الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جـــامـعـــة قـاصـدي مـربـاح ورقـلـــة

كـلـيـة الـعـلـوم الـتـطـبـيـقـيـة

قسم هندسة الطرائق

مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر

تخصص: هندسة الطرائق البيئية

من إعداد الطالبتين : سهير العمري - كريمة كراش

تحت عنوان

معالجة المياه الملوثة لمنطقة تقرت بواسطة عمود إدمصاصي مكون من حصى ورمل من منطقة جانت وفحم نشط

نوقشت يوم: 26/ 06/ 2018

أمام لجنة المناقشة:

العاتي مختار	أ. محاضر درجة ب	رئيسا
غيابة زينب	أ. محاضر درجة أ	مناقشا
حسيني زينب	أ. محاضرة درجة ب	مشرفا

السنة الجامعية: 2017/ 2018

الإهداء

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك...ولا يطيب النهار إلا بطاعتك...ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك...ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك...ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك-الله جل جلاله-

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة ونصح الأمة إلى نبي الرحمة ونور العالمين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

إلى الينبوع الذي لا يمل العطاء إلى من حاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها إلى بسمة الحياة وسر الوجود.إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي. إلى أمي الغالية

إلى من سعى وشقى لأنعم بالراحة والهناء إلى الذي لم يبخل بشيء من أجل دفعي في طريق النجاح والذي علمني أن أرتقي سلم الحياة بحكمة وصبر " أبي العزيز"

إلى من حبهم يجري في عروقي ويلهج بذكراهم فؤادي إلى من يهبني الأمل والدعم، إلى إشراقه المستقبل وشريين الحياة، إلى أجمل زهرات في الأرض إلى إخواني وأخواتي وأخص بالذكر مسعودة وجميلة ومحمد الفاتح، الأزهر، ريضى، جلال، محمد الحبيب ،مصباح الدين، إسماعيل، علي وأخر عنقود العائلة أيمن وإلى زوجات إخوتي: كريمة، وردة والزهرة.كما لا أنسي براعم العائلة.

إلى من منحني الحب والدعم والأمل، الأعمام والأخوال والخالات وخاصة خالتي حفيظة وأبناءهم وأزوجهم وكل أفراد العائلة من قريب أو بعيد، وكل من مد لي يد العون وساعدني.

إلى روح جدتي وجدي رحمهما الله وأسكنهما فسيح جنانه

إلى من سرنا سويا في الطريق الفلاح وارتقينا خطوتا خطوة نحوى سلم النجاح وقطفنا يدا بيد زهرة تعلمنا إلى صديقاتي وزميلاتي في الدراسة من الابتدائي إلى الجامعة

إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل المتواضع،

وأرجوا التوفيق والسداد من الله.

سهير

الإهـداء

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين

أهدي هذا العمل إلى:

من ربتني وأنارت دربي وأعانتني بالصلوات والدعوات، إلى أغلى إنسان في هذا الوجود أمي الحبيبة

إلى من عمل بكد في سبيلي وعلمني معنى الكفاح وأوصلني إلى ما أنا عليه أبى العزيز أدامه الله لي

إلى القلوب الطاهرة، الرقيقة والنفوس البريئة إلى رياحين حياتي..إخوتي وأخواتي الكل بسمه

إلى جدتي الغالية أطال الله في عمرها

إلى من قاسمتني وشاركتني هذا العمل بحلوه ومره

كما أزف تحية عطرة تحملها نسمات الجنوب على بساط مداده الأمل إلى كل من جمعني بهم مقاعد الدراسة ومجالس العلم، إلى زملائي في الدراسة والإقامة وخاصة أفراد الغرفة.

إلى كل من علمني حرفا فصرت له عبدا، أساتذتي الكرام الذين رافقوني في كل أطور التعليم من الابتدائي إلى الجامعة.

وفي الأخير أرجو من الله تعالى أن يجعل عملي هذا نفعا يستفيد منه جميع الطلبة المتربصين المقبلين على التخرج .

الشكـــر

الحمد لله الذي أنعم علينا بنور العلم وكرمنا بالقلم، الحمد لله أولا وأخيرا فله

الحمد والمنية على فضله ونعمه ،ألا بفضل الله تتم الصالحات، الحمد لله الذي أمدنا

بالصبر والعزيمة ويسر لنا إتمام هذه العمل.

وبعد شكره عز وجل،لا يسعنا إلا أن نتقدم أولا بجزيل الشكر والامتنان والعرفان بالجميل إلى الأستاذة المشرفة حسيني زينب لما أسدته لنا من نصائح و توجيهات كان لها أكبر أثر في إنجاز هذا العمل.

كذلك نتقدم بالشكر و الامتنان إلى الموظفين في مؤسسة الديوان الوطني للتطهير المياه ONA ومؤسسة الإستشفائية سليمان عميرات على ما قدموه لنا من مساعدات وتسهيلات من أجل القيام بالتحاليل.

كما نتقدم بالشكر إلى عائلتينا الكريمتين لما وفرته لنا من راحة حتى أتممنا هذا العمل ونخص بالذكر والدينا الكريمين أطال الله في أعمرهم وأمدهم بالصحة والعافية.

ونتقدم بجزيل الشكر أيضا لكل من ساهم في إخراج هذه المذكرة إلى حيز الوجود ونخص بالذكر موظفات مركز البحث العلمي بجامعة قاصدي مرياح ورقلة (بالقطب الجامعي 3) أسماء و سهام و وزهراء وجمال مسؤول المخبر هندسة طرائق كما لا ننسى الأستاذ غرياني رشيد .

وإلى جميع أساتذة قسم هندسة طرائق،إلى كل طلبة السنة الثانية ماستر دفعة 2018، وخاصة تخصص هندسة بيئة.

الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو معرفة القدرة الإدمصاصية لعمود مكون من الحصى والرمل والفحم على تنقية المياه الملوثة. وذلك بواسطة المقارنة بين عمودين: الأول يحتوي على طبقة واحدة من الحصى والرمل والفحم ، أما الثاني فيحتوي على طبقتين من الحصى والرمل وطبقة واحدة من الفحم، وهذا من أجل تحديد أيهما لديه أكبر قدرة على إدمصاص الملوثات.

ومن خلال التحليل الفيزيوكيميائية والبيكتروبيولوجية للمياه بعد المعالجة، تحصلنا على نتائج ممتازة للعمود الثاني، إذا بلغت94.53% بالنسبة DCO و93.08% بالنسبة DBO5 و99.49% بالنسبةMES و98.21 % بالنسبة للفسفور وكذالك إزالتها للملوثات البيكتروبيولوجية بنسبة 97.50 %.

حيت كانت نوعية المياه المعالجة تلبي المعايير الجزائرية والعالمية OMS الخاصة بالمياه المستعملة. هذا النظام صديق للبيئة واقتصادي لمعالجة مياه الصرف الصحي.

الكلمات المفتاحية: المياه مستعملة، المياه المعالجة، خواص فيزيائية، خواص كيميائية، خواص البيكتروبيولوجية، إدمصاص، الحصى، الرمل، الفحم .

Résumé

L'objectif de cette étude est de déterminer la capacité d'adsorption d'une colonne de gravier, sable et charbon actif pour purifier l'eau polluée. En comparant deux colonnes: la première contient une seule couche (gravier, sable et charbon actif),la seconde contient deux couches de gravier et de sable et une couche de charbon actif, afin de déterminer qui a le plus grand potentiel d'adsorption des polluants.

Grâce à l'analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau après traitement, nous avons obtenu d'excellents résultats pour la deuxième colonne:%94,53pour le DCO, 93,08% pour le DBO5, 99,49% pour le MES et 98,21% pour le phosphore et 97,0% pour l'élimination des polluants bactériologiques.

La qualité de l'eau traitée répond aux normes OMS et Algériennes pour les eaux usées. Ce système est écologique et économique pour le traitement des eaux usées.

Mots-clés: Eau utilisée, Eau traitée, Propriétés physiques, Propriétés chimiques, Propriétés bactéries, Adsorption, gravier, sable, charbon actif.

الفهرس

الملخص		
قائمة الأشكال		
قائمة الجداول		
قائمة الرموز		
المقدمة		1
الجزء الأول: الدراسة النظرية.		
الفصل I : عموميات حول المياه الملوثة.		
1-I	تعريف المياه الملوثة.	2
2-I	أنواع ومصادر التلوث المياه.	2
3 -I	مفاهيم عامة حول مياه الصرف الصحي.	7
الفصل II:مفاهيم عامة حول الحصى، الرمل والفحم.		
1-II	مفاهيم عامة حول الرمل	9
2 -II	مفاهيم عامة حول الـحـصـى	12
3 -II	مفاهيم عامة حول الفحم (الكربون المنشط)	13
الفصلIII:طرق المعالجة ومعايير تصنيف تلوث المياه المستعملة.		
1-III	طرق معالجة المياه الملوثة (مياه الصرف الصحي)	15
2 –III	معايير تصنيف تلوث المياه المستعملة	19
الفصل الثاني: الدراسة التطبيقية.		
الفصل IV:الأجهزة، الأدوات، المواد المستعملة وطريقة العمل.		
1 - IV	الأجهزة المستعملة	23
2 - IV	الأدوات المستعملة	25
3 - IV	المواد المستعملة	26
4 - IV	منطقة الدراسة	27
5 - IV	العتاد التجريبي المستعمل:	27
6 - IV	طريقة العمل	28
1-6- IV	التحاليل الفيزيوكيميائية	28
2- 6- IV	التحاليل البيكتروبيولوجية	33

3 - 6- IV	المعايرة	38
الفصل V: النتائج والمناقشة		
1 - V	نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية ومناقشتها	40
2 - V	نتائج التحاليل البيكتروبيولوجية ومناقشتها	41
3 - V	نتائج المعايرة ومناقشتها	44
الخاتمة		46
المراجع		
الملحق		

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
01 II	منحنى توزيع حجم جزيئات الرمل	09
02 IV	العتاد التجريبي المستعمل	28
03 IV	الخطوات التحليل البيكتروبيولوجية	37
04 IV	معايرة حمض الكبريت H_2SO_4 بهيدروكسيد الصوديوم$NaOH$	39
05 V	دراسة قدرة العمود على إدمصاص محلول H_2SO_4	45

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
01 II	تركيز المعادن المختلفة في عينات الرمل	11
02 II	بعض الخواص الفيزيوكيميائية لمكونات الرمل	11
03 II	المكونات والخصائص الفيزيائية والكيميائية للحصى	12
04 IV	الأجهزة المستعملة	23
05 IV	الأدوات المستعملة	25
06 IV	المواد المستعملة	26
07 IV	معامل تغير قيمة DBO5 بدلالة حجم العينة المستعملة	31
08 IV	جدول Mac-Grady	36
09 V	نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية قبل وبعد المعالجة	40
10 V	نتائج الاختبار الوجودي للبكتيريا	42
11 V	نتائج الاختبار التأكيدي للبكتريا	43
12 V	نتائج المعايرة حمض الكبريت بهيدروكسيد الصوديوم	44

قائمة الاختصارات

الرمز	التسمية
pH	**Potential d'hydrogéne**
CE	**Conductivité électrique**
TDS	**Total Dissous Solide**
MES	**Matiéres en suspension**
O_{dissou}	**L'oxygéne dissous**
DBO_5	**Demande biochimique en oxydéne par 05 jours**
DCO	**Demande chimique en oxydéne**
PO_4	**Phosphate**
BCPL	**Bouillon lactose au bromocrésol proper**
EVA	**Bouillon à l'azote de sodium et l'éthyle violet**
Roth	**Bouillon à l'azote de sodium**
ONA	**Office nationale d'assainissement**
NPP	**Nombre plus probable**
E.Coli	**Escherichia Coli**
OMS	**l'organisation mondiale de la santé**
CAG	**Charbon Active granulaire**
CAP	**Charbon Active poudre**

الـمــقــدمــة

إن الماء مطلب أساسي في هذه الحياة، فهي بكافة أشكالها تعتمد عليه، ومصير الإنسان مرتبط به، ولقوله تعالى {وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ }، ولكـن على الرغم من ذلك فـإن الإنسان لم يـحسن التعـامل معه، نتيجة الاستهلاك الغير العقلاني له في الأنشطة الزراعية والصناعية وكذا في احتياجاته اليومية مؤديا بذالك إلى تلوثه.

ولذا أصبح التلوث المائي أهم المواضيع التي تشغل الباحثون، وهذا يعود إلى اختلاط المياه الملوثة بالمياه العذبة نتيجة لصرف المياه المستعملة بالقرب من مصادر الماء أو فيها.أدى ذالك إلى التغيير في خواصه الطبيعية والكيميائية، مسببا بذالك موت بعض الكائنات الحية وانقراض البعض الأخر مع انتشار الأمراض،وكذالك أدى إلى زيادة الطلب على المياه الصالحة للاستعمال.

لهذا سعى الباحثون لإيجاد طرق لمعالجتها بطريقة سهلة وتكلفة أقل، ومن بين هذه المعالجات، المعالجة بالرمل والحصى والفحم التي استخدمها الفراعنة قديما.ولذا ارتأينا في هذا العمل تطبيق هذه الطريقة على المياه المستعملة لمنطقة تقرت بالرمل وحصى من منطقة جانت وفحم اصطناعي. ومن أجل التحديد فعلية وقدرة عمود من رمل وحصى وفحم على إدمصاص الملوثات وذلك من خلال التحاليل الفيزيوكيميائية والبيكتروبيولوجيا.

تتلخص دراستنا في جزئين.الجزء الأول (الجانب النظري) ويضم 3 فصول:

الفصل الأول: يشمل عموميات حول المياه الملوثة؛

الفصل الثاني: تطرقنا فيه إلى مفاهيم عامة حول الحصى، الرمل والفحم؛

الفصل الثالث: فيحتوي على طرق معـالجة ومعايير تصنيف تلوث المياه المستعملة.

أما الجزء الـثـانــي (الجانب التطبيقي) فيضم فصلين:

الفصل الرابع: والمتمثل في الأدوات وطريقة العمل؛

الفصل الخامس: فتطرقنا فيه إلي النتائج ومناقشة النتائج ليختم البحث بالخاتمة.

الجزء الأول

الـدراسـة النـظريـة

الفصل الأول

عموميات حول المياه الملوثة

I-1-تعريف تلوث المياه:

- هو التغير في المواصفات والمعايير الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية للماء الصالح للشرب والاستعمال البشري، وينتج بفعل إضافة ملوثات إلى النظام البيئي. [1]

والـذي يؤدي إلى إخـلال توازن هـذه المياه، ويسبب مضايقات كثيرة (رائحة كريهة، تخمر، مخاطر صحية، وما إلى ذلك)، والتي تأثر في الكائنات على المدى القصير أو الطويل، من خلال السلسلة الغذائية التي نعتمد عليها.[2]

- كما جاء في تعريف منظمة الصحة العالمية عام 1961 لتلوث المياه على أنه: " هو أي تغير يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للمياه مما يؤدي إلى التغير في حالته بطريقة مباشرة أو غير مـبـاشـرة، بحيث تصبح الميـاه أقل صـلاحـيـة للاسـتـعـمـالات الطبيعية المخصصة لها، سـواء للشرب أو الاستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره.[3]

- كما يمكن تعريف التلوث الماء بأنه : "إذا ما احتوى على مواد غريبة كأن تكون مواد صلبة أو عالقة أو مواد عضوية أو غير عضوية ذائبة، أو كائنات دقيقة مثل البكتريا أو الطحالب أو الطفيليات، حيث تغير هذه المواد من خواصه الطبيعية أو الحيوية، وبذلك يصبح غير مناسب للشرب أو للاستهلاك المنزلي أو في الزراعة أو في الصناعة.[4]

I-2- أنواع ومصادر تلوث المياه:

I-2-1- أنواع تلوث المياه:

وتنقسم أنواع التلوث إلى أربعة أقسام هم:

I-2-1-1- <u>التلوث الفيزيائي</u> :

وينتج عن تغيير المواصفات القياسية للماء، عن طريق تغير درجة حرارته أو ملوحته، أو ازدياد المواد العالقة به، سواء كانت من أصل عضوي أو غير عضوي. وينتج ازدياد ملوحة الماء غالباً عن ازدياد كمية التبخر ماء البحيرة أو الأنهار في الأماكن الجافة دون تجديد لها. كما أن التلوث الفيزيائي الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة يكون في غالب الأحوال نتيجة صب مياه تبريد المصانع والمفاعلات النووية بالقرب من المسطحات المائية أو فيها، مما ينتج عنه ازدياد درجة الحرارة ونقص الأكسجين، وهذا ما يؤدي إلى موت الكائنات الحية في هذه الأماكن. [4]

I-2-1-2- التلوث الكيميائي:

وينتج هذا التلوث غالباً عن ازدياد الأنشطة الصناعية أو الزراعية بالقرب من المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية المختلفة إليها. وتعد كثيرةٌ الأملاح المعدنية والأحماض والأسمدة والمبيدات من هذه الأنشطة سبب في تلوثها والتغير في موصفاته وهناك العديد من الفلزات السامة الغذائية في الماء تؤدي إلى التسمم إذا وجدت بتركيزات كبيرة مثل الباريوم والكادميوم والرصاص والزئبق. أمّا الفلزات غير السامة، مثل الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم، فإن زيادتها في الماء تؤدي إلى بعض الأمراض، إضافة إلى تغير خصائص الماء الطبيعية، مثل الطعم وجعله غير مستساغ. كما أن هناك أيضاً التلوث بالمواد العضوية، مثل الأسمدة الفوسفاتية والأزوتية، التي يؤدي توجودها في الماء إلى تغيير رائحته ونمو الحشائش والطحالب، بحيث أن زيادة استهلاك الماء وزيادة التبخره قد يؤدي في النهاية إلى ظاهرة الشيخوخة المبكرة للبحيرات Eutrophication، حيث تتحول هذه البحيرات إلى مستنقعات مليئة بالحشائش والطحالب، وقد تتحول في النهاية إلى أرض جافة. [4]

I-2-1-3- التلوث البيولوجي :

وينتج هذا التلوث عن ازدياد الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض مثل البكتريا والفيروسات والطفيليات في المياه. وكذلك تنتج في الغالب عن اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالماء بطريقة مباشر عن طريق صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة أو المالحة أو عن طريق الغير المباشر عن طريق اختلاطها بماء صرف صحي أو زراعي، ويؤدي وجود هذا النوع من التلوث إلى الإصابة بالعديد من الأمراض.[4]

I-2-1-4- التلوث الإشعاعي :

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، ثم تنتقل إلى الإنسان أثناء تناول هذه الأحياء فيحدث فيه العديد من التأثيرات الخطيرة، منها الخلل والتحولات التي تحدث في الجينات الوراثية.[4]

I-2-2- مصادر تلوث المياه:

I-2-2-1- المصدرالطبيعي:

وينتج التلوث الطبيعي للمياه من وجود مخلفات طبيعية نباتية أو حيوانية في هذه البيئات المائية، بشرط ألا يكون للإنسان دخل في هذا التلوث. وتحتوي هذه المخلفات على الأجسام الميتة للكائنات الحية أو المواد العضوية المختلفة وغير ذالك من المصادر. ومما يساعد على انتشار هذا النوع من التلوث، الدمار الذي لحق بالغطاء النباتي على الكرة الأرضية مثل أشجار الغابات والأحراش بسبب التصحر أو بسبب نشاط الإنسان. لأن الغطاء النباتي على سطح الأرض يقوم بدور فعال في درء هذا النوع من التلوث. [5]

I-2-2-2- المصدر الحرارة:

وينتج هذا النوع من التلوث من استعمال كميات كبيرة من المياه لتبريد المفاعلات النووية أو الحرارية في محطات الطاقة، ثم إعادة صرفها إلى البحر مرة ثانية، وهذا من شأنه أن يؤدي إلى إحداث تغير واضح في التوازن الحيوي في هذه البيئات، نتيجة ارتفاع درجة حرارة المياه عدة درجات مئوية. كما قد يساعد ارتفاع درجة حرارة المياه على نمو أحد الكائنات الحية في النظام الحيوي الجديد بدرجة تؤثر على التوازن السائد لهذا النظام الحيوي، وهذا من شأنه أن يؤدي في النهاية لإحداث أضرار حيوية بالغة لهذا المسطح المائي. ومن التغيرات الحرارية للماء، انخفاض محتواه من الأكسجين الدائب مع زيادة درجة الحرارة، ومن ذلك زيادة نشاط الكائنات الحية نتيجة لزيادة سرعة العمليات الحيوية بها، مما يترتب عليه زيادة الطلب على الأكسجين الذي تقل نسبته مع زيادة درجة الحرارة. كما يؤدي الارتفاع في درجة الحرارة إلى نمو أنواع جديدة من النبات التي تتلاءم مع درجات الحرارة هذه، والتي بدورها تنافس النباتات الطبيعية في هذه البيئة والذي بدوره ينعكس على الكائنات الحيوانية في تلك البيئة المائية التي قد لا تستطيع أن تعيش مع تلك الأنواع الجديدة من النباتات.[5]

I-2-2-3- النفط ومشتقاته:

وينتج هذا النوع من التلوث من انتشار البترول ومشتقاته على مساحات شاسعة من المياه، والذي يؤدي إلى تقليل التبادل الغازي بين الوسط المائي والهواء المحيط به، مما يترتب عليه تقليل نسبة الأكسجين الذائب في الماء بطبيعة الحال فإن هذا يؤثر بدوره على الكائنات البحرية. كما أن للنفط ومشتقاته سمية واضحة على الكائنات الحيوانية والنباتية الدقيقة العالقة في الماء، والتي تعد الغذاء الأولي للأسماك. كما تقتل بقع الملوثة بالنفط الكثير من الأحياء البحرية الأخرى، وتقتل كذالك الطيور البحرية التي تتلامس أجسامها مع التلوث البترولي في المياه.

وفيما يلي نورد أهم الأسباب التي تؤدي إلى تلوث المياه بالنفط: [5]

- حوادث ناقلات النفط الغير متعمدة؛
- تفريغ مياه التوازن التي تعبأ بها الناقلات وهي فارغة؛
- تسرب النفط أثناء تحميل وتفريغ الناقلات؛
- النفط المتسرب نتيجة الحفر في أعماق البحار والمحيطات وما يصاحبها من الحوادث؛
- مصافي النفط والمصانع البتروكيماويات ومعامل التكرير الشاطئية؛
- الهجوم على المنشآت النفطية وناقلات النفط أثناء الحروب؛
- النفايات والمخلفات النفطية التي تلقيه الناقلات النفطية.

I-2-2-4- الأمطار الحمضية:

تتلوث مياه الأمطار وخاصة في المناطق الصناعية لأنها تجمع أثناء سقوطها من السماء كل الملوثات الموجودة في الهواء، والتي من أشهرها أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت وذرات التراب ولقد امتلأ الهواء بالكثير من الملوثات الصلبة والغازية التي نفثتها مداخن المصانع ومحركات السيارات، وهذه الملوثات تذوب مع المياه الأمطار وتسقط مع الثلوج فتمتص التربة جزءا فينتج عنه تلوث المياه الجوفية والجزء الأخر فتختلط مع المياه السطحية.[6]

وتعتبر أحماض الكبريتيك والنيتريك المكونان الرئسيان للأمطار الحمضية، والتي تعمل على تغيير الرقم الهيدروجيني للمسطحات المائية مما يؤثر على الكائنات الحية المائية وقد تؤدي إلى موتها أحيانا. وتعتبر الأمطار الحمضية إذا انخفض رقمها الهيدروجيني إلى 5 فما دون. كما أن هناك ما يعرف بالأمطار القاعدية التي يصل رقمها الهيدروجيني إلى 8 فما فوق، وعادة ما تكون غنية بالمواد كالكربونات المذابة وينحصر سقوطها في المناطق الجافة وشبة الجافة ولا تشكل أخطارا مقارنة بالأمطار الحمضية. [5]

I-2-2-5- المخلفات الصناعية:

تشكل المخلفات الصناعية واحدة من أخطر الملوثات البيئات المائية، فقد يترتب على صرف هذه المخلفات في البحيرات والأنهار والمحيطات والبحار نتائج سيئة جدا على الكائنات الحية فيها، أو المرتبطة بها. ومن أخطر أنواع التلوث البحري بالمخلفات الصناعية تلك التي من الصناعات الكيماوية، مثل صناعات الورق أو النسيج أو صناعات المبيدات ومستحضراتها. فمخلفات هذه الصناعات تلوث البيئات المائية بمركبات كيماوية شديدة الخطورة والسمية أو بمعادن الثقيلة سامة مثل الزئبق والرصاص والكادميوم والزرنيخ وغيرها.[4]

وتتمثل خطورة هذه الملوثات في: [5]

- التأثير المباشر على الحياة البحرية وما يترتب عليه من إخلال في التوازن الحيوي فيها؛
- التعرض لهذه الملوثات يؤدي إلى تراكمها داخل أجسام الكائنات البحرية الحية كالتعرض إلى الزئبق، مما يهيئ الفرصة لانتقال هذه الملوثات للإنسان من خلال السلاسل الغذائية؛
- كثرة عدد مثل هذه الملوثات الضارة وزيادة المنتجات المركبة الجديدة بصورة أسرع من تطور الدراسات التي تدور حول معرفة أضرارها.

I-2-2-6- المواد المشعة:

تتلوث المياه بالمواد المشعة نتيجة لسقوط الأمطار الملوثة بها، أو مياه تبريد لمحطات القوى النووية، بالإضافة لردم النفايات المشعة في أعماق البحار، أو تفريغ السائل منها بشكل مباشر في مياه البحار والمحطات، مما أدى إلى زيادة نسبة المواد المشعة في المياه.

وترجع خطورة هذا النوع من الملوثات، إلى الآثار السيئة للإشعاعات في كونه يتراكم حيويا داخل أجسام الكائنات البحرية، إلى أن يصل تركيزها فيها إلى مستويات عالية. ولتصل في النهاية إلى الإنسان من خلال السلاسل الغذائية، مسببة له أخطر الأمراض، هذا بالإضافة إلى التأثير المباشر على الحياة البحرية.

I- 2-2-7- المبيدات الحشرية:

تلوث البيئات المائية بالمبيدات واحدة من أخطر أنواع التلوث، بسبب أن للمبيدات تأثيرات شديدة السمية على الكائنات المائية، وعلى الكائنات الحية بها. وتتكون المبيدات من مركبات كيماوية متباينة، ولذالك فهي تؤثر على الكائنات الحية بطريقة مختلفة. كما أنها تنقسم حسب فترة بقائها في البيئة إلى مبيدات غير باقية وهي التي يستمر تأثيرها من عدة أيام حتى حوالي أربعة أسابيع، ومبيدات متوسطة البقاء وهي التي يستمر وجودها في البيئة من عدة شهور حتى عشرين عاما، والمبيدات الدائمة هي التي تستمر في البيئة إلى ما شاء الله. وهنا تبرز خطورتها في حالة انحلالها في الماء ووصولها إلى البيئات المائية من المحيطات والبحار والأنهار والبحيرات وغيرها، ودخولها ضمن السلاسل الغذائية للإنسان.[5]

I- 2-2-8- التلوث بأسمدة النباتات:

عند استخدام الأسمدة الزراعية فإن الزائد منه يذوب في المياه الري ويصل في النهاية الأمر إلى المياه الجوفية كما تقوم مياه الأمطار بنقل هذه الأسمدة التي تبقت في التربة إلى المجاري المائية كالأنهار والبحيرات. ومن أهم هذه الأسمدة المستخدمة، مركبات الفسفور والتي تتصف بأثرها السام على كل من الإنسان والحيوان، ومركبات النترات التي يتحول جزءا منها إلى أيون النتريت الذي يؤدي إلى تسمم الدم وقد يؤدي إلى الوفاة. [5]

I- 2-2-9- مسببات العدوى:

تعتبر مسببات العدوى من البكتريا والفيروسات والفطريات وبيوض الطفيليات وناقلات العدوى من أخطر ملوثات المياه، لما لذالك من تأثير مباشر على صحة الإنسان عند استخدام هذه المياه لأغراض الشرب والاستحمام والزراعة والصناعة. تتلوث المياه بمسببات العدوى من مصادر كثيرة أهمها هو طرح مخلفات الصرف الصحي إلى المسطحات المائية مباشرة وبدون معالجة بيولوجية أو كيميائية. ومن أمثلة ذلك التهاب الكبد الفيروسي الدسنتاريا وشلل الأطفال والكوليرا. كما أن مخازن الأسلحة الجرثومية قد تكون سببا في تلوث المياه بمسببات العدوى الخطيرة مثل جرثومة الجمرة الخبيثة وجرثومة الكوليرا والطاعون والجدري وغير ذلك من الكائنات المستخدمة في الحروب البيولوجية. [5]

I- 2-2-10- المخلفات البشرية السائلة (الصرف الصحي):

يؤدي تلوث المياه بالمخلفات البشرية إلى زيادة واضحة في كمية المواد العضوية في مياه هذه البيئات. كما يؤدي إلى زيادة التلوث بمواد أخرى مصاحبة مثل المنظفات الصناعية شائعة الاستعمال في المنازل والمستشفيات والمصانع خاصة ومصانع الأدوية المستخدمة كبديل للصابون. حيت إن الكثير من هذه المنظفات لا تتحلل حيويا بسهولة كالصابون، مما يجعلها تتراكم في البيئات، بالإضافة لسمياتها الواضحة على بعض الكائنات المائية. وغالبا ما تصل المنظفات إلى مصادر المياه المتنوعة دون الشعور بذلك كما أظهرت إحدى الدراسات في الولايات المتحدة الأمريكية أن 40% من الآبار الارتوازية ملوثة بمواد التنظيف. [5]

I- 3- مفاهيم عامة حول مياه الصرف الصحي:

I- 3-1- تعريف مياه الصرف الصحي

- مياه الصرف الصحي، والتي تسمى المياه العادمة، أو النفايات السائلة، هي المياه المحملة بالنفايات وبقايا المواد العضوية أو المعدنية، القابلة للذوبان أم لا، من النشاط البشري والصناعي والزراعي.

وهي تمثل جزءا صغيرا من حجم موارد المياه الصالحة لإعادة الاستخدام، ولكنها نوعية رديئة جدا تتطلب تنقية قبل تصريفها في البيئة الطبيعية.[2]

- وفقا ل ريجسيك (2002)، مياه الصرف الصحي أو المياه العادمة، هي المياه التي تحتوي على الملوثات القابلة للذوبان أو لا، والتي تنتج أساسا من النشاط البشري. وعادة ما تكون مياه الصرف الصحي خليط من الملوثات عضوية أو غير عضوية مذابة في المياه التي استخدمت لأغراض منزلية أو صناعية. لذلك في المصطلحات مياه الصرف الصحي، هي المياه التي فقدت نقائها؛ أي خصائصها الطبيعية بأثر الملوثات بعد استخدامها في الأنشطة البشرية (المنزلية أو الصناعية أو الزراعية).[8]

- المياه العادمة هي كافة أنواع المياه المبتذلة الصادرة عن الإستعملات البشرية المختلفة (منزلية – تجارية – صناعية)، ويطلق عليها أحياناً مياه المجاري أو مياه الصرف الصحي لأنها في الغالب تنقل في شبكة المجاري العامة في المدينة أو تعرف على أ نها المياه الناتجة عن أنشطة الإنسان في السكن والصناعة والزارعة وإفرازات الحيوانات، وتحتوي المياه العادمة حسب المصدر على ملوثات عضوية وغير عضوية وجرثومية وإشعاعية وحرارية، وتتواجد الملوثات العضوية وغير العضوية والجرثومية في المياه العادمة على شكل مواد قابلة للترسب ومواد عالقة ومذابة على شكل غروي.

I- 3-2-المكونات الرئيسية لماء الصرف الصحي (حسب منظمة الصحة العالمية 2006): [7]

- ✓ مياه الصرف الصحي تتكون بصورة أساسية من الماء بنسبة 99.9 %؛
- ✓ المواد غير العضوية مثل (الرمل، والرماد والزجاج والحصى وغيرها)؛
- ✓ المواد العضوية مثل (الكربوهيدرات، والزيوت والدهون والصابون مواد التنظيف المنزلية، والبروتينات)؛
- ✓ المواد العضوية السامة مثل (المبيدات، وبقايا الأدوية)؛
- ✓ الأملاح مثل (الصوديوم، والكلوريد)؛
- ✓ المواد غير العضوية السامة مثل المعادن الثقيلة (الزرنيخ، الكادميوم، الكروم، النحاس، الرصاص، الزئبق، الزنك وغيرها)؛
- ✓ المواد الغذائية مثل (النيتروجين، الفسفور، البوتاسيوم).

I- 3-3- تنقسم مياه الصرف الصحي إلى:

- المياه الرمادية: هي ناتج المياه المنزلية المستخدمة عدى مياه المراحيض وبالتحديد مياه المغاسل ومياه الاستحمام وغسيل الملابس. [7]
- المياه سوداء :هي المياه الناتجة عن المراحيض والتي تحتوي كميات كبيرة من المواد العضوية الناتجة من الفضلات الآدمية. [7]
- ماء الصرف الصحي: هو مزيج من المياه الرمادية والسوداء. [7]

الفصل الثاني

مفاهيم عامة حول الرمل، الحصى والفحم

II- 1- مفاهيم عامة حول الرمل

II- 1- 1- تعريف الرمل:

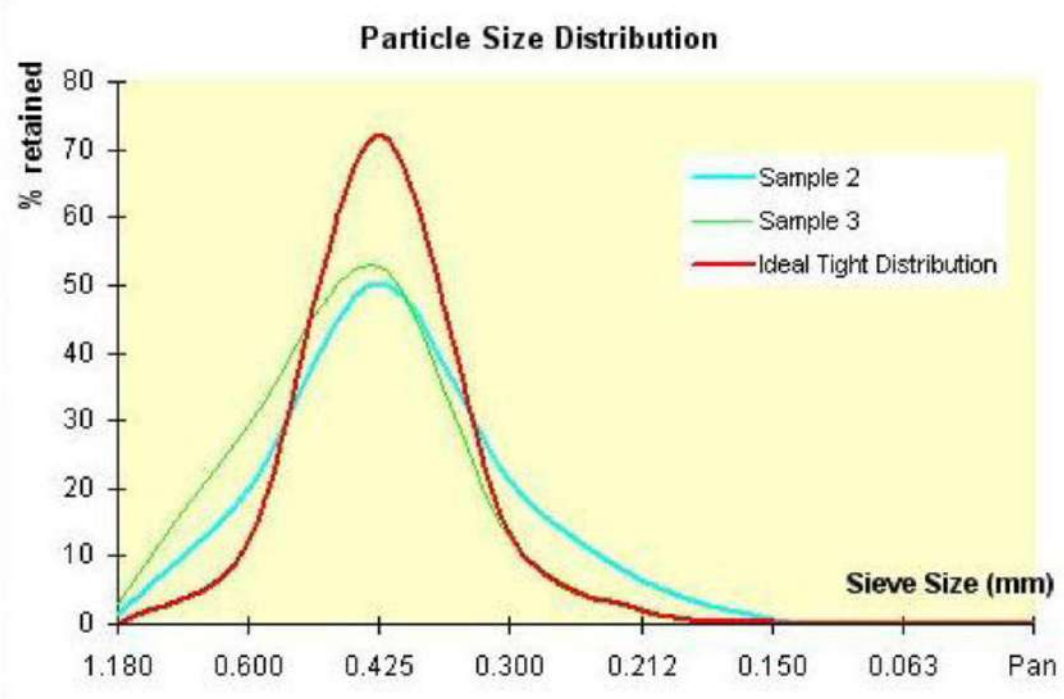
- الرمل هو عبارة عن مادة حبيبية تنشأ من تفتت الصخور، ويتراوح قطره ما بين 0.1 - 2 ملم. وينتقل في الطبيعة بواسطة المياه أو الرياح، فهو صخر رسوبي ذو أ صل تفتتي. ويمكن تقسيمها إلى

الرمال الخشنة قطرها بين 1 – 2 ملم؛

الرمال متوسطة: قطرها بين 0.5 – 1 ملم؛

رمال ناعمة: قطر حبيباتها بين 0.5 – 0.25 ملم؛

رمال شديدة النعومة: قطرها بين 0.25 – 0.1 ملم.[10]



الشكل (1): منحنى توزيع حجم جزيئات الرمل

II– 1- 2- أنواعه:

- **الرمل القاري** (sables terrigènes):ويعتبر هذا النوع من الرمال هو الأكثر شيوعاً وانتشاراً فوق الأرض، إذ يستخلص من خارج حوض الترسّب تحت تأثير عوامل التعرية، ويستخرج بشكل خاص من الصخور البركانية المتبلورة والصخور الرسوبية، وتعتبر المياه العامل الأكثر تأثيراً من حيث الترسيب، وتعتبر المعادن السيليكاتية هي الأكثر وجوداً في هذا النوع. [11]
- **الرمل الكاربوناتي** (sables de carbonate): وهي الرواسب المترسبة فعلياً في المياه البحرية وتتكون بصورة أساسية من الحبيبات الهيكلية grains squelettiques، والسرئيات، فضلا عن الحبيبات المغلفة الأخرى، وبعض الفتات الداخلي intraclasts، والكاربونات القارية carbonate terrigène. والكاربونات القارية هي رمال قارية غير شائعة الوجود ماعدا في مناطق التعرية السريعة لتتابعات الكاربونيت السميكة في الأحزمة الاوروجينية أو في بعض المواضع الثلجية.[9]
- **الرمل الفتاتي الناري** (sables pyrocastic): هو الرمل المشتق مباشرةً من الانفجارات البركانية، وتترسب غالباً في المناطق المائية وأجزاء اليابسة، وهو النوع الأقل شيوعاً.[11]

ويمكن تصنيف أنواع الرمل حسب مكان تواجدها إلى:

- رمل الشاطئ
- رمل الوادي
- رمل الصحاري

أو حسب ألوانها : يختلف لون الرمال وتركيبها الكيميائي باختلاف المعادن المكونة منها ويتراوح لونها بين الأبيض وأصفر والأحمر. وتتحول الرمال إلى صخور رملية إذا تسنت لها إسمنتة كربونية أو طينية أو حديدية.

- اللون الأبيض : غير متواجد في الجزائر
- اللون الأحمر : متواجد في الجنوب الجزائري
- اللون الأصفر : في جميع الصحاري الجزائرية

II– 1- 3- مكونات الرمل:[12]

جدول (II 01): تركيز المعادن المختلفة في عينات الرمل

الشوائب	AL_2O_3	Fe_2O_3	M_ayo	CAO	Na_2O	TiO_2	Mao	K_2O
التركيزppm	0.1	0.1	1 0.1	0.1	0.05	0.05	0.001	0.05

II– 1- 4- الخواص الفيزيوكيميائية لمكونات الرمل:[13]

الجدول (II 02) : بعض الخواص الفيزيوكيميائية لمكونات الرمل الصحراوي

الخواص الفيزيوكيميائية				
		الكوارتز	الجبس	الكاسيت
الصيغة الكيميائية		SiO_2	$CaSO_42H_2O$	$CaCO_3$
الكتلة المولية (g/mol)		60.085	172.173	100.086
الحجم المولي (cm^3)		22.688	74.440	36.9257
قابلية الذوبان		غير قابل		
صلابة (هوس)		7	2- 1.5	3
الكثافة (g/cm^3)		2648	2.313	2.7106
التبلور		Trigonal hexagonal	monoclinic	Trigonal
أبعاد الخلية البلورية	a (A°)	4.9134	5.670	4.9896
	b (A°)	-	15.201	-
	c (A°)	5.4052	6.533	17.0610
	β (A°)	-	118.60	-
المجموعة الفضائية		$P3_221$ or $p3_121$	12/a	R3c
اللون		شفاف، وردي، أسود،....	أبيض، شفاف، أسود، أصفر، أخضر، ...	أبيض
البريق		زجاجي – شمعي	زجاجي إلى حريري، لؤلؤي، أو شمعي	زجاجي إلى حريري على سطح الانقسام
الشفافية		شفاف إلى معتم تقريبا	شفاف إلى نصف شفاف	شفاف إلى نصف شفاف
قرينة الانكسار		1.543 – 1.554	1.519 – 1.530	1.486 - 1.660
المقاومة الكهربائية (Ωm)		$4\times10^{12} – 2\times10^{16}$	1.21×10^{14}	2×10^{12}
درجة الانصهار(°C)		1705 -1713	-	-

II- 2- مفاهيم عامة حول الـحـصـى

II- 2- 1- تعريف الـحـصـى

يتكون الحصى نتيجة التعرية الفيزيائية للصخور وتأخذ الشكل القريب من الكروي تحت تأثير النقل النهري أو الصفيحي تحت تأثير حركة الأمواج البحرية والبحيرية، وعندما يتم التحام الحبيبات بواسطة إسمنتة معينة يتحول اللاحمة من الكربونات أو السيليكات أو الطين. [10]

وهو صخر رسوبي فتاتي يتكون أساساً من معدن الكوارتز (ثاني أكسيد السيلكون) (SIO2) يربطه مواد رابطة من كربونات الكالسيوم وأكاسيد الحديد أو السيلكا غير المتبلورة، وإن كانت جميع هذه المركبات تتواجد بنسب متفاوتة وضئيلة في الحصى العادي أما إذا زادت نسبتها بدرجة كبيرة سمي الحصى باسمها، لقد ذكر أن المواد الرابطة السيليزية تؤدي عادة إلي تكوين أقوي أنواع الحصى ويكون لونه أبيض أو فاتح اللون بينما تطفي المواد الرابطة الحديدية صبغة حمراء أو برتقالية أو بنية على الحصى المحتوي عليها وتكون أقل قوة من السيليسيه كما أن الحصى المحتوية علي المواد الرابطة الكلسية تكون ضعيفة وذلك لقابليتها علي الذوبان في الماء الحمضي بينما تكون الحصى المحتوية علي مواد رابطة طينية أضعف أنواع الحصى وهي ذات لون رمادي أو مظهر طيني. ويمكن تصنيف الحصى بناء على أبعادها إلى الأنواع التالية:[10]

- الحصى الناعمة: قطرها بين 2 - 5 مم؛
- الحصى متوسطة: قطرها بين 6 - 10 مم؛
- الحصى كبيرة: قطرها بين 10 - 20 مم.

II- 2- 2- مكونات الحصى وخصائصه الفيزيائية والكيميائية:[14] ،[15]

- الجدول (II 03):المكونات والخصائص الفيزيائية والكيميائية للحصى

نسبة قابلية الذوبان % soluble	27.83
ثالث أكسيد الكبريت SO_3 (%)	0.33
جبس Gypse (CaSO4 ,2H2O)	1.82
الكربونات % Carbonates C3SO3	70
كلور % Chlorure CL	0.011
كلور الصوديوم % NaCl	0.019
النفاوة للحبيبات %	0.74

معامل الإدمصاص	0.04
معدل الشوائب % taux d'impuretés	1.01
كثافة ظاهرة (masse volumique apparente)	1213
الكثافة المطلقة (masse volumique absolues)	2500

II- 3-مفاهيم عامة حول الفحم (الكربون المنشط)

II- 3- 1- تعريف الفحم (الكربون المنشط):

الكربون المنشط(activé Charbon) مادة اصطناعية من ألياف كربونية انطلاقا من : بعض الأجسام الخشبية، أو فضلات من ألياف كربونية، فحم حجري. بحيث تعالج إما بطريقة حرارية أو بطريقة كيميائية.

طبيعة وبنية الألياف الكربونية وطرق التنشيط تحدد السطح النوعي الناتج والخواص الفيزيائية والكيميائية للأغشية وكذا عدد وأبعاد المسامات.[16]

II- 3- 2-أنواع الكربون المنشط

تم تصنيف الكربون المنشط حسب حجم دقائق الحبيبات المكونة له إلى نوعين:

- **الكر بون المنشط المسحوق (CAP) :** الكربون المسحوق يكون على شكل دقائق ذات أبعاد تتراوح بين (10-50)µm، ويستعمل التحريك مع المادة المراد معالجتها، ويستخدم عامة في طرق التصفية وبالضبط في مرحلة التكتل كمساعد على التكتل من جهة وكمادة مازة للملوثات العضوية المسؤولة عن الذوق والرائحة من جهة أخرى .[16]، و يستعمل أيضا في حلقات الترشيح والمعالجات الصناعية.
- **الكربون المنشط الحبيبي (CAG) :** الكربون المنشط الحبيبي يكون على شكل دقائق ذات أبعاد تتراوح بين(6 –0.5) mm ويستعمل عامة ضمن المرشحات، ويتلخص الدور الأول له بامتزاز العديد من المركبات العضوية المنحلة في الماء، ويتلخص الدور الثاني له بحجزه للبكتيريا على سطحه وتكاثرها عن طريق تحطيمها للمركبات العضوية الممتزة وبالتالي حدوث التحلل الحيوي للمركبات العضوية، كما يشكل مرحلة أمـــان و ضمانة نهائية في محطة التنقية وخاصة عـنـد حـدوث تـلـوث مفاجئ في المياه السطحية المغذية. [16]

II- 3- 3- خواص الكربون المنشط.

II- 3- 3- 1- الخواص الفيزيائية:

- **المسامية:Porosité** للكربون المنشط بنية مثيلة للغرافيت، تظهر كتجمعات لطبقات مستوية من ذرات الكربون سداسية منتظمة، هذه البنية تحدد المسامات الداخلية للكربون المنشط.[16]
- **الرطوبة واحتواء الرماد Humidité et Teneur en cendres** : هذان البعدان مهمان في اختيار الكربون المنشط، حيث تكون الرطوبة المنتشرة اقل من 5 % في حين احتواء الرماد منعدم تقريبا يجب ألا يتجاوز 10 % فالـ pH قد يصل إلى قيم عالية و يسبب ترسب كربونات الماء على الكربون وبالتالي تقود إلى قدرة إمتزاز منخفضة.[16]

II- 3- 3- 2- الخواص الكيميائية:

- تعتمد أساسا على قدرة الإمتزاز للكربون المنشط والمادة المميزة، في بعض الدول الأوربية وخاصة فرنسا تستعمل الدلالةً FINAD التعبير عن خمسة مواد ملوثة هي : الفينول F، اليود I، الفينازون A ،المنظفاتD ،إندول N، وتحدد غالبا بالدلالةً FND. [16]

- دلالة الفينول(phénol de indice): ويستعمل لتقدر فعالية الكربون المنشط في معالجة ملوثات الذوق والروائح.

- دلالة اليود: (diode indice) ويستعمل لتحديد فعالية الكربون المنشط تنقية مركبات ذات الكتلة الجزيئية الضعيفة.

II- 3- 4- استعمالات الكربون المنشط:

المعالجة الصناعية :-[12]

- تطهير واسترجاع المواد مثل استرجاع الذهب
- امتزاز بخار المذيبات مثل استرجاع بخار البنزن
- إزالة الرائحة واللون.
- فصل المركبات الغازية.

معالجة الملوثات: [16]

- إزالة المركبات السامة وخصوصا في معالجة مياه الصرف الصناعي والمياه الصالحة للشرب؛
- حماية ضد الغازات والأبخرة السامة؛
- نزع البكتريا

ونتيجة لهذه الاستعمالات يتعرض الكربون المنشط إلى تشبع أي "أنه يفقد ميزته في تطهير المياه"، لذا يجب إعادة تجديده لكي يستعمل مرة أخرى.

الفصل الثالث

طرق المعالجة ومعايير تصنيف تلوث المياه المستعملة

III – 1- طرق معالجة المياه الملوثة (مياه الصرف الصحي):

تحتوي مياه الصرف الصحي والتي تسمى كذلك مياه المجاري على 99.9% مياه و 0.1% فقط مواد صلبة منها المواد العضوية. ولهذا السبب مهم جدًا أن نقوم باسترجاع هذه المياه، خاصةً بسبب قلة كميتها. هنالك عدة طرق لتنقية مياه المجاري.[17]

III-1-1- المعالجة الابتدائية: تهدف هذه المعالجة الابتدائية بشكل عام إلى إزالة المواد الصلبة اللاعضوية كبيرة الحجم وكذلك التخلص فيها من والشحوم والزيوت من مياه المجاري لحماية المنشآت الميكانيكية والمضخات المختلفة الموجودة في المراحل اللاحقة من المعالجة ومنع الأنابيب من الانسداد، كما تهدف هذه المرحلة أيضاً إلى تجانس هذه المياه وخاصة عندما تكون شبكة المجاري مشتركة أو عندما تصب في المحطة من حين إلى آخر كميات كبيرة من مياه الفضلات الصناعية.[17]

III-1- 2- المعالجة أولية: يتم التخلص فيها من 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 أحواض للترسيب الإضافة إلى المرافق الموجودة في وحدة المعالجة التمهيدية وربما تحتوي أيضا على وحدات تغذية لبعض المواد الكيميائية إضافة إلى أجهزة لخلط تلك المواد مع المياه .[18]

III-1- 3- المعالجة البيولوجية: وتسمى أيضاً المعالجة الثانوية حيث تعتبر هذه المرحلة أهم مراحل المعالجة التي يجب تطبيقها على المياه الملوثة في المحطة وتهدف هذه المعالجة إلى أكسدة المواد العضوية المختلفة في مياه المجاري وتحويلها إلى مركبات مستقرة وكتلة حيوية تتألف معظمها من البكتريا وبعض الكائنات الدقيقة التي يمكن فصلها عن المياه ومعالجتها على إنفراد وبالتالي الحصول على مياه خالية عملياً من التلوث العضوي ولحدوث معالجة ثانوية يلزم عدة عوامل هي:[17]

1-الأحياء الدقيقة المسؤولة عن المعالجة.

2-مصدر لإمداد الأكسجين اللازم لتنفس البكتريا.

3-مياه الصرف الحاوية على المادة العضوية والتي تعتبر غذاء للبكتريا.

4-مزج يؤمن فرصا اكبر لتماس البكتريا والمادة العضوية والأكسجين.

III-1 - 4- المعالجة المتقدمة (الثالثية):

الهدف الرئيسي منها إزالة الملوثات التي لا يمكن إزالتها بالطرق التقليدية سابقة الذكر.

إن المعالجة الثالثية للمياه الملوثة تعتبر كمعالجة إضافية من أجل تحقيق الأمور التالية:

1- إزالة المواد العالقة الناعمة وتخفيض الDBO_5 في المياه المعالجة النهائية.

2- تخفيض تركيز العوامل الممرضة مثل البكتريا وبيوض الديدان المعوية بحيث يتم تجنب أي ضرر بالصحة العامة الممكن أن ينجم عنها.

3- التحكم بالمغذيات (الفوسفور – النتروجين) والمواد الصلبة المنحلة (عضوية، لاعضوية) وإزالتها والمواد العالقة الصلبة الزائدة إضافة إلى المواد التي يصعب تحللها بسهولة والمواد السامة وتتضمن هذه العمليات ما يلي: [17]

❖ **التخثر الكيميائي والترسيب:** فالتخثر الكيميائي هو عبارة عن إضافة مواد كيميائية تساعد على إحداث تغير فيزيوكيميائي للجسيمات ينتج عنه تلاصقها مع بعضها البعض وبالتالي تجمعها ومن ثم ترسيبها في أحواض الترسيب نظراً لزيادة حجمها. وتستخدم عدة مخثرات كيميائية من أهمها مركبات الحديد والألمونيوم والكالسيوم.[18]

❖ **الترشيح الرملي:** عبارة عن عملية تسمح بنفاذ الماء خلال وسط رملي بسماكة لا تقل عن 50 سم ويتم من خلال هذه العملية إزالة معظم الجسيمات العالقة والتي لم يتم ترسيبها في أحواض الترسيب نظراً لصغر حجمها إضافة إلى إزالــة المواد الصلبة المتبقية بعد عملية التخثر الكيميائي كـمــا أن هذه العملية ضرورية لتنقية المياه قبل معالجتها فــي عمليات لاحقة مثل الامتصاص الكربوني والتبادل الأيوني والتناضح العكسي. [18]

❖ **الامتصاص الكربوني:**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 بواسطة الحرق أو استخدام مواد كيميائية. [18]

❖ **التبادل الأيوني**: من خلال هذه العملية يتم إخلال أيونات معينة في الماء من مادة تبادل غير قابلة للذوبان بأيونات أخرى. وعملية التبادل الأيوني مشابهة لعملية الامتصاص الكربوني إلا أن الأولى تستعمل لأغراض إزالة المواد غير العضوية. [18]

❖ **التناضح العكسي:** يتم في هذه العملية ضخ الماء تحت ضغط عالي من خلال غشاء رقيق ذو فتحات صغيرة جدا يسمح بمرور جزيئات الماء فقط ويمنع مرور جزيئات الأملاح. [18]

III-1-5- المعالجة الكيميائية: وتستخدم لترسيب بعض الشوارد المنحلة بإضافة مواد كيميائية وتحولها إلى مواد راسبة (مثل ترسيب الفوسفور وهذه العملية تسمى الترسيب الكيميائي)، وأيضاً للتخلص من بعض الملوثات بالإمتزاز على سطح المواد المازة، أو إضافة مطهر أو معقم للمياه المعالجة.[19]

III-1-6- المعالجة الطبيعية: إن هذه الطرق تعتمد على قوى التنقية الذاتية في الطبيعة، ومن أهم هذه الطرائق:[19]

❖ **برك الترسيب اللاهوائية**: **lagune anaérobie**

يتم في هذه البرك ترسيب المواد العالقة بنسبة كبيرة نتيجة مدة المكث الكبيرة نسبياً(تصل إلى يوم واحد)، ويتم تحقيق الظروف الهوائية في البركة عن طريق حجز الزيوت والشحوم والمواد الطافية بواسطة جدران تركب عند مخرج المياه من البركة، أما الحماة المترسبة في قاع فترك لفترة طويلة لتكثف وتتخمر ويتم عزلها كل 6 إلى 12 شهر، بعدها تفرش في مسطحات لتجف تحت تأثير أشعة الشمس (تجفيف طبيعي).[19]

❖ **برك الأكسدة**:**oxydation de lagune**

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 لا تتعدى 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 بالاستعانة بأشعة الشمس وبعض العناصر الموجودة أصلاً في مياه المجاري .[17]

❖ **برك الإنضاج**:**maturation de lagune**

إن برك الإنضاج هي في الواقع برك هوائية ويكون ارتفاعها بحدود واحد متر وعادة ما تكون البركة الأخيرة قبل إلقاء المياه المعالجة إلى المصبات المائية (نهر–جدول) ووظيفة هذه البرك هي الإزالة للبكتريا البرازية والفيروسات وجراثيم أخرى وبعض الطحالب، إضافة إلى المواد القابلة للترسيب والتي لم تترسب أثناء المعالجة الثانوية وتعمل على القضاء على العوامل الممرضة وبيوض الديدان الموجودة في المياه المعالجة ثانوياً.[17]

❖**المعالجة بالنباتات:** (المعالجة باستخدام الأراضي الرطبة _Traitement en utilisant le sol humide)

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 الأجزاء المغمورة من النباتات بتخليص المياه من المواد العضوية الكربونية.[20]

III-1-7- معالجة مياه الصرف الصحي الصناعية: تعتمد هذه الطرق أيضاً على تقليد ما يجري في الطبيعة (قوى التنقية الذاتية) مع التحكم بظروف المعالجة مما يؤدي إلى اختصار زمن المعالجة والمساحة اللازمة لهذه الطرق. إن هذا التحكم يؤدي إلى تحقيق توقية أعلى بالمحطات وذلك لكونها تعتمد بشكل كبير على التجهيزات الميكانيكية، غالباً تكون الأحواض مختلفة في محطة معالجة وذات وظيفة واحدة (فيزيائية، كيميائية، بيولوجية). ونميز بين نوعين رئيسين من هذه الطرائق وهي:[19]

- **المرشحات البيولوجية**: هو عبارة عن منشأة هندسية على شكل اسطوانة المرشحات البيولوجية كبيرة قطرها يتراوح بين 10-40 متر وارتفاع بين 2.5-5 متر. وتمتلئ عادة بمادة حجرية أو بلاستيكية تنمو عليها البكتيريا التي تقوم بهدم المادة العضوية المتواجدة في المياه والتي ترش على سطحها وتمر عبر الفراغات المسامية للمادة المليئة.[20]
- **طريقة الحمأة المنشطة:** وهي الطريقة الأكثر انتشاراً في العالم على عكس الطريقة السابقة فإن الكائنات الحية (البكتيريا) تكون سابحة في حوض التهوية (حوض الحمأة المنشطة).[20]

III-1-8- المعالجة بالكلور: يعتبر الكلور ومشتقاته مثل Hypochlorite De Sodium و Bioxyde De Chloreمن أكثر مواد التطهير فعالية وعند إضافته إلى المياه بكميات مدروسة يقضي على الجراثيم والكائنات الدقيقة المختلفة، ويتوفر بعدة أشكال كالبودرة، السائل والغاز. لقد استعملت مركبات الكلور و لأكثر من 100 عام في بلدان كثيرة لمعالجة مياه الشرب وتمكنت من القضاء على الأمراض الناتجة من المياه الملوثة إضافة إلى وسائل أخري مثل الأوزون وأشعة فوق البنفسجية والتصفية الدقيقة. [20]

III-1-9- تقنية معالجة المياه المتلوثة بالميكرويف:

لفتت تقنية "معالجة المياه المتلوثة بالميكرويف" أنظار المستثمرين المحليين والأجانب وذلك لان هذه التقنية تتميز بقلة تكلفة التشغيل وضيق الحيز المطلوب واستهلاك الكهرباء المنخفض.

باستخدام هذه التقنية الجديدة, لا تستغرق عملية معالجة المياه المتلوثة سوى 7 دقائق، وتضاهى نوعية المياه المعالجة جودة المياه السطحية من الدرجتين الأولى والثانية. لذا فان هذه التقنية أفضل من التقنيات المتبعة حاليا في معالجة المياه الملوثة .[20]

III – 2- معاييرتصنيف الملوثات في المياه المستعملة:

III - 2- 1- المعايير الفيزيائية:

III - 2- 1-1- اللون Couleur

يـمـيـل لـون المخلفات التي من أصل آدمي إلى اللون الرمادي ولكنه يتحول تدريجيا إلى اللون الأسود،عندما يبدأ التحلل اللاهوائي وذلك في غياب الأكسجين الذائب .وقد يكتسب ألوانا أخرى عند صرف مخلفات من مصادر غير آدمية. وعند تشبع مياه الصرف الصحي بالأكسجين لفترة ملائمة تكتسب اللون المائل إلى البني.[21]

III - 2- 1-2- الرائحة Odeur

لمياه الصرف الصحي المتكونة حديثا رائحة مميزة غير مقبولة إلى حد ما، نتيجة النشاط اللاهوائي للبكتيريا ومع بداية تكون غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S. وربما تظهر روائح أخر، إذا اختلطت المياه بمخلفات صناعية. وظهور رائحة كبريتيد الهيدروجين في محطات الرفع أو في مدخل محطات التنقية دليل على تعفن المياه في الشبكة نتيجة زيادة مدة المكث أثناء الصرف أو ارتفاع درجة الحرارة أو صرف مخلفات صناعية. وكلها عوامل تؤدى إلى نفاذ الأكسجين الذائب وزيادة سرعة التفاعلات المؤدية إلى التعفن.[21]

III - 2- 1-3- الحرارة Temperature

تزيد درجة الحرارة بعض المخلفات السائلة(الصرف الصحي)عن درجة حرارة الجو المحيط بها زيادة طفيفة، وذلك بحكم استخدام مياه الشرب في الأغراض الآدمية، أومن صرف مخلفات صناعية في الشبكة [18] وتتراوح من 15الى25 درجة مئوية وأقصى درجة مسموح بها 35 درجة مئوية وتختلف باختلاف فصول السنة . [22]

III - 2-1-4- قياس الرقم الهيدروجيني pH

يعتبر الرقم الهيدروجيني مقياسا للتعبير عن درجة الحمضية أو القلوية للعينة، فعندما يكون الرقم الهيدروجيني للعينة 7 تعتبر هذه العينة متعادلة وكلما زاد الرقم من 7 إلى 14 تزداد قاعدية العينة وكلما تناقص الرقم الهيدروجيني من 7 إلى صفر تزداد حموضة العينة. وهو أحد العوامل الهامة جدا المؤثرة على حياة الكائنات الدقيقة في المخلفات السائلة وضبط قيمة الرقم الهيدروجيني أحد المهام الرئيسية التي يجب التقيد بها لتوفير البيئة الملائمة للكائنات، وأفضل قيمة للرقم الهيدروجيني هو 7 أي يكون الوسط متعادلاً، أما الارتفاع أو الانخفاض الكبير فإنه يؤدى إلى اضطراب في عملية المعالجة. وفي مياه الصرف الصحي تميل القيمة قليلاً نحو القاعدية. كما يعتبر قياس الأس الهيدروجيني أحد الدلائل للتعرف على صرف مخلفات صناعية في شبكات الصرف الصحي.[21]

III - 2- 1-5- الناقلية الكهربائية CE

تحتوي المياه الطبيعية على تركيز خفيفة من الأملاح المعدنية المتشردة وبالتالي فجميعها تشارك في الناقلية الكهربائية وتنتج الناقلية العالية عن ارتفاع نسبة الملوحة بسبب الملوثات المعدنية.[3]

III - 2- 1-6- المواد الذائبة TDS (Total Dissous Solide)

هي جميع المواد العضوية والغير عضوية المذابة في الماء التي يكون قطرها أصغر من 0.001 ميكرون وهي تمثل المواد المتبقية في الماء بعد ترشيحه ويعبر عنه بملغرام / ليتر.

ويمكن قياس تركيز المواد الذائبة في الماء بشكل مباشر عن طريق قياس الناقلية باستخدام جهاز قياس الناقلية الذي يعمل على مبدأ قدرة الماء على توصيل الكهرباء نتيجة وجود أيونات تنتج من تأين الأملاح والقواعد والأحماض. [22]

III - 2- 1-7- المواد العالقة (MES)

تمثل المواد غير الذائبة والموجودة في مياه الصرف وتضم المواد العضوية و المعدنية ويرمز لها ب : MES أي Matiéres en suspension يعبر عنها ب :ملغ/ل .القيمة القصوى للمواد العالقة لا تتجاوز 35 ملغ / ل لكي نستطيع رميها في المحيط بدون خطورة أما إذا تجاوزتها تصبح خطر على المحيط فيجب معالجة هذه المياه حسب (المرسوم التنفيذي رقم 06-141 المؤرخ في 19 أفريل 2006). [3]

III - 2- 1-8- الملوحة

هي الكمية الكلية للأملاح الذائبة، لكن كلوريد الصوديوم هو المكون الرئيسي، ولهذا السبب غالباً ما يتم التعبير عن الملوحة كدالة لهذا المركب وحده، لأن وجود الأملاح يعدل الماء (الكثافة، درجة حرارة التجميد والغليان، اللزوجة).[23]

III - 2- 2- المعايير الكيميائية

III - 2- 2- 1- قياس الطلب الكيميو حيوي للأكسجين DBO_5 :

يعرف الأكسجين الحيوي الممتص بكميه الأكسجين اللازم لأكسده المواد العضوية الكربونية بواسطة البكتيريا الهوائية عند20 درجه مئوية لمده 5 أيام.

يحدد قياس الأكسجين الحيوي الممتص (BOD_5) بطريقة غير مباشرة تركيز المواد العضوية في مياه الصرف الصحي، وذلك بقياس كمية الأكسجين الذائب قبل وبعد مدة خمس أيام داخل حضانة مضبوطة عند درجة 20°C ومن قياس كمية الأكسجين الممتص بواسطة الكائنات الحية يمكن حساب تركيز المواد العضوية بالعينة. فهو اختبار قياسي يجرى لتقدير النوعية البيولوجية لمياه. وكلما قلت هذه القيمة كلما كانت نوعية الماء أفضل [24] .

III - 2- 2- 2- قياس الطلب الكيميائي للأكسجين DCO

يعبر تركيز الأكسجين الكيميائي المستهلك عن تركيز المواد العضوية بملغم / لتر ويسمى الأكسجين الكيميائي المستهلك، حيث يتم أكسدة وتحليل المواد العضوية بواسطة مواد كيميائية مؤكسده ويستخدم الأكسجين الكيميائي المستهلك في تحديد تركيز المواد العضوية.

وتعتبر تجربه قياس الأكسجين الكيميائي المستهلك تجربه سريعة لقياس تركيز المواد العضوية بالمقارنة بتجربة الأكسجين الحيوي الممتص حيث تستغرق تجربه DCO حوالي ساعتين ونصف بينما تستغرق تجربه DBO_5 خمسه أيام للحصول على النتيجة كما أنه يستخدم في تحديد مدى تركيز الأكسجين الحيوي الممتص. [22]

III - 2- 2- 3- فوسفات PO_4

ينشأ الفوسفات في المياه السطحية من مصدر طبيعي ومصدر صناعي كالأسمدة، المنظفات الصناعية وتتواجد شوارد الفوسفات في الماء بأشكال مختلفة تبعا لقيمة pH الوسط، حيث تكون المياه الطبيعية ذات pH بين (8 – 5) تحتوي شوارد الفوسفات أحادية وثنائية الهيدروجين ($H_2PO_4^-$،HPO_4^{-2}) يعتبر الفوسفات المنحل في مياه الري مادة مغذية للنباتات غير أن ارتفاع نسبته أكثر من 60 ملغ/ل يؤدي إلى تغير في بنية بعض النباتات كما أنا لأسماك تتغذى بالفوسفات المنحل في المياه.[3]

III- 2-3- المعايير البيولوجية

III- 2-3-1- عدد بكتريا القولون الكلي

تنتمي مجموعة بكتريا القولون الكلي لعائلة البكتريا المعوية وهي هوائية ولا هوائية اختيارا، سالبة لصبغة جرام وهي لا تكون جراثيم ذات شكل عصوي، تستطيع تخمير سكر اللاكتوز منتجة حمضا وغازا خلال 24- 48 ساعة على درجة حرارة تحضين 35 درجة مئوية. وتشتمل مجموعة بكتريا القولون الكلي على الأجناس التالية: [25] (Escherichia, entérobactérie, klebsiella, et, citrobactérie) تخرج تلك البكتريا مع البراز الآدمي والحيواني بأعداد كبيرة نسبيا وذلك بشكل يومي تصل 2×10^9 إلا انه من الجدير بالذكر ليست كل إجمالي هذه البكتريا من أصل برازي.[26]

III- 2-3- 2- عدد بكتريا القولون البرازي:

هي بكتريا القولون الكلي إلا أنها محبة للحرارة تستطيع النمو وتخمير سكر اللاكتوز عند درجة حرارة 44. تشمل تلك المجموعة على النوعين إيشيرشيا كولي Esherichia coli والكلبسيلا نيمونيا Pneumonae de klebsiella. وجود بكتريا القولون البرازي يدل على التلوث بفضلات برازية ذات الصلة بالحيوانات من ذوات الدم الحار.[26]

III- 2-3-3- بكتريا E.coli

وحديثا اقترح بعض الباحثون استخدامها بمفردها كدلالة على التلوث بالبراز نظرا لسهولة تمييز الميكروب من بقية الأفراد مجموعة بكتريا القولون (لاختصاصها ببعض الصفات الفسيولوجية مثال على سالبيه إنزيم اليورياز urease وإنتاج إنزيم البيتا جلوكيورونيداز).

بشكل عام فإن بكتريا القولون البرازية ذات معدلات بقاء تعادل لحد كبير الممرضات البكتيرية إلا أنها اقل قدرة في الدلالة على التلوث و وجود الفيروسات والبروتوزوا. لذالك لا يمكن الاعتماد على المواصفات القياسية لبكتريا القولون لتحديد التلوث بالفيروسات و وحيدات الخلية في البيئات المائية. [26]

III- 2-3-4- عدد البكتريا السباحية البرازية Les Streptocoque Fécaux

تحتوي تلك المجموعة على بكتريا السباحية موجبة لصبغة جرام وتشمل على عائلة البكتريا الكروية المعوية (Entérocoques)، هذه المجموعة تستوطن الجهاز الهضمي للإنسان أو الحيوانات ذوات الدم الحار، لذالك فإنها تستخدم لتعرف على التلوث بالمتبقيات البرازية في المياه. تستطيع أفراد هذه المجموعة البقاء لفترات أطول مقارنة بالدلائل البكترية الأخرى إلا أنها لا تتكاثر في البيئة التي تتواجد بها . تشمل أفراد ما تحت النوع التابعة لتلك البكتريا السباحية على المجموعة تعرف بالكرويات المعوية وهي :[26]

(E.gallinarum et E.avium, E.faecalis, E.faecium, E.duans) وتمتلك تلك الأفراد القدرة على النمو عند تركيز مرتفع من ملح الطعام يصل إلى 6.5% ومدى قلوية إلى pH 9.6 وحرارة عالية تصل إلى 45. يقترح استخدام تلك المجموعة كدلائل على تواجد الفيروسات بالأخص في البيئات البحرية والمواد العضوية الصلبة.[26]

الجزء الثاني

الـــدراسة التـطـبـيـقـيـة

الفصل الرابع

الأجهزة، الأدوات، المواد المستعملة وطريقة العمل

IV - 1- الأجهزة المستعملة:

الجدول (IV 04): الأجهزة المستعملة

الجهاز	الاسم	الاستعمال
	ميزان إلكتروني	وزن الأشياء
	- Oxymétrie - Conductivémètre - pH mètre	- قياس الأكسيجين الذائب ودرجة الحرارة - قياس الناقلية والملوحة و TDS - قياس pH
	مولد حراري Thermo réacteur	تسخين العينة
	HACH, DR/*3900*	يقرأ قيمة العينة DCO، PO_4، NH_3 .....إلخ
	ثلاجة حاضنة تحت درجة حرارة 20°C	حضن العينة

	فرن تجفيف (Etuve)	تجفيف ورقة الترشيح والراسب في البوتقة
	(حاضنةEtuve 37°C)	حضن أنابيب : BCPL, Rothe, EVA
	حاضنة (Etuve 44°C)	حضن أنابيب Shubert
	حمام مائي (Bain Marie)	تنشيط البكتيريا الخاملة
)	حمام مائي (Bain Marie)	إذابت الجال
	جهاز الطرد المركزي Centrifuguses	تكوين راسب

	جهاز قياس DBO_5	قياس كمية للأكسجين التي تستهلكها البكتريا خلال 5 أيام
	جهاز الرج	

IV- 2- الأدوات المستعملة:

الجدول (IV 05): الأدوات المستعملة

قارورة	ماصة (ميكروبيبات)	قمع
دورق مخروطي (حوجلة)	أنبوب الطرد المركزي tube de Centrifugation	بوتقة*Capsule*

موقد (Bunsen bumer)	فيول جوزي	أنبوب اختبار مدرج
ماصة باستور	بيشر	سحاحة

IV- 3- المواد المستعملة:

الجدول (IV 06): المواد المستعملة

DCO	أقراص هيدروكسيد الصوديومNaOH	Nitrification Inhibitor	phosphate PO_4	ماء مقطر

Aivalitsky EVA	Rothe	Shubert	BCPL	Eau Distillee
حمض الكبريت H_2SO_4	SULFIT DE SODIUM	ADDITIF ALUN DE FER	Gélose Viande foie	Kovacs
فينزل فيثالين	فحم	حصى	رمل	هيدروكسيد الصوديوم NaOH

IV – 4 -منطقة الدراسة: أخذت عينة الدراسة (الرمل والحصى) من منطقة جانت أما المياه الملوثة من منطقة تقرت .

وأجريت تحاليل هذه الدراسة ب:

مخبر الديوان الوطني للتطهير المياه بتقرتONA (التحاليل الفيزيوكيميائية).

ومخبر تحليل الأغذية والمياه بمستشفى سليمان عميرات بتقرت (التحاليل البكترولوجية).

IV– 5 - العتاد التجريبي المستعمل:

يتكون العتاد التجريبي من عمودين:

العمود الأول يتكون من طبقة واحدة من رمل وحصى وفحم أما العمود الثاني فيحتوي على طبقتين من رمل وحصى وطبقة واحدة من الفحم، حيث أخذنا 147 غرام رمل و147 غرام حصى و22 غرام فحم لكل طبقة من طبقات العمود حيث تم تحديد هذه القيم اعتمادا على الدراسة التي أجرتها الطالبة كاسي نسيمة.[27]

الشكل (02): العتاد التجريبي المستعمل

IV– 6 - طريقة العمل:

IV-6-1- التحاليل الفيزيوكيميائية:

IV - 6 -1--1 - تحديد المواد العالقة MES

الطريقة المتبعة لقياس كمية المواد العالقة MES تمت وفق طريقتين حسب العينة:

1) **الطريقة الأولى**:طريقة الطرد المركزي **(Centrifugation)** استعملناها عندما تكون المياه ذات كثافة عالية بالمواد العالقة (المياه الملوثة قبل المعالجة).

2) **الطريقة الثاني** :طريقة الترشيح استعملناها عندما تكونا لمياه قليلة المواد العالقة (المياه بعد المعالجة).

1) طريقة الطرد المركزي (Centrifugation):

- نأخذ 100 ml من العينة ونقسمها على (2 tube de Centrifugation) ذو سعة 50 ml ؛
- نضعهما في جهاز الطرد -المركزي لمدة 10 دقائق حتى نحصل على الراسب؛
- نزن بوتقة نظيفة (Capsule) ونسجل وزنهاM_0؛
- نسكب الراسب داخل Capsule ثم نضعها داخل Etuveعلى درجة حرارة°C 105 حتى نحصل على راسب الجاف؛
- نخرج البوتق (Capsule) من Etuve ونتركها تبرد؛
- نزن البوتقة (Capsule) مع الراسب الجاف ونسجل وزنها M_1 .

حساب النتيجة: تركيز MES يحسب بالعلاقة التالية:

$$MES=(M_1-M_0)\times 1000/V$$

(MES) : تركيز المواد العالقة (mg/l) .

M_0: وزن البوتقة Capsule وهي فارغة (mg) .

M_1 : وزن البوتقة مع الراسب (mg).

2) <u>طريقة الترشيح:</u>

- نأخذ حوجلة ذات سعة 100 ml وقمع نغسلهما جيدا بالماء العادي ثم بالماء المقطر؛
- نزن ورقة ترشيح ونسجل وزنها M_0؛
- نضع ورقة ترشيح داخل القمع ؛
- نأخذ 100 ml من العينة ونقسمها على (2 tube de Centrifugation) ذو سعة 50 ml ؛
- نضعهما في جهاز الطرد المركزي لمدة 10 دقائق حتى نحصل على الراسب؛
- نسكب الراسب على ورقة الترشيح؛
- بعد نهاية الترشيح نأخذ ورقة الترشيح ونضعها داخل Etuve على درجة حرارة 105C° لمدة ساعتين؛
- نخرج ورقة الترشيح من Etuve ونتركها لمدة 15 دقيقة؛
- نزن ورقة الترشيح ونسجل وزنهاM_1 ؛

حساب النتيجة :كمية المواد العالقة MES نحسب النتيجة بالعلاقة التالية:

$$MES=(M1-M0)\times 1000/V$$

MES : تركيز المواد العالقة (mg/l) .

M_0 : وزن ورق الترشيح وهو فارغ (mg) .

M_1 : وزن ورق الترشيح بعد الاستعمال (mg) .

IV – 6 - 1 -2- <u>تحديد الطلب الكيميائي للأكسجينDCO</u>

يتم تحديد قيمة DCO عن طريقة جهاز (HACH, DR/*3900*) باستعمال كبسولة تحتوي على الكاشف التجاري محضر مسبقا

<u>طريقة العمل:</u>

- نرج كبسولة تحتوي على المتفاعلات جيدا من أجل مزج المواد المترسبة؛
- بواسطة ماصة نظيفة نأخذ 2ml من العينة ونسكبها على الجدار الداخلي للأنبوبة (كبسولة) التي تحتوي على المتفاعل بحيث تكون الكبسولة بشكل مائل؛
- نغلق الكبسولة بإحكام ونرجها جيدا؛

- نضع الكبسولة لمدة 120 دقيقة على درجة حرارة 150C° داخل مولد للحرارة Thermo-réacteur ؛
- نخرج الكبسولة من Thermo-réacteur ونتركها تبرد على حامل لمدة 20 دقائق على درجة حرارة عادية؛
- بعد تبريد الكبسولة نضعها داخل جهاز HACH ;DR/3900؛
- نقرأ قيمة DCO من الجهاز مباشرة تبقى النتيجة مستقرة لمدة زمنية والنتيجة يعبر عنها($mg\ d'O_2/l$) ؛

IV – 6 - 1 -3- تحديد الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5

طريقة العمل:

- نقيس بواسطة دورق مدرج كمية العينة اللازمة للتحليل؛
- نضع القضيب المغناطيسي داخل القارورة نظيفة ثم نسكب العينة اللازمة لتحليل داخل القارورة الحضن؛
- نضيف لها 3 قطرات Nitrification Inhbitor؛
- بواسطة ملقط نضيف 3 أقراص من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في الغطاء داخلي للقارورة؛
- نغلق القارورة بطريقة محكمة؛
- نضع القارورة على جهاز الرج على درجة حرارة 20 درجة مئوية ونتركها لمدة 5 أيام مع التأكد من الاستقرار التوازني لها قبل غلق الثلاجة؛
- بعد 5 أيام نقرأ النتيجة محصل عليها.

حساب النتيجة:

قيمة DBO_5 الحقيقية نحسبها بالعلاقة التالية

$$\boldsymbol{DBO(mgO2/l)}= \text{المعامل} \times \text{قيمة القراءة}$$

قيمة القراءة: هي القيمة المتحصل عليها من الجهاز.

المعامل: يتم تحديده من خلال الجدول أدناه الذي يربط بين الحجم اللازم للعينة من أجل قياسDBO_5وقيمة الناتجة عن الطلب البيوكيميائي للأكسجين.

الجدول (IV 07): معامل تغير قيمة DBO5 بدلالة حجم العينة المستعملة

مجال القياس Portée de mesure	حجم العينة(ml)	المعامل Facteur
0 - 40	432	1
0 – 80	365	2
0 – 200	250	5
0 – 400	164	10
0 – 800	97	20
0 – 2000	43,5	50
0 – 4000	22,7	100

IV– 6 - 1 -4 – تحديد كمية الفوسفات PO_4:

تم تحديد كمية الفوسفات بواسطة جهاز HACH;DR/3900

طريقة العمل:

- نرج كبسولة تحتوي على المتفاعلات جيدا من أجل مزج المواد المترسبة؛
- بواسطة ماصة نظيفة نأخذ *5 ml* من العينة ونسكبها على الجدار الداخلي للأنبوبة (كبسولة) التي تحتوي على المتفاعل بحيث تكون الكبسولة بشكل مائل؛
- نغلق الكبسولة بإحكام ونرجها قليلا ؛
- نترك الكبسولة لمدة 10 دقائق ثم نضعها داخل الجهاز ونقرأ النتيجة مباشرة بـmg/l .

IV - 6 - 1 - 5- قياس كمية الأكسجين المنحل O_{diss}:

تم قياس الأكسجين المنحل داخل العينة عن الطريقة جهاز Oxymétrie من نوع (; RexiHQ30d)

طريقة العمل:

- نفتح الجهاز؛
- نغسل قطب الجهاز بالماء المقطر؛
- نأخذ 100ml من العينة ونضعها داخل كأس بيشر؛
- نغمس قطب الجهاز في بيشر ونتركه حتى يستقر؛
- نسجل من الجهاز النتائج (كمية الأكسجين الذائبة في الماء، درجة الحرارة) عند ثبوتها تقرأ مباشرة من الجهاز.

IV – 6 - 1 - 6 -قياس الأس الهيدروجيني pH:

تم قياس pH بواسطة جهاز pH متر من نوع (HACH ;sension1)

طريقة العمل:

- نشغل جهاز pH متر؛
- غسل القطب بالماء المقطر؛
- نأخذ 100 ml من العينة ونضعها داخل كأس بيشر؛
- نغمس قطب الجهاز في بيشر ونتركه حتى يستقر ثم نقرأ النتيجة مباشرة من الجهاز.

IV - 6 - 1 -7- قياس درجة الحرارة:

في قياس درجة الحرارة استعملنا جهاز Oxymétrie كما يمكن استعمال جهاز قياس الناقلية أو pH متر

طريقة العمل:

- نشغل الجهاز؛
- نقوم بغمس قطب الجهاز داخل العينة؛
- نقرأ مباشرة درجة الحرارة عند استقرارها على الجهاز.

IV – 6 - 1 - 8 -قياس الناقلية الكهربائية والملوحة وTDS:

تم قياس الناقلية الكهربائية والملوحة و TDS بواسطة جهازمتعدد القياسات analyseur multi paramètres من نوع (HACH ;sension5)

طريقة العمل:

- نشغل الجهاز؛
- نغسل القطب بالماء المقطر؛
- ندخل القطب داخل كأس بيشر المحتوي على العينة؛
- نقرأ قيمة الناقلية الكهربائية مباشرة من الجهاز عند استقرارها؛
- نضغط على زر Sel أو TDS و نقرأ قيمة مباشرة من الجهاز.

IV – 6 - 2-التحاليل البيكتروبيولوجية:

أجرينا هذه التحليل من أجلال معرفة تعداد البكتيريا بواسطة دراسة مؤشرات العدوى البرازية التالية:

1- بكتريا القولون الكلية Les coliformes totaux

2 -بكتريا القولون البرازية Les coliformes Fécaux

3 -بكتريا ايشيرشيا كولي E.Coli

4 -بكتريا السباحية الكلية Les Streptocoque Totaux

5 – بكتريا السباحية البرازية Les Streptocoque Fécau*x*

تنتمي هذه البكتيريا إلى عائلة Entera bactericeae، يدل وجودها على تلوث من أصل برازي، تتميز بسرعة تخمرها لسكر اللاكتوز والمانتول مع إنتاج غاز وحمض وكذلك الألدهيدات، ولتمييز وجودها نستعمل أوساط غذائية تحتوي على سكر اللاكتوز.

IV– 6 - 2-1- طريقة العمل:

اعتمدنا في دراستنا هذه على طريقة التخفيف العشرية (الإماهة):

- نأخذ عدد معين من الأنابيب التجارية تحتوي على ماء مقطر (العدد على حسب درجة التمديد)؛
- نأخذ 1 ملل من العينة الأم بواسطة ماصة باستور ونضعها في الأنبوب الأول ونغلقه ثم نرجه قليلا لنحصل على التخفيف 10^{-1}؛
- نأخذ 1 ملل من الأنبوب الأول بواسطة ماصة باستور ونضعها في الأنبوب الثاني فنحصل على التخفيف 10^{-2}،وهكذا نواصل العملية حتى التخفيف الأخير مع تغير الماصة في كل مرة.

في بحثنا هذا وصلت عملية التخفيف حتى 10^{-8} نظرا للعدد الكبير من الأحياء الدقيقة الموجودة في مياه الصرف الصحي. حيث يتم الكشف على هذه البكتريا عن طريق اختبارين الأول وجودي والثاني تأكيدي.

IV - 6 - 2- 1-1- <u>الخطوة الأولى</u>: الاختبار الوجودي (Test présentation): من خلال هذا الاختبار يتم الكشف عن وجود أو عدم وجود بكتريا القولون الكلية (Les coliformes totaux) وبكتريا القولون البرازية (Les coliformes Fécaux) و بكتريا السباحية الكلية (Les Streptocoque Totaux).

IV – 6 - 2- 1-1-1 - <u>الكشف عن وجود بكتريا القولون الكلية (Les coliformes totaux):</u>

- نحضر24 أنبوب من نوع BCPL (Bouillon lactose au bromocrésol propre) ذو تركيز (S/C) ونوزعها على حامل الأنابيب بحيث تكون فيه الأنابيب مفصولة ثلاثة ثلاثة لكل تخفيف دون أن ننسى ترقيمها وهذا لتفادي الخلط فيما بينها مع العلم أننا استعملنا 8 تخفيفات؛
- نكرر العملية حسب عدد العينات المراد تحليلها حيث أننا استعملنا في دراستنا هذه 3عينات؛

- بواسطة ماصة باستور نأخذ 1 ملل من كل تخفيف ونضيفه إلى أنبوبة BCPL (S/C) ويكون ذلك بالترتيب (كل تخفيف في 3 أنابيب BCPL)؛
- نراقب الأنابيب من أجل إفراغ هواء ناقوس درهام (Durham)؛
- نضع الأنابيب داخل الحاضنة (Etuve) في درجة حرارة 37°C لمدة (24 –48)ساعة؛
- نكرر نفس الخطوات لكل عينة.

القراءة:

تكون الأنابيب موجبة إذا تحولت من اللون البنفسجي إلى اللون الأصفر، أي حدوث تخمر للاكتوز مع ظهور غاز في ناقوس درهام، ولترجمة النتائج إلى أرقام نتبع طريقة NPP (Nombre plus probable) حيث نبدأ القراءة من آخر 3 أنابيب موجبة ونكون منها عدد ذو ثلاثة أرقام وبمطابقة هذا العدد في الجدول Mac-Grady نجد الرقم الموافق لهذا العدد. وللحصول على عدد البكتريا في المحلول نضرب العدد الناتج في مقلوب التخفيف.

IV – 6 - 2- 1-1-2 - بكتريا السباحية الكلية (Les Streptocoque Totaux)

- نقوم بنفس المراحل السابقة في تشخيص بكتريا القولون الكلية فقط مكان الوسط BCPL ؛ نستعمل Rothe؛
- نضع كل الأنابيب في الحاضنة تحت درجة حرارة 37°C لمدة تتراوح مابين 48 – 24ساعة.

قراءة النتائج:

تكون الأنابيب موجبة عند ظهور تعكر وهذا دليل على احتمال وجود Streptocoque بمقارنة هذه النتائج مع جدول Mac-Grady نحصل على عدد بكتريا السباحية الكلية

IV – 6 - 2- 1-1-3- الكشف عن وجود بكتريا القولون البرازية (Les coliformes Fécaux) :

طريقة العمل:

- نأخذ 4 أنابيب معقمة لكل عينة؛
- بواسطة ماصة نأخذ 5ml من العينة الأم ونسكبها في الأنبوب؛
- نضع العينات في حمام مائي تحت درجة حرارة 80°C لمدة 10 دقائق ثم نخرجها ونتركها تبرد؛
- نأخذ قارورة تجارية تحتوي على (Gélose, Viande, foie) ونضعها في حمام مائي Bain Marie تحت درجة حرارة 100°C لمدة ساعة؛
- نخرج القارورة من الحمام المائي ونتركها تبرد حتى درجة حرارة 45°C ؛

- نظيف للأنابيب السابقة 4 قطرات من SULFIT DE SODIUM و4 قطرات من ADDITIF ALUN DE FER ونكمل ملئ الأنبوب بمحلول الذي يحتوي على (Gélose, Viande, foie)؛
- نضع الأنابيب في حاضنة (Etuve) تحت درجة حرارة 37°C لمدة 24 – 48 ساعة.

القراءة:

تكون القراءة بحساب عدد النقاط السوداء (البكتيريا الملونة) في 4 أنابيب لكل عينة (20ml/ العدد)

IV - 6 - 2 -1-2- الخطوة الثانية: لاختبار التأكيدي Test Confirmation

من خلال هذا الاختبار يتم التأكد من تواجد بكتريا ايشيرشيا كولي E.Coli وبكتريا السباحية البرازية (Streptocoque Fécaux)

IV – 6 - 2 - 1 -2- 1- بكتريا ايشيرشيا كولي (E.Coli)

وللكشف على هذه البكتيريا استعملنا أنابيب Schubert التي تحتوي على Cloche.

- نأخذ 1ml من الأنابيب الموجبة بBCPL ونضيفه إلى أنابيب Shubert حيث عدد وترقيم أنابيب Shubert يكون مماثل لأنابيب BCPL؛
- نرج هذه الأنابيب ثم نضعها في الحاضنة (Etuve) عند درجة حرارة44°Cلمدة 24 ساعة.

القراءة:

إذا ظهر غاز في الناقوس الموجود في أنبوب Shubert مع تعكر ميكروبي، نقوم بالتأكد من إنتاج الأندول بإضافة 03 إلى 04 قطرات من كاشف Kovacs، وعند ظهور حلقة حمراء في أعلى الأنبوب نقول أن النتيجة موجبة.

ولترجمة النتيجة إلى أرقام نتبع طريقة NPP (Nombre plus probable) ، نحسب عدد أنابيب موجبة ونكون منها عدد ذو ثلاثة أرقام وبمطابقة هذا العدد في الجدول Mac-Grady نحصل على عدد البكتريا في المحلول ونضرب العدد الناتج في مقلوب التخفيف.

IV - 6 - 2 - 1 -2- 2 - بكتريا السباحية البرازية (Les Streptocoque Fécaux)

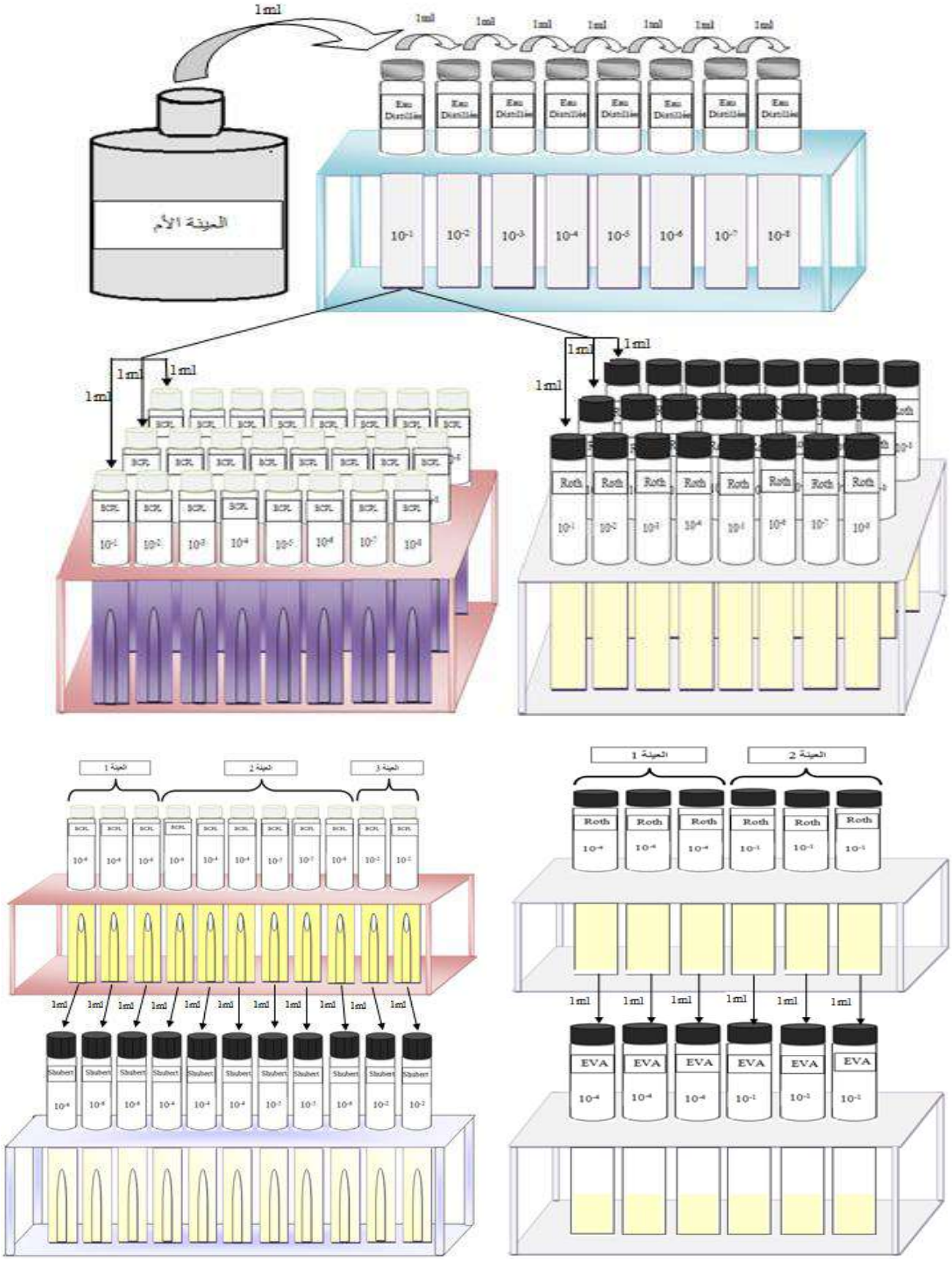
- نأخذ 1ml من الأنابيب الموجبة Rothe ونضيفها إلى أنابيب Aivalitsky EVA بنفس عدد أنابيب Rothe مع ترقيمها على حسب التخفيف؛
- نرج هذه الأنابيب رجا خفيف ثم نضع الأنابيب في الحاضنة تحت درجة حرارة 37°C لمدة تتراوح ما بين 24 – 48 ساعة.

قراءة النتائج:

ظهور التعكر الميكروبي دليل على وجود Streptocoque Fécaux وبمقارنة هذه النتائج الموجبة مع جدول Mac-Grady نحصل على عدد البكتريا السباحية البرازية

جدول (08 IV):Mac-Grady

3 tubes par dilution					
Nombre caractéristique	Nombre de cellules	Nombre caractéristique	Nombre de cellules	Nombre caractéristique	Nombre de cellules
000	0.0	201	1.4	302	6.5
001	0.3	202	2.0	310	4.5
010	0.3	210	1.5	311	7.5
011	0.6	211	2.0	312	11.5
020	0.6	212	3.0	313	16.0
100	0.4	220	2.0	320	9.5
101	0.7	221	3.0	321	15.0
102	1.1	222	3.5	322	20.0
110	0.7	223	4.0	323	30.0
111	1.1	230	3.0	330	25.0
120	1.1	231	3.5	331	45.0
121	1.5	232	4.0	332	110.0
130	1.6	300	2.5	333	140.0
200	0.9	301	4.0		



الشكل(03): الخطوات التحليل البيكتروبيولوجية

IV- 3-6- المعايرة حمض الكبريت بهيدروكسيد الصوديوم

ومن أجل معرفة القدرة الإدمصاصية لعمود مكون من الحصى والرمل والفحم في إطار معالجة المياه الملوثة، قمنا بمعايرة محلول حمض الكبريت H_2SO_4 بهيدروكسيد الصوديوم NaOH.

طريقة العمل:

- نحضر محلول حمض الكبريتH2SO4 ذو تركيز 0.1 mol/ l؛
- نحضر محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) ذو تركيز 0.1 mol/ l ؛
- نفرغ محلول حمض الكبريت H_2SO_4 في العمود المكون من رمل وحصى وفحم؛
- نغسل السحاحة بالماء العادي ثم بالماء المقطر، ثم نغسلها بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)؛
- نملأ السحاحة بهيدروكسيد الصوديوم (NaOH) ذو التركيز (0.1 mol / l) حتى يصل إلى العلامة صفر ؛
- نغسل بيشر سعته 100ml (بيشر) بالماء العادي ثم بالماء المقطر؛
- نأخذ 10ml من المحلول المستخلص ونضعه في البيشر مع الغلق على العمود لفترة معينة ؛
- أضف قطرتين أو ثلاثة من الفينول فثالين على المحلول المستخلص (محلول H_2SO_4)؛
- ابدأ المعايرة بإضافة هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) الموجود بالسحاحة تدريجياً إلى محلول حمض الكبريت الموجود في البيشر مع رج بواسطة Agitateur؛
- نوقف المعايرة عندما نحصل على اللون الوردي؛
- نسجل حجم تكافؤ الذي عايرنا به حمض الكبريت؛
- بعد انتهاء فترة الغلق نفتح العمود وننتظر حتى نحصل على 10ml من المستخلص ونقوم بمعايرتها ؛
- نكرر نفس الخطوات السابقة حتى يثبت تركيز تكافؤي.

الشكل (04): معايرة حمض الكبريت H_2SO_4 بهيدروكسيد الصوديوم NaOH

الفصل الخامس

النتـــائـج ومـنـاقـشـة النتـــائـج

V - 1 -نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية:

من خلال المعالجة الفيزيوكيميائية تحصلنا على النتائج المدونة في الجدول أدناه:

الجدول (V 09): نتائج التحاليل الفيزيكيميائية قبل وبعد المعالجة

الخواص	الوحدة	التركيز قبل المعالجة	معالجة مياه المحطة بطبقة واحدة من الرمل والحصى	معالجة مياه المحطة بطبقتين من الرمل والحصى
اللون	/	اللون اسود	عديم اللون	عديم اللون
الرائحة	/	رائحة كريهة تشبه رائحة النشادر	عديم الرائحة	عديم الرائحة
درجة الحرارة T	°C	29.1	23.1	23.2
الأس الهيدروجينيpH	/	7.45	7.87	7.74
الناقلية الكهربائية Ce	mS/cm	6.50	6.36	6.48
الملوحة(salinité)	mg/l	3.5	3.5	3.5
الأكسجين الدائبO_{dissou}	mg/l	0.12	1.91	1.65
المواد العالقةMES	mg/l	1567	11	8
TDS	g/l	3.25	3.24	3.18
متطلب الأكسجين الكيميائيDCO	mg/l	201	15	11
متطلب الأكسجين الكيموحيويDBO_5	mg/l	130	11	9
الفوسفاتPO_4	mg/l	8.77	1.90	0.157

من خلال النتائج الموضحة في الجدول أعلاه يتبين لنا من خلال الملاحظة البسيطة للعين وحاسة الشم أن الماء قبل المعالجة يكون لونه أسود بينما بعد المعالجة يكون وعديم اللون وهذا يدل على النقص الكبير جدا للمواد العالقة MES أما الرائحة قبل المعالجة تكون كريهة جدا تشبه رائحة النشادر وبعد المعالجة عديم الرائحة وهذا يعود إلى نقص الكبير للمواد كيميائية أو عضوية متحللة أو بكتيريا التي تنبعث منها H_2S (مصدر الروائح الكريهة) .

كما نلاحظ انخفاض واضح في معاملات التلوث، DCO وDBO_5 والفوسفات وMES، فكانت النتائج قبل المعالجة كالتالي:

MES =1567mg/l و PO_4= 8.77mg/lو DBO_5 = 130mg/l وDCO =201 mg/l

لتصبح بعد المعالجة بطبقة واحدة من الرمل والحصى:

MES =11 mg/lو PO_4= 1.90mg/l و DBO_5 = 11 mg/l وDCO =15 mg/l

أما بالنسبة للمعالجة بطبقتين من الرمل والحصى وطبقة واحدة من الفحم فكانت:

MES = 8 mg /l و PO_4= 0.157mg/lو DBO_5 =9mg/l وDCO =11mg/l

وبحساب معاملk في كلا العمودين تحصلنا على القيمة متقاربة أي أن قيمة المعامل K في كلا العمودين في نفس المجال K<1.5.

حيث K يحسب بالعلاقة التالية:

$$K = DCO / DBO_5$$

K: هو مؤشر قابلية التحلل البيولوجي في وسط سائل من النفايات السائلة.

ويتراوح معدل K في مياه الصرف المنزلية من 1.5 إلى 2.5 حيث:

K< 1.5 : مياه الصرف الصحي قابلة للتحلل الحيويl'affluent est biodégradable.

1.5< K < 2.5: مياه الصرف الصحي قابلة للتحلل بشكل متوسط

l'effluent est moyennement biodégradable.

K > 2.5: مياه الصرف الغير قابلة للتحلل البيولوجي l'effluent n' est pas biodégradable.

V– 2 - نتائج التحاليل البكتروبيولوجية:

قيم من جدولMac-Grady

Nombre caractéristique	عدد الخلايا Nombre de cellules
00	00
100	0.4
200	0.9
300	2.5
321	15

1) **نتائج الاختبار الوجودي:**

أجرينا هدا الاختبار من أجل اكتشاف وجود أو عدم وجود البكتيريا في الماء

الجدول (V 10): نتائج الاختبار الوجودي للبكتيريا

العينة / نوع البكتريا	1	2	3
بكتيريا القولون الكلية Les coliformes totaux	2.5×10^{6} /1ml	15×10^{4} /1ml	0.9×10^{2}/1ml
بكتيريا السباحية الكلية Les Streptocoque Totaux	2.5×10^{4}/1 ml	2.5×10 /1ml	00/1ml
بكتيريا القولون البرازية Les coliformes Fécaux	مليء جدا بالبكتيريا	مليء بالبكتيريا	2 / 20ml

حيث:

العينة 1 : المياه الملوثة (قبل المعالجة)؛

العينة 2 : المياه المعالجة بطبقة واحدة من الرمل والحصى والفحم؛

العينة 3 :المياه المعالجة بطبقتين من الرمل والحصى طبقة واحدة من الفحم.

من خلال الاختبار الوجودي لعدد البكتيريا القولون الكلية (Les coliformes totaux) وبكتيريا السباحية الكلية (Les Streptocoque Totaux) وبكتيريا القولون البرازيةLes coliformes Fécaux يتضح من خلال الجدول أعلاه أن:

1. عدد البكتيريا القولون الكلية (Les coliformes totaux)

قبل المعالجة كان عددها كبير جدا (2.5×10^{6} بكتيريا في 1 مل)، لتصبح بعد المعالجة بطبقة واحدة من الرمل والحصى والفحم (15×10^{4} بكتيريا في 1 مل)، أما بالنسبة للمعالجة بطبقتين من الرمل والحصى طبقة واحدة من الفحم فكانت النتيجة (0.9×10^{2} بكتيريا في 1مل).

2. عدد البكتيريا السباحية الكلية (Les Streptocoque Totaux)

قبل المعالجة كان عددها كبير (2.5×10^{4} بكتيريا في 1 مل)، لتصبح بعد المعالجة ب بطبقة واحدة من الرمل والحصى والفحم (2.5×10 بكتيريا في 1 مل)، أما بالنسبة للمعالجة بطبقتين من الرمل والحصى طبقة واحدة من الفحم فكانت خالية تماما من البكتيريا.

3. **عدد البكتيريا القولون البرازية** (Les coliformes Fécaux)

قبل المعالجة كان عددها كبير جدا حيث أننا لم نستطيع حسابها، أما بعد المعالجة بطبقة واحدة من الرمل والحصى والفحم كانت عدد البكتيريا أقل بكثير من قبل المعالجة لكننا لا نستطيع عدها، أما بالنسبة للمعالجة بطبقتين من الرمل والحصى طبقة واحدة من الفحم فكانت النتيجة (2 بكتيريا في 20مل).

2) نتائج الاختبار التأكيدي:

من خلال نتائج الاختبار الوجودي لعدد البكتيريا القولون الكلية وعدد بكتيريا السباحية الكلية، قمنا باختبار التأكيدي من أجل الكشف على بكتيريا القولون البرازية ايشيرشيا كولي (E.Coli) و بكتيريا السباحية البرازية (Les Streptocoque Fécaux) فتحصلنا على النتائج الموضحة في الجدول أدناه.

الجدول (V 11): نتائج الاختبار التأكيدي للبكتريا

العينة / نوع البكتريا	1	2	3
بكتريا ايشير شياكولي E.Coli	لا توجد ايشيرشيا كولي	لا توجد ايشيرشيا كولي	لا توجد ايشيرشيا كولي
بكتريا السباحية البرازية Les Streptocoque Fécaux	2.5×10^6/1 ml	0.4×10/1 ml	00

ومن خلال الاختبار التأكيدي يتضح لنا عدم وجود بكتيريا ايشيرشيا كولي E.Coli من قبل المعالجة أما بالنسبة للبكتيريا السباحية البرازية فكانت قبل المعالجة $10^6 \times 2.5$ بكتيريا في 1مل قبل المعالجة، لتصبح بعد المعالجة بطبقة واحدة من الرمل والحصى والفحم 10×0.4 بكتيريا في 1مل، وغيابها تماما بعد المعالجة بطبقتين من الرمل والحصى طبقة واحدة من الفحم.

<u>الاستنتاج:</u>

وفي الأخير من خلال نتائج التحليل الفيزيوكيميائية والبيكتروبيولوجية نستنتج أن العمود (حصى، رمل وفحم) له قدرة جيدة على إزالة الملوثات مقارنة بالمعايير الجزائرية لتصريف مياه الصرف الصحي والمنظمة العالمية لصحة OMS، من خلال المقارنة بين عمودي المعالجة نلاحظ أن العمود ذو طبقتين من الرمل والحصى طبقة واحدة من الفحم أعطى أفضل النتائج مقارنة بالعمود ذو طبقة واحدة من الرمل والحصى والفحم. ولهذا اخترنا العمل بالعمود ذوا طبقتين من الرمل والحصى طبقة واحدة من الفحم من أجل

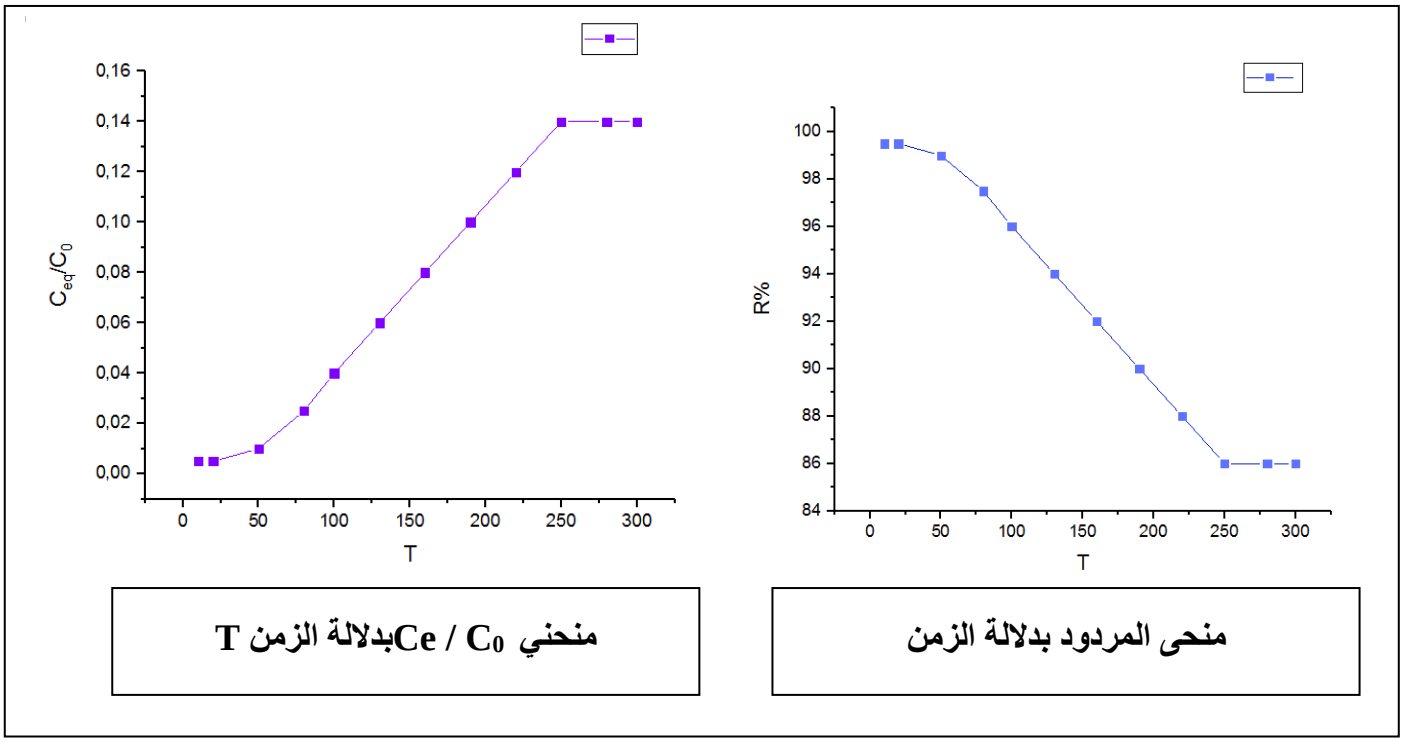
الدراسة قدرة العمود على إدمصاص محلول H_2SO_4 من خلال معايرة المحلول المستخلص من العمود بهيدروكسيد الصوديومNaOH.

V - 3- نتائج المعايرة:

الجدول (V 12) نتائج المعايرة حمض الكبريت بهيدروكسيد الصوديوم

زمن الغلق t (min)	V H_2SO_4 (ml)	V NaOH (ml)	C_{eq} (mol/l)	C_{eq}/C_0	R = ((C0-Ce)/C0)*100 (%)
10	10	0.05	0,0005	0.005	99,5
20	10	0.05	0,0005	0.005	99,5
50	10	0.1	0,001	0.01	99
80	10	0.25	0,0025	0.025	97,5
100	10	0.4	0,004	0.04	96
130	10	0.6	0,006	0.06	94
160	10	0.8	0,008	0.08	92
190	10	1	0,01	0.1	90
220	10	1.2	0,012	0.12	88
250	10	1.4	0,014	0.14	86
280	10	1.4	0,014	0.14	86
300	10	1.4	0,014	0.14	86

من خلال نتائج الجدول قمنا برسم منحنيين التاليين:



منحني Ce / C0 بدلالة الزمن T

منحى المردود بدلالة الزمن

الشكل (05): الدراسة قدرة العمود على إمتزاز محلول H_2SO_4

إن عملية الإمتزاز تتأثر بطبيعة المواد المازة. وقد أثبتت هذه المواد (الحصى، الرمل، الفحم) كفأتها كمواد مازة في إزالة الملوثات المذابة في الماء وهذا يعود إلى مسامية هذه المواد.

حيث أن الحصى له القدرة على إزالة المواد الصلبة كبيرة الحجم من الماء أما الرمل فله القدرة على مز الملوثات المواد الصلبة الصغيرة في الماء لاحتوائه على مادة السيليكات أما للكربون المنشط (الفحم) فله قدرة على إدمصاص(الرائحة ، اللون، نزع البكتريا).

ولكن من خلال المنحني المردود بدلالة الزمن نلاحظ أن المردود الإمتزاز خلال ساعة كان كبير (99.5%) ويتناقص تدريجيا ليثبت عند النسبة 86% بينما نلاحظ زيادة في تركيز H_2SO_4 في المحلول المستخلص وهذا يعود إلى تشبع السطح الماز بالمحلول حمض الكبريت.

الخـــاتـمـــة

تهدف عملية معالجة مياه الصرف الصحي إلى إزالة الملوثات الناتجة عن الزيادة في النمو السكاني والنشاط الصناعي والزراعي. ونظرًا لزيادة الحاجة إلى موارد المياه أتت ضرورة المعالجة المياه المستعملة، وذلك من أجل تقليل مشكلة التلوث البيئي وانتشار الأمراض بإزالة المواد العضوية والغير العضوية العالقة والذائبة في الماء.وكذلك والقضاء على الكائنات الحية الممرضة (البكتيريا).

ومن خلال هذا العمل قمنا بدراسة قدرة عمود مكون من حصى ورمل وفحم على معالجة وادمصاص لملوثات المياه الصرف الصحي لمدينة تقرت وذلك بمراقبة معايير التلوث العالمية :(MES، COD، DBO_5، PO_4) وبعض العوامل الفيزيائية والكيميائية : (درجة الحرارة، الأس الهيدروجيني، الناقلية الكهربائية ، الأكسجين الذائب، ....الخ) وكذاك الملوثات البيكتروبيولوجية.

فكانت النتائج المتحصل عليها تأكد نجاعة هذه الطريقة في معالجة المياه المستعملة من خلال النسب الادمصاصية الخاصة DCOوDBOوالفوسفات و EMS والملوثات البيكتروبيولوجية المقدرة على التوالي ب: (% 92.54= DCO و%91.54 DBO5= و%99.29 =MES و% 78.34 =PO_4 و 97.01 %. بالنسبة لإزالة الملوثات البيكتروبيولوجيا) بالنسبة للعمود الأول أم العمود الثاني فكانت تقدر ب: (% 94.53= DCO و%93.08 DBO5= و%99.49 =MES و% 98.21=PO_4 و 97.50 %. بالنسبة لإزالتها الملوثات البيكتروبيولوجيا) ، ولـذالك نقترح كدراسة مستقبلية:

- تحديد الخواص الفيزيائية والكيميائية لرمل وحصى منطقة جانت.
- متابعة القدرة الادمصاصية للعمود من خلال التغيير في كتلة مكوناته (رمل، حصى وفحم).
- متابعة القدرة الادمصاصية للعمود من خلال التغيير في حجمه وفي الحجم الحبيبي لمكونات العمود.

الـمـــراجـــــــع

[1] https://faculty.psau.edu.sa/.../doc-5-ppt-ef926983fef6f9c7f1207283,1/1/1018 , 14:21.

[2] RAHMANI Abdellatif, EPURATION DES EAUX USEES DE LA REGION DE N'GOUSSA (OUARGLA) PAR DES VEGETAUX PERFORMANCES EPURATOIRES, Mémoire MASTER ACADEMIQUE, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, Année universitaire: 2014-2015.

[3] العابد ابراهيم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، جـــامـــعـة قاصدي مرباح ورقـلـــــــة، السنة الجامعية: 2015/2014 .

[4] https://download-pdf-ebooks.online/files/elebda3.net-6253.doc,18/1/1018, 08:37.

[5] المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج،" مراقبة البيئة والتلوث 281 ه"، المملكة العربية السعودية، الطبعة 1429هـ.

[6] محمد مصطفى أحمد أحمد السيد، التحديات البيئية،جامعة الفيوم، 2008.

[7]www.m5zn.com/newuploads/2013/06/.../pdf/79ad9962683f0ff.pdf,1/2/2018, 14:18.

[8] thesis.univ-biskra.dz/891/3/Chap%201_LES%20EAUX%20USEES_.pdf, 2/2/218, 00 :16.

[9] http://www.ibtesamah.com/showthread-t_129003.html, 27/2/2018 , 08 : 30.

[10] الدكتور كامل الشيخ حسين،" علم الأتربة أنواعها – خصائصها – مشاكلها – ووسائل تحسينها"، الطبعة الأولى، سنة 2003 – 1424 هجري.

[11]http://mawdoo3.com/%D9%85%D9%83%D9%88%D9%86%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D8%B1%D9%85%D9%84, 02/02/2018, 09 :30.

[12] أ. نور الدين صالح بشينة، "الخواص التطبيقية لثاني أكسيد السيلكون من الرمل إلى التقنيات المتقدمة"، جامعة الزاوية، 2015م.

[13] مشري محمد العيد، "دراسة أثر المعالجة الحرارية على تركيب رمل كثبان ورقلة، وعلى ناقلية الكهربائية، باستخدام الطرق الطيفية"، جامعة قاصدي مرباح وركلة، 2016/2015.

[14] BOUHNIK Brahim ,"CONTRIBUTION A LA VALORISATION DU SABLE DE DUNE DANS LA FORMULATION DU BÉTON DESTINÉ AUX OUVRAGES HYDRAULIQUES EN MILIEUX SAHARIENS", UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, 2007.

[15] DEHANE Sarah, "Valorisation des eaux épurées alorisation et de la nappe Mio-Pliocène dans la confection du béton", UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA, Année Universitaire : 2014 / 2015.

[16]كمرشو عبـــــا س،" نزع الفلورير من الماء بواسطة الكربون النشط المحضر انطلاقا من خشب النخيل المثمر.العوامل المؤثرة"، جـــــامعة قاصدي مرباح ورقلـــــــــة، الستة الجامعية: 2015.

[17] رهام سلمان محمد خليل وآخرين، "التنقية الذاتية للمياه باستخدام الطحالب"، المركز الوطني للمتميزين ، العام الدراسي 2014 – 2015.

[18] http://elbassair.net/Centre%20de%20téléchargement/11/المياه/بحوث1.doc, 03/03/2018 , 20 :53

[19] الأستاذ صالح هادي كاظم الجنابي، "تلوث المياه مصادره مخاطره وطرق الوقاية منه"، جامعة بابل – العراق.

[20] رشا خلف العبد الله،" تشغيل واستثمار محطات معالجة مياه الصرف الصحي"، جامعة حلب.

[20]http://damascusuniversity.edu.sy/faculties/civil/images/stories/lectures/y4/y4-mahattat-lec1.pdf, 25/01/2018 .

[21] وثيقة إدارية من الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي قطاع تنمية الموارد البشرية – الإدارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي، "أساسيات (مبادئ) معالجة مياه الصرف الصحي"، مصر 2015 .

[22] وثيقة إدارية من الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي قطاع تنمية الموارد البشرية – الإدارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي،" تكنولوجيا معالجة مياه الصرف الصحي"، مصر 2015.

[23] د. وليد زاهد، مقدمة في علوم البيئة والتنمية.

[24] Souad Babay, " contribution a l'amelioration et au developpement de la technologie de la distillion solaire sous serre dans la region de ouargla", UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA, 2008.

[25] منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة المكتب الإقليمي للشرق الأدنى القاهرة،" دليل استعمال المياه العادمة المعالجة في الري" ، مصر 2000 .

[26] د. محمد جمال الدين الزيني، "الدليل المبسط للكشف عن التلوث الميكروبي للمياه"، مركز الأبحاث الواعدة في المكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية جامعة القصيم، (1433هـ - 2012 م).

[27] KAFI Nassima, Traitement des eaux usées de Touggourt par l'argile de Bildet Omar, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, Année universitaire : 2012/2013.

الـمـلـحـق

1- الجدول (01): خواص ومعايير مياه الصرف الصحي الخام الداخلة إلى محطة المعالجة تقرت

الخواص	الوحدة	القيمة
الأس الهيدروجيني pH	/	7.58
الناقلية الكهربائية Ce	µS/cm	6.49
درجة الحرارة T	°C	21.77
الملوحة(salinité)	mg/l	3.58
المواد العالقة MES	mg/l	97334
الأكسجين الدائب O_2	mg/l	0.34
متطلب الأكسجين الكيموحيويDBO_5	mg/l	117.50
متطلب الأكسجين الكيميائىDCO	mg/l	253.25
الأمونيوم $N\text{-}NH_4$	mg/l	13.35
النتريت $N\text{-}NO_2$	mg/l	0.198
النترات $N\text{-}NO_3$	mg/l	0.25
الأزوت الكلي NT	mg/l	14.20
الفسفورPO_4^{-3}	mg/l	10

2- جدول : المعاييرالدولية وفق المنظمة الصحة العالمية المعنية لمياه الصرف الصحي.

Caractéristiques	Normes utilisées (OMS)
PH	6,5-8,5
DBO5	<30 mg/1
DCO	<90 mg/1
MES	<20 mg/1
NH+4	<0,5 mg/1
NO2	1 mg/1
NO3	<1 mg/1
PO_4	<2 mg/1
Température T	<30°C
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

3- جدول : المعاييرالجزائرية لتصريف مياه الصرفالصحي.

Caractéristiques	Normes utilisées
Turbidité	Couleur claire
Odeur	Inexistante
PH	6,5<PH<8,5
Conductivité électrique	_
Température	30°C
MES	30mg/l
Phosphore	2mg/l
DBO5	40mg/l
DCO	120mg/l

الشكل (01): عينة الماء قبل وبعد المعالجة

الشكل (02): عملية الإماهة

الشكل (03):الاختبار الوجودي لبكتريا القولون الكلية

الشكل (04): الكشف عن بكتيريا القولون البرازي

الشكل (05): الكشف عن بكتيريا السباحية الكلية

الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو معرفة القدرة الإدمصاصية لعمود مكون من الحصى والرمل والفحم على تنقية المياه الملوثة. وذلك بواسطة المقارنة بين عمودين: الأول يحتوي على طبقة واحدة من الحصى والرمل والفحم ، أما الثاني فيحتوي على طبقتين من الحصى والرمل وطبقة واحدة من الفحم،وهذا من أجل تحديد أيهما لديه أكبر قدرة على إدمصاص الملوثات.

ومن خلال التحليل الفيزيوكيميائية والبيكتروبيولوجية للمياه بعد المعالجة تحصلنا على نتائج ممتازة للعمود الثاني بلغت:94.53 % بالنسبة DCOو93.08% بالنسبة DBO5و99.49% بالنسبةMESو 98.21 % بالنسبة للفسفور وكذالك إزالتها للملوثات البيكتروبيولوجية بنسبة 97.50 %.

حيت كانت نوعية المياه المعالجة تلبي المعايير الجزائرية والعالمية OMSالخاصة بالمياه المستعملة. هذا النظام صديق للبيئة واقتصادي لمعالجة مياه الصرف الصحي.

الكلمات المفتاحية: المياه مستعملة، المياه المعالجة، خواص فيزيائية، خواص كيميائية، خواص البيكتروبيولوجية، إدمصاص، الحصى، الرمل، الفحم .

Résumé

L'objectif de cette étude est de déterminer la capacité d'adsorption d'une colonne de gravier, de sable et de charbon actif pour purifier l'eau polluée. En comparant deux colonnes: la première contient une seule couche de gravier, sable et charbon actif, la seconde contient deux couches de gravier et de sable et une couche de charbon actif, afin de déterminer qui a le plus grand potentiel d'adsorption des polluants.

Grâce à l'analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau après traitement, nous avons obtenu d'excellents résultats pour la deuxième colonne:%94,53pour le DCO, 93,08% pour le DBO5, 99,49% pour le MES et 98,21% pour le phosphore et 97,0% pour l'élimination des polluants bactériologiques.

La qualité de l'eau traitée répond aux normes OMS et Algériennes pour les eaux usées. Ce système est écologique et économique pour le traitement des eaux usées.

Mots-clés: Eau utilisée, Eau traitée, Propriétés physiques, Propriétés chimiques, Propriétés bactéries, Adsorption, gravier, sable, charbon actif.