وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة تكريت

كلية العلوم

قسم علوم الحياة

محاضرات بيئة الاحياء المجهرية

لطلبة الدراسات الاولية – المرحلة الثالثة – الدرسة الصباحية للعام الدرسي 2024 – 2025

أ.م. د. بشرى علي كاظم

busraa.ali@tu.edu.iq

المحاضرة الخامسة

مياه الصرف الصحي وملوثاتها Waste water and its pollutants

يتم تجميع مياه الصرف الصحي من عدة مصادر ، وتعتمد الكميات التي يتم جمعها من تلك المصادر على المصدر ونوعية نظام التجميع المستعمل فيها . ومن مصادر تلك المياه مايلي:

1. مياه استعمالات الاغراض المنزلية والتجارية وغيرها كالمدارس والفنادق والمطاعم.
2. مياه الاستعمالات الصناعية.
3. مياه الأمطار في حالة دمج شبكة المجاري بشبكة تصريف السيول.
4. المياه المتسربة من عدة مصادر وخاصة الجوفية.

تحتوي هذه المياه على عدة عناصر صلبة وذائبة ، يمثل الماء فيها نسبة 99.9% والبقية عبارة عن ملوثات أهمها :

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

أهم صفات مياه المجاري:

1- صفات فيزيائية وكيميائية :مثل الرائحة واللون والعكارة ودرجة الحرارة وغيرها

2- الاحتياج البيولوجي للأكسجين Biological Oxygen Demand (BOD) وهي كمية O_2 التي تحتاجها الأحياء الدقيقة لاتمام عملية التحلل الهوائي للمواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي
يتم تقدير الB.O.D بأخذ مجموعتين من عينات المياه المجموعة الأولى يتم قياس تركيز الأوكسجين الذائب فيها مغم\لتر، أما المجموعة الثانية من عينات المياه فتحفض في 20oم لمدة خمسة أيام قبل قياس الأوكسجين المذاب فيها والفرق بين القيمة في الحالة الأولى والثانية يمثل الـ BOD.

3- الصفات الميكروبيولوجية
تختلف الخصائص الكيميائية لمياه المجاري حيث انها تتكون من 99.9% ماء وحوالي 0.03-0.02 مواد صلبة عالقة عضوية وغير عضوية لذلك فان من المتوقع أن تختلف أعداد وأنواع الأحياء المجهرية الموجودة فيها، تحتل البكتريا المرتبة الأولى من حيث التنوع ومن حيث الأعداد كما تشتمل الأحياء الدقيقة الموجودة في مياه المجاري الفطريات والابتدائيات والطحالب والفيروسات.
تقدر أعداد البكتريا في مياه المجاري بالملايين لكل مل وتشتمل مجموعة الكوليفورم Coliform و المسبحيات البرازية Fecal Streptococcus والعصويات اللاهوائية المكونة للسبورات، كما تتواجد البكتريا المحللة للبروتين المسببة للتعفن Putrefying Bacteria مثل Pseudomonas fluorescence و Pseudomonas aeuginosa و Proteus vulgaris و Bacillus subtilis و Bacillus cereus و Aerobacter cloacae .
كما تحتوي على البكتريا المختزلة للكبريت وخصوصا Desulfovibrio desu

محاضرات بيئة الأحياء المجهرية- أ.م.د. بشرى علي كاظم

اضافة الى احتواء مياه المجاري على البكتريا المؤكسدة للكبريت وخاصة Thiobacillus كما توجد البكتريا المنتجة للميثان التي تعتبر لاهوائية اجبارية مثل Methanobacterium و Methanosarcina و Methanococcus.
كما تحتوي مياه المجاري على البكتريا المحللة للزيوت والهيدروكاربونات و البكتريا الغمدية.كما تكثر في مياه المجاري الغنية بالمواد العضوية أنواع مختلفة من الفطريات تشمل Saccharomyces و Candida و Cryptococcus و Rhodotorula كما تحتوي مياه المجاري الخاصة بمصانع المشروبات على أعداد كبيرة من الخمائر.

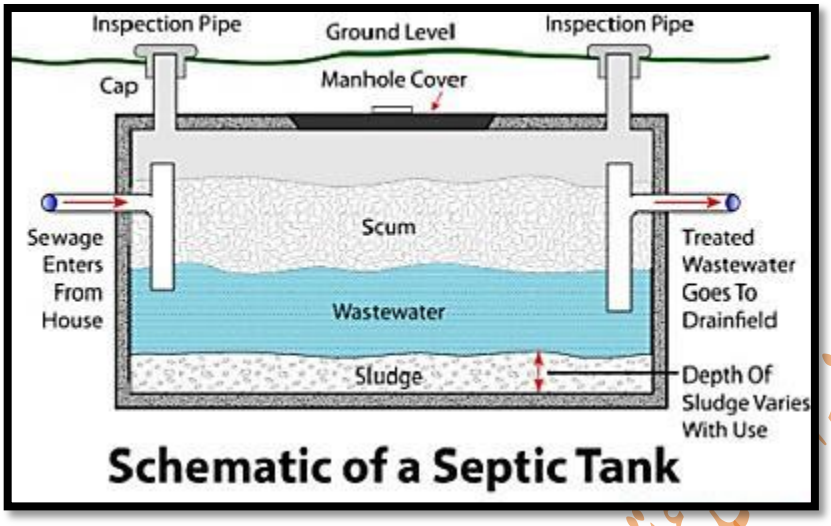
معالجة مياه الصرف الصحي

إن الغرض من معالجة مياه الصرف الصحي هو إسراع العمليات الطبعية التي تحدث لتلك المياه تحت ظروف محكمة وبحجم صغير . ومن الأسباب الهامة لتطوير طرق معالجة تلك المياه تأثيرها على الصحة العامة والبيئة حيث كانت المعالجة تنحصر في ازالة المواد العالقة والطافية والتخلص من المواد العضوية المتحللة وبعض الأحياء الدقيقة المسببة للأمراض . ونتيجة لتقدم العلم في مجال الكيمياء والكيمياء الحيوية وعلم الاحياء الدقيقة وزيادة المعرفة بتأثير الملوثات على البيئة سواء على المدى القريب أو البعيد إضافة إلى التقدم الصناعي وإنتاج مواد جديدة جعل من الضروري تطوير طرق معالجه لتلك المياه تكون قادرة على إزالة معظم الملوثات التي لم يكن من السهل إزالتها بالطرق المستعملة قديماً. تشمل معالجة مياه الصرف الصحي مجموعة من العمليات الطبيعية والكيميائية والاحيائية التي يتم فيها إزالة المواد الصلبة والعضوية والكائنات الدقيقة أو تقليلها إلى درجة مقبولة ، وقد يشمل ذلك إزالة بعض العناصر الغذائية ذات التركيزات العالية مثل الفوسفور والنيتروجين في تلك المياه تشتمل عمليات معالجة مياه المجاري نوعين من المعالجات وهذه المعالجات أما أن تتم داخل وحدات الأهالي أو داخل وحدات البلدية.

الوحدات الاهلية

الحفرة التجميعية الصماء septic tank هي خزان مصمت غير منفذ للماء يستعمل لتحليل المواد العضوية وترسيب المواد الصلبة العالقة وتجميعها موقتاً.

محاضرات بيئة الاحياء المجهرية ا.م.د. بشرى علي كاظم



عبارة عن خزان أرضي يبنى لتتجمع فيه مياه المجاري وفي هذا الخزان تحدث عمليتين عادة هما ترسيب المواد الصلبة الثقيلة من جهة ومن جهة أخرى تحلل بايولوجي للرواسب بفعل البكتريا اللاهوائية . عادة هذه العملية تكون مصحوبة بانبعاث روائح كريهة بسبب الغازات الناتجة ومنها غاز الميثان.

المعالجة في وحدات البلدية

إن طريقة المعالجة هي عبارة عن مجموعة من الوحدات المتتالية لكل منها وظيفة أو أكثر.ويمكن تقسيم تلك العمليات حسب درجة المعالجة إلى عمليات ميكانيكية(تمهيدية وأولية) وثانوية ومتقدمة ، وتأتي عملية التطهير للقضاء على الأحياء الدقيقة في نهاية مراحل المعالجة وتتضمن هذه المراحل مايلي:

اولا - المعالجة الميكانيكية (الفيزيائية) : تهدف الى التخلص من المواد الكبيرة والرمال والمواد المعدنية والمواد القابلة للترسيب،إضافة الى الشحوم والزيوت.

بعض المراجع تقسم هذه المعالجة الى مرحلتين جزئيتين:

1. **المعالجة التمهيدية**:

تستخدم في هذه المرحلة من المعالجة وسائل لفصل وتقطيع الاجزاء الكبيرة الموجودة في المياه لحماية أجهزة المحطة ومنع انسداد الأنابيب ، وتتكون هذه الوسائل من منخل متسع الفتحات وأجهزة سحق وتحتوي هذه المرحلة أحيانا على أحواض أولية للتشبيع بالأكسجين ، ومن خلال هذه العملية فإنه يمكن إزالة 5- 10% من المواد العضوية القابلة للتحلل إضافة إلى 2-20 % من المواد العالقة . ولا تعد هذه النسب من الإزالة كافية الغرض إعادة استعمال المياه في أي نشاط.

2. **المعالجة الأولية:**

الغرض من هذه المعالجة إزالة المواد العضوية والمواد الصلبة غير العضوية القابلة للفصل من خلال عملية الترسيب . ويمكن في هذه المرحلة من المعالجة إزالة 35 % 50 – من المواد العضوية القابلة للتحلل إضافة إلى 50 % 70– من المواد العالقة وحتى هذه الدرجة من المعالجة فإن الماء لا يزال غير صالح للاستعمال . وتحتوي الوحدة الخاصة بالمعالجة الأولية على أخواض للترسيب بالاضافة إلى المرافق الموجدة في وحدة المعالجة التمهيدية وربما تحتوي أيضا على وحدات تغذية لبعض المواد الكيميائية إضافة إلى أجهزة لخلط تلك المواد مع المياه.

ثانيا ـ المعالجة البيولوجية (المعالجة الثانوية):

هذه المرحلة من المعالجة عبارة عن تحويل احيائي للمواد العضوية إلى كتل حيوية تزال فيما بعد عن طريق الترسيب في حوض الترسيب الثانوي ويمكن من خلال المعالجة الثانوية إزالة مايقرب 90 % من المواد القابلة للتحلل إضافة الى 85 % من المواد العالقة ، وهناك عدة أنواع من المعالجة الثانوية يمكن تقسيمها حسب سرعة تحليل المواد العضوية إلى:

ـعمليات منخفضة المعدل(طرائق طبيعية)

1 .برك أو بحيرات المياه:

- برك الترسيب اللاهوائية anaerobic lagoon

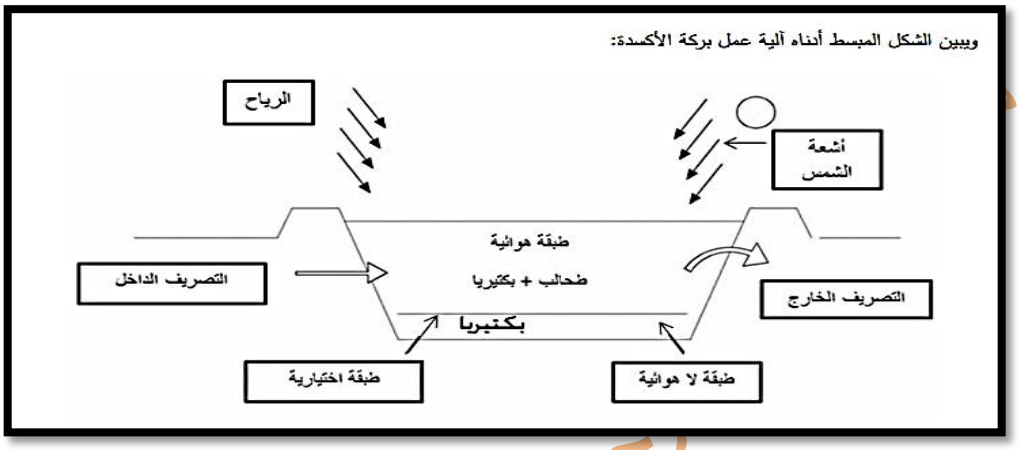
ويتم تحقيق الظروف اللاهوائية في البركة عن طريق حجز الزيوت والشحوم والمواد الطافية بواسطة جدران غاطسة تركب عند محرج المياه من البركة .أما الحمأة المترسبة في قاع البركة فتترك لفترة طويلة لتتكثف وتتخمر ويتم تعزيلها كل فترة تتروح بين 6-12شهر بعدها تفرش في مسطحات لتجف تحت تأثير أشعة الشمس (تجفيف طبيعي).

- برك الاكسدة oxidative lagoon

تعتبر من أبسط طرائق معالجة مياه الصرف الصحي، حيث يتم في هذه البركة تأمين الإكسجين الذي تحتاجه البكتريا لهدم المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي، وذلك عن طريق الطحالب التي تنمو في البركة والتي تحصل على ثاني أكسيد الكربون الذي تحتاجه في عملية التمثيل اليخضوري من نواتج أكسدة المواد العضوية بواسطة البكتريا، أما الطريق الاخر الذي تحصل من خلاله البكتريا على الاكسجين فهو انحلال ألاكسجين الموجود في الهواء المحيط بسطح البركة.

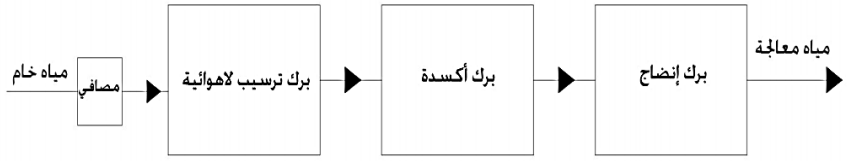
محاضرات بيئة الأحياء المجهرية- أ.م.د بشرى علي كاظم

إن الحمأة الناتجة عن العملية البيولوجية تترسب في قاع البركة وتترك لفترة يتم خلالها تكثيفها وتخميرها .يسود في طبقة المياه ظروف هوائية وتتم فيها أكسدة المواد العضوية كما ورد سابقا وظروف الهوائية في طبقة الحمأة لتخمر الحمأة، ويفصل بين هاتين الطبقتين طبقة اختيارية لذلك يطلق عليها اسم البرك الاختيارية.



- برك الانضاج maturation lagoon

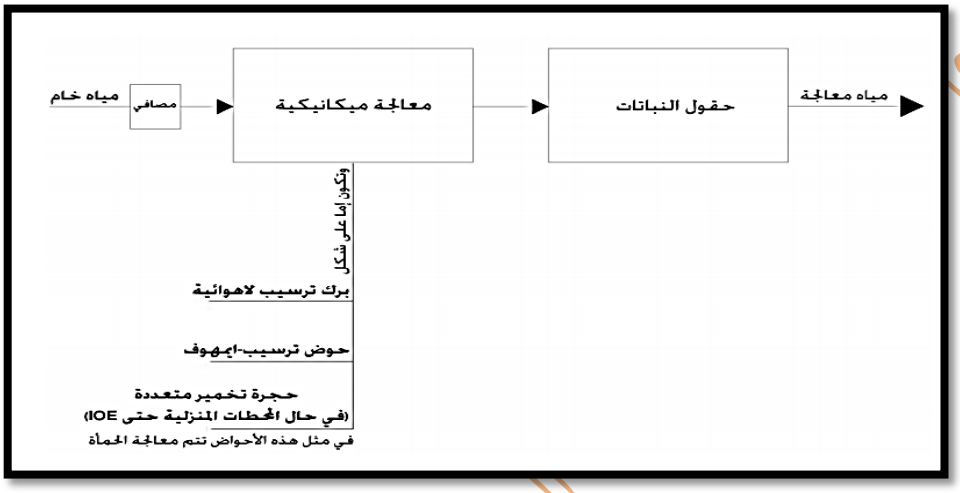
تهدف هذه البرك هو تحسين نوعية المياه الناتجة من البرك الاختيارية أو من أي طريقة معالجة أخرى، حيث ينخفض عدد البكتريا الممرضة إضافة إلى إ ازلة عالية جدا ً للبكتريا البرزية والفيروسات وج ارثيم أخرى وبعض الطحالب يرجع التأثير القاتل للبكتريا إلى عوامل عديدة منها عوامل رئيسية مثل نقص المادة العضوية، ألشعة فوق البنفسجية، ومنها ذات تأثير محدود ، الرقم الهيدروجيني PH ،السموم والمضادات الحيوية التي تفرزها بعض الكائنات إضافة إلى الموت الطبيعي للبكتريا.



ميزات طريقة برك المياه ♣ : بساطة في البناء والتشغيل ♣ .كلفة بناء وتشغيل منخفضة ♣ .عدم الحاجة لكوادر ذات تأهيل عال للتشغيل والصيانة ♣تحمل الصدمات الهيدروليكية والعضوية ♣ .تتأثر هذه الطريقة بالعوامل المناخية)حرارة، رياح وسطوع شمسي، تبخر(بشكل واضح ♣ .تحتاج هذه الطريقة إلى مساحات شاسعة من ألارض ♣ .احتمال صدور الروائح المزعجة وتجمع للحشرات في بداية محطة المعالجة ♣ .كفاءة معالجة مرتفعة.

2-محطات المعالجة بالنباتات

تعتمد تكنولوجيا المعالجة بالنباتات على العمليات الفيزيائية والبيوكيميائية التي تحدث في وسط بيئي مناسب (المياه والتربة والنباتات المائية والبكتيريا والهواء). فالنباتات تقوم بامتصاص المواد المغذية(P,N) وتقوم البكتيريا التي تنمو على الاجزاء المغمورة من النباتات بتخليص المياه من المواد العضوية الكربونية.



ميزات طريقة المعالجة بالنباتات:

- طريقة مناسبة بيئياً و رخيصةتستخدم للمعالجة الثانوية والثالثية(كخطوة مستقلة لازالة النتروجين والفوسفور.)
- تشغيلها بسيط ولا تحتاج الى كوادر عالية التأهيل .
- فعاليتها في القضاء على البكتريا الضارة والفيروسات وبيوض الديدان الممرضة
- تحتاج لمساحة كبيرة لذا ينحصر استخدامها للغزارات الصغيرة.
- عمليات عالية المعدل (طرائق اصطناعية).

: ومن أمثلتها عملية الحمأة المحفزة Activated sludge process والترشيح بالتنقيط Trickling filter وطر يقة المرشحات البيولوجية:

سنستعرض الفروقات بين الطرائق الطبيعية والصنعية و هذه الفروقات تتلخص بـ:

1- مساحة الارض اللازمة للطرق الطبيعية أكبربكثير.

2 .تعتمد الطرق الصنعية بشكل كبير على التجهيزات الميكانيكية.

3 .كلفة الصيانة والتشغيل أكبر والكادر الالزم لتشغيلها أكبر وتجهيزات أعلى.

المجهرية ا.م.د بشرى علي كاظم

4 .التأثير السلبي للمحطة على الجوار) في حاالت المحطات الطبيعية أكبر، أما تأثير المحطات الصنعية فمرتبط بصحة تشغيلها.

5 .طرق معالجة الحمأة بالطرائق الطبيعية أبسط وكمية الحمأة أقل.

6.غالباً تكون الاحواض المختلفة في محطة معالجة صنعية ذات وظيفة واحدة (فيزيائية، كيميائية، بيولوجية).

ثالثا:المعالجة المتقدمة: (المعالجة الثالثية)- الهدف الرئيسي منها ازالة المغذيات (P.N،)تحسين خواص المياه الجرثومية ،خفض نسبة المواد العالقة- يتم تطبيق هذه المرحلة من المعالجة عندما تكون هناك حاجة إلى ما نقي بدرجة عالية ويحتوي هذه المرحلة على عمليات مختلفة لإزالة الملوثات التي لا يمكن إزالتها بالطرق التقليدية سابقة الذكر ومن هذه الملوثات : النتروجين والفوسفور والمواد العضوية والمواد العالقة الصلبة الزائدة إضافة إلى المواد التي يصعب تحللها بسهولة والمواد السامة وتتضمن هذه العمليات ما يلي:

I. التخثر الكيميائي والترسيب Chemical coagulation & sedimentation : التخثر الكيميائي عبارة عن إضافة مواد كيميائية تساعد على إحداث تغير فيزيوكيميائي للجسميات ينتج عنه تلاصقها مع بعضها وبالتالي تجمعها ومن ثم ترسيبها في أحواض الترسيب نظراً لزيادة حجمها وتستخدم . وتستخدم عدة مخثرات كيميائية من أهمها مركبات الحديد والألمونيوم والكالسيوم والبوليمر.

II. الترشيح الرملي: Sand Filteration : عبارة عن عملية تسمح بنفاذ الماء خلال وسط رملي بسماكة لاتقل عن 50 سم ويتم من خلال هذه العملية إزالة معظم الجسميات العالقة والتي لم يتم ترسيبها في أحواض الترسيب نظراً لصغر حجمها إضافة إلى إزالة الموادالصلبة المتبقية بعد عملية التخثر الكيميائي كما أن هذه العملية ضرورية لتنقية المياه قبل معالجتها في عمليات لاحقة مثل الامتصاص الكربوني والتبادل الأيوني والتناضح العكسي.

II.الامتصاص الكربوني: Carbon Adsorption : ويتم في هذه العملية استخدام كربون منشط لإزالة المواد العضوية المذابة حيث يتم تمرير المياه من خلال خزانات تحتوي على الوسط الكربوني ويتم من خلال الكربون المنشط امتصاص المواد العضوية المذابة الموجودة في مياه الفضلات . وبعد تشبع الوسط الكربوني يتم إعادة تنشيطه بواساطه الحرق أو استخدام مواد كيميائية.

IV. التبادل الأيوني Ion Exchange من خلال هذه العملية يتم إخلال أيةنات معينة في الماء من مادة تبادل غير قابلة للذوبان بأيونات أخرى . وعملية التبادل الأيواني مشابهة لعملية الامتصاص الكربوني إلا أن الأولى تستعمل لأغراض إزالة المواد غير العضوية.

V. التناضح العكسي: Reverse Osmosis : يتم في هذه العملية ضخ الماء تحت ضغط عال من خلال غشاء رقيق ذو فتحات صغيرة جدا يسمح بمرور جزيئات الماء فقط ويمنع مرور جزيئات الأملاح .

محاضرات بيئة الأحياء المجهرية أ.م.د بشرى علي كاظم

رابعا:عملية التطهير:

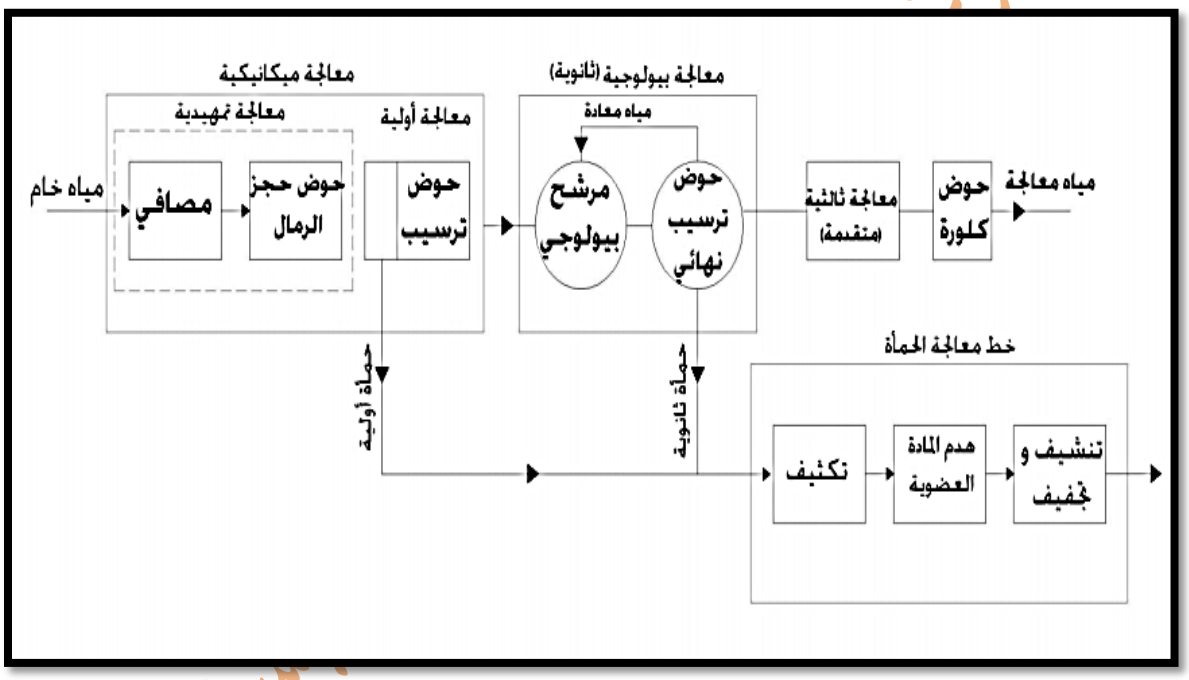
تتم عملية التطهير من خلال حقن محلول الكلور إلى حوض التطهير وعادة ما تكون فترة التطهير لمدة 15 دقيقة كحد أدنى و تصل إلى 120 دقيقة.

هناك طرق بديلة لتعقيم المياه مع ضمان عدم تاثيره بالبيئه ومنها علي سبيل المثل لا الحصر :-

1- التعقيم بالغليان

2-التعقيم باستخدام غاز الأوزون

3- التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية والأمواج فوق الصوتية والليزر



مخطط معالجة مياه المجاري (البلدية)

الواجب البيتي :

س1 / اذكر اهم صفات ومزايا مياه الصرف الصحي والتي تفرقها عن مياه الشرب .

س2/ اذكر خطوات معالجة مياه الصرف الصحي بايجاز مع رسم مخطط المعالجة .

س3/ عرف المصطلحات الاتية : وحدات الاهالي – وحدات البلدية .