

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة قاصدي مرباح - ورقلة  
كلية الرياضيات وعلوم المادة  
قسم الكيمياء



مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي  
في الكيمياء  
التخصص : كيمياء تحليلية

من إعداد الطالبة : خليفة إيمان

تحت عنوان :

المساهمة في معالجة تلوث المياه من صبغة أزرق الميثيلين بامتزازه  
باستعمال مخلفات النخيل (قواعد السعف)

نوقشت علنا بتاريخ : 2020/09

أمام اللجنة المكونة من السادة:

رئيسا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر/ أ	زنخري لويزة
مناقشا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر/ ب	زروقي حياة
مشرفا ومقررا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر/ أ	هادف الدراجي

السنة الجامعية : 2020\_ 2019

وَالنَّجَابَاتِ بِمَا طَلَعَتْ مِنْكُمْ

## الإهداء

بسم الله الواسع العطاء والجود والصلاة والسلام  
على نبيه محمد خير الخلق سيد الوجود  
الحمد لله الذي وفقني لأتم عملي هذا بنعمته وفضله.  
أهدي عملي هذا:

إلى من كانت عوناً وسنداً وأساساً موجوداً بذاتي كياني.. إلى من  
شجعتني وكانت سبباً لوصولي... إلى من غمرتني بعطفها  
وحنانها... أمي الحبيبة حفظها الله.  
إلى من تعب وسعى لإيصالي وطمح لرؤيتي في أرقى الدرجات  
إلى والدي العزيز حفظه الله .

إلى من عشت معهم أيامي حلوها ومرها وكن سنداً لي ودعماً...  
أخواتي العزيزات رحمة و رقية و سمية وإبناها الكتكوت أمير قيس  
إلى الأقارب والأصدقاء

إلى كل من مد لي يد العون وسانديني طيلة هذا العمل... إلى من  
بنى لي قصرًا من الأمل على بحيرة اليأس من أجل الوصول لمبتغايا .  
إلى كل الأساتذة

إلى من علمني حرفاً طيلة مشواري الدراسي فأنا له به عبداً.

## شكر وتقدير

الحمد لله الذي وفقنا إلى إتمام هذا البحث، وأمدنا بالعون و التوفيق لإنجازه فنحمده سبحانه وتعالى  
أولا وآخرا.

تتناثر الكلمات حبرا وحبا على صفائح الأوراق لكل من علمنا ومن أزال غيمة جهل مررنا بها برياح  
العلم الطيبة ولكل من أعاد رسم ملامحنا وتصحيح عثراتنا نبعث تحية شكر وإحترام ونثني ثناءا حسنا  
إلى مسانديننا وأيضا وفاءا وتقديرا وإعترافا منا بالجميل نتقدم بجزيل الشكر لأولئك المخلصين الذين  
لم ييخلو جهدا في مساعدتنا في مجال البحث العلمي ، ونخص بالذكر الأستاذ الفاضل **هادف الدراجي**  
(مؤطر) بجامعة ورقلة على هذه الدراسة .

نشكر جزيل الشكر أعضاء اللجنة الأستاذة **زنخري لويزة** و الأستاذة **زروقي حياة** على قبولهم مناقشة  
هذه المذكرة.

ولا ننسى أن نتقدم بجزيل الشكر إلى إدارة المخبر البيداغوجي بجامعة قاصدي مرباح ورقلة .

وأخيرا نتقدم بجزيل الشكر إلى كل من مدوا لنا يد العون والمساعدة في إخراج هذه الدراسة على  
أكمل وجه.



## قائمة الاختصارات

الرمز	المعنى
pH	الأس الهيدروجيني
$C_0$	التركيز الابتدائي للمادة الممتزة
$q_e$	كمية المادة الممتزة عند الإتزان (mg/g)
$c_e$	التركيز عند الاتزان (mg/l)
$m$	كمية المادة الممتزة (g)
$V$	حجم المحلول (L)
$q_m$	الكمية العظمى للإمتزاز (mg/g)
$K_L$	ثابت لانجمير (l/mg)
$K_f, n$	ثوابت فراندليش
$q_t$	كمية المادة الممتزة عند اللحظة t (mg/g)
$k_1$	ثابت السرعة لحركية شبه الرتبة الأولى ( $min^{-1}$ )
$R_L$	عامل الإتزان
$t$	زمن الإمتزاز min
$K_2$	ثابت السرعة لحركية شبه الرتبة الثانية (g/mg . min)
$K_{int}$	ثابت الإنتشار داخل الجسيم ( $mg.g^{-1}.min^{-1/2}$ )
$X_i$	قيمة سمك الطبقة الحدية (mg/g)
$\Delta H^\circ$	الإختلاف في الأنطالبي (KJ/ mol)
$\Delta G^\circ$	الإختلاف في الطاقة الحرة (KJ/ mol)
$\Delta S^\circ$	الإختلاف في الأنتروبي (KJ/mol.K)
$R$	ثابت الغازات المثالية ( $8.314 J. mol^{-1} . K^{-1}$ )
$T$	درجة الحرارة المطلقة (K)
$K_c$	ثابت التوزيع (L/g)
FTIR	مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه
UV-Visible	مطيافية الأشعة فوق البنفسجية و المرئية
BM	أزرق الميثيلين
$\lambda_{max}$	الطول الموجي الأعظمي (nm)
$H_2SO_4$	حمض الكبريت
NaOH	هيدروكسيد الصوديوم
Hcl	حمض كلور الماء
MEB	المجهر الإلكتروني الماسح
$R^2$	معامل الإنحدار

## قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان	الرقم
<b>الفصل الأول</b>		
11	رسم توضيحي يبين تصنيف الأصباغ حسب شحنة الأيون	الشكل 1.I
13	صورة توضيحية لصبغة أزرق الميثيلين	الشكل 2.I
13	الصيغة الكيميائية لأزرق الميثيلين	الشكل 3.I
<b>الفصل الثاني</b>		
16	رسم مبسط لعملية الإمتزاز	الشكل 1.II
18	مجالات وجود المادة الممتزة أثناء الإمتزاز على المواد المازة	الشكل 2.II
20	التصنيفات الأربعة لإيزوتارم الإمتزاز	الشكل 3.II
28	رسم توضيحي لنخلة التمر ( <i>Phoenix dactylifera L.</i> )	الشكل 4.II
<b>الفصل الثالث</b>		
33	قواعد السعف	الشكل 1.III
34	العينة بعد عملية الغربلة	الشكل 2.III
36	جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR	الشكل 3.III
36	المجهر الإلكتروني الماسح (MEB)	الشكل 4.III
37	صور لعينات المادة المدروسة تحت المجهر الإلكتروني الماسح	الشكل 5.III
38	محلول أزرق الميثيلين القياسي	الشكل 6.III
38	محاليل صبغة أزرق الميثيلين الممددة	الشكل 7.III
39	مطياف الأشعة فوق البنفسجية و المرئية	الشكل 8.III
<b>الفصل الرابع</b>		
48	منحنى المعايرة لأزرق الميثيلين في 665 nm	الشكل 1.IV

## قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	الرقم
<b>الفصل الأول</b>		
10	تصنيف الأصبغة الصناعية حسب شدة اللون	<b>الجدول 1.I</b>
12	التصنيف الكيميائي للأصبغ	<b>الجدول 2.I</b>
13	بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأزرق الميثيلين	<b>الجدول 3.I</b>
<b>الفصل الثاني</b>		
17	مقارنة بين الإمتزاز الفيزيائي و الكيميائي	<b>الجدول 1.II</b>
27	التصنيف النباتي لنخيل التمر. Phoenix dactylefira L.	<b>الجدول 2.II</b>
<b>الفصل الثالث</b>		
32	المواد والمحاليل المستعملة	<b>الجدول 1.III</b>
<b>الفصل الرابع</b>		
47	$\lambda_{max}$ للصبغة BM	<b>الجدول 1.IV</b>
47	قيم الإمتصاصية لمحلول صبغة أزرق الميثيلين	<b>الجدول 2.IV</b>

## الفهرس

الصفحة	العنوان
	الإهداء
	شكر و عرفان
I	قائمة الإختصارات
II	قائمة الأشكال
III	قائمة الجداول
IV	الفهرس
01	مقدمة عامة
<b>الجزء النظري</b>	
<b>الفصل الأول: عموميات حول تلوث المياه و الأصباغ</b>	
	1.I. عموميات حول تلوث المياه
05	1.1.I. تمهيد
05	2.1.I. مفهوم التلوث
05	3.1.I. مفهوم تلوث المياه
05	4.1.I. مصادر تلوث المياه
06	5.1.I. أنواع وحالات التلوث المائي
08	6.1.I. ملوثات الماء
08	7.1.I. تأثير تلوث المياه
09	8.1.I. طرق معالجة المياه الملوثة
	2.I. الأصباغ
09	1.2.I. نبذة تاريخية عن الأصباغ
10	2.2.I. تعريف الأصباغ
11	3.2.I. تصنيف الأصباغ
11	أ. التصنيف حسب شحنة الأيون
11	ب. التصنيف الكيميائي
12	4.2.I. إستخدامات الأصباغ
12	5.2.I. صبغة أزرق الميثيلين
13	6.2.I. خصائصها الفيزيائية و الكيميائية
14	7.2.I. تحضيرها
14	8.2.I. سمية صبغة أزرق الميثيلين
14	9.2.I. طرق إزالة الأصباغ
<b>الفصل الثاني: الإمتزاز و استخدام كربون منشط من مخلفات النخيل</b>	
	1.II. عموميات حول الإمتزاز
16	1.1.II. نبذة تاريخية عن الإمتزاز
16	2.1.II. تعريف الإمتزاز



17	3.1.II. أنواع الإمتزاز
17	1.3.1.II. الإمتزاز الفيزيائي
17	2.3.1.II. الإمتزاز الكيميائي
18	4.1.II. أهمية الإمتزاز
18	5.1.II. وصف آلية الإمتزاز
19	6.1.II. العوامل المؤثرة على ظاهرة الإمتزاز
19	1.6.1.II. طبيعة الماز
19	2.6.1.II. تأثير الممتز
19	3.6.1.II. السطح النوعي
19	4.6.1.II. أبعاد المسامات
19	5.6.1.II. تأثير درجة الحرارة
20	6.6.1.II. الرقم الهيدروجيني (pH)
20	7.1.II. إيزوتارم الإمتزاز
20	8.1.II. تصنيفات إيزوتارم الإمتزاز
21	9.1.II. نماذج الإمتزاز
21	1.9.1.II. إيزوتارم لانغمير
22	2.9.1.II. إيزوتارم فراندليش
23	10.1.II. حركية الإمتزاز
23	1.10.1.II. نموذج حركية شبه الرتبة الأولى
23	2.10.1.II. نموذج حركية شبه الرتبة الثانية
24	3.10.1.II. نموذج الإنتشار داخل الجزيئات
25	11.1.II. الدراسة الترموديناميكية
25	12.1.II. تطبيقات الإمتزاز
25	1.11.1.II. تطبيقات الإمتزاز في الطور السائل
26	2.11.1.II. تطبيقات في الطور الغازي
	2.II. عموميات حول النخيل
26	1.2.II. أصل النخيل
26	2.2.II. النخيل في الديانات السماوية
27	3.2.II. التصنيف النباتي للنخيل
27	4.2.II. مورفولوجيا النخيل
	3.II. الكربون المنشط
28	1.3.II. تعريف الكربون المنشط
28	2.3.II. بنية الكربون المنشط
29	4.3.II. تحضير الكربون المنشط
29	1.4.3.II. الكربنة
29	2.4.3.II. التنشيط
30	5.3.II. هيئة الكربون المنشط

30	1.5.3.II. الكربون المنشط الحبيبي
30	2.5.3.II. الكربون المنشط المسحوق
30	6.3.II. الإمتزاز على الكربون المنشط
30	7.3.II. التطبيقات المختلفة للكربون المنشط
	الفصل الثالث: دراسة الخواص و العوامل المؤثرة
32	1.III. تمهيد
32	2.III. المواد والمحاليل المستعملة
32	3.III. الأجهزة المستعملة
33	4.III. الأدوات المستعملة
33	5.III. الطرق والأساليب المستعملة
33	1.5.III. أصل المادة
34	2.5.III. جمع العينات
34	3.5.III. المعهد الوطني للبحوث الزراعية INRAA
34	4.5.III. تحضير الكربون المنشط
35	6.III. خصائص الكربون المنشط
35	1.6.III. درجة حموضة الكربون المنشط ال (pH)
35	2.6.III. الرطوبة النسبية للكربون المنشط
35	3.6.III. الكتلة الحجمية الظاهرية ( $\text{g/cm}^3$ )
36	4.6.III. طيف الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR)
36	5.6.III. صور الكربون المنشط بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح (MEB)
37	7.III. الملوث العضوي (صبغة أزرق الميثيلين)
37	8.III. تحضير المحاليل
37	1..8.III. تحضير محلول الصبغة القياسي
38	2..8.III. تحديد الطول الموجي الأعظمي لأزرق الميثيلين ( $\lambda_{\text{max}}$ )
39	3..8.III. بناء منحنى المعايرة
39	9.III. العوامل المؤثرة على الإمتزاز
40	1.9.III. تأثير التركيز الأولي للصبغة
40	2.9.III. تأثير زمن التلامس (زمن الإتصال)
40	3.9.III. تأثير كتلة الكربون المنشط
40	4.9.III. تأثير الأس الهيدروجيني (pH)
41	5.9.III. تأثير درجة الحرارة
41	6.9.III. تأثير سرعة الرج
41	10.III. نمذجة الإمتزاز
41	1.10.III. إيزوتارم الإمتزاز
41	1.1.10.III. نموذج لانغمير
42	2.1.10.III. نموذج فراندليش
42	2.10.III. الدراسة الحركية

43	1.2.10.III نموذج حركية شبه الرتبة الأولى
43	2.2.10.III نموذج حركية شبه الرتبة الثانية
44	3.2.10.III نموذج الإنتشار داخل الجسيمات
44	11.III الدراسة الترموديناميكية
الفصل الرابع: بعض النتائج والدراسات سابقة	
1.IV نتائج الإمتزاز	
47	1.1.IV نتائج المعايرة لصبغة أزرق الميثيلين
47	2.1.IV منحنى المعايرة
2.IV الدراسات السابقة	
48	1.2.IV تمهيد
48	2.2.IV الدراسة الأولى
49	3.2.IV الدراسة الثانية
49	4.2.IV الدراسة الثالثة
50	5.2.IV الدراسة الرابعة
51	6.2.IV الدراسة الخامسة
51	7.2.IV الدراسة السادسة
52	8.2.IV الدراسة السابعة
52	9.2.IV الدراسة الثامنة
53	10.2.IV الدراسة التاسعة
53	11.2.IV التعليق على الدراسات السابقة
54	12.2.IV أوجه الإتفاق و الإختلاف بين الدراسات السابقة
55	13.2.IV الإستفادة من الدراسات السابقة في توجيه الدراسة الحالية
55	14.2.IV أوجه الإختلاف بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة
56	15.2.IV نتائج مستخلصة من الدراسات السابقة
58	خلاصة عامة
61	المراجع

# مقدمة عامة

الماء هو سر حياة الإنسان و الكائنات الحية الأخرى، فهو المركب الأساسي في كل خلية حية وبدونه لا يمكن العيش، فقد استخدم في مجالات عديدة في الحياة اليومية، قال تعالى ﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي ﴾ الأنبياء، الآية 30.

إذا كانت البيئة موطن الحياة فإن أول ما يجب تحقيقه هو الحفاظ عليها من التلوث الذي يعتبر من أكبر المشاكل التي تواجه الكائن الحي والبيئة خاصة بعد التطور التكنولوجي المرافق للحياة المعاصرة، ويحدث التلوث بأشكاله المختلفة سواء كان تلوث هواء أو ماء أو تربة ويحصل ذلك من جراء تدخلات الإنسان أو بفعل الظواهر الطبيعية، والتلوث المائي يعد أخطرها لما للماء دور كبير في الحياة اليومية، فضلا عن أنه أساسي في الصناعة باعتبارها أكبر ملوث للبيئة، إذ تحتاج الصناعات المختلفة كميات هائلة من المياه تتفاوت من حيث نوعيتها ودرجة نقاوتها لاعتبارات صناعية ومواصفات معينة تتطلبها كل صناعة [1].

تعد الأصباغ من بين المواد العضوية الملوثة للمصادر المائية والسبب يعود لأهميتها الكبيرة واستخدامها الواسع في الصناعات المتنوعة فهي تستخدم في الصناعات النسيجية وفي الطباعة وكمضافات في الصناعات النفطية فضلا عن استخدامها في مجالات أخرى لا حصر لها [1]، ينتج من هذه الأصباغ سنويا ما يقارب  $(5 \times 10^7)$  طن في أنحاء العالم كافة، ويستعمل في تحضيرها العديد من المركبات المختلفة التي يعتبر سلوكها البيئي غير معروف بصورة كبيرة، ويفقد ما يقارب 10-15% من هذه الأصباغ كمخلفات في المياه الناتجة عن الصناعات المختلفة [2,3] و التي تطرح إلى مصادر المياه أو التربة مسببة مشاكل كبيرة للكائنات الحية [1]، وقد تزايد الإهتمام بإزالتها بعد الإدراك أن كثير من المواد الأولية المستخدمة في تحضير هذه الأصباغ هي أصلا من العوامل المسببة للأمراض السرطانية [4,5]، لذلك يفضل إزالة هذه المواد من المياه قبل دفعها إلى البيئة ليس فقط لأسباب جمالية وإنما لسميتها وتأثيراتها طويلة الأمد على الإنسان و البيئة [6].

كثير من العلماء في مختلف التخصصات يهتمون بشكل متزايد بتحديد وإزالة الملوثات من البيئة [7]، وقد ثبت أن أهم التقنيات المستخدمة الإمتزاز وذلك لكفاءته العالية في هذا المجال وبساطة التكنولوجيا المستخدمة لهذا الغرض مقارنة مع طرق أخرى، فضلا عن كلفته الإقتصادية الأقل [1]، في هذه التقنية غالبا ما يستخدم الكربون النشط كمادة مازة لإزالة أنواع مختلفة من الملوثات الغير عضوية كالعناصر الثقيلة والعضوية كالأصباغ المختلفة والفينولات بسبب قدرته العالية على الإمتزاز، لكن بسبب كلفته العالية ومشاكل إعادة استعماله وكذلك نتيجة صعوبة فصله من المياه العادمة كان لابد من إيجاد مواد بديلة وصديقة للبيئة [7]، لهذا اتجه الباحثون حديثا إلى تطوير مواد مازة جديدة بالإستعانة ببعض المواد ذات المنشأ الطبيعي [8,9] (نشارة الخشب الصلب، مخلفات النخيل)، ولا تكاد تخلو أي صناعة في وقتنا الحاضر من وحدات معالجة مخلفات الحياة قبل طرحها للبيئة [1].

تزخر الصحراء الجزائرية بالثروة الغابية التي ساهمت في تنمية الإقتصاد الوطني وتقويه ركائزه، حيث تخلف كميات معتبرة من المواد الليجنوسيلولوزية (مخلفات النخيل) كالسعف، الكرناف والعراجين، وتعد من النفايات الصلبة فحرقها مضر بالبيئة وتكديسها يشغل المساحات الزراعية [10]، ولكون منطقتنا تملك ثروة هائلة من النخيل وبالمكافئة مع الأبحاث المتنوعة هنا وهناك على المواد الليجنوسيلولوزية رأينا أن نخوض بحثنا في غمار تثمين مخلفات نخيل الذكار (قواعد السعف)، إلا أن السؤال الذي يطرح نفسه هل بإمكان الكربون المنشط المحضر من مخلفات نخيل الذكار (قواعد السعف) إزالة صبغة الميثيلين من المحاليل المائية، وهل بإمكاننا استغلال هذه التقنية لإزالة ملوثات عضوية أو غير عضوية أخرى وفي مجالات مختلفة وهذا ما سنتطرق إليه في دراستنا هذه.

بحثنا يهدف إلى استغلال نفايات مادة أولية متواجدة بكثرة (مخلفات النخيل) وذلك بتحضير كربون منشط إنطلاقا من قواعد سعف نخيل الذكار والتجريب الأمثل لهذا الأخير في إزالة الأصباغ العضوية (أزرق الميثيلين) من المياه، تحقيقا لهذه الغاية يتم تقديم المذكرة وفقا للخطة التالية بعد المقدمة :

الجزء النظري يحتوي فصلين:

الفصل الأول يحتوي عموميات حول تلوث الماء والأصباغ.

الفصل الثاني حول الإمتزاز واستخدام كربون منشط من مخلفات النخيل.

أما الفصل الثالث يتضمن دراسة الخصائص و العوامل المؤثرة .

الفصل الرابع يحتوي بعض النتائج و الدراسات السابقة.

وأخيرا خاتمة تتضمن بعض التوصيات.



الجزء النظري

## الفصل الأول: عموميات حول تلوث المياه و الأصباغ

### 1.1.I عموميات حول تلوث المياه

#### 1.1.1.I تمهيد

ميز الخالق سبحانه وتعالى الماء بالعديد من الصفات الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي جعلته حقا سائل الحياة الفريدة، وجعلته بحق أعجب وأعظم سائل فلولا ما كانت على الأرض حياة، وخلق الله سبحانه وتعالى الأرض والسماء وخلق الإنسان على هذه الأرض وخلق له الماء الذي فيه قوام حياته وحياة من حوله من الكائنات الحية [11].

مع تقدم الزمن دخل الإنسان عصر الصناعة والتعدين و معرفته بمصادر الطاقة كالفحم و البترول وما ينطلق منها من غازات ونفايات بالإضافة إلى الكثير من المركبات الكيميائية التي استحدثها الإنسان والتي لم تكن موجودة طبيعيا في البيئة مثل الأصباغ الصناعية و المبيدات بأنواعها [11،12]، ومن ثم بدأت مشكلة هامة واجهت الإنسان في هذا العصر الحديث ألا وهي التلوث.

#### 2.1.I مفهوم التلوث

يعرف التلوث على أنه أحد التغيرات سواء الفيزيائية، الكيميائية، البيولوجية التي تؤثر على البيئة والكائنات الحية سلبا تعجز معه الأنظمة البيئية عن استيعابها، والإنسان هو السبب الرئيسي في إحداث عملية التلوث في البيئة [13].

يعتبر التلوث من المشاكل التي تواجه العالم في الوقت الحالي، إذ يحدث هذا التلوث بشتى أنواعه، تلوث الهواء أو التربة أو المياه، والجدير بالذكر أن مشكلة تلوث المياه من أخطر مشاكل التلوث نظرا لأهميته في الحياة اليومية.

#### 3.1.I مفهوم تلوث المياه

جاء تعريف منظمة الصحة العالمية عام 1961م لتلوث المياه على أنه: "أي تغير يطرأ على أحد الخصائص الطبيعية، الكيميائية، البيولوجية للمياه مما يؤدي إلى تغير في حالتها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، بحيث تصبح المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها، سواء للشرب أو للإستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره" [14].

ويعرف أيضا بأنه إحداث تلف أو فساد لنوعية المياه، مما تؤدي إلى حدوث خلل في نظامها البيئي، فيقلل من قدراتها على أداء دورها الطبيعي ويجعلها غير صالحة للاستخدام من طرف الإنسان أو الحيوان أو النبات أو الأحياء التي تعيش في المسطحات المائية، أي أنها تفقد الكثير من قيمتها الإقتصادية [15].

#### 4.1.I مصادر تلوث المياه

تتعدد مصادر تلوث المياه ويمكن تقسيمها إلى :

- مصادر طبيعية وتشمل الجو، المعادن الذائبة، تحلل المواد النباتية، الجريان السطحي للأحماض والكيماويات.
- مصادر زراعية: يتم استعمال مبيدات كيميائية وأسمدة للقضاء على الآفات والحصول على منتجات زراعية أكبر وبكمية أكثر. هذه المواد تصل إلى المياه الجوفية والمجمعات المائية تسعى في تلويثها، كما تشمل الإنجراف المائي للتربة، مخلفات حيوانية (مزارع الإنتاج الحيواني والدواجن)، أسمدة كيميائية ومبيدات، مياه الري .
- مياه الصرف وتشمل الصرف الصحي، الصرف الصناعي، مركبات البحرية والحوادث البحرية.
- مصادر أخرى متنوعة مثل أنشطة البناء، المناجم، الماء الجوفي، أماكن تجمع القمامة و أماكن إنتاج الإسمنت.... إلخ [17،16].
- المجاري المدنية: تحتوي على مواد عضوية (بكتيريا، مواد تنظيف) وأملاح معدنية [18].

### 5.1.I. أنواع وحالات التلوث المائي

#### 1.5.1.I. التلوث الفيزيائي

##### أ. التلوث الحراري

ينتج هذا النوع من التلوث عن استعمال الماء للتبريد في المصانع و محطات تحلية الماء وكذا محطات توليد الطاقة الكهربائية، فترحم هذه المياه الساخنة بالبحيرات، الأنهار و المجاري المائية يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة المياه مما يتسبب في الإخلال بالتوازن البيئي ويحدث أضرار بالحياة الحيوانية والنباتية [19،20].

##### ب. التلوث الإشعاعي

هذا النوع من التلوث ناتج عن النشاط الإشعاعي للمواد المشعة لمختلف المناجم و المخلفات الصناعية و التفجيرات النووية، تعد المحطات النووية، الذرية و مراكز الأبحاث العلمية، المستشفيات، الصناعات الكهربائية والمولدات التي تعمل بالفحم أو البترول أهم مصادر هذا التلوث، أما طبيعياً فتكون المياه السطحية التي قد تحتوي على عناصر مشعة طبيعياً مثل الراديوم و اليورانيوم [21].

#### 2.5.1.I. التلوث الكيميائي

##### أ. التلوث الصناعي

يحدث هذا النوع من التلوث نتيجة ل طرح المنشآت الصناعية لمخلفاتها ونواتجها الثانوية دون معالجة في المجاري المائية، وبالتالي تشكل خطراً حقيقياً على كل عناصر البيئة وذلك لاحتوائها على مركبات كيميائية سامة، و مما يزيد خطورة أن أغلبها شديد الثبات و ذات أثر طويل [22]. ومن أهم هذه المواد نجد: الأحماض، القواعد،

الأصباع، المنظفات الصناعية، بعض مركبات الفسفور و الكثير من المعادن الثقيلة السامة مثل الزئبق و الرصاص، مما يتسبب عنها تلوث شديد للمياه التي تلقى فيها [24،23].

### ب. التلوث بالمبيدات و الأسمدة الزراعية

تصنف المبيدات التي تستعمل في مكافحة الآفات الزراعية من أخطر الملوثات وأكثرها إنتشارا، يؤدي الإسراف في استعمالها إلى تلويث التربة، فيستعملها النبات مباشرة وبذلك تؤثر على الحيوان العشبي ومنه إلى غيره، أو تقوم الأمطار بجرفها إلى المجاري المائية فتضر بجميع الكائنات الحية فيها، وهذا الأخير يحصل مع الأسمدة الزراعية [19].

### ت. التلوث بالمخلفات النفطية

يعتبر النفط مصدر من مصادر التلوث المائي و يؤثر بصفة خطيرة عن الكائنات الحية المائية سواء في البحار أو المحيطات و المتمثل في هلاك النباتات المائية بما يحتويه من سموم بحيث يشكل طبقة عازلة تعوق تبادل الغازات بين الهواء و الماء بالإضافة إلى تلوث الشواطئ، مما يؤثر على صحة الإنسان و السياحة كما يحدث هذا التلوث بسبب الحوادث البحرية بين الناقلات العملاقة، ومن مخلفات مصافي التكرير و السفن و الترسبات التي تحدث من آبار النفط و الأنابيب الناقلة [25].

### ث. التلوث بالأمطار الحامضية

هي الأمطار الملوثة بالغازات الحمضية مثل أكسيد الكبريت و أكسيد النتروجين اللذان يتحولان إلى حمض الكبريتيك و النتريتيك، المنبعثة من البراكين و احتراق الوقود، ومنه تعود إلى التربة و باقي مصادر المياه في الطبيعة، وتضر بجميع المسطحات المائية وخاصة منها المغلقة، فتعمل على رفع درجة حموضتها مما يؤثر على الكائنات الحية التي تعيش بداخلها، وتتسبب هذه الأمطار بإذابة بعض المعادن الثقيلة من التربة و تحملها إلى البحيرات و الأنهار وكذلك المياه الجوفية، مسببة أضرار للكائنات الحية بأنواعها وذلك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة [26].

### ج. الملوثات العضوية

أغلبها من المنتجات الإصناعية الناتجة عن النشاط البشري ومنها :

- الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات .
- مركبات متعددة الكلور و- ثنائي الفينيل .
- المذيبات المكثورة.
- المبيدات الحشرية .

- مشتقات البنزين.
- الفينول و مشتقاته .
- الأصبغة الإصطناعية [27].

### 3.5.1.I. التلوث البيولوجي

وهذا ناتج عن طرح مياه الصرف في الأوساط المائية النقية, الصالحة للشرب وغير الصالحة مثل الأنهار والبحار، فتعمل على تزويدها بالبكتيريا الممرضة والحيوانات الأولية (الفيروسات) فيؤدي ذلك إلى انخفاض نسبة الأكسجين في الماء وموت الأسماك وتعفن المياه، وقد تستعمل الطحالب هذه المياه العادمة الغنية بالمواد العضوية كسماد فتزيد من انتشارها وكثافتها، وكل ذلك يؤدي إلى تلوث المياه [28،19].

### 6.1.I. ملوثات الماء

تعرف الملوثات بحسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة بأنها أي مادة فيزيائية أو كيميائية أو عضوية أو إشعاعية موجودة في مياه الصرف وتعمل على تدني نوعية هذه المياه، وتشكل خطورة تمنع الاستفادة منها [18].

تنقسم المواد التي تلوث الماء إلى ثماني مجموعات, كل منها يضم عدد من المكونات لها خصائص وتأثيرات معينة على نوعية المياه, وتنحصر فيما يلي :

- 1- مواد سامة مثل الرصاص, الزرنيخ....الخ, بالإضافة إلى أنواع مختلفة من المركبات الكيميائية العضوية كالمبيدات, المنظفات, الدهون والزيوت.
- 2- مواد صلبة معلقة: أتربة و مواد غير ذائبة.
- 3- مواد مشعة مثل اليورانيوم والراديووم ...الخ.
- 4- حرارة (ذوبانية الأكسجين تعتمد على الحرارة).
- 5- كيماويات ذائبة في الماء كالألاح, أحماض و أيونات المعادن الثقيلة.
- 6- مواد بيولوجية مسببة للأمراض مثل البكتيريا الممرضة المؤثرة على صحة الإنسان التي تسبب أمراض كالقوليرا.
- 7- مغذيات عضوية مثل النتروجين و الفسفور التي تنتج عن إضافة الأسمدة للأراضي الزراعية.
- 8- مخلفات تستهلك الأكسجين الحيوي (مواد عضوية) [17،16].

### 7.1.I. تأثير تلوث المياه

للتلوث عدة تأثيرات والتي تسبب ضررا لصحة الإنسان والكائنات الحية، الإقتصاد، الصناعة و الأنظمة البيئية.



### 1.7.1.I. العواقب الصحية

العواقب الصحية هي تلك التي يجب مراعاتها كأولية، تكون مرتبطة باستهلاك المنتجات الغذائية الملوثة بالمياه أو بتناول المياه نفسها والأسمك وما إلى ذلك، أيضا بمجرد إتصال مع البيئة المائية [29].

### 3.7.1.I. العواقب الصناعية

تعتبر الصناعة المستهلك الكبير للمياه فهي تأخذ على سبيل المثال 3/1 من المياه لإنتاج 1 كغ من الألمنيوم حيث تكون جودة المياه المطلوبة في الصناعات عالية جدا سواء كيميائيا ( للحد من التمدن والتآكل) أو بيولوجيا ( مشكلة الوقود الحيوي، أي تلوث الأنابيب بواسطة الكائنات الحية)، وبالتالي يمكن إيقاف أو تأخير التنمية الصناعية عن طريق التلوث [30].

### 4.7.1.I. العواقب البيئية

يمكن رؤيتها من خلال تدهور النظام البيئي، من خلال ظهور نتائج سيئة تتمثل في التقليل من الاستغلال الأمثل لإمكانات البيئة كالصيد، تربية الأحياء والسياحة [29].

### 5.7.1.I. العواقب الزراعية

تستخدم المياه بشكل واسع في عملية الري بشكلها الخام (غير المعالج) ، فغالبا ما تحتوي هذه المياه على مواد سامة ومعادن ثقيلة تكون مصدر لتلوث التربة، حيث أن التربة و النباتات والمحاصيل الزراعية حساسة لجودة المياه [29].

### 8.1.I. طرق معالجة المياه الملوثة :

هناك العديد من التقنيات الفيزيوكيميائية التي تم تطويرها لإزالة التلوث من النفايات السائلة المحملة بالمواد الكيميائية المختلفة ومن هذه التقنيات ذكر الترشيح، التبادل الأيوني، التحليل الكهربائي، و الإمتزاز على سطوح مختلفة مثل الكربون المنشط، قشور الفول السوداني، في الأونة الأخيرة أظهرت الأبحاث أيضا أن الإمتزاز هو الأسلوب الأكثر فعالية لمعالجة تلوث المياه الناجم عن الأصباغ بحيث يمكن استخدام العديد من الممتزات [31،32].

### 2.I. الأصباغ

#### 1.2.I. نبذة تاريخية عن الأصباغ

استخدمت الأصباغ لآلاف السنين في صناعات مختلفة مثل المنسوجات والطلاء والعديد من التطبيقات الأخرى ، وحتى منتصف القرن التاسع عشر كانت الأصباغ المطبقة ذات أصل طبيعي، واستخدمت الأصباغ الغير عضوية مثلا الحبر و أكسيد المنغنيز بالإضافة إلى ذلك تم تطبيق الأصباغ العضوية الطبيعية، هذه الأصباغ هي مركبات عطرية تأتي أساسا من النباتات [33].

تم اكتشاف أول صبغة صناعية بواسطة العالم وليام بيركن William Perkin في عام 1856، عندما كان يحاول تخليق دواء الكوانين من اللينين وهي مادة كيميائية موجودة في الفحم حيث نتج عن التجربة مادة متخثرة سميكة داكنة اللون، وبتخفيف المادة المتخثرة بالكحول تحصل بيركن على محلول أرجواني اللون له إمكانية التصبيغ ومقاومة الغسل، ثم توالى الإكتشافات في مجال الأصباغ، وفي بداية القرن العشرين حلت الصبغات الصناعية محل الصبغات الطبيعية بشكل كامل [34].

### 2.2.I. تعريف الأصباغ

هي عبارة عن مواد ملونة تستطيع أن ترتبط بطريقة ما بالمادة المراد صباغتها أو طلاؤها لتكسيبها ألوان زاهية كما تعمل على حمايتها من أشعة الضوء، الأوكسجين و بعض الأحماض والقواعد وكذلك أثناء الغسل [35]، تحتوي في جزيئاتها على مجموعات تعطيها اللون تسمى الكروموفور (chromophore) ، ومجموعات أخرى تسمح لها بالثبيث تسمى الأوكسوكروم (Auxochromes) وتصنف هذه المجموعات حسب شدة اللون (الجدول 1.I)، كما تتميز الأصباغ بقدرتها على إمتصاص الإشعاع الضوئي في الطيف المرئي من 380 إلى 750 [36].

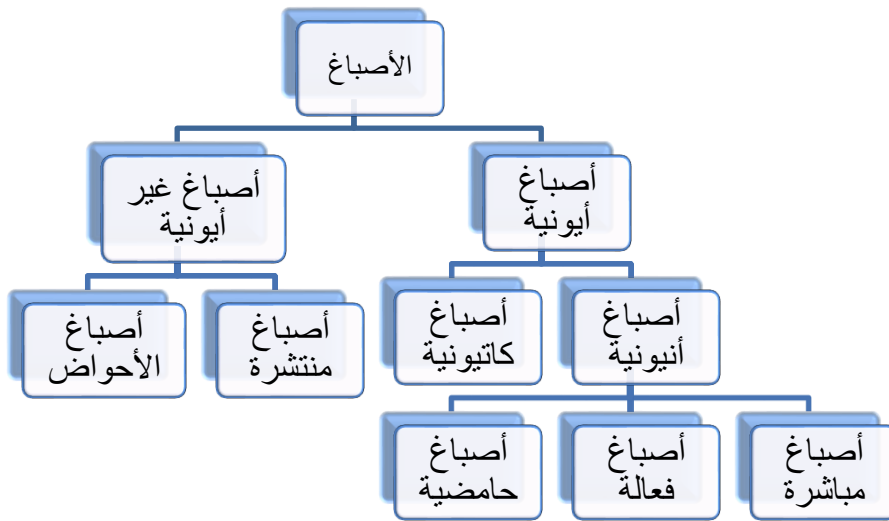
الجدول (1.I): تصنيف الأصبغة الصناعية حسب شدة اللون [37]

مجموعات الأوكسوكروم ( مثبتات اللون)	مجموعات الكروموفور ( ملونة)
أمينو (-NH <sub>2</sub> )	آزو (-N=N-)
ميثيل أمينو (-NHCH <sub>3</sub> )	نتروزو (-NO ou -N-OH)
ثنائي ميثيل أمينو (-N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	كربونيل (=C=O)
هيدروكسيل (-OH)	فنيل (-C=C-)
الكوكسيل (-OR)	نترو (-NO <sub>2</sub> ou =NO-OH)
مجموعات مانحة للإلكترونات	كبريتيد (>C=S)

### 3.2.I. تصنيف الأصباغ

#### أ. التصنيف حسب شحنة الأيون

يمكن تصنيف الأصباغ بناء على تركيبها أو مجموعتها الوظيفية أو بناء على شحنة الأيون عندما تذوب في الماء، وبما أن شحنة الأيون لها دور كبير في عملية الإمتزاز سوف نصنفها بناء على ذلك، حيث تقسم إلى أصباغ أيونية وأصباغ غير أيونية<sup>[38,39]</sup> كما هو موضح في الشكل (1.I)

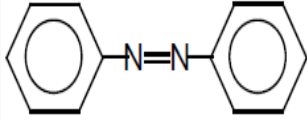
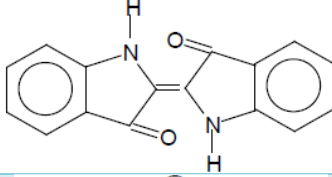
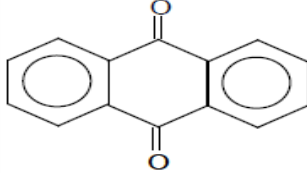
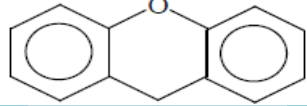
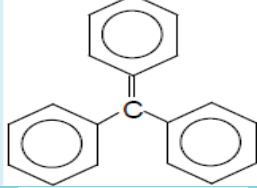
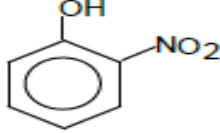


الشكل (1.I) : رسم توضيحي يبين تصنيف الأصباغ حسب شحنة الأيون [38].

#### ب. التصنيف الكيميائي:

تصنف الأصباغ كيميائياً إلى عدة أصناف موضحة في الجدول التالي [40]:

الجدول(2.I): التصنيف الكيميائي للأصباغ

الصيغة الكيميائية للصبغة	الصبغة
	أصباغ الأزو
	أصباغ النيلي
	أصباغ الأنثراكينون
	أصباغ الزانثين
	أصباغ ثلاثي فينيل ميثان
	أصباغ النيتروسيت والنيتروساتيد

#### 4.2.I. إستخدامات الأصباغ [41]

- صناعة النسيج .
- صناعة المواد البلاستيكية ودهانات البناء.
- صناعة مستحضرات التجميل.
- صناعة المواد الغذائية ( الملونات الغذائية).
- الطباعة ( الحبر و الورق).

#### 5.2.I. صبغة أزرق الميثيلين

صبغة أزرق الميثيلين تدعى أيضا تتراميثيل ثايونين كلورايد (tetramethylthionine chloride) هو مركب كيميائي عطري يعتبر من الأصباغ الكاتيونية، له الصيغة الكيميائية  $(C_{16}H_{18}N_3SCl)$ ، وهي مادة صلبة بشكل

مسحوق لونه أخضر داكن عديم الرائحة، يعطي محلولاً أزرق عندما يذاب في الماء [43،42]، والصيغة المميّهة له تحتوي ثلاث جزيئات من الماء وجزء من أزرق الميثيلين، يستعمل في درجة حرارة الغرفة، له استعمالات عديدة في المجالات الكيميائية [44].



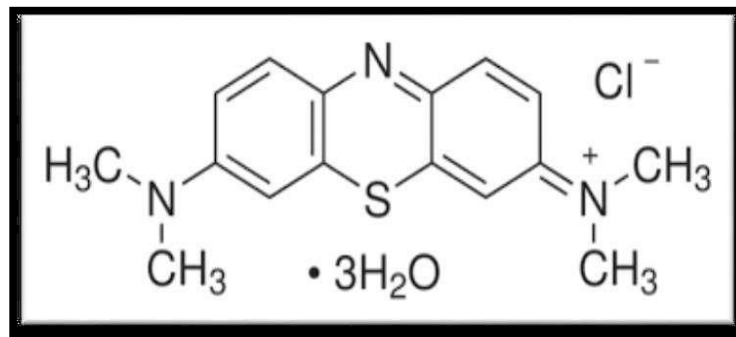
الشكل (2.I): صورة توضيحية لصبغة أزرق الميثيلين

### 6.2.I. خصائصها الفيزيائية و الكيميائية

يتميز أزرق الميثيلين بخصائص فيزيائية و كيميائية موضحة في الجدول (3.I)

الجدول (3.I): بعض الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لأزرق الميثيلين [45،44]

الإسم الكيميائي	Blue de méthylène
الصيغة الكيميائية	$C_{16}H_{18}N_3S$
المولية الكتلة	$M=319.85 \text{ g/mol}$
التسمية على حسب IUPAC	<b>Dimethylaminophenazathioniumchloride</b> (3.7-bis Tetramethylthionine chloride)
نقطة الإنصهار	$(100 - 110) \text{ C}^\circ$
$(20\text{C}^\circ)$ ذوبانيته	50g/l في الماء 10g/l في الإيثانول



الشكل (3.I): الصيغة الكيميائية لأزرق الميثيلين

### 7.2.I. تحضيرها

حضر أزرق الميثيلين لأول مرة سنة 1876 من قبل الكيميائي Hanrichcaro [46]، ويمكن أن يحضر المركب من تفاعل Dimethyl-4-phenylenediam مع كبريتيد الهيدروجين في وسط من حمض الهيدروكلوريك، متبوعاً بالأكسدة بواسطة كلوريد الحديد الثلاثي [47].

### 8.2.I. سمية صبغة أزرق الميثيلين

إن التعرض المستمر لصبغة الميثيلين يسبب العديد من المشاكل الصحية كالغثيان، القيء وحروق في العين، أما في حالة الاستنشاق يصبح التنفس سريع أو من الصعب التنفس وكذلك زيادة في معدل ضربات القلب، أما في حالة الابتلاع سيحدث تهيج الجهاز الهضمي، التعرق الغزير، الارتباك الذهني، الشعور بالحرقان، ارتفاع ضغط الدم، فقر الدم وغيرها، لذا فإن معالجة المياه الملوثة بهذه الصبغة في غاية الأهمية [43،42].

تصدر الأصباغ النترات و الفوسفات في الطبيعة، يمكن لهذه الأيونات المعدنية التي أصدرت بكثرة أن تصبح سامة على حياة الأسماك، وتسمم المياه. فاستهلاكها من طرف نباتات مائية يسرع من انتشارها ويؤدي استنزاف الأكسجين عن طريق عملية التركيب الضوئي في أعماق طبقات الأنهار و المياه الراكدة، كما يؤدي تراكم المادة العضوية في المجاري المائية إلى ظهور الأذواق السيئة، انتشار البكتيريا و الروائح الكريهة والألوان الغير طبيعية [7].

### 9.2.I. طرق إزالة الأصباغ

من المعروف أن المخلفات الصناعية الناتجة عن مصانع النسيج والصبغة وغيرها تتضمن كمية كبيرة من الأصبغة و المواد الفعالة إضافة إلى الأملاح المنحلة التي تتسبب بأضرار كبيرة للبيئة حيث تقوم العديد من الدول بإجراء دراسات بهدف معالجتها وبعية لنزع الأصبغة من هذه المخلفات قبل أن تصب في مجاري الأنهار [48]، وقد أظهرت الأبحاث العديد من طرق المعالجة البيولوجية (المعالجات الهوائية و اللاهوائية)، كما نذكر الطرق الكيميائية (التبادل الأيوني، الأكسدة بواسطة الأكسجين و الأوزون)، والطرق الفيزيوكيميائية (الفصل بالأغشية، التبخير، التكتل و الإمتزاز) [49].



**الفصل الثاني: الإمتزاز و استخدام كربون منشط من  
مخلفات النخيل**

### 1.II. عموميات حول الإمتزاز

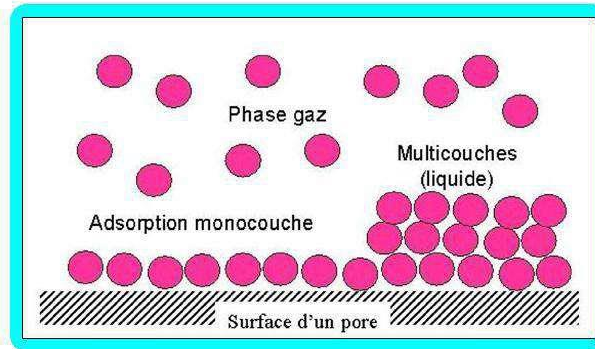
#### 1.1.II. نبذة تاريخية عن الإمتزاز

أدى استمرار التعامل مع الكربون و اتساع مجالات استخدامه إلى بروز الصفات الإمتزازية له مما زاد من أهميته بشكل كبير، وكانت أولى التطبيقات الصناعية لعملية الإمتزاز في بريطانيا نهاية القرن الثامن عشر و بالتحديد عام 1794, إذ أستخدم في قصر السكر و إزالة الألوان منه [1]، وعند إندلاع الحرب العالمية الأولى و ظهور الأسلحة الكيميائية استخدام الألمان الغازات السامة في هذه الحرب، ظهرت الحاجة إلى مواد ذات صفات إمتزازية عالية و هنا برزت أهمية الإمتزاز بواسطة الكربون في هذا المجال [50،51]، و استخدم الكربون المنشط و الكربون الخام عام 1971 كمادة مازة لإزالة بعض الأصباغ الحامضية و القاعدية من المحاليل المائية [52].

لقد دفعت الحاجة العديد من الباحثين لتحضير مواد مازة جديدة لاستخدامها في الأغراض البحثية المختلفة وكان الهدف من تحضير هذه المواد الحصول على مواد مازة يمكن استعمالها في تطبيقات خاصة أو مواد مازة من مصادر طبيعية رخيصة الثمن [1]، لذا اهتموا بدراسة إمتزاز بعض الإصبغ الفعالة على مواد مازة غير عضوية و بعض المواد الطبيعية مثل مخلفات النخيل [53].

#### 2.1.II. تعريف الإمتزاز

يعرف الإمتزاز بأنه ظاهرة فيزيوكيميائية تحدث عموماً لمواد سائلة أو غازية تكون في إحتكاك مع مادة صلبة [54]، تسمى المادة التي يحدث لها الإمتزاز على السطح بالمادة الممتزة (Adsorbate)، ويسمى السطح الذي يتم عليه الإمتزاز بالسطح الماز (Adsorbant)، ويكون الإرتباط بين جزيئات المادة الممتزة بالمواقع الفعالة للسطح الماز [55]، قد يقتصر الإمتزاز على تكوين طبقة جزيئية واحدة على السطح الماز، وتدعى عندئذ بالإمتزاز أحادي الجزيئية (Adsorption mono-moléculaire)، ويشمل الإمتزاز أحياناً على تكوين عدة طبقات جزيئية على سطح الماز و تسمى العملية بالإمتزاز متعدد الجزيئات (Adsorption multimoléculaire) [56].



الشكل (1.II): رسم مبسط لعملية الإمتزاز

### 3.1.II. أنواع الإمتزاز

يصنف الإمتزاز بالاعتماد على نوع وطبيعة القوى التي تربط الجزيئات أو ذرات المادة الممتزة بالسطح الصلب، وتتحد هذه القوى حسب طبيعة المادة المازة فضلا عن طبيعة السطح الماز من حيث نشاطه الإلكتروني، وعليه يمكن تصنيف الإمتزاز إلى نوعين هما [57]:

#### 1.3.1.II. الإمتزاز الفيزيائي

يعرف الإمتزاز الفيزيائي بالإمتزاز الطبيعي أو إمتزاز فاندرفالس [58]، وهو الذي تكون فيه قوى التجاذب بين الجزيئات الممتزة (جزيئات الطور الغازي أو الطور السائل) والجسم الماز (الجسم الصلب) ذات طبيعة فيزيائية مثل قوى فاندرفالس، ويتميز بطاقته الضعيفة، ويصاحب هذا النوع من الإمتزاز تكوين عدة طبقات جزيئية على السطح الماز [59].

#### 2.3.1.II. الإمتزاز الكيميائي

يعرف الإمتزاز الكيميائي بالإمتزاز النشط، ويتميز بتكوين أواصر كيميائية بين السطح والذرات أو الجزيئات الممتزة عليه، ويصاحب هذا النوع من الإمتزاز تكوين طبقة أحادية الجزيئة على السطح الماز [54]. يمكن إجمال الفروق بين نوعي الإمتزاز باستخدام العديد من المعايير المبينة في الجدول التالي

**الجدول (1.II): مقارنة بين الإمتزاز الفيزيائي و الكيميائي [61,60]**

الخصائص	الإمتزاز الفيزيائي	الإمتزاز الكيميائي
أنواع الروابط	روابط فيزيائية (فاندرفالس)	روابط كيميائية
درجة الحرارة العملية	ضعيفة نسبيا مقارنة بدرجة غليان المادة الممتزة	مرتفعة جدا مقارنة بدرجة غليان المادة الممتزة
الحركية	سريع، مستقل عن درجة الحرارة	بطيء جدا
إنفرادية الجزيئات	إنفرادية الجزيئات محفوظة	تدمير إنفرادية الجزيئات
حرارة الإمتزاز	أقل من 10 kcal/mol	أكبر من 10 Kcal/mol
الطاقة المطبقة	ضعيفة	مرتفعة جدا
نوع التكوين	تكوين متعدد وأحادي الطبقة	تكوين أحادي الطبقة
الإنترزاز (عكس الإمتزاز)	ضعيف	صعب
طاقة التنشيط	لا يحتاج إلى تنشيط	يحتاج إلى التنشيط
تأثير الضغط	كلما زاد الضغط زاد الإمتزاز (تناسب طردي)	لا يوجد تناسب طردي، في بعض الأحيان تقل الكمية الممتزة بزيادة الضغط

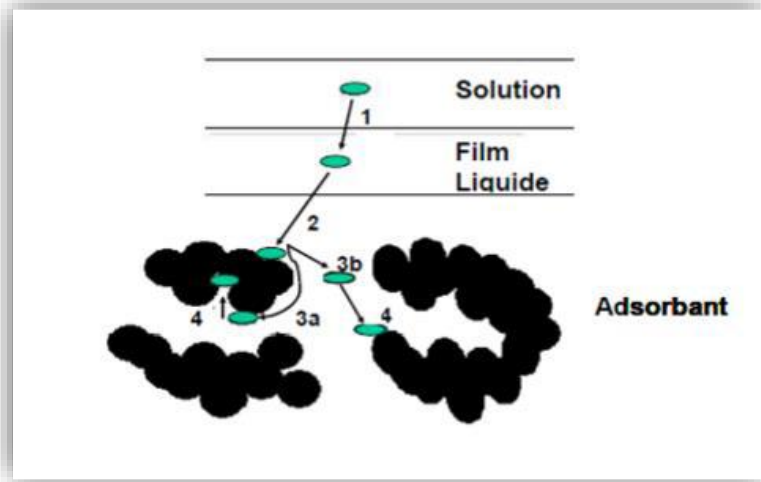
#### 4.1.II. أهمية الإمتزاز

على الرغم من أن الإمتزاز يعد من التقنيات القديمة فإنه يملك من الأهمية ما يجعل أي صناعة في الوقت الحاضر لا تستغني عنه في تطبيقاتها واستخداماتها، فهو يستخدم في صناعات البترول و الأصباغ والصناعات الغذائية كالزيوت والألبان وغيرها من الصناعات التي لا حصر لها [62،63]، كما تستخدم عملية الإمتزاز لإنجاز العديد من عمليات الفصل [64].

لقد توسعت عمليات تطبيق الإمتزاز في الآونة الأخيرة بسرعة كبيرة جدا بسبب الحاجة المتزايدة إليها وارتفاع المتطلبات البيئية بصورة واسعة كما ونوعا [1]، وساهم التطور التكنولوجي الكبير في تحضير وتوفير العديد من المواد المازة المتنوعة وساعد هذا الأمر بدوره على إنجاز الكثير من التطبيقات المهمة في عمليات الإمتزاز و لأغراض المختلفة [65].

#### 5.1.II. وصف آلية الإمتزاز

الإمتزاز هو عملية لإزالة الصبغة إلى حد كبير، وتتم هذه العملية على أربع مراحل وهذا ما يمثله الشكل (2.II).



الشكل (2.II): مجالات وجود المادة الممتزة أثناء الإمتزاز على المواد المازة

قبل عملية الإمتزاز تمر المادة الممتزة بعدة مراحل:

- 1- إنتشار المادة الممتزة من الطور السائل الخارجي إلى المنطقة القريبة من سطح المادة المازة .
- 2- إنتشار خارجي للحبيبات من المواد ( إنتقال المادة الممتزة من خلال شريط السائل نحو سطح الحبيبات ) .
- 3- إنتقال داخلي للحبيبات من المواد ( إنتقال المادة داخل البنية المسامية للسطح الخارجي للحبيبات نحو المواقع النشطة).
- 4- تفاعل الإمتزاز في إتصال مع المواقع النشطة، مرة واحدة في المحلول، و الجزيء يعتبر غير متحرك [66].

### 6.1.II. العوامل المؤثرة على ظاهرة الإمتزاز

ظاهرة الإمتزاز تتأثر بالعديد من العوامل :

#### 1.6.1.II. طبيعة الماز

نستطيع تصنيف الماز كالتالي :

- الماز غير القطبي: له ألفة كبيرة تجاه المركبات غير القطبية مثل الكربون ، الغرافيت .... الخ.
- الماز القطبي: مثل جال السيليس والطين، الذي يمتاز الالكتروليتات ، في هذه الحالة يكون الإمتزاز اختياري حيث ترتبط الكاتيونات أو الأنيونات حسب شحنة السطح الماز [27].

#### 2.6.1.II. تأثير الممتز

للحصول على إمتزاز جيد يجب تحقيق ألفة بين الصلب و المذاب، بصفة عامة المواد القطبية تمتاز بالأفضلية الأجسام القطبية الأخرى، وعلى العكس الصلب الغير القطبي يمتاز بالأفضلية المركبات الغير القطبية، بالإضافة إلى ذلك ألفة المواد تزداد وفقا لكتلة الممتز [27].

#### 3.6.1.II. السطح النوعي

حركة الإمتزاز تتعلق ببعد السطح الخارجي للجسيمات وهي أساسية من أجل استعمال الماز، هذا السطح النوعي الخارجي يمثل جزء صغير من السطح الكلي المتوفر للإمتزاز. السطح الكلي للإمتزاز يزداد بسحق الكتلة الصلبة [67].

#### 4.6.1.II. أبعاد المسامات

بعد المسامات جد مهم أثناء إمتزاز الأجسام المنحلة مقارنة بالغازية، وذلك لأن أبعاد الجسيمات المنحلة تستطيع أن تتغير في حدود واسعة مقارنة بأبعاد جسيمات الغاز، فأزرق الميثيلين المتشكل من جزيئات ضخمة، يمتاز بمقدار 4 مرات على كربون كبير المسام مقارنة بالكربون دقيق المسام [27].

#### 5.6.1.II. تأثير درجة الحرارة

الإمتزاز الفيزيوكيميائي ناشر للحرارة، هذا يجعل نسبة الإمتزاز تكون جيدة عند درجة الحرارة المنخفضة، أما عندما يكون الإمتزاز ماص للحرارة فإن درجة الحرارة المرتفعة تكون المفضلة في العملية [68].

### 6.6.1.II. الرقم الهيدروجيني (pH)

درجة الحموضة لها تأثير كبير على خصائص الإمتزاز، وفي أغلب الأحيان يتم الحصول على أفضل النتائج عند أدنى درجة حموضة (pH)، هذه الخاصية تنطبق خاصة على إمتزاز المواد الحمضية [67].

### 7.1.II. إيزوتارم الإمتزاز

يمكن وصف عملية الإمتزاز باستخدام إيزوتارم الإمتزاز، لهذا فإن الإيزوتارم هو منحنى يمثل العلاقة بين كمية المادة الممتزة وتركيز المذاب في المحلول عند التوازن، يتم الحصول على هذا المنحنى من نتائج الإختبارات العملية التي أجريت في وقت معين في درجة حرارة ثابتة، يتم حساب كمية المادة الممتزة باستخدام المعادلة التالية [69]:

$$q_e = (C_0 - C_e) \cdot V/m \dots (1)$$

حيث :

$C_0$ : التركيز الابتدائي للمادة الممتزة (mg/g) .

$q_e$ : كمية المادة الممتزة عند الإلتزان (mg/g) .

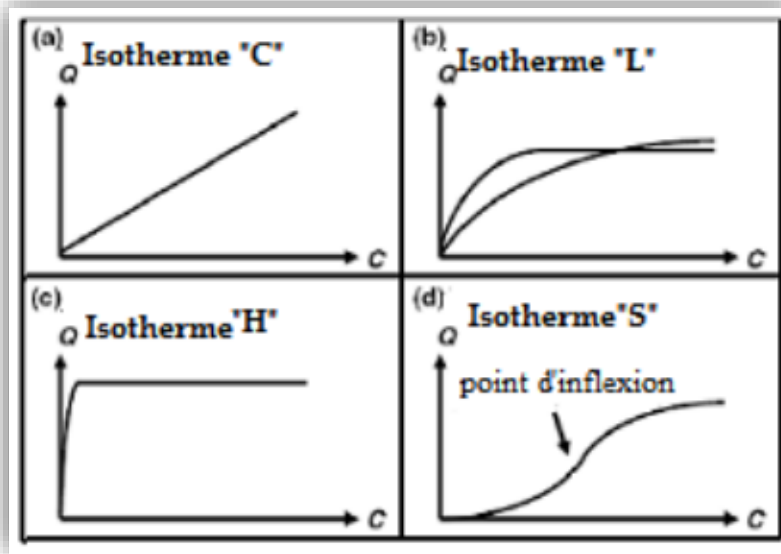
$C_e$ : تركيز المادة الممتزة في المحلول عند الاتزان (mg/l) .

$m$ : كمية المادة الممتزة (g) .

$V$ : حجم المحلول (L) .

### 8.1.II. تصنيفات إيزوتارم الإمتزاز

إن رسم العلاقة بين كمية المادة الممتزة على سطح ما مقابل تركيز هذه المادة عند الإلتزان مع ثبات درجة الحرارة يعطي منحنى يطلق عليه إيزوتارم الإمتزاز [58]، وتم تصنيف إيزوتارمات الإمتزاز إلى أربعة أصناف رئيسية، كما هو موضح في الشكل (3.II).



الشكل (3.II): التصنيفات الأربعة لإيزوتارم الإمتزاز



### • إيزوتارم النوع " C " :

المنحنى عبارة عن خط مستقيم يمر عبر المبدأ، وهو يمثل النسبة بين تركيز المادة الممتزة على الطور الصلب و المتبقية في الطور السائل وهذه النسبة ثابتة مهما تغير التركيز، غالبا ما يتم استخدام إيزوتارم النوع "C" كتقريب للواقع أثناء التعامل مع التراكيز المنخفضة [29].

### • إيزوتارم النوع " L " :

في هذا المنحنى يقل الميل بزيادة تركيز المحلول حيث تقل مواقع الإمتزاز الخالية نتيجة ملئ هذه المواقع باستخدام التركيز المنخفض [7].

### • إيزوتارم النوع " H " :

يمثل هذا المنحنى العلاقة القوية بين تركيز المادة الممتزة وكمية المادة الممتزة، وهو يمثل حالة خاصة من النوع L، حيث أن مواقع الإمتزاز من طرف سطح المادة المازة في البداية تكون سريعة الإمتزاز وعند تشبع الجزيئات تثبت مهما زاد تركيز المادة الممتزة [29].

### • إيزوتارم النوع " S " :

ينقسم هذا المنحنى إلى شقين الأول يعبر عن بداية الإمتزاز، فنجد أنه كلما زاد تركيز المادة الممتزة زادت كمية الإمتزاز وعند مرحلة التشبع الكلي لجزيئات المادة الممتزة ( نقطة الإنعطاف )، يأتي الشق الثاني والذي تثبت فيه كمية الإمتزاز مهما زاد التركيز والذي يدل على أن نقص تركيز المحلول يؤثر على الإمتزاز بشكل كبير فكلما زاد تركيز المادة الممتزة زادت كمية الإمتزاز [70].

## 9.1.II. نماذج الإمتزاز

عدة قوانين اقترحت لدراسة الإمتزاز و تطورت العديد من النماذج في وصف العمليات المطبقة، الدراسة الأكثر استعمالا تتضمن قياس إيزوتارمات الإمتزاز الممثلة للتوزيع المتوازن للمذاب بين المذيب و الطور الماز. النماذج الأكثر تجاوبا ممثلة في الفقرات التالية [27]:

### 1.9.1.II. إيزوتارم لانغمير

هذا النموذج اقترح سنة 1918 إستنادا للفرضيات التالية [54] :

- السطح تكون متجانسة طاويا.
- كل موقع نشط يمتز وحدة واحدة.
- فعالية موقع معين لا تتأثر بالمواقع المجاورة.
- المركبات الممتزة لا تتفاعل فيما بينها.
- الإمتزاز بطبقة واحدة على السطح الماز.

يعبر عن ايزوتارم لانغمير بالعلاقة التالية [54] :

$$q_e = \frac{q_m k_L C_e}{1 + k_L C_e} \dots (2)$$

حيث:

$q_e$ : كمية المادة الممتزة عند الاتزان (mg/g).

$C_e$ : التركيز عند الاتزان (mg/l).

$q_m$ : الكمية العظمى للإمتزاز (mg/g).

$K_L$ : ثابت لانغمير (l/mg).

وبإجراء تعديلات في مواضع متغيرات المعادلة تصبح :

$$\frac{1}{q_e} = \left( \frac{1}{q_m K_L} \right) \frac{1}{C_e} + \frac{1}{q_m} \dots (3)$$

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m k_L} + \left( \frac{1}{q_m} \right) C_e \dots (4)$$

هذا النموذج مميز بعامل الإمتزاز  $R_L$

$$R_L = \frac{1}{(1 + K_L C_0)} \dots (5)$$

$R_L = 0$ : تفاعل غير عكوس.

$0 < R_L < 1$ : التفاعل ملائم ترموديناميكيا.

$R_L = 1$ : إمتزاز خطي.

$R_L > 1$ : التفاعل غير ملائم ترموديناميكيا.

### 2.9.1. II. إيزوتارم فراندليش

اقترح العالم الألماني فراندليش هذا النموذج سنة 1924 [54]، وهو النموذج الأكثر شيوعا، يطبق على العديد من الحالات، ولاسيما حالة الإمتزاز متعدد الطبقات مع التفاعلات المحتملة بين الجزيئات الممتزة، تعطى المعادلة لهذا النموذج كما يلي [27]:

$$q_e = K_f \cdot C_e^n \dots (6)$$

حيث:

$q_e$ : كمية المادة الممتزة عند الإمتزاز (mg/g).

$C_e$ : تركيز الممتز في المحلول عند الاتزان (mg/l).

$K_f$  و  $n$ : ثوابت فراندليش .

بأخذ لوغار يتم للطرفين تصبح المعادلة بالشكل الآتي [54] :

$$\text{Log } Q_e = \text{Log } K_f + n \text{ Log } C_e \dots (7)$$

### 10.1.II. حركية الإمتزاز

توجد عدة نماذج حركية يمكن استعمالها للتعبير عن ثوابت سرعة المذاب على الصلب [27].

#### 1.10.1.II. نموذج حركية شبه الرتبة الأولى

التعبير عن النموذج الحركي لشبه الرتبة الأولى دائما ما يتم إقتسابه من النموذج الذي وضعه العالم LAGERGREN سنة 1898 [71].

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1 (q_e - q_t) \dots (8)$$

حيث :

$q_e$ : كمية المادة الممتزة عند الإمتزاز (mg/g).

$q_t$ : كمية المادة الممتزة عند اللحظة  $t$  (mg/g).

$K_1$ : ثابت السرعة لحركية شبه الرتبة الأولى ( $\text{min}^{-1}$ ).

$t$ : زمن الإمتزاز  $\text{min}$ .

تكامل المعادلة السابقة يعطي :

$$\text{Ln } (q_e - q_t) = \text{Ln } q_e - K_1 t \dots (9)$$

#### 2.10.1.II. نموذج حركية شبه الرتبة الثانية

سرعة تفاعل شبه الرتبة الثانية متعلقة بالكمية الممتزة على السطح الماز والكمية الممتزة عند التوازن، التعبير الحركي لهذا لنموذج موضح في المعادلة التالية [72] :

$$\frac{dq}{dt} = K_2(q_e - q_t)^2 \dots (10)$$

حيث:

$q_e$  : كمية المادة الممتزة عند الإمتزاز (mg/g).

$q_t$  : كمية المادة الممتزة عند اللحظة t (mg/g).

$K_2$  : ثابت السرعة لحركية شبه الرتبة الثانية (g/mg . min).

t : زمن الإمتزاز min.

تكامل هذه المعادلة يعطي:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{K_2 q_e^2} + \left( \frac{1}{q_e} \right) t \dots (11)$$

### 3.10.1. II نموذج الإنتشار داخل الجزيئات

هناك أربع خطوات في عملية الإمتزاز للمواد الصلبة والمسامية وهي كما يلي [73]:

- نقل المذاب من المحلول نحو طبقة محدودة محيطة بالجسيمات.
  - نقل المذاب من طبقة محدودة نحو سطح الماز.
  - نقل المذاب إلى مواقع المواز: نشره في الميكرو و الماكرو بور.
  - التفاعلات بين جزيئات المذاب ومواقع السطح النشطة : الإمتزاز, التعقيد و الترسيب .
- أ. معامل الإنتشار:

يعبر عن نموذج الإنتشار داخل الجسيمات بالعلاقة التالية [27]:

$$q_t = K_{int} \cdot \sqrt{t} + X_i \dots (12)$$

حيث :

$K_{int}$ : ثابت الإنتشار داخل الجسيم (mg.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1/2</sup>).

$q_t$  : الكمية الممتزة عند اللحظة t (mg.g<sup>-1</sup>).

$X_i$  : قيمة سمك الطبقة الحدية (mg/g) .

t : الزمن (min).

### 11.1.II. الدراسة الترموديناميكية

آلية الإمتزاز يمكن تسليط الضوء عليها من خلال الدراسة الترموديناميكية، فتحديد كل من الطاقة الحرة ( $\Delta G^\circ$ )، الإختلاف في الأنتالبية ( $\Delta S^\circ$ ) والإختلاف في الأنتروبية ( $\Delta H^\circ$ ) الذي يعطي فكرة جلية عن الإمتزاز عما إذا كان فيزيائي أو كيميائي [10]. ولتقدير الإختلاف في الطاقة الحرة للتفاعل يتم إعطاء الإمتزاز بواسطة:

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S \dots (13)$$

بشكل عام ، يرافق دائما ظاهرة الإمتزاز عملية حرارية يمكن أن تكون إما ناشرة للحرارة ( $\Delta H < 0$ ) أو ماصة للحرارة ( $\Delta H > 0$ ) [7].

$$\Delta G^\circ = -RT \cdot \ln K \dots (14)$$

يمكن حساب قيم  $\Delta H^\circ$  و  $\Delta S^\circ$  من معادلة Van't Hoff على النحو التالي [74]:

$$\ln K = -\frac{\Delta H}{RT} + \frac{\Delta S}{R} \dots (15)$$

حيث:

$\Delta G^\circ$ : الإختلاف في الطاقة الحرة (KJ/ mol).

$\Delta H^\circ$ : الإختلاف في الأنطالبي (KJ/ mol).

$\Delta S^\circ$ : الإختلاف في الأنتروبي (KJ/ mol. K).

R : ثابت الغازات المثالية ( $8.314 \text{ J. mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ).

T: درجة الحرارة المطلقة ( $^\circ\text{K}$ ).

K : ثابت التوزيع (L/g).

### 12.1.II. تطبيقات الامتزاز

#### 1.11.1.II. تطبيقات الإمتزاز في الطور السائل

التطبيقات في الوسط السائل تنقسم إلى مجالين لفصل المركبات الكيميائية نذكر منها [54]:

- **مجال معالجة المحاليل الممددة:** يجب أن نميز بين إزالة الأملاح التي تعتبر شوائب، وهو مجال تصفية المذيبات عن طريق الإمتزاز أو استرداد المواد المذابة وهذا هو مجال الإستخلاص عن طريق الإمتزاز، لهذا تعددت التطبيقات الصناعية أهمها معالجة المياه مثل تنقية المنتجات البترولية و المواد الدهنية الحيوانية منها و النباتية [54].
- **تجزئة الخلائط السائلة:** هناك عدد قليل من العمليات الصناعية تسمح بتجزئة نطاق واسع عن طريق الإمتزاز إنطلاقا من خلائط مهمة إقتصاديا مثل المنتجات البترولية، إلا أن طرق التحليل الأخرى مثل الكروماتوغرافيا السائلة عند ضغط مرتفع احتلت المرتبة الأولى في كفاءتها و أدائها [75].

### 2.11.1.II. تطبيقات في الطور الغازي

أهم التطبيقات في الطور الغازي تتعلق بالتجفيف و تصفية الهواء [76].

### 2.II. عموميات حول النخيل

#### 1.2.II. أصل النخيل

نخلة التمر سيدة الشجر عرفت زراعتها في عصور ما قبل التاريخ وورد ذكرها في بعض النصوص الأثرية أنها الشجرة التي يناطح سعفها السماء، وما يظهر قدم زراعة النخيل في المنطقة العربية هو ظهور كتابات ونقوش في واد الرافدين والنيل تعود إلى عدة آلاف من السنين 4000 سنة قبل ميلاد عيسى عليه السلام حيث كانت مقدسة عند قدماء السوماريين، البابليين، الأشوريين والفراعنة [77].

مكنت أشجار النخيل إلى جانب الموارد المائية للإنسان منذ أقدم العصور في بناء حضارات عريقة داخل نطاقات مناخية حارة وجافة، حيث تعتبر شجرة الحياة في المناطق الصحراوية والشبه صحراوية [78]، حيث إهتم الإنسان بها وعمل على زراعتها منذ القدم لما جناه من منافع منتوجها، فكان التمر غذاءه و مصدر قوته، كما انتفع من أجزائها المختلفة بصنع سقف لبيته، الحبال، الحصير وغيرها من الوسائل [10].

### 2.2.II. النخيل في الديانات السماوية

حظيت النخلة بمكانة سامية في جميع الديانات السماوية منها التوراة، وبمكانة أسمى في القرآن الكريم، فقد ذكرها الله في كتابه الكريم أكثر من مرة في عدة مواضع بلغت 17 سورة تارة مشيرا لثمرها وتارة أخرى لأجزائها من بينها قوله تعالى {ينبت لكم به الزرع والزيتون والنخيل والأعناب ومن كل الثمرات} إن في ذلك لآية لقوم يتفكرون { سورة النحل الآية 11 وقوله تعالى {والقمر قدرناه منازل حتى عاد كالعرجون القديم} سورة يس الآية 39. كما نالت ثمارها حظا وافيا من حياة الأنبياء والصحابة فكانت الزاد من الحروب والشفاء في الداء، فقد أوصانا عليه

الصلاة والسلام في حديثه {أكرموا عمتكم النخلة}، وملكت النخلة عقول وقلوب الأدباء والشعراء، قال أبو نواس: كرائم في السماء زهين طوالا [79].

### 3.2.II. التصنيف النباتي للنخيل

الإسم العلمي للنخلة هو *Phoenix dactylifera* L. وتعود التسمية بهذا الإسم للعالم Linne عام 1734، ومن الناحية التاريخية فإن مصطلح *Phoenix* جاء من التسمية اليونانية للتمر وهي مأخوذة من فينيقيا *Phoenicia* و يشير إلى الإسم القديم لمدينة فينيقية، حيث كان الفينيقيون يملكون النخل وهم الذين نشروا زراعته في حوض الأبيض المتوسط، أما *dactylifera* فهو مشتق من الإسم اللاتيني *Dactylus* أي بمعنى الشكل الأصبعي لشكل التمرة [81،80].

يعتبر نخيل التمر من النباتات ذات الفلقة الواحدة ثنائية المسكن، أي أن هناك نخلة تحمل أزهار ذكورية تسمى النخلة الذكر أو الذكار بالجزائر ونخلة أخرى تحمل أزهار أنثوية تسمى النخلة الأنثى وهي التي تثمر [82]، والتصنيف النباتي لنخيل التمر موضح في الجدول (2.II).

الجدول (2.II): التصنيف النباتي لنخيل التمر. *Phoenix dactylifera* L. [84،83]

النوع	الجنس	تحت الفصيلة	الفصيلة	القبيلة	الترتيب	المجموعة	المملكة
<b>Phoenix Dactylifera L</b>	phoenix	Coryphoideae	Palmaceae	Phoeniceae	Plamea	Spadiciflora	Plantae

### 4.2.II. مورفولوجيا النخيل

تتكون شجرة النخيل من الأجزاء التالية:

#### أولاً : النظام الجذري

إن جذور النباتات تنقسم إلى جذور وتدية وجذور عرضية الأولى تنشأ من الجذير وتتميز بمحور رئيسي يعرف بالجذر الإبتدائي تتفرع منه جذور ثانوية أو جذيرات، أما الثانية فتنشأ من قاعدة الساق الجانبية في النخيل البذري حديث التكوين كما تنشأ من الجذع في النخيل الفتى والبالغ [84]. يتصف النظام الجذري للنخيل بالجذر الحزمي إذ لا يتشعب إلا قليلاً مكوناً الجذير الثانوي البصلة وتكون ضخمة وجزء منها يظهر فوق التربة [86،85].

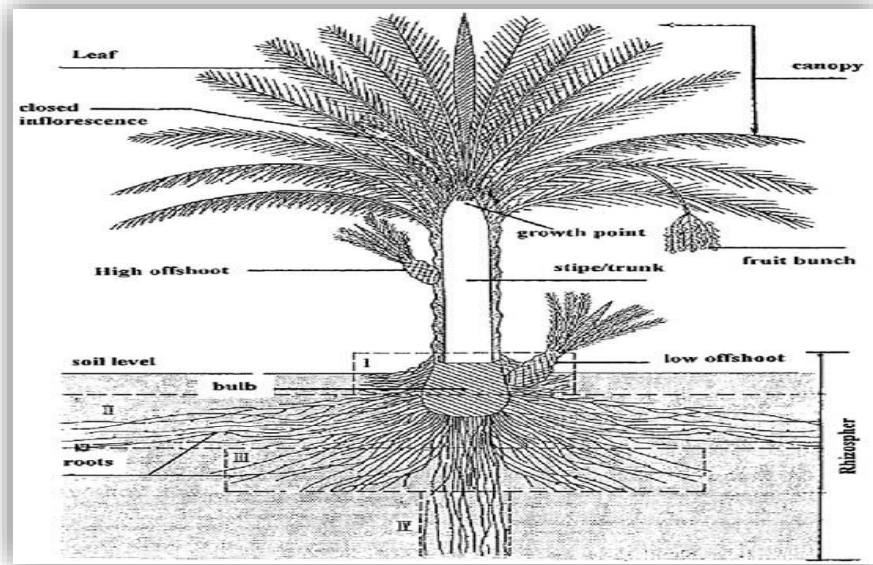
#### ثانياً : الجذع

الجذع هو الساق الأسطوانية الشكل الذي يشمل الجزء العلوي للنخلة اعتباراً من قاعدة اتصاله بالتربة [87]، يتراوح نمو الطول السنوي بين (30سم إلى 90سم)، ويمكن أن نقدر عمر النخلة من طولها [85].

### ثالثاً : السعف

السعف مفرداً سعفة هي عبارة عن ورقة مركبة ريشية كبيرة يتفاوت طولها في النخل الكامل النمو من 2.7 م إلى 6 م، الوريقات مرتبة بشكل منحنى منتظم على المحور، وتنمو السعفة من الجمارة، وهي تعيش عادة من 3 إلى 7 سنوات. تتكون السعفة من الأجزاء الآتية [85]:

قاعدة السعفة (الكربة أو الكرنافة)، النصل (الجزء العلوي من السعفة)، الخوص (الوريقات)، الأشواك .



الشكل (4.II): رسم توضيحي لنخلة التمر (*Phoenix dactylifera L*)

### 3.II. الكربون المنشط

#### 1.3.II. تعريف الكربون المنشط

يعرف المجلس الأوروبي لإتحاد الصناعة الكيميائية (C.E.F.I.C.) الكربون المنشط بأنه مواد كربونية ذات بنية مسامية تعطي مساحة احتكاك داخلية كبيرة، هذه المواد القادرة على إمتزاز مركبات عديدة على سطحها الداخلي، تسمى هذه المركبات بالمواد الممتزة [88].

#### 2.3.II. بنية الكربون المنشط

يتكون الكربون المنشط 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 [56]، تواجد الذرات غير المتجانسة تقود إلى كربون فعال يحوي مجموعات وظيفية على حواف البلورات الدقيقة [89].



### 4.3.II. تحضير الكربون المنشط

الكربون المنشط يحضر انطلاقا من عدد كبير من المواد النباتية أو الحيوانية أو المعدنية الأصل، والتي تكون غنية بمادة الكربون مثل: الخشب، قشور جوز الهند، معادن الكربون وغيرها [46]، تحضير الكربون المنشط يكون على مرحلتين:

#### 1.4.3.II. الكربنة

تتطوي هذه الخطوة على الإنحلال الحراري للمواد الأولية غير المميهة في وسط قليل التأكسد في درجة حرارة بين  $200^{\circ}\text{C}$  و  $600^{\circ}\text{C}$  [54]، عندما تكون الذرات غير المتجانسة منزوعة تكون المادة غنية بذرات الكربون والتي تكون على شكل طبقات عطرية تنظم بشكل غير معتدل مبعثر تاركة بينها فراغات، هذه الفراغات تؤكد وجود المسامية الأولية للناتج الكربوني بسطح النوعي يقدر  $10\text{م}^2/\text{غ}$  [68].

#### 2.4.3.II. التنشيط

الهدف من هذه المرحلة هو زيادة حجم المسامات و توسيعها، كما أن طبيعة المادة الأولية المستخدمة أثناء التفحيم تؤثر على بنية وسعة المسامات، التنشيط يزيل البنية الكربونية المنظمة على شكل أوراق عطرية، وهناك طريقتان للتنشيط [54]:

##### • التنشيط الفيزيائي:

التنشيط الفيزيائي يركز على الأكسدة في درجات حرارة مرتفعة ( $750^{\circ}\text{C}$ - $1000^{\circ}\text{C}$ ) بوجود أكاسيد غازية، والغاز المستعمل في هذه المرحلة " الهواء، بخار الماء و ثاني أكسيد الكربون " على شكل خليط، مستوى درجة الحرارة يلعب دورا كبيرا في عملية التنشيط و تجانس و توسيع المسامات [54].

##### • التنشيط الكيميائي:

يتم بغسل المادة المفحمة، وهي المرحلة التي تعتبر شرطا لإتمام الأكسدة باستعمال حمض الفسفوريك ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )، أو كلور الزنك ( $\text{ZnCl}_2$ )، أو هيدروكسيد البوتاسيوم ( $\text{KOH}$ )، أو حمض الكبريتيك ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )، ونعرض المادة لدرجة حرارة منخفضة مقارنة بالتنشيط الفيزيائي من أجل إعادة تنظيم بنية المادة الكربونية المنشطة، و بعد التفاعلات تغسل المادة الكربونية المنشطة بالماء المقطر جيدا لإزالة كل أثر للمواد الكيميائية المتبقية. المعالجة الكربونية في هذه الشروط تحسن من زيادة البنية المسامية [54].

### 5.3.II. هيئة الكربون المنشط:

الكربون النشط يمكن أن يتواجد بعدة أشكال نذكر منها [54]:

**II.1.5.3. الكربون المنشط الحبيبي (CAG):** (0.4 - 4 ملم) يستعمل في غالب الأحيان في معالجة مياه الشرب بوجود مرشحات مثبتة بواسطة معدن أو بالاسمنت، وعند مرور الماء يقوم الكربون النشط بنزع الملوثات العضوية.

**II.2.5.3. الكربون المنشط المسحوق (CAP):** (0.14 - 0.045 ملم) يتم عن طريق التحريك في الوسط المائي ثم يتم الترشيح بعد ذلك.

### II.6.3. الإمتزاز على الكربون المنشط:

يقوم الكربون المنشط بإمتزاز الملوثات من خلال المجموعات المنتشرة على السطح (بخاصية الإمتزاز الكيميائي) وهنا تتكون رابطة بين المادة المازة (الكربون المنشط) و المادة الممتزة (الملوثات) أو من خلال الفراغات و الفجوات الموجودة (بخاصية الإمتزاز الفيزيائي) حيث تنتقل المادة الممتزة بين الفراغات حتى تصل إلى السطوح الداخلية للفجوات، وفي هذه الحالة نجد أن القوة الإمتزازية تعتمد على نوع الفجوات و المساحة السطحية المتاحة لعملية الإمتزاز بالإضافة إلى حجم الجزيئات الممتزة (الملوثات) [90].

### II.7.3. التطبيقات المختلفة للكربون المنشط

الإمتزاز على الكربون النشط عملية فعالة لإزالة اللون، الرائحة، الطعم و المركبات العضوية و الغير عضوية غير المرغوب فيها من مياه الشرب [54].

يستعمل في معالجة مياه الصرف الصناعي، تصفية الهواء في الصناعات الغذائية و الصناعات الكيماوية، تنقية العديد من المنتجات الكيماوية و الغذائية و الدوائية [54].

يستخدم في إزالة المركبات العضوية المتطايرة من غرف التنظيف الجاف والدهان وفي تنظيف وإعادة تأهيل المواقع الملوثة [91].

يستعمل الكربون المنشط أيضا في صناعات متنوعة كالصناعة الصيدلانية، الكيماوية، البترول، التعدين وذلك بسبب خصائصه الإمتزازية الناجمة عن كبر سطحه النوعي [92].

## الفصل الثالث: دراسة الخصائص و العوامل المؤثرة

### 1.III. تمهيد

هذا الجزء من الدراسة يعتبر كجزء نظري لأننا لم نتمكن من تطبيقه في المختبر وذلك نظرا للظروف المحيطة (إنتشار الفيروس كورونا (Covid-19))، بل تمكنا فقط من تحضير المادة المازة و تحضير المحلول الأم والمحاليل الممددة و قياس إمتصاصيتها باستعمال جهاز مطيافية الأشعة فوق بنفسجية والمرئية لنتمكن من رسم منحنى المعايرة.

في هذا الجزء من العمل يتم اختبار فعالية الكربون المنشط المحضر من أحد مخلفات نخيل الذكار (قاعدة السعف) في إمتزاز الملوث العضوي (صبغة أزرق الميثيلين) من المحاليل المائية, حيث سيتم توضيح كيفية جمع العينات وتهيئتها للدراسة، ودراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للمادة المدروسة، مع دراسة العوامل المؤثرة على مردود إزالة الملوثات العضوية من المحاليل المائية بهدف الوصول إلى الشروط المثلى، ولإنجاز هذا العمل تتم الإستعانة بالمواد والتجهيزات الآتية.

### 2.III. المواد والمحاليل المستعملة

المواد المستعملة خلال هذا العمل التطبيقي مبينة في الجدول (1.III)

الجدول (1.III): المواد والمحاليل المستعملة

المادة الكيميائية	الصيغة الكيميائية	الشركة	درجة النقاوة
صبغة أزرق الميثيلين	$C_{16}H_{18}N_3SCl$	-	-
حمض كلور الماء	Hcl	Biochem Chemopharma	35% - 37%
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	Biochem Chemopharma	98%
حمض الكبريت المركز	$H_2SO_4$	Biochem Chemopharma	96% - 98%

### 3.III. الأجهزة المستعملة

الأجهزة المستخدمة خلال جميع مراحل العمل هي :

- جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء
- جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (spectrophotomètreUV/ Visible) طراز

Spectro Scan 80D/80DV

- جهاز قياس الأس الهيدروجيني (pH mètre) .
- فرن تجفيف طراز (J.P.SELECTA,s.a.) وفرن حرق.
- جهاز رج وتسخين.
- ميزان إلكتروني.
- طاحن(هراس).
- الحمام المائي الإلكتروني.
- المجهر الإلكتروني الماسح.

#### 4.III. الأدوات المستعملة

أجريت هذه الدراسة باستعمال الأدوات التالية: (بيشر، مخبار مدرج، إرلينة، ماصة، حوجلة، قمع، ورق الترشيح، ملعقة مخبرية، زجاجة ساعة، غربال بأقطار مختلفة).

#### 5.III. الطرق والأساليب المستعملة

##### 1.5.III. أصل المادة

تزرع الجزائر بثروة كبيرة من من أشجار النخيل تقدر ب 18.6 مليون نخلة، والتي بدورها تخلف العديد من المخلفات المتجددة سنويا، حيث تنتج الصيانة السنوية للنخيل وديعة قابلة للتجديد تقدر بنحو 200000 طن من المخلفات المتجددة التي تتكون أساسا من أشجار جافة [49]، ومن هذه المخلفات قاعدة السعف الذي سنقوم باستعماله في هذا العمل التطبيقي.



الشكل (1.III) : قواعد السعف

### 2.5.III. جمع العينات

أخذت عينات هذه الدراسة من المعهد الوطني للبحوث الزراعية بسيدي مهدي- تقرت INRAA بمنطقة وادي ريغ في شهر أكتوبر من عام 2019 حيث تعد هذه الفترة فترة تكريب النخيل.

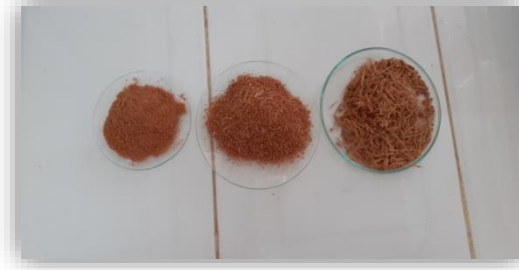
### 3.5.III. المعهد الوطني للبحوث الزراعية INRAA

يقع المعهد الوطني للبحوث الزراعية بسيدي مهدي INRAA بمدينة تقرت التي تقع في الجزء الشمالي لوادي ريغ، هذا الأخير يقع في الجنوب الشرقي الجزائري على طول العرق الشرقي الكبير بين ولاية وادي سوف وتقرت، ويعتبر منطقة زراعية بالدرجة الأولى، حيث تشمل هذه المنطقة عدة واحات ( المعروفة بإنتاجها للتمور ) وأكثرها إنتاجا هي تقرت [93].

### 4.5.III. تحضير الكربون المنشط

تأخذ قواعد سعف نخيل الذكار وتغسل جيدا بماء الحنفية حتى تنزع منها كل الشوائب، ثم تغسل مرة أخرى بالماء المقطر جيدا.

تجفف العينات السابقة في مجفف مدة 24 ساعة وعند درجة حرارة  $105^{\circ}\text{C}$ ، بعد ذلك تطحن العينة و تغربل بحيث الحبيبات المختارة قطرها بين 0.5 - 1.5 مم .



الشكل (2.III) : العينة بعد عملية الغريلة

بعدها تتم المعالجة الكيميائية للحبات المتحصل عليها قبل الكربنة وذلك بمزج كمية معينة من العينة المختارة مع حمض الكبريت المركز مع الماء بنسبة 1/1، تأخذ العينة إلى الفرن لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة  $103^{\circ}\text{C}$ ، ثم تحفظ في قارورات مغلقة جيدا ( في معزل عن الهواء).

بعد المعالجة الكيميائية تتم عملية الكربنة تأخذ العينة إلى المجفف لمدة 24 ساعة وعند درجة حرارة  $107^{\circ}\text{C}$ .

تأخذ العينة في معزل عن الهواء من المجفف إلى الفرن مباشرة أي القيام بعملية الكربنة لمدة ساعتين حتى الوصول إلى الدرجة  $350^{\circ}\text{C}$  و تنتظر حتى يرجع للدرجة العادية.

تأخذ العينة و تغسل بحمض كلور الماء HCl تركيزه 0.1 M وذلك لنزع البقايا الجافة الناتجة من عملية الحرق، تأتي الخطوة الأخيرة وهي عملية الغسل بالماء المقطر حتى يصبح الوسط متعادلاً، مدة الغسل في وفرة الماء تدوم عدة أيام. عندها تجفف العينة لمدة 9 ساعات على الأقل تحت درجة حرارة  $107^{\circ}\text{C}$ ، ثم تترك لتبرد ثم تحفظ في قارورات مغلقة جيداً في معزل عن الهواء وهكذا نكون تحصلنا على كربون نشط حبيبي [94].

### 6.III. خصائص الكربون المنشط

إن معرفة كل من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والهيكلية لأي مادة ضرورية للمساهمة في فهم العديد من الظواهر كالإمتزاز وغيرها، و من أجل معرفة خصائص الفحم المنشط المحضر من قواعد سعف نخيل الذكار يتم القيام بالتجارب الآتية:

#### 1.6.III. درجة حموضة الكربون المنشط (ال pH)

يوضع 1g من الكربون المنشط في 100مل من الماء المقطر، ويتم تقلبيه لمدة 24 ساعة في جهاز نرشح العينة باستعمال ورق الترشيح ثم يقاس pH المحلول بواسطة جهاز pH متر.

#### 2.6.III. الرطوبة النسبية للكربون المنشط

يتم حساب نسبة الرطوبة عن طريق تجفيف المادة في الفرن، يوضع 2g من الكربون المنشط في بيشر ثم يوزن ليكون الوزن (P1)، بعدها يسخن في درجة حرارة  $105^{\circ}\text{C}$  مدة ساعة ثم يترك يبرد في مجفف حوالي نصف ساعة وتوزن مرة أخرى (P2)، يمكن حساب الرطوبة النسبية للكربون بالصيغة التالية:

$$\text{H}\% = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100 \dots (1)$$

#### 3.6.III. الكتلة الحجمية الظاهرية ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

يتم حساب الكتلة الحجمية الظاهرية بوضع كتلة معينة من المادة المدروسة في مخبر مدرج حتى تحتل حجم معين منه، وتحسب بالعلاقة التالية :

$$P = m/V_T \dots (2)$$

حيث:

P: الكتلة الحجمية الظاهرية .

m : كتلة المادة (g) .

$V_T$  : حجم المادة ( $cm^3$ ).

### 4.6.III. طيف الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR)

يفيد مطياف الأشعة تحت الحمراء في التعرف على التركيبة الكيميائية للكربون المنشط و أهم المجموعات الوظيفية الموجودة فيه [95]، كما يعتمد التحليل الطيفي باستخدام الأشعة تحت الحمراء (FTIR) على امتصاص الأشعة بواسطة المادة المراد تحليلها، حيث تسمح بالكشف عن الإهتزازات المميزة للروابط و الوظائف الكيميائية الموجودة في المادة [29].



الشكل (3.III): جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR

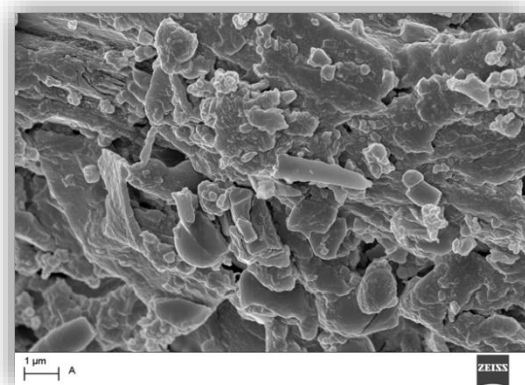
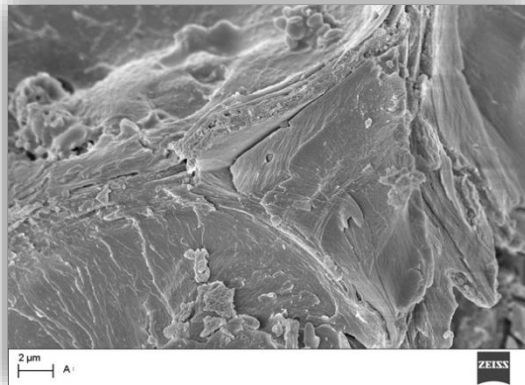
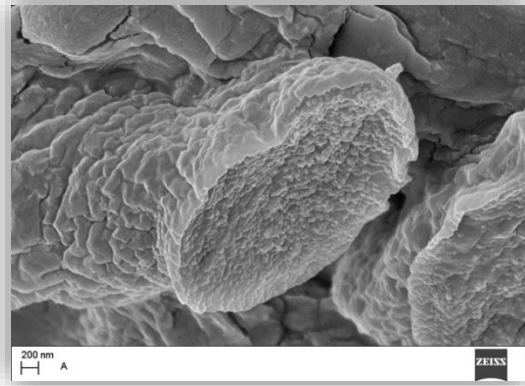
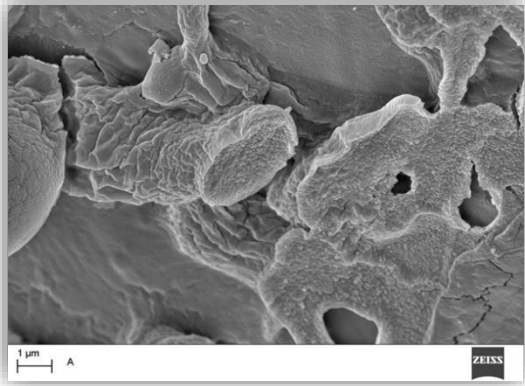
### 5.6.III. صور الكربون المنشط بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح (MEB)

يتم تصوير الكربون المنشط بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح المبين في الصورة (4.III)، التصوير يكون بعدة تكبيرات من أجل تصوير السطح الخارجي له.



الشكل (4.III) : المجهر الإلكتروني الماسح (MEB)





الشكل (5.III): صور لعينات من قواعد السعف تحت المجهر الإلكتروني الماسح [10]

### 7.III. الملوث العضوي (صبغة أزرق الميثيلين)

صبغة الميثيلين الزرقاء من الأصباغ الكاتيونية (القاعدية) صيغتها الكيميائية  $C_{16}H_{18}N_3SCl$  عبارة عن مسحوق أخضر داكن يعطي لون أزرق عندما يذوب في الماء [57]، لديها ذوبانية عالية في الماء وقليلة الذوبان في الكحول.

في هذه الدراسة اخترنا صبغة الميثيلين الزرقاء بسبب إمتزازها المعروف على المواد الصلبة كما أنها تستخدم في العديد من التطبيقات [29].

### 8.III. تحضير المحاليل

#### 1..8.III. تحضير محلول الصبغة القياسي

تم تحضير محلول أزرق الميثيلين الأم بتركيز (500mg/l) إنطلاقاً من كتلة 0.5g من مسحوق أزرق الميثيلين (BM) نذبتها في إرلينة 1L ونواصل بالماء المقطر حتى الخط العياري.



الشكل (6.III): محلول أزرق الميثيلين القياسي

ثم اعتمدنا على طريقة التمديد لتحضير محاليل مخففة حجمها 100ml و بتراكيز مختلفة تراوحت بين (50mg/l – 5mg/l).

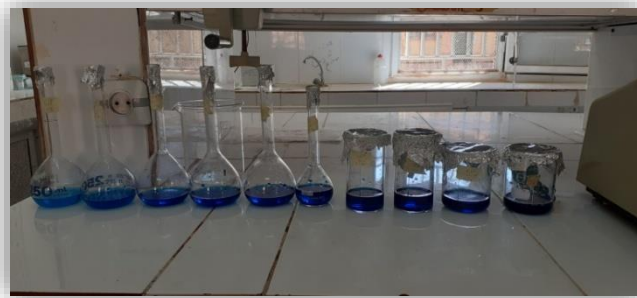
$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \dots (3)$$

$C_1$  : تركيز المحلول قبل التخفيف .

$C_2$  : تركيز المحلول بعد التخفيف .

$V_1$  : حجم المحلول قبل التخفيف .

$V_2$  : حجم المحلول بعد التخفيف .



الشكل (7.III): محاليل صبغة أزرق الميثيلين الممددة

### 2..8III. تحديد الطول الموجي الأعظمي لأزرق الميثيلين ( $\lambda_{max}$ )

لأجل تعيين الطول الموجي لصبغة أزرق الميثيلين BM يتم إجراء المسح الطيفي الإلكتروني باستخدام التركيز المناسب، وذلك بعد تحضير المحلول الأم والمحاليل مخففة، هذا الطول الموجي هو الذي سوف يحدث عنده أعلى

إمتصاص لمحلول الصبغة ( الطول الموجي الأعظمي  $\lambda_{max}$  ) وذلك بقياس الإمتصاصية لمحلول صبغة الميثيلين ذو التركيز الأقل عند أطوال موجية مختلفة ضمن مجال 200-400 نانومتر.



الشكل (8.III): مطياف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية

### 3..8.III. بناء منحنى المعايرة

بعد قياس إمتصاصية محلول الصبغة القياسي باستعمال مطياف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية أحادي الشعاع من النوع (Spectro Scan 80D/80DV) الذي ثبتنا فيه الطول الموجي الأعظمي ( $\lambda_{max}$ ) من أجل بناء منحنى المعايرة.

يتم رسم العلاقة بين الإمتصاصية والتركيز حيث يحسب تركيز الصبغة بوحدة (mg/l) وبعد معالجة النتائج بطريقة المربعات الصغرى Least square méthode.

$$Y = aX + b \dots (4)$$

$$[C.V] \left( \frac{mg}{L} \right) = \frac{Abs - a}{b} \dots (5)$$

### 9.III. العوامل المؤثرة على الإمتزاز

من أجل اختبار إمتزاز صبغة أزرق الميثيلين لآبد من دراسة العوامل المختلفة المؤثرة على الإمتزاز مثل التركيز الإبتدائي لأزرق الميثيلين، زمن التلامس، كتلة المادة، الـpH، درجة الحرارة و سرعة الرج.

يتم الحصول على كمية أزرق الميثيلين الممتزة عند التوازن لكل وحدة وزن من المادة المازة بالعلاقة التالية [69]:

$$q_e = (C_0 - C_e). V/m \dots (6)$$

حيث:

$q_e$  : كمية المادة الممتزة عند الإمتزان ( mg/g ) .

$C_0$  : التركيز الابتدائي للمادة الممتزة (mg/L).

$C_e$  : التركيز عند الإمتزان (mg/l) .

$m$  : كمية المادة الممتزة ( g ) .

$V$  : حجم المحلول ( L ) .

ويعطى المرودود بالعلاقة التالية:

$$R(\%) = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \cdot 100 \dots (7)$$

### 1.9.III. تأثير التركيز الأولي للصبغة

لدراسة تأثير تركيز صبغة أزرق الميثيلين على نسبة الإمتزاز يتم تحضير 10 محاليل مخففة إنطلاقاً من المحلول القياسي بتركيز مختلفة (30 إلى 500 mg/l) حجم كل عينة 50ml، مع إضافة كتلة 0.2g من الكربون المنشط، في درجة الحموضة العادية ثم يتم رج المحاليل مدة ساعة ونصف بسرعة 400tr/ min ، ترشح العينات و تأخذ رشاحة كل عينة إلى جهاز مطياف الأشعة فوق بنفسجية والمرئية لقياس الإمتصاص .

### 2.9.III. تأثير زمن التلامس ( زمن الإتصال )

من أجل تحديد الزمن الازم لحدوث التلامس يتم تحضير 10 العينات تحتوي كل عينة على 50ml من محلول أزرق الميثيلين بالتركيز الأمثل مع كتلة 0.2g من الكربون المنشط في درجة الحرارة العادية، وخضعت هذه العينات لعملية الرج لفترات زمنية مختلفة من 10 إلى 100 دقيقة بسرعة 400tr/ min ، وفي كل زمن تأخذ العينات و ترشح بعدها تأخذ الرشاحة لقياس إمتصاصيتها بجهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية .

### 3.9.III. تأثير كتلة الكربون المنشط

لدراسة تأثير تغير الكتلة على عملية الإمتزاز يتم تحضير 5 محاليل مخففة من المحلول الأم بالتركيز الأمثل وحجم 50ml مع كمية متغيرة من الكربون المنشط 0.5g - 1g - 1.5g - 2g - 2.5g بعدها يتم القيام بعملية الرج بسرعة 400tr/ min لفترة زمنية مثلى .

### 4.9.III. تأثير الأس الهيدروجيني (pH)

لدراسة تأثير الدالة الحمضية pH يتم تحضير 6 عينات من المحلول القياسي حجمها 50 ml بعد تثبيت أفضل

تركيز وأفضل زمن وأفضل كتلة، يتم ضبط pH كل عينة عند (9،8،7،6،5،4) باستخدام محلول حمضي HCl (0.1M) و قاعدي NaOH (0.1M) وفقا لدرجة الحموضة المطلوبة عند القيم المختلفة، ويستخدم للقياس جهاز pH metre، توضع العينات السابقة في جهاز الرج بسرعة 400tr/ min ، بعدها ترشح المحاليل وتأخذ رشاحة كل عينة لقياس إمتصاصيتها بجهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية و المرئية.

### 5.9.III. تأثير درجة الحرارة

من أجل دراسة تأثير درجة الحرارة على إمتزاز صبغة الميثيلين يتم تحضير 4 عينات تحتوي كل منها على 50ml بعد تثبيت أفضل تركيز وأفضل زمن وأفضل كتلة و pH الأمثل، تمت هذه الدراسة في درجة حرارة مختلفة (25C° , 35C° , 45C° , 55C°)، وتخضع لعملية الرج بسرعة 400tr/ min، بعدها ترشح كل عينة للحصول على الرشاحة التي تقاس إمتصاصيتها بجهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية و المرئية.

### 6. 9.III. تأثير سرعة الرج

يتم دراسة تأثير سرعة الرج على عملية الإمتزاز حيث يتم تحضير 5 محاليل تحتوي على 50ml بعد تثبيت أفضل تركيز وأفضل زمن وأفضل كتلة و pH الأمثل ودرجة الحرارة المثلى، وتخضع العينات لعملية الرج بالسرعات التالية : (200 tr/min - 300 tr/min - 400 tr/min - 500tr/min - 600 tr/min).

### 10.III. نمذجة الإمتزاز

#### 1.10.III. إيزوتارم الإمتزاز

تمت دراسة نموذجين لإيزوتارم الإمتزاز، غالبا ما يستخدم لتحديد قدرة تثبيت الصبغة وتحديد نوع الإمتزاز حيث تسمح لنا هذه النماذج بحساب الحد الأقصى للإمتزاز [78].

#### 1.1.10.III. نموذج لانغمير

يعتبر في هذا النموذج أن الإمتزاز يحدث على سطح إمتزاز محدد، يعبر عن إيزوتارم لانغمير بالعلاقة التالية [54]:

$$q_e = \frac{q_m k_L C_e}{1 + k_L C_e} \dots (8)$$

وبإجراء تعديلات في مواضع متغيرات المعادلة تصيح :

$$\frac{1}{q_e} = \left( \frac{1}{q_m k_L} \right) \frac{1}{C_e} + \frac{1}{q_m} \dots (9)$$

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_m k_L} + \left(\frac{1}{q_m}\right) C_e \dots (10)$$

حيث

$q_e$ : كمية المادة الممتزة عند الإتزان (mg/g).

$C_e$ : التركيز عند الاتزان (mg/l).

$q_m$ : الكمية العظمى للإمتزاز (mg/g).

$K_L$ : ثابت لانجمير (l/mg).

هذا النموذج مميز بعامل الإتزان  $R_L$

$$R_L = \frac{1}{(1+K_L C_0)} \dots (11)$$

$R_L = 0$ : تفاعل غير عكوس .

$0 < R_L < 1$ : التفاعل ملائم ترموديناميكيا.

$R_L = 1$ : إمتزاز خطي.

$R_L > 1$ : التفاعل غير ملائم ترموديناميكيا.

### 2.1.10.III نموذج فراندليش

يستخدم هذا النموذج لتقييم الإمتزاز على السطوح الغير متجانسة، تعطى المعادلة لهذا النموذج كما يلي [27]:

$$q_e = K_f \cdot C_e^n \dots (12)$$

بأخذ لوغاريتم للطرفين تصبح المعادلة بالشكل الآتي [54]:

$$\text{Log } Q_e = \text{Log } K_f + n \text{ Log } C_e \dots (13)$$

حيث:

$q_e$ : كمية المادة الممتزة (mg/g) .

$C_e$ : تركيز الممتز في المحلول عند الاتزان (mg/l) .

$n$  و  $K_f$ : ثوابت فراندليش .

### 2.10.III الدراسة الحركية

يمكن فهم سيرورة عملية الإمتزاز من خلال تطبيق النماذج الحركية للإمتزاز:

### 1.2.10.III. نموذج حركية شبه الرتبة الأولى

يتم تحديد حركية إمتزاز المادة على الصبغة في هذا النموذج، ويعبر عنه بالمعادلات التالية [71]:

$$\frac{dq_t}{dt} = k_1 (q_e - q_t) \dots (14)$$

تكامل المعادلة السابقة يعطي :

$$\ln (q_e - q_t) = \ln q_e - K_1 t \dots (15)$$

حيث :

$q_e$ : كمية المادة الممتزة عند الإتران (mg/g).

$q_t$ : كمية المادة الممتزة عند اللحظة t (mg/g).

$K_1$ : ثابت السرعة لحركية شبه الرتبة الأولى ( $\text{min}^{-1}$ ).

t: زمن الإمتزاز  $\text{min}$ .

نحسب المعلمات الحركية لنموذج لنجمير والذي يسمى معامل الإنحدار ( $R^2$ ) ويتوافق هذا النموذج عند تقارب معامل الإنحدار من الـ 1 [29].

### 2.2.10.III. نموذج حركية شبه الرتبة الثانية

يسمح تطبيق هذا النموذج بتحديد الترتيب الثاني الوهمي للتفاعل في عملية الإمتزاز [96]، ويعبر عنه بالعلاقة التالية [72]:

$$\frac{dq}{dt} = K_2 (q_e - q_t)^2 \dots (16)$$

تكامل هذه المعادلة يعطي:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{K_2 q_e^2} + \left( \frac{1}{q_e} \right) t \dots (17)$$

حيث:

$K_2$ : ثابت السرعة لحركية شبه الرتبة الثانية (g/mg . min).

$q_e$ : كمية المادة الممتزة عند الإتران (mg/g).

$q_t$ : كمية المادة الممتزة عند اللحظة  $t$  (mg/g).

$t$ : زمن الإمتزاز  $min$ .

### III.3.2.10. نموذج الإنتشار داخل الجسيمات

هي واحدة من مراحل عملية الإمتزاز، ويعبر عن نموذج الإنتشار داخل الجسيمات بالعلاقة التالية [27]

$$q_t = K_{int} \cdot \sqrt{t} + X_i \dots (18)$$

حيث:

$K_{int}$ : ثابت الإنتشار داخل الجسيم ( $mg \cdot g^{-1} \cdot min^{-1/2}$ ).

$q_t$ : الكمية الممتزة عند اللحظة  $t$  ( $mg \cdot g^{-1}$ ).

$X_i$ : قيمة سمك الطبقة الحدية ( $mg/g$ ).

$t$ : الزمن ( $min$ ).

### III.11. الدراسة الترموديناميكية

الإمتزاز ظاهرة يمكن أن تكون ماصة أو ناشرة للحرارة وذلك اعتمادا على المواد المازة و طبيعة الجزيئات الممتزة، ومن أجل فهم ظاهرة الديناميكا الحرارية لإمتصاص الأصباغ قمنا بتحديد الاختلاف في الطاقة الحرة ( $\Delta G$ )، الاختلاف في الأنتالبية ( $\Delta S$ ) والاختلاف في الأنتروبية ( $\Delta H$ ) الذي يعطي فكرة جلية عن الإمتزاز عما إذا كان فيزيائي أو كيميائي [29]، كما يمكن ترجمت هذه الدراسة بالمعادلات التالية [74]:

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S \dots (19)$$

$$\Delta G^\circ = -RT \cdot \ln K \dots (20)$$

$$\ln K = -\frac{\Delta H}{RT} + \frac{\Delta S}{R} \dots (21)$$

حيث:

$\Delta G^\circ$ : الاختلاف في الطاقة الحرة ( $KJ/mol$ ).

$\Delta H^\circ$ : الاختلاف في الأنطالبي ( $KJ/mol$ ).

$\Delta S^\circ$ : الاختلاف في الأنتروبي ( $KJ/mol \cdot K$ ).



R : ثابت الغازات المثالية ( $8.314 \text{ J. mol}^{-1} . \text{K}^{-1}$ ).

T: درجة الحرارة المطلقة ( $^{\circ}\text{K}$ ).

K : ثابت التوزيع ( $\text{L/g}$ ).

## الفصل الرابع: بعض النتائج والدراسات السابقة

### 1.IV. نتائج الإمتزاز

#### 1.1.IV. نتائج المعايرة لصبغة أزرق الميثيلين

بواسطة جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية و المرئية تم إجراء تحليل لصبغة أزرق الميثيلين، يبين الجدول التالي الطول الموجي الأعظمي لهذه الصبغة.

الجدول(1.IV):  $\lambda_{max}$  للصبغة BM

$\lambda_{max}$	الصبغة
665	أزرق الميثيلين

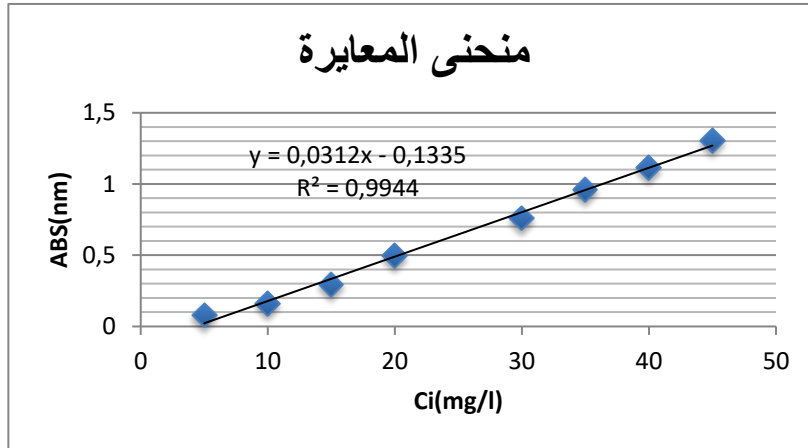
تم قياس إمتصاصية المحاليل المخففة باستخدام جهاز مطيافية الأشعة فوق بنفسجية والمرئية، والجدول التالي يوضح هذه القيم .

الجدول(2. IV): قيم الإمتصاصية لمحلول صبغة أزرق الميثيلين

C (mg/l)	ABS ( nm)
5	0.079
10	0.162
15	0.294
20	0.496
30	0.759
35	0.961
40	1.114
45	1.305

#### 2.1.IV. منحنى المعايرة

تمكنا من رسم منحنى المعايرة من المحاليل المخففة بعد تحديد الطول الموجي الأعظمي لصبغة أزرق الميثيلين، وهذا ما يوضحه الشكل التالي:



الشكل (1.IV): منحنى المعايرة لأزرق الميثيلين في 665 nm

القيم موافقة لقانون بيرلومبير لأنها تشكل خط مستقيم بخطأ معياري  $R^2 = 0.994$  ومعادلة الخط:

$$Y = 0.031X - 0.133$$

#### 2.IV. الدراسات السابقة

##### 1.2.IV. تمهيد

يكون الهدف من استعراض الدراسات السابقة هو تعريف القارئ بكافة الدراسات التي سبق إجراؤها في موضوع البحث، مع عرضها بطريقة منطقية وأمينية تأخذ في الحسبان أوجه التشابه و أوجه الاختلاف بين نتائجها.

هناك العديد من الدراسات التي تطرقت إلى استخدام ظاهرة الإمتزاز لإزالة الملوثات المائية كالأصبغ مستعملين في ذلك مواد مازة طبيعية وذلك في الوطن العربي و المجتمعات العالمية.

يتضمن هذا الجزء من الفصل عرضاً للبحوث والدراسات السابقة التي أتيحت لنا الإطلاع عليها، والتي تتناول المتغيرات التي لها صلة بالدراسة الحالية، مرتبة من الأقدم إلى الأحدث، وبعد عرضها من أجل معرفة علاقة الدراسة الحالية بالدراسات السابقة، سيتم تحليل هذه الدراسات من حيث الموضوعات والأهداف، العينة والإجراءات المنهجية، الأدوات و النتائج.

##### 2.2.IV. الدراسة الأولى

دراسة C.Namasivayam و D. Kavitha (2002) بعنوان :

Removal of Congo Red from water by adsorption onto activated carbon prepared from coir pith, an agricultural solid waste.

التي تهدف إلى دراسة إمكانية الإستفادة من المواد الماصة الأقل تكلفة لإزالة الأصباغ العضوية من المياه وذلك بتحضير كربون منشط منها، اعتمدت هذه الدراسة على المنهج التجريبي، وكانت عينتها الكربون المنشط المحضر من لب جوز الهند، تناول هذا البحث كيفية تحضير الكربون المنشط مع دراسة العوامل المؤثرة على الإمتزاز ( زمن التلامس، التركيز الابتدائي، درجة الحموضة و درجة الحرارة)، كما تمت دراسة إيزوتارمات الإمتزاز طبقا لإيزوتارم لانجمير و فراندليش، وكانت أبرز نتائجها أن سعة الإمتزاز هي 6.7 مغ صبغة لكل غرام من الممتزات، كما أن الرقم الهيدروجيني الحمضي الأكثر ملائمة للإمتزاز، نمذجة النتائج أظهرت تطابق مع النموذج الحركي لشبه الرتبة الثانية [97].

#### 3.2.IV. الدراسة الثانية

دراسة صابر السيد منصور المسماري و رفقائه حسين عبد الفتاح خلف و إبراهيم علي الصرصور (2010).

بعنوان: دراسة حركية إمتزاز صبغة الميثيلين الأزرق على سطح الفحم المنتج من بذور الزيتون والمنشط بحمض الفوسفوريك، والتي تهدف إلى دراسة حركية إمتزاز صبغة أزرق الميثيلين على سطح الفحم المنتج من بذور الزيتون والمنشط كيميائيا بحمض الفوسفوريك عن طريق تطبيق نماذج حركية شبه الرتبة الأولى والثانية وكذلك حساب ثوابت الإمتزاز عند درجات حرارة مختلفة (293،313،303 كلفن) وذلك لمعرفة إلى أي نموذج تنطبق عملية الإمتزاز تحت الدراسة بالإضافة إلى حساب طاقة التنشيط، اعتمدت هذه الدراسة على المنهج التجريبي، وكانت عينتها الفحم المنشط المحضر من بذور الزيتون، تناول هذا البحث كيفية تحضير فحم من بذور الزيتون وتنشيطه عن طريق معاملته بحمض الفوسفوريك 40% ثم حرقه عند 673 كلفن لمدة ساعتين، وتم دراسة إيزوتارمات الإمتزاز طبقا لإيزوتارم لانجمير و فراندليش، وكانت أبرز نتائجها أن كمية الصبغة الممتزة على سطح الفحم تزداد مع زيادة درجة الحرارة، كما وجد أن هذا الفحم المحضر يملك مساحة سطح مرتفعة، وكانت النتائج تشير إلى إتباع هذا النظام لإيزوتارم لانجمير و معادلة حركية شبه الرتبة الثانية ومن خلال قيم ثابت الإمتزاز لشبه الرتبة الثانية تم حساب طاقة التنشيط لعملية الإمتزاز، وبقياس فترة نصف العمر وجد أنها تتراوح بين 17 و 21 دقيقة خلال درجات الحرارة تحت الدراسة، علاوة على ذلك فإن عملية الإمتزاز تشارك فيها مساحة السطح الخارجية والمسام الداخلية كما ظهر من نتائج نموذج الإنتشار [98].

#### 4.2.IV. الدراسة الثالثة

دراسة عادل ضو مصباح الورفلي، الهادي محمد صفا و علي الجميعي (2010).

بعنوان: دور نشارة الخشب المعالجة كيميائيا و بيولوجيا في إزالة صبغة الميثيلين الأزرق والتي هدفت إلى دراسة قابلية نشارة الخشب للعمل كمادة إمتزاز جديدة لإمتزاز و إزالة صبغة أزرق الميثيلين من مياه الصرف الصناعي، اعتمدت هذه الدراسة على المنهج التجريبي، وكانت عينتها نشارة الخشب، تناول هذا البحث تحضير النشارة

للتجربة وكيفية معالجتها ب HCl و NaOH بعدها تمت دراسة العوامل المؤثرة على عملية الإمتزاز ( التركيز الابتدائي للصبغة، زمن الإتصال) وتم دراسة إيزوتارمات الإمتزاز طبقا لإيزوتارم لانجمير و فراندليش، كما تم تعيين المعاملات الديناميكية الحرارية لعملية الإمتزاز، وكانت أبرز نتائجها: أن النسبة المئوية لتركيز الصبغة الممتازة تزداد بزيادة التركيز الابتدائي للصبغة، وكذلك وجد أن النسبة المئوية لتركيز الصبغة الممتازة تصل إلى أقصى قيمة (حالة الإتزان) عند زمن إتصال حوال 25 دقيقة مما يدل على أن آلية الصبغة ترجع إلى عملية الإمتزاز الفيزيائي، وكذلك إتضح أن النسبة المئوية لتركيز الصبغة الممتازة تعتمد على قطر جسيمات النشارة، وعند تطبيق معادلة فراندليش للإمتزاز عند ثبوت درجة الحرارة كانت النتائج قد تطابقت مع هذه المعادلة، كما أن سعة عملية الإمتزاز تزداد بزيادة درجة الحرارة مما يدل على أن عملية الإمتزاز ماصة للحرارة، وتبين أيضا أن كمية الصبغة الممتازة تزداد بسرعة أقل من زيادة تركيز الصبغة في المحلول، ولقد اتضح من قيمة الطاقة الحرة ( $\Delta G^\circ$ ) أن عملية الإمتزاز عملية تلقائية، أيضا من قيمة الأنتالبية ( $\Delta H^\circ$ ) الموجبة يتضح أن عملية الإمتزاز ماصة للحرارة، كذلك فإن القيمة الموجبة للأنتروبية ( $\Delta S^\circ$ ) تدل على قابلية سطح النشارة لإمتزاز الصبغة، كذلك اتضح أن كلا من عملية إمتزاز الصبغة على السطح وكذا الإنتشار داخل جسيمات النشارة هما المسئولان عن إزالة لون الصبغة من المحلول [99].

#### 5.2.IV. الدراسة الرابعة

دراسة تحسين علي زيدان ورفقائه عماد عبد الرحمان محمد صالح و محمد وليد وحيد (2012)

بعنوان: استحداث طريقة إقتصادية لإزالة الكبريتيد في مياه الينابيع الكبريتية باستعمال الفحم المنشط المحضر من كرب النخيل، والتي هدفت إلى تطوير المخلفات الطبيعية للنخيل وذلك بتحضير الكربون المنشط من كرب النخيل و تجربته في إزالة أيون الكبريتيد من مياه العيون بواسطة تقنية الإمتزاز، اعتمدت هذه الدراسة على المنهج التجريبي، وكانت عينها الفحم المنشط المحضر من كرب النخيل، تم في هذه الدراسة استخدام الفحم المحضر من كرب النخيل كمادة رخيصة وذات كلفة إقتصادية زهيدة وبتقنيات تحضير بسيطة لمعالجة مياه العيون والينابيع الغنية بالكبريت في منطقة هيت بالعراق، كما أجريت دراسة لبيان تأثير التركيز وزمن التلامس على كفاءة إزالة الكبريتيد، وتم أيضا دراسة تأثير تداخل بعض الأيونات الموجبة والسالبة وبعض العناصر الثقيلة مثل الزنك (Zn) والنحاس (Cu)، أظهرت أبرز نتائجها كفاءة عالية في التخلص من أيون الكبريتيد و تحسين بعض الخواص الفيزيائية و الكيميائية للمياه المعالجة إضافة إلى بعض العناصر الثقيلة، و كانت كفاءة إزالة أيون الكبريتيد من مياه الينابيع الكبريتية بحدود 99% مقارنة بتركيزه قبل المعالجة، كما تبينت الفعالية العالية للفحم المحضر من كرب النخيل في إزالة الكبريتيد على مدى واسع من التركيز (250mg/l) ووقت إتصال 15 دقيقة، وتبينت قابلية الفحم المحضر من كرب النخيل على إزالة الكبريتيد بوجود هذه الأيونات إضافة إلى كفاءته في إزالة تراكيز مهمة من

محتوى الأيونات المدروسة، وقد لوحظ إرتفاع تركيز أيون الكلوريد والخاصين في المياه المعالجة بسبب ترافق هذين الأيونين في عملية تحضير الفحم [100].

#### 6.2.IV. الدراسة الخامسة

دراسة كمرشو عباس (2017) بعنوان: استعمال كربون نشط محضر من مشتقات نخيل التمر (نواة ثمرة دقلة نور) في معالجة المياه المستعملة الحضرية. دراسة مقارنة، والتي هدفت إلى تحضير كربون نشط من أحد مشتقات النخيل لمنطقة الوادي وهو نواة التمر و استعمال هذا الأخير في تصفية المياه المستعملة لنفس المنطقة، تحقيق إنتاج كربون نشط حبيبي إنطلاقاً من نواة التمر والتجريب الأمثل لهذا الأخير في معالجة مياه الصرف الصحي لأحد مناطق الجنوب الجزائري وهي ولاية الوادي، اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي، وكانت عينتها الكربون النشط المحضر من نواة التمر، تناولت هذه الدراسة كيفية تحضير الكربون النشط إنطلاقاً من أحد بقايا النخيل وهي نواة التمر وكيف يتم استعمال هذا الأخير في معالجة مياه الصرف الصحي، كما تمت دراسة خصائص هذا الكربون، الدراسة كانت بالتطبيق المباشر للكربون المحضر في نزع الملوثات العضوية، الأزوتية و الفسفورية وأيضا دراسة أحسن الظروف التجريبية في نزع هذه الملوثات من pH ، سرعة التحريك، ومن التلامس و التركيز الابتدائي، وكانت أبرز نتائجها: في نزع الملوثات العضوية أحسن الظروف تكون  $pH > 8$  و  $pH < 5$  و زمن التلامس فيكون من 5 - 60 د مع سرعة التحريك بين 200 - 300 دورة في الدقيقة، أما في نزع الملوثات الفسفورية فكانت أحسن الظروف  $pH > 6$  و زمن التلامس فيكون 90 - 60 دقيقة مع سرعة التحريك 500 دورة في الدقيقة، كما تم الحصول على نتائج إيجابية حيث تم نزع الملوثات بالنسب التالية :  $COD=86.9\%$  و  $BOD_5=87.55\%$ ، أما الملوثات الأزوتية والفسفورية فتم نزعها بنسبة 39.13% و 39% على التوالي [54].

#### 7.2.IV. الدراسة السادسة

دراسة محمد خالد بشكي (2018) بعنوان :

Préparation et caractérisation du charbon actif à partir des noyaux du palmier dattier et des coquilles des noix.

تهدف الدراسة إلى تثمين المخلفات الزراعية (نوى التمر و قشور الجوز) بواسطة عامل التنشيط (37% HCl) وهذا من أجل تصفية و تنقية مياه مخلفات الآبار و المصانع البترولية و المياه المستعملة، اعتمدت هذه الدراسة على المنهج التجريبي، وكانت عينتها الكربون المنشط المحضر من: نوى التمر و قشور الجوز، تم تحضير فحم منشط من هذه المخلفات مع دراسة الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لهذه العينات، كما تم إجراء بعض التحاليل على عنصر الفينول وأنواع أخرى من التحاليل والتجارب من بينها تأثير ال pH، كتلة الفحم، زمن التلامس، FT-IR و MEB على جميع الفحم المنشطة والمحضرة مخبرياً ، وكان من أبرز نتائجها أن مردودية تصنيع الفحم في هذا

العمل محصورة بين النسبتين 21.6% و 33%، تم التحصل على مساحة نوعية BET قصوى 468.51 م<sup>2</sup>/غ والدينا 9.043 م<sup>2</sup>/غ بامتصاص كمية قصوى 107.623 سم<sup>3</sup>/غ وكمية دنيا 2.077 سم<sup>3</sup>/غ على جميع الفحوم المنشطة والمحضرة مخبريا، كما أن الكمية القصوى لإمتزاز الفينول 32.25 مغ/غ والكمية الدنيا 15.62 مغ/غ بالنسبة لجميع الفحوم المحضرة، وكانت المساحة النوعية القصوى 107.76 م<sup>2</sup>/غ والدينا 52.199 م<sup>2</sup>/غ، وتبين أن أفضل فحم منشط هو المحضر من قشور الجوز في درجة حرارة 750C° خلال زمن قدرة 2 ساعة [101].

#### 8.2.IV. الدراسة السابعة

دراسة بحة العطرة و طویل الزهرة (2018) بعنوان: تحضير وتشخيص مادة مازة انطلاقا من مخلفات النخيل (السعف) و تطبيقها في إزالة تلوث الماء بصبغة أزرق الميثيلين، والتي هدفت إلى تحضير مادة مازة إنطلاقا من أوراق النخيل (السعف) طبيعية وأخرى معالجة وكيميائيا بواسطة NaOH و تطبيقها في إمتزاز صبغة أزرق الميثيلين الموجودة في مياه الصرف الصناعي وخاصة الصناعة النسيجية، اتبعت هذه الدراسة المنهج التجريبي، وكانت عينتها أوراق نخيل التمر (السعف)، حيث قاموا بدراسة تحليلية للمادة المازة بواسطة الأشعة تحت الحمراء و pH، ثم دراسة مختلف المعايير المؤثرة على عملية الإدمصاص وكانت أبرز نتائجها أن هذه العملية تتم في زمن تلامس قدره 80 و 60 دقيقة بالنسبة للمادة المازة الطبيعية والمعالجة كيميائيا على التوالي، وهذا بين أن المادة المعالجة كيميائيا تعطى نتائج أفضل في عملية الإدمصاص من ناحية الزمن والمردود، نمذجة نتائج المادة المازة المعالجة كيميائيا أظهرت تطابق النموذج الحركي لشبه الرتبة الثانية، كما تبين في الدراسة الترموديناميكية على أن الإمتزاز فيزيائي و ماص للحرارة، وكانت نتائج الإمتزاز مطابقة لنموذج لنجمير (LANGMUIR) مع كمية إمتزاز عظمى  $q_{max} = 83.33 \text{ mg/g}$  [29].

#### 9.2.IV. الدراسة الثامنة

دراسة نفيسة هدار و قريدة أمال (2019) بعنوان: معالجة المياه المصاحبة لاستخراج النفط في المنطقة الصناعية " حوض الحمراء" باستخدام كرب النخيل، والتي تهدف لتحديد فعالية كرب النخيل في معالجة المياه المصاحبة لاستخراج النفط في منطقة حوض الحمراء وذلك باستخدام مسحوقه كمرشحات مختلفة الأقطار ( 0.2 ، 0.5 ، 01 ، 1.6 ، 02) مم، اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي، وكانت عينتها كرب النخيل، تم في الجزء الأول من هذا البحث دراسة بعض خصائص المرشح (الكثافة، النفاذية و درجة الحموضة)، وفي الجزء الثاني تم اختبار مدى فعالية الكرب في معالجة المياه المنتجة وذلك بأخذ مجموعة من عينات هذه المياه وتحديد جملة من خصائصها الفيزيائية والكيميائية من أجل تقدير نسبة تلوثها قبل وبعد تمريرها عبر مرشحات الكرناف مختلفة الأقطار لمعرفة القطر الأنسب للمعالجة، أظهرت النتائج المتحصل عليها أن فعالية الكرناف في معالجة المياه المنتجة تختلف من قطر لآخر، حيث أثبت المرشح ذو القطر (0.2 mm) فعاليته الكبيرة في عملية المعالجة ونقص واضح في العديد من مؤشرات التلوث المدروسة بالنسبة للتلوث العضوي (الطلب الكيميائي للأكسجين DCO 15.63% و الطلب



الحيوي للأوكسجين  $DBO_5$  بنسبة 95.83 % )، أما بالنسبة للمؤشرات الفيزيائية فكانت نسبة الإزالة على النحو التالي: (الهيدروكربونات 99.94 % ، العكارة 84.39 % ، المواد العالقة 41.14 % ، الناقلية الكهربائية 31.90 %)، بخصوص التلوث العضوي بالأملاح أبدى قطر المرشح 2mm نجاح كبير في خفضه حيث قدرت نسبة إزالة (النترت 98.14 % ، النترات 85.20 % ، الفسفات 25.81 % ، السفات 25.81 %)

أثبتت الكرناف بجميع أقطاره المدروسة فعاليته على خفض نسبة الهيدروكربونات بنسبة فاقت 90% و تركيز كل من الرصاص و الكروم بمردود 80% مقارنة بالمياه قبل الترشيح، كما أن القطر الأكثر فعالية في إزالة معظم الملوثات المدروسة في المياه المنتجة هو (0.2mm) نظرا لصغر مساماته ومكوث المياه لوقت أطول فيه، وهذا يسمح له بتنقية المياه بشكل أفضل وسهولة إحتجاز الملوثات خاصة تلك العالقة والغروية و الزيتية منها بين مسام المرشح [102].

#### 10.2.IV. الدراسة التاسعة

دراسة بن ناصر عبير و الناي عزيزة (2019) بعنوان:

Volarisation des déchets agro-alimentaire cas des pétioles de palmier (kornaf).

والتي هدفت إلى استعمال مادة ماصة طبيعية و متاحة في نزع صبغة كاتيونية من مياه الصرف الصناعي، اعتمدت الدراسة على المنهج التجريبي، وكانت عينتها أعناق نخيل التمر (الكرناف)، تناولت الدراسة كيفية استعمال أعناق النخيل لإمتصاص صبغة أحمر الكونغو من المحاليل المائية كما تم أخذ العديد من العوامل (تركيز الكونغو الأحمر، كتلة أعناق النخيل، درجة الحموضة ودرجة الحرارة) في الاعتبار أثناء هذه الدراسة، تمت نمذجة البيانات الحركية بواسطة معادلات من الدرجة الأولى و من الدرجة الثانية ونموذج الانتشار داخل الجسيمات، تم اختيار نموذج لانجمير Langmuir وفرانديش Freundlich لتمثيل النتائج التجريبية، وكانت أبرز نتائجها: أن سعة الإمتزاز تزداد مع زيادة التركيز الأولي للصبغة، الزيادة في كتلة المادة المازة تؤدي إلى انخفاض في قدرة الإمتزاز، كما أن الزيادة في درجة الحموضة تؤدي إلى زيادة في قدرة الإمتزاز، كذلك أظهرت دراسة تأثير درجة الحرارة أن الإمتزاز ماص للحرارة، أيضا إمتزاز الكونغو الأحمر على أعناق النخيل يتبع نموذج الانتشار داخل الجسيمات لأي تركيز أولي للصبغة، وتوضح الدراسة متساوي الحرارة أن نموذج فرانديش (Freundlich) يصف بشكل جيد عملية إمتزاز الكونغو الأحمر على أعناق النخيل [103].

#### 11.2.IV. التعليق على الدراسات السابقة

من خلال استعراض بعض الدراسات السابقة يتضح لنا مايلي:

هذه الأبحاث تتمحور حول دراسة تشخيص و تثمين المخلفات الزراعية وكيفية التخلص من تلوث المياه و ذلك باستعمال المواد الغير المكلفة القائمة على الزراعة، حيث تم استعمال هذه المخلفات كمادة مازة للملوثات سواء العضوية (الأصباغ) أو غيرها في مياه المصانع النسيجية والبترولية، المياه المستعملة الحضرية أو مياه الصرف الصناعي، اختلفت استعمالات المادة من دراسة لأخرى فبعضها مستخدم طبيعي وبعضها منشط كيميائيا و البعض الآخر استعمل ككربون منشط وتم تطبيقها في إزالة هذه الملوثات بواسطة تقنية الإمتزاز، حيث يتضمن مخطط العمل أخذ العينات، تهيئتها للدراسة و طريقة تحضيرها باستعمال الأدوات المناسبة، وكذا حفظها وبعضها تم إجراء تحاليل فيزيوكيميائية عليها.

في أغلب الدراسات تمت دراسة خصائص المواد المدروسة و مختلف العوامل المؤثرة على عملية الإمتزاز ( زمن التلامس، التركيز الابتدائي، درجة الحموضة، كتلة المادة المدروسة و درجة الحرارة) للحصول على أحسن الظروف التجريبية لنزع الملوثات و للحصول على مردود إزالة أفضل، تمت الدراسة إيزوتارمات الإمتزاز طبقا لإيزوتارم لانجمير و فراندليش، كما تمت نمذجة البيانات الحركية بواسطة معادلات من الدرجة الأولى و من الدرجة الثانية ونموذج الانتشار داخل الجسيمات، وأخيرا الدراسة الترموديناميكية.

أثبتت التجارب فعالية المواد المازة المستعملة في خفض أو إزالة التلوث من المياه وذلك بنسب جيدة، في معظم الدراسات نمذجة نتائج المادة المازة أظهرت تطابق النموذج الحركي لشبه الرتبة الثانية، كما تبين في الدراسة الترموديناميكية على أن الإمتزاز فيزيائي و ماص للحرارة، وكانت نتائج الإمتزاز مطابقة لنموذج لانجمير وفي دراسات وفي أخرى لفراندليش.

#### IV.12.2. أوجه الإتفاق و الإختلاف بين الدراسات السابقة:

بعد استعراض الدراسات السابقة، يود الباحث الإشارة إلى بعض جوانب الإتفاق بين هذه الدراسات:

- اتفقت الدراسات السابقة على هدف مشترك وهو تحضير و تشخيص مادة مازة انطلاقا من المخلفات الزراعية و الطبيعية وتطبيقها في إزالة الملوثات المائية من المياه المستعملة و مياه الصرف الصناعي بواسطة تقنية الإمتزاز.
- اتفقت الدراسات السابقة من حيث المنهج حيث تم اعتماد المنهج التجريبي.
- اتفقت الدراسات على فعالية هذه المخلفات الزراعية و المواد الأولية المتوفرة في إزالة الملوثات من مياه الصرف الصناعي و العمل كمادة جيدة للإمتزاز.
- اتفقت الدراسات على وجود نتائج جيدة و مردود جيد لعملية إمتزاز الملوثات باستعمال مواد رخيصة وذات كلفة إقتصادية زهيدة.
- اتفقت الدراسات على أن الإمتزاز فيزيائي و ماص للحرارة.

جوانب الإختلاف بين الدراسات السابقة متمثلة في:

- اختلفت بعض الدراسات من حيث المخلفات الزراعية المدروسة ففي الدراسة الأولى استخدم لب جوز الهند، الدراسة الثانية استخدمت بذور الزيتون، الدراسة الثالثة استخدمت نشارة الخشب، الدراسة الخامسة تم استعمال نواة التمر، الدراسة السادسة استخدم نوى التمر و قشور الجوز، الدراسة السابعة استخدم سعف النخيل أما الدراسات الأخرى استخدمت قواعد سعف النخيل.
- اختلفت استعمالات المادة من دراسة لأخرى فبعضها مستخدم طبيعي بدون تنشيط وبعضها منشط كيميائيا و البعض الآخر استعمل ككربون منشط.
- اختلفت الدراسات الأولى، الرابعة، الخامسة، السادسة، الثامنة، التاسعة عن الدراسات الأخرى (أجرت بحثها على الملوث العضوي أزرق الميثيلين) في نوع الملوث.
- اختلفت نتائج الدراسات السابقة عن بعضها و ذلك نظرا لتغير المكان و الزمان و كذا تغير بعض العينات، وهذا الإختلاف لا يقلل من أهمية هذه الدراسات، حيث نلاحظ أن أقصى كمية ممتزة تختلف باختلاف المادة الممتزة و باختلاف المادة المازة، كما نلاحظ أيضا أن كمية المادة الممتزة من نفس الصبغة تختلف باختلاف المادة المازة، ويرجع السبب في هذا الإختلاف إلى عوامل عدة منها خواص المادة المازة و المادة الممتزة و ظروف التجربة ( الأس الهيدروجيني، درجة حرارة المحلول، التركيز الابتدائي، زمن التلامس وغيرها).

### IV.13.2. الإستفادة من الدراسات السابقة في توجيه الدراسة الحالية

بعد استعراض مجموعة من البحوث و الدراسات التي أجريت في مجال نزع الملوثات من المياه بواسطة تقنية الإمتزاز يتضح لنا مايلي:

استفادت الدراسة الحالية من الدراسات السابقة في الوصول إلى صياغة دقيقة لعنوان الدراسة، وأيضا في الوصول إلى المنهج الملائم للدراسة، كما استفدنا من نتائج الدراسات السابقة في توجيه الدراسة الحالية في إثراء إطارها النظري و بناء أداة الدراسة وتفسير بعض نتائجها، كما وظفت الدراسة الحالية توصيات و مقترحات الدراسات السابقة في دعم مشكلة الدراسة وأهميتها للوصول إلى تشخيص دقيق للمشكلة و السعي معالجتها بشكل شمولي.

### IV.14.2. أوجه الإختلاف بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة

من خلال استعراض اوجه الإتفاق و الإختلاف بين الدراسات السابقة نشير إلى أن الدراسة الحالية تتفق مع الدراسات السابقة في موضوعها الرئيسي وهدفها العام إلا أنها تختلف عنها في بعض الجوانب تعالجها هذه الدراسة. تضمنت هذه الدراسة تحضير مادة مازة من مخلفات النخيل (قواعد السعف) و تطبيقها في إزالة تلوث الماء بصبغة أزرق الميثيلين بواسطة تقنية الإمتزاز، و السعي للبحث على بديل محلي للكربون المنشط من قواعد سعف نخيل

الذكار و تبيين امكانية استخدام و تثمين هذه المادة واستعمالها في معالجة المياه الملوثة ، مما يعود بالنفع على البيئة و الإقتصاد الوطني و لصناعة الكربون، لولا الظروف المحيطة، كان سيجرى البحث على مجموعة من العينات لضمان تشخيص الواقع بدقة وهي عينات من قواعد سعف نخيل (الذكار، الغرس و دقلة نور) والمقارنة بين نتائج كل منها

#### 15.2.IV. نتائج مستخلصة من الدراسات السابقة

من خلال استعراض مجموعة من البحوث و الدراسات التي أجريت في مجال نزع الملوثات من المياه بواسطة تقنية الإمتزاز يمكن أن نخرج بأهم النتائج:

- أن الكربون المنشط ذات قابلية كبيرة على إمتزاز المواد الملوثة للمياه (سواء الملوثات العضوية كالأصبغ أو أنواع أخرى من الملوثات) وسرعة عالية للتخلص منها مقارنة بالمواد الأخرى، و المادة المعالجة كيميائيا تعطى أيضا نتائج أفضل في عملية الإدمصاص من ناحية الزمن والمردود.
- القطر الأكثر فعالية في إزالة معظم الملوثات المدروسة في المياه المنتجة هو الأقل نظرا لصغر مساماته ومكوث المياه لوقت أطول فيه، وهذا يسمح له بتنقية المياه بشكل أفضل وسهولة إحتجاز الملوثات خاصة تلك العالقة والغروية و الزيتية منها.
- الفعالية العالية للفحم المحضر من قواعد سعف النخيل في إزالة الملوثات.
- نسبة الإمتزاز تزداد مع زيادة التركيز الأولي للصبغة، كمية الإمتزاز تزداد بزيادة درجة الحرارة، الزيادة في كتلة المادة المازة تؤدي إلى انخفاض في قدرة الإمتزاز، كما أن الزيادة في درجة الحموضة تؤدي إلى زيادة في قدرة الإمتزاز أي أن الرقم الهيدروجيني الأكثر ملائمة لإمتزاز أفضل يكون في المجال القاعدي.
- النمذجة الحركية للإمتزاز تظهر أن نموذج الرتبة الثانية الوهمية هو الأنسب لوصف حركية الإمتزاز كما تبين النتائج الترموديناميكية أن الإمتزاز فيزيائي و ماص للحرارة.

خلاصة عامة

خلاصة عامة

تلوث المياه بالملوثات الكيميائية الصناعية كالأصباغ يسبب مشاكل خطيرة على جميع الكائنات الحية، وذلك لأن هذا النوع من التلوث يعتبر الأخطر، وقد برز كنتيجة طبيعية للتقدم الصناعي الهائل، وخاصة في مجال الصناعات الكيميائية، حيث تقوم المنشآت الصناعية وخاصة النسيجية منها بصرف مخلفاتها دون معالجة في المجاري المائية وبالتالي فهي تمثل خطراً محتملاً للتراكم البيولوجي، وذلك لاحتوائها على مركبات كيميائية سامة، ومما يزيد خطورة أن أغلبها شديد الثبات ولها تأثيرات طويلة الأمد، لذلك يفضل التخلص من هذه الأصباغ قبل دفعها للبيئة.

النخلة شجرة ذات أهمية إقتصادية وبيئية في المجتمع الجزائري، فهي تتواجد بكثرة خصوصاً في المناطق الصحراوية، وتخلف سنوياً كميات معتبرة من المواد النفايات الصلبة، تعتبر مخلفات نخيل الذكار (قاعدة السعف) واحدة من البقايا الطبيعية وهي جزء من مجموعة المنتجات اللجنوسليلوزية زهيدة الثمن و المتوفرة بكثرة.

تهدف هذه الدراسة إلى تثمين مخلفات نخيل الذكار وذلك بتحضير كربون منشط من قواعد السعف واستعماله في إمتزاز الملوثات العضوية (الأصباغ) الموجودة في مياه الصباغة والصناعة النسيجية.

قبل دراسة إمكانية القضاء على اللون، تدرس خصائص الفحم المنشط مثل حساب الكتلة الحجمية الظاهرية، درجة الحموضة (pH)، نسبة الرطوبة، كما يتم تشخيصها بواسطة مطيافية الأشعة تحت الحمراء و المجهر الماسح الإلكتروني. لدراسة إمتزاز صبغة أزرق الميثيلين على الكربون المنشط المحضر من قواعد سعف نخيل الذكار يتم التطرق للعوامل المؤثرة على الإمتزاز مثل (التركيز الابتدائي للصبغة، درجة الحرارة، زمن التلامس، درجة الحموضة، كتلة المادة و سرعة الرج) ويتم قياس الإمتصاصية بجهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية، كما تجرى نمذجة لمتابعة عملية إمتزاز أزرق الميثيلين لنماذج رياضية مختلفة مثل: لانجمير، فرنديش، نموذج شبه الرتبة الأولى، نموذج شبه الرتبة الثانية، نموذج الإنتشار داخل الجسيمات وأخيراً الدراسة الترموديناميكية.

بعض التوصيات و الآفاق المستقبلية:

- دراسة أنواع أخرى من المخلفات ذات المنشأ الطبيعي والتي لها القدرة على إزالة ملوثات أخرى عضوية و غير عضوية من المياه.
- دراسة إمكانية استخدام الكربون المنشط المحضر في هذا البحث لإزالة أنواع أخرى من الملوثات كالمبيدات، التلوث النفطي و العناصر الثقيلة.
- إزالة الملوثات الكيميائية المختلفة كالأصباغ و العناصر الثقيلة من المياه قبل طرحها في الأنهار أو البحار أو المحيطات، مما يساعد في الحصول على بيئة نظيفة .
- العمل في المستقبل على تطبيق أو تعميم عملية إزالة الملوثات العضوية من الوسط المائي وذلك باستغلال جميع المخلفات العضوية لتصنيع الفحم المنشط .

- التفكير في استخدام الكربونات المنشطة في مجالات أخرى غير معالجة المياه كالمجال الطبي.
- استخدام سطوح مازة ذات قدرة عالية غير مكلفة إقتصاديا.

وفي الأخير ما يسعنا سوى أن نقول أن تثمين مخلفات النخيل و استغلالها في مجال البحث العلمي كونه مورد طبيعي متوفر ونتائجه جيدة في إزالة الملوثات، لذا نوصي بإجراء المزيد من الدراسات حول استخدام مخلفات النخيل وخصوصا قواعد السعف، والتي يمكن الحصول عليها بتكاليف منخفضة ودمجها في ميدان الصناعات والمجالات الأخرى.

المراجع



### المراجع العربية:

- [1] زهراء إسماعيل حسن، التخلص من ملوثات المياه بواسطة ظاهرة الإمتزاز، بحث مقدم لنيل درجة البكالوريوس، العراق، جامعة القادسية، 2017، ص9،8.
- [7] عموري مروة وصياد سهام، دراسة إدمصاص صبغة أزرق الميثيلين باستعمال مخلفات نخيل التمر، مذكرة ماستر، الوادي، جامعة حمه الأخضر، 2018، ص7،1،15،16.
- [10] قواميد مسعود، المساهمة في دراسة تشخيص وتثمين مخلفات نخيل الغرس، أطروحة دكتوراه، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2015، ص 1.
- [11] أ.السروري، مقدمة في كيمياء التلوث البيئي، دار حامد للنشر والتوزيع، الأردن، 2013.
- [12] ج.ع. السيد، الملوثات الكيميائية للبيئة، دار الفجر للنشر و التوزيع، القاهرة، 2002.
- [13] مشان عبد الكريم، دور نظام الإدارة البيئية في تحقيق الميزة التنافسية للمؤسسة الاقتصادية دراسة حالة مصنع الإسمنت عين الكبيرة SCAEK، مذكرة ماجستير، جامعة سطيف، 2013.
- [15] ف.م. مصيلحي، الجغرافيا الصحية و الطبية، دار الماجد للنشر و التوزيع، القاهرة، 2008.
- [16] جورجى نسيم ماهر، تحليل وتقويم جودة المياه، دار نشأة المعارف جلال حزي وشركاه، 2007، ص121.
- [17] الشرابي نجم الدين و هابيل منير و أبولبدة زياد، أساسيات الأحياء الدقيقة – الجزء العملي – المطبعة الجديدة بدمشق، 1987، ص 71-72.
- [18] إزدهار بالحسن و سعيدة كافي، مردود تقنية المياه الملوثة لمحطتين بمنطقة تقرت، مذكرة ماستر، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2016، ص1.
- [19] محمد نجيب و إبراهيم أبو سعده، التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقة إيجابيا وسلبيا ، دار الفكر العربي، القاهرة، 2000، ص6-132.
- [20] السعدي حسين علي، أساسيات علم البيئة والتلوث، دار اليازوري العلمية، عمان، الأردن، 2006.
- [22] إبراهيم العابد، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، أطروحة دكتوراه، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2015، ص5.
- [23] السعداني عبد الرحمان و السيد عودة ثنائي، مشكلات بيئية : طبيعتها – أسبابها – أثارها – كيفية معالجتها، دار الكتاب الحديثة، 2007، ص 55-45.
- [24] عباس مصطفى عبد الطيف، حماية البيئة من التلوث، الطبعة الأولى، دار الوفاء لندنيا الطباعة والنشر/ م ب 2004. 01/10614.
- [25] أحمد عبد الفتاح و محمود عبد المجيد وإسلام إبراهيم، أحمد أبو السعود، أضواء على التلوث البيئي (بين الواقع والتحدي و النظرة المستقبلية) \_ كلية الزراعة\_ سابا باشا\_ جامعة الإسكندرية، 2007.

- [27] عطية جمال، إزالة التلوث العضوي من مياه الصرف الصحي بمنطقة الوادي باستخدام المعادن الطينية، أطروحة دكتوراه، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، ص 24،35،36.
- [28] عفيفي فتحي عبد العزيز، دور السموم و الملوثات البيئية في مكونات النظام البيئي، دار الفجر للنشر و التوزيع، القاهرة، 2002.
- [29] بحة العطرة و طويل الزهرة، تحضير وتشخيص مادة مازة إنطلاقاً من مخلفات النخيل (السعف) و تطبيقها في إزالة تلوث الماء بصبغة أزرق الميثيلين، مذكرة ماستر، الوادي، جامعة حمه الأخضر، ص 6،22،31.
- [35] ح. ج. ج. الحميري و ش. ع. ان. الجذعان و ن. م العامري، الكيمياء الصناعية، الهيئة القومية للبحث العلمي، 2003.
- [37] عطية جمال، إزالة التلوث العضوي من مياه الصرف الصحي بمنطقة الوادي باستخدام المعادن الطينية، أطروحة دكتوراه، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2018، ص36.
- [44] بالخرفي نجوى و بوليفة بسمة، نمذجة حركية إمتزاز صبغة أزرق الميثيلين على طين طبيعية، مذكرة ماستر، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2019، ص8.
- [46] بن عشورة إشراق و حميتي كريمة، محاولة إزالة صبغة الميثيلين الأزرق من محلولها المائي باستخدام الفحم المنشط المنتج من مخلفات عظام الدجاج، مذكرة ماستر، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2019، ص11.
- [48] ميادة عيسى و محمد شهير هاشم و محمد علي المنجد، فرانسو قررة بيت " نزع الأصبغة من مخلفات المياه الصناعية لمصانع النسيج بتقنية التحطم الحفزي الضوئي 'الجزء الثاني' " مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية ، المجلد 20 ، العدد الأول، 2003-2004 .
- [54] كمرشو عباس، إستعمال كربون نشط محضر من مشتقات نخيل التمر (نواة تمر الدقلة ) في معالجة المياه المستعملة الحضرية دراسة مقارنة، أطروحة دكتوراه، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2017، ص51،58،59.
- [55] محمد مجدي عبدالله واصل، كيمياء الحفر والسطوح، الطبعة الأولى، دار النشر للجامعات، مصر، 2004.
- [57] مريم محمد أبو بكر الخيالي و ميمونة أبو بكر أحمد جبجي، إزالة صبغة الميثيلين الأزرق من المحاليل المائية بواسطة مسحوق حبيبات أكسيد السببيل النانوية المغناطيسية من نوع فيرايت الكوبلت المطعم بالموليبدينيوم والمحضر بطريقة السول-جل، بحث تخرج مقدم لإستكمال متطلبات الحصول على درجة البكالوريوس، ليبيا، جامعة سبها، 2016-2017، ص4.
- [58] ناصري إبتسام و حمادة إيمان، إمتزاز صبغة البلورة البنفسجية من محاليلها المائية بواسطة أطيان الإيليت بطريقة الدفعات والعمود: الوادي، مذكرة ماستر، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2019، ص 16.
- [61] أمينة سعد علي ماضى و جواهر عثمان سالم العصر، تخليق وتوصيف مسحوق حبيبات أكسيدالسببيل النانوية المغناطيسية من نوع فيرايت الكوبلت المطعم بالموليبدينيوم والمحضر بطريقة السول جل واستخدامها في إزالة صبغة الكونغو الأحمر من المحاليل المائية، بحث تخرج مقدم لاستكمال متطلبات الحصول على درجة البكالوريوس، ليبيا، جامعة سبها، 2018، ص8.

- [64] ر.ك. يوسف، تحضير الفحم المنشط من تفاعل المخلفات النفطية الثقيلة مع الفضلات الصناعية الناتجة من تنقية كبريت المشراق، رسالة ماجستير، العراق، جامعة الموصل، 1988.
- [78] عزري خضرة، دراسة الليبيدات والفينولات في بعض أنواع التمر المحلي، مذكرة ماجستير، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2013، ص 18-21.
- [79] أبي حاتم سهل بن محمد بن عثمان السجستاني، كتاب النخلة، الطبعة الأولى، دار النشر الإسلامية، 1422هـ - 2002م.
- [84] غ.ح. علي، التصنيف النباتي والوصف المورفولوجي والتركيب التشريحي لنخلة التمر Phoenix (dactylifera) L، دائرة بلدية أبو ظبي وتخطيط المدن، إدارة الإرشاد والتسويق الزراعي والثروة الحيوانية، 2003، ص 2،12،14،17،19،26،27.
- [85] غ. زينب، دراسة تحليلية للبيدات و فينولات ومكونات أخرى لبعض أصناف نخيل التمر المحلية، رسالة دكتوراه، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2015، ص 9،10.
- [86] ح.خ.ح. العكيدي، نخلة التمر علم و تقنية الزراعة و التصنيع، دار زهران للنشر والتوزيع، عمان الأردن، 2000، ص 410.
- [95] خيواني عادل، توزيع و معالجة أيونات الفلوريد في مياه الشرب للمدن الجزائرية (باتنة، بسكرة، الوادي)، أطروحة دكتوراه، بسكرة، جامعة محمد خيضر، 2019، ص 88.
- [98] صابر السيد منصور المسماري و حسين عبد الفتاح خلف و إبراهيم علي الصرصور، دراسة حركية إمتزاز صبغة الميثيلين الأزرق على سطح الفحم المنتج من بذور الزيتون والمنشط بحمض الفوسفوريك، العدد الخامس و العشرون، 2010، ص 134.
- [99] عادل ضو مصباح الورفلي، الهادي محمد صفا و على الجميعي، نشارة الخشب المعالجة كيميائيا و بيولوجيا في إزالة صبغة الميثيلين الأزرق، 2010، ص 1.
- [100] تحسين علي زيدان و عماد عبد الرحمان و محمد صالح و محمد وليد وحيد، استحداث طريقة إقتصادية لإزالة الكبريتيد في مياه الينابيع الكبريتية بإستعمال الفحم المنشط المحضر من كرب النخيل، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الصرفة، العدد الثالث، 2012.
- [102] نفيسة هدارو قريدة أمال، معالجة المياه المصاحبة لاستخراج النفط في المنطقة الصناعية " حوض الحمراء" بإستخدام كرب النخيل، مذكرة ماستر، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 2012.

- [2] U.Gurses, A. Danis and N. Canpolat, Removal of some azo dyes from wastewater for using PAC as adsorbant, 1<sup>st</sup> International Workshop on Environmental Quality and Environmental Engineering in the Middle East Region, Konya, Tuekey, 1998.
- [3] L.Young and Yu Jian, Ligninase-catalyzed decolorisation, Wat, Res, 1997, p31,5,1178-1193.
- [4] E.A. clarke and R. Anliker, Organic dyes and pigments in the Handbook of environment chemistry, vol 3, part A, Anthropogenic compounds, Hutzinger, o Ed , spiner –verlag, Heidelberg ,1980, p 181-215.
- [5] G. Baughman and T.A. perenich, Fate of dyes in aqueous systems solubility and partitioning of hydrophobic dyes and related compounds, Environ Toxicol chem, 1988, p 7,183-199.
- [6] N.B. Hanny , Treatise on solid state chemistry, vol.68, surface II, p14.
- [8] T.A. Al-Banis, D.G. Hela, T.M. Sakellarides and T.G. Danis, Removal of dyes from aqueous solutions by adsorption on mixtures of fly ash and soil in batch and column technique , global Nest ,the Int. J, 2000, p 2, 3, 237 – 241.
- [9] F. Banat, S. Alasheh and L. Abu-Aitah, Examination of the effectiveness of physical and chemical activation of natural bentonite for the removal of heavy metal-ions from aqueous solution, Abstract from adsorption Science and Technology, vol 20, No, 1 PP, 2003.
- [14] LANGEVIN. J, Lefelvre. R ,Toutant. C, Histoire d'eaux tout ce que il faut savoir sur l'eaux et l'hygiène publique, editions borger, Montréal, ISBN 2-9214116-13-1, 1997, pp157-159.
- [21] L. Bonavigo, Ma. Zucchetti, H. Mankolli, Water active pollution and Related Environmental Aspects, J. Int Environmental Application &Science, 2009, 4(3), p 357-363.
- [26] F. Ramade, Elément d'écologie appliquée, Editions Mc Graw-Hill, 1982 , 452P.
- [30] A.Bouteiba, Elaboration des électrodes Pb/PbO<sub>2</sub> par anodisation, application dans l'oxydation électro catalytique du Cristal, Mémoire de Magister, ORAN, Université des science et de la technologie Mouhamed Boudiaf , 2014.

- [31] Mlle :Boukhalfa Nadia, Synthèse et caractérisations des hydroxydes doubles lamellaires a différents rapports molaires et de montmorillonite organophile :Elimination du diclofenac, magister, Université Ferhat Abbas Setif-1. 01/ 12/2014.
- [32] M.C. Somasekhara, Reddy a.L, Sivaramakrishna b.A, Varada Reddy b, article ,The use of an agricultural waste material, Jujuba seeds for The removal of anionic dye (Congo red ) from aqueous medium, Journal of Elsevier, 30 June 2011.
- [33] Messemeche Faiza, Etude qualitative et quantitative de l'adsorption d'un colorant organique sur le charbon actif, Mémoire de Master, Biskra, Université Med Khider, 2014.
- [34] A.Welham, Journal of the society of dyers and colourists ,116, 2000, p140-143.
- [36] H. Sahraoui, H. Yahia mohammed, Etude de la degradation du colorant bleu de méthylène par l'électrocogulation, Mémoire de Master, Khemismiliana, Université Djilali Bounaama, 2018.
- [38] K.B. Tan, M. vakili, B.A .Horri, P.E. Poh, A.Z. Abdullah, B. Salamatinia, separation and purification technology 150, 2015, p 229-242.
- [39] S.A Dawood, Development and Characterization of Biomass Based Novel adsorbent in the removal of Congo red dye by adsorption, in department of chemical engineering ,curtin university, school of chemical, 2013.
- [40] Menour Zahira, Elimination de deux colorants de l'industrie textile par une argile naturelle purifiée, Diplôme de Master, Gestion conservatoire des eaux des sols et de l'environnement, Mostaganem, Universite Abdelhamid ibn badis, 2017.
- [41] M.N Crepy, Dermatoses professionnelles aux colorants, fiche d'allergologie-dermatologie professionnelle hôpital cochin, 2004.
- [42] M. Rafatullah, O.Sulaiman, R. Hashim, A. Ahmad, Jornal of Hazardous Materials, 2010, 177, p 70-80.
- [43] H. Singh, G. Chauhan, A.K. Jain, S.K. Sharma, Jornal of Environmental Chemical Engineering, 2017, 5, p 122-135.
- [45] Tafer Radia, photodégradation direct et induit de micro-polluants organique (cas d'un colorant azotique), Mémoire magister en chimi, 11 Février 2007.

- [47] M.P. Schubert, L. Michaelis, semi Quinone radicals the thiazine's, j. Am. Chem. Soc, vol 62,NO 1, PP: 204 -211.
- [49] N. Merzoug, Application des tiges de dattes dans l'adsorption de polluants organique, Mémoire de magister, Souk-Ahras, université Mouhamed Cherif Massaadia, 2013-2014.
- [50] A.M Samuel, B. Land Jeron, Fundamental of physical chemistry, 1<sup>st</sup> edition , London, 1974, p 753.
- [51] R.N. Shreve, J.A. Brink and B Jr, Chemical Process Industries, 4<sup>th</sup> ed, New York , 1976, pp 163-166.
- [52] S.P. Nandi, P.L. Walker and Jr, Adsorption of dyes from aqueous solution by coals, chars, and active carbons, Fuel, 1971, p 50, 4 , 345-366.
- [53] S.D. Lambert, N, J. D. Graham and C.J. Sollars, potential of inorganic adsorbents for dyes adsorption and chemical regeneration, 6<sup>th</sup> Intern, Conference on Environmental Science and Technology, Samos, Greece, 30 August-2 september 1999.
- [56] N.I. Levine, Physical Chemistry, 3<sup>rd</sup> edition, McGraw-Hill, Singapore, 1988.
- [59] M. Djabbar ,Argil de Maghnia : Purification et adsorption des Polluants, thèse de Doctorat, Université d'Oran –Algérie, 2014.
- [60] L.Y.R. Adamson, D.H. Bowden, The type II cells as progenitor of alveolar epithelial regeneration : A cytodynamic study in mice after exposure to oxygen, lad. Invest., 1978, 30 , 35-42.
- [62] T.O. Ryabukhova, S. Arzamaa, A.B. Okishevana and S.N. Konovalova, Adsorption of alcool's from binary solution on activated carbons, Russian J . of physical chemistry, 2000, p 74, 2, 281-283.
- [63] J.R. Brown and G. Deschenes, Characterization of the gold complex adsorption on activated carbon from chloride, cyanide and thiourea solution, J. Fuel Processing Technology, 1993, p 67, 79-87.
- [65] S. Knaebel Kent, Adsorption selection, Adsorption Research, Inc..., Dublin , Ohio, 43016, 2003, PP 1-33.
- [66] N. Lamri, Elimination du colorant orange ii en solution aqueuse, par voie photochimique et par adsorption, Mémoire du magister, Constantine, université Mentouri, 2010.

- [67] W.J Masschelein, processus unitaires du traitement de l'eau potable, Ed. CEBEDOC sprl, Liège, 1996.
- [68] Bamba. D, et al, 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, 2009, p 41 – 52.
- [69] N. Sedira, Etude de l'adsorption des métaux lourds sur un charbon actif issu de noyaux de dattes, Mémoire de Magister, Souk-Ahras, Université Mohamed Chérif Massaadia, 2013.
- [70] A. Reffas, Etude de l'adsorption de colorants organique (rouge nylosan et bleu de méthylène) sur des charbons actifs préparés a partir dumarc de café, Thèse du doctorat, constantine, Université mentouri, 2010.
- [71] Fadi Al mardini, Etude de l'adsorption du bromacil sur charbon actif en poudre en milieu aqueux Effet compétiteur des matières organiques naturelles, Master en Chimie et Microbiologie de l'Eau, L' universite de poitiers, 16 september 2008.
- [72] S. Hoy, G. Mckay, Kinetic model for lead (II) sorption onto peat, Adverting Science and Technology, 1998, 16, PP 943-955.
- [73] A. Lopez, A. Iguaz, A. Esnoz, P. Virseda, Thin Layer Drying Behavior of vegetable wastes From Wholesale Market, Daying Thechnology, 2000, 18, PP 995-1006.
- [74] A. Aarfane, A. Salhi, M. El karti, S. Tahiri, M. Monkade, E. K. Lhadi, M. Bensitel, Etude cinétique et thermodynamic cs de l'adsorption des colorants Red195 et bleu de méthylène en milieu aqueux sur les cendres volantes et les mâchefers (Kinetic and thermodynamicstudy of the adsorption of Red195 and methylen ebluedyes on flaysh and bottomash in aqueous medium ) Received 2014, Revised 22 July 2014, Accepted 22 July 2014.
- [75] Chittour. C, physico chimique des surfaces, 2<sup>eme</sup> edition, Tome 2, 2004 p 461.
- [76] Huber. M, & Oudar. J, (), Modèles de haute symétrie pour l'etude structurale des composés d'adsorption, Surface Science, 1975, 47(2), p 605-621.
- [77] L.I. El-Juhany, Degradation of Date Plam Trees and Date Production in Arab Countries: Causes and Potential Rehabilitation, Australian Journal of Basic and Applied Sciences ,2010,4(8), p 3998-4010.



- [80] Fang. Y, Yang. S, Wu. G, Free Radicals Antioxidant and Nutrition, Nutrition, 2002, 18, p 872-879.
- [81] Pham-Huy. L.A, He. H, Pham-Huy, C, Free radicals, Antioxidants in disease and health. Int. J. Biomed, Sci. 4, 2008, p 89-96.
- [82] Halliwell. B, Gutteridge J.M.C, Free radicals in Biology and Medicine, 3<sup>rd</sup> ed, New York USA, Oxford University press, 1999, pp 10-121.
- [83] A. Zaid and E.J. Arias –Jimenez, Date palm cultivation ,FAO plant production and protection, 2002, 156, P 110.
- [87] Hammond. G.E, Pamela. White.J, A Brief History of Lipid Oxidation. J Am Oil Chem Soc. 2011, 88, p 891-897.
- [88] le conseil européen des federations de l'industrie chimique, test method for Activated Carbon, 1997.
- [89] Puziy. A.M, et al, Synthetic carbons activated with phosphoric acid: I Surface chemistry and ion binding properties, Carbon, 2000, 40, 9, p 1493-1505.
- [90] Srimurali M, Pragathi A, Karthikeyan J, A study on removal of fluorides from drinking water by adsorption onto-cost materials, Environmental Pollution 99, 1998, P 285-289.
- [91] Manocha. S.M, Porous carbons, Sadhana, Department of Materials Science, Sardar Patel University, Vallabh Vidyanagar 388 120, India, February/ April 2003, 28, 1-2, p 335-348
- [92] Daborowski. A, Podkoscielny. P, Hubicki. Z, and Barczak. M, Adsorption of phenolic compounds by activated carbon –a critical review, Chemosphere5, 8, 2005, pp 1049-1070.
- [93] C.R. Robert, L'Oud R'ir. Annales de Gèographie, 1925, 34,187, p 53-59.
- [94] Mohapatra, M., Anand, S., Mishra, B. K., Giles, D. E., Singh, P. J. Environ. Manage, 2009, 91, pp 67-77.
- [96] Patrica N. M. Vasconcelosl, Wellington S. Limal, Marta L. P. Silva2, Andre L. F. Brito 1, Herve M. Labordel, Meiry G. F. Rodrigues 1. Articl. Adsorption of Zinc from Aqueous Solutions Using Modified Brazilian Grau Clay. American Journal of Analytical Chemistry. July 15, 2013.



[97] C.Namasivayam. D. Kavitha, Removal of Congo Red from water by adsorption onto activated carbon prepared from coir pith, an agricultural solid waste, Dyes and pigments, 2002, 54, P 47-58.

[101] Mohammed Khaled Bechki, Préparation et caractérisation du charbon actif à partir des noyaux du palmier dattier et des coquilles des noix, These Doctorat, Ourgla, Université Kasdi merbah, 2018.

[103] Bennaceur Abir. Nahaoui Aziza, Valorisation des déchets agro-alimentaire cas des pétioles de palmier (kornaf), Mémoire Master, Ourgla, Université Kasdi Merbah, 2019.

## المخلص:

في الوقت الحالي أصبحت البيئة تعاني بشكل كبير من تلوث المياه الناتج من نفايات المصانع خاصة النسيجية التي تطرح مخلفاتها و بكميات كبيرة جدا وهذا ما خلف أضرار على البيئة والكانتات الحية، هناك العديد من الطرق والتقنيات لمعالجة المياه الملوثة من بينها الإمتزاز على الكربون المنشط الذي يعتبر أهم المواد المستعملة ذات القابلية الكبيرة لإزالة الملوثات المائية و السرعة العالية في التخلص منها.

يهدف هذا العمل إلى تطوير المخلفات الطبيعية لنخيل الذكار (قواعد السعف) عن طريق تحضير كربون منشط منها و تطبيقها في إزالة أحد الملوثات العضوية (أزرق الميثيلين) بواسطة تقنية الإمتزاز. تناولت الدراسة إمتزاز صبغة أزرق الميثيلين على سطح الكربون المنشط المحضر من قواعد سعف نخيل الذكار مع دراسة تأثير مختلف العوامل المؤثرة على هذه العملية، كما تضمنت أيضا دراسة إيزوتارم و حركية وأخيرا ترموديناميك هذا الإمتزاز.

**الكلمات المفتاحية:** الإمتزاز، الكربون المنشط، أزرق الميثيلين، النخيل، إيزوتارم، حركية.

## Résumé

Maintenant, l'environnement souffre fortement de la pollution de l'eau due aux déchets d'usine, notamment les déchets textiles, qui rejettent ses déchets en très grande quantité, ce qui entraîne des dommages à l'environnement et aux organismes vivants. Il existe de nombreuses méthodes et technique de traitement des eaux polluées, parmi les quelles l'adsorption sur carbon actif, qui est le matériau utilisé le plus important avec une grand capacité à éliminer les polluants de l'eau et une vitesse d'élimination élevée.

Ce travail vise à valoriser les restes naturels du palmier mâle (bases fondes) en préparant du charbon actif à partir de celles-ci et en les appliquant pour éliminer un polluant organique (bleu de méthylène) au moyen d'une technique d'adsorption. L'étude examiné l'adsorption du colorant bleu de méthylène sur la surface du charbon actif préparé à partir des bases de feuilles de palmier males, avec une étude de l'effet de divers facteurs d'influence . Il a également inclus l'étude de l'isotherm , de la cinétique et enfin de la thermodynamique de cette adsorption.

**Mot clé:** adsorption, Charbon actif, Bleu de Méthylène, palmier, Isotherm, Cinétique.

## Abstract:

At the present time, the environment suffers greatly from water pollution resulting from factory waste, especially textile waste, which discard its waste in very large quantities, and this is what causes damage to the environment and living organisms. There are many methods and technique for treating polluted water, among them is the adsorption on activated carbon, which is the most important used material with a great ability to remove water pollutants and high speed of disposal.

This work aims to develop the natural remnants of the male plam (frond bases) by preparing activated carbon from them and applying them to remove an organic pollutant (méthylène blue) by means adsorption technique. The study examined the adsorption of méthylène blue dye on the surface of activated carbon prepared from the bases of male plam fronds, with a study of the effect of various factors affecting this process such. It also included the study of isotherm, kinetics and finally thermodynamics of this adsorption.

**Key words:** adsorption, Activated carbon, Méthylène blue, plam, Isotherm, kinetics.