رقم الترتيب:

رقم التسلسل:

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المركز الجامعي بالوادي

معهد العلوم والتكنولوجيا

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ليسانس أكاديمي

مجال: علوم وتقنيات

فرع: هندسة طرائق

تخصص: هندسة طرائق

من إعداد:- عثماني نصيرة

- كير أسامة

- بوغزالة حمد خولة

الموضوع

معالجة المياه المستعملة بطريقة الأحواض المهوئة للمحطة رقم01 بكوينين

نوقشت يوم: 2010/06/27

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

رواحنة نور الدين	أستاذ مساعد	رئيس
لعويني صلاح الدين	أستاذ مساعد	مناقش
مصباحي محمد عادل	أستاذ مساعد	مؤطر

2010 / 2009

الفصل الثالث

الجزء النظري

الفصل الأول

الجزء التطبيقي

المقدمة

الفصل الثاني

الفهرس

المراجع

جدول الاشكال

الشكل (1-1)	يمثل كيفية منشأ مياه الصرف	6
الشكل(2-1)	رسم توضيحي لمراحل المعالجة	15
الشكل (2-2)	أحواض ترسيب دائرية	19
الشكل (2-3)	أحواض ترسيب مستطيلة	19
الشكل (2-4)	رسم تخطيطي للمرشح البيولوجي	22
الشكل(2-5)	مخطط المعالجة بالحمأة المنشطة	23
الشكل (2-6)	خنادق الأكسدة	24
الشكل(2-7)	مساحة الواسعة المستعملة	26
الشكل (3-1)	تغير الpH	57
الشكل (3-2)	تغيرات العكرة	58
الشكل (3-31)	تغيرات درجة الحرارة	58
الشكل (3-8)	تغيرات الأكسجين المنحل	59
الشكل (3-5):	تغيرات DBO_5	60
الشكل (3-6)	تغير DCO	60
الشكل (3-7)	تغير النترات	61
الشكل (3-8)	تراكيز المعادن الثقيلة في مياه الصرف	62

الفهرس

مقدمة 1

الفصل الأول:عموميات عن المياه المستعملة

1-تلوث الماء 3
2-أنواع التلوث 3
3- مصادر تلوث الماء 3
3-1 مياه الأمطارالملوثه 4
3-2 المخلفات الصناعية 4
3-3 المفاعلات النووية 5
3-4 المبيدات الحشرية 5
3-5 التلوث الناتج عن تسرب البترول في البحار و المحيطات 5
3-6 مياه الصرف 6
3-6-1 مصادر مياه الصرف 7
3-6-2شبكات جمع مياه الصرف 7
3-6-3 المظهر العام لمياه المجاري 7
3-6-4مكونات المياه المجاري 8

الفصل الثاني:طرق المعالجة

مقدمة 13
1- المعالجة التحضيرية 15
1-1 الغربلة أو التصفية 15
1-2 السحن 16
1-3 إزالة الأتربة أو الحصباء 16
2- المعالجة الأولية 17
2-1 الأحواض الترسيب 18
2-2 أسس التصميم لأحواض الترسيب الابتدائى 20
3- المعالجة الثانوية :(المعالجة البيولوجية) 20
3-1 طريقة المرشحات البيولوجية 21
3-2 طريقة الحمأة المنشطة 21
3-3 خنـادق الأكسـدة 22
3-4 بـرك الأكسـدة 23
3-5 المعالجة الثالثية 25

الفصل الثالث:معايير وطرق التحليل

مقدمة 27
تعليمات حول أخذ العينات 29
1-قياس الخصائص الفيزيوكيميائية 30
1-1 الأس الهيدروجينى (pH) 30
1-2الموصلية الكهربائية 30
1-3 درجة الحرارة 31
1-4 العكرة 31
2- القياسات العضوية 32
2-1 قياس الأكسجين المنحل في الماء 32
2-2 الكربون العضوي الكلي (TOC) 34
2-3 اختبار الطلب الكيميائي الحيوي على الأكسجين (DBO) 35
2-4 اختبارالطلب الكيميائي على الأكسجين (DCO) 37
3- المواد الصلبة الكلية (T.S) 40
4- معايرة الآزوت العضوي 40
5- معايرة شوارد الفوسفات 42
6- الكبريت 43
7- المركبات السامة الغير عضوية 43
8- المعادن الثقيلة 44

الفصل الرابع:الجزء العملى

وصف محطة التصفية رقم(1) 45
التحاليل الفيزيوكيميائية 48
المعالجة البيولوجية 51
قياس المعادن الثقيلة والسامة 53
المناقشة 57
قياس المردود 63
الخلاصة 64

قائمة الجدوال

الجدول (1-1) : معايير الحدية للميله المعالجة 28
الجدول (1-2): نتائج متوسط الأشهر المتحصل عليها الpH 48
الجدول (1-3): نتائج متوسط الأشهر المتحصل عليها للعكرة 49
الجدول (1-4): جدول درجات الحرارة للمتوسط الشهري 50
الجدول (1-5) :جدول نتائج المتوسط الشهري لكل من درجة التشبع ونسبة الكسجين 50
الجدول (1-6): نتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها DBO_5 51
الجدول (1-7): نتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها DCO 52
الجدول (1-8): نتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها النتريت 52
الجدول (1-9): النتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها Cd 54
الجدول (1-10): النتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها CN 54
الجدول (1-11): النتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها Pb 56
الجدول (1-12): النتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها ph 56
الجدول(1-13) : قيم التدفق الشهري 63

الملخص:

أصبحت من واجب المجتمعات تصميم محطات معالجة مياه الصرف حيث تتسبب هذه الأخيرة بالعديد من الأمراض وكذلك تلويث مياه الجوفية و الأنهار والبحار عند صرفها بدون معالجتها ، حيث ساهمت محطات المعالجة في استغلال المياه لدواعي أخري كالري وإنتاج الأسمدة العضوية وتختلف تصميم المحطات على حسب عدد السكان و طبيعة المنطقة وحاجة التصفية .

إن معالجة مياه المجاري هي في حد ذاتها عملية طبيعية حيث تتحقق التفاعلات البيولوجية اللازمة بمساعدة كائنات حية دقيقة تنتج منها و تقوم بتحليل المواد العضوية الموجودة في تلك المياه بمساعدة العناصر الأساسية الموجودة في الطبيعة مثل درجة الحرارة القلوية ، الأكسجين المنحل وذلك حسب نضم ومعايير متفق عليها .

بحيث قمنا بدرسنا فيه عينات لمياه الصرف الخام والمعالجة من محطة الصرف الصحي المتواجدة بمنطقتنا وقمنا بمقارنتها من حيث المردود و المعايير الملزمة لطرحها في المصب العام.

مقدمة

قال تعالى " وجعلنا من الماء كل شي حي " لذا تكمن أهمية الماء للحياة في كونه يدخل في تركيب الخلايا بنسبة 75-95% من الكتلة البروتوبلازما كما يدخل في الأنسجة المختلفة.

يعتبر تلوث الماء من أوائل الموضوعات التي اهتم بها العلماء والمختصون بمجال التلوث, لذا نعبر عن المياه المستعملة أو ما تعرف بمياه المجاري أو بمياه الصرف الصحي وهي مزيج من الفضلات البشرية والحيوانية و الصناعية و الجراثيم الضارة ومقادير كبيرة من المياه المستعملة من قبل الإنسان في مختلف فعاليته الحياتية .

ولأن هذه المياه تعتبر مصدرا رئيسيا من مصادر التلوث والإضرار بصحة المجتمعات كان من اللازم جمعها وسوقها إلى خارج المدن ومعالجتها في منشآت خاصة تدعي محطات المعالجة ونقوم بتحليل هذه المياه بعد المعالجة.

إن الغاية من محطات معالجة المياه المستعملة وتحليلها تتلخص في إيجاد الظروف الملائمة لإزالة الأضرار المتلازمة بتلك المياه وذلك بإرجاع مختلف مكوناتها العضوية إلى عناصرها الأساسية الثابتة عديمة الضرر والقضاء على الجراثيم الموجودة فيها والتي تشكل خطرا على صحة الإنسان بما يسمح بطرح تلك المياه المعالجة في المصبات الطبيعية المجاورة(نهر , مجرى سيلي , بحر....) أو بإعادة استخدامها في ري المزروعات أو حقن المياه الجوفية، وكذلك يمكن استخدام المواد الصلبة الناتجة عن المعالجة في تخصيب التربة الزراعية وكمصدر لتوليد الطاقة.

إن معالجة المياه المستعملة هي في حد ذاتها عملية طبيعية حيث تحقق التفاعلات البيولوجية اللازمة بمساعدة كائنات حية دقيقة تقوم بتثبيت المواد العضوية الموجودة في تلك المياه بمساعدة العناصر الأساسية الموجودة في الطبيعة(الشمس,الهواء,درجة الحرارة) ؛وكلما كانت الظروف السائدة في الموقع ملائمة لتحقيق هذه الشروط كان مردود المحطة (درجة نقاوة المياه بعد المعالجة) عاليا والغاية التي أنشئت من أجلها قد تحققت ولابد من الإشارة إلى أن التكاليف الإجمالية لإنشاء وتشغيل وصيانة محطات ومعالجة المياه المستعملة في المدن تبلغ أرقاما باهظة,إلا يجب ألا ينظر إلى هذا الموضوع من زاوية

اقتصادية أو مالية مجردة وقصيرة المدى وإنما يجب اعتبار كافة الفوائد الصحية والاجتماعية والاقتصادية و البيئية التي يمكن تحقيقها على المدى البعيد من إنشاء تلك المحطات.

وطالما أن الإنسان هو المسؤول الأول على إحداث التلوث البيئي فعليه تقع المسؤولية الرئيسية في إزالة هذا التلوث ضمن أهم مشاريع الخدمات التي يجب أن تنجزها المجتمعات المتحضرة.

1- **تلوث الماء**: يعتبر الماء ملوثاً عندما يتغير تركيب عناصره أو تتغير حالته بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بحيث تصبح هذه المياه اقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها أو لبعضها " خصائص كيميائية و فيزيائية " .[**1**]

2 - أنواع التلوث:

●التلوث البيولوجي (الحيوي) : ويقصد بالتلوث البيولوجي وجود كائنات حية مرئية أو غير مرئية بالعين المجردة ,نباتية كانت أو حيوانية في البيئة المائية العذبة أو المالحة السطحية أو الجوفية.

●التلوث الصناعي (المصانع والمستشفيات): ويقصد بالتلوث الصناعي وجود نفايات صناعية و زراعية صلبة وسائلة المحتوية على المعادن الثقيلة مثل الرصاص ،الزئبق،الكاديوم وغيرها في المياه السطحية والجوفية.

●ألتلوث الإشعاعي (نووي) : ومصدر هذا التلوث يكون،غالباً، عن طريق التسرب الإشعاعي من المفاعلات النووية، أو عن طريق التخلص من هذه النفايات، في البحار والمحيطات والأنهار. وفي الغالب لا يُحدث هذا التلوث أي تغيير في صفات الماء الطبيعية، مما يجعله أكثر الأنواع خطورة، حيث تمتصه الكائنات الموجودة في هذه المياه، في غالب الأحوال، وتتراكم فيه، ثم تنتقل إلى الإنسان، أثناء تناول هذه الأحياء، فتحدث فيه العديد من التأثيرات الخطيرة، منها الخلل والتحولات التي تحدث في الجينات الوراثية.

●التلوث الكيميائي (الأسمدة و المبيدات):ويقصد بالتلوث الكيميائي وجود مواد عضوية وغير عضوية(معدنية) في مياه المجاري. [2]

3 - مصادر تلوث الماء :

يتلوث الماء بكل مايفسد خواصه أو يغير من طبيعته ، والمقصود بتلوث الماء هو تدنس مجاري الماء و الآبار والأنهار والبحار والأمطار والمياه الجوفية مما يجعل ماءها

غير صالح للإنسان أو الحيوان أو النباتات أو الكائنات التي تعيش في البحار والمحيطات ، ويتلوث الماء عن طريق المخلفات الإنسانية والنباتية والحيوانية والصناعية التي تلقي فيه أو تصب في فروعه ، كما تتلوث المياه الجوفية نتيجة لتسرب مياه المجاري إليها بما فيها من بكتريا وصبغيات كيميائية ملوثة ، ومن أهم مصادر تلوث الماء ما يلي :

3-1 مياه الأمطارالملوثه:

تتلوث مياه الأمطار خاصة في المناطق الصناعية لأنها تجمع أثناء سقوطها من السماء كل الملوثات الموجودة بالهواء ، والتي من أشهرها أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت و ذرات التراب ، ومن الجدير بالذكر أن تلوث مياه الأمطار ظاهرة جديدة استحدثت مع انتشار التصنيع ، وإلقاء كميات كبيرة من المخلفات والغازات والأتربة في الهواء أو الماء .

وإذا كان ماء المطر نقيا عند بدء تكوينه "فإن دوام الحال من المحال "، هكذا قال الإنسان وهكذا هو يصنع ، لقد امتلئ الهواء بالكثير من الملوثات الصلبة والغازية التي نفثتها مداخن المصانع ومحركات الآلات والسيارات ، وهذه الملوثات تذوب مع مياه الأمطار وتتساقط مع الثلوج فتمتصها التربة لتضيف بذلك كماً جديداً من الملوثات إلى ذلك الموجود بالتربة ، ويمتص النبات هذه السموم في جميع أجزائه ، فإذا تناول الإنسان أو الحيوان هذه النباتات أدى ذلك إلى التسمم .[1]

3- 2 المخلفات الصناعية:

وهي تشمل مخلفات المصانع الغذائية والكيمائية والألياف الصناعية والتي تؤدي إلى تلوث الماء بالدهون والبكتريا والدماء والأحماض والقلويات والأصباغ والنفط ومركبات البترول والكيماويات والأملاح السامة كأملاح الزئبق والزرنيخ ، وأملاح المعادن الثقيلة كالرصاص والكادميوم . [1]

3 - 3 المفاعلات النووية:

وهي تسبب تلوثًا حرارياً للماء مما يؤثر تأثيراً ضاراً على البيئة وعلى حياتنا ، مع احتمال حدوث تلوث إشعاعي لأجيال لاحقة من الإنسان وبقية حياتنا .[1]

3 - 4 المبيدات الحشرية:

والتي ترش على المحاصيل الزراعية أو التي تستخدم في إزالة الأعشاب الضارة ، فينساب بعضها مع مياه الصرف المصارف ، كذلك تتلوث مياه الزرع والقنوات التي تغسل فيها معدات الرش وآلاته ، ويؤدي ذلك إلى قتل الأسماك والكائنات البحرية كما يؤدي إلى نفوق الماشية والحيوانات التي تشرب من مياه الزرع والقنوات الملوثة بهذه المبيدات .

وبالرغم من أن هذه المبيدات تفيد في مكافحة الحشرات الضارة ، إلا أنها ذات تأثير قاتل على البكتريا الموجودة في التربة ، والتي تقوم بتحليل المواد العضوية إلى مركبات كيميائية بسيطة يمتصها النبات ، وبالتالي تقل خصوبة التربة على مر الزمن مع استمرار استخدام هذه المبيدات ، وهذه طامه كبرى ، وخاصة إذا أضفنا إلى ذلك المناعة التي تكتسبها الحشرات نتيجة لاستخدام هذه المبيدات والتي تؤدي إلى تواجد حشرات قوية لا تبقى ولا تضر أي نبات أخضر إذا هاجمته أو داهمته .[1]

3 - 5 التلوث الناتج عن تسرب البترول في البحار و المحيطات:

وهو إما نتيجة لحوادث غرق الناقلات التي تتكرر سنوياً ، وإما نتيجة لقيام هذه الناقلات بعمليات التنظيف وغسل خزاناتها وإلقاء مياه الغسل الملوثة في عرض البحر.

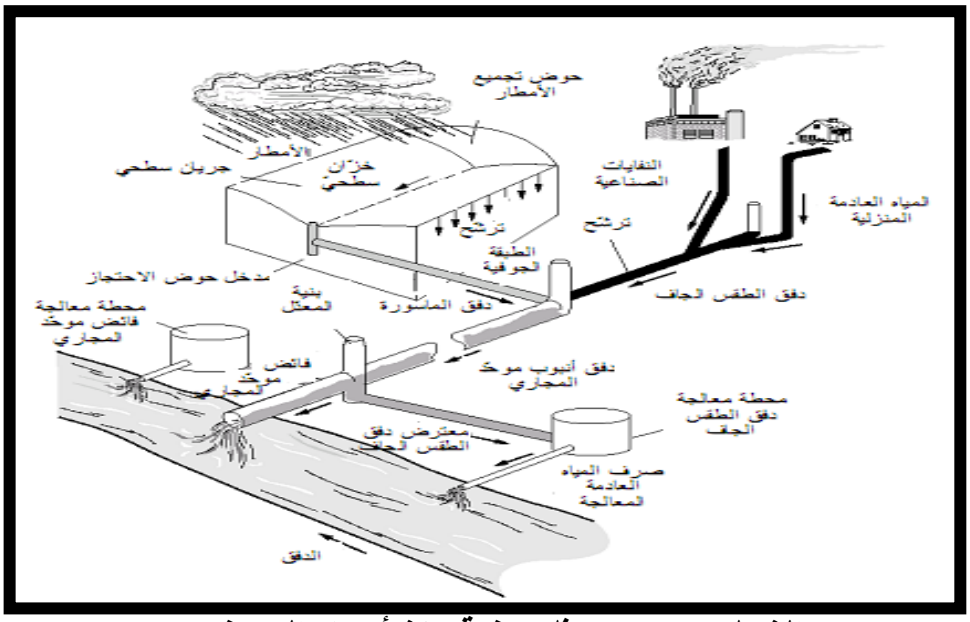
من أسباب تلوث مياه البحار أيضاً بزيت البترول تدفقه أثناء عمليات البحث والتنقيب عنه ، كما حدث في شواطئ كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية في نهاية الستينيات ، ويكون نتيجة ذلك بقعة زيت كبيرة الحجم قدر طولها بـ800 ميل على مياه المحيط

الهادي ، وأدى ذلك إلى موت أعداد لا تحصى من طيور البحر ومن الدلفين والأسماك والكائنات البحرية نتيجة للتلوث .[1].

3- 6 - مياه الصرف :

يرتكز تصميم وحدات معالجة المياه الصرف واختيار تكنولوجيا فعّالة للمعالجة على فهم طبيعة المياه الصرف فهذه المياه تنشأ من المياه المستخدمة في المنازل والمؤسسات والمرافق الصناعية، ومن مياه الأمطار والمياه الجوفية والسطحية (الشكل 1-1) و يتفاوت دفق المياه الصرف حسب مستوى استخدام المياه، الذي يتعلق بعوامل عدّة، منها المناخ، وحجم المجتمع ومستوى المعيشة، ونوعية إمدادات المياه وكلفتها وممارسات الحفاظ عليها، ومستوى التصنيع، وضغط الإمداد.

وتحدد نوعية المياه الصرف حسب خصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية. فالخصائص الفيزيائية تشمل اللون والرائحة والحرارة و التعكر، والمحتويات غير المذابة، ومنها الأجسام الصلبة والنفط والشحم، والأجسام الصلبة تصّنف إلى مواد صلبة معلقة و مواد صلبة مُذابة وأجزاء عضوية متطايرة وغير عضوية ثابتة.



(الشكل 1-1) : يمثل كيفية منشأ مياه الصرف [4]

1-6-3 مصادر مياه الصرف:

تنقسم مياه الصرف من حيث مكان المنشأ إلى :

أ - مياه مجاري منزلية أو مياه فضلات المدينة :وهي تلك المياه المصروفة من المنازل بعد استعمالها، مثل دفيق الحمامات والمطابخ والمغاسل والمراحيض ونحوها . ويطلق عليها عند اختلاطها مع دفيق المحلات التجارية والمباني الحكومية والتعليمية والترفيهية وما شابهها بمياه الفضلات البلدية. [3]

ب - مياه مجاري صناعية :وهي تلك المصروفة من المنشآت الصناعية بعد استعمالها.

2-6-3 شبكات جمع مياه الصرف:

تنقسم شبكات جمع ونقل مياه الصرف إلى ثلاثة أقسام رئيسية، وذلك حسب طبيعة المياه المنقولة بداخلها، وهي:

أ شبكات الصرف الصحي **:**تتولى جمع ونقل وتصريف دفيق كل من المنازل والمصانع والمحال التجارية.

ب شبكات صرف مياه الأمطار **:**تتولى جمع ونقل وتصريف مياه الأمطار من على الشوارع وأسطح البيوت وما شابه.

ج .شبكات صرف مشتركة **:**تتولى جمع ونقل مياه الصرف الصحي ومياه الأمطار معًا في شبكة واحدة مشتركة. [3]

3-6- 3 - المظهر العام لمياه المجاري:

تبدو مياه المجاري للناظر إليها على شكل سائل عكر، يحتوي على الكثير من العوالق الصلبة .ويكون لونها رماديًا عندما تكون حديثة التشكل ، وتنبعث منها رائحة كريهة تشبه

رائحة الخردل .وتحمل في جوانبها الكثير من المواد الطافية والصلبة الناتجة من مفرغات الجسم البشري ومخلفات الأغذية وما يلقيه الناس في شبكة الصرف الصحي من مواد صلبة كالورق والأخشاب ... الخ .ومع مرور الوقت يتحول لونها من اللون الرمادي إلى اللون الأسود وتصبح ذات رائحة كريهة منفرة، وتبدأ حينها المواد الصلبة السوداء بالطفو على سطحه، ويطلق عليه حينئذ ماء المجاري العفن. [3]

3-6- 4 مكونات المياه المجاري:

3-6- 4-1 المواد الصلبة:

مما سبق ذكرنا تتكون مياه المجاري من مواد صلبة وماء يقوم بدور الناقل والحامل لها . وعلى الرغم من أن هذه المواد لا تشكل إلا نسبة ضئيلة لا تتجاوز 0.1 % من الوزن الكلي للمياه، إلا أنها تعتبر ملوثات خطيرة يصعب إزالتها والتخلص منها بسهولة .وتنقسم هذه المواد حسب طبيعتها الكيميائية إلى مواد عضوية ومواد غير عضوية، وحسب طبيعتها الفيزيائية إلى مواد ذائبة ومواد عالقة. [3]

4 -1 -1 المواد العضوية :

تتألف المواد العضوية من مواد ذات أصلٍ حيواني أو نباتي ، وتشمل عادة نفايات الحيوانات الحية والميتة وخلايا النباتات مع بعض المركبات الصناعية .وتتكون في الأساس من مجموعة مركبات تحتوي على الكربون والكبريت والفسفور، وأهم مجموعاتها البروتينات و الكربوهيدرات والشحوم ، وجميع هذه المواد قابلة للتحلل البيولوجي بواسطة البكتيريا وغيرها من الكائنات الدقيقة. [3]

4 - 1 - 2 المواد غير العضوية :

وتتكون من مواد معدنية كالأملاح المعدنية والرمل والحصى والغرين وغيره .وهذه المواد خاملة، أي غير قابلة للتحلل البيولوجي .ويمكن وصف هذه المواد بشكل عام بأنها غير قابلة للاحتراق.

ويعتمد تركيز مياه المجاري ودرجة تلوثها بشكل عام على كمية المواد العضوية وغير العضوية الكلية المتواجدة فيها .في حين تُحدد إمكانية وكفاءة التحلل بقوة تركيز المواد العضوية فقط.

وتُصنف مياه المجاري من حيث التركيز إلى :مياه فضلات شديدة، ومتوسطة وضعيفة . وتتصف مياه الفضلات الشديدة باحتوائها على تراكيز عالية من المواد الصلبة، خاصة العضوية منها .بينما تتصف مياه الفضلات الضعيفة بخلاف ذلك .هذا ويجب التأكيد هنا بأن مقادير التراكيز الذي يتم على أساسه تصنيف مياه الفضلات يختلف باختلاف الأماكن، فقد تعتبر مياه الفضلات شديدة التركيز في بعض الأماكن، بينما تعتبر نفسها متوسطة التركيز في أماكن أخرى. [3]

4 -1 - 3 المواد الصلبة المستعلقة :

وهي المواد المستعلقة بالمياه والتي من الممكن رؤيتها بالعين المجردة .وتشمل المواد الطافية والرمال والحصى ومفرغات الجسم البشري الصلبة والورق وقطع الأخشاب ومخلفات الطعام والنفايات الصلبة وخلافه .وهذه المواد سهلة الإزالة من مياه المجاري بالطرق الفيزيائية أو الميكانيكية كالترسيب أو الترشيح مثلا, وتقسم في العادة إلى قسمين هما:

أ - المواد الصلبة المترسبة :

وهي الجزء من المواد الصلبة ذات الحجم والوزن الكافي ليسمح بالترسيب خلال فترة زمنية محددة وفي العادة خلال ساعة واحدة تقاس بالميليمتر في اللتر وتقاس أيضا بوحدة الوزن ملغرام باللتر، وتشكل المواد العضوية نسبة 70 % منها والباقي غير عضوي. [3]

ب **- المواد الصلبة الغروانية :**

وهي المواد الصلبة العالقة الغير قادرة على الترسب بسهولة بصورتها الطبيعية،وتتراوح أبعاد هذه المواد ما بين 1 ملي مايكرون إلى 1 مايكرون تقريبًا . وتبلغ نسبة الجزء العضوي منها حوالي الثلثين تقريبًا ، وهو قابل للتحلل سريعًا في وحدات المعالجة البيولوجية. [3]

4 - 2 المواد الصلبة الذائبة :

وهي كافة المواد التي تمر من خلال أوراق الترشيح المخبري مشتملة على المواد الغروانية وتشكل المواد الذائبة في المياه حوالي 90 % والباقي على شكل الغرواني. وتشكل المواد العضوية حوالي40 % من إجمالي المواد الصلبة الذائبة والباقي غير عضوي، والجزء الغرواني يكون في الغالب عضوي التركيب. [3]

3-4 المواد الصلبة الكلية :

وهي مجموع كل المواد الصلبة الآنفة الذكر بغض النظر عن حالتها الفيزيائية أو الكيميائية .وتحتل المادة العضوية في الغالب نصفها، يشكل مقدار الذائب منه الثلثان تقريبًا. ومن الجدير ذكره أن نسب تراكيز المواد الصلبة بالنسبة لبعضها البعض تختلف باختلاف شدة تركيز مياه المجاري، ومحتواها من مياه الفضلات الصناعية ومياه الحفر الامتصاصية أوالنضح ووقت أخذ العينة، إن كان نهارًا أو لي ً لا؛ والمنطقة أو البلد التي أخذت منها فهي

تختلف في أمريكا (معدل استهلاك الفرد اليومي من الماء 350 لتر)عنها في الأردن (معدل استهلاك الفرد اليومي من الماء 80 لتر) . [3]

4- 4 الغازات الذائبة :

تحتوي مياه المجاري على نسبة صغيرة من الغازات الذائبة ويشكل الأكسجين أهمها ويكون جزءًا أساسيا من المياه الأصلية بالإضافة إلى الجزء الذي يذاب في المياه أثناء تلامسها مع الهواء ويعرف هذا الجزء بالأكسجين المذاب. وتحتوي مياه الفضلات بالإضافة إلى الأكسجين على ثاني أكسيد الكربون وغاز كبريتيد الهيدروجين الناتج عن تحلل المواد العضوية وغير العضوية. [3]

4- 5 السوائل المتطايرة:

وهي السوائل التي تحتويها مياه المجاري والتي تكون قابلة للتطاير بسهولة تحت الظروف التي تجري فيها المياه. ومثال على هذه السوائل البنزين. [3]

4 - 6 الكائنات الحية الدقيقة :

وهي الكائنات التي تتواجد في مياه المجاري بصورة طبيعية، وتتغذى على المواد العضوية الموجودة فيها .وهذه الكائنات مهمة في عمليات المعالجة البيولوجية، ويتوقف نجاح عملية المعالجة في الأساس على مقدرة هذه الكائنات على التكاثر وتحليل المادة العضوية .وتنقسم هذه الكائنات إلى صنفين :

1) كائنات بسيطة التركيب كالجراثيم والتي تعتبر من أهمها، والفطريات والأوالي والطحالب؛

2) والكائنات أكثر تعقيدًا، منها ما هو نباتي كبذور النباتات ومنها ما هو حيواني كالديدان مثلا .وتتغذى مجمل هذه الكائنات بصورة رئيسية على المواد العضوية الموجودة

في مياه الفضلات، وقد تحتاج أو لا تحتاج إلى الأكسجين بناءً على نوعها (هوائية أو لا هوائية). [3]

4 -7 الكائنات الحية غير الدقيقة:

وهي كائنات أكبر حجمًا من سابقاتها إلى درجة أن بعضها يمكن رؤيته بالعين المجردة . وتشمل الحشرات والقشريات وغيرها .وتشارك هذه الكائنات في عملية التحلل البيولوجي للمواد العضوية بشكل فعّال. [3]

4 - 8 الفيروسات :

وهي كائنات متناهية في الصغر ولا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر الإلكتروني .ولا تشارك الفيروسات في عمليات المعالجة ولكن وجودها يشكل خطرًا على الصحة العامة فهي مسببة لكثير من الأمراض. [3]

مقدمة:

تمر مياه المجاري بمراحل مختلفة في محطة المعالجة ويتم اختيار المرحلة أو مجموعة المراحل المناسبة للمعالجة بحسب نوعية المياه الخام ومواصفات المصب العام الواجب المحافظة عليها والآثار البيئية المترتبة من طرح أو إعادة استخدام نواتج المحطة على الإنسان والحيوان والتربة والجو المحيط ويتقيد تصميم محطات التصفية بالعوامل التالية :

1- تدفق :وهو مقدار الماء الملوث الذي يمكن استقباله ويكون مختلف يومي و سنوي

2- خصائص مياه الفضلات : التغيرات في خصائص الكيميائية والبيولوجية في الفصول الرطبة والجافة

3- المؤثرات البيئية العامة (الروائح – الضجيج - موقع المحطة والمرافق الأخرى)**[3]**

المعالجات المتبعة في المحطات :

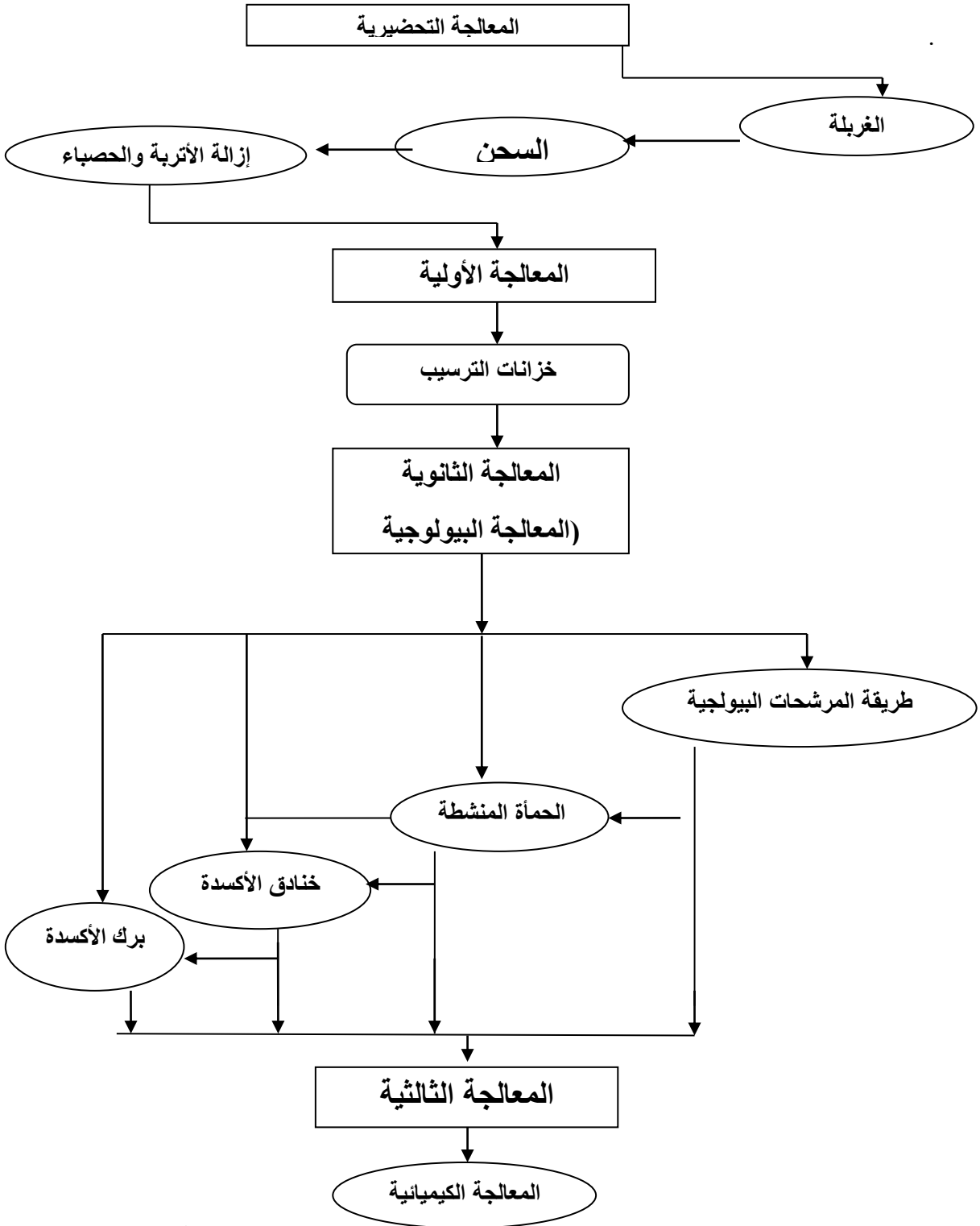
تتعرض مياه الفضلات في محطات المعالجة إلى أربعة مراحل على الأكثر من المعالجة، وهي:

- ❖ المعالجة التحضيرية.
- ❖ المعالجة الأولية.
- ❖ المعالجة الثانوية .
- ❖ المعالجة الثالثية .

وتعتمد المعالجة على ثلاثة عمليات أساسية هي كالتالي:

- ❖ العمليات الفيزيائية:وتتمثل في التصفية، الطحن، معادلة التدفق ،الترسيب، التعويم، الترشيح عبر وسط حبيبي

- العمليات الكيميائية: الترسيب الكيميائي ، الامتزاز ، التطهير ، نزع الفوسفور
- العمليات البيولوجية: المرشحات البيولوجية، الحمأة المنشطة، برك لأكسدة، خنادق الأكسدة



الشكل(2-1) : رسم توضيحي لمراحل المعالجة

1- المعالجة التحضيرية :

تلعب وحدات المعالجة التحضيرية في محطات المعالجة دورًا أساسيا ومهمًا. فهي تقوم باعتراض مياه الفضلات الداخلة إلى المحطة والعمل على إزالة المواد الصلبة أو الشوائب الكبيرة منها. ولعملية الإزالة هذه فوائد عديدة أهمها:

1) تفادي خطر انسداد المضخات الهيدروليكية، والحد من تآكل جدرانها وجدران المواسير في المحطة.

2) تجنب إشغال المواد الصلبة الكبيرة والغير قابلة للتحلل حيزًا في وحدات المعالجة البيولوجية وغيرها مما يؤثر على كفاءة المعالجة فيها ويزيد من الكلفة التشغيلية وكلفة الصيانة لها.

تتألف المعالجة التحضيرية بشكل رئيسي من العمليات التالية: الغربلة أو التصفية، والسحن وإزالة الرمال والأتربة.

1- 1-الغربلة أو التصفية:

تتكون وحدات الغربلة أو التصفية من قضبان أو أسلاك متوازية رأسية أو مائلة عن الأفق بزاوية، أو من مشبك أو شبكة سلكية أو صفيحة مثقبة .وتكون الفراغات فيما بينها أو فتحاتها على أشكال عديدة، وأغلبها الدائري والمستطيل .ويطلق عادة على الشبكة ذات القضبان المتوازية الرأسية أو المائلة عن الأفق بزاوية بالمشط ، بينما يطلق على الشبكة السلكية أو الصفيحة المثقبة الغربال أو المصفاة .

وكما سبق ذكره تكمن أهمية الأمشاط أو الغرابيل في حماية المضخات والصمامات والمواسير وغيرها من التلف أو الانسداد بسبب احتواء مياه الفضلات على مواد صلبة كبيرة

وتُوضع قضبان الأمشاط بشكل وتتكون الغرابيل أو المصافي في الأساس من 30° إلى 80°رأسي .

1- 2- السحن :

تُسحن المواد الصلبة الموجودة في مياه الفضلات أحيانًا إلى حبيبات صغيرة منتظمة التوزيع وذلك:

لرفع كفاءة عمليات المعالجة التي تلي السحن - القضاء على المشاكل المتأتية من اختلاف أحجام المواد الصلبة في الدفيق الداخل. وتتولى عملية السحن معدات خاصة تسمى الساحنات.

ويتم السحن عادة للمواد الصلبة الملتقطة على الغرابيل، حيث تُسحن وتُعاد ثانية إلى الدفيق ليتم معالجتها في وحدات المعالجة التي تلي عملية السحن .وهناك جدل حول أهمية سحن المواد الصلبة، فالبعض يرى أن المواد التي تُزال لا يجوز إعادتها إلى المياه، والبعض الآخر يقول أن المواد المسحونة والمعادة إلى الدفيق يمكن معالجتها بسهولة في وحدات المعالجة، وبغض النظر عن الجدل القائم يجب النظر إلى أهمية السحن بناءً على مقتضيات الأمور في كل محطة.

1- 3-إزالة الأتربة أو الحصباء :

تتألف الحصباء التي تحملها مياه الفضلات من الرمل والحصى وغيرها من المواد الصلبة الثقيلة التي تتجاوز سرعاتها الرأسية أو أوزانها النوعية تلك الموجودة لدى المواد الصلبة العضوية القابلة للتحلل .وتشمل أيضًا قشر البيض وفتات العظم، والبذور، ومخلفات القهوة والشاي ومخلفات الأطعمة كبيرة الحجم وما شابهها.

وتكمن أهمية إزالة الحصباء من مياه الفضلات في حماية أجزاء المعدات المتحركة من عمليات الحث والنخر، والحد من التصاق المخلفات الثقيلة بجدران المواسير والقنوات المفتوحة وتراكمها ، ويعتبر إزالة الحصباء ضروريا قبل المضخات النابذة والمبادلات الحرارية والمضخات الحجابية ذات الضغط العالي .ويفضل من ناحية اقتصادية وضع

غرف إزالة الحصباء في مقدمة محطات المعالجة بعد الأمشاط والغرابيل والساحنات مباشرة.**[3]**

2-المعالجة الأولية :

تعمل المعالجة الأولية على إزالة المواد الطافية والمواد القابلة للترسب بوقت معقول. ومن مرافقها: خزانات الترسيب الأولية. وتستطيع خزانات الترسيب الأولية التخلص من 50 % من الطلب الكيميائي الحيوي من الأكسجين، إضافة إلى 60 % من المواد المستعلقة الكلية.

تعتمد المعالجة الأولية على ترسيب المواد العالقة والأتربة وتعتمد على نظرية الترسيب البسيط التي تنص:

على أن سرعة الجريان في أحواض الترسيب الأولي على اختلاف أشكالها وأنواعها الأحواض المستطيلة أو الدائري هي تكون صغيرة ، لذا يكون الجريان صفحيًا في هذه الحالة وبالتالي يتم ترسيب الذرات الصلبة في هذه الأحواض . **[6]**

هناك عوامل عديدة تؤثر في عملية الترسيب منها الكثافة وحجم الماذة الصلبة و كثافة الماء سرعة الجريان درجة الحرارة الماء ..... الخ .

الشكل (2-2) أحواض ترسيب دائرية [7]

الشكل (2-3) أحواض ترسيب مستطيلة [7]

2-1- أحواض الترسيب :

يقوم مبدأ عمل الحوض الترسيب على تهدئة جريان المياه الداخلة إليه إلى الدرجة التي تُتيح للمواد الصلبة العالقة ذات الوزن النوعي الأكبر من الماء للترسب والأصغر منه للطفو.

ويُستعمل هذا المبدأ في محطات معالجة مياه الفضلات لإزالة المواد الصلبة العالقة، سواءً قبل المعالجة البيولوجية ويطلق عليه ترسيبا أوليًا أو بعدها ويطلق عليه ترسيبًا ثانويًا.

ويُستخدم الحوض الترسيب الأولي إما للقيام بمهمة المعالجة الرئيسية أو كمرحلة أولية قبل البدء بعملية المعالجة الفعلية .فإن كانت مهمته القيام بالمعالجة الرئيسية فيجب عليه أن يكون قادرًا على:

1- إزالة المواد القابلة للترسب والتي قد يشكل عدم إزالتها حمأة عضوية على جوانب الأنهار والقنوات الملقاة فيها .

2- إزالة المواد الصلبة الطافية كالزيوت والشحوم ونحوها .

ولا تختلف أحواض الترسيب الأولية عن الثانوية في طبيعة عملها ، فبينما تقوم خزانات الترسيب الأولية بترسيب المواد الصلبة العالقة في المياه قبل بدء المعالجة البيولوجية، تقوم الأحواض الثانوية بترسيب وتثبيت المواد الصلبة العضوية، الناتجة من المعالجة البيولوجية وأهمها الجراثيم . **[3]**

2-2 أسس التصميم لأحواض الترسيب الابتدائى :

1. معدل التحميل السطحي يتراوح بين (15-35) متر مكعب /متر مربع/ يوم .
2. مدة بقاء الماء في الأحواض حوالي(2 -3) ساعات.
3. العمق يفضل ألا يقل عن 3 متر ولا يزيد عن 5 متر.
4. في الأحواض المستطيلة نسبة الطول للعرض 1:4 ، ولا يزيد الطول عن 40 متر.

5. السرعة الأفقية لا تتعدى 30 سم /دقيقة.

6. لا يقل 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 ألهدار يتراوح بين(150-230) م3/م من طول الهدار فى اليوم.

9. يكون حيز تجميع الرواسب بحيث يكفى لتجميع الرواسب لمدة 12 ساعة.**[7]**

3- المعالجة الثانوية :(المعالجة البيولوجية)

تعتبر المعالجة البيولوجية لمياه المجاري من أهم مراحل المعالجة التي يجب تطبيقها على المياه في المحطة وتهدف هذه المعالجة إلى أكسدة المواد العضوية المختلفة الموجودة في مياه المجاري وتحويلها إلى مركبات مستقرة وكتلة حيوية تتألف في معظمها من البكتريا وبعض الكائنات الدقيقة التي يمكن فصلها عن المياه ومعالجتها على انفراد وبالتالي الحصول على مياه خالية عملياً من التلوث العضوي ، ويعتبر وجود الأوكسجين والبكتريا أهم عنصرين من العناصر المطلوبة لإنجاح المعالجة البيولوجية إضافة إلى شروط أخرى مثل درجة الحرارة ووجود بعض المغذيات المساعدة .**[8]**.

- **التفاعلات الحاصلة :**

كربون عضوي + O_2 $\xleftarrow{\text{بواسطة البكتريا هوائية}}$ ثاني أكسيد الكربون+نواتج أخرى غير عضوية

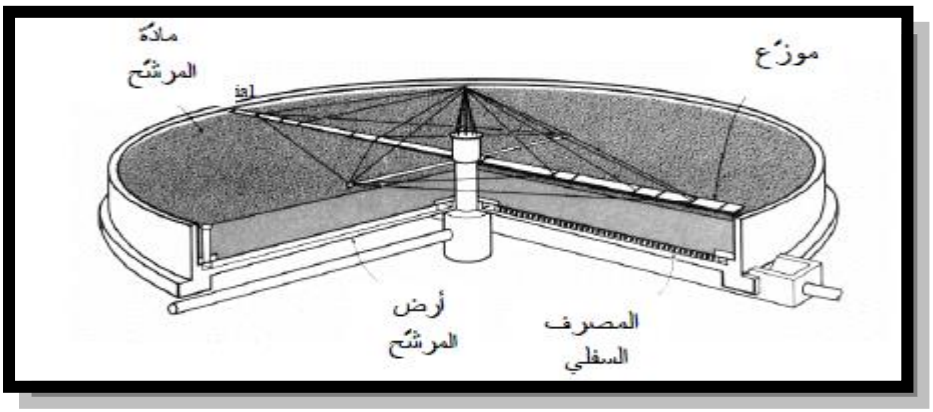
نيتروجين عضوي + O_2 $\xleftarrow{\text{بواسطة البكتريا هوائية}}$ نترات +نواتج أخرى غير عضوية

فسفور عضوي+ O_2 $\xleftarrow{\text{بواسطة البكتريا هوائية}}$ فوسفات +نواتج أخرى غير عضوية

مركب عضوي ←(بواسطة البكتريا لاهوائية) **ثاني أكسيد الكربون+ غاز الميثان نواتج أخرى غير عضوية**

1-3 طريقة المرشحات البيولوجية :

تعتبر المرشحات البيولوجية من أقدم الطرق المتبعة في المعالجة وتستعمل من أجل مياه المجاري ذات التراكيز الكبيرة للملوثات العضوية والصناعية ويصل مردودها في الشروط النظامية إلى حوالي(90%) يتألف حوض التفاعل من خزان يحوي على وسيط مرشح يتكون من الحصى الخشن أو مواد صلبة أخرى. **[7]**

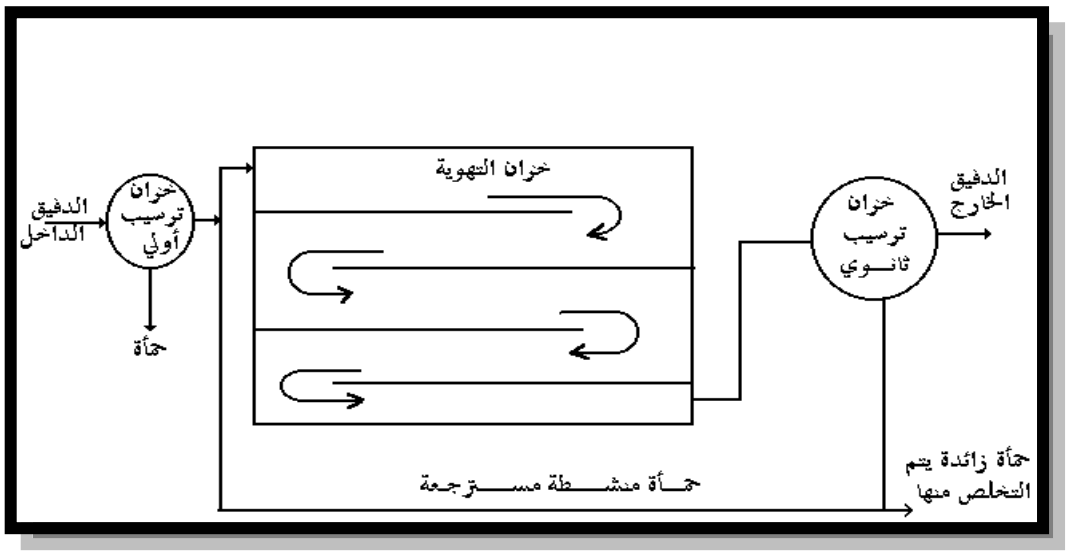


الشكل (2-4) رسم تخطيطي للمرشح البيولوجي [6]

2-3 طريقة الحمأة المنشطة :

تتلخص هذه الطريقة بتطبيق تهوية في أحواض خاصة على مياه المجاري بغية تشكيل مزيج منحل من المواد العضوية وغير العضوية والمياه والأوكسجين المنحل في الماء ونسبة كبيرة من الكائنات العضوية الدقيقة معظمها من البكتيرية تساق بعد ذلك هذه المياه من أحواض التهوية إلى أحواض ترسيب ثانوي حيث يتم فيها ترسيب المزيج المنحل والحصول على حمأة راسبة تتجمع فوق قاع حوض الترسيب الثانوي حيث يصرف جزء منها إلى معالجة تالية ويعاد الجزء الأكبر مرة أخرى إلى التهوية لإعادة تنشيط عمل البكتيريا الهوائية والاختيارية في تلك الأحواض والحصول على حمأة منشطة ذات فعالية كبيرة في المعالجة

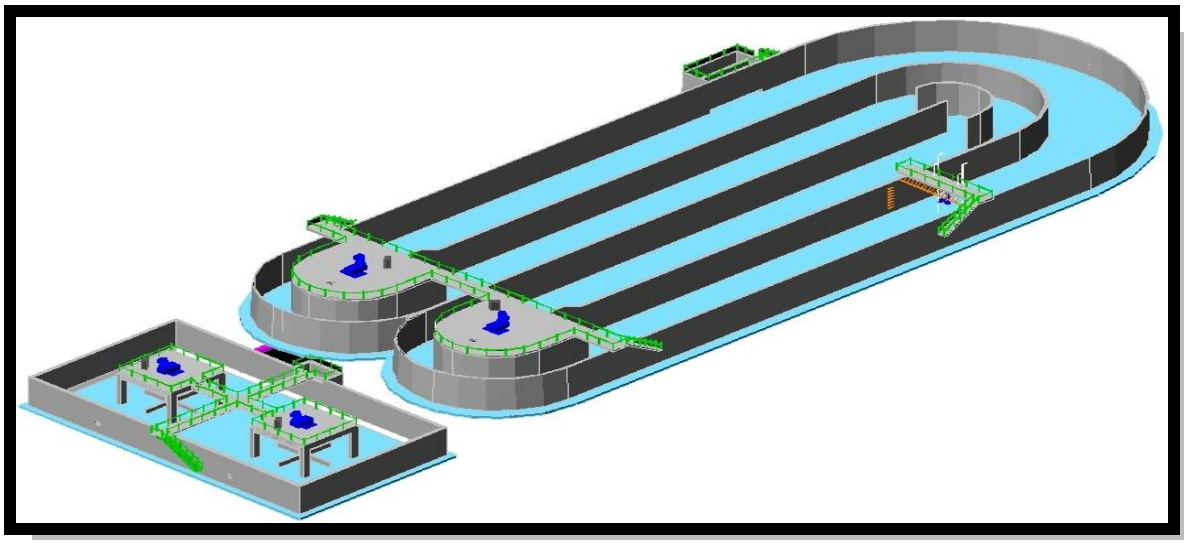
البيولوجية أما المياه الصادرة عن أحواض الترسيب الثانوي فتصرف في المصب العام وأحيانًا بعد ترشيحها وإضافة مقادير محددة من الكلور أو المواد المعقمة لجعلها خالية عمليًا من الملوثات العضوية والجرثومية. **[6]**



الشكل(2-5) مخطط المعالجة بالحمأة المنشطة [3]

3-3 خنـادق الأكسـدة :

وهي طريقة من طرق التهوية المطولة وتصمم بنفس الأسلوب ولكنها تعتمد على البساطة في الإنشاء والتشغيل وتتكون من واحدة أكثر من القنوات التي يتم فيها تهوية وتقليب مياه المجاري ميكانيكياً ومن ميزاتها الأساسية أن كمية الرواسب الزائدة المصروفة من أحواض الترسيب النهائية صغيرة نسبياً ومؤكسدة وتعالج فيها مياه المجاري بعد المصافي، ويمكن إستخدام القنوات للترسيب أيضاً مدة معينة مرة إلى ثلاث مرات يومياً بوقف التهوية للسماح بالترسيب وبعد ذلك يتم تصريف المياه المروقة بعد الترسيب ويعاد تشغيل العملية. وفي أثناء فترة الترسيب يتم حجز مياه المجاري في خطوط التجميع أو بإستخدام وحدتين من قنوات الأكسدة أو بتقسيم القناة إلى جزئين ولايستخدم هذا التشغيل في التدفقات الصغيرة نسبياً ، أما في التشغيل العادي فيجب إنشاء حوض ترسيب نهائي بعد قنوات الأكسدة. **[9]**



الشكل (2-6) خنادق الأكسدة [7]

1-3-3 أسس تصميم قنوات الأكسدة :

- مدة بقاء المياه فى القنوات = (12-36) ساعة.
- سرعة المياه فى القنوات = (30 – 40) سم /ثانية.
- العرض = (1-5) متر. العمق = (1-2) متر ، ويصل إلى 3 متر للقنوات الكبيرة
- الطول = (100-1000) متر.
- ميول الجوانب = 3:2

4-3 برك الأكسدة :

تعتبر برك الأكسدة أبسط الطرق على الإطلاق لمعالجة مياه المجاري والمخلفات الصناعية ويجري استخدامها بمعظم دول العالم وعلى سبيل المثال تمثل برك الأكسدة ثلث محطات معالجة المجاري في الولايات المتحدة . وتنشأ هذه البحيرات بطرق هندسية بسيطة لاتتعدى في بعض الأحيان أعمال الحفر والتمهيد والتسوية إذا كانت التربة قوية متماسكة ويكون عمقها عادة صغير ومساحتها كبيرة.

وتتم المعالجة في هذه البحيرات بطريقة طبيعية تعتمد على نشاط مشترك متكامل تقوم به الطحالب والبكتريا بالإستعانة بأشعة الشمس وبعض العناصر الموجودة أصلاً في مياه المجاري .

ويفضل قبل أعمال التصميم والتنفيذ عمل دراسة الأمور التالية :

طبوغرافية المنطقة ومايحيط بها، طبيعة المياه الجوفية، خصائص التربة ومكوناتها، درجة الحرارة والرياح السائدة والسطوع الشمسي، خصائص مياه الصرف، شكل البحيرات المناسب وأسلوب تشغيلها الأمثلي، تكاليف الإنشاء والأرض والشتغيل، مجالات إستعمال المخلفات السائلة بعد معالجتها.

ويجب أن يحقق شكل البحيرات وعددها الأمور التالية : مرونة التشغيل، إمكانية وقف تشغيل أي وحدة دون التأثير على باقي الوحدات وذلك لعمل الصيانة وتفريغ الرواسب , إذا ساعدت طبوغرافية الأرض على تصميم بحيرات طويلة بعرض صغير فهذا يعطي كفاءة أفضل (بشرط تعميق البحيرة في منطقة المدخل) لمرونة التشغيل .

وتستخدم بحيرات الأكسدة عادة للتدفقات الصغيرة ولكن لايمنع إستخدامها للتدفقات الكبيرة عند توفر مساحات كافية من الأرض بسعر مناسب .

الشكل(2-7) مساحة الواسعة المستعملة [7]

5-3 المعالجة الثالثية :

تستخدم المعالجة الثالثية ويطلق عليها أحيانا بالمعالجة المتقدمة عند الحاجة لتلبية استعمال ما، أو متطلبات موقعية لتخفيض الملوثات دون التراكيز المحققة من خلال المعالجة الأولية والثانوية، وتشمل هذه الملوثات مركبات عضوية مذابة مثل الفسفور والنيتروجين والتي تعمل على النمو الطحلبي في الاحواض المائية .

وقد يكون نظام المعالجة الثالثية فيزيائيا، كيميائيا، بيولوجيا، أو توليفة من هذه الأنظمة، ويعتمد اختيار النظام على الملوثات المراد تخفيفه والغرض النهائي لاستخدام المياه .

وإذا تطلب الوضع تخفيض المواد الصلبة العالقة لحدود تفوق قدرة المعالجة الثانوية، فإن المياه يجب أن تحصل على معالجة إضافية أو ثالثية، وقد يتحقق ذلك بواسطة إضافة الكيماويات، أو بأنظمة ترشيح متعددة وبالإضافة إلى إزالة المواد الصلبة .

ويتكون نظام المعالجة الكيميائية من ثلاثة مراحل هي:

1- التخثير (Coagulation)

2- التندف (Flocculation)

3- فصل المواد الصلبة عن السائلة (Liquid / Solids Separation)

ويجب الالتزام بالتتابع المرحلي لهذه العمليات، ففي أثناء مرحلة التخثير فإن الكيماويات المضافة لمياه الفضلات تخلط بسرعة بالمياه المعالجة لأحداث عدة تفاعلات كيميائية، ينتج عنها تشكل جسيمات صغيرة تسمى بندف رأس الدبوس ويتطلب إضافة الكيماويات أخذ الحيطة واحتياطات السلامة عند التعامل وتخزين الكيماويات لخطورتها على الأعين.

وتلي عملية التخثير، عملية التنديف، وتشمل المزج الخفيف لمياه الفضلات، بهدف تكوين جسيمات أكبر حجما وكثافة قابلة للترسيب السريع. ويتبع عملية التنديف عملية فصل المواد الصلبة عن السائلة ويتم عموما بواسطة الترسيب ألثقالي التقليدي إلا أنه أحيانا يستخدم أسلوب الطفو.[6]

مقدمة :

تهدف المعالجة الكيميائية لمياه المجاري إلى المساعدة في تحقيق المواصفات المطلوبة للمياه بعد المعالجة.

ونظرًا لازدياد الاهتمام بحماية المصب العام من التلوث فإن المعالجة الكيميائية تشكل إحدى الطرق الفعالة لتحقيق هذا الغرض وتدخل عمليًا في معظم إن لم يكن في كافة مراحل المعالجة ، يمكن تحديد الأهداف المطلوبة من المعالجة الكيميائية لمياه المجاري بما يلي:

1- تعديل حموضة المياه المعالجة لحماية المصب العام من المياه ذات القلوية الزائدة أو الحموضة الزائدة ، والتخلص من بعض المعادن السامة أو المركبات الكيميائية غير المرغوبة.

2- إضافة بعض المواد المغذية اللازمة لعمل وتكاثر البكتيريا المفيدة في المعالجة.

3- تعقيم المياه المعالجة للقضاء على الجراثيم المرضية.

4- تسهيل عمليات التخلص من المواد الناعمة جدًا أو المواد الطافية في أحواض الترسيب والتعويم وكذلك تسهيل عمليات معالجة الحمأة .

الجدول(1_1) التالي يوضح مواصفات المياه المعالجة الواجب تحقيقها قبل طرحها في المصب العام :

العنصر	المعيار
درجة الحرارة	35درجة مئوية
رقم ال pH	9.5-6
زيوت وشحوم	mg/l 10
كبريت الهيدروجين	mg/l 10
DCO	mg/l 30
DBO_5	mg/l 20
المواد الصلبة المعلقة الكلية	mg/l 30
المواد الصلبة المعلقة الطيارة	mg/l 20
السيانيد	mg/l 0.1
آزوت النشادر	mg/l 20
الفوسفور الكلي	mg/l 7

جدول (1-1) : المعايير الحدية للمياه المعالجة **[6]**

تعليمات حول اخذ العينات :

يهدف أخذ العينات إلى الحصول على المعلومات اللازمة لتشغيل مختلف وحدات المعالجة حسب مواصفات المياه العادمة الواردة إلى المحطة.

هناك أنواع مختلفة للعينات وطرق أخذها وأهداف استعمالها أهمها التالية:

1- **العينة العشوائية** : وهي العينة المنفردة التي تؤخذ يدوياً وتهدف إلى تحديد مواصفات المياه العادمة مباشرة بعد أخذ العينة، وبالتالي تحديد تغيرات هذه المواصفات مع الزمن.

من أهم المواصفات التي يمكن تحديد تغيراتها بهذه الطريقة :الأكسجين المذاب– pH – الكلور المتبقي – درجة الحرارة – الكبريتيد القابل للذوبان – البكتيريا الدليلية.

2- العينة المركبة : يتم تحضير العينة المركبة بدمج عدد من العينات المفردة المأخوذة خلال فترة محددة (24 ساعة عادة) .وهي تحضر إما يدويا وإما آليا.

تعطي العينة المرآبة معلومات عن المواصفات الوسطية لمياه الجريان خلال فترة معينة .وهي تفيد في تحديد كفاءة محطة المعالجة خلال العمل العادي .عندما تحدث طفرات في مواصفات الجريان تدعم العينات المركبة عادة بالعينات العشوائية.

تشمل العينات المركبة صنفين رئيسين هما : العينة المركبة زمنيا، والعينة المرتبطة بالجريان .ففي الأولى تدمج العينات المفردة المأخوذة بحجم ثابت وعلى فترات زمنية ثابتة ومحددة (24 ساعة مثلا) مع بعضها البعض، وهي تفيد عادة عندما يكون تركيب المياه العادمة لا يتعلق بكمية الجريان، كما في محتويات حوض التهوية في الحمأة المنشطة .أما في النوع الثاني فيتطلب إما تغيير حجم العينات المفردة وإما تغيير تواتر اخذ العينات المفردة ذات الحجم الثابت، وفي هذه الحالة يجب تحديد معدلات الجريان المختلفة بدقة في الوحدة التي تؤخذ منها العينات المرتبطة بالجريان. **[5]**

1) قياس الخصائص الفيزيو كيميائية :

1)-1 الأس الهيدروجينى (pH):

إن تركيز الأيون الهيدروجينى يعتبر أحد المؤشرات الهامة لمياه الصرف. ويعتبر مدى التركيز المناسب لتواجد معظم الحياة البيولوجية صغيرا جدا وحرجا. إن مياه الصرف ذات الأس الهيدروجينى الخارج عن المدى من الصعب معالجتها بالطريقة البيولوجية، وبالتالى إذا لم يتم ضبط (pH) قبل الصرف فإنه سيؤثر عكسيا على (pH) فى المياه الطبيعية.

ويكون المعدل المعتدل للمياه المعالجة القيمة المعتدلة بين 6.5 و7.5 **[9]**

1)-2الموصلية الكهربائية :

قياس مدى قابلية نقل الماء للتيار الكهربائي بوحدة الميكرو سيمنز / سم؛ إذ انه كلما كان تركيز المواد الصلبة الذائبة في الماء اكبر كلما كان قابلية الماء لنقل التيار الكهربائي أكبر. ويمكن تحويل الموصلية الكهربائية المقاساة بوحد الميكروسيمنز / سم إلى الوحدة (ملي غرام / لتر) بضربها في ثابت مقداره 0.64

تعتمد الموصلية الكهربائية للماء على :

أ- مجموع المواد الصلبة الذائبة

ب- درجة حرارة المياه

ج- تركيز الأيونات

د- تكافئ الأيونات

تعد المواد الصلبة في الماء إحدى ملوثاته في الحالات :

1- زيادة تركيزها في الماء

2- مواد سامة

3- مسرطنة

عندئذ يكون الماء غير صالح للاستعمالات المنزلية والصناعية **[9]**

1)-3 درجة الحرارة :

تؤثر درجة الحرارة على ذوبان المواد الصلبة والغازات ونشاط الكائنات الحية .

أ - زيادة درجة حرارة المياه تزيد من ذائبية المواد الصلبة .

ب- زيادة درجة حرارة المياه تقلل من ذائبية الغازات مثل CO_2، O_2

ج- تقوم درجة حرارة المياه بتحديد نشاط الأحياء المائية وفاعليتها؛ إذ تزيد عملية أكسدة المواد العضوية ومن ثم تحللها .

يؤدي زيادة درجة حرارة المياه إلى نقصان ذوبان غاز الأكسجين،ومن ثم استنزافه في الماء، وموت الكائنات الحية المائية . وهذا يسمى التلوث الحراري . **[9]**

1)-4العكرة :

خاصية ضوئية للماء ناتجة من تشتت الضوء وامتصاصه بوساطة المواد العالقة (الطين والكائنات الحية الدقيقة) - المواد الصلبة التي تسبب عكرة الماء مثل حبيبات الطين التي يقل قطر حبيباته عن 1/256 ملم والكائنات الحية الدقيقة بنفس الحجم . وهذه المواد في هذا الحجم تبقى عالقة في الماء فلا تذوب ولا تترسب إلا بعد زمن طويل. فوجود هذه المواد تجعل الماء عكرا غير شفافا لتشتت الضوء وامتصاصه بوساطتها .

يعتمد عكر الماء (أو امتصاص الضوء وتشتته) على :

1- حجم الحبيبات العالقة .

2- تركيز المواد العالقة .

3- طبيعة سطح المواد العالقة من حيث الشفافية ومعامل الانكسار .

2- القياسات العضوية :

وهي نسبة الاوكسجين المنحل وقيمة الطلب الكيميائي الحيوي للاكسجين والطلب الكيميائي .

2)-1 قياس الأكسجين المنحل في الماء :

يعتبر قياس الأكسجين المنحل في الماء عملية هامة وضرورية لأنواع الماء كافة , حيث تتوقف نوعية مياه على نسبة الأكسجين المنحل لان انخفاض تلك النسبة يعطي مياه غير مستساغة الطعم . بينما يفضل انخفاض تلك النسبة في مياه التبريد الصناعية . أما كمية الأكسجين المنحلة في الماء الطبيعية و تحول تلك الكمية بدلالة الزمن في حوجلة مغلقة فأنها تشكل مقياسا أساسيا للتلوث العضوي.

يمكن قياس الأكسجين المنحل بطريقة كيميائية :

تعتمد هذه الطريقة على المعايرة الحجمية للأكسجين المنحل استنادا إلى المؤكسدة التفاعلات الكيميائية للمعايرة .

$$MnSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Mn(OH)_2 + Na_2SO_4$$

$$3Mn(OH)_2 + 1/2\ O_2 \longrightarrow Mn_3O_4 + 3H_2O$$

$$Mn_3O_4 + 2KI + 4H_2SO_4 \longrightarrow I_2 + 3MnSO_4 + K_2SO_4 + 4H_2O$$

$$I_2 + 2\ Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2\ NaI + Na_2S_4O_6$$

2)-1-1الكواشف :

- حمض الكبريت المركز

-فلور البوتاسيوم

- محلول قلوي من يود البوتاسيوم وازيد الصوديوم (NaN_3) : يحضر المحلول بحل 15غ من يود البوتاسيوم و 35غ من هيدروكسيد الصوديوم المنحل في 80 مل ماء مقطر . و يضاف للمحلول السابق 1غ من أزيد الصوديوم المنحلة في 10 مل ماء مقطر . ويكمل الحجم إلى 100 مل بالماء المقطر على محلول قلوي من يود و أزيد الصوديوم . يضاف أزيد الصوديوم إلى الكواشف من اجل إزالة النتريت من العينة المائية وذلك حسب المعادلات التالية :

$$2NaN_3 + H_2SO_4 \longrightarrow 2HN_3 + Na_2SO_4$$

$$HNO_2 + HN_3 \longrightarrow N_2O + H_2O + N_2$$

لأن وجود النتريت في العينة المائية يؤثر على نتائج قياس الأكسجين المنحل نتيجة تدخله في تفاعلات الأكسدة والإرجاع

-محلول كبرتات المنغنيز ؛ويحضر بحل 480 غ من $MnSO_4 ,4H_2O$ في الماء المقطر وإتمام الحجم إلى ألتر

- محلولمن تيوسلفات الصوديوم 0.0125 ن ،يتم اذابة 3.102 غ من تيوسلفات الصوديوم $Na_2S_2O_3, 5H_2O$ في لتر من الماء المقطر

-المشعر؛ يستعمل الأميدون أو التيودين (10 غ/ل) أو أي مشعر أخر مناسب .

2-1-2 طريقة العمل :

يتم تثبيت الأكسجين مباشرة بعد الحصول على العينة بإضافة 1 مل من محلول كبريتات المنغنيز و1 مل من المحلول القلوي ، وتمزج العينة مع الكواشف بشكل جيد ودون السماح للأكسجين الهوائي بالدخول الى الزجاجة الحاوية على الماء المراد معايرته ، تترك العينة لترقد لمدة لا تقل عن 5 دقائق حيث يتشكل راسب أبيض اللون ، يضاف بعد ذلك 2مل من حمض الكبريت المركز لاذابة الراسب تماما ، وتعاير العينة بمحلول تيوسولفات الصوديوم 0.0125 ن باستعمال المشعر لمعرفة نقطة التحول ، وتعطي كمية الأكسجين المنحلة بالعلاقة التالية :

$$(\frac{\text{مغ}}{\text{ل}})O2 = \frac{800 \times V2 \times T \times V1}{(V2 - 2)V0}$$

حيث تمثل :

V_1 حجم محلول تيوسولفات الصوديوم مقدرا بالميليلتر.

T عيار محلول التيوسولفات (0.0125).

V_0 حجم الكمية التى تمت معايرتها بواسطة تيوسلفات الصوديوم مقدرة بالمليلتر ..

V_2 حجم العينة (مل).

يضاف عادة 1مل من محلول فلور البوتاسيوم قبل اضافة حمض الكبريت وذلك للتخلص من تأثير شوارد الحديد على المعايرة ،لكن في حالة احتواء الماء على تركيز عالية من العناصر المؤكسدة أو المرجعة (نتريت نحديد ، كرومات ن...) تصبح هذه الطريقة غير صالحة لأعطاء نتائج جيدة . **[10]**

2-2 الكربون العضوي الكلي (TOC) :

يتم حرق العينة بدرجات حرارة عالية جدا" ثم يتم قياس كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنطلق .إن TOC يشمل جميع المواد العضوية الكربونية بما فيها المواد العضوية الثابتة التي لا يمكن أن تتحطم بالتحليل البيولوجي .

3-2 اختبار الطلب الكيميائي الحيوي على الأكسجين (DBO) :

تقاس درجة التلوث وكفاءة المعالجة بواسطة إجراء فحص الطلب الكيميائي الحيوي الأقصى من الأكسجين لمياه الفضلات (**DBO**) . ويجرى هذا الفحص من أجل معرفة كمية الأكسجين القصوى التي تتطلبها البكتيريا الهوائية لأكسدة الملوثات العضوية القابلة للتحلل الهوائي، ومن ثم تحطيمها وتحويلها إلى نواتج غير عضوية مستقرة .

1-3-2 طريقة التمديد :

تعتمد الطريقة على تحديد كمية الأكسجين المستهلكة في الدرجة 20°م لعينة في الماء الممددة بماء مقطر وغني بالأكسجين .

2-3-2 تحضير ماء التمديد

لتحضير ماء التمديد تضاف الأملاح التالية للماء المقطر :

- 5 مل من محلول الفوسفات (8.5 غ من Na_2HPO_4 ، H_2O], و 2.7غ من KH_2PO_4في اللتر)

- 1مل من محلول كبريتات المغنزيوم (20 غ/ل)

- 1 مل من محلول كلور الكلسيوم (25 غ/ل)

- 1 مل من محلول كلور الحديد (1.5غ/ل)

- 1 مل من محلول كلور الألمنيوم (2غ/ل)

تذاب الكمية السابقة في لتر من الماء المقطر ، وتمزج جيدا ثم تترك للتهوية في درجة 20°م الى ان يصل تركيز الأكسجين المنحل للقيمة 8 غ/ل ، يضاف 5 مل من مياه الصرف المرشحة وذلك لزرع البكتيريا في الوسط المائي ، ويجب استعمال ملء التديد الحضر خلال 24 ساعة على الأكثر من لحظة تحضيره .

3-3-2 طريقة العمل :

تمدد عينة الماء المراد تحليلها بماء التمديد بنسب مختلفة مع المحاف>ظة على وسط معتدل 8> pH >6 توضع المحاليل الممددة في حوجلات زجاجية خاصة وتغلق تلك الحوجلات بسدادات زجاجية مصنفرة ويكون الاغلاق محكما بحيث لا يسمح للهواء الجوي بالتسرب الى داخل الحوجلة . توضع الحوجلة في الدرجة 20°م لمدة 5 أيام DBO_5 أو لمدة 24 ساعة DBO_{24h} في مكان مظلم ، تتم عملية معايرة الأكسجين المتبقي في العينة ،كما تتم معايرة الأكسجين في عينة تحتوي ماء التمديد فقط وتوضع في الشروط السابقة نفسها تحسب قيمة DBO_5 مقدرة بملغرام من الأكسجين في اللتر من العلاقة التالية :

$$DBO_5 = F(T_0 - T_5) - (F-1)(D_0 - D_5)$$

حيث أن :

D_0: تركيز الأكسجين (مغ/ ل) في ماء التمديد في بداية التجربة .

D_5 : تركيز الأكسجين (مغ/ ل) في ماء التمديد بعد 5 أيام .

T_0 : تركيز الأكسجين (مغ/ ل) في ماء العينة الممددة في بداية التجربة .

T_5 : تركيز الأكسجين (مغ/ ل) في ماء العينة الممددة بعد 5 أيام .

F :معامل التمديد .

تقارن النتائج التجريبية لعينات مختلفة في معامل تمديدها للحصول على نتيجة صحيحة من اجل تمديد مناسب ، أم كمية الأكسجين المنحل فإنها تقاس بطرق خاصة .

ويستغرق إجراء هذا الفحص مدة طويلة قد تتعدى العشرين يومًا، هذا فضلا عن أن هنالك عوامل عديدة مثل الحرارة وطبيعة المياه تؤثر على نتائجه .لذا فقد اتفق العاملون في هذا الحقل على اعتماد نتيجة هذا الاختبار بعد انقضاء خمسة أيام على إجرائه وتحت درجة حرارة مقدارها 20 °. **[10]**

4-2 اختبار الطلب الكيميائي على الأكسجين (DCO) :

يقيس هذا الاختبار، بالمقارنة مع اختبار الطلب الكيميائي الحيوي من الأكسجين، مقدار الأكسجين الكلي اللازم لأكسدة مختلف المواد المتواجدة في مياه الفضلات، سواءً كانت عضوية أو غير عضوية . فعلى سبيل المثال تستهلك بعض المركبات مثل مركبات المبيدات الحشرية جزءًا إضافيًا من الأكسجين على الجزء الذي تستهلكه البكتيريا الهوائية لتحلل المواد العضوية .ولذا فإن قيمة الطلب الكيميائي من الأكسجين تفوق دائما قيمة الطلب الكيميائي الحيوي له.

تعتمد الطريقة الأكثر شيوعا على أكسدة المكبات المنحلة في الماء بثاني كرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) في وسط حمضي وبوجود وسيط من كبريتات الفضة وكبريتات الزئبق ،تعاير الكمية المتبقية من ثاني كرومات البوتاسيوم بعد أكسدة بواسطة محلول من ملح موهر(كبريتات الحديد النشادرية) .

1-3 الكواشف :

-كبريتات الزئبق المتبلورة .

- محلول كبريتات الفضة في حمض الكبريت المركز (6.6غ/ل)

- محلول كبريتات الحديد النشادري 0.25 ن:يحضر المحلول بحل 98غ من ملح $[FeSO_4 (NH_4)_2SO_4, 6H_2O]$ من الماء المقطر ويضاف إليه 20مل من حمض الكبريت المركز ويتم الحجم الى اللتر بالماء المقطر .

- محلول ثاني كرومات البوتاسيوم 0.25 ن : يحضر بحل 12.2588 غمن الملح المجفف ل $K_2Cr_2O_7$ في لتر من الماء المقطر .

- مشعر فيروان (FERROIN) : يحضر المشعر بحل 1.485 غ من 1-10- فينانترولين مع 0.695 غ من كبريتات الحديد في 100 مل ماء مقطر هذا اذا لم يكن متوفر في الأسوق بصورته الجاهزة .

2-3 طريقة العمل :

يوضع 50 مل من الماء المراد تحليله في حوجلة سعتها 500 مل ، يضاف للعينة 1غ من كبريتات الزئبق و5مل من محلول كبريتات الفضة فحمض الكبريت ، تسخن الحوجلة بوجود مبرد مثبت على فوهتها لمدة ساعتين عند درجة الغليان ،تبرد الحوجلة ويمدد محتواها إلى 350مل تقريبا بالماء المقطر مع إضافة عدة قطرات من كاشف فيرون .

تعاير كمية ثانب كرومات البوتاسيوم المتبقية داخل الحوجلة بعد اجراء عملية الأكسدة تلك ، تعاد نفس التجربة على 50مل من الماء المقكر كشاهد .

تعطي العلاقة التالية الطلب الكيميائي للأكسجين **(DCO)** مقدرا بملغرام من الأكسجين في لتر من الماء:

$$(\mathbf{DCO}) = \frac{800(V0 - V1)T}{\mathrm{V}}$$

حيث أن :

V_0مل حجم كبريتات الألمونيوم والحديد اللازمة لمعايرة العينة .

V_1مل حجم كبريتات الأمونيوم والحديد اللازمة لمعايرة الماء المقطر.

T نظامية محلول كبريتات الأمونيوم والحديد .

V مل حجم العينة المائية .

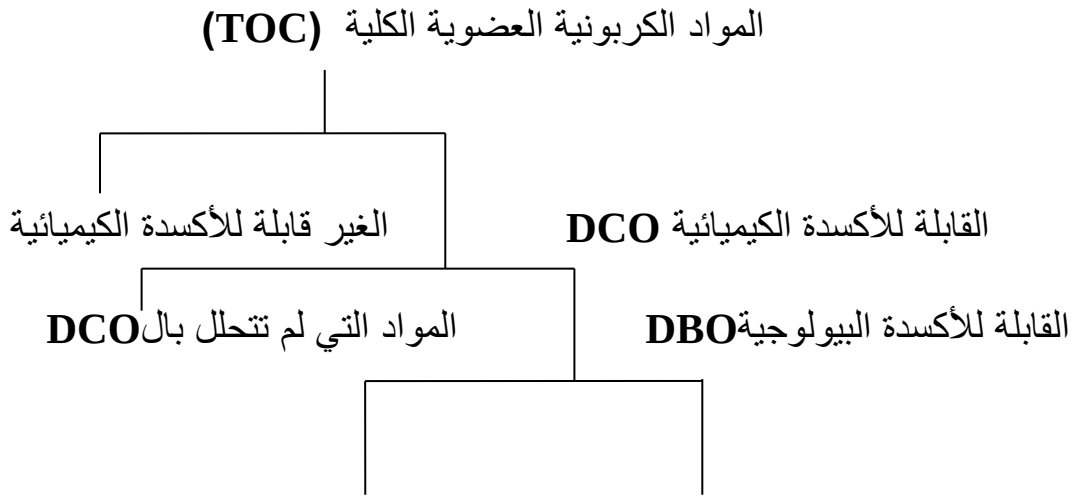
8000 تمثل 8 الوزن المكافئ للأكسجين و1000 الحساب إلى لتر.

إن النسبة بين تعطي قيمة ما إذا كانت المواد العضوية سهلة التحلل بيولوجيا إذا كانت اقل من أو تسوي 1.5 وإذا كانت مساوية ل2 متوسطة التحلل البيولوجي ا ماذا كانت الكبر من 2.5 فإنها صعبة التحلل البيولوجي **[10]**

≤1.5 معدل التحلل البيولوجي جيد

=2 معدل التحلل البيولوجي متوسط

≤2.5 معدل التحلل البيولوجي ضعيف



المواد الناتجة من عملية **DBO** المواد التي لم تتحلل بال**DBO**

3-المواد الصلبة الكلية (T.S) : وهي مجموع المواد الصلبة المعلقة والمنحلة

المواد الصلبة المعلقة (T.S.S): وهي عدد ميلي غرامات المواد الصلبة المعلقة " غير المنحلة " في ليتر واحد من الماء الملوث .

المواد الصلبة المنحلة(T.D.S) : وهي عدد ميلي غرامات المواد الصلبة المنحلة في ليتر واحد من الماء الملوث بعد تجفيف عينة مرشحة .**[9]**

4- معايرة الآزوت العضوي:

يعاير الآزوت العضوي بعد تحويل الى ازوت معدني في وسط حمضي H_2SO_4 وباستخدام وسيط للتمعدن مؤلف من كبريت البوتاسيوم وكبريت الزئبق ومسحوق السيلينيوم Se .

1-4 طريقة العمل :

يوضع 500 مت من الماء المراد معايرته في حوجلة ذات عنق طويل ، وتسخن حتى تبخر نصف الكمية الأولية ،يضاف للماء المتبقي 15 مل منحمض الكبريت المركز و3 غ من الوسط (2.5غ حمض كبريت +0.4 غ من كبريتات البوتاسيوم +0.1 غ مسحوق السيلينيوم) ، يسخن المزيج بشدة ال أن تتكون سحابة من الدخان الأبيض ، يضاف بعد ذلك

بعض الكرات الزجاجية مع استمرار عملية التسخين الى أن يصبح محتوى الحوجلة صافيا تماما .

يستخلص الأمونيوم الناتج بالبخار ويعاير بأحد الطرق السابقة ، ان الآزوت الناتج عن المعايرة يشمل الآزوت العضوي المعدني (الآزوت كلي) عاى شكل شوارد ألامنيوم ، يتم تحديد كمية الآزوت العضوي بتحليل الآزوت المعدني في بداية التجربة وطرحه من قيمة الآزوت الكلي وتكون النتيجة مساوية للآزوت العضوي .

الآزوت الكلي = آزوت الأمونيا + الآزوت العضوي

2-4 معايرة النتريت :

يعاير النتريت فور الحصول على العينة لأنه يتحول بسرعة الى نترات بالأكسدة الحيوية ، وفي حالة عدم وجود الامكانية التحليله فورا تحفظ العينة بأضافة كلور الزئبق وفي درجة 4°م.

3-4طريقة السولفانيلاميد

تعتمد الطريقة على تفاعل الديأز (Diazotation) للسولفانيلاميد بواسطة النتريت المنحل في الماء ، ومن ثم انضمام المركب النتج الى ثنائي كلوريد-N-(1-نفتيل) اثيلين ثنائي ديامين ($C_{10}H_7 NHCH_2 NH_2 , 2HCL$) معطيا معقدا ملونا قابلا للقياس بالجهاز الطيفي عند طول الموجة 537 نانومتر .

4-4 كاشف الديأز :

يضاف 100مل من حمض الفوسفور المركز و 40 غ من السولفانيلاميد و2 غ من ثنائي كلوريد-N-(1-نفتيل)) اثيلين ثنائي ديامين الى 800 مل ماء مقطر ، يحرك المزيج جيدا حتى حدوث الإذابة الكاملة ويكمل الحجم الى التر بالماء المقطر ، يحفظ هذا الكاشف ويستعمل لشهور عديدة

5-4 طريقة 2 :

يضاف 1 مل من كاشف الديأزة الى 50 مل الماء المراد تحليله ويمزج المحلول تماما ويترك ليرقد لمدة 10 د قبل قياس الممتصية عند طول الموجة 537 نانومتر ، تقارن النتيجة مع المنحني البياني العياري لمحاليل معروفة التركيز ومنجزة بنفس الشروط السابقة .

5- معايرة شوارد الفوسفات :

يتواجد الفوسفور في المياه الطبيعية ومياه الصرف ضمن المركبات المعدنية أو العضوية المنحلة والمعلقة

طريقة موليبدات الأمنيوم وحمض الأسكروبيك :

تشكل شوارد الفوسفات معقدا مع مولبيدات الأمنيوم في الوسط الحمضي ، زيتم أرجاعه بحمض الأسكوربيك معطيا مركبا ذا لون ثابة تقاس ممتصيته بواسطة الجهاز الطيفي .

تصاف طرطرات الالأنتيموان و البوتاسيوم للأسرع عملية حلمهة الفوسفات المتواجد ضمن بنيته الجزيئة العضوية وبذلك ينحل في الماء ويدخل في عملية المعايرة .

الكواشف :

يحضر كاشف وحيد نتيجة مزج المركبات التالية :

400 مل حمض كبريت 5 ن + 120 مل من محلول موليبدات الأمنيوم 4% +240 مل من محلول حمض الاسكوربيك (17.6 غ/ل) +40 مل من محلول طرطرات الالأنتيموان و البوتاسيوم (0.274 غ/ل)،يعرف هذا بكاشف الفوسفات. **[10]**

6- الكبريت:

يتم اختزال الكبريتات حيويا تحت ظروف لاهوائية إلى الكبريتيد، والذي بدوره يمكن أن يرتبط بالهيدروجين ليكون كبريتيد الأيدروجين حيث يتصاعد هذا الغاز فى الهواء المحيط بمياه الصرف وكذلك يتجمع في الشبكات فوق سطح المياه بالمواسير. ويمكن لغاز كبريتيد الأيدروجين المتراكم أن يتأكسد حيويا داخل الشبكات ويتحول إلى حامض كبريتيك والذي يسبب تآكل مواسير الحديد وكذلك المعدات. **[9]**

7-المركبات السامة الغير عضوية:

بسبب السمية الناتجة عن هذه المواد، فإن بعض الكتيونات تكون ذات أهمية في معالجة والتخلص من مياه الصرف. وقد تم تصنيف الكثير من هذه المركبات على أنها ملوثات ذات أولوية. ويعتبر الرصاص والحديد والفضة والكروم بالإضافة إلى البورون مواد سامة لها درجات متفاوتة من السمية على الكائنات الدقيقة لذلك يجب أخذها في الاعتبار عند تصميم محطات المعالجة البيولوجية. وتعانى الكثير من محطات المعالجة بسبب وجود هذه الأيونات في المياه حيث تسبب قتل الكائنات الدقيقة وبالتالي توقف المعالجة .

أما كتيونات البوتاسيوم والأمونيوم فإنها تعتبر سامة عند 4000 ملغ/لتر. أما السيانيد والكرومات والتي تعتبر أيونات سامة تظهر أيضا في مياه الصرف الصناعى الناتجة عن طلاء المعادن ويجب إزالتها من البداية بالمعالجة الأولية فى المصنع بدلا من خلطها بالصرف الصحي. ويتواجد الفلوريد وهو عنصر سام بشكل شائع فى مياه الصرف الناتجة من صناعات الإلكترونيات. كذلك يمكن أن تحتوى مياه الصرف أيضا على مواد عضوية سامة. **[9]**

8- المعادن الثقيلة:

تعتبر التركيزات الصغيرة لكثير من المعادن مثل النيكل والمنغنيز والرصاص والكروم والكادميوم والزنك والنحاس والحديد بالإضافة للزئبق مكونات ذات أهمية فى مياه الصرف. كما أن وجود مثل هذه المعادن بكميات مرتفعة سوف تؤثر على استخدام المياه نظرا لسميتها. لذلك يفضل دائما أن يتم قياس والتحكم في تركيز هذه المواد في المياه. **[9]**

مقدمة :

تعتمد محطة معالجة مياه الصرف الصحي الواقعة ببلدية كوينين على مياه المستعملة التي تضخ إليها من شبكات الصرف الصحي والتي تعالجها وفقا طريقة الأحواض المهوءة .

حيث قمنا بمتابعة مياه الصرف لعدة أشهر بأخذ عينات لمياه الصرف الخام ومياه المعالجة كل يوم حتى تكون النتائج دقيقة ، وذلك لأجراء العديد من التحليل لهذه العينات لكشف عن تراكيز مختلف مكوناتها المتواجدة بها وتحديد نسبها ومقارنتها مع نسب التركيز هذه العناصر حسب المقاييس والمعايير المعتمدة وحساب مردود فعلية المحطة .

وصف محطة التصفية رقم(1):

تقع محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالجهة الشرقية (6° 50.56 E وN25.15 °33) لبلدية كوينين صممت لخدمه البلديات المحلية : الوادي , كوينين, البياضة, الرباح.

وأعتمد تصميم هذه المحطة على تقدير الأجمالي لعدد السكان هذه البلديات والذي هو حوالي 200.000 نسمه إلى غايه2015, وسيتم الوصول إلى القدرة الكاملة لمحطة في عام2030.

وتستند هذه المحطة في معالجة الصرف الصحي على طريقة الأحواض المهوئه , وتشمل الخطوات التالية:

- المعالجة الأولية
- المعالجة الثانوية: - أحواض الطور الأول
  - أحواض الطور الثاني
  - مرحلة المعالجة بالحمأة

1)- المعالجة الاوليه:

وهي أول مرحله تمر بها المياه المستعملة, حيث تتدفق المياه من قنوات إلى غرفة صرف الغاز وهي عبارة عن غرفة مهوئة من الأعلى و بها أنبوب يصب إلى الأعلى ويكون شكله مثل شكل المدخنة . وهي أول مكان يدخل منه الماء لذا يكون مشبع بالغازات الناتجة من التفاعلات والتحليلات البيولوجية الناجمة من المواد العضوية ومدة البقاء في قنوات الصرف لذا يجب التخلص من الغازات الناتجة مثل: H_2 H_2S . CH_4.

وبعد يتجه إلى مرحلة التصفية المواد الصلبة الكبيرة الحجم الغير قابلة للذوبان في الماء بواسطة المصفاة ، تكون هذه الأخيرة لتصفية المواد الصلبة (الدبال) , ثم يصل مرحلة ترسيب الرمال بحيث تنقسم المياه إلى ثلاث قنوات وتكون سرعة التدفقها ثابت (ويكون طول القناة مدروسا بحيث أن أخف حبة رمل مع سرعة تدفق يمكن أن تترسب في القاع أخر القناة).

وهناك يأتي دور المضخات المثبة على حامل متحرك لشفط الرمال المترسبة من قاع القنوات .

وبعد ذلك تجمع المياه عبر قناة ضيقه لتسريع المياه Canal Ventri والتي بها جهاز قياس التدفق , وحيث يقاس التدفق مياه الخام لاتخاذ الإجراءات و الحسابات اللازمة بالنسبة للأحواض من ناحية التقسيم والتوجيه.

ويكون مثبت في أخر القناة جهاز آخذ العينات , وهو جهاز آلي يوضع لأخذ العينات آليا وبأوقات محدد ومنتظم من اليوم وذلك عبر برمجته ويمكن أخذها يدويا وفي نفس الوقت.

ثم تمر المياه إلى الموزع رقم(1) الذي يتحكم في توجيه المياه نحو الأحواض على حسب الكمية المياه المستقبلة .

2)- المرحلة الثانوية :

وتتمثل المرحلة الثانوية في المعالجة ألبيولوجيه حيث تنقسم الى ثلاث اطوار وهي كالتالي :

الطور الاول A:

ويتكون من ثلاث أحواض (A3. A2. A1) ويمر الماء فيه بقدر خروجه من مرحله المعالجة الاوليه ومروره بالموزع الأول , حيث يتم تزويد مياه الصرف بالأوكسجين بواسطة 13 مهوئة في كل حوض , و العدد الإجمالي 39 مهوئة في كامل الأحواض حيث تكون نسبة تحلل المواد العضوية في هذا الطور من 80-70% عن طريق البكتيريا الهوائية.

الطور الثاني B:

ويتكون من ثلاث أحواض (B3 . B2 . B1) بعد امتلاء أحواض الطور الأول يتجه الماء إلى الطور الثاني مرورا بالموزع الثاني وتحتوي كل حوض على 6 مهوئات و العدد الإجمالي في كامل الأحواض 18 مهوئة وحيث تكون نسبة تحلل المواد العضوية في هذا الطور(30-20%) عن طريق البكتيريا الهوائية.

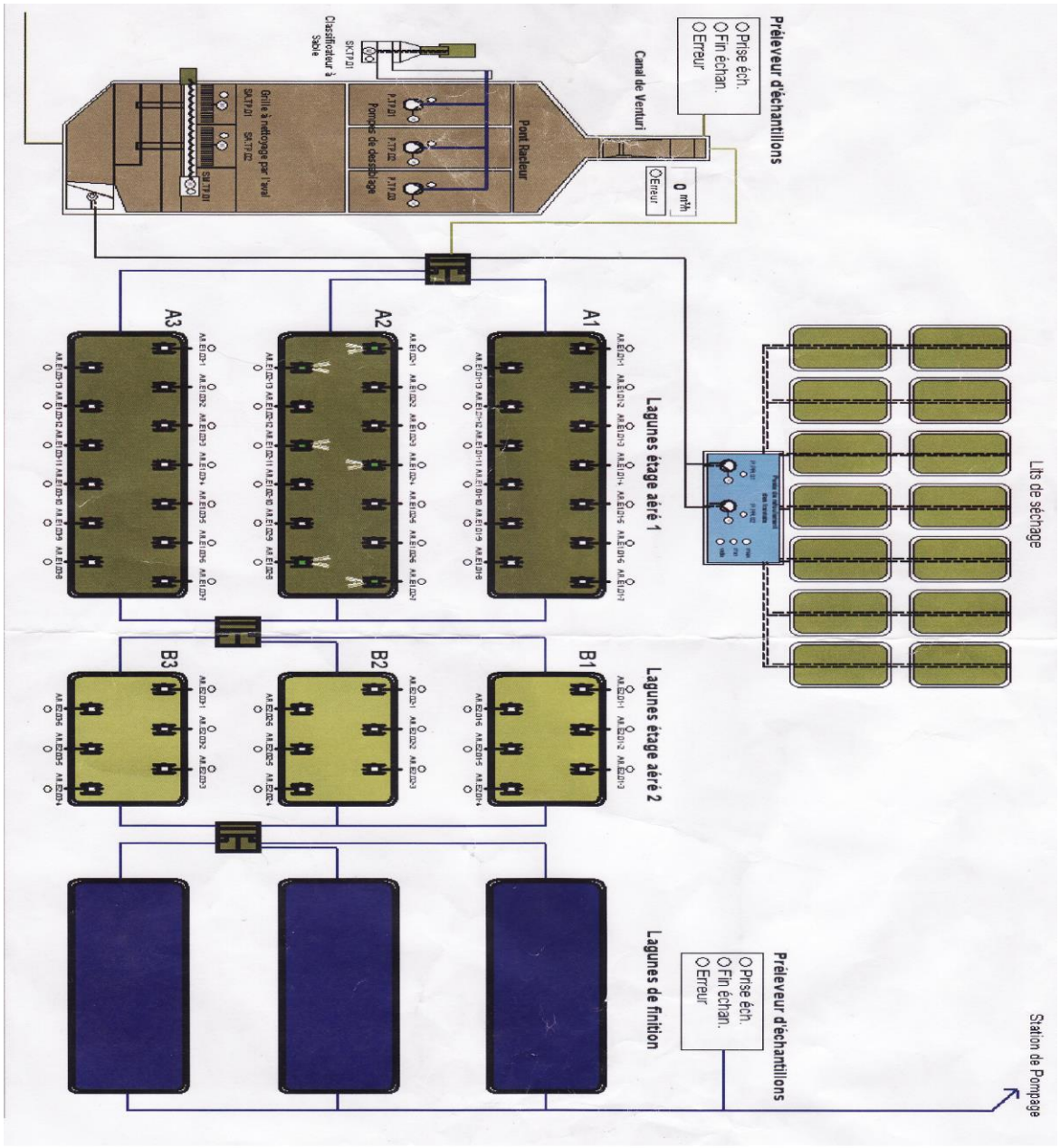
الطور الثالث F :

أو المرحلة نهائية وتتكون من ثلاث أحواض (F3. F2. F1) وهي مرحله التطهير حيث يتجه إليها الماء بعد مروره بالموزع رقم (3) والهدف من هذا الطور هو إتمام عملية التطهير وتحسين نوعية المياه.

وبعد إمتلاء الأحواض يتجه الماء المعالج نحو محطة ضخ المياه المعالجة مرورا بجهاز أخذ العينات للمياه المطهرة, وبعد ذلك يتم دفع المياه المعالجة إلى الجهة المستقبلة (شط الحلوفة).

3)- مرحلة المعالجة بالحمأة:

ويتكون هذا الطور من 14 سرير ويتم فيهل تجفيف الحمأة المستخرجة من الأحواض السابقة الذكر ، حيث يتم فصل الماء عن طريق اسرة الترشيح ، وبعد ذلك يرجع الماء الى الاحواض الأولى .



الشكل (3-1) : يمثل *مخطط المعالجة في المحطة رقم(1) في كوينين*

التحاليل الفيزيو كيميائية :

1)قياس الـ pH:

نقوم بقياس قيمة الـpHللعينات بواسطة جهاز (pH-mètre (510 r .

طريقة العمل:

نقوم بضبط الجهاز بواسطة المحلول موقي أي عملية ETALONAGE. حيث نقوم بغسل خلية الـــ pH متر بواسطة الماء المقطر ،ثم نجففه بالقطن الخاص ونغمسها في المحلول الموقي ذا pH= 4.01، ثم نقوم بغسل الخلية بالماء المقطر ونغمسها عند pH=7.01 ،وكذلك نفس العملية عند pH =10. وتكون عندها قد قمنا بتهيئة الجهاز لقراءة الـ pH العينات ثم نضع الخلية في البيشر الذي يحتوي ماء العينة، فيبين لنا الجهاز قيمة pH العينة .

و نسجل النتائج

الpH متر

الجدول (1-2): يمثل نتائج متوسط الأشهر المتحصل عليها:

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	المعيار
م الpH الخام	7.9	8.08	8.08	7.89	8.5-5.5
م الpH المعالج	8.55	8.35	3.31	8.55	8.5-5.5

2)قياس العكرة :

يتم حساب عكارية الماء بواسطة جهاز Turbidimètre.

طريقة العمل:

نقوم بغسل أنبوب اختبار بالماء المقطر ثم نملؤه بماء العينة ونجفف سطحه جيدا، ثم نضعه داخل جهاز Turbidimètre في المكان المخصص للقراءة فيعطي الجهاز القراءة مباشرة بـ NTU.

ونسجل النتائج

جهاز قياس العكارة

الجدول (1-3): يمثل نتائج متوسط الأشهر المتحصل عليها

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل
م د العكرة الخام	127.33	80.48	78	141.54
م د العكرة المعالجة	20.72	28.81	27.39	41.81

3)قياس درجة الحرارة :

نأخذ درجة الحرارة من جهاز ألpH لان المحرار مثبت معه وتعطى النتيجة على شاشته

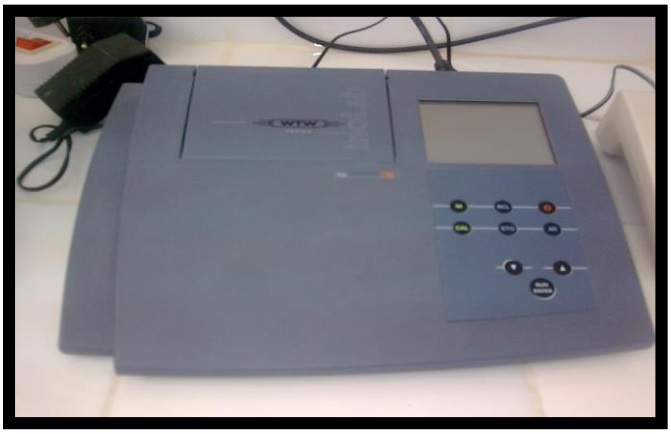
الجدول (1-4): يمثل جدول درجات الحرارة للمتوسط الشهري :

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	المعيار
د°م الخام	8.97	12.77	13.69	18.28	30°م >
د°م المعالجة	9.64	13.93	14.92	19.1	30°م >

4)قياس التشبع الأوكسجيني ونسبة الأوكسجين المنحلة :

نأخذ كمية من العينة المأخوذ ونضع فيها الكترود جهاز الاوكسيدمتر ونسجل النتائج .

يعطي الجهاز كلا النتيجتين التشبع وكذلك نسبة الأوكسجين المنحلة



جهاز الاوكسيدمتر

الجدول (1-5) : يمثل جدول نتائج المتوسط الشهري لكل من درجة التشبع ونسبة الأوكسجين :

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	المعيار
O_2 مغ/ل الخام	2.08	3.55	3.67	4	5ملغ/ل
O_2 مغ/ل المعالجة	7.8	6.85	6.84	6.32	5 ملغ/ل
O_2 % الخام	15.97	38.64	41.61	42.78	>50
O_2 % المعالجة	69.26	77.71	77.98	69.31	>50

2- المعالجة البيولوجية :

تعتمدالمعاجة البيولوجية عاى قياس كل من الطلب أللأكسجين الحيوي (DBO_5) **و** الطلب الكيميائي على الأكسجين (DCO) وكذلك تحليل الأزوت العضوي .

2-1الطلب للأكسجين الحيوي (DBO_5) :

نأخذ كمية من ماء العينة للمياه الملوثة ونضعه في زجاجة القياس مع مراعاة الشروط ألازمة وتوضع في الحافظة لتثبيت درجة الحرارة لمدة 5 أيام

نفس الشيء بالنسبة لماء العينة للمياه المعالجة .

جهاز قياس الطلب الأكسجين الحيوي

الجدول (1-6): يمثل نتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	المعيار
DBO_5 الخام	64.5	83.5	50.5	168	40 ملغ/ل
DBO_5 المعالجة	29	34	23	32	40 ملغ/ل

2-2 الطلب الكيميائي للأوكسجين (DCO) :

يتم التحليل بالأكسدة بكاشف($BCrKO_7$) تحت درجة حرارة 148°م خلال ساعتين .

الجدول (1-7): يمثل نتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها :

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	المعيار
DCO الخام	468	450	348	407	125 ملغ/ل
DCO المعالجة	80	89	142	153	125ملغ/ل

3-2 تحليل النتريتية :

ويتكون الازوت الجمالي من النترات NO_3 النتريت NO_2^- و الأمونياك NH_4^+ والازوت العضوي N_k .

$$N_t = NH_4^+ + NO_2^- + NO_3 + N_k$$

$$N_k = N_t - (NH_4^+ + NO_2^- + NO_3)$$

يعاير الآزوت العضوي بعد تحويل إلى أزوت معدني في وسط حمضي H_2SO_4 وباستخدام وسيط للتمعدن مؤلف من كبريت البوتاسيوم وكبريت الزئبق ومسحوق السيلينيوم Se .

الجدول (1-8): يمثل نتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها :

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	المعيار
NT الخام	45	41	55	48	50 ملغ/ل
NT المعالجة	3.9	11.5	11.9	7.6	50 ملغ/ل
N_K الخام	44.55	39.74	51.9	50.95	50 ملغ/ل
N_K المعالجة	1.968	8.75	9.69	3.99	50 ملغ/ل

3)قياس المعادن الثقيلة والسامة:

تعتمد قياسات المعادن على جهاز السباكترفوتومتري وأنابيب القياس المعتمدة التابعة

Spectroquant® Pharo 100 للجهاز و الكذلك الكواشف

ويتبع كل تحليل طريقة معينة

جهاز السباكترفوتومتري

3-1اختبار في أنبوبه الكادميون :

3-1-1العمل المخبري:

تحضر العينة عند درجة حرارة من 10 إلى 40 درجه مئوية حجمها 5 مل

3-1-2الكواشف :

Cd-2k كاشف , Cd-1k كاشف

نأخذ بواسطة سحاحة 5 مل من العينة ونضعها في الأنبوبة التجريبية مع التحريك ونضيف 0.2 مل من الكاشف 1 المأخوذ بالسحاحة مع التحريك ونضيف الكاشف 2 في الانبوبه مع المزج حتى الذوبان إلى انتهاء المادة من التفاعل وتترك العينة مدة 2 دقيقه (زمن التفاعل) ثم بواسطة جهاز سبكترومتر نقيس قيمة تركيز الكادميون في الماء

الجدول (1-9): يمثل النتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها :

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	المعيار
الكادميوم الخام	64.5	83.5	50.5	168	2 ملغ/ل >
الكادميوم المعالجة	29	34	23	32	2 ملغ/ل >

3-2اختبار في أنبوبه سيانير :

3-2-1الطريقة:

أيونات السيانير تشكل بعامل الكلور لتعطي كلورو سيانير الذي يتفاعل مع حمض ثنائي ميثيل 1.3 بارا بيتيريك ليعطينا لون بنفسجي وهذا الملون يقاس تركيزه بالفوتومتري

3-2-2العمل المخبري:

تحصر العينة عند درجة حرارة من 5 إلى 30 درجه وحجمها 5مل ونضعها في الأنبوبة التجريبية مع غلق السدادة مع التحريك حتى الانتهاء من ذوبان المادة ونضيف إلى الأنبوبة الكاشف ونقوم بغلق السدادة مع التحريك حتى انتهاء المادة من التفاعل وتترك هذه العينة لمدة 10 دقائق (زمن التفاعل) ثم بواسطة جهاز سبيكرومتر نقيس قيمة تركيز سيانير في الماء .

الجدول (1-10): يمثل النتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها :

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	المعيار
السيانير الخام	0.384	0.183	0.209	0.384	0.5 ملغ/ل >
السيانير المعالجة	0.042	0.059	0.045	0.042	0.5 ملغ/ل >

3-3اختبار في أنبوبة النيكل :

1-3-3الطريقة:

أيون النيكل تتحصل عليه من أكسيد اليود بعدما يتشكل من ثنائي ميثيل

وهو معقد أحمر مسمر ونقيس تركيزه بالفوتومتر

2-3-3العمل المخبري:

نحضر العينة عند درجة 10الى 40 درجة حجمها 5 مل ونضعها في أنبوبة اختبار مع السدادة مع التحريك وتركها مدة 1 دقيقه (زمن التفاعل بالنسبة للتفاعل أ) ونضيف 2 قطرات من الكاشف مع التحريك وبعد ذلك نضيف 2 قطرات من الكاشف الثاني مع التحريك ونترك هذه العينة مدة 2 دقيقة (زمن التفاعل ب) وبعدها نقوم بقياس تركيز النيكل في العينة.

4-3اختبار في أنبوبة الرصاص:

الطريقة : وهو محلول شبه قلوي, ايون الرصاص

وهو معقد احمر يقاس تركيزه بواسطة جهاز الفوتومتر

1-4-3العمل المخبري:

الطريقة – أ: من اجل تركيز رصاص في الماء النصف معكر لتعطي الكالسيوم الخارجي 70ملغ / ل وتحضر العينة عند درجة حرارة من 10 إلى 40 درجة مئوية نضيفها إلى الأنبوبة بعد غلق السدادة مع التحريك نضيف لها 5 قطرات من الكاشف1 بعد غلق السدادة مع التحريك.

وتقاس العينة في جهاز سبيكترو متر وتعطي النتيجة أ

الطريقة – ب :

من اجل تركيز الرصاص في الماء العكر والعكر جدا وبعد إكمال النتيجة أ بالطريقة أ ونواصل بعد ذلك مع استعمال نفس الأنبوبة التجريبية ونضيف لها الكاشف 2 حتى انتهاء المادة من التفاعل , وبعد ذلك نقيس قيمة تركيز الرصاص بواسطة جهاز سبيكترو متر لتعطينا النتيجة ب

تركيز الرصاص ب: ملغ / ل = النتيجة أ - النتيجة ب

الجدول (1-11): يمثل النتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها :

الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	المعيار
الرصاص الخام	64.5	83.5	50.5	168	2 ملغ/ل >
الرصاص المعالجة	29	34	23	32	2 ملغ/ل >

5-3 اختبار أنبوبة الفينول:

3-5-1الطريقة: الفينول هو مشتق من الفينول ويعطينا لون بنفسجي ويقاس تركيزه بواسطة جهاز الفوتو متر

3-5-2العمل المخبري:

نحضر العينة من 5 إلى 25 درجة مئوية ونأخذ منها 10مل ونضعها في الأنبوبة التجريبية ونضيف لها الكاشف الأول (رمادي اللون) ونغلق السدادة مع التحريك حتى الانتهاء من التفاعل وبعد ذلك نضيف لها الكاشف الثاني (أخضر اللون) ونقوم بغلق السدادة مع التحريك ونترك العينة لمدة 1 دقيقه (زمن التفاعل) وبواسطة جهاز سبيكترومتر نقيس قيمة تركيز الفينول في الماء

الجدول (1-12): يمثل النتائج المتوسط الشهري المتحصل عليها :

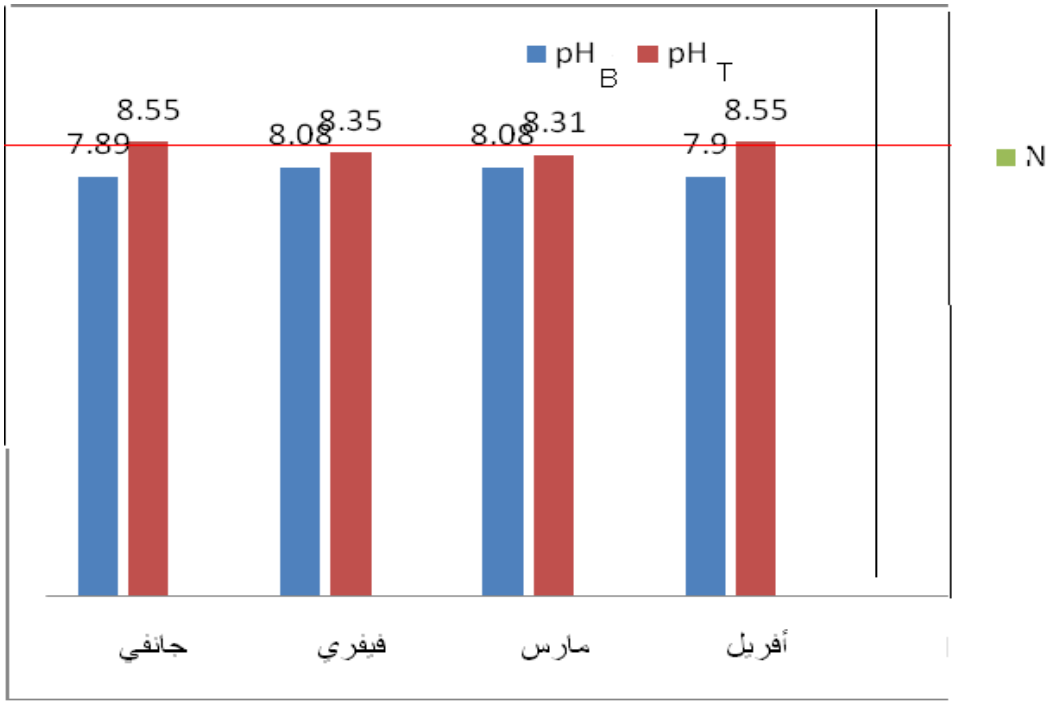
الاشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	المعيار
الفينلول الخام	4.54	3.53	4.99	4.54	5 ملغ/ل >
الفينلول المعالجة	1.46	1.43	1.53	1.46	5 ملغ/ل >

4)المناقشة :

من النتائج المتحصل عليه وتغيراتها نقوم بمناقشتها اعتماد علي المعاير النظامية

1-4) الpH :

من النتاج المقاسة نحصل على البيان التالي:



N: المعيار الحدي

الشكل(3-1): *يمثل تغير الpH*

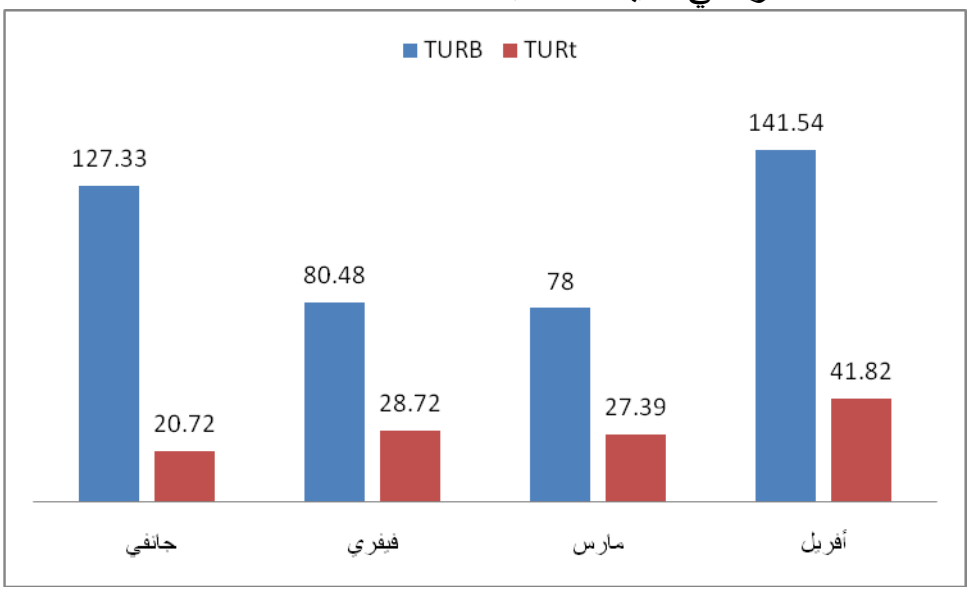
نلاحظ من الشكل أن قيم الpH على العموم مقبولة والتي لها صفات قاعدية وهذا راجع لطبيعة مياه الصرف الصحي ، والصفة القاعدية نتيجة تحلل الموادالعضوية وإنتاج مواد منحل لها صفات قاعدية ، وتكون القيم مع القيمة العظمة المسموح بها في بعض الحالات لكنها مقبولة .

4-2)قياس العكرة :

من القياسات المتحصل عليها نرسم البيان التالي :

TUR B: العكرة في المياه الخام

TUR T: العكرة في المياه المعالجة



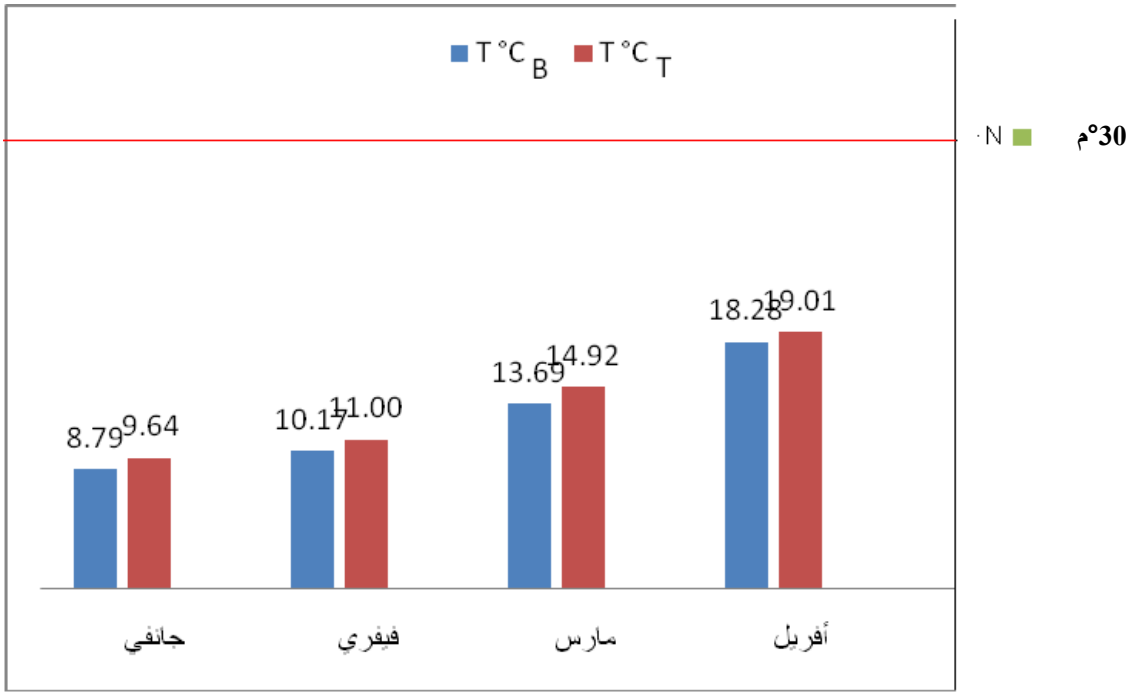
الشكل (2-3) : *يمثل تغيرات العكرة*

نرى من المنحنى أن نسب العكرة عالية بالنسبة لمياه الخام وهذا راجع لاحتوائهل على نسبة عالية من المواد العالقة.

اما بالنسبة للماء المعالج فان القيم تنقص مقارنتا بالمياه الخام وهذا راجع للمعالجة .

4-3)درجة الحرارة :

من النتائج قياس درجات الحرارة المتحصل عليها نجد البيان التالي:



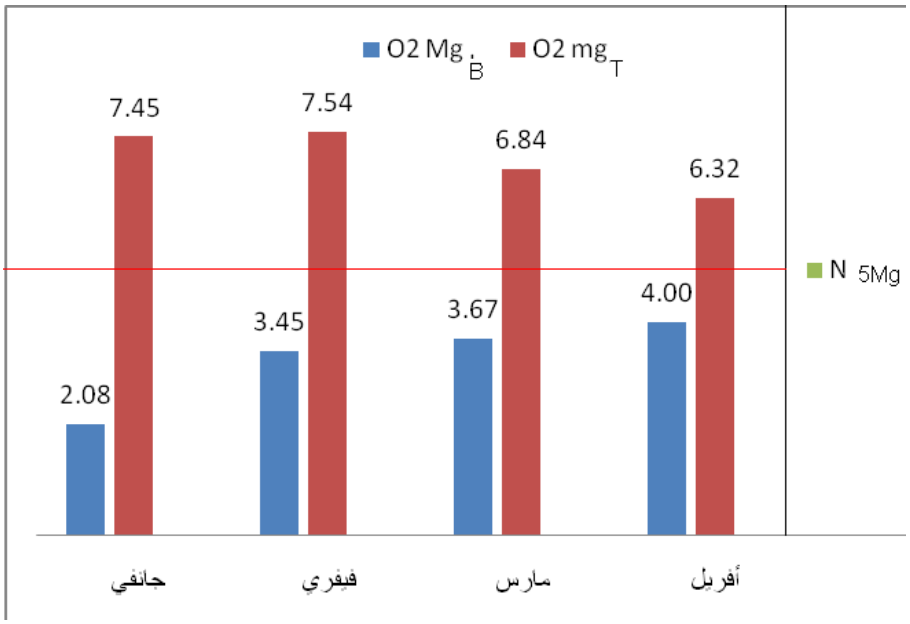
الشكل (3-3) : *يمثل تغيرات درجة الحرارة*

نلاحظ أن درجات الحرارة تزدا مع الوقت وهذ لازدياد درجة حرارة الجو (من الشتاء الي الصيف) إي أن التغيرات المحيطة بالمياه تؤثر علي نتيجة المعالجة

4-4)قياس التشبع الاكسجيني ونسبة الأكسجين المنحلة:

1-4-4 نسبة الاكسجين المنحلة:

من النتائج المتحصل عليها نجد البيان التالي :

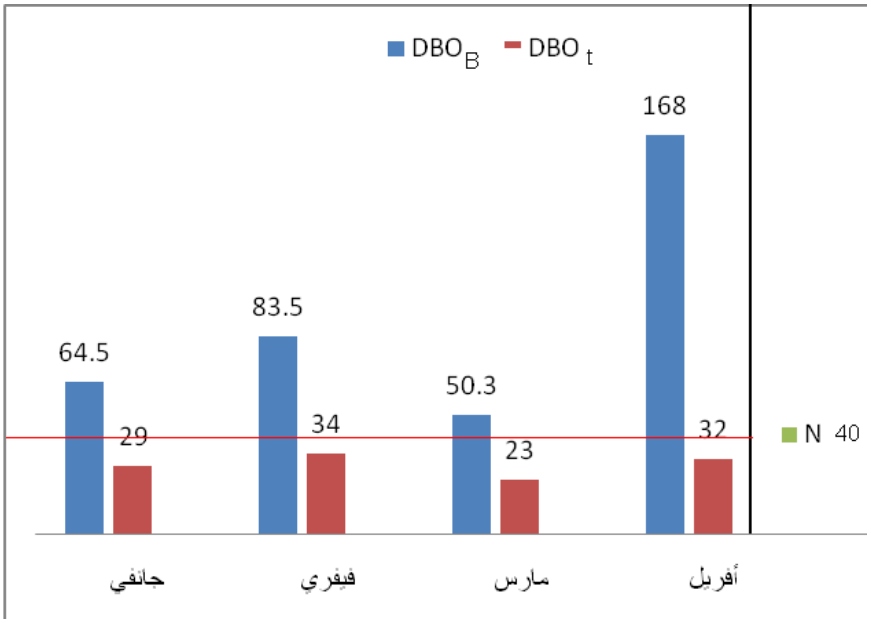


الشكل (4-3) : : *يمثل تغيرات الأوكسجين المنحل*

نلاحظ أن نسبة الأوكسجين المنحل في المياه المعالجة تزداد مقارنتا مع نسبة الأوكسجين المنحل في المياه الخام وكما نعلم أن نسبة الأوكسجين المنحل من أهم معايير تلوث ومع الملاحظة من الشكل أن النسب للمياه المعالجة فوق القيمة الحدية وهذا جيد.

5-4)الطلب اللأكسجين الحيوي (DBO_5) :

من النتائج المتحصل عليها نجد البيان التالي :

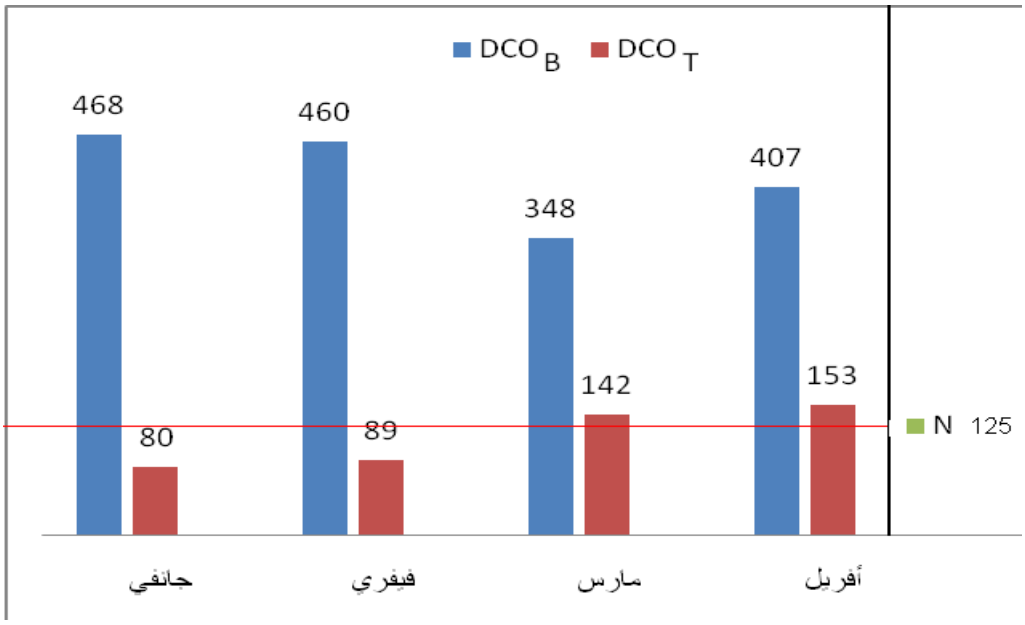


الشكل(3-5): *يمثل تغيرات DBO_5*

يعتبر الطلب الأوكسجين الحيوي أهم المعيار في المعالجة ونستطيع أن نلاحظ من الشكل إنما مقارنة بين الطلب الاوكسجيني في كلا العينتين هناك مردود لعملية المعالجة .

6-4)الطلب الكيميائي للأوكسجين (DCO)

من النتائج النتحصل عليها نجد البيان التالي :

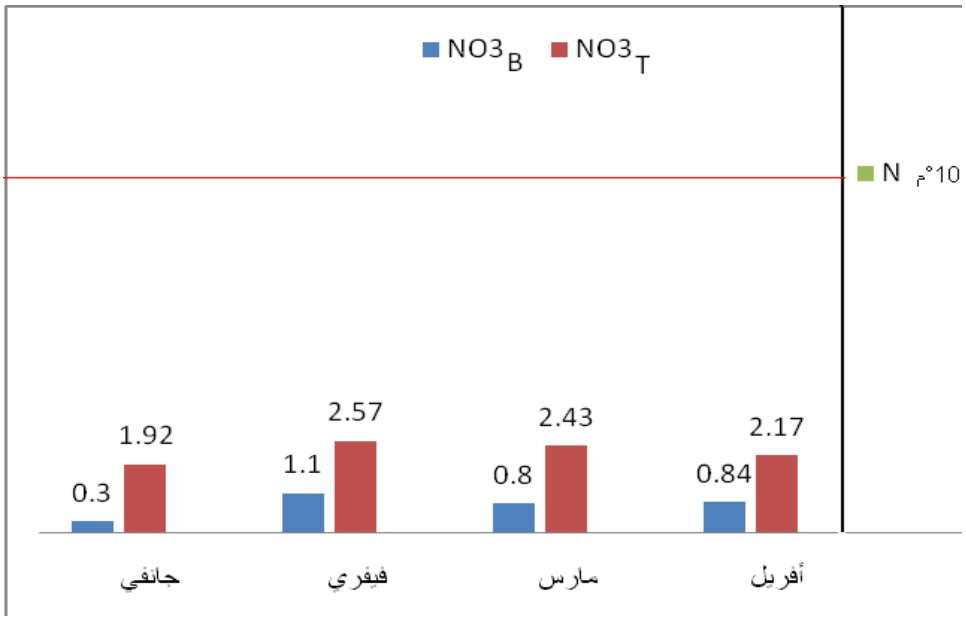


الشكل (3-6) : : *يمثل تغير DCO*

نلحظ أن الطلب الكيميائي للأكسجين بالنسبة للمياه الخام بنسب عالية مع هذا فأن قيم الطلب الكيميائي للأوكسجين في المياه المعالجة جيدا بالنسبة للمعيار (وهي مقبولة في الشهرين الاخيرين) .

7-4) الأزوت العضوي:

من النتائج المتحصل عليها نجد البيان التالي :



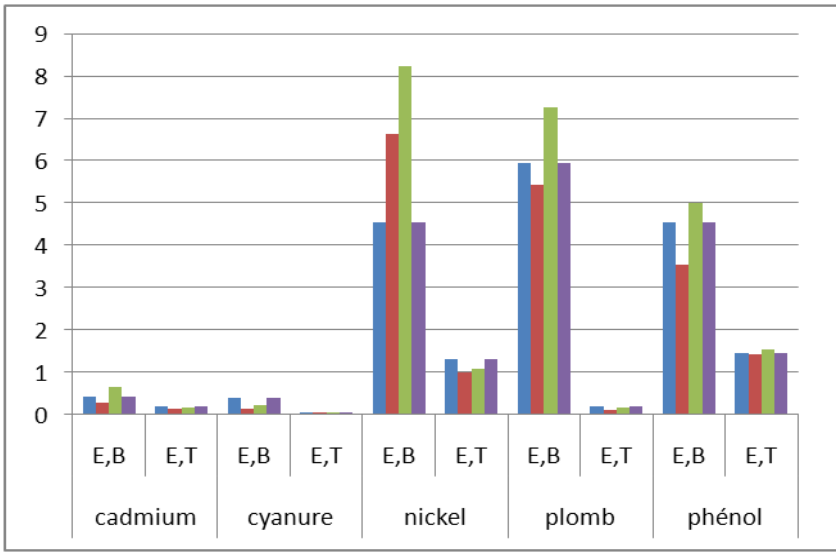
الشكل (3-7): : *يمثل تغير النترات*

يعتبر تواجد النترات في المياه الخام والمعالجة نتيجة تأكسد الأزوت العضوي وتكون نسب المواد الازوتية قليلة إلا إذا كانت متوسطة

جدة لوفرة طبيعة لتكاثر الطحالب وهذا ما لا نلاحظه في البرك المستعملة .

8-4)المعادن الثقيلة

من النتائج المتحصل عليها نجد البيان التالي :



الشكل (3-8) : : *يمثل تراكيز المعادن الثقيلة في مياه الصرف*

كما نعلم أن المعادن تتواجد بنسب وتراكيز مختلفة وهذا ما نلاحظه من الشكل الذي يبين تركيز المركبات المعدنية في المياه الملوثة وتتمثلة خطورة المعادن في خروجها عن نسبها المنضومة لذا يجب معرفتها لتقييم صلاحية المياه .

4-9)قياس المردود :

يقاس مردود المعالجة بالعلاقة التالية:

$$\frac{(Fe \times EB) - (Fs \times ET)}{(Fe \times EB)} \times 100 = R$$

Fe :قيمة تدفق الماء الداخلة (الملوثة)

Fs : قيمة تدفق الماء الخارجة (المعالجة)

EB : قيمة الطلب الأوكسجين الحيوي (DBO_5) في المياه الملوثة

ET : قيمة الطلب الأوكسجين الحيوي (DBO_5) في المياه المعالجة

R : المردود

(هذه العلاقة هي العلاقة المعمول بها في المحطة)

ولدينا قيم التدفق خلال الشهر الربع في الجدول(1-13) التالي:

الأشهر	أفريل	مارس	فيفري	جانفي
التدفق الداخل	13395	8910	3414	2889
التدفق الخارج	8925.2	3702.3	1760.72	1863.5

ومنه ونطلاقا من قيم DBO_5 السابقة نجد مردود المحطة بالنسبة للمعالجة البيولوجية كما يلي:

الأشهر	أفريل	مارس	فيفري	جانفي
المردود %	87%	81%	79%	71%

أي أن المحطة في زيادة لجودة المياه التي تخرجها

الخلاصة :

تعتمد المعالجة بالأحواض المهوءة على تحلل المواد العضوية بواسطة البكتريا الهوائية وتوفير لها الشروط ألازمة لتمام العملية وتنشيطها وذلك بتوفير الأكسجين في الأحواض عن طريق المهوءات وكذلك مراقبة الوسط من حيث المواد المعدنية السامة التي تقتل هذه البكتيريا مما يؤثر على العملية والوسط القلوي المناسب (وسط له صفة قاعدية) وكذلك درجة الحرارة وما يترتب عنا من تنشيط للبكتريا (الحرارة تنشط البكتريا) وإنقاص في نسبة الأكسجين (الارتفاع في درجة الحرارة يقلل من تماسك الأكسجين في البرك وهذا راجع لتبادل الجوي للحرارة مع البرك) .

وتعتبر نسبة الطلب الأكسجين الحيوي هي أهم معايير المعالجة وكما رأينا أن مردود العملية بالنسبة لتدفق و الطلب الأكسجين الحيوي في تحسن مما يدل على تحسن جودة المياه .

المراجع :

[1]: عادل عوض ، معالجة مياه الصرف الصحي ، الطبعة الأولى ، منشورات جامعة تشرين،اللاذقية، 1992.

[2]:م.عبد الكريم درويش ، معالجة المياه ، صادر عن دار المعرفة ، سورية1997

[3]:محاضرات تدريبية لمشغلي محطات معالجة مياه الفضلات

منظمة الصحة العالمية المكتب الاقليمي لشرق المتوسط المركزالاقليمي لأنشطة صحة البيئة عمان-الأردن2001

[4]:تكنلوجيا المياه العادمة ،اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا ،الأمم المتحدة نيويورك ، 2003

[5]: ارشادات في تصميم وتشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة،

منظمة الصحة العالمية المكتب الاقليمي لشرق المتوسط المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة ، عمان- الأردن 2004

[6] :كمال بشماف وحاتم سعيد ، دراسة محطة تحلية مياه مجار يرصغيرة الحجم للري، تحت أشراف الدكتور نوار القاضي 2007

[7] :الدكتور حمدى عبد العزيز سيف ، محاظرات هندسة الصرف الصحى بـ16/08/ 2006

[8] :عبد الرزاق محمد سعيد التركماني من موقع انترنات،

http://www.arab-eng.org/vb/t86317 بتاريخ 10 /2010/06

[9]: موقع أنترنات http://muntda.jga.org.jo/showthread.php?t=4649

بتاريخ.2010/06/10

[10]:الدكتور نصر الحايك ،تلوث المياه وتنقيتها، دوان المطبوعات الجامعية1989