

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمّـة لخضر- الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم: البيولوجيا

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: علوم بيولوجية

تخصص: التنوع الحيوي وفيزيولوجيا النبات

الموضوع:

دراسة تأثير معالجة المياه الملوثة بإستعمال كتلة حيوية محلية منخفضة التكلفة (نوى  
التمر) على إنبات ونمو بادرات القمح الصلب (*Triticum durum* Destf.)

من إعداد:

- بلقيس بوصبيح صالح
- مروة قويدري

- الشيماء بفي
- عائشة عميرة

نوقشت من طرف لجنة المناقشة:

سمر حمادة	أستاذ مساعد صنف (أ)	رئيسا	جامعة الوادي
عاطف شويخ	أستاذ تعليم عال	مناقشا	جامعة الوادي
العربي حداد	أستاذ محاضر صنف (أ)	مؤطرا	جامعة الوادي
إسماعيل عسيّلة	أستاذ محاضر صنف (أ)	مؤطرا مساعدا	جامعة الوادي

السنة الجامعية: 2022/2021



## تزكية

تحية طيبة و بعد :

أقرّ بأن هذه المذكرة الموسومة بـ (دراسة تأثير معالجة المياه الملوثة باستعمال كتلة حيوية منخفضة التكلفة – نوى التمر- : تطبيق على إنبات بعض الأنواع النباتية) من تقديم الطالبات الآتية أسمائهم

- الشيماء بفي
- بلقيس بوصبيح صالح
- عائشة عميرة
- مروة قويدري

و التي قد جرت تحت إشرافي بكلية علوم الطبيعة و الحياة بجامعة الشهيد حمّ لخضر – الوادي.

الطالبات المذكورة أسمائهن أنجزن عملهن بكل حزم و إنضباط طيلة فترة مكوثهن في المخبر و كذا عملن على الجانب النظري. الطالبات أبدين أيضا روح المبادرة من خلال إقتراح تعديلات على البروتوكولات التجريبية مما يدل على تعمق الطالبات في الجزء النظري.

إكتسبت الطالبات خلال مسارهن مجموعة من الأدوات البحثية حيث تمكنّ من التحكم بهذه الأدوات بكل حرفية و إرياحية.

تمتلك الطالبات مجموعة متنوعة من المهارات الفردية الأمر الذي أهلهن للتوصل أخيرا للخروج بمذكرة ثرية كما و نوعا مع تحكمهن في مجالات عديدة : معالجة المياه ، دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للكتلة الحيوية ، نمذجة الدراسات الديناميكية الحرارية و الحركية و كذا متساويات الحرارة و أخيرا الإنبات و مناقشة النتائج الإحصائية المتعلقة بالتجارب.

د. العربي حنّاد



## ملخص

للحفاظ على المياه وجودتها بمعالجتها بأقل تكلفة ممكنة، يمكن إستخدام المخلفات الزراعية ذات القدرة العالية على إزالة الملوثات كالأصبغ من هذه الموارد المائية تمكنا من إستخدام نوى التمر \*\*\* كمادة مازة طبيعية منخفضة التكلفة لإزالة صبغة أزرق الميثيلين من المحاليل المائية بتقنية الإمتزاز حيث تمت دراسة العوامل المؤثرة على هذه العملية. تبين من خلال النتائج التجريبية لمتساوي حرارة الإمتزاز أنه يتبع \*\*\* ، كما تمت دراسة نماذج الحركية حيث أظهرت النتائج التجريبية أن الإمتزاز يتناسب \*\*\*. تم تحديد الثوابت الديناميكية الحرارية مثل الأنتالبي، الأنتروبي وتغيرات طاقة غيبس التي تبين أن الإمتزاز كان \*\*\*.

و بهدف معرفة إمكانية إستعمال الماء المعالج لأغراض السقي، تمت دراسة تأثير المياه المعالجة على إنبات ونمو بادرات القمح (\*\*\*)، أجريت تجارب الإنبات في أطباق بتري. من خلال دراسة نسبة الإنبات ، مؤشر قوة البذور، معايير نمو البادرات ودراسة تأثير صبغة MB على وزن، إستنفاد وحركية المدخرات البذرية لذلك يمكن إستغلال المياه المعالجة لأغراض السقي.

**الكلمات المفتاحية:** \*\*\*\*, \*\*\*\*, \*\*\*\*, \*\*\*\*, \*\*\*\*.



# GRAPHICAL ABSTRACT



# شكر و عرفان

(وَأَخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنْ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ)

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات الحمد لله ما تر جهد ولا ختم سعي إلا بفضله  
وما تخطى العبد من عقبات وصعوبات إلا بتوفيقه ومعونته

تتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور المشرف **حداد العربي**

على كل ما قدمه لنا من توجيهات ومعلومات قيمة ساهمت في إثراء موضوع

دراستنا في جوانبها المختلفة كما تتقدم بجزيل الشكر إلى الدكتور مساعد

مشرف **عسيلة إسماعيل** على مساعدته لنا في النتائج الإحصائية لمرحلة الإنبات

وتحليل نتائجها وكذلك طالبة الدكتوراه الأستاذة **ليبي مراوية** لمرافقتنا طيلة

مراحل إنجاز هذا البحث وتقديم يد العون لنا

وندين بالشكر أيضاً للجنة المناقشة على قبولهم لمناقشة مذكرتنا وإعطائهم

كل الملاحظات والتصحيحات التي من شأنها أن تضيف مصداقية أكبر لعملنا.

وفي الاحتتام نشكر كل الطاقم المخبري بالأخص **خنوفة عمر** وكل من

ساهم في هذا العمل من قريب أو من بعيد ولو بكلمة طيبة.

## الاهداء

أهدي ثمرة جهدي إلى من جرع الكأس فارغاً ليسقيني قطرة حب إلى من كلت أنامله  
ليقدم لنا لحظة سعادة إلى من أحمل اسمه بفخر وأفتنده منذ الصغر ويرتعش قلبي

لذكره .. أبي رحمه الله

إلى من أبصرت بها طريق حياتي وإستمدت منها قوتي واعتزاني بذاتي إلى الكفاح

الذي لا يتوقف إلى الشاحنة التي علمتني معنى الإصرار .. أمي الغالية

إلى من تقاسمت معهم أحلى لحظات العمر إلى سندي وعزوتي في الحياة إلى إخوتي

الأعزاء وأخواتي الغاليات .. إلى أختاي التي لم تلدهما أمي إلى نزوجات أخوتي الغاليات

إلى بنات أخوتي وأبناء أخواتي "جنان، فراس، مرتيل، لينة، علي"

إلى جدي وجدتي قدوتي في الحياة أطل الله في عمرهما

إلى من تكاتفنا يدا بيد لإنجاز هذا العمل رفيفات درربي بلقيس، عائشة، مروة

إلى كل من لم تسعهم مذكرتي ولكم سيبقون دائماً في ذاكرتي

إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل المتواضع مراحبة من الله تعالى القبول والنجاح

بفي الشيماء



## الاهداء

ما أجمل أن يجود المرء بأغلى ما لديه والأجمل أن يهدي الغالي للأغلى هي ذي ثمرة  
جهدي أجنيتها اليوم هي هدية أهديتها إلى الوالدين الكريمين وإلى جدي وجدتي  
حفظهم الله وأطال الله في عمرهم وإلى جميع إخوتي وأخواتي وإلى من أدخلهم  
القدر في حياتي صديقاتي الشيماء وعائشة ومروة وإلى كل من ساندني في

إنجاز هذا العمل

اللهم انفعني بما علمتني وأنفع بي فالحمد لله على حسن التمام والمحتام

بوصييع صالح بلقيس

## الاهداء

بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على أشرف المرسلين

سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

إلى النور التي أضاءت دربى "أمي الغالية" أدامها الله تاجاً فوق رأسي

وإلى سندي في هذه الحياة "أبي العزيز" حفظه الله وأطال في عمره

إلى مصدر فخري "إخوتي وأخواتي"

إلى مرفقات المشوار اللواتي قاسمني لحظاته "مروة، بلقيس، الشيماء"

إلى كل من كان لهم أثر على حياتي وإلى كل من أحبهم ونسيهم

قلمي . . أهدي هذا العمل المتواضع راجية من الله أن تكون نافذة علم وبطاقة

معرفة . . أن ينفعنا وينفع بها .

عميرة عائشة

# الاهداء

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات . .

أهدي فرحتي ونجاحي

إلى الحنونة التي إحتضنتني منذ نعومة أظفاري إلى أن أصبحت خريجة إلى من دعمتني  
طيلة مشواري الدراسي إلى من آمنت بقدراتي أطال الله في عمرها وأدامها عمراً إلى  
عمرها حبيبي الغالية . . . أمي . .

إلى سندي وقرّة عيني وحبيب قلبي . . . بابا . . . أدامه الله تاج فوق راسي لي ولاخوتي  
وأدامه الله لنا وحفظه وراعاه وسدد خطاه .

إلى إخوتي وأخواتي إلى جميع أحبتي حماهم الله وحفظهم ووقفهم  
في حياتهم .

وإلى صديقاتي بلقيس وعائشة والشيماء وإلى أختي التي لم تدها أمي صديقتي  
ومرفيقتي مرقية .

قويدري مروة





# فهرس المحتويات

## ملخص

### Abstract

أ

شكر وتقدير

ب

الإهداء

I

فهرس المحتويات

XI

قائمة الأشكال

I

قائمة الجداول

XVI

قائمة الرموز

XIX

الإختصارات

1

مقدمة عامة

## الجزء النظري

### الفصل الاول: عموميات حول التلوث و دراسات سابقة

3 .....

1. تمهيد

3 .....

2. تلوث المياه

4 .....

3. مصادر تلوث المياه

4	1.3. مصادر ثابتة (ذات مصدر واحد)
5	2.3. مصادر غير محددة (متعددة المصادر)
5	4. الملوثات العضوية
5	1.4. الأصباغ العضوية
6	2.4. تصنيف الأصباغ والتقنيات المتاحة لمعالجتها
6	• أولاً: تصنيف الأصباغ
9	• ثانياً: التقنيات المتاحة لمعالجة الأصباغ
9	5. المخلفات الزراعية الصلبة
10	6. الدراسة الإحصائية
11	7. عرض دراسات سابقة
	مراجع الفصل الأول

## الفصل الثاني: ظاهرة الإمتزاز

15	1. تمهيد
15	2. تعريف الإمتزاز
15	3. أنواع الإمتزاز
15	1.3 الإمتزاز الكيميائي
16	2.3 الإمتزاز الفيزيائي
17	4. العوامل المؤثرة على ظاهرة الإمتزاز
17	1.4 درجة الحرارة
17	2.4 الرقم الهيدروجيني
18	3.4 زمن الإمتزاز
18	5. متساوي حرارة الإمتزاز
19	6. نماذج الإمتزاز

19 .....	1.6 نموذج لونجمير
20 .....	2.6 نموذج فروندليش
21 .....	3.6 نموذج تيمكن
22 .....	7. حركات الإمتزاز
22 .....	1.7 نموذج حركية الرتبة شبه الأولى
23 .....	2.7 نموذج حركية الرتبة شبه الثانية
23 .....	3.7 نموذج الإنتشار داخل الجسيمات
24 .....	8. الدراسة الترموديناميكية
25 .....	9. مجالات الإمتزاز
	مراجع الفصل الثاني

### الفصل الثالث: بيولوجيا نبات القمح و شجرة النخيل

#### الجزء الأول

26 .....	1. تمهيد
26 .....	2. تعريف نبات القمح
27 .....	3. التصنيف النباتي للقمح
27 .....	4. الوصف المورفولوجي لنبات القمح
29 .....	5. التركيب الكيميائي لحبة نبات القمح
30 .....	6. دورة حياة نبات القمح
31 .....	1.6 الطور الخضري (الإعاشي)

31 .....	1.1.6 مرحلة الإنبات
31 .....	2.1.6 مرحلة الإشتاء
32 .....	2.6 الطور التكاثري
32 .....	1.2.6 مرحلة الصعود و الإنتفاخ
32 .....	2.2.6 مرحلة الإسبال و الإزهار
32 .....	3.6 طور النضج (مرحلة الإثمار)
33 .....	7. العوامل البيئية المؤثرة على دورة حياة النبات

## الجزء الثاني

33 .....	1. شجرة النخيل
34 .....	2. التوزيع الجغرافي للنخيل في الجزائر
34 .....	3. وصف نخيل التمر
34 .....	4. إستعمالات مخلفات النخيل
34 .....	5. نوى التمر (ND)
34 .....	6. مكونات مخلفات النخيل (نوى التمر)
34 .....	1.6 السيليلوز
35 .....	2.6 الهيميسيليلوز

35 .....

3.6 اللجنين

35 .....

7. التركيب الكيميائي لنوى التمر

مراجع الفصل الثالث

### الجزء التطبيقي

### الفصل الرابع: الخطة التجريبية

### الجزء الاول

36 .....

1. تمهيد

36 .....

2. الموقع الجغرافي لمكان أخذ العينة

37 .....

3. تحضير و دراسة خصائص نوى التمر

37 .....

1.3. تحضير النوى

38 .....

2.3. تحضير المسحوق الخام من النوى

38 .....

3.3. خصائص الكتلة الحيوية المدروسة

39 .....

1.3.3 دراسة شحنة العينة pH<sub>Z</sub>

40	2.3.3 مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه FTIR
41	3.3.3 المجهر الإلكتروني الماسح SEM
41	4. الصبغة المدروسة
41	1.4 صبغة أزرق الميثيلين (MB)
40	1.1.4 تعريف الصبغة
42	2.1.4 الخصائص الفيزيائية و الكيميائية
42	2.4 تحضير محلول المعايرة
42	1.2.4 تحضير المحلول الأم
43	2.2.4 تحديد القيمة التجريبية لطول الموجة الأعظمي لصبغة أزرق الميثيلين
44	3.2.4 منحنى المعايرة
45	5. تجارب الإمتزاز
48	• بعض الصور للأجهزة المستعملة

## الجزء الثاني

49	1. المادة النباتية
49	2. المحاليل و الأدوات و الأجهزة المستعملة

50 .....	3. طرق الدراسة
50 .....	1.3 موقع التجربة
50 .....	2.3 بذور القمح
50 .....	3.3 تحضير المحاليل
50 .....	4.3 طريقة العمل
51 .....	5.3 المعايير المدروسة
51 .....	1.5.3 معايير الإنبات
51 .....	1.1.5.3 النسبة المئوية للإنبات (GP%)
51 .....	2.1.5.3 مؤشر قوة البذور (SVI)
52 .....	2.5.3 معايير نمو بادرات القمح
52 .....	1.2.5.3 حركية المدخرات في البذور
52 .....	• وزن المدخرات البذرية المستهلكة (RSR)
52 .....	• نسبة معدل إستنفاد المدخرات البذرية (SRRR)
52 .....	• نسبة حركية المدخرات البذرية (RMRS)
	مراجع الفصل الرابع

## الفصل الخامس: مناقشة النتائج

### الجزء الأول

- 53 ..... 1. دراسة خصائص الكتلة الحيوية (ND)
- 53 ..... 1.1 الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه FTIR
- 54 ..... 2.1 المجهر الإلكتروني الماسح SEM
- 55 ..... 3.1 دراسة شحنة العينة pH<sub>Z</sub>
- 56 ..... 2. دراسة تأثير عوامل الإمتزاز
- 57 ..... 1.1 تأثير الكتلة
- 55 ..... 2.1 تأثير الرقم الهيدروجيني pH
- 58 ..... 3.1 تأثير زمن الإمتزاز
- 59 ..... 3. دراسة متساوي حرارة الإمتزاز
- 60 ..... 1.2 نموذج لونجمير
- 61 ..... 2.2 نموذج فروندليش
- 61 ..... 3.2. نموذج تيمكن
- 64 ..... 4. النمذجة الحركية

64 .....	1.3 نموذج حركية الرتبة شبه الاولى PFO
65 .....	2.3. نموذج حركية الرتبة شبه الثانية PSO
66 .....	3.4 نموذج الإنتشار داخل الجسيمات
68 .....	5. النمذجة الترموديناميكية
70 .....	6. تجارب التأكيد
71 .....	7. دراسة مقارنة

## الجزء الثاني

71 .....	1. النتائج
71 .....	1.1. النسبة المئوية للإنبات (GP%)
72 .....	2.1 مؤشر قوة البذور (SVI)
73 .....	3.1 الوزن الجاف للسويقة (SHW) ، الوزن الجاف للجذير (RTW)، الوزن الكلي الجاف للبادرة (TSW) والنسبة جذير/سويقة (RTW/SHW) لدى بادرات القمح
73 .....	4.1 طول السويقة (SHL)، طول الجذير (RTL)، الطول الكلي للبادرة (TSL)، أيضا النسبة جذير/سويقة (RTL/SHL)
74 .....	5.1 وزن المدخرات البذرية المستهلكة (RSR)، نسبة معدل إستنفاذ المدخرات البذرية (SRRR) ونسبة حركية المدخرات البذرية (RMRS)

75 ..... 2. المناقشة

75 ..... 1.2 تأثير صبغة MB على انبات بذور القمح الصلب

76 ..... 2.2 تأثير صبغة MB على نمو بادرات القمح الصلب

76 ..... 3.2 تأثير صبغة MB على وزن، إستنفاد وحركية المدخرات

مراجع الفصل الخامس

78 ..... الخاتمة



# قائمة الأشكال

## الفصل الاول:

الصفحة	العنوان	الشكل
4	صورة توضح تلوث المسطحات المائية.	الشكل 1
6	صورة توضيحية لبعض الأصبغة التجارية.	الشكل 2
7	الصيغة الجزيئية لبعض الأصباغ العضوية.	الشكل 3
11	دراسات بحثية من 1999 إلى 2023. (WATER <a href="http://WWW.SCIENCEDIRECT.COM">WWW.SCIENCEDIRECT.COM</a> TREATMENT / BIOMASS / DYES)	الشكل 4
12	متساوي حرارة الامتزاز.	الشكل 5
13	تأثير زمن التلامس على امتزاز أحمر الكونغو و الرودامين ب بواسطة الكتلة الحيوية JSP.	الشكل 6

## الفصل الثاني:

الصفحة	العنوان	الشكل
17	مخطط يمثل الفرق بين الامتزاز الكيميائي والفيزيائي.	الشكل 1
18	أشكال متساوي الحرارة "Adsoption Isotherms".	الشكل 2
20	منحنى $Ce/Qe$ مقابل $Ce$ .	الشكل 3
21	منحنى $Log Qe$ مقابل $Log Ce$ .	الشكل 4

## الفصل الثالث:

الصفحة	العنوان	الشكل
26	صورة توضح نبات القمح.	الشكل 1
29	صورة توضح أجزاء نبات القمح.	الشكل 2

## الفصل الرابع:


الصفحة	العنوان	الشكل
36	الموقع الجغرافي لولاية الوادي (على اليمين) ومنطقة دوار الماء (على اليسار).	الشكل 1
37	الموقع الجغرافي لمكان أخذ العينة.	الشكل 2

38	الكتلة الحيوية ND قبل وبعد الطحن.	الشكل 3
40	الجهاز المغناطيسي أثناء عملية دراسة شحنة العينة.	الشكل 4
41	جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويلات الفورييه (FTIR).	الشكل 5
43	صورة لصبغة أزرق الميثيلين (أ) على شكل مسحوق ، (ب) في شكل محلول.	الشكل 6
44	منحنى طول الموجة الأعظمي لأزرق الميثيلين.	الشكل 7
45	محاليل مخففة من المحلول الأم لأزرق الميثيلين.	الشكل 8
48	جهاز المطيافية UV.	الشكل 9
48	جهاز الطرد المركزي.	الشكل 10
48	ميزان حساس.	الشكل 11
48	جهاز PH متر.	الشكل 12
51	عملية إنبات نبات القمح في اليوم السادس (أ) الشاهد "ماء مقطر" (ب) ماء معالج "23.28 ملغ/ل" / (ج) ماء ملوث "100 ملغ/ل".	الشكل 13

### الفصل الخامس:

الصفحة	العنوان	الشكل
54	خصائص ال ND قبل وبعد الامتزاز.	الشكل 1
55	صورة تحت المجهر الإلكتروني الماسح للعينة ND أ/ قبل، ب/ بعد الامتزاز.	الشكل 2
56	منحنى pH <sub>z</sub> للعينة ND.	الشكل 3
57	تأثير كتلة ND على إزالة صبغة الميثيلين الأزرق.	الشكل 4
58	تأثير pH على مردود الإزالة.	الشكل 5
59	تأثير التراكيز الأولية و زمن الاتزان على إمتزاز MB بواسطة ND.	الشكل 6
63	نماذج لونجمير، فروندليش و تيمكن لامتزاز صبغة أزرق الميثيلين على الكتلة الحيوية.	الشكل 7
64	منحنى الحركية للرتبة أ/ شبه الأولى، ب/ شبه الثانية.	الشكل 8
68	تمثيل نموذج الانتشار داخل الجسيمات لامتزاز أزرق الميثيلين عند تراكيز أولية مختلفة.	الشكل 9

69	ترموديناميكية الإمتزاز لـ MB.	الشكل 10
72	متوسط نسبة الإنبات (GP%) لبذور القمح الصلب التصنيف العلمي لنبات القمح ( <i>Triticum durum Var. Vitron</i> ) بدلالة مستويات صبغة الميثيلين الأزرق (MB) في الوسط.	الشكل 11
72	مؤشر قوة الانبات SVI لدى صنف القمح التصنيف العلمي لنبات القمح الصلب ( <i>Triticum durum Var. Vitron</i> ) بدلالة مستويات صبغة أزرق الميثيلين (MB) في الوسط.	الشكل 12



# قائمة المداول

## الفصل الأول:

الصفحة	العنوان	الجدول
8	تصنيف الأصباغ الصناعية حسب مجالات الاستعمال.	الجدول 1
13	نماذج متساوي الحرارة لامتراز MB.	الجدول 2
14	عوامل الديناميكية الحرارية للامتراز MB بواسطة WMR.	الجدول 3

## الفصل الثاني:

الصفحة	العنوان	الجدول
16	الفرق بين الامتراز الكيميائي والفيزيائي.	الجدول 1

## الفصل الثالث:

الصفحة	العنوان	الجدول
27	التصنيف العلمي لنبات القمح ( <i>Triticum durum</i> Var. <i>Vitron</i> ).	الجدول 1
30	التركيب الكيميائي لحبة القمح.	الجدول 2
35	العناصر الغذائية الموجودة في 100 غ من نوى التمر.	الجدول 3

## الفصل الرابع:

الصفحة	العنوان	الجدول
42	الخصائص الفيزيائية والكيميائية لصبغة أزرق الميثيلين.	الجدول 1
49	بعض الخصائص لصنف القمح الصلب (VITRON).	الجدول 2

## الفصل الخامس:

الصفحة	العنوان	الجدول
53	خصائص ND قبل وبعد الامتراز.	الجدول 1
63	قيم ثوابت متساويات الحرارة لنماذج لونجمير، فروندليش وتيمكن.	الشكل 2

66	ثوابت حركية الرتبة شبه الأولى والثانية لإمتزاز أزرق الميثيلين.	الجدول 3
67	ثوابت نموذج الانتشار داخل الجسيمات وقيم $R^2$ عند عدة تراكيز أولية من MB.	الجدول 4
70	العوامل الترموديناميكية لإمتزاز للصبغة MB عند درجات حرارة مختلفة.	الجدول 5
71	مقارنة النتائج الحالية المتحصل عليها مع دراسات سابقة.	الجدول 6
73	وزن الجذير RTW، وزن السويقة SHW، وزن البادرة TSW وكذلك نسبة RTW/SHW لـصنف القمح ( <i>Triticum durum</i> Var. Vitron) بدلالة تركيز صبغة أزرق الميثيلين في الوسط.	الجدول 7
74	طول الجذير RTW، طول السويقة SHW، طول البادرة TSW وكذلك نسبة RTW/SHW لـصنف القمح ( <i>Triticum durum</i> Var. Vitron) بدلالة تركيز صبغة أزرق الميثيلين في الوسط.	الجدول 8
75	وزن المدخرات البذرية المستهلكة (RSR)، نسبة معدل استنفاد المدخرات البذرية (SRRR) ونسبة حركية المدخرات البذرية (RMRS) لدى بذور صنف القمح الصلب ( <i>Triticum durum</i> Var. Vitron) بدلالة تركيز صبغة أزرق الميثيلين.	الجدول 9



# قائمة الرموز

الرمز	المدلول	الوحدة
$\Delta G^\circ$	الطاقة الحرة القياسية	كيلوجول/مول
$\Delta H^\circ$	الأنثالبي القياسية	كيلوجول/مول
$\Delta S^\circ$	الأنثروبي القياسية	كيلوجول/مول.كلفن
Abs	الإمتصاصية	/
B	ثابت متعلق بحرارة الإمتزاز	جول/مول
$b_T$	ثابت تيمكن المرتبط بحرارة الإمتزاز	/
C	التركيز	ملغ/ل
C	ثابت يصف سمك الطبقة الحدية	ملغ/غ
$C_0$	التركيز الابتدائي للمادة الممتزة	ملغ/ل
$C_e$	تركيز المادة الممتزة عند التوازن	ملغ/ل
GP	النسبة المئوية للإنبات	%
$K_1$	ثابت سرعة الإمتزاز من الدرجة شبه الأولى	دقيقة <sup>-1</sup>
$K_2$	ثابت سرعة الإمتزاز من الدرجة شبه الثانية	غ/مول.دقيقة
$K_d$	معامل التوزيع للإمتزاز	/
$K_F$	ثابت فروندليش	ملغ/غ
$K_i$	ثابت معدل الإنتشار داخل الجسيمات	ملغ/غ.دقيقة <sup>2/1</sup>
$K_L$	ثابت لونجمير	غ/ملغ
$K_T$	ثابت تيمكن	غ/ل
M	كتلة المادة المازة	ملغ
MB	أزرق الميثيلين	/
N	ثابت تجريبي	غ/ل

/	نوى التمر	ND
غ/ل	سعة الإمتزاز لفرونديش	$n_f$
/	درجة الحموضة	pH
ملغ/غ	الكمية الممتزة عند التوازن	$q_e$
ملغ/غ	الكمية الممتزة الأعظمية	$q_{max}$
ملغ/غ	الكمية الممتزة عند الزمن	$q_t$
جول/مول.كلفن	ثابت الغازات المثالية 8.314	R
%	مردود الإزالة	R
/	معامل الانحدار	$R^2$
/	نسبة نوعية الإمتزاز	$R_L$
%	نسبة حركية المدخرات البذرية	RMRS
ملغ	وزن المدخرات البذرية المستهلكة	RSR
مم	طول الجذر	RTL
ملغ	وزن الجذير	RTW
مم	طول السويقة	SHL
ملغ	وزن السويقة	SHW
%	نسبة معدل إستنفاد المدخرات البذرية	SRRR
/	مؤشر قوة البذور	SVI
كلفن	درجة الحرارة	T
دقيقة	الزمن	t
مم	طول البادرة	TSL
ملغ	وزن البادرة	TSW
/	مطيافية الأشعة فوق البنفسجية المرئية	Uv-visible

مل	الحجم	V
نانومتر	طول الموجة الأعظمي	$\lambda_{\max}$

# الإختصاصات

الإختصار	المدلول	الترجمة
ANOVA	Analysis of variance	تحليل التباين
FTIR	Fourier tranform infra red spectroscopy	الاشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه
SEM	Scanning electron microscopy	المجهر الإلكتروني الماسح
/	Isotherm Langmuir	متساوي حرارة لونجمير
/	Isothem Freundlich	متساوي حرارة فروندليش
/	Isothem Temkin	متساوي حرارة تيمكن





# مقدمة عامة

نظراً لأنّ المياه من الموارد الطبيعية المحدودة، فإن الحفاظ على جودتها هو طلب عالمي يزداد بشكل كبير مع مرور الزمن، لكن لسوء الحظ في الألفية الجديدة ظهرت العديد من الأزمات والصراعات والحروب على هذه الموارد، و ذلك لإرتباط ملوثات المياه المختلفة بأنشطة بشرية لا حصر لها تنبعث بشكل متزامن في المسطحات المائية مما يتسبب في انخفاض حاد في مواصفات المياه [1].

تعاني العديد من القطاعات الزراعية، التجارية، المنزلية والصناعية من ندرة المياه النقية، حيث تتسبب العديد من الصناعات مثل تصنيع الآلات، الطباعة والمنسوجات [2]، المواد الكيميائية، الإلكترونيات والصناعات الدوائية في تلوث المياه وذلك بتسرب الملوثات المختلفة مثل الأصباغ [3].

تحتوي مخلفات المنسوجات على تركيز عالٍ من الأصباغ، والتي تعد أحد المصادر الرئيسية للملوثات العضوية التي تصل إلى المسطحات المائية، إذ أن غالبية الأصباغ الموجودة في مياه الصرف الصحي عبارة عن أصباغ أزو ذات قابلية عالية للذوبان في الماء [4]. وهذه المواد تعتبر مسرطنة وتشكل تهديداً كبيراً لأشكال الحياة والبيئة، ومع ذلك فإن التكلفة العالية للمواد المازة مثل الكربون المنشط أدت إلى البحث عن مواد مازة بديلة لإزالة الأصباغ [5].

بشكل عام تعتبر المواد المازة الإصطناعية (مثل الميكروبات البولييميرية و (-StDVB) p (NMe) [7,6] المستخدمة في إزالة الصبغة أكثر تكلفة وتتطلب تقنية إضافية لإدارة النفايات الثانوية والتخلص منها، مما يقلل من جدوى تطبيقها على نطاق واسع [8]. بدلاً من ذلك، تم البحث بشكل أوسع من قبل العديد من الباحثين في النفايات الزراعية التي تشمل (النبات، الميكروبات والكتلة الحيوية الحيوانية) كمادة مازة بيولوجية (الكتلة الحيوية الخام) وممتازة مشتقة (الكتلة الحيوية المعدلة)، والتي ورد أنها صديقة للبيئة وقابلة للتحلل البيولوجي ومنخفضة التكلفة، وهي المواد المتوفرة بكثرة لإزالة الصبغة بكفاءة من الوسط المائي [9-11].

إنّ الطرق التقليدية مثل التخرن، الأكسدة الكيميائية، عملية فصل الأغشية، التقنيات الكهروكيميائية، الهوائية، والتحلل الميكروبي اللاهوائي [12-17] متاحة بشكل عام ومطبقة في جميع أنحاء العالم من أجل تنظيف الأصباغ ولكن هذه الطرق لا تعتبر ناجحة لأنها إما باهظة الثمن أو غير فعّالة وتستغرق وقتاً طويلاً، على غير ذلك يعد الإمتزاز أحد أكثر التقنيات التقليدية البسيطة غير

المكلفة والسريعة وذو فعالية في عملية معالجة مياه الصرف المستخدمة لإزالة الملوثات من الوسط المائي [18].

الغرض الرئيسي من دراستنا هو المساهمة في حل المشكلة التي لها أهمية كبيرة، وهي معالجة المياه الملوثة. ومع ذلك، فإن دراستنا لها هدفان آخران لا يقلان أهمية. الأول هو استخدام المخلفات الزراعية لثمار النخيل (نوى التمر) المتوفرة بكميات كبيرة في ولاية الوادي، لما تنتجه هذه الولاية من كميات هائلة من هذه الثمار و باعتبارها الثانية في الإنتاج الوطني لها وذلك لتثمينها. أما الهدف الثاني يفرض وجوده من خلال طرح السؤال التالي: ما الفائدة من معالجة المياه الملوثة إذا لم تكن ستستخدم في غرض معين؟ لذلك، فإن هدفنا هو دراسة تأثير استخدام المياه المعالجة في سقي النباتات في فترة نموها الأول، أي مرحلة الإنبات (germination). ولتوضيح دراستنا، إقترحنا الخطة الكلاسيكية التالية:

**الفصل الأول:** نستعرض في هذا الفصل عموميات حول التلوث و بعض الدراسات السابقة المتعلقة بموضوع دراستنا الحالية، مع تقديم بعض الأرقام الإحصائية المرتبطة بمجال الدراسة.

**الفصل الثاني:** ظاهرة الامتزاز.

**الفصل الثالث:** بيولوجيا نبات القمح وشجرة النخيل.

**الفصل الرابع:** الخطة التجريبية.

**الفصل الخامس:** عرض النتائج ومناقشتها.

تجدد الإشارة إلى أنه بعد البحث المعمق في قاعدتي sciencedirect و springer فقد وجدنا أن عددا قليلا جدا من الأوراق البحثية قد تناول استعمال نواة التمر الطبيعي (بدون تعديل) كمادة حيوية مازة لذا يمكن اعتبار دراستنا الحالية هي الأولى في هذا التطبيق.



# المراجع

- [1] Choudhury, A. R. (2020). Synthesis of a novel gellan-pullulannanogel and its application in adsorption of cationic dye from aqueous medium. *Carbohydrate polymers*, 227, 115291.
- [2] Yao, T., Qiao, L., & Du, K. (2020). High tough and highly porous graphene/carbon nanotubes hybrid beads enhanced by carbonized polyacrylonitrile for efficient dyes adsorption. *Microporous and Mesoporous Materials*, 292, 109716.
- [3] Tonato, D., Drumm, F. C., Grassi, P., Georjina, J., Gerhardt, A. E., Dotto, G. L., & Mazutti, M. A. (2019). Residual biomass of *Nigrospora* sp. from process of the microbial oil extraction for the biosorption of procion red H-E7B dye. *Journal of Water Process Engineering*, 31, 100818.
- [4] Bhatia, D., Sharma, N. R., Singh, J., & Kanwar, R. S. (2017). Biological methods for textile dye removal from wastewater: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 47(19), 1836-1876.
- [5] Üner, O., Geçgel, Ü., & Bayrak, Y. (2016). Adsorption of methylene blue by an efficient activated carbon prepared from *Citrullus lanatus* rind: kinetic, isotherm, thermodynamic, and mechanism analysis. *Water, Air, & Soil Pollution*, 227(7), 1-15.
- [6] Muntean, S. G., Rădulescu-Grad, M. E., & Sfârloagă, P. (2014). Dye adsorbed on copolymer, possible specific sorbent for metal ions removal. *RSC Advances*, 4(52), 27354-27362.
- [7] Muntean, S. G., Todea, A., Rădulescu-Grad, M. E., & Popa, A. (2014). Decontamination of colored wastewater using synthetic sorbents. *Pure and Applied Chemistry*, 86(11), 1771-1780.
- [8] Cheng, Z., Feng, K. E., Su, Y., Ye, J., Chen, D., Zhang, S., ... & Dionysiou, D. D. (2020). Novel biosorbents synthesized from fungal and

bacterial biomass and their applications in the adsorption of volatile organic compounds. *Bioresource Technology*, 300, 122705.

[9] Pradhananga, R. R., Adhikari, L., Shrestha, R. G., Adhikari, M. P., Rajbhandari, R., Ariga, K., & Shrestha, L. K. (2017). Wool carpet dye adsorption on nanoporous carbon materials derived from agro-product. *C*, 3(2), 12.

[10] Bulgariu, L., Escudero, L. B., Bello, O. S., Iqbal, M., Nisar, J., Adegoke, K. A., ... & Anastopoulos, I. (2019). The utilization of leaf-based adsorbents for dyes removal: A review. *Journal of Molecular Liquids*, 276, 728-747.

[11] Gita, S., Shukla, S. P., Choudhury, T. G., Prakash, C., & Singh, A. R. (2017). A prototype of novel agro-waste based column bed device for removal of textile dye Optilan Red. *Water Science and Technology*, 76(5), 1251-1260.

[12] Jiang, J. Q. (2015). The role of coagulation in water treatment. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 8, 36-44.

[13] Adekunle, A. S., Oyekunle, J. A., Durosinmi, L. M., Saheed, O., Ajayeoba, T. A., Akinyele, O. F., ... & Oluwafemi, O. S. (2021). Comparative photocatalytic degradation of dyes in wastewater using solar enhanced iron oxide (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) nanocatalysts prepared by chemical and microwave methods. *Nano-Structures & Nano-Objects*, 28, 100804.

[14] Shi, W., Li, H., Li, T., Tian, Y., Du, Q., Zhang, H., & Qin, X. (2022). An innovative hollow fiber vacuum membrane distillation-crystallization (VMDC) coupling process for dye house effluent separation to reclaim fresh water and salts. *Journal of Cleaner Production*, 130586.

[15] Ghalkhani, M., Zare, N., Karimi, F., Karaman, C., Alizadeh, M., & Vasseghian, Y. (2022). Recent advances in Ponceau dyes monitoring as food

colorant substances by electrochemical sensors and developed procedures for their removal from real samples. *Food and Chemical Toxicology*, 112830.

[16] Khan, M. D., Thimmappa, R., Anwer, A. H., Khan, N., Tabraiz, S., Li, D., ... & Yu, E. H. (2021). Redox mediator as cathode modifier for enhanced degradation of azo dye in a sequential dual chamber microbial fuel cell-aerobic treatment process. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(79), 39427-39437.

[17] Amin, M. S. A., Stüber, F., Giralt, J., Fortuny, A., Fabregat, A., & Font, J. (2022). Ceramic-supported graphene oxide membrane bioreactor for the anaerobic decolorization of azo dyes. *Journal of Water Process Engineering*, 45, 102499.

[18] Mishra, S., Cheng, L., & Maiti, A. (2021). The utilization of agrobiomass/byproducts for effective bio-removal of dyes from dyeing wastewater: a comprehensive review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(1), 104901.





# الجزء النظري

# الفصل الأول:

عموميات حول التلوث ودراسات

سابقة

**1. تمهيد:**

منذ بضعة عقود مضت، أصبحت القضايا البيئية محل خلاف بين العلماء في جميع أنحاء العالم، لا سيما تلك التي تؤثر على تلوث المياه. من ناحية أخرى، تؤدي العولمة والتصنيع إلى تفاقم الضرر البيئي، حيث تعتبر الأصباغ الصناعية، أكبر مجموعة من الملوثات العضوية المركبة، وهي المساهم الرئيسي في تصاعد التلوث البيئي، إذ يتزايد تلوث الموارد المائية مع تزايد الطلب عن هذه المواد الملونة. حيث أفاد الباحث نارايان وشريكه (2018) أن حوالي 12٪ من العديد من تلك الأصباغ الاصطناعية مثل برتقالي الميثيل، أحمر الميثيل، أزرق الميثيلين، الرودامين ب، الريمازول الأزرق اللامع وأحمر الكونغو، والعديد من الصبغات الأخرى، تُفقد أثناء خطوات المعالجة في الصناعات، ويذكر أيضاً أنّ حوالي 20٪ من الأصباغ المنتجة في أنحاء العالم تُهدر في عملية الصباغة ويتم إطلاقها في المسطحات المائية دون معالجة إضافية، نتيجة لذلك؛ هناك الكثير من التلوث في البيئة. كل هذه الملوثات الصبغية لها مستوى كبير من السمية، التسرطن وإمكانية إحداث طفرات [1].

بشكل عام، التلوث البيئي يسبب تهديدات حادة لمختلف الكائنات الحية، يتم تصنيفه بشكل رئيسي إلى خمس فئات بما في ذلك المياه والهواء والترربة والتلوث البيولوجي والنووي فيما يلي، نحن مهتمون فقط بتلوث المياه [2].

**2. تلوث المياه:**

الماء هو شريان الحياة للكوكب، إنه أحد أهم المتطلبات الأساسية لبقاء الإنسان على قيد الحياة، إذ أن المياه تغطي أكثر من 71٪ من سطح الأرض وتشكل أكثر من 70٪ من كتلتها، إنها المادة الطبيعية الوحيدة على الكوكب التي يمكن أن توجد في ثلاث حالات فيزيائية مختلفة.

لا يمكن المبالغة في أهمية المياه النظيفة. لسوء الحظ، أدى النمو السكاني الجامح والتعدي الصناعي إلى فرض ضغوط هائلة على إمدادات المياه الشحيحة في العقود الأخيرة [3]. والأسوأ من ذلك، أنه يتم إطلاق عدد كبير من ملوثات المياه في المسطحات المائية؛ في نفس الوقت يؤدي ذلك إلى تدهور سريع وشديد في جودة المياه، مما جعل تلوثها قضية رئيسية أثارت قلقاً واسع النطاق في جميع أنحاء العالم [2].

حدث تلوث المياه والإفراط في استخدام الموارد المائية في الآونة الأخيرة نتيجة الجشع الجامح المرتبط بالحضارة الإنسانية، ولسوء الحظ، توجد مياه الصرف الصحي باستمرار حيث يعيش الناس ويعملون، حيث تعتبر الصناعة هي المنتج الرئيسي لمياه الصرف الصحي، والتي تحتوي على

مجموعة واسعة من الملوثات. من بين هذه الملوثات الأصباغ والمعادن الثقيلة، الفينولات، المبيدات الحشرية والمستحضرات الصيدلانية...إلخ. إن تصريف هذه النفايات السائلة الملوثة في البيئة المائية لها تأثيرات هائلة للغاية على محيطنا الحيوي<sup>[2]</sup>. فمن المعروف أن حوالي 70-80% من جميع حالات الأمراض في البلدان النامية لها علاقة بتلوث المياه<sup>[4]</sup>.



الشكل 1. صورة توضح تلوث المسطحات المائية.

### 3. مصادر تلوث المياه:

يمكن تقسيم أهم فئتين تساهمان في تلوث المياه إلى مجموعتين: المصادر الثابتة والمصادر غير المحددة<sup>[5]</sup>.

#### 1.3. مصادر ثابتة (ذات مصدر واحد):

أي يأتي من مصدر واحد مثل تصريف النفايات السائلة من عدة أنظمة الصرف الصحي ( آبار النفط، المصانع، محطات الطاقة والمصافي..)، يتم إلقاء ما يقارب من 300 إلى 400 طن متري من الملوثات الخطرة المختلفة مباشرة في أنظمة المياه كل عام.

### 2.3. مصادر غير محددة (متعددة المصادر):

هو التلوث الذي يأتي من أماكن مختلفة، يرتبط إطلاقه بالحركة الطبيعية للمياه التي تم إنشاؤها، فوفقاً لمسح أجرته (شبكة NORMAN)، فهناك أكثر من 700 ملوث بيئي معترف به في المسطحات المائية الأوروبية من بينها المعادن الثقيلة، الأصباغ، الكيماويات الزراعية، المنتجات النفطية والأدوية. بالإضافة إلى ذلك، فقد أفاد الاتحاد الأوروبي بوجود ملوثات أخرى [6].

### 4. ملوثات عضوية:

أصبحت الملوثات العضوية من أهم القضايا البيئية إلى جانب المعادن الثقيلة في الماء، لأنها تعد من المشاكل المستعصية بالإضافة لكونها مستمرة في البيئة. وبالتالي، فإن معالجة الملوثات العضوية في الماء تحظى باهتمام خاص في جميع أنحاء العالم. يشمل نطاق الملوثات العضوية المستخلصة في (المستحضرات الصيدلانية، منتجات العناية الشخصية، المواد الكيميائية المسببة لاضطرابات الغدد الصماء، المبيدات الحشرية، المنظفات، الأصباغ العضوية والمواد الكيميائية العضوية الصناعية الشائعة) [7].

وفي الوقت نفسه، يمكن معالجة المذيبات العضوية غير القابلة للذوبان في الماء مثل البنزين والتولوين والكلوروفورم في مياه الصرف الصحي من خلال الأكسدة أو التحلل التحفيزي الضوئي في منشأة منطقة المياه [8].

### 1.4. الأصباغ العضوية:

هي مركبات عطرية اصطناعية ذات تأثيرات مسرطنة ومطفرة (الشكل 3). وهي ملوثات شائعة من صناعات النسيج والبلاستيك والورق، والتي تنقسم إلى أصباغ كاتيونية وأنيونية. الطريقة الأكثر شيوعاً لإزالة الأصباغ العضوية من الماء هي الامتزاز، ولامتزازها تم استخدام المواد النانوية على نطاق واسع. على سبيل المثال، أظهرت مادة نانوية جديدة قائمة على بروميد الفضة (CTAB) مؤخرًا انجذاباً كبيراً لإزالة الأصباغ الأنيونية العضوية مثل الحمض الأحمر 18، البرتقالي G، النيلبي القرمزي والميثيل البرتقالي في المحاليل المائية، على الرغم من وجود قدرة امتزاز قليلة تجاه اثنين من الأصباغ الموجبة، الميثيلين الأزرق MB والرودامين "ب" [9].



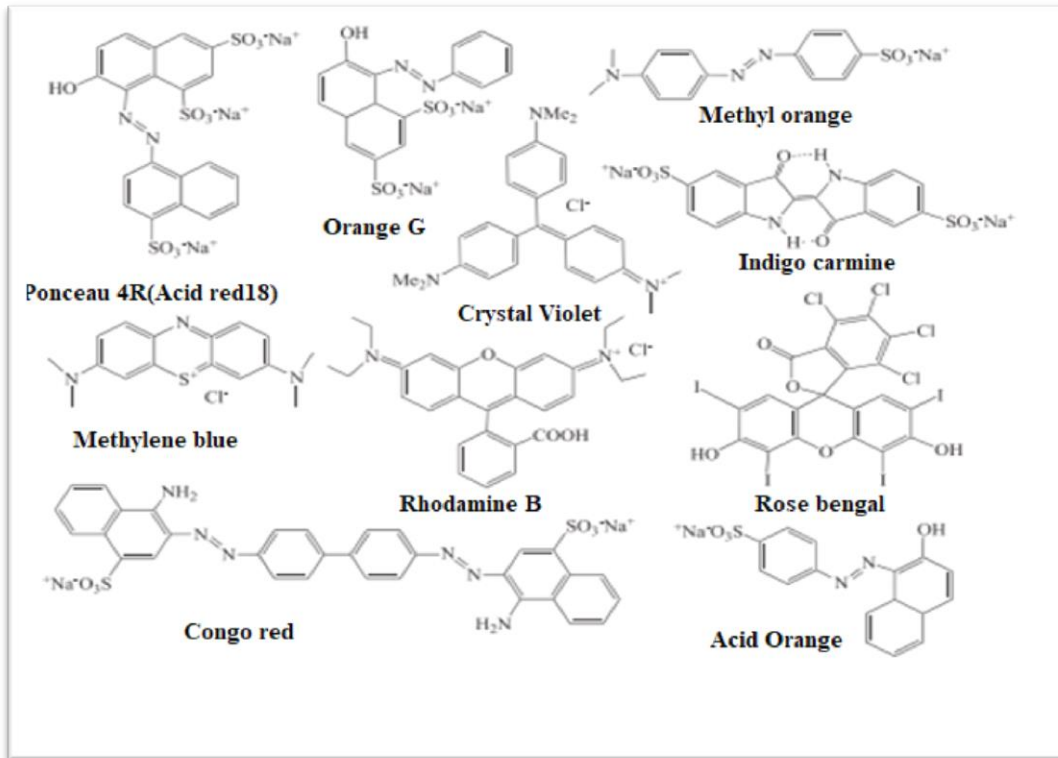
الشكل 2. صورة توضيحية لبعض الأصبغة التجارية.

يعد التحلل التحفيزي للأصباغ العضوية في الماء بواسطة الجسيمات النانوية شبه الموصلة تقنية أخرى مفيدة، على سبيل المثال يمكن أن يدمر  $TiO_2NP$  التحفيزي الضوئي الأصباغ العضوية بنجاح في وجود ضوء الأشعة فوق البنفسجية [10].

#### 2.4. تصنيف الأصباغ والتقنيات المتاحة لمعالجتها:

##### • أولاً: تصنيف الأصباغ:

الملونات هي مواد لها القدرة على نقل ألوانها إلى الركائز الأخرى بشكل أساسي، يمكن استخدامها في حالة واحدة أو مع مكونات أخرى، يتم استهلاكها بشكل كبير في صناعات لا حصر لها مثل البلاستيك، المطبوعات، الصور الفوتوغرافية، الملابس، الدهانات والسيراميك. بشكل عام، تنقسم الملونات إلى فئتين رئيسيتين هما الأصباغ الطبيعية والأصباغ الاصطناعية [11].



الشكل 3. الصيغة الجزيئية لبعض الأصباغ العضوية [12].

تصنف الأصباغ بناءً على مصدر المواد وطبيعة الكروموفور، «المصنوع أساساً من الأنيلين أو الكروم. كل نوع له سلوك مختلف يعتمد على ثبات الضوء ودرجة سطوعه. تتلشى أصباغ الأنيلين (قطران الفحم) بسهولة، في حين أن أصباغ الكروم ثابتة اللون وغير قابلة للتآكل بطبيعتها» [12].

بناءً على أصل المادة، تصنف الأصباغ إلى أصباغ طبيعية مثل: الكرم، أوكالبتوس، الحناء، البصل، خشب الساج... الخ، أما الصناعية فتصنف حسب الجدول التالي:

جدول 1. تصنيف الأصباغ الصناعية حسب مجالات الاستعمال [13].

الأصباغ	أمثلة عن الأصباغ	مجالات استعمال الأصباغ
الأصبغة الحمضية (Acid dyes)	- أحمر الكونغو - الميثيل " برتقالي وأحمر " - البرتقالي " الأول والثاني " - حمض " أزرق، أسود، بنفسجي و أصفر "	حرير، صوف، نايلون (بولي أميد)، ألياف البوليوريثين
الأصبغة المباشرة (Direct dyes)	- مارتينوس أصفر - Direct(red, orange, black..).	قطن، صوف، الكتان، الحرير، جلد في (حمام قلوي أو متعادل)
الأصباغ التفاعلية (Reactive dyes)	- Reactive red - Reactive blue - Reactive yellow - Reactive black - Remazol (blue,yellow, red, etc )	السليولوز، ألياف، صوف، مادة البولي أميد
أصباغ التشتت (disperse dyes)	- Disperse blue - Disperse red - Disperseorange - Disperse yellow	مادة البولي أميد، ألياف، بوليستر، نايلون، بولي أكريلونيتريل
Vat dye	- Indigo, - Benzanthrone - Vat blue - Vat green	صوف، الكتان، صوف، ألياف رايون

البوليستر، صوف، الحرير، مود أكريليك، نايلون	<ul style="list-style-type: none"> <li>- أزرق الميثيلين</li> <li>- أحمر أساسي</li> <li>- بني أساسي</li> <li>- أزرق أساسي</li> <li>- الكريستال البنفسجي</li> <li>- الأنيلين الأصفر</li> <li>- الأخضر اللامع</li> </ul>	<b>الأصبغ الأساسية</b> <b>(Basic dyes)</b>
--	---	---

### • ثانياً: التقنيات المتاحة لمعالجة الأصباغ:

يتم استخدام عدة طرق (فيزيائية، بيولوجية و كيميائية) لمعالجة المياه الملوثة بالأصبغ. تتضمن الطريقة الفيزيائية الامتزاز، التبادل الأيوني، التخثر، التلبد، الترسيب و عملية الغشاء (الترشيح الدقيق، الترشيح الفائق، الترشيح النانوي، التناضح العكسي). تشمل المعالجة البيولوجية تقنيات التحلل البيولوجي: إزالة اللون الفطري، التحلل بواسطة الميكروبات، إزالة اللون بواسطة الطحالب، الامتزاز الحيوي عن طريق الكتلة الحيوية الميكروبية الحية أو الميتة، أو عن طريق الكتلة الحيوية الزراعية وإزالة الصبغة بواسطة الإنزيم [14].

### 5. المخلفات الزراعية الصلبة:

كانت هناك محاولات عديدة للعثور على مواد مازة منخفضة التكلفة ومتاحة بسهولة لإزالة الملوثات مثل النفايات الصلبة الزراعية حيث قد تكون مواد مازة جيدة وفقاً لخصائصها الفيزيائية والكيميائية وتكلفتها المنخفضة، فالمنتجات الزراعية متوفرة بكميات كبيرة في جميع أنحاء العالم [15]. النفايات الزراعية هي مواد لجنوسيليلوزية تتكون من ثلاثة مكونات هيكلية رئيسية هي اللجنين والسليلوز والهيميسليلوز. تساهم هذه المكونات في الكتلة ولها أوزان جزيئية عالية. حيث تحتوي أيضاً على مكونات هيكلية استخلاصية ذات حجم جزيئي أصغر. تم استخدام مواد مازة مختلفة مشتقة من النفايات الصلبة الزراعية لإزالة الصبغة من مياه الصرف الصحي [16].

يتخلص القطاعان الزراعي والصناعي من كميات كبيرة من النفايات غير المعالجة، والتي قد تلوث الأرض والمياه والهواء، وبالتالي تضر بالنظام البيئي. من ناحية أخرى، فإن المعالجة غير

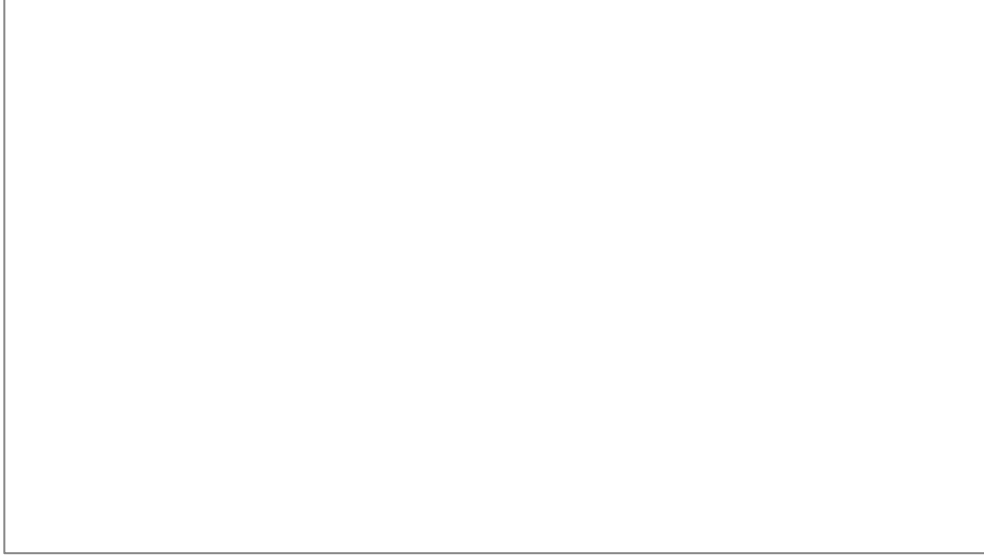
السليمة لهذه النفايات تسبب مشاكل مماثلة. لذلك يجب شن الرقابة التشريعية على الملوثات لمنع أو لتقليل نقل المواد الخطرة إلى مناطق أخرى [17]. لهذا تم تقديم العديد من الأفكار خلال السنوات القليلة الماضية من أجل التخلص بشكل صحيح من هذه النفايات، كإستخدامها المكثف كمواد مازة لإزالة الملوثات خاصة لإزالة الصبغة حيث أظهرت قدرة امتزاز عالية [18].

النفايات الزراعية متجددة ومتوفرة بكميات كبيرة وأقل تكلفة مقارنة بالمواد الأخرى المستخدمة كمزات. إذ تعتبر أفضل من المواد المازة الأخرى لأنها تستخدم عادة بدون أو مع الحد الأدنى من المعالجة (الغسيل والتجفيف والطحن) وبالتالي تقلل من تكاليف الإنتاج باستخدام مادة خام منخفضة التكلفة والتخلص من تكاليف الطاقة المرتبطة بالمعالجة الحرارية [19]. هناك منتجات ثانوية زراعية بديلة محددة تستخدم بشكل مكثف كمواد مازة للصبغة مثل قشر الفول السوداني ولب جوز الهند وقشر الأرز [20]، كما أن بذور التمر هي واحدة من النفايات الزراعية التي يتم إنتاجها على نطاق واسع والتي لها أهمية تجارية محدودة أو معدومة. يمكن أن يعيش نخيل التمر في الصيف الحار والطويل، مع ندرة هطول الأمطار وكذلك المناخ الجاف المرتفع. يزرع بشكل عام في البلدان شبه القاحلة والجافة. تشكل البذور حوالي 11 إلى 18% من إجمالي وزن ثمار التمر [21]. ونتيجة لذلك، تتراكم كميات هائلة من بذور التمر كنفائات دون مزيد من الاستخدام. من خلال فهم ضرورة إعادة استخدام النفايات، قام العديد من الباحثين بتحليل بذور التمر على أنها مادة مازة، نظرًا لوجود محتوى عالي من اللجنوسليلوز، وفي محاولة لتحليل تكوين بذور التمر، أشار Bouchelta وآخرون إلى أن بذور التمر تحتوي على 42% من سليلوز، 25% هيميسليلوز و11% لجنين [22]. لامتزاز الأصباغ المختلفة باستخدام مواد مازة تعتمد على المخلفات الزراعية الصلبة. مؤخرًا يتم استخدام نخيل الزيت في العديد من المجالات الصناعية، لذلك تنتج كميات كبيرة من المخلفات من هذه الصناعات والعديد من الدراسات تستخدم هذه المنتجات الثانوية كمواد مازة للصبغة، مثل ألياف نواة النخيل وقشور النخيل وقشرة نواة النخيل [23]. من ناحية أخرى، هناك نفائات زراعية وفيرة ذات قدرة إمتزاز للصبغة ولكنها قليلة الاستخدام كمواد مازة مثل قشر البوميلو (*Citrus grandis*)، قشرة بذور الخروع وقشر الجاتروفا [24].

## 6. الدراسة الإحصائية

تهدف هذه الدراسة الإحصائية إلى معرفة تطور عدد البحوث التي أجريت لمعالجة المياه بواسطة الكتلة الحيوية والتي أظهرت كفاءتها في إزالة التلوث بالأصباغ، وإبراز الاهتمام بهذه

الدراسة على المستويين الوطني والدولي، والتي قدر عددها بـ131032 من سنة 1999 إلى 2023 (تمت مراجعة النتائج في 2022/04/08).



#### شكل 4. دراسات بحثية من 1999 إلى 2023

يوضح الرسم البياني 4 تطور عدد الدراسات (المقالات المنشورة) المتعلقة بالكلمات الرئيسية  
"\*\*\*\*\*" في الفترة الموضحة في الرسم البياني.

من خلال الأرقام الإحصائية يتضح أن الباحثين يظهرون اهتماماً كبيراً في هذا المجال، حيث ينشأ هذا الاهتمام من أهمية هذه العقبة التي تواجه العالم بأسره، والتي تتطلب إجراء البحوث وإيجاد الحلول العلمية لهذه المشكلة.

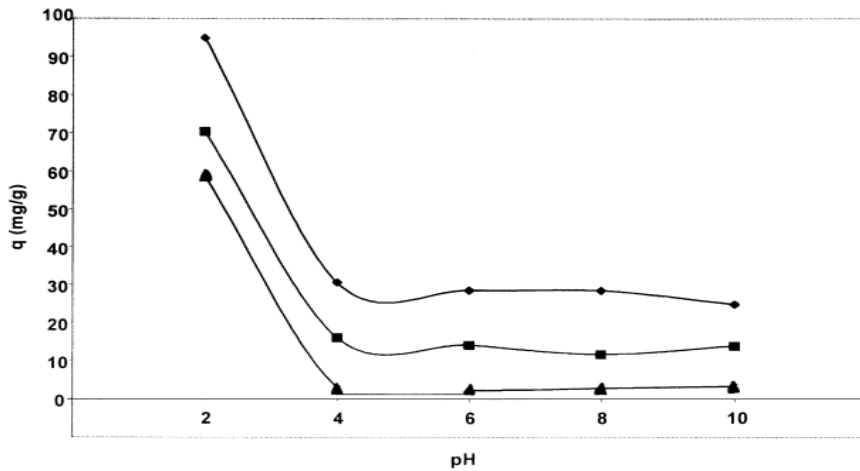
يتزايد عدد البحوث المتعلقة بمسألة الملوثات وخاصة العضوية بشكل مستمر مقارنة بالملوثات الأخرى نتيجة لكثرة الملوثات العضوية في المياه، باعتبار أن مصادرها متعددة وحيوية ومتجددة، ويتعامل معها الناس بشكل متكرر يومياً، والتعامل مع الملوثات العضوية في المختبر لا يتطلب معدات معقدة.

#### 7. عرض دراسات سابقة:

#### **Rhizopusarrhizus** ✓

في عام 2002، قام كل من T. O'mahony وآخرون بدراسة الامتزاز الحيوي لثلاث أصباغ تفاعلية شائعة الاستخدام، من المحاليل المائية بواسطة الكتلة الحيوية *Rhizopusarrhizus* المجففة بالفرن في نظام دفعي فيما يتعلق بالرقم الهيدروجيني، تركيز الصبغة الأولي وتركيز أيون

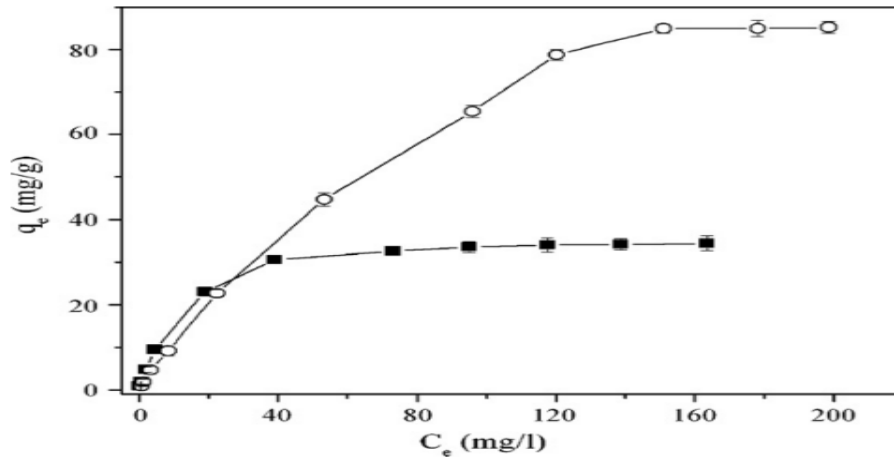
المعدن الأولي. أظهرت الكتلة الحيوية أقصى امتزاز للصبغة عند  $pH=2$  بسبب طبيعتها المشحونة إيجاباً عند درجة  $pH$  الحمضية والطبيعة الأنيونية للأصبغ التفاعلية. تم امتزاز الصبغة البرتقالية 16 التفاعلية بشكل أكثر فاعلية بحد أقصى حوالي 200 ملغ/غ [25].



الشكل 5. منحنى تغير كمية المادة الممتزة بدلالة الأس الهيدروجيني للأصبغة الثلاث [25].

#### ✓ مسحوق عصا الجوت («JSP» Jute stick powder):

في عام 2009، قام كل من العالم Panda وآخرون، باستخدام مسحوق عصا الجوت (JSP) على أنه مادة واعدة لإزالة أحمر الكونغو (CI 22120) والرودامين B (CI 45170) من المحاليل المائية. تم تغيير العوامل الفيزيائية والكيميائية مثل تركيز الصبغة، درجة الحموضة، درجة الحرارة ووقت التلامس في المحلول لدراسة ظاهرة الامتزاز. يحدث الامتزاز المناسب عند درجة حموضة 7 بينما درجة الحرارة ليس لها تأثير كبير على امتزاز كل من الأصباغ. تم حساب السعة القصوى للامتزاز لتكون 35.7 و 87.7 ملغ/غ من الكتلة الحيوية للكونغو الأحمر والرودامين ب على الترتيب [26].



الشكل 6. السعة القصوى لامتماز أحمر الكونغو والرودامين ب [26].

### ✓ مخلفات الأناناس (Pineapple waste):

في عام 2015، قام كل من العالم محمد نبيل محمد وآخرون، باستخدام مخلفات الأناناس (الساق، الأوراق والناج) كمواد خام غير مكلفة وفعالة لإزالة الصبغة من مياه الصرف الصحي، وذلك بتحويلها إلى كربون منشط لإزالة صبغة الميثيلين الأزرق. تمت ملاءمة بيانات توازن الامتماز بشكل أفضل مع متساوي امتزاز لونجمير مع  $R^2$  من 0.969 و  $q_{max}$  عند 288.34 مجم / جم [27].

جدول 2. نماذج متساوي الحرارة لامتماز MB [27].

المعادلة	$R^2$	المعامل	نموذج متساوي الحرارة
$q_e = \frac{q_{max}K_L C_e}{1 + K_L C_e}$	0.969	$q_m = 288.341$	لونجمير
		$K_L = 0.075$	
		$SSE = 4190.89$	
$q_e = K_F C_e^{1/n}$	0.912	$K_f = 76.82$	فروندليتش
		$n = 4.674$	
		$SSE = 11272.39$	
$q_e = \frac{A C_e}{1 + B C_e^g}$	0.923	$A = 3.581$	ريدليتش بيترسون
		$B = 0.0007$	
		$g = 1.423$	
		$SSE = 13842.45$	

✓ قشور البطيخ (*Citrullus lanatus*):

في عام 2018، قام العالم jawad وآخرون، باستخدام مخلفات البطيخ (WMR) قشور الكتلة الحيوية (*Citrullus lanatus*) كمادة منخفضة التكلفة لإزالة الميثيلين الأزرق (MB) من المحلول المائي. تم تمييز الخصائص الفيزيائية والكيميائية لـ WMR باستخدام تحليلات مفيدة مثل محلل CHNS-O، Brunauer-Emmett-Teller (BET)، التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR)، المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)، وتحليل نقطة الشحنة الصفيرية (pH<sub>pzc</sub>). كانت سعة امتزاز WMR لصبغة أزرق الميثيلين 188.68 ملغ/غ عند 303 كلفن. حيث أشارت هذه النتائج إلى أنه يمكن استخدام WMR بشكل عملي للقضاء على أزرق الميثيلين من المحلول المائي [28].

## جدول 3. عوامل الديناميكية الحرارية للامتزاز MB بواسطة WMR [28].

الحرارة (كلفن)	K <sub>d</sub>	ΔG° (kJ/mol)	ΔH° (kJ/mol)	ΔS° (j/mol k)
303	10.18	-5.811	-6.267	-1.503
313	9.01	-5.796		
323	8.74	-5.781		

✓ نبات فيلانثوس شبكي (*Phyllanthusreticulatus*):

في عام 2021، قام كل من العالم G. Kavitha وآخرون بالدراسات البحثية نحو تحضير كربون ماز من نبات *Phyllanthusreticulatus* لإزالة صبغة برتقالية 16 (RO 16) من الوسط المائي. تم تنشيط الكربون المحضر (PRAC) باستخدام خليط من أحماض النيتريك والفوسفوريك. تم تقييم التشكل السطحي والطبيعة غير المتبلورة / البلورية لـ PRAC باستخدام المسح المجهر الإلكتروني (SEM) وتحليل حيود الأشعة السينية (XRD) على التوالي. تم قياس قدرة الامتزاز لـ PRAC من خلال إجراء دراسة الامتزاز بنمط الدفعات مع الإشارة إلى الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة وكتلة PRAC وتركيز RO16 وتم العثور على أقصى امتزاز للصبغة بنسبة 85.10% [29].



# المراجع

- [1] Narayan, R. B., Goutham, R., Srikanth, B., & Gopinath, K. P. (2018). A novel nano-sized calcium hydroxide catalyst prepared from clam shells for the photodegradation of methyl red dye. *Journal of environmental chemical engineering*, 6(3), 3640-3647.
- [2] Azari, A., Noorisepehr, M., Dehghanifard, E., Karimyan, K., Hashemi, S. Y., Kalhori, E. M., ... & Gupta, V. K. (2019). Experimental design, modeling and mechanism of cationic dyes biosorption on to magnetic chitosan-lutaraldehyde composite. *International journal of biological macromolecules*, 131, 633-645.
- [3] Calero, M., Iáñez-Rodríguez, I., Pérez, A., Martín-Lara, M. A., & Blázquez, G. (2018). Neural fuzzy modelization of copper removal from water by biosorption in fixed-bed columns using olive stone and pinion shell. *Bioresource technology*, 252, 100-109.
- [4] Qadri, R., & Faiq, M. A. (2020). Freshwater pollution: effects on aquatic life and human health. In *Fresh water pollution dynamics and remediation* (pp. 15-26). Springer, Singapore.
- [5] Elgarahy, A. M., Elwakeel, K. Z., Mohammad, S. H., & Elshoubaky, G. A. (2021). A critical review of biosorption of dyes, heavy metals and metalloids from wastewater as an efficient and green process. *Cleaner Engineering and Technology*, 4, 100209.
- [6] Kar, S., Ghosh, S., & Leszczynski, J. (2019). Is clay-polycation adsorbent future of the greener society? In *silico modeling approach with comprehensive virtual screening*. *Chemosphere*, 220, 1108-1117.
- [7] Kumar, A., & Xagorarakis, I. (2010). Pharmaceuticals, personal care products and endocrine-disrupting chemicals in US surface and finished

drinking waters: a proposed ranking system. *Science of the Total Environment*, 408(23), 5972-5989.

[8] Archer, E., Petrie, B., Kasprzyk-Hordern, B., & Wolfaardt, G. M. (2017). The fate of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs), endocrine disrupting contaminants (EDCs), metabolites and illicit drugs in a WWTW and environmental waters. *Chemosphere*, 174, 437-446.

[9] Tang, L., Wang, J. J., Wang, L., Jia, C. T., Lv, G. X., Liu, N., & Wu, M. H. (2016). Facile synthesis of silver bromide-based nanomaterials and their efficient and rapid selective adsorption mechanisms toward anionic dyes. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 4(9), 4617-4625.

[10] Sui, Q., Huang, J., Liu, Y., Chang, X., Ji, G., Deng, S., ... & Yu, G. (2011). Rapid removal of bisphenol A on highly ordered mesoporous carbon. *Journal of Environmental Sciences*, 23(2), 177-182.

[11] Pavithra, K. G., & Jaikumar, V. (2019). Removal of colorants from wastewater: A review on sources and treatment strategies. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 75, 1-19.

[12] Fontana, I. B., Peterson, M., & Cechinel, M. A. P. (2018). Application of brewing waste as biosorbent for the removal of metallic ions present in groundwater and surface waters from coal regions. *Journal of environmental chemical engineering*, 6(1), 660-670.

[13] Kausar, A., Iqbal, M., Javed, A., Aftab, K., Bhatti, H. N., & Nouren, S. (2018). Dyes adsorption using clay and modified clay: a review. *Journal of Molecular Liquids*, 256, 395-407.

[14] Crini, G., & Peindy, H. N. (2006). Adsorption of CI Basic Blue 9 on cyclodextrin-based material containing carboxylic groups. *Dyes and Pigments*, 70(3), 204-211.

- [15] Salleh, M. A. M., Mahmoud, D. K., Karim, W. A. W. A., & Idris, A. (2011). Cationic and anionic dye adsorption by agricultural solid wastes: a comprehensive review. *Desalination*, 280(1-3), 1-13.
- [16] Demirbas, A. (2009). Agricultural based activated carbons for the removal of dyes from aqueous solutions: a review. *Journal of hazardous materials*, 167(1-3), 1-9.
- [17] Mannan, M. A., & Ganapathy, C. (2004). Concrete from an agricultural waste-oil palm shell (OPS). *Building and environment*, 39(4), 441-448.
- [18] Noeline, B. F., Manohar, D. M., & Anirudhan, T. S. (2005). Kinetic and equilibrium modelling of lead (II) sorption from water and wastewater by polymerized banana stem in a batch reactor. *Separation and Purification Technology*, 45(2), 131-140.
- [19] Franca, A. S., Oliveira, L. S., & Ferreira, M. E. (2009). Kinetics and equilibrium studies of methylene blue adsorption by spent coffee grounds. *Desalination*, 249(1), 267-272.
- [20] Ofomaja, A. E., & Ho, Y. S. (2007). Equilibrium sorption of anionic dye from aqueous solution by palm kernel fibre as sorbent. *Dyes and Pigments*, 74(1), 60-66.
- [21] Besbes, S.; Blecker, C.; Deroanne, C.; Drira, N.E.; Attia, H. (2004) Date seeds: chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. *Food Chemistry*, 84 (4): 577–584.
- [22] Bouchelta, C.; Medjram, M.S.; Bertrand, O.; Bellat, J.P. (2008) Preparation and characterization of activated carbon from date stones by physical activation with steam. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 82 (1): 70–77.

- [23] Ofomaja, A. E. (2007). Sorption dynamics and isotherm studies of methylene blue uptake on to palm kernel fibre. *Chemical Engineering Journal*, 126(1), 35-43.
- [24] Ofomaja, A. E. (2007). Sorption dynamics and isotherm studies of methylene blue uptake on to palm kernel fibre. *Chemical Engineering Journal*, 126(1), 35-43.
- [25] O'mahony, T., Guibal, E., & Tobin, J. M. (2002). Reactive dye biosorption by *Rhizopusarrhizus* biomass. *Enzyme and Microbial Technology*, 31(4), 456-463.
- [26] Panda, G. C., Das, S. K., & Guha, A. K. (2009). Jute stick powder as a potential biomass for the removal of congo red and rhodamine B from their aqueous solution. *Journal of Hazardous Materials*, 164(1), 374-379.
- [27] Mahamad, M. N., Zaini, M. A. A., & Zakaria, Z. A. (2015). Preparation and characterization of activated carbon from pineapple waste biomass for dye removal. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 102, 274-280.
- [28] Jawad, A. H., Ngoh, Y. S., & Radzun, K. A. (2018). Utilization of watermelon (*Citrullus lanatus*) rinds as a natural low-cost biosorbent for adsorption of methylene blue: kinetic, equilibrium and thermodynamic studies. *Journal of Taibah University for Science*, 12(4), 371-381.
- [29] Kavitha, G., Subhapiya, P., Dhanapal, V., Dineshkumar, G., & Venkateswaran, V. (2021). Dye removal kinetics and adsorption studies of activated carbon derived from the stems of *Phyllanthusreticulatus*. *Materials Today: Proceedings*, 45, 7934-7938.



# الفصل الثاني :

ظاهرة الإمتزاز

**1. تمهيد:**

يعد الإمتزاز من التقنيات الفعالة المستخدمة في عمليات التنقية والفصل وقد توسعت عمليات تطبيق الإمتزاز بشكل أثار إهتمام الكثير من الباحثين لدوره الفعال في إنجاز الكثير من عمليات التنقية حتى أنه لا تكاد أي صناعة في يومنا هذا تخلو من عمليات الإمتزاز، حيث يعتبر واحدة من أكثر التقنيات الفعالة المستخدمة على نطاق واسع في مجالات حماية البيئة العالمية، وقد وجد أنه يتفوق على التقنيات الأخرى من حيث التكلفة المنخفضة وسهولة الإستعمال في عملية المعالجة. يعتبر الإمتزاز تقنية فيزيائية - كيميائية مفضلة وهي من أكثر الطرق المعتمدة لإزالة الملوثات والأصباغ، مقارنة بالطرق التقليدية نظراً لكفاءتها العالية وقدرتها الكبيرة على تنقية المياه الملوثة. وتشغيلها السريع والسهل وبسيط التصميم. تتوفر مجموعة متنوعة من المواد المازة. يمكن تحسين قدرة الامتزاز لهذه المواد منخفضة التكلفة بسهولة بطرق بسيطة ومجدية إقتصادياً، بالإضافة إلى ذلك؛ يمكن إستعادة المواد المازة بسهولة وإعادة إستخدامها [6-1].

**2. تعريف الإمتزاز:**

الإمتزاز هو ظاهرة تجمع مادة بشكل جزيئات و/أو أيونات على سطح مادة أخرى، حيث تسمى المادة التي حدث لها الإمتزاز بالمادة الممتزة بينما يدعى السطح الذي يتم عليه الإمتزاز بالمادة المازة وتنشأ هذه الظاهرة عن وجود قوى على سطح المادة الصلبة ذات طبيعة فيزيائية أو كيميائية [7].

**3. أنواع الإمتزاز:**

يصنف الإمتزاز بالإعتماد على نوع وطبيعة القوى التي تربط جزيئات أو ذرات المادة الممتزة بالسطح الصلب وتحدد هذه القوى حسب طبيعة المادة الممتزة فضلاً عن طبيعة السطح الماز من حيث نشاطه الإلكتروني. وعليه يمكن أن يصنف الإمتزاز إلى نوعين:

**1.3. الإمتزاز الكيميائي:**

يحدث هذا النوع من الإمتزاز على السطوح النشطة غير المشبعة إلكترونياً، إذ تميل فيه السطوح إلى تكوين روابط كيميائية مع الذرات أو الجزيئات أو الأيونات التي يتم إمتزازها على السطح. ويمتاز الإمتزاز الكيميائي بانتقائية عالية. حرارة الإمتزاز الكيميائي مرتفعة نسبياً بين 20-200 kcal/mol، حيث يحدث عند درجات حرارة عالية لذلك فإنه يحتاج إلى طاقة تنشيط عالية [8-9].

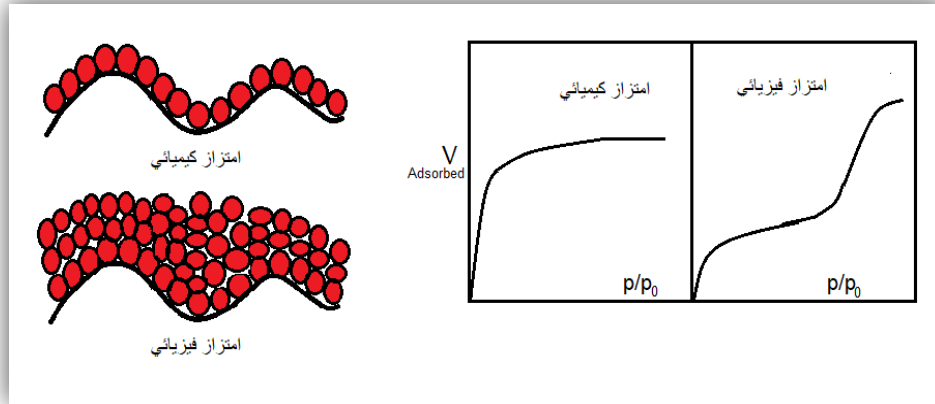
## 2.3. الإمتزاز الفيزيائي:

في هذا النوع تكون القوة المسؤولة عن إلتصاق جزيئات المادة الممتزة بالسطح الماز هي قوى فاندرفالز (Van Der Waals force) وهي قوة إرتباط ضعيفة. يمكن أن ينتج عن الإمتزاز الفيزيائي تكوين عدة طبقات من جزيئات المادة الممتزة على سطح مادة مازة، ويحدث في درجات حرارة منخفضة، في كثير من الأحيان أقل من 20 kcal/mol. ويكون الإمتزاز الفيزيائي سريع وعكسي [9.8].

## 3.3. المقارنة بين الإمتزاز الفيزيائي والإمتزاز الكيميائي: [9]

جدول 1. الفرق بين الامتزاز الكيميائي والفيزيائي.

الإمتزاز الفيزيائي	الإمتزاز الكيميائي	الخصائص
منخفضة نسبياً	أكثر ارتفاعاً	درجة الحرارة
أقل من 20 kcal/mol	20-200 kcal/mol	طاقة الإمتزاز
فيزيائية (فاندرفالز)	كيميائية	الروابط
سريع وعكوس	بطيء وغير عكوس	الحركية
عملية غير مضبوطة	عملية مضبوطة جداً	الخصوصية
سهل	صعب	الإمتزاز
أحادي أو متعدد الطبقات	طبقات أحادية فقط	شكل الطبقة



الشكل 1. مخطط يمثل الفرق بين الإمتزاز الكيميائي والفيزيائي [9].

4. العوامل المؤثرة على ظاهرة الإمتزاز:

#### 1.4. درجة الحرارة (Temperature):

تؤثر درجة الحرارة في كل من مدى ومعدل الإمتزاز الذي يحدث عنده الإمتزاز، إذ يزداد معدل الإمتزاز مع إرتفاع درجة الحرارة وينخفض مع إنخفاضها، على الرغم من ذلك فإن عملية الإمتزاز تعد عملية باعثة للحرارة (Exothermic)، و مدى الإمتزاز في درجات الحرارة المنخفضة سوف يزداد وينخفض مع إرتفاع درجة الحرارة [11].

#### 2.4. الرقم الهيدروجيني (pH):

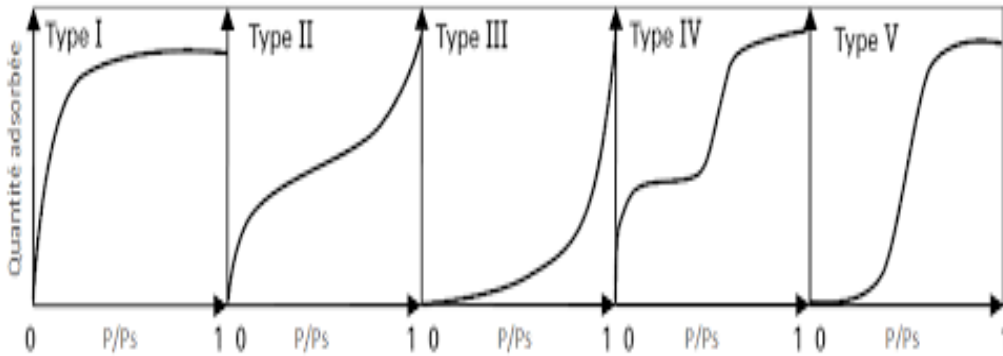
يؤدي تغيير حموضة المحلول (فعالية أيون الهيدروجين) دوراً رئيسياً في عملية الإمتزاز وذلك يحدث بسبب تأثير الدالة الحامضية على المادة الممتزة والسطح الماز والمذيب. هذا التأثير يظهر من خلال تنافس المادة الممتزة والسطح الماز والمذيب على أيونات  $(OH^-)$  و  $(H^+)$  ونتيجة لذلك فإنها تؤثر إيجاباً أو سلباً على عملية الإمتزاز وتؤثر أيضاً على سلوك متساوي حرارة الإمتزاز وفي كمية أو سعة المادة الممتزة على السطح الماز من مركب إلى مركب آخر [11].

### 3.4. زمن الإمتزان (equilibrium time):

هو الزمن الذي يحصل خلاله التوازن بين المادة الممتزة والمادة المازة. أو بمعنى آخر هي الفترة الزمنية التي لا يوجد بعدها إنخفاض في تركيز المحلول، وهذا الوقت قد يكون ساعات أو أياماً أو حتى أسابيع [11].

### 5. متساوي حرارة الإمتزاز (Adsorption Isotherms):

منحنى الإمتزاز هو العلاقة بين كمية المادة الممتزة على سطح ما، مقابل تركيز أو ضغط هذه المادة عند الإمتزاز مع ثبات درجة الحرارة وهو ما يطلق عليه متساوي حرارة الإمتزاز، وصنف هذا الأخير على حسب (Brunauer) ومجموعته إلى 5 أصناف كما هي مبينة في الشكل 2 [12].



الشكل 2. أشكال متساوي الحرارة "Adsoption Isotherms" [12].

- ❖ **الصنف (1):** تزداد كمية المادة الممتزة بشكل كبير جداً بازدياد التركيز، وتتوقف هذه الزيادة عندما يغطي السطح الماز جزيئات المادة المازة.
- ❖ **الصنف (2):** يكون الإمتزاز عنده متعدد الطبقات وغالباً ما يحدث عند إمتزاز الغازات، إذ يشير إلى أن الإمتزاز يزداد بزيادة كبيرة جداً عند بداية تكاثف الغاز.
- ❖ **الصنف (3):** يكون التداخل فيه بين الطبقة الأولى والمادة الممتزة أضعف بكثير من تداخل الطبقة الأولى مع الطبقة الثانية.
- ❖ **الصنف (4):** يحتوي على حدين لكمية المادة الممتزة، بدل الحد الواحد الموجود في الصنف (1).

❖ **الصف(5):** هو إقتراح مشترك للصفين (1) و(2)، عموما ما يكون الإمتزاز الكيميائي من النوع (1) بينما الإمتزاز الفيزيائي المحتمل أن يمثل الأنواع الخمسة [13].

### 6. نماذج الامتزاز:

#### 1.6. نموذج لونجمير:

إعتمد العالم لونجمير على فرضيات نظرية وضع من خلالها معادلة خاصة بالإمتزاز، إذ وضعت المعادلة على أساس تفسير امتزاز الغازات على سطوح المواد الصلبة. وبنيت هذه النظرية على عدة فرضيات وهي:

1. الغازات الممتزة التي يمكن أن تكون أكثر من طبقة واحدة أحادية الجزيئية.
2. صور عملية إمتزاز الغازات بأنها عمليتان متعاكستان: وهي تكاثف الحالة الغازية على السطح وتبخر الجزيئات من السطح على الحالة الغازية.
3. حرارة الإمتزاز لا تعتمد على كمية الغاز الممتز [14].

عندما يبدأ الإمتزاز فإن أي جزيئة تصطدم بالسطح سوف تمتز عليه، و بإستمرار عملية الإمتزاز تصبح من غير الممكن أن تمتز كل جزيئة تصطدم بالسطح بل إن الجزيئة التي تمتز هي التي تصطدم بموقع فارغ فقط [15].

كذلك يمكن تطبيق معادلة لونجمير لإمتزاز المواد المذابة في الطور السائل على سطوح المواد الصلبة، إذ يمكن التوصل إلى معادلة لونجمير الآتية [16]:

$$\text{II-1} \quad \frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{max} \times K_l} + \frac{C_e}{q_{max}}$$

بحيث:

$C_e$ : كمية التركيز بعد الإمتزاز (mg/l).

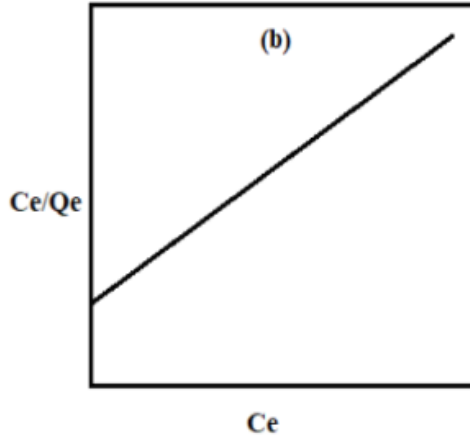
$q_e$ : كمية المادة الممتزة عند التوازن (mg/g).

$q_{max}$ : كمية الامتزاز العظمى عند الاتزان (mg/g).

$K_1$ : ثابت معدل الإمتزاز الترموديناميكي حسب نموذج لونجمير.

و الصورة توضح رسم قيم  $(\frac{C_e}{Q_e})$  مقابل قيمة  $C_e$  نحصل على خط مستقيم له ميل مقداره  $(\frac{1}{a})$  وتقاطع

مقداره  $(\frac{1}{ab})$  [17].



الشكل 3. منحنى نموذج لونجمير.

## 2.6. نموذج فروندليش:

وضع العالم الألماني فروندليش معادلة وصفية مهمة في الإمتزاز، تعالج الإمتزاز على السطوح الصلبة غير المتجانسة وكذلك الإمتزاز الذي لا يتحدد بطبقة جزيئية واحدة وإنما متعدد الطبقات. إن هذه المعادلة الخاصة بالإمتزاز من المحاليل على السطوح غير متجانسة وهي كالتالي:

$$Q_e = k_f \times C_e^{1/n} \quad \text{II-2}$$

حيث:

$Q_e$ : كمية المادة الممتزة (mg/g).

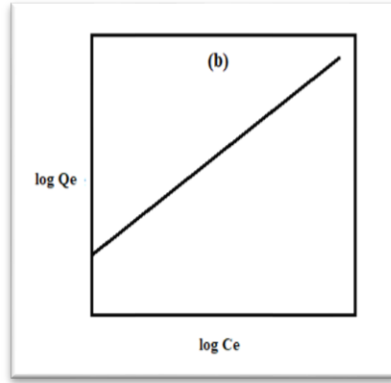
$C_e$ : التركيز عند الاتزان (mg/l).

$K_f$  و  $n$ : ثوابت فروندليش العددية والتي تعتمد على طبيعة كل من الممتز والماز ودرجة الحرارة.

وبإدخال Log للطرفين تصبح بالشكل:

$$\text{II-3} \quad \text{Log}Q_e = \text{Log}K_f + \frac{1}{n}\text{Log}C_e$$

ويرسم (Log Q<sub>f</sub>) مقابل Log(C<sub>e</sub>) تحصل على خط مستقيم ميله ( $\frac{1}{n}$ ) يمثل شدة الإمتزاز و تقاطع (Log k<sub>f</sub>) يمثل سعة الإمتزاز كما هو موضح في الشكل [18].



الشكل 4. منحنى نموذج فروندليش.

### 3.6. نموذج تيمكن:

هذا النموذج ينص على أن حرارة الإمتزاز تختلف خطيا مع درجة التداخل حيث هذا الإختلاف يكون إما:

- ✓ إختلاف يتعلق بتجانس السطح.
- ✓ إختلاف بين الجزيئات جانبيا [19].

و معادلة تيمكن كالآتي:

$$\text{II-4} \quad q_e = B \text{Ln}K_T + B \text{Ln}C_e$$

$$\text{حيث: } B = \frac{RT}{b_T}$$

B: ثابت متعلق بحرارة الامتزاز (J/mol).

T: درجة الحرارة عند 298 (K).

R: ثابت الغازات المثالية (8.314 J/mol.K).

$b_T$ : ثابت Temkin متعلق بحرارة الامتزاز (J/mol).

$K_T$ : ثابت التوازن لأقصى طاقة رابطة (L/g).

يتم تحديد هذه الثوابت إنطلاقاً من تقاطع  $q_e$  مع  $\ln C_e$  [20].

### 7. حركيات الامتزاز (Adsorption kinetics):

يطلق مصطلح حركية الامتزاز على سرعة سحب الجزيئات الممتزة في المحلول وإتصاقها بالمادة المازة حيث يدرس معدل التفاعل بينهما والعوامل التي تؤثر على معدل التفاعل، حيث يمكن إستخدام عدة نماذج حركية للتعبير عن الثوابت سرعة المذاب على الصلب [21].

#### 1.7. نموذج حركية الرتبة شبه الأولى:

إقترح العالم Lagergren نموذجاً حركياً من الرتبة شبه الأولى، حيث يمكن من خلالها الوصول إلى ثابت معدل سرعة الامتزاز.

$$\text{II-5} \quad \frac{dq_t}{dt} = k_1(q_e - q_t)$$

وتكامل هذه المعادلة يعطينا:

$$\text{II-6} \quad \ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t$$

حيث أن:

$q_e$ : كمية المادة الممتزة عند الإتزان (ملغ/غ).

$q_t$ : كمية المادة الممتزة عند الزمن t (ملغ/غ).

$K_1$ : ثابت السرعة الحركية شبه الأولى (دقيقة<sup>-1</sup>).

## 2.7. نموذج حركية الرتبة شبه الثانية:

سرعة تفاعل الرتبة شبه الثانية متعلق بالكمية الممتزة على السطح الماز وكمية الممتز عند التوازن. حركية شبه الرتبة الثانية تكتب بالعلاقة:

$$\text{II-7} \quad \frac{dq}{dt} = k_2(q_e - q_t)^2$$

وتكامل هذه المعادلة يعطينا:

$$\text{II-8} \quad \frac{t}{q_t} = \left(\frac{1}{q_e}\right) t + \frac{1}{k_2 q_e^2}$$

حيث أن:

$K_2$ : ثابت السرعة لحركية شبه الرتبة الثانية (ملغ/غ.دقيقة).

$q_t$ : سعة الإمتزاز عند اللحظة  $t$  (ملغ/غ).

$q_e$ : سعة الإمتزاز عند التوازن (ملغ/غ) [22].

## 3.7. نموذج الإنتشار داخل الجسيمات (modele de diffusion intraparticulaire):

الإمتزاز عادة ما يكون مزيجا من الإنتشار السطحي والمسام. تعتمد حركية إمتزاز الجزيء على المادة الصلبة على عدة مراحل:

✓ يجب أن ينتشر الجزيء في الطور السائل إلى سطح المادة الممتزة التي تعرف بأنها نقل خارجي.

✓ نقل المادة المازة من السطح الى داخل المواقع عن طريق الإنتشار الداخلي.

✓ الإمتزاز على المواقع النشطة من الممتزات إلى السطح الداخلي للمسام.

ويعبر عنه بالعلاقة التالية:

$$\text{II-9} \quad q_t = K_i t^{1/2} + C$$

$K_i$ : هو ثابت معدل الإنتشار داخل الجسيمات (ملغ / غ.دقيقة<sup>1/2</sup>) [23].

## 8. الدراسة الترموديناميكية (adsorption thermodynamics):

من أجل التعرف على ترموديناميكية الامتزاز يجب معرفة بعض الكميات الترموديناميكية مثل الانتالبي  $\Delta H^\circ$ ، والانتروبي  $\Delta S^\circ$ ، وكذلك دالة غيبس الحرة  $\Delta G^\circ$ .

$$\text{II-10} \quad \Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

حيث أن:

$\Delta G^\circ$ : هو التغير في طاقة غيبس الحرة (كيلوجول/مول).

$\Delta H^\circ$ : هو التغير في انتالبي النظام (كيلوجول/مول).

$\Delta S^\circ$ : هو التغير في انتروبي النظام (كيلوجول/مول.كلفن).

T : درجة الحرارة (الكلفن).

بحسب المعادلة السابقة يجب ان يكون التغير في  $\Delta H^\circ$  الامتزاز ذات قيمة سالبة و أكبر من قيمة  $T\Delta S^\circ$ ، لكي يكون التفاعل تلقائياً.

يمكن دراسة تأثير درجة الحرارة على عملية الامتزاز من خلال تعيين الطاقة الحرة ( $\Delta G^\circ$ )، والانتالبي ( $\Delta H^\circ$ )، والانتروبي ( $\Delta S^\circ$ ). و يمكن حساب الدوال الترموديناميكية من خلال المعادلات الآتية:

$$\text{II-11} \quad \Delta G^\circ = -RT \ln K_{ads}$$

حيث أن:

$\Delta G^\circ$ : هو التغير في طاقة غيبس الحرة (جول/مول).

R: هو الثابت العام للغازات (جول/مول.كلفن).

$K_{ads}$ : هو ثابت الاتزان الترموديناميكي ويمكن حسابه من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{II-12} \quad K_{ads} = \frac{Q_e}{C_e}$$

حيث أن:

$Q_e$  : السعة الوزنية للمادة الممتزة (ملغ/غ).

$C_e$ : التركيز عند الإمتزان (ملغ/ل).

أما قيمة الأنتالبي فيمكن حسابها من خلال رسم المنحنى بين  $\ln K$  و  $1/T$  فنحصل على ميل مقداره يساوي [24].

II-13

$$\alpha = \frac{-\Delta H^\circ}{T}$$

### 9. مجالات الإمتزاز:

- ✓ تكرير المنتجات البترولية.
- ✓ تجفيف وتنقية وإزالة الرطوبة من الهواء.
- ✓ الحفز.
- ✓ إستعادة المذيبات والكحول في عملية التخمير .
- ✓ تلون السوائل.
- ✓ كروماتوغرافيا الغاز (طريقة تجزئة تعتمد على الفروق في السرعة لإمتزاز مواد مختلفة على مادة مازة معينة) [25].



# المراجع

## المراجع باللغة العربية:

[1] ه. جاسم. محمد، 2015، "دراسة ومقارنة امتزاز الصبغتين الكونغو الأحمر والجنئين البنفسجية Red Cong و Gentine violet على سطح الصفصاف" مجلة القادسية للعلوم الصرفة (فصلية)، ص 1، 170، 183.

[8] علي محسن غافل. الامتزاز على السطح الصلب والمحاليل، جامعة القادسية، 2012.

## المراجع باللغة الاجنبية:

[2] Chen, X. (2015). Modeling of experimental adsorption isotherm data. information, 6(1), 14-22.

[3] Amrhar, O., Nassali, H., & Elyoubi, M. S. (2015). Adsorption of a cationic dye, methylene blue, onto moroccan illitic clay. J. Mater. Environ. Sci, 6(11), 3054.

[4] Vasconcelos, P. N., Lima, W. S., Silva, M. L., Brito, A. L., Laborde, H. M., & Rodrigues, M. G. (2013). Adsorption of zinc from aqueous solutions using modified Brazilian gray clay. American Journal of Analytical Chemistry, 2013.

[5] Mezenner, N. Y., Bensaadi, Z., Lagha, H., & Bensmaili, A. (2012). ETUDE DE L'ADSORPTION D'UNE MIXTURE DE COMPOSES BIORECALCITRANTS EN MILIEU AQUEUX. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (11).

[6] Sana, N. (2015). Application des tiges de dattes dans l'adsorption de métaux toxiques de l'eau (Doctoral dissertation, Université Badji Mokhtar).

[7] Djelloul, C. (2014). Expérimentation, modélisation et optimisation de l'adsorption des effluents textiles (Doctoral dissertation, Faculté des sciences et de la technologie UMKBiskra).

- [9] Benamraoui, F. (2018). Élimination des colorants cationiques par des charbons actifs synthétisés à partir des résidus de l'agriculture (Doctoral dissertation).
- [10] Al Mardini, F. (2008). Etude de l'adsorption du pesticide Bromacil sur charbon actif en poudre en milieu aqueux Effet compétiteur des matières organiques naturelles. Université de Poitiers (France).
- [11] M. Robert Clark, (1991). "Evaluation of BAT for VOCs in Drinking Water", Journal of Environment Engineering.
- [12] F.H.Frimmel, " Water chemistry at the EBI", Annual Report of the Water Chemistry Division ,Engler-Bunte-Institute,pp:1-15,2000.
- [13] K.M.Banat, " Principle of Clay Mineralogy " ,Baghdad University Press,Baghdad 1980.
- [14] Ghali, S. (2008). Etude de la Carbonisation d'un Précurseur Végétal, les Noyaux d'olives. Utilisation Dans le Traitement des Eaux.
- [15] Grim, R. E. (1968). The Clay Mineralogy 2nd edition Mac Graw Hill. New York, 596.
- [16] Mar, K. K., Karnawati, D., Putra, D. P. E., Igarashi, T., & Tabelin, C. B. (2013). Comparison of Arsenic adsorption on lignite, bentonite, shale, and iron sand from Indonesia. *Procedia Earth and Planetary Science*, 6, 242-250.
- [17] de Luna, M. D. G., Flores, E. D., Genuino, D. A. D., Futalan, C. M., & Wan, M. W. (2013). Adsorption of Eriochrome Black T (EBT) dye using activated carbon prepared from waste rice hulls—Optimization, isotherm and kinetic studies. *Journal of the Taiwan institute of chemical engineers*, 44(4), 646-653.

- [18] Feldman, M., & Desrochers, P. (2003). Research universities and local economic development: Lessons from the history of the Johns Hopkins University. *Industry and Innovation*, 10(1), 5-24.
- [19] Allahdin, O. (2014). Élimination (par adsorption sur la brique activée) de polluants métalliques dans les eaux de la République Centrafricaine et les pays en voie de développement: Aspects texturaux, physicochimiques, (électro) cinétiques et thermodynamiques (Doctoral dissertation, Lille 1).
- [20] Chebira, N. A. S. (2008). Etude expérimentale de l'élimination des polluants organiques et inorganiques par adsorption sur des sous produits de céréales.
- [21] Ho, Y. S., & McKay, G. (1998). Kinetic model for lead (II) sorption on to peat. *Adsorption science & technology*, 16(4), 243-255.
- [22] Ho, Y. S., & McKay, G. (1999). Pseudo-second order model for sorption processes. *Process biochemistry*, 34(5), 451-465.
- [23] Khaled Cheikh Nebaghe. Adsorption de Cu(II) par le sable de Martil : Études des paramètres influençant la réaction d'adsorption et modélisation .doctorat. Université abdemalek essaadi. 11 Juillet 2016.
- [24] Moore, D. S. (Ed.). (2014). *Handbook of Spectroscopy (Vol. 1)*. John Wiley & Sons.
- [25] Koller, E. (2005). *Aide-mémoire Génie chimique, 2ème Edition* DUNOD.



# الفصل الثالث:

بيولوجيا نبات القمح وشجرة النخيل

## الجزء الأول

### 1. تمهيد:

تعتبر زراعة النجيليات بصفة عامة و القمح بصفة خاصة من أقدم نشاطات الانسان، فتاريخها من تاريخ البشرية فهي تبقى و إلى يومنا هذا المصدر الاساسي للتغذية في العالم حيث يحتل القمح مكانة هامة بين المحاصيل المزروعة في الجزائر، إذ لعب هذا المحصول الاقتصادي الهام دوراً كبيراً في تقدم البشرية منذ العصور القديمة، و حالياً من الأكثر استخداماً في غذاء الانسان و الحيوان و يستخدم في صناعة العجائن الغذائية [1]. و يمثل الأهمية الكبرى في قائمة مجموع محاصيل الحبوب الغذائية في العالم، و يشغل أكبر مساحة مزروعة نظراً لقدرته العالية على التكيف في البيئات المعتدلة [2]، حيث يغطي قرابة 17% من مجمل المساحة المزروعة بالحبوب في العالم [3].



الشكل 1. صورة توضح نبات القمح.

### 2. تعريف نبات القمح:

القمح هو نبات عشبي حولي ينتمي إلى النباتات الزهرية ذوات الفلقة الواحدة تابع للعائلة (*Triticum durum*) والقمح اللين (*Triticum aestivum*)، كما يعد القمح من نباتات النهار الطويل و ذاتي التلقيح، بحيث يتم داخل الوريقتين المحيطتين بزهرة النبتة ويحدث قبل ظهور السدية إلى الخارج، حبة القمح ذات وزن يتراوح ما بين 45 إلى 60 وذات شكل متطاوّل تقريباً وتعتبر عند النضج ثمرة لا تنفتح لأنّ الجدار الرقيق يلتصق بالبذرة و يكون متحداً مع الغشاء البذري الذي يدعى القصيرة [4].

## 3. التصنيف النباتي للقمح:

ينتمي نبات القمح إلى شعبة النباتات الزهرية وتحديداً الفصيلة النجيلية Graminées أو Poacée من صنف أحاديات الفلقة Monocotylédones التي تضم 8000 نوعاً، تصنف تحت 252 جنساً وهي الفصيلة الوحيدة من رتب (Glumiflorales). يتم تصنيف قمح vitron في المملكة النباتية كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول 1. التصنيف العلمي لنبات القمح (*Triticum durum* Var. *Vitron*) [5].

النباتات الزهرية (Spermatophytae)	شعبة (Division):
مغطاة البذور (Angiospermae)	تحت الشعبة (subDivision):
أحاديات الفلقة (monocotylédonea)	صف (Class):
القنبيعات (Cyperales)	رتبة (Order):
النجيليات (Poaceae)	عائلة (Familley):
القمح (Triticum)	جنس (Genus):
<i>Triticum durum</i> Var. <i>Vitron</i>	النوع (Type):

## 4. الوصف المورفولوجي لنبات القمح:

يتكون نبات القمح من:

✚ الجذر:

توجد الجذور الجنينية وعددها خمسة و هي الجذير و زوجين من الجذور الجانبية و أحياناً تكون ستة أما الجذور العرضية تنشأ في محيطات من الجذور من منطقة التاج أو العقد السفلى للساق.

### الساق:

وهو عبارة عن ساق أسطوانية قائم يكون إما أملس أو خشن ذو سلمييات مجوفة و عقد مصمتة، عدد السلمييات في المتوسط ستة و هي غالبا بين 5 إلى 7 أغلبها مغلف بأغمد الاوراق التي تقوم بحماية السلمييات الغضة و تدعيمها أثناء النمو.

### الاوراق:

وهي الاوراق الخضرية في القمح مثل باقي النجيليات مرتبة على الساق بالتبادل في صفين متقابلين و درجة الانفراج بين الاوراق المتتالية  $180^\circ$  إلا أن الورقة على البرافيل بزواوية  $90^\circ$  تتبعها الأوراق الأخرى بانفراج  $180^\circ$  ويكون نتيجة ذلك أن مستوى ترتيب الاوراق على كل ساق ذو زاوية قائمة بمستوى ترتيبها على الساق و الذي يسبقه [6].

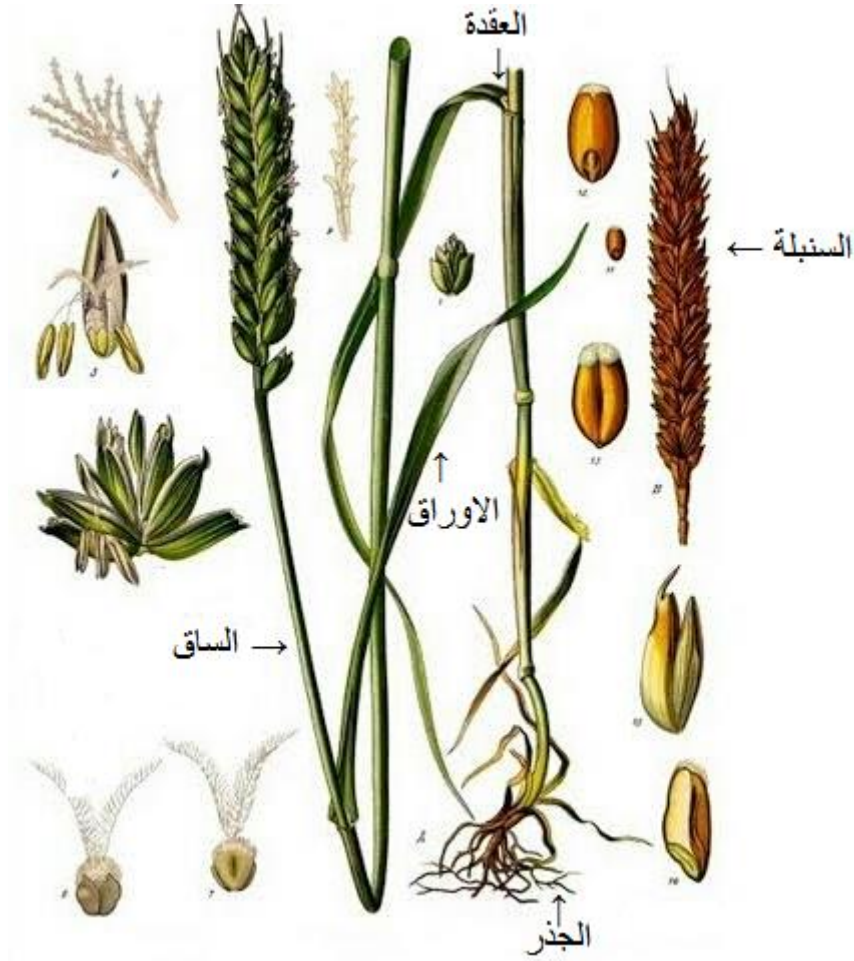
### النورة:

السنبلة ذات محور متعرج يتكون من عدد من العقد ذو سلمييات قصيرة ضيقة القاعدة عريضة القمة أحد جانبيها محدب و الآخر مسطح أو مقعر لدرجة تغطي حوافها بشعيرات مختلفة الطول و السنايل جالسة على المحور عند القمة العرضية [7].

### الحبوب:

الحبة أو الثمرة تختلف من ناحية ( الشكل، الحجم و القوام )، توجد شعيرات في طرفي الحبة و يوجد الجنين داخل قاعدة الحبة، و قد قسمت حبة القمح إلى 3 أجزاء:

- السويداء (l'albumen): تتكون من سويداء نشوية و طبقة الأليرون و تشكل السويداء من 80 إلى 85 % من البذرة.
- أغلفة البذرة (Les envelopes): يشكل من 13 إلى 17% من البذرة وهناك 5 أنسجة مختلفة (غالف النيوسيل، خاليا متعامدة، الغالف الجنيني، الغلاف الداخلي أو الخارجي، خلايا أنبوبية).
- الجنين (L'embryo): يتكون من الجنين scutelleum ويشكل حوالي 3% من البذرة [5].



الشكل 2. صورة توضح أجزاء نبات القمح.

##### 5. التركيب الكيميائي لحبة نبات القمح:

يعتبر القمح مصدرا هاما للكربوهيدرات، النشاء، الدهون والفيتامينات خصوصا فيتامين (B1;B2) وبعض الأملاح المعدنية و الجلوتينين و gluteinin والجالدين glidin، حيث أن تركيب حبة القمح مقدر على أساس 1% من المادة الجافة وذلك حسب الجدول (02) الذي يوضح تقدير متوسط المكونات الكيميائية لحبة القمح.

## جدول 2. التركيب الكيميائي لحبة القمح [8].

المحتوى %	المكونات
71_67	نشاء
15_10	بروتين
10_8	سكريات معقدة
4_2	سيليلوز
3_2	سكريات حرة
3_2	ليبيد
2.5_1.5	معادن

حيث أن هذه المركبات تتوزع بطريقة غير متساوية داخل مختلف الأجزاء النسيجية للحبة كما يلي:

- ✓ السويداء (L'albumen): تحتوي على النشاء.
- ✓ طبقة الالورون: غنية بالبروتينات، المواد المعدنية و البنزوات هي المركبات السائدة في الجدار الخلوي.
- ✓ غلاف الحبة: يحتوي خصوصا على البنزوات و السيليلوز.
- ✓ جنين البذرة: غني بالبروتينات و الليبيدات و السكريات الذائبة [9].

## 6. دورة حياة نبات القمح:

القمح من المحاصيل الحولية، تمر دورة حياته بمراحل دقيقة من زراعته حتى حصاده متمثل في أطوار فسيولوجية متتالية من بداية الانبات حتى نضج البذو، ويترجم هذا التطور بمجموعة من التغيرات المورفولوجية، عرفت بمظاهر النمو والتطور. وقسمت الاطوار الفسيولوجية للقمح إلى ثلاث أطوار رئيسية وهي:

- الطور الخضري.

- الطور التكاثري
- طور النضج.

### 1.6. الطور الخضري (الاعاشي) Vegetative period:

يمتد الطور الخضري من الانبات إلى غاية تمايز البرعم الخضري إلى بداية مرحلة الصعود ويضم المراحل التالية:

#### 1.1.6. مرحلة الانبات Germination phase:

تبدأ مرحلة الانبات بمرور البذور من الحياة البطيئة إلى الحياة النشطة وذلك بتوفر الظروف الداخلية والخارجية الملائمة حيث عند وضع البذور في التربة تمتص الماء فتنتفخ ويتمزق غشاءها البذري على مستوى الجنين، وتظهر كتلة بيضاء في منطقة (Coléorhize) أو جذير وتخرج في البداية ثلاثة جذور أولية ثم تستمر إلى خمسة جذور وتسمى بالجذور البذرية، وفي نفس الوقت تستطيل الريشة على المستوى الخضري في الإتجاه المعاكس معطية الكوليوبتيل (Coléoptile) والذي يعمل على دفع الورقة قليلا إلى الظهور فوق سطح الوسط.

#### 1.1.6. مرحلة الإشطاء tillering phase:

الإشطاء هو خروج أكثر من ساق من البذرة الواحدة وهذه ميزة من ميزات النباتات النجيلية، حيث يتطور المحور الحامل للبرعم النهائي للساق الأرضية (rhizome) ويظهر بها إنتفاخ يكبر ويتضخم مشكلا مستوى الإشطاء، تبدأ هذه المرحلة عند ظهور الورقة الثالثة للنبنة الفتية وتتكون الساق الرئيسية في قاعدة الورقة الأولى والفرع الثاني في قاعدة الورقة الثانية وهكذا ... .

حيث تظهر الأفرع في مرحلة الورقة الثالثة إلى الخارج وتظهر جذور جديدة معوضة للجذور الأولية التي تذبل ويتوقف نشاطها في مرحلة الورقة الرابعة مع خروج أول شطف في مستوى قاعدة التفرع. كما تتميز هذه المرحلة بتشكل البداية الزهرية التي تترجم بظهور التصميم الأولي للسنبلة، وتتحقق نهاية المرحلة الخضرية بتوقف طور التفرع وبداية استطالة الساق الرئيسي وظهور شكل السنبلة الملفوفة بالأوراق [10].

## 2.6. الطور التكاثري (Breeding period):

و ينقسم هذا الطور إلى مرحلتين أساسيتين:

### 1.2.6. مرحلة الصعود و الانتفاخ (phase ascent and bulge):

تعتبر هذه المرحلة من أكثر المراحل الحساسة في نبات القمح و ذلك بسبب تأثير الإجهاد (المائي، الحراري) على عدد السنابل المحمولة في وحدة المساحة. و تتميز بتأثير تطول السلاميات التي تشكل الساق (chaume) و أثناء هذه المرحلة تتنافس الأشطاء الصاعدة الحاملة للسنابل مع الأشطاء العشبية من أجل عوامل الوسط. و تؤثر هذه الظاهرة على الأشطاء الفتية و تؤدي إلى توقف نموها.

تنتهي مرحلة الصعود عندما تأخذ السنبله شكلها النهائي داخل غمد الورقة التوجيهية المنتفخة و التي توافق مرحلة الإنتفاخ.

### 2.2.6. مرحلة الإسبال والإزهار (sepals and flowers phase)

تبدأ هذه المرحلة بمرحلة الإسبال والتي خلالها يبدأ ظهور السنبله من خلال الورقة التوجيهية، تزهو السنابل البارزة عموما بين 4 إلى 8 ايام بعد مرحلة الإسبال فإن درجات الحرارة المنخفضة خلال مرحلة الإسبال تتسبب في إرجاع خصوبة السنابل [11].

## 3.6. طور النضج (مرحلة الاثمار):

تمثل مرحلة نمو البويضة المخصبة ذاتيا و تطورها، و التي فيها يكون التمثيل الضوئي عند أقصى نشاط له بعد توقف نمو السيقان و الأوراق، فالمادة الجافة المنتجة أو الممتلئة من طرف الأوراق توجه كلها للتخزين، لكن في نهاية هذه المرحلة ومن 15 إلى 18 يوما الأخيرة تخزن في الحبة 40 الى 50% من المادة الجافة، و يتكون بذلك شكل الحبة النهائي وتكون خضراء و لينة و تعرف بمرحلة الحبة الحليبية، و الجزء الباقي من المدخرات يوجد في السيقان و الأوراق والتي تبدأ في الإصفرار ويعتقد أن النبات يكون 3/4 من المادة الجافة الكلية. كما تُمر الحبة بمرحلتين أخريات وهما مرحلة الحبة العجينية و مرحلة الحبة الناضجة [12].

#### 4. العوامل البيئية المؤثرة على دورة حياة النبات:

##### • الحرارة:

يختلف تأثير درجات الحرارة غير الملائمة أثناء أطوار النمو، وتعتبر الفترة من التفريع إلى طرد السنابل أحد الفترات الحرجة في حياة النبات، حيث أن أثناء أطوار النمو الأولى يوافق القمح الجو المعتدل البرودة وكذلك المعتدل الحرارة في أطوار النضج. للقمح القدرة على الإنبات في درجات الحرارة المنخفضة و يكون الإنبات بطيئا و كلما إرتفعت درجة الحرارة عن ذلك أسرعت النباتات في الظهور على سطح الأرض.

##### • الإضاءة:

تؤدي الإضاءة إلى زيادة قدرة نبات القمح على التفريع و زيادة كمية المادة الجافة، و قد وجد أن كمية المادة الجافة (للأشطاء، الأعماد، الأنصال و السنابل) تقل بزيادة الظلام. كما تنخفض قدرة نباتات القمح على إمتصاص العناصر مثل (النتروجين و الفسفور) عند تظليل النباتات، و تؤثر المدة الضوئية التي تتعرض لها نباتات القمح على طول الفترة اللازمة للإزهار [13].

##### • الرطوبة:

يتطلب نمو القمح توفر الرطوبة الدائمة خلال كل مراحل نموه، حيث يعتبر كل من الماء والترربة من العوامل المحددة لنمو نبات القمح [14]. والمهمة للحفاظ على إنتاج مضمون و مستمر من القمح، و تعتمد خاصية إحتفاظ التربة بالماء على تحديد نوعية التربة المناسبة للزرع، و التي تمثل أحد العوامل المحددة للإنتاجية [15]. و تزيد حاجة القمح إلى الماء في المناطق الجافة نظرا للظروف المناخية الغير مناسبة للنمو و المسببة للإجهاد [16].

## الجزء الثاني

### 1. شجرة النخيل (Le palmier datté):

إن النخلة شجرة مباركة أنعم الله سبحانه وتعالى بها أرض العرب، وهي تعد من الأشجار المعروفة قديما، فهي عبارة عن شجرة كبيرة تصل إلى إرتفاع 15-20 م ويمكن أن تعيش أكثر من 100 عام، حيث أنها لم تعد مصدرا للتمور فقط بل أصبحت ثروة لا يمكن الاستغناء عنها، حيث تعتبر شجرة النخيل من أكثر الأشجار فائدة للبيئة، وذلك لأن الإنسان يتمكن من الحصول على الفائدة حتى من المخلفات الناتجة عنها التي تدخل في العديد من الإستخدامات [17].

## 2. التوزيع الجغرافي للنخيل في الجزائر:

يركز بستان النخيل بشكل أساسي في الجنوب الشرقي، وتقل أهميته في الغرب والجنوب. وفق لمسار (1996)، حيث في الجنوب الشرقي (الوادي، ورقلة وبسكرة) تضم 67% من بستان النخيل الجزائري، أما الجنوب الغربي (أدرار وبشار) يضم 21% من بستان النخيل، أقصى الجنوب (غرداية، تمنراست، إليزي وتندوف) 10% وغيرها من المناطق التي تمثل 2% من بستان النخيل ولكنها تساهم كثيرا في الإنتاج الوطني مثل ورقلة [18].

## 3. وصف نخيل التمر:

وهي شجرة مستديمة الخضرة، وحيدة الفلقة وحيدة الجنس ثنائية المسكن أي أن الأزهار الذكورية تحمل على شجرة والأنثوية تحمل على شجرة أخرى، مما يستدعي التدخل بعملية التلقيح لضمان الحصول على إنتاج ثمري جيد [19].

## 4. إستعمالات مخلفات النخيل:

للنخلة فوائد كثيرة تتعدى كونها مصدر غذاء لإنسان، كما تم إستخدام كل جزء منها في شتى جوانب الحياة، حيث إستخدمت مخلفات النخيل في مجالات واسعة مثل الصناعات وبعض المخرجات الأخرى كنوى التمر والتي تطرقنا لها في هذه الدراسة وتم الإستفادة منها كمادة حيوية غير مكلفة في مجال معالجة المياه إما معدلة (كربون منشط) أو بشكلها الطبيعي [20].

## 5. نوى التمر:

تعرف بأنها الجسم الصلب الذي يحتل وسط الثمرة، وتجدر الإشارة إلى أن نوى التمر تختلف إختلافا كبيرا فيما بينها، إعتقاداً على النوع والظروف البيئية، إلا أنها تتميز بشكلها المستطيل ولونها البني الداكن، مدببة عند الطرفين وهي تمثل 10-20% من وزن الثمرة الكاملة، يتراوح وزنها ما بين 0.5 إلى 4 غ، طولها ما بين 12 إلى 20 مم وعرضها بين 6 إلى 15 مم [21].

## 6. مكونات مخلفات النخيل (نوى التمر):

### 1.6. السيليلوز (Cellulose):

هو إحدى أوجه متعدد السكاكر (Polysaccharides) ومكون أساسي للجدار الخلوي للنبات، كما أنه مركب بنيوي مما يجعله حامي للخلية وتختلف نسبة السيليلوز في النبات حسب طبيعته.

## 2.6. الهيميسيليلوز (Hemicelluloses):

عبارة عن بوليمر متفرع هيكله مشكل من مونومير سداسي الحلقة أو خماسي الحلقة عند تحليله كيميائياً نجده مقارب للسيليلوز لكن وحدة بناءه السداسية تعد أقل إستقراراً مقارنة بمثلتها الغليكوز في هذا الأخير.

## 3.6. اللجنين (La lignine):

يعتبر اللجنين من المكونات الأساسية التي تدخل في تكوين مادة اللجنوسيليلوز، ليس من الكربوهيدرات وهو ليفي يساعد النبات في الحماية الميكانيكية، نجده مرتبط مع الهيميسيليلوز ليس التحام فيزيائي فقط بل حتى برابطة تكافئية [22].

## 7. التركيب الكيميائي لنوى التمر:

نظراً لأهمية نوى التمر باختلاف أنواعه، أشارت العديد من الدراسات إلى إحتوائه لبعض المكونات الغذائية المهمة كالكربوهيدرات، الدهون، البروتينات والألياف، إضافة إلى ذلك العناصر المعدنية [23]، كما هو موضح في الجدول (3).

جدول (3). العناصر الغذائية الموجودة في 100 غ من نوى التمر [24].

العنصر الغذائي	الكمية
الماء	3.1_10.3%
البروتين	2.3_6.4%
الدهون	5.0_13.2%
الألياف	64.5_80.15%
البوتاسيوم	459.8_542.2 ملغ
الصوديوم	21.7_26.1 ملغ
الكالسيوم	6.5_11.3 ملغ
المغنيزيوم	61.3_69.5 ملغ
الحديد	2.8_6.0 ملغ
المنغنيز	1.3_1.7 ملغ
الزنك	1.0_1.4 ملغ
النحاس	0.4_0.6 ملغ



# المراجع

## المراجع باللغة العربية :

- [4] بارزياشي عادل .، (1972). انتاج المحاصيل الحقلية، مطبعة الطبري، جامعة دمشق، سوريا .
- [6] مصر العربية . ص 272. كذلك م. ، 2000 زراعة القمح مؤسسة المعارف للطباعة والنشر بالاسكندرية جمهورية .
- [7] جاد ع. ا. ، 1975 وصف وتركيب نباتات المحاصيل والحشائش، دار المطبوعات الجديدة، حلب، سوريا.
- [10] شايب غ .، (2012). شروط ومصير تراكم البرولين في الأنسجة النباتية تحت نقص الماء و انتقال صفة التراكم إلى الأجيال . رسالة دكتوراه، جامعة منتوري، قسنطينة، ص235.
- [13] كذلك م. (2000). زراعة القمح . مؤسسة المعارف للطباعة و النشر بالأسكندرية – جمهورية مصر . ص 272 ، ISBN:9770307661,9789770307663، العربية.
- [19] ع. الجروني، 2016، "دراسة مقارنة لتأثير حبوب لقاح نخيل التمر الذكرية على صفات ثمار *Phoenix dactylifera L* بعض الأصناف الأنثوية" أطروحة دكتوراه، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة الاخوة منتوري، قسنطينة.
- [20] س. بن عبد الكريم الفدا، ر. عبد الرحيم ابو عيانة، 2016، المنتجات الثانوية للنخيل (أنواعها و أهميتها الاقتصادية). الباب الثاني. السعودية: أوقاف صالح الراجحي.
- [21] أ.د. عبد الباسط ، نوى التمر تركيبها واستخدامها، الشبكة العراقية لنخلة التمر، مقال على الموقع: المرجع الالكتروني للمعلوماتية (2016/1/15)، تاريخ الإطلاع: 20 مارس 2020.
- [22] م. قواميد، 2015 "المساهمة في دراسة تشخيص و تثمين مخلفات نخيل الغرس" أطروحة دكتوراه، كلية الرياضيات وعلوم المادة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة.
- [23] نهيان مبارك نهيان، مجلة الشجرة المباركة، المجلد الأول، العدد الثالث، سبتمبر 2009.

- [1] Morancho J., (2000). Production et commercialisation du blé dur dans le monde. Opoméditerranéen. La production du blé dur dans la région méditerranéenne nouveau defis. Serie A no 40: 29-
- [2] Nazco R., Villegas D., Ammar K., Pena R.J., Moragues M., et Royo C. (2012). Can Mediterranean durum wheat landraces contribute to improved grain quality attributes in modern cultivars. Euphytica Vol 185, pp: 1-17.
- [3] International Grain Council (IGC). (2015).
- [5] Feillet, P. (2000). Le grain de blé: composition et utilisation. Editions Quae..
- [8] Feillet , P ;(2000) . Le grain de blé . Composition et utilisation .Mieux comprendre.INRA.P23-24.
- [9] Feillet P., (2000). Le grain de blé: composition et utilisation. Ed. INRA. Paris, pp: 17-18.
- [11] Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahammed A., Hassous K.L. (2005) Selection of high yielding of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under semi arid conditions. Journal of Agronomy 4, pp: 360-365.
- [12] Soltner ,1980. .Les Grands Production Végétale , Le Biologie Et Collection Et Technologie Agricol.
- [14] Soltner D. (1988). Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles 16ème éditions 464P.
- [15] Abdellaoui Z., Teskrat H., Belhadj A., Zaghouane O. (2011). Tude comparative de l'effet du travail conventionnel, semis direct et travail minimum sur le comportement d'une culture de blé dur dans la zone subhumi

Zaragoza:CIHEAM/ATU-PAM/INRAA/ITGC/FERTOptions

Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 96, pp: 71- 87.

[16] Loue A. (1982). Le potassium et les céréales. Dossier K2O, SCPA 22, 40p.

[17] Al-Harrasi, A., Rehman, N. U., Hussain, J., Khan, A. L., Al-Rawahi, A., Gilani, S.A., et al. (2014), Nutritional assessment and antioxidant analysis of 22 date palm(*Phoenix dactylifera*) varieties growing in Sultanate of Oman.Asian Pac. J. Trop.Med.7, S591–S598.


[18] Freha, G. (2015). Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique de cinq variétés de dattes d'Algérie, *Phoenix dactylifera* L.(Deglet noor, Ghars, H'mira, Tamesrit et Tinissine). Effets de leur ingestion sur certains paramètres biologiques (Doctoral dissertation, Université Badji Mokhtar).

[24] Al-Farsi, M. A., & Lee, C. Y. (2011). Usage of date (*Phoenix dactylifera* L.) seeds in human health and animal feed. In *Nuts and seeds in health and disease prevention* (pp. 447-452). Academic Press.





# الجزء التطبيقي



# الفصل الرابع:

## الخطة التجريبية



## الجزء الأول

### 1. تمهيد:

في هذا الجزء يتم عرض الدراسة التجريبية لإمتزاز الملوثات العضوية الموجودة في الماء بإستعمال مخلفات نخيل التمر كمادة حيوية مازة هي نوى التمر وصبغة أزرق الميثيلين كملوث عضوي (مادة ممتزة)، وتقدير كمية الإزالة إعتياداً على عدة عوامل حيث تم تقديم التقنيات والبروتوكولات والأجهزة المستخدمة لهذا الغرض.

### 2. الموقع الجغرافي لمكان أخذ العينة :



الشكل 1. الموقع الجغرافي لولاية الوادي (على اليمين) ومنطقة دوار الماء (على اليسار).

تقع ولاية الوادي جنوب شرق الجزائر يحث يحدها شمالاً ولايات تيسة، خنشلة وبسكرة و جنوباً ولاية ورقلة و غرباً ولايات الجلفة، ورقلة وبسكرة و شرقاً تونس.

الكتلة الحيوية المستعملة في هذه الدراسة عبارة عن مخلفات ثمرة النخيل "بذور التمر" المأخوذة من منطقة دوار الماء لولاية الوادي "الجزائر" وذلك وفق الاحداثيات الجغرافية (33° 15' 46" شمال، 7° 22' 33" شرق).



### 2.3 تحضير المسحوق الخام من النوى:

يتم طحن نوى التمر يدويًا باستخدام هاون نحاسي للحصول على شظايا صغيرة تم الحصول على مسحوق ناعم. ثم يتم تجفيف المسحوق الناتج.

الشكل 3. الكتلة الحيوية ND قبل وبعد الطحن.

### 3.3 خصائص الكتلة الحيوية المدروسة:

إن معرفة الخصائص الكيميائية والفيزيائية لأي مادة ضرورية وذلك قبل التطرق لاستعمالها في معالجة المياه الملوثة، وللمساهمة في فهم العديد من الظواهر مثل الامتزاز وغيرها، قمنا بدراسة نوى التمر وخصائصها باستعمال الطرق التالية:

#### • الأدوات والأجهزة المستعملة:

- بيشر.
- حوالة عيارية.
- سحاحة.
- ماصة.
- قمع.
- أنابيب بلاستيكية.
- مضخة ماصة.
- ماء مقطر.
- كتلة حيوية ND.
- ميزان إلكتروني حساس.

- خلاط مغناطيسي.
- جهاز الطرد المركزي.
- جهاز قياس الطيف للأشعة فوق البنفسجية.
- جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويلات فورييه (FTIR).
- المجهر الإلكتروني الماسح SEM/EDAX.
- طريقة العمل:

### 1.3.3 دراسة شحنة العينة (pH<sub>Z</sub>):

لمعرفة شحنة ND " كاتيونية، معتدلة أو أيونية " قمنا بدراسة الشحنة الصفرية للرقم الهيدروجيني pH<sub>Z</sub>.

نقوم بوضع \*\*\* في بياشر ونعدل درجة الحموضة و ننتبع القيم المعدلة بدقة باستعمال جهاز قياس درجة الحموضة (pH-mètre). نقوم أخيرا بإضافة ND، ويترك في جهاز الرج المغناطيسي.

الشكل 4. الجهاز المغناطيسي أثناء عملية دراسة شحنة العينة.

### 2.3.3 مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR):

يعتمد التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء (FTIR) على امتصاص الأشعة المراد تحليلها، حيث تسمح بالكشف عن الاهتزازات المميزة للروابط والوظائف الكيميائية الموجودة في المادة [4].

الشكل 5. جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويلات الفورييه (FTIR).

### 3.3.3 المجهر الإلكتروني الماسح SEM:

يعد الفحص المجهر الإلكتروني SEM تقنية قوية لمراقبة مورفولوجيا السطح. تعتمد هذه التقنية بشكل أساسي على اكتشاف الإلكترونات الثانوية الخارجة من السطح تحت تأثير حزمة دقيقة جداً من الإلكترونات الأولية التي تقوم بمسح سطح العينة. يسمح بالحصول على صورة بقوة فصل تكون غالباً أقل من 5 نانومتر وعمق مجال كبير [2].

#### 4. الصبغة المدروسة :

تم اختيار صبغة أزرق الميثيلين في هذه الدراسة بسبب امتزازها المعروف على المواد الصلبة، وهي تستخدم في العديد من التطبيقات (مخابر، مصانع...).

#### صبغة أزرق الميثيلين MB:

##### 1.1.4 تعريف الصبغة:

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، لديها ذوبانية عالية في الماء وقليلة الذوبان في الكحول [3].

#### 2.1.4 الخصائص الفيزيائية والكيميائية:

يتميز MB بالعديد من الخصائص الكيميائية والفيزيائية الملخصة في الجدول التالي:

جدول 1. الخصائص الفيزيائية والكيميائية لصبغة أزرق الميثيلين [4].


2.4 تحضير محلول المعايرة:

1.2.4 تحضير المحلول الأم:

الادوات والأجهزة المستعملة:

- حوالة عيارية.
- بيشر سعته.
- سحاحة.
- مخبر مدرج.
- قمع.
- ملعقة.
- صبغة أزرق الميثيلين.
- ماء مقطر.
- خلاط مغناطيسي.
- جهاز مسخن مغناطيسي.

- ميزان الكتروني حساس.

- **طريقة العمل:**

من أجل تحضير محلول أم نتبع الخطوات التالية:

- ❖ قمنا بوزن الصبغة ووضعناها داخل حوالة.
- ❖ نذيب مبدئياً الصبغة الموزونة بكمية قليلة من الماء المقطر حتى تذوب كلياً.
- ❖ نكمل كمية الماء المتبقية وصولاً إلى خط العياري.
- ❖ \*\*

(ب)

(أ)

الشكل 6. صورة لصبغة أزرق الميثيلين (أ) على شكل مسحوق ، (ب) في شكل محلول.

#### 2.2.4 تحديد القيمة التجريبية لطول الموجة الأعظمي لصبغة أزرق الميثيلين:

##### الأدوات والأجهزة المستعملة:

- محلول أزرق الميثيلين (المحلول الأم).
- ماصة.
- مخبر مدرج.
- بيشر.
- جهاز UV-visible .

- ماء مقطر.

#### طريقة العمل:

نقوم بتحضير محلول إنطلاقاً من المحلول الأم، نضع العينة في جهاز المطيافية للأشعة فوق البنفسجية المرئية و نقوم بالمسح في المجال الموضح في الشكل أدناه لتحديد طول الموجة الأعظمي.

شكل 7. منحنى طول الموجة الأعظمي لأزرق الميثيلين.

#### 3.2.4 منحنى المعايرة للصبغة:

تم تحضير محاليل مخففة من أزرق الميثيلين انطلاقاً من المحلول الأم، ثم يتم تحليلها بواسطة جهاز الطيف الضوئي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية.

شكل 8. محاليل مخففة من المحلول الأم لأزرق الميثيلين.

5. تجارب الامتزاز:

• الأدوات والأجهزة المستعملة:

- 10 بياشر.
- ماصة.
- ملعقة.
- أنابيب.
- ماء مقطر.
- محلول أزرق الميثيلين.
- كتلة حيوية.
- محرار.
- جهاز pH متر.
- خلاط مغناطيسي.
- جهاز قياس الطيف المغناطيسي UV\_visible.
- جهاز الطرد المركزي.

• طريقة العمل:

- ❖ تم إجراء تجارب الامتزاز لـ MB على ND في حوجلات.
- ❖ .
- ❖ تم إجراء تجارب الامتزاز عن طريق تغيير العوامل المؤثرة لتحديد الظروف المثلى لامتزاز MB.
- ❖ تم تعديل pH.
- ❖ تم وضع المزيج (ND-MB) في أنابيب لتوضع داخل جهاز الطرد المركزي.
- ❖ تم مراقبة تراكيز MB.
- ❖ في الدراسة الديناميكية الحرارية، تم تطبيق إجراءات مماثلة، مع ثبات العوامل المؤثرة الأخرى.
- ❖ يتم تعيين قيمة كمية الحرارة الانتالبي المصاحبة للامتزاز  $\Delta H^\circ$  برسم قيم  $\text{Log } K_d$  مقابل مقلوب الحرارة  $\frac{1}{T}$  إستناداً لمعادلة فان ت هوف [5]:

$$\text{IV-1} \quad \ln(k_d) = \frac{\Delta S^\circ}{R} - \frac{\Delta H^\circ}{RT}$$

$$\text{IV-2} \quad K_d = \frac{q_e}{C_e}$$

أما التغير في قيمة الطاقة الحرة ( $\Delta G^\circ$ ) فتم حسابها بالمعادلة التالية<sup>[6]</sup>:

$$IV-3 \quad \Delta G^\circ = -RT \ln K_d$$

وبذلك أمكن الحصول على قيم التغير في الأنتروبي ( $\Delta S^\circ$ ) من خلال تطبيق المعادلة الآتية<sup>[6]</sup>:

$$IV-4 \quad \Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$$

حيث:

$\Delta H^\circ$  : مقدار التغير في أنتالبي التفاعل وحدته (كيلوجول/مول).

$\Delta G^\circ$  : مقدار التغير في الطاقة الحرة للتفاعل وحدته (كيلوجول/مول).

$\Delta S^\circ$  : مقدار التغير في أنتروبي التفاعل وحدته (جول/مول.كلفن).

R : الثابت العام للغازات والمقداره 8.314 (جول/مول.كلفن).

T: درجة الحرارة المطلقة وحدتها (كلفن).

$K_d$  : معامل التوزيع للامتزاز.

تم قياس امتصاصية المحلول الرائق بواسطة جهاز المطيافية، تم حساب الكمية الممتزة عند التوازن والنسبة المئوية لإزالة اللون من MB باستخدام المعادلات التالية<sup>[7]</sup>:

$$IV-5 \quad ****$$

$$IV-6 \quad *****$$

$C_0$ : هو تركيز محلول أزرق الميثيلين الأم.

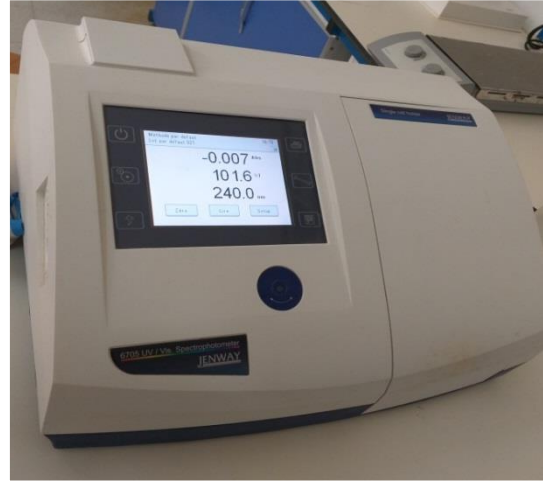
$C_e$ : هو تركيز محلول أزرق الميثيلين عند التوازن.

V: هو حجم محلول أزرق الميثيلين.

✓ بعض صور للأجهزة المستعملة:



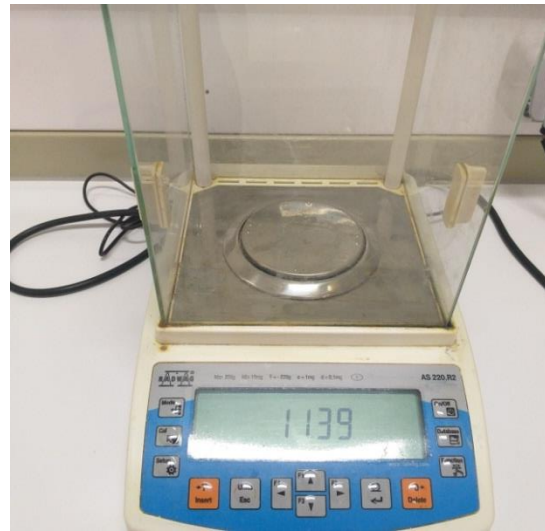
شكل 10. جهاز الطرد المركزي.



شكل 9. جهاز المطيافية UV.



شكل 12. جهاز ال pH متر.



شكل 11. ميزان حساس.

## الجزء الثاني

**1. المادة النباتية:**

استعمل في هذه الدراسة قمح ذو الخصائص التقنية الموضحة في الجدول التالي:

**جدول 2: بعض الخصائص لصنف القمح الصلب (VITRON) [8].**



**2. المحاليل والأدوات والأجهزة المستعملة :**

تم في هذه التجربة استعمال المحاليل و الأدوات و الأجهزة التالية:

- ماء مقطر.
- ماء جافيل.
- محلول أزرق الميثيلين.
- علب بتري.
- ورق صحي.
- سحاحة .
- حوجلة.
- مقص.
- ميزان حساس.
- ورق ألمنيوم.
- حاضنة حرارية Etuve.

**3. طرق الدراسة:****1.3 موقع التجربة:**

أجريت التجربة في قاعة مكيفة في كلية العلوم الطبيعة والحياة بجامعة الشهيد حمه لخضر

للموسم 2022/2021.

**2.3 تحضير بذور القمح:****3.3 تحضير المحاليل:**

استعمال ماء مقطر وصبغة أزرق الميثيلين العضوية لتحضير المحاليل التالية:

تركيز الشاهد  $C_0$ .

تركيز الماء الملوث  $C_1$ .

تركيز الماء المعالج  $C_2$ .

**4.3 طريقة العمل:**

أجري اختبار الانبات في علب بتري ، تم وضع بذور لكل طبق بتري.

قمنا بمختلف القياسات للمعايير المراد دراستها لمختلف المعاملات.

(ج)

(ب)

(أ)

**الشكل 13.** عملية إنبات نبات القمح في اليوم السادس (أ) الشاهد / (ب) ماء معالج / (ج) ماء ملوث.

**5.3 المعايير المدروسة:**

بعد أيام من الزرع قمنا بدراسة مختلف المعايير، بحيث تم أخذ قياسات العينات (عينتان/

تكرار/معامل) وهي طازجة.

**معايير الانبات:**

\*\*\*\*\*



# المراجع

- [1] Bentahar, Y. (2016). Caractérisation physico-chimique des argiles marocaines: application à l'adsorption de l'arsenic et des colorants cationiques en solution aqueuse (Doctoral dissertation, Université Côte d'Azur (ComUE)).
- [2] Jacky RUSTE, " Microscopie électronique à balayage - Principe et équipement", Date de publication : 10 mars 2013. Réf : P865 v3.
- [3] Rafatullah M, Sulaiman O, Hashim R, Ahmad A. Adsorption of methylene blue on low-cost adsorbents: a review. *Journal of hazardous materials*;177:70- 80; 2010.
- [4] Tafer, R. (2007). Photodégradation directe et induite de micro-polluants organiques (cas d'un colorant azoïque). Graduation thesis for obtaining a master's degree, specializing in chemistry, Constantine University. Pp 14-15.
- [5] Jawad, A. H., Waheeb, A. S., Rashid, R. A., Nawawi, W. I., & Yousif, E. (2018). Equilibrium isotherms, kinetics, and thermodynamics studies of methylene blue adsorption on pomegranate (*Punica granatum*) peels as a natural low-cost biosorbent. *Desalin Water Treat*, 105, 322-331.
- [6] Jawad, A. H., Kadhum, A. M., & Ngoh, Y. S. (2018). Applicability of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels as low-cost biosorbent for adsorption of methylene blue from aqueous solution: kinetics, equilibrium and thermodynamics studies. *Desalin Water Treat*, 109, 231-240.
- [7] Abdulhameed, A. S., Mohammad, A. T., & Jawad, A. H. (2019). Application of response surface methodology for enhanced synthesis of chitosan tripolyphosphate/TiO<sub>2</sub> nanocomposite and adsorption of reactive orange 16 dye. *Journal of Cleaner Production*, 232, 43-56.
- [8] Benbelkacem A., Kellou K. 2000. Evolution du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) cultivées en Algérie. Symposium blé 2000 enjeux et stratégie. Pp192.

- [9] Tanveer A, Rehman A, Javaid M.M, Abbas R.N, Sibtain M, Ahmad A, Zamir M.S, Chaudhary K.M et Aziz A., (2010). Allelopathic potential of *Euphorbia helioscopia* L. against wheat (*Triticum aestivum* L.), chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Medic.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34, 75–81.
- [10] Abdul-Baki, A. A., et Anderson, J.D. (1973). Vigor determination in soybean seed by multiple criteria 1. *Crop Science*, 13(6), 630- 633
- [11] Gupta S., Meena M., Datta S., (2016): Effect Of Selected Heavy Metals (Lead And Zinc) On Seedling Growth Of Soybean *Glycine Max* (L.) Merr. *International Journal Of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences* 8: (8), 302-305.



# الفصل الخامس:

مناقشة النتائج

## الجزء الأول

### 1. دراسة خصائص الكتلة الحيوية (Characterization of ND):

تشير النتائج إلى أن هناك لمكونات رئيسية ل ND. حيث تظهر مكونات جديدة مع تناقص في نسبة المكونات الرئيسية بعد عملية الامتزاز كما هو موضح في الجدول (1). كما يرتبط نمط الامتزاز على مواد الكتلة الحيوية ارتباطاً وثيقاً بتوافر المجموعات الوظيفية النشطة وروابط سطح ND، ولتوضيح هذه المواقع النشطة تم إجراء التحليل الطيفي FTIR، المجهر الإلكتروني الماسح SEM على ND قبل وبعد الامتزاز MB ودراسة شحنة العينة.

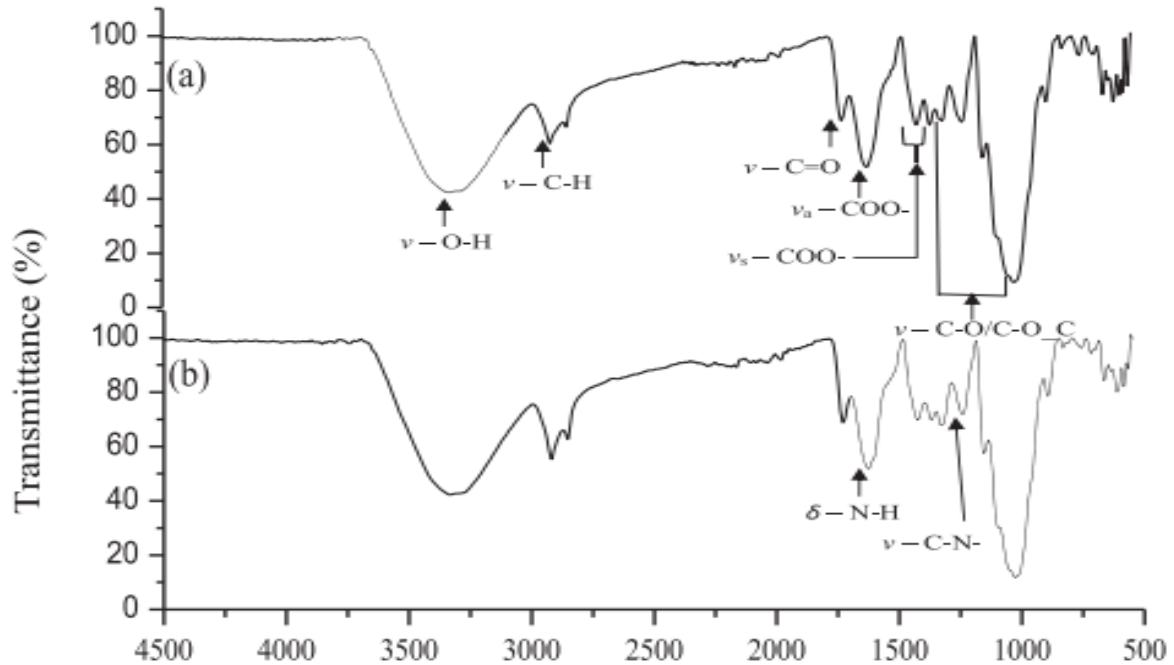
جدول 1. خصائص ND قبل وبعد الامتزاز .


### 1.1 التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء FTIR:

تظهر العديد من نطاقات الأشعة تحت الحمراء في طيف FTIR الخاصة بـ ND قبل الامتزاز الشكل (1.أ) والتي تشير إلى مجموعات وظيفية مختلفة وفقاً للطول الموجي (سم<sup>-1</sup>).

يمتلك الطيف نطاقاً واسعاً في المنطقة تم تعيينها لإمتداد مجموعات (-OH) السليلوز والبكتين واللجنين بينما يتميز النطاق بشكل عام بإهتزازات إستطالة الرابطة (C-H) الممتدة من مجموعة الميثيلين.

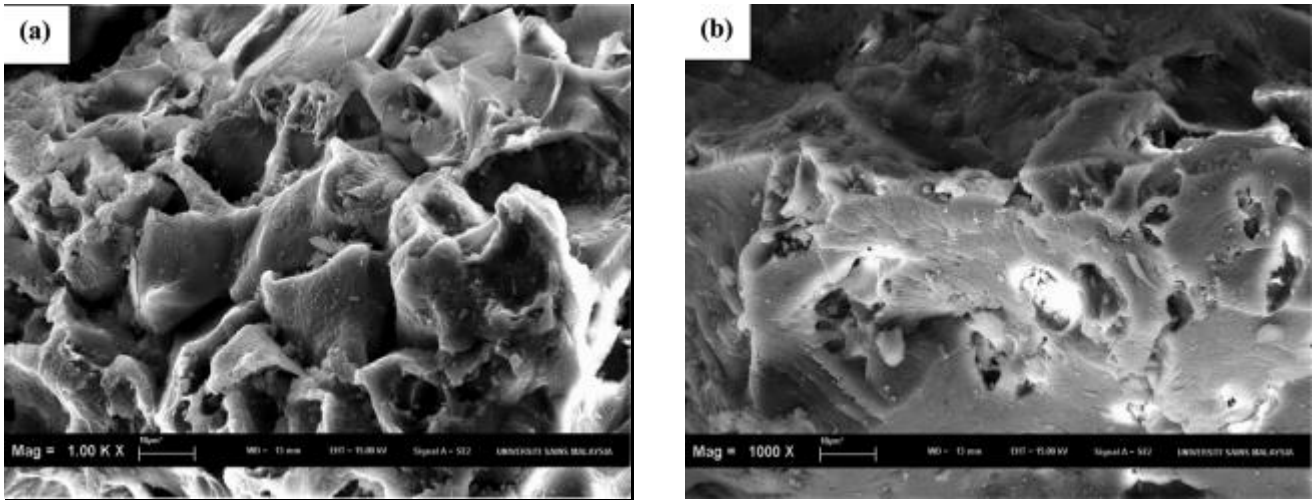
كما هو موضح بواسطة طيفية الأشعة تحت الحمراء من ND بعد امتزاز MB الشكل (1. ب)، تشير النطاقات الجديدة إلى تمدد رابطة (N-H) و إلى اهتزاز تمدد رابطة (N-O) النيترو إلى تفاعل جزيئات MB.



الشكل 1. طيف الأشعة تحت الحمراء لـ ND أ/ قبل ، ب/ بعد الامتزاز.

## 2.1 المجهر الإلكتروني الماسح SEM:

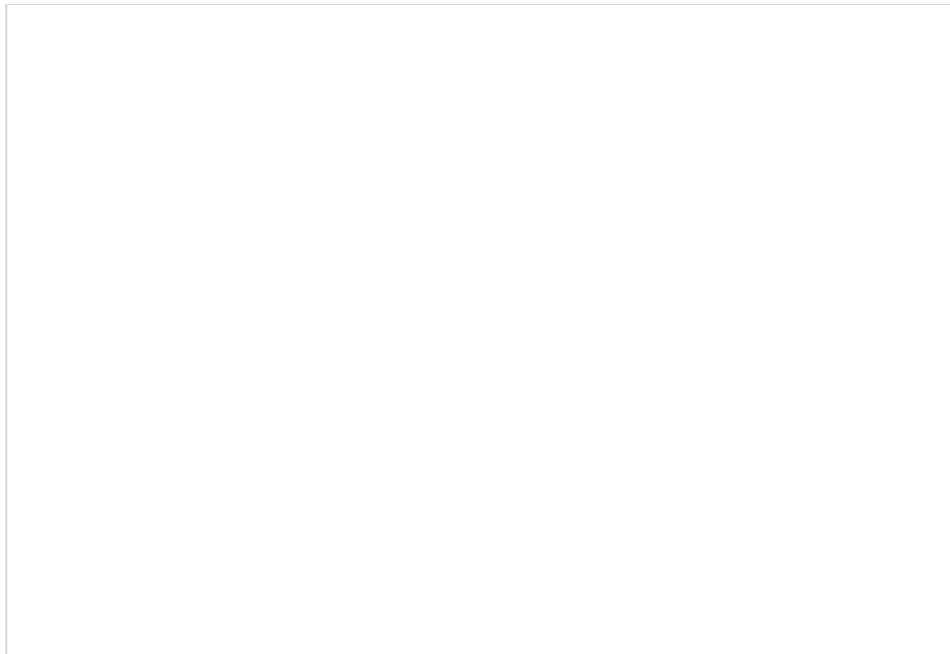
تم تحديد التغييرات في الشكل السطحي لـ ND قبل وبعد امتزاز MB من خلال مقارنة صور SEM الخاصة بهم. إستناداً إلى الشكل (2.أ)، يمتلك ND قبل الإمتزاز MB سطحاً غير مستوٍ وغير منتظم في هذه الأثناء، تكشف صورة SEM لـ ND بعد امتزاز MB في الشكل (2.ب) عن هياكل مسامية منخفضة واضحة، يثبت الشكل (2.ب) إرتباط MB على ND.



الشكل 2. صورة تحت المجهر الإلكتروني الماسح للعينة ND /a قبل ، b/ بعد الامتزاز.

### 3.1 دراسة شحنة العينة $pH_z$ :

تم تحديد  $pH_z$  لنوى التمر (ND) لمعرفة pH الذي تكون عنده الشحنة الكهربائية لسطح ND معدومة. يوضح الشكل (3)  $pH_z$  لـ ND و هو ما يبرر إختيارنا لدراسة صبغة أزرق الميثيلين.



الشكل 3. منحنى  $pH_z$  للعينة ND.

## 2. دراسة تأثير عوامل الإمتزاز

## 1.2. تأثير الكتلة (Effect of adsorbent dose):

لدراسة تأثير كتلة المادة ND امتزاز MB، أجريت التجربة بكميات من ND، عند حجم محلول و تركيز من صبغة أزرق الميثيلين، ثم تحديد الشروط التجريبية الأخرى.



## الشكل 4. تأثير كتلة ND على إزالة صبغة الميثيلين الأزرق.

بشكل عام، زادت نسبة إزالة الصبغة مع زيادة كتلة المادة الحيوية، في هذه الدراسة، نلاحظ زيادة مردود إزالة MB بشكل متماثل مع زيادة كتلة ND، كما نلاحظ أيضا أن إضافة كتل أكبر من المادة الحيوية لم تؤدي إلى زيادة معتبرة في مردود إزالة الصبغة، مع بقاء المردود ثابت تقريبا بزيادة طفيفة يمكن إهمالها. مما أدى إلى انخفاض في مساحة السطح الفعالة لـ ND لامتزاز MB [2].

## تأثير الرقم الهيدروجيني (Effect of pH):

تلعب قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) للمحلول، دورًا مهمًا في التحكم في عملية الامتزاز، حيث تؤثر أساسا على الشحنة السطحية للمادة المازة. كما يوضح الشكل (5)، يؤثر الرقم الهيدروجيني على امتزاز MB بواسطة ND، كما نلاحظ زيادة امتزاز أزرق الميثيلين بواسطة ND. عند قيم pH أكبر، نلاحظ عدم زيادة إضافية معتبرة في قيم مردود الإزالة.



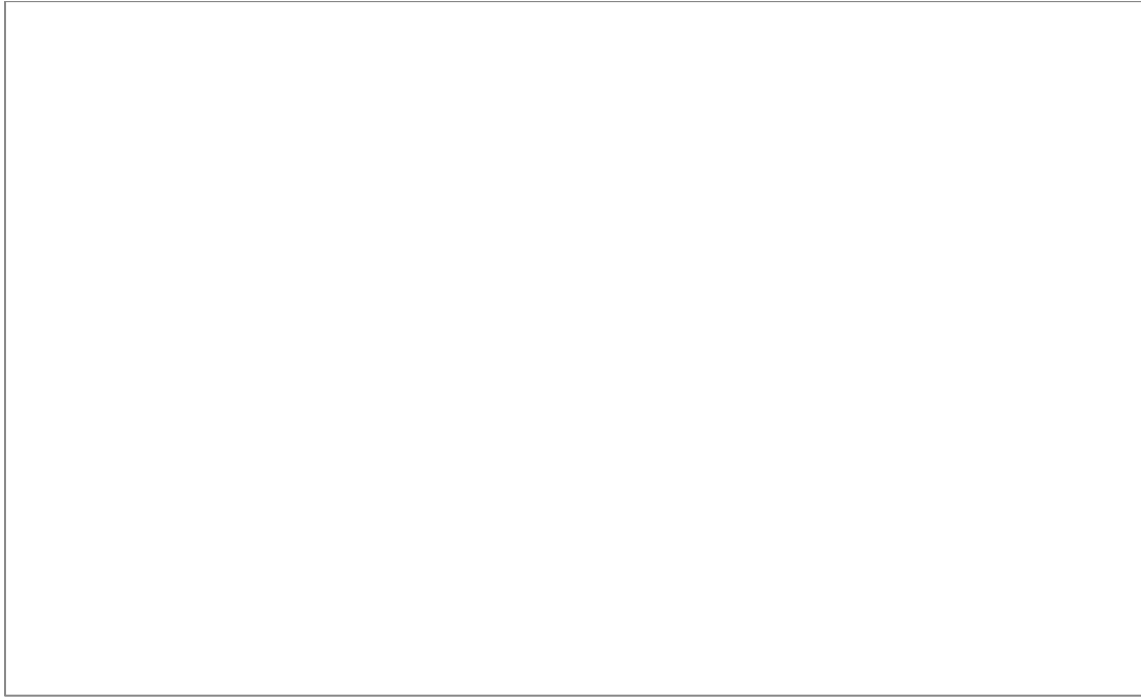
الشكل 5. تأثير pH على مردود الإزالة.

### 3.2 تأثير زمن الاتزان (Effect of equilibrium time):

تم تقييم كفاءة الامتزاز لصبغة MB الممتز على سطح ND ابتداء من لحظة تلامس الكتلة الحيوية مع تركيز الصبغة الأولي كما هو موضح في الشكل 6.

يظهر الشكل العام لمنحنى الشكل 6 زيادة للكمية الممتزة بدلالة الزمن. تُظهر عملية امتزاز MB في جميع التراكيز على أنها كانت في المرحلة الأولية \*\*\* مع زيادة الزمن وصولاً لحالة التوازن. ويرجع تفسير ذلك إلى أنه في المرحلة الأولى من عملية الامتزاز.

يمكن توضيح هذه الملاحظة بأنه من المعروف أثناء امتزاز الأصباغ تصل جزيئات الصبغة في البداية إلى الطبقة الحدودية، ثم تنتشر على سطح المادة المازة، لتنتشر أخيراً في البنية المسامية للمادة المازة [4]. لهذا السبب، تستغرق محاليل أزرق الميثيلين ذات التركيزات الأولية العالية \*\*\*، أيضاً مثل توجه جزيئات MB للاختراق بشكل أعمق في الداخل المسامي للمادة المازة [5]. يتضح أن تركيز الصبغة الأولي يلعب دوراً مهماً في قدرة إمتزاز أزرق الميثيلين بواسطة ND.



الشكل 6. تأثير التراكيز الأولية و زمن الاتزان على إمتزاز MB بواسطة ND.

### 3. دراسة متساوي حرارة الامتزاز (Adsorption Isotherms):

يتم تطبيق متساوي حرارة الامتزاز لتحديد العلاقة بين كمية الامتزاز وتركيز توازنه في المحلول. هناك العديد من معادلات متساوي الحرارة ولكن تم استخدام في هذه الدراسة النماذج الأكثر شيوعاً ( لونجمير، فروندليش وتيمكن) وذلك لفحص بيانات الامتزاز [6].

### 1.3 نموذج لونجمير:

يصف متساوي الحرارة لونجمير على أنه امتزاز أحادي الطبقة وذلك بتغطية مساحة السطح بأكملها بطبقة واحدة من الجزيئات ولا يمكن أن يحدث امتزاز آخر. تمت معالجة نتائج تجارب امتزاز صبغة MB على ND بواسطة نموذج لونجمير ممثلة بالمعادلة التالية [7]:

$$V-1 \quad \frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{max} \times K_L} + \frac{C_e}{q_{max}}$$

حيث:

$C_e$ : التركيز عند الاتزان (ملغ/ل).

$q_e$ : الكمية الممتزة عند الاتزان (ملغ/غ).

$K_L$ : ثابت التوازن بالنسبة لنموذج لانجمير (غ/ملغ).

$q_{max}$ : هي الكمية الأعظمية الممتزة لأحادي الطبقة (ملغ/غ).

حيث يتم تحديد قيم  $q_{max}$  و  $K_L$  من خط الميل و التقاطع مع المحور  $y$  على الترتيب والنتائج المتحصل عليها نلخصها في الجدول 2:

يتم تعريف عامل الفصل أو معامل التوازن  $R_L$  على أنه:

$$V-2 \quad R_L = \frac{1}{1+K_L \times C_0}$$

حيث:

$C_0$ : هو التركيز الابتدائي الأعظمي (ملغ/ل).

$K_L$ : هو ثابت لوانجمير (ل/ملغ).

تشير قيمة  $R_L$  إلى ما إذا كان متساوي الحرارة مفضل أم لا ( $0 < R_L < 1$ ).

✓ إذا كان:  $R_L > 1$  يقال أن الامتزاز غير مفضل.

✓ إذا كان:  $R = 1$  يقال أن الامتزاز خطي.

✓ إذا كان:  $0 < R_L < 1$  يقال أن الامتزاز مفضل.

## 2.2 نموذج فروندليش:

يفترض نموذج فروندليش أن الامتزاز متعدد الطبقات وأن السبب في هذا التفاضل أن سطح المادة المازة غير متجانس حيث يمكن كتابة النموذج وفق العلاقة التالية:

$$V-3 \quad q_e = K_F \times C_e^{\frac{1}{n}}$$

بإدخال اللوغاريتم على طرفي المعادلة نجد:

$$V-4 \quad \ln(q_e) = \ln(K_F) + \frac{1}{n} \times \ln(C_e)$$

حيث:

$q_e$ : سعة الإمتزاز عند التوازن (ملغ/غ).

$K_F$ : ثابت فروندليش (ملغ/غ).

$n$ : ثابت تجريبي (غ/ل).

$C_e$ : هو التركيز الابتدائي عند التوازن (ملغ/ل).

التمثيل البياني ل  $\ln(q_e)$  بدلالة  $\ln(C_e)$  لامتزاز صبغة أزرق الميثيلين على الكتلة الحيوية ND هو خط مستقيم ميله  $(\frac{1}{n})$  و يتقاطع مع المحور y عند  $\ln(K_F)$ .

- تعطي قيمة  $\frac{1}{n}$  مؤشرا على صحة الامتزاز.

### 3.3 نموذج تيمكن:

يستخدم نموذج تيمكن لشرح التفاعل بين الجزيئات الممتزة على السطح [11]. هذا النموذج ينص على أن حرارة الامتزاز تختلف خطيا مع درجة التداخل حيث هذا الاختلاف يكون إما:

- إختلافا يتعلق بتجانس السطح [12].

- تفاعل بين الجزيئات جانبيا.

ومعادلة تيمكن كالاتي:

$$V-5 \quad q_e = B \ln(K_T) + B \ln(C_e)$$

لدينا:

$$V-6 \quad B = \frac{R}{b_T}$$

حيث:

**B** : ثابت متعلق بحرارة الإمتزاز (جول/مول).

**T** : درجة الحرارة (كلفن).

**R** : ثابت الغازات المثالية (8.314 جول/مول.كلفن).

**b** : ثابت تيمكن متعلق بحرارة الامتزاز.

**K<sub>T</sub>** : ثابت التوازن الموافق لأقصى طاقة رابطة (غ/ل).

يتم تحديد هذه الثوابت انطلاقاً من تقاطع  $q_e$  مع  $\ln Ce$ .

يتم تسجيل المنحنيات غير الخطية لنماذج متساوي الحرارة و ثوابت متساوي الحرارة الأخرى في الجدول 2. وفقاً لقيم معامل الانحدار العالية (الجدول 2)، يوفر نموذج متساوي الحرارة \*\*\* ملاءمة مرضية لنتائج متساوي الحرارة.

**الشكل 7.** نماذج لونجمير، فروندليش و تيمكن لامتزاز صبغة أزرق الميثيلين على الكتلة الحيوية.

من خلال مطابقة النتائج المتحصل عليها في الجدول مع المعادلات الخطية لكل من فروندليش، لونجمير و تيمكن يتضح أن متساوي حرارة الامتزاز يتبع متساوي حرارة \*\*\* وذلك وفقاً للمعاملات  $R^2$  و سعة الامتزاز العظمى  $q_{max}$ .

**جدول 2.** قيم ثوابت متساويات الحرارة لنماذج لونجمير، فروندليش و تيمكن.


#### 4. النمذجة الحركية:

تم تحليل حركية الامتزاز لـ MB في بيانات سطح ND باستخدام نماذج شبه الحركة من الرتبة الأولى (PFO) ونماذج الرتبة الثانية (PSO) لتحديد معدل الامتزاز وكذلك لشرح التفاعل بين المازات والممتزات التي حدثت. تم تقديم التوافق بين البيانات التجريبية والقيم المتوقعة للنموذج بواسطة معامل التحديد.

--	--

#### الشكل 8. منحنى الحركة للرتبة أ/ شبه الأولى، ب/ شبه الثانية.

من خلال الشكل (8) يتضح جليا أن القيم التجريبية لإمتزاز صبغة أزرق الميثيلين على سطح المادة الحيوية يتبع \*\*\*\* مهما كانت قيمة التركيز الأولي للصبغة في المجال المدروس.

### 1.4 نموذج حركية الرتبة شبه الاولى PFO:

وقد تم الافتراض في هذا النموذج أن معدل الامتزاز في الزمن  $t$  يتناسب مع الفرق بين الكمية الممتزة عند التوازن  $q_e$  و مقدار  $q_t$  الممتزة في ذلك الزمن، ويكون قابلا للانعكاس. تم استنتاج ثابت معدل الامتزاز الأول من النموذج الذي وضعه لونجمير جيرن وتم كتابة القانون كالآتي :

$$V-7 \quad q_t = q_e (1 - \exp^{-K_1 t})$$

حيث:

$q_e$ : سعة الامتزاز عند التوازن بوحدة (ملغ/غ).

$t$ : زمن الاتصال (دقيقة).

$q_t$ : سعة الامتزاز عند اللحظة  $t$  بوحدة (ملغ/غ).

$K_1$ : ثابت السرعة لحركية شبه الدرجة الاولى (دقيقة<sup>-1</sup>).

ندخل اللوغاريتم على المعادلة السابقة فنجد:

$$V-8 \quad \ln(q_e - q_t) = -K_1 \times t$$

### 2.3 نموذج حركية الرتبة شبه الثانية PSO:

سرعة تفاعل شبه الدرجة الثانية متعلقة بالكمية الممتزة على السطح الماز والكمية الممتزة عند التوازن، ويكتب بالعلاقة التالية:

$$V-9 \quad \frac{dq_t}{dt} = k_2 (q_e - q_t)^2$$

تكامل هذه المعادلة يعطينا :

$$V-10 \quad \frac{t}{q_t} = \frac{1}{(k_2 \times q_e^2)} + \frac{t}{q_e}$$

حيث:

$K_2$ : ثابت سرعة الامتزاز لرتبة شبه الثانية (غ/مول.دقيقة).

$q_e$ : الكمية الممتزة عند التوازن لكل غرام من الماز (ملغ/غ).

**جدول 3.** ثوابت حركية الرتبة شبه الأولى والثانية لإمتزاز أزرق الميثيلين.



تُظهر نتائج ثوابت الحركية لإمتزاز MB المدونة في الجدول (3) أنها وفقا لجميع التراكيز الأولية المدروسة. كما أن قيمة  $q_e$  المحسوبة لهذا النموذج ملائمة. التي يتضح أنها تتزايد، هذه النتيجة وتدعم ما حصلنا عليه.

#### 3.4 نموذج الانتشار داخل الجسيمات:

لتحديد آلية الإنتشار قمنا بتحليل النتائج الحركية باستخدام نموذج الانتشار داخل الجسيم وفقا لـ Webere and Morris وذلك باستخدام قانون فيك الثاني للإنتشار بالمعادلة التالية:

V-11

\*\*\*\*\*

حيث أن:

$K_i$  : ثابت معدل الانتشار داخل الجسيمات (ملغ/غ.د<sup>2/1</sup>).

$C$  : ثابت يصف سمك الطبقة الحدية (ملغ/غ).

يتم حساب الثوابت من خط ميل  $q_t$  مقابل  $t^{1/2}$  والموضحة في الجدول (4) التالي:

**جدول 4:** ثوابت نموذج الانتشار داخل الجسيمات وقيم  $R^2$  عند عدة تراكيز أولية من MB.



**الشكل 9.** تمثيل نموذج الانتشار داخل الجسيمات لامتزاز أزرق الميثيلين عند تراكيز أولية مختلفة. نلاحظ من خلال الشكل (9) تواجد قسمين خطيين، حيث تشير إلى أن عملية الإمتزاز في هذه الحالة يتم التحكم فيها عبر مرحلتين. ويتم امتزازه أخيراً بواسطة السطح الداخلي للمادة المازة.

### 5. النمذجة الترموديناميكية:

تحديد المعاملات الديناميكية الحرارية مهم جداً لفهم تأثير درجة الحرارة على الامتزاز بشكل أفضل، من حيث المبدأ يمكنها أيضاً التنبؤ بقوة الروابط بين المادة المازة و الممتزة ويمكن حساب هذه

المعاملات من خلال الجمع بين المعادلة الديناميكية الحرارية  $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$  ومعادلة فان-هوف للوصول إلى معادلة Eyring [16]:

$$V-12 \quad \ln(k_d) = \frac{\Delta S^\circ}{R} - \frac{\Delta H^\circ}{RT}$$

$$V-13 \quad K_d = \frac{q_e}{c_e}$$

حيث:

$\Delta G^\circ$ : يمثل طاقة غيبس الحرة (كيلو جول/مول).

$\Delta H^\circ$ : يمثل التغير في المحتوى الحراري القياسي (الأنتالبي) (كيلو جول/مول. كلفن).

الذي يعبر عن طاقة التفاعل بين الجزيئات والسطح الماز تشير القيمة  $\Delta H^\circ$  إلى أن عملية الامتزاز  $\Delta H^\circ$  ، إذا كانت  $\Delta H^\circ$  فإن عملية الامتزاز ستكون  $\Delta H^\circ$ .

$\Delta S^\circ$ : يمثل التغير في الأنتروبي القياسي (كيلو جول/مول).

وهي كمية تقيس الإضطراب في الواجهة الصلبة والسائلة وتعبّر عن تقارب المادة المذابة إتجاه الممتزات.

$T$ : درجة الحرارة المطلقة (كلفن).

$K_d$ : معامل التوزيع للامتزاز.

رسم منحنى ( $\ln K_d$ ) كدالة لـ  $\left(\frac{1}{T}\right)$  يجعل من الممكن تحديد  $\frac{-\Delta H}{R}$  (خط ميل) و  $\frac{\Delta S}{R}$  (تقاطع Y)

[17]



الشكل 10. ترموديناميكية الإمتزاز لـ MB.

جدول 5. العوامل الترموديناميكية لإمتزاز للصبغة MB عند درجات حرارة مختلفة.



من خلال الشكل (10) والجدول (3) أظهرت نتائج النمذجة الحرارية أن عملية الامتزاز كانت ملائمة عند درجات الحرارة \*\*\* ذات طبيعة \*\*\*.

## 7. دراسة مقارنة:

من خلال بحثنا في قواعد البحث Science direct و Springer تبين وجود عدد قليل جدا من المقالات لمجموعة الدراسات السابقة التي أجريت في مجال نزع الملوثات من المياه بواسطة تقنية الإمتزاز بالكتلة الحيوية " نوى التمر" المبينة في الجدول (6) والتي أوضحت أن مردود الإزالة لدراستنا المتحصل عليها تعطى نتائج أفضل مقارنة بجميع الدراسات السابقة.

## جدول 6. مقارنة النتائج الحالية المتحصل عليها مع دراسات سابقة.

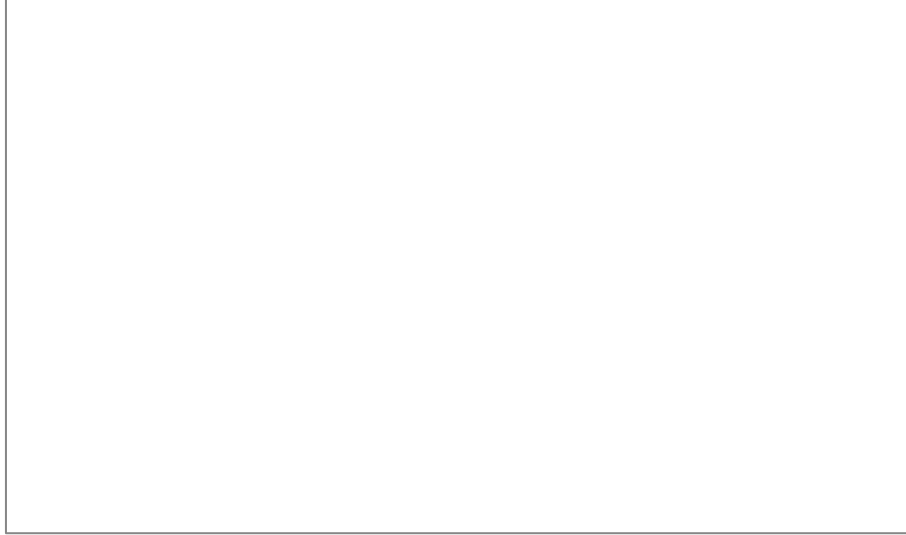


## الجزء الثاني

## 1. النتائج:

## 1.1 النسبة المئوية للإنبات (GP%):

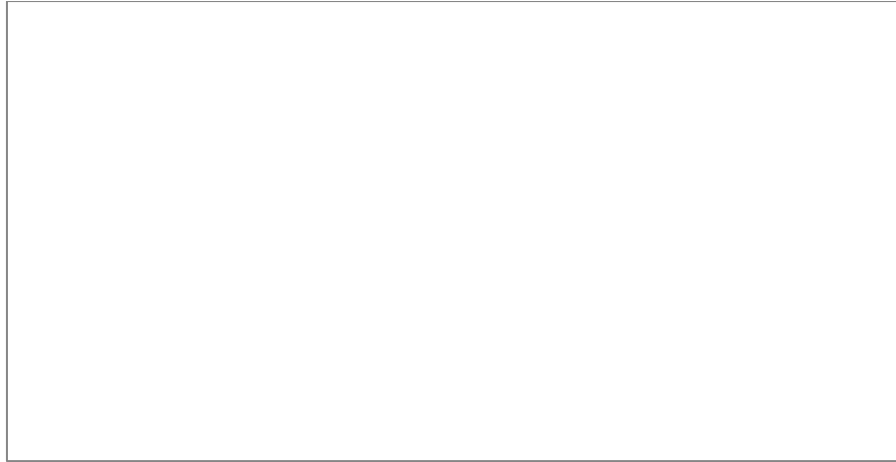
حسب النتائج المتحصل عليها (الشكل 11) فإن هناك انخفاض في متوسط نسب إنبات بذور القمح الصلب (*Triticum durum* Var. *Vitron*) تحت تأثير صبغة MB في الوسط، حيث سجلت نسبة الإنبات\*\*\* عند كل من التركيزين مقارنة مع نسبة إنبات بذور الشاهد.



الشكل 11. متوسط نسبة الإنبات (GP%) لبذور القمح الصلب (*Triticum durum* Var. *Vitron*) بدلالة مستويات صبغة الميثيلين الأزرق (MB) في الوسط.

### 2.1 مؤشر قوة البذور (SVI):

حسب النتائج الموضحة في الشكل 12، فإن هناك انخفاض، في مؤشر قوة البذور SVI لدى صنف القمح الصلب، حيث سجلت أقل قيمة لمؤشر SVI تحت تأثير التركيز الأعلى لتلوث الماء بصبغة MB، في حين كانت أعلى قيمة عند البذور المعاملة بالماء المقطر.



الشكل 12. مؤشر قوة الإنبات SVI لدى صنف القمح الصلب (*Triticum durum* Var. *Vitron*) بدلالة مستويات صبغة أزرق الميثيلين (MB) في الوسط.

3.1 الوزن الجاف للسويقة (SHW)، الوزن الجاف للجذير (RTW)، الوزن الكلي الجاف للبادرة (TSW) والنسبة جذير/سويقة (RTW/SHW) لدى بادرات القمح:

تبين النتائج المسجلة في الجدول (06) انخفاض في أوزان بادرات القمح الصلب تحت تأثير تركيز صبغة MB في الوسط. تم تسجيل أكبر وزن عند باردات القمح الشاهد، في حين تم تسجيل أدنى وزن عند باردات القمح تحت تأثير سمية التركيز الأعلى من صبغة MB. أكدت النتائج أيضا إنخفاضا في أوزان كل من السويقة والجذير لبادرات القمح تحت تأثير سمية صبغة MB في الوسط (الجدول 07)، حيث تم تسجيل أكبر أوزان للسويقة والجذير عند باردات القمح الشاهد، في حين تم تسجيل أدنى الأوزان للسويقة والجذير عند باردات القمح المعالجة بالتركيز العالي من صبغة MB.

**جدول 7.** وزن الجذير RTW، وزن السويقة SHW، وزن البادرة TSW وكذلك نسبة RTW/SHW لصنف القمح (*Triticum durum Var. Vitron*) بدلالة تركيز صبغة أزرق الميثيلين في الوسط.



#### 4.1 طول السويقة (SHL)، طول الجذير (RTL)، الطول الكلي للبادرة (TSL)، أيضا النسبة جذير/سويقة (RTL/SHL):

تبين النتائج المسجلة في الجدول 08 انخفاض في أطوال بادرات القمح الصلب تحت تأثير تركيز صبغة MB في الوسط، حيث تم تسجيل أعلى طول عند باردات القمح الشاهد، في حين تم تسجيل أدنى طول عند باردات القمح المعالجة بأعلى تركيز من صبغة MB.

أكدت النتائج أيضا انخفاض في أطوال كل من السويقة والجذير لبادرات القمح تحت تأثير اجهد صبغة MB في الوسط (الجدول 08)، حيث تم تسجيل أعلى طول للسويقة والجذير عند باردات

القمح الشاهد، في حين تم تسجيل أدنى الأطوال للسويقة والجذير عند بادرات القمح تحت تأثير سمية أعلى تركيز من صبغة MB.

**جدول 8.** طول الجذير RTW، طول السويقة SHW، طول البادرة TSW وكذلك نسبة RTW/SHW لصنف القمح (*Triticum durum Var. Vitron*) بدلالة تركيز صبغة أزرق الميثيلين في الوسط.



**5.1** وزن المدخرات البذرية المستهلكة (RSR)، نسبة معدل استنفاد المدخرات البذرية (SRRR) ونسبة حركية المدخرات البذرية (RMRS):

تبين النتائج المتحصل عليها (الجدول 09) انخفاض في كل المعايير المدروسة تحت تأثير إجهاد صبغة MB في الوسط، حيث تم تسجيل أعلى قيمة لكل من RSR، SRRR و RMRS لبذور بادرات القمح الشاهد، في حين تم تسجيل أدنى القيم لكل من RSR، SRRR و RMRS لبذور بادرات القمح تحت تأثير سمية التركيز العالي لصبغة MB.

**جدول 9.** وزن المدخرات البذرية المستهلكة (RSR)، نسبة معدل استنفاد المدخرات البذرية (SRRR) ونسبة حركية المدخرات البذرية (RMRS) لدى بذور صنف القمح الصلب (*Triticum durum Var. Vitron*) بدلالة تركيز صبغة أزرق الميثيلين.


## 2. المناقشة:

### 1.2 تأثير صبغة MB على انبات بذور القمح الصلب:

من المعروف أن عملية إنبات البذور عملية معقدة تبدأ بإمتصاص الماء لتنشيط البروتينات الإنزيمية [22]. من خلال النتائج المتحصل عليها في متوسط نسبة الإنبات % GP عند القمح وهذا ما يتوافق مع ما توصل إليه العالم (Rahman et al.,2019) الذي لاحظ أن هناك تأثير على نسبة الإنبات لدى بذور الأرز عند معالجتها بصبغة BLCK التي أظهرت أقل نسبة في التركيز العالي وأعلى نسبة عند الشاهد [23].

يعتبر مؤشر قوة البذور SVI كمحدد لمستوى نشاط البذور أثناء الإنبات ومؤشر إحتمال الظهور السريع والكامل للبادرات (Mondo et al.,2013) [24]. كما إتضح من خلال النتائج أن مؤشر قوة البذور \*\*\*\*\* الصبغة في الوسط مقارنة بالشاهد حيث نرى أنه كانت علاقة مباشرة بين تركيز الصبغة و مؤشر القوة، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه العالم (Jahidul.H et al.,2013) في بذور الفاصوليا صنف (*Lablab niger var. typicus*) [25].

### 2.2 تأثير صبغة MB على نمو بادات القمح الصلب:

يتضح من خلال نتائج إنخفاض متوسط أطوال وأوزان كل من السويقة والجذير والبادرة تزامن مع إرتفاع تركيز صبغة أزرق الميثيلين في الوسط عند صنف القمح المدروس، حيث أظهرت النتائج تأثير ضئيل على طول الساق عند الماء المعالج بـ ND بينما كان التأثير واضح في الماء الملوث.

يمكن تفسير النتائج المتحصل عليها أن صبغة أزرق الميثيلين لها تأثير على آليات الإنبات ونمو الشتلات. إن زيادة نسبة السمية في هذا العضو تؤثر على العديد من العمليات الفيسيولوجية كالحد من معدل الامتصاص الماء، وعرقلة تنفس الجذور وهذا ما توصل إليه كل من العالم (Amer.H et al., 2014) عند معاملته لنبات زوان "Ryegrass" بالماء المقطر، الماء المعالج وغير المعالج [27].

### 3.2 تأثير صبغة MB على وزن، استنفاد وحركية المدخرات البذرية للقمح الصلب:

يعتبر وزن المدخرات البذرية المستهلكة والكفاءة التحويلية للمدخرات البذرية معيارين رئيسيين لزيادة نشاط البذور لتحسين الإنبات ونمو البادرات [28].

تؤثر المخلفات السائلة المختلفة على إنبات عدد من الأنواع النباتية. حيث أن التركيز العالي للنفايات السائلة يقلل من الأنشطة الأنزيمية التي تعتبر أحد أسباب التغيرات البيوكيميائية التي قد تعطل الإنبات [29].

من خلال النتائج المتحصل عليها تبين تناقص في متوسط الوزن الجاف ووزن المدخرات المستعملة، وأيضاً انخفاض في معدل استنفاد المدخرات البذرية بزيادة تركيز الصبغة في الوسط إذ تظهر تفاوت في إستجابة بذور القمح لتأثير سمية أزرق الميثيلين على وزن، إستنفاد و حركية المدخرات البذرية والكفاءة الإستقلابية للبذور وبالتالي تراجع نمو بادرات القمح.

في ظل ظروف الإجهاد البيئي قد تتعطل جزيئات تكوين الطاقة وبالتالي يتم تغيير الكربوهيدرات ومستقلبات البروتين في الغشاء وهذا يتوافق مع (Ramya.S et al.,2017) في نبات فول السوداني [30].



# المراجع

## المراجع باللغة العربية:

[16] خ. إبراهيم النعيمي وآخرون، " دراسة الامتزاز الايزوثيرمي لبعض الحوامض ثنائية الكربوكسيل باستخدام ثنائي أكسيد المنغنيز"، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الصرفة، المجلة الثامن، العدد الأول، 39، 49، 2، 41.

## المراجع باللغة الأجنبية:

[1] Hameed, B. H., & El-Khaiary, M. I. (2008). Removal of basic dye from aqueous medium using a novel agricultural waste material: Pumpkin seed hull. *Journal of Hazardous Materials*, 155(3), 601-609.

[2] Hameed, B. H. (2009). Removal of cationic dye from aqueous solution using jackfruit peel as non-conventional low-cost adsorbent. *Journal of hazardous materials*, 162(1), 344-350.

[3] Deng, C., Liu, J., Zhou, W., Zhang, Y. K., Du, K. F., & Zhao, Z. M. (2012). Fabrication of spherical cellulose/carbon tubes hybrid adsorbent anchored with welan gum polysaccharide and its potential in adsorbing methylene blue. *Chemical Engineering Journal*, 200, 452-458.

[4] Senthilkumaar, S., Varadarajan, P. R., Porkodi, K., & Subbhuraam, C. V. (2005). Adsorption of methylene blue onto jute fiber carbon: kinetics and equilibrium studies. *Journal of colloid and interface science*, 284(1), 78-82.

[5] Hameed, B. H., & Hakimi, H. (2008). Utilization of durian (*Durio zibethinus* Murray) peel as low cost sorbent for the removal of acid dye from aqueous solutions. *Biochemical Engineering Journal*, 39(2), 338-343.

[6] Igwegbe, C. A., Mohmmadi, L., Ahmadi, S., Rahdar, A., Khadkhodaiy, D., Dehghani, R., & Rahdar, S. (2019). Modeling of adsorption of methylene blue dye on Ho-CaWO<sub>4</sub> nanoparticles using response surface methodology (RSM) and artificial neural network (ANN) techniques. *MethodsX*, 6, 1779-1797.

- [7] Rahdar, S., & Ahmadi, S. (2018). Removal of reactive blue 19 dye using a combined sonochemical and modified pistachio shell adsorption processes from aqueous solutions. *Iranian Journal of Health Sciences*, 6(3), 8-20.
- [8] Igwegbe, C. A., Onyechi, P. C., Onukwuli, O. D., & Nwokedi, I. C. (2015). Adsorptive treatment of textile wastewater using activated carbon produced from *Mucuna pruriens* seed shells. *World Journal of Engineering and Technology*, 4(1), 21-37.
- [9] Onyechi, C. A. (2014). Textile wastewater treatment using activated carbon from agro wastes. *M. Eng* (Doctoral dissertation, Thesis, Department of Chemical Engineering, Nnamdi Azikiwe University, Awka).
- [10] Wang, S., Li, L., Wu, H., & Zhu, Z. H. (2005). Unburned carbon as a low-cost adsorbent for treatment of methylene blue-containing wastewater. *Journal of colloid and interface science*, 292(2), 336-343.
- [11] Koyuncu, D. D. E., & Okur, M. (2021). Removal of AV 90 dye using ordered mesoporous carbon materials prepared via nanocasting of KIT-6: Adsorption isotherms, kinetics and thermodynamic analysis. *Separation and Purification Technology*, 257, 117657.
- [12] Chebira, N. A. S. (2008). Etude expérimentale de l'élimination des polluants organiques et inorganiques par adsorption sur des sous-produits de céréales. Mémoire pour l'obtention du certificat de doctorat en science en génie des procédés. Université de Biskra, Pp98.
- [13] Mohammad, A. T., Abdulhameed, A. S., & Jawad, A. H. (2019). Box-Behnken design to optimize the synthesis of new crosslinked chitosan-glyoxal/TiO<sub>2</sub> nanocomposite: methyl orange adsorption and mechanism studies. *International journal of biological macromolecules*, 129, 98-109.

- [14] Ho, Y. S., & McKay, G. (1998). Sorption of dye from aqueous solution by peat. *Chemical engineering journal*, 70(2), 115-124.
- [15] Weber Jr, W. J., & Morris, J. C. (1963). Kinetics of adsorption on carbon from solution. *Journal of the sanitary engineering division*, 89(2), 31-59.
- [17] Ma, J., Jia, Y., Jing, Y., Yao, Y., & Sun, J. (2012). Kinetics and thermodynamics of methylene blue adsorption by cobalt-hectorite composite. *Dyes and Pigments*, 93(1-3), 1441-1446.
- [18] Abdus-Salam, N., Ikudayisi-Ugbe, A. V., & Ugbe, F. A. (2021). Adsorption studies of acid dye–eosin yellow on date palm seeds, goethite and their composite. *Chemical Data Collections*, 31, 100626.
- [19] Mahdi, Z., Hanandeh, A. E., & Yu, Q. (2017). Influence of pyrolysis conditions on surface characteristics and methylene blue adsorption of biochar derived from date seed biomass. *Waste and Biomass Valorization*, 8(6), 2061-2073.
- [20] Narasimharao, K., Al-Thabaiti, S., Rajor, H. K., Mokhtar, M., Alsheshri, A., Alfaifi, S. Y., ... & Abdulla, N. K. (2022). Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@ date seeds powder: a sustainable nanocomposite material for wastewater treatment. *Journal of Materials Research and Technology*, 18, 3581-3597.
- [21] Reddy, K. S. K., Al Shoaibi, A., & Srinivasakannan, C. (2012). A comparison of microstructure and adsorption characteristics of activated carbons by CO<sub>2</sub> and H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> activation from date palm pits. *New Carbon Materials*, 27(5), 344-351.
- [22] Atici, O., Agar, G., Battal, P., (2005). Changes in phytohormone contents in chickpea seeds germinating under lead or zink stress. *Biol. Plant.* 49: 215-222.

- [23] Rahman, M. A., Rahman, M. S., Mohiuddin, K. M., Chowdhury, M. A. H., & Chowdhury, M. A. K. (2019). Germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) as affected by varying concentrations of loom-dye effluent. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 17(2), 153-160.
- [24] Mondo, V. H. V., Cicero, S. M., Dourado-Neto, D., Pupim, T. L., & Dias, M. A. N. (2013). Seed vigor and initial growth of corn crop. *Journal of Seed Science*, 35(1), 64-69.
- [25] Hassan, J., Kamal, M. Z. U., & Alam, M. Z. (2013). Impact of textile dyeing effluents on germination and seedlings of country beans (*Lablab niger* var. *typicus*). *Environment and Natural Resources Journal*, 11(2), 81-96.
- [26] Bewley, J.D. et Black M., (1983). *Physiology and biochemistry of seeds*. New York. 18. Bidinger F.R., Mahalakshmi V, and Rao G.D.P, (1987). Assessment of drought resistance in Pearl millet (*Pennisetum American* leek). II. Estimation, *Aust. J, Agric. Res.* 38: 49-59.
- [27] Hashmat, A. J., Islam, E., Haq, M. A. U., & Khan, Q. M. (2016). Integrated treatment technology for textile effluent and its phytotoxic evaluation. *Desalination and Water Treatment*, 57(9), 4146-4153.
- [28] Wang Q, Chen L, He L Y, 2016. Increased Biomass And Reduced Heavy Metal Accumulation Of Edible Tissues Of Vegetable Crops In The Presence Of Plant Growth-Promoting Neorhizobium Huautlense T1-17 And Biochar [J]. *Agriculture Ecosystems & Environment*, Vol 228:9-18.
- [29] Murumkar, C. V., & Chavan, P. D. (1985). Influence of water pollution on germination of gram (*Cicer arietinum* L.). the journal *Current pollution researches in India*/edited by RK Trivedy, 233-238
- [30] Ramya, S., Kumar, R. P., Murugesan, S., & Anitha, S. (2017). Effect of textile effluent on seedling germination, growth and biochemical

characteristics of *Arachis hypogaea* L. variety K6. International Journal of Pharma Research and Health Sciences, 5(4), 1805-1809.



# الخلافة

الهدف الرئيسي من عملنا هو إيجاد حل لإحدى مشاكل تلوث المياه وتثمين إستغلال النفايات الزراعية و إستخدامها كمادة مازة لإزالة الملوثات العضوية من المسطحات المائية خاصة الصادرة من الصناعة لاسيما صناعة النسيج، وذلك لإعادة إستغلالها في مجالات أخرى خاصة ري المحاصيل الزراعية. من أجل تطبيق هذه الدراسة قمنا بإستخدام مخلفات النخيل (نوى التمر) في شكل مادة حيوية لدراسة خواصها الإمتزازية و إستغلال كفاءتها العالية نظرا لكونها مادة ذات تكلفة منخفضة، و خاصة لكونها غير مستغلة بطرق علمية.

✓ تمت دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للكتلة الحيوية، بدراسة شحنتها  $pH_z$ ، بإستخدام طيف الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه FTIR والمجهر الإلكتروني الماسح SEM، حيث أظهرت النتائج أن سطح الكتلة الحيوية غنية.

✓ بينت نتائج متساوي حرارة الإمتزاز أنه يتبع نموذج \*\*\* بمعامل إنحدار \*\*\*، كما أظهرت النمذجة الحركية أنها تتناسب و نموذج \*\*\*\* كما أظهرت دراسة الإنتشار حدوث ظاهرة الإمتزاز وفق مرحلتين.

✓ تظهر نتائج دراستنا للنمذجة الحرارية أن الإمتزاز \*\*\* بإعتبار القيمة \*\*\* للطاقة الحرة.

✓ تشير الأنتالبي إلى أن الإمتزاز \*\*\*.

✓ تشير القيمة الانتروبي ( $\Delta S^\circ$ ) \*\*\* إلى زيادة في مستوى عدم الإنتظام والفوضى في مكونات النظام المدروس والذي يحتمل إرتباطها بالتغيرات في تكوين الجزيئات وتغير سطح المادة المازة.

✓ وفق نموذج لونجمير، وجدنا أن القيمة الأعظمية لإمتزاز صبغة أزرق الميثيلين على الكتلة الحيوية لنوى التمر و هي قيمة مقبولة جدا مقارنة بالعديد من الكتل الحيوية المذكورة في قواعد بيانات النشر العالمية.

قمنا بتوظيف هذه المياه المعالجة عن طريق دراسة تأثيرها على عملية إنبات بذور القمح الصلب. أجريت تجارب الإنبات في أطباق بترى وتمت معاملتها بـ الشاهد ، الماء المعالج و الماء الملوث.

- ✓ تبين من خلال نتائج الدراسة إنخفاض في متوسط نسبة الإنبات %GP.
- ✓ تظهر معايير نمو البادرات أن صبغة أزرق الميثيلين تعمل على آليات الإنبات في التراكيز العالية.
- ✓ كما تؤثر صبغة MB على وزن، إستنفاد وحركية المدخرات البذرية.

#### التوصيات والآفاق المستقبلية:

- ❖ دراسة وتثمين إستغلال مخلفات النخيل في مجال البحث العلمي كونه موردا طبيعيا متوفرا ونتأجه جيدة في إزالة الملوثات العضوية من المياه.
- ❖ إزالة الملوثات الكيميائية المختلفة كالأصبغ الصادرة عن صناعة النسيج من المياه بمعالجتها قبل طرحها في الأنهار، البحار أو المحيطات، مما يساعد على الحصول على بيئة نظيفة.
- ❖ إستغلال المياه المعالجة في مجال الزراعة كالسقي.
- ❖ دراسة إمكانية إستخدام الكتلة الحيوية نوى التمر في هذا البحث لإزالة أنواع أخرى من الملوثات كالتلوث النفطي والعناصر الثقيلة.
- ❖ إستخدام سطوح مازة طبيعية ذات قدرة عالية وغير مكلفة إقتصاديا.

مما سبق يمكن أن نستخلص أن مخلفات النخيل (نوى التمر) لمنطقة دوار الماء بوادي سوف لها القدرة الكبيرة على إمتزاز الملوثات العضوية وذات نتائج واعدة تمكنها من أن تكون مرشحا قويا من بين العديد من المواد المازة المذكورة في مختلف الأبحاث العلمية. كما يمكن توظيف المياه المعالجة في العمليات الزراعية كالسقي.