الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء

مذكرة مقدمة ضمن استكمال متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء

التخصص: كيمياء تحليلية

من إعداد الطالبتين :

بلعيدي نوال و باديجة رؤيبة

تحت عنوان:

تحضير الكربون النشط من نوى التمر النوعية الرديئة للغرس واستغلاله في تنقية المياه الصناعية لمؤسسة هيدروكنال والملوث العضوي

نوقشت يوم : 2026/06/14

امام لجنة المناقشة:

رحيم ام الخير	أستاذة تعليم عالي	جامعة ورقلة	رئيسا
سعيدات مصطفى	أستاذ مساعد أ	جامعة ورقلة	مناقشا
بن منين عبد القادر	أستاذ تعليم عالي	جامعة ورقلة	مشرفا ومقررا
مشري رزيقة	أستاذ مؤقت دكتوراه	جامعة ورقلة	مساعدة المشرف

الموسم الجامعي : 2026/2025

﴿اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لا شَرْقِيَّةٍ وَلا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ﴾

(النور:35)

شكر وعرفان

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

الحمد لله أولا اخرا، ظاهرا وباطنا،

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، وبتوفيقه تكتمل الخطوات،

وبه نستعين على كل طريق نسلكه، وعلى كل عمل نرجو به وجهه الكريم.

أتقدم بخالص الشكر والعرفان لكل من مد لي يد العون خلال مسيرتي الدراسية.

ولكل من ساعدني او نصحني او دفعني الى الامام بكلمة طيبة او دعم صادق

جزاكم الله عني خير الجزاء، وجعل ما قدمتموه في ميزان حسناتكم.

أتقدم بالشكر والعرفان لأستاذي المؤطر

بن منين عبد القادر

فله مني كل التقدير والاحترام.

ولكل من ساعدني ووجهني

كما أتوجه بجزيل الشكر للأستاذة المساعدة مشري رزيقة

التي ساعدتني بصدر رحب وحرص على ان يكون هذا العمل في أحسن صورة.

نتقدم بخالص الشكر والعرفان إلى مؤسسة هيدروكنال بورقلة على تحسين الإستقبال وتعاونها

الكريم الذي كان له بالغ الأثر في إنجاح هذا العمل

كما نتقدم بالشكر والعرفان إلى مركز البحث العلمي والتقني في التحاليل الفيزيائية والكيميائية

بورقلة الذي وفر لنا بيئة علمية ثرية ومتكاملة مكنتنا من إجراء التحاليل بدقة وإحترافية

السادة الاساتذة أعضاء لجنة المناقشة كل باسمه وصفته الذين قبلوا

مناقشة هذه المذكرة وخصصوا لها ما تستحق من وقت وجهد

لإثرائها وتصويبها.

وأتقدم بجزيل الشكر والتقدير الى اساتذتنا الكرام الذين

علمونا الادب قبل العلم، اسال الله ان يبارك فيهم وفي علمهم

الإهداء

إلى نفسي الطموحة ....

من قال لها نالها وأنا لها وإن أبت أتيت بها رغما عنها .....

الحمد لله حبا وشكرا وإمتنان على البدء والختم ....

(وأخر دعواهم أنا الحمد لله رب العالمين) بعد عناء السنين والسهر حيث الناس نائمين وبعد الفشل الذي جعلت منه سلما يوصلني إلى سلم الناجحين ها أنا ذا أصل ....

في اللحظة الأكثر فخرا أهدي عملي هذا إلى من أحمل إسمه بكل إفتخارا ، إلى من كلله الله بالهيبة والوقار الذي حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم ، طاب بك العمر يا سيد الرجال وطبت لي عمرا " يا أبي الغالي"

إلى قدوتي الأولى ومعنى الحب والتفاني ، إلى من جعل الجنة تحت أقدامها وسهلت لي الشدائد بداعائها ،إلى التي إحتضنني قلبها قبل يدها ،إلى القلب الدافئ والشمعة التي كانت لي في الليالي المظلمة سر قوتي ونجاحي ، التي طالما تمنيت أنا تقر عينها برؤيتي في يوم كهذا " أمي الغالية "

إليكم يا أخواتي الأعزاء

إليكم يا أصدقائي وزملائي

إليكم يا من نحبكم

إلى كل الأساتذة الكرام الحاضرين والغائيبين وكل الطاقم الإداري

بلعيدي نوال

الإهداء

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة نبي الرحمة وسيد العالمين، سيدنا مُحَمَّد ﷺ

إلى أبي العزيز يا سندي الأول شكراً لحنانك ودعمك الذي كان لي دائماً حصناً منيعاً حفظك الله ودمت تاجاً فوق رأسي.

إلى أمي الغالية(رحمها الله) يا من حملتني في قلبك قبل أحشائك، يا روحاً تسكن روحي رغم غياب الجسد نجاحي هذا هو دعواتك التي أضاءت طريقي، وابتسامتك التي أراها في خيالي تبارك خطاي رحمك الله يا من كنتِ وما زلتِ سر وجودي.

إلى زوجة أبي وإخوتي شكراً لوجودكم ودعمكم الذي كان لي عوناً في كل الظروف فخورون ببعضنا دائماً

إلى عائلتي الثانية (عائلة موسى زهري) شكراً لأنكم احتضنتموني بمحبة وجعلتموني جزءاً منكم أنتم فخري وسندي.

إلى خطيبِي العزيز شكراً لأنك كنت الدافع والمشجع في أصعب اللحظات، ولأن إيمانك بي كان وقودي للوصول إلى هنا.

إلى صديقاتي الغاليات شكراً لأنكم كنتم ضوء أيامي وخصيصاً (عبير)، رفيقة الدرب التي لا يربطها بي سوى الوفاء.

إلى عائلتي باديجة وخرفي شكراً لدعمكم ومحبتكم الدائمة، أهديكم هذا العمل عربون تقدير وامتنان.

إلى نفسي شكراً لكل لحظة صبر، ولكل دمعة مسحتها بيدي ورغم فراق أمي، أكملت الطريق لأجلها ولأجلي، وها أنا اليوم أحصد ثمار جهدي بكل فخر.

باديجة رؤيبة

الملخص :

في هذا العمل تم دراسة إمكانية استخلاص الكربون النشط من نوى التمر (النوعية الرديئة من صنف الغرس)، وتقييم كفاءته في معالجة المياه الصناعية التابعة لمؤسسة «هيدروكنال» والمشبعة بالمعادن الثقيلة (مثل الرصاص Pb، والكادميوم Cd، إلخ). وخلال وضع كميات محددة من الكربون المنشط في عينات من هذه المياه، تَبَيَّنَ حدوث انخفاض ملحوظ في تراكيز المعادن الثقيلة؛ إذ لُوحِظَ أنه كلما زادت كمية الكربون المنشط المستخدمة، انخفضت نسبة الملوثات المعدنية بشكل أكبر.

وقد أظهرت النتائج المخبرية تميُّزَ الكربون المنشط المستخلص بقدرة امتزازية عالية؛ إذ تمَّ تحقيق مردود متميز في إزالة معدن الرصاص بنسبة تفوق 88.77% كما أُثْبتتْ كفاءته في إزالة الملوث العضوي في الوسط القاعدي بمردود ممتاز تجاوز 99.49% وفي السياق ذاته، تم تسجيل كفاءة عالية في خفض الطلب البيو كيميائي على الأكسجين (DBO_5) بنسبة 45.45%، في حين عدت الكفاءة ممتازة والقدرة اعلى في خفض الطلب الكيميائي على الأكسجين (DCO) بنسبة تفوق 52%

تأسيساً على ذلك، يستنتج أن الكربون المنشط ذو فعالية عالية في معالجة الملوثات والمياه الصناعية المدروسة. وبناءً على النتائج التي تم التوصل إليها، يُمْكِنُ إعادة استخدام هذه المياه بعد المعالجة في سقي المحاصيل الزراعية، نظراً لتطابقها مع المعايير والمواصفات المسموح بها في الجريدة الرسمية الجزائرية. ويأتي هذا الإجراء لتفادي انتقال الأمراض، إذ يؤدي وجود المعادن بنسب عالية في الخضروات والفواكه المستهلكة إلى أخطار صحية جسيمة على الإنسان، من أبرزها مرض السرطان.

الكلمات المفتاحية: نوى التمر، الكربون النشط، المياه الصناعية، الامتزاز، معالجة المياه.

Abstract :

In this work, the study investigated the potential of synthesizing activated carbon from date stones (low-quality "Ghers" variety) and evaluating its efficiency in treating industrial wastewater from the "Hydrocanal" enterprise, which is highly contaminated with heavy metals (such as lead Pb, cadmium Cd, etc). Upon introducing specified amounts of the synthesized activated carbon into samples of this industrial wastewater, a significant decrease in heavy metal concentrations was observed. It was noted that as the dosage of activated carbon increased, the concentration of heavy metal pollutants decreased progressively.

Laboratory results demonstrated the high adsorption capacity of the extracted activated carbon. Specifically, a remarkable removal efficiency exceeding 88.77% was achieved for lead (Pb). Furthermore, its effectiveness was proven in removing organic pollutants in an alkaline medium, yielding an optimal removal rate of over 99.49% In the same context, a high efficiency of 45.45% was recorded for the reduction of Biochemical Oxygen Demand (BOD_5), while the efficiency and capacity were excellent and higher for Chemical Oxygen Demand (COD) reduction, exceeding 52%.

Consequently, it is concluded that the prepared activated carbon is highly effective in treating the industrial wastewater and pollutants investigated in this study. Based on the obtained results, the treated water can be reused for agricultural irrigation, as the findings comply with the permissible standards specified in the Official Gazette of the Algerian Republic. This measure is crucial to prevent the transmission of diseases, given that elevated concentrations of heavy metals in consumed fruits and vegetables pose severe health risks to humans, notably cancer.

Keywords: Date stones, Activated carbon, Industrial wastewater, Adsorption, Water treatment.

.

Résumé:

Dans ce travail, il a été étudié la possibilité de valoriser les noyaux de dattes (variété de faible qualité de type "Ghers") pour la production de charbon actif, ainsi que l'évaluation de son efficacité dans le traitement des eaux usées industrielles de l'entreprise « Hydrocanal », fortement chargées en métaux lourds (tels que le plomb Pb, le cadmium Cd, etc.). Lors de l'introduction de quantités définies de charbon actif dans des échantillons de ces eaux industrielles, une diminution marquée des concentrations de métaux lourds a été

constatée. Il a été observé que plus la quantité de charbon actif augmentait, plus le taux de polluants métalliques diminuait.

Les résultats de laboratoire ont mis en évidence la capacité d'adsorption élevée du charbon actif synthétisé. En effet, un excellent rendement a été obtenu pour l'élimination du plomb, dépassant 88,77 %. De plus, son efficacité a été démontrée pour l'élimination du polluant organique en milieu basique, atteignant un rendement optimal supérieur à 99,49 %. Dans le même contexte, une performance notable a été enregistrée pour la réduction de la demande biochimique en oxygène (DBO_5) à hauteur de 45,45 %, tandis que l'efficacité s'est révélée excellente et supérieure pour la réduction de la demande chimique en oxygène (DCO) avec un taux dépassant 52 %.

En conclusion, il est déduit que le charbon actif est hautement efficace pour le traitement des polluants et des eaux industrielles étudiés. Sur la base des résultats obtenus, ces eaux traitées peuvent être réutilisées pour l'irrigation agricole, compte tenu de leur conformité aux normes et spécifications autorisées par le Journal Officiel de la République Algérienne. Cette démarche vise à prévenir la transmission de maladies, car la présence de fortes concentrations de métaux lourds dans les fruits et légumes consommés présente de graves risques pour la santé humaine, notamment le cancer.

Mots-clés : Noyaux de dattes, Charbon actif, Eaux industrielles, Adsorption, Traitement des eaux.

فهرس المحتويات

شكر وعرفان	
الإهداء	
الملخص:.....	**IV**
فهرس المحتويات:.....	**V**
قائمة الجداول:.....	**VIII**
قائمة الأشكال :.....	**IX**
قائمة المختصرات:.....	**X**
مقدمة:	**1**
الفصل الأول: عموميات حول ملوثات المياه الصناعية والأصباغ وتقنيات المعالجة	
تمهيد:.....	**6**
1. I التلوث والملوثات:.....	**6**
2.I مياه الصرف الصناعي:.....	**7**
1.2.Iتعريف مياه الصرف الصناعي:.....	**7**
2.2.Iمصادر مياه الصرف الصناعي:.....	**7**
3.2.Iمكونات مياه الصرف الصناعي.....	**8**
1.3.2.Iالمكونات الفيزيائية:.....	**8**
2.3.2.Iالمكونات الكيميائية:.....	**10**
المكونات العضويةI.3.3.2.....	**11**
4.2.Iقاييس تصنيف ملوثات مياه الصرف الصناعي:.....	**13**
1.4.2.I. إختبار الطلب البيوكيميائي للأوكسجين. DBO5M	**13**
2.4.2 I. إختبار الطلب الكيميائي على الأكسجين DCO	**14**
3.4.2. I. شوارد النيترات-NO3	**14**
4.4.2. I. شوارد النتريت-NO2	**14**
5.4.2. I. شوارد الفوسفات-PO4	**15**
6.4.2. I. الاكسجين المنحلO2 diss	**15**
7.4.2. I. درجة الحرارةT (°C)	**15**
8.4.2. I . الدليل الهيدروجينيPh	**15**

I .9.4.2. الناقلية الكهربائيةCE	**16**
I .10.4.2. المواد العالقةMES	**16**
I.11.4.2.المواد الصلبة الذائبة الكليةTDS	**16**
I .12.4.2. العكارة:.....	**16**
I.5.2.Iالمعايير والتراكيز المسموح بها في إطار المحافظة على البيئة والصحة العامة:.....	**17**
I .6.2. مراحل معالجة مياه الصرف الصناعي:	**17**
I .1.6.2. المعالجة المسبقة"Pre- Treatment " :.....	**17**
I .2.6.2. المعالجة الأولية"Primary Treatment " .:.....	**18**
I .3.6.2. المعالجة الثانوية" Secondary Treatment " :.....	**18**
I .4.6.2.المعالجة الثالثية (اختيارية"Tertiary Treatment-Optional"):.....	**18**
I 7.2. .طرق وتقنيات معالجة مياه الصرف الصناعي:.....	**19**
I .1.7.2. طرق معالجة مياه الصرف الصناعي:.....	**20**
I 2.7.2. تقنية التناضح العكسي الارتشاحRO :.....	**21**
I 3.7.2. تقنية الترشيح الدقيقةMicrofiltration :.....	**22**
I .4.7.2. تقنية الامتزاز بالكربون المنشّط:.....	**23**
I .8.2.الأصباغ:.....	**24**
I .1.8.2.تعريف الأصباغ:.....	**24**
I .2.8.2.أنواع الأصباغ:.....	**25**
I .3.8.2.خصائص الأصباغ:.....	**25**
I .4.8.2.سمية الأصباغ:.....	**26**
مراجع الفصل الأول:.....	**27**
الفصل الثاني : عموميات حول الكربون النشط وظاهرة الإمتزاز	
Π تمهيد:.....	**31**
Π .1.المواد الأولية في صناعة الكربون النشط:.....	**31**
Π .2.الكربون النشط:.....	**31**
Π .1.2.تعريف الكربون النشط:.....	**31**
Π .2.2بنية الكربون النشط :.....	**32**
Π .3.2.نسيج الكربون النشط :.....	**33**

II.3خصائص الكربون النشط :.....	**34**
II .1.3.الخصائص الفيزيائية :.....	**34**
II .2.3.الخصائص الكيميائية :.....	**35**
II .4.تحضير الكربون النشط :.....	**35**
II .1.4. .الكربنة :.....	**35**
II .2.4. .التنشيط:	**36**
II .5.انواع التنشيط:.....	**36**
II .1.5. التنشيط الفيزيائي:.....	**36**
II 2.5.التنشيط الكيميائي:.....	**36**
II .6.إستخدامات الكربون النشط:.....	**37**
II .7 . تعريف التمر:.....	**37**
II 1.7 . .نواة التمر:.....	**37**
II 2.7. أجزاء نواة التمر:.....	**38**
II 3.7.التركيب الكيميائي لنواة التمر:.....	**38**
II .4.7.فوائد نواة التمر:.....	**39**
II 8.مجالات الاستعمال:.....	**39**
II .1.8.المجال الطبي:.....	**39**
II .2.8. الصناعات الغذائية:.....	**39**
II .3.8.الصناعات الأخرى:.....	**39**
II .9 تعرف الامتزاز:(Adsorption) :.....	**41**
II 1.9. تاريخ الامتزاز:.....	**41**
II 2.9.أنواع الامتزاز:.....	**42**
II .3.9.العوامل المؤثرة في ظاهرة الامتزاز:.....	**42**
II .4.9.آلية الامتزاز:.....	**43**
II .5.9.نمذجة معادلات الإمتزاز:.....	**44**
مراجع الفصل الثاني:.....	**47**
الفصل الثالث : الجـــــــــزء التطبيقـــــــي	
III . تمهيد :.....	**52**

III .1. البروتوكول التجريبي :.....	**52**
III .2.الأجهزة والمواد المستعملة:.....	**52**
III .1.2.الأجهزة :.....	**52**
III .2.2.المواد:.....	**53**
III .3.أخذ انوية التمر:.....	**53**
III .4.تحضير الكربون المنشط من نوى التمر:.....	**53**
III .5.تحضير المحلول :.....	**54**
III .1.5.تحضير صبغة البنفسج البلوري:.....	**55**
III .2.5. تحديد منحنى المعايرة:.....	**55**
III .6.دراسة و تحديد خصائص الكربون المنشط:.....	**55**
III .1.6. المجهر الالكتروني الماسح:MEB	**55**
III .2.6.مبدأ عمل جهاز الاشعة البنفسجية-المرئية:.....	**57**
III .3.6. مبدأ عمل جهاز الأشعة تحت الحمراء:.....	**58**
III .7تقديم منطقة الدراسة ورقلة:.....	**59**
III .1.7.الموقع الجغرافي:.....	**59**
III .8. المؤسسة محل الدراسة :.....	**59**
III .1.8.تعريف مؤسسة هيدروكنال ورقلة :.....	**59**
III .2.8.معلومات حول مؤسسة هيدروكنال ورقلة :.....	**60**
III .3.8. الهيكل التنظيمي لمؤسسة هيدروكنال ورقلة :.....	**61**
III .4.8. البروتوكول التجريبي المستعمل في الدراسة :.....	**62**
III .5.8. معالجة مياه الصرف الصناعي :.....	**63**
III .6.8. تقنيات التحليل لمقاسة:.....	**64**
III .7.8. الوسائط الفيزيائية والكيميائية المقاسة :.....	**64**
III .8.8 . تعتمد تقنية مطيافية الامتصاص الذر..(Spectrophotomètre d'Absorption Atomique) :...	**69**
تائج والمناقشة :	
IV.1.المنحنى المعايرة لصبغة البنفسج البلوري:.....	**74**
IV .2.نتائج نمذجة إستجابة السطح :.....	**79**
IV .3. نتائج تحليل الأشعة تحت الحمراء للكربون:.....	**80**

IV .4. جزء معالجة مياه الصرف الصناعي :.....	**80**
IV. الخلاصة :.....	**88**

قائمة الجداول

جدول رقم I.1: أهم الملوثات في مياه الصرف الصناعي [1]	**6**
الجدول رقم I.2: تصنيف جودة المياه حسب الناقلية الكهربائية (ISO 78885) [11]	**16**
جدول رقم I.3 : معايير الحد الأقصى للنفايات السائلة الصناعية [16]	**17**
الجدول رقم II.4 : يبين مميزات بعض المواد الأولية المستعملة في تحضير الكربونات النشطة وخصائص الكربونات النشطة المحضرة منها	**30**
الجدول رقم II.5: العناصر الغذائية الموجودة في 100غ من نوى التمر.....	**37**
جدول رقم IIII.6: حجم العينة وفقا ل DCO.....	**67**
الجدول رقم IV.7: النتائج التجريبية لنمذجة إستجابة السطح	**76**
الجدول رقم IV .8: نتائج حساب المقادير، بالإضافة إلى قيم معامل الارتباط R^2 لكل منحنى.....	**79**
الجدول رقم IV .9 : نتائج الوسائط الفيزيوكيميائية للعينة الأولى قبل وبعد المعالجة.....	**80**
الجدول رقم IV .10: نتائج الوسائط الفيزيوكيميائية للعينة الثانية قبل وبعد المعالجة.....	**84**
جدول رقم IV .11: القيم الحدية القصوى للمعادن الثقيلة في الجزائر.....	**86**
جدول رقم IV .12: نتائج تركيز معدن الكادميوم لمياه الصرف الصناعي قبل وبعد المعالجة.....	**86**
جدول رقم IV .13: نتائج تركيز معدن الكروم لمياه الصرف الصناعي قبل وبعد المعالجة.....	**87**
جدول رقم IV .14 نتائج تركيز معدن الرصاص لمياه الصرف الصناعي قبل وبعد المعالجة.....	**88**

قائمة الأشكال

الشكل رقم I.1: تصنيف المواد الصلبة الكلية [4]	9
الشكل رقم I.2 التقنيات المختلفة المستخدمة لمعالجة المياه والمواد الشهيرة لتقنية الامتزاز [18] ..	19
الشكل رقم I.3: إحصائيات لأعداد البحوث المنشورة في مجال « تنقية المياه » في الفترة من 2010 حتى 2023 تبعاً للبيانات [18]	20
الشكل رقم I.4 تقنية التناضح العكسي [1]	22
الشكل رقم I.5: وحدة الفلاتر الترشيح الدقيقة" Microfiltration"[1]	23
الشكل رقم I.6: عملية الامتزاز على الكربون النشط [1]	23
الشكل رقم I.7: معالجة المياه العادمة بإستخدام الكربون النشط [1]	24
الشكل رقم II.8: البنية البلورية a)° الجرافيت (b) الكربون النشط [7].....	31
الشكل رقم II.9: البنية المجهرية للكربون النشط. [10]	32
الشكل رقم II.10: البنية المسامية للكربون النشط	33
الشكل رقم II.12 : رسم تخطيطي يوضح البنية التحتية للكربون النشط [16]	34
الشكل رقم II.13: المخطط العام لتحضير الكربون النشط	35
الشكل رقم II.14: يمثل تواجد مناطق المذاب عند امتزازه على السطح الصلب [36]	42
الشكل رقم II.15 : نموذج لايزثيوم نظرية BET.....	44
الشكل رقم III.16: التمر ونواتها.....	52
الشكل رقم III.17: الكربون النشط المستخلص من نوى التمر.....	53
الشكل رقم III.18: البنية الكيميائية لصبغة البنفسج البلوري.....	53
الشكل رقم III.19 : صبغة البنفسج البلوري	54
الشكل رقم III.20: محلول صبغة البنفسج البلوري.....	54
الشكل رقم III.21: جهاز المجهر الالكتروني الماسح.....	55
الشكل رقم III.22: الكربون النشط تحت المجهر الإكتروني الماسح.....	55
الشكل رقم III.23: مطيافية الاشعة فوق البنفسجية والمرئية	56
الشكل رقم III.24: مطيافية الاشعة تحت الحمراء	57
الشكل رقم III.25: خريطة توضح الموقع الجغرافي لولاية ورقلة	58
الشكل رقم III.26: مؤسسة هيدروكنال ورقلة	59
الشكل رقم III.27 : الهيكل التنظيمي لمؤسسة هيدروكنال ورقلة	60

الشكل رقم ΠI.28: الحوض الثالث لترسيب	**61**
الشكل رقمΠI.29: الحوض الثالث للغسيل	**61**
الشكل رقمΠI.30: معالجة مياه الصرف الصناعي بالكربون النشط	**62**
الشكل رقم ΠI.31: جهاز قياس 63PH	**63**
الشكل رقمΠI .32 : جهاز قياس الأكسجين المنحل	**64**
الشكل رقم ΠI.33: جهاز قياس الناقلية	**64**
الشكل رقم ΠI.34: ورق الترشح	**65**
الشكل رقم ΠI.35: مطياف ضوئي من شركة HACH	**66**
الشكل رقم ΠI.36: DBO mètre	**67**
الشكل رقم ΠI.37: جهاز قياس الطيف الضوئي	**68**
الشكل رقمΠI.38: مطيافية الإمتصاص الذري	**70**
الشكل رقمIV .39: منحنى المعايرة لصبغة البنفسج البلوري	**72**
الشكل رقم IV .40: منحنى Langmuir بالنسبة لإمتزاز صبغة (CV) على الفحم المنشط	**78**
الشكل رقم IV .41: منحنى Freundlich بالنسبة لإمتزاز صبغة (CV) على الفحم المنشط	**79**
الشكل رقمIV .42: رسم بياني لطيف الأشعة تحت الحمراء FTIR للكربون	**80**

قائمة المختصرات

الاختصارات	التسمية بالفرنسية	التسمية بالعربية
DBO5	Demande Biochimique Oxygéne	الطلب البيولوجي للأكسجين
DCO	Demande Chimique Oxygéne	الطلب الكيميائي للأكسجين
TDS	Total Dissolved solids	المواد الصلبة الذائبة
COVS	Composés Organiques Volatils	المركبات العضوية المتطايرة
O2diss	L'oxygéne dissous	الأكسجين المنحل
CE	Conductivité électrique	الناقلية الكهربائية
MES	Matiéres En Suspension	المواد الصلبة العالقة
C_e	Concentration du colorant dans la solution à l'équilibre	تركيز الصبغة في المحلول عند التوازن(mg/L)
q_e	Quantité adsorbée à l'équilibre	الكمية الممتزة عند التوازن (mg/g)
q_m	Capacité maximale d'adsorption	السعة العظمى للامتزاز (mg/g)
K_L	Constante de Langmuir liée à l'énergie et à la capacité d'adsorption	ثابت لانجمير متعلق بطاقة وقدرة الامتزاز(L/mg)
K_F	Constante de Freundlich	ثابت فريندليش
1/n	Paramètre indiquant l'intensité de l'adsorption	يعبر عن شدة الامتزاز
c	Concentration de la solution	تركيز المحلول
P_1	Poids du filtre après utilisation et séchage à 105°C	وزن المرشح بعد الاستعمال والتجفيف عند 105°C (g)
A	Constante empirique	ثابت محدد تجريبياً) في

	déterminée expérimentalement (dans l'équation BET)	معادلة(BET
C_S	Concentration de saturation	تركيز التشبع
V_1	Quantité de gaz adsorbé	كمية الغاز الممتز
x	Constante expérimentale dépendante de la température, de la nature de l'adsorbant et de l'adsorbat	ثابت تجريبي متعلق بدرجة الحرارة وطبيعة الجسم الماز والمادة الممتزة
m	Quantité de l'adsorbant solide (Masse de l'adsorbant)	كمية الجسم الماز الصلب
X_0	Masse d'impuretés adsorbées par la première couche par unité de masse de charbon actif	كتلة الشوائب الممتزة بواسطة الطبقة الأولى بوحدة كتلة الكربون المنشط
V	Volume de l'échantillon utilisé	حجم العينة المستعملة(L)
P_0	Poids du filtre avant utilisation	وزن المرشح قبل الاستعمال(g)
l	Épaisseur de la cuve de référence	سمك الخلية المرجعية
ε	Coefficient d'absorbance	معامل الامتصاصية
I_0	Intensité du faisceau lumineux incident monochromatique	شدة الحزمة الضوئية الصادرة أحادي الطور الموجي الساقط
I	Intensité du faisceau lumineux transmis	شدة الحزمة الضوئية الصادرة
A	Absorbance	امتصاصية

مقدمـــــة

مقدمة:

في قوله تعالى: ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾ الأية (30) من سورة الأنبياء تجسد هذه الأية الكريمة حقيقة ثابتة بأن الماء شريان الحياة وأساس وجود الكائنات، إلا أن هذا المورد الحيوي بات اليوم تهديدا غير مسبوق. في ظل التحديات البيئية الراهنة أصبح البحث عن حلول مستدامة لمعالجة المياه الصناعية ضرورة ملحة للحفاظ على الموارد الطبيعية والصحة العمومية. يعد التلوث من المشاكل التي تواجه الكائن البشري والبيئة خاصة بعد التطور التكنولوجي المرافق للحياة المعاصرة, ويحدث التلوث بأشكاله المختلفة سواء كان تلوث الهواء أو الماء أو التربة نتيجة وجود بعض المواد العضوية واللاعضوية الضارة أو بسبب الازدياد أو النقص في نسب بعض المركبات الأساسية في البيئة عن النسب الطبيعية لها. يحصل ذلك من جراء تدخلات هذا الكائن أو بفعل بعض الظواهر الطبيعية . **[1]**

نتيجة للتزايد السكاني العالمي والتطور الهائل في الصناعات المختلفة الذي أدى الى زيادة إستهلاك المياه يعاني العالم أجمع الأن من مشكلة ندرة المياه . الأمر الذي يواجه أنظار الباحثين الى إيجاد حلول ومصادر بديلة للمياه مثل محاولة تحلية مياه البحر او تنقية المياه الجوفية أو مياه الصرف الصحي والصناعي. **[2-3]**

أصبحت مشكلة تنقية المياه تشغل العديد من الباحثين ومؤسسات حماية البيئة فقد وجد أن أغلب ما يلوث المياه هي المواد الكيميائية الداخلة في الصناعات المختلفة وخاصة الأصباغ والمواد الكيميائية الناتجة من تحلل الاصباغ المستخدمة في الصناعات النسيجية إذ تعد الأصباغ واحدة من أكبر وأهم المركبات العضوية المستخدمة في الصناعات الكيميائية في العالم. **[4]**

إن معظم الأصباغ تصنع لتكون مقاومة لظروف البيئة مثل الضوء , الرياح , الامطار ....الخ لذلك وجودها في المياه يسبب مشكلة حيث تكون لها تأثيرات على حياة الانسان والحيوان والنبات وبالتالي يعتبر التخلص من مثل هكذا مركبات من المحاليل المائية من العمليات الصعبة . **[5]**

إزالة مثل هذه المركبات من الأنظمة المائية يعد من المسائل الصعبة, لذلك يعد الإمتزاز من أهم هذه التقنيات لكفاءته العالية في هذا المجال وبساطة التكنولوجيا المستخدمة لهذا الغرض مقارنة مع الطرق الأخرى , فضلا من كلفته الاقتصادية الأقل وقد إتجه العديد من الباحثين حديثا إلى تطوير مواد مازه جديدة بالإستعانة ببعض المواد ذات المنشأ الطبيعي . **[1]**

وفي هذا الإطار نجد أن منظمة الصحة العالمية إهتمت بوضع معايير ومواصفات للمياه الصالحة لأغراض الشرب والزراعة وغيرها. **[6]**

من هذا المنطلق، وتماشيا مع توجهات مؤسسة "هيدروكنال" في تطوير حلول تقنية لمعالجة المياه وحماية المحيط المائي، تأتي هذه الدراسة لتسليط الضوء على إمكانية استغلال النفايات الزراعية المحلية، وتحديدا نوى التمر، لإنتاج الكربون النشط ذو خصائص فيزيائية وكيميائية متميزة.

تتمحور مشكلة الدراسة في السؤال التالي : ماهي الظروف المثلى لإستخلاص الكربون النشط و إستخدامه في المعالجة ؟

يهدف هذا العمل الى تثمين هذه النفايات وتحويلها الى مادة ماصة فعالة تستخدم في معالجة المياه الصناعية ، وهو ما يندرج ضمن استراتيجيات التنمية المستدامة وإدارة المخلفات بطريقة اقتصادية وصديقة للبيئة. ومن خلال التعاون مع الخبرات الميدانية لمؤسسة هيدروكنال، نسعى إلى إستخلاص الكربون النشط من مخلفات التمر لمعالجة الملوثات (المياه الصناعية) . لتحقيق هذه الهدف ، تم تقسيم هذه المذكرة الى أربعة فصول:

- **الفصل الأول:** عموميات حول ملوثات المياه الصناعية والاصباغ وتقنيات المعالجة
- **الفصل الثاني:** عموميات حول الكربون النشط و ظاهرة الأمتزاز
- **الفصل الثالث** : تحضير الكربون النشط ومعالجة المياه الصناعية
- **الفصل الرابع:** النتائج و المناقشة

مصادر ومراجع المقدمة:

المصادر : القران الكريم

المراجع:

[1] ز. إسماعيل ، التخلص من ملوثات المياه بواسطة ظاهرة الإمتزاز . درجة البكلوريوس جامعة القادسية .2017

[2] Etale A,OnyiantaAJ, TurnersR, EichhornSJ.Cellulose: a review of water interactions , chemical Reviews. 2023; 123(5) ; 2016-2048.

[3] Yushchen Kov,velyugo E, RomanovsKIV. Iufuence of ammonium nitrogen on the treatment efficiency of Undergronnd water at iron removal stations .Gronnd water for sustainable Development . 2023; 22; 100943

[4] ر. محمد الشمري ن. جواد الزركاني ح . محمد الشمري م كريم عبد على .مقارنة إمتزاز صبغة السفرانين (safranine o) القاعدية من محاليلها المائية على سطحي السيليلوز النقي و نخالة الرز . جامعة الكوفة

[5] صابر السيد منصور الميامري وأخرون دراسة حركية إمتزاز صبغة الميثيلين الأزرق على سطح الفحم المنتج من بذورزيت الزيتون والمنشط بحمض الفوسفوريك المختار للعلوم العدد الخامس والعشرون جامعة عمر المختار 2010

[6] WHO. Guidelines for drinking -water quality . World Health Organization . 2011 ;2016; 303-304

الجزء النظري

الفصل الأول

عموميات حول ملوثات المياه الصناعية والأصباغ وتقنيات المعالجة

I. تمهيد:

يعد تلوث المياه من أخطر القضايا البيئية التي تؤثر سلبا على صحة الانسان والبيئة والكائنات الحية. يعرف تلوث المياه بانه دخول مواد ضارة وغير مرغوب فيها إلى المسطحات المائية، مما يؤدي إلى تغيير خصائصها الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية، ويجعلها غير صالحة لاستخدامات المختلفة.

I.1. التلوث والملوثات.

يعرف التلوث بأنه أي تغير فيزيائي، أو كيميائي، أو بيولوجي في نوعية المياه، ويؤثر سلبا على الكائنات الحية، أو يجعل المياه غير صالحة للاستخدامات المطلوبة. بينما تعرف الملوثات بحسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة بأنها أي مادة فيزيائية، أو كيميائية، أو عضوية، أو إشعاعية موجودة في مياه الصرف وتعمل على تدني جودة أو نوعية هذه المياه، وتالشكل رقم خطورة تمنع الاستفادة منها:

-**التغير الفيزيائي:** تشمل التغيرات التي تحدث لخواص لمياه وتشمل التغيرات التي تطرأ على المياه من حيث اللون، والطعم والرائحة، والتوصيل الكهربي، والقساوة، ودرجة الحرارة، العكارة، والمواد العالقة.

-**التغير البيولوجي:** تشمل طبيعة وعدد الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا، والطفيليات، والفطريات والفيروسات التي يمكن أن تتواجد فيها.

-**التغير الكيميائي:** تشمل تغير التركيب الكيميائي، وطبيعة وتراكيز المعادن، والشوارد، والأملاح، ورقم الاس الهيدروجيني (PH)، والقلوية، وغيرها من الخواص الكيميائية، والإشعاعية. تتصف مياه الصرف الصناعي بأنها مصدر من مصادر التلوث الذي يالشكل رقم خطرا على الصحة العامة، والبيئة بالشكل رقم عام لاحتوائها على العديد من الملوثات الفيزيائية، والكيميائية، والبيولوجية "حيوية". يبين الجدول أهم ملوثات مياه الصرف الصناعي. [1]

جدول رقم I.1: أهم الملوثات في مياه الصرف الصناعي [1]

الملوثات	أهميتها
المواد العالقة	تسبب زيادة ترسيبات الحمأة وتكوين ظروف لاهوائية في المياه عند صرفها
المواد المغذية	مثل النيتروجين، والفوسفات، وتؤدي إلى نمو كائنات مائية غير مرغوب فيها
الملوثات ذات الأهمية القصوى	مركبات عضوية وغير عضوية مسرطنة وذات سمية مرتفعة
المواد العضوية صعبة التحلل	مواد لها القدرة على مقاومة طرق المعالجة التقليدية مثل المنظفات الصناعية، والفينولات
المعادن الثقيلة	نواتج العمليات الصناعية المختلفة
الأملاح الغير العضوية الذائبة	أملاح الصوديوم، والكالسيوم، والكبريتات

I.2. مياه الصرف الصناعي:

I.2.1. تعريف مياه الصرف الصناعي:

إن مياه الصرف الصناعي تحوي مجموعة من المخلفات و النفايات الصناعية ذات المصادر المختلفة والطبيعة المتباينة وبعضها يحوي المعادن الثقيلة والنفايات الخطرة التي يمكن أن تتراكم في المياه الجوفية وتظهر نتائجها على الانسان والحيوان والنبات، وبعضها الآخر يحوي الاصبغة ومخلفات الدباغات البترولية وملوثات فينولية ذات تأثير سام ومسرطن إذا تجاوز تركيزها الحدود المسموح بها. **[2]**

I.2.2. مصادر مياه الصرف الصناعي:

بعض المصادر الشائعة لمياه الصرف الصحي تأتي من الصناعات التالية:

- **صناعة الألبان:** تعد صناعة الألبان واحدة من أسرع الصناعات نموا على هذا الكوكب. وقد تمت مياه الصرف الصحي المرتبطة بالألبان بالتزامن مع ارتفاع إنتاج منتجات الألبان. تولد الألبان كمية كبيرة من النفايات السائلة عالية القوة، مع مستويات DCO تتراوح من 0.38 إلى 72.5 ملغ/لتر، ومستويات TKN تتراوح من 1462 ملغ/لتر مما يجعلها صديقة للبيئة خطرة إن لم يتم علاجها . **[2]**
- **صناعة الدباغة:** تعتبر المدابغ في الكثير من الاحيان مجمعات صناعية ملوثة تنتج مجموعة واسعة من المياه الصرف الصحي عالية القوة. يتم تطبيق مالا يقل عن 300 كلغ من المواد الكيميائية على كل طن من الجلود أثناء عملية الدباغة. تعتبر مياه المدابغ السائلة من أخطر الملوثات التي تنتجها الصناعة. تسبب المعادن الثقيلة والمركبات الخطرة والكلوريد والجير ذو الأملاح الذائبة والمعلقة العالية والملوثات الاخرى مخاوف كبيرة . **[2]**
- **صناعة الأدوية:** يختلف تدفق ومحتوى النفايات السائلة الصناعية الصيدلانية بالشكل رقم كبير. بالشكل رقم عام تحتوي مياه الصرف الصحي هذه على تركيز عالي من المواد العضوية، مع أن جزءا كبيرا منها قابل للتحلل بسهولة (الكحول والاسيتون وما إلى ذلك). الجزيئات العضوية التي تحلل ببطء والمواد الكيميائية المقاومة للحرارة. المركبات المثبطة والضارة (المضادات الحيوية). **[2]**
- **صناعة السكر:** مقابل كل طن من قصب السكر يتم سحقه في الهند، يتم إنتاج 1000 لتر من مياه الصرف الصحي. تحتوي مياه الصرف الصحي التي تنتجها هذه المؤسسات على مستوى كبير من

الملوثات. توجد السكريات والزيوت والشحوم والمواد الكيميائية مثل الكلوريدات والكبريتات والمعادن الثقيلة في مياه الصرف الصحي لمصانع السكر. **[2]**

- **صناعة النفط:** تساهم مجموعة كبيرة من أنواع الهيدروكربونات والكثير من الزيوت ال حرة بالشكل رقم كبير في تحميل المواد العضوية في أعمال تكرير النفط . إن تنوع الهيدروكربونات المعقدة في قطاع البتروكيمياويات أكبر بكثير. ربما تكون مياه الصرف الصناعي من هنا هي الاكثر صعوبة في معالجتها باستخدام المعالجة البيولوجية بسبب وجود العديد من المواد المقاومة للحرارة والمثبطة في مياه الصرف المتدفقة. **[2]**

I.3.2. مكونات مياه الصرف الصناعي:

تلقى الشركات الصناعية مخلفاتها الصناعية السائلة مباشرة على المجاري العمومية ولذلك فإنه من الضروري ألا تسمح السلطات الرقابية بصرف أية مياه صرف صناعية على الشبكات العمومية قبل معرفة خصائص هذه المياه ومدى قدرة شبكة الصرف على استيعابها بالإضافة إلى معرفة تأثير ومدى خطورة صرف المركبات المختلفة الموجودة في هذه المياه على شبكات الصرف الصحي. ويجب دارسة خصائص ومكونات مياه الصرف حتى يمكن وضع الخطط وطرق المعالجة المناسبة لتك النوعية من المياه وبما يحقق المواصفات والمعايير البيئية والصحية القياسية. **[4]**

I.3.2.1. المكونات الفيزيائية:

من أهم المكونات الفيزيائية لمياه الصرف هو محتواها من المواد الصلبة الذى يتكون من مواد طافية ومواد مترسبة ومواد عالقة ومواد ذائبة. أما باقي الخصائص الفيزيائية فهي الرائحة ودرجة الحرارة واللون ودرجة العكارة. [4]

- **المواد الصلبة الكلية:**

علميا تعرف المواد الصلبة الكلية الشكل رقم 1 في مياه الصرف على أنها كل المواد التي تبقى عند التبخير عند درجة حرارة من 103 إلى 105 م. أما المواد التي لها ضغط بخاري مرتفع فإنها سوف تفقد عن في عملية التبخير عند هذه الدرجة وبالتالي لا تعتبر مواد صلبة. **[4]**

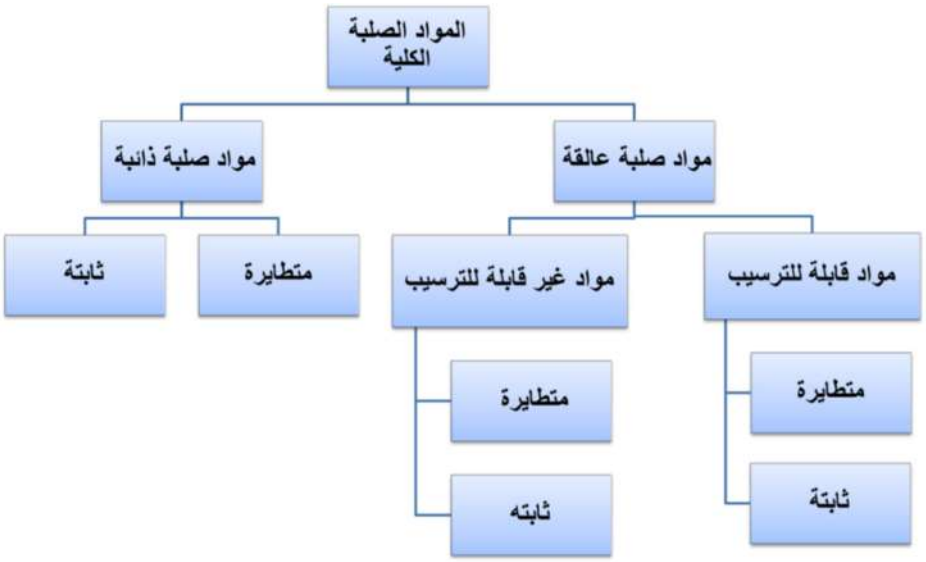
وتعرف المواد الصلبة القابلة للترسيب على أنها المواد التي تترسب في قاع إناء على الشكل رقم مخروطي يسمى مخروط امهوف في خلال زمن قدرة 20 دقيقة. تعتبر المواد الصلبة القابلة للترسيب والتي وحدة قياسها مللتر/لتر قياس تقريبي لكمية الحمأة التي سوف تنفصل بالترسيب الأولى.

ويمكن تقسيم المواد الصلبة الكلية أو المتبقية بعد التبخير أيضاً إلى مواد لا يمكن ترشيحها عالقة أو مواد يمكن ترشيحها وذلك بتمرير حجم معلوم من السائل خلال فلتر مرشح. **[4]**

ويحتوي الجزء القابل للترشيح من المواد الصلبة على مواد رغوية ومواد صلبة مذابة. ويحتوي جزء المواد الرغوية على جزيئات بحجم من 0.001 إلى 1 ميكرومتر. أما الم واد الصلبة المذابة فتحتوي على جزيئات من مواد عضوية ومواد غير عضوية وأيونات ذائبة في الماء. وبالشكل رقم عام لا يمكن فصل المواد الرغوية بالترسيب. لذلك يجب استعمال إما الأكسدة البيولوجية أو التركيد يتبعها مرحلة للترسيب لترويق المياه . **[4]**

تتواجد المواد الصلبة العالقة بكميات كبيرة في الصرف الصناعي لعدة صناعات مثل صرف صناعات المعلبات والصناعات الورقية حيث يتم حجزها بمصافي خاصة و/أو ترسيبها في وحدة المعالجة. وتسمى المواد الصلبة التي تزال بالترسيب وتفصل عن مياه الغسيل بالحمأة حيث تضخ بعد ذلك إلى أحواض تجفيف أو تصفي لإزالة الماء منها **[4]**

ويمكن تقسيم المواد الصلبة تقسيماً آخر طبقاً لدرجة تطايرها عند درجة 550 ° م ± 50 ° م حيث يتأكسد الجزء العضوي عند هذه الدرجة ويتحول إلى غاز بينما يبقى الجزء الغير عضو كرماد، وبذلك يمكن أن نطلق مصطلح "المواد العالقة المتطايرة" و"المواد العالقة الثابتة" على كل من المحتوى العضوي والغير العضوي المعدني للمواد العالقة على الترتيب. ويتم دائماً إجراء تحليل المواد الصلبة المتطايرة على الحمأة لقياس مدى الثبات البيولوجي لها.



الشكل رقم (i.1): تصنيف المواد الصلبة الكلية [4]

- **الروائح:**

تثبت الروائح عادة من الغازات المتولدة من المواد العضوية أو من المواد المضافة إلى مياه الصرف وقد تحتوي مياه الصرف الصناعي على مركبات ذات رائحة أو على مركبات تنبعث منها رائحة أثناء عملية المعالجة . **[5]**

- **درجة الحرارة:**

تعتبر درجة الحرارة من أهم المؤشرات المؤثرة في عملية المعالجة وذلك لتأثيرها على التفاعلات الكيميائية وسرعتها، وكذلك تؤثر على الاحياء المائية، فمثلا ارتفاع درجة الحرارة قد تؤدي إلى اختلاف في فصائل الأسماك المتواجدة في البيئة المائية المستقبلة لمياه الصرف **[5]**

- **اللون:**

ويمكن قياس لون مياه الصرف مخبريا بأجهزة تعمل على مبدأ الامتصاص الذري سبكترفوتومتر، يختلف لون مياه الصرف الصناعي تبعا لنوع الصناعة، ولا يمكن لطرائق المعالجة البيولوجية إزالة اللون ولكن يمكن لبعض وحدات المعالجة الثانوية مثل الحمأة المنشطة المتبوعة بالترشيح الرملي إزالة نسبة معينة لبعض أنواع المواد الملونة، وفي بعض الأحيان إزالة المواد الملونة إلى عمليات الأكسدة الكيميائية **[5]**

- **العكارة:**

العكارة هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء ويستخدم كاختبار لقياس مدى جودة المياه المنصرفة بالنسبة للمواد الغروية، ويمكن قياس لون مياه الصرف مخبريا بأجهزة تعمل على مبدأ الامتصاص الذري سبكترفوتومتر وواحدة على العكارة **[5]**

I.2.3.2. المكونات الكيميائية:

- **المنظفات الصناعية:**

المنظفات الصناعية هي المواد الخافضة للتوتر السطحي وهي عبارة عن جزيئات عضوية كبيرة ولها قابلية ضعيفة للذوبان وهي تسبب الرغوة في محطات معالجة مياه الصرف وفي المياه السطحية التي تصرف إليها وتتجمع جزيئات المنظفات في الطبقة ما بين الهواء والماء كذلك تتجمع هذه المركبات على سطح فقاعات الهواء أثناء عملية المعالجة البيولوجية مسببة رغوة ثابتة تفوق عملية المعالجة **[4]**

- **الزيوت والدهون والشحوم:**

تعتبر الدهون من أكثر المواد العضوية ثباتا حيث أنها لا تتحلل بسهولة بفعل البكتيريا. ويصل الكيروسين وزيوت التشحيم إلى الصرف عن طريق الورش والجراجات حيث يطفو على سطح مياه الصرف ويتبقى جزء ضئيل منه في صورة مواد راسبة تتجمع مع الحمأة. هذا وتسبب الزيوت المعدنية مشاكل في الصيانة نتيجة لتغطيتها للأسطح. وإذا لم تتم إزالة الشحوم قبل صرف المياه إلى البيئة الخارجية، فإنها قد تؤثر عكسيا على الحياة البيولوجية في المياه السطحية مسببة طبقة من المواد الطافية غير المرئية. وتعتبر الزيوت والشحوم مادة إختبار لتحديد مكونات المواد الهيدروكربونية الموجودة بمياه الصرف الصناعي. وهذه الاختبارات تتضمن شحوم وزيوت حرة وشحوم وزيوت مستحلبة. وباستخدام هذه الاختبارات سيتم تحديد طبيعة المعالجة المطلوبة. ويتم إزالة الزيوت والشحوم الحرة بالطفو أو الكشط باستخدام جهاز فصل الزيوت بالجاذبية في حين يتم إزالة الزيوت المستحلبة باستخدام نظام الهواء الذائب الطافي بعد التكسير

الكيميائي للزيوت المستحلبة. وفي كل الأحوال يجب إزالة الزيوت والشحوم قبل إجراء المعالجة البيولوجية والا سيحدث انسداد في مواسير توزيع المياه وتوزيع الهواء. **[4]**

- **المعادن الثقيلة:**

إن المعادن الثقيلة كالنيكل والمنغنيز والرصاص والكاديوم والزنك والنحاس وغيرها. توجد في مياه صرف العديد من الصناعات كالصناعة الطلاء الغلفاني للمعادن والدباغة والصباغة وغيرها من الصناعات، ووجود مثل هذه المعادن بقيم أكبر من القيم المسموحة ستأثر على أداء محطات معالجة مياه الصرف الصحي وعلى استخدام المياه المعالجة في الزراعة، لذلك يفضل دائما أن يتم قياس تركيز هذه المواد في المياه والتحكم بها، ويمكن أن تقاس هذه الشوارد مخبريا بجهاز سبكترفوتومتر وبواحد mg **[5]**

I.3.3.2. المكونات العضوية:

- **الأكسجين الحيوي الممتص (BOD_5) :**

يعتبر هذا المؤشر من أكثر مؤشرات التلوث العضوية واسعة الاستخدام في مجال مياه الصرف الصناعي وعادة ما يتكون الأكسجين الحيوي الممتص بسبب المواد العضوية الرغوية والذائبة مما يشكل حملا على الوحدات البيولوجية في محطات المعالجة. ويلزم توفير الأكسجين اللازم لنمو البكتريا لتقوم بأكسدة المواد العضوية. ويحتاج الحمل الزائد للأكسجين الحيوي الممتص الناتج من الزيادة في المخلفات

العضوية إلى زيادة النشاط البكتيري والأكسجيني بالإضافة إلى زيادة في قدرة وحدة المعالجة البيولوجية. **[4]**

- **الأكسجين الكيميائي الممتص (COD) :**

يستخدم اختبار الأكسجين الكيميائي الممتص لقياس المواد العضوية في مياه الصرف الصناعي التي تحتوي على مركبات سامة للحياة البيولوجية، ويتم بأكسدة المركبات المختزلة في مياه الصرف من خلال تفاعل مع خليط من حمضي الكبريتيك والكروميك في درجة حرارة عالية. وهناك اختبار آخر ل (COD) تستخدم فيه البرمنجنات كعامل مؤكسد، ولكن هذا الاختبار يعطى نتائج ذات قيم منخفضة وليست لها علاقة مباشرة بالاختبار المعياري للأكسجين الكيميائي الممتص. **[4]**

- **المواد العضوية :**

تتكون المواد العضوية من خليط من الكربون والهيدروجين والأكسجين وفي بعض الأحيان النيتروجين، هذا بالإضافة إلى بعض العناصر الأخرى المهمة مثل الكبريت والفسفور والحديد. وقد تحتوى مياه الصرف الصناعي على كميات قليلة من جزيئات عضوية مخلقة والتي يتباين تركيبها الكيميائي تباينا كبير مثل المواد الخافضة للتوتر السطحي المنظفات الصناعية والملوثات العضوية ذات الأولوية والمركبات العضوية المتطايرة والمبيدات الزراعية. وقد أدى وجود هذه المركبات إلى تعقيدات عديدة لعمليات معالجة مياه الصرف الصناعي لأن أغلب هذه المركبات لا تتحلل بيولوجيا أو تتحلل ببطء شديد. **[4]**

- **الفينولات:**

يعتبر الفينول وغيره من المركبات العضوية من المكونات الهامة في المياه حيث يمكن أن يسبب مشاكل في طعم مياه الشرب، خاصة عندما تكون المياه معقمة بالكلور. وتنتج مادة الفينول من العمليات الصناعية حيث تأخذ طريقها إلى المياه السطحية عند التخلص من مياه الصرف الصناعي. ويمكن إزالة الفينول بالأكسدة أثناء المعالجة البيولوجية وحتى تركيز 500 ملجم/لتر. **[4]**

- **المركبات العضوية المتطايرة:**

هي المركبات العضوية التي لها نقطة غليان أقل من 100 °م و/أو ضغط بخار أقل من 1 مم زئبق عند درجة حرارة 25 °م. إن انسياب هذه المركبات في المجاري أو في محطات المعالجة قد تؤثر عكسيا على صحة العاملين بشبكات الصرف ومحطات المعالجة. **[4]**

- **المبيدات والكيماويات الزراعية:**

تعتبر المركبات العضوية الموجودة في المبيدات الحشرية والنباتية بالإضافة إلى الكيماويات الزراعية سامة بالنسبة لمعظم الكائنات الحية ويمكن اعتبارها مادة ملوثة مهمة فعالة في المياه المستقبلة للصرف. **[4]**

I.4.2. مقاييس تصنيف ملوثات مياه الصرف الصناعي:

تستخدم عدة مقاييس ومعايير لتصنيف وقياس ملوثات المياه الصناعية، بهدف تقييم جودة المياه وتحديد مدى تلوثها . من أبرز هذه المقاييس:

I.4.2.1. إختبار الطلب البيوكيميائي للأوكسجين DBO_5:

إن النفايات الحضرية والصناعية المطروحة في المجرى المائي مصدر مهم للتلوث العضوي في المياه السطحية بما تحتويه من حمولة عالية من المركبات العضوية، غير أن الأحياء الدقيقة في الوسط المائي تقوم بعملية تفكيك لتلك المركبات العضوية الطبيعية أو القادمة مع مياه الصرف، ضمن عملية هامة تسمى التنقية الذاتية Auto épuration التي تستهلك الأوكسجين المنحل. لذلك يكون النقص في الأوكسجين المنحل خلال فترة زمنية محددة (24 ساعة أو 5 أيام) دليل على فعالية عملية التنقية الذاتية من جهة ودليلا على التلوث العضوي من جهة أخرى ويسمى الطلب الحيوي الكيميائي للأوكسجين.يحدث التفاعل الحيوي الكيميائي عبر مرحلتين أساسيتين: تتعلق المرحلة الأولى بتحويل المركبات الكربونية وهي تبدأ فوار وتنتهي خلال فترة لا تتجاوز 20 يوما في درجة 20 مئوية، حيث تتحول في هذه المرحلة كافة المركبات الكربونية القابلة للتحلل الحيوي غاز ثنائي أكسيد الكربون وماء. أما المرحلة الثانية تبدأ بعد عشرة أيام في حالة وجود البكتيريا والمواد الخاضعة للتحول وتخص هذه المرحلة المركبات الازوتية وتستمر فترة طويلة ونعبر عن استهلاك الاوكسجين خلال خمسة أيام في وسط معزول عن الهواء وفي الدرجة 20 مئوية بالطلب الحيوي الكيميائي على الاوكسجين ورمزه DBO_5 **[6]**

يمكن تلخيص أهداف قياس الطلب الحيوي الكيميائي على الاوكسجين بالآتي:

- ❖ تحديد كمية المواد العضوية الموجودة والقابلة للتحلل.
- ❖ معرفة قدرة الوسط على القيام بعملية التنقية الذاتية.
- ❖ تحديد درجة التلوث.

I.2.4.2.إختبار الطلب الكيميائي على الأكسجين DCO :

يعرف بأنه مقدار الأوكسجين المستهلك من اجل أكسدة كيميائية للمواد العضوية المسببة لتلوث المياه لكل واحد لتر من المياه، هذه لا تتأثر بفعل الكائنات الحية الدقيقة وغير قابلة للتحلل البيولوجي ومثال ذلك المواد السيليلوزية، من أجل أكسدة هذه المواد تستعمل مؤكسدات قوية مثل ثاني كرومات البوتاسيوم، وبقياس DCO يمكن الحصول على نتائج سريعة كما أن هذه العملية لا تحتاج الى حضن العينات **[7]**

يسمح هذا القياس بتقدير كمية المركبات القابلة للأكسدة، ولذلك فإنه يستعمل كعامل مقارنة بين ماء مصفى والماء نفسه قبل التصفية لمعرفة فعالية التصفية، ويمثل أيضا احدى دلائل التلوث وخاصة لمياه الصرف الصناعية **[6]**

I.2.4.3. شوارد النيترات NO_3^-:

أثبتت الأبحاث الطبية مضار النيترات على الصحة وخاصة على الأطفال بالإضافة إلى تزايد النيترات بالشكل رقم كبير في المياه الجوفية والسطحية نتيجة التوسع الكبير في استعمال الأسمدة الآزوتية والكيماوية. إن تحديد تلوث المياه بالنيترات عملية صعبة نتيجة التحولات المستمرة للأزوت ضمن حلقة متكاملة تعرف بحلقة الأزوت، توضح هذه الحلقة أن النيترات تمثل المرحلة النهائية لأكسدة المركبات العضوية الآزوتية ولذلك فإن وجودها في المياه الملوثة يشير إلى سير عملية التنقية الذاتية، تأتي بالنيترات المتواجدة في المياه الطبيعية بفعل جريان المياه على سطح التربة في مرحلة تالشكل رقم الأنهار، يضاف إليها النيترات القادمة مع مياه الصرف، والنيترات الناتجة عن أكسدة البكتريا للفضلات العضوية الآزوتية **[5]**

تالشكل رقم النترات مصدار هاما للنيتروجين الضروري لنمو النباتات. غير أن تراكمها بمستويات مرتفعة يالشكل رقم خطورة صحية، لا سيما في المناطق الزراعية. الحد الأقصى المسموح به هو 50 ملغ/لتر.

I.2.4.4. شوارد النتريت NO_2^-:

تمثل شوارد النتريت مرحلة إنتقالية بين شوارد النترات وشوارد الأمونيوم ضمن عملية الأكسدة والإرجاع لهما ولذلك فإن شوارد النيترات في الوسط المائي إما تكون ناتجة عن إرجاع شوارد النيترات أو أكسدة شوارد الأمونيوم وليس هناك مصدر طبيعي مباشر لشوارد النتريت .

أهم مصادر التلوث بالنتريت تتمثل في إستخدام الأسمدة النباتية والحيوانية المتحللة والنفايات المنزلية السائلة و مخلفات الصناعات الكيميائية المختلفة، توجد أيونات النتريت في التربة وكذا ومجاري

المياه تصريف مياه المدن وتتكون بصورة أساسية من أكسدة الأمونيوم و عمليات تنظيف غازات تحتوي على أكاسيد النتروجين على نسبة مقدرة من النتريت **[8]**

I.2.4.5. شوارد الفوسفات PO_4^-:

تنشأ الفوسفات المنحلة في المياه السطحية من مصدر طبيعي (تفكك المواد الحية ، ذوبان الأملاح الفوسفاتية في المياه الجارية) ومصدر صناعي (صناعة كالأسمدة، المنظفات الصناعية) ومن مصدر زراعي الأسمدة الفوسفاتية تكون شوارد الفوسفات في الماء بأشكال مختلفة تبعا لقيمة pH الوسط، حيث فالمياه الطبيعية (5 – 8) PH تحتوي شوارد الفوسفات أحادية وثنائية الهيدروجين ($HPO_4 -H_2 PO_4^-$) ، تنحل فوسفات المعادن القلوية بالشكل رقم جيد في الماء وتختلف إنحلاله المعادن الأخرى بنوعية الشاردة المعدنية **[6]**

I.2.4.6. الاكسجين المنحل O_2 diss:

الأوكسجين ضروري لجميع أشكال الحياة المائية بما في ذلك الكائنات المسؤولة عن عمليات التنقية الذاتية في المياه الطبيعية وهو جزء أساسي من تقييم نوعية المياه حيث أن الأوكسجين يشارك أو يؤثر في جميع للإشارة الى DOC العمليات الكيميائية والبيولوجية داخل المسطحات المائية تقريبا، يمكن استخدام قياس DOC للأشارة إلى درجة التلوث من المواد العضوية وتدمير المواد العضوية ومستوى التنقية الذاتية للمياه. **[9]**

I.2.4.7. درجة الحرارة (°C) T:

تعتبر درجة حرارة البيئة المائية عاملا مهما في التوازن البيئي، والتغير المفاجئ في درجة الحرارة يعود إلى طرح مخلفات صناعية منها الكيماوية والبترولية وبعض المعادن الثقيلة **[7]**

I.2.4.8. الدليل الهيدروجيني pH:

هو تركيز شوارد الهيدروجين +H في الماء، حيث يكون في الحالة الطبيعية بين 6–8.5 وبالشكل رقم وسط واقي أي غير قابل للتحولات السريعة في pH ، لكن مياه الصرف الصناعية تغير في قيمة المجرى المائي فمثلا مياه الصرف الناتجة عن مصانع الغازات يكون pH ما بين (3 – 3.5) **[7]**

I.2.4.9. الناقلية الكهربائية CE:

تعرف الناقلية الكهربائية التوصيلية الكهربائية بأنها مقياس قدرة عينة من الماء على نقل تيار كهربائي وتعتمد هذه القابلية على عدة عوامل منها على سبيل المثال نوع الأيونات ووجودها ودرجة

تركيزها الكلية وحركتها وتكافؤها ودرجة حرارة المحلول قيد الفحص، وهي مؤشر محطات معالجة المياه والمياه الملوثة، كما تعطى وحدة الناقلية الكهربائية ب (µS/cm) **[10]**

الجدول رقم I.2: تصنيف جودة المياه حسب الناقلية الكهربائية (ISO 78885) [11]

التوصيلية الكهربائية µs/cm	الصفات
400-50	جودة ممتازة
750-400	جودة جيدة
1500-750	نوعية متواضعة لكن قابلة للاستعمال
أكبر من 1500	تمعدن مفرط

I.2.4.10. المواد العالقة MES:

تمثل الجزء الذي تالشكل رقمه جميع الجزيئات العضوية MVS أو المعدنية MMS وتكون غير مذابة من جراء التلوث . فهي تالشكل رقم معلمة مهمة تمثل بوضوح درجة التلوث بالنفايات السائل الحضرية أو حتى الصناعية ويتم التعبير عن MES بالعلاقة التالية: MES = 30% MMS + 70% MVS

حيث تمثل كل من: MMS المادة المعدنية المعلقة.

MVS المادة العضوية المعلقة. **[12]**

تمثل المواد غير الذائبة والموجودة في مياه الصرف وتضم المواد العضوية و المعدنية و يرمز لها ب: MES أي Matière en suspension يعبر عنها ب: ملغ/ل. القيمة القصوى للمواد العالقة لا تتجاوز35 ملغ / ل لكي نستطيع رميها في المحيط بدون خطورة أما إذا تجاوزتها تصبح خطر على المحيط فيجب معالجة هذه المياه حسب المرسوم التنفيذي رقم 141 -06 المؤرخ في 19 أفريل 2006 **[7]**

I.2.4.11. المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS:

تقيس كمية الاملاح والمعادن الذائبة في الماء. ارتفاع المواد الصلبة الذائبة الكلية يمكن أن تؤثر على صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة. **[13]**

I.2.4.12.العكارة:

التعكر هو أحد العوامل الفيزيائية الوصفية للماء فهو يعيق تغلغل الضوء في الماء بسبب وجود جسيمات صلبة فيه مثل الطين والغرين وحبوب السيليكا والمواد العضوية. **[14]**

تتناسب العكارة عكسيا مع شفافية المياه فهي إلى حد بعيد تمثل عامل التلوث الذي يشير إلى وجود مواد عضوية أو معدنية في الشكل رقمها الغرو ي العالق في مياه الصرف الصحي. **[15]**

I.2.5. المعايير والتراكيز المسموح بها في إطار المحافظة على البيئة والصحة العامة:

في إطار المحافظة على البيئة والصحة العامة قامت الجزائر بفرض معايير من خلالها تحديد قيم الحد الأقصى لمعايير الصرف نفايات الوحدات الصناعية السائلة وهدا طبقا للقرار الوزاري المؤرخ في 25 شعبان عام 1433 الموافق 15 جويلية 2012

جدول رقم I.3 : معايير الحد الأقصى للنفايات السائلة الصناعية [16]

المقاييس	القيمة القصوى
درجة الحرارة	30م°
PH	8.5-6.5
المواد العالقة MES	30 ملغ /ل
الطلب البيوكيميائي للاكسجين DBO_5	30 ملغ /ل
الطلب الكيميائي للاكسجين DCO	90 ملغ/ل
الازوت N	30 ملغ/ل
الفوسفات PO_4^{-3}	02 ملغ/ ل
المنظفات	01 ملغ/ل
الزيوت والدهون	20 ملغ/ل
الاكسجين المنحل O_{2diss}	5-2 ملغ/ل
النتريت NO_2^-	1.0 ملغ/ل

I.2.6. مراحل معالجة مياه الصرف الصناعي:

I.2.6.1. المعالجة المسبقة " Pre- Treatment":

تركز هذه المرحلة على إزالة المواد الصلبة الكبيرة ، و الرمان ، والزيوت التي قد تتسبب في تلف المعدات في المراحل اللاحقة. وتشمل العمليات المستخدمة:

- الغربلة (*Screening*) : إزالة الاقمشة ، والبلاستيك ، والمواد الكبيرة العالقة بإستخدام المرشحات.

- إزالة الرمال (***Grit removl***) : فصل الرمال ، والحصى ، والمواد الثقيلة الأخرى بإستخدام أحواض الترسيب أو الفواصل الدوامية.
- إزالة الزيوت والشحوم (***Oil and grease removal***) : إستخدام التقشير ، أو الطفو ، أو التجلط الكيميائي لفصل الزيوت والشحوم عن المياه.

I.2.6.2. المعالجة الأولية "*Primary Treatment*":

تركز هذه المرحلة على إزالة المواد الصلبة القابلة لترسيب والمواد الطافية ، وتشمل بالشكل رقم أساسي :

- الترسيب الاولي (***Primary sedimentation***) : حيث يتم استخدام خزانات كبيرة تسمح

للمواد الصلبة الثقيلة بالترسب ، بينما ترتفع المواد الاخف مثل الزيوت والشحوم إلى السطح ليتم إزالتها

I.3.6.2. المعالجة الثانوية "*Secondary Treatment*":

تعد هذه المرحلة حاسمة لإزالة المواد العضوية الذائبة والملوثات البيولوجية مثل البكتيريا . ومن الطرق الشائعة المستخدمة :

- الحمأة المنشطة (***Activated Sludge***) : تستخدم البكتيريا في خزانات كبيرة لتحليل المواد العضوية من خلال عملية التهوية ، والتي تتطلب الاكسجين وبيئة خاضعة للتحكم .
- المرشحات البيولوجية ***Trickling filters*** : يتم تمرير المياه العادمة فوق طبقة مملوءة بالبكتيريا، مما يسهل عملية إزالة الملوثات العضوية

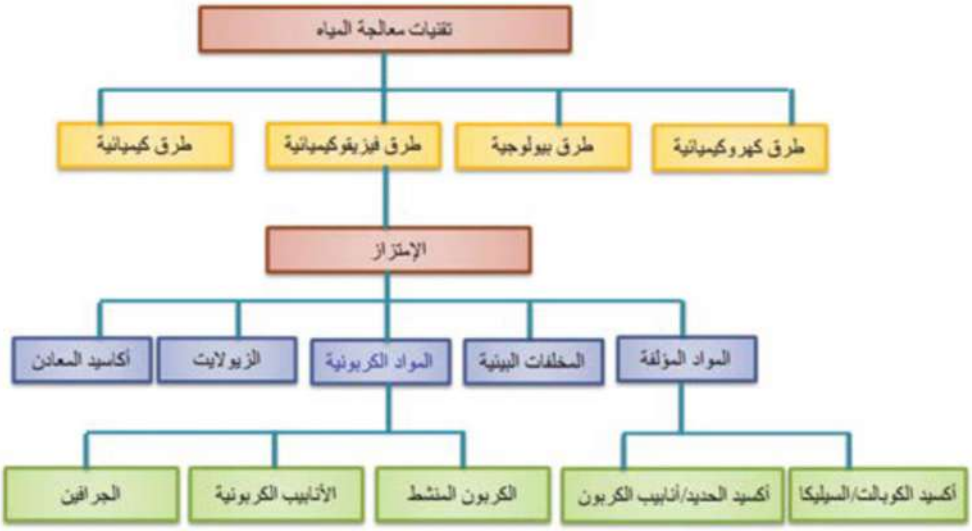
I.4.6.2. المعالجة الثالثية (اختيارية) "*Tertiary Treatment–Optional*"

تعمل هذه المرحلة الاخيرة على إزالة الملوثات الإضافية الإغراض محددة ، مثل:

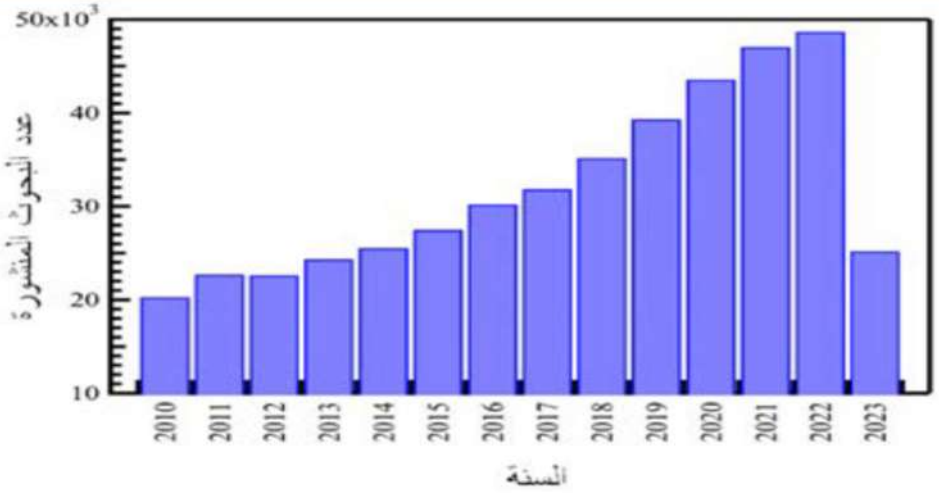
- التطهير (***Disinfection***): القضاء على البكتيريا الضارة والفيروسات باستخدام الكلور، أو الأشعة فوق البنفسجية ، أو الأوزون.
- إزالة المغذيات (***Nutrient removal***) : التخلص من النيتروجين و الفوسفور الزائدين لمنع نمو الطحالب في المسطحات المائية المستقبلة
- الترشيح المتقدم (***Advanced filtation***): استخدام الأغشية أو المرشحات لإزالة المزيد من الملوثات مثل المعادن الثقيلة أو بقايا الأدوية. **[17]**

I.7.2. طرق وتقنيات معالجة مياه الصرف الصناعي:

معالجة المياه هي أي عملية تعمل على تحسين جودة المياه لجعلها مناسبة للاستخدام الشرب أو إمدادات المياه الصناعية أو الري أو العديد من الاستخدامات الأخرى. وتعمل معالجة المياه على إزالة الملوثات والمكونات غير المرغوب فيها، أو تقلل من تركيزها إلى الحد المسموح به. وينتج تلوث المياه في المقام الأول عن تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة من الشركات؛ حيث يتم إلقاء النفايات السائلة من مختلف المؤسسات، والتي تحتوي على كميات مختلفة من الملوثات، في الأنهار أو موارد المياه الأخرى. وقد تحتوي المياه على نسبة عالية من الملوثات العضوية وغير العضوية عند التصريف الأولي. وتولد الصناعات مياه الصرف الصحي نتيجة لعمليات التصنيع والعمليات التي تتعامل مع الورق واللب.



الشكل رقم I.2 التقنيات المختلفة المستخدمة لمعالجة المياه والمواد الشهيرة لتقنية الامتزاز [18]



الشكل رقمI. 3: إحصائيات لأعداد البحوث المنشورة في مجال « تنقية المياه » في الفترة من 2010 حتى 2023 تبعاً للبيانات [18]

I.2.1.7. طرق معالجة مياه الصرف الصناعي:

يتم معالجة مياه الصرف الصناعي والتخلص من الملوثات بطرق وأليات مختلفة ومتعددة إذا اقتضت الضرورة لذلك، تنقسم طرق وأساليب المعالجة إلى طرق معالجة فيزيائية، وكيميائية، وبيولوجية منفردة أو متجمعة. **[1]**

❖ **طرق المعالجة الفيزيائية أو الميكانيكية :**

هي طرق المعالجة التي تعتمد على القوى الطبيعية والفيزيائية ، وكانت هذه الطرق هي أول الطرق المستخدمة في معالجة مياه الصرف ومازالت ، وتشمل العديد من العمليات ، و أهمها عمليات الفصل والتصفية ، والترسيب ، والفلترة "الترشيح " ،والترويب ، والتعويم أو الطفو وعمليات فصل الزيوت،والترويق، والتهوية الازمة للمعالجة البيولوجية **[1]**

❖ **طرق المعالجة الكيميائية :**

تشمل طرق المعالجة الكيميائية لمياه الصرف الصناعي على إضافة كيماويات ، وتعتمد على حدوث تفاعلات كيميائية من أجل التخلص من أو تحويل الملوثات إلى مواد يسهل فصلها ومن أكثر الطرق الكيميائية شيوعا وفي هذا المجال ، الترسيب والامتزاز.تتم المعالجة بالترسيب الكيميائي من خلال تكوين راسب كيميائي ، وفي معظم الأحيان يحتوي هذا الراسب على المكونات التي تفاعلت مع المواد الكيماوية المضافة إلى جانب المكونات الاخرى التي قد تفصل أثناء الترسيب . أما الامتزاز فيعتمد على قوة الجذب بين الأجسام للتخلص من مركبات معينة من خلال التصاقها بسط المواد الصلبة ، كما تهدف العمليات الكيميائية إلى ضبط قيمة الأس الهيدروجيني ، و إضافة مواد مانعة لتكون القشور، والترسبات ،

والأكسدة ، بالإضافة إلى طرق معالجة أخرى لإزالة المعادن الثقيلة ، وإزالة المواد السامة ، وغيرها , يصحب المعالجة الكيميائية طرق معالجة فيزيائية ، وقد تتطلب أيضا استخدام بعض طرق المعالجة البيولوجية **[1]**

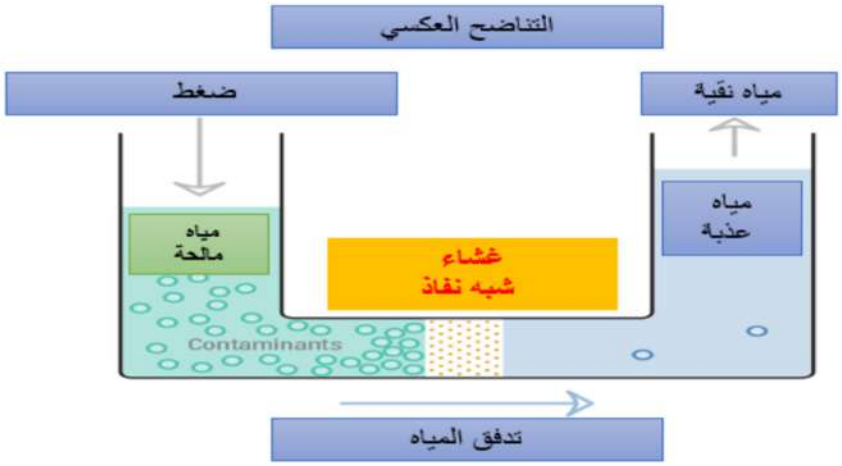
❖ **طرق المعالجة البيولوجية :**

تعتمد طرق المعالجة البيولوجية على النشاط البيولوجي في التخلص من الملوثات من المواد العضوية (الرغوية أو الذائبة) القابلة للتحلل بيولوجيا . تتم هذه العملية من خلال تحويل (الحمأة) التي يمكن التخلص منها عن طريق الترسيب، وللتخلص أيضا من المغذيات النيتروجين، الفسفور. تعاد الحمأة المترسبة في أحواض الترسيب النهائي إلى أحواض التهوية مرة أخرى لتكون الوسط الذي يتم بواسطة عملية الأكسدة العضوية، ويراعى التقليب المستمر لمنع حدوث أي ترسيب داخل الحوض خوفا من تراكم الرواسب مما يقلل من كفاءة عملية الأكسدة وتنشيط البكتريا اللاهوائية في منطقة الترسيب، ويلي وحدات المعالجة البيولوجية أحواض ترسيب نهائية لإزالة المواد العالقة المؤكسدة، وتكون المياه الخارجة الناتجة من هذه العمليات لا تحتوي إلا على كميات قليلة من المواد العالقة، وقيم منخفضة من طلب الأكسجين الحيوي. طرق المعالجة البيولوجية تكون هوائية أو لا هوائية، وتحتوي المعالجة على العديد من العمليات، ويمكن استخدم طريقة أو أكثر في محطة المعالجة. تتطلب المعالجة البيولوجية الهوائية إضافة الهواء إما بطريقة مباشرة بواسطة كباسات، وناشرات للهواء، أو بطريقة غيرمباشرة باستخدام هوايات ميكانيكية، أو بالإثنين معا ، كما تحتاج أيضا إلى ضبط قيمة الأس الهيدروجيني، ودرجة الحرارة، للحفاظ على حياة الكائنات الحية الدقيقة اللازمة لعمليات المعالجة البيولوجية، ويجب التأكد من تزويدها بموادالتغذية، والتهوية، وكميات الأكسجين المناسبة. كما يجب أن تدار محطات المعالجة البيولوجية بعناية أثناء استخدامها الكائنات الحية الدقيقة لهضم الملوثات، نظرا لاحتمالية وجود بعض المواد، او المركبات التي قد تكون سامة للبكتيريا المستخدمة في عمليات ، لذا فقد يكون من الضروري إجراء بعض طرق المعالجة الفيزيائية و/أو الكيميائية الأولية. **[1]**

2.7.2.I تقنية التناضح العكسي الارتشاح RO:

الأغشية البوليمرية ذات أهمية قصوى في تطبيقات الصناعة مثل تحلية المياه، وفصل لأملاح، والمعالجة، ويعد التناضح العكسي من أهم طرق الأغشية البوليمرية. كان أول إعلان عن استخدام خاصية التناضح العكسي هو براءة اختراع بالاسم نفسه الإزالة عسر الماء " softening" باستخدام أغشية السيانيد الحديدي على مثبتات مسامية من البورسلين، وفي عام 1952 أنتج في جامعة فلوريدا أغشية مصنعة من

" أسيتات السيليلوز" لتحلية مياه البحر بالتناضح العكسي. وفي ستينيات القرن الماضي تم إنتاج الأغشية الملفوفة "Spiral wound" وفي السبعينيات ظهرت أغشية الشعيرات الدقيقة المجوفة " hallow fine fiber " مصنعة من مادة البولي أميد. تتميز طرق التحلية بالأغشية عموما بانخفاض الطاقة المستخدمة مقارنة بطرق التحليل الحرارية. ويحدث هذا التوازن عندما يصبح فرق الضغط في حجم السائل الأكثر ملوحة مساويا للضغط الأسموزي، وهي خاصية من خواص السوائل ليس لها علاقة بالغشاء. وعند توجيه ضغط مساوي للضغط الاسموزي على سطح المحلول الملحي يتم التوصل أيضا الى حالة التوازن الكيميائي للسائل سيرتفع ويسبب تدفقا عكسيا للماء من المحلول الملحي باتجاه المحلول الأقل ملوحة وهو ما يعرف بالتناصح العكسي. تصل كفاءة طريقة التناضح العكسي في التخلص من الأملاح إلى أكثر من 99 %، وكذلك فإن أغشية التناضح العكسي لها قدرة على التخلص من البكتيريا، والجراثيم، والعناصر الضارة الموجودة في المياه. **[1]**



الشكل رقم I. 4 تقنية التناضح العكسي **[1]**

I.3.7.2. تقنية الترشيح الدقيقة Microfiltration:

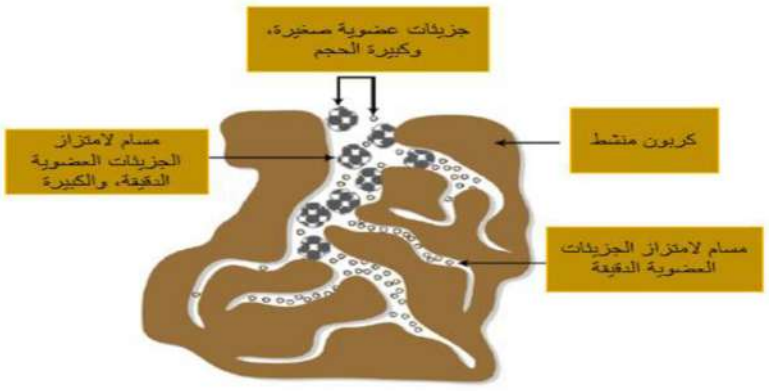
تتكون وحدة الفلاتر من 6 خطوط، كل خط به 80 وعاء " مرشح "، كما يبين الالشكل رقم رقم ، كما تحتوي على خزان تعادل لتجميع المياه به، وعدد ثلاث مضخات رأسية تقوم بتدفيع المياه إلى وحدة الفلاتر. تعمل هذه الوحدة على إزالة العوائق الموجودة بالمياه، والعكارة عن طريق إمرارها خلال وسط يسمح بمرور المياه، فقط، ولا يسمح بمرور العوائق. **[1]**

الشكل رقم I. 5: وحدة الفلاتر الترشيح الدقيقة "Microfiltration"[1]

I.4.7.2. تقنية الامتزاز بالكربون المنشّط:

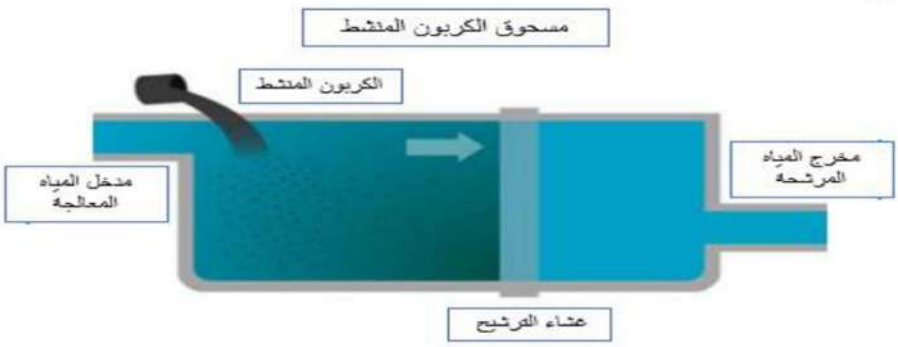
سبق التعريف بأن الامتزاز هو عملية تجميع المواد الذائبة في محلول على سطح مناسب. تعالج المياه العادمة عادة بالكربون المنشّط بعد المعالجة البيولوجية العادية بهدف إزالة المادة العضوية الذائبة المتبقّية أوالجسيمات ، والمسببة تغيرات في اللون، والطعم، والرائحة للمياه.

الكربون المنشط من المواد ذات القدرة العالية على الامتزاز، والمساحة السطحية للكربون المنشط التجاري المستعمل على نطاق واسع تتراوح بين 600 – 1200 م 2/جم، ويمكن تعريفه على أنه ماده مسامية نتجت عن خلل في التركيب البلوري أثناء التحضير أدى إلى ظهور مسامات يكون لها القدرة على عملية الامتزاز يبين الشكل رقم 6 عملية الامتزاز على الكربون المنشط . **[1]**



الشكل رقم I. 6: عملية الامتزاز على الكربون المنشط [1]

تتم معالجة المياه العادمة بإستخدام الكربون المنشط، بإ ضافة مسحوق الكربون مباشرة إلى المياه في خزان التلامس لبعض الوقت، الذي يتراوح ما بين 5- 20 دقيقة، حيث يترسب المسحوق في القاع ويتم إزالته، كما يبين الالشكل رقم رقم . يمكن إزالة المعادن الثقيلة الناتجة عن بعض العمليات الصناعية وتشمل كل من الزنك، والنيكل، والحديد، والنحاس ، والرصاص، والكادميوم، والمنجنيز، بالإضافة إلى المواد العضوية المتطايرة **[1]**



الشكل رقم I. 7: معالجة المياه العادمة بإستخدام الكربون المنشط [1]

I.8.2. الأصباغ:

ظهرت الأصباغ قبل أكثر من 4000 عام لصبغ القطع الفنية المصنوعة في ذلك الوقت. حتى عام 1850، تم الحصول على الأصباغ من العناصر الطبيعية مثل مستخلصات النباتات، من الفواكه، من الزهور، من الجذور أو من الحيوانات.19

تستخدم الأصباغ على نطاق واسع في العديد من المجالات الصناعية مثل صناعة البلاستيك، المنسوجات، اورق، الجلود، الدباغة، مستحضرات التجميل، الأدوية ...إلخ. تستخدم أيضًا في صناعة المواد الغذائية (21-20). بالإضافة إلى ذلك، يمكن إستخدامها في مجال البحث، من أجل الكشف عن البنى الشفافة الدقيقة عن طريق الفحص المجهري. **[19]**

I.1.8.2. تعريف الأصباغ:

الأصباغ هي مركبات كيميائية عضوية ذات بنية معقدة ، تملك القدرة على امتصاص وعكس الضوء بأطوال موجة ضمن ضمن المجال المرئي للطيف الكهرومغناطيسي، كما تعرف بأنها عبارة عن مادة ملونة، طبيعية أو صناعية **22-23-24-25** قادرة على الارتباط بطريقة ما مع الألياف المراد صباغتها مانحة لها اللون. الأصباغ لديها اثنين من الخصائص المحددة اللون والقدرة على أن تكون ثابتة على دعامات صلبة مثل المنسوجات، عن طريق الصباغة أو تقنيات الطباعة **[19]**

❖ **I.2.8.2. أنواع الأصباغ**

❖ **الأصباغ الطبيعية :**

من 1500 قبل الميلاد، أدرك المصريون صبغات مع الزعفران لأصفر، الوسمة الأزرق، الفوة الأحمر، النيلة والأرجوان. منذ ذلك الحين، أغلبية الأصباغ المستخدمة هي من أصل نباتي، المستخرجة من النباتات والأشجار أو الأزهار، أو من أصل حيواني، مستخلص من الحشرات مثل القرمزي أو الرخويات مثل الأرجواني، أو حتى في الكائنات الحية الدقيقة. **[19]**

❖ **الأصباغ الصناعية :**

ظهرت صناعة الأصباغ الاصطناعية في عام 1856 م من قبل الكيميائي الإنجليزي "وليام هنري بيركين " William Perkin " عندما كان يحاول إنتاج دواء الكينين لعلاج الملاريا ، حصل بدل من ذلك على مادة مزرقة بخصائص صبغ ممتازة أصبحت تعرف فيما بعد بإسم البنفسجي أو الأنيلين الجديدة ظهور في السوق.ونتيجة لذلك، في بداية القرن العشرين حلت الصبغات الصناعية، محل الصبغات الطبيعية بالشكل رقم كامل ، محل الصبغات الطبيعية بالشكل رقم كامل **[26-27]**

I.3.8.2. خصائص الأصباغ:

قام أوتوويت (otto witt) في عام 1876 بصياغة نظريته لأول مرة والتي أرست العلاقة بين اللون وبنية جزيء الصبغة وإقترح أن كروموجين الصبغة يتألف من Chromophores و auxochrome **[22]**

❖ **مجموعة الكروموفور chromophore :**

تشير إلى تجميع الذارت داخل الجزيء المسؤول : على قدرتها على الإمتصاص في الأشعة فوق البنفسجية أو المرئية. هي مجموعة تحمل اللون تحتوي على نظام مترافق غير مشبع، يعطي وجوده اللون للجزيء **[28-29]**

❖ **مجموعة الأوكسوكروم auxochrome :**

هو الجزء الذي لديه القدرة على إثراء أو إستنفاذ (إستنزاف) الكروموفور في الإلكترونات. ونتيجة لذلك، يمكنه تعديل الطول الموجي (وبالتالي اللون) للإشعاع الذي تمتصه مجموعة الكروموفور أو تعديل شدة الإمتصاص. بالإضافة إلى ذلك، الأوكسوكروم هو المسؤول على تعزيز، تعميق وتكثيف اللون . **[24-29]**

I.4.8.2. سمية الأصباغ:

الأصباغ هي مركبات يصعب تحللها بواسطة الكائنات الحية الدقيقة، فهي سامة وضارة وتسبب تلوثًا بيئيًا كبير وتمثل عامل خطر خطيرا للغاية على الصحة العامة.

❖ **سمية لصحة الإنسان :**

- الأصباغ الأمينية تسبب في تهيج الجلد والتهابه.
- تصنيع الأصباغ من سلسلة ثلاثي فينيل ميثان تؤذي لإنتاج الأكزيما والتقرح.
- تالشكل رقم الأصباغ الاصطناعية القائمة على الأمينات مخاطر المواد المسرطنة وأورام المسالك البولية وخاصة الأورام الحميدة والخبيثة في المثانة.
- قد ذكرت البحوث الأخرى أن الترتازين تطور عددًا من ردود الفعل السلبية مثل الحكة، الربو وإلتهاب الأنف...إلخ.
- أصباغ آزو هي أيضا المسؤولة عن ظهور الأورام في البشر
- إستخدام الأصباغ القائمة على الزرنيخ مثل (الزرنيخ النحاسي) يسبب مشاكل في الجهاز الهضمي :

الغثيان والإسهال ويمكن أن يكون سبب تهيج الجلد والأغشية المخاطية العين والسرطان الرئوي وخاصة السرطان الورم الحبيبي الرئوي. **[30]**

❖ **السمية على البيئة المائية :**

تمثل العديد من الصبغات طابعا ساما على البيئة المائية مما تسبب في التدمير المباشر للتجمعات المائية.حيث تعتبر تصريف النفايات السائلة من مصانع الصباغة والنسيج، المحملة للأصباغ في الأنهار مصداريضر بالشكل رقم كبير بالأنواع الحيوانية والنباتية التي تعيش في هذه المياه. يمكن أن ترتبط هذه السمية بإرتفاع أوإنخفاض DBO_5 و DOC والحد من قدرة إعادة التهوية للمجاري المائية وتأخير نشاط التمثيل الضوئي. كذلك لها تأثير بطيء على النشاط الحيوي للطحالب عند الحد الأدنى من التركيز 1mg/L . **[30]**

مراجع الفصل الأول

مراجع باللغة العربية

[1] منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) ، تقنيات معالجة مياه الصرف الصناعي المشروعات البتروكيمياويات دولة الكويت 2019 74-76

[2] أحمد السروى ،معالجة مياه الصرف الصناعي ،دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، 2010

[3] إميلي جرينفيلد،مصادر مياه الصرف الصحي ، إدارة المياه العادمة ، 2022 .

[4] الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي الموارد البشرية – الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي ، البرنامج التدريبي كيميائي مياه الصرف الصحي – الدرجة الثالثة الصرف الصناعي خصائص المياه وتقنيات المعالجة 72015-1 V1 من 4 -11

[5] عبد الله الصغير ، معالجة مياه الصرف الصناعي في الوطن الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي – قطاع تنمية العربي،الطبعة الاولى، الدار العربية للعلوم ناشرون، 2017

[6] ناصر الحايك، مدخل الى كيمياء الماء " تلوث – معالجة – تحليل"، منشور المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجية، 430 ،109 ،407 ،106 ،103 ، الجمهورية العربية السورية، 2017 ص، 10

[7] العابد إبراهيم، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، مذكرة دكتوا ره علوم، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، ص، 12 13,

[8] قمر محمد قمر، دراسة بعض الأيونات الذائبة والمعادن الثقيلة لمياه الشرب بالدائرة الثانية لمدينة انجمينا، تشاد، المجلد الخمسون، العدد التاسع، الجزء الرابع، سبتمبر 2021 ،ص 380.

[16] الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية العدد 41 المؤرخ في 25 شعبان 1433 الموافق ل 15 جويلية 2012

[18] عبد الجواد محمد علي ، المواد النانومترية المتقدمة لمعالجة المياه ابعاد بيئية المجلة العربية للبحث العلمي ، 2023 13 (2)3 من 7

[24] بلال عبد الوهاب رفاعي، كيمياء وتقنيات الصباغة والطباعة النسيجية، الجزء الأول، جامعة دمشق، كيمياء العربي للنشر، دمشق، 1 جوان 2016 ، ص 82

مراجع باللغة الأجنبية

[9] S. Eturki et al;Treatment of rural wastewater by infiltration percolation using sand-clay fortified By pebbles Desalination and Water Treatment, pp 49, 65–73, (2012)

[10] E. Levlin Conductivity measurements for controlling municipal wastewater treatment Polish-Swedish-Ukrainian Seminar, Utron, pp 51-62, (2007).

[11] DOUINAT Oukacha, Application du Modèle de Complexation de Surface pour l'élimination de polluants, Thèse Doctorat en Sciences, Université Abdel Hamid Ibn Badis – Mostaganem, p12, 2021.

[12] Metahri Mohammed Said, élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes cas de la step est de la ville de Tizi-Ouzou, Thèse de doctorat 2012.

[13] Chem Ready, (n.d.), The vital stages of industrial wastewater treatment Retrievd ,25/03/2025, (17:00), from: https://www.getchemready.com/water-facts/the-vital 14 Rodier J., (2009). Analyse des eaux : l'eau naturelle, l'eau résiduaire, l'eau de mer.9 éme Edition Dunod, Paris, p 1526.

[14] BENDIDA Ali, Assainissement, Polycopié Pédagogique, Faculté de Technologie, Université TAHRI Mohamed, Béchar, p5, 2020.

[17] Chem Ready, (n.d.), The vital stages of industrial wastewater treatment Retrieved ,25/03/2025, (17:00), from: https://www.getchemready.com/water-facts/the-vital

[19] Mme BENAISSA A, Etude de la dégradation photocatalytique d'un coloran synthétique et d'un tensioactif, thése Doctorat en Sciences En Génie des procédés, Université Mentouri Constantine, 2010/2011,p1010

[20] A, et al. Élimination du colorant basique «Bleu de Méthylène» en solution aqueuse par l'argile de Safi. Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science, vol. 23, no 4, 2010, p. 375-38

[21] Rashmi S, Sanjay K.S , Advances in Water Treatment and Pollution Prevrntion, Springer Science & Business Media, 2012, p460 Enenebeaku. K, et al, Adsorptive

[22] Mr ABBAS M, VALORISATION DU NOYAU D'ABRICOT DANS LA 16 DEPOLLUTION DES EAUX, Thèse de Doctorat, Université M'Hamed Bouguerra BOUMERDES, 2015

[23] Enenebeaku. K, et al, Adsorptive Removal of Methylene Blue from Aqueous Solution Using Agricultural Waste: Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic Studies, Federal University of Technology, Owerri Imo State, Nigeria, Open Science, ajcms 2(3), 2015, p 14-25.

[25] Arthur. D Broadbent, Basic Principles of Textile Coloration, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Canada, Society of Dyers and Colourists, 2001, p 13 18

[26] Hammami.S, Étude de dégradation des colorants de textile par les procédés d'oxydation avancée. Application à la dépollution des rejets industriels, thèse de Docteur, l'Université Paris-Est Institut Francilien des Sciences Appliquées et Tunis El Manar, le 12 Décembre 2008

[27] P. van der Zee, Anaerobic azo dye reduction, van Wageningen Universiteit 2012

[28] Abbas Uddin M, Investigation of Alternative Colouration Processing Medium for Textiles and Novel Filtration Media for Recycling of Textile Effluent, the degree of Doctor of Philosophy, University of Manchester, 2014, p 55

[29] Reguardati S et William B, Les colorants organiques utilisés en teinturerie aspect physico-chimiques, MUSEUM NATIONAL D'HISTORIRE NATURELLE, 2012

[30] Mlle BENAISSA A, Etude de la faisabilité d'élimination de certains colorants textiles par certains matériaux déchets d'origine naturelle, Master en Chimie, Université Abou Bakr Balkaid , Tlemcen2012

الفصل الثاني

عموميات حول الكربون النشط وظاهرة الإمتزاز

II.تمهيد:

رجع تاريخ الكربون النشط إلى قدماء المصريين منذ عام 1550 ق. م. فقد استخدموه في تطهير الماء أثناء إجراء العمليات الجراحية، ثم أستخدم كبديل عن الفحم الحيواني في عمليات تكرير السكر في عام 1100م، ثم استخدم أثناء الحرب العالمية الأولى في الأقنعة الواقية للحماية من الغازات السامة، وتزايدت وتوالت استخدامات الكربون النشط إلى يومنا هذا. **[1]**

II.1. المواد الأولية في صناعة الكربون النشط:

المواد التي تحوي مركبات بها نسبة عالية من الكربون ومحتوى المركبات غير العضوية بها قيل يمكن ان تستعمل كمادة أولية في صناعة الكربون النشط.

الاعتبارات الهامة عند اختيار الكربون النشط الصناعي تستوجب ضمان التكلفة، الجودة، قابلية الاستعمال، لا سيما في حالة الفحم الليجينت انسجة الخث النباتية المواد المعدني والمركبات الكبريتية.

عدد كبير من الكربونات النشطة يتم تحضيره من مواد أولية مختلفة مثل قشور جوز الهند، قشور الأرز، وقذائف الجوز، الطحالب وحبة البسلة ولكل منها تطبيقاته وقيوده.

الكربونات النشطة متاحة تجاريا غالية الثمن واختيارها يعتمد أساسا على معايير مثل انخفاض المواد غير العضوية، سهلة التنشيط، متوفرة منخفضة التكلفة مع انحلاله المنخفض مع التخزين. **[2]**

الجدول رقم II. 4 : يبين مميزات بعض المواد الأولية المستعملة في تحضير الكربونات النشطة وخصائص الكربونات النشطة المحضرة منها. [3]

المادة الأولية	نسبة الكربون (الكتلة %)	المواد الطيارة (الكتلة %)	الكثافة كغ/ م^3	الرماد (الكتلة %)	نسيج الكربون
الخشب اللين	45-40	60-55	500-400	1.1-0.3	لين حجم المسام واسع
الخشب الصلب	42-40	60-55	800-550	1.2-0.3	صلب حجم المسام واسع
اللجنين	40-35	60-58	400-300	-	صلب حجم المسام واسع
القشور	45-40	60-55	1400	-	قاسي حجم الميكرو مسام واسع
اللغنيث	70-55	40-25	1350-1000	6-5	قاسي حجم المسام واسع
الفحم اللين	80-65	30-20	1500-1250	12-2	حجم المسام متوسط
لفحم الصلب	95-85	15-5	1800-1500	15-2	قاسي حجم المسام واسع

II.2. الكربون النشط:

II.2.1. تعريف الكربون النشط :

يعرف المجلس الأوروبي لاتحاديات الصناعة الكيميائية(C.E.F.I.C (الكربون النشط بأنه مواد كربونية ذات بنية مسامية تعطي مساحة احتكاك داخلية كبيرة، هذه المواد قادرة على امتزاز مركبات عديدة على سطحها الداخلي. **[4]**

المسامية

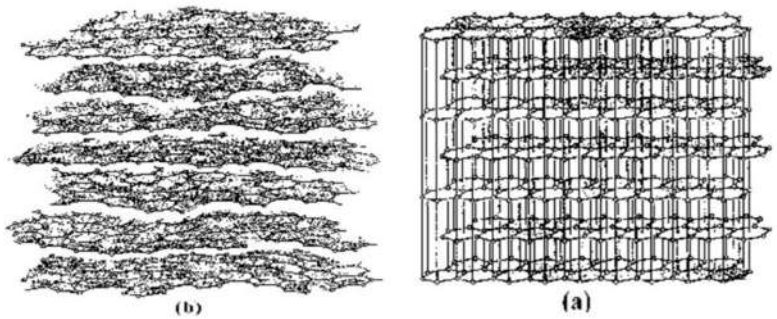
- تمثل جزء الفراغ الموجود في الكربون النشط والذي يمكن أن يصل إلى 80%، وتعتمد على أبعاد المسامات وتوزعها.
- المسامات الدقيقة: عموماً تمثل 90-95% من السطح النوعي الكلي، وهي التي تمتص نسباً كبيرة من الجزيئات صغيرة الوزن الجزيئي.
- المسامات المتوسطة (المسامات الانتقالية): تمثل 5% من الفراغ الكلي للكربون، وهي حيز كل ظواهر التكثيف الشعري.
- المسامات الكبيرة: تلعب دور ممر العبور إلى المسامات المتوسطة، ضعف هواءها الكتلي يبين أن القدرة الامتصاصية لها محدودة.(5) Kamouche abbas

2.2.II. بنية الكربون النشط :

إن تركيبة الكربون النشط تتمثل في وجود مجموعات وظيفية هي الموقع النشط الذي هو سبب ظاهرة الامتزاز، من بين هذه المجموعات نذكر المجموعات الكربوكسيلية، إنهدريد كربوكسيليك، فينوليك، كربونيل ولاكتون.

يتكون الكربون النشط من تركيب منظم من بلورات دقيقة متغيرة الحجم 5 إلى 150 أنغستروم، كل بلورة تتكون من طبقات غير منتظمة بعدها عن بعضها 3.6 أنغستروم.

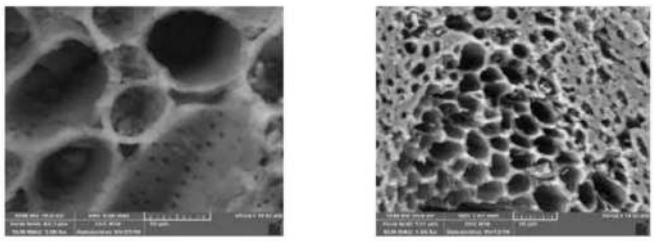
تواجد الذرات غير المتجانسة تقود إلى كربون فعال يحوي مجموعات وظيفية على حواف البلورات الدقيقة. **[6]**



الشكل رقم II. 8: البنية البلورية (a) الجرافيت (b) الكربون النشط [7]

II.3.2. نسيج الكربون النشط :

النسيج البلوري النشط يعرف بانه الاشكل رقم رقم الهندسي الذي يتكون من ترتيب الدقائق المجهرية والمسامات في حبة الكربون النشط ويعتمد هذا الأخير على نوعية المادة التي يحضر منها الكربون النشط وتقنية التحضير ويميز أساسا بالسطح النوعي والمسامية. **[8-9]**



الشكل رقم II. 9: البنية المجهرية للكربون النشط [10]

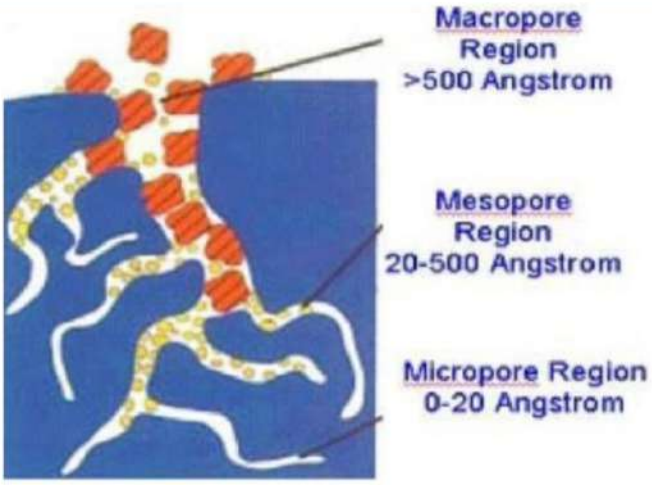
- السطح النوعي :

هو المساحة المتطورة من طرف الكربون النشط والتي تأخذ بعين الاعتبار كل التجاوزات الموجودة في المحور الجزيئي، والتي تسند الى وحدة كتلة الكربون النشط والتي يمكن ان تصل الى 3000م^2/غ.

- المسامية :

تمثل جزء الفراغ الموجود في الكربون النشط والذي يمكن ان يصل الى 80 %، وتعتمد على ابعاد المسامات وتوزعها.

- المسامات الدقيقة: عموما تمثل 90-95 % من السطح النوعي الكلي
- المسامات المتوسطة (المسامات الانتقالية): تمثل 5% من الفراغ الكلي للكربون، وهي حيز ظواهر كل التكثيف الشعري
- المسامات الكبيرة: تلعب دور ممر العبور الى المسامات المتوسطة ضعف هوائها الكتلي يبين ان القدرة الامتصاصية لها محدودة



الشكل رقم II. 10: البنية المسامية للكربون النشط

II.3. خصائص الكربون النشط :

تعتمد كفاءة الامتزاز على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للكربون النشط وطبيعة وتركيز المادة الملوثة المراد إزالتها ودرجة الحموضة ووقت التماس بين الكربون النشط والمادة الملوثة، حيث يتميز الكربون النشط بخواص فيزيائية وكيميائية وهي كما يلي:

II.3.1. الخصائص الفيزيائية :

قياس أبعاد الحبيبات : بمعنى قياس أبعاد حبيبات الكربون، حيث أنها تحوي عينة واحدة من الكربون النشط على حبيبات مختلفة الأبعاد، لأن هذه والحبيبات هي الغربلة، طريقة الموصلات، الطريقة الميكروسكوبية التفتت (Friability) نقول عن الكربون النشط أنه يملك خاصية التفتيت إذا ترك أثار على الأصابع

تعطى بالعلاقة التالية $\text{Friability} = 10/9\ (X-10)$

X نسبة من كتلة المادة، وتبين المادة المفقودة بعد الطحن، تحدد من البيان (Granulometry) قبل وبعد الطحن.

حجم الجسيمات: تحد من سرعة الامتزاز حيث كلما كانت الحبوب أصغر، كلما كان انتشارها إلى

صلابة المادة: تعبر عن مقاومة الكربون النشط للتآكل والضغط والاستنزاف والاهتزازات، ويعد هذا عاملا مهما في تصميم نظام المعالجة و يتيح تقييم تكوين الغبار الضار بتشغيل التركيبات، انسداد السرير، الترسيب في الصمامات والأنابيب، وما إلى ذلك. (يعتمد ذلك على المواد الخام ومستوى التنشيط **[11]**

معدل الرماد: هو الجزء غير العضوي الخامل، غير المتبلور وغير قابل لاستخدام الموجود في الكربون النشط، غالبا ما يتكون الرماد من أملا ح الكالسيوم وأكاسيد المعادن، بحيث كلما انخفض معدل الرماد كان الكربون النشط أفضل. **[11]**

II.3.2. الخصائص الكيميائية :

تعتمد أساسا على قدرة الامتزاز للكربون النشط والمادة المميزة، في بعض الدول الأوربية وخاصة فرنسا تستعمل الدلالة 'FINAD'للتعبير عن خمسة مواد ملوثة هي: الفينولF،اليود I، الفينازون A،المنظفات D، إندول*N وتحدد غالبا بالدلالة.FND

*دلالة الفينول(: index phénol (ويستعمل لتقدير فعالية الكربون النشط في معالجة ملوثات الذوق والروائح **[12]**

*دلالة اليود(: Iodine (ويستعمل لتحديد فعالية الكربون النشط في تنقية مركبات ذات الكتلة الجزيئية **[13]**

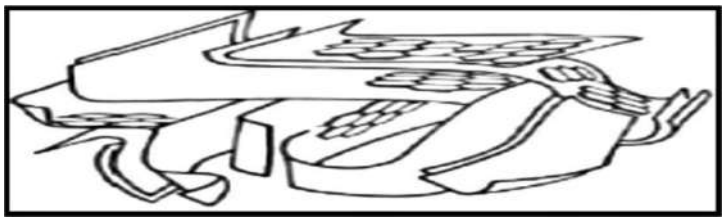
II.4. تحضير الكربون النشط :

حضر الكربون النشط انطلاقا من عدد كبير من المواد النباتية أو الحيوانية أو المعدنية، والتي تكون غنية بمادة الكربون مثل: الخشب، قشور جوز الهند، معادن الكربون وغيرها7،

تحضير الكربون النشط يكون بمرحلتين: **[14]**

II.4.1. الكربنة :

نطوي هذه الخطوة على الانحلال الحراري للمواد الأولية غير المميعة في وسط قليل التأكسد في درجة حرارة بين °C211 و611 C°، عندما تكون الذ ارت غير المتجانسة منزوعة تكون المادة غنية بذ ارت الكربون والتي تكون على الشكل رقم طبقات عطرية تنظم بالشكل رقم غير معتدل مبعثر تاركة بينها فراغات، هذه الفراغات تؤكد وجود المسامية الأولية الناتج الكربوني بسطح النوعي يقدر [mg1057] . **[15]**



الشكل رقم II. 12 : رسم تخطيطي يوضح البنية التحتية للكربون النشط [16]

II.2.4. التنشيط :

الهدف من هذه المرحلة هو زيادة حجم المسامات وتوسيعها، كما أن طبيعة المادة الأولية المستخدمة أثناء التفحيم تؤثر على بنية واسعة المسامات، التنشيط يزيل البنية الكربونية المنظمة على الشكل رقم أوراق عطرية، وهناك طريقتان للتنشيط **[15]**

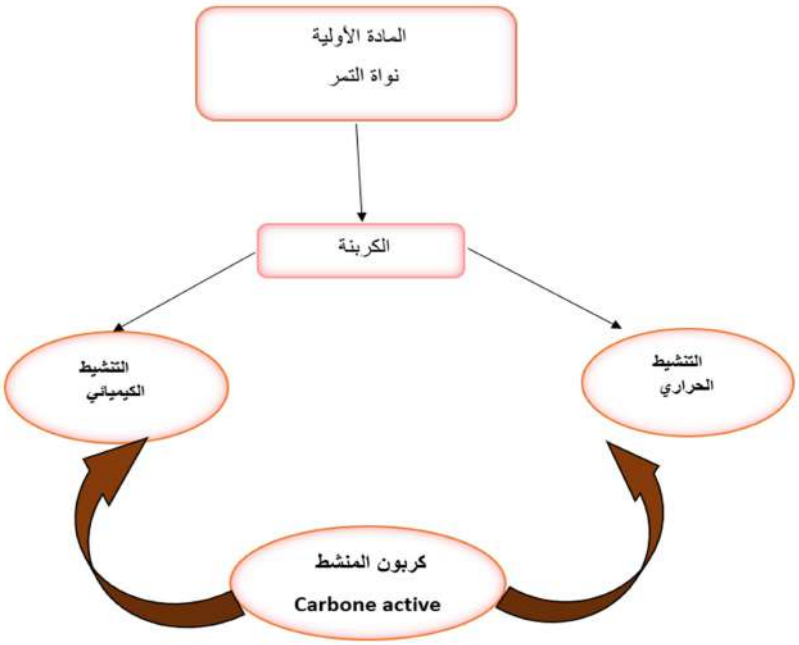
II.5. انواع التنشيط:

II.5.1. التنشيط الفيزيائي:

التنشيط الفيزيائي يرتكز على الأكسدة في درجات حرارة مرتفعة (1000°) 750C°_Cبوجود أكاسيد غازية والغاز المستعمل في هذه المرحلة " الهواء، بخار الماء وثاني أكسيد الكربون " على الشكل رقم خليط، مستوى درجة الحرارة يلعب دورا كبيرا في عملية التنشيط وتجانس وتوسيع المسامات **[15]**

II.5.2. التنشيط الكيميائي:

يتم بغسل المادة المفحمة، وهي المرحلة التي تعتبر شرطا إتمام الأكسدة باستعمال حمض الفسفوريك PO3H 4، (أو كلور الزنك) ZNCL2، (أو هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH، (أو حمض الكبريتيك SO2H، ونعرض المادة الدرجة حرارة منخفضة مقارنة بالتنشيط الفيزيائي من أجل إعادة تنظيم بنية المادة الكربونية النشطة، وبعد التفاعلات تغسل المادة الكربونية المنشطة بالماء المقطر جيدا لإزالة كل أثر للمواد الكيميائية المتبقية. المعالجة الكربونية في هذه الشروط تحسن من زيادة البنية المسامية. **[15]**



الشكل رقم II. 13: المخطط العام لتحضير الكربون النشط

II.6. إستخدامات الكربون النشط:

- يساعد على التحكم في انبعاث بخار البنزين والروائح الأخرى.
- يتم استخدامه كفلتر لتنقية الهواء .
- يعمل على امتصاص المكونات الضارة للتبغ ويعمل كمرشحات للسجائر .
- يستخدم كمحفز أو داعم للمحفز
- استخدم في إزالة الزئبق والكادنيوم وأيونات الرصاص من المحلول المائي.
- يستعمل في محلول مائي إل إزالة المعادن الثقيلة السامة والايون **[17]**

II.7. تعريف التمر:

هو ثمار النخيل من الفصيلة النخلية من النباتات ذات الفلقة الواحدة، يرجع تاريخ التمر إلى أكثر من 7000 سنة إذ إنه من أقدم الثمار التي عر فها الإنسان **[18]** يحظى التمر بشعبية واسعة بين سكان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا يعد غذاء أساسيا لماليين الأشخاص في المناطق القاحلة وشبه القاحلة هناك أكثر من ألفي صنف من التمور المختلفة في الحجم والالشكل رقم رقم حول العالم، وتجدر الإشارة إلى أن والوزن **[19–20]** في الحين يوجد في الجزائر أكثر من 940 من أصناف التمور من بينها : الدقلة نور، الغرس، دقلة بيضاء، التنيسين، الطنبوشت...إلخ.

يعد إنتاج التمور، الهدف الأولى من زراعة النخيل، حيث تحمل تلك الثمار الطيبة قيمة غذائية عالية ومهمة لجسم الإنسان، إلا أن نسبة لا بأس بها من الثمار تقدر بحوالي 20 % من مجمل الإنتاج، غير صالحة للاستهلاك البشري، كذلك فإن نوى التمر، يعد من أحد أهم المخلفات الناجمة عن التمور، والذي يمثل قيمة اقتصادية مهمة وفي نفس الوقت قد يمثل معضلة بيئية في حال تراكمه بكميات كبيرة في الطبيعة. **[20]**

II.7.1. نواة التمر:

تعرف بأنها الجسم الصلب الذي يحتل وسط الثمرة، لنواة التمر العديد من المسميات تختلف من منطقة إلى أخر ى، منها: العجمة، الفصمة، النواية، العلف خصائصة، العظم، والشرى. وتجدر الإشارة إلى أن نوى التمر تختلف اختالفاً كبيرا فيما بينها؛ اعتماداً على النوع والظروف البيئية، الا انها تتميز بالشكل رقمها الكبير، مدب الد المستطيل، ولونها البني وهي تمثل 10–20 %من وزن الثمرة الكاملة، يتراوح وزنها ما بين 5.0–4غ، طولها ما بين 12–20مم وعرضها بين 6–15مم. **[19]**

II.7.2. أجزاء نواة التمر:

تتكون نواة التمر من جانبين ظهري وبطني، ويكون الجانب الظهري محدب الالشكل رقم رقم، ويحتوي على نقرة صغيرة مستديرة الالشكل رقم رقم تسمى النقير، وقد ذكرت في القران الكريم بهذا الاسم أيضا، حيث قال الله تعالى ﴿وَمَن يَعْمَلْ مِنَ الصَّالِحَاتِ مِن ذَكَرٍ أَوْ أُنثَىٰ وَهُوَ مُؤْمِنٌ فَأُولَٰئِكَ يَدْخُلُونَ الْجَنَّةَ وَلَا يُظْلَمُونَ نَقِيرًا﴾ ويوجد اسفل ذلك النقير جسم صغير ابيض رقيق، مستطيل الالشكل رقم رقم يسمى الجنين تحيطه السويداء التي تمثل الجزء الأكبر من النواة، مكونة من مادة صلبة نصف شفافة هيميسليلوزية تعد الغذاء المخزون للجنين، فإذا توفرت الظروف من رطوبة و حرارة يتحول الهيميسليلوز إلى دكستروز، وهو الغذاء الذي يستمد منه الجنين، بادئ نموه ويظهر من النقير.

اما الجانب البطني فيحتوي على شق او اخدود يمتد على طول النواة الشق البطني قد يكون واسعا او ضيقا او قد ينفرج عند احدى النهايتين ويضيق في الوسط او يكون غائرا. غالباً ما يحتل الأخدود نسيجاً لحمياً أبيض وقد ذكر في القرآن باسم الفتيل، في قوله تعالى: ﴿قلْ مَتَاعُ الدُّنْيَا قَلِيلٌ وَالآخرةُ خَيرٌ لِمَنِ اتَّقَى وَلا تُظْلَمُونَ فَتِيلاً﴾ وقوله أيضاً: ﴿ يَوْمَ نَدْعُو كُلَّ أُنَاسٍ بِإِمَامِهِمْ ۖ فَمَنْ أُوتِيَ كِتَابَهُ بِيَمِينِهِ فأولئك يَقْرَءُونَ كِتَابَهُمْ وَلَا يُظْلَمُونَ فَتِيلًا ﴾

كما يوجد غشاء رقيق جداً يغلف نواة التمر ذكر في القران مرة واحدة باسم القطمير حيث قال الله تعالى: ﴿يُولِجُ اللَّيْلَ فِي النَّهَارِ وَيُولِجُ النَّهَارَ فِي اللَّيْلِ وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ يَجْرِي لِأَجَلٍ مُّسَمًّى ۚ ذلكم اللَّهُ رَبُّكُمْ لَهُ الْمُلْكُ ۚ وَالَّذِينَ تَدْعُونَ مِن دُونِهِ مَا يَمْلِكُونَ مِن قِطْمِيرٍ﴾. **[19-20]**

II.7.3. التركيب الكيميائي لنواة التمر:

نظرا أهمية نوى التمر باختلاف أنواعه، أشارت العديد من الدراسات إلى احتوائه لبعض المكونات المهمة كالكربوهيدرات الدهون البروتينات والالياف إضافة الى ذلك العناصر المعدنية **[22]**

والجدول يبين المعدل العام للعناصر الغذائية الموجودة في 100غ من نوى التمر **[19]**

الجدول رقم II. 5: العناصر الغذائية الموجودة في 100غ من نوى التمر [19]

العنصر الغذائي	الكمية
الماء	% 3.1-10.3
البروتين	% 2.3-6.4
الدهون	% 5.0-13.2
الالياف	64.5-80.15
البوتاسيوم	459.8-542.2 ملغ

الصوديوم	21.7-26.1 ملغ
الكالسيوم	6.5-11.3 ملغ
المغنيزيوم	61.3-69.5 ملغ
الحديد	2.8-6 ملغ
المنغنيز	1.3-1.7 ملغ
الزنك	1.0-1.4 ملغ
النحاس	0.4-0.6 ملغ

II.7.4. فوائد نواة التمر.Erreur ! Signet non défini

يملك نوى التمر فوائد جمة، حيث تعددت مجالات استخدامه منذ القدم ويمكن تقسيمها إلى: **[21-22]**

II.8. مجالات الاستعمال:.Erreur ! Signet non défini

II.8.1. المجال الطبي:

- تقلل خطر الإصابة بالعديد من الأمراض، كما تمتلك آثارا مضادة للالتهابات، والميكروبات. تستخدم أيضا لعالج آلام المفاصل والروماتيزم، تساعد على تحسين مستوى الأداء الوظيفي وسالمة الجهاز المناعي للجسم.
- تستخدم لعالج السكر وتفتيت الحصى، كما يمكن أن تقي من ارتفاع ضغط الدم
- تساعد في تسكين الام الاسنان كما يعتبر نواة التمر مطهر ملين كما انها قابضة لأوعية الرحم بعد الولادة ومليئة للأغشية المخاطية.

II.8.2. الصناعات الغذائية:

- يستخدم كبديل للبن لاستخدامه كقهوة بدون كافيين، ويمكن الاستفادة من نوى التمر في إنتاج ما يعرف ببديل الكاكاو.
- تساعد إضافة نواة التمر الى علائف الحيوانات على زيادة وزنها وتحسين كفاءة تغذيتها وبهذا يمكن استخدام نواة التمر بدلا من بعض أنواع البروتينات النباتية باهظة الثمن المستخدمة في اعلاف الماشية والدواجن.

II.8.3. الصناعات الأخرى:

يستخدم كبديل عن كحل العينين التقليدي، ويمكن استعماله في صناعة مستحضرات ال عناية الشخصية بالبشرة، كما أجريت عليه تجارب الاستخراج بعض المركبات الصيدلانية؛ وذلك بسبب احتوائها على نسبة عالية من مضادات الاكسدة التي تحمي الخلايا من الضرر الناتج من الاشعة الفوق بنفسجية.

نظرا لاحتواء النوى على مواد دهنية فقد وجد أنه يمكن استخدامها في العديد من الصناعات ومنها صناعة الصابون. يستعمل أيضا كوقود في الأفران، ولإنتاج الكربون النشط والذي يمتلك كفاءة عالية على امتزاز المواد السامة والمعادن الثقيلة والملوثات العضوية الموجودة في الماء (كالأصباغ ...).

تطبيقات واستخدامات الكربون النشط:

- جاء في تقرير وكالة حماية البيئة الامريكية (US-EPA) في عام 1991 وعام 1995 ان الامتزاز على سطح الكربون المنشط يعد أفضل تكنولوجيا متاحة لمعالجة كل من المياه الجوفية والمياه السطحية من المذيبات العضوية والهيدروكاربونات عديدة الحلقات) المسببة للسرطان) وكلوريدات الفينولات والمواد الملوثة الذائبة والمعادن الثقيلة **[23]**
- يستعمل الكربون المنشط في معالجة مياه الصرف الصناعي، تصفية الهواء في الصناعات الغذائية والصناعات الكيمياوية في تنقية العديد من المنتجات الكيمياوية والدوائية، في التنفس عندما يكون العمل في بيئة معدية، في العديد من التطبيقات المتنوعة في الطور الغازي.
- يستخدم الكربون المنشط في التشريح وتنقية محلول السكر وذلك لقدرته في إزالة مجموعة كبيرة ومتنوعة من المواد من المياه الملوثة **[24]**
- تمت دراسة دراسة امتزاز المركبات العضوية المكلورة على الكربون النشط في الماء، حقق جدوى اقتصادية في استعمال الكربون النشط الحبيبي في نزع سبع مركبات عضوية مكلورة أساسية 25
- واستخدم في مجالات طبية لمقاومة بعض أنواع البكتيريا، وإزالة ايونات (Mg PbF Ca) واستخدم لتنقية الكحول ويعتمد ذلك على حجم جزيئات الشوائب وكثافة ودرجة الغليان هذه الشوائب الموجودة في الكحول. **[26]**

أجريت تجربة على إزالة الكروم باستخدام الكربون النشط، حيث وجد ان كمية الامتزاز تزداد بزيادة ال pH والتركيز الابتدائي للكروم. **[27]**

- واستخدم الكربون المنشط الحبيبي كمرشحات في تطبيقات تخفيض الانبعاثات النووية من النشاط الاشعاعي والمتبقية في المياه السكنية مثل الراديوم واليورانيوم. **[28]**
- تم استعمال الكربون المنشط محضر من بقايا البلقان لإزالة النحاس من المحاليل المائية، حيث وجد ان قدرة الامتزاز بالكربون المحضر اعلى من قدرة الامتزاز للكربون النشط الاصطناعي.

- فضلا عن ذلك استخدم الكربون المنشط كمرشح للهواء والماء وإزالة الملوثات الذائبة زيت الوقود والمذيبات وامتصاص المواد الخطرة مثل المركبات العضوية المحتوية على البنزين، والهيدروكربونات البترولية المستحلبة، وزيت الديزل. **[29]**

II.9. تعرف الامتزاز (Adsorption):

الامتزاز هو ظاهرة فيزيوكيميائية تتمثل في تجمع مادة غازية أو سائلة أو مواد صلبة ذائبة بالشكل رقم جزيئات أو ذرات او ايونات على سطح صلب مسامي **[30-31]** حيث تتكون طبقة جزيئية واحدة على السطح الماز، وتسمى الظاهرة في هذه الحالة بامتزاز آحادي الجزيئة. ويشتمل الامتزاز أحيانا على تكوين طبقة بسمك عدة جزيئات، وتسمى العملية عندئذ بالامتزاز متعدد الجزيئات .وفي ضوء تعريف عملية الامتزاز، فإن المادة التي يحدث لها امتزاز تسمى بالممتزة adsorbate بينما يسمى السطح الذي يتم عليه الامتزاز بالماز adsorbent **[32]**

II.9.1. تاريخ الامتزاز:

يعتبر الامتزاز جزءا لا يتجزأ من مجموعة واسعة من العمليات الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية وقد لعبت هذه العملية دورا رئيسيا في التحكم بتلوث الهواء كما أدت دورا كبيرا في تنقية المياه من الشوائب المنحلة.

اكتشفت ظاهرة الامتزاز في النصف الثاني من القرن الثمن عشر عندما لاحظ العالم السويدي شيلي في عام 1773 والعالم الفرنسي فونتانا fontanaعام 1777 امتزاز الفحم للغازات كما قام العالم الروسي فوتيس fotis في عام 1875 بملاحظة امتزاز الفحم للمواد العضوية في المحاليل المائية.

درس العالم زيلينسي zellnesaامتزاز الغازات على الفحم المنشط لصنع القناع الواقي من الغازات السامة حيث جرى امتزاز ابخرة المواد السامة من الهواء على طبقة من الفحم المنشط موضوعة ضمن فلتر القناع.

وبعدها دخل تطبيق هذه التكنولوجيا في مجالات واسعة من الصناعة والتحليل الكهربائي وأول من استخدم الامتزاز في تحليل مزيج من المواد هو العالم الروسي تسفيت tesfat في عام 1903 حيث استعمل مواد مازة لفصل مركبات ملونة فعالة حيوية.

كما عرف مصطلح sorption في عام 1909 من قبل العالم J.W. McBain وذلك لوصف الانتقال الانتقائي لسطح صلب و/او الى داخل هذا السطح. كما يعبر عن امتزاز الغازات عبر السوائل و/او امتزاز السوائل عبر اغشية غير مسامية Gregory Vovk 1997

وحاليا يجري التركيز على عملية الامتزاز لفاعليتها واقتصاديتها في معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي وتحسين نوعية المياه الطبيعية

II.2.9. أنواع الامتزاز:

الامتزاز نوعين حسب نوع القوى التي تربط المادة الممتزة مع السطح الصلب وهما:

❖ **الامتزاز الفيزيائي (physic sorption) :**

يدعى الامتزاز الفيزيائي عندما تكون قوى التجاذب بين جزيئات الغاز أو السائل (الجزيئات الممتزة) وجزيئات الجسم الصلب من نوع فاندروالس وهي عبارة عن قوى الكتروستاتيكية ضعيفة حيث تكوف قوى الترابط بين المادة الممتزة والجسم الماز أكبر من قوى الترابط بين الجزيئات الممتزة نفسها **[32]**

❖ **الامتزاز الكيميائي (chimi sorption) :**

يالشكل رقم هذا النوع من الامتزاز مركب كيميائي على سطح الصلب "مركب السطح" ويشمل على تبادل أو مشاركة إلكترونية بين سطح الماز والجزيء أو الذرة الممتزة ففي بعض الأحيان يحدث انتقال كامل للإلكترونات (تفقد الذرة إلكتروناتها إلى السطح لماز، تتحول إلى أيون موجب ممتز على سطح الصلب **[32]**

II.3.9. العوامل المؤثرة في ظاهرة الامتزاز:

ظاهرة الامتزاز تتأثر بالعوامل التالية:

❖ **عوامل خاصة بالماز:**

قدرة الامتزاز تكون في علاقة طردية مع السطح النوعي للمادة المازة، حركية التفاعل تتأثر بحجم المسامات الشكل رقمها وتوزعها **[33]**

❖ **عوامل خاصة بالممتز:**

تأثير طبيعة المادة على ظاهرة الامتزاز تكتب وفقاً لقاعدة لين دليوس. "أدنى ما ينحل من المادة، أقصى ما يمتز" **[34]**

- المادة الممتزة القطبية سوف تكون أكثر ألفة بالنسبة للمذيب أو للمادة المازة بحسب قوة قطبيته **[35]**
- بوجهة عامة المادة الغير منحلة أو المعتدلة تكون أحسن امتزازا من المادة المتأينة **[36]**

❖ **عوامل مرتبطة بالفيز وكيميائية للمحلول:**

ظاهرة الامتزاز تتأثر بالعوامل الفيز وكيميائية المذكورة في الأسفل

- **درجة الحرارة:**

الامتزاز الفيز وكيميائي ناشر للحرارة، هذا يجعل نسبة الامتزاز تكون جيدة عند درجة الحرارة المنخفضة. عندما يكون الامتزاز الكيميائي ماص للحرارة، درجة الحرارة المرتفعة تكون مفضلة في العملية **[36]**

- **الـpH :**

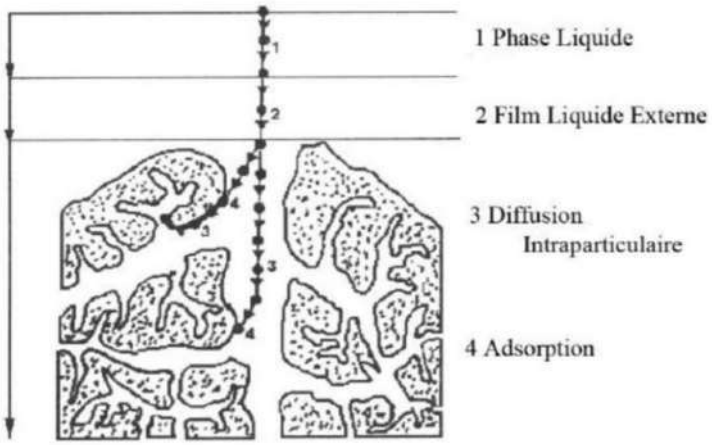
كل تغيرات الـ pH تفضل نقصان الذوبانية للمادة الممتزة في محلول معين، ينتج عنه زيادة في الامتزاز **[36]**

II.4.9. آلية الامتزاز :

الامتزاز هو ظاهرة سطحية ناتجة عن تكثف جزيئات أو أيونات على سطح مادة مازة صلبة سببها قوى الكتروستاتيكية، فمن المسلم به ان التفاعلات بين العناصر أو الجزيئات لا تتم في كل الاتجاهات حيث نجد قوى مطبقة متجهة إلى الخارج، يتم تحديد هذه القوى عندما نثبت جزيئات المادة المتحركة على سطح المادة المازة، نقول إنها امتزت. **[37-38]**

تبقى هذه الظاهرة مستمرة حتى يحدث اتزان بين الطورين، نسمي تركيز المادة الممتزة بتركيز التوازن، والزمن اللازم لهذه العملية يسمى بزمن التلامس الذي يعطي فكرة على نوع الامتزاز وحراكيته، من الناحية الطاقوية هذه الطريقة يمكن أن تكون ماصة للحرارة أو ناشرة للحرارة **[39-40]**

إن سعة الإمتزاز للمادة المازة مرتبطة بخصائصها التكوينية والهيكلية كما أن طبيعة الاتصال ماز-ممتز مرتبطة بوضع وظروف الاتصال **[41-42]**



الشكل رقم II. 14: يمثل تواجد مناطق المذاب عند امتزازه على السطح الصلب [36]

II.5.9. نمذجة معادلات الإمتزاز:

❖ **إيزوتار. إمتزاز لانجمير (LANGMUR) : [39-40-41]**

أقترح نموذج لانجمير سنة 1918 سمي (إيزوتار. لانجمير)، وتعتمد نظريته على الافتراضات الآتية :

1- تشكيل طبقة وحيدة الجزيئة على سطح الصلب.

2- يحدث الإمتزاز على مراكز فعالة متوزعة بالشكل رقم متجانس على السطح ويتلقى كل مركز فعال جزئ واحد من الغاز .

3- تتمتع كافة المراكز الفعالة بخواص ثرموديناميكية متطابقة .

4- التوازن إمتزاز–تحرر مشابه لحالة التوازن بين السائل وبخاره وهذا ما يمثل الحالة الفيزيائية للامتزاز.

$$\theta = KL.\ Ce/1+ (KL.Ce) \ldots\ldots [1]$$

❖ **إيزوتار إمتزاز فراندليش (FREUNDLICH) : [39-40]**

أقترح إيزوتار. الإمتزاز لفراندليش سنة 1962، بناءا على الافتراضات التالية:

1- المواقع النشطة لها مستويات طاقة مختلفة.

2- كل موقع نشط يثبت عدة جزيئات .

3- عدد المواقع الفعالة غير محدود.

تطبق معادلة فراندليش عند الضغوط المنخفضة، ولكن عند الضغوط المرتفعة يحدث حيود، تكوف معادلة لانجمير أكثر ملائمة في هذه الحالة. **[40]**

يعتمد على المعادلة التجريبية التالية:

$$X/m=kcn \ldots\ldots [2]$$

بينما تكوف معادلة فرافدليش أكثر فائدة بالاشكل رقم رقم اللوغاريتمي :

$$Log\ X/m = log\ K+ n\ log\ C \ldots\ldots [3]\ [44]$$

❖ **إيزوتار إمتزاز بروناور، ايميت، تيللر (B.E.T): [39-40]**

كل أنواع إيزوتار. الإمتزاز الأخرى تمثل إمتزاز وحيد الطبقات الجزيئية، ولذلك تصبح العلاقات السابقة غير كافية لدراسة كافة أنواع الإمتزاز، وإن كانت صالحة دوما لدراسة مرحلة من مراحل الإمتزاز،

وإستنادا إلى ذلك فإن مجموعة من الباحثين (برونر، ايميت، تيللر) قاموا بتطوير علاقة "لانجمير" لكي تصبح صالحة للتطبيق في حالة الإمتزاز متعدد الطبقات الجزيئية، وعرفت باسم طريقة (B.E.T)

معادلة إيزوتار BET تكتب من الاشكل رقم رقم التالي

$$X_m = A\ C\ X0((CS-C)\ [1-(A-1)\ CCs]) \quad \ldots\ldots\ [4]$$

يمكن إعادة كتابة المعادلة (4) بالطريقة التالية:

$$C\ (CS-C)\ X_m = (1A\ X0)\ ((A-1)\ A\ X0)\ (CCS) \quad \ldots\ldots\ [5]$$

❖ **نظرية BET (BET equation) : [43]**

أدت دراسات BET الى صياغة نظرية لقياس كمية المادة الممتزة على طبقة أحادية على سطح المادة المازة. تجربة امتزاز النيتروجين تعبر عن القياس الحجمي بافتراض ان سلوك الغاز مثالي ان نظرية تحليل بيانات الامتزاز تطبق عندما تكون درجة الضغط $0.05\rho\ /\rho\ 0.35$

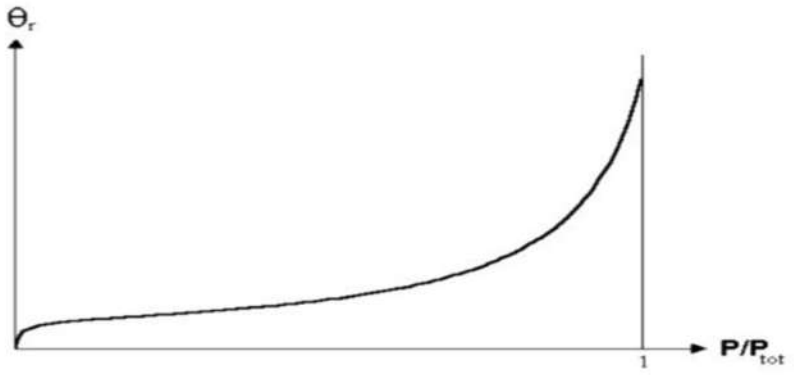
الافتراضات الأساسية التي تعتمد عليها هذه النظرية:

1- سلوك الغاز المثالي.

2- الجزيئات الممتزة تتفاعل مع السطح الصلب فقط أي لا توجد تفاعلات ما بين الجزيئات الممتزة.

3- المحتوى الحراري للطبقة الأحادية للامتزاز يعادل حرارة الامتزاز.

4- الطبقة الثانية واللاحقة من الامتزاز تتالشكل رقم عند تسييل الطبقة الممتزة والمحتوى الحراري يعادل الحرارة الكامنة للامتزاز.



الشكل رقم II. 15 : نموذج لايزثيوم نظرية BET

(Adsorption Processes Kristian Keiding og Torben Snabe)

والجدير بالذكر ان المنحنى (BET) غالبا ما يستخدم لدراسة خواص الرطوبة (hygroscopic) للمواد أي دراسة امتزاز الماء وبالتالي اختبار امتزاز الماء للمواد المستخدمة في البناء.

مراجع الفصل الثاني

مراجع باللغة العربية :

[1] د. نصر الحايك مدخل إلى كيمياء السطوح، دار البعث، قسنطينة الجزائر ,1990 (ص)45-65.

[14] كمرشو عباس، استعمال كربون نشط محضر من مشتقات نخيل التمر (نواة تمر الدقلة) في معالجة المياه المستعملة الحضرية دراسة مقارنة، أطروحة دكتوراه، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2017ص 1-27.

[15] قاسمي صابرين و جبور رابح , تحضير الكربون النشط من بذور الصنوبر، أطروحة مذكرة، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2023 ص 87.

[17] تمر، موسوعة العلوم العربية تاريخ النشر: 12ديسمبر 2012 ، http://new.arabsciencepedia. تاريخ الاطلاع 6 أغسطس 2020 على 45: 19 .

[18] أ.د. عبد الباسط عودة إبراهيم، نوى التمر تركيبها واستخدامها، الشبكة العراقية لنخلة التمر، مقال على الموقع: المرجع الإلكتروني للمعلوماتية (15 /2016/1 ،)تاريخ الطالع: 20 مارس 2020.

[20] نهيان مبارك نهيان، مجلة الشجرة المباركة، المجلد الأولى، العدد الثالث، سبتمبر 2009

[21] أ. سعود بن عبد الكريم الفّدا، أ.د. رمزي عبد الرحيم أبو عيانة، المنتجات الثانوية للنخيل .. أنواعها وأهميتها الاقتصادية، الطبعة الثانية، 2016 _1437 ،

[24] د.مروان بن أحمد الفهاد وآخرون، الأساسيات في الفيزياء الحيوية والطبية، العبيكان للنشر، 2005 ، ص 59 .

[25] د. حسن أحمد شحاتة، كيمياء السطوح والحفز، الطبعة الأولى، دار ا لفجر للنشر والتوزيع، القاهرة، .51ص، 2004

[26] د. حسن أحمد شحاتة": كيمياء السطوح والحفز"، دار الفجر الطبعة الأولى، القاهرة، (2004)، ص 45 - 55.

[40] . نصر الحايك مدخل الى كيمياء السطوح. "دار البعث. قسنطينة (1989). ص،96،92،90

[42] د .حسن أحمد شحاتة": كيمياء السطوح والحفز"، دار الفجر الطبعة الأولى ،القاهرة ، (2004) ،ص 45 - 55 .

مراجع باللغة الإنجليزية:

[2] Rodriguez-Reinoso, (1997), Activated carbon: structure, characterization and applications. Chapter 2, Publicaciones de l'Universidad de Alicante, Apartado 99, 03080 Alicante, Spain .p. 35

[3] Streat, M., Patrick, J. W., and Camporro Perez, M. J., (1995), Sorption of phenol and parachlorophenol from water using conventional and novel activated carbons, Water Research, 29, pp. 467-472

[4] Le conseil européen des fédérations de l'industrie chimique. (1997). " Test method for Activated Carbon "

[5] kamouche abbas

[6] Puziy, A. M., et al., (2002) , Synthetic carbons activated with phosphoric acid: I. Surface chemistry and ion binding properties. Carbon, 40(9), 1493-1505.

[7] TRAITEMENT DE POTABILISATION DES EAUX DE SURFACE

ADSORPTION SUR CHARBON ACTIF, Société Anonyme de Gestion des Eaux de Paris, conf 62 , 2006

[8] Gua, J., Lua, C., (2000), Preparation of activated carbons from oil palm stone chars by microwave induced carbon dioxide activation, Carbon, 38, pp. 1985–1993.

[9] Spains, N., " Etude comparative de l'activation chimique d'un composé ligno cellulosique local (noyaux d'olives) par le chlorure de zinc et l'hydroxyde de potassium". These Mag , U.S.T.H.B.Alger

[10] Iaquaniello, G., Mazet, M., Casteignau, G., & Couillault, P. (1985). L'influence de la granulométrie des boues résiduaires urbaines sur leur déshydratation. Environmental Technology, 6(1–11), 289–296

[11] Pradhan S.,"Production and characterization of Activated carbon produced from asuitable Industrial Sludge", Che.Eng.National Institute of Technology Rourkela, pp.9-16 (2011).

[12] Shahbeig H.,Bagheri N.,Ghorbanian S.A.,Hallajisani A.,and Poorkarimi S." Anew adsorption isotherm model of aqueous solutions on granular activated carbon", World Journal of Modelling and Simulation,Vol.9,No.4,pp.243-254, (2013).

[13] Gottipati R."Preparation and Characterization of Microporous Activated Carbon from Biomass and its Application in the Removal of Chromium (VI) from Aqueous Phase", Ph.D Thesis, Dept. Che. Eng.

[16] Gicquel , L,. et al.(1997) Adsorption of atrazine by powdered activated carbon: influence of dissolved organic and mineral matter of natural waters. Eenvironmental Technology, Taylor Francis.

[19] MEROUFEL.B, Adsorption des pollutants Organiques et inorganiques sur des substances Naturelles: Kaolin, raciness de Calotropis procera et Noyaux de dates, thése doctorat, Université de Lorraine École Doctorale RP2E, LERMAB, 2015.

[22] Aladham R.A.F, Removal of Polyphenols from Olive Mill Wastewater using Activated Olive Stones, Thése Master , An-Najah National University, 2012.

[23]: Dawis, M. C. K. (1973). J. Chem. Soc. Faraday Trans., 1, 69, 1117.

[24] Orhan, T., Charg, J. G., & David, J. (1989). Journal of Physical Chemistry, .7294 ,93

[25] Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). Date production in Algeria. FAO Statistics Database. Retrieved May 22, 2025, from **https://www.fao.org** Bouchelta, C., Medjram, M. S., Bertrand, O., & Bellat, J. P. (2008).

[26] Barry, D., & Cook, M. (1975). Journal of Physical Chemistry, 79, 2555. 2732 [Preparation and characterization of activated carbon from date stones by physical activation with steam. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 82(1), 70–77. **https://doi.org/10.1016/j.jaap.2007.12.009**

[28] Mar, K. K., Karnawati, D., Putra, D. P. E., Igarashi, T., & Tabelin, C. B. (2013). Comparison of arsenic adsorption on lignite, bentonite, shale, and iron sand from Indonesia. Procedia Earth and Planetary Science, 6, 242–250.

[27]: Spains, N, " Etude comparative de l'activation chimique d'un composé ligno cellulosique local (noyaux d'olives) par le chlorure de zinc et l'hydroxyde de potassium". These Mag , U.S.T.H.B.Alger

[28]: Krishnan, K.A., et al, (2008), Kinetic and equilibrium modelling of cobalt (II) adsorption onto bagasse pith based sulphurised activated carbon" Chemical Engineering Journal 137 257 - 264.

[29] Ghalousse, N., & Messaoudi, S. (2009). Défluoration par charbon actif préparé à partir des noyaux de dattes de la variété Ghars de la région d'Ouargla (Mémoire d'ingénieur, Génie Chimique, Université Kasdi Merbah Ouargla).

[30]: Gicquel, L., et al, (2008), Adsorption of Atrazine by Powdered Activated Carbon: Influence of Dissolved Organic and Mineral Matter of Natural Waters Adsorption de L'atrazine Par Charbon Actif en Poudre: Influence des Matieres Organiques et Minerales Dissoutes des Eaux Naturelles" Environmental Technology , 1997 - Taylor & Francis.

[31]: Bamba, D., et al., (2009) ،Etudes comparées des méthodes de préparation du charbon actif, suivies d'un test de dépollution d'une eau contaminée au diuron ،J, Soc. Ouest-Afr. Chim 028 , 41 -52

[32] Cases,J.M.,Villiéras,F.,Michot,L., Adsorption, exchange and retention phenomena at the solide-aqueous solution interface .Influence of structural ,textural and superficial properties of solides,J,comptesrendus de l'Académie des sciences – series IIA- earth and planetary science p763-773 (2000).

[33] F.eedeline :"l'épuration physico_chimique des eaux théorie et technologie",1éme édition CEBEDOC sprl,li ege p251-271 (1998).

[34] Sun, L.M., meunier, F., Adsorption.Theoreticalaspect, journal techniques de l'ingénieur, génie des procédés, ISSN-1762-8725 (2008)

[35] Chemseddine chitour :"pysico_chimie des surfaces",2éme édition ,tom 2,office publication universitaires,Alger, p 461 (2004).

[36] Tanaka, H ., et al ., Competitive adsorption of cationic polyacrylamides with different charge densities onto polystyrene latex, cellulose beads and cellulose fibres, Journal of pulp and paper science, No 8, pp. 283-288, (1999).

[37] Eedeline, F. " L'épuration physico-chimique des eaux : théorie et technologie "4 éme édition, Edition CEBEDOC sprl , Liége (1998).

[38] HAMOUCHE A, Etude cinetique et thermodynamique de l'adsorption des métaux lourds par l'utilisation des adsorbants naturels.2013

[39] CHENINE Mouad, Préparation et caractérisation d'un charbon actif issu d'un déchet de café par voie chimique (effet de taux d'adjuvant) , mémoire master, université KasdiMerbah Ouargla. Page 10_12.(2012).

[41] MESSROUK HOURIA, Etude de l'effet du taux d'adjuvant sur la capacité d'adsorption d'un charbon actif préparé à partir de noyaux de dattes locales (GHARS),.Page 12_14(2020).

[43] Gregg, S. J. and Sing, K.S.W., Adsorption, Surface and Porosity, New York Academic Press. (1967

الفصل الثالث

الجـــــزء التطبيقـــــي

III.تمهيد :

الهدف من هذا العمل هو تحضير الكربون النشط انطلاقا من نوى التمر واستغلاله في معالجة المياه الصناعية، وذلك لما يتميز به هذا الأخير من خصائص امتزاز عالية ناتجة عن بنيته المسامية ومساحته السطحية الكبيرة. تعد نوى التمر مادة اوليه متوفرة ومنخفضة التكلفة، مما يجعلها خيارا مناسبا لإنتاج كربون نشط فعال وصديق للبيئة. يتم الحصول على الكربون النشط عبر مراحل معالجة فيزيائية وكيميائية، تشمل التجفيف، الطحن، الكربنة والتنشيط الحراري او الكيميائي، بهدف تحسين خصائصه الامتزازية. كما سيتم في هذا العمل دراسة كفاءة الكربون المحضر في إزالة الملوثات الموجودة في المياه الصناعية، مع تحديد اهم العوامل المؤثرة على عملية الامتزاز. في هذا الجزء التطبيقي، سنقوم بإجراء دراسة تجريبية لتحضير الكربون النشط من نوى التمر وتقييم أدائه في تنقية المياه الصناعية.

1.III. البروتوكول التجريبي :

في هذا الجزء، سنقوم بعرض جميع المنهجيات التحليلية مع الأجهزة والمواد الازمة لتطبيقاتها. المنهجيات تتعلق بالمادة المدروسة (نوى التمر)، والصبغة المختارة للدراسة (صبغة البنفسج البلوري CV)، وكذلك اختبارات الامتزاز لهذه الصبغة على الكربون النشط المستخلص من نوى التمر. بالنسبة للمادة، سيتم تحديد عيناتها، وكذلك اعدادها للتحاليل الفيزيائية والكيميائية بالإضافة الى منهجية تحليل الطيف المرئي. وأخيرا، يتم تفصيل البروتوكول التحليلي المتبع بهدف دراسة امتزاز صبغة CV على الكربون النشط المستخلص من نوى التمر.

2.III. الأجهزة والمواد المستعملة:

1.2.III. الأجهزة و الأدوات:

- بيشر
- ارلينة
- مخبار مدرج
- ماصة
- حوجلة
- جهاز الرج والتسخين
- مطحنة
- غربال

- فرن التجفيف والحرق
- جهاز الطرد المركزي
- ميزان الكتروني حساس
- جهاز قياس ال PH متر
- المجهر الإلكتروني الماسح
- جهاز الاشعة فوق البنفسجية والمرئية
- جهاز الأشعة تحت الحمراء

2.2.III. المواد:

- صبغة البنفسج البلوري كتلته المولية: 407.98g/ml
- صيغته الجزيئية : $C_{25}N_3H_{30}Cl$
- ماء مقطر
- نوى التمر

3.III.أخذ نوى التمر:

في هذه الدراسة أخذنا النوعية الرديئة من الغرس من حي النصر الخفجي ولاية ورقلة حيث قمنا بعملية إستخلاص الكربون النشط إنطلاقا من هذه المادة الأولية.

الشكل رقم III. 16: نوى التمر من النوعية الرديئة للغرس

4.III.إستخلاص الكربون النشط من نوى التمر:

نأخذ عينة من نوى التمر وقبل استخدامها، نغسلها جيدا بماء الحنفية ثم بالماء المقطر للتخلص من كل الشوائب، ثم تجفيفها في فرن التجفيف عند 105C° لمدة 24 ساعة.

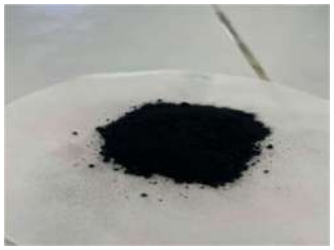
بعد ذلك نطحن العينة ونقوم بغربلتها، بعد عملية الغربلة نقوم بغسل العينة مرة ثانية جيدا بالماء المقطر لنزع الشوائب الناتجة من عملية الطحن والغربلة ثم نقوم بتجفيفها في فرن التجفيف لمدة 24 ساعة عند 105C°.

III.5. تحضير المحلول :

نأخذ العينة ونقوم بحرقها في فرن الحرق عند درجة حرارة 500C° لمدة 2 ساعة.

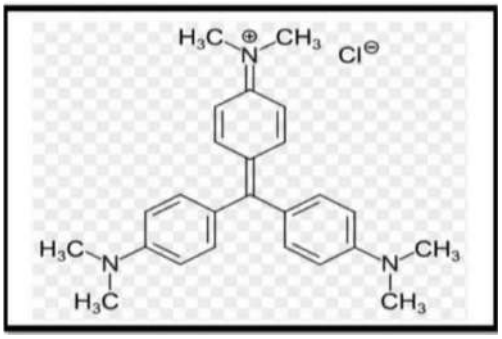
التنشيط الكيميائي تخلط مادة الخام الكربون المتحصل مع محلول NaOH.

بعدها يغسل بالماء المقطر حتى يصبح المحلول متعادل، ثم يجفف الكربون المنشط في درجة حرارة 105C°، ثم يخزن في حاويات محكمة الاغلاق لاستعماله في عملية الامتزاز.



الشكل رقم III. 17: الكربون النشط المستخلص من نوى التمر

III.5.1. تحضير صبغة البنفسج البلوري:



الشكل رقم III. 18: البنية الكيميائية لصبغة البنفسج البلوري الشكل رقمIII. 19: مسحوق صبغة البنفسج البلوري

1.5. تحضير محلول صبغة البنفسج البلوري:

في هذا العمل تم تحضير محلول الصبغة القياسي بتركيز 100 ppm وذلك بإذابة 0.1g من CV في 1L من الماء المقطر من الرج لمدة 5-100min تحت التسخين للتأكد من ذوبان الصبغة .

الشكل رقم III. 20: محلول صبغة البنفسج البلوري

2.5.III. تحديد منحنى المعايرة:

يتم قياس امتصاصية المحلول الصبغة القياسي باستعمال طيف الاشعة فوق البنفسجية والمرئية عند الطول الموجي الاعظمي λ=590nm وتغيير التركيز الابتدائي ، نقرا الامتصاصية A للحصول على منحنى لمعايرة.

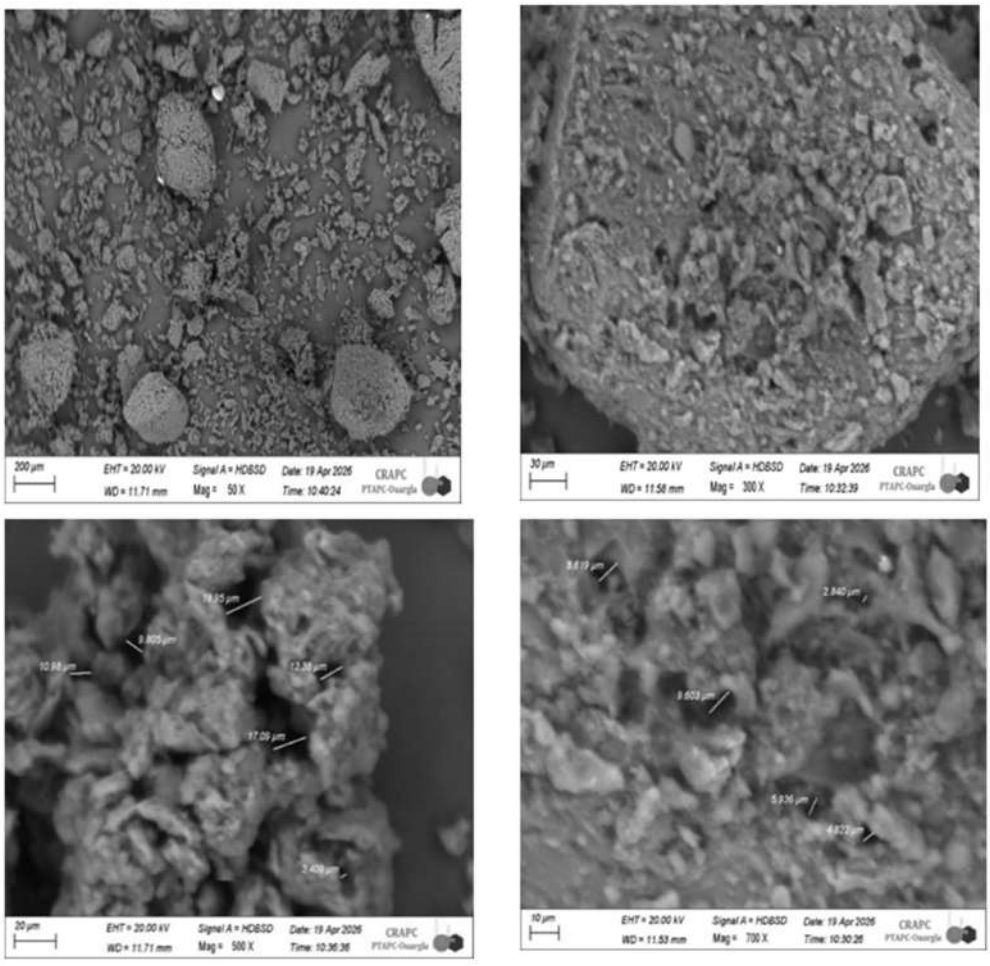
6.III. دراسة و تحديد خصائص الكربون المنشط:Erreur ! Signet non défini.

يتم تحديد خصائص الكربون المنشط بالأشعة الفوق بنفسجية UV-VIS و الأشعة تحت الحمراء FTIR والمجهر الالكتروني الماسح MEB.

1.6.III. المجهر الالكتروني الماسح MEB:Erreur ! Signet non défini.

هي تقنية تحليل يمكن استخدامها لتحديد حالة الشكل رقم وسطح المادة، حيث توفر معلومات على الشكل رقم صورة ضوئية ناتجة عن تفاعل شعاع الكتروني مع الحجم المجهري للعينة المدروسة. يكتشف سطح العينة في خطوط متتالية وينقل إشارة الكاشف الى شاشة الكاثود، حيث تتم مزامنة المسح بدقة مع الحزمة الواردة.

الشكل رقم III. 21: جهاز المجهر الالكتروني الماسح



الشكل رقم III. 22: الكربون النشط تحت المجهر الإكتروني الماسح

2.6.III. مبدأ عمل جهاز الاشعة البنفسجية–المرئية:.Erreur ! Signet non défini

هو تتبع الامتصاص وفقا لطول موجة اشعاع الضوء الذي يمر عبر العينة القابلة للذوبان، للقيام بذلك نستخدم مقياس طيفي، مبداه على النحو التالي: الضوء الأبيض هو مزيج من الاشعاعات بألوان مختلفة اطوال موجية يمكن فصلها بواسطة احادي اللون، الحجاب الحاجز يجعل من الممكن اختيار الاشعاع ويتم قياس شدة هذا الاشعاع بعد مرور عبر العينة.

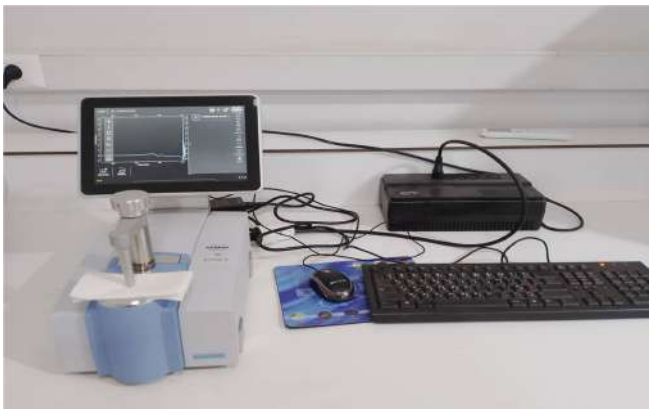
وفق للقانون بيرلامبير، فان امتصاص المحلول يتناسب مع تركيز المادة الملونة في المحلول:

$$A = (I/ l_0) = £. l. c \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

الشكل رقمIII . 23: مطيافية الاشعة فوق البنفسجية والمرئية

III.3.6. مبدأ عمل جهاز الأشعة تحت الحمراء .Erreur ! Signet non défini :

يعتمد مبدأ التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء على مقارنة شدة شعاع يمر عبر عينة بشدة شعاع ساقط. تسمح مجموعة من المرايا بمعايرة الليزر، وتحديدًا قدرتها على مسح النطاق الكامل للأطوال الموجية المطلوبة عن طريق إنشاء أنماط تداخل مختلفة تحجب بالتناوب أطوالًا موجية معينة. ينتج عن هذا المسح مجموعة من الإشارات، تُسمى مخطط التداخل، والتي تُحوّل بعد ذلك إلى بيانات قابلة للاستخدام بواسطة خوارزمية: تحويل فورييه. يُسمى الطيف الناتج طيف الأشعة تحت الحمراء؛ وهو يُعبّر عن الامتصاص (أو النفاذية) كدالة لتردد الشعاع الساقط. يعتمد هذا الطيف على الجزيئات المكونة للعينة؛ لذا، فهو بمثابة بصمة فريدة. تسمح القمم المميزة لهذا الطيف بمقارنته بقاعدة بيانات. يمكن إجراء ذلك داخليًا، ولكن توجد أيضًا قواعد بيانات عامة توفر إمكانيات تعريف متعددة. لزيادة عدد العينات القابلة للتحليل، يُستخدم مطياف الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR) مع نظام الانعكاس الكلي المخفف.(ATR) يتكون هذا الملحق من مجموعة مرايا توجه الشعاع نحو ماسة توضع عليها العينة. ثم تُكشف الأشعة المنعكسة من العينة والتي تمر عبر الماسة.وبذلك، يمكن استخدام الماسة مع العينات الصلبة والسائلة دون أي تحضير خاص، على عكس مطياف الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه البسيط، الذي يتطلب تثبيت العينة على لوحة نقل.



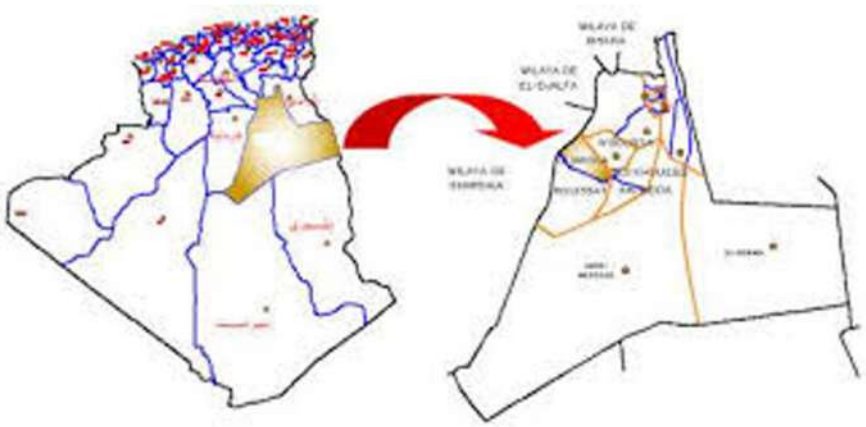
الشكل رقم III. 24: مطيافية الاشعة تحت الحمراء

III.7 تقديم منطقة الدراسة ورقلة:

في هذا الفصل سوف نتعرف على منطقة الدراسة ورقلة من حيث موقعها الفلكي والجغرافي ومؤسسة الدراسة هيدروكنال ، ثم نتطرق بعد ذلك إلى البروتوكول التجريبي المستعمل في الدراسة من أخذ العينات إلى إجراء التحاليل المخبرية مع ذكر طريقة العمل وأجهزة القياس المستعملة .

III.7.1. الموقع الجغرافي :

تقع ولاية ورقلة على خطي طول 5 °15شرقا وخطي عرض 31°58 شمالا في الجنوب الشرقي من الوطن، مساحتها 163.233km2 تعد من أكبر الجماعات الإدارية ، يحدها: من الشمال ولاية الجلفة والوادي و بسكرة ، ومن الشرق الجمهورية التونسية، ومن الغرب ولاية غرداية ، ومن الجنوب ولايتي تمنراست و إليزي.و يقع حوض ورقلة على في الجنوب الشرقي للجزائر وهو جزء من المنخفض الصحراوي الكبير يبلغ طوله 30km وعرضه يتراوح بين 12–18 km وارتفاعه بين 103 و 150 فوق مستوى سطح البحر، يمتد بين هضبتين، الأولى تحده من الغرب ارتفاعها 230 م والثانية من الشرق بإرتفاع يناهز 160 m . وهي متصلة برمال العرق الشرقي الكبير **[1]** .



الشكل رقم III. 25: خريطة توضح الموقع الجغرافي لولاية ورقلة

III.8. المؤسسة محل الدراسة :Erreur ! Signet non défini.

III.8.1. تعريف مؤسسة هيدروكنال ورقلة :

هي شركة ذات أسهم L'EPE Hydro–canal SPA تم إنشاء EPE المائي وهي شركة ذات خطوط انابيب مائية (حصة كل سهم) برأس مال قدره 400.000.000 في الأصل شركة SNMC شركة مواد البناء الوطنية مرورا بمراحل متعلقة لاعادة الهيكلة .

- المرحلة الأولى : ONAMHYD المكتب الوطني لمعدات الطاقة الكهرومائية التي انشئت في عام 1975 مع نقل الاصول في عام 1978 ALGER
- المرحلة الثانية : الشركة الوطنية لإنتاج الانابيب الخرسانية ENAMHYD التي انشئت بموجب مرسوم عام 1982 مع المقر الرئيسي في ORAN وتغير الاسم في عام 1986 بموجب مرسوم 81 و 86 أصبحت ENTUB شركة انابيب هيدروليكية HYDRO – CANAL

ثم التحول الى شركة مساهمة بموجب قانون توثيق في ماي و1991 اصبحت Hydro– SPA Canal.

الشكل رقم III. 26: صورة مؤسسة هيدروكنال ورقلة

III.2.8. معلومات حول مؤسسة هيدروكنال ورقلة :

- **اسم الشركة :** مجمع دراسات وانجازات الري وحدة ورقلة
- **العنوان :** ZI BP 40 OUARGLA RP30000
- **الهاتف :** 029.71.35.32
- **الفاكس :** 029.71.27.41

المساحة الإجمالية 200 هكتار

الموارد المادية المتاحة وسائل النقل ادوات العمل الأجهزة المتوفرة

- **النشاط الرئيسي:**
  - إنتاج وتسويق
  - أنابيب خرسانية مسلحة سابقة لإجهاد لتزويد من(AEP) (وصالات من الذكور وإناث من حشوات مانعة لتسريب لضغط من 2 إلى 20 بار)

- قنوات خرسانية مسلحة مسبقة الإجهاد مخصصة لري (نوع مكافئ وشبه دائري مع متشابكة من الذكور والإناث.)
- خزانات خرسانية مسلحة سابقة اجهاد من أجل كهربة.
- قطع وإكسسوارات خاصة مصنوعة من الخرسانة المسلحة لتوصيل والاستبدال وغيرها (دعامات ، أكواع ، مخروط ، إكسيسورات).

النشاط الثانوي:

- تقديم الخدمة: أعمال زرع الأنابيب.
- إنتاج وتسويق الركام والخرسانة الجاهزة.
- إنتاج وتسويق غرف السحب والمزاريب وملاجئ الحرف.

يتم تلخيص استخدام منتجات ومجالات التطبيق كما يلي:

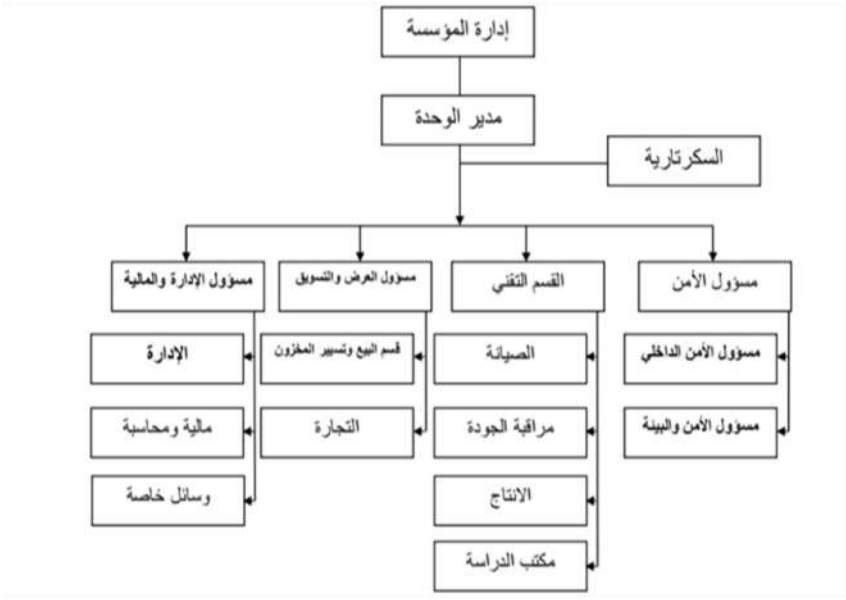
المنتجات:

- أنابيب التقريب.
- قنوات الري.
- أنابيب الصرف الصحي.

قطاعات المستخدم:

- القطاع الزراعي.
- القطاع الهيدروليكي ، والبيئة والطاقة والصناعات المختلفة.

III.3.8.الهيكل التنظيمي لمؤسسة هيدروكنال ورقلة : [2]



الشكل رقم III. 27 : الهيكل التنظيمي لمؤسسة هيدروكنال ورقلة .

4.8.III. البروتوكول التجريبي المستعمل في الدراسة :

❖ **تحضير عينات مياه مؤسسة هيدروكنال :**

يوجد في مؤسسة هيدروكنال أحواض تستخدم في المعالجة الأولية لمياه الصرف الصناعي قمنا بأخذ عينة من حوض الترسيب (بعد المعالجة) ، وعينة من حوض الغسيل (بعد المعالجة) تم وضعها في قارورات بلاستيكية و تسجيل درجة الحرارة و غلقها جيدا من أجل الحفاظ عليها من الوسط الخارجي.

الشكل رقم III. 28 : الحوض الثالث لترسيب

الشكل رقم III. 29 : الحوض الثالث للغسيل

- قمنا بنقل العينات إلى مركز البحث العلمي والتقني في التحاليل الفيزيائية والكيميائية بورقلة.
- حيث تم أخذ العينات المياه بتاريخ 2026/04/20.

- تم إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية في فترة الممتدة بين 2026/04/21 إلى 2026/04/28.

III.5.8. معالجة مياه الصرف الصناعي :

❖ **الأدوات والمواد :**

- ✓ ماء مقطر
- ✓ دورق سعة 500 ml
- ✓ جهاز تحريك مغناطيسي
- ✓ قمع الترشيح
- ✓ ورق الترشيح
- ✓ ميزان حساس
- ✓ عينة ماء صناعي
- ✓ الكربون النشط
- ✓ جهاز قياس pH

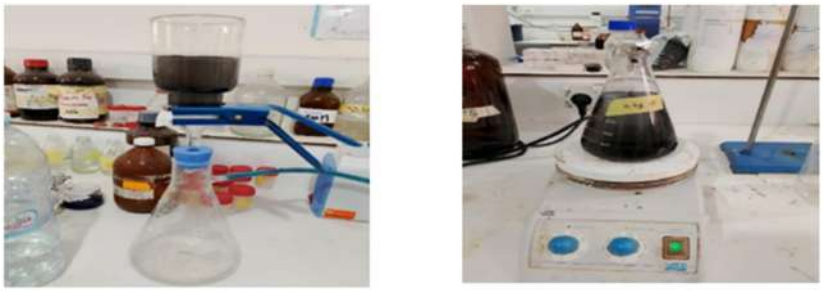
❖ **طريقة العمل**

❖ تحضير 5 كؤوس تحتوي على نفس حجم مياه الصرف الصناعي 500 ml

❖ تعديل درجة الحموضة (بإستخدام HCl أو NaOH)

❖ إضافة كميات مختلفة من الكربون النشط لكل كأس على الترتيب (0.1، 0.3، 0.5، 0.7، 1)

❖ الرج لمدة ساعة ونصف بعدها الفصل والترشيح.



الشكل رقم III. 30: معالجة مياه الصرف الصناعي بالكربون النشط

III.6.8. تقنيات التحليل لمقاسة.Erreur ! Signet non défini

قمنا بقياس العوامل الفيزيائية والكيميائية في مركز البحث العلمي لعينات المياه قبل المعالجة وبعد المعالجة قمنا بقياس الأس الهيدروجيني والناقلية الكهربائية والملوحة و المواد الصلبة الذائبة وجهد الأكسدة والإرجاع والعكارة والأكسجين المنحل والمواد العالقة والطلب الكيميائي لأكسجين والطلب البيوكيميائي للأكسجين.

III.7.8. الوسائط الفيزيائية والكيميائية المقاسة :

❖ **قياس الأس الهيدروجيني وجهد ORP :**

خطوات العمل:

1) نأخذ 100 ملل من عينة الماء ونضعها في كأس بيشر.
2) نشغل الجهاز.
3) نقوم بضبط الجهاز عند الصفر.
4) نغسل قطب الجهاز بالماء المقطر.
5) ندخل قطب الجهاز داخل كأس بيشر.
6) نقرأ مباشرة على الشاشة ونسجل القيمة.

الشكل رقم III. 31 : جهاز قياس PH

❖ **قياس الأكسجين المنحل O_{2diss} :**

خطوات العمل:

1) نفتح الجهاز ونضبطه عند الصفر.
2) نقوم بغسل قطب الجهاز بالماء المقطر.
3) نغمس قطب الجهاز داخل العينة.
4) نقرأ مباشرة القيمة على شاشة الجهاز بوحدة mg/l

الشكل رقم III. 32 : جهاز قياس الأكسجين المنحل

❖ **قياس الناقلية الكهربائية النوعية CE :**

تم قياس الناقلية الكهربائية وكمية الأملاح الذائبة

بواسطة جهاز الناقلية.

خطوات العمل:

1) نضع في كأس بيشر 100 ملل من العينة.
2) نشغل الجهاز ونضبطه عند الصفر.
3) نغسل مسبار الجهاز بالماء المقطر.
4) ندخل المسبار داخل العينة.
5) ونقرا مباشرة القيمة عند ثبوتها بوحدة **µs/cm**

الشكل رقم III. 33: جهاز قياس الناقلية

❖ **قياس المواد العالقة MES :**

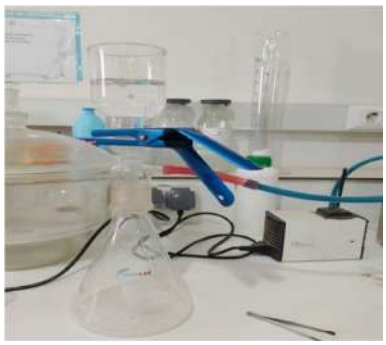
- تم قياس المواد العالقة بالطريقة التالية.
- تم أخذ 250 ملل من عينة الماء.

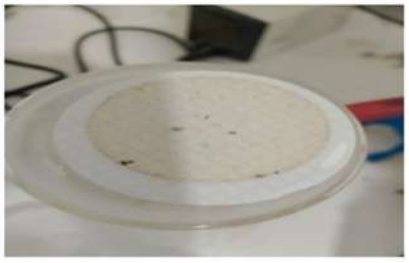
خطوات العمل:

1) نقوم بوزن ورق الترشيح ونسجل.
2) نضع ورق الترشيح داخل القمع الموصول بإرلينة.

3) نقوم بسكب العينة تدريجيا فوق ورق الترشيح إلى غاية إكمال حجم العينة كليا.
4) نقوم بإدخال ورق الترشيح في الفرن عند درجة الحرارة 105 °C
5) نقوم بوزن ورق الترشيح ونسجل
6) نحسب قيمة المواد العالقة التالية :

$$MES= (P_1 - P_0) 1000/V_1$$





الشكل رقم III. 34 : ورق الترشيح

❖ **قياس العكارة**

المبدأ النظري :

❖ **مؤشر على وجود الجزيئات العالقة :** تعبر العكارة عن مدى تشتت الضوء في السائل، وهي دليل مباشر على وجود مواد عالقة مثل الطين، الطمي، أو المواد العضوية والدقيقة.

❖ **تُقاس بتشتت الضوء :** تعتمد الفكرة على تسليط شعاع ضوئي عبر العينة؛ تقوم الجزيئات العالقة بتشتيت هذا الضوء، ويتم قياس كمية الضوء المتشتت لتحديد درجة العكارة.

❖ **الخطوات التجريبية:**

❖ أملأ الأنبوبة الزجاجية (Cuvette) بالعينة المراد فحصها.

❖ ضع الأنبوبة داخل المكان المخصص لها في الجهاز، ثم أقرأ النتيجة مباشرة من الشاشة.

❖ **وحدة القياس :** تظهر النتيجة بوحدة NTU

الشكل رقم III. 35 : مطياف ضوئي من شركة HACH

- **الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5 :**

❖ **المبدأ :**

توضع عينة الماء المُدخلة في حضانة داخل غلاف حراري [إناء معزول]. يتم قراءة كتلة الأكسجين المذاب اللازمة للكائنات الحية الدقيقة لتحلل المادة العضوية القابلة للتحلل الحيوي بوجود الهواء لمدة خمسة (5) أيام. تستهلك الكائنات الحية الدقيقة الموجودة الأكسجين المذاب، والذي يتم استبداله باستمرار بأكسجين الهواء الموجود في القارورة، مما يتسبب في انخفاض الضغط فوق العينة. سيتم تسجيل هذا الانخفاض بواسطة جهاز **OXI TOP**

❖ **الأجهزة والمعدات:**

- ثلاجة تحافظ على درجة حرارة 20°C
- محرك مغناطيسي.
- زجاجات بنية سعة 510 مل.
- OXI TOP
- أقراص هيدروكسيد الصوديوم من أجل إمتصاص الكربون CO_2 المنبعث من الكائنات الحية الدقيقة

الشكل رقم III. 36: DBO mètre

❖ **الإجراء (طريقة العمل) :**

إن تحديد الطلب الكيميائي على الأكسجين (DCO) أمر أساسي لمعرفة الأحجام المراد تحليلها لتقدير DBO5

- حجم عينة الإختبار 0.85×COD=BOD5 بالنسبة للمياه الحضرية
- أدخل كمية الماء المراد تحليلها وفقاً للجدول، بناءً على قيمة DCO

جدول رقم III. 6: حجم العينة وفقا ل DCO

La Charge	DCO	Prise d'essai	Facteur
Très faible	0-40	432	**1**
Faible	0-80	365	**2**
Moyenne	0-200	250	**5**
Plus que moyenne	0-400	164	**10**
Un peu chargée	0-800	97	**20**
Chargée	0-2000	43.5	**50**
Très Chargée	0-4000	22.7	**100**

- دخل القضيب المغناطيسي (المحرك) وقرصين من هيدروكسيد الصوديوم.
- أحكم ربط رأس القياس على الزجاجات.
- اضغط في وقت واحد على الزرين (S+M)لمدة 3 ثوانٍ حتى تظهر الرسالة (00)

- ضع الزجاجات في الثلاجة عند درجة حرارة 20°C لمدة خمسة أيام.
- بعد مرور خمسة أيام، أقرأ القيمة المعروضة وطبّق المعامل للحصول على القيمة الحقيقية.

❖ **التعبير عن النتائج :**

DBO5(ملغم/لتر) = قراءة الجهاز × المعامل.

- **الطلب الكيميائي للأكسجين DCO :**

إن قياس الطلب الكيميائي على الأكسجين يخبرنا على الأداء السليم لأحواض التهوية ويسمح لنا بتقدير حجم عينة الإختبارل DCO

❖ **مبدأ :**

تعتمد الطريقة على الأكسدة الكيميائية للمواد المختزلة الموجودة في الماء بواسطة فائض من ثنائي كرومات البوتاسيوم (K2Cr2O7) في وسط حمضي مع حمض الكبريتيك H2SO2 في وجود كبريتات الفضة Ag2SO4 وكبريتات الزئبق HgSO4

❖ **الأجهزة والمعدات :**

جهاز الطيف الضوئي.(DR\ 2800)

- ماصة عيارية سعة 2 مل.
- مفاعل DCO عند درجة حرارة 150°C ماركةHACH\ LANGE

الشكل رقم III. 37: جهاز قياس الطيف الضوئي

❖ **الكواشف :**

- كواشف DCOنطاق (LCK\ 314) من 15إلى 150ملغ/لتر للتركيزات المنخفضة.
- كواشف DCOنطاق (LCK\ 114)من 150إلى 1000ملغ/لتر للتركيزات العالية.

❖ **الإجراء (طريقة العمل)**

1.أضف 2 مل من العينة في أنبوب كاشف الـ DCO.

2.قم بالرج [التقليب] وضع الأنبوب المغلق في مفاعل الـ DCOوسخنه لمدة ساعتين عند درجة حرارة 148°C.

3.اتركه ليبرد في درجة حرارة الغرفة.

4.قم بقياس تركيز الـ DCO مباشرة بواسطة مقياس الطيف الضوئي DR\ 2800.

III8.8. تعتمد تقنية مطيافية الامتصاص الذري (Spectrophotomètre d'Absorption Atomique):

على مبدأ فيزيائي مفاده أن الذرات الحرة لعنصر كيميائي معين، وهي في حالتها الأرضية المستقرة، تمتلك القدرة على امتصاص إشعاع ضوئي ذي طول موجي محدد وخاص بها لتنتقل إلى حالة الإثارة، حيث تتناسب كمية الضوء الممتص طردياً مع تركيز هذا العنصر في العينة وفقاً لقانون "بير-لامبرت". وتبدأ آلية العمل داخل الجهاز بسحب العينة السائلة وتحويلها إلى رذاذ دقيق عبر وحدة النَّبْل، ليتم توجيهه بعد ذلك إلى نظام حراري، سواء كان لهباً غازياً أو فرن جرافيت، يعمل على تبخير المذيب وتفكيك الروابط الكيميائية لتحويل المركبات إلى سحابة من الذرات الحرة في الحالة الغازية. بالتزامن مع هذه العملية، يُطلق مصباح الكاثود المجوف، والمصنوع من نفس العنصر المراد قياسه، شعاعاً ضوئياً يمر مباشرة عبر سحابة الذرات، فتقوم ذرات العنصر بامتصاص جزء من هذا الضوء بناءً على تركيزها، بينما يعبر الضوء المتبقي نحو موحد الأطوال الموجية (Monochromateur) الذي يقوم بعزل الطول الموجي المستهدف وتصفية التشويش الناتج عن إشعاع اللهب، ليصل أخيراً إلى الكاشف الضوئي (Détecteur) الذي يحول الإشارة الضوئية المتبقية إلى إشارة كهربائية تترجمها برمجيات الجهاز إلى قيمة امتصاص كمية، ومن خلال مقارنتها بمنحنى معايرة لقياسات قياسية معلومة التركيز، يتم تحديد النسبة الدقيقة للعنصر المعدني في العينة بدقة عالية.

شكل رقم III. 38: مطيافية الإمتصاص الذري

مراجع الفصل الثالث

[1] وزارة السياحة والصناعة التقليدية، مديرية السياحة والصناعة التقليدية ورقلة.

[2] قسم الموارد البشرية بالمؤسسة .

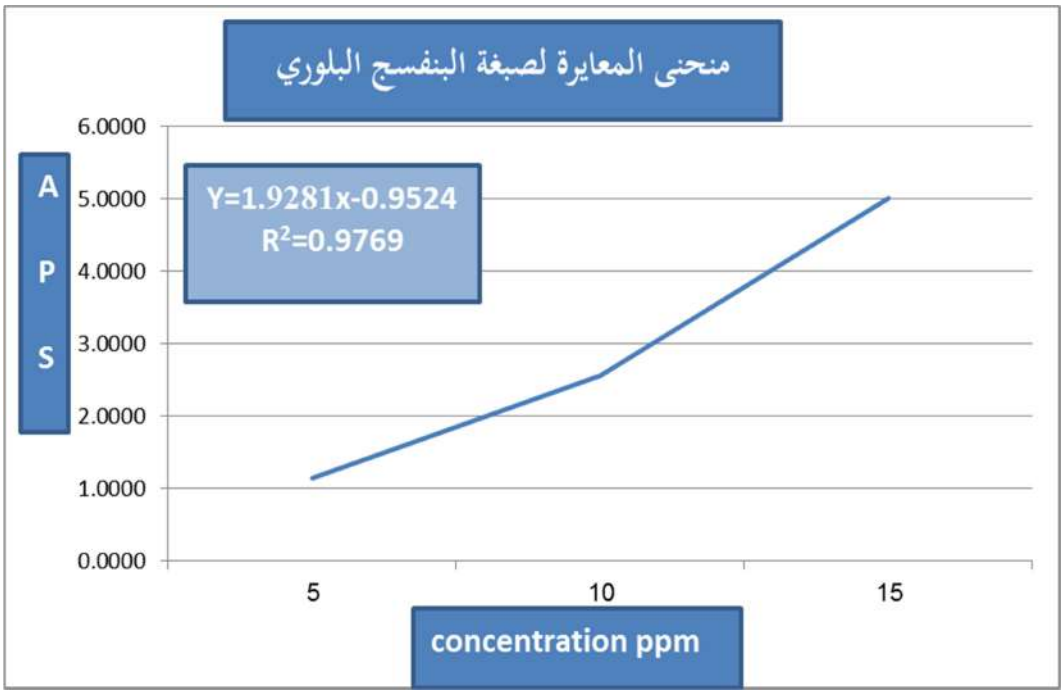
الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

IV. تمهيد :

تم تحديد الخصائص الفيزيوكيميائية لعينات الفحم المنشط المدروسة قصد استغلالها في دراسة مدى قابلية الفحم المنشط في إزالة الصبغات العضوية من المحاليل المائية بطريقة الدفعات وذلك باستعمال الفحم المنشط والمعالج قصد تحديد الشروط المثلى التي تحقق أفضل مردود للإمتزاز .

IV .1. منحنى المعايرة لصبغة البنفسج البلوري :



الشكل رقم IV . 39 : منحنى المعايرة لصبغة البنفسج البلوري

IV.2. نتائج نمذجة إستجابة السطح:

تم إنجاز عدة تجارب تهدف إلى دراسة العوامل المؤثرة على عملية الامتزاز (الكتلة – درجة الحموضة -درجة الحرارة -زمن الإلتماس) وذلك بعد تثبيت الشروط الحدية للمتغيرات وتدوين النتائج كما في الجدول التالي :

الجدول رقمIV . 7: النتائج التجريبية لنمذجة إستجابة السطح

التجربة	الجرعات	pH	الحرارة	الوقت	الامتصاصية	التركيز (Ce)	المردود (%R)
1	0.01	7	60	20	4.9625	3.0677	96.93
2	0.01	9	45	20	0.0256	0.5072	99.49
3	0.05	9	45	20	0.113	0.5526	99.45
4	0.01	7	45	30	10	5.6814	94.32
5	0.05	5	45	20	10	5.6814	94.32
6	0.03	5	30	20	10	5.6814	94.32
7	0.03	9	30	20	0.00253	0.5071	99.49
8	0.03	5	45	10	10	5.6814	94.32
9	0.03	5	60	20	10	5.6814	94.32
10	0.03	7	45	20	10	5.6814	94.32
11	0.01	5	45	20	10	5.6814	94.32
12	0.03	9	30	10	0.1568	0.5753	99.42
13	0.05	7	60	20	10	5.6814	94.32
14	0.03	7	45	20	10	5.6814	94.32
15	0.03	5	45	30	10	5.6814	94.32
16	0.05	7	30	20	10	5.6814	94.32
17	0.03	7	30	10	10	5.6814	94.32
18	0.03	7	60	10	10	5.6814	94.32
19	0.03	9	60	20	0.0308	0.51	99.49
20	0.05	7	45	30	10	5.6814	94.32
21	0.03	7	60	30	10	5.6814	94.32
22	0.03	7	30	30	5.9638	3.6868	96.31
23	0.05	7	45	10	10	5.6814	94.32
24	0.03	7	45	20	10	5.6814	94.32
25	0.03	7	45	20	10	5.6814	94.32
26	0.01	7	45	10	10	5.6814	94.32

27	0.03	9	45	30	0.0461	0.5179	99.48
28	0.03	7	45	20	10	5.6814	94.32
29	0.01	7	30	20	10	5.6814	94.32

- **التفسير :**

بالاعتماد على القيم التجريبية المتحصل عليها أظهرت النتائج نمذجة ان إزالة البنفسج البلوري تتأثر بعدة عوامل هي:

الاس الهيدروجيني، الجرعة الزمن و درجة الحرارة.

- عند PH=9 سجلنا اعلى نسبة في إزالة حيث كانت قيم الامتصاصية و التركيز النهائي منخفضة جدا، مما أدى الى مردود مرتفع وصل الى حوالي 99.49%

يدل ذلك على ان الوسط القاعدي يساعد على تحسين عملية الامتزاز ويزيد من فاعلية المادة المازة.

- عند pH=5 و pH=7 انخفض مردود الازالة مقارنة بالوسط القاعدي، حيث استقر في معظمها عند 94.32، مما يشير الى ان الامتزاز يكون اقل كفاءة في الوسط الحمضي و المتعادل.

يتضح من دراسة النتائج ان زيادة الجرعة أدت الى تحسين المردود في بعض الحالات بسبب توفر عدد اكبر من المواقع الفعالة للامتزاز. وزيادة زمن التماس في رفع كفاءة الازالة نتيجة زيادة احتكاك جزيئات المادة بسطح الماز وان ارتفاع درجة الحرارة حسن عملية الامتزاز في بعض التجارب، ما يدل على تأثيرها الإيجابي على انتقال جزيئات المادة نحو سطح الماز.

أفضل الظروف التجريبية لإزالة البنفسج البلوري تمثلت في:

- وسط قاعدي pH=9
- زمن تماس مناسب
- درجة حرارة مرتفعة نسبيا
- وكمية كافية من مادة الماز

تؤكد النتائج ان الكربون النشط المحضر من نوى التمر يمتلك فعالية عالية في إزالة صبغة البنفسج البلوري من المحاليل المائية .

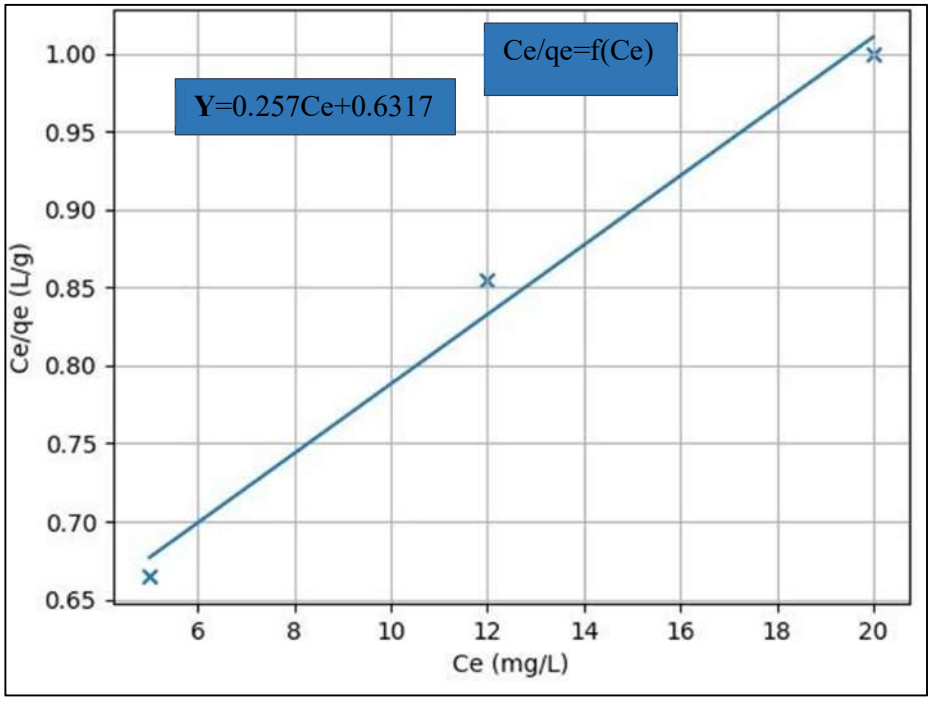
دراسة إيزوتارم الامتزاز:

لدراسة الإيزوتارم نطبق نموذج لانجمير وفريندليش، حيث تعطي العلاقة الخطية لكل نموذج على التوالي كما يلي:

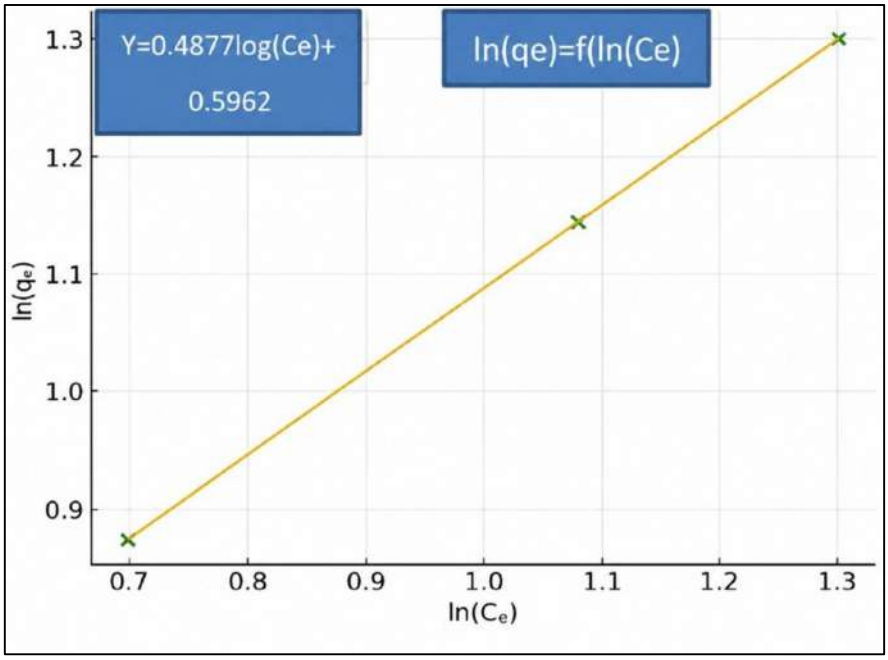
$$\frac{Ce}{qe} = \frac{1}{qmKL} + \frac{Ce}{qm} \quad \text{..... (1)}$$

$$\text{Logqe}=\log K_f + \frac{1}{n}\log Ce \quad \text{.....(2)}$$

من خلال العلاقة الخطية لكل نموذج نرسم منحنيات الإيزوتارم ثم نحدد المقادير المطلوبة اعتمادًا على قيم الميل والتقاطع مع المحور Y تبين الأشكال التالية منحنيات نماذج إيزوتارم الامتزاز كما يبين الجدول (8) نتائج حساب المقادير، بالإضافة إلى قيم معامل الارتباط R^2 لكل منحنى.



الشكلIV . (40): منحنى Langmuir بالنسبة لإمتزاز صبغة (CV) على الفحم المنشط



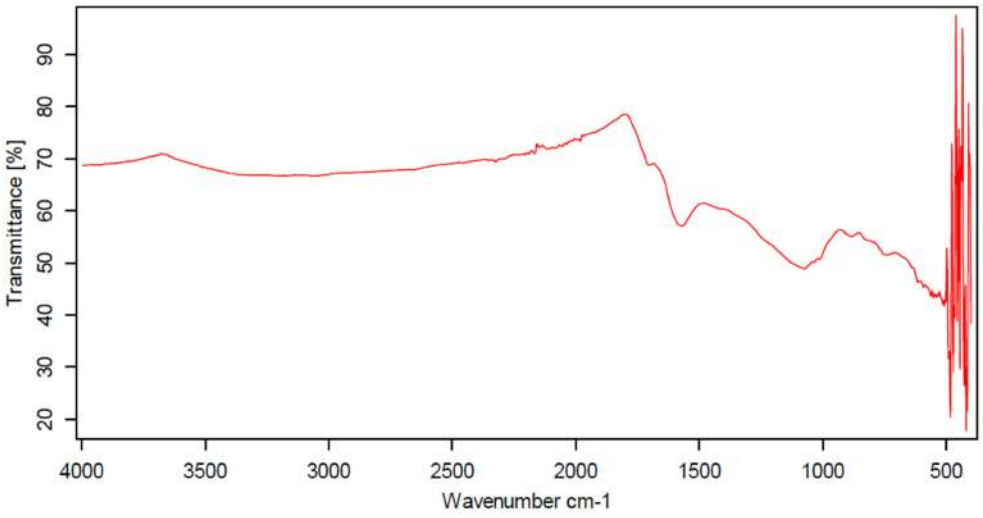
الشكلIV . (41): منحنى Freundlich بالنسبة لإمتزاز صبغة (CV) على الفحم المنشط

الجدول IV (8): نتائج حساب المقادير، بالإضافة إلى قيم معامل الارتباط R^2 لكل منحنى.

Adsorption isotherm	Parameter	Value
Langmuir	q_{max}(mg/g)	45.45
	K_L(l/mg)	0.0389
	R^2	0.999
Freundlich	K_f(mg/g) $(L/mg)^{1/n}$	1.815
	N	2.05
	R^2	0.999

من خلال النتائج المحصل عليها في الجدول يتضح أن إيزوتارم الامتزاز يتبع كلا النموذجين بدقة عالية ونظراً لأن قيمة R^2 لكل من لانجمويز وفريندليش قريبة جداً من الواحد الصحيح، فإن عملية الامتزاز تتسم بالكفاءة، حيث قُدرت سعة الامتزاز العظمى (q_{max}) بـ 45.45 mg/g كما يشير معامل الشدة (n=2.05) في نموذج فريندليش إلى أن عملية الامتزاز إيجابية ومفضلة، وتحدث على سطح الفحم المنشط بطريقة فعالة.

3.IV.نتائج تحليل الأشعة تحت الحمراء للكربون:



الشكل رقم IV .42: رسم بياني لطيف الأشعة تحت الحمراء FTIR للكربون

- **تحليل قمم طيف الأشعة تحت الحمراء (FTIR) :**

منطقة (3200 – 3600 سم$^{-1}$):

تظهر قمة واسعة وضعيفة نسبيًا في هذه المنطقة، وهي تشير عادةً إلى وجود مجموعات الهيدروكسيل (O–H) المرتبطة، والتي قد تعود لامتصاص الرطوبة أو وجود وظائف كحولية/فينولية في المادة الكربونية.

منطقة (1550 – 1650 سم$^{-1}$):

توجد قمة واضحة ومنتشرة حول 1580 سم$^{-1}$ تقريبًا، وهي تميز روابط (C=C) العطرية. هذا يشير إلى الهيكل الكربوني العطري (Aromatic structure) للمادة.

منطقة (1000 – 1250 سم$^{-1}$):

يظهر امتصاص عريض يتمركز حول 1100 سم$^{-1}$، وهو ما يرتبط عادةً بروابط (C–O) الأحادية، مثل الموجودة في الإيثرات أو الكحولات.

منطقة البصمة (أقل من 600 سم$^{-1}$):

تظهر تذبذبات حادة وكثيفة جداً في نهاية الطيف (المنطقة القريبة من 500 سم$^{-1}$ وما دون)، وهي قد تشير إلى وجود أكاسيد معدنية أو روابط لمركبات غير عضوية ضمن العينة.

❖ **المجموعات الوظيفية المستخلصة من الطيف :**

تُشير القمم الظاهرة في الرسم البياني إلى وجود الروابط التالية:

مجموعة الهيدروكسيل (O–H): تظهر في المنطقة الواسعة بين 3500 – 3200 cm^{-1} تشير هذه القمة عادةً إلى وجود الكحولات أو الفينولات، أو قد تكون ناتجة عن امتصاص الرطوبة (الماء) في العينة الصلبة.

المجموعات العطرية (C=C Aromatic):

تظهر قمة واضحة عند تقريباً 1580 cm^{-1}. هذه القمة مميزة جداً للمواد الكربونية وتشير إلى وجود روابط الكربون الثنائية داخل حلقة بنزين أو هيكل كربوني عطري.

مجموعة الكربونيل أو الكربون–أكسجين (C–O):

يظهر امتصاص عريض حول المنطقة 1200–1000 cm^{-1} . هذا يشير إلى وظائف كيميائية مرتبطة بالأكسجين مثل الإيثرات (C–O–C) أو الأحماض الكربوكسيلية.

الروابط المعدنية أو الشوائب:

التذبذبات الحادة جداً في نهاية الطيف أقل من 600 cm^{-1} قد تشير إلى وجود أكاسيد معادن أو روابط تذبذب لمركبات غير عضوية موجودة في العينة.

بعدما تطرقنا إلى البرتوكول التجريبي المستعمل وطريقة العمل التي قمنا بها والأدوات والمواد المستعملة في درستنا من أجل تقييم كفاءة المعالجة بإستخدام الكربون النشط في الفصل السابق في هذا الفصل سوف نستعرض النتائج المتحصل عليها بتحليلها وتفسيرها .

4.IV. جزء معالجة مياه الصرف الصناعي :

❖ نتائج الوسائط الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصناعي :

بعدما قمنا بإجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية قبل المعالجة و كميات مختلفة (1, 0.7 ,0.5, 0.3, 0.1) تحصلنا على النتائج الموضحة في الجداول الموالية :

تحليل نتائج الجدول يظهر تأثير عملية المعالجة بـ الكربون النشط بكميات مختلفة على عينات مياه. تهدف هذه العملية عادةً إلى إزالة الملوثات وتحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه.

الجدول رقم IV . 9 : نتائج الوسائط الفيزيوكيميائية للعينة الأولى قبل وبعد المعالجة

المقاييس	قبل	بعد 0.1g	بعد **0.3g**	بعد 0.5g	بعد 0.7g	بعد 1g
درجة الحرارة (°C)	24	25	27	24	24	24
الأس الهيدروجيني PH	7.51	8.06	7.26	7.23	6.8	6.9
الناقلية الكهربائية CE (µs/cm)	7450	8530	6970	5390	5480	5310
الملوحة (g/l)	4.55	5.26	4.23	3.22	3.28	3.17
ORP (mv)	-6.60	-32.6	+9.8	+6	+27	+26
العكارة (NTU)	0.588	23.1	0.567	1.38	0.651	0.724
الأكسجين المذاب O_{2diss} (mg/l)	0.51	2.52	2.78	3.55	3.36	2.59
نسبة الأكسجين المذاب (%)	6.1	29.1	33.8	40.1	35	26.6
المواد العالقة MES (mg/l)	135.2	100	107	106	95	98
الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5	12			9		
الطلب الكيميائي للأكسجين DCO	33			18		
المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS (mg/l)	3870	4430	3620	2800	2850	2760

❖ تفسير النتائج :

❖ العينة الأولى :

- **المواد العالقة:** نلاحظ انخفاضاً جيداً من 135.2 mg/l قبل المعالجة إلى قيم تتراوح بين 95 و 107mg/l . هذا يشير إلى قدرة الكربون النشط على حجز جزء من الجسيمات الصلبة عن طريق "الترشيح الفيزيائي" داخل مسامه.
- **العكارة:** بقيت القيم منخفضة ومتقاربة، مما يدل على أن عملية الفصل بعد المعالجة كانت فعالة، ولم تترك بقايا كربونية دقيقة ترفع من عكارة الماء.
- **الأكسجين المذاب (O2 diss)** : زيادة نسبة الأكسجين من 0.51mg/l (6.1%) قبل المعالجة إلى ذروتها 3.55 mg/l(40.1%) عند الجرعة 0.5g.

الكربون النشط بحد ذاته لا ينتج أكسجيناً، ولكن عملية خلط الكربون مع الماء (التحريك الميكانيكي) من حالة اللاهوائية.

- **الناقلية الكهربائية (CE) والأملاح الذائبة (TDS):**

انخفضت الناقلية وTDS عند الكميات العالية مقارنة بالحالة قبل المعالجة(من 7450µs/cm إلى5310µs/cm) عند الكمية 1 g .

هذا يشير إلى أن الكربون المستخدم في هذه التجربة يتمتع بكفاءة امتزاز (Adsorption) عالية للأيونات والمعادن الذائبة. نلاحظ أن الكمية المنخفضة (0.1g) أعطت نتائج عكسية (ارتفاع TDS)، مما قد يعني أن كمية الكربون لم تكن كافية للامتزاز بل ساهمت في طرح بعض الأملاح، ولكن مع زيادة الكمية بدأت عملية "الامتزاز المسامي" في سحب الأملاح من الماء.

- **الأس الهيدروجيني (pH) والجهد (ORP):**

pH: مياه العينة كانت قلوية قليلاً (7.51). عند الكمية 0.1g ارتفعت القلوية (8.06)، ثم بدأت تنخفض تدريجياً مع زيادة الكمية لتستقر عند 6.8 (قريبة جداً من التعادل) عند الكمية 0.7g .

ORP: تحول الجهد من القيمة السالبة (6.60mv -) إلى قيم موجبة (تصل إلى 27mv+).

هذا التحول من السالب إلى الموجب (من بيئة "مرجعة" إلى بيئة "مؤكسدة") يتوافق تماماً مع إرتفاع نسبة الأكسجين المذاب، وهو مؤشر على تحسن جودة المياه وإنخفاض المحتوى العضوي الملوث الذي يستهلك الأكسجين.

❖ **الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5:** نلاحظ إنخفاض في قيمة DBO5 بعد إضافة الكمية 0.5g من 12 ملغ /ل إلى 9 ملغ /ل ، حيث كفاءة إزالة كانت 25%

❖ **الطلب الكيميائي للأكسجين DCO** : نلاحظ إنخفاض في قيمة DCO بعد إضافة الكمية 0.5 g من 33 ملغ/ل إلى 18 ملغ ، حيث كفاءة الإزالة كانت 45.45%

بينت النتائج أن عملية المعالجة المستخدمة تخلصت بشكل أساسي من المواد العضوية المعقدة حيث أظهرت كفاءة ممتازة وقدرة أعلى في إزالة المركبات المستهلكة كيميائيا حيث DCO بنسبة 45.45% بينما DBO_5 كانت كفاءتها متوسطة 25% في إزالة المواد القابلة للتحلل الحيوي

❖ **الإستنتاج :**

من خلال الجدول، يبدو أن الكمية 0.5g هي "نقطة التحول المثالية" في أغلب المؤشرات، حيث حققت:

- ✓ أعلى نسبة أكسجين مذاب (40.1%).
- ✓ بدء الاستقرار في قيم الـ pH والـ TDS.
- ✓ تحسن واضح في جهد الأكسدة والإرجاع.

المعالجة بالكربون النشط في هذه العينة كانت ناجحة جداً في خفض الملوحة الزائدة (TDS) وتعديل الحموضة وتوفير بيئة غنية بالأكسجين، مع ملاحظة أن زيادة الكمية عن 0.5g استمرت في تحسين الناقلية ولكن بنسب أقل تسارعاً.

الجدول رقمIV . 10: نتائج الوسائط الفيزيوكيميائية للعينة الثانية قبل وبعد المعالجة

المقاييس	قبل	بعد 0.1g	بعد 0.3 g	بعد 0.5g	بعد 0.7g	بعد 1 g
درجة الحرارة (°C)	24	25	27	23.3	24	24
الأس الهيدروجيني PH	6.69	6.62	7	7.01	6.7	6.08
الناقليةالكهربائية CE (µs/cm)	9820	11290	8800	1968	7980	7850
الملوحة (g/l)	6.12	7.12	5.42	1.11	4.90	4.81
(mv) ORP	-39.7	+46.2	+19	+15.6	+43	+32
العكارة (NTU)	0.873	1.19	1.01	2.43	1.18	1.85
الأكسجين المذاب O_{2diss} (mg/l)	0.51	3.20	3.41	3	2.22	2.60
نسبة الأكسجين المذاب (%)	6.1	37.5	43	29	30	36.4
المواد العالقة MES (mg/l)	56	110	345	111	107	104
المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS (mg/l)	5100	5870	4580	1023	4150	7850
الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5	16			11		
الطلب الكيميائي للأكسجين DCO	50			24		

❖ تفسير النتائج :

❖ العينة الثانية :

يظهر الجدول إستجابة واضحة لعملية الامتزاز بإستخدام الكربون النشط

تحليل الكفاءة عند الكمية (0.5g) هي الكمية الأكثر فعالية في هذه التجربة، حيث حققت إنخفاضاً جذرياً غير متوقع في المؤشرات الملحية .

- **الناقلية الكهربائية (CE):** انخفضت من µ9820s/cm (قبل المعالجة) إلى µ1968s/cm. هذا الانخفاض الكبير (حوالي 80%) يعكس قدرة عالية جداً لمسام الكربون عند هذه الكمية على حبس الأيونات الذائبة.
- **الملوحة وTDS**: إنخفضت الملوحة من 6.12 g/l إلى 1.11 g/l، وإنخفضت المواد الصلبة الذائبة من 5100 mg/l إلى 1023 mg/l.

ملاحظة : الإرتفاع في الناقلية عند الكميات الأخرى (مثل 0.1 gالتي وصلت لـ µ11290s/cm) يشير إلى أن الكميات القليلة جداً لم تكن كافية للامتزاز، بل ربما ساهمت في تحلل بعض المواد من الكربون نفسه أو تركيز الأيونات، مما يثبت أن لكل نوع مياه كميات يبدأ عندها مفعول التطهير.

- **الأس الهيدروجيني (pH):** انتقلت العينة من الوسط الحمضي الخفيف (6.69) إلى التعادل التام (7.01) عند كمية 0.5g. الكربون النشط هنا نجح في موازنة أيونات الهيدروجين للوصول إلى درجة تعادل مثالية للمياه.
- **الأكسجين المذاب (O2diss):** حدثت قفزة هائلة من 0.51mg/l (خمول حيوي) إلى قيم تتراوح بين 2.2 و 3.4 mg/l.

هذا الارتفاع ليس ناتجاً كيميائياً عن الكربون، بل هو نتيجة فيزيائية لعملية خلط الكربون بالماء، مما أدى إلى ذوبان أكسجين الهواء الجوي في العينات.

- **جهد الأكسدة والإرجاع (ORP):**
- تحول من قيمة سالبة (-39.7 mv) إلى قيم موجبة (+ 46.2mv).هذا التحول يعني إنتقال المياه من بيئة مختزلة (فقيرة بالأكسجين وغالباً ملوثة عضوياً) إلى بيئة مؤكسدة صحية.
- **المواد العالقة (MES):** إرتفعت من 56mg/l قبل المعالجة إلى 345 mg/l
- **العكارة:** إرتفعت من 0.873 NTU إلى 2.43 NTU(عند كمية 0.5g).

هذه الزيادة طبيعية جداً عند إستخدام مسحوق الكربون النشط؛ فهي تمثل "بقايا الكربون" الدقيقة التي لم تترسب. نلاحظ رقماً شاذاً عند جرعة 0.3(345 mg/l) ، وقد يعود ذلك لخطأ في الترشيح أو تفتت زائد للحبيبات في تلك العينة.

- **الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5 :** نلاحظ إنخفاض في قيمة بعد إضافة كمية 0.5 g من 16 ملغ/ل إلى 11ملغ/ل . حيث كفاءة الإزالة كانت % 31.25.
- **الطلب الكيميائي للأكسجين DCO :** نلاحظ إنخفاض في قيمة بعد إضافة كمية 0.5g من 50 ملغ/ل إلى 24 ملغ/ل . حيث كفاءة الإزالة كانت % 52

النسبة قبل المعالجة كانت 3.12 مما يعني أن المياه تحتوي على مزيج من المواد العضوية أغلبها قابل للتحلل الحيوي ولكن يوجد بها جزء من المواد المستعصية كيميائيا

بينت النتائج أن عملية المعالجة المستخدمة تخلصت بشكل أساسي من المواد العضوية المعقدة حيث أظهرت كفاءة ممتازة وقدرة أعلى في إزالة المركبات المستهلكة كيميائيا حيث DCO 52 %

بينما DBO_5 كانت كفاءتها متوسطة 31.25% في إزالة المواد القابلة للتحلل الحيوي.

- **ملاحظة :**النتائج تشير إلى ضرورة إتباع المعالجة بالكربون بعملية ترشيح دقيق (Sand filter أو ميكروني) لإزالة المواد العالقة الناتجة عن الكربون نفسه لخفض العكارة الناتجة.

❖ **مقارنة :**

مقارنة تحليلية شاملة للعينتين (1، 2) لتقييم مدى استجابة كل منها لمعالجة الكربون النشط وتحديد الفوارق الجوهرية بينها:

المقارنة من حيث كفاءة إزالة الأملاح (TDSوCE)

❖ **العينة 2: (الأفضل استجابة):** أظهرت أعلى قدرة على خفض الملوحة عند الكمية (0.5g)، حيث إنخفضت الناقلية من 9820s/cm إلى µ1968s/cm ، مما يعني أن الملوثات فيها كانت سهلة الامتزاز.

❖ **العينة2 : (إستجابة مستقرة):** أظهرت إنخفاضاً تدريجياً ومنتظماً مع زيادة الكمية

- **الأكسجين المذاب (O2 diss):**

حققت العينتن تحسناً كبيراً جداً في مستويات الأكسجين:

❖ **العينة1**: كانت الأفضل في "نسبة التشبع" حيث وصلت إلى% 40.1 عند الكمية 0.5g.

❖ **العينة 2**: وصلت إلى% 43 عند كمية 0.3g.

المعالجة الميكانيكية (الرج والخلط) مع الكربون كانت ناجحة عالمياً في تحويل المياه من حالة "الاختناق" (أقل من 1mg/l) إلى حالة "التنشيط" (فوق 3mg/l).

- **الأس الهيدروجيني (pH) :**

– **العينة2:** سحب الكربون المياه من الوسط الحمضي (6.6) نحو التعادل.

– **العينة1:** سحب المياه من الوسط القاعدي (7.5) نحو التعادل.

الكربون النشط أثبت كفاءة عالية كمنظم للحموضة بغض النظر عن الحالة الابتدائية للمياه.

❖ نتائج تراكيز المعادن الثقيلة في المياه الصناعية لمؤسسة هيدروكنال :

بعدها قمنا بإجراء تحليل SAA لمقارنة تراكيز قبل وبعد المعالجة كل من (الكادميوم , الكروم , الرصاص) لعينات المياه الصناعية المأخوذة من منطقة الدراسة مع القيم الحدية القصوى للمعادن الثقيلة في الجزائر وهذا حسب المرسوم التنفيذي رقم 03 المؤرخ في 6 ربيع الثاني عام 1436 الموافق 27 يناير سنة 2015 الموضح في الجدول الموالي :

جدول رقمIV . 11: القيم الحدية القصوى للمعادن الثقيلة في الجزائر [1]

العنصر	الوحدة	التركيز
كادميوم	µغرام/ل	5 كحد أقصى
الكروم	µغرام/ل	50 كحد أقصى
الرصاص	µغرام/ل	10 كحد أقصى

حيث تحصلنا على النتائج الموضحة في الجداول الموالية :

جدول رقمIV . 12: نتائج تركيز معدن الكادميوم لمياه الصرف الصناعي قبل وبعد المعالجة

معدن الكادميوم	الوحدة	قبل	بعد 0.1	بعد 0.3	بعد 0.5	بعد 0.7	بعد 1
العينة 1	µغرام/ل	1.515	1.508	1.510	1.509	1.479	1.435
العينة 2	µغرام/ل	1.445	1.503	1.423	1.509	1.464	1.438
/	مردود % العينة 1	/	0.46	0.33	0.40	2.38	5.28
/	مردود % العينة 2	/	4.01	1.52	4.43	1.31	0.48

❖ نتائج معدن الكادميوم :

قيم معدن الكادميوم قبل المعالجة في العينتين طبيعية لم تتجاوز الحد الأقصى للمعايير للجدول رقم 10 الموضح سابقا

❖ العينة 1 : التركيز الإبتدائي قبل المعالجة كان 1.515 µغرام/ل إنخفض تدريجيا بعد المعالجة ليصل إلى 1.435 µغرام /ل عند الكمية 1 غرام .

نستنتج أن نسبة المردود حوالي 0.39 % تقريبا عند الكميات المنخفضة وإرتفعت إلى 5.28% عند الكمية 1 غرام .

❖ العينة 2 : التركيز قبل المعالجة كان 1.445 µغرام/ل إنخفض بعد المعالجة إلى 1.423 µ غرام/ل عند الكمية 0.3 غرام .

نستنتج نسبة المردود 1.10 % تقريبا وإرتفعت إلى 4.43 % عند الكمية 0.5 غرام.

جدول رقمIV . 13: نتائج تركيز معدن الكروم لمياه الصرف الصناعي قبل وبعد المعالجة

معدن الكروم	الوحدة	قبل	بعد 0.1	بعد 0.3	بعد 0.5	بعد 0.7	بعد 1
العينة 1	µغرام/ل	14.16	9.033	10.22	13.61	10.65	9.383
العينة 2	µغرام/ل	9.383	9.383	8.960	10.85	8.788	9.179
/	مردود % العينة1	/	36.21	38.55	3.89	24.79	32.71
/	مردود % العينة 2	/	0	4.50	15.63	6.34	2.17

❖ نتائج معدن الكروم :

قيم معدن الكروم قبل المعالجة في العينتين طبيعية لم تتجاوز الحد الأقصى للمعايير وفقا للجدول رقم 10 الموضح سابقا

❖ العينة 1 : التركيز الإبتدائي قبل المعالجة كان 14.16 µغرام/ل إنخفض بعد المعالجة إلى 9.033 µغرام/ل عند الكمية 0.1 غرام

نستنتج نسبة المردود حوالي 20.46 % تقريبا عند الكميات المرتفعة وإرتفع إلى 36.55% 38.55% عند الكميات 0.1 غرام و 0.3غرام على الترتيب .

❖ العينة 2 : التركيز الإبتدائي قبل المعالجة كان 9.383 µ غرام /ل إنخفض بعد المعالجة إلى 8.788 µغرام /ل عند الكمية 0.7 غرام .

نستنتج نسبة المردود حوالي 4.12% تقريبا في الكميات (0.1 ، 0.3 ، 0.5، 1)وإرتفع إلى 6.34% عند الكمية 0.7 غرام.

جدول رقم IV .14: نتائج تركيز معدن الرصاص لمياه الصرف الصناعي قبل وبعد المعالجة

معدن الرصاص	الوحدة	قبل	بعد 0.1	بعد 0.3	بعد 0.5	بعد 0.7	بعد 1
العينة1	µغرام/ل	38.19	4.632	4.719	4.576	4.287	4.394
العينة2	µغرام/ل	4.746	4.599	4.691	4.644	4.612	4.555
مردود % العينة 1	/	/	87.87	87.64	88.01	88.77	88.49
مردود % العينة 2	/	/	3.10	1.16	2.15	2.82	4.02

❖ نتائج معدن الرصاص :

قيم معدن الرصاص في العينة الأولى تجاوزت الحد الأقصى أما في العينة الثانية لم تتجاوز الحد الأقصى للمعايير وفقا للجدول رقم 10 الموضح سابقا

العينة 1 : التركيز الإبتدائي قبل المعالجة كان 38.19 µغرام/ل إنخفض على الترتيب بعد المعالجة ليصل إلى 4.287 µ غرام/ل عند الكمية 0.7 غرام

- نستنتج نسبة المردود حوالي % 88 تقريبا في الكميات المنخفضة وإرتفع 88.77% عند الكمية 0.7 غرام.
- العينة 2 : التركيز الإبتدائي قبل المعالجة كان 4.746 µغرام/ل إنخفض بعد المعالجة إلى 4.555 µغرام/ل عند الكمية 1 غرام
- نستنتج نسبة المردود حوالي 2.31% تقريبا في الكميات المنخفضة وإرتفع % 4.02 عند الكمية 1 غرام .

5.IV. الخلاصة :

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات أن وفقنا إلى دراسة موضوع" إستخلاص الكربون النشط بالنوى التمر النوعية الرديئة للغرس و إستغلاله في تنقية الملوثات (المياه الصناعية) لمؤسسة هيدروكنال "

أظهرت النتائج أن العينة رقم 2 كانت الكفاءة فيها عالية في معالجة المياه بالكربون النشط حيث أحدث فيها تغييراً جذرياً في إنخفاض الملوحة والناقلية، وهو أمر لا يحدث دائماً مع الكربون ما لم تكن الملوثات ذات طبيعة عضوية أيونية معينة.

أجريت هذه الدراسة لتقدير تراكيز بعض المعادن الثقيلة في عينات المياه الصناعية قبل وبعد المعالجة بالكربون النشط حيث أشارت نتائج تركيز المعادن الثقيلة المدروسة (Cd ، Cr ، Pb) في عينات المياه تباين ملحوظ حسب كل معدن على حدى وهذا مقارنة بالقيم المسموح بها في بلدنا (الجريدة الرسمية الجزائرية) .

بينت النتائج أن عملية المعالجة بالكربون النشط ساهمت بشكل فعال في خفض تراكيز معدن الكادميوم والكروم والرصاص حيث يلاحظ وجود علاقة طردية واضحة بين زيادة الكمية المستخدمة وإرتفاع نسبة المردود حيث حقق الكربون النشط كفاءة عالية جدا في إزالة معدني الرصاص والكروم في العينة رقم 1 خاصة وأن الرصاص قبل المعالجة كان متجاوزا للمعايير المسموحة .

توصيات

تحسين طرق التنشيط

دمج الكربون النشط مع مواد أخرى (نانومواد)

تطبيق الدراسة على نطاق صناعي أوسع

مراجع الفصل الرابع

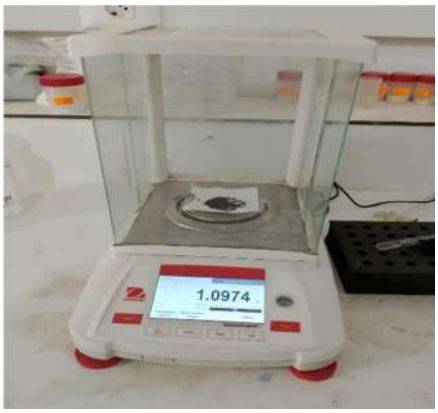
[1].الجريدة الرسمية الجمهورية الجزائرية العدد 03 ربيع الثاني عام 1436 هجري الموافق 27 يناير سنة 2015.

ملاحق

فرن التجفيف

جهاز التسخين والرج

جهاز الطحن والغربلة



ميزان إلكتروني

جهاز الطردالمركزي

فرن الحرق