)Stabilization, Oxidation ponds 35
المعالجة البيولوجية بنظام الحمأة المنشطة – المفاعل متعدد الدفعات (الوظائف) Sequencing Batch Reactor (SBR) 35
الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحىRotating Biological Conductors 39
نظم معالجة مياه الصرف الصحى بالبحيرات المهواةAerated Lagoons 40

أهداف البرنامج التدريبى

فى نهاية البرنامج التدريبى يكون المتدرب قادر على:-

- معرفة خصائص مياه الصرف الصحى (طبيعيه – كيميائية – بيولوجية) .
- معرفة المعالجة (التمهيدية ومكوناتها- المعالجة الأبتدائية – معرفة المعالجة الثانوية – النمو المعلقة وأنواعها – النمو الملتصقه وأنواعها – بحيرات الأكسدة)

مصادر مياه الشرب

مقدمـــــــــــــة

الماء هو شريان الحياة الرئيسى حيث بدونه لا يمكن أن توجد حياه على سطح الأرض. يغطى الماء بحالته السائلة أو الصلبة أربعة أخماس كوكب الأرض والماء كبقية السوائل يتمدد بالحرارة وينكمش بالبرودة. إلا انه يشذ عن هذه القاعدة ما بين درجتى 4°م، 0°م. حيث يتميز الماء بقدرته على التمدد حتى يتجمد وذلك عند درجة أقل من 4°م وعليه يطفو الجليد فوق سطح الماء لإتاحة الفرصة لمعيشة الكائنات البحرية. ويعتبر الماء النقى أحد المصادر الطبيعية القابلة للنضوب والتى يزداد الطلب عليها فى الوقت الحالى فى مناطق عديدة من العالم وتناقص المياه هو أحد المشكلات التى تواجه العالم فى هذا القرن وذلك نتيجة الزيادة المطردة فى تعداد سكان العالم الذى ترتب عليه زيادة الرقعة العمرانية وكذلك الأنشطة الصناعية التى تستهلك كميات كبيرة من المياه وينتج عنها ملوثات تغير من مواصفات مصادر المياه الأمر الذى يستلزم اتخاذ إجراءات من الحكومات لسن التشريعات ووضع المواصفات القياسية لنوعية المياه علاوة على تطبيق التكنولوجيات التى من سبيلها الحد من الاستهلاك المطرد والوصول إلى مياه نقية صالحة للاستخدام.

الدورة الهيدرولوجيـــة للماء

يختـــص علم الهيدرولوجيا بدراســـة توزيعـــــات المياه فى الكرة الأرضية، وبحركتها المستمرة من البحار إلى الجو ومن الجو إلى اليابسة ومن الأرض عوداً إلى البحار وتسمى هذه الدورة بالدورة الهيدرولوجية. وتغطى المحيطات 71% من سطح الأرض، وتحتوى على 97% من مياه الكرة الأرضية، 3% الباقية توجد فى الجو كبخار ماء، وعلى الأرض كمياه عذبة وثلوج وجليد، وتحت سطح الأرض كمياه جوفية، ومعظم المياه التى تسقط على الأرض لا تصل إلى المحيطات بل تكمل دورتها الهيدرولوجية عودا إلى الجو بعملية البخر وعملية نتح النباتات.

حوالي 25% من المياه العذبة بالكرة الأرضية مخزونة تحت سطح الأرض حيث تبقى لمئات أو آلاف السنين، ونسبة صغيرة منها تكون موجودة فى طبقات يمكن سحبها منها بكميات محددة.

وعليه يمكن تلخيص مصادر الشرب كالآتى:

1-الأمطار 2- البحار 3- المحيطات

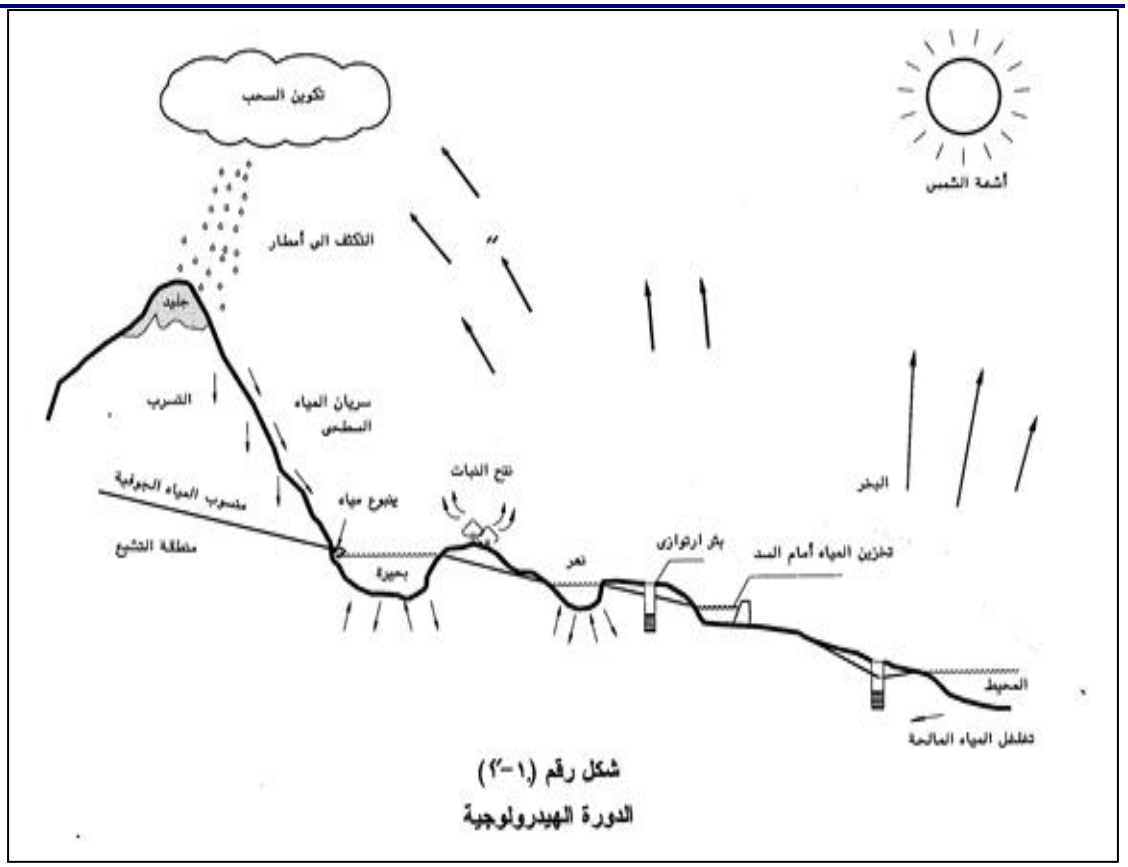
4-البحيرات 5- الأنهار 6- المياه الجوفية

ويوضح الشكل رقم () دورة الماء فى الطبيعة (الدورة الهيدرولوجية).

درجة نقاء الماء

- تأتى مياه الأمطار فى المقدمة من حيث النقاء لاحتوائها على نسبة بسيطة من المواد العضوية علاوة على بعض الغازات الذائبة. ثم تليها المياه الجوفية التى تحتوى على بعض أملاح الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم وبعض المواد العالقة وذلك طبقاً لنوعية التربة التى تمر بها.

- أما المياه السطحية فتأتى فى المؤخرة وهى عبارة عن مياه البحار والمحيطات والبحيرات والأنهار، وتعتبر كلها مصادر لمياه الشرب. فيتم الحصول على مياه الشرب من مياه البحار والمحيطات عن طريق عمليات التحلية، أما مياه الأنهار والبحيرات العذبة فيتم الحصول على مياه الشرب منها عن طريق عمليات المعالجة. أى أن المياه السطحية هى المصدر الرئيسى للمياه.
- والمياه الجوفية عبارة عن مياه مستخرجة من الآبار، وتكون أملاحها عادة أكثر من المياه السطحية، إلا أنها تحتوى على نسبة بسيطة جدا من المواد العالقة، لأن مرور المياه فى طبقات الأرض يرشحها من المواد العالقة بها.
- فى مصر نعتمد على مياه نهر النيل والمياه الجوفية كمصادر رئيسية لمياه الشرب. وتصل حصة مصر من مياه النيل إلى 55.5 مليار متر^3 فى السنة، وذلك طبقا لاتفاقية عام 1959 مع السودان.



شكل رقم (١-٢)

الدورة الهيدرولوجية

مواصفات مياه الشرب وخصائصها

خصائص الميـــــاه

تنقسم خصائص المياه إلى:

أ. خصائص طبيعية

ب. خصائص كيماوية

ج. خصائص بيولوجية

أ. الخصائص الطبيعــية

1. درجة الحرارة
2. العكارة
3. اللون
4. الطعم
5. الرائحة

1. درجة الحرارة:

تؤثر درجة الحرارة على عمليات معالجة المياه ، فهى تساعد على سرعة ذوبان الكيماويات المضافة وسرعة ترسب الجسيمات الدقيقة.

2. العكارة:

قد تكون مواد عضوية مثل الطحالب ومواد غير عضوية مثل الطمى والرمال. وتكون العكارة فى المياه السطحية أكثر منها فى المياه الجوفية نظراً لأن الأخيرة تتعرض للترشيح خلال مرورها فى طبقات التربة المختلفة.

3. اللون:

يحدث تلون الماء فى المورد السطحي نتيجة لتحلل المواد العضوية أو وجود مواد غير عضوية كالحديد والمنجنيز، ويعتبر تلون الماء من أكثر الدلالات على عدم صلاحيته للاستهلاك الآدمي ومعظم الاستخدامات الصناعية.

4. الطعم:

يكون للماء أحياناً طعم غير مستساغ، وذلك نتيجة وجود طحالب ومواد عضوية متعفنة، أو نتيجة اختلاطه بمياه الصرف أو المخلفات الصناعية قبل معالجته.

5. الرائحة:

يرتبط وجود طعم غير مستساغ فى الماء مع وجود رائحة كريهة فى نفس الوقت، إذ أن الرائحة ناتجة فى معظم الأحوال من مسببات الطعم الكريه.

ب. الخصائـــص الكيماوية

1. الأس الايدروجينى.
2. العسر الكلى.
3. الأكسجين الذائب.
4. المواد الذائبة.
5. القلوية والحموضة.
6. المواد العضوية بأنواعها.

1. الأس الايدروجينى:

هو ما يرمز له بالرمز "pH" وهو يعبر عن الحالة الحمضية أو القلوية للماء. وهو يبدأ من الصفر إلى رقم 14، والرقم 7 يدل على التعادل النقى، وإذا قل الرقم عن 7 يدل ذلك على حمضية الماء. فحينما تذوب أى مادة فى المياه يتأين المحلول إلى أيونات الهيدروجين H^+ وأيونات الهيدروكسيد OH^-.ويكون الماء حمضى إذا كانت الأيونات H^+ أكثر من أيونات OH^- وقلوى إذا حدث العكس. ويكون المحلول متعادلاً إذا تساوى تركيز H^+ و OH^-.

الماء الحمضى يحدث تأكلاً فى المعدات ، أما الماء القلوى فيرسب قشوراً.

وقد وجد أنه بالنسبة للماء أو أى محلول مائى يكون حاصل تركيز أيونات الهيدروجين [H^+] والهيدروكسيد [OH^-] يساوى مقداراً ثابتاً هو 1×10^{-14} وذلك عند درجة حرارة 25°م. أى أن $[OH^-] = 1 \times 10^{-14} / [H^+]$.

وفى حالة المياه النقية يكون $[H^+] = 10^{-7}$ وبالتالى:

$$pH = -Log [H^+] = -Log [10^{-7}] = 7$$

2. العسر:

وهو عبارة عن وجود مقادير ملحوظة من أملاح الفلزات التى لا تذوب فى الماء مثل الكالسيوم والماغنسيوم. ووجودها فى الماء يزيد من الأس الأيدروجينى للماء. والعسر يسبب قشوراً داخل المواسير والعدادات وأجهزة تسخين المياه. كما أنه يكسب الماء طعماً غير مستساغ ويصعب معه استخدام الصابون.

3. الأكسجين الذائب:

يتواجد الأكسجين ذائباً فى المياه العذبة بصفة دائمة نتيجة للتهوية الطبيعية، وتزداد نسبة الأكسجين الذائب فى المياه الباردة عنها فى المياه الساخنة، ويؤدى وجود الطحالب فى الماء إلى إنتاج الأكسجين نهاراً فيزداد منسوب الأكسجين الذائب فى الماء وفى الليل تستنفذ الطحالب كمية من الأكسجين فينخفض منسوب الأكسجين الذائب فى الماء، وتساعد زيادة نسبة الأكسجين الذائب فى الماء على حدوث التآكل فى السطوح المعدنية الملامسة لها كالمواسير والعدادات والمضخات.

4. القلوية:

تعزى قلوية المياه لوجود هيدروكسيدات، كربونات، بيكربونات. بعض عناصر الفلزات النشطة (الاقلاء) مثل الصوديوم والكالسيوم والماغنيسيوم والبوتاسيوم. وارتفاع قلوية المياه يؤدى إلى تزايد التكاثر البيولوجى. وليست هناك أضرار من المياه المحتوية على قلوية حتى 400 ملليجم / لتر.

5. الحموضة:

تكون المياه حامضية إذا كان الأس الهيدروجينى pH أقل من 7. ومن أسباب حموضية الماء وجود ثانى أكسيد الكربون الذائب أو بعض الأحماض العضوية الناتجة من تحلل البقايا النباتية كما أن تصريف المخلفات الصناعية

التى تحتوى على أحماض فى المسطحات المائية يزيد من درجة حموضية المياه. وبالإضافة لما تسببه المياه الحامضية من تآكل وصدأ المواسير الحديدية فإنها تذيب بعض المواد الضارة بالصحة مثل النحاس والرصاص والزنك. والمياه المفضل شربها تكون (6.5 – 8.5) pH.

6. المواد الذائبة:

عند مرور المياه السطحية أو الجوفية على أنواع من التربة أو الصخور فإنها، تذيب بعضاً من هذه المواد الصلبة وتختلط بالماء، وهناك حد أقصى مسموح به للمواد الصلبة الذائبة فى الماء حتى لا تسبب

للمستهلكين مشاكل صحية أو تكسب الماء طعماً ورائحة غير مقبولين. وتكون بعض المواد الذائبة ضارة بصحة الإنسان، لذلك من الضرورى إعطاء عناية للتخلص منها أثناء عمليات المعالجة.

7. المواد العضوية:

تأتى نتيجة التلوث بالمخلفات السائلة الصناعية والزراعية والمجارى وهناك أنواع جديدة وكثيرة من المواد العضوية غير معروف تأثيرها فى مياه الشرب على المدى الطويل إلا أن بعض هذه المواد مسببة للسرطان والبعض الآخر يغير فى أساس تكون الخلايا.

ج. الخصائص البيولوجية

وهى عبـــارة عن ما تحتويه المياه من بكتريا وفيروسات وطحالب وطفيليات ضارة بصحة الإنسان ، ويؤدى اكتشاف هذه البكتريا والفيروسات إلى وضع النظام السليم لتعقيم المياه بما يكفل قتل هذه الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض.

الاشتراطات الصحية فى المياه

إن مسئولية القائمين على تشغيل محطات تنقية مياه الشرب التأكـــد مـــن أن نوعية مياه الشرب المنتجة تتمشى مع المواصفات القياسية التى تكفل حماية الصحة العامة، ويمكن تصنيف المواصفات القياسية إلى ثلاثة أنواع من الخواص هى:

1. الخواص الطبيعية:

أ. درجات حرارة الماء:

ليس لها تأثير على الصحة العامة ولكن الارتفاع المفاجئ فى درجة حرارة الماء قد يكون دلالة على تقلبات موسمية أو تصريف كبير لمياه الصرف الصحى أعلى التيار.

ب. لون وطعم ورائحة الماء:

هو من الاهتمامات الجمالية للمياه ولكن حدوثها قد ينبئ بحدوث تلوث من مصادر مثل المخلفات المنزلية أو الصناعية.

ج. العكارة:

هى من الأمور الهامة للصحة العامة لأنها تؤثر على عمليه التطهير، فالذى يحدث أنه طالما توجد جسيمات تعكر المياه فإنها تكون مخابئ تلجأ إليها الكائنات الحية للهروب من تأثير الكلورين عليها ، فلا يتم التطهير بالكامل وتصل هذه الكائنات إلى المستهلك وقد تصيبه بالأمراض ، لذلك حددت المواصفات القياسية أقصى مستويات للعكارة.

2. الخواص الكيميائية:

تمثل الكيماويات العضوية وغير العضوية خطراً على الصحة العامة، ويوضح الجدول رقم (1-1) تأثير الكيماويات المختلفة على الصحة العامة وأقصى مستوى مسموح به حفاظاً على الصحة العامة.

جدول رقم (1-1) تأثير الكيماويات المختلفة على الصحة العامة

المادة	الأضرار الصحية المحتملة عند زيادة النسبة	أقصى نسبة مسموح بها (ملجم/لتر)
الزرنيخ		0.050
الباريوم	قروح على الأيدي والأقدام، ومسبب للسرطان، ومؤثر على الجينات على المدى الطويل، وأحياناً يمكن أن يسبب الإرهاق وفقدان الطاقة.	1.000
الكادميوم	ارتفاع ضغط الدم، تخدر الأعصاب	0.0050
الكروم	ارتفاع ضغط الدم، سام فى حالة الاستنشاق، ومسبب للسرطان، وعلى المدى الطويل يتركز فى الكبد والكلى والبنكرياس والغدة الدرقية. حساسية فى الجلد، فشل كلوى، والإصابة بالسرطان، وتأكل الأنسجة ويؤثر على المخ ويتلف الكلى	0.050
الرصاص	الأنيميا، شلل فى الأطراف، إمساك، فقد الشهية	0.050
الزئبق	التهاب الفم، سقوط الأسنان، سام للجهاز العصبى المركزى على المدى الطويل	0.001
السلينيوم	ضعف عام، تهيج الأنف والحلق، بقع حمراء بالأصابع تحول لون الجلد إلى رمادى، ويؤثر على العين والغشاء المخاطى.	0.010
الفضة	تؤثر على بعض أجزاء الجسم وخصوصاً الكلى تبقع الجلد	0.050
الألومونيوم	أزرقاق لون الأطفال	0.20
الفلوريد	أزرقاق لون الأطفال	0.800
النترات		10.000
النتريت		0.005

المعايير التى أقرتها اللجنة العليا للمياه فى 1995/2/26

3. الخواص البيولوجية:

يمكن أن تنتقل الكائنات الحية المسببة للأمراض إلى الماء، ومن أهمها بكتريا الكوليفورم، وللكشف عن وجود الكوليفورم تستخدم إحدى طريقتين هما:

أ. طريقة المرشح الغشائى:

وفيها يجب ألا تتجاوز عدد الكوليفورم 1 لكل 100 مل من العينة وذلك فى عينة واحدة كمتوسط لجميع العينات المأخوذة خلال شهر واحد.

ب. طريقة التخمر بالأنابيب المتعددة:

وفيها يجب أن ألا يتواجد عدد الكوليفورم عن 100/1 مل عينة لمرة واحدة طوال الشهر ولا يتجاوز أكثر من 5 % فقط من العينات خلال العام.

أنواع المواد الدخيلة على المياه

يمكن تقسيم المواد الدخيلة على المياه إلى ثلاثة أقسام:

1. مواد ذائبة (Dissolved Matters)

وأهمها أملاح كربونات وبيكربونات وكبريتات وكلوريدات الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم، وكذا أملاح مركبات الحديد والمنجنيز والسليكا، هذا بالإضافة إلى فضلات المجارى والمصانع. وعلاوة على الغازات الذائبة، وأهمها الأكسجين وثانى أكسيد الكربون وكبريتيد الأيدروجين.

2. مواد عالقة (Suspended Matters)

وأهمها الطين والرمل والمواد النباتية والحيوانية الميكروسكوبية وأنواع البكتريا، وفضلات المصانع والصرف الصحى.

3. مواد كلويدية "غروية" (Colloidal Matters)

وتوجد فى حالة متوسطة بين التعلق والذوبان.

التأثيــرات غير مرغوبة لبعض المواد الدخيلة على المياه

المواد الذائبة:

أملاح الكالسيوم والماغنسيوم

البيكربونات	:	تسبب قلوية وعسر مؤقت
الكربونات	:	تسبب قلوية وعسر مؤقت
الكبريتات	:	تسبب عسر دائم
الكلوريدات	:	تسبب عسر دائم

أملاح الصوديوم

البيكربونات	:	تسبب قلوية
الكربونات	:	تسبب قلوية
الكبريتات	:	تسبب تكوين رغاوى فى الغلايات
الفلوريدات	:	تسبب تشويه الأسنان
الكلوريدات	:	تسبب طعماً

الغازات الذائبة

الأكسجين	:	تأثير على المعادن
ثانى أكسيد الكربون	:	تأثير على المعادن، وحمضية
كبريتيد الأيدروجين	:	تأثير على المعادن، وطعم، ورائحة

مواد عالقة

البكتريا	:	بعضها يسبب أمراضاً
الطحالب	:	تسبب لونا، وطعما، ورائحة
الطمى	:	يسبب عكارة

مواد غروية

أكسيد الحديد	:	يسبب لونا أحمر
المنجنيز	:	يسبب لوناً أسود أو بنى
المواد العضوية	:	تسبب لونا وطعما

ووجود بعض هذه المواد فى المياه يجعلها غير نقية أو غير صالحة للاستعمال وقد تسبب بعض الأمراض.

الهدف من تنقية المياه

يقصد بالتنقية التخلص من كل أو بعض المواد الغريبة سواء كانت ذائبة أوعالقة أو كلويدية، حيث أن المياه السطحية معرضه لعوامل كثيرة تؤدى إلى تلوثها فتصبح غير صالحة للاستعمال إلا بعد تنقيتها.

ويمكن تقسيم المياه طبقاً لدرجة نقاوتها إلى:

- مياه نقية صالحة للاستعمال (Potable Water).
- مياه غير نقية (Untreated Water).
- مياه غير صالحة للاستعمال (Contaminated or Polluted Water).

الميـــاه النقيـــة الصالحة للاستعمال

هى المياه الخالية من أى جراثيم ومن المواد المعدنية الذائبة التى تكسبها لونا أو تجعلها غير صالحة للاستعمال أو غير مستساغة الطعم أو الرائحة. أى تتوفر فيها خاصيتان هما

النقاء (Purity) وهو صفة طبيعية المقصود بها خلو الماء من مسببات اللون والعكارة والطعم والرائحة.

والصلاحية (Wholesomeness) لفظ طبى مقصود به عدم احتواء الماء على أى شئ ضار بالصحة.

المياه غـير النقيـة

هى المياه التى تعرضت لعوامل طبيعية أكسبتها تغيراً فى اللون أو الطعم أو الرائحة أو العكارة، إلا أن هذا لا يعني تأكيد عدم صلاحية المياه للاستخدام، إذ قد لا يتسبب عن هذا التلوث أية أمراض أو إضرار بالصحة.

الميـــاه غيـــر الصالحة للاستعمال

هى المياه التى تحتوى على بكتريا أو مواد كيماوية سامة تجعلها ضارة بالصحة العامة لما تسببه من أمراض، مما يؤكد عدم صلاحيتها للشرب. واحتمال تواجد هذه البكتريا أو المواد الكيماوية فى المياه المنقاة، لا يتأتى إلا فى الحالات الآتية:

1. اتصال بين مصدرين للمياه أحدهما ملوث (Cross Connection).
2. كسر فى شبكة مواسير المياه وتعرضها للتلوث.
3. التنقية غير الكاملة للمياه.
4. غمر وحدات نقل المياه أثناء الفيضانات العالية.

المواصفات القياسية المصرية للمياه المستخدمة فى الشرب و الإستخدامات المنزلية:

وزارة الصحة والسكان

الإدارة المركزية لشئون البيئة

==========

المعايير والمواصفات الواجب توافرها فى المياه الصالحة للشرب والإستخدام المنزلى

قرار وزير الصحة رقم 458 لسنة 2007

أولا الخواص الطبيعية:

م	الخاصية	الحد الأقصى المسموح به
1	اللون	معدوم
2	الطعم	مقبول
3	الرائحة	معدومة
4	العكارة	1 وحده (NTU)
5	الرقم الهيدروجينى	8.5 – 6.5

ثانيا: مواد غير عضوية لها تأثير على الإستساغة والإستخدامات المنزلية :

م	المادة	الحد الأقصى المسموح به (ملليجرام / لتر)
1	الأملاح الذائبة عند 120° م	1000
2	عسركلى $CaCO_3$ as	500
3	عسر كالسيوم $CaCO_3$ as	350
4	عسر ماغنسيوم $CaCO_3$ as	150
5	كبريتات SO_4	250
6	كلوريدات Cl	250
7	حديد Fe	0.3
8	منجنيز Mn	0.4

9	نحاس Cu	2.0
10	الزنك Zn	3.0
11	الصوديوم Na	200
12	الألومنيوم Al	0.2

الأنواع المختلفة لمعالجة المياه

نحصل على إمدادات الماء من الأنهار من الآبار أو من خلف السدود وتختلف نوعية الماء تبعاً لاختلاف المصدر الذي جاءت منه ، وبالتالي يحتاج كل نوع إلى معالجة خاصة حتى تكون المياه صالحة للشرب ففي مياه الأنهار وجد أنها تحتوي على شوائب صلبة عالقة علاوة على ما بها من تلوث ميكروبي ، أما مياه الآبار فتحتوي على مواد كيماوية ذائبة ويقل فيها التلوث الميكروبي أو ينعدم.

معالجة المياه الجوفية

تختلف أنظمة معالجة المياه الجوفية والمياه السطحية تبغاً لاختلاف الملوثات المراد إزالتها، يتم معالجة المياه الجوفية إذا كانت تحتوي على مكونات تحول دون استخدامها مباشرة مثل أملاح الحديد والمنجنيز أو أملاح تسبب العسر مثل أملاح الكربونات والبيكربونات أو أملاح الكبريتات

ولا تخالف مكونات المياه الجوفية كثيرا من حيث الجودة ويكون اختلاف مكونات المياه الجوفية تبعا لاختلاف مصدر استخراج المياه الجوفية ويمكن تقسيم المياه الجوفية من حيث الجودة الي ثلاث مجموعات تبعا لطريقة معالجتها لإنتاج مياه الشرب

أ. مياه جوفية هوائية

ب. مياه جوفية لا هوائية نسبيا

ت. مياه جوفية لا هوائية

وهو ما يعني أن طريقة المعالجة تختلف تبعا لنسبة الأكسجين. وكذلك يمكن تصنيف نوع المياه الجوفية تبعا لتركيز الأكسجين أو الحديد أو المنجنيز.

مياه جوفية هوائية وهي المياه ذات المصدر المتصل بالهواء الجوي و عندما يكون المكونات العضوية للمياه محدودة لا تفقد المياه الأكسجين وبالتالي لا تحدث تفاعلات لا هوائية و في بعض الأحوال تكون المياه الجوفية الهوائية صالحة للشرب و بالتالي يمكن ضخها لشبكات مياه الشرب مباشرة، وعلي الرغم من كون المياه الجوفية تحتوي علي الأكسجين فان اولي خطوات المعالجة هي التهوية والغرض من هذه العملية زيادة تركيز الأكسجين وتقليل تركيز ثاني أكسيد الكربون وإذا كانت المياه المعالجة تلبي المواصفات القياسية المحلية يتم ضخها الي الشبكة فوراً. العناصر التي يجب أن تؤخذ في الحسبان هي الأس الهيدروجيني PH والكالسيوم وSI والبيكربونات وهذه العناصر قد تخضع للمعالجة لجعلها تتناسب مع المواصفات القياسية.

أ. المياه الجوفية الهوائية

عندما يكون مصدر المياه نربه رملية لا تحتوي علي الكالسيوم يكون المياه الجوفية المستخرجة عدوانية ويكون تركيز ثاني أكسيد الكربون اكبر من المطلوب وعليه يكونSI اصغر من الصفر يتم معالجة هذا بتهوية المياه وتقليل تركيز ثاني أكسيد الكربون ولكن يجب ان يتم بعد ذلك ضبط الأس الهيدروجيني ونسبة البيكربونات بترشيح المياه علي فلتر من الحجر الجيري وحبيبات الرخام. (لتفي المياه بمتطلبات المواصفات القياسية)

Figure 4 - Aeration above limestone filter

الماء العسر هو الماء المستخرج من منطقة غنية بالكالسيوم تسمى معالجة المياه العسر (softening) وهي عملية إمرار الماء العسر علي حبيبات من الرمل الناعم وحقن هيدروكسيد الكالسيوم أو هيدروكسيد الصوديوم ليحدث الترسيب كربونات الكالسيوم.

ب. المياه الجوفية اللاهوائيه نسبياً

وهي المياه الجوفية المستخرجة من منطقة أسفل طبقة عازلة وبذلك تكون تحت ظروف نقص الأكسجين ووجود آمونيا والحديد والمنجنيز، ويتم معالجة هذه المياه بالتهوية والترشيح من خلال وسط مسامي، والتهوية تعمل على إضافة الأكسجين وإزالة ثاني أكسيد الكربون وكذلك لأكسدة الحديد والمنجنيز وتحويل الامونيا الي نترات.

Figure 7 - Treatment of slightly anaerobic groundwa-
ter

وخلال المرشح يتم حجز ندف الحديد المتكونة وعلي سطحه تنمو بكتريا النيترة ويتم إزالة الامونيا بيولوجيا.

وفي مصر تستخدم هذه الطريقة في المعالجة البيولوجية في شركة مياه بني سويف التي تعتمد على التهوية الطبيعية للمياه الجوفية دون استخدام معدات ميكانيكية ثم إزالة املاح الحديد والمنجنيز أيضا من خلال تنمية نوع من البكتريا الطبيعية الغير ضارة على سطح مرشح رملى سريع. وقد ثبت كفاءة هذا النظام وفاعليته حيث تصل نسبة إزالة املاح الحديد الى 95% والمنجنيز الى 99%. ويتميز هذا النظام بسهولة التشغيل والصيانة فضلا عن استدامة التشغيل وفاعليته في التخلص من املاح الحديد والمنجنيز.

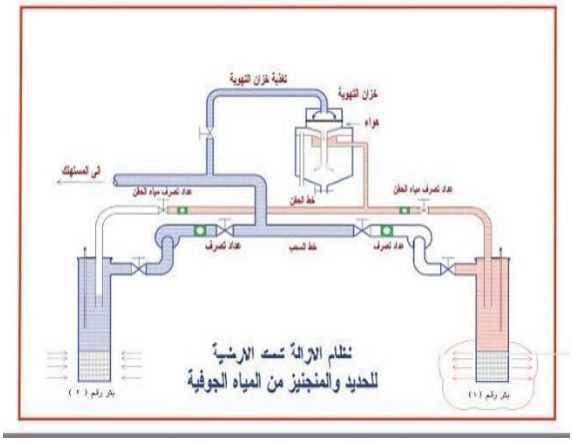
معالجة الحديد و المنجنيز – بني سويف 1

وتوجد أيضا طرق أخري للمعالجة مثل التهوية خلال التربة وقبل استخراج المياه (BERMAN) وهي المطبقة في شركة مياه البحيرة وهي من الطرق المتقدمة والتي يلزم لها المتابعة الدقيقة والدراسة المتأنية قبل التطبيق حيث نتج عن تطبيقها مشاكل كثيرة يصعب التعامل معها فضلا عن ارتفاع التكلفة وصعوبة المراقبة حيث نتج عن ذلك النظام انسداد الابار الجوفية بأملاح الحديد.

وتتم عملية إزالة الحديد و المنجنيز بهذا الأسلوب على ثلاث مراحل:

1. **الحقن** (Infiltration)، حيث يتم حقن كمية من المياه المهواة جيداً فى البئر المطبق به هذا الأسلوب ويتم تحديد الكمية طبقاً لأسس تصميم البئر وبالتجربة العملية بالموقع.
2. **فترة الراحة** (Rest)، حيث يتم إيقاف الحقن وترك البئر دون سحب المياه لفترة زمنية.
3. **السحب** (Abstraction)، يتم تشغيل البئر وضخ المياه المسحوبة إلى المناطق المخدومة بالبئر حتى الوصول إلى الحد الأقصى المسموح به للحديد والمنجنيز لتعاد الدورة من جديد.

وتعددت تفسيرات آلية إزالة الحديد والمنجنيز بأسلوب التحت سطحى إلا أن هناك تفسيراً أكثر شيوعاً يرتبط بوجود الحديد والمنجنيز فى صورة أيونات ذائبة بالمياه الجوفية فى ظل غياب الأكسجين، وأن تعرضها للأكسجين يؤدى إلى أكسدتها بعد إدمصاصها على سطح طبقة الأكاسيد المتكونة على حبيبات التربة لتخرج المياه من البئر خالية من هذه الأيونات ولكن المشكلة التي ترتبت بعد التشغيل هو انسداد الابار والمشاكل المختلفة للتخلص من الانسداد وتكلفتها حيث يتم استخدام حمض الهيدروكلوريك في هذه العملية.



معالجة الحديد والمنجنيز، البحيرة 1

ج. المياه جوفية اللاهوائية

هي المياه المستخرجة من الأرض من خلال طبقة عازلة ولا يوجد أكسجين بها بل أيضا لا يوجد نترات والمواد العضوية متحللة، وتركيزات الحديد والمنجنيز والامونيا عالية بها

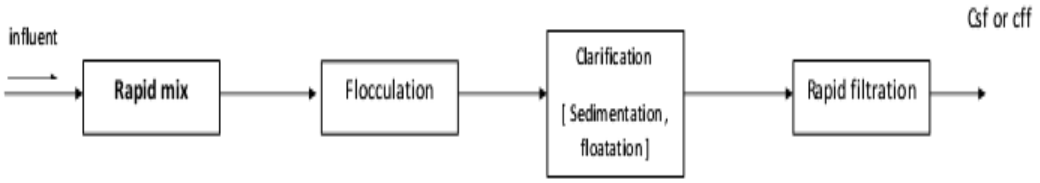
يتم معالجتها من خلال مرحلتي تهوية ومرحلتي ترشيح أولي مراحل الترشيح تتم من خلال مرشح جاف ثم يتبعه مرشح مغمور.

معالجة المياه السطحية

يتم معالجة المياه السطحية لتخليصها من الشوائب والمواد العالقة ومسببات البون والرائحة وتطهيرها من مسببات الأمراض ويعتبر نهر النيل والترع المصادر الأولي لإنتاج مياه الشرب في مصر نظراً لامتداد نهر النيل من الجنوب الي الشمال بفرعية رشيد ودمياط.

أنظمة معالجة المياه السطحي

أ. المعالجة التقليدية (المزايا و العيوب)



مخطط المعالجة التقليدية للمياه السطحية 1

وهي المحطات التي تضم داخلها مجموعة من عمليات المعالجة الأساسية ابتداء من المصافي بالمدخل الي عملية حقن الكيماويات من الكلور والشبة والترويب ثم التنديف والترسيب والترشيح ثم التطهير والتخزين وهو ما سياتي تفصيلة لاحقاً وتلك المحطات هي الأكثر انتشارا والأكبر إنتاجا لمياه الشرب وذلك لما تتميز به من قدرة عالية علي مواهجة التغيرات الكبيرة في جودة المياه الخام وذلك نظرا لكبر المساحة وكمية الإنتاج وطول مدة مكث المياه داخل وحدات المعالجة المختلفة حيث قد تصل مدة مكث المياه بالمحطة

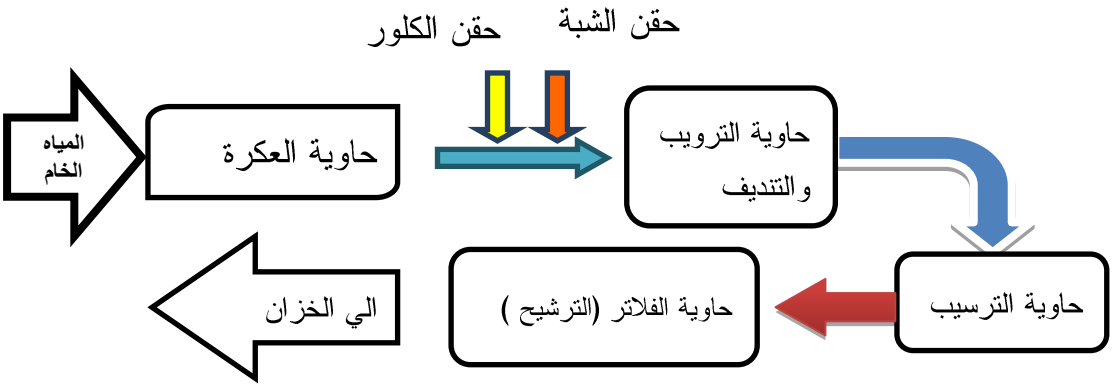
لفترات قد تتجاوز 6 ساعات وهو ما يعطي فرصة اكبر للحد من التغير السريع وتأثر عملية المعالجة أو جودة المياه المنتجة.

المروق – أهم مكونات محطة المعالجة ا

ومن المميزات أيضا لمحطات المعالجة التقليدية قدرة المشغل علي المناورة وتغيير أو إضافة مراحل معالجة جديدة كنقطة حقن جديدة للشبة أو الكلور أو تغيير معدل التحميل علي احد المرشحات أو المروقات والغرض هو المرونة العالية في التشغيل.

وكذلك كميات الإنتاج الهائلة والقدرة علي تطوير المحطة وزيادة تحميلها للحصول علي كميات اكبر من المياه المعالجة في فترات الذروة وهو ما يحتاج الي طاقم تشغيل واعي ونشيط حي قان التحميل علي وحدات المعالجة قد يعطي انتاج اكبر ولكن يحتاج الي مراقبة مستمرة للحفاظ علي الجودة.

ب. الترشيح السريع



محطات الترشيح السريع هي وحدات متنقلة تستخدم لسد العجز في إنتاج المياه في المناطق التي لا تتوافر فيها المساحة المطلوبة لإنشاء محطة معالجة تقليدية وهذه المحطات هي وحدات ذات قدرات إنتاجية صغيرة (30 لتر /ث) وهي تخصص لخدمة قرية أو تجمع سكني صغير.

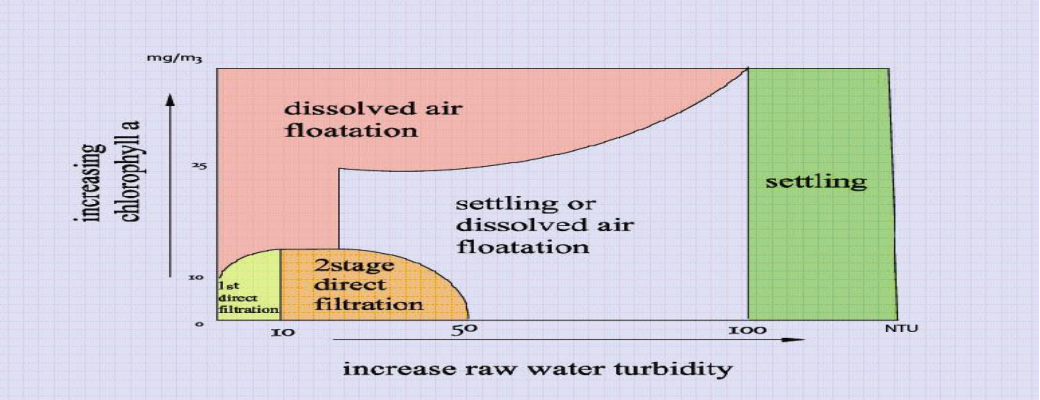
شكل يوضح محطة ترشيح سريع

1. التنقية بإستخدام تعويم الروبة Air Floatation

وختاما يتبقي نظام المعالجة بتعويم الروبة ()، وهو نوع يعتمد علي ضخ فقاعات هوائية دقيقة جدا من خلال ضاغط هواء تلك الفقاعات تعمل علي تعويم الروبة الي السطح بينما يبقى الماء الرائق في الاسفل وهذه الطريقة تستخدم في حالة وجود اعداد كبيرة من الطحالب في المياه الخام مما يصعب معها ترسيبها فنلجأ الي تعويم الروبة وتجميع المياه الرائقة من الاسفل كما في الصورة الموضحة.

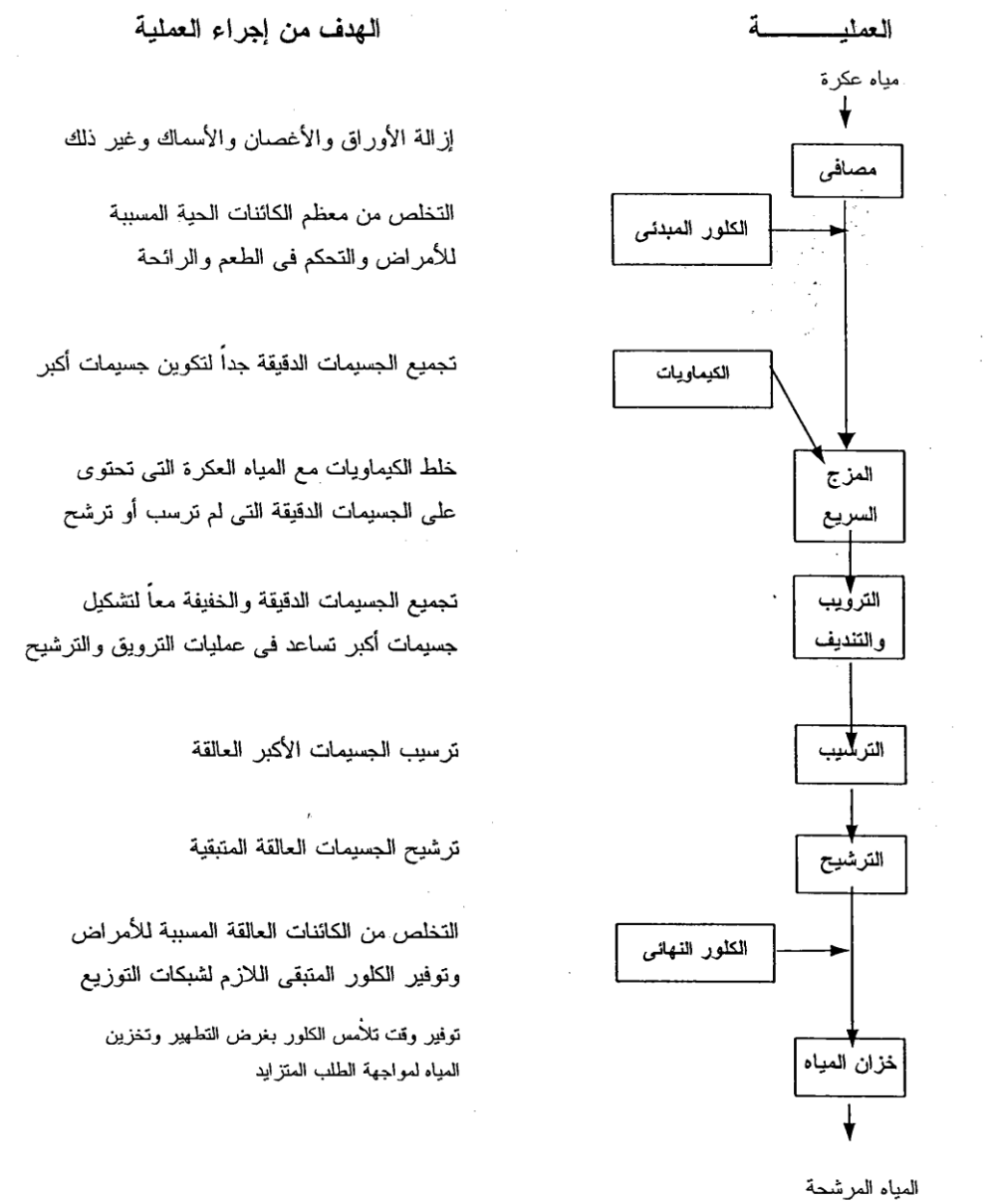
صورة توضح التنقية بتعويم الروبة

وبين الأنظمة المختلفة للمعالجة يكون إختيار طريقة المعالجة وفقاً لطبيعة المياه الخام ويمكن القول ان المخطط التالي يمكن ان يحدد طريقة المعالجة تبعاً لعكارة المياه الخام والكلوروفيل A. يسمح باختيار عملية معالجة تهدف إلي إزالة المواد العالقة من المياه السطحية المخطط مبني علي المواد العالقة والطحالب ليحدد مختلف أشكال المعالجة الممكنة تم التعبير عن المواد العالقة بالعكارة NTU وتم التعبير عن الحالة الغذائية للمياه أو كميات الطحالب بتركيز الكلوروفيل A، إن احتمال حدوث تأثير حيوي طبيعي أخر غير الطحالب لم يوضع في الحسبان.



شكل يوضح العلاقة بين زيادة عكارة المياه الخام والزيادة فى الكلوروفيل

مكونات تنقيه المياه



شكل رقم (١-٢)

خطوات معالجة مياه الشرب

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).

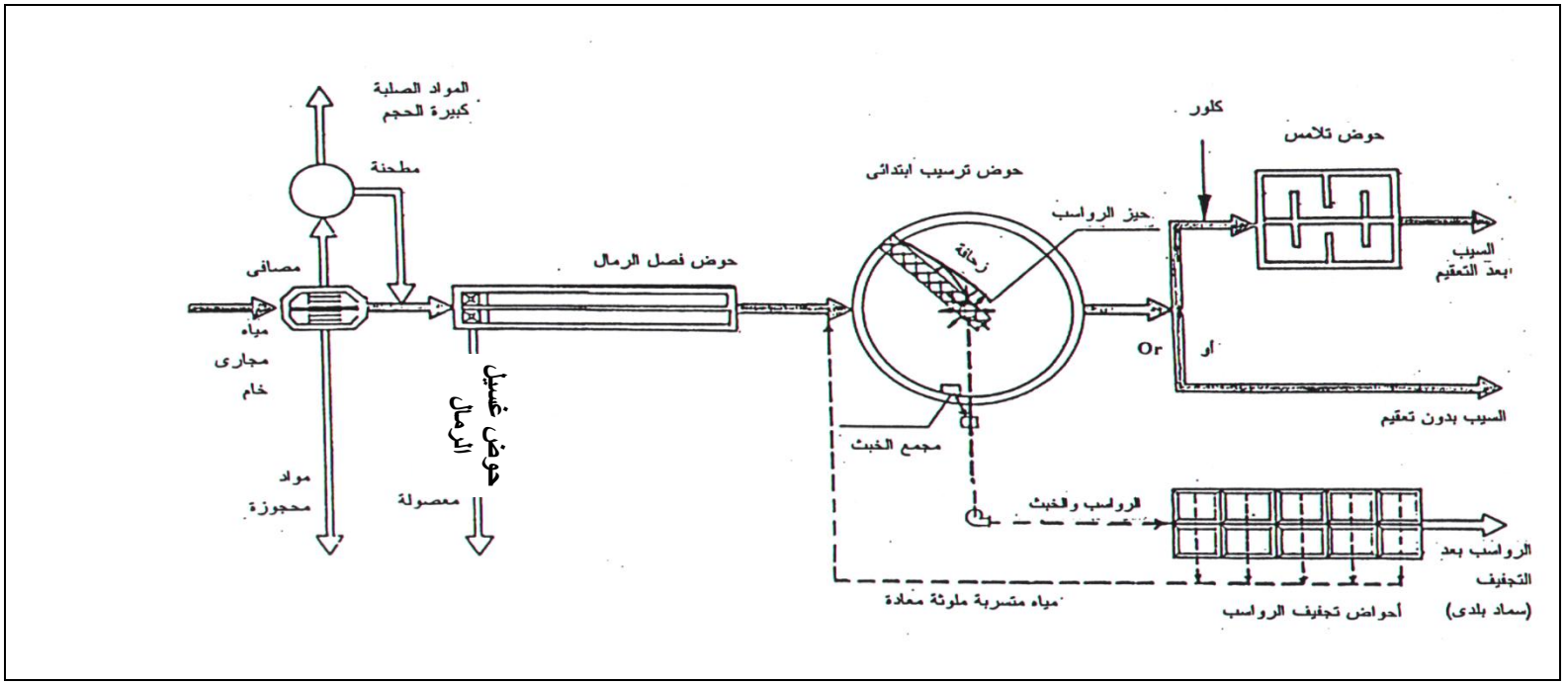
الخطوات المتبعة في معظم محطات معالجة مياه الصرف الصحي تتلخص فى الوحدات التالية

- 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

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

المصافى الدقيقة

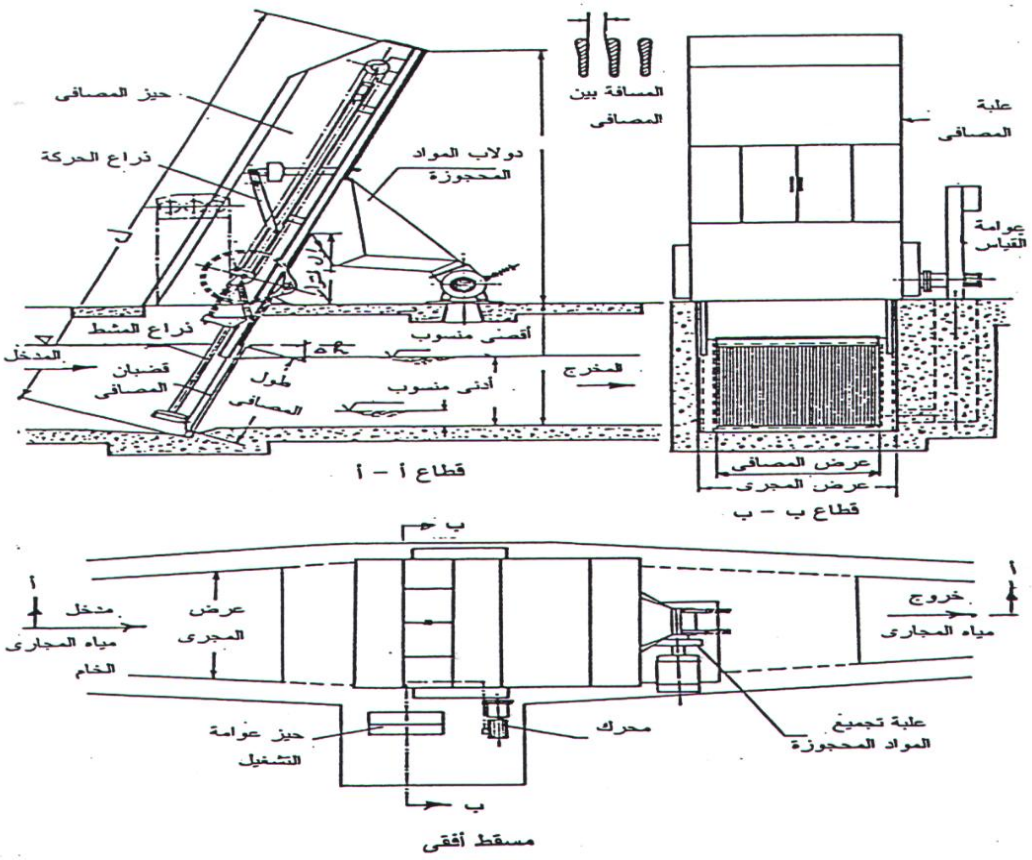
يتراوح عرض هذه الشقوق من 1/16 بوصة الي 1/4 بوصة وطولها من 1/2 بوصة الى 2 بوصة، ولا يفضل استخدامها في المناطق الريفية

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

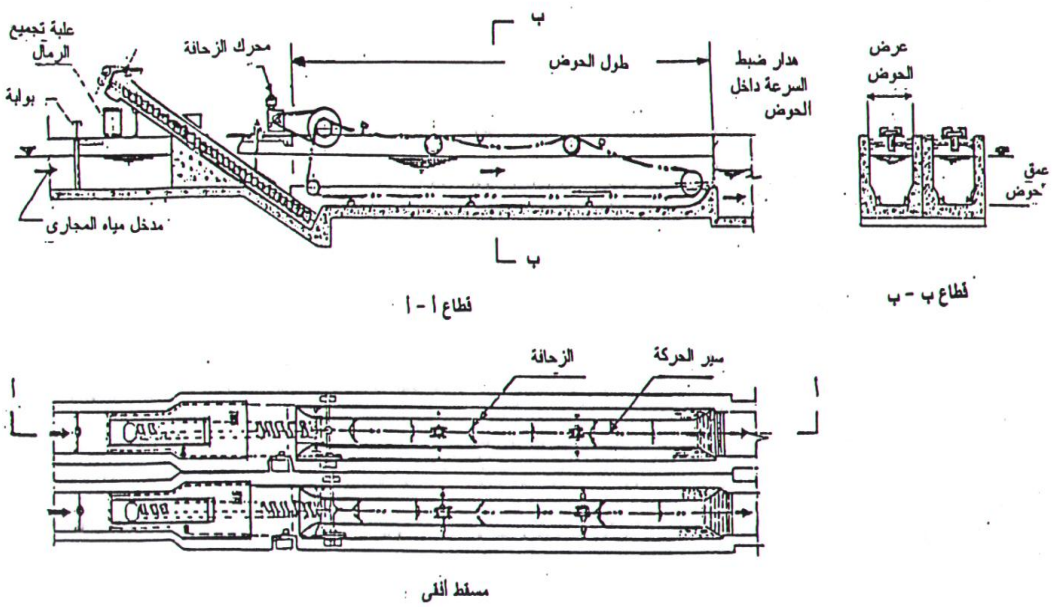
وحدات فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم Grit, Oil And Grease Removal

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

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/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.

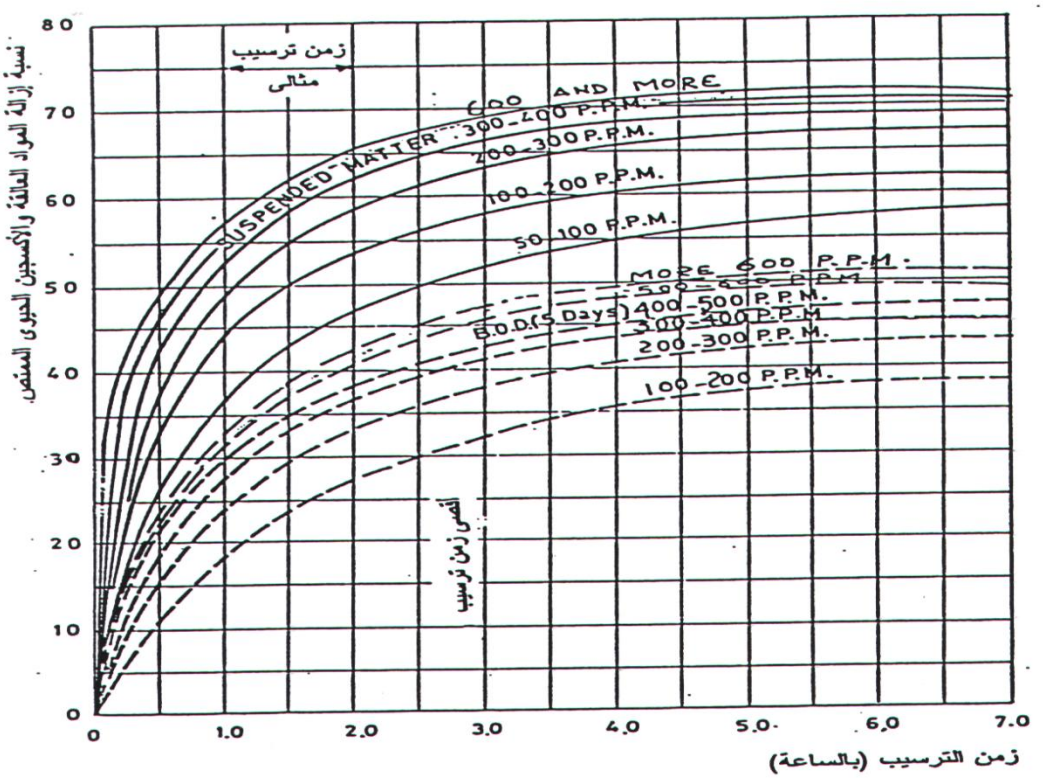
السرعة النظرية

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

السرعة =	التصرف (م^3 / الثانية)	(م / ثانية)
	مساحة قطاع الحوض (م^2)	

مدة البقاء الفعلية

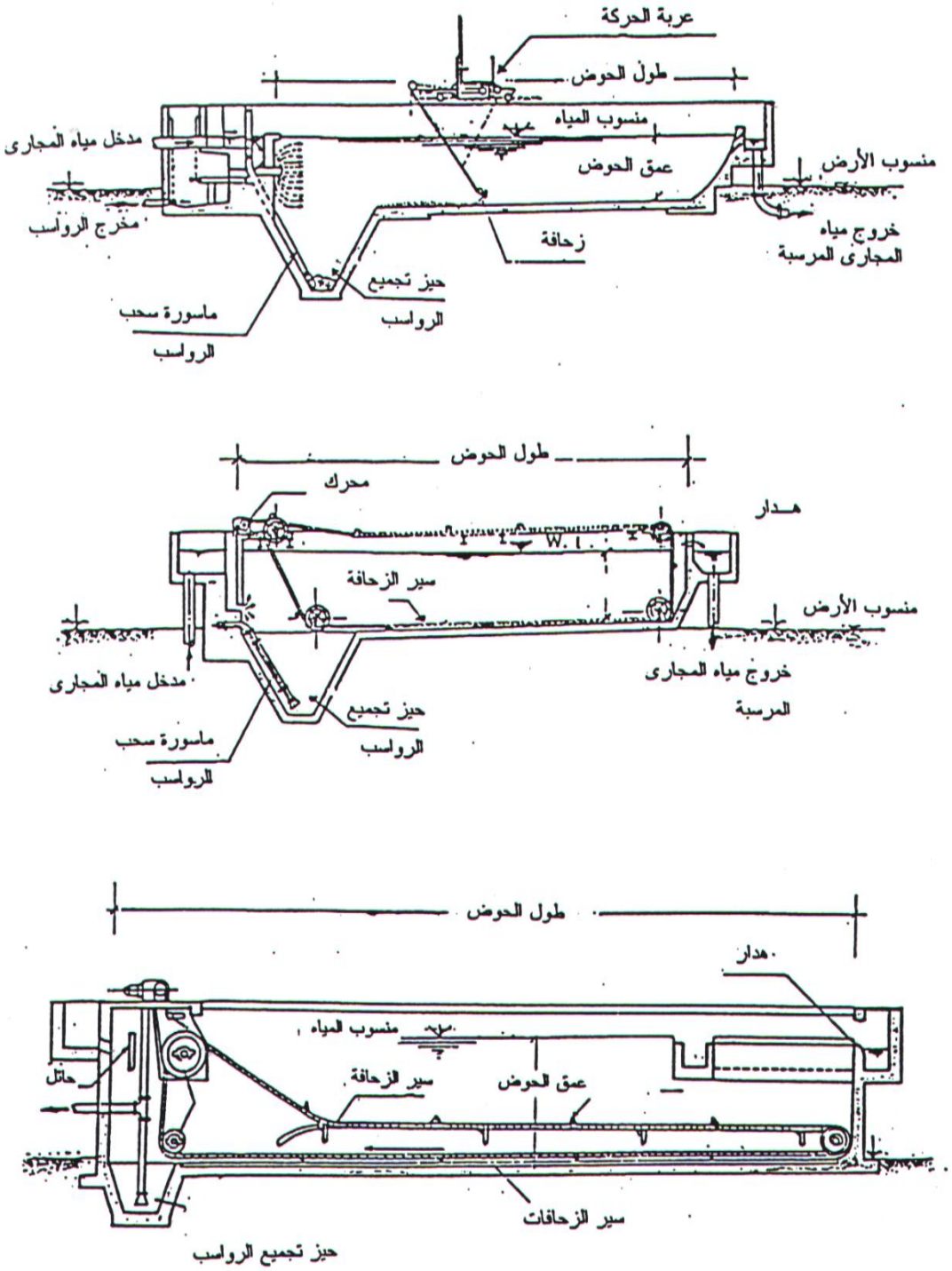
هى المدة الفعلية التى تقطع فيها نقطة المياه المسافة بين مدخل الحوض ومخرجة ويستمر فيها سريان الماء بالحوض، وروعى فى تصميمها أن تكون سرعة المياه بها بطيئة ومدة بقائها بها كافية بحيث تسمحان بترسيب غالبية المواد العالقة بمياه الصرف.



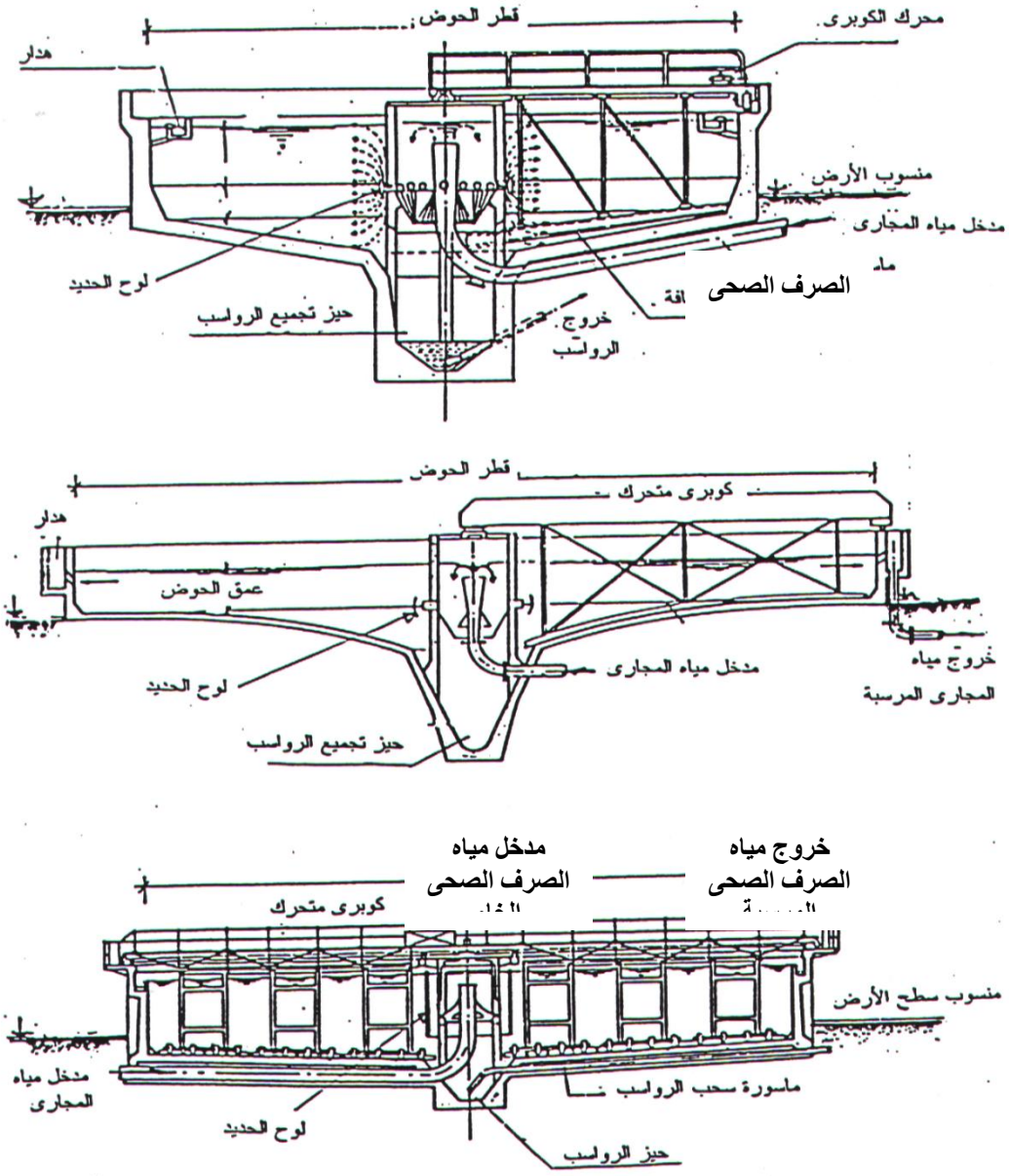
شكل رقم (4) العلاقة بين زمن الترسيب الطبيعى وكفاءة أحواض الترسيب الإبتدائى

تنقسم غالبية أحواض الترسيب إلى الأنواع التالية:

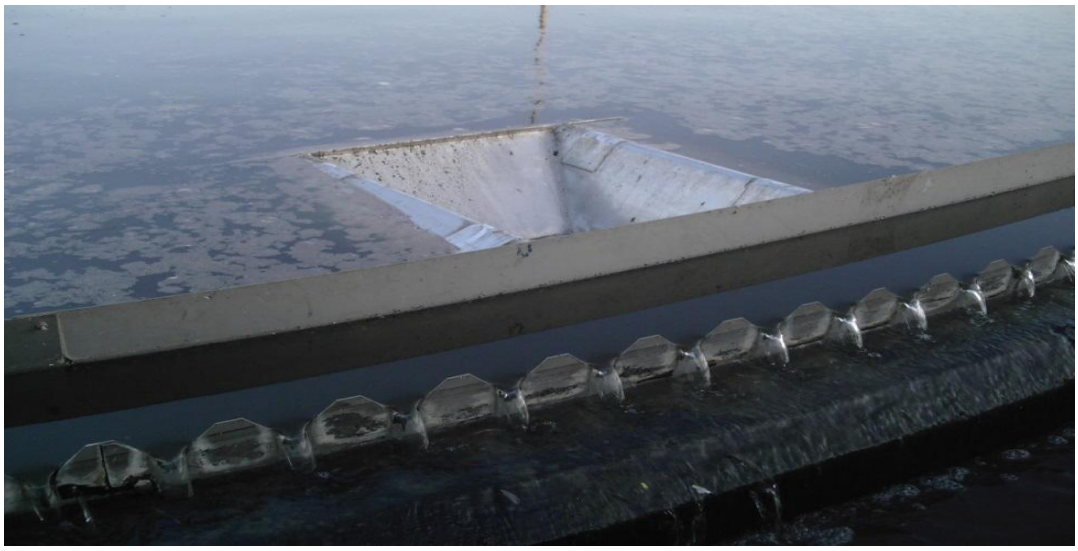
- من حيث أتجاه سير المياه : رأسى – أفقى – دائرى.
- من حيث شكل الحوض : مستطيل – مربع – دائرى
- من حيث طريقة سحب الحمأة : يدوى – ميكانيكى – بضغط المياه.
- من حيث مناسيب قاع الحوض : أفقى – بميل بسيط – هرمى شديد الميل.



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

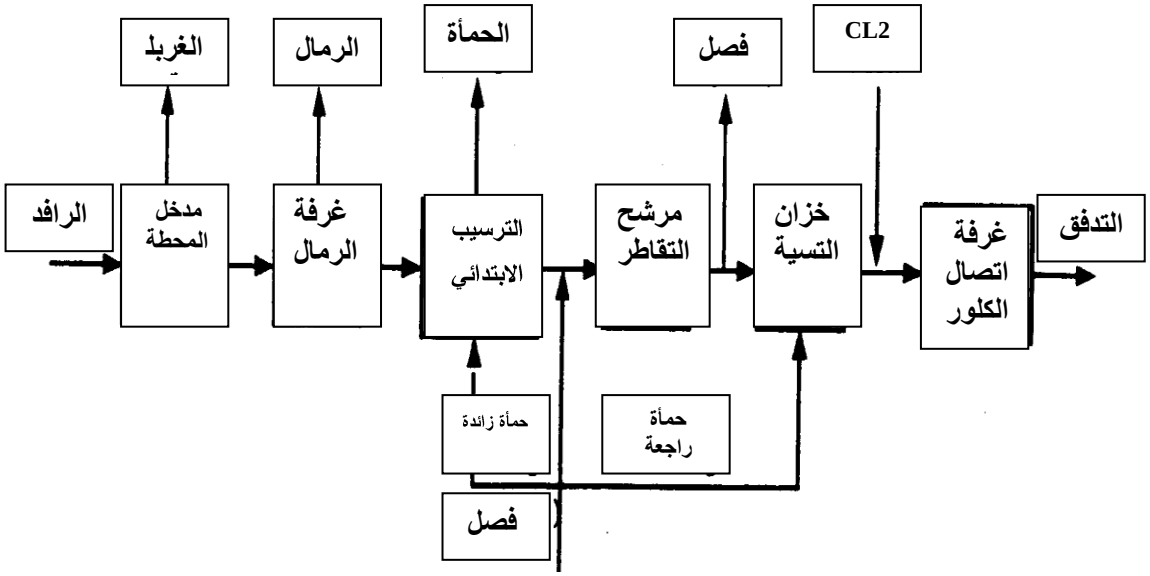
المعالجة الثانوية (البيولوجية) Secondary Treament

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.

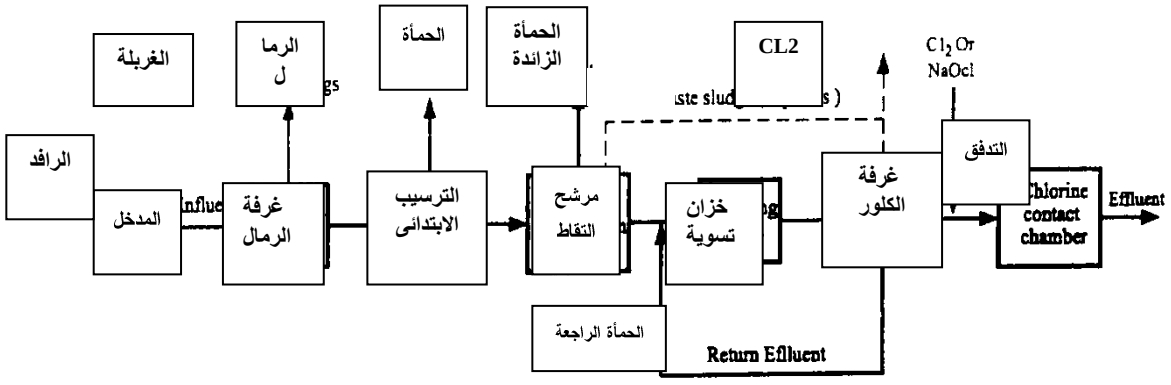


شكل رقم (8) خطوات معالجة مياه الصرف الصحى بنظام النمو المعلق (الحمأة المنشطة)

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 علية.

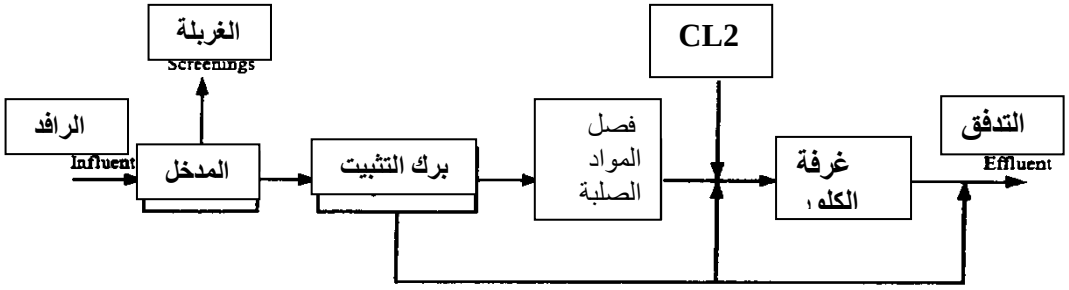
تقوم الشرائح الحيوية بأمتصاص المواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف ويتم تحليل المواد العضويه من قبل الكائنات الحية الهوائية فى الأجزاء الخارجية من تلك الشرائح، ومع نمو وتكاثر الكائنات الحية فإن سمك الشرائح يزداد وبالتالى فإن الأكسجين يتم إستهلاكة قبل وصولة إلى داخل الطبقة وعندئذ تكون هناك بيئة لاهوائية 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.



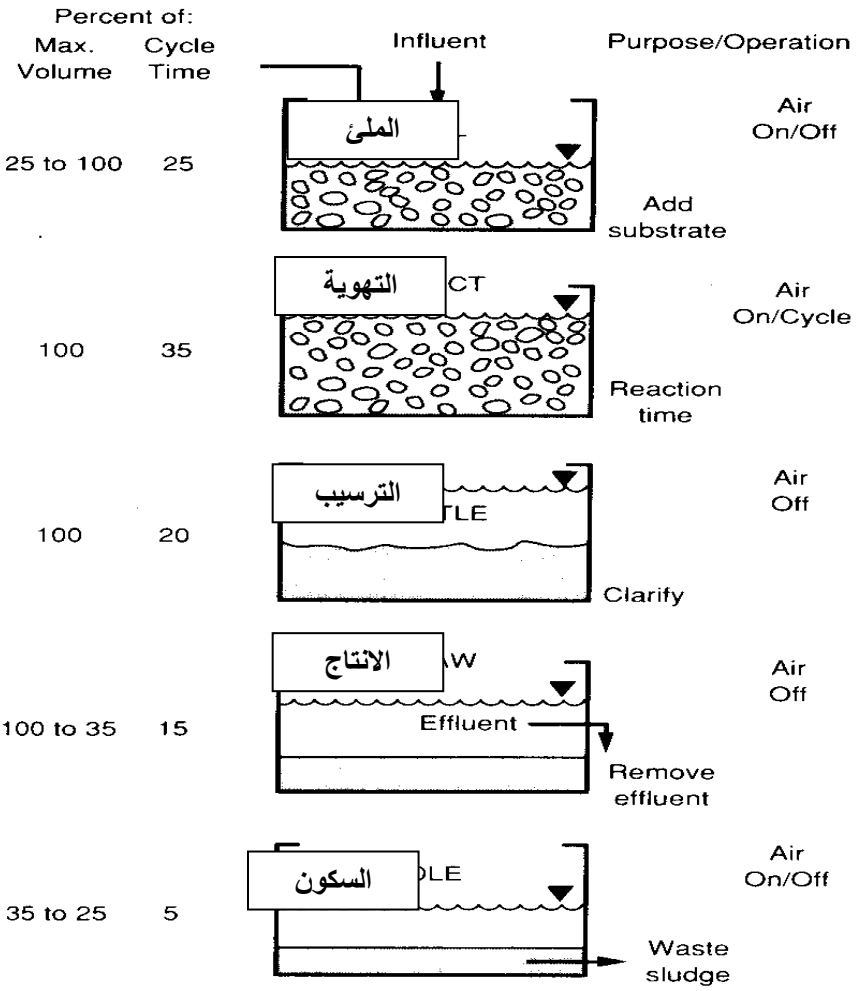
شكل رقم (10) نظام معالجة مياه الصرف الصحى باستخدام بحيرات الأكسدة الطبيعية

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	الملئ	الغرض من عملية الملئ 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. عمليةالملء 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 الملئ 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 الملئ للحوض متعدد الوظائف – الدفعات.

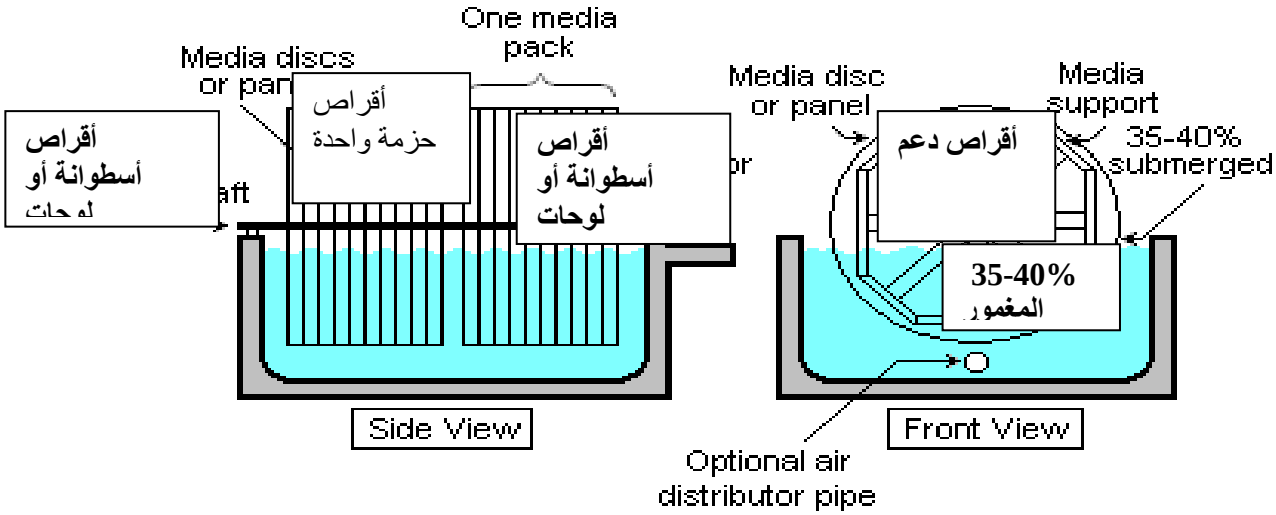
جدول رقم (1) خطوات معالجة مياه الصرف الصحى بالمفاعل متعدد الوظائف – الدفعات بنظام الـــ SBR

الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحى Rotating Biological Conductors

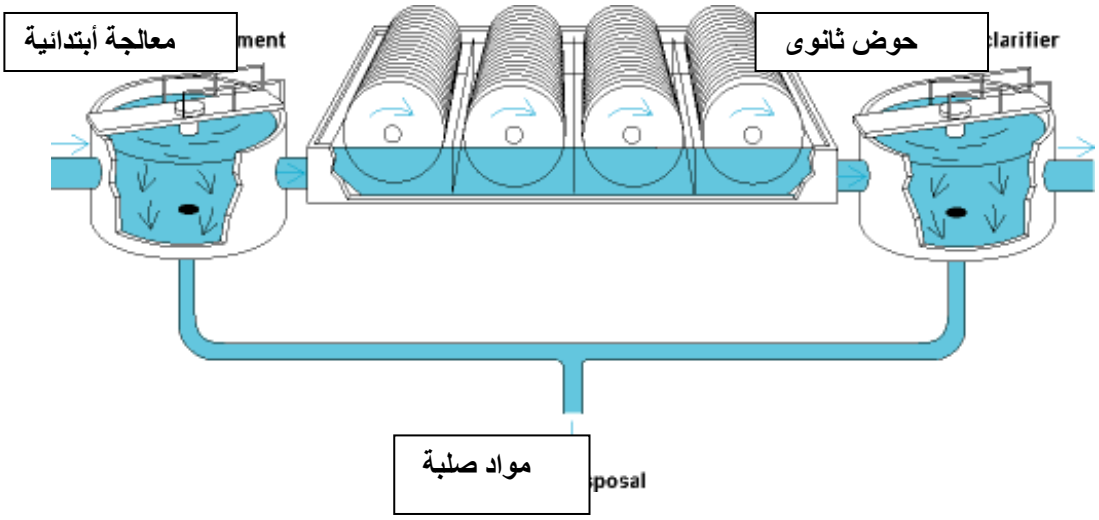
الأقراص البيولوجية الدوارة هى نظام النمو الملتصق Attached Growth الأقراص البيولوجية الدوارة عبارة أقراص دائرية خفيفة الوزن تتحرك بسرعة بطيئة مغمورة جزئيا فى حوض قاعة على شكل إسطوانى به مياه الصرف الصحى، وتصنع هذه الأقراص من بعض أنواع البلاستيك وأثناء الحركة الدائرية للأقراص تكون مغمورة إلى أسفل عامود 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.



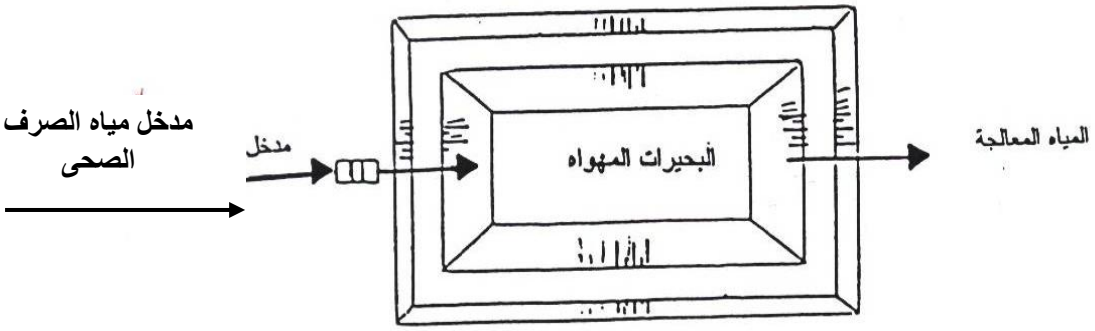
شكل رقم (12) تفاصيل الأقراص البيولوجية الدوار ف الصحي



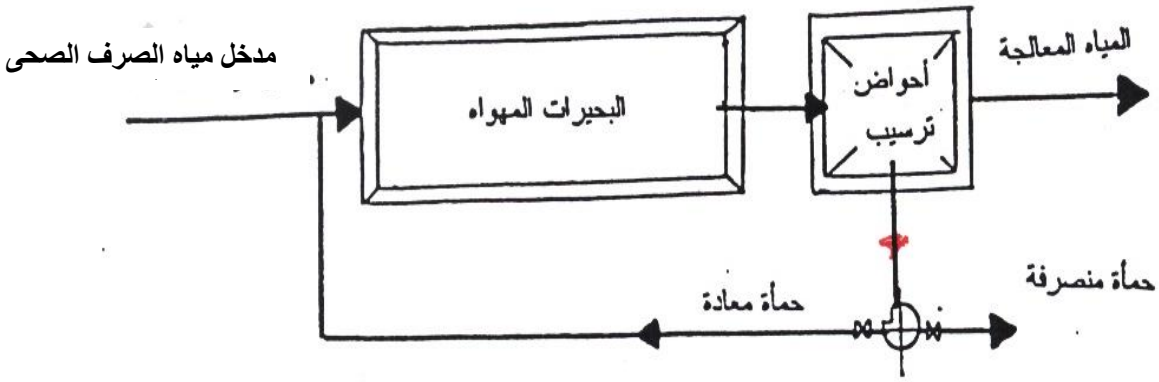
شكل رقم (13) وحدات معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام الأقراص البيولوجية الدوارة

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 :-**

➢ 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