



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة البناء والإنشاءات
فرع الهندسة الصحية والبيئية

تصميم محطة معالجة مياه الصرف الصحي

مشروع مقدم الى قسم هندسة البناء والإنشاءات في الجامعة التكنولوجية
كجزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في هندسة البناء والإنشاءات

إعداد الطالبة
هالة جمال جعفر

بإشراف الأستاذ
مؤيد فاخر

٢٠١٠ / ٥ / ١٦

٢٠١٠ - ٢٠٠٩

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَجَعَلْنَا مِنْكُمْ

ظُرُوفَ اللَّهِ الْعَظِيمِ

إلى

إلى رمز الصبر والتضحية رمز الصمود المتأبرة

وطمي الجريح

إلى نور العين ونبض القلب

أبي وأمي

إلى أحباب قلبي ... ذكري وسندي

أختي وأخي

إلى مشعل النور الذي أثار لي طريق

أساتذتي

إلى القلوب الحبة التي أحاطتني بالحب وأعطتني الأمل

رفيقتنا ميري ودربي (وسن ، هالة رسول)

إلى العيون اللامعة بالحنان والوفاء

زملائي وزميلاتي

أهديكم ثمرة جهدي المتواضع

هالة جمال

شكر وتقدير

أتوجه بخالص شكري وتقديري إلى أستاذي الفاضل مؤيد
فاخر المحترم للإشراف على هذا المشروع البسيط اذ ساعدني
بكل معلومة علمية بسيطة كانت ام كبيرة ولم يبخل علي
بتوجيهه ونصائحه القيمة راجية من الله القدير ان يغدق
النعمة عليه ويعطيه الصحة والعافية.

كما أتوجه بشكري إلى جميع أساتذتي الذين تعبوا في بذلهم
الجهود العلمية المخلصة خلال سنين دراستي وكذلك اشكر
جميع منتسبي الهندسة الصحية والبيئية في قسم هندسة
البناء والإنشاءات لإخلاصهم وتعاونهم في عملهم الدؤوب
من اجل التقدم الدراسي والعلمي.

الفهرست

الصفحة	الموضوع
	الفصل الأول: مياه الصرف الصحي
1	1-1: مياه الصرف
1	2-1: تعريف مياه الفضلات
1	3-1: كميات مياه الفضلات
2	4-1: طبيعة الملوثات
3	5-1: المواد الصلبة الكلية
4	6-1: قياس درجة التلوث
	الفصل الثاني: خصائص مياه الصرف
6	1-2: مصادر مياه الصرف
7	2-2: المطهر العام لمياه المجاري
7	3-2: خواص مياه المجاري
8	4-2: أهم الكائنات الحية الدقيقة
	الفصل الثالث: طرق معالجة مياه الصرف الصحي
12	1-3: محطات معالجة مياه الصرف الصحي
12	2-3: الهدف من محطات المعالجة
12	3-3: اختيار الموقع العام لمحطة المعالجة
13	4-3: معالجة مياه الصرف
13	5-3: مراحل معالجة مياه الصرف
13	1-5-3: المعالجة التمهيدية الابتدائية
13	2-5-3: المعالجة الأولية
14	3-5-3: المعالجة الثانوية (البابلية)
14	4-5-3: المعالجة الثالثية
14	5-5-3: معالجة الحمأة
	طرق أخرى لمعالجة مياه الصرف
15	المعالجة الأرضية والمعالجة باستخدام وحدات ضبط الروائح

16	6-3: وحدات المعالجة التمهيدية
20	7-3 : وحدات المعالجة الأولية
22	8-3: وحدات المعالجة البيولوجية (الثانوية)
31	9-3: وحدات المعالجة الثالثة
32	10-3: وحدات معالجة الحمأة
34	11-3: وحدات ضبط الروائح
34	12-3 : المعالجة باستخدام الاراضي
	الفصل الرابع : الحسابات والنتائج
36	1-4 : حساب التصاريح والمطروحات
37	2-4 : حسابات الانبواب الرئيسي للمشروع
38	3-4: تصميم المصافي
39	4-4 : حسابات الراسب الرملي
41	5-4 : احواض التهوية الاولى
41	6-4 الحمل الهيدروليكي
42	7-4 : احواض الترسيب الابتدائي
43	8-4 : مدة البقاء في الحوض
43	9-4 : حسابات المعالج الثانوي
45	10-4 : تصميم حوض الترسيب الثانوي الملحق المرشح
46	11-4 : حسابات احواض التركيز
47	12-4 : حسابات احواض التجفيف
49	الفصل الخامس : المذاقشة والاستنتاجات

الهدف من المشروع

يهدف هذا المشروع الى التوصل الى مستويات مقبولة للتخلص من مياه الصرف المنزلي في شبكة الصرف صحي العامة، اضافة الى تحقيق مستويات امنة لاعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في استصلاح الاراضي الصحراوية، ري المحاصيل الزراعية، الاغراض الصناعية كمياه تبريد، ري الحدائق والمراعي، رش الشوارع، للاغراض الترفيهية، تغذية المياه الجوفية مستقبلا، واية استخدامات اخرى، وذلك لتأمين درجة كافية من حماية الصحة من الاثار الناجمة عن التلوث وانتقال الامراض من خلال التحكم في نوعية مياه الصرف الصحي.

الفصل الاول

مياه الصرف الصحي

الفصل الاول

مياه الصرف الصحي

1.1. مياه الصرف:

مياه الصرف هي مياه تحتوي على شوائب واحياء مجهرية وعضوية تنتج نتيجة استهلاك المياه النقية للاغراض المنزلية والصناعية والعامة، حيث تعتبر هذه المياه خطراً على الصحة العامة لما تحتويه من احياء مجهرية وبكتيريا تسبب الامراض بالاضافة الى الرائحة الكريهة التي تصدر من مياه الصرف الصحي، لذلك يجب اخذ الاحتياطات اللازمة لتجميع ونقل ومعالجة مياه الصرف بطريقة آمنة للمحافظة على جمال الطبيعة وصحة المجتمع، وللتخلص من شوائب الصرف الصحي يتم انشاء شبكة صرف صحي تجمعها وتنقلها الى محطة المعالجة للتخلص من مكونات هذه المياه من شوائب وميكروبات بسرعة بحيث لا يحدث تحلل للمواد العضوية في مياه الصرف الصحي قبل وصولها الى محطة المعالجة ومعالجتها وتحويلها الى نواتج لا تشكل خطراً على الانسان.

2.1. تعريف مياه الفضلات:

يطلق تعبير مياه الفضلات على كافة انواع المياه المبتذلة الناجمة عن مختلف الفعاليات المنزلية والتجارية وتضاف اليها في المدن الكبرى مياه الفضلات الصناعية. تتشكل مياه الفضلات عامة من حوالي 99% من الماء وحوالي 1% من الشوائب والملوثات الضارة، ويطلق تعبير مياه المجاري عادة على مياه الفضلات المنقولة بشبكة المجاري العامة الى محطة المعالجة او الى اي مصب طبيعي بعيداً عن المدينة.

3.1. كميات مياه الفضلات:

تشكل مياه الفضلات حوالي 80% من المياه العذبة المستهلكة في المدينة ومن اجل ذلك يتم تحديد كميات مياه الفضلات حسب عدد السكان الحالي والمتوقع عند نهاية الفترة التصميمية لاي مشروع لتنفيذ مشروع صرف صحي (شبكات - محطات معالجة).

وبالاستناد الى الاستهلاك الاجمالي من المياه لكل فرد في المنطقة المدروسة يتم حساب الكميات الاجمالية من مياه الفضلات الناجمة عنها، وتتغير كمية مياه الفضلات المطروحة في شبكة

المجري العامة بتغير معدلات الاستهلاك المائي ولذلك يختلف معدل تصريف مياه الفضلات باختلاف الفترات الزمنية:

- ساعات اليوم: يزداد خلال ساعات الذروة الصباحية والمسائية ويقل بقية اليوم.
- ايام الاسبوع: يزداد في ايام نهاية الاسبوع عن بقية الايام.
- فصول السنة: يزداد خلال فصل الصيف ويتناقص خلال فصل الشتاء.

4.1: طبيعة الملوثات:

تتحصر الملوثات الموجودة في مياه المجري بشكل عام فيما يلي:

1.4.1: الملوثات الفيزيائية:

وهي الملوثات التي يمكن ازالتها بعمليات فيزيائية مباشرة (كالترسيب او الترشيح او الامتزاز... الخ) وهذه الملوثات لا تتسبب عادة بأي اضرار بيئية ويمكن التخلص منها دون اتخاذ اجراءات وقائية هامة.

2.4.1: الملوثات الكيميائية:

تعتبر الملوثات الكيميائية من العناصر الهامة التي تساهم في تلوث مياه الفضلات وتعتبر الجزء الاساسي في مياه الفضلات الصناعية وتتطلب لازالتها بعض العمليات الفيزيوكيميائية او الكيميائية كالتبادل الايوني او الترسيب الايوني.. الخ، وتتحصر هذه الملوثات بالاصناف التالية:

-المواد العضوية: وهي المواد الناجمة عن فضلات الطعام والصناعات المختلفة ومن اهم هذه المواد هي: الهيدروكربونات، الدسم، الزيوت، الشحوم، المبيدات الحشرية والعشبية، البروتينات، الفينولات.

-المواد اللاعضوية: وهي المواد الناجمة عن بعض المركبات الكيميائية اللاعضوية ومنها القلويات، الاحماض، الكلوريدات، المعادن الثقيلة، النتروجين، الفسفور.

-المواد الغازية: وهي المواد الناجمة عن بعض التفاعلات البيوكيميائية ومنها: كبريتيد الهيدروجين، الامونيا، الميثان.

3.4.1: الملوثات البيولوجية:

تعتبر من اهم انواع الملوثات الموجودة في مياه الفضلات وبعضها يسبب امراض خطيرة، وهي تتطلب لازالتها تطبيق بعض العمليات الحيوية والفيزيائية كالمعالجة الحيوية والتعقيم ومن اهم هذه الملوثات هي:

الحيوانات الميتة: والتي تتواجد في مياه الفضلات مثل القطط.

النباتات: ان معظم النباتات غير ضارة مثل (اوراق الاشجار) الا انه يجب التخلص منها قبل طرح المياه في المصببات المائية.

العضويات الدقيقة: توجد عادة في المياه والتربة وبعضها يعتبر ضاراً مثل الجراثيم والديدان.

5.1: المواد الصلبة الكلية (Total Solids)

يطلق على كافة الشوائب المحمولة بمياه الصرف، سواء كانت رملية او مواد عضوية او لاعضوية او جرثومية اصطلاحاً المواد الصلبة الكلية (TS).

حيث نحصل على قيمة هذه الشوائب الاجمالية بتبخير عينة من مياه الصرف تحت درجة حرارة 105 درجة مئوية ولمدة كافية للحصول على وزن ثابت للعينة فيكون الباقي بعد التبخير هو المواد الصلبة الكلية ويعبر عنها بوحدات mg/l.

تتألف المواد الصلبة الكلية من جزئين:

أ. جزء معلق وهو اجمالي المواد الصلبة العالقة Total Suspended Solids (TSS): وهو ما يحجز فوق ورقة ترشيح عند ترشيح عينة من مياه الصرف، يتألف هذا الجزء عادة من قسم قابل للترسيب المباشر في احواض الترسيب العادي، وقسم غير قابل للترسيب المباشر وانما يلزم لترسيبه اضافة بعض المواد المخثرة.

ب. جزء راسح عبر ورقة الترشيح وهو اجمالي المواد الصلبة القابلة للترشيح Total Filtrable Solids (TFS): ويتألف عادة من جزء غرواني (شبه غروي) وجزء ثابت.

وفي كافة الحالات يتألف اي جزء من المواد الصلبة السابقة بشكل عام من جزء عضوي يتم تحديده بحرق هذه المواد في درجة حرارة في المجال 550-600 درجة مئوية، وقياس المقدار الذي يتطاير نتيجة الاحتراق حيث يدعى هذا الجزء العضوي المواد الصلبة الطيارة Volatile

Solids -VS، وجزء لاعضوي او فلزي وهو الذي يبقى دون تطاير او تبخر من المادة المحترقة ويدعى هذا الجزء المواد الصلبة غير الطيارة او الثابتة Non Volatile or Fixed Solids -NVS. كلما كان الجزء العضوي اكبر من الجزء اللاعضوي كان ذلك بشكل عام دليلا على ان مياه الصرف هي من مصادر منزلية (بشرية) بينما تحوي مياه الصرف الصناعية في الغالب على كميات اكبر من الملوثات اللاعضوية او الكيميائية الاخرى.

6.1: قياس درجة التلوث:

1.6.1: قياس التلوث العضوي:

يقاس التلوث العضوي بمعيار يدعى الطلب الكيميائي الحيوي على الاوكسجين BOD_5 - Biochemical Oxygen Demand: وهو يساوي كمية الاوكسجين اللازمة لأكسدة المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف وتحويلها الى مركبات بسيطة ثابتة تحت درجة حرارة 20 مئوية وخلال خمسة ايام وذلك بواسطة انواع من الكائنات العضوية المجهرية الهوائية واهما البكتريا. هذه الكمية تساوي 0.66 من كمية الاوكسجين اللازمة لتفكيك كافة المواد العضوية القابلة للهضم الحيوي الكامل والتي تتطلب فترة طويلة من الزمن، وكلما كان قياس BOD مرتفعاً كلما كان التلوث العضوي في مياه الصرف عالياً. اما نواتج التفكيك الحيوي (اي التفكيك بواسطة الكائنات العضوية المجهرية) فهي بشكل عام تتألف من غازات CO_2 , N_2 وغيرها، وماء بالاضافة الى كتلة الكائنات المجهرية التي تنامت نتيجة هذا التفكيك واستهلاك جزء من المواد العضوية لبنائها الذاتي، وهو يقاس بوحدات mg/l.

هناك معيار اخر للتلوث العضوي يدعى الطلب الاوكسيجيني الكيميائي Chemical Oxygen Demand- COD

وهو يساوي كمية الاوكسجين اللازمة للاكسدة الكيميائية (وليست الحيوية) للمواد العضوية الموجودة في مياه الصرف وتحويلها الى مركبات بسيطة ثابتة وذلك بواسطة مادة كيميائية مؤكسدة.

وهذا المعيار ذو قيمة اكبر عادة من قيمة BOD نظراً لان جزء من المواد العضوية القابلة للتأكسد الموجودة في مياه الصرف لا يمكن تفكيكها (أكسدها) بالفعل الحيوي (اي بتأثير

الكائنات العضوية المجهرية) وانما يلزم اضافة مركب مؤكسد اليه لانجاز عملية الاكسدة، وهذا يحدث عادة حين التعامل مع مياه الصرف الصناعية الواردة من العديد من مراكز الصناعة.

2.6.1: قياس التلوث اللاعضوي:

يقاس التلوث اللاعضوي بمعايير عديدة منها:

أ. الرقم الهيدروجيني او رقم PH: وهو لو غارتم مقلوب تركيز ايون الهيدروجين في مياه الصرف، ويدل على طبيعة المياه من حيث كونها حامضية ($PH < 7$) او قلوية ($PH > 7$) او متعادلة ($PH = 7$).

ب. الكلوريدات: وتعبّر عن زيادة تركيز املاح الكلور الذائبة في المياه مقارنة بمياه الشرب العادية وتقاس بوحدات mg/l

ج. القلوية: وتعبّر عن تراكيز هيدروكسيدات او كاربونات او ثاني كاربونات عناصر الكالسيوم او المغنسيوم او الصوديوم او البوتاسيم في المياه. وتقاس بوحدات mg/l من كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$

د. المواد اللاعضوية السامة: وتعبّر عن تراكيز الكاتيونات او الانيونات او المعادن الثقيلة في المياه، اي عن شدة التلوث الصناعي.

هـ. المغذيات الرئيسية: وتعبّر عن تراكيز النتروجين والفسفور والبوتاسيوم بتراكيبها المختلفة في المياه، وتقاس بوحدات mg/l.

3.6.1: قياس التلوث الغازي:

يقاس التلوث الغازي في مياه الصرف بوحدات اجزاء في المليون PPM او mg/l. ومن اهم الملوثات الغازية في مياه الصرف كبريتيد الهيدروجين H_2S والامونيا NH_3 والميثان CH_4 .

4.6.1: قياس التلوث الحيوي:

يعبر عن التلوث الحيوي للمياه بالكائنات العضوية المسببة للأمراض (الجراثيم) ويقاس بعدة وحدات، الا ان اكثرها استخداماً معياراً العدد الاجمالي للعصيات Total Coliforms TC والعصيات البرازية Fecal Coliforms - FC

الفصل الثاني
خصائص مياه الصرف
الصحي

الفصل الثاني

خصائص مياه الصرف الصحي

1.2: مصادر مياه الصرف

1.1.2: الفضلات السائلة المنزلية:

وهي المياه المستعملة في الوحدات السكنية والإدارية والمطاعم والمباني العامة، ويتضح من ذلك ان نوعية الشوائب في هذه المياه هي مخلفات الطعام والمياه التي يخرجها الجسم.

2.1.2: الفضلات الصناعية:

وهي الفضلات الناتجة من المياه المستخدمة في عمليات التصنيع المختلفة حيث تختلف مكوناتها وصفاتها حسب نوع الصناعة والعمليات الصناعية بها.

3.1.2: مياه الامطار:

تحتوي مياه الامطار بعد تجميعها على اي مواد يمكن ان تحملها الامطار اثناء سقوطها، او جريانها فوق اسطح المباني والارض، حيث يختلف ما تحمله مياه الامطار من اترية ورمال ومواد عضوية على عوامل كثيره منها طبيعة الاسطح التي تسقط عليها ونوعية رصفها ومدى تكرار الامطار وشدتها ونظام الصرف الصحي في المنطقة.

4.1.2: المياه المتسربة من عدة مصادر وخاصة الجوفية:

حيث تحتوي مياه الصرف الصحي على عدة عناصر صلبة ذائبة، يمثل الماء فيها نسبة 99.9% والبقية عبارة عن ملوثات اهمها:

1. مواد عالقة
2. مواد عضوية قابلة للتحلل.
3. كائنات حية مسببة للأمراض
4. مواد مغذية للنباتات وتروجين، فوسفور، بوتاسيوم
5. مواد عضوية مقاومة للتحلل.
6. معادن ثقيلة
7. املاح معدنية ذائبة

2.2:المظهر العام لمياه المجاري

تبدو مياه المجاري للناظر اليها على شكل سائل عكر يحتوي على الكثير من العوالق الصلبة ويكون لونها رمادياً عندما تكون حديثة التشكل، وتنبعث منها رائحة كريهة تشبه رائحة الخردل، وتحمل في جنباتها الكثير من المواد الطافية والصلبة الناتجة من مفرغات الجسم البشري ومخلفات الاغذية وما يلقيه الناس في شبكة الصرف الصحي من مواد صلبة كالورق والاختشاب..الخ، ومع مرور الوقت يتحول لونها من اللون الرمادي الى اللون الاسود وتصبح ذات رائحة كريهة منفردة، وتبدأ حينها المواد الصلبة السوداء بالطفو على سطحه، ويطلق عليه حينئذ ماء المجاري العفن.

3.2: خواص مياه المجاري

1.3.2:الخواص الفيزيائية

تحتوي مياه الفضلات اكثر من 99.9% ماء ولكن المادة المتبقية لها تأثيرات مهمة جدا ولمياه الفضلات المنزلية الحديثة رائحة صابونية او زيتية وهي غير شفافة، وتحتوي مواد صلبة ظاهرة وغالبا تكون بقطر كبير نسبياً ولمياه الفضلات الأسنة رائحة واضحة لكبريتيد الهيدروجين ويكون لونها رمادي مائل الى السواد وتحتوي مواد صلبة عالقة اصغر ولكنها احيانا تكون واضحة.

وتتغير مياه الفضلات بدرجة حرارة 20° مئوية من حديثة الى أسنة لفترة تتراوح من 2 الى 6 ساعات ويعتمد الزمن بشكل اساسي على تركيز المادة العضوية حيث تتغير هذه المادة مع استهلاك الماء لكل شخص والرشح وكمية الفضلات الصناعية المصروفة الى شبكة التجميع. ان المواد الصلبة الكلية في مياه الفضلات تكون اما عالقة او ذائبة وكلاهما تحوي على مواد عضوية ولا عضوية.

2.3.2: الخواص الكيميائية

تحتوي مياه الصرف على مواد كيميائية عضوية وغير عضوية. وان المواد غير العضوية تزداد نتيجة استعمال الماء. ان العناصر العضوية الموجودة في مياه الصرف المطروحة الى المجاري يمكن فصلها تحليليا الى دهون وبروتينات وكاربوهيدرات وحوامض.

يمكن ان يتواجد النتروجين والفسفور اما كجزء من المادة العضوية او كمواد كيميائية غير عضوية، ويكون تركيزهما مهم في تلوث الماء، وهما ضروريان بتركيز معتدل في نظم المعالجة البيولوجية وتعد قاعدية مياه الفضلات مهمة حيث توفر سعة منظمة ضد الحوامض الناتجة من الفعل البكتيري في النظم اللاهوائية او نظم النتجة حيث كلما يزداد عمر مياه الفضلات تميل قيمة PH الى الهبوط نتيجة انتاج الحوامض ولكنها سترتفع نتيجة المعالجة.

3.3.2: الخواص البكتريولوجية

تحتوي مياه الفضلات بطبيعتها على كميات عديدة من الكائنات المجهرية المتمثلة بالبكتريا حيث تتراوح اعدادها في مياه الفضلات الخام من 500,000/ملتر الى 5000,000 / ملتر حيث ان هذه البكتريا تتكاثر بالانشطار الثنائي، حيث انها تكون قادرة على اذابة جسيمات الغذاء خارج الخلية بواسطة الخمائر الكيميائية الخلوية الاضافية وبهذا يمكن ان تزيل المادة المذابة والغروانية والعضوية الصلبة من مياه الفضلات اما البكتريا فتكون على ثلاثة انواع: هوائية، لا هوائية، اختيارية حيث ان نوع الكبتريا هو الذي يحدد نوع المعالجة لمياه الصرف.

4.2: اهم الكائنات الحية الدقيقة

1.4.2: الجراثيم:

تعتبر الجراثيم من الكائنات الحية الدقيقة وحيدة الخلية. وتتواجد عادة في الاماكن التي يتوفر فيها الطعام والرطوبة. ويتكاثر اغلب انواعها بواسطة الانشطار الثنائي. ويتكاثر بعض انواعها جسمىا او برعميا. وعلى الرغم من الانواع العديدة للجراثيم، الا انها تقع في اصناف رئيسية ثلاث: الكروية، والاسطوانية واللولبية.

تحتوي الجراثيم على 80% ماء و 20% مواد جافة. هذا وتشكل نسبة المواد العضوية فيها 90% وغير العضوية 10%. تتأثر الجراثيم بالحرارة واللباهاء PH (الاس الهيدروجيني) بشكل كبير، حيث لوحظ ازدياد نشاطها مع ارتفاع درجة الحرارة الى حد معين، بعدها ينعكس هذا

النشاط. وبالتحديد يتضاعف نشاط الجراثيم في كل زيادة في درجة الحرارة مقدارها 10 م. وتصنف الجراثيم حسب درجة الحرارة المناسبة لمعيشتها كما يلي: محبات الحرارة المنخفضة، ومحبات الحرارة المتوسطة، ومحبات الحرارة المرتفعة.

وكما ان الجراثيم تصنف حسب درجة الحرارة تصنف ايضا حسب مصدر الغذاء الى: جراثيم ذاتية التغذية وجراثيم متنوعة التغذية. وتعتبر الجراثيم ذاتية التغذية والتي تستمد طاقتها من التفاعلات الكيميائية اكثرها شيوعاً. في حين تعتبر الجراثيم متنوعة التغذية والتي تشكل المادة العضوية مصدر الكربون لها اكثرها اهمية في انظمة المعالجة البيولوجية. وتوجد للجراثيم ايضا، كما لباقي الكائنات الحية الاخرى، تصنيفات اخرى تعتمد على حاجتها من الاوكسجين، مثل الجراثيم الهوائية واللاهوائية والاختيارية.

2.4.2: الفطريات:

تنتمي الفطريات الى مجموعة الاوليات متعددة الخلايا، والمتنوعة التغذية والغير قادرة على التخليق الضوئي. وتصنف الفطريات في العادة بناء على طريقة تكاثرها. فمنها ما يتكاثر جنسياً او لا جنسياً وذلك عن طريق الانشطار او البرعمة او تشكيل الابواغ. وتنتج الفطريات الحقيقية او ما يسمى بالعفن خيطان فطرية تتشابك مع بعضها لتكون كتلة خيطية تسمى بالمايسليوم.

والفطريات مجبرة على التنفس الهوائي. وهي قادرة على العيش والتكاثر في بيئة منخفضة الرطوبة وذات باهاء PH (الاس الهيدروجيني) مقداره 5.6 تقريباً. وتكسبها هذه البيئة القدرة على معالجة المخلفات الصناعية وتليين المخلفات العضوية الصلبة.

3.4.2: الطحالب:

تعتبر الطحالب من الاوليات وحيدة الخلية او متعددة الخلايا. وهي ذاتية التغذية وقادرة على التخليق الضوئي. لذا فانها تعتبر ذات قيمة عالية في برك الاكسدة البيولوجية حيث تزود الجراثيم متنوعة التغذية بالاكسجين اللازم لتحطيم المادة العضوية.

وينتج عن استهلاك الطحالب لثاني اوكسيد الكربون اثناء عملية التخليق الضوئي ارتفاع الباهاء PH (الاس الهيدروجيني) للمياه، وهذا بدوره يزيد من قلوية المياه نتيجة ازدياد تراكيز الكربونات والهيدروكسيل. ولكن في حالة وجود الكالسيوم بمقدار كاف في المياه فانه يعمل

على ترسيب الكربونيت على شكل كاربونات الكالسيوم مما يوقف الارتفاع في قيمة اباهاء PH (الاس الهيدروجيني) او القلوية.

وتحتاج الطحالب، مثلها مثل الكائنات الحية الدقيقة، الى المركبات غير العضوية للتكاثر. ومن هذه المركبات (غير ثاني اوكسيد الكربون طبعاً) النيتروجين والفسفور بصورة اساسية والعناصر النزرة مثل الحديد والنحاس والموليبدنوم بصورة ثانوية. ويجدر الاشارة هنا ان ازالة الطحالب من المياه يجب ان لا يقتصر على ازالة النيتروجين والفسفور فقط، بل يجب ان يتعداه الى ازالة العناصر النزرة والتي قد تشكل العامل المحدد في تكاثر الطحالب.

4.4.2:الأوالي:

وهي من الاوليات الدقيقة وحيدة الخلية والقادرة على الحركة. ومعظمها من النوع الهوائي متنوع التغذية وقليل منها اللاهوائي. وتقوم الاوالي الجراثيم حجماً بعدد من المرات، وفي العادة تفرسها لتزود بالطاقة منها. لذا تلعب الاوالي دوراً رئيسياً في التخلص من الجراثيم وغيرها من المواد العضوية المتواجدة في الدقيق الخارج من محطات المعالجة البيولوجية.

تصنف الاوالي عادة في خمس مجموعات، هي

1. جذريات الارجل.
2. السوطيات.
3. البوغيات.
4. الهدييات (الخيطة).
5. سكتوريا

5.4.2.الكائنات الدورانية او العجليات:

وهي حيوانات متعددة الخلايا، هوائية التنفس ومتنوعة التغذية، وقد اشتق اسمها من وجود مجموعتين من الخيوط الدوارة في مقدمة رأسها تستخدمان للحركة والتقاط الغذاء. وتلعب الكائنات الدورانية دوراً فاعلاً في استهلاك الجراثيم المتفرقة والمتجمعة والجسيمات الصغيرة من المادة العضوية ايضاً. ويدل وجودها في الدقيق الخارج من محطات المعالجة على كفاءة معالجة عالية.

6.4.2: القشريات :

وهي حيوانات هوائية متعددة الخلايا ومتنوعة التغذية. وتختلف عن الكائنات الدورانية بامتلاكها لجسم صلب او محارة تحيط بجسمها. وتتغذى الاسماك على القشريات بشكل رئيسي، لذلك فان وجودها في المياه دليل على ضالة احتوائها على المواد العضوية وغناها بالاكسجين المذاب.

7.4.2: الفيروسات:

وهي اصغر الكائنات الحية الدقيقة القادرة على التكاثر ونقل الموروثات الجينية. ولكنها كائنات طفيلية فهي تحتاج الى مضيف في الوسط الذي تتكاثر به. وهي تصنف حسب طبيعة هذا المضيف، وهي ضارة جدا لذلك يجب التخلص منها من الدقيق الخارج بواسطة الكلورة او اية وسيلة اخرى مناسبة.

5.2: الاسباب الموجبة لتنقية مياه الفضلات:

مما تقدم يمكن استخلاص فوائد معالجة مياه الفضلات بما يلي:

أ. الحد من انتشار الامراض والابوة الناتجة من تواجد مسببات الامراض

ب. حماية المياه السطحية والجوفية من التلوث.

ج. حماية عناصر البيئة بشكل عام.

د. اعادة استعمال مياه الفضلات بعد المعالجة.

الفصل الثالث

طرق معالجة مياه الصرف الصحي

1.3: محطات معالجة مياه الصرف الصحي:

ان محطات معالجة مياه المجاري هي منشآت ذات اهمية بيئية كبيرة وتكلفة مادية مهولة في الانشاء والتشغيل والصيانة.

2.3: الهدف من محطات المعالجة:

ان الهدف الاهم من محطات المعالجة هو القضاء على العوامل الممرضة التي تضر بالصحة العامة وبالتالي صرف المياه المعالجة بشكل آمن. وبشكل عام فان الهدف من معالجة مياه الصرف الصحي يشمل:

- حماية المصادر المائية (الجوفية - السطحية).
- منع انتشار الامراض.
- حماية ثروة الحيوانات المائية
- منع الترسبات ضمن المسطحات المائية
- منع الازدي والازعاج الناجم عن مياه الصرف.

3.3: اختيار الموقع العام لمحطة المعالجة:

ان اختيار مكان انشاء محطة المعالجة يعتبر من العوامل المهمة والصعبة في التصميم، اذ يؤثر بشكل كبير ومباشر على سلامة البيئة وعلى الناحية الاقتصادية (تكلفة الانشاء والاستثمار) وقد يؤثر ايضاً على الاسلوب التكنولوجي المتبع للمعالجة ولذلك فعند دراسة الموقع العام يجب ان تتوفر المعلومات التالية لدينا:

أ. المخطط التنظيمي للمدينة

ب. شبكات الصرف

ج. كمية وخصائص التدفق الداخل لمحطة المعالجة ونوعية المعالجة المطلوبة

د. اسلوب المعالجة

هـ. المنطقة

و. التأثير البيئي

4.3: معالجة مياه الصرف

تهدف معالجة مياه الصرف الى الارتقاء بمستوى هذه المياه الى الحد المرغوب فيه، حيث تشمل عملية معالجة مياه الصرف على عدة طرق.

1. معالجة فيزيائية (كالترشيح والترسيب) وتعتمد على خصائص الشوائب مثل الحجم والوزن النوعي واللزوجة وغيرها.
2. معالجة كيميائية: (كالتخثير والتبادل الايوني) حيث تعالج مياه الصرف باضافة مواد كيميائية.
3. معالجة بيولوجية يمكن ان تكون هوائية او لا هوائية او اختيارية حيث تعتمد على الاحياء المجهرية مثل البكتريا.

5.3: مراحل معالجة مياه الصرف الصحي:

تخضع مياه الصرف الصحي في محطات المعالجة بشكل عام الى عدد من العمليات ضمن مراحل متتابعة ويمكن تلخيص هذه المراحل بالتالي:

1.5.3: المعالجة التمهيديّة (الابتدائية) Preliminary Treatment:

تهدف هذه المرحلة بشكل عام الى ازالة المواد الصلبة اللاعضوية كبيرة الحجم وكذلك الرمال والالياف من المياه بغية حماية المنشآت الميكانيكية والمضخات والتجهيزات الاخرى في المراحل اللاحقة من المعالجة من الانسداد او التلف، كما تهدف احيانا لتحقيق تجانس المياه الواردة الى المحطة عند حدوث تغيرات مفاجئة في كميات ومواصفات الجريان الوارد. من اهم وحدات هذه المرحلة.

المصافي ، اجهزة التفقيت او السحق، مرسبات الرمال، احواض التعادل.

2.5.3: المعالجة الاولى Primary Treatment:

تهدف هذه المعالجة الى تخفيض قيم الملوثات الموجودة في مياه المجاري وبخاصة التخلص من كامل العوالق الصلبة السهلة الترسيب وبالتالي تخفيض تركيز المواد الصلبة المعلقة والتلوث العضوي. ويمكن في هذه المرحلة ازالة (50-35%) من المواد العضوية القابلة للتحلل اضافة الى (70-50%) من المواد العالقة وحتى هذه الدرجة من المعالجة فان الماء لا يزال غير صالح للاستعمال.

من اهم وحدات هذه المرحلة:

احواض التعويم، احواض الترويق (الترسيب) الاولى

3.5.3: المعالجة الثانوية (البيولوجية) Biological or Secondary Treatment:

تعتبر هذه المرحلة من اهم مراحل المعالجة التي يجب تطبيقها على المياه الملوثة في المحطة وتهدف هذه المعالجة الى اكسدة المواد العضوية المختلفة في مياه المجاري وتحويلها الى مركبات مستقرة وكتلة حيوية تتألف معظمها من البكتريا وبعض الكائنات الدقيقة التي يمكن فصلها عن المياه ومعالجتها على انفراد وبالتالي الحصول على مياه خالية عمليا من التلوث العضوي. وبشكل عام تتم المعالجة الثانوية في وحدتين رئيسيتين هما احواض التهوية واحواض الترسيب الثانوية.

4.5.3: المعالجة الثالثية Tertiary Treatment:

تهدف بشكل عام الى تحسين نوعية المياه التي تمت معالجتها في المراحل السابقة وذلك بالتخلص من المواد والشوائب المعلقة الناعمة والقضاء على الملوثات الحيوية كالديدان والجراثيم، بحيث تصبح هذه المياه بعدئذ خالية من الضرر وصالحة لكثير من الاستخدامات وفي طليعتها ري بعض انواع المزروعات.

من اهم وحدات هذه المرحلة: الترشيح، التعقيم، بعض وحدات المعالجة المتقدمة التي تستخدم حسب المواصفات المطلوبة من المياه المعالجة.

5.5.3: معالجة الحمأة Sludge Treatment:

تهدف بشكل عام الى الاقلال من حجم الحمأة الناتجة عن المعالجة وزيادة تركيزها وازالة الملوثات الحيوية (الجرثومية) منها ما يجعلها صالحة لبعض الاستخدامات المفيدة (محسن تربة) او سهلة الطرح النهائي في مواقع الطمر الصحي (المقالب). من اهم وحدات هذه المرحلة:

التكثيف، الهضم الهوائي، الهضم اللاهوائي، النبد، الترشيح الانفراغي، المكبس المرشح، الترشيح الحزامي، احواض التجفيف، التثبيت بالكلس، المعالجة الحرارية، الاسماد او الادبال، الترميد.

ولا بد من الإشارة الى انه ليس من الضروري ان تخضع مياه الصرف في كافة الاحوال الى سائر هذه المراحل والوحدات المشمولة بها مجتمعة، وانما تتحدد درجة ومستوى المعالجة ونوع الوحدات المطلوبة حسب نوعية المياه المرغوب بتحقيقها بعد المعالجة والمحكومة بالاستخدام النهائي.

كما تشمل محطة المعالجة التقليدية في العديد من الحالات على وحدات خاصة لضبط الروائح Odor Control هدفها معالجة وازالة الروائح الكريهة المترافقة عادة بالمياه وخاصة في المناطق الحارة او التي تنطلق عندما تحدث بعض الاعطال في بعض وحدات المعالجة او التي تنتشر في المحطة عندما تصل اليها كميات من مياه الصرف تزيد عن الحمولات المصممة من اجلها. من اهم وحدات ضبط الروائح:

وحدات الازالة الترطبة، وحدات الازالة بالكربون المنشط

هناك طرق اخرى لمعالجة (مياه الصرف) اهمها:

المعالجة الارضية Land Treatment:

تهدف بشكل عام الى معالجة مياه الصرف بعمليات فيزيائية وكيميائية وحيوية ضمن مجموعة التربة، الماء النبات، وذلك بالنشر المقنن لمياه الصرف على سطح الارض حيث تتم ازالة الملوثات الموجودة في هذه المياه بشكل طبيعي وبلاستفادة من البكتريا التي توجد في المياه وفي التربة معاً.

من اهم العناصر التي تؤثر في نجاح المعالجة بهذه الطريقة نوع التربة وقابليتها للنفاذ ومعدل الارتشاح ضمنها والمياه الموجودة فيها وسعة التبادل الايوني ضمنها، توجد ثلاث طرق رئيسية للمعالجة الارضية هي:

المعالجة باستخدام الاراضي ذات المعدل البطيء، الارتشاح السريع، الجريان السطحي.

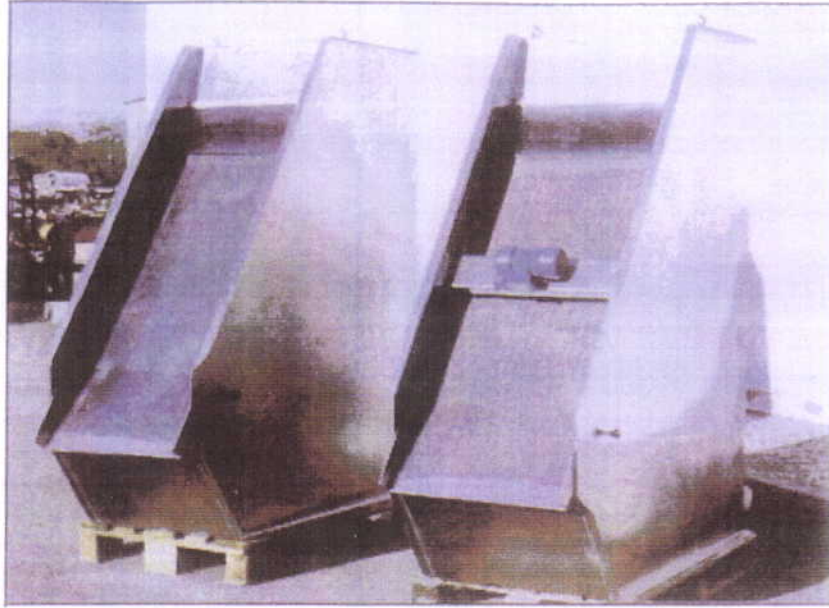
6.3: وحدات المعالجة التمهيدية (الابتدائية):

1.6.3: المصافي Screens

الهدف والوصف: حجز وإزالة المواد الصلبة كبيرة الحجم المحمولة بمياه الصرف لحماية المنشآت والتجهيزات الميكانيكية اللاحقة من العطب أو الانسداد، وهي تبني عند مدخل محطة المعالجة. وقد تكون هذه المصافي قضبانية ذات فتحات خشنة (5-10سم)، شكل (1)، أو فتحات ناعمة (1-5سم)، شكل (2)، حيث يتم تنظيف الأولى يدوياً أو ميكانيكياً بينما يتم تنظيف الثانية بواسطة كاشطات تعمل باستمرار.



شكل (1) المصافي القضبانية الخشنة



شكل (2) المصفاة القضبانية الناعمة

المعايير التصميمية

1. تكون المصافي بميل 45° - 70° مع الافقي
2. الفراغات بين القضبان تكون 1-4 سم
3. السرعة خلال قناة المصافي يجب الا تقل عن 40سم/ثانية
4. السرعة خلال فتحات المصفي لا تزيد عن 100 سم/ثانية

2.6.3: اجهزة التفطيت (السحق) Comminutors

الهدف والوصف: تفتيت او سحق او طحن المواد الصلبة المنقولة بمياه الصرف كالحصى والتي مرت خلال فتحات المصافي بغية الاقلال من حجمها وبالتالي من تأثيرها السلبي على المضخات بشكل خاص، شكل (3)، قد توضع هذه الوحدات قبل مرسبات الرمال او بعدها، كما قد توضع قبل المضخات في محطات الضخ.



شكل (3) اجهزة التنقيت

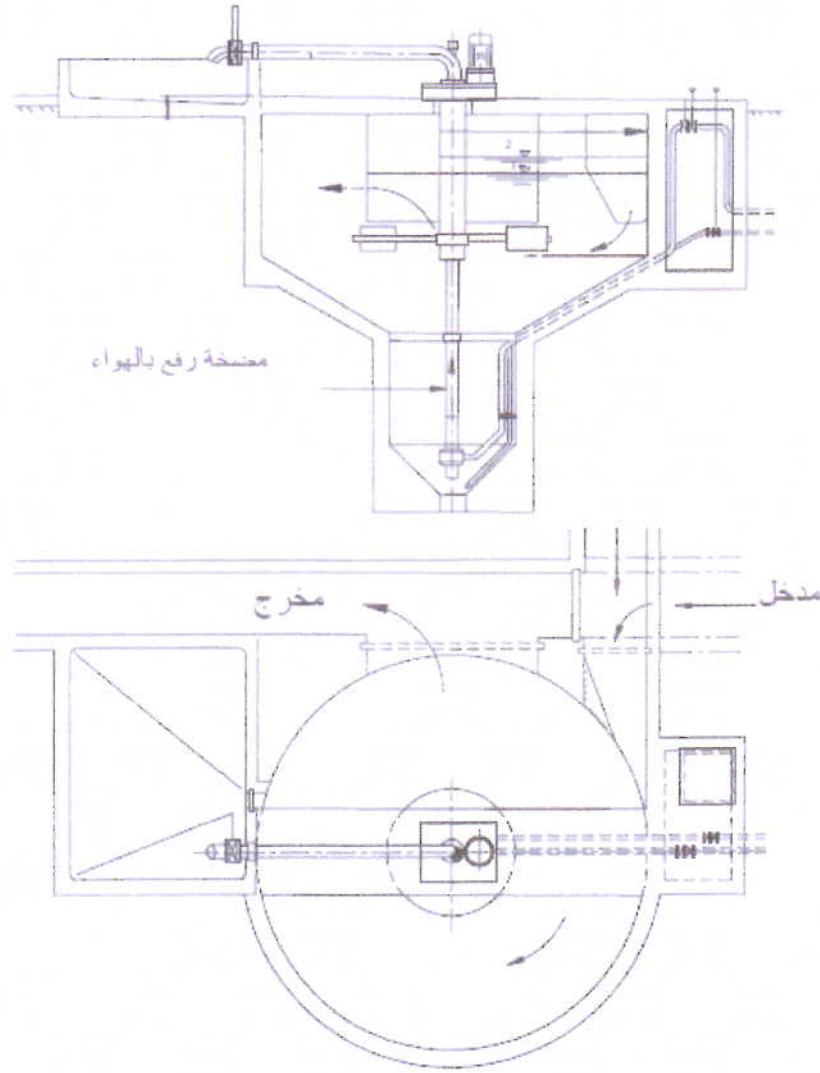
3.6.3: غرف او اقنية الرمال Sand and Grit Chambers or Channels

الهدف والوصف: فصل وازالة الرمال الخشنة والمواد الحصوية الناعمة المنقولة بمياه الصرف والتي مرت عبر المصافي واجهز التنقيت او السحق بغية الاقلال من حمولة الرواسب اللاعضوية في المياه وبالتالي تحسين المعالجة في المراحل اللاحقة.

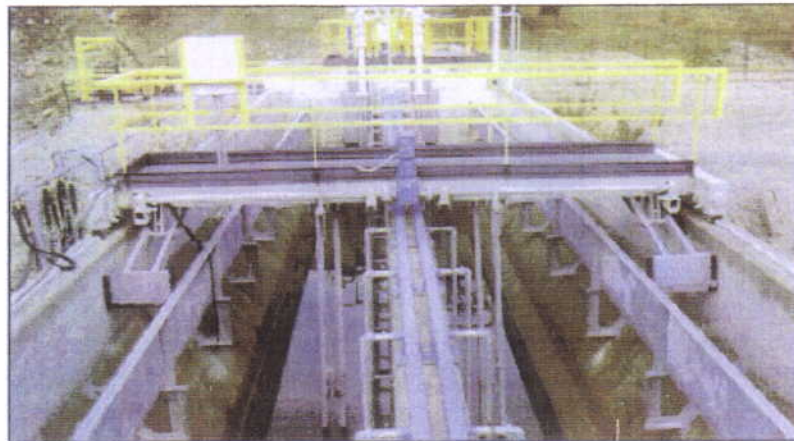
قد تكون غرف الرمال ذات جريان افقي وهذه قد تكون مربعة او مستطيلة، شكل (4) او ذات جريان دوامي، شكل (5)، حيث يتم فصل الرمال عن المياه بتأثير القوة النابذه، او مزودة بالهواء، شكل (6)، حيث يساعد الهواء المحقون في الغرفة (الحوض) على فصل المواد العضوية عن الرمال المترسبة لابقاء هذه المواد معلقة في المياه لتنتقل الى مراحل المعالجة اللاحقة.



شكل (4) غرفة الجريش ذات الجريان الافقي



شكل (5) غرفة الجريش ذات الجريان الدوامي



شكل (6) غرفة الجريش المهواة

المعايير التصميمية:

1. مدة بقاء المياه في الحوض من 30 الى 60 ثانية.
2. سرعة المياه في الحوض = 30 سم/ثانية
3. في حالة ترسيب المواد التي كثافتها 2.65 وحجمها 0.20 مم يكون معدل التحميل السطحي 1200 م³/م³/يوم.
4. عدد الاحواض لا يقل عن حوضين لضمان تنظيف الاحواض التي يتم تنظيفها يدوياً وفي حالة اعطال المعدات الميكانيكية للاحواض التي تستخدم هذه المعدات.
5. كمية المواد المترسبة في احواض حجز الرمال يتراوح بين (10-100) لتر لكل الف متر مكعب من مياه المجاري.

4.6.3: احواض التعادل Equalization Tanks

الهدف والوصف: التخفيف من حدة التغيرات في كمية او تركيز مياه الصرف الراحلة الى محطة المعالجة بغية تحقيق الانتظام في عمل المحطة. تتألف من مجموعة احواض، وغالباً من حوض واحد، قد تستقبل مياه الصرف الوارده الى المحطة بمجملها وفي هذه الحالة توضع على خط الجريان العام قبل مرحلة المعالجة الاولى، او قد تستقبل كميات مياه الصرف الاضافية التي تزيد عن القيم التصميمية للجريان الى المحطة وفي هذه الحالة توضع متطرفة عن خط الجريان العام off line حيث تعاد مياه هذه الاحواض الى خط الجريان العام حيث انخفاض الجريان الوارد الى المحطة الى القيم التصميمية، وفي الحالتين يعمل حوض التعادل على تحقيق بعض التجانس في كميات ومواصفات مياه الصرف الواردة الى المحطة.

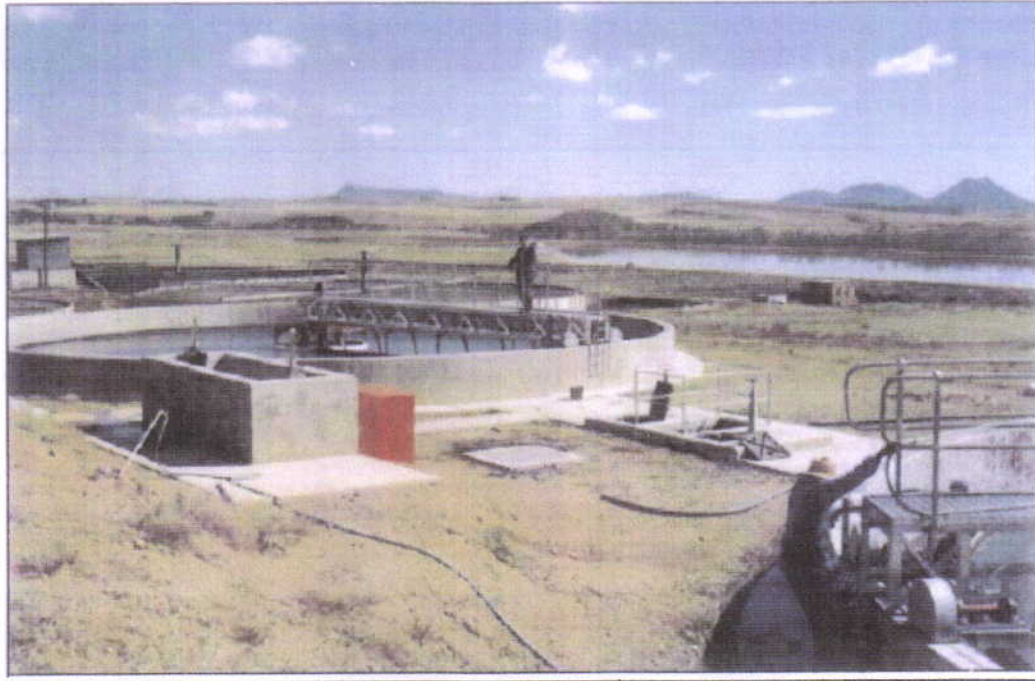
7.3: وحدات المعالجة الاولى:

1.7.3: احواض التعويم او الطفو Flotation Tanks

الهدف والوصف: فصل وازالة المواد الصلبة العالقة خفيفة الوزن (زيوت، شحوم، حمأة منشطة) وذلك بتعويمها (تطويفها) الى سطح الماء في حوض التعويم وذلك تجنباً لاعاقة عمليات المعالجة وانتشار الروائح الكريهة.

2.7.3: أحواض الترويق (الترسيب) الأولى

الهدف والوصف: فصل وإزالة المواد الصلبة العالقة الناعمة القابلة للترسيب عن مياه الصرف والتي تتشكل في معظمها من رمال وقليل من المواد العضوية. تبنى أحواض الترسيب بشكل دائري أو مستطيل، شكل (7)، وتزود بتجهيزات لكشط الحمأة المترسبة على القاع وتوجيهها إلى حفرة مركيزة أو نهائية ليسهل سحبها منها. وغالباً ما تكون الحمأة المترسبة التي تدعى الحمأة الأولية primary sludge بحاجة إلى معالجة لاحقة نظراً لاحتوائها على نسبة من المواد العضوية. تضاف أحياناً بعض المركبات الكيميائية المخثرة (الشب، كلوريد الحديد، الكلس) للمساعدة في عملية الترسيب. تخرج المياه من أحواض الترسيب الأولى فوق هدارات محيطية (في حالة الأحواض الدائرية) أو مستقيمة على كامل عرض الحوض عند نهايته (في حالة الأحواض المستطيلة) وذلك للاقلال من اضطراب الجريان عند مقطع الخروج.



شكل (7) أحواض الترويق (الترسيب) الأولى

المعايير التصميمية

1. معدل التحميل السطحي يتراوح بين (15-50) م³/م²/يوم، بمتوسط (28-30) م³/م²/يوم.
2. مدة بقاء الماء في الأحواض حوالي ساعتين
3. العمق يفضل ألا يقل عن 3 م.

4. في الاحواض المستطيلة لا يزيد نسبة الطول الى العرض عن 50، ولا يزيد الطول عن 40م

5. السرعة الافقية لا تتعدى 30سم/دقيقة

6. لا تقل ميل قاع الحوض عن 8% للحوض الدائري والمربع وتكون (1-2)% للمستطيل

7. سرعة زحافات كسح الرواسب من القاع لا تزيد عن 30 سم/دقيقة.

8. معدل خروج المياه على هدار المخرج يتراوح بين (150-230) م³ للمتر من طول الهدار في اليوم

9. معدل خروج المياه على هدار المخرج يتراوح بين (150-230) م³ للمتر من طول الهدار اليوم.

10. يكون حيز تجميع الرواسب بحيث يكفي لتجميع الرواسب لمدة 12 ساعة.

8.3: وحدات المعالجة البيولوجية (الثانوية)

1.8.3: احواض التهوية او المفاعلات (Aeration Tanks Reactors)

الهدف والوصف: تفكيك المواد العضوية والملوثات الاخرى الموجودة في مياه الصرف، وتحويلها الى مركبات مستقرة باكسديتها عن طريق كائنات دقيقة توجد في مياه الصرف بشكل طبيعي من اهمها البكتريا حيث تقوم هذه الكائنات الدقيقة باستهلاك (هضم) المواد العضوية بوجود الاوكسجين الحر (الهواء) او المركب في المواد العضوية ذاتها وتحويلها الى مركبات خاملة (CO_2 ، N_2 ، ..)، وتنمو هذه الكائنات نتيجة ذلك مشكلة كتلة حيوية تدعى الحمأة يتم لاحقاً فصلها عن المياه في احواض الترويق النهائي. ويختلف تصميم هذه الاحواض حسب طريقة المعالجة، وتوجد سبعة طرق رئيسية في هذا المجال بالاضافة الى بعض الطرق المركبة والطرق المستخدمة في ازالة انواع خاصة من الملوثات وهي التالية:

اولاً: الحمأة المنشطة (Activated Sludge): تعتبر هذه الطريقة من اكثر الطرق شيوعاً في الوقت الحاضر بسبب فاعليتها العالية في المعالجة، وسميت بهذا الاسم لانه يتم اعادة جزء من الحمأة المترسبه في احواض الترسيب الثانوية الى حوض التهوية وذلك بشكل مستمر وهذا يساعد في تسريع العملية البيولوجية وزيادة كفاءتها بسبب زيادة كثافة الكتلة الحيوية في حوض التهوية وبالتالي زيادة معدل الاكسدة وتفكيك المواد العضوية الى مكوناتها الاساسية، وتدخل

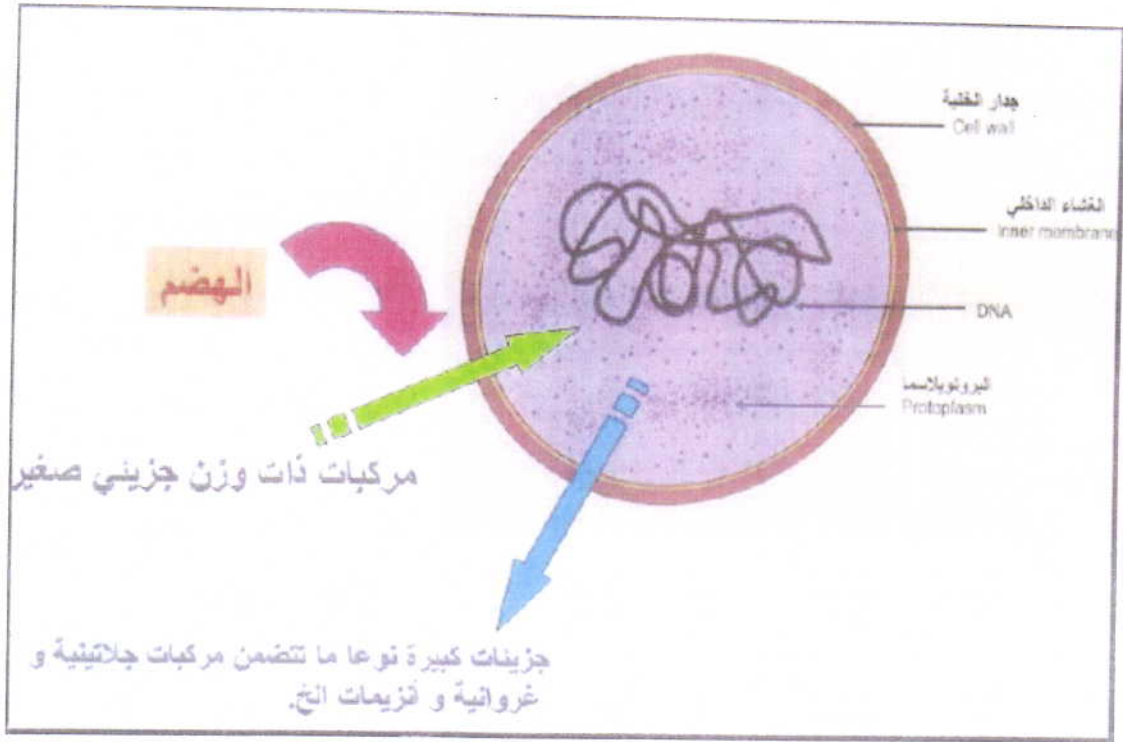
المياه المعالجة الى احواض التهوية بعد مرورها على احواض الترسيب الاولى ويتم المزج اما بالتهوية الميكانيكية او بواسطة الهواء المضغوط.

طبيعة وتركيب المياه الملوثة: ان مياه المجاري تحوي بشكل رئيسي المواد العضوية الكربونية و التي تكون اما منحلة أو معلقة (دقائق) . ان المواد الدقائقية تشكل 60 % من المواد العضوية الكربونية و حوالي نصفها قابلة للترسيب . ان المواد ذات القطر بين واحد ملليمتر (mm1) الى مائة ميكرون (100 micro meter) تبقى بشكل معلق ضمن المحلول و أثناء المعالجة يتم امتزازها الى داخل الندف و التجمعات البكتيرية حيث هضمها و ازلتها . ان الجزء القابل للتحلل البيولوجي من المواد العضوية يشمل الكربوهيدرات و البروتينات و الحموض الأمينية و الدهون و الحموض الدهنية . تحوي مياه المجاري على الكربون و النتروجين و الفسفور بالنسبة التالية / C-N-P / و على العموم يمكن أن تتغير هذه النسبة من 100-17-5 الى 100-19-6 و هي قريبة من النسبة الملائمة للمواد التكاثر البكتيري 100-5-1.

تركيب الحمأة المنشطة :

1. بكتريا الحمأة المنشطة :

إن الحمأة المنشطة داخل أحواض التهوية عبارة عن تجمعات معقدة من الكائنات الدقيقة (الأحياء الدقيقة) . ان الأحياء الدقيقة السائدة ضمن أحواض التهوية هي البكتريا التي يزيد عدد أنواعها عن 300 نوع . كل خلية بكتيرية لها أبعاد و بين 0.5-2 ميكرون . وكل خلية بكتيريا تكون محاطة بغشاء ينظم دخول الشوارد و الجزيئات من الوسط المحيط . و بدوره يحاط الغشاء بجدار خلوي قاسي مصنوع من البوليمر السكري . تحوي الخلية البكتيريا في الداخل على السيروبلازما و آلاف من العناصر الكيميائية المتنوعة بحيث تلعب الأنزيمات دور المنظم للتفاعلات الكيميائية الحاصلة ضمن الخلية . و معروف أن الخلية البكتيريا لا تحوي على نواة . ان المركبات الجزيئية الصغيرة تمر عبر الجدار و الغشاء الى داخل الخلية و هذا ما يطلق عليه بعملية الهضم . و بنفس الوقت فان بعض المركبات الجزيئية المعقدة يتم تصنيعها داخل الخلية تمر الى الخارج و هذه العملية يطلق عليها الفرز (أو الطرح) . يوضح الشكل (8) الخلية البكتيرية .



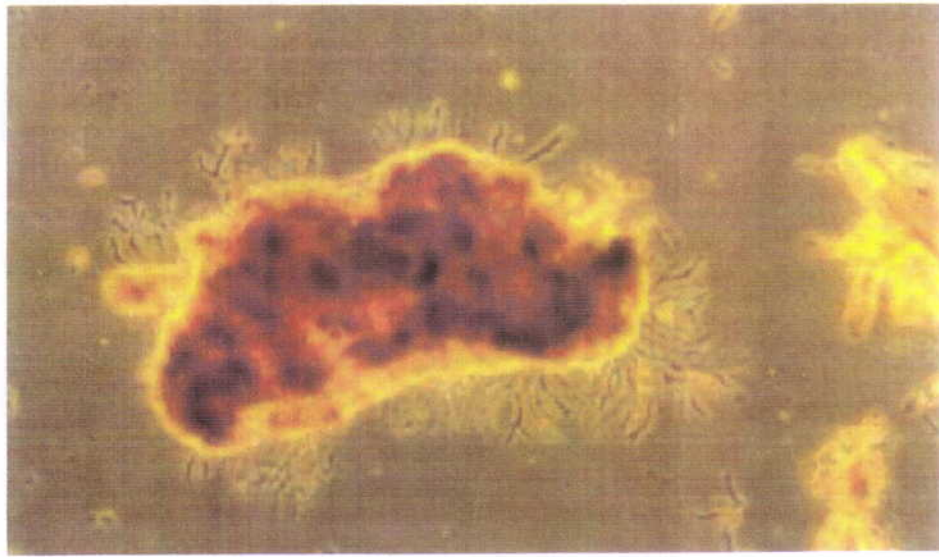
الشكل (8) يبين مكونات الخلية البكتيرية

إن نواتج عملية الطرح تشمل مركبات جيلاتينية و هلامية و التي تساعد في الربط بين البكتيريا مع بعضها و مع الانزيمات . الانزيمات تحطم الجزيئات العضوية المعقدة الى جزيئات بسيطة تدخل بسهولة الى داخل الخلية عبر الانتشار. تستخدم البكتيريا هذه المواد البسيطة الداخلة في عملية التركيب الخلوي و في عملية النمو . تتكاثر البكتيريا بالانقسام الثنائي و ذلك عند نموها الى حد معين ومن ثم تنمو البكتيريا الصغيرة بدورها الى أن تكبر ثم تنقسم و هكذا و بوجود المغذيات (فوسفور و نيتروجين) فان النمو يزداد بشكل أسي مما يساهم في النمو السريع للبكتيريا.

تنقسم البكتيريا ضمن مياه المجاري الى قسمين : متباين التغذية و ذاتي التغذية . ان البكتيريا متباينة التغذية (أو البكتيريا الكربونية) هي السائدة من بين الأحياء الدقيقة . و هي تتميز بأنها تتغذى (بشكل رئيسي) على المواد العضوية مقارنة مع استهلاكها للمواد اللاعضوية . وعلى العكس فان البكتيريا ذاتية التغذية تعتمد على العناصر اللاعضوية الكيميائية في تركيب العناصر الكربونية . ان بكتيريا النترجة التي تزيل الامونيا من مياه الصرف الصحي تعتبر الأكثر أهمية في مجموعة البكتيريا ذاتية التغذية و بسبب العدد القليل للبكتيريا ذاتية التغذية بسبب بطء معدل نموها فهي غير قادرة على منافسة بكتيريا متباينة الغذاء وهذا ما يفسر أن عملية النترجة تحصل بعد عملية تهوية طويلة (عدة أيام) .

2. الندف البكتيرية :

ان التشغيل الجيد لحوض التهوية يساعد على حصول تكتلات بكتيرية تسمى الندف . كما أن أعدادا أخرى من البكتيريا تبقى حرة ضمن الوسط المائي . هذه الندف تتشكل من تراكم البوليمرات العضوية غير الحية التي تطرح من البكتيريا وهذه الندف ذات بنية مسامية (تحوي ثقوب هائلة) قادرة على مقارنة قوى القص الناتجة عن حركة المياه اثناء التهوية . وهذه الندف ذات أبعاد مختلفة من عشرة ميكرون الى واحد ملم (ألف ميكرون) . الشكل (9) يبين صورة فوتوغرافية دقيقة للندف البكتيرية ضمن أحواض التهوية .



شكل (9) صورة مجهرية للندف البكتيرية ضمن السائل الممزوج بحوض التهوية

إن البكتيريا تلتصق على السطوح الداخلية و الخارجية للندفة ذات الحجم المتوسط و بما يكون عليها عدة ملايين من البكتيريا . بعد دخول مياه المجاري مباشرة الى حوض التهوية فان المواد الغروانية و الدقائقية الناعمة و الجزيئات الكبيرة تصبح على تماس مع الندف و تلتصق عليها أخيرا و بدورها تفرز البكتيريا الأنزيمات اللازمة لتحطم المواد العضوية المعقدة الى مواد بسيطة يسهل دخولها الى سيتوبلازما الخلية البكتيرية (الهضم) و على أية حال فان البكتيريا الموجودة داخل الندفة تعاني من نقص الاوكسجين المنحل ضمن المياه بسبب انتشار الاكسجين بشكل متدرج بحيث يكون أكبر ما يمكن على سطح الندفة الخارجي و أقل ما يمكن داخلها .

و بما أن الحد الأدنى للاوكسجين المنحل ضمن أحواض التهوية يجب أن يكون 0.6 ملغ / ل ليؤمن حياة هوائية للكائنات الدقيقة فان زيادة كمية الاكسجين المنحل الى داخل الندف بما يزيد

0.6 ملغ /ل ممن يضمن المستعمرات البكتيرية سوف تظهر بسبب نفاذ الاوكسجين المنحل داخل الندفة و هذه المستعمرات تشمل البكتريا الاختيارية .

كما أن السطح الخارجي لندف الحماة المنشطة سوف تستعمر من قبل كائنات حية دقيقة ذات مستوى غذائي أعلى مثل الحيوانات وحيدة الخلية و هذه الكائنات تتغذى على البكتريا و المواد الدقائقية ضمن مياه الصرف الصحي.

ثانياً: الاحواض (الاهدار) الموهوة Aerlated Lagoons:

في هذه الطريقة تبقى المياه في حوض التهوية او الهور فترة طويلة تتراوح بين (3-6) ايام، وعادة لا يكون هناك اعادة للحماة من حوض الترويق الثانوي (النهائي) الى حوض التهوية كما في طريقة الحماة المنشطة السابقة ذكرها. شكل (10).



شكل (10) الاحواض (الاهوار) الموهوة

ثالثاً: المرشحات الحيوية او النازة Biological or trickling filters:

تتم المعالجة في المفاعل المؤلف في هذه الحالة من وسط من الاحجار المكسرة او الكتل البلاستيكية الصغيرة (بابعاد حوالي 5-10 سم) بتوزيع مياه الصرف فوق سطح المفاعل بواسطة انبوب توزيع دوار (او اكثر) ومثقب على طوله بثقوب تؤمن توزيعاً شاملاً ومتجانساً للمياه فوق الوسط المرشح، تتشكل طبقة رقيقة من الكتلة البكتيرية حول سطوح الوسط المرشح وتتم اكسدة وتفكيك المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف اثناء تلامسها مع الطبقة الحيوية (البكتيرية) خلال مرور المياه عبر الفراغات المتشكلة بين عناصر الوسط المرشح والتي يتخللها الهواء. لا يتحقق المرشح الحيوي اي ترشيح للمياه وانما يهيئ الوسط المذكور مساحات

سطحية كبيرة لنمو والتصاق الطبقة الحيوية (العضويات المجهرية) التي تقوم باستهلاك وتفكيك المواد العضوية في مياه الصرف. ومن حين لآخر ينسلخ جزء من الطبقة الحيوية عن الوسط المرشح وينتقل مع المياه حيث يترسب في حوض الترويق النهائي. يتم أحياناً إعادة جزء من المياه الراكدة (وليس الحمأة المترسبة) من حوض الترويق النهائي إلى المرشح الحيوي لتنشيط التفاعل عن طريق خلخلة الوسط المرشح، هناك نوعان من المرشحات الحيوية: الأول ذو المعدل المنخفض للتحميل والثاني ذو المعدل العالي للتحميل شكل (11).



شكل (11) المرشحات الحيوية أو النازرة

رابعاً: الملامسات الحيوية الدوارة Rotating Biological Contactors:

تتألف من مجموعة من الأقراص الدائرية أو السطوح البلاستيكية المتجاورة والتي تدور حول محور مشترك، وغاطسة جزئياً (إلى حوالي نصف القطر) في مياه الصرف. تتم المعالجة بشكل مشابه للمرشحات الحيوية فيما عدا أن الطبقة الحيوية الملتصقة بالأقراص تكون متحركة مع دوران الأقراص، بينما تكون ثابتة في الحالة السابقة، يتم انتقال الأوكسجين إلى الطبقة الحيوية وتماسها مع مياه الصرف بشكل متناوب خلال دوران الأقراص.

خامساً: برك التثبيت Stabilization Ponds وتدعى أحياناً برك الأكسدة Oxidation Ponds:

هي أحواض كبيرة وقليلة العمق ولا تحوي تجهيزات ميكانيكية للتهوية. قد تكون هذه البرك هوائية حيث يكون عمقها حوالي المتر وتتم تهوية الحوض مباشرة نتيجة التلامس مع الهواء الجوي وفعل الرياح، وهي طريقة قليلة الاستعمال لأنها تتطلب مساحات واسعة من الأرض.

سادسا: الازالة البيولوجية للمغذيات (النيتروجين والفوسفور)

بدأ القلق في العقد الماضي يتزايد حول نوعية المياه الطبيعية والتي تتلقى مياه الصرف مباشرة. وقد تم توجيه التركيز على حماية المياه الراكدة او شبه الراكدة كالبحيرات والخلجان.

تدفع مياه الصرف الى المياه السطحية قد يعرضها لخطر التلوث بالعضويات المسببة للأمراض والبقايا القابلة للطفو كما يعرضها للترسبات وبالتالي ظهور حالات لاهوائية، كما انها تؤثر على سلامة الحياة المائية وعلى اية حال فان الاهتمام الاعظم كان تسارع ظهور حالات النمو الطحلي في هذه المياه السطحية.

ان ظاهرة النمو الطحلي (بسبب التوفر الغذائي) هي عملية نمو طبيعي ضمن المياه بسبب تزايد النشاط الحيوي. تتصف المياه ذات النمو الطحلي بوجود اعشاب مائية واشنيات طحلية ضمنها بتركيز عالية. ان تموت هذه العضويات يؤدي الى ترسبها الى القاع ومن ثم تحللها وتأكسدها مما يؤدي في النهاية الى استهلاك الاوكسجين المنحل المتوفر بالمياه وبالتالي ظهور حالات لاهوائية في القاع مترافقة مع روائح كريهة. كان عملية النمو الطحلي للاشنيات تتأثر بدورة الليل والنهار بشكل كبير من حيث محتوى الاكسجين المنحل في الوسط ففي النهار يتم انتاج الاكسجين بسبب التمثيل الضوئي في النباتات وفي الليل يتم استهلاكه. وترتبط سرعة النمو الطحلي بزيادة حمولات المغذيات في السبب النهائي الناتج عن محطات المعالجة.

ان الفوسفور والازوت هما المغذيان الرئيسيان المسببان لظاهرة النمو الطحلي ولذلك فان ازالتهما ضمن محطات المعالجة سيحد من هذه الظاهرة. ان مهندسي البيئة يعتبرون ان التخلص من هذه المواد المغذية ضمن محطات المعالجة الطريقة الاكثر فاعلية للتحكم بهذه الظاهرة. لكن هذه العملية ليست المشكلة الوحيدة التي تسببها هذه المغذيات. فالامونيا تعتبر سامة لبعض الاحيان المائية ولو كانت بتركيز صغيرة. ويمكن لأكسدة الامونيا الى نترت و نترات ان تستنفذ بشدة تركيز الاكسجين المنحل (DO) ضمن المياه.

لقد وجد ان النترت ذات ارتباط اقوى بالهيموغلوبين من الاوكسجين وبذلك تزيحه في الدم مسببة الميتهموغلوبينيا او مرض الطفل الازرق عند الاطفال. ويتعارض وجود الفوسفات ولو بتركيز ضئيلة بحدود 0.2 mg /l مع الازالة الكيميائية للعكارة في مياه الشرب. وامام التحميل المتزايد من المغذيات، اضافة للاهتمام المطرد والطلب المتعاقب لحماية مصادر المياه في العالم فان ابحاث وتطوير عمليات ازالة الفوسفور والازوت من مياه الصرف قد تقدمت بشكل ملحوظ.

لقد انصب معظم الاهتمام في مجال التلاعب الظروف المحيطة لتعزيز الاليات البيولوجية المسؤولة عن ازالة المغذيات. ودورياً تستخدم كل من التسهيلات الادارية والصناعية العديد من عمليات معالجة مياه الصرف استجابة للانظمة المحلية المعتمدة. ويمكن تصنيف عمليات ازالة المغذيات في مجموعتين:

1. الانظمة الحيوية

2. الانظمة الفيزيائية

ويمكن ايضاً تقسيم العمليات الحيوية الى انظمة الغشاء المثبت وانظمة النمو المعلق، ومؤخراً فقد لزم الكثير من التعديلات ضمن عملية المعالجة لازالة المغذيات لان معظم المحطات المبنية في السبعينات من القرن الماضي كانت مخصصة لازالة الـ BOD و TSS دون اخذ المغذيات بعين الاعتبار. وعلى الرغم من التطبيقات الموجودة للغشاء المثبت والعمليات الفيزيائية لازالة المواد الغذائية، فقد نالت انظمة النمو المعلق اكثر الاهتمام.

1. النترجة وازالة النترجة:

تتم النترجة في احواض التهوية، حيث يتم تحويل المركبات النتروجينية (نشادر او امونيا، النتروجين العضوي.. الخ) الى نترات ومن ثم الى نترات. ان عملية اكسدة النشادر يطلق عليها عملية النترجة. وتحصل بواسطة نوعان مختلفان من بكتريا النترجة. المجموعة الاولى تؤكد النشادر الى نترات وتدعى بكتريا النتروزوموناس والمجموعة الثانية تؤكد النترات وتحوله الى نترات وتدعى بكتريا النتروباكتري.

2. ازالة الفسفور:

يتواجد الفوسفور ضمن مياه المجاري على شكل عضوي وشكل لاعضوي (اورثوفوسفات وبولي فوسفات) حيث يشكل الفوسفور اللاعضوي حوالي 70% من الفوسفور الكلي الداخل لمحطة المعالجة. تتم ازالة الفوسفور عبر تأمين مرحلة لاهوائية تليها مرحلة هوائية. في المرحلة اللاهوائية يتم تحرير الفوسفور الى الوسط على شكل فوسفور لاعضوي منحل (الاورثو فوسفور). وبدورها تستخدم المتعضيات الهوائية في المرحلة الهوائية هذا المركب للنمو الخلوي ويخرج الفوسفور من محطة المعالجة عبر الحمأة الفائضة.

تليها مرحلة هوائية. في المرحلة اللاهوائية يتم تحرير الفوسفور الى الوسط على شكل فوسفور لاعضوي منحل (الاورثو فوسفور). وبدورها تستخدم المتعضيات الهوائية في المرحلة الهوائية هذا المركب للنمو الخلوي ويخرج الفوسفور من محطة المعالجة عبر الحمأة الفائضة.

سابعاً: العمليات المركبة:

هي طرق مطورة بدمج الطريقتين الرئيسيتين السابقتين للمعالجة الحيوية وهما النمو المعلق (الحمأة المنشطة) والنمو الملتصق (المرشحات الحيوية او الملامسات الحيوية الدوارة).

من اهم الطرق المستخدمة مايلي:

- المرشح الحيوي المنشط
- المرشح الناز بالتماس
- الحمأة المنشطة مع المرشح الحيوي
- الحمأة المنشطة مع المرشح الناز

2.8.3: أحواض الترويق (الترسيب) الثانوي (النهائي) Secondary (Final) Clarification

:(Sedimentation) Tanks

الهدف والوصف: ترسيب وفصل الحمأة (الكتلة الحيوية) التي تشكلت في أحواض التهوية (المفاعلات) اضافة الى ما بقى من المواد الصلبة المعلقة الاخرى على اختلاف انواعها والتي بقيت في المياه. شكل (12)، حيث تجمع هذه الكتلة الراسبة ويعاد جزء منها في حالة الحمأة المنشطة الى أحواض التهوية مرة ثانية لتنشيط التفاعل بينما ينقل الجزء الاخر او كامل الحمأة الراسبة في الطرق الاخرى الى مراحل لاحقة لمعالجة الحمأة. تخرج المياه الرائقة من أحواض الترويق الثانوي والتي تدعى المياه المعالجة ثانوياً الى مراحل لاحقة للمعالجة بعد ان تمت ازالة معظم الملوثات العضوية والجرثومية من المياه.



شكل (12) أحواض الترويق (الترسيب) الثانوي

• هناك بعض الطرق الفيزيوكيميائية الخاصة المستخدمة لازالة المواد العضوية القابلة للانحلال والتي يصعب ازالتها بالمعالجة الحيوية، ومن هذه الطرق الامتزاز الكربوني Carbon Adsorption حيث تمرر المياه خلال وعاء مملوء بحبيبات ناعمة من الكربون تقوم بامتزاز المواد العضوية على سطوحها عندما يتأمن وقت كاف للتماس بينها يتراوح بين 20 و40 دقيقة. ومن حين لآخر يجري ابدال الكربون المستخدم او اعادة تنشيطه لتمكينه من الامتزاز من جديد. حيث تطبق هذه الطريقة عادة في معالجة كميات قليلة من مياه الصرف الصناعية.

9.3: وحدات المعالجة الثلاثية:

1.9.3: الترشيح

الهدف والوصف: ان هدف الترشيح هو فصل وازالة المواد الصلبة المعلقة الناعمة جداً بما في ذلك قسم ملخوط من الجراثيم الباقية في مياه الصرف الصادرة عن أحواض الترويق الثانوي (النهائي)، ويتم ذلك بامرار المياه عبر وسط مرشح من الرمل او بعض المواد الخاملة الناعمة (الانتراسيت) حيث تحتجز الشوائب على سطوح هذا الوسط بتأثير الامتزاز وكذلك في الفراغات الصغيرة بين ذرات الوسط المرشح.

هناك ثلاث انواع من المرشحات:

-المرشح الرملي السريع

-المرشح الرملي تحت الضغط

-المرشح المجهري او المصفاة المجهرية

2.9.3: التطهير

الهدف والوصف: الهدف من التطهير هو القضاء على الجراثيم الموجودة في مياه الصرف التي مرت بمراحل المعالجة السابقة، ويتم ذلك باستخدام عدد من الطرق اهمها:

-التطهير بالكور Cl_2 او احد مشتقاته

-التطهير بالاوزون

-التطهير بالاشعة فوق البنفسجية

10.3: وحدات معالجة الحمأة:

- التكتيف

ان الهدف من التكتيف هو زيادة تراكيز المواد الصلبة في الحمأة بسحب جزء من المياه وبالتالي الاقلال من حجمها. يتم ذلك باحدى الطريقتين هما التكتيف بالترسيب الطبيعي والتكتيف بالنعويم بالهواء المذاب.

-الهضم الهوائي

ان الهدف من عملية الهضم الهوائي هو تهديم المواد الصلبة العضوية الطيارة الموجودة في الحمأة (واغلبها كتلة حيوية) وتحويلها الى نواتج مستقرة او خاملة بتأثير الاوكسجين الحر (الهواء) نتيجة التفكك الذاتي للخلايا البكتيرية (موت البكتريا) نظرا لعدم وجود الغذاء (الفضلات العضوية) في الحمأة. يتم تأمين الهواء ميكانيكياً عن طريق النوافخ (هواء مزرر) او المراوح السطحية الى احواض الهضم الهوائي التي تشبه احواض التهوية. تستخدم هذه الطريقة عادة في هضم الحمأة المنشطة او مزيج الحمأة المنشطة والاولية، ويكون عملها مستمراً في

المحطات الكبيرة ومتقطعاً في المحطات الصغيرة، تعاد المياه المتجمعة في الطبقة العلوية (المياه السطحية) من الحوض الى المعالجة من جديد نظراً لحمولتها العالية من التلوث.

-الهضم اللاهوائي

ان الهدف من عملية الهضم اللاهوائي هو تهديم المواد الصلبة العضوية الطيارة الموجودة في الحمأة وتحويلها الى نواتج مستقرة او خاملة حيث ينطلق في هذه الطريقة غاز الميثان (كربيد الهيدروجين) ويتم جمعه اعلى الحوض وسحبه والاستفادة منه لتسخين حوض الهضم لتنشيط التفاعل. يكون الحوض في هذه الحالة مغلقاً وكثيماً، وتستعمل هذه الطريقة عادة لهضم مزيج الحمأة المنشطة والاولية معاً وكذلك لهضم الحمأة الناجمة عن معالجة مياه الصرف الصناعية عالية التلوث.

- النبذ (الطرد المركزي)

الهدف من عملية النبذ هو زيادة تركيز المواد الصلبة في الحمأة وبالتالي انقاص حجمها وذلك بفصل جزء من المياه عنها ميكانيكياً بتأثير الفعل النابذ الناجم عن الدوران السريع.

-المكبس المرشح

يحقق المكبس المرشح زيادة تركيز المواد الصلبة في الحمأة وبالتالي انقاص حجمها وذلك بفصل جزء من المياه ميكانيكياً بتأثير الضغط الناجم عن حقن الحمأة بضغط 10-20 بار ضمن حجرات صغيرة متجاورة.

-احواض التجفيف

تهدف احواض التجفيف الى زيادة تركيز المواد الصلبة في الحمأة وبالتالي انقاص حجمها وذلك بفصل جزء من المياه عنها بالتبخير الجوي، وجزء اخر بالرشح ضمن طبقة رملية في حوض التجفيف، او بالتسرب نحو قاع التجفيف عندما يكون من النوع الخرساني.

-المعالجة الحرارية

تهدف المعالجة الحرارية الى القضاء على الجراثيم الموجودة في الحمأة وجعلها اكثر استجابة لفصل المياه عن المواد الصلبة في عمليات التجفيف الميكانيكي دون الاستعانة بمركبات كيميائية مخثرة.

-الاسماد او الادبال

تهدف عملية الاسماد الى تفكيك المواد العضوية الباقية في الحماة وكذلك الكتلة الحيوية البكتيرية وتحويلها الى نواتج مستقرة، وكذلك القضاء على الجراثيم والديدان الموجودة في الحماة نتيجة ارتفاع الحرارة اثناء عملية الاسماد، اضافة الى انقاص كمية الرطوبة والمواد الصلبة (العضوية) الباقية في الحماة، مما يؤدي الى الحصول على منتج مفيد في تخصيب واستصلاح وتهيئة الاراضي الزراعية.

-الترميد

القضاء كلياً على الملوثات الجرثومية والعضوية الباقية في الحماة والاقبال من حجمها الاجمالي الى كميات قليلة جداً (لا تتجاوز 10% من حجمها الاصلي) بتحويلها الى رماد وذلك بحرقها في افران خاصة تدعى المرمدات، ومن اكثر انواعها استخداماً المرمد متعدد الطبقات والمرمد ذو السرير المميع

11.3: وحدات ضبط الرائح:

-الازالة الرطبة

تهدف الازالة الرطبة الى جمع ومعالجة الروائح الكريهة الضارة المنطلقة من محطات المعالجة بامرارها خلال طبقة واحدة او عدة طبقات من الكاربون المنشط الذي يقوم بامتزاز الغازات على سطوح ذراته مع السماح للهواء بالمرور عبر السرير المرشح.

12.3: المعالجة باستخدام الاراضي:

-المعالجة بواسطة الاراضي ذات المعدل البطيئ

تهدف المعالجة بواسطة الاراضي الى معالجة مياه الصرف بواسطة النباتات والكائنات المجهرية والتربة حيث يتم تفكيك الملوثات الموجودة في مياه الصرف اثناء جريانها خلال مجموعة النبات - التربة.

-الارتشاح السريع

تحقق عملية الارتشاح السريع معالجة مياه الصرف بنشرها على الارض ذات قابلية نفاذ متوسطة او عالية. يوجد اسلوبان لذلك هما احواض النشر والمرشات. تنتج هذه الطريقة مياه منترنة جيداً حيث يزال حوالي 50% من النتروجين.

-الجريان السطحي

يهدف الجريان السطحي الى معالجة مياه الصرف بنشرها فوق سطح تربة ذات قابلية نفاذ ضعيفة جداً, بحيث لايتجاوز نفاذ مياه الصرف اكثر من 0.6 م تحت سطح الارض.

الفصل الرابع

الحسابات والنتائج

الفصل الرابع

الحسابات والنتائج

1.4: حساب التصاريح والمطروحات:

نفرض عدد النفوس الحالي لمدينة $C = 40000$

معدل مطروحات الشخص الواحد $= 150 \text{ l/c.d}$

$\text{معدل مطروحات المجتمع} = q \times \text{no. of capital}$

$$= 150 \text{ l/c.d} \times 40000 \text{ c}$$

$$= 6000000 \text{ l/d}$$

$$= 6000 \text{ m}^3/\text{d}$$

وبفرض ان نسبة الزيادة في عدد السكان السنوية حسب الطريقة الهندسية $= 2.5\%$ والعمر التصميمي لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي 20 سنة يمكن تقدير عدد السكان في نهاية العمر التصميمي كالتالي:

$$P(\text{after } 20 \text{ yr}) = P_o(1+r)^n$$

$$= 20000 (1+0.025)^{20}$$

$$= 65544.65 \text{ c}$$

معدل مطروحات المجتمع اليومي بعد مرور 20 سنة من الان

$$Q_{av} = 150 \text{ l/c.d} \times 65544.65 \text{ c}$$

$$= 9831697.5 \text{ l/d}$$

$$= 9831.69 = 9831.7 \text{ m}^3/\text{d}$$

يتم حساب المطروحات القصوى اليومية للمجتمع وذلك حسب المعادلة التالية:

$$\begin{aligned}Q_{max} &= Q_{av} \times \mu \\&= Q_{av} \times \left\{ 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \right\} \\&= 9831.7 \times \left\{ 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{65544.65}{1000}}} \right\} \\&= 21211 \frac{m^3}{d} \\&= 0.245 m^3/sec\end{aligned}$$

2.4: حسابات الانبوب الرئيسي للمشروع:

Allowable

V at peak design = 0.9 m/s

V at min design = 0.6 m/s

V at average design = 0.65 m/s

نفرض ان عمق المياه في الانبوب = 0.5 من القطر في حالة معدل التصريف (على اساس نصف مملوء لكون العمر التصميمي لمحطة المعالجة اقل من العمر التصميمي للانابيب) لذلك صمم على نصف لاستيعاب الزيادة في حالة انشاء محطة معالجة اكبر وكذلك كعامل امان في حالة حصول زيادة مفاجئة غير متوقعة في عدد السكان.

$$\begin{aligned}Q_{av} &= 9831.7 m^2/d \\&= 0.114 m^3/sec\end{aligned}$$

من الشكل (13)

$$\frac{d}{D} = 0.5$$

$$\frac{q}{Q_{full}} = 0.5$$

$$Q_{full} = \frac{0.114}{0.5} = 0.228$$

من الشكل (13)

$$\frac{V_{av}}{V_{full}} = 1$$

$$V_{full} = 0.65$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.228}{0.65} = 0.35 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$D = 0.667 \text{ m}$$

3.4: تصميم المصافي:

نفرض السرعة في المصافي = 0.5 m/sec (لا تقل السرعة عن 0.45)

$$Q_{av} = A \times V$$

$$A = \frac{Q_{av}}{V} = \frac{0.114 \text{ m}^3/\text{sec}}{0.5 \text{ m/sec}} = 0.228 \text{ m}^2$$

نفرض عمق المياه = 0.8m (وبتحديد عمق لا يتجاوز عن 0.8m للمياه)

$$\text{العرض} = \frac{0.228}{0.8} = 0.285m$$

$$= 285mm$$

نفرض ان عرض قضيب المصافي = 1.5m

نفرض ان الفراغ بين كل قضيين = 3.cm

$$\text{عدد الفراغات} = \frac{285}{30} = 9.5 = 10$$

$$\text{عدد القضبان} = 10 - 1 = 9$$

$$\text{مساحة المقطع الرئيسي للفراغات بين القضيبين} = 9 \times 3 \times 80 = 2160cm^3$$

$$V = \frac{0.114m^3/sec \times \frac{100^3cm^3}{1^3m^3}}{2160} = 52.77 < 100cm/sec$$

• السرعة خلال فتحات المصافي يجب ان لا تزيد عن 100cm/sec

4.4: حسابات الراسب الرملي:

Max-design flow through the two grit chamber = 0.245 m³/sec

Max-design flow through each chamber = 0.245/2 = 0.1225 m³/sec

نفرض مدة الحجز = 6 min

$$\text{الحجم} = \frac{60 sec}{1min} \times 6 min \times 0.1225 m^3/sec$$

$$= 44m^3$$

$$2.5m = \text{عمق الحوض}$$

$$0.5 m = \text{فضلة العمق}$$

$$3 m = \text{العمق الكلي}$$

$$14.6m^2 = \frac{44}{3} \text{ المساحة السطحية للحوض}$$

$$1:2 = \text{نفرض نسبة الطول الى العرض}$$

$$14.6 = W \times 2 W$$

$$14.6 = 2W^2$$

$$\therefore W=2.7$$

$$L=2 \times 2.7 = 5.4 m$$

$$14.58m^2 = 5.4 \times 2.7 = \text{المساحة السطحية الحقيقية}$$

للتأكد من وقت الحجز الحقيقي

$$\frac{3 \times 2.7 \times 5.4}{0.1225m^3/sec \times 60sec/1min} = \text{وقت الحجز في الاستهلاك الاقصى عندما يعمل الحوضين}$$

$$=5.95 min = 6 min$$

$$\frac{3 \times 2.7 \times 5.4}{0.245m^3/sec \times 60sec/1min} = \text{وقت الحجز عندما يعمل حوض واحد}$$

$$=2.97min = 3min$$

5.4: أحواض التهوية الأولية

حاجة الحوض للهواء 7.8 l/sec.m

نفرض 150% (peak design) (تجهيز 150 جزء من المائة من السعة لأغراض الـ peak)

$$\text{القدرة الكلية} = 42.12 \times 1.5 =$$

$$63.18 \text{ l/sec} =$$

نفرض استخدام حوضين

قدرة الحوضين:

$$63.18 \frac{1}{\text{sec}} \times 2 \times \frac{1\text{m}^3}{1000\text{l}} \times \frac{60\text{sec}}{1\text{min}} = 7.58 \text{m}^3/\text{min. stander}$$

6.4: الحمل الهيدروليكي

للتأكد من معدل الطفح السطحي عند عمل الحوضين

$$\text{المساحة السطحية لكل حوض} = 2.7 \times 5.4 = 14.58 \text{m}^2$$

$$\text{معدل الطفح السطحي} = \frac{0.1225}{14.88 \text{m}^2} = 0.008401 < 0.02$$

معدل الطفح السطحي عندما يعمل حوض واحد = $2 \times 0.008401 =$

$$0.02 > 0.01680 =$$

$$\text{المواصفات التصميمية} = \frac{0.02 \text{m}^3}{\text{m}^2.\text{sec}}$$

7.4: أحواض الترسيب الابتدائي:

يستعمل حوضين يوضع احدهما للطوارئ عندما يكون الآخر خارج العمل، معدل الطفح السطحي ووقت الحجز يجب ان يصمم على معدل الصرف، حيث ان معدل الطفح السطحي يجب ان يكون بمتوسط (28-30) م³/م²/يوم، ووقت الحجز لا يقل عن ساعة ونصف باستعمال معدل الصرف. كذلك يجب ان تكون السرعة في (influent Channel) اقل من 0.35 م/ثانية، وحمل الهدار اقل من 186 م³/م²/يوم. وفي وقت معدل الصرف عمق السائل في الحوض يجب ان لا تقل عن 3 م.

$$AV \text{ design flow (use two basin)} = 0.14 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$AV \text{ design flow for each basic} = 0.057 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\begin{aligned} \text{Surface area} &= \frac{0.057 \text{ m}^3}{\text{sec}} \times \frac{60 \text{ sec}}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} \times \frac{24 \text{ hr}}{1 \text{ day}} \\ &= 175.88 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Use circular section

$$175.88 = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$D = 14.96 = 15 \text{ m}$$

ليكن معدل عمق الحوض = 3.5m

فضلة العمق = 0.5m

عمق الماء في وسط الحوض = 2m

$$SOR(av) = \frac{0.057 \text{ m}^3}{\text{sec}} \times \frac{60 \text{ sec}}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} \times \frac{24 \text{ hr}}{1 \text{ day}} = 27.86 = 28 \text{ m/day}$$

$$SOR (peak) = \frac{\frac{0.114m^3}{sec} \times \frac{60sec}{1min} \times \frac{60min}{1hr} \times \frac{24hr}{1day}}{(15)^2 \times \pi / 4} = 55.73 = 56m/day$$

8.4: مدة البقاء في الحوض:

$$\text{Average volume of basin} = (15)^2 \times \pi \times 14 \times (2) = 353.42 m^3$$

$$\text{Detention time at average design flow} = \frac{353.42}{0.057m^3/sec \times 3600sec/hr} = 1.722/hr$$

$$\text{Detention time at peak design flow} = \frac{353.42}{0.114m^3/sec \times 3600sec/hr} = 0.861/hr$$

9.4: حسابات المعالج الثانوي:

باستخدام مرشحات التنقيط السريعة

$$Q_{max} = 21211m^3/d$$

$$SOR = (10000-28000) mm/day$$

Use

$$SOR = 10000mm/day = 10m/day$$

$$area = \frac{Q}{SOR} = \frac{21211}{10} = 2121.1m^2$$

$$\text{Area for 1 filter} = 530.275 \quad (\text{وذلك على فرض استخدام اربع مرشحات})$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$D = 25.98 = 26$$

$$\text{Assume depth} = 2.5$$

نفرض كفاءة الازالة 0.75، نفرض ce (التركيز الخارج) = 60mg/l

$$E = \frac{ci - ce}{ci}$$

$$0.75 ci = ci - 60$$

$$60 = ci - 0.75 ci$$

$$60 = 0.25 ci$$

$$Ci = 240$$

الحجم = العمق × المساحة

$$2.5 \times 530.275 =$$

$$1325 m^3 =$$

$$Q_{max} = 21211 \frac{m^3}{day} \times \frac{1 day}{24 hr} \times \frac{1 hr}{60 min} = 14.72 m^3/min$$

$$Q_{max \text{ for 1 filter}} = 3.68 m^3/min$$

$$E = \frac{1}{1 + 0.532 \sqrt{\frac{Q ci}{VF}}}$$

$$0.75 = \frac{1}{1 + 0.532 \sqrt{\frac{3.68 \times 240}{1325 \times F}}}$$

$$F = 1.7$$

$$F = \frac{1 + r}{(1 + 0.1r)^2}$$

$$1.7 (1 + 0.1r)^2 = 1 + r$$

$$1.7 + 0.34 r + 0.017 r^2 = 1 + r$$

$$0.017r^2 - 0.66R + 0.7 = 0$$

$$r = \frac{-(0.66) \pm \sqrt{(-0.66)^2 - 4 \times 0.017 \times 0.6}}{2 \times 0.017}$$

$$r = 1.17 = 117\%$$

1.4: تصميم حوض الترسيب الثانوي الملحق بالمرشح:

تصمم مثل هذه الاحواض على اساس معدل الطفح السطحي (25-33)م/يوم، عند الجريان المعدل ولحد 50 م/يوم عند الجريان الاقصى، تضاف المياه الصادرة عند حالة دخوله الى الحوض.

$$\text{Let } SOR = 25 \text{ m/day}$$

$$Q_{av} = 9831.7 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$Q + Q_r = 9831.7 + (9831.7 \times 1.17)$$

$$= 21334.78 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$\text{Area} = \frac{21334}{25} = 853.39 \text{ m}^2$$

Use 2 tank

$$\text{Area for 1 tank} = 426.7 \text{ m}^2$$

$$\text{Area} = \pi/4 D^2$$

$$D = 23 \text{ m}$$

$$S.S = 0.5 \left(\frac{240 - 60}{240} \times \frac{240}{1000} \right) \times 21211$$

$$= 1908.99 \text{ kg/day}$$

Moisture content (90-95) %

$$\text{Volume of sludge produced} = \frac{1908.99 \times 100}{5} = 38179.8 \text{ kg}$$

If volatile = 70% specify gravity = 1.05

If volatile = 30% specify gravity = 2.5

$$\text{Volume of volatile} = \frac{0.7 \times 1908.99}{1050} + \frac{0.5 \times 1908.99}{2500} + \frac{(38179.8 - 1908)}{1000} = 38$$

11.4: حسابات احواض التركيز:

$$\text{SOR} = (15-35) \text{ m/day}$$

Use SOR = 18

Detection time (3-4) hr

$$t = 4 \text{ hr} \times 1 \text{ day} / 24 \text{ hr} = 0.16 \text{ day}$$

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{38 \text{ m}^3}{0.16 \text{ day}} = \frac{237.5 \text{ m}^3}{\text{day}}$$

$$\text{Area} = \frac{Q}{\text{SOR}} = \frac{237.5}{18} = 13 \text{ m}^2$$

$$\text{Area} = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$D = 4 \text{ m}$$

$$V = \text{Area} \times h$$

$$38 \text{ m}^3 = 13 \times h$$

$$h = 2.9 \text{ m}$$

12.4: حسابات أحواض التجفيف

$$V=64m^3$$

Assume $h=0.3$ (depth of sludge over drying bed)

$$A = \frac{V}{h} = \frac{38}{0.3} = 126.6m^2$$

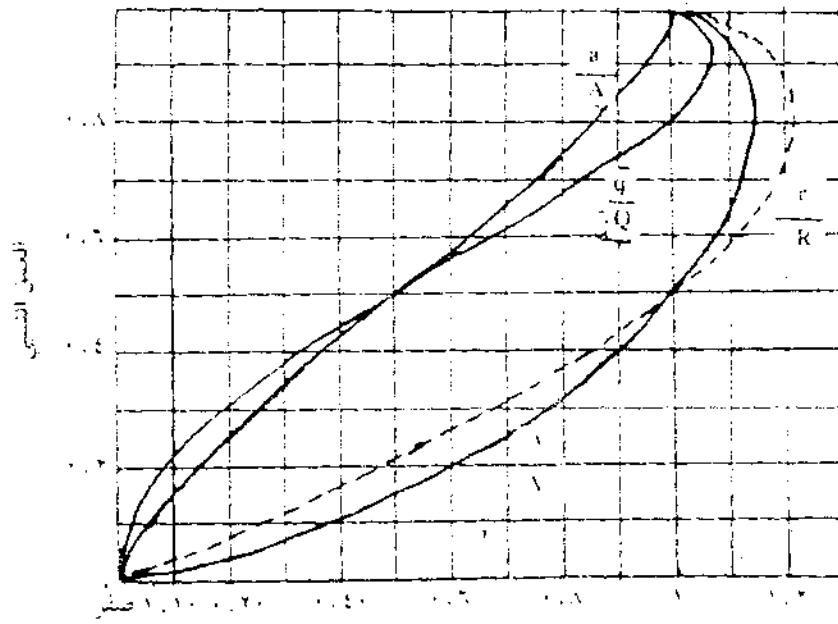
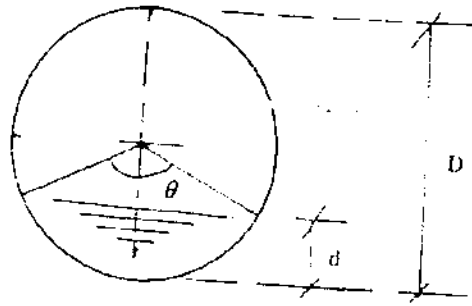
Area needed by day

Assume width = 6m (width (6-9m))

$$\text{The length} = \frac{126.6}{6} = 21$$

$$\text{Actual Area for 1 bed} = 21 \times 6 = 126 m^2$$

$$\text{Area need per week} = 7 \times 126 = 882m^2$$



شكل (13) العوامل الهيدروليكية للقطاع الدائري

الفصل الخامس

المناقشة والاستنتاجات

الفصل الخامس

المناقشة والاستنتاجات

١- اننا نحصل على المياه من عدة مصادر قد يكون بعضها عذبا او مالحا ولكن المياه العذبة هي الاكثر استخداما من قبل الانسان، نظرا لقلة تكاليف طرق معالجتها مقارنة بالمياه المالحة.

٢- تعد اعادة استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة من طرق استغلال المياه التي تلاقي قبولا ملحوظا في الازمنة الاخيرة، حيث ان الغرض من معالجة مياه الصرف الصحي هو اسراع العمليات الطبيعية التي تحدث لتلك المياه تحت ظروف محكمة وبحجم صغير.

٣- من الاسباب الهامة لتطوير طرق معالجة مياه الصرف تأثيرها على الصحة العامة والبيئة حيث كانت المعالجة تنحصر في ازالة المواد العالقة والطافية والتخلص من المواد العضوية المتحللة وبعض الاحياء الدقيقة المسببة لامراض، ونتيجة لتقدم العلم في مجال الكيمياء وعلم الاحياء الدقيقة وزيادة المعرفة بتأثير الملوثات على البيئة سواء على المدى القريب او البعيد اضافة الى التقدم الصناعي وانتاج مواد جديدة جعل من الضروري تطوير طرق معالجة تلك المياه لتكون قادرة على ازالة معظم الملوثات التي لم يكون من السهل ازالتها بالطرق المستعملة قديما.

٤- يجب معرفة عدد السكان وكيفية حسابهم وتقدير نسبة الزيادة السنوية لنموهم لمعرفة الفترة التصميمية لوحدات مشروع محطة معالجة مياه الصرف الصحي

٥- لا بد من الاشارة الى انه ليس من الضروري ان تخضع مياه الصرف الى سائر مراحل المعالجة، وانما تتحدد درجة ومستوى المعالجة حسب نوعية المياه المرغوب بتحقيقها بعد المعالجة والمحكومة بالاستخدام النهائي.

المصادر

١- النظم الهندسية للتغذية والمياه والصرف الصحي د.محمد صادق العدوي

2-Water supply and sewerage by E.W.Steel , Terence

1.Nechee

٣- مشروع تصميم محطة معالجة مياه الصرف الصحي أشرف أ.مؤيد فاخر ٢٠٠٩

٤- علم وتكنولوجيا البيئة

٥- محاضرات انترنت من مواقع: (<http://www.emro.who.int/ceha>)

(www.4enveng.com)

٦- كتاب الهندسة الصحية باللغة العربية