

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء



مذكرة محاضرة لاستكمال متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي

في الكيمياء

تخصص: كيمياء المحيط

من إعداد:

خليفة فاطيمة الزهراء

ماضوي صليحة

**Preparation of date palm bunches fibers, raw and chemically treated as adsorbents to reduce water organic contaminants**

تحضير ألياف عرجون نخيل التمر الخام و المعالجة كيميائياً، كمواد مازة للتقليل من الملوثات العضوية المائية

نوقشت يوم: 2020/09/23

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

رئيس	أستاذ محاضر - أ-	لويزة زنجري
مناقش	أستاذ محاضر - أ-	عباس كمرشو
مؤطر	أستاذ محاضر - أ-	مسعود قواميد

العام الجامعي: 2020/2019



## إهداء

### بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بحول الله و قوته وُفقنا في إتمام عملنا هذا والذي نتقدم بإهدائه لكل من كان له  
فضل في إنجازهِ ولو بكلمة طيبة،

نهدي عملنا هذا إلى من ربط الله طاعتها بطاعته، إلى من كانا سبباً في وصولي  
لهنا أُمي وأبي،

إلى أسرتي، إخوتي، رفقائي، و زملاء الدراسة، من زين الله طريقي بهم و خصني  
بقربهم،

أساتذتي الذين سدّدوني نحو طريق الحق، الذين لم يبخلونا من علم نافع ولا من  
جهد وافر.

صليحة، فاطيمة الزهراء





## شكر و تقدير

الحمد لله والشكر لله، نحمده و نستعينه و نستهديه و نعوذ بالله من شرور أنفسنا و سيئاتنا، أما بعد:

قال تعالى: ﴿وَ إِذْ تَأَذَّنَ رَبُّكُمْ لَئِن شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ وَ اِنْ كَفَرْتُمْ اِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٌ﴾ ابراهيم: -7-

بعد شكر الله العلي القدير على توفيقه و تسديده لنا، ما لنا إلا أن نتقدم أولاً بالشكر و التقدير و العرفان لأستاذنا الدكتور المشرف قواميد مسعود ثبت الله خطاه، على كل ما قدمه لنا من علم و نصح و جهد طيلة إنجاز هذه الرسالة.

كما ندين بجزيل الشكر للسيد رئيس قسم الكيمياء بلفار محمد لخضر و السيد مكاوي رمضان مسؤول مخبر الكيمياء بكلية الرياضيات و علوم المادة و كل العاملين بالمخبر على المساعدات و التسهيلات التي قدموها لنا

كما ندين بشكر خاص للأستاذ رئيس قسم التنقيب و ميكانيك الورشات البترولية خليفة شريف على التسهيلات التي قدمها لنا لأجل إنجاز عملنا في مخبر الكيمياء بكلية المحروقات و الطاقات المتجددة و علوم الأرض و الكون و للأستاذتين الكريمتين المشرفتين على المخبر.

و لكل من كان له عون في إنجاز هذا العمل ولو بكلمة طيبة.

صليحة، فاطيمة الزهراء.



**ملخص :** يعنى هذا العمل بتثمين الياف عرجون نخيل التمر الخام و المعالجة كيميائيا على حد سواء في تنقية المياه الملوثة بصبغتي ازرق الميثيلين (MB) و احمر الكونغو (CR)، لأجل ذلك قمنا بتحضر ثلاث مواد مازة هي على التوالي : الياف السيليلوز المستخلص (F-Cel) و الالياف المعالجة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (DPB) و الالياف المعالجة بحمص الاوكساليك (DPA) ، بعد تحديد الطول الموجي الاعظمي لامتصاص كل صبغة في المجال المرئي- الفوق بنفسجي ، تمت دراسة فعالية المواد المازة المحضرة في كل مرة كدالة لتركيز الملوث و كذا لارتفاع المادة المازة في السحاحة (كمية المادة) عند درجة حرارة الغرفة ، فكانت النتائج متباينة ، حيث اعطت المادة (DPB) اعلى نسبة تنقية من ازرق الميثيلين (MB) مقارنة بمثيلاتها و التي بلغت (98.74%) عند تركيز (12.5 mg/l) و عمود المادة المازة قدره (45 cm) ، بينما كانت اعلى نسبة تنقية لصبغة احمر الكونغو (CR) بواسطة المادة (DPA) و بلغت (96.42%) عند نفس الشروط ، كما تجدر الاشارة الى انه تبين من خلال المعطيات التجريبية انه بصورة عامة تزداد فعالية ازالة الملوث بالمواد المازة المحضرة كلما تناقص تركيز الملوث و ازداد ارتفاع عمود المادة المازة .

**كلمات مفتاحية :** ملوث ، الياف السيليلوز ، ازرق الميثيلين ، احمر الكونغو.

**Abstract:** This study was devoted to the valorization of date palm bunch fibers, whether chemically treated or untreated, to purify contaminated water with methylene blue (MB) and Congo Red (CR) dyes, for this reason we have prepared three kinds of adsorbents, which are : extracted cellulose (F-Cel), fibers treated with sodium hydroxide (DPB) and lastly fibers treated with oxalic acid (DPA), the adsorption process was conducted to estimate the percentage of pollutant removal (purification ratio) as function of height of adsorbent material column and for different initial concentrations at room temperature, of course after determination of the maximum absorption wavelength of both dyes at UV-VIS region, the results show that the highest purification rate was (98.74%) for (MB) at height of (45cm) and initial concentration of (12.5 mg/l) onto (DPB) adsorbent compared to other ones, while the highest purification rate of (CR) was (96.42%) at the same parameters onto (DPA) adsorbent, generally removal percentage increases with increasing of height of adsorbent material column and with decreasing of pollutant concentration.

**Keywords :** pollutant, cellulose fibers, methylene blue, Congo Red.

**Résumé:** Cette étude a été consacrée à la valorisation des fibres de palmier dattier, qu'elles soient traitées chimiquement ou non, pour purifier l'eau contaminée avec des colorants comme le bleu de méthylène (BM) et le rouge Congo (RC), pour cette raison

nous avons préparé trois types d'adsorbants, qui sont: la cellulose extraite (F-Cel), fibres traitées par l'hydroxyde de sodium (DPB) et enfin fibres traitées par l'acide oxalique (DPA), le processus d'adsorption a été mené pour estimer le pourcentage d'élimination des polluants (taux de purification) en fonction de la hauteur de la colonne du matériau adsorbant et pour différentes concentrations initiales à température ambiante, bien sûr après la détermination de la longueur d'onde d'absorption maximale de ces deux colorants dans la région UV-VIS, les résultats ont montré que le taux de purification le plus élevé de (BM) était (98,74%) avec un hauteur de (45 cm) et de concentration initiale égale (12,5 mg / l) sur l'adsorbant (DPB) en comparaison aux autres, tandis que le taux de purification le plus élevé de (RC) était de (96,42%) aux mêmes conditions sur l'adsorbant (DPA), et d'une façon générale Le pourcentage d'élimination augmente avec l'augmentation de la hauteur de la colonne du matériau adsorbant et avec la diminution de la concentration de polluant.

**Mots clés:** polluant, fibres de cellulose, bleu de méthylène, rouge Congo.

الصفحة	الفهرس
i	الإهداء
ii	شكر وتقدير
iii	الملخص
v	الفهرس
viii	قائمة الأشكال
x	قائمة الجداول
xii	قائمة الصور
xiii	قائمة الرموز
1	المقدمة
3	مسح بيبليوغرافي (توثيقي)
<b>الباب الأول _ الدراسة النظرية</b>	
<b>الفصل الأول</b>	
7	I- عموميات حول تلوث المياه
7	I-1. تمهيد
7	I-2. مفهوم التلوث البيئي
7	I-2-1 تلوث التربة
7	I-2-2 تلوث الهواء
8	I-3 تلوث المياه
8	I-3-1 تعريف تلوث المياه
8	I-3-2 أنواع تلوث المياه
8	أ. التلوث الكيميائي
8	ب. التلوث الفيزيائي
9	ج. التلوث البيولوجي
9	د. التلوث الإشعاعي
9	I-3-3 مصادر تلوث المياه
9	I-3-3.1 المصدر الحضري

10	3.2-3-I المصدر الزراعي
10	3.3-3-I المصدر الصناعي
10	4.3-3-I المصدر الطبيعي
10	5.3-3-I مصادر مختلفة لتلوث المياه
10	4-3-I أهم الملوثات المائية
10	أ- الأصباغ
10	ب- المعادن الثقيلة
11	ج- الفضلات المستهلكة للأكسجين
11	د- النترات
11	و- المواد العضوية الحرارية
11	5-3-I الأمراض المنتشرة في المياه الملوثة
12	6-3-I طرق معالجة المياه الملوثة
12	1.6-3-I طرق بيولوجية (حيوية)
12	2.6-3-I طرق فيزيائية (Physical methods)
12	أ/ الترشيح الدقيق جدا: (Nanofiltration)
12	ب/ الترسيب: (Precipitation)
13	ج- /التخثير والتليد: (Coagulation_flocculation)
13	د- الإمتزاز: (Adsorption)
14	3.6-3-I طرق كيميائية: (Chemical methods)
14	أ/ الترسيب الكيميائي: (Chemical precipitation)
14	ب- التحليل الكهربائي: (Electrolysis)
14	ج- الأكسدة الكيميائية: (Chemical Oxidation)
<b>الفصل الثاني</b>	
16	II- عموميات حول النخيل
16	1-II تمهيد
16	2-II تصنيف شجرة نخيل التمر
17	3-II أجزاء نخلة التمر

17	4-II التوزيع الجغرافي لنخيل التمر
17	II-4-1 التوزيع الجغرافي حول القارات
18	II-4-2 التوزيع الجغرافي لنخيل التمر حول الوطن العربي
18	II-4-3 التوزيع الجغرافي لنخيل التمر في الجزائر
19	II-5 المخلفات الزراعية
19	II-5-1 أنواع المخلفات الزراعية
19	II-5-1.1 مخلفات نباتية حقلية
20	II-5-1.2 مخلفات التصنيع الزراعي
20	II-6 مخلفات نخيل التمر
20	II-6-1 تقدير كمية مخلفات نخيل التمر
20	II-7 ألياف النخيل
21	II-7-1 مكونات ألياف النخيل
21	أولاً. السيليلوز
21	ثانياً. اللجنين
22	ثالثاً. الهيموسيليلوز
22	II-8 إستعمالات مخلفات النخيل وألياف النخيل المعالجة
<b>الفصل الثالث</b>	
24	III- الإمتزاز
24	III-1 تمهيد
24	III-2 تعريف الإمتزاز (Adsorption)
24	III-3 أنواع الإمتزاز (Adsorption types)
24	III-3-1 الإمتزاز الفيزيائي: (Physical Adsorption)
24	III-3-2 الإمتزاز الكيميائي (Chemical Adsorption)
25	III-4 العوامل المؤثرة على الإمتزاز (Factors influencing the adsorption)
25	III-4-1 تأثير الرقم الهيدروجيني (pH effect)
25	III-4-2 تأثير درجة الحرارة (Temperature effect)
25	III-4-3 تأثير مساحة السطح الماز (Surface area effect)



26	4-4-III تأثير طبيعة المادة المازة ( Nature of adsorbent effect)
26	5-4-III تأثير التركيز الابتدائي (Initial concentration effect)
26	5-III نماذج ايزوتارم الامتزاز (Adsorption Isotherm)
27	1-5-III ايزوتارم لانغموير ( Isotherme Langmuir )
28	2-5-III ايزوتارم فرنديش ( IsothermeFRENDLICH )
29	3-5-III ايزوتارم تمكين : ( TemkinIsotherm)
30	4-5-III ايزوتارم دوبنين _ رادوشكوفيتش (Dubinin – Radushkevich)
31	6-III أهمية و إستعمالات الامتزاز (Importance and applications of adsorption)
<b>الفصل الرابع_ الدراسة العملية</b>	
33	1-IV تمهيد
33	2-IV المواد والتجهيزات والتقنيات المستعملة
33	1-2-IV الكيماويات المستعملة
34	2-2-IV المواد، الوسائل و الاجهزة المستعملة
35	3-IV منهجية البحث
36	1-3-IV تحضير الألياف المعالجة بـ محلول هيدروكسيد الصوديوم (DPB)
36	2-3-IV تحضير الألياف المعالجة بحمض الاكساليك (DPA)
37	3-3-IV استخلاص ألياف السيليلوز
38	1-3-3-IV إزالة المادة الشمعية
38	2-3-3-IV إزالة اللجنين و الهيمويسيليلوز
39	3-3-3-IV عملية التبييض (bleaching)
40	4-IV تحضير المحاليل الملوثة
40	1-4-IV محلول أزرق الميثيلين ( MB )
40	2-4-IV محلول أحمر الكونغو (CR)
40	3-4-IV اعداد منحني التعبير لكل ملوث
41	4-4-IV تحضير السحاحات
43	5-IV النتائج و المناقشة

43	IV – 1-5 نسبة ازالة الملوث
43	IV – 2-5 طيف الاشعة تحت الحمراء للسيليلوز المستخلص
44	أ/- نتائج احمر الكونغو مع المادة المازة (DPA)
44	ب/- نتائج احمر الكونغو مع المادة المازة (DPB)
45	ج/- نتائج احمر الكونغو مع المادة المازة (الياف السيليلوز)
45	د/- نتائج ازرق المثيلين مع المادة المازة (DPA)
46	هـ/- نتائج ازرق المثيلين مع المادة المازة (DPB)
47	و/- نتائج ازرق المثيلين مع المادة المازة (الياف السيليلوز)
47	IV – 3-5 ترجمة النتائج إلى بيانات
56	IV – 4-5 تفسير النتائج المتحصل عليها
57	خلاصة عامة
58	المراجع

## قائمة الأشكال

الصفحة	الشكل
<b>الفصل الأول</b>	
11	الشكل (1-I). يوضح نسب موت الأطفال الأقل من 5 سنوات بواسطة مسببات مختلفة منها الملاريا والإسهال و الإلتهابات الرئوية وغيرها طبقاً لمنظمة الصحة العالمية واليونيسيف
12	الشكل (2-I). مخطط طرق عمل المعالجة البيولوجية الهوائية واللاهوائية
13	الشكل (3-I): يوضح عمليتي التخثير والتلييد
<b>الفصل الثاني</b>	
17	الشكل (II.1). توضيح لأجزاء نخلة التمر
18	الشكل (2-II). التوزيع الجغرافي لمساحة وإنتاج نخلة التمر حسب القارات
18	الشكل (3-II). التوزيع الجغرافي لنخلة التمر: النسبة المئوية لإجمالي مساحة وإنتاج جميع الدول العربية من إجمالي مساحة وإنتاج جميع دول العالم المنتجة للتمور
21	الشكل (4-II). بنية جزيء السيليلوز
22	الشكل (5-II). المونوميرات المكونة لليجنين
22	الشكل (6-II). بنية جزيء الهيموسيليلوز
<b>الفصل الثالث</b>	
26	الشكل (1.III). أنواع مختلفة لإيزوتارم الإمتزاز حسب تصنيف Giles
28	الشكل (2-III). إمتزاز إيزوتارم لانغموير
29	الشكل (3-III). إمتزاز إيزوتارم فرنديش
30	الشكل (4-III). إمتزاز إيزوتارم تمكين
31	الشكل (5-III). إمتزاز إيزوتارم دوبنين_رادوشكوفيتش
<b>الفصل الرابع</b>	
37	الشكل (1.IV). مخطط يوضح خطوات استخلاص السيليلوز
41	الشكل (2.IV). منحنى التعبير لأزرق الميثيلين (BM)
41	الشكل (3.IV). منحنى التعبير لأحمر الكونغو (CR)
43	الشكل (4.IV). طيف الأشعة تحت الحمراء للسيليلوز المستخلص

48	الشكل (5.IV).نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة ارتفاع المادة المازة من اجل (12.5 mg/l)
48	الشكل (6.IV).نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة ارتفاع المادة المازة من اجل (25 mg/l)
49	الشكل (7.IV).نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة ارتفاع المادة المازة من اجل (50 mg/l)
49	الشكل (8.IV).نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة التركيز من اجل ارتفاع (DPA - 15 cm)
50	الشكل (9.IV). نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة التركيز من اجل ارتفاع ( DPA - 30 cm)
50	الشكل (10.IV). نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة التركيز من اجل ارتفاع ( DPA - 45 cm)
51	الشكل (11.IV). نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة التركيز ومن اجل ارتفاع المادة (DPA ) (
51	الشكل (12.IV). نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة التركيز ومن اجل ارتفاع المادة (DPB ) (
52	الشكل (13.IV). نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة التركيز ومن اجل ارتفاع المادة (-F Cel ) (
52	الشكل (14.IV). نسبة إزالة ازرق الميثيلين بدلالة ارتفاع المادة المازة من اجل (mg/l) (12.5
53	الشكل (15.IV). نسبة إزالة ازرق الميثيلين بدلالة ارتفاع المادة المازة من اجل (mg/l) (25
53	الشكل (16.IV). نسبة إزالة ازرق الميثيلين بدلالة ارتفاع المادة المازة من اجل (mg/l) (50
54	الشكل (17.IV). نسبة إزالة ازرق الميثيلين بدلالة التركيز من اجل ارتفاع ( DPB - 15 cm)
54	الشكل (18.IV). نسبة إزالة ازرق الميثيلين بدلالة التركيز من اجل ارتفاع ( DPB - 30 cm)
55	الشكل (19.IV). نسبة إزالة ازرق الميثيلين بدلالة التركيز من اجل ارتفاع ( DPB - 45 cm)
55	الشكل (20.IV). نسبة إزالة ازرق الميثيلين بدلالة التركيز ومن اجل ارتفاع المادة (DPB)

## قائمة الجداول

الصفحة	الجدول
<b>الفصل الأول</b>	
8	الجدول (I.1): يوضح معايير تحديد جودة المياه
9	الجدول (I.2): يوضح بعض القيم النموذجية لمعايير المياه الملوثة وغير الملوثة
14	الجدول (I-3): مقارنة بين طرق معالجة المياه
<b>الفصل الثاني</b>	
19	الجدول (II.2): أهم الولايات التي تنتشر فيها زراعة نخيل التمر في الجزائر
<b>الفصل الثالث</b>	
25	الجدول (III.1): مقارنة بين نوعي الإمتزاز
<b>الفصل الرابع</b>	
33	الجدول (IV-1): المواد المستعملة في التجربة
34	الجدول (IV-2): صيغة أزرق الميثيلين و أحمر الكونغو
44	الجدول (IV-3): امتزاز احمر الكونغو على (DPA) من اجل (12.5 mg/l)
44	الجدول (IV-4): امتزاز احمر الكونغو على (DPA) من اجل (25 mg/l)
44	الجدول (IV-5): امتزاز احمر الكونغو على (DPA) من اجل (50 mg/l)
44	الجدول (IV-6): امتزاز احمر الكونغو على (DPB) من اجل (12.5 mg/l)
44	الجدول (IV-7): امتزاز احمر الكونغو على (DPB) من اجل (25 mg/l)
45	الجدول (IV-8): امتزاز احمر الكونغو على (DPB) من اجل (50 mg/l)
45	الجدول (IV-9): امتزاز احمر الكونغو على (F-Cel.) من اجل (12.5 mg/l)
45	الجدول (IV-10): امتزاز احمر الكونغو على (F-Cel.) من اجل (25 mg/l)
45	الجدول (IV-11): امتزاز احمر الكونغو على (F-Cel.) من اجل (50 mg/l)
45	الجدول (IV-12): امتزاز ازرق الميثيلين على (DPA) من اجل (12.5 mg/l)
46	الجدول (IV-13): امتزاز ازرق الميثيلين على (DPA) من اجل (25 mg/l)
46	الجدول (IV-14): امتزاز ازرق الميثيلين على (DPA) من اجل (50 mg/l)
46	الجدول (IV-15): امتزاز ازرق الميثيلين على (DPB) من اجل التركيز الابتدائي (12.5 mg/l)

46	الجدول (IV -16): امتزاز ازرق الميثيلين على (DPB) من اجل التركيز الابتدائي ( 25 (mg/l
46	الجدول (IV -17): امتزاز ازرق الميثيلين على (DPB) من اجل التركيز الابتدائي ( 50 (mg/l
47	الجدول (IV -18): امتزاز ازرق الميثيلين على ألياف السيليلوز من اجل التركيز الابتدائي (12.5 mg/l)
47	الجدول (IV -19): امتزاز ازرق الميثيلين على ألياف السيليلوز من اجل التركيز الابتدائي (25 mg/l)
47	الجدول (IV -20): امتزاز ازرق الميثيلين على ألياف السيليلوز من اجل التركيز الابتدائي (50 mg/l)

## قائمة الصور

الصفحة	الصورة
<b>الفصل الثاني</b>	
16	الصورة (II.1). شجرة نخلة التمر
20	الصورة (II-2). توضح المخلفات الزراعية لشجرة نخلة التمر
21	الصورة (II-3). توضح مقطع عرضي لليف نخيل واحد
<b>الفصل الرابع</b>	
34	الصورة (1.IV). آلة طحن العينات
35	الصورة (2.IV). جهاز مطيافية الأشعة المرئية وفوق البنفسجية
35	الصورة (3.IV). جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء
36	الصورة (4.IV). تمثل العينة قبل وبعد الطحن
36	الصورة (5.IV). تمثل معالجة الألياف بحمض الأكساليك
38	الصورة (6.IV). إزالة المادة الشمعية من على الألياف
39	الصورة (7.IV). عملية إزالة اللجنين و الهيميسليلوز
39	الصورة (8.IV). توضح عملية التبييض
42	الصورة (9.IV). محاليل أزرق الميثيلين قبل و بعد الإمتزاز
42	الصورة (10.IV). محاليل أحمر الكونغو قبل و بعد الإمتزاز
42	الصورة (11.IV). توضح السحاحات المعبأة بالمواد المازة

الرمز	التسمية بالعربية	التسمية بالإنجليزية
pH	الرقم الهيدروجيني	Potential Of Hydroge
TDS	مجموع المواد الصلبة المنحلة	Total Dissolved Solids
BOD	طلب الأكسجين الحيوي	Biochemical Oxygen Demand
EC	الناقلية الكهربائية	Electrical Conduction
COD	طلب الأكسجين الكيميائي	Chemical Oxygen Demand
C <sub>0</sub>	التركيز الابتدائي	Initial Concentration
Q <sub>e</sub>	كمية المادة الممتزة (mg/g)	The Amount Of Adsorbent (Mg/g)
Q <sub>max</sub>	كمية الإمتزاز القصوى (mg/g)	The Maximum Adsorption Amount (Mg/g)
C <sub>e</sub>	التركيز عند الإمتزاز (mg/l)	The Equilibrium Concentration Of Adsorbate (Mg/L)
K	ثابت إتران لانغموير (mg/l)	Langmuir Equilibruim Constant (Mg/L)
K <sub>L</sub>	ثابت متعلق بطاقة الإمتزاز	The Constant Related To The Energy Of Adsorption (Langmuir Constant)
R <sub>L</sub>	عامل الإتران	Equilibrium Factor
X	كمية المادة الممتزة ( mg أو mmol )	The Amount Of Adsorbent ( Mmol Or Mg)
m	كتلة الممتزات (g)	Mass Of The Adsorbent (G)
A <sub>T</sub>	ثابت ربط توازن إيزوتارم تمكين (L / g).	Temkin Isotherm Equilbrium Binding Constant (G /L)
b <sub>T</sub>	ثابت إيزوتارم تمكين.	Temkin Isotherm Constant
R	ثابت الغاز الشامل (J / mol / K8.314).	The Universal Gas Constant
T	درجة الحرارة عند 298 كلفن.	The Absolute Temperature
B	ثابت متعلق بحرارة الامتصاص ( J / (mol	Constant Related To Heat Of Sorption (J/Mol)



Dubinin –Radushkevich isotherM Constant ( $\text{Mol}^2/\text{Kj}^2$ )	ثابت إيزوتارم دوبنين_رادوشكوفيتش. ( $\text{mol}^2/\text{kj}^2$ )	$K_{ad}$
Theoretical Isotherm Saturation Capacity (Mg/G)	قدرة تشبع الإمتزاز النظري (mg/g).	$q_s$
Dubinin–Radushkevich Isotherm Constant	ثابت إيزان دوبنين_رادوشكوفيتش.	$\epsilon$
Free Energy	الطاقة الحرة	E
Isotherm Constant	ثابت الإيزوتارم	$B_{DR}$
Methylene Blue	أزرق الميثيلين	MB
Congo Red	أحمر الكونغو	RC
Ultraviolet-Visible Spectoscopy	مطيافية الأشعة فوق البنفسجية	UV-visible
Fouriier- Transform Infrared Spectorscopy	مطيافية الأشعة تحت الحمراء باستخدام تحويل فورييه	FTIR
Peak Wavelength	الطول الموجي الأعظمي	$\lambda_{max}$
Date Palm Fibers Treated By Acid	الألياف المعالجة بالحمض	DPA
Date Palm Fibers Treated By Base	الألياف المعالجة بالأساس	DPB
Fibers Of Cellulose	ألياف السيليلوز	F-Cel

# المقدمة

## مقدمة عامة

يعد التلوث بمختلف أنواعه من أبرز مشاكل العصر لتأثيره المباشر على الإنسان والنظام البيئي بصفة عامة؛ حيث يحدث التلوث نتيجة للتغير الحاصل في الخواص الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية للهواء أو التربة أو الماء [1]، و تنجم تلك التغيرات بسبب وجود مواد أو عوامل ملوثة بتركيز و جرعات مختلفة تكون ضارة بالكائنات الحية بصفة مباشرة أو غير مباشرة، تلك المواد أو العوامل تنتج من مصادر طبيعية وغير طبيعية. [2]

و لكون الماء أساس الحياة و يدخل في جميع العمليات البيولوجية و من دونه تختفي الأنظمة الحية وكذا لكونه من ركائز العمليات الصناعية ، فإن تلوث الماء يعد من الموضوعات ذات الاهتمام البالغ في حياتنا المعاصرة سواء على مستوى المنظمات و الحكومات أو على مستوى الهيئات العلمية و كنتيجة لذلك حضي موضوع التلوث باهتمام متزايد و تعددت أوجه دراسته من قبل العلماء و الباحثين والمختصون بهذا المجال [3].

ونظرا للتطور التكنولوجي السريع و المتعدد الأوجه و ما صاحبه من عمليات تحويلية و صناعية عديدة كالصناعات النسيجية أو الجلدية أو الورقية أو الصيدلانية أو الكيميائية ذات الاستهلاك الهائل للمياه ، فكان من إفرازات تلك الصناعات و العمليات التحويلية مياه ملوثة تنفث باستمرار في الأنهار و البيئة المحيطة بالمصانع و لعل واحدا من الأمثلة عن المياه الملوثة نجد تلك التي تحوي الأصباغ، ولقد قدر البنك الدولي أن من 7-20% من تلوث المياه الصناعية يأتي من صبغ الأقمشة ومعالجتها، وقد وضح أن مياه الفضلات الصناعية غالباً ما تكون مسرطنة ولها سمية عالية، لذلك فإن إزالة المواد الملوثة منها أصبح ضرورة حتمية [4].

إن تطور طرق معالجة مياه الصرف الصناعي لم يبدأ إلا حديثاً ولكنه كان سريعاً و جابه تحديات عدة ، فمن جهة يختلف تركيب وتركيز الملوث في مياه الصرف الصناعي من صناعة إلى أخرى كما تختلف طبيعته، فهذا الاختلاف كان تحدياً لمهندسي معالجة المياه ليعتمدوا طرقاً و تكنولوجيا محددة لمعالجة مياه الصرف الصناعي. ناهيك عن تحدي التكلفة و سرعة المعالجة و غيرها من المسائل.

تعد معالجة المياه الملوثة بالمواد المازة من أهم التقنيات في هذا الشأن و ذلك راجع لكفأتها العالية في إزالة الملوثات وبساطة التكنولوجيا المستخدمة لهذا الغرض، ناهيك عن كلفتها الاقتصادية الأقل كما أن هذه التقنية تعتبر غير مدمرة و غير مضرّة للبيئة. [5] وقد اتجه العديد من الباحثين حديثاً إلى تطوير مواد مازة جديدة بالاستعانة ببعض المواد ذات المنشأ الطبيعي كالألياف النباتية مثلاً ، و نظراً للتشريعات المتلاحقة

و النظم القانونية المكرسة للبيئة أضحت أي صناعة في الوقت الحاضر لا تكاد تخلو من عمليات معالجة مختلف المخلفات قبل طرحها في البيئة [6]

لا يخفى على احد منا أن الجزائر تتربع على ثروة هائلة من النخيل تتوزع بمجملها في المناطق الصحراوية على غرار منطقتنا وتنشأ عن هاته النخيل سنويا مخلفات صلبة (سعف ، عراجين ، غمد ... الخ) بكميات جد معتبرة، ولكن في الغالب يتم إهدار هاته الكمية الكبيرة من الكتلة الحيوية لمخلفات النخيل بالحرق دون الاستفادة منها.

لذا بناءا على هذا حددنا الهدف من مذكرتنا والمتمثل في تثمين ألياف النخيل الخام أو المعالجة كيميائيا لإزالة الأصباغ الملوثة للمياه؛ حيث سنستخدمها كمواد مازة في هذا العمل و بعد تشخيصها فيزيوكيميائيا نقوم بدراسة ظاهرة امتزاز الأصباغ على الألياف المشار إليها و نحدد العوامل المتحكمة في الظاهرة و الشروط المثلى .

الألياف المستخدمة في هذ العمل هي ألياف العرجون و قد قسمت الى ثلاث أصناف هي: ألياف السيليلوز بعد عملية استخلاصها ، ألياف العرجون المعالجة بهيدروكسيد الصوديوم و ألياف العرجون المعالجة بحمض الاوكساليك بغية معالجة المياه الملوثة بصبغتي أزرق الميثيلين و أحمر الكونغو.

تتضمن هذه الأطروحة مقدمة عامة و أربعة فصول هي :

الفصل الأول : خصص للتلوث عموما و تلوث المياه خصوصا.

الفصل الثاني : كرس لدراسة النخيل ، توزعها أليافها ... الخ

الفصل الثالث : كان لدراسة ظاهرة الإدمصاص أو الإمتزاز.

الفصل الرابع : الجانب العملي ، عرض النتائج و تفسيرها ثم حوصلة.

مسح بيئي و جرافي

## مسح بيئي و جرافي:

الماء هو العنصر الأساسي الذي تقوم عليه الحياة ليس لدخوله في جميع العمليات البيولوجية فقط ، بل للحاجة الماسة إليه في العديد من الأنشطة الصناعية والزراعية، ونظرًا لإستعماله المتكرر والعشوائي في هذه الأنشطة، ظهر تحدٍ جديد أمام العلماء والباحثين ويتمثل في كيفية التعامل مع المياه الملوثة الناتجة عن العمليات اليومية المختلفة، لذلك عمدوا إلى إيجاد طرق و تقنيات عديدة تمكنهم من معالجة المياه الملوثة و إستردادها لأجل إعادة إستغلالها.

قام العابد إبراهيم [7]، بإجراء دراسة حول معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية؛ حيث هدفت هذه الدراسة إلى إثبات قدرة أداء النباتات *Juncus effusus* ، *papyrus* ، *Cyperus* ، *Typha latifolia* على تنقية المياه المستعملة بنظام تدفق أفقي تحت السطحي، و شملت هذه الدراسة مقارنة بين أحواض مزروعة، حيث كل حوض يحتوي على نوع واحد من هذه النباتات وحوض غير مزروع كشاهد، في نهاية هذه الدراسة وُجد أن هذه النباتات قد أبدت قدرتها على إزالة الملوثات البيولوجية (البكتيريا) بنسبة كبيرة تفوق 88 % كما أن هذه النباتات أبدت تأقلمًا وتعايشًا في مناخ المنطقة ، وقدرة التنقية بالأحواض المغروسة بالنباتات كانت أعلى من الأحواض غير المغروسة.

كما قامت **ATTAB Sarah** [8]، بإجراء دراسة تهدف لتحسين الجودة الميكروبيولوجية للمخلفات السائلة الثانوية غير المكورة على مستوى حوض بركاوي بمدينة ورقلة وذلك بعملية الترشيح على الرمل المحلي، حيث أظهرت النتائج انخفاضًا بنسبة 100% في المواد الصلبة العالقة (MES) و انخفاض عدد الكائنات الحية الدقيقة بنسبة 99 % في الماء المتسرب عبر العمود الرملي. هذه النتائج أثبتت القدرة العالية للرمل المعالج على إزالة الملوثات الميكروبيولوجية.

قام **I. G. Rashed** و آخرون [9]، بإجراء مراجعة عامة لمجموعة من الأبحاث والدراسات حول تطبيق تكنولوجيا الأكسدة الكيميائية في معالجة مياه الصرف الصحي، حيث خلصوا لنجاعة إستخدام عمليات الأكسدة الكيميائية المتقدمة (كاشف فنتون) في إزالة الملوثات العضوية من محاليلها المائية وهذا بعد تحديد الظروف المثلى لذلك، ويعد الرقم الهيدروجيني أهم عامل يجب مراعاته عند تطبيق عملية الأكسدة الكيميائية.

درس **Mourad Taleb Ahmed** و آخرون [10]، كفاءة معالجة المياه الملوثة بواسطة التخثير الكهربائي و الترشيح النانوي بإستخدام أنود من الألمنيوم و تمت الدراسة على مياه بحيرة الرغاية، حيث تم تطبيق التخثير الكهربائي كمعالجة مسبقة للماء ثم خضع لعملية الترشيح النانوي، وفي نهاية الدراسة

أظهر تحليل الماء انخفاضاً في COD من 60 إلى 5 (mg.L-1) كما انخفض بفضل كفاءة التخثير الكهربائي، العدد البكتيري الشائعة (MPN) من 2500 إلى 2 MPN / 100 مل.

عرفت مشكلة تلوث المياه تفاقماً كبيراً بعد الأزمة الاقتصادية حيث أصبحت تشكل تهديداً على الإنسان والبيئة، هذا الأمر دفع العديد من الباحثين إلى التفكير في إيجاد مواد وطرق غير مكلفة تمكنهم من التخلص من مشكل تلوث المياه.

و في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين بدأ الباحثون في صب جُل اهتمامهم نحو المواد الممتازة الطبيعية، ومن هنا تم تقديم مصطلح جديد يدعى بـ "الامتزاز الأخضر" والذي يقصد به المواد المازة منخفضة التكلفة و التي نشأت من المخلفات الزراعية و المنتجات الزراعية الثانوية (الفواكه والخضروات والأغذية). لقيت هذه الممتازات الخضراء رواجاً واسعاً في أوساط الباحثين نظراً لوفرتها الكبيرة في البيئة و قلة تكلفتها بالإضافة للنتائج الإيجابية التي أعطتها عند إستخدامها كدعامة حيوية في العديد من التقنيات والصناعات. [11]

قامت **هيفاء جاسم [12]**، بدراسة ثرموديناميكية لقابلية سطح نبات الصفصاف في امتزاز صبغتي الكونغو الأحمر والجننتين البنفسجية من محاليلها المائية وذلك بإستعمال الأشعة فوق البنفسجية المرئية وتحت تأثير العوامل المؤثرة على الإمتزاز، حيث بينت النتائج أن كمية إمتزاز الكونغو الأحمر على سطح الصفصاف أكبر من الجننتين البنفسجية على نفس السطح، كما بينت أن كمية إمتزاز الصبغتين على هذا السطح تقل بزيادة درجة الحرارة، كما يزداد إمتزاز صبغة الجننتين البنفسجية في الوسط الحامضي بينما يزداد إمتزاز صبغة الكونغو الحمراء في الوسط القاعدي.

قام **Ioannou, Z** وآخرون [13]، بدراسة خصائص واستخدامات المنتجات الجديدة المشتقة من نفايات زراعية مختلفة مثل فول الصويا ، وقشرة جوز الهند ، وأوراق النيم، وقش الأرز، وورق الليمون ، ونفايات الشاي وغيرها. وهذا اعتماداً على مجموعة من البحوث والدراسات السابقة، حيث أظهرت المنتجات النهائية المعالجة و المشتقة من النفايات الزراعية خصائص متساوية أو أفضل مقارنة بالمنتجات الصناعية التقليدية و المكلفة المستخدمة في عمليات الفصل و الإمتزاز.

كما قام **Sulyman M** وآخرون [14]، بمراجعة لعدد من الدراسات السابقة التي إتمتت على ممتازات حيوية مختلفة مشتقة من المخلفات الزراعية لإزالة تلوث المياه بالمعادن الثقيلة وغيرها من الملوثات، حيث أشارت الدراسات إلى الفعالية العالية لهاته الممتازات في إزالة ملوثات المياه. كما أظهرت المراجعة الخصائص الفيزيائية والكيميائية الإستثنائية التي تتميز بها هذه الممتازات إضافة لتكلفتها المنخفضة.

قام George Z و آخرون [11]، بمراجعة لمجموعة من الدراسات السابقة التي تناولت إستخدام المخلفات الزراعية كمواد مازة حيوية لإزالة تلوث المياه، حيث تم دراسة حركية إمتزاز هذه المواد كما تم إجراء تحليل تقني اقتصادي يقارن بين المواد المازة الخضراء والمواد الصناعية غير الخضراء؛ حيث أظهرت النتائج تفوق فعالية الممتزات الخضراء (التكلفة، التجديد،... إلخ) على الممتزات التجارية.

كما قام **Olugbenga Solomon Bello** وآخرون [15]، بدراسة من أجل التحويل المستدام للنفايات الزراعية إلى ممتزات مفيدة، حيث تم تحضير وتوصيف الكربون الخام والمنشط المشتق من ثلاثة نفايات زراعية مختارة: بودرة الكولا الخام والمنشطة (KNPR و KNPA) وقشر الفاصوليا الخام والمنشط (BHR و BHA) وقشر جوز الهند الخام والمنشط (CHR و CHA) تم تحليل وتحديد العوامل المؤثرة على خواصها.

أوضحت هذه الدراسة أن الكربون المنشط المحضر من نفايات زراعية مختارة بعد تنشيط الأحماض والكربنة لديه قدرة واعدة لإزالة الملوثات المختلفة مثل الصبغ والأيونات المعدنية والملوثات العضوية الأخرى و يمكن اعتباره بديلاً مناسباً للكربون المنشط التجاري باهظ الثمن.

من المعلوم أن هنالك أكثر من 120 مليون شجرة نخيل في جميع أنحاء العالم تنتج ملايين الأطنان من التمور سنوياً، إضافةً لإنتاجها لكميات كبيرة من المخلفات الزراعية على شكل أوراق جافة وسيفان وحفر وبذور وما إلى ذلك. وعلى هذا الأساس و بإعتبار نخيل التمر مورد طبيعي متجدد للنفايات الزراعية الصلبة، نشأت العديد من الدراسات والبحوث حول إمكانية الإستفادة من هاته المخلفات و إستغلال أليافها في صناعات وتقنيات مختلفة؛ حيث تم إستخدام أليافها كمتزات في إزالة تلوث المياه من طرف عدة باحثين. [16]

قامت **Ola Abdelwahab** [17] و آخرون بإستخدام ألياف النخيل المعدلة كمادة مازة طبيعية لإزالة التسرب النفطي من المياه الصناعية حيث أظهرت النتائج كفاءة امتصاص عالية لألياف النخيل على أنواع مختلفة من الزيوت.

كما قام **Ahmed Al-Ghamdi**. [18] و آخرون بإستخدام ألياف جذع نخيل التمر الخام لامتصاص أيونات الكاديوم من المحاليل المائية، حيث أثبتت هذه الدراسة أن ألياف جذع نخيل التمر هي مادة مازة محتملة لإزالة الكاديوم من الماء. و أن قدرتها على الامتزاز عالية بالنسبة إلى الممتزات الطبيعية الأخرى



قام Abdul Muhsen A. Al-Haidary [19] وآخرون، بدراسة حول استخدام ألياف نخيل التمر وقاعدة أوراق النخيل كمتزازات لأيونات الرصاص (PbII) من محلولها المائي حيث خلصوا إلى أن ألياف النخيل هي مادة ممتزة فعالة لإزالة أيونات الرصاص من المياه الملوثة أو مياه الصرف الصحي كما أثبتوا أن قدرتها على الإمتصاص تزداد عند شروط محددة.

وقامت Basma G. Alhogbi وآخرون [20]، بدراسة استخدام ألياف مخلفات أشجار النخيل كمادة مازة حيوية لإزالة أيونات الرصاص السامة من عينات المياه البيئية، و أظهرت النتائج المتحصل عليها أنه يمكن استخدام ألياف مخلفات النخيل كمتزازات ذات كفاءة عالية وذات تكلفة منخفضة في إزالة الملوثات من البيئات المائية الملوثة.

قام Muhammad Tahir Amin [21] وآخرون، بدراسة سلوكيات امتصاص النحاس والرصاص والزرنيخ في المحاليل المائية باستخدام ألياف نخيل التمر وقشر البرتقال؛ حيث أوضحت النتائج المتحصل عليها التطبيق الناجح لألياف نخيل التمر وقشور البرتقال والإمتصاص الجيد لأيونات المعادن الثقيلة وأكدت إمكانية استخدام هذه النفايات الزراعية كمواد ادمصاص في أشكال فردية ومختلطة .

كما قامت أ.بحة و أطويل [6] بتحضير وتشخيص مادة مازة انطلاقا من مخلفات النخيل (السعف) وتطبيقها في إزالة ثلوث الماء بصبغة أزرق الميثيلين وأثبتت النتائج كفاءة المادة المستخدمة كمادة مازة (السعف) في إزالة صبغة أزرق الميثيلين من الماء.

## الفصل الأول

عموميات حول تلوث المياه

**I- عموميات حول تلوث المياه****I-1 تمهيد:**

منذ الثورة الصناعية حتى الوقت الراهن ظهرت عدة تحديات و مشاكل منها ما هو ضار للغاية بحياة الانسان و الكائن الحي عموما كمشكلة التلوث ذات الانتشار الواسع و الكثيرة التفرع ناهيك عن تصنيفاتها المتعددة لهذا سنتطرق لها رويدا رويدا لتقديم احاطة علمية بها و بتجلياتها

**I-2 مفهوم التلوث البيئي:**

التلوث البيئي هو عبارة عن وجود مواد ملوثة بتركيزات مختلفة تكون ضارة بالكائنات الحية و التربة و الماء الهواء ، من مصادر طبيعية و غير طبيعية و تلحق ضررا كبيرا بالبيئة و يمكن أن يكون التلوث منظور و غير منظور و من غير رائحة أو طعم. [2]

و تتمثل أنواع التلوث البيئي في التلوث الهوائي، التلوث المائي، تلوث التربة و توجد بعض أنواع التلوث التي لا تؤثر على عناصر البيئة الثلاث بقدر تأثيرها على حياة الإنسان كالتلوث الضوضائي.

**I-2-1 تلوث التربة:**

يقصد بتلوث التربة التغيير في خصائص التربة الطبيعية و الكيميائية و البيولوجية عن طريق إضافة مواد إليها أو نزع مواد منها. كما تعتبر التربة ملوثة عند إحتوائها على مادة أو مواد بكميات أو تركيزات على غير العادة فتسبب خطر على صحة الانسان و الحيوان و النبات أو المنشآت الهندسية أو المياة السطحية و الجوفية. و يعتبر التلوث بالمعادن الثقيلة و التلوث بالمواد المشعة من أهم مظاهر تلوث التربة، و يتم التخلص من تلوث التربة بعدة طرق مثل: المعالجة الطبيعية (غسل التربة، الفصل بالجاذبية)، المعالجة الحرارية (التبخير و الحرق)، المعالجة الكيميائية (الإختزال و الأكسدة، التثبيت). [22]

**I-2-2 تلوث الهواء:**

يعرف تلوث الهواء بأنه وجود بعض المواد في الهواء بتركيزات مختلفة تكون ضارة بصحة الإنسان أو الحيوان أو النبات أو التربة أو البيئة؛ و تلوث الهواء يعني اختلاط الهواء بمواد ملوثة. يوجد نوعان رئيسيان لتلوث الهواء: تلوث الهواء الخارجي و يحدث نتيجة إنبعاث كميات كبيرة من الغازات و الغبار و الجسيمات الدقيقة داخل الغلاف الجوي، تصدر غالبا من عوادم وسائل النقل و عن العمليات الصناعية المختلفة و أكاسيد الكربون و النيتروجين.

النوع الثاني يتمثل في تلوث الهواء الخارجي الذي يحدث نتيجة احتباس الملوثات داخل المباني التي تعاني أنظمة تهويتها من سوء التصميم، ويعد دخان السجائر، والغازات المنبعثة من المواقد والأفران، ومواد التنظيف الكيماوية من أبرز مصادره.

يتم التخلص من تلوث الهواء بعدة تقنيات أبرزها: استخدام مرشحات الهواء، جهاز السيليكون و المرسب الديناميكي. [23]

### I-3-3 تلوث المياه

#### I-3-1-1 تعريف تلوث المياه:

يعرف تلوث المياه بأنه حدوث أي تغير في مكونات الماء الفيزيائية، الكيميائية أو البيولوجية مما يؤثر سلبا على النظام البيئي المائي.

و يعرف تلوث المياه بتواجد العديد من المواد الدقيقة والأجسام الغريبة المنحلة في الماء، والتي تؤدي إلى تدهور جودة الماء وتجعله غير صالح للاستعمالات اليومية المطلوبة. [24]

- كما يعرف تلوث المياه بأنه وجود تغيير في مكونات المجرى أو تغيير حالته بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بسبب أنشطة الإنسان؛ حيث تصبح المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها، وتتم معرفة هذا التغييرات من خلال إختبارات تحديد نوعية المياه الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية. [25]

#### الجدول (I-1): يوضح معايير تحديد جودة المياه [26]

معايير فيزيائية	اللون	الطعم	الرائحة	العكارة	الناقلية
معايير كيميائية	pH	TDS	BOD	EC	Nitrates
معايير بيولوجية	تتضمن التحليلات النوعية للعوالق (العوالق الحيوانية، العوالق النباتية)				

#### I-3-2 أنواع تلوث المياه:

أ. التلوث الكيميائي: هو التلوث الذي ينتج من وجود مواد كيميائية منحلة في الماء بمعدلات تؤدي إلى حدوث خلل في خصائصه كالطعم و اللون [6] يمكن أن يكون التلوث الكيميائي عرضي أو عمدي بسبب الأنشطة الصناعية أو الزراعية بالقرب من المسطحات المائية.

#### ب. التلوث الفيزيائي:

يحدث نتيجة للتغير في المواصفات القياسية للماء، سواء عن طريق التغير في درجة حرارة الماء أو تغير درجة ملوحته أو إزدياد كمية المواد العالقة به ذات الأصل العضوي أو غير العضوي.

#### ج. التلوث البيولوجي:

ينتج هذا التلوث بسبب زيادة الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض كالبكتيريا والفيروسات؛ تحدث هذه الزيادة غالبا عند إختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالماء بعد صرفها مباشرة في مسطحات المياه العذبة. [2]

**د. التلوث الإشعاعي:**

ينتج هذا النوع من التلوث عن طريق النشاط الإشعاعي للمواد المشعة، المتسربة غالبا من المفاعلات النووية أو عن طريق نفايات المشافي والمناجم التي يتم التخلص منها في المسطحات المائية المختلفة [27]. ما يجعل هذا التلوث الأكثر خطورة هو تلوينه للماء عادة دون إحداث أي تغيير في خصائصه الطبيعية. للتلوث الإشعاعي تأثير تراكمي حيث تمتص الكائنات الحية المائية المواد المشعة والتي تنتقل إلى الإنسان من خلال تغذيه على هذه الأحياء.

**الجدول (2-I): يوضح بعض القيم النموذجية لمعايير المياه الملوثة وغير الملوثة [28،29]**

المعايير	الوحدة	الماء الطبيعي	الماء الملوث
pH	-	8 - 6.5	10 - 4
TDS	g/ m <sup>3</sup>	200	2000
Cl <sup>-</sup>	g/ m <sup>3</sup>	50	600
Mn	g/ m <sup>3</sup>	0.05	1
EC	mS/cm	0.3	3
BOD	g/ m <sup>3</sup>	≤ 2	25-10
COD	g/ m <sup>3</sup>	20 - 10	80
Nitrate-N	g/ m <sup>3</sup>	4	100

**3-3-I مصادر تلوث المياه:**

**3.1-3-I المصدر الحضري:**

تكون قادمة من المناطق الحضرية (المنازل)، حيث يتم نقلها بشكل عام عن طريق شبكة الصرف الصحي إلى محطة المعالجة ويتميز التلوث الحضري بالجراثيم البرازية وبمستويات عالية من المواد العضوية والأملاح المعدنية (النيتروجين، الفوسفور). كما تحتوي النفايات المنزلية السائلة على مساحيق الغسيل، المنظفات والدهان.

**3.2-3-I المصدر الزراعي:**

وذلك عن طريق الأنشطة الزراعية والمزارع التقليدية الحيوانية؛ حيث تنتسرب المبيدات الحشرية الزراعية والأسمدة الكيماوية المتراكمة وكذا البراز الحيواني المنحل في التربة إلى المياه الجوفية، مما يؤدي إلى زيادة في تراكيز المواد العضوية والمعدنية (النترات والفوسفات) في المياه الجوفية.

### I-3-3 المصدر الصناعي:

تشكل الأنشطة الصناعية ولا سيما الكيماوية و المعدنية وحتى الإلكترونية سببا رئيسيا في تلوث المياه وذلك عن طريق طرح المياه المستعملة في عمليات التبريد، التعدين، الغسيل، و الإستخلاص... إلخ على مستوى المجاري المائية.

### I-3-3-4 المصدر الطبيعي:

تعتبر الظواهر الطبيعية مصدرا هاما لتلوث المياه لأنها على إتصال مباشر بالجو، على سبيل المثال نذكر ثوران البراكين الذي يؤدي إلى زيادة تراكيز المعادن الثقيلة والهيدروكربونات التي تلامس الأوردة الجيولوجية وتنتسرب إلى المياه الجوفية. [24]

### I-3-3-5 مصادر مختلفة لتلوث المياه:

- التلوث بالمنتجات النفطية (البنزين) والتي تدخل للمياه بواسطة السفن والمحطات البحرية ومنصات النفط البحرية. [30]
- التلوث العرضي، كتفريغ الملوثات أثناء حوادث النقل البحري، تفريغ الغازات السامة أو السوائل بواسطة المصانع، الحرائق.

### I-3-4 أهم الملوثات المائية:

#### أ/- الأصباغ:

هي عبارة عن مواد ملونة تستطيع أن ترتبط بطريقة ما بالمواد المراد صبغها وتكسبها ألوانا زاهية بحيث لا تتأثر بالغسل و الضوء و الأوكسجين و الحوامض و القواعد [5]، فضلا عن ذلك فإن بعض أنواع الأصباغ تكون مسرطنة وسامة [31]. تحتوي الأصباغ في جزيئاتها على مجموعات تسمى الكروموفور (Chromophore) مسؤولة عن تحويل الضوء الأبيض إلى ضوء ملون عن طريق الانعكاس على الجسم أو الامتصاص الانتقائي للطاقة و مجموعات أخرى تسمى الأوكسوكروم (Auxochromes) ذات الطبيعة الحمضية أو الاساسية التي تعمل على تكثيف اللون و تثبيته. [5]

#### ب/- المعادن الثقيلة:

مجموعة المواد المعدنية الثقيلة مثل: الكروم والرصاص والزنك.

#### ج/- الفضلات المستهلكة للأوكسجين:

وهي مواد تتأكسد في الماء مستهلكة أثناء أكسبتها للأكسجين الموجود مما يسبب انخفاض كمية الأكسجين الذائب في الماء و يؤثر هذا على جودة المياه وصلاحيتها للاستهلاك .

د- النيترات:

وهي مواد كيميائية تساعد على نمو الكائنات الحية الدقيقة أشهرها الفوسفور والنيتروجين. [2]

و- المواد العضوية الحرارية:

وهي مواد عضوية غير سهلة التحلل البيولوجي كالمبيدات الحشرية والمبيدات الزراعية والفينولات

وغيرها. [23]

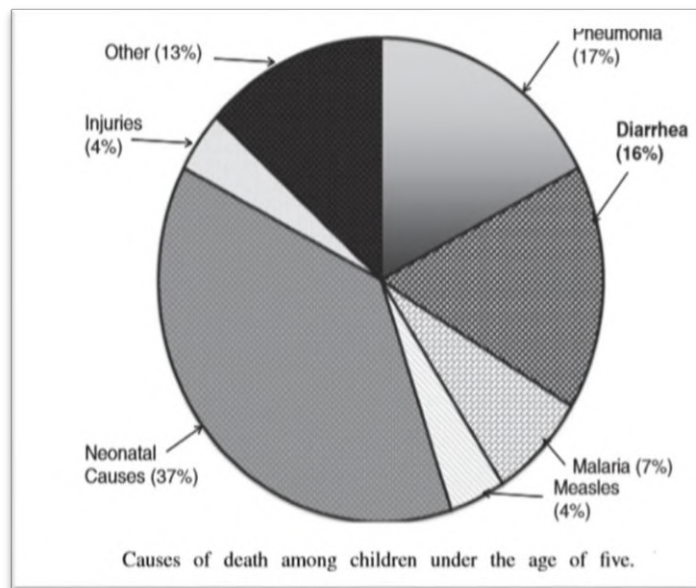
### I-3-5 الأمراض المنتشرة في المياه الملوثة:

- الأمراض التي تسببها الكائنات الحية الدقيقة التي تستخدم الماء وسيلة للإنتقال منها الكوليرا التيفوئيد وشلل الأطفال.

- الأمراض التي تنتشر بواسطة الطفيليات التي تستخدم الماء خلال أحد أطوار حياتها مثل طفيل البهارسيا.

- الأمراض الناجمة عن إستيطان الحشرات الناقلة للأمراض في الماء كالبعوض الذي ينقل أمراض الملاريا.

- الأمراض التي تنشأ عن نقص المياه النظيفة كأمراض الجلد والإسهال. [32]



الشكل (I-1): يوضح نسب موت الأطفال الأقل من 5 سنوات بواسطة مسببات مختلفة منها الملاريا

والإسهال والإلتهابات الرئوية وغيرها طبقا لمنظمة الصحة العالمية واليونيسيف [33]

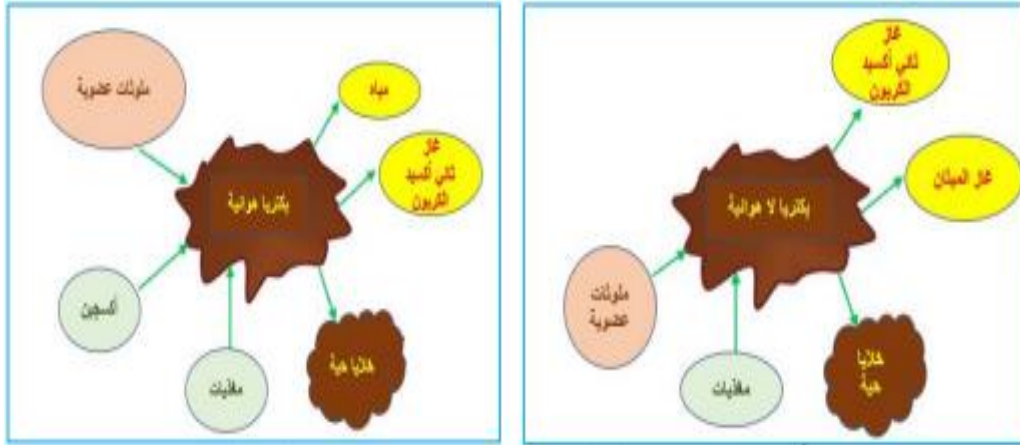
### I-3-6 طرق معالجة المياه الملوثة:

توجد طرق عديدة لمعالجة مياه المستعملة بغرض إزالة المواد المسببة للتلوث وتحسين خواصها بحيث تصبح

الاستفادة منها أو إعادة استخدامها لا تشكل أي ضرر بالصحة العامة أو البيئة [34] تتمثل هذه الطرق في:

### I-3-6.1 طرق بيولوجية (حيوية):

المعالجة البيولوجية للماء الملوث يمكن أن تكون هوائية أو لاهوائية، حيث تتطلب المعالجة الهوائية توفير أكسجين كافي للكائنات الدقيقة من أجل تحويل المواد العضوية إلى كتل ومواد بسيطة أما المعالجة اللاهوائية فهي تعمل على تحويل المواد العضوية إلى ميثان وهيدروجين وأمونيا في غياب الأكسجين. [2]



الشكل (2-1). مخطط طرق عمل المعالجة البيولوجية الهوائية واللاهوائية [33]

### 2.6-3-I طرق فيزيائية: (Physical methods)

هي طرق المعالجة التي تعتمد على القوى الطبيعية والفيزيائية [33] ، أهمها عمليات الفصل والتصفية، الترسيب، الترشيح، التخثير والتليد.

#### أ./ الترشيح الدقيق جدا: (Nanofiltration)

تقنية الترشيح النانوي (NF) عبارة عن عملية فصل غشائي تعتمد أساسا على الضغط، تفصل الجسيمات في نطاق 0.0005-0.001 ميكرومتر وهو فعال في إزالة الصلابة و الأملاح القابلة للذوبان وإزالة المواد العضوية واللون والرائحة والطعم والكميات المتبقية من المطهرات ومبيدات الأعشاب من السوائل (الماء أو مياه الصرف الصحي أو مياه العمليات الصناعية). [35]

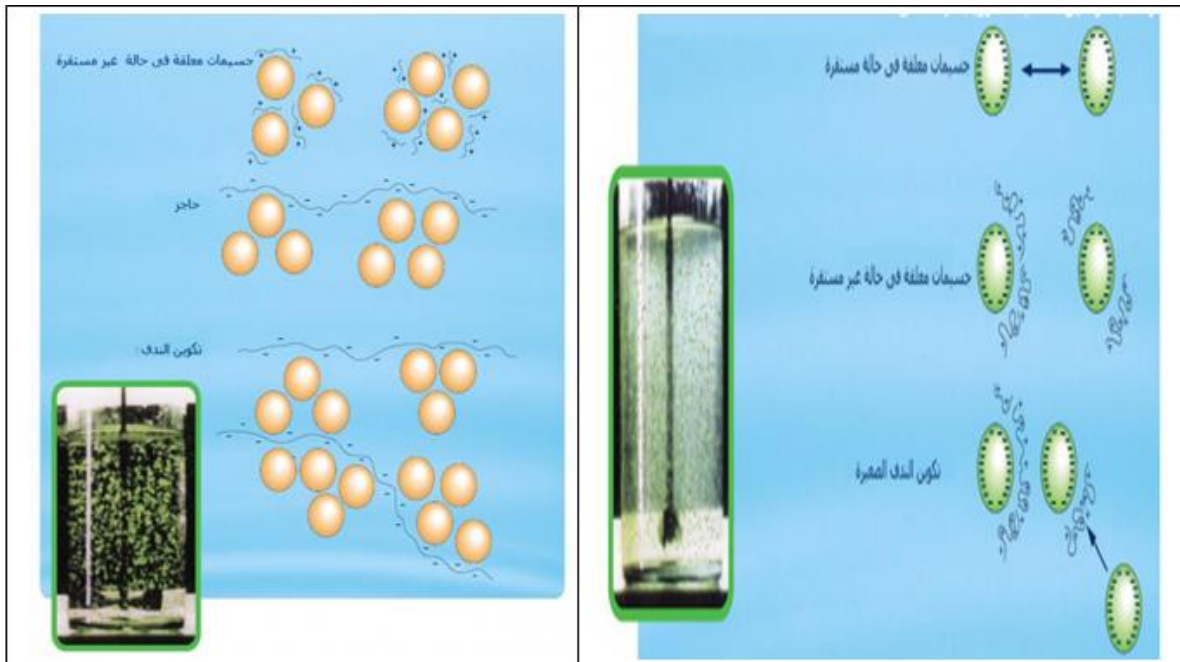
#### ب./ الترسيب: (Precipitation)

الغرض من هذه العملية هو ترسيب أكبر نسبة ممكنة من المواد العالقة عن طريق تركها تترسب تحت تأثير وزنها. وقد تكون إما طبيعية أي أنها تحت تأثير وزن المواد العالقة بها بدون إضافة أي مواد، أو تكون بإضافة مواد مساعدة أو كيمياويات تساعد على تجميع المواد الخفيفة والتي ليس لها القدرة على الترسب بمفردها.

#### ج -/ التخثير والتليد: (Coagulation\_floculation)



التخثر والتلبد هي عملية فيزيوكيميائية [23]، يمكن تعريف التخثر على أنه اختزال قوى التنافر الكهربائي على سطح الجسيمات من خلال إضافة المخثر الكيميائي [36] مثل الشبة و كلوريد الألومنيوم [23]، أي أن الهدف الرئيسي من التخثر هو زعزعة استقرار الجسيمات الدقيقة عالقة وبالتالي تسهيل تكتلها. [37] في حين أن التلبد هو مرحلة خلط لطيف تزيد من حجم الجسيمات من ندف دقيقة تحت مجهرية إلى جسيمات عالقة مرئية واضحة [38]، حيث يتم خلالها تجمع الجسيمات التي تم زعزعت إستقرارها بالفعل، عن طريق إصطدامها ضد بعضها البعض مما يؤدي إلى زيادة حجم التكتل وانخفاض عدد الجزيئات في المحلول.



الشكل (3-1): يوضح عمليتي التخثير والتلبد

#### د- الإمتزاز: (Adsorption)

الإمتزاز هو عملية فيزيوكيميائية يعتمد على قوة الجذب بين الأجسام للتخلص من مركبات معينة من خلال التصاقها بسطح المواد الصلبة. [23] يعد ذو فعالية كبيرة في إزالة الملوثات وهناك العديد من السطوح المستخدمة كمادة مازة مثل المخلفات الزراعية [4]

#### 3-6-3-1 طرق كيميائية: (Chemical methods)

تشتمل طرق المعالجة الكيميائية لمياه الصرف الصناعي على إضافة كيمائيات، وتعتمد على حدوث تفاعلات كيميائية من أجل التخلص من أو تحويل الملوثات إلى مواد يسهل فصلها [23]. توجد عمليات متنوعة للقيام بالمعالجة الكيميائية منها: الترسيب الكيميائي، الأكسدة الكيميائية و التحليل الكهربائي و [2] وكذا إضافة الكلور للمياه الملوثة [39].

### أ/- الترسيب الكيميائي: (Chemical precipitation)

الترسيب الكيميائي في معالجة المياه ومياه الصرف الصحي هو تغيير شكل المواد المذابة في الماء إلى جزيئات صلبة. يستخدم الترسيب الكيميائي لإزالة المكونات الأيونية من الماء بإضافة أيونات مضادة لتقليل قابلية الذوبان. يتم استخدامه في المقام الأول لإزالة الكاتيونات المعدنية ، كما يستخدم أيضاً لإزالة الأنيونات مثل الفلوريد، وكذلك الجزيئات العضوية مثل ترسيب الفينولات والأمينات العطرية بواسطة الإنزيمات .

### ب/- التحليل الكهربائي: (Electrolysis)

التحليل الكهربائي هو التحلل الكيميائي أو تفكك المواد العضوية وغير العضوية بواسطة تيار كهربائي. يعد التحليل الكهربائي من أقدم عمليات معالجة مياه الصرف الصحي حيث تم توجيهه نحو توليد  $O_3$  أو  $C12$  لإزالة الروائح الكريهة وتطهير مياه الصرف الصحي. [40]

### ج/- الأكسدة الكيميائية: (Chemical Oxidation)

الأكسدة الكيميائية هي عملية تنطوي على نقل الإلكترونات من كاشف مؤكسد إلى الأنواع الكيميائية المؤكسدة، [40] أي استخدام كواشف الأكسدة مثل بيروكسيد الهيدروجين ، وثاني أكسيد الكلور ، والأوزون للحد من المركبات غير القابلة للتحلل و لتقليل أثر المركبات العضوية [41] في هندسة المياه والصرف الصحي. تستخدم الأكسدة الكيميائية بشكل كبير في إزالة الملوثات شديدة السمية من مياه الصرف الصناعي وإزالة مخلفات المحاليل الملحية وحماة مياه الصرف الصحي.

الجدول (3-1): مقارنة بين طرق معالجة المياه [42]

التقنية	الميزة	الإيجابيات	السلبات
الإمتزاز	- تقنية بسيطة وسريعة جدا. - فعالة في ازالة الملوثات. - تكلفة منخفضة.	- غير قابل للتطبيق في بعض الصناعات. - إنتقائية ضعيفة.	
المعالجة البيولوجية	- ازالة عالية للمواد العالقة. - تخفف اللون جيدا.	- بطيئة جدا. - تتطلب تكنولوجيا معقدة ومكلفة. - إنتاج كبير للحمأة.	
التخثير والتنديف	- بسيطة	- تتطلب إضافة مواد كيميائية.	

- غير مكلفة.	- تزيد من حجم الحمأة.
- فعالة في ازالة الملوثات.	- تتطلب مراقبة مستمرة.
<b>الأكسدة الكيميائية</b>	- بسيطة وسريعة.
- لا تنتج حمأة.	- تتطلب معالجة أولية.
- فعالة.	- مكلفة.
<b>الترسيب الكيميائي</b>	- بسيطة.
- مفيدة إقتصاديا.	- إنتاج عالي للحمأة.
- فعالة في إزالة المعادن.	- إستهلاك عالي للمواد الكيميائية.
- تتطلب مراقبة مستمرة.	- تتطلب مراقبة مستمرة.
<b>الترشيح الدقيق جدا</b>	- بسيطة وسريعة.
- فعالة.	- تكلفة عالية.
- لا تتطلب إضافة مواد كيميائية.	- إنتاجية منخفضة.
- تتطلب مراقبة دورية.	- تتطلب مراقبة دورية.
<b>التحليل الكهربائي</b>	- فعالة في إستعادة المعادن الثمينة.
- تزيد من التحلل البيولوجي.	- تكلفة عالية.
- تتطلب إضافة مواد كيميائية.	- تتطلب إضافة مواد كيميائية.
- تنتج حمأة.	- تنتج حمأة.

الفصل  
الثاني

عموميات حول النخيل

## II- عموميات حول النخيل

## II- 1 تمهيد:

تشكل ثروة النخيل في منطقتنا لوحدها ما يعادل 15.32% من إجمالي عدد النخيل وطنياً؛ حيث إضافةً لإنتاجها لكميات كبيرة من التمور ذات الأنواع المختلفة، تنتج هاته النخيل كميات هائلة من المنتجات الثانوية على غرار العراجين والسيقان و الأوراق الجافة وغيرها، والتي تصنف كمخلفات زراعية صلبة يصعب التخلص منها، هذا الأمر أدى إلى تكديسها بشكل فوضوي أو حرقها عشوائياً دون التفكير في الإستفادة من كتلتها الحيوية.

لذا كان لابد من التفكير في كيفية تجميع الكتلة الحيوية الهائلة للنخيل و الإستفادة منها بشكل من الأشكال و عليه وإستناداً على دراسات سابقة خلصنا إلى أنه يمكن إستغلال ألياف النخيل الليجنوسيليلوزية المحصل عليها من معالجة مخلفات النخيل كمادة مازة حيوية و ذات فعالية عالية في إزالة ملوثات المياه. لذلك، ومن أجل الإلمام أكثر بنخيل التمر و أهم مخلفاته و أنواع الألياف التي تحتويها، وجب علينا الخوض فيها في هذا الفصل.

## II- 2 تصنيف شجرة نخيل التمر:

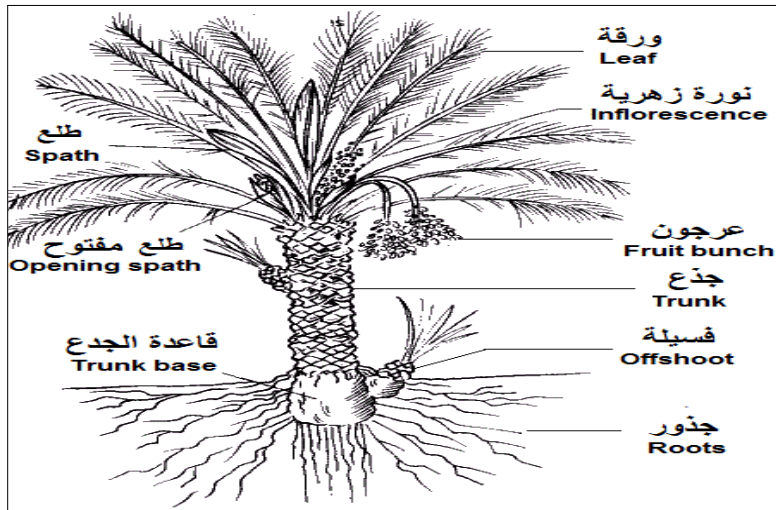
الإسم العلمي لنخيل التمر هو "**phoenix dactylifera**" الذي يأتي من كلمة "فينيكس" و التي تعني نخيل التمر لدى الفينيقيين، و "**dactylifera**" تأتي من الكلمة اليونانية "**dactulos**" و التي معناها الإصبع [43]. من المعروف أن نخيل التمر ينتمي إلى وحيدات الفلقة ثنائية المسكن أي أن الأزهار الذكرية تحمل على شجرة تسمى الشجرة الذكر (الذكار) بينما تحمل الأزهار الأنثوية على شجرة أخرى هي النخلة المثمرة. [44]



الصورة (II.1). شجرة نخلة التمر

## 3-II أجزاء نخلة التمر:

- الجذع: ساق النخلة، غير متفرع و ذو شكل أسطواني ولون بني متخشب. [45]
- الجُمارة: تحتوي بين لفائفها على البرعم الطرفي الوحيد الضخم الموجود في قلب النخلة.
- السعف: مفردا سعفة، ورقة مركبة ريشية كبيرة.
- النورة (الطلعة): يقصد بها إما الأزهار الذكرية التي تنمو على شجرة "الذكار" أو الأزهار الأنثوية التي تنمو على شجرة تدعى "الأنثى". [44]
- العرجون: وجمعه عراجين وهو الساق الأصفر الذي يحُمّل العنق و يصله بالنخلة، يحمل العرجون على نهايته أعواد أو "شماريخ" هذه الأخيرة تحمل بدورها الأزهار.
- التمرة: هي ثمرة النخلة في آخر مراحل نضجها. [46]

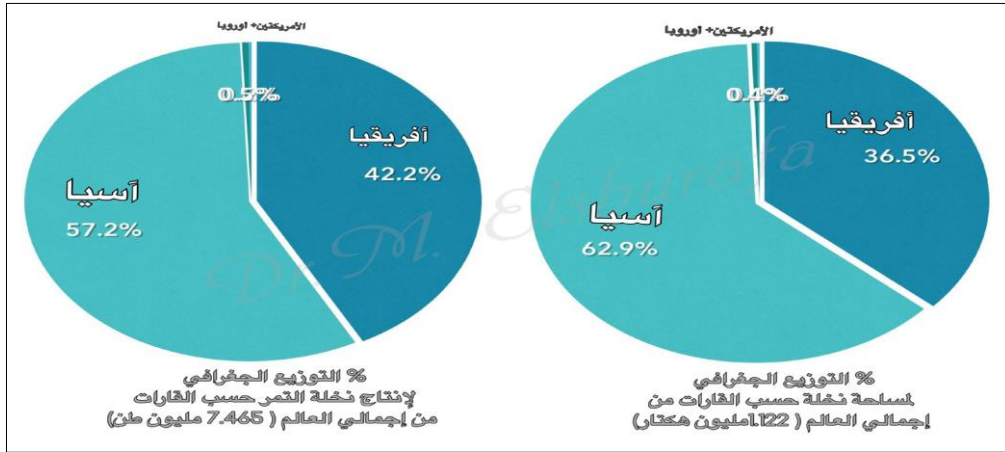


الشكل II.1. توضيح لأجزاء نخلة التمر [46]

## 4-II التوزيع الجغرافي لنخيل التمر:

## 1-4-II التوزيع الجغرافي حول القارات:

حوالي 98% من إجمالي مساحة نخلة التمر توجد في قارتي آسيا وإفريقيا حيث تزرع آسيا حوالي 62% في حين تزرع إفريقيا حوالي 36% والباقي اقل من 2% موزع بين قارات أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية وأستراليا. [47]

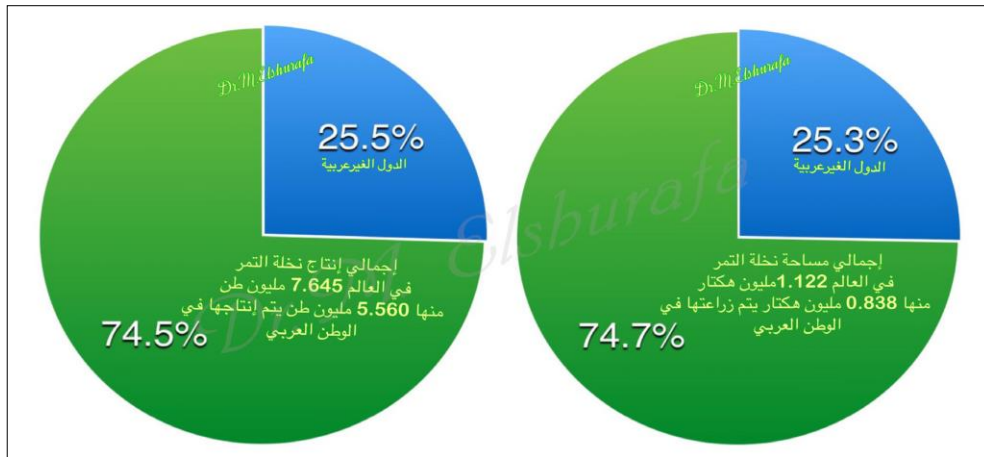


الشكل II-2. التوزيع الجغرافي لمساحة و إنتاج نخلة التمر حسب القارات [47]

#### II-4-2 التوزيع الجغرافي لنخيل التمر حول الوطن العربي:

إن المساحة المزروعة بالنخيل في الوطن العربي تشكل النسبة العظمى من المساحة المزروعة في العالم، حيث تمثل ما يقارب 71.4% من جملة المساحة التي يشغلها نخيل التمر في العالم وذلك كمتوسط للفترة

1997-2001 [47]



الشكل II-3. التوزيع الجغرافي لنخلة التمر: النسبة المئوية لإجمالي مساحة و إنتاج جميع الدول العربية من إجمالي مساحة وإنتاج جميع دول العالم المنتجة للتمور. [47]

إجمالي مساحة وإنتاج جميع دول العالم المنتجة للتمور. [47]

#### II-4-3 التوزيع الجغرافي لنخيل التمر في الجزائر:

تنتشر زراعة نخيل التمر في الجزائر بالمناطق الصحراوية، ويقدر عددها بأكثر من 15 مليون نخلة في مساحة 138 ألف هكتار، بإنتاج يقدر بـ 795 ألف طن تقريبا سنة 2015 [48]. وتنتزع عبر تسعة ولايات

رئيسية مرتبة تبعا لأعداد النخيل فيها [43] (الجدول II-1)

**الجدول II-1:** أهم الولايات التي تنتشر فيها زراعة نخيل التمر في الجزائر.

الولاية	عدد النخيل %
بسكرة (واحات الزاب الشرقي الغربي والقبلي)	23.31 %
أدرار (تضم منطقة التوات وقورارة)	21.5 %
الوادي (تضم واد ريغ و واد سوف)	21.35 %
ورقلة (تضم ورقلة و واد ريغ العالي)	15.32 %
غرداية (تضم واحات واد ميزاب، متليلي، المنيعية)	—
بشار	—
تمنراست	—
إيليزي	—
تندوف	—

## II-5 المخلفات الزراعية:

المخلفات هي النفاية أو البقايا أو المخرج الناتج عن نشاط ما فالقمامة بكل أنواعها نفايات والمخلفات بكل أنواعها مخلفات، وتوجد عدة تعاريف للمخلفات الزراعية :

- تعرف المخلفات الزراعية بصورة عامة على أنها كل ما ينتج بصورة عرضية أو ثانوية خلال عمليات إنتاج المحاصيل الحقلية سواء أثناء الحصاد أو أثناء عمليات الإعداد للتسويق أو التصنيع لهاته المحاصيل.
- كما تعرف المخلفات النباتية الحقلية بأنها عبارة عن الأجزاء المتبقية بعد حصاد المحاصيل الرئيسية [46]. و تعد مخلفات نخيل التمر من أهم المخلفات النباتية الحقلية.

### II-5-1 أنواع المخلفات الزراعية:

تم تصنيف المخلفات النباتية تبعا لخصائصها النوعية إلى :

#### II-5-1.1 مخلفات نباتية حقلية:

وهي جميع المخلفات التي تنتج على مستوى الحقل [46] وتشكل الجزء الأكبر من المخلفات الزراعية ومن أبرزها: مخلفات نخيل التمر، مخلفات القطن، قش الأرز، مخلفات النباتات والفواكه. [49] ؛ يمكن استخدام هذه المخلفات بعد معالجتها في ازالة تلوث المياه بالمعادن الثقيلة. [50،51]



**II-5-1.2 مخلفات التصنيع الزراعي:**

وتشمل كل ما ينتج بصورة عرضية أثناء عمليات حفظ أو تصنيع المحاصيل الزراعية وقد تكون هذه المحاصيل نباتية أو حيوانية كمخلفات المعاصر ومصانع استخلاص الزيوت و مخلفات الأسمك. [46]

**II-6 مخلفات نخيل التمر:**

يقصد بالمخلفات الزراعية للنخيل كافة النواتج و بقايا النخيل الثانوية الناتجة أثناء القيام بعمليات التقليم الزراعية في المزرعة، وتشمل هذه المنتجات: الجذوع، السعف، الليف، الكرب، العراجين. [43] ، الجريد، أغلفة الطلع، الحوامل الزهرية الألياف والتمر المتساقط. [49]



صورة II-2. توضح المخلفات الزراعية لشجرة نخلة التمر [46]

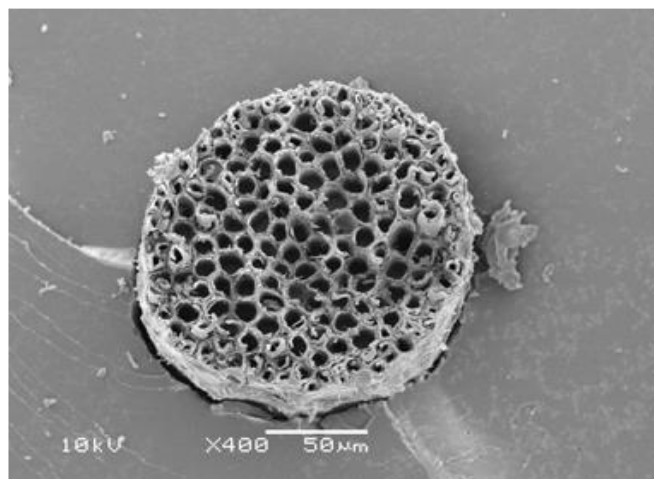
**II-6-1 تقدير كمية مخلفات نخيل التمر:**

بصفة عامة فإن النخلة الواحدة إذا ما تم تقليمها بصفة منتظمة يمكن أن تعطي ما يقرب من 25 كغم سنويا من المخلفات. [43]

إن جملة إنتاج الوطن العربي من مخلفات نخيل التمر يبلغ حوالي 2.7 مليون طن معظمها لمخلفات الأشجار. حيث تشكل مخلفات النخيل في كل من مصر والسودان معا نسبة 32.3 % و الجزيرة العربية 25% من إجمالي هذه المخلفات، وبلدان المغرب العربي 21.6 % . [49]

**II-7 ألياف النخيل:**

ألياف النخيل هي واحدة من أكثر الألياف الطبيعية المتاحة في شمال إفريقيا والشرق الأوسط [52] ، وهي ألياف واعدة وتلقى إهتماما خاصا في الصناعات الحديثة، وهذا راجع لمزاياها العديدة، منها: مقاومتها وقوتها العاليتين، خصائص الشد والانتشاء المعتدلة مقارنة بالألياف الطبيعية. [53]



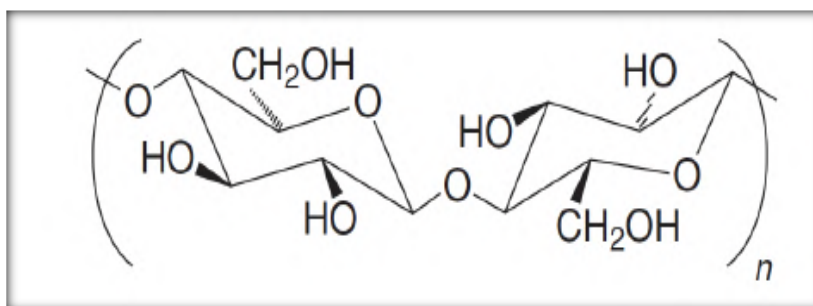
الصورة II-3. توضح مقطع عرضي لليف نخيل واحد [54]

### II-7-1 مكونات ألياف النخيل:

تتكون ألياف النخيل من نسبة عالية من السيليلوز مقارنة بالألياف الطبيعية الأخرى، تقدر بـ 40%، 20% من اللجنين و 18% من الهيموسيليلوز. [54]

### أولاً. السيليلوز:

هو مادة عضوية تحمل الصيغة  $C_6H_{10}O_5$ ، يعتبر من السكريات المتعددة (polysaccharide) التي تتألف من سلسلة خطية من وحدات الجلوكوز. السيليلوز هو المركب الأساسي في الخلايا النباتية تحديداً في جدار الخلية النباتية، يعتبر من المواد صعبة التلين بسبب الصلابة التي يمتلكها. [55]

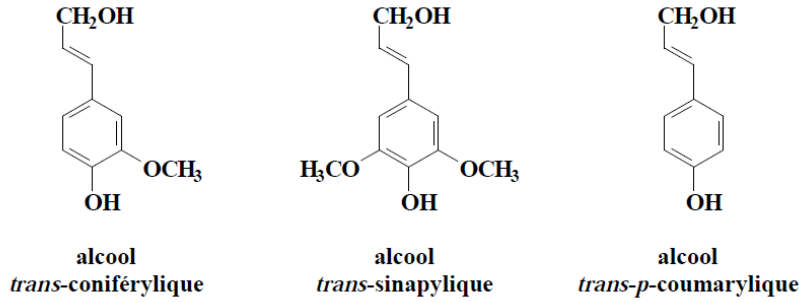


الشكل II-4. بنية جزيء السيليلوز [56]

### ثانياً. اللجنين:

يوجد في معظم النباتات الأرضية حيث يشكل 15-40% من المادة الجافة، و هو عبارة عن بوليمير فينولي مترابط يتكون من ثلاثة مونوميرات (p-hydroxyphenyl, guaiacyl, syringyl)

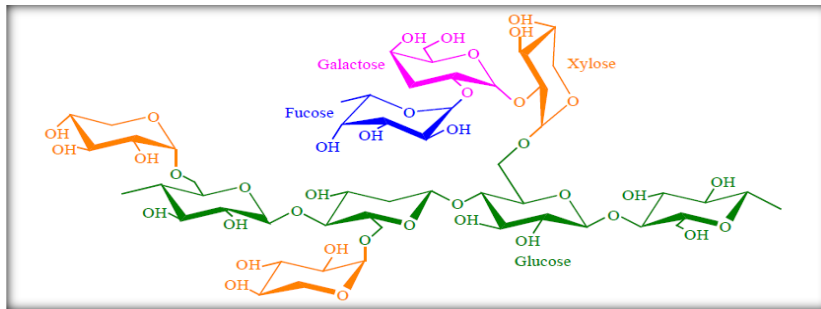
(الشكل I.5I)، وهو من المركبات العطرية والكارهة للماء. [57] يتواجد الليجنين في الجدار الخارجي للخلايا النباتية وهو بمثابة مصفوفة حول مكونات متعدد السكريد (polysaccharide) في بعض جدران الخلايا النباتية، مما يوفر صلابة وقوة ضغط إضافية لجدران الخلية. [58]



الشكل II-5. المونوميرات المكونة لليجنين [56]

### ثالثاً. الهيموسيليلوز:

هو عبارة عن مزيج من السكريات (polysaccharides) غير المتجانسة ذات الهياكل المتنوعة. يمكن أن تكون هاته السكريات مختلفة تماماً من حيث البنية والخصائص الفيزيائية و الفيزيوكيميائية. [57] يقع الهيموسيلولوز ذو البنية العشوائية وغير المتبلورة داخل السليلوز وبين السليلوز واللجنين، وينحل بسهولة في الماء [59]



الشكل II-6. بنية جزيء الهيموسيليلوز [56]

### II-8 إستعمالات مخلفات النخيل وألياف النخيل المعالجة :

- إنتاج العلف الحيواني والأسمدة العضوية. [43]
- بعد الوفاة الطبيعية للنحلة يمكن إستهلاك الجمارة كطعام نظرا لقيمتها الغذائية العالية.
- يمكن الإستفادة من السعف في صنع الحبال و التسقيف لغرض التظليل.

- يتم إستخدام الجريد المجرد من الأوراق كألواح بناء فعالة و صناعة الأثاث.
- يستخدم الليف في صناعة شباك الصيد وتضليل النباتات الحية..الخ
- يمكن إستخدام منتجات النخيل في الجانب الصيدلي (إستخدام التمر في صنع المراهم والضمادات).
- يتم إستخراج السيليلوز والهيموسيليلوز والليجنين من ألياف النخيل وإستخدامها كمواد خام صناعية (إستخدام ألياف النخيل كمرشحات في أنابيب الصرف الصحي). [60]

الفصل الثالث

الإمتزاز

## III- الإمتزاز

## III- 1 تمهيد:

رغم أن الإمتزاز من التقنيات القديمة إلا أن توسع عمليات تطبيقه أثار اهتمام الكثير من الباحثين و هذا راجع لدوره الفعال في انجاز الكثير من عمليات التنقية، حتى انه لا تكاد تخلو أي صناعه في يومنا هذا من عمليات الإمتزاز ولذا سنخوض أكثر في فهم تفاصيل هذه الظاهرة .

## III-2 تعريف الإمتزاز (Adsorption) :

الإمتزاز هو ظاهرة تجمع مادة بشكل جزيئات أو ذرات أو أيونات على سطح مادة أخرى. وتسمى المادة التي تعاني الإمتزاز على السطح بالامتزة (Adsorbate)، كما ويسمى السطح الذي يتم عليه الامتزاز بالماز (Adsorbent). [61]



## III-3 أنواع الإمتزاز: (Adsorption types)

## III-3-1 الإمتزاز الفيزيائي: (Physical Adsorption)

يطلق اسم الإمتزاز الفيزيائي على حالة الإمتزاز التي تكون فيها قوى التجاذب بين الجزيئات الممتزة (جزيئات الطور الغازي) وجزيئات الجسم الماز(جزيئات الجسم الصلب) ذات طبيعة فيزيائية كقوى فاندر فالس، ويتميز هذا النوع من الإمتزاز بطاقته الضعيفة. [62]

## III-3-2 الإمتزاز الكيميائي: (Chemical Adsorption)

يحدث الإمتزاز الكيميائي على السطوح النشطة إلكترونيا، أي أن ذراتها غير مشبعة إلكترونيا؛ حيث يؤدي هذا النشاط إلى تشكل روابط كيميائية بين الجسم الصلب الماز وجزيئات أو ذرات الغاز الممتز و تكون هذه الروابط أقوى بكثير من الروابط الفيزيائية. [61]

## الجدول(III-1): مقارنة بين نوعي الإمتزاز [61]

الامتزاز الكيميائي	الامتزاز الفيزيائي	الخصائص
كبيرة تفوق 10KJ/mol	ضعيفة أقل من 10KJ/mol	حرارة الإمتزاز
درجة غليان المادة الممتزة	درجة غليان المادة الممتزة	درجة الحرارة العملية
لا يحتاج لطاقة تنشيط	لا يحتاج لطاقة تنشيط	طاقة التنشيط
يتطلب شروط خاصة	لا يتطلب شروط خاصة	شروط الإمتزاز
تكوين أحادي الطبقة	تكوين متعدد الطبقات	نوع التكوين
روابط كيميائية	روابط فاندرالس	نوع الروابط

## 4-III العوامل المؤثرة على الإمتزاز: (Factors influencing the adsorption)

## 1-4-III تأثير الرقم الهيدروجيني pH: (pH effect)

الرقم الهيدروجيني للمحلول هو واحد من أهم العوامل التي تؤثر على عملية الإمتزاز، حيث يؤثر على كل من المادة الممتزة والجسم الماز [63]. في حالة الأسطح التي تحتوي على مواقع مستقطبة أو مشحونة، تزداد كمية الإمتزاز إذا اكتسب سطح الجسم الماز شحنة تتجاوز شحنة جزيئات المادة الممتزة تحت تأثير درجة الحموضة، في حين تنخفض قدرة الإمتزاز إذا اكتسب سطح الجسم الماز وجزيئات المادة الممتزة شحنة مماثلة [64]. غالباً يتم الحصول على نتائج أفضل عند أدنى درجة حموضة، وينطبق هذا بشكل خاص على إمتزاز المواد الحمضية. [65]

## III - 4-2 تأثير درجة الحرارة: (Temperature effect)

يعتمد تأثير درجة الحرارة على عملية الإمتزاز على نوع الإمتزاز، وطبيعة كل من المادة الممتزة والجسم الماز [48]. يعد الإمتزاز عملية ناشرة للحرارة، حيث يؤدي إنخفاض درجة حرارة النظام إلى زيادة عملية الإمتزاز. [64]

## III - 4-3 تأثير مساحة السطح الماز: (Surface area effect)

يتأثر الإمتزاز بشكل كبير بمعدل حبيبية (مسامية) المادة المازة، لأن الإمتزاز يحدث بشكل رئيسي على الجزء الخارجي من الحبيبات وبشكل أقل داخل الحبيبات. لذلك، فإن انخفاض حجم الحبيبات يزيد من مساحة الإمتزاز، وهذا يؤدي بدوره إلى زيادة توافر المواقع المناسبة للإمتزاز.

### III-4-4 تأثير طبيعة المادة المازة: (Nature of adsorbent effect)

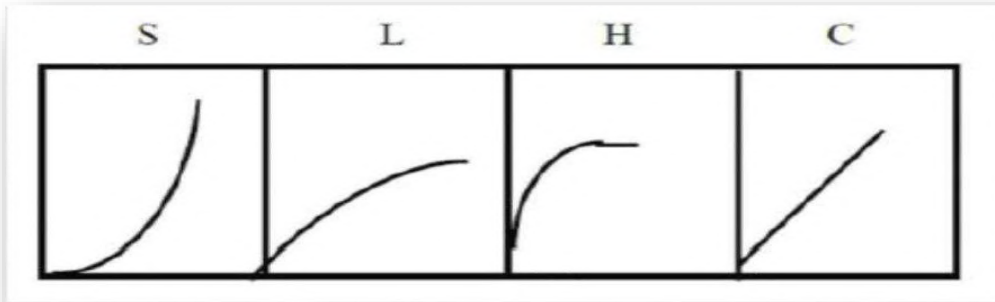
هناك علاقة طردية بين قدرة الإمتزاز والسطح النوعي للمادة المازة [65]، حيث يؤثر حجم المسامات وعددها على كمية الإمتزاز، كما تؤثر ذوبانية المادة المازة في المذيب على كمية الإمتزاز

### III-4-5 تأثير التركيز الابتدائي: (Initial concentration effect)

تتأثر عملية الإمتزاز بالتركيز الابتدائي للمادة الممتزة، لأن أكبر كمية من الجزيئات القابلة للإمتزاز تتعرض للمواقع الفعالة على سطح الجسم الماز عند التراكيز العالية، مما يؤدي إلى زيادة سرعة الإمتزاز. [64]

### III-5 نماذج ايزوتارم الإمتزاز: (Adsorption Isotherm)

إن رسم العلاقة بين كمية المادة الممتزة على سطح ما مقابل تركيز هذه المادة عند الإتزان و عند درجة حرارة ثابتة، تعطي منحنى يسمى بـ "منحنى الإيزوتارم".  
حسب تصنيف العالم Giles نجد أربعة أصناف أساسية من منحنيات الإيزوتارم (S,L,H,C) كما هو موضح في الشكل.



الشكل (III-1): أنواع مختلفة لإيزوتارم الإمتزاز حسب تصنيف Giles

يمكن توضيح أصناف Giles كما يلي:

أ/- **الصنف (S):** يشير هذا الصنف إلى أن المذيب قد يعاني إمتزازاً شديداً و إنجذاباً عالياً للجزيئات باتجاه طبقة الإمتزاز، حيث يكون فيه توجه الجزيئات الممتزة عمودياً، أو مائلاً على السطح الماز.

ب/- **الصنف (L):** يخص هذا الصنف إيزوتارم لانغموير، ويكون فيه توجه الجزيئات الممتزة أفقياً على سطح الجسم الماز.



جـ-/- **الصف (H):** يتم الحصول على هذا الصف في حالة وجود ألفة عالية بين جزيئات المادة الممتزة و سطح الجسم الماز، ويلاحظ في المحاليل المخففة جدا.

د-/- **الصف (C):** يشير هذا الصف إلى حدوث إمتزاز كيميائي، ويتم الحصول عليه عندما يكون دخول جزيئات المادة الممتزة إلى داخل سطح الجسم الماز أسرع من دخول جزيئات المذيب. [63]

### III-5-1 ايزوتارم لانغموير: ( Isotherme Langmuir )

قدم العالم لانغموير وصفا رياضيا لإحدى انواع الإمتزاز وفق العلاقة التالية:

$$Q = Q_{max} \frac{K C_e}{K C_e + 1}$$

$Q_e$ : كمية المادة الممتزة (mg/g)

$Q_{max}$ : كمية الإمتزاز القصوى (mg/g)

$C_e$ : التركيز عند الإمتزاز (mg/l)

$K$ : ثابت اتزان لانغموير (mg/l)

نلاحظ من العلاقة السابقة انه في حالة يكون التركيز جد ضعيف (  $C_e$  صغير جدا ) فإنه يمكن كتابة العلاقة :

$$Q_e = Q_{max} \cdot K \cdot C_e$$

وهي تمثل علاقة خطية بين الإمتزاز والتركيز.

■ أما في حالة التراكيز العالية ( $C_e$  كبيرة جدا) فإنه يمكن كتابة العلاقة على الشكل التالي:

$$Q_e = Q_{max}$$

ونستنتج من تلك العلاقة ان الإمتزاز لا يتعلق بالتركيز، و يتم عادة تعديل معادلة لانغموير من اجل التعامل

معها تجريبيا بتقسيم العلاقة على  $K, Q_{max}, Q_e$  لتصبح كما يلي:

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{Q_{max} \cdot K} + \frac{1}{Q_{max}} C_e$$

وبدراسة  $C_e/Q_e$  بدلالة التركيز الحجمي  $C_e$  نحصل على علاقة خطية تسمح بحساب  $K$  و  $Q_{max}$  وهي

معروفة بثوابت علاقة لانغموير.

الميزات الأساسية لإيزوتارم لانغموير يمكن التعبير عنها في عامل الإلتزان  $R_L$  :

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

حيث:

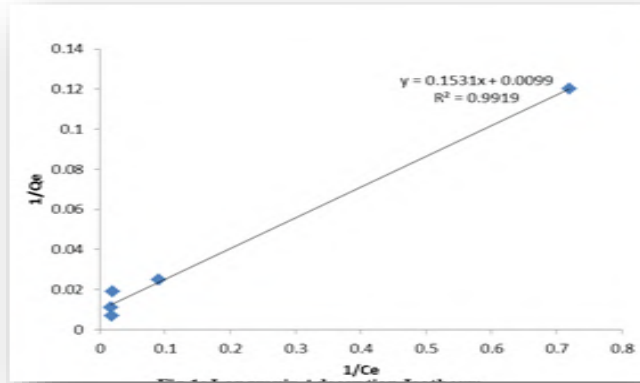
$C_0$  : التركيز الابتدائي،  $K_L$  : ثابت متعلق بطاقة الإمتزاز

لما:  $R_L > 1$  : تفاعل غير ملائم.

$R_L = 1$  : تفاعل خطي.

$0 < R_L < 1$  : تفاعل ملائم.

$R_L = 0$  : تفاعل غير عكوس.



الشكل. III-2: إمتزاز إيزوتارم لانغموير

III-5-2 إيزوتارم فرنديش: ( Isotherme FRENDLICH )

أعطى العالم فرنديش العلاقة التالية :

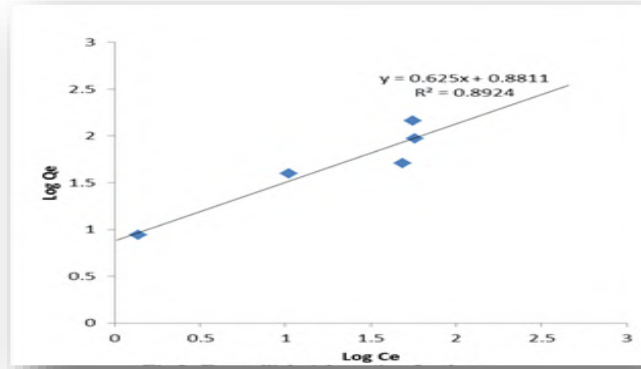
$$\frac{X}{m} = KC_e^{\frac{1}{n}}$$

من أجل الحصول على قيمة  $K$ ,  $n$  في معادلة فرنديش نقوم بأخذ اللوغاريتم الطبيعي لطرفي المعادلة

لتصبح كالتالي:

$$\log(X/m) = \log K + \frac{1}{n} \log C_e$$

معادلة فرنديش غير صالحة للعمل عند التراكيز المرتفعة بسبب الحيود الذي يحدث في منحنى الإمتزاز.



الشكل (III-3) : إمتزاز إيزوتارم فرنديش

### III-5-3 إيزوتارم تمكين ( Isotherm Temkin )

يحتوي هذا الإيزوتارم على عامل يأخذ بعين الإعتبار تفاعلات "المزازات\_ الممتزات"؛ وهذا بتجاهل القيم المنخفضة والمرتفعة جدا لتراكيز المزازات و الممتزات و أن حرارة الإمتزاز تنخفض بشكل خطي بالنسبة لكل الجزيئات المتفاعلة على الطبقة كما هو مبين في المعادلة (اشتقاق هذه المعادلة يتميز بتوزيع موحد لطاقات الربط).

$$q_e = \frac{RT}{b} \ln(A_T C_e)$$

$$q_e = \frac{RT}{b_T} \ln A_T + \left(\frac{RT}{b}\right) \ln C_e$$

تم عن طريق رسم المنحنى الذي يعبر عن الكمية الممتصة  $q_e$  مقابل  $\ln C_e$  تحديد قيم الثوابت عند المنحدر والتقاطع (الشكل III.4).

$$B = \frac{RT}{b_T}$$

$$q_e = B \ln A_T + B \ln C_e$$

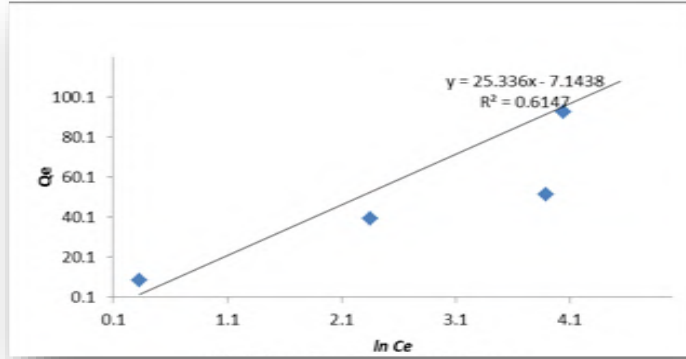
$A_T$ : ثابت ربط توازن إيزوتارم تمكين (L / g).

$b_T$  : ثابت إيزوتارم تمكين.

$R$  : ثابت الغاز الشامل (8.314 J / mol / K).

$T$  : درجة الحرارة عند 298 كلفن.

$B$  : ثابت متعلق بحرارة الامتصاص (J / mol).



الشكل (4-III) : إمتزاز إيزوتارم تمكين

III-4-5 إيزوتارم دوبينين \_ رادوشكوفيتش (Dubinin – Radushkevich) :

يتم تطبيق إيزوتارم دوبينين\_رادوشكوفيتش بشكل عام للتعبير عن آلية الامتزاز بتوزيع الطاقة الغوسية على سطح غير متجانس.

$$q_e = (q_s) \exp(-K_{ad} \epsilon^2)$$

$$\ln q_e = \ln(q_s) - (K_{ad} \epsilon^2)$$

حيث أن:

$K_{ad}$  : ثابت إيزوتارم دوبينين\_رادوشكوفيتش. ( $mol^2/kj^2$ )

$q_s$  : قدرة تشبع الإمتزاز النظري (mg/g).

$\epsilon$  : ثابت إيزوتارم دوبينين\_رادوشكوفيتش.

تم تطبيق هذا النموذج للتمييز بين الإمتزاز الفيزيائي والكيميائي لأيونات المعادن بمتوسط طاقتها الحرة، يمكن حساب  $E$  لكل جزيء بالعلاقة التالية:

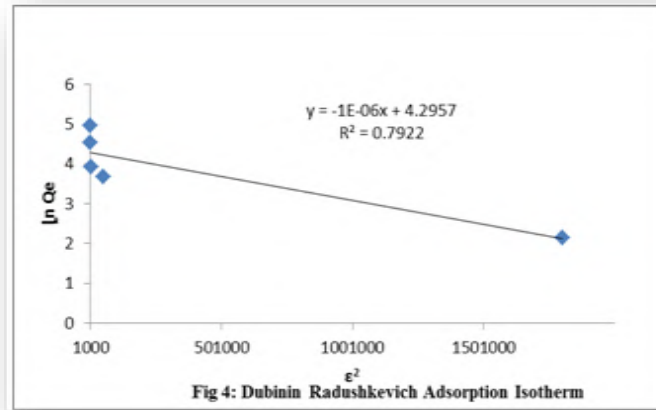
$$E = \left[ \frac{1}{\sqrt{2B_{DR}}} \right]$$

حيث يشار لـ  $B_{DR}$  على أنه ثابت الإيزوتارم. وعليه يمكن حساب  $\epsilon$  كالتالي:

$$\epsilon = RT \ln \left[ 1 + \frac{1}{C_e} \right]$$

حيث تمثل:  $R$  ثابت الغاز (8.314 J/mol K)،  $T$  درجة الحرارة المطلقة (K) و  $C_e$  تركيز توازن الامتصاص (mg / L).

عند رسم منحنى الإمتزاز المعبر عن  $(\ln q_e)$  بدلالة  $\epsilon^2$  يمكن تحديد قيم الثوابت (الشكل III-5). [66]



الشكل ( III-5): إمتزاز إيزوتارم دوبنين\_رادوشكوفيتش

### III-6 أهمية وإستعمالات الإمتزاز: (Importance and applications of adsorption)

يعد الإمتزاز من التقنيات الفعالة المستخدمة في عمليات التنقية والفصل فهو يعمل على ازالة المواد أو الملوثات العضوية أو غير العضوية من محاليلها المائية أو الكحولية أو مزيج منها وعند تراكيز واطئة أو

تراكيز يتعدر ازالتها بالطرائق الكيميائية أو البيولوجية التقليدية. [12]

توسعت في الآونة الأخيرة تطبيقات تقنية الإمتزاز ومن بين أبرزها نذكر مايلي:

- تنقية المياه.
  - فصل الأصباغ و الهرمونات باستخدام كروماتوغرافيا الإمتزاز.
  - فصل وتنقية الغازات النبيلة.
  - تستخدم في أقنعة تلوث الهواء حيث تتكون هذه الأخيرة من هلام السيليكا أو مسحوق الفحم المنشط ، فعندما يتم إيقاف الغبار أو الدخان من خلالها ، يتم امتصاص جسيماتها على سطح هذه المواد.
- [67]
- عندما تفرض بعض الأعمال عدم وجود رطوبة في المكان، يُستخدم مادة هلامية مصنوعة من الألمنيوم والسيليكا القادرة على امتصاص الرطوبة من خلال الامتزاز.
  - وفي المجالات الطبية تتمكن العقاقير الدوائية من قتل الجراثيم من خلال هذه الظاهرة.
  - عادةً ما يُزال لون السكر من خلال إضافة الفحم النباتي القادر على امتزاز تلك الألوان [68]

الفصل الرابع

الجانب التطبيقي

### 1-IV. تمهيد:

بغية تثمين مخلفات عرجون النخيل في معالجة مشكل تلوث المياه قمنا بتحضير ثلاث مواد مازة من ألياف العرجون بعد معالجتها كيميائياً هي على التوالي (ألياف السيليلوز المستخلص – الألياف المعالجة بحمض الأوكساليك DPA – الألياف المعالجة بهيدروكسيد الصوديوم DPB)، في هذا الجزء سنعرض تحضير المواد المازة المشار إليها وكذا طريقة معالجة المياه الملوثة بصبغتي أزرق الميثيلين (MB) وأحمر الكونغو (CR) وتجدر الإشارة إلى أن كل التجارب تمت في درجة حرارة الغرفة ، ثم بعد ذلك تحليل و تفسير النتائج المتحصل عليها .

### 2-IV المواد والتجهيزات والتقنيات المستعملة

#### 1-2-IV الكيماويات المستعملة :

بالإضافة إلى ألياف العرجون استخدمنا المواد الكيميائية التالية في المعالجة الكيميائية للألياف : حمض الاكساليك- هيدروكسيد الصوديوم – الإيثانول – الأسيتون – الماء الأكسجيني ، الموضحة في الجدول أسفله

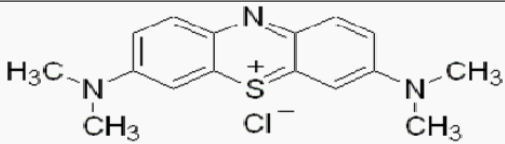
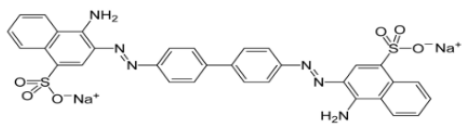
الجدول (1-IV): المواد المستعملة في التجربة

المواد	الشكل الكيميائي	الكتلة المولية g/mol	درجة الانصهار C°	درجة الغليان C°	الكثافة
حمض الأوكساليك	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	60.05	289	391	1.049
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	39.9971	318	1388	2.13
أسيتون	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	58.08	178	329	0.791
الماء الأكسجيني	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	34.0147	-11	150.2	1.4
الإيثانول	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	46.07	-114.3	78.4	0.789



- وكمواد ملوثة استخدمنا صبغتي أزرق الميثيلين و أحمر الكونغو المبينتين في الجدول التالي:

الجدول (2-IV): صيغة أزرق الميثيلين و أحمر الكونغو

ازرق الميثيلين (MB)	احمر الكونغو (CR)
$C_{16}H_{18}ClN_3S$	$C_{32}H_{22}N_6Na_2O_6S_2$
	
319.85g/mol	696.665g/mol

IV-2-2 المواد، الوسائل و الأجهزة المستعملة :

- زجاجيات متنوعة ( قمع، ارلينة ، بيشر، حوجلة، سحاحة، مخبار مدرج، مكثف)
- ورق الترشيح
- ميزان الكتروني حساس
- آلة طحن العينات: لتحويل ألياف العرجون إلى حبيبيات



الصورة (1-IV): آلة طحن العينات

- جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية – المرئية: استعملناه للحصول على قيم الإمتصاصية و من ثمة معرفة تركيز الملوث.



صورة (IV- 2): جهاز مطيافية الأشعة المرئية و فوق البنفسجية

- جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء FTIR: تم استعماله لتسجيل طيف السيليلوز المستخلص و من ثمة التأكد من نقاوته .



صورة (IV- 3): جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء

### 3- IV منهجية البحث:

بعد جمع العينات (عراجين نخيل التمر) من منطقة الرويسات بورقلة تم تقطيع العرجون قطعاً صغيرة، ثم تم غسلها بماء الحنفية مرتين وبالماء المقطر مرتين، بعدها قمنا بتجفيفها في درجة حرارة الغرفة. ثم قمنا بطحن العينة في آلة الطحن فتحصلنا على حبيبات الألياف.



الصورة (IV-4): تمثل العينة قبل و بعد الطحن

### 1-3-IV تحضير الألياف المعالجة بـ محلول هيدروكسيد الصوديوم (DPB):

نحضر محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) ذو تركيز واحد مول لكل لتر و ننقع فيه 200 غ من ألياف العرجون و نترك المزيج لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة الغرفة ، بعد ذلك نقوم بعملية فصل المزيج بالترشيح و غسل الألياف المعالجة بالماء المقطر. (نكرر العملية كلما احتجنا لهاته المادة المازة)

### 2-3- IV تحضير الألياف المعالجة بحمض الاكساليك (DPA):

نحضر محلول حمض الاكساليك ذو تركيز واحد مول لكل لتر و نضعه مع 200 غ من ألياف العرجون في دورق زجاجي مزود في أعلاه بمبرد عمودي (طريقة البخار المرتد)، نضبط التركيب التجريبي اللازم على درجة حرارة 70°م لمدة ساعة مع الخلط المغناطيسي.

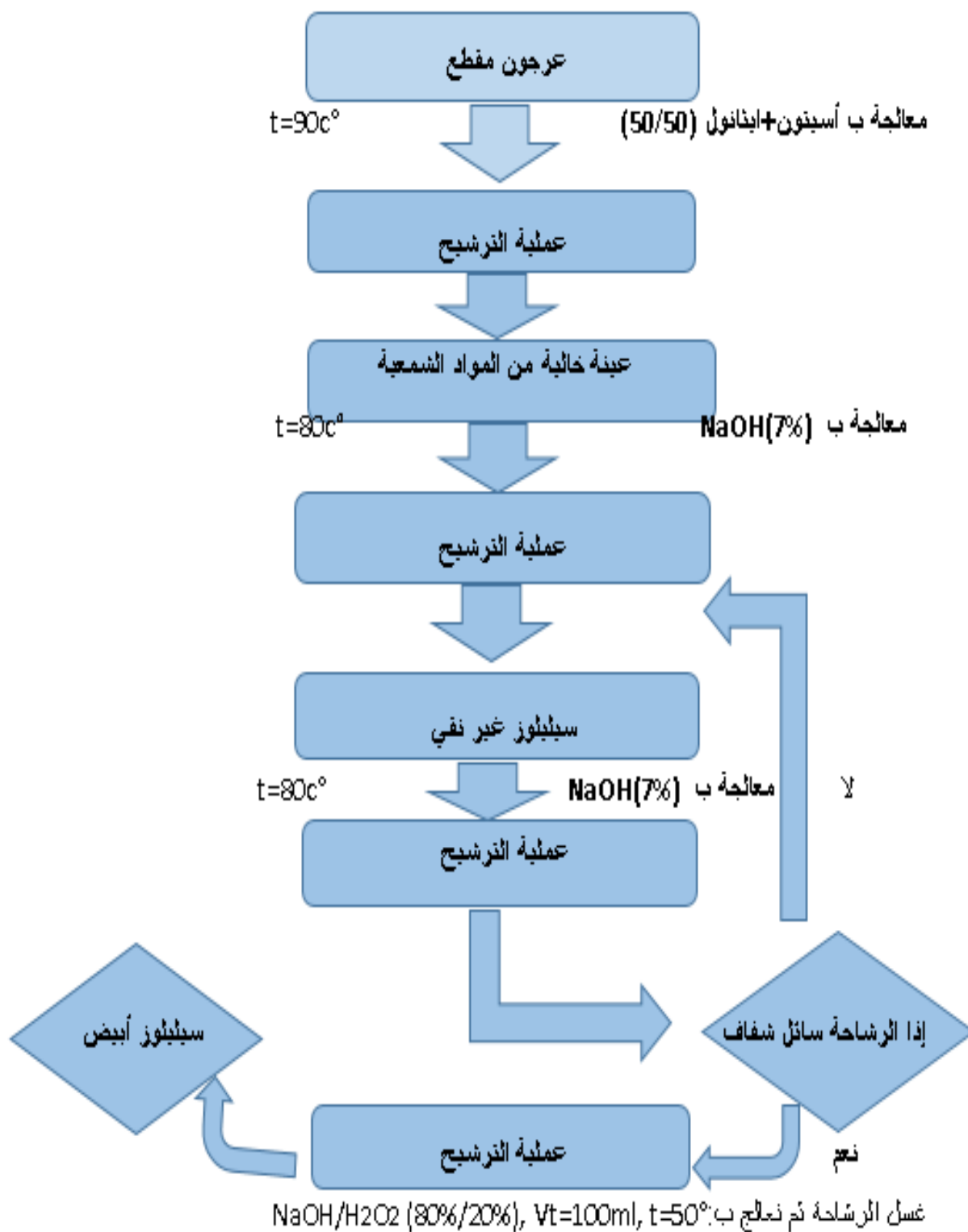
بعد ذلك نقوم بعملية فصل المزيج بعملية الترشيح و غسل الألياف المعالجة كيميائيا عدة مرات بالماء المقطر ثم نقوم بعملية التجفيف. (نكرر العملية كلما احتجنا لهاته المادة المازة)



صورة (IV-5): تمثل معالجة الألياف بحمض الاكساليك

IV-3-3. استخلاص ألياف السيليلوز:

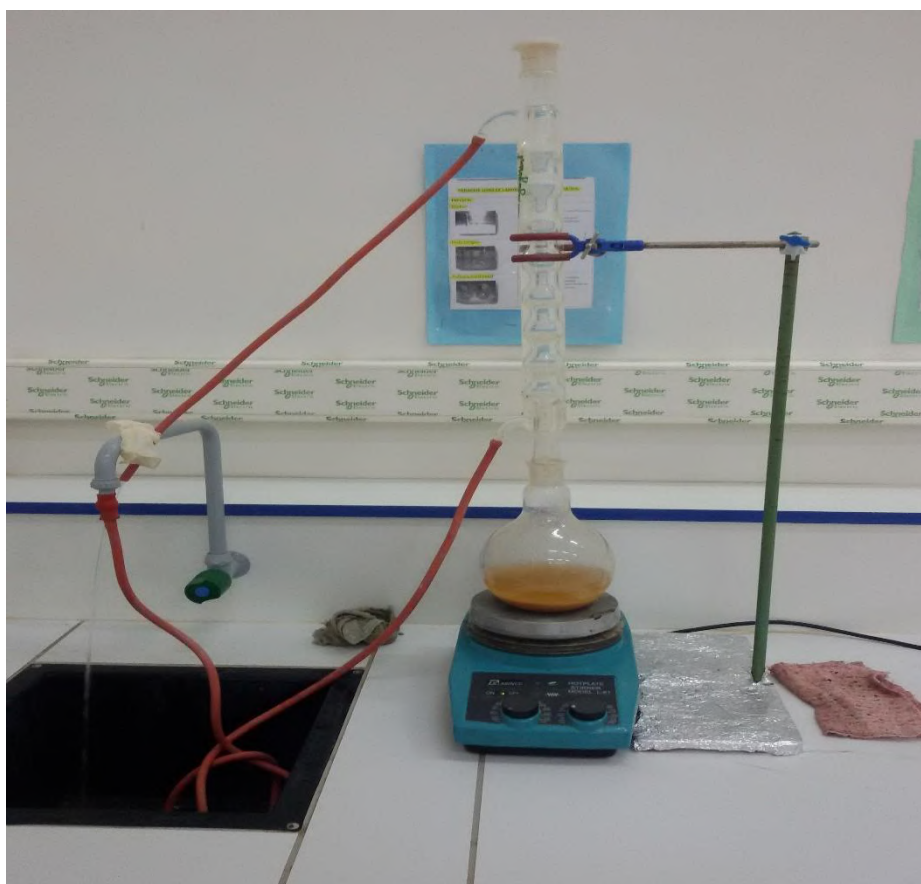
تم استخلاص و تبييض السيليلوز وفق المخطط التالي:



الشكل (IV-1): مخطط يوضح خطوات استخلاص السيليلوز

## IV-3-3-1. إزالة المادة الشمعية:

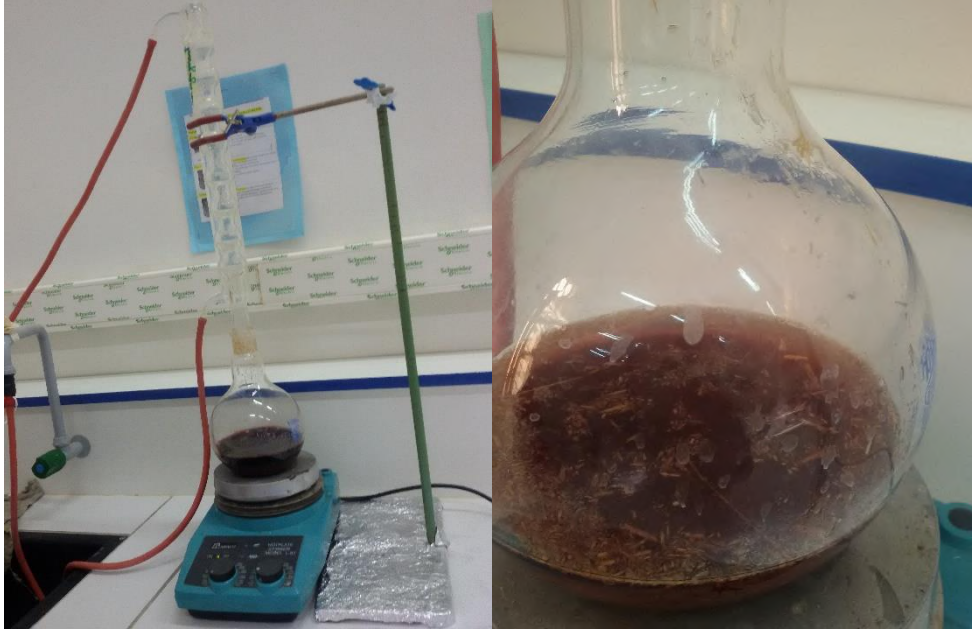
- نحضر مزيج أسيتون - إيثانول (50%،50%) ذو حجم كلي 200مل في دورق زجاجي و نضيف له 20 غ من ألياف العرجون.
- نضبط التركيب التجريبي اللازم على درجة حرارة 90°م لمدة 4 ساعات.
- بعد ذلك نقوم بعملية فصل المزيج بالترشيح وغسل الألياف مرتين أو ثلاث بالماء المقطر.



صورة (IV-6): إزالة المادة الشمعية من على الألياف

## IV-3-3-2. إزالة اللجنين و الهيميسليلوز:

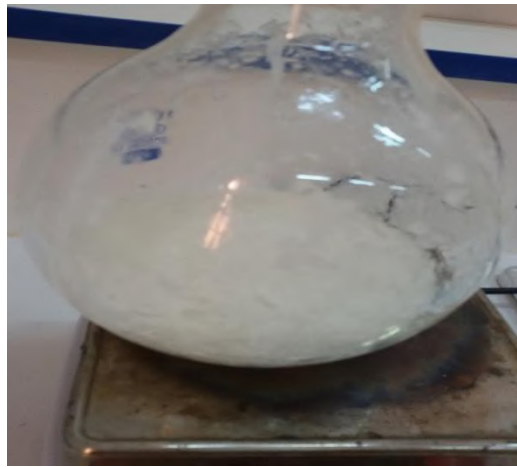
- نحضر 200 مل من محلول NaOH (7%) و نضعه في دورق مزود بمبرد عمودي و نضيف له الألياف المزال منها المادة الشمعية (المرشحة أنفاً).
- نعيد ضبط التركيب التجريبي على درجة حرارة 80°م و لمدة ثلاث ساعات.
- بعد ذلك نقوم بعملية ترشيح المزيج.
- نكرر العملية مرة ثانية بإتباع نفس الخطوات السابقة.
- غسل الألياف المعالجة عدة مرات حتى الحصول على ماء غسيل شفاف اللون.



الصورة (IV-7): عملية إزالة اللجنين و الهيميسيليلوز

#### IV-3-3-3. عملية التبييض (bleaching):

- نحضر محلول NaOH (7%).
- نأخذ 80 مل من المحلول المحضر ونضيف له 20 مل من  $H_2O_2$  (30%).
- نضع العينة المرشحة سابقا في الدورق ونضيف لها المحلول.
- نضبط التركيب التجريبي على درجة حرارة  $50^\circ C$  ولمدة ساعة.
- نرشح ألياف السيليلوز المستخلص ونغسلها بالماء المقطر جيدا.
- نجري طيف الأشعة تحت الحمراء لهاته الألياف للتأكد من نقاوتها.



الصورة (IV-8): عملية التبييض

## IV - 4. تحضير المحاليل الملوثة:

قمنا بتحضير محاليل أم (stock solutions) لكل من أزرق الميثيلين و أحمر الكونغو بحجم 100 مل و تركيز 50 مغ/ل .

## IV-4-1. محلول أزرق الميثيلين (MB):

نحضر المحاليل الممددة لأزرق الميثيلين ذات التراكيز 25 و 12.5 (مغ/ل) و ذلك بتمديد المحلول الأم (50/50) ثم تمديد المحلول المحضر (50/50) .

## IV-4-2. محلول أحمر الكونغو (CR):

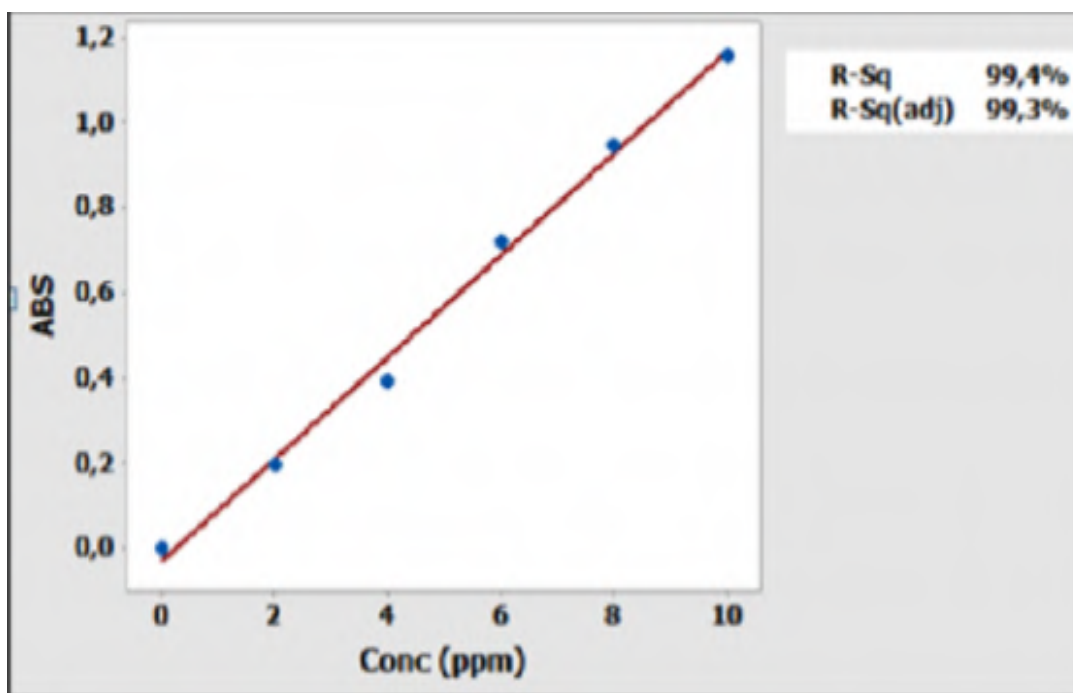
نحضر المحاليل الممددة لأحمر الكونغو بنفس طريقة تحضير محاليل أزرق الميثيلين.

## IV-4-3. إعداد منحني التعيير لكل ملوث :

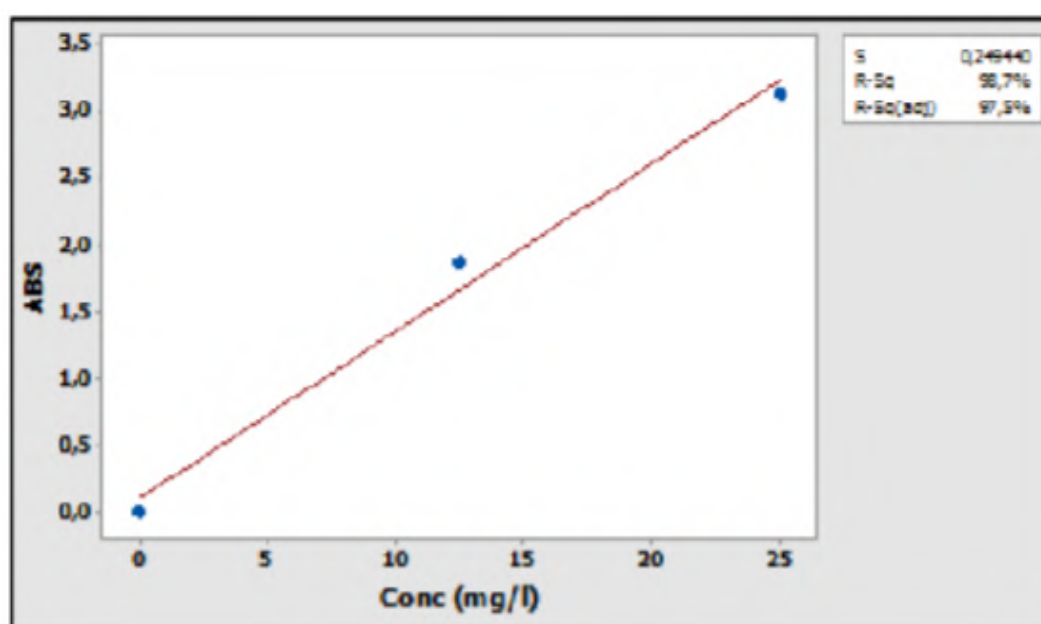
لمعرفة تركيز الملوث بعد الامتزاز نحتاج إلى منحني التعيير و الذي من خلاله و بعد قراءة إمتصاصيته نستطيع تحديد التركيز، لهذا كان لزاماً منذ البداية إعداد منحني التعيير لكل من أزرق الميثيلين و أحمر الكونغو، فكان تسجيل الإمتصاصية عند الطول الموجي الأعظمي ( $\lambda \max$ ) لصبغة أزرق الميثيلين يناهز (665 nm) والطول الموجي الأعظمي ( $\lambda \max$ ) لصبغة أحمر الكونغو (500 nm).

و ذلك بعد تحضير عدة محاليل ممددة انطلاقاً من المحلول الأم ذات التراكيز التالية :

$C_1=100\text{mg/l}$  ،  $C_2=50\text{mg/l}$  ،  $C_3=25\text{mg/l}$  ،  $C_4=12.5\text{mg/l}$  ثم قراءة الإمتصاصية لها.



الشكل (IV - 2) : منحنى التعبير لأزرق الميثيلين (BM)



الشكل (IV - 3) : منحنى التعبير لأحمر الكونغو (CR)

#### IV-4-4. تحضير السحاحات:

يتم ملء السحاحات ذات مساحة مقطع يعادل (1 cm<sup>2</sup>) في كل مرة بالمادة المازة (ألياف السيليلوز (F-Cel) والألياف المعالجة بالأساس (DPB) و الألياف المعالجة بالحمض (DPA) بالارتفاعات (15 - 30 - 45 سم)،



ثم بعد تمرير المحاليل الملوثة في كل مرة في كل سحاحة يجمع أسفلها المحلول المنقى في كؤوس بيشر (250 مل) بعد ذلك تتم قراءة الامتصاصية لهاته المحاليل المنقاة باستعمال جهاز مطيافية فوق البنفسجي-مرئي، ولمعرفة التركيز المتبقي يتم استعمال منحنى التعبير للصبغة المدروسة .



الصورة (IV-9): محاليل أزرق الميثيلين قبل و بعد الامتزاز



الصورة (IV-10): محاليل أحمر الكونغو قبل و بعد الامتزاز



الصورة (IV-11): السحاحات المعبأة بالمواد المازة

## IV-5. النتائج و المناقشة:

بعد تسجيل طيف الامتصاص لمحلول كل من (CR) و (MB) ومنه تحديد الطول الموجي الأعظمي ( $\lambda_{max}$ ) والذي يستخدم عند قراءة الامتصاصية لكل العينات الناتجة من التجارب لكل ملوث، فكان الطول الموجي الأعظمي ( $\lambda_{max}$ ) لصبغة أزرق الميثيلين يناهز (665 nm) و الطول الموجي الأعظمي ( $\lambda_{max}$ ) لصبغة احمر الكونغو (500 nm).

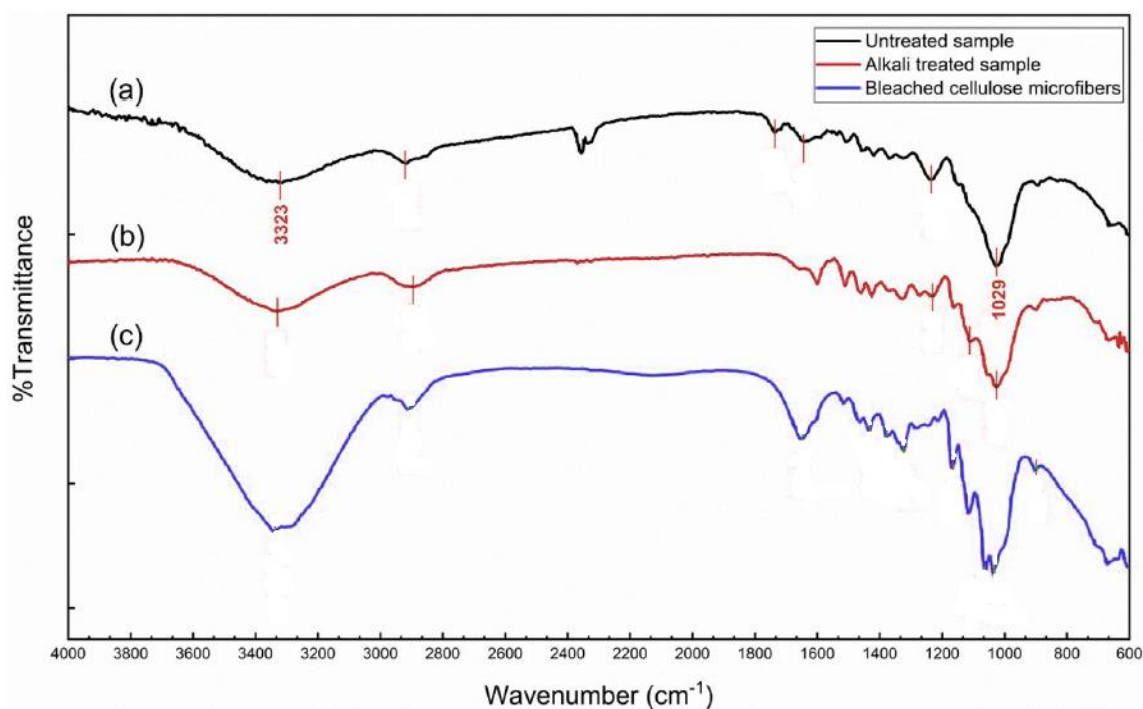
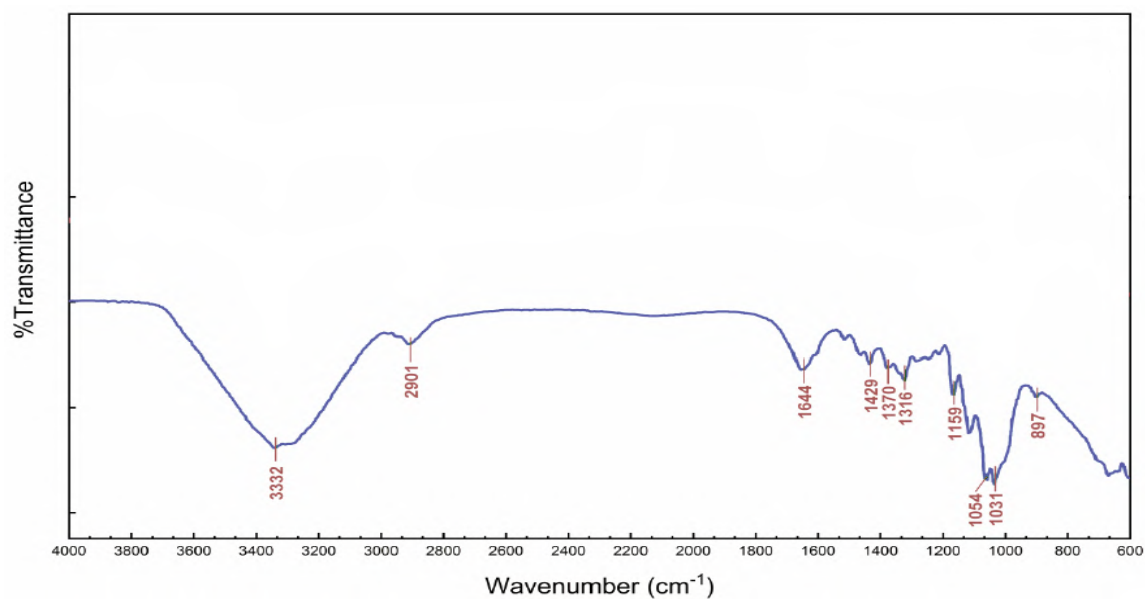
## IV-5-1 نسبة إزالة الملوث:

لتقييم فعالية المواد المازرة في تنقية المياه الملوثة بـ ( أزرق الميثيلين \_ أحمر الكونغو ) تم حساب نسبة إزالة الملوث وفق العلاقة التالية:

$$\text{نسبة إزالة الملوث (\%)} = \frac{\text{التركيز الابتدائي} - \text{التركيز النهائي}}{\text{التركيز الابتدائي}} \times 100$$

## IV-5-2 طيف الأشعة تحت الحمراء للسيليلوز المستخلص :

من الطيف أسفله يظهر بشكل جلي انه تم استخلاص السيليلوز بشكل نقي (بالمطابقة مع طيفه في مراجع أخرى)



الشكل (4-IV): طيف الأشعة تحت الحمراء للسيليلوز المستخلص من العملية و المرجع

أ/- نتائج احمر الكونغو مع المادة المازة (DPA) :

الجدول (3-IV): امتزاز احمر الكونغو على (DPA) من اجل (12.5 mg/l)

h = 45 cm	h = 30 cm	h = 15 cm	الارتفاع
0.4475	0.89875	1.15625	التركيز النهائي (mg/l)
<b>96.42</b>	<b>92.81</b>	<b>90.75</b>	نسبة إزالة الملوث (%)

الجدول (IV-4): امتزاز احمر الكونغو على (DPA) من اجل (25 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	4.585	3.8675	2.7225
نسبة إزالة الملوث (%)	<b>81.66</b>	<b>84.53</b>	<b>89.11</b>

الجدول (IV-5): امتزاز احمر الكونغو على (DPA) من اجل (50 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	11.055	10.27	8.44
نسبة إزالة الملوث (%)	<b>77.89</b>	<b>79.46</b>	<b>83.12</b>

ب/- نتائج احمر الكونغو مع المادة المازة (DPB) :

الجدول (IV - 6): امتزاز احمر الكونغو على (DPB) من اجل (12.5 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	3.3175	3.09125	2.74
نسبة إزالة الملوث (%)	<b>73.46</b>	<b>75.27</b>	<b>78.08</b>

الجدول (IV - 7): امتزاز احمر الكونغو على (DPB) من اجل (25 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	8.6675	8.1	7.17
نسبة إزالة الملوث (%)	<b>65.33</b>	<b>67.60</b>	<b>71.32</b>

الجدول (IV - 8): امتزاز احمر الكونغو على (DPB) من اجل (50 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	18.985	19.01	17.165
نسبة إزالة الملوث (%)	<b>62.03</b>	<b>61.98</b>	<b>65.67</b>

ج- نتائج احمر الكونغو مع المادة المازة (ألياف السيليلوز) :

الجدول (9- IV): امتزاز احمر الكونغو على (F-Cel.) من اجل (12.5 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	2.8575	2.74625	2.23
نسبة إزالة الملوث (%)	77.14	78.03	82.16

الجدول (10- IV): امتزاز احمر الكونغو على (F-Cel.) من اجل (25 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	7.7375	7.2475	6.2875
نسبة إزالة الملوث (%)	69.05	71.01	74.85

الجدول (11- IV): امتزاز احمر الكونغو على (F-Cel.) من اجل (50 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	17.46	17.005	15.74
نسبة إزالة الملوث (%)	65.08	65.99	68.92

د- نتائج ازرق الميثيلين مع المادة المازة (DPA) :

الجدول (12- IV): امتزاز ازرق الميثيلين على (DPA) من اجل (12.5 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	3.32	3.05625	2.34625
نسبة إزالة الملوث (%)	73.44	75.55	81.23

الجدول (13- IV): امتزاز ازرق الميثيلين على (DPA) من اجل (25 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	8.27	7.18	6.28
نسبة إزالة الملوث (%)	66.92	71.28	74.88

الجدول (14- IV): امتزاز أزرق الميثيلين على (DPA) من اجل (50 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	18.475	17.465	15.92
نسبة ازالة الملوث (%)	<b>63.05</b>	<b>65.07</b>	<b>68.16</b>

هـ- نتائج أزرق الميثيلين مع المادة المازة (DPB) :

الجدول (15-IV): امتزاز أزرق الميثيلين على (DPB) من اجل التركيز الابتدائي (12.5 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	1.3675	0.765	0.1575
نسبة ازالة الملوث (%)	<b>89.06</b>	<b>93.88</b>	<b>98.74</b>

الجدول (16-IV): امتزاز أزرق الميثيلين على (DPB) من اجل التركيز الابتدائي (25 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	4.495	3.415	2.3
نسبة ازالة الملوث (%)	<b>82.02</b>	<b>86.34</b>	<b>90.80</b>

الجدول (17-IV): امتزاز أزرق الميثيلين على (DPB) من اجل التركيز الابتدائي (50 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	10.96	9.005	6.87
نسبة ازالة الملوث (%)	<b>78.08</b>	<b>81.99</b>	<b>86.26</b>

و- نتائج أزرق الميثيلين مع المادة المازة (ألياف السيليلوز) :

الجدول (18-IV): امتزاز أزرق الميثيلين على ألياف السيليلوز من اجل التركيز الابتدائي (12.5 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	3.195	2.64625	2.1075
نسبة ازالة الملوث (%)	<b>74.77</b>	<b>78.83</b>	<b>83.14</b>

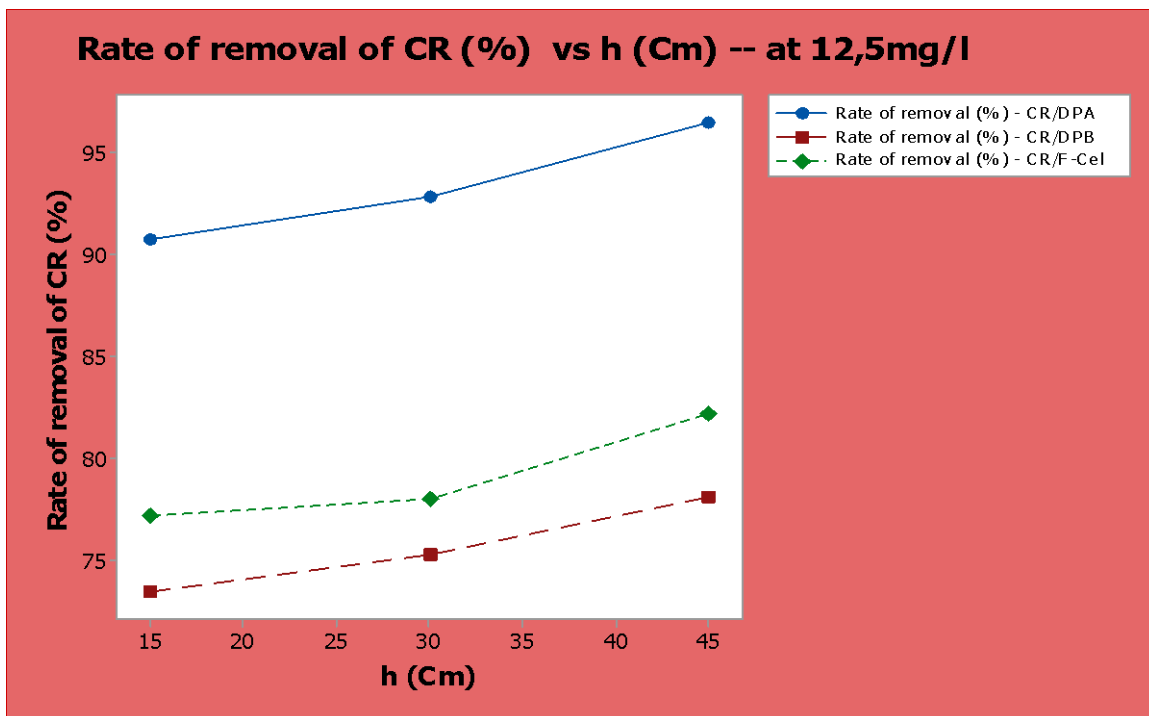
الجدول (IV-19): إمتزاز ازرق الميثيلين على ألياف السيليلوز من اجل التركيز الابتدائي (25 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	7.53	6.6375	5.7075
نسبة ازالة الملوث (%)	<b>69.88</b>	<b>73.45</b>	<b>77.17</b>

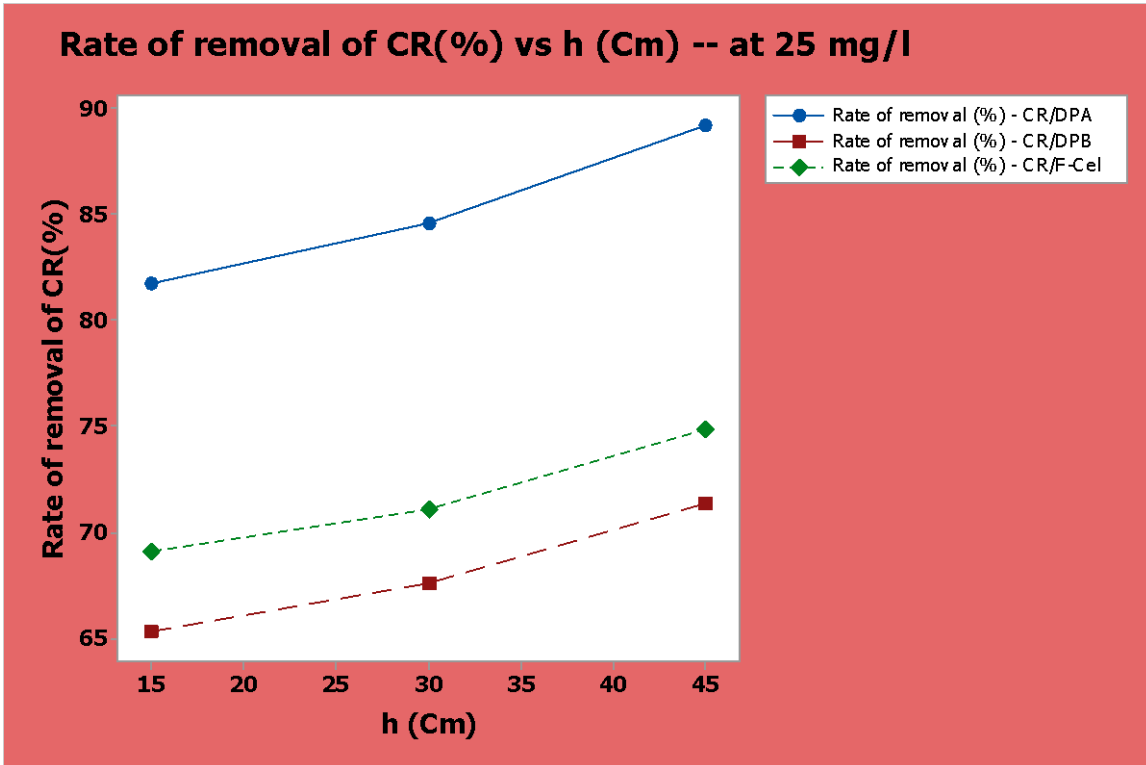
الجدول (IV-20): امتزاز ازرق الميثيلين على ألياف السيليلوز من اجل التركيز الابتدائي (50 mg/l)

الارتفاع	h = 15 cm	h = 30 cm	h = 45 cm
التركيز النهائي (mg/l)	17.065	15.535	13.755
نسبة ازالة الملوث (%)	<b>65.87</b>	<b>68.93</b>	<b>72.49</b>

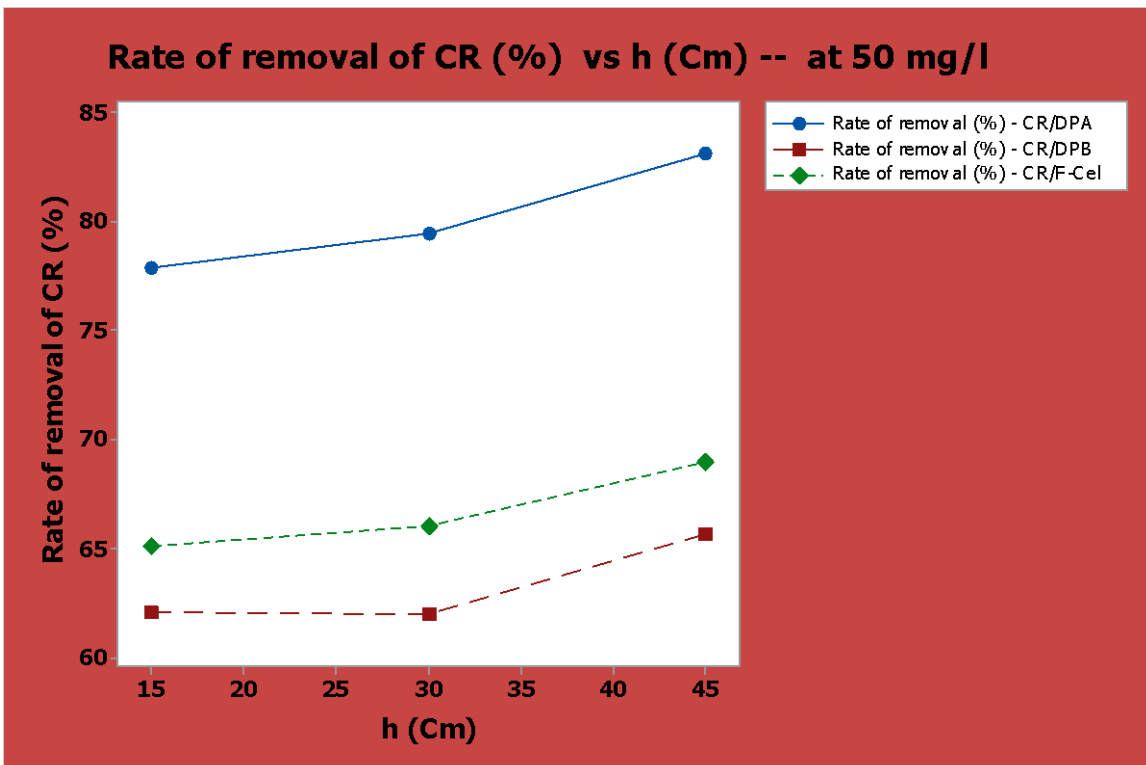
IV-3-5 ترجمة النتائج إلى بيانات:



الشكل (IV-5): نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة ارتفاع المادة المازة من اجل (12.5 mg/l)

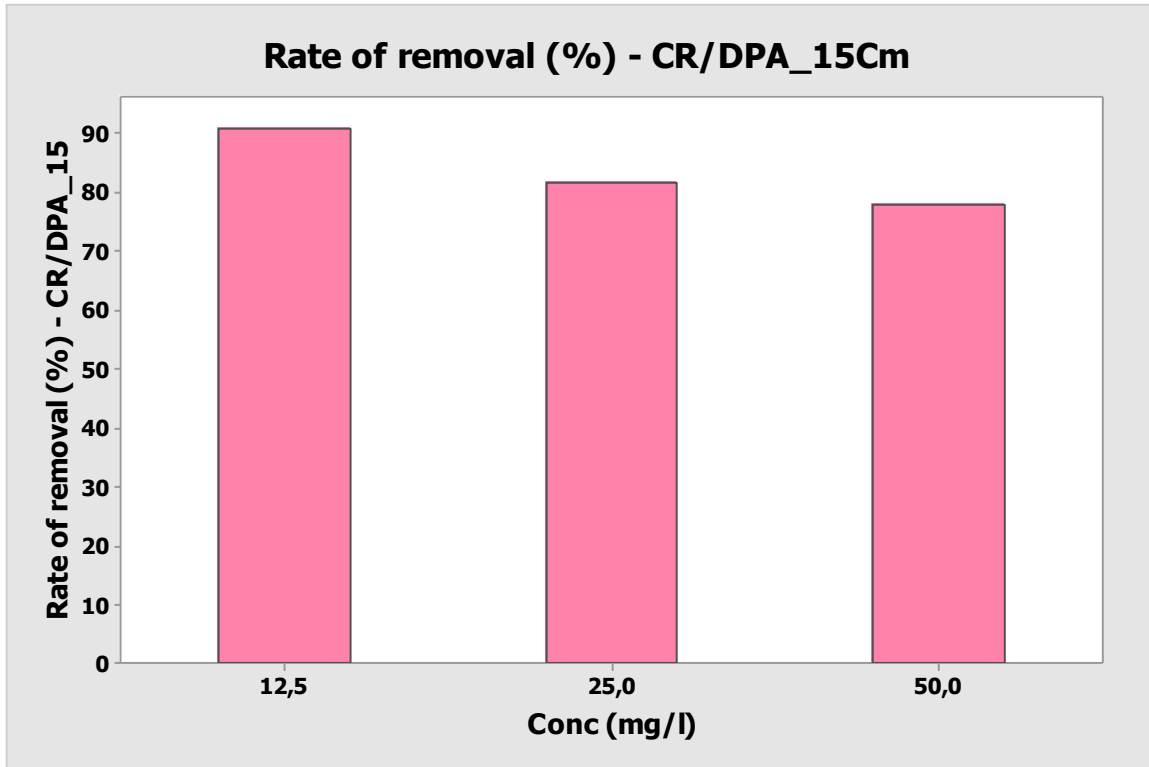


الشكل (IV-6): نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة ارتفاع المادة المازة من اجل (25 mg/l)

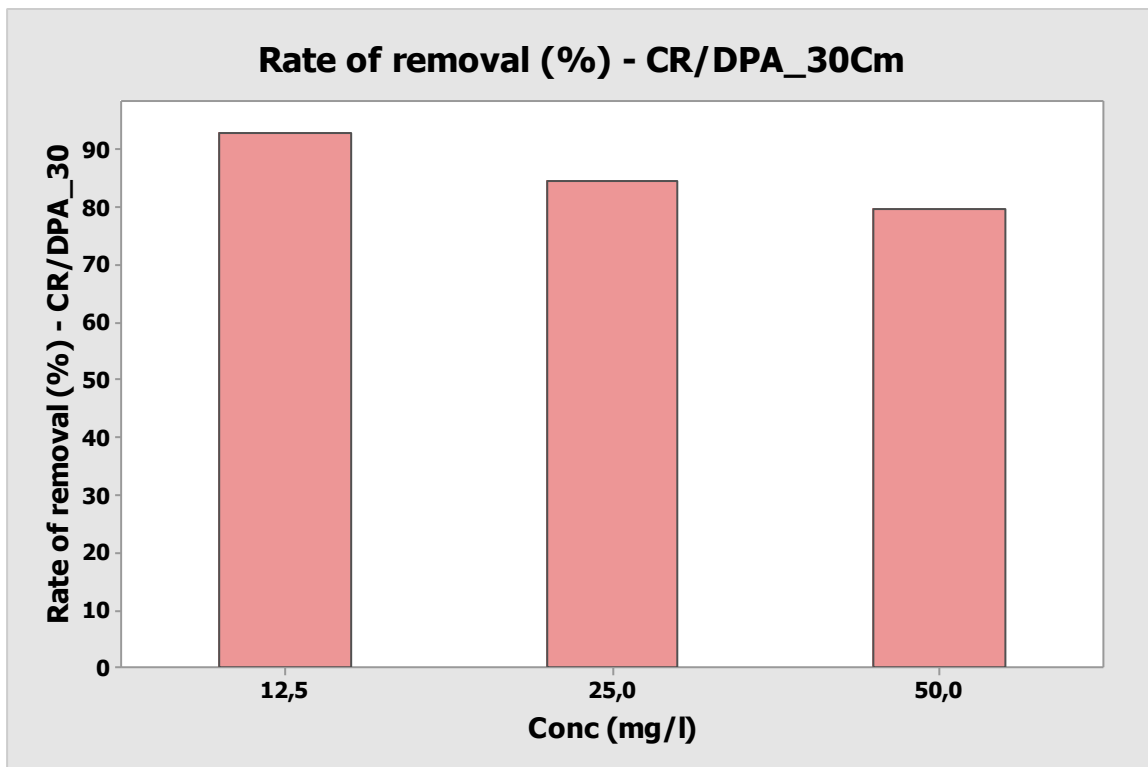


الشكل (IV-7): نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة ارتفاع المادة المازة من اجل (50 mg/l)

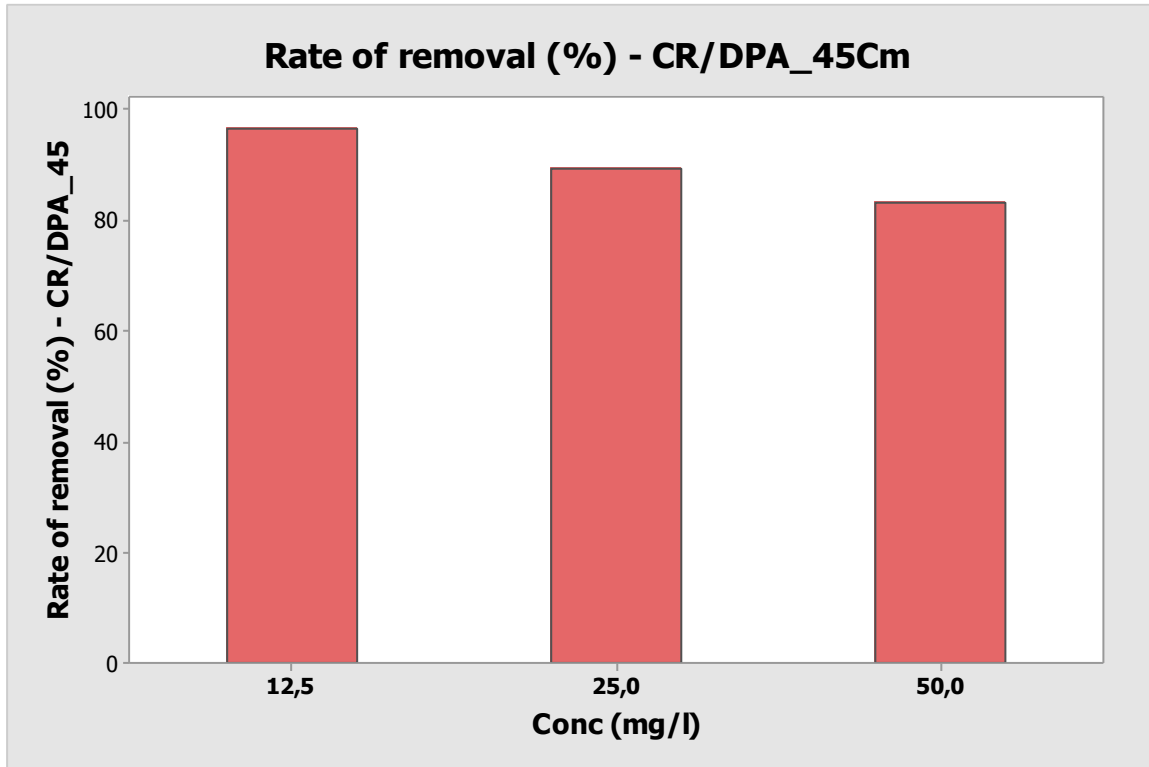




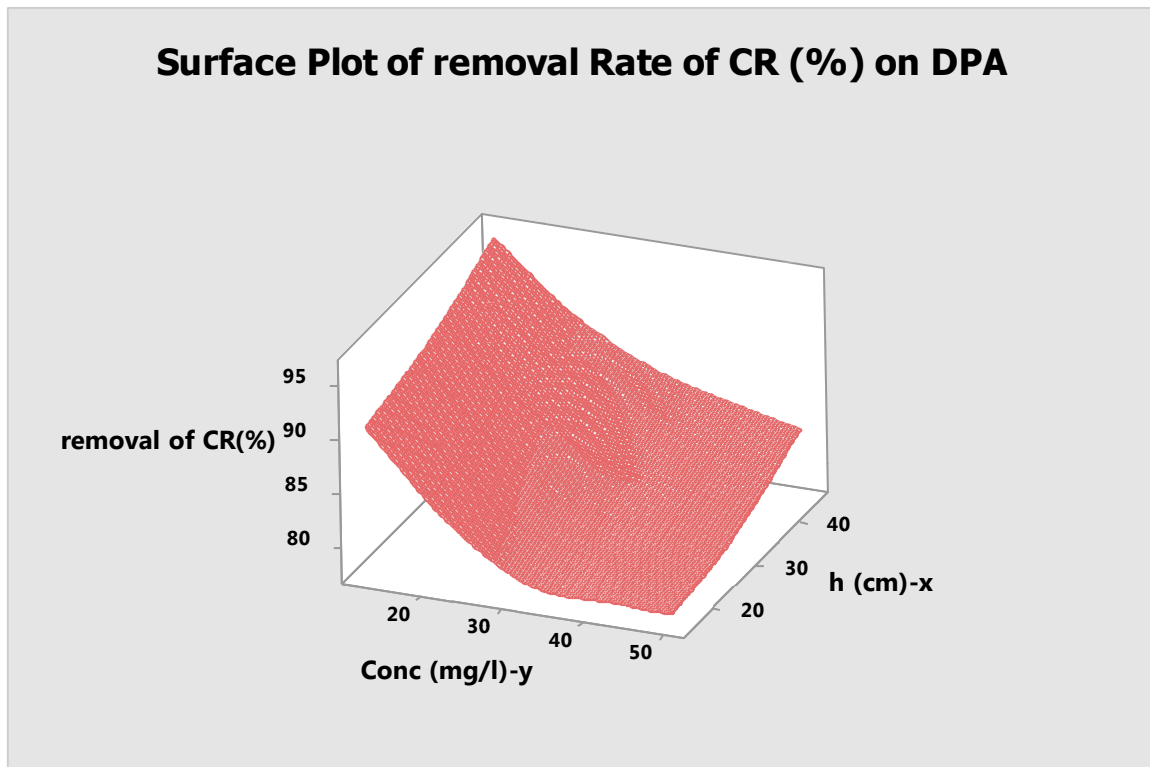
الشكل (IV-8): نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة التركيز من اجل ارتفاع (DPA - 15 cm)



الشكل (IV-9): نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة التركيز من اجل ارتفاع (DPA - 30 cm)

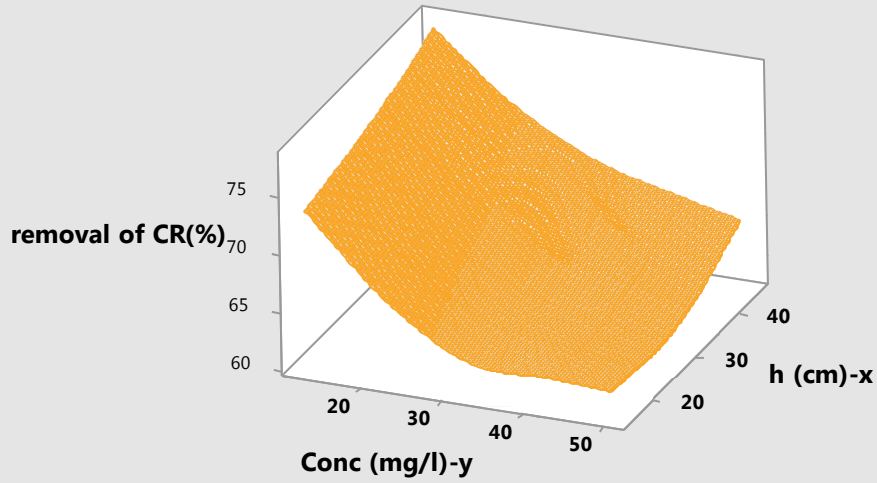


الشكل (IV-10): نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة التركيز من اجل ارتفاع (DPA - 45 cm)



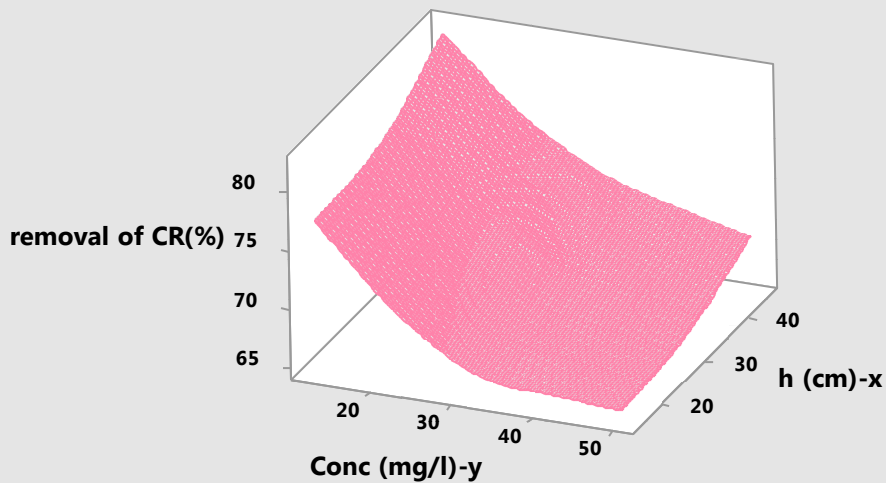
الشكل (IV-11): نسبة ازالة احمر الكونغو بدلالة التركيز و من اجل ارتفاع المادة ( DPA )

### Surface Plot of removal rate of CR (%) on DPB

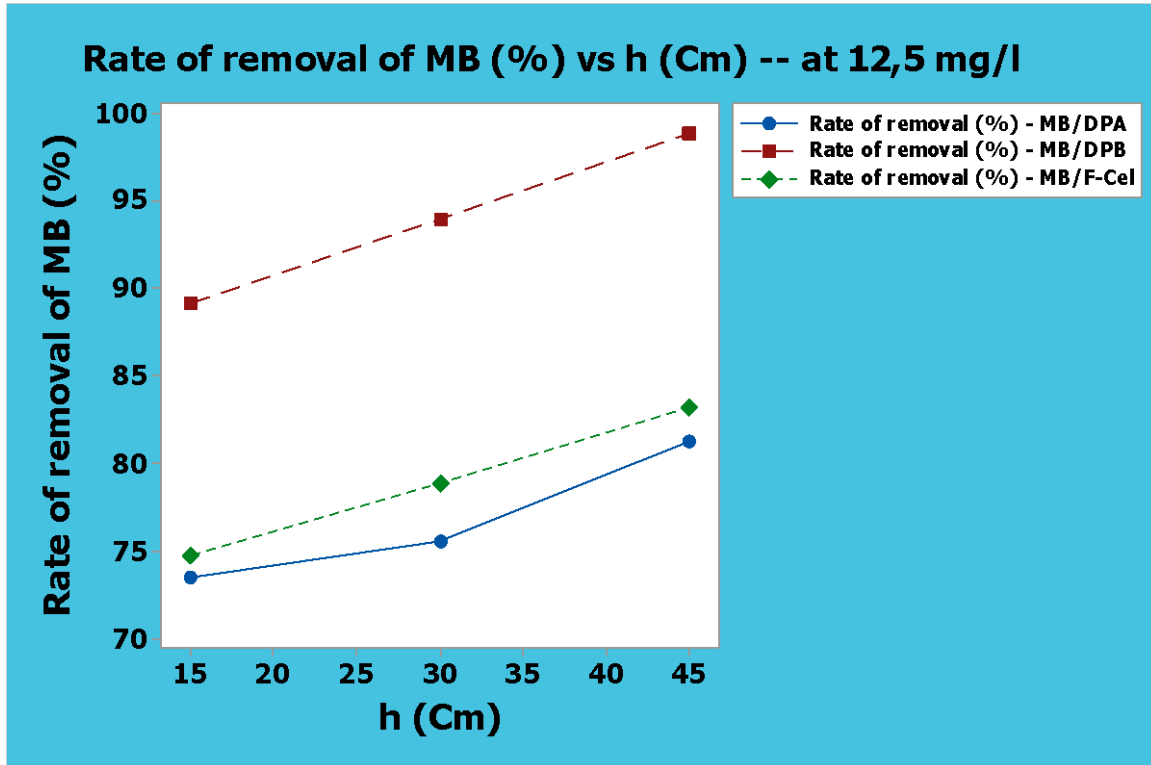


الشكل (IV-12): نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة التركيز و من اجل ارتفاع المادة (DPB)

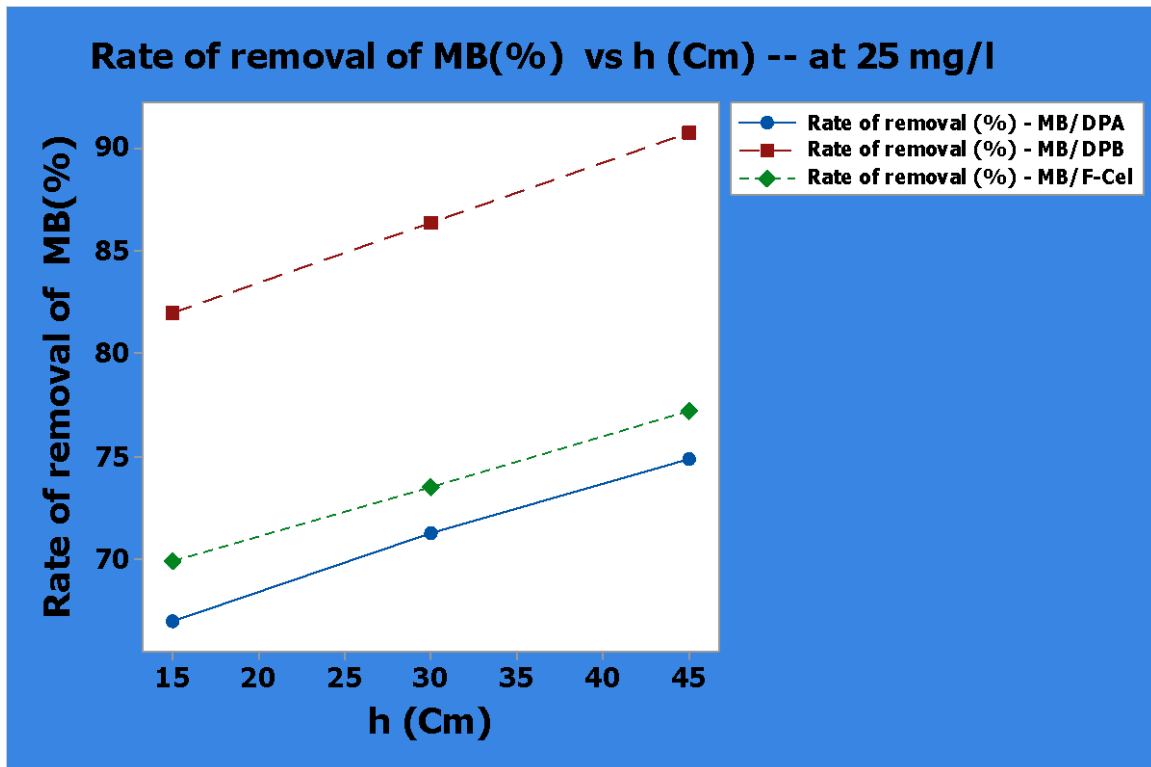
### Surface Plot of removal rate of CR(%) on F-Cel



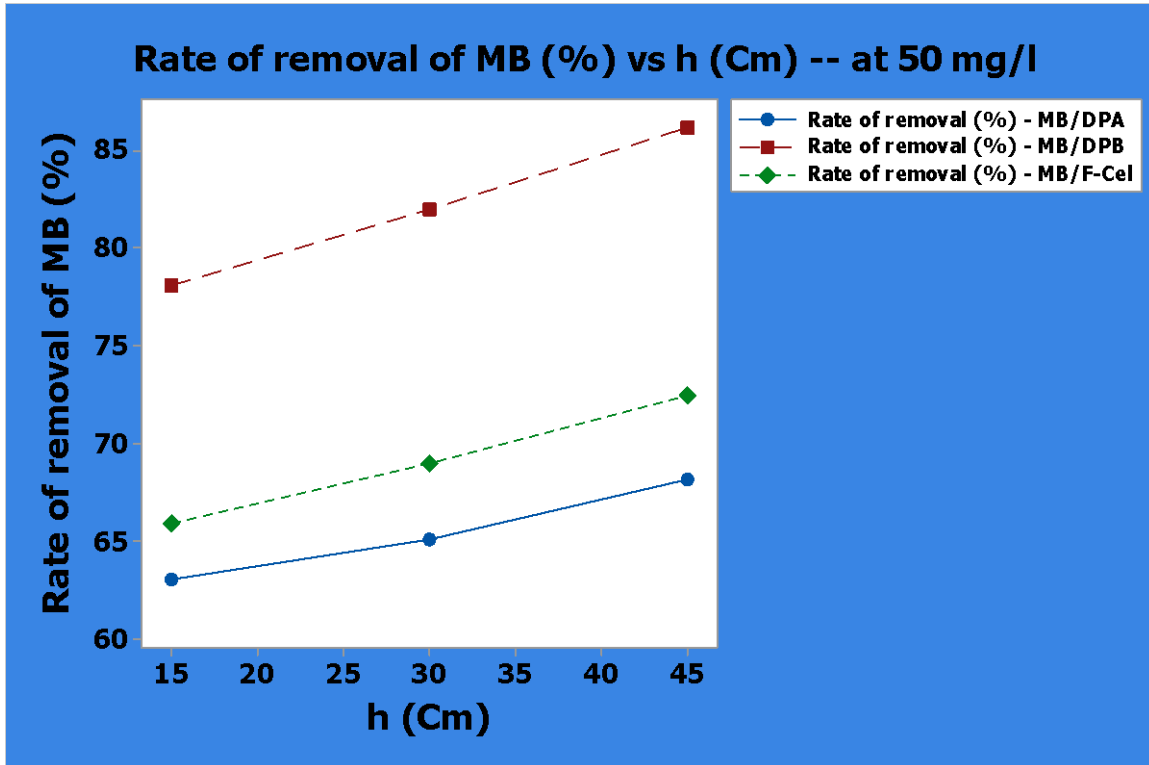
الشكل (IV-13): نسبة إزالة احمر الكونغو بدلالة التركيز و من اجل ارتفاع المادة (F-Cel.)



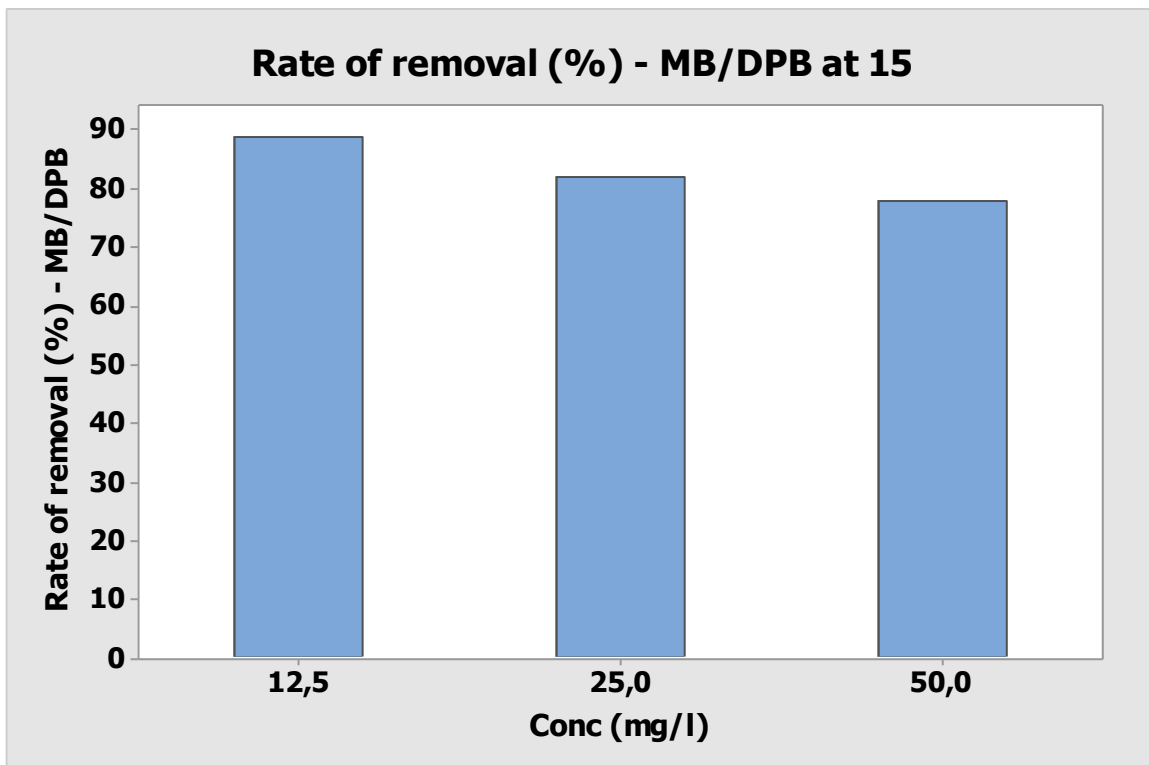
الشكل (IV-14): نسبة إزالة أزرق الميثيلين بدلالة ارتفاع المادة المازة من اجل (12.5 mg/l)



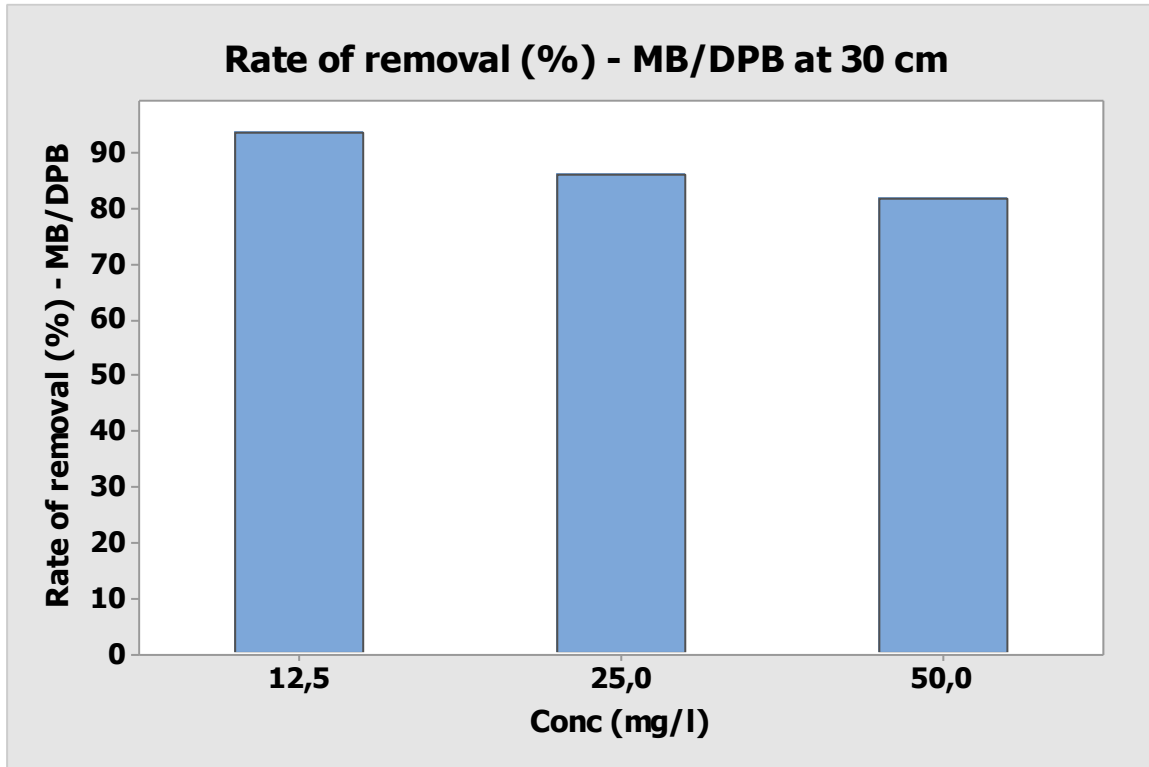
الشكل (IV-15): نسبة إزالة أزرق الميثيلين بدلالة ارتفاع المادة المازة من اجل (25 mg/l)



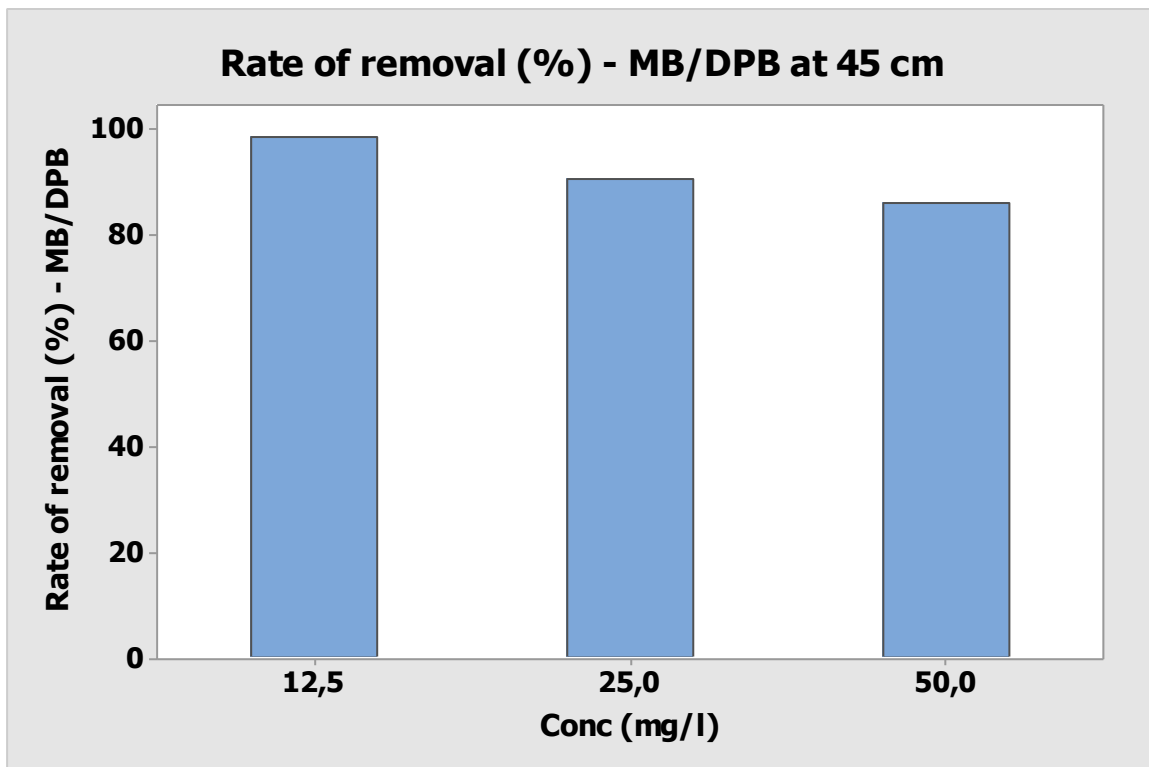
الشكل (IV-16): نسبة إزالة أزرق الميثيلين بدلالة ارتفاع المادة المازة من اجل (50 mg/l)



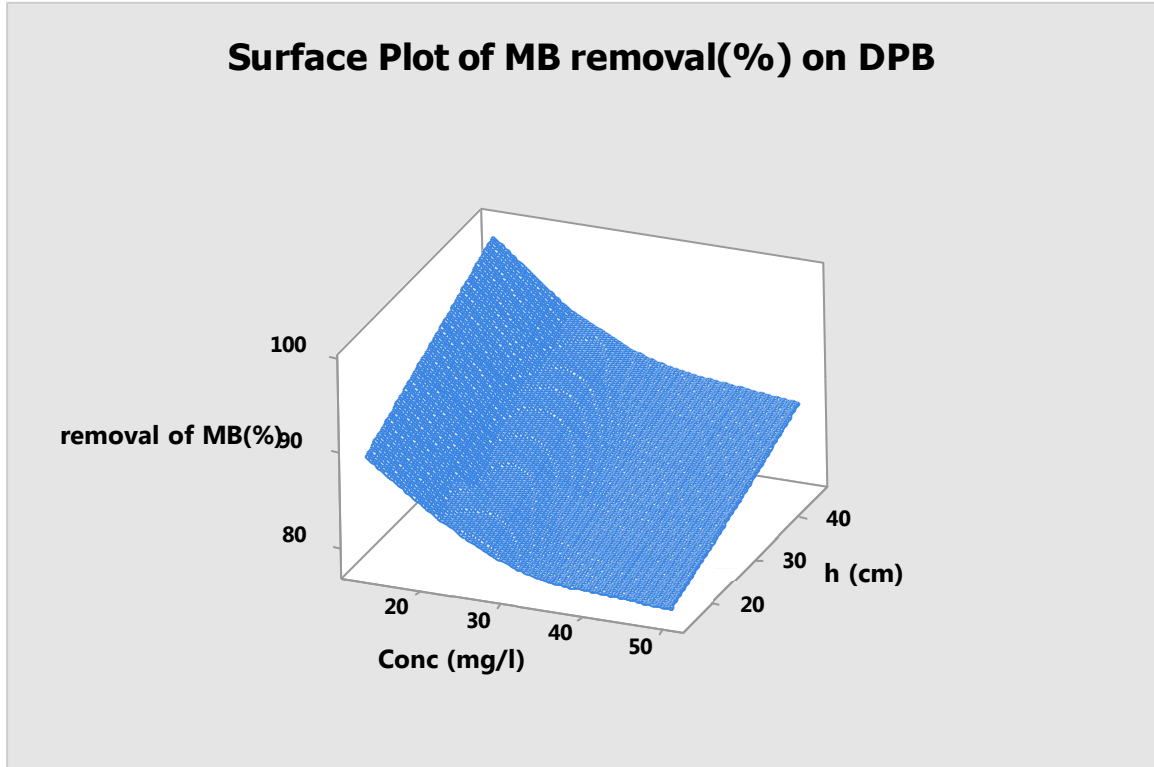
الشكل (IV-17): نسبة إزالة أزرق الميثيلين بدلالة التركيز من اجل ارتفاع (DPB - 15 cm)



الشكل (IV-18): نسبة إزالة أزرق الميثيلين بدلالة التركيز من اجل ارتفاع (DPB - 30 cm)



الشكل (IV-19): نسبة إزالة أزرق الميثيلين بدلالة التركيز من اجل ارتفاع (DPB - 45 cm)



الشكل (IV-20): نسبة إزالة أزرق الميثيلين بدلالة التركيز و من اجل ارتفاع المادة (DPB)

#### IV-4-5 تفسير النتائج المتحصل عليها:

تحليل البيانات المقدمة أعلاه يوضح أن:

- تم استخلاص السليلوز من ألياف العرجون بشكل نقي جدا و بالتالي فهناك إمكانية لتحضير النانوسليلوز النقي من ألياف العرجون.
- المادة المازة (DPB) تعطي أفضل نتائج مقارنة بمثيلاتها عند امتزاز أزرق الميثيلين بحيث تصل نسبة إزالته (98.74%) من اجل التركيز (12.5 mg/l) و الارتفاع (45 Cm).
- المادة المازة (DPA) أكثر فعالية مقارنة بالمادتين الأخرين عند امتزاز احمر الكونغو بحيث تبلغ نسبة إزالتها للملوث المشار إليه (96.42%) للتركيز (12.5 mg/l) و الارتفاع (45 Cm).
- تبين النتائج أن نسبة إزالة الملوث تزداد بشكل خطي في الغالب بزيادة ارتفاع عمود المادة المازة بينما الأمر ليس كذلك بدلالة تركيز الملوث ، حيث تتحدر نسبة إزالة الملوث بشكل سريع و غير خطي كلما زاد تركيز الملوث ثم ثبت (35-50 مع/ل تقريبا) عند الارتفاعات الدنيا.
- بناء على النتائج المتوصل إليها ينصح باستعمال مخلفات العرجون المعالجة في إزالة تلوث المياه بالأصبغ العضوية لأنها فعالة و زهيدة التكلفة .

خلاصة عامة



## خلاصة عامة:

و من خلال ما تم الوصول إليه من نتائج خلصنا إلى ما يلي:

- ✓ توجد إمكانية لتحضير النانوسيليلوز النقي من ألياف العرجون و ذلك بعدما تم إستخلاص السيليلوز بشكل نقي جدا من ألياف العرجون.
- ✓ من خلال المعطيات التجريبية تبين أن فعالية إزالة الملوث بالمواد المازة المحضرة تزداد كلما تناقص تركيز الملوث وازداد ارتفاع عمود المادة المازة.
- ✓ و عليه و بناء على النتائج المتوصل إليها ينصح باستعمال مخلفات العرجون المعالجة في إزالة تلوث المياه بالأصبغ العضوية لأنها فعالة و زهيدة التكلفة.

## باللغة العربية

- [1] : مجلة جامعة بابل / العلوم الإنسانية/المجلد19/العدد(2)/تلوث الهواء والماء، مصادره، اثاره/أزهار جابر).
- [3]: المجلة الدولية للعلوم والتقنية، العدد 10، أبريل2017.
- [4] : ه. عبد الأمير خيون، الأكسدة الضوئية المحثة للمحاليل المائية لمركبات الثيازين، رسالة مقدمة إلى مجلس كلية التربية\_ جامعة القادسية و هي من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم الكيمياء، 2014.
- [5] : ز. اسماعيل حسن، التخلص من ملوثات المياه بواسطة ظاهرة الإمتزاز، بحث مقدم إلى مجلس كلية العلوم\_قسم علوم الكيمياء وهي جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم الكيمياء، جامعة القادسية، 2017.
- [6] : أ.بحة و أ.طويل، تحضير وتشخيص مادة مازة انطلاقاً من مخلفات النخيل (السعف) وتطبيقها في إزالة تلوث الماء بصبغة أزرق الميثيلين. مذكرة نهاية الدراسة لنيل شهادة ماستر أكاديمي جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي 2018.
- [7] : إ.العابد. معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية اطروحة محاضرة لنيل شهادة دكتوراه علوم تخصص\_ كيمياء عضوية تطبيقية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة. 2015
- [12] : ه.جاسم، دراسة ومقارنة إمتزاز صبغتي أحمر الكونغو والجنئين البنفسجية على سطح الصفصاف، مجلة القادسية للعلوم الصرفة المجلد 20، العدد 1، سنة 2015، ISSN 1997-2490.
- [22] : علي أبوراس، تلوث التربة، مكتبة الكتب التعليمية.
- [23] : سمير خالد، التلوث البيئي وطرق معالجته\_ سيكولوجية الألوان وتأثيرها في بيئة العمل، مديرية الجودة والسلامة المهنية والبيئة، الشركة العامة لمصفاة حمص.
- [25] : ب. جلول عبو و ع.هب. تلوث المياه وتأثيره على صحة الإنسان (تحقيق إعلامي علمي حول مرض البلهارسيا). مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر تخصص صحافة إعلامية. جامعة عبد الحميد بن باديس. مستغانم. 2011.

[27]: إ.ناصري و إ.حمادة، امتزاز صبغة البلورة البنفسجية من محاليلها المائية بواسطة أطيان الإلييت بطريقة الدفعات والعمود: الوادي مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء جامعة قاصدي مرباح 2019.

[29]: فضاء علوم الحياة والأرض، ذ. سمير أيوبي، مراقبة وقياس جودة الماء، <http://espacesvt.com/cours> < اطلع عليه بتاريخ : 2020-05-29.

[31]: ف. حسين الرماحي، استخدام تقنية الإمتزاز لإزالة الملوثات المائية، بحث مقدم إلى مجلس كلية العلوم\_قسم علوم الكيمياء وهي جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم الكيمياء، جامعة القادسية، 2018.

[33]: منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول (اوابك)، تقنيات معالجة مياه الصرف الصناعي لمشروعات الببتروكيمياويات، دولة الكويت ابريل نيسان 2019.

[34]: أ.علي عبد المحسن و آخرون، المشروع الألمانيGIZ، أساسيات معالجة مياه الصرف الصحي، الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي ، 2015 ، V1 ، ص 2.

[36]: ع. ك. جحيل الحميداوي و ن. م. علي وادي العبيدي . استخدام مستخلص أوراق الكونوكاريس كمخثر طبيعي أو كمساعد للتخثير مع الشبة و كلوريد الحديدك في إزالة عكارة المياه 2013. قسم الكيمياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة البصرة 2، مجلة أبحاث البصرة (العمليات)، العدد 40 ، الجزء 2014.B1.

[39]: ط. إسماعيل كاخيا. كتاب معالجة المياه للأغراض الصناعية وغيرها. ص10.

[43]: المنظمة العربية للتنمية الزراعية. دراسة تطوير وتسويق التمور والإستفادة من مخلفات النخيل في الوطن العربي. (ص 40،45، 159 ، 375). تم إعداد الدراسة من قبل أعضاء من خراج المنظمة ودخلها. الخرطوم. 2003.

[44]: ش. بن ساسي، تقييم الفعالية المضادة للأكسدة والمضادة للبكتيريا للمركبات الفينولية لبعض أصناف التمور من منطقة وادي ريغ بطرق مختلفة.رسالة محضرة لنيل شهادة الدكتوراه جامعة قاصدي مرباح ورقة 2018

[45]: ب. بن عمر، إنتخاب أشجار النخيل المذكورة بمحطة الضاوية (واد سوف،الجزائر) دراسة ميدانية ومخبرية رسالة محضرة لنيل شهادة الدكتوراه الطور الثالث. جامعة باجي مختار. عنابة 2016.

- [46]: ف. محمد عوض متولي، توصيف البنية البلورية والزمرة الوظيفية لأوراق وألياف شجرة نخلة التمر المحروقة باستخدام ليزر ياج النيوديميوم. أطروحة مقدمة من أجل تلبية متطلبات نيل درجة الماجستير في الفيزياء العامة. جامعة السودان 2018.
- [47]: د.م. يوسف الشرفا، التوزيع الجغرافي والتطور الزمني لمساحة وإنتاج نخلة التمر في العالم، ص 17-16،
- [48]: م.ابن حمي ون.محمد، تأثير مرض البيوض على النظام الواحاتي بمنطقة قورارة. مذكرة محضرة لنيل شهادة ماستر أكاديمي، جامعة أحمد دراية أدرار، 2018.
- [49]: المنظمة العربية للتنمية الزراعية. دراسة تدوير المخلفات الزراعية للإستعمالات الصناعية والمنزلية. ص (17). تم إعداد الدراسة من قبل خبراء من داخل المنظمة وخارجها. 2006.
- [56]: ز. قوادري، تحضير ودراسة خصائص مادة مركبة ذات مصفوفة من البولي استر غير المشعب مقواة بألياف نبات الديدس. مذكرة مكملة لنيل شهادة الماجستير جامعة المسيلة 2014.
- [61]: أ. مجدي واصل. كتاب أسس كيمياء السطوح، هيئة النيل العربية للنشر، 2007، ص (9،10).
- [62]: ناصر الحايك. كتاب مدخل إلى كيمياء السطوح، نشر بيليوس، ص 87.
- [63]: س. حسين علوان، إزالة أيونات  $Pb(II)$ ,  $Cr(III)$ ,  $Cd(II)$  من المحاليل المائية بإستعمال مسحوق البقلاء كماز جديد (دراسة فيزيائية)، رسالة مقدمة الى مجلس كلية التربية - جامعة القادسية، العراق، وهي من متطلبات نيل شهادة الماجستير في الكيمياء/الكيمياء الفيزيائية، 2013.
- [65]: م.هلالي، ن. بالخامجة، تحضير مواد مركبة من الرمل المغلف لتنقية المياه، مذكرة مقدمة لإستكمال متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء جامعة قاصدي مرباح 2018.
- [68]: وائل سليمان، مجتمع أراجيك، ماهو الإمتزاز، 2020، < <https://www.arageek.com/l/> >. اطلع عليه بتاريخ 2020-05-21.

## باللغة الأجنبية

- [2]: **Abdal kareem M.A Dawagreh**, Environmental Pollution, December 2017, Al-Balqa' Applied University, ResearchGate
- [8]: **ATTAB Sarah**, Mémoire Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Magister, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 2011.
- [9]: **I. G. Rashed et al**, Overview On Chemical Oxidation Technology In Wastewater Treatment, Ninth International Water Technology Conference, IWTC9 2005, Sharm El-Sheikh, Egypt
- [10]: **Mourad Taleb Ahmed et al.** Efficiency of a Pretreatment by Electrocoagulation with Aluminum Electrodes in a Nanofiltration Treatment of Polluted Water / Procedia Engineering .33. (2012). 465 – 474
- [11]: **George Z. Kyzas 1,2,\* and Margaritis Kostoglou** . Green Adsorbents for Wastewaters: A Critical Review. *Materials* **2014**, 7, 333-364; doi:10.3390/ma7010333
- [13]: **Ioannou, Z. & Kavvadias, Victor & Karasavvidis, Charalampos.** (2015). Recycling of agricultural wastes: Treatment and uses.
- [14]: **Sulyman M., et al.** Low-cost Adsorbents Derived from Agricultural By-products/Wastes for Enhancing Contaminant Uptakes from Wastewater: A Review. *Pol. J. Environ. Stud.* Vol. 26, No. 2 (2017), 479-510 .Poland
- [15]: **Olugbenga Solomon Bello et al**, Sustainable conversion of agro wastes into useful adsorbents *Appl Water Sci* (2017) 7:3561–3571
- [16] : **BIOENERGY CONSULT.** Salman Zafe . Date Palm as Biomass Resource. 12 July 2019. <https://www.bioenergyconsult.com/date-palm-biomass/> .[Accessed: 29-05-2020].
- [17]: **O. Abdelwahab et al.** Palm fibers and modified palm fibers adsorbents for different oils, *Alexandria Eng. J.* (2017)
- [18]: **A. Al-Ghamdi et al**, Application of date palm trunk fibers as adsorbents for removal of Cd<sup>2+</sup> ions from aqueous solutions, *Journal of Water Reuse and Desalination*, 03.1, 2013.

- [19]: **A. M. A. Al-Haidary et al**, A Study on Using Date Palm Fibers and Leaf Base of Palm as Adsorbents for Pb(II) Ions from Its Aqueous Solution, Springer Science+Business Media B.V. 2010).
- [20]: **B.G. Alhogbi et al**, Environmental remediation of toxic lead ions from aqueous solution using palm tree waste fibers biosorbent, / Desalination and Water Treatment 145 (2019) 179–188
- [21]: **Amin M.T., et al**, Absorption Behaviours of Copper, Lead, and Arsenic in Aqueous Solution Using Date Palm Fibres and Orange Peel: Kinetics and Thermodynamics, Alamoudi Water Research Chair, Pol. J. Environ. Stud. Vol. 26, No. 2 (2017), 543-557.
- [24] : **A.REDOUANE et Ab. AOUALI**, Caractérisation physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Agrioun de la région de Bejaia, Mémoire de fin de cycle En Vue de l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Ecologie et Environnement Université Abderrahmane MIRA de Bejaia 2012.
- [26] : **Limgis (2001)**. Methodology: Physico-chemical and biological analyses of water. Linnology.
- [28] : **GIZ (no date)**: Kunene River Awareness Kit, <http://www.kunenerak.com/en/river.aspx>
- [32]: **El-Euny, et al**. STUDIES ON WATER-RELATED DISEASES AND POLLUTION IN EGYPT AND SOME ASIAN COUNTRIES. Biotechnology Research. Vol. 46 No. (4) 2019. 1191-1211.
- [35]: **V.S. Frenkel** , [Advances in Membrane Technologies for Water Treatment](#), 2015, Pages 329-347, Elsevier.
- [37] : **Berrefai Fatima**. Dégradation d'un rejet de laboratoire par traitements en systèmes combinés. Memoire présenté pour obtenir le diplome de magister -Chimie. Universite Abdelhamid Ibn Badis De Mostaganem.2012.
- [38] : **MRWA (2003)**: Coagulation and Flocculation Process Fundamentals. MRWA: Minnesota Rural Water Association [URL](#) [Accessed: 03.06.2020].
- [40] : **Lawrence K.Wang et al**,Physicochemical treatment processes, Handbook of Environmental Engineering,Humana Press, Totowa, New Jersey, Volume 3.

[41] : **Shahryar Jafarinejad** , **Petroleum Waste Treatment and Pollution Control**, Elsevier 2017, Pages 185-267. <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809243-9.00006-7>>

[42]: **Grégoire Crini, Eric Lichtfouse**. Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment. *Environmental Chemistry Letters*, Springer Verlag, 2019, 17 (1), pp.145-155. ff10.1007/s10311-018-0785-9ff. fhal-02082890f

**50: K.M. Al-Qahtani**. Journal of Taibah University for Science. Water purification using different waste fruit cortexes for the removal of heavy metals, *Journal of Taibah University for Science*10. (2016). 700–708

[51]: **M.I. Sabela et al**. Removal of copper (II) from wastewater using green vegetable waste derived activated carbon. *Arabian Journal of Chemistry*. 12. 4331-4339. 2016.

[52]: **H. Dhakal et al**, Mechanical properties of leaf sheath date palm fibre waste biomass reinforced polycaprolactone (PCL) biocomposites, volume 126, Elsevier, 15 December 2018.

[53] : **Neher.B. Bhuiyan et al**, Fabrication and Optical Characterization of Palm Fiber Reinforced Acrylonitrile Butadiene Styrene Based Composites: Band Gap Studies.2018.

[54] : **K. Al-Kaabi1 et al** . NATURAL FIBER REINFORCED COMPOSITES FROM DATE PALM FIBERS. College of Engineering, United Arab Emirates University

[55] :**A. Hassan Mohammed**. Studying the Improvement of the Solubility of Cellulosic Fibers. Number 7· Volume 22· July 2016· *Journal of Engineering*.

[57]: **Xiaowei Zhou et al**, 2017, A Critical Review on Hemicellulose Pyrolysis, *Energy Technol.*)

[58]: **Ross Whettena9' et Ron SederoffaVb**. Lignin Biosynthesis *The Plant Cell*, Vol. 7.1001-1013. July 1995 O 1995 American Society of Plant Physiologists.

[59]: **Jing Zhang et al**. Cellulose–Hemicellulose and Cellulose–Lignin Interactions during Fast Pyrolysis. January 7. 2015. Department of Chemical and Biological Engineering, Iowa State University.

[60]: **W.H. Barreveld**. FAO AGRICULTURAL SERVICES BULLETIN. No. 101. Date palm products.

[64] :**Amal H. Mhemeed**. A General Overview on the Adsorption. *Indian Journal of Natural Sciences*. Vol.9 /Issue 51 / December / 2018. ISSN: 0976 – 0997.)

[66] :**Dada, A.O1 et al**, Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin–Radushkevich Isotherms Studies of Equilibrium Sorption of Zn<sup>2+</sup> Unto Phosphoric Acid Modified Rice Husk, IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC). Volume 3, Issue 1(Nov. – Dec. 2012), PP 38-45).

[67]: **BYJUS**. Adsorption [en ligne]. 2020. Disponible sur : <<https://byjus.com/jee/adsorption>>  
Consulté le 21 mai 2020 à 18:00

[68]: **Abdelkader Khenblouche, Djamel Bechki, Messaoud Gouamid**, et al. [Extraction and characterization of cellulose microfibers from Retama Raetam stems](#). Polímeros: Ciência e Tecnologia 29 (N°1), 2019.