



رقم الترتيب:

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

رقم التسلسل:

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمّـة لخضر – الوادي –

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر أكاديمي في البيولوجيا

تخصص: التنوع الحيوي و فيزيولوجيا النبات

من إعداد الطالبتين:

غرايسه زينب ومسعي بلقاسم منى

تحت عنوان:

دراسة تأثير المياه المعالجة بالطين المعدني على إنبات ونمو
بادرات القمح الصلب (*Triticum durum Desf.*)

نوقشت من طرف لجنة المناقشة

رئيسا	أستاذ محاضر صنف (أ) جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي	إسماعيل عسيلة
مناقشا	أستاذ محاضر صنف (ب) جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي	منيرة قادري
مشرفا	أستاذ محاضر صنف (أ) جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي	العربي حداد

السنة الجامعية: 2022/2021

إلى لجنة المناقشة الموقرة

تزكية

تحية طيبة و بعد :

أقرّ بأن هذه المذكرة الموسومة بـ (دراسة تأثير المياه المعالجة بالطين المعدني على إنبات بعض الأنواع النباتية) من تقديم الطالبتين الآتية أسمائهم

- غرايسه زينب
- مسعي بلقاسم منى

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

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

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

تمتلك الطالبتين 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 حنا



ملخص

في هذه الدراسة، تم استخدام الطين المعدني كمادة مازة منخفضة التكلفة لإمتزاز أزرق الميثيلين (MB) من المحلول المائي. تم دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للطين المعدني. أجريت دراسات الإمتزاز بنظام من خلال متغيرات مختلفة. من خلال دراسة متساوي الحرارة تبين أن صبغة أزرق الميثيلين أظهر نموذج لونجمير أن الكمية الممتزة العظمى للطين تساوي مع/غ عند كلفن. تم تطبيق نماذج الحركية من الدرجة شبه الأولى وشبه الثانية ونماذج الإنتشار داخل الجسيمات. تم تحديد معلمات الإمتزاز الديناميكي الحراري، الأنتالبي القياسي (ΔH°)، الأنتروبي القياسي (ΔS°) والطاقة الحرة القياسية (ΔG°).

بهدف دراسة تأثير MB على إنبات ونمو بادرات القمح تم إنبات البذور مخبريا في أطباق بتري ، وتم معاملتها ب MB.

أكدت النتائج المتحصل عليها في تجارب الإنبات التأثير الواضح لسمية صبغة أزرق الميثيلين على المعايير المدروسة وهي نسبة الإنبات GP، مؤشر قوة البذور SVI، وزن المدخرات المستعملة RSR، نسبة معدل استنفاد المدخرات SRRR ونسبة حركية المدخرات البذرية RMRS مقارنة بالشاهد. أما بالنسبة للسقي بالماء المعالج فقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أن استخدام صبغة أزرق الميثيلين بتركيز له تأثير لعملية الإنبات باعتبار المعايير سألفة الذكر.

الكلمات المفتاحية:

Résumé

Dans cette étude, une suspension minérale a été utilisée comme adsorbant à faible coût pour l'adsorption du bleu de méthylène (MB) à partir d'une solution aqueuse. Les propriétés physiques et chimiques des argiles minérales. Les études d'adsorption ont été réalisées dans un système discontinu. Grâce à une étude isotherme, il a été constaté que le colorant bleu de méthylène. Le modèle de Langmuir a montré que la quantité maximale d'argile adsorbée est de. Des modèles cinétiques de quasi-premier et de quasi-deuxième ordre et des modèles de diffusion intra-particules ont été appliqués, car l'étude cinétique a montré que l'adsorption. Les paramètres d'adsorption thermodynamique, enthalpie (ΔH°), entropie standard (ΔS°) et énergie libre standard (ΔG°) ont été déterminés car ils ont montré que l'adsorption de MB sur la surface du lisier est spontanée et endothermique dans des conditions expérimentales. Afin d'étudier l'effet du MB sur la germination et la croissance des semis de blé, les graines ont été mises à germer en laboratoire dans des boîtes de Petri, et ont été traitées avec concentrations de MB. Les résultats obtenus dans les expériences de germination ont confirmé l'effet évident de la toxicité du colorant bleu de méthylène sur les paramètres étudiés, qui sont le taux de germination GP, l'indice de vigueur des graines SVI, le poids des économies utilisées RSR, le taux d'épuisement des économies SRRR et la cinétique des économies de graines. ratio RMRS par rapport au contrôle. compte tenu des critères mentionnés ci-dessus.

شكر وتقدير

إذا كان من الواجب الشكر تتقدم أولاً بالشكر لله عز وجل الذي أنارنا بنعمة العلم وأمدنا بالقوة وأهمننا بالصبر وأعاننا على إنجاز هذا البحث .

الحمد لله والشكر لله على إعطائنا الشجاعة لتجاوز أصعب لحظات حياتنا والإرادة لإكمال هذا العمل .

تتقدم بالشكر والإمتنان إلى الأستاذ الدكتور الفاضل **حداد العربي** أستاذ محاضر، الذي أشرف على إنجاز هذا البحث بصبر ولم يخل علينا بنصائحه القيمة وتوجيهاته المفيدة، فله منا كل الشكر والتقدير .

شكراً بحجم السماء على أفضالك التي لا تعد .

لا يفوتنا أن نتقدم بالشكر للدكتور **عسيبة إسماعيل** على مرافقته لنا في الجزء الخاص بالإنبات وكذا استخراج النتائج الإحصائية وتحليلها .

كما تتوجه في هذا المقام بالشكر لطالبة الدكتوراه **ليبي مروة** التي مرافقتنا

طيلة مراحل إنجاز هذا البحث ولم تixel في تقديم يد العون لنا .

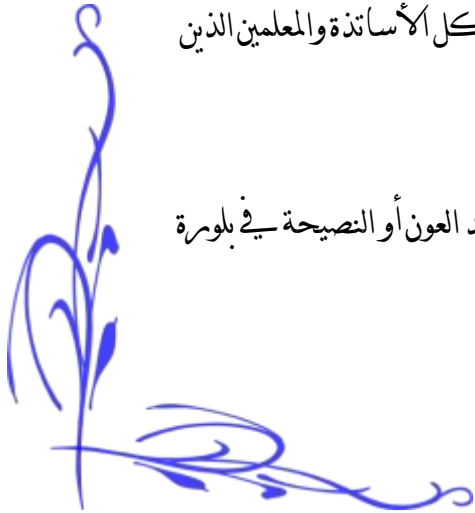
تتقدم بجزيل الشكر الى الأستاذين المحترمين عضوي لجنة المناقشة لقبولهما مناقشة هذه الرسالة لما سيقدمانه لنا من ملاحظات وتصحيحات قيمة تشرى ببحثنا .

إلى كل أساتذة وموظفي كلية العلوم الطبيعية والحياة (جامعة الوادي) وإلى كل الأساتذة والمعلمين الذين

تدبر سناً على أيديهم طوال مشوارنا الدراسي .

نوجه تشكراتنا إلى كل من ساهم من قريب أو بعيد وكل من كان له يد العون أو النصيحة في بلورة

وإتمام هذا البحث .



الإهداء

أحمد الله عز وجل على مننه وعونه لإتمام هذا البحث

إلى الذي وهبني كل ما يملك حتى أحقق له آماله، إلى من كان يدفعني قدما نحو الأمام لنيل المبتغى،

إلى مدرستي الأولى في الحياة، **أبي الغالي** على قلبي **الحبيب** أطال الله في عمره.

إلى نبع الحنان والحياة... التي سقنتني لبن المحبة وحاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها... التي لولاها لما وصلت إلى ما أنا عليه الآن... إلى التي مهما قصت وغيرتني الأيام إلا أن حضنها يعيدني طفلة بلا هم نبع الحنان أمي أعز ملاك على القلب والعين جزاها الله عني خير الجزاء في الدارين **فاطمة مرحومة أطال الله في عمرها**.

إليهما أهدي هذا العمل المتواضع لكي أدخل على قلبهما شيئا من السعادة.

إلى إخوتي **زكرياء وعمار**.

وأخواتي **سمية، ميلودة، عائشة، أمينة، صفاء، مروة، فردوس وسيرين** الذين تقاسموا معي عبء الحياة.

كما أهدي ثمرة جهدي لأستاذي الكريم الدكتور: **حداد العربي** الذي كلما تظلمت الطريق أمامي

لجأت إليه فأنا نرها لي وكلما دب اليأس في نفسي نزع فيا الأمل لأسير قدما وكلما سألت عن

معرفة نرووني بها وكلما طلبت كمية من وقته الثمين وفره لي بالرغم من

مسئوليته المتعددة، كما تتوجه في هذا المقام بالشكر لطالبة الدكتوراه **ليبي مرادية** التي مرافقتنا

طيلة مراحل إنجاز هذا البحث ولم تبخل في تقديم يد العون لنا. إلى كل أساتذة قسم علوم الطبيعية والحياة وزملائي وإلى

كل من يمكن لي في قلبه حبا ومودة.

وإلى كل من يؤمن بأن بذور نجاح التغيير هي في ذواتنا وفي أنفسنا قبل أن تكون في أشياء أخرى...

زينة

الإهداء

أحمد الله عز وجل على منه وعونه لإتمام هذا البحث

إلى الذي وهبني كل ما يملك حتى أحقق له آماله، إلى من كان يدفني قدما نحو الأمام لنيل المبتغى،

إلى مدرستي الأولى في الحياة، **أبي الغالي** على قلبي **محمد السابح** أطال الله في عمره.

إلى نبع الحنان والحياة... التي سقنتني لبن المحبة وحاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها... التي لولاها لما وصلت إلى ما أنا عليه الآن... إلى التي مهما قصت وغيرتني الأيام إلا أن حضنها يعيدني طفلة بلا هم نبع الحنان أُمي أعز

ملاك على القلب والعين جزاها الله عني خير الجزاء في الدارين **مريح مسعي** عون أطال الله في عمرها.

إليهما أهدي هذا العمل المتواضع لكي أدخل على قلبهما شيئاً من السعادة.

إلى إخوتي **عبد الكريم**، **بشير** و**نبيل**.

وأخواتي **مسعودة**، **نوال**، **ميمونة** و**إسراء** الذين تقاسموا معي عبء الحياة.

كما أهدي ثمرة جهدي لأستاذي **الكريم الدكتور: حداد العربي** الذي كلما تظلمت الطريق أمامي

لجأت إليه فأنا نرها لي وكلما دب اليأس في نفسي نزع فيا الأمل لأسير قدما وكلما سألت عن

معرفة نرودني بها وكلما طلبت كمية من وقته الثمين وفره لي بالرغم من

مسؤولياته المتعددة، كما تتوجه في هذا المقام بالشكر لطالبة الدكتوراه **ليبي مرابو** التي مرافقتنا

طيلة مراحل إنجاز هذا البحث ولم تبخل في تقديم يد العون لنا. إلى كل أساتذة قسم علوم الطبيعية والحياة وزملائي وإلى

كل من يكن لي في قلبه حبا ومودة.

وإلى كل من يؤمن بأن بذور نجاح التغيير هي في ذواتنا وفي أنفسنا قبل أن تكون في أشياء أخرى...

منى

فهرس المحتويات

المُلخَص

	شكر وتقدير
	الإهداء
i	فهرس المحتويات
vii	قائمة الأشكال
ix	قائمة الجداول
xi	قائمة الرموز
xiii	الإختصارات

1	مقدمة عامة
---	------------

الجزء النظري

الفصل الأول: دراسات سابقة

4	.....	مقدمة
5	.....	1. تقنيات فصل الأصبغة
6	.....	2. الإمتزاز لإزالة الأصباغ من مخلفات النسيج
6	.....	3. الطين
8	.....	4. تأثير الرقم الهيدروجيني
9	.....	5. دراسات حركية
9	.....	6. دراسات التوازن
10	.....	7. دراسات الديناميكية الحرارية
10	.....	8. دراسة إحصائية
11	.....	9. عرض الدراسات السابقة
13	.....	الخاتمة

مراجع الفصل الأول

الفصل الثاني: عموميات حول الإمتزاز والأصبغة

14	.....	مقدمة
14	.....	1. تعريف الإمتزاز
14	.....	2. أنواع الإمتزاز
15	.....	1.2 الإمتزاز الفيزيائي
15	.....	2.2 الإمتزاز الكيميائي
16	.....	3. مقارنة بين الإمتزاز الفيزيائي والإمتزاز الكيميائي
17	.....	4. العوامل المؤثرة على ظاهرة الإمتزاز
17	.....	5. آلية الإمتزاز
17	.....	1.5 قوى فاندرفالس
17	.....	2.5 قوى كولوم
17	.....	3.5 الروابط الهيدروجينية
18	.....	6. متساوي حرارة الإمتزاز
18	.....	1.6 تصنيف متساوي حرارة الإمتزاز
20	.....	2.6 نماذج متساوي حرارة الإمتزاز
20	.....	1.2.6 متساوي حرارة فروندلثش
21	.....	2.2.6 متساوي حرارة لونجمير
22	.....	3.2.6 متساوي حرارة تيمكن
23	.....	7. حركية الإمتزاز
23	.....	1.7 نموذج حركية الرتبة شبه الأولى
24	.....	2.7 نموذج حركية الرتبة شبه الثانية
24	.....	3.7 نموذج الإنتشار داخل الجزيئات
25	.....	8. تطبيقات الإمتزاز
25	.....	9. الأصباغ
25	.....	1.9 تعريف الأصباغ
26	.....	2.9 تصنيف الأصباغ
26	.....	1.2.9 الأصباغ الطبيعية
27	.....	2.2.9 الأصباغ الإصطناعية

الفصل الثالث: بيولوجيا نبات القمح

31	.....	مقدمة
31	.....	1. نبذة تاريخية
32	.....	2. تعريف نبات القمح
32	.....	3. أصل نبات القمح
33	.....	1.3 الأصل الجغرافي
34	.....	2.3 الأصل الوراثي للقمح
34	.....	4. تصنيف القمح
34	.....	1.4 التصنيف الوراثي للقمح
35	.....	2.4 التصنيف العلمي للقمح
35	.....	5. التركيب الكيميائي لحبة القمح
36	.....	6. دورة حياة نبات القمح
36	.....	1.6 الطور الخضري (الإعاشي)
36	.....	1.1.6 مرحلة الإنبات
36	.....	2.1.6 مرحلة الإشتاء
37	.....	2.6 الطور التكاثري
37	.....	1.2.6 طور التخلق الزهري
37	.....	2.2.6 طور تكوين الزهرة
38	.....	3.6 طور النضج
38	.....	1.3.6 مرحلة الحبة الحليبية
38	.....	2.3.6 مرحلة الحبة العجينية
38	.....	3.3.6 مرحلة الحبة الناضجة

مراجع الفصل الأول

الجزء التطبيقي

الفصل الرابع: الخطة التجريبية

40	1. وصف منطقة الدراسة
41	2. تحضير ودراسة خصائص الطين المعدني
41	1.2 تحضير الطين المدروس
43	2.2 دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للطين
43	1.2.2 مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه
	FTIR
43	2.2.2 المسح المجهر الإلكتروني المقرون بالتحليل الطيفي المشتت للطاقة SEM/EDS
43	3.2.2 دراسة شحنة العينة pH _Z
44	3. الأصبغة المدروسة للإمتزاز
44	1.3 صبغة أزرق الميثيلين
44	1.1.3 تعريف الصبغة وبنيتها
44	2.1.3 الخصائص الفيزيائية والكيميائية
45	2.3 تحضير محلول المعايرة
48	4. تجارب الإمتزاز
50	5. تجارب الإنبات
50	1.5 المادة النباتية
50	2.5 المواد والأدوات والأجهزة المستعملة
51	3.5 طرق الدراسة
51	1.3.5 تحضير بذور القمح المدروسة
51	2.3.5 تحضير المحاليل
51	3.3.5 تصميم وتنفيذ التجربة
51	4.3.5 المعايير المدوسة
52	-معايير الإنبات
52	• النسبة المئوية للإنبات (GP%)
52	• مؤشر الإنبات (GI)
52	• مؤشر قوة البذور (SVI)
52	-حركية المدخرات في البذور

52	.....	وزن المدخرات المستعملة (RSR)
53	.....	نسبة معدل استنفاد المدخرات البذرية (SRRR)
53	.....	نسبة حركية المدخرات البذرية (RMRS)
53	.....	-الكفاءة الأيضية للبذور

مراجع الفصل الرابع

الفصل الخامس: عرض النتائج ومناقشتها

54	.....	1. دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للطين
54	.....	1.1 الأشعة تحت الحمراء FTIR
55	.....	2.1 المسح المجهر الإلكتروني المقرون بالتحليل الطيفي المشنتت للطاقة SEM/EDS
56	.....	3.1 دراسة شحنة العينة pH _Z
57	.....	2. دراسة الإمتزاز
57	.....	1.2 تأثير جرعة الممتزات
58	.....	2.2 تأثير الأس الهيدروجيني
59	.....	3.2 تأثير وقت التلامس على قدرة الامتزاز
60	.....	3. نمذجة متساوي الحرارة (إيزوتارم)
60	.....	1.3 إيزوتارم لونجمير
61	.....	2.3 إيزوتارم فروندلتش
62	.....	4. النمذجة الحركية
62	.....	1.4 تأثير زمن الإتصال والتركيز الإبتدائي على الإمتزاز
62	.....	2.4 الدراسة الحركية من الرتبة شبه الأولى
63	.....	3.4 الدراسة الحركية من الرتبة شبه الثانية
65	.....	4.4 الإنتشار داخل الجزيئات
67	.....	5. الدراسة الحرارية
69	.....	6. دراسة الإنبات
69	.....	1.6 النتائج
69	.....	1.1.6 النسبة المئوية المنوية للإنبات (GP%)

69	.....	2.1.6 مؤشر قوة البذور (SVI)
70	.....	3.1.6 الوزن الجاف للسويقة (SHW)، الوزن الجاف للجذير (RTW)، الوزن الكلي الجاف للبادرة (TSW) والنسبة جذير/سويقة (RTW/SHW) لدى بادرات القمح
71	.....	4.1.6 طول السويقة (SHL)، طول الجذير (RTL)، الطول الكلي للبادرة (TSL)، أيضا النسبة جذير/سويقة (RTL/SHL)
72	.....	5.1.6 وزن المدخرات البذرية المستهلكة (RSR)، نسبة معدل استنفاد المدخرات البذرية (SRRR) ونسبة حركية المدخرات البذرية (RMRS)
73	.....	2.6 المناقشة
73	.....	1.2.6 تأثير صبغة MB على انبات بذور القمح الصلب
74	.....	2.2.6 تأثير صبغة MB على نمو بادرات القمح الصلب
74	.....	3.2.6 تأثير صبغة MB على وزن، استنفاد وحركية المدخرات البذرية للقمح الصلب

مراجع الفصل الخامس

76	خاتمة
----	-------	-------

الملحقات

قائمة الأشكال

الفصل الأول

الصفحة	العنوان	الشكل
10	دراسة بحثية بين 1999 و 2023	الشكل 1

الفصل الثاني

الصفحة	العنوان	الشكل
16	صورة لظاهرة الإمتزاز الفيزيائي والكيميائي على سطح صلب	الشكل 1
19	الأنواع المختلفة من متساوي درجة حرارة الامتزاز	الشكل 2
21	منحنى لنموذج فروندلثش	الشكل 3
22	إمتزاز أحادي الطبقة	الشكل 4
25	صورة لبعض الأصبغة التجارية	الشكل 5

الفصل الثالث

الصفحة	العنوان	الشكل
32	صورة تعبيرية للقمح الصلب Triticum durum	الشكل 1
34	خريطة توضح مناطق زراعة القمح في العالم	الشكل 2
37	رسم توضيحي لمرحلة الاشطاء	الشكل 3
39	مختلف مراحل دورة حياة القمح	الشكل 4

الفصل الرابع

الصفحة	العنوان	الشكل
40	الموقع الجغرافي لولاية بسكرة ومكان أخذ العينة	الشكل 1
42	جهاز الطرد المركزي SIGMA	الشكل 2
44	التركيب الكيميائي لصبغة أزرق الميثيلين	الشكل 3
46	صورة تعبيرية للمحلول الأم تركيزه 100مغ/ل	الشكل 4
47	منحنى طول الموجة الأعظمي لأزرق الميثيلين (أصلي)	الشكل 5

الفصل الخامس

الصفحة	العنوان	الشكل
54	طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه لعينة الطين المعدني قبل وبعد امتزاز MB.	الشكل 1
55	صورة مجهرية نموذجية لـ SEM لجزيئات الطين المعدني (أ) قبل امتزاز MB و (ب) بعد امتزاز MB.	الشكل 2
57	منحنى دراسة شحنة عينة الطين المعدني pH _Z	الشكل 3
57	تأثير الكتلة على قدرة امتزاز أزرق الميثيلين بواسطة الطين المعدني	الشكل 4
58	منحنى تغير مردود إزالة أزرق الميثيلين بدلالة تغيرات الأس الهيدروجيني للمحلول	الشكل 5
59	تأثير التركيز الأولي ووقت التلامس على امتزاز أزرق الميثيلين بواسطة الطين المعدني	الشكل 6
61	منحنى متساوي الحرارة لنماذج لونجمير وفروندلتش إمتزاز صبغة MB.	الشكل 7
63	النموذج الحركي الرتبة شبه الأولى	الشكل 8
64	النموذج الحركي الرتبة شبه الثانية	الشكل 9
66	نموذج الإنتشار داخل الجسيمات لـ MB.	الشكل 10
68	ترموديناميكية الإمتزاز لأزرق الميثيلين	الشكل 11
69	نسبة الإنبات. GP(%) لبذور القمح الصلب Triticum (durum Desf.) ،صنف VITRON بدلالة تركيز أزرق الميثيلين (MB) في الوسط	الشكل 12
70	مؤشر قوة البذور (SVI) لبذور القمح الصلب Triticum (durum Desf.) ،صنف VITRON بدلالة تركيز أزرق الميثيلين (MB) في الوسط	الشكل 13

قائمة الجداول

الفصل الأول

الصفحة	العنوان	الجدول
5	تقنيات الفصل، مزاياها وعيوبها	الجدول 1
7	طبقات الطين المعدني كميزات لأنواع مختلفة من الأصباغ	الجدول 2

الفصل الثاني

الصفحة	العنوان	الجدول
16	مقارنة بين الامتزاز الفيزيائي والامتزاز الكيميائي	الجدول 1
26	الأصباغ الطبيعية الشائعة المستخدمة في صناعة النسيج	الجدول 2
28	تصنيف الأصباغ الاصطناعية على أساس التطبيقات	الجدول 3

الفصل الثالث

الصفحة	العنوان	الجدول
35	التصنيف العلمي للقمح الصلب (<i>Triticum durum</i>)	الجدول 1
35	التركيب الكيميائي لحبة القمح	الجدول 2

الفصل الرابع

الصفحة	العنوان	الجدول
45	بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأزرق الميثيلين	الجدول 1
50	قائمة الأدوات، المواد والمحاليل المستعملة والأجهزة المستعملة	الجدول 2

الفصل الخامس

الصفحة	العنوان	الجدول
56	التحليل الكمي للتراكيز الذرية والكتلية للطين المعدني	الجدول 1
62	نتائج متساوي الحرارة لنماذج لونغمير، فروندلتش إمتزاز صبغة MB.	الجدول 2

64	قيم المعاملات للعلاقات لنموذجي من الرتبة شبه الأولى والرتبة شبه الثانية لآزرق الميثيلين لتركيز 100 mg/L	الجدول 3
65	قيم المعاملات للعلاقات لنموذجي من الرتبة شبه الأولى والرتبة شبه الثانية لآزرق الميثيلين للتركيز 25، 50، 100 و150	الجدول 4
68	العوامل الترموديناميكية لإمتزاز الأصباغ عند درجات حرارة مختلفة	الجدول 5
71	الوزن الجاف للسويقة (SHW)، الوزن الجاف للجذير (RTW)، الوزن الكلي الجاف للبادرة (TSW) والنسبة جذير/سويقة (RTW/SHW) لدى بادرات القمح	الجدول 6
72	طول السويقة (SHL) ، طول الجذير (RTL)، الطول الكلي للبادرة (TSL)، أيضا النسبة جذير/سويقة (RTL/SHL)	الجدول 7
73	وزن المدخرات البذرية المستهلكة (RSR)، نسبة معدل استنفاد المدخرات البذرية (SRRR) ونسبة حركية المدخرات البذرية (RMRS)	الجدول 8

قائمة الرموز

الوحدة	المدلول	الرمز
(جول/مغ)	ثابت تيمكن المرتبط بحرارة الامتزاز	b
/	اصفر اساسي	BY28
/	أزرق الميثيلين	MB
(مول/ل)	التركيز	C
(مغ/غ)	التركيز الابتدائي للمادة الممتزة	C ₀
(مغ/غ)	تركيز المادة الممتزة عند التوازن	C _e
/	أحمر الكونغو	CR
/	شدة الاشعاع الذي يمر عبر العينة (الضوء الوارد)	I ₀
/	شدة الاشعاع الذي يمر عبر العينة (الضوء المنبعث)	I
(1/دقيقة)	ثابت سرعة الامتزاز من الرتبة شبه الاولى	K ₁
(مغ.غ.دقيقة)	ثابت سرعة الامتزاز من الرتبة شبه الثانية	K ₂
(1/دقيقة)	ثابت الانتشار داخل الجزيئات	K _d
(ل/مغ)	ثابت لونجمير	K _L
(مغ.ل.غ)	ثابت فروندلتش	K _f
(سم)	الطول الكلي للبادرة	LP
(مغ)	كتلة المادة المازة	m
(مول)	عدد المولات الممتزة	Na
/	كلور الصوديوم	NaCl
/	هيدروكسيد الصوديوم	NaOH
/	مونتموريلونيت الصوديوم	Na-MMT
/	سعة الامتزاز لفروندلتش	n _f
(مغ/غ)	الكمية الممتزة عند التوازن	q _e
(مغ/غ)	الكمية الممتزة الاعظمية	q _m
(مغ/غ)	الكمية الممتزة عند الزمن t	q _t
(جول/مول.كلفن)	ثابت الغازات المثالية	R
/	معامل الانحدار	R ²

/	نسبة نوعية الامتزاز	R_L
(ميكرومتر)	نصف قطر الحبيبة	r
/	احمر تفاعلي	RR120
(ثانية)	الزمن اللازم لسقوط حبيبة	t
(ثانية)	الزمن	t
(كلفن)	درجة الحرارة	T
/	مطيافية الاشعة فوق البنفسجية المرئية	Uv-visible
(مل)	الحجم	V
/	ثابت تيمكن	β
(نانومتر)	الطول الموجي الاعظمي	λ_{max}
(جول/مول)	الطاقة الحرة	ΔG
(جول/مول.كلفن)	الانتروبي	ΔS
(جول/مول)	الانتالبي	ΔH
(ل/مول.بسم)	معامل الامتصاصية الجزيئية	ϵ

الاختصارات

الوحدة	المدلول	الإختصار
/	الإمتصاصية	Abs
/	تحليل التباين	ANOVA
/	طين اسوان	ASc
mg	الوزن الجاف الأولي للبذور	DMS
/	الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه	FTIR
/	مؤشر الانبات	GI
(%)	نسبة الانبات	GP
/	الرتبة شبه الأولى	PFO
/	الرتبة شبه الثانية	PSO
mg	وزن المتبقي المادة الجافة من الأندوسبيرم	RDME
(%)	نسبة حركية المدخرات البذرية	RMRS
(مغ)	وزن المدخرات المستعملة	RSR
(سم)	طول الجذير	RTL
(مغ)	الوزن الجاف للجذير	RTW
/	المسح المجهرى الإلكتروني	SEM
(سم)	طول السويقة	SHL
(مغ)	الوزن الجاف للسويقة	SHW
/	كفاءة ايض البذور	SME
(مغ)	كمية مواد التنفس	SMR
(%)	مؤشر قوة البذور	SVI
/	دراسات ترموديناميكية	TDS

مقدمة عامة

إذا كانت البيئة موطن الحياة فإن أول ما يجب تحقيقه هو الحفاظ عليها من التلوث، الذي يعتبر من أكبر المشاكل التي يواجهها العالم وأكثرها إنتشارا بسبب التقدم التكنولوجي والصناعي والزراعي [1]، يحدث التلوث بعدة أشكال سواء كان في الماء، الهواء أو التربة نتيجة وجود بعض المواد العضوية أو اللاعضوية الضارة أو بسبب الزيادة أو النقصان في نسبة بعض المكونات الأساسية المتواجدة في البيئة عن النسب الطبيعية لها، وذلك ينتج عن تدخلات الإنسان أو بعض الظواهر الطبيعية [2].

تعتبر المياه من أهم العناصر البيئية نظرا لما لها من أهمية كبيرة في الحياة اليومية، ويعد تلوث المياه من أهم المشاكل البيئية التي شهدها العالم خلال القرن الحادي والعشرين وأصبح من الصعب الحصول على مياه صالحة للاستعمال لأنها هي المطلب الأساسي لجميع الكائنات الحية. ويأخذ تلوث المياه صوراً عديدة منها التلوث الكيميائي، التلوث العضوي، التلوث الإشعاعي والتلوث الحراري [1].

تعتبر الأصباغ من بين المواد العضوية الملوثة للمصادر المائية بسبب أهميتها الكبيرة واستخدامها الواسع لصناعة النسيج، الجلود، مستحضرات التجميل، الورق، الطباعة، البلاستيك وكمضافات في الصناعات النفطية [3] حيث بلغت كمية الأصباغ التي أنتجت سنة 1996 حوالي 4.5 مليون طن [4] وينتج عن هذه الأصباغ ما يقارب 10-15 % من النفايات المطروحة حول العالم. وقد إعداد الإهتمام بإزالتها كونها أنها من أكثر العوامل المسببة للأمراض السرطانية لذلك يفضل إزالتها قبل طرحها في البيئة نظرا لما لها من تأثير سام وطويل الأمد على الإنسان والبيئة [1،5].

إتجه العديد من الباحثين بعد زيادة مشاكل التلوث إلى التفكير في إيجاد طرق مناسبة لإزالة هذه الأصباغ التي أصبحت مشكلة حقيقية وخاصة عند التراكيز العالية منها. تم التوصل إلى عدة طرق لإزالة الأصبغة العضوية من المياه، منها المعالجة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والتي تتضمن عملية الأكسدة الكيميائية [6]، التناضح العكسي [7]، التحليل الكهربائي [8]، الإمتزاز [9-14]... إلخ. من عيوب هذه التقنيات هي: إنخفاض كفاءة الإزالة، زيادة تكلفة الطاقة، توليد منتجات ثانوية سامة، زيادة على الحاجة بإضافة المزيد من المواد الكيميائية السامة المحتملة على البيئة [15].

حيث أثبتت الدراسات أنه يمكن الإعتماد على تقنية الإمتزاز لتكون العملية الأكثر فعالية وإقتصادية ولما تتميز به من سهولة في الإستخدام. خلال السنوات الأخيرة، تم إجراء الكثير من الأبحاث حول إستخدام الممتزات المختلفة لتقنية مياه الصرف الصحي [16]. حيث يركز على متابعة المتغيرات الفيزيوكيميائية، وقد تم إستعمال التصاميم التجريبية التي يمكن من خلالها دراسة الظروف التجريبية المختلفة لهذه المتغيرات بنفس الوقت وبعدد تجارب أقل.

تجد الأطيان مكانة بارزة كمادة مازة منخفضة التكلفة على مدى العقود القليلة الماضية وذلك بسبب توافرها المحلي والقدرة على تعديلها لتحسين مساحة السطح وقدرة الإمتزاز وهذا مقارنة بالكربون النشط رغم أنه الأكثر شيوعا [17]. حيث عند بحثنا في محرك البحث (Google scholar) وجدنا تزايد كبير لعدد المقالات المتعلقة بعملية إزالة الأصباغ اللونية باستعمال الأطيان، فخلال العشر سنوات الماضية كان عدد المقالات في " Science Direct 10471 " مقالا و عام 2022 فقط 976 مقال (حتى شهر ماي 2022) .

وبناء عليه تمت هذه الدراسة حول تأثير تراكيز متزايدة من صبغة أزرق الميثيلين (MB) على عملية إنبات بذور صنف القمح الصلب VITRON (*Triticum durum*). بهدف إبراز كفاءة نمو بادران هذا الصنف.

الهدف من عملنا هو إجراء دراسة تجريبية لإمتزاز ملوثات المياه باستخدام طين بسكرة الذي كان لنا السبق في دراسته على المستوى الوطني، لذلك فهي مسألة تطوير وإستغلال مورد مهم من الموارد الطبيعية. أجريت هذه الدراسة التجريبية للأغراض التالية:

تحديد الظروف المثلى لإمتزاز أزرق الميثيلين في المحاليل المائية بالطين المعدني لمنطقة مشونش بولاية بسكرة للحصول على أفضل مردود لإزالة هذه الملوثات، تهدف الدراسة أيضا إلى دراسة النمذجة الحرارية والحركية لظاهرة الإمتزاز للطين محل الدراسة على الصبغات المذكورة سابقا.

من خلال هذه الدراسة نهدف إلى الإجابة على مجموعة من التساؤلات: هل يمكن إستعمال الطين في معالجة المياه؟ وهل له القدرة على نزع الأصبغة الكاتيونية والأنيونية؟ وإن كان يمتلك هذه القدرة، فما هي حدودها وما هي أحسن الشروط للحصول على أحسن نتائج بمعيار الكمية الممتازة ومردود الإزالة؟ وكذلك معرفة تأثير المياه المعالجة على عملية الإنبات؟ وهذا ما سنعرفه من خلال بحثنا المتواضع.

تشير نتائج الأبحاث على قواعد بيانات sciencedirect و springer إلى أن عدد الأوراق البحثية التي تتناول مواضيع إستغلال المياه المعالجة لأغراض الري و السقي قليل جدا بسبب تداخل العديد من العلوم في هذا المجال من الأبحاث، لهذا الغرض نأمل أن تكون دراستنا الحالية شاملة لجميع جوانب البحث العلمي من تثمين مورد طبيعي ذو توفر ضخم من خلال إستغلاله كمادة تعمل على تنقية المياه الملوثة و كذا استعمال هذا الماء المعالج لغرض سقي بعض الأنواع النباتية.

تحقيقاً لهذه الغاية، قمنا بتقسيم المذكرة كلاسيكياً إلى قسمين رئيسيين: نظري وتجريبي.

يحتوي الجزء الأول على ثلاثة فصول مرتبة على النحو التالي:

الفصل الأول: نستعرض فيه دراسات سابقة في مجال استعمال تقنية الإمتزاز في مجال معالجة المياه.

الفصل الثاني: عموميات حول الإمتزاز والأصباغ.

الفصل الثالث: بيولوجيا نبات القمح.

في الجزء الثاني ألا وهو العملي نجد:

الفصل الرابع: الخطة التجريبية.

الفصل الخامس: عرض النتائج ومناقشتها.

المراجع

مراجع باللغة العربية:

[1] بشائر جواد كاظم. إزالة بعض الأصباغ من محاليلها المائية باستعمال قشور البيض. مجلة القادسية للعلوم الصرفة، 2011. الإصدار الرابع.

[5] حميد مجدي العبيدي، بشائر جواد الشمري، إلياس فرج محمد عبد الكاظم. دراسة استعمال ألياف ساق الموز الكاذب في إزالة بعض أصباغ تلوث المياه. مجلة الكوفة للعلوم الزراعية، 2012. المجلد الرابع، العدد الأول.

مراجع باللغة الأجنبية:

[2] Irving, S.N. (1974). "Industrial pollution", Van Nostrand, Reinhold Company, 203-204.

[3] Vandervier, P.C. R. Bianchi, & Overstate, W. J. (2001). "Flutes du monde chem", Tech. Biotechnol, 17(4), 289-302.

[4] P.A. Meginn, (2002). "State of the Word", ed1, New York.

[6] Singer, P. C., & Reckhow, D. A. (1999). Chemical oxidation. Water quality and treatment, 5.

[7] Qasim, M., Badrelzaman, M., Darwish, N. N., Darwish, N. A., & Hilal, N. (2019). Reverse osmosis desalination: A state-of-the-art review. Desalination, 459, 59-104.

[8] Yerokhin, A. L., Nie, X., Leyland, A., Matthews, A., & Dowe, S. J. (1999). Plasma electrolysis for surface engineering. Surface and coatings technology, 122(2-3), 73-93.

[9] Dąbrowski, A. (2001). Adsorption—from theory to practice. Advances in colloid and interface science, 93(1-3), 135-224.

[10] Toth, J. (2002). *Adsorption*. CRC Press.

[11] Ruthven, D. M. (1984). Principles of adsorption and adsorption processes. John Wiley & Sons.

- [12] Suzuki, M., & Suzuki, M. (1990). Adsorption engineering (Vol. 14). Tokyo: Kodansha.
- [13] Al-Ghouti, M. A., & Da'ana, D. A. (2020). Guidelines for the use and interpretation of adsorption isotherm models: A review. *Journal of hazardous materials*, 393, 122383.
- [14] Wang, J., & Guo, X. (2020). Adsorption kinetic models: Physical meanings, applications, and solving methods. *Journal of Hazardous Materials*, 390, 122156.
- [15] Albanis, T. A., Hela, D. G., Sakellarides, T. M., & Danis, T. G. (2000). Removal of dyes from aqueous solutions by adsorption on mixtures of fly ash and soil in batch and column techniques. *Global Nest: Int. J*, 2(3), 237-244.
- [16] Raval, N. P., Shah, P. U., & Shah, N. K. (2016). Adsorptive removal of nickel (II) ions from aqueous environment: A review. *Journal of Environmental Management*, 179, 1-20.
- [17] Murra, H. H. (2006). Current industrial applications of clays. *Clay Science*, 12(Supplement2), 106-112.

الجزء النظري

الفصل الأول

دراسات سابقة

مقدمة:

الاستخدام الفعال لخصائص الإمتزاز لمختلف أنواع الطين كمادة مازة لإزالة الأصباغ من مياه الصرف تلقى حالياً اهتماماً كبيراً بسبب الطبيعة الصديقة للبيئة للمواد الطينية. الأصباغ المعقدة فئة من المركبات العضوية لها مجموعة واسعة من التطبيقات في صناعات النسيج والأغذية وكمية كبيرة من الأصباغ ضائعة، والتي تختلط بمصادر المياه الطبيعية. يجب أن يكون خلط الأصباغ في الموارد المائية محظوراً من أجل سلامة النظام البيئي الطبيعي. تستخدم المازات (الطبيعية) لإمتزاز الأصباغ من مياه الصرف الصحي. يسلط هذا الفصل الضوء على أهمية الطين المعدني كمادة مازة لإمتزاز الأصباغ من مياه الصرف الصحي للنسيج، وبناءً على الدراسات البحثية فقد وجد أن الطين المعدني من أهم المواد المازة من حيث الفعالية لمعالجة المياه الملوثة بالأصباغ.

1. تقنيات فصل الأصبغة:

قد تتسبب مخلفات الأصباغ السائلة الممزوجة بمياه الصرف في مخاطر محتملة على البيئة [1-3]. تم استخدام تقنيات فيزيائية و/أو كيميائية مختلفة لمعالجة النفايات ذات الأهمية البيئية [4،5]. تشمل المعالجة الكيميائية عمليات التحلل الضوئي والتحفيز الضوئي، في حين تشمل الطرق البيولوجية اللاهوائية وتشمل طرق التحلل الهوائي والطرق الفيزيوكيميائية التخثر الحركي الكهربائي، والتبادل الأيوني، والامتزاز، والترشيح الغشائي. جميع الأساليب لها قيودها الخاصة على أساس التكلفة والتصميم وكفاءة فصل الصبغة [6،7،8]، لكن الامتزاز هو أنسب طريقة بالمقارنة مع الآخرين في نواح مختلفة. نستعرض في الجدول الموالي ملخص لمزايا وعيوب هذه الأساليب.

الجدول 1. تقنيات الفصل، مزاياها و عيوبها [6،9].

السلبات	الإيجابيات	تقنيات الفصل
*التكلفة التشغيلية عالية جداً، والعمر النصفي قصير (20 دقيقة)	*لا يوجد توليد الحمأة	الطرق الكيميائية *الأوزون
* بعض محفز الصور يتحلل إلى المنتجات الثانوية السامة.	* التكلفة التشغيلية منخفضة ومجدية اقتصادياً	* محفز الصورة
* قضايا التخلص وإنتاج الحمأة	* كاشف رخيص الثمن وإجراء فعال	* كاشف فنتون
* تتطلب الظروف الهوائية المزيد من المعالجة وإنتاج الميثان وكبريتيد الهيدروجين	* يمكن أن تكون المنتجات الثانوية تستخدم كمصادر للطاقة	الطرق البيولوجية * التحلل اللاهوائي
* توفير بيئة مناسبة لنمو الكائنات الحية الدقيقة و عملية بطيئة للغاية	* التكلفة التشغيلية منخفضة وفعالة في إزالة أصباغ الأزو	الطرق الفيزيائية والكيميائية * الامتزاز/الامتصاص
* مساحة منخفضة للبعض الممتزات، وارتفاع تكلفة الممتزات.	* امتزاز عالي القدرة على جميع الأصباغ.	
الحاجة للتخلص من الممتزات.		
* لتفريق الأصباغ غير فعالة		
* بحاجة الى مزيد من العلاجات عن طريق التلبد والترشيح وإنتاج الحمأة.	* لا فقدان للمواد المازة	* التبادل الأيوني
* مناسب لمعالجة الحجم المنخفض وإنتاج الحمأة.	* مجدبة اقتصادياً	* الحركية الكهربائية
		* تجلط الدم
	* فعال لجميع الأصباغ بمخلفات سائلة عالية الجودة	* غشاء الترشيح

2. الإمتزاز لإزالة الأصباغ من مخلفات النسيج:

يعد الإمتزاز من أهم عمليات الفصل الصناعية لمعالجة النفايات. إنها عملية يمكن من خلالها للمادة الصلبة (المازة) إزالة المكونات الذائبة بشكل انتقائي من محلول مائي عن طريق جذب المادة الممتزة نحو سطحه. يمكن أن توجد المادة الممتزة في الطور السائل أو الصلب أو الغازي. يمكن تصنيف الإمتزاز على أنه ظاهرة كيميائية أو فيزيائية؛ يتم في النوع الأول تبادل الإلكترونات، حيث ترتبط المادة الممتزة كيميائياً بسطح المادة المازة. في حين أنه، يتم في الإمتزاز الفيزيائي ربط المادة الممتزة بسطح المادة المازة بواسطة قوى فيزيائية ضعيفة. يعتبر الإمتزاز لإزالة الأصباغ مقارنة بالطرق الأخرى. تعتمد كفاءة هذه الطريقة على الخواص الكيميائية والفيزيائية للمواد المازة والممتزة، تكلفتها، توفرهما، سهولة استعمالهما، مساحة السطح، وأقل سمية [10].

3. الطين:

يحتوي الطين بشكل عام على phyllosilicates [11]. يمكن تمييز الطين عن أنواع التربة الدقيقة الأخرى باختلاف المعادن والحجم. ذكر Adeyemo وآخرون [12] أن المونتموريلونيت-السيماتيك، والكاولينيت، والإيليت، والبنتونيت، والكلوريت هي الفئات الرئيسية للطين. تشتمل مجموعة الكاولين على معدن الكاولينيت والديكيت والهلويسيت والناكرت. تشتمل مجموعة السميكتايت على البيروفيلايت، والطلب، والفيرميكوليت، والساوكونيت، والصابونيت، والنونترونيت، المونتموريلونيت. تضم المجموعة غير المشبعة الميكا الطينية. الإيليت هو المعدن الوحيد الشائع [13]. لا يعتبر الكلوريت دائماً من الطين، في بعض الأحيان يتم تصنيفه كمجموعة منفصلة داخل phyllosilicates. ترتبط قدرات إمتزاز الطين بالشحنة السالبة على بنية الحبيبات الدقيقة لمعادن سيليكات. يمكن تحييد هذه الشحنة السالبة عن طريق إمتزاز الكاتيونات موجبة الشحنة مثل الأصباغ. إلى جانب ذلك، يمتلك الطين مساحة سطح كبيرة قد تصل إلى 800 م²/غ، مما يساهم في قدرتها العالية على الإمتزاز.

الجدول 2. طبقات الطين المعدني كميزات لأنواع مختلفة من الأصباغ.

الرقم	طين (المادة المازة)	صبغة	الكفاءة	دراسة التوازن	دراسة حركية	TDSa	الخصائص	المراجع
1	الطين الخام	الأحمر الأساسي 46 (BR46) والأصفر التفاعلي 181 (RY181)	2.805, 4.232, 1.968, and 2.756 mmol/g for CI Basic Red 46 0.031, 0.030, 0.046, and 0.050 mmol/g for CI Reactive Yellow 181	1	2	-	FTIR, XRD	[14]
2	مونتورلونيت	الميثيل الأخضر و الميثيل الأزرق	68.35% للميثيل الأخضر 95.95% للميثيل الأزرق	-	2	2	XRD	[15]
3	معدن الطين الطبيعي	الميثيلين الأزرق (MB)	24.87 mg g-1	1	2	2		[16]
4	طين طبيعي غير معالج	أصفر أساسي 2	833.33 mg/g	1	2	1	FTIR, PSD, TEM, XRD and BET	[17]
5	مونتورلونيت	الأحمر الأساسي 18	530.645 mg/g	2	2	2	-	[18]
6	غاسول	الميثيل البنفسجي	625 mg/g	1	2	2	XRD	[19]
7	طين طبيعي	حمض الأحمر 88 (AR88)	1133.10 mg /g	1	2		SEM and zeta	[20]

	potential analysis							
[21]	XRF	-	1	2	25 mg/g for NB 42 mg/g for BCB	التيل الأزرق (NB) والأزرق الكريزيل اللامع (BCB)	طين طبيعي	8
[22]	XRD	1	2	1	54 mg/g	الأحمر الأساسي 46 (BR46)	الطين المغربي الخام	9
[23]	SEM, XRD	1	2	للكاولين 1، البنتونيت والزيوليت بنسبة 1 2	19.9 mg g ⁻¹ by Sodium bentonite 5.6 mg g ⁻¹ by kaolin 4.3 mg g ⁻¹ by zeolite	أحمر الكونغو	معادن طينية من البنتونيت والكاولين والزيوليت	10
[24]	XRD	2	2	1	292.15 mg g ⁻¹ , 97.38%.	أزرق الميثيلين	المونتمورلونيت	11
[25]	BET, XRD	1	2	1	47.27 mg/g for Crystal violet 65.42 mg/g for Brilliant green	الكريستال البنفسجي والأخضر اللامع	الكاولين	12

4. تأثير الرقم الهيدروجيني:

نظر شارما وآخرون [26] في كيفية تأثير الرقم الهيدروجيني على إزالة الصبغة الكاتيونية كالميثيل الأخضر وصبغ الميثيل الأزرق الأنثوني من وسط مائي على طين المونتموريلونيت. مع زيادة الرقم الهيدروجيني الأولي للمحلول، ارتفعت قدرة إمتزاز أخضر الميثيلين على الطين بينما انخفضت قدرة إمتزاز أزرق الميثيل على الطين. عند درجة الحموضة المنخفضة، يحتوي محلول الطين والماء على

كمية زائدة من أيونات H^+ ، والتي لها تأثير طارد على جزيء صبغة أخضر الميثيل موجب الشحنة. ارتفع عدد أيونات OH^- مع زيادة الرقم الهيدروجيني. نتيجة لذلك، زادت الشحنة السالبة في المحلول، مما يسهل على جزيء صبغة أخضر الميثيل الارتباط بطين المونتموريلونيت. بسبب التوافر الكبير للشحنة الموجبة في المحلول، كان إمتزاز جزيء صبغة أزرق الميثيل الأنيوني أكبر عند درجة الحموضة المنخفضة [27]. في ظل الظروف التجريبية، يمكن للطين المنشط بالحمض إزالة ما يصل إلى 89.90٪، لكن الطين غير المعالج يمكن أن يزيل فقط 84.67٪ (الرقم الهيدروجيني 6.0) [27].

5. دراسات حركية:

استخدم Zhou وآخرون [28] جسيمات طينية أتابلوجيت وظيفية أمينية كمادة مازة أين تم رسم البيانات التجريبية على النماذج الحركية من الرتبة شبه الأولى والثانية لفحص عملية الإمتزاز من أجل الإزالة الامتصاصية لـ MB كانت معاملات الارتباط للنموذج الحركي من الرتبة شبه الثانية أعلى بكثير من تلك الخاصة بالنموذج الحركي من الرتبة شبه الأولى، مما يدل على أن نموذج الرتبة شبه الثانية يمكن أن يصف إمتزاز MB بشكل أفضل. يمكن تفسير ذلك من خلال حقيقة أنه خلال المرحلة الأولى، كانت المواقع السطحية الشاغرة متاحة للإمتزاز خلال المرحلة الأولية. على الرغم من ذلك، مع وجود فاصل زمني من الإمتزاز، كان من الصعب شغل المواقع السطحية الشاغرة المتبقية بسبب العائق الفراغي بين صبغة MB المتمزة على سطح الطين والمحلول. بناءً على إفتراض نموذج الرتبة شبه الثانية، يمكن استنتاج أن إمتزاز MB على $ATP @ CCS$ كان إمتزازًا كيميائيًا.

لتقييم آلية الإمتزاز لصبغة FCF الزرقاء اللامعة بواسطة الطين الطبيعي وتعديلها باستخدام كلوريد الحديد، قام Hernández-Hernández et al [29] باستخدام ثلاثة نماذج: نموذج من الرتبة شبه الأولى، ونموذج من الرتبة شبه الثانية (Elovich)، ونموذج من الرتبة شبه الثانية. تم اكتشاف التغيير الأكثر فاعلية بالنظر إلى نموذج الرتبة شبه الثانية. كان إمتزاز ثابت لاجيرن للطين غير المعدل أعلى عند 20 و30 درجة مئوية ثم انخفض. بالنسبة للطين المعدل بالحديد، كانت قدرات الإمتزاز 1.0 مغ/غ عند درجات الحرارة المختلفة وزاد ثابت معدل الرتبة شبه الثانية مع زيادة درجة الحرارة.

6. دراسات التوازن:

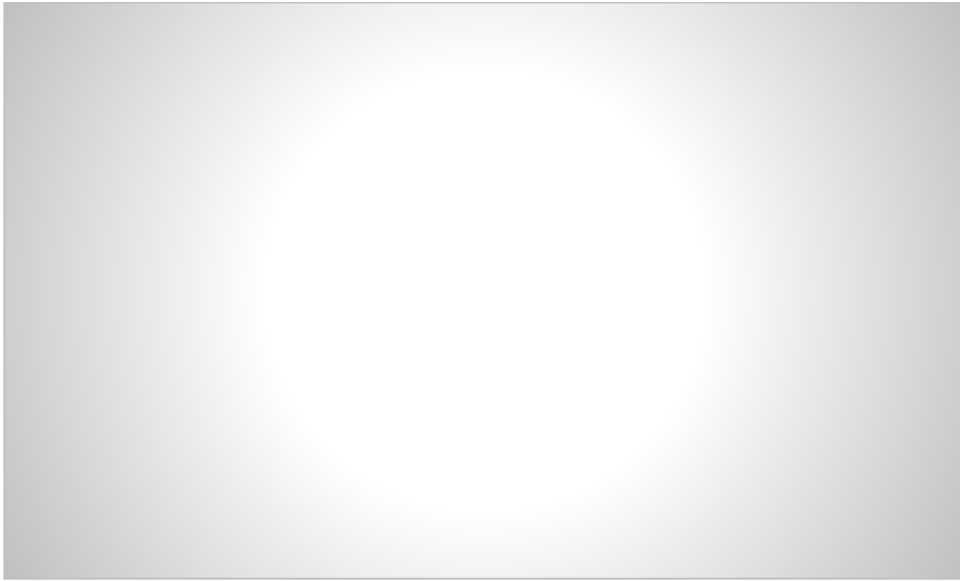
قام بنتنهار وآخرون [30] باستخدام معادن الطين مثل البنتونيت والكاولين والزيوليت للتخلص من اللون الأحمر الكونغولي. تم تطبيق البيانات التجريبية لنماذج Freundlich و Langmuir. تشير النتائج إلى أن أفضل وصف للزيوليت والبنتونيت كان من خلال نموذج Freundlich ($R^2=0.90, 0.97$) ولكن نموذج Langmuir قدم ملاءمة أفضل للبيانات التجريبية للكاولين بقيمة R^2 عالية ($R = 0.98$). نظرًا لوجود مواقع نشطة متنوعة على بنتونيت الصوديوم والزيوليت مع عوامل جذب متنوعة لجزيئات CR، يحدث الإمتزاز على سطح غير متجانس.

7. دراسات الديناميكية الحرارية:

من خلال إمتزاز BY2 على الطين الطبيعي غير المعالج (NUC) في درجات حرارة متفاوتة 25 و 35 و 45 درجة مئوية، قام أوزتورك ومالكوك [17] بدراسة تأثير درجة الحرارة على إزالة BY2. أظهرت النتائج أن رفع درجة حرارة عملية الإمتزاز يقلل من كفاءة وقدرة الإمتزاز، مما يشير إلى أن العملية كانت طاردة للحرارة. عندما تم رفع درجة حرارة العملية، زادت الطاقة الحرارية لنظام الإمتزاز، عن طريق زيادة حركة الإمتزاز مما تسبب في الامتصاص، ونتيجة لذلك، كان هناك انخفاض في قدرة الإمتزاز. أشارت قيم ΔG° في جميع درجات الحرارة التي تم فحصها إلى أن العملية كانت تلقائية [17].

8. دراسة إحصائية:

الهدف من هذه الدراسة الإحصائية هو معرفة تطور عدد البحوث التي أجريت على الطين والتي أظهرت جميعها كفاءتها في إزالة التلوث إتجاه الأصباغ والتي قدر عددها (تمت معاينة النتائج بتاريخ 2022/05/30).



الشكل 1. دراسة بحثية بين و.

يوضح الرسم البياني تطور عدد الدراسات (المقالات المنشورة) المتعلقة بالكلمات الرئيسية في

9. عرض الدراسات السابقة:

في عام بالإبلاغ عن دراسات مختلفة لتقييم أداء إمتزاز طين الكاولين باستخدام أنواع صبغة واحدة. هدفت هذه الورقة إلى تقييم قدرة الإمتزاز المقارنة للمواد المازة المحضرة من الكاولين الإثيوبي لأنواع مختلفة من الأصباغ (أصفر أساسي 28 (BY 28) وأحمر كونغو (CR) وأحمر تفاعلي 120 (RR 120)). تم تحضير المواد المازة من طين الكاولين عن طريق المعالجة الميكانيكية، الإثراء والتكلس (700 درجة مئوية). تم تقييم تأثير معاملات التشغيل (الأس الهيدروجيني، كتلة الماز، زمن التلامس، تركيز الصبغة، ودرجة حرارة الإمتزاز). تمت دراسة طبيعة الروابط الكيميائية قبل وبعد الإمتزاز باستخدام التحليل الطيفي FTIR. علاوة على ذلك، تم دراسة متساوي حرارة الإمتزاز، النماذج الحركية، والعمليات الديناميكية الحرارية في ظاهرة الإمتزاز. كانت النسب المئوية لكفاءة إزالة الأصباغ 92.08% و 88.63% و 73.33% للأصباغ BY 28، CR، و RR 120 على التوالي في الحالة التجريبية: جرة الممتزات = 1 غ/100 مل، المحلول BY 28 (pH = 9)، ودرجة الحموضة = 3 (CR)، و RR (120)، وقت التلامس = 60 دقيقة، تركيزات الأصباغ الأولية = 20 مغ/ل، ودرجة الحرارة = 30 درجة مئوية. توافق الإمتزاز مع طين الكاولين كان مناسباً جيداً مع الحركية من الرتبة شبه الثانية ونماذج Langmuir متساوية الحرارة. تشير المعلمات الديناميكية الحرارية إلى أن عملية الإمتزاز تلقائية وطاردة للحرارة لجميع الأصباغ [31].

في عام بتقييم الطين المعدني الغني بالسماكتيت في جبل رومانا (جنوب تونس) وOligocene السفلي من منطقة الخالدية (نوره بتونس) كمادة مازة للأصباغ الأنيونية (حمض البني 75) والكاتيوني (الأساسي الأصفر 28). تم استخدام XRD، XRF، FTIR، S_{BET} ، CEC و pH_{pzc} لدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات الطين. أظهرت النتائج التجريبية أن الإمتزاز يعتمد على الأس الهيدروجيني مع قدرة إمتزاز عالية لـ BY28 في الوسط الأساسي وإمتزاز عالي لـ AB75 في الوسط الحمضي. كانت ساعات الإمتزاز القصوى، التي تنبأ بها نموذج Langmuir، 76.92 و 8.33 مغ/غ لـ BY28 و 5AB7، على التوالي. أظهر الطين السماكتيت أنه من الممتزات المفيدة من حيث السعر والتوافر، فهي تستخدم دون تنقية أو تعديلات كيميائية، وهو أمر مفيد لإقتصاد البلاد [32].

في عام في هذا العمل بدراسة خصائص إمتزاز طين السيبوللايت لصبغات أزو النسيجية في محلول مائي. تم تمييز الطين (78% بالوزن سيبوللايت) من حيث الخصائص الفيزيائية والتركيبية والكيميائية والمعدنية. تم إختيار أصباغ أزو Basic Red 46 و Blue 85 Direct كمادة كثيفة. تم تركيب بيانات توازن الإمتزاز بنجاح في معادلات Freundlich و Langmuir. بالنسبة لـ Basic Red، كانت الساعات القصوى للإمتزاز، التي تنبأ بها نموذج Langmuir، 110 مغ/غ (عند 25 درجة مئوية) و 310

مغ/غ (عند 35 درجة مئوية). القيمة التي تم الحصول عليها عند 25 درجة مئوية، تتوافق تمامًا مع قدرة التبادل الكاتيونية للطين. بالنسبة لـ Direct Blue، كانت سعة الإمتزاز 332 مغ/غ. تم أيضًا تقييم توازن الإمتزاز لصبغة Direct Blue في دفق صناعي يحتوي على الملح والمواد الكيميائية المساعدة للصبغة. في هذا الخليط، إنخفضت كمية الصبغة التي تمتزها السيبوللايت، ولكن تم الوصول إلى قيم كبيرة جدًا (106 مغ/غ). تمت دراسة ونمذجة حركية الإمتزاز. تم حساب معامل الإنتشار الصلب المتجانس وانتشار المسام الفعال لكل من الأصباغ [33].

في عام باستعمال المركبات القائمة على مطاط أحادي الإيثيلين بروبيلين ديين المشع بأشعة جاما في هيكل رغوي، ومحمّل بأنواع مختلفة من الطين كموازة لفضات مختلفة من الأصباغ (قاعدية، وحمضية، متفاعلة ومشتتة) من المحاليل المائية. والطين قيد الدراسة هما طين أسوان (ASC) ومونتموريلونيت الصوديوم (Na-MMT). تمت دراسة تأثير تركيبة الكيميائية للممزازات وجرعة التشعيع ودرجة الحموضة وزمن التلامس على إمتزاز الصبغة. وجد أن مركبات المطاط المحملة بـ Na-MMT أعطت أقصى إمتزاز للصبغة الأساسية (~42%) في محلول مائي، بينما أعطت مركبات المطاط المحملة بطين ASC أقصى إمتزاز (~28%) للصبغة الحمضية. من ناحية أخرى، لم يظهر كلا النوعين من الطين أي تقارب تجاه الأصباغ التفاعلية والمشتتة. تم التوصل إلى أن كفاءة إزالة الصبغة تزداد مع زيادة الرقم الهيدروجيني ووقت التلامس. كما لوحظ أن جرعة التشعيع (50 كيلو غرام) كانت الجرعة المثلى لإزالة الأصباغ لجميع مركبات المطاط [34].

في عام إلى استخدام معدن طيني نشط كمتزاز لإزالة الصبغة الأساسية، الميثيلين الأزرق (MB)، من المحاليل المائية. تعمل المعالجة الحرارية عند 300 درجة مئوية لمدة ساعتين والتفعيل الحمضي بحمض النيتريك بمقدار 0.5 مول/ديسيمتر مكعب تحت ظروف الارتداد على تحسين قدرة إمتزاز معدن الطين المعدني. تم التحصل في هذه الدراسة على قيمة 500 مغ/غ من MB كحد أقصى عند التوازن، كما تمت نمذجة بيانات التوازن رياضياً باستخدام نماذج الإمتزاز متساوي الحرارة Freundlich، [35] Toth و Langmuir.

خاتمة:

الطين المعدني عبارة عن مواد مازة منخفضة التكلفة تم استخدامها بفعالية في المختبر لإمتزاز الأصباغ من مياه الصرف الصحي على مدار العقود الثلاثة الماضية. لم يتم استخدام الطين كمادة مازة في عملية توسيع النطاق، خاصة مع النفايات السائلة الحقيقية. بناءً على الظروف التجريبية مثل الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة وحجم الجسيمات وتركيز الصبغة الأولي، تم فحص أداء عدة أنواع من الطين الخام لإمتزاز الأصباغ التي تنتمي إلى فئات مختلفة. تم تحسين إمتزاز الصبغة باستخدام الطين المعدل. تم استخدام تقنيات FTIR، XRD، SEM، وBET لتوصيف الطين قبل وبعد إمتزاز الصبغة، على الرغم من أن معظم الدراسات تفتقر إلى المعلومات حول التوصيف الكامل للطين المستخدم كماز.

المراجع

- [1] Iqbal, M. (2016). *Vicia faba* bioassay for environmental toxicity monitoring: a review. *Chemosphere*, 144, 785-802.
- [2] Munawar Iqbal, Mazhar Abbas, Muhammad Arshad, Tariq Hussain, Aman Ullah Khan, Nasir Masood, Muhammad Asif Tahir, Syed Makhdoom Hussain, Tanveer Hussain Bokhari, Rasheed Ahmad Khera (2015). Gamma Radiation Treatment for Reducing Cytotoxicity and Mutagenicity in Industrial Wastewater. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(6).
- [3] Iqbal, M., & Nisar, J. (2015). Cytotoxicity and mutagenicity evaluation of gamma radiation and hydrogen peroxide treated textile effluents using bioassays. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(3), 1912-1917.
- [4] Ahamd, M. Z., Ehtisham-ul-Haque, S., Nisar, N., Qureshi, K., Ghaffar, A., Abbas, M., ... & Iqbal, M. (2017). Detoxification of photo-catalytically treated 2-chlorophenol: optimization through response surface methodology. *Water Science and Technology*, 76(2), 323-336.
- [5] Bilal, M., Iqbal, M., Hu, H., & Zhang, X. (2016). Mutagenicity, cytotoxicity and phytotoxicity evaluation of biodegraded textile effluent by fungal ligninolytic enzymes. *Water Science and Technology*, 73(10), 2332-2344.
- [6] Dawood, S., & Sen, T. (2014). Review on dye removal from its aqueous solution into alternative cost effective and non-conventional adsorbents. *Journal of Chemical and Process Engineering*, 1(104), 1-11.
- [7] Toor, M., Jin, B., Dai, S., & Vimonses, V. (2015). Activating natural bentonite as a cost-effective adsorbent for removal of Congo-red in wastewater. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 21, 653-661.
- [8] Anirudhan, T. S., & Ramachandran, M. (2015). Adsorptive removal of basic dyes from aqueous solutions by surfactant modified bentonite clay organoclay):

kinetic and competitive adsorption isotherm. *Process Safety and Environmental Protection*, 95, 215-225.

[9] 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.

[10] Duman, O., Tunç, S., & Polat, T. G. (2015). Determination of adsorptive properties of expanded vermiculite for the removal of CI Basic Red 9 from aqueous solution: kinetic, isotherm and thermodynamic studies. *Applied Clay Science*, 109, 22-32.

[11] Murray, H. H. (2006). *Applied clay mineralogy: occurrences, processing and applications of kaolins, bentonites, palygorskitesepiolite, and common clays*. Elsevier.

[12] Adeyemo, A. A., Adeoye, I. O., & Bello, O. S. (2017). Adsorption of dyes using different types of clay: a review. *Applied Water Science*, 7(2), 543-568.

[13] Kloprogge, J. T., Komarneni, S., & Amonette, J. E. (1999). Synthesis of smectite clay minerals: a critical review. *Clays and Clay Minerals*, 47(5), 529-554.

[14] Bouatay, F., Dridi-Dhaouadi, S., Drira, N., & Farouk Mhenni, M. (2016). Application of modified clays as an adsorbent for the removal of Basic Red 46 and Reactive Yellow 181 from aqueous solution. *Desalination and Water Treatment*, 57(29), 13561-13572.

[15] Sharma, P., Borah, D. J., Das, P., & Das, M. R. (2016). Cationic and anionic dye removal from aqueous solution using montmorillonite clay: evaluation of adsorption parameters and mechanism. *Desalination and Water Treatment*, 57(18), 8372-8388.

- [16] Ozdes, D., Duran, C., Senturk, H. B., Avan, H., & Bicer, B. (2014). Kinetics, thermodynamics, and equilibrium evaluation of adsorptive removal of methylene blue onto natural illitic clay mineral. *Desalination and Water Treatment*, 52(1-3), 208-218.
- [17] Öztürk, A., & Malkoc, E. (2014). Adsorptive potential of cationic Basic Yellow 2 (BY2) dye onto natural untreated clay (NUC) from aqueous phase: mass transfer analysis, kinetic and equilibrium profile. *Applied Surface Science*, 299, 105-115.
- [18] Fil, B. A., Karakaş, Z. K., Boncukcuoğlu, R., & Yılmaz, A. E. (2013). Removal of cationic dye (basic red 18) from aqueous solution using natural Turkish clay.
- [19] Ellass, K., Laachach, A., Alaoui, A., & Azzi, M. (2011). Removal of methyl violet from aqueous solution using a stevensite-rich clay from Morocco. *Applied Clay Science*, 54(1), 90-96.
- [20] Akar, S. T., & Uysal, R. (2010). Untreated clay with high adsorption capacity for effective removal of CI Acid Red 88 from aqueous solutions: batch and dynamic flow mode studies. *Chemical Engineering Journal*, 162(2), 591-598.
- [21] İyim, T. B., & Güçlü, G. (2009). Removal of basic dyes from aqueous solutions using natural clay. *Desalination*, 249(3), 1377-1379.
- [22] Karim, A. B., Mounir, B., Hachkar, M., Bakasse, M., & Yaacoubi, A. (2009). Removal of Basic Red 46 dye from aqueous solution by adsorption onto Moroccan clay. *Journal of Hazardous Materials*, 168(1), 304-309.
- [23] Vimonses, V., Lei, S., Jin, B., Chow, C. W., & Saint, C. (2009). Kinetic study and equilibrium isotherm analysis of Congo Red adsorption by clay materials. *Chemical Engineering Journal*, 148(2-3), 354-364.

- [24] Almeida, C. A. P., Debacher, N. A., Downs, A. J., Cottet, L., & Mello, C. A. D. (2009). Removal of methylene blue from colored effluents by adsorption on montmorillonite clay. *Journal of colloid and interface science*, 332(1), 46-53.
- [25] Nandi, B. K., Goswami, A., & Purkait, M. K. (2009). Removal of cationic dyes from aqueous solutions by kaolin: kinetic and equilibrium studies. *Applied Clay Science*, 42(3-4), 583-590.
- [26] Sharma, P., Borah, D. J., Das, P., & Das, M. R. (2016). Cationic and anionic dye removal from aqueous solution using montmorillonite clay: evaluation of adsorption parameters and mechanism. *Desalination and Water Treatment*, 57(18), 8372-8388.
- [27] Chaari, I., Feki, M., Medhioub, M., Fakhfakh, E., & Jamoussi, F. (2009). Adsorption of a textile dye "Indanthrene Blue RS (CI Vat Blue 4)" from aqueous solutions onto smectite-rich clayey rock. *Journal of hazardous materials*, 172(2-3), 1623-1628.
- [28] Zhou, Q., Gao, Q., Luo, W., Yan, C., Ji, Z., & Duan, P. (2015). One-step synthesis of amino-functionalized attapulgite clay nanoparticles adsorbent by hydrothermal carbonization of chitosan for removal of methylene blue from wastewater. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 470, 248-257.
- [29] Hernández-Hernández, K. A., Solache-Ríos, M., & Díaz-Nava, M. C. (2013). Removal of brilliant blue FCF from aqueous solutions using an unmodified and iron-modified bentonite and the thermodynamic parameters of the process. *Water, Air, & Soil Pollution*, 224(5), 1-11.
- [30] Bentahar, S., Dbik, A., El Khomri, M., El Messaoudi, N., Bakiz, B., & Lacherai, A. (2016). Study of removal of Congo red by local natural

clay. Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry, 17(3), 295.

[31] Aragaw, T. A., & Alene, A. N. (2022). A comparative study of acidic, basic, and reactive dyes adsorption from aqueous solution onto kaolin adsorbent: Effect of operating parameters, isotherms, kinetics, and thermodynamics. *Emerging Contaminants*, 8, 59-74.

[32] Chaari, I., Fakhfakh, E., Medhioub, M., & Jamoussi, F. (2019). Comparative study on adsorption of cationic and anionic dyes by smectite rich natural clays. *Journal of Molecular Structure*, 1179, 672-677.

[33] Santos, S. C., & Boaventura, R. A. (2016). Adsorption of cationic and anionic azo dyes on sepiolite clay: equilibrium and kinetic studies in batch mode. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4(2), 1473-1483.

[34] Hassan, M. S., & El-Nemr, K. F. (2013). Dye sorption characters of gamma irradiated foamed ethylene propylene diene monomer (EPDM) rubber/clay composites. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 19(4), 1371-1376.

[35] El Mouzdahir, Y., Elmchaouri, A., Mahboub, R., Gil, A., & Korili, S. A. (2010). Equilibrium modeling for the adsorption of methylene blue from aqueous solutions on activated clay minerals. *Desalination*, 250(1), 335-338.

الفصل الثاني

عموميات حول الامتزاز
والأصبغ

مقدمة:

تولد الأنشطة الصناعية تلوثا كبيرا في الحياة اليومية، وينتج عنها تدهورا في النظام البيئي (ecosystem) [1]. ومن أنواع التلوث نجد تلوث المياه في صور متعددة كالتسمم بالفضلات اللاعضوية أو المنظفات أو المبيدات وغيرها، كما تتلوث مياه الأنهار بالأصبغة الناتجة من مصانع النسيج. بما أن مياه الفضلات الصناعية مصدر رئيسي من مصادر تلوث المياه أصبح من الضروري معالجتها [2]. ومن أهم الطرق لمعالجتها طريقة الإمتزاز، تعتبر هذه الطريقة أداة مفيدة لتنقية الماء الملوث وفصل أي مادة غير مرغوب فيها.

1. تعريف الإمتزاز:

الإمتزاز هو ظاهرة فيزيو-كيميائية تؤدي على وجه الخصوص إلى تغيير في التركيز عند طورين غير قابلين للإمتزاز. الإمتزاز (adsorption) ظاهرة سطحية تتميز عن الإمتصاص (absorption). ويصاحب الإمتزاز عادة نقصان في الطاقة الحرة (ΔG°) والأنتروبي (ΔS°) للسطح الذي يحدث عليه، لأن الجزيئات التي تعاني الإمتزاز تصبح مقيدة بسبب إرتباطها بذرات السطح. ويترتب على تناقص الطاقة الحرة والأنتروبي في وقت واحد تناقص المحتوى الحراري (ΔH°) بموجب العلاقة التيرموديناميكية التي تربط الكميات الثلاثة معا في درجة حرارة معينة وهي كما يلي:

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

تسمى المادة التي تعاني الإمتزاز على السطح بالامتزة، كما يسمى السطح الذي يتم عليه الإمتزاز بالماز [3].

الإمتزاز هو ظاهرة تحدث عندها تراكم مادة في السطح البيئي بين طورين (غاز-صلب، سائل-غازي، سائل-صلب، سائل-سائل، صلب-صلب). يتعلق الإمتزاز بقوى التجاذب والطبيعة والشدة المسؤولة عن تماسك الأطوار المتكاثفة (السائلة أو الصلبة) [4].

2. أنواع الامتزاز:

إعتقادًا على طبيعة الروابط المتكونة وكذلك كمية الطاقة المنبعثة أثناء الإحتفاظ بجزيء على سطح مادة صلبة، يمكن التمييز بين نوعين من الإمتزاز: الإمتزاز الفيزيائي والإمتزاز الكيميائي [5].

1.2. الإمتزاز الفيزيائي:

يحدث في درجة حرارة منخفضة، تمتص الجزيئات عدة طبقات (متعدد الطبقات)، والذي يحدث عندما تكون القوى التي تثبت المادة الممتزة في طبقة على سطح المادة المازة من نفس ترتيب قوى فان دير فالس. يتميز هذا النوع من الإمتزاز بالخصائص التالية:

- السرعة في إقامة التوازن بين المرحلة الممتزة والمرحلة مائع أو سائل.
- حرارة إمتزاز إلى حد كبير بنفس ترتيب حرارة تسييل الغاز الممتز.
- قابلية الإنعكاس سهلة نسبياً والإفتقار إلى الخصوصية [6].
- غالباً ما تكون قيم المحتوى الحراري للإمتزاز ما بين 0-40 كيلو جول/مول [7].

تتكون هذه الظاهرة أساساً من تكثف الجزيئات على السطح بفضل خفض درجة الحرارة [8] للمادة الصلبة.

2.2. الإمتزاز الكيميائي:

ينتج الإمتزاز الكيميائي عندما تكون قوى الربط الكيميائي أكبر من قوى فاندر فالس. حيث يتم تكوين روابط كيميائية بين الجزيئات الممتزة والسطح الماز [9]. يمكن أن تكون هذه الروابط تساهمية أو أيونية. يحدث عند درجات الحرارة العالية كما يتضمن روابط قوية التي تتطلب طاقة تنشيط [10]. ويؤدي الإمتزاز الكيميائي إلى تكوين طبقة أحادية الجزيء على سطح المادة الصلبة.

يتميز الإمتزاز الكيميائي بما يلي [6]:

- توازن طويل للوصول بين الوسط الممتز والوسط السائل.
- زيادة كمية المواد الممتزة مع درجة الحرارة.
- تنبعث الحرارة أثناء الإمتزاز مقارنة بسخانات التفاعل (من 40 إلى 100 كيلوجول/مول)، أي حوالي 10 مرات أعلى من الإمتزاز الفيزيائي.
- غير عكوس.
- خصوصية ملحوظة (selectivity).

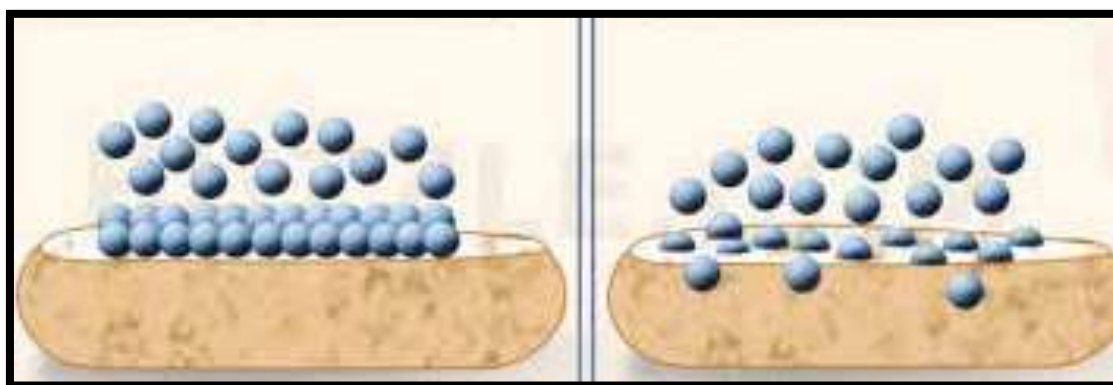
عندما تكون الظروف مناسبة، يمكن غالباً فرض الإمتزاز الكيميائي على الإمتزاز الفيزيائي.

المحتوى الحراري المتعلق بالإمتزاز الكيميائي أكبر من المحتوى الناتج عن التحلل وتكون القيم عمومًا حوالي 200 كيلوجول/مول [7].

3. مقارنة بين الإمتزاز الفيزيائي والإمتزاز الكيميائي:

الجدول 1. مقارنة بين الإمتزاز الفيزيائي والإمتزاز الكيميائي [7].

الخصائص	الإمتزاز الفيزيائي	الإمتزاز الكيميائي
نوع الرابطة	رابطة فان دير فالس	رابطة كيميائية
درجات حرارة العملية	منخفضة نسبياً مقارنة بدرجة حرارة غليان الممتزات	أعلى من درجة حرارة الغليان من الممتزات
فردية الجزيئات	يتم الحفاظ على فردية الجزيئات	تدمير خصوصية الجزيئات
الإمتزاز	سهل	صعب
الحركية	سريع ومستقل عن الحرارة	بطيء جداً
حرارة الإمتزاز	الطاقة الحرارية للإمتزاز 40 mol/kJ	الطاقة الحرارية للإمتزاز تتراوح بين 40 - 400 kJ/mol
الطاقة	منخفضة	مرتفعة
نوع التشكل	تشكيل متعدد الطبقات وطبقة واحدة	تشكيل أحادي الطبقة



Physical

Chemical

الشكل 1. صورة لظاهرة الإمتزاز الفيزيائي والكيميائي على سطح صلب.

4. العوامل المؤثرة على ظاهرة الإمتزاز:

يعتمد الإمتزاز على عدة عوامل، أهمها [8]:

- خصائص المازات: القطبية، حجم المسام، السطح المحدد ووظائف سطحية.
- خصائص المادة الممتزة: القطبية والذوبان والوزن الجزيئي.
- الشروط الفيزيائية والكيميائية للوسط: درجة الحرارة ودرجة الحموضة.

5. آلية الامتزاز:

الإمتزاز هو تقنية يتم تطبيقها في عدة مجالات ومن بينها إزالة الأصبغة من المحاليل المائية، عملية الإمتزاز ناتجة بشكل عام عن قوى كيميائية وفيزيائية متعددة التي تحدث وذلك في حالة الإمتزاز صلب-سائل وهذا ما يميز لنا عدة آليات للإمتزاز نذكر منها:

1.5. قوى فاندر فالس:

تجاذب ثنائي القطب ثنائي القطب يحدث بين الذرات أو الجزيئات بفضل الإضطرابات الكهربائية منخفضة الشدة، هذا النوع من القوى له أهمية كبيرة وذلك في إمتزاز المركبات العضوية ويعرف بإمتزاز التبادل الأيوني [11].

2.5. قوى كولوم:

هي قوى كهربائية ساكنة ناتجة من إختلاف الشحنة (متعاكسة) بين السطح الصلب المشحون والمادة الممتزة يمكن أن تكون الشحنة سطحية نتيجة الإستبدال متماثل أو إضافة بروتون أو نزع بروتون من المجموعات الوظيفية السطحية تحت تأثير درجة الحموضة. ويتجلى هذا النوع من القوى بشكل رئيسي في إمتزاز الأيونات غير العضوية والجزيئات العضوية المتأينة يعرف الإمتزاز بالتجاذب الكهربائي الساكن [12].

3.5. الروابط الهيدروجينية:

هي روابط تنتج بين الجزيئات وتحديدا بين ذرة هيدروجين أقل كهروسالبية وذرة أخرى أكثر كهروسالبية [13].

6. متساوي حرارة الإمتزاز:

تهدف دراسة إمتزاز الغاز بواسطة مادة صلبة عمومًا إلى توفير معلومات قيمة عن السطح المحدد والبنية المسامية للمادة الصلبة التي تم تحليلها.

تعتمد كمية الغاز المحتجزة في عينة معينة على طبيعة الغاز والمادة الصلبة ودرجة الحرارة T والضغط P .

$$Na = f(P, T, \text{gaz}, \text{solide})$$

Na : يمثل عدد المولات الممتزة.

بالنسبة لنظام معين عند درجة حرارة معينة، تكون درجة حرارة الإمتزاز تعبر عن الكمية الممتزة كدالة للضغط [14].

$$Na = f(P) T, \text{gaz}, \text{solide}$$

1.6. تصنيف متساوي حرارة الإمتزاز:

يختلف شكل المنحنى المتساوي الحرارة وفقاً للثنائية ممتز-ماز التي تمت دراستها. تم تصنيف متساوي درجة حرارة الإمتزاز للمذابات ذات القابلية المحدودة للذوبان بواسطة gilles et coll [15].

❖ متساوي حرارة من النوع I:

التفسير الكلاسيكي لهذا الإيزوتارم هو أنه يتعلق بتكوين طبقة جزئية كاملة. يتعلق الإيزوتارم هذا بالمواد الصلبة التي يسهل اختراقها والتي يبلغ قطرها أقل من 25 أنغستروم [16].

❖ متساوي حرارة من النوع II:

هذا هو الأكثر شيوعاً، يحدث عندما يتم الإمتزاز على المساحيق المسامية أو ذات مسام كبيرة يبلغ قطرها أكبر من 500 أنغستروم.

❖ متساوي حرارة النوع III:

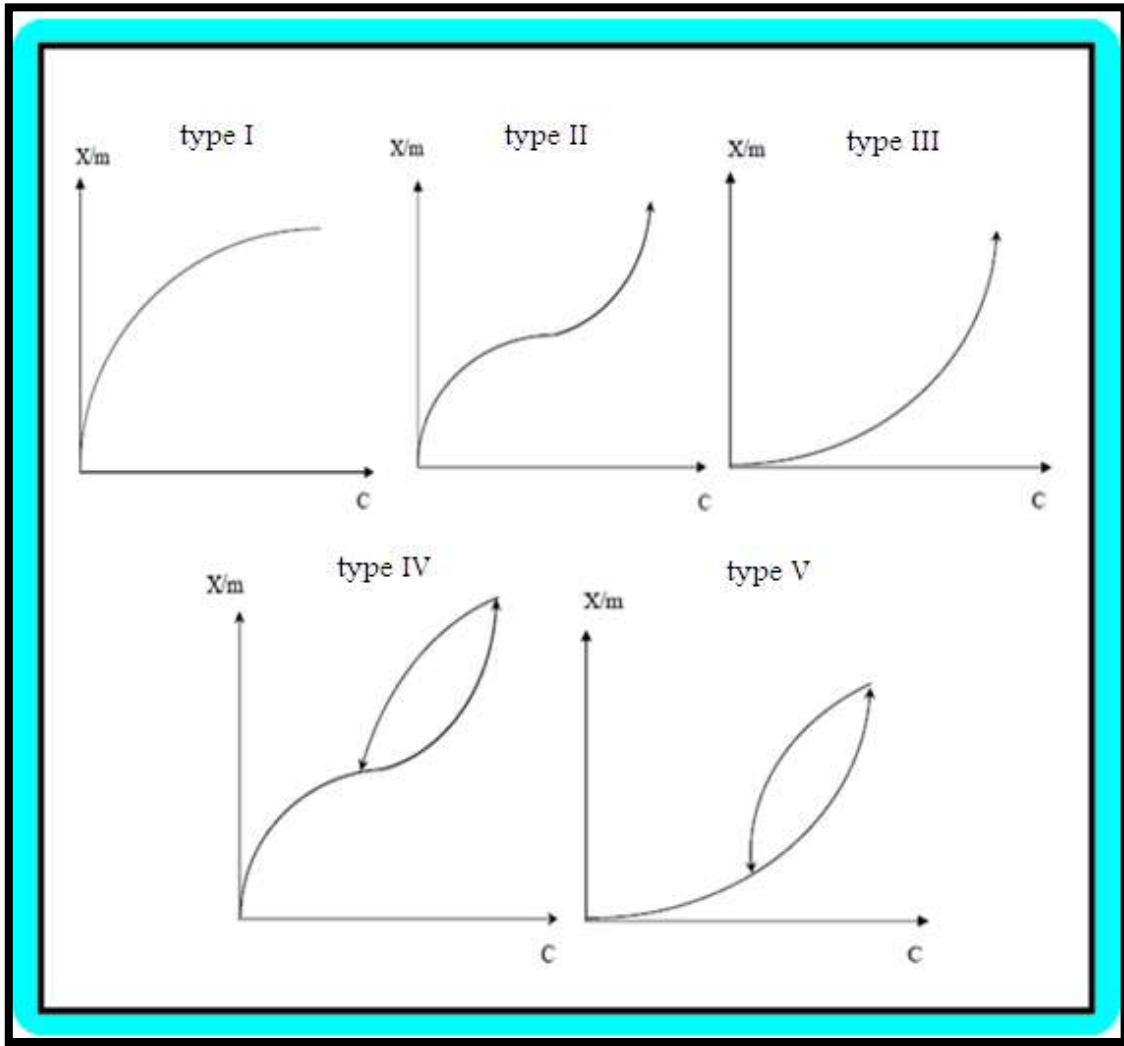
هذا الإيزوتارم هو سمة من سمات الإمتزاز حيث تكون حرارة الإمتزاز أقل من حرارة التسييل. هذا الإيزوتارم نادر نسبياً، فهو يشير إلى تكوين طبقات جزئية متعددة، منذ بداية الإمتزاز، وقبل أن يتم تغطية السطح بالكامل بطبقة أحادية الجزيئية.

❖ متساوي حرارة النوع IV:

يحدث هذا الإيزوتارم على المواد الصلبة ذات المسام، بأقطار تتراوح بين 15 و 1000 \AA . يزيد المنحدر عند الضغوط النسبية العالية، مما يشير إلى امتلاء المسام بالكامل. أما بالنسبة للنوع II من الإيزوتارم، فإن الطبقة المتعددة تبدأ عندما يتم تحقيق الطبقة الأحادية بالكامل.

❖ متساوي حرارة النوع V:

هذا الإيزوتارم يعطي أيضًا، مثل النوع الرابع من الإيزوتارم، تباطؤًا، وهو مشابه للنوع الثالث، أي أن الطبقة المتعددة تبدأ، قبل أن تتحقق الطبقة الأحادية تمامًا. هذا النوع من الإيزوتارم هو أيضًا سمة من سمات المواد الصلبة المسامية، التي لها أقطار مسامية من نفس ترتيب المواد الصلبة التي تعطي إيزوتارم من النوع الرابع والخامس الموجودة في النهاية، وهو منحدر مختلف يُعزى إلى هندسة المسام [16].



الشكل 2. الأنواع المختلفة من متساوي حرارة الإمتزاز [17].

06-02- نماذج متساوي حرارة الإمتزاز:

يمكن وصف عملية الإمتزاز باستخدام إيزوتارم الإمتزاز، لهذا فإن الإيزوتارم هو تمثيل بياني يربط بين كمية المادة الممتزة وتركيز المادة في المحلول عند الإتزان، يتم الحصول على التمثيل من نتائج الإختبارات العملية التي أجريت في درجة حرارة ثابتة، يتم حساب كمية المادة الممتزة بإستخدام المعادلة التالية [18]:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{m} V$$

C_0 : التركيز الابتدائي للمادة الممتزة (مغ/ل).

C_e : تركيز المادة الممتزة في المحلول عند التوازن (مغ/ل).

V : حجم المحلول (ل).

m : كتلة المادة المازة (غ).

q_e : كمية المادة الممتزة (مغ/غ).

تم تطوير العديد من النماذج الرياضية لوصف تفاعلات الممتز/الماز.

1.2.6. متساوي حرارة فروندلثش:

وهي معادلة تجريبية تحدث على سطح الماز غير المتجانسة مع مواقع الإمتزاز الخاصة به في مستويات الطاقة المتفاوتة ومتعددة الطبقات، ويعبر عن معادلته كالتالي [19]:

حيث:

$$q_e = K_f \times C_e^{1/n}$$

❖ q_e : كمية المادة الممتزة عند التوازن (مغ/غ).

❖ K_f : ثابت يتعلق بسعة الإمتزاز.

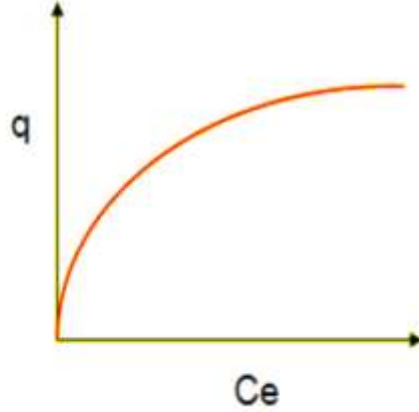
❖ C_e : تركيز المادة الممتزة عند التوازن (مغ/غ).

❖ n : عامل عدم التجانس.

حيث تتعلق K_f بسعة الإمتزاز، بينما $n/1$ تتعلق بكثافته عند [20]:

• $n=1$: يكون الإمتزاز خطي أي لا يوجد تفاعل بين الأنواع الممتزة.

- $n/1 < 1$: يكون الإمتزاز جيد أي تظهر مواقع إمتزاز جديدة.
- $n/1 > 1$: يكون الإمتزاز غير جيد أي روابط إمتزاز ضعيفة.



الشكل 3. منحنى لنموذج فروندلش.

2.2.6. متساوي حرارة لونجمير:

وهي نظرية أساسية اقترحت من طرف لونجمير سنة 1918 لإمتزاز المذاب على المادة الصلبة، وهو نموذج بسيط يعتمد على الفرضيات التالية [21]:

- تشكيل طبقة واحد فقط أحادية الجزيء على المادة الصلبة.
- جميع المواقع النشطة المتكافئة.
- يمكن لكل موقع أن يمتز جزيء واحد فقط من المذاب، أي إمتزاز طبقة واحدة.
- لا يوجد تفاعلات بين الجزيئات الممتزة.

وتكون معادلة لونجمير كالاتي [22]:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{(K_L \times q_m)} + \frac{C_e}{q_m}$$

حيث:

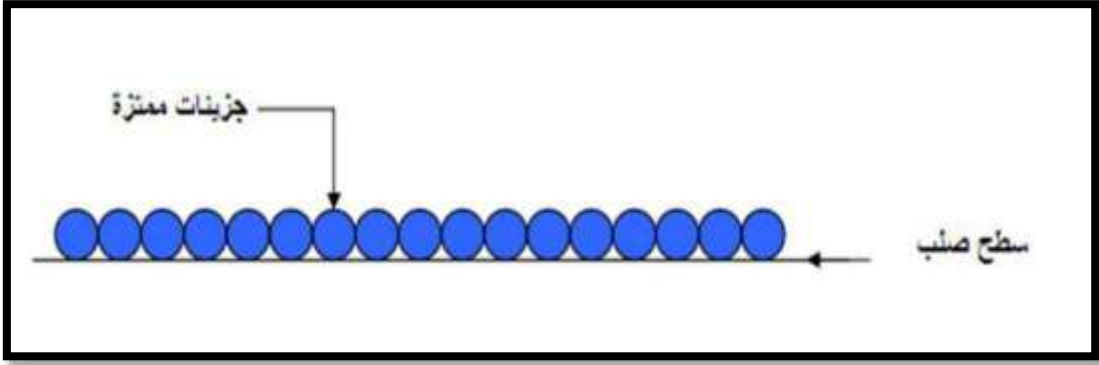
- ✓ C_e : تركيز المادة الممتزة عند التوازن (مغ/ل).
- ✓ K_L : ثابت توازن لونجمير (ل/مغ).
- ✓ q_e : كمية المادة الممتزة عند التوازن (مغ/غ).
- ✓ q_{max} : السعة العظمى للإمتزاز (مغ/غ).

ويتم تحديد خصائص إيزوتارم لونجمير بواسطة عامل الفصل R_L [23]:

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L \times C_0}$$

حيث إذا كان:

- =0 :الإمتزاز غير عكوس.
- =1 : الإمتزاز خطي.
- <1 :شروط الإمتزاز جيدة.
- $R_L > 1$: شروط الإمتزاز غير جيدة.



الشكل 4. إمتزاز أحادي الطبقة.

3.2.6. متساوي حرارة تيمكن:

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

- ✓ إختلاف يتعلق بتجانس السطح.
- ✓ تفاعل بين الجزيئات جانبيا.

ومعادلة تيمكن كالاتي:

$$q_e = \beta l_n(K_T) + \beta l_n(C_e)$$

حيث:

$$\beta = \frac{RT}{b_t}$$

- ✓ K_t : ثابت التوازن الموافق لأقصى طاقة رابطة (ل/غ).
- ✓ b_t : ثابت تيمكن متعلق بحرارة الإمتزاز (جول/مول).
- ✓ R : ثابت الغازات المثالية ($R=8.314$ جول/مول.كلفن).
- ✓ T : درجة الحرارة بالكلفن.

يتم تحديد هذه الثوابت من تقاطع q_e مع $\ln(C_e)$ [24].

7. حركية الإمتزاز:

1.7. نموذج حركية الرتبة شبه الأولى:

في حالة التفاعل من الرتبة شبه الأولى، سرعة الإمتزاز تتناسب طرديا مع $(q_e - q_t)$ وبالتالي يمكن وصفها بالعلاقة التالية [25]:

$$\frac{dq}{dt} = K_1(q_e - q_t)$$

- K_1 : ثابت السرعة لحركية شبه الرتبة الأولى (دقيقة⁻¹).
- q_e : سعة الإمتزاز عند التوازن بوحدة (مغ/غ).
- q_t : سعة الإمتزاز عند اللحظة t بوحدة (مغ/غ).

نكامل العلاقة السابقة من أجل شروط محددة: عند $t = 0$ و $q_t = q_0$ عند $t = 0$ و $q_t = 0$ وتصيح:

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 \times t$$

إقتراح بعض الباحثين تحديد ثابت السرعة الإجمالي إنطلاقا من المعادلة التالية:

$$\ln \left[\frac{1 - (C_0 - C_t)}{(C_0 - C_e)} \right] = -K_0 t$$

C_0 : التركيز الابتدائي (مغ/ل).

C_e : التركيز عند التوازن (مغ/ل).

C_t : التركيز عند لحظة t (مغ/ل) والزمن بوحدة (دقيقة).

K_0 : ثابت السرعة الإجمالي (دقيقة¹).

2.7. نموذج حركية الرتبة شبه الثانية:

سرعة تفاعل شبه الرتبة الثانية متعلقة بالكمية الممتزة على السطح الماز والكمية الممتزة عند التوازن، حركية شبه الرتبة الثانية تكتب بالعلاقة [26]:

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

- K_2 : ثابت السرعة لحركية شبه الرتبة الثانية (دقيقة¹).
- q_e : سعة الامتزاز عند التوازن بوحدة (مغ/غ).
- q_t : سعة الامتزاز عند اللحظة t بوحدة (مغ/غ).

نكامل العلاقة السابقة من أجل الشروط محددة: $q_t = q_t$ عند $t = t$ و $q_t = 0$ عند $t=0$ تصبح:

$$\frac{1}{(q_e - q_t)} = K_2 t + \frac{1}{q_e}$$

3.7. نموذج الإنتشار داخل الجزيئات:

بصفة عامة، هناك أربع خطوات في عملية الإمتزاز للمواد الصلبة المسامية كما يلي [27]:

المرحلة 01: نقل الممتزازات من المرحلة السائلة إلى الطبقة الحدودية السائلة المرتبطة بالجسيم الصلب (الإنتشار). خطوة سريعة جدا.

المرحلة 02: نقل المادة الممتزة من خلال السائل إلى السطح الخارجي للمادة المازة. خطوة سريعة.

المرحلة 03: الإنتشار داخل الجسم الماز على طول مسارين، تحت تأثير تدرج التركيز. تتميز هذه الخطوة بأنها بطيئة نسبيا.

a3: في حالة الإمتزاز، عن طريق الإنتشار السطحي.

b3: في الحالة الحرة، عن طريق الإنتشار داخل المسامات.

المرحلة 04: الإمتزاز في مسامات صغيرة من رتبة الميكرو. خطوة سريعة جدا [28].

8. تطبيقات الإمتزاز:

هناك العديد من الدراسات والمراجع التي تتناول تطبيقات الإمتزاز في العديد من المجالات، نذكر منها [29]:

- التجفيف.
- معالجة الزيوت.
- معالجة الغاز.
- صناعة النسيج.
- تلون ومعالجة المياه.

9. الأصباغ:

1.9. تعريف الأصباغ:

هي مركب قادر على الإرتباط بطريقة ما مع الألياف المراد صباغتها مانحا لها اللون، ويكتسب المركب الكيميائي اللون عندما يمتلك القدرة على إمتصاص حزمة ما من الطيف المرئي وعكس الباقي. ويذكر الدكتور "هنريش زولينغر" في كتابه كيمياء اللون: يعتمد ظهور اللون على مجموعة من العوامل الفيزيائية والكيميائية وجزء من الطيف الذي يراه الانسان في مجال من أطوال الموجة من 400-700 نانومتر، ويمكن للغازات أو السوائل من المواد الصلبة إمتصاص كامل الضوء أو عكس قسم منه لينفذ عبر الغازات أو السوائل أو المواد الصلبة الزجاجية [30].



الشكل 5. صورة تعبيرية لبعض الأصباغ التجارية.

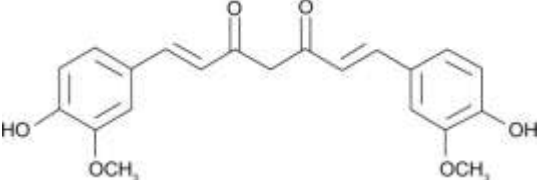
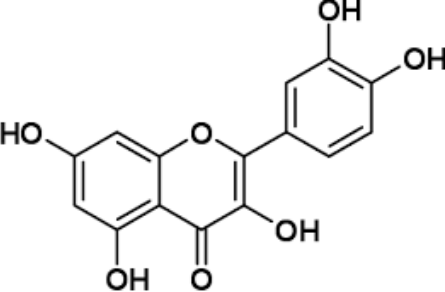
2.9. تصنيف الأصباغ:

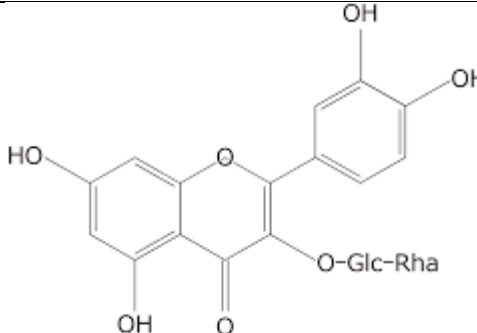
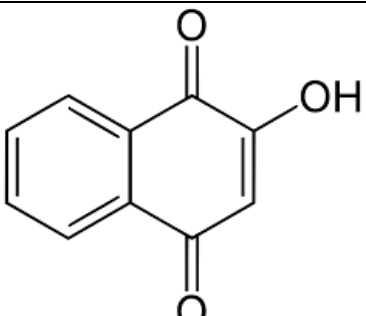
تتكون جزيئات الصبغة من مركبات الكروموفور ومكونات auxochromes حيث تكون الكروموفورات (OH، NH₂، NHR، NR₂، Cl و COOH) مسؤولة عن إنتاج الألوان والأكسوكرومات (NO₂، NO، N = N) تعزز تقارب الصبغة تجاه ألياف [31]. تتميز النفايات السائلة الحاملة للصبغة من هذه الصناعات بلونها العالي ومحتواها العضوي وخطورتها أيضاً. يمكن إنتاج الأصباغ من مصادر طبيعية أو اصطناعية كما هو موضح أدناه.

1.2.9. الأصباغ الطبيعية:

الأصباغ الطبيعية هي مركبات عضوية تستخدم لصبغة مختلف المنتجات. قبل عام 1856، كانت الأصباغ الطبيعية تُستخرج من النباتات والحيوانات والحشرات ومصادر المعادن مثل الكركم، الحناء وغيرها من الاصباغ الطبيعية. يتم عرض الاصباغ الطبيعية الأكثر شيوعاً المستخدمة في صناعة النسيج في الجدول 2.

الجدول 2. الأصباغ الطبيعية الشائعة المستخدمة في صناعة النسيج [32]

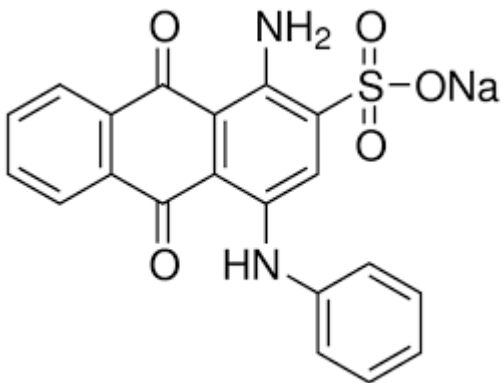
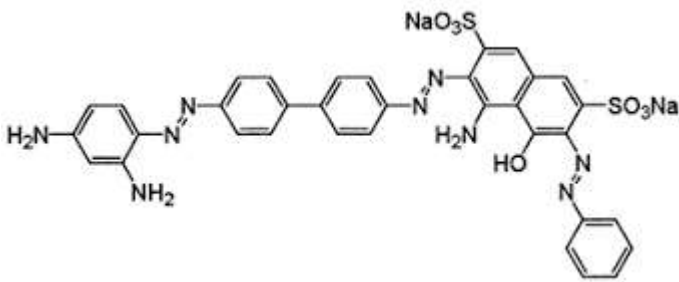
الصيغة الكيميائية للصبغة	الإسم العلمي	أصباغ طبيعية
	<i>Curcuma longa</i>	Turmeric الكركم
	<i>Alium cepa</i>	Onion بصل

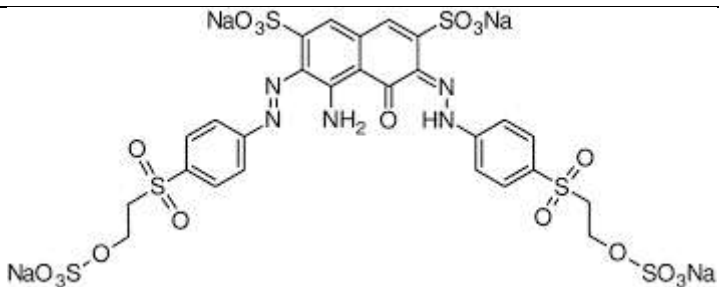
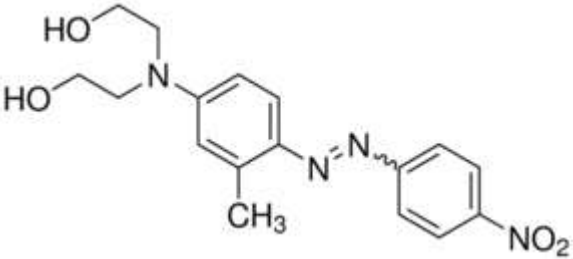
	<i>Sophora japonica</i>	Flos sophorae زهرة الصفيراء
	<i>Lawsonia inermis</i>	Henna الحناء

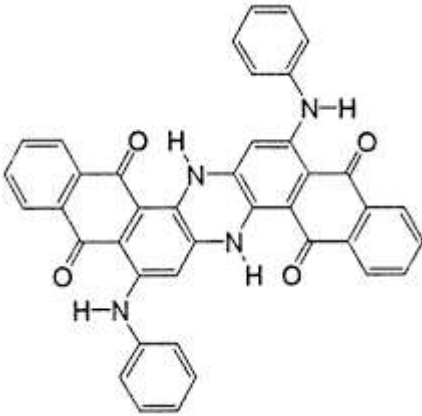
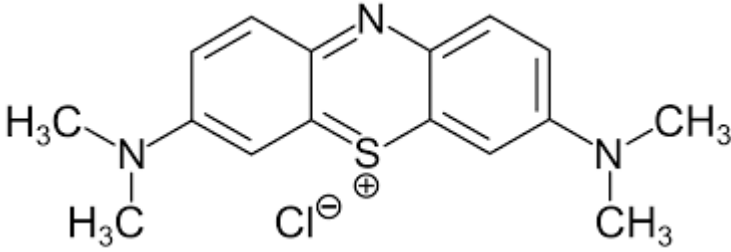
2.2.9. الأصباغ الإصطناعية:

اكتشف ويليام هنري بيركين أول تركيب للصبغة في عام 1856، يمكن أن تتسبب الأصبغة في مخاطر جسيمة على الكائنات الحية بسبب أصلها الإصطناعي وتركيبها الجزيئية المعقدة التي تقلل من قدرتها على التحلل البيولوجي. [33]. هناك أنواع عديدة من الأصباغ المستخدمة في الصناعات المختلفة مثل الأصباغ الحمضية، الأصباغ التفاعلية، الأصباغ الأساسية، أصباغ الأزو، الأصباغ المباشرة، أصباغ الحوض والأصباغ المشتتة [34]. جميع الأصباغ قابلة للذوبان في الماء باستثناء الأصباغ المتفرقة وأصباغ الحوض. تحتوي جميع الأصباغ على آثار معادن مثل النحاس والزنك الرصاص والكروم والكوبالت في محلولهم المائي باستثناء أصباغ الحوض والأصباغ المشتتة. [35] يتم تصنيف الأصباغ على نطاق واسع إلى أصباغ كاتيونية وأنيونية وغير أيونية. تشمل الأصباغ الأنيونية مجموعات متنوعة من الأصباغ مثل الأصباغ الحمضية والأصباغ التفاعلية وأصباغ الأزو والأصباغ المباشرة بينما الأصباغ الكاتيونية هي الأصباغ الأساسية. يتم عرض تصنيفات الصبغة وتطبيقاتها في الجدول 3.

الجدول 3. تصنيف الأصباغ الإصطناعية على أساس التطبيقات [36-38].

تطبيقات الأصباغ	صيغتها الكيميائية	أمثلة عن الأصباغ	الصبغة
الصفوف الحرير نايلون (بولي أميد) البولي يورينين ألياف	 <p>Acid blue 25</p>	الميثيل الأحمر الكونغو (البرتقالي والأحمر) البرتقالي (الأول والثاني) حمض (أزرق، أسود، بنفسجي، أصفر)	أصبغة الحمض
قطن صوف الكتان حرير جلد (قلوي أو حمام محايد)	 <p>Direct black 38</p>	مارتيوس أصفر أسود مباشر برتقالي بأشرف أزرق مباشر بنفسجي مباشر	الأصبغة المباشرة

		أحمر مباشر	
ألياف السليلوز صوف مادة البولي أميد	 <p>Reactive black 5</p>	أحمر تفاعلي أزرق تفاعلي أصفر تفاعلي أسود تفاعلي ريمazol (أزرق، أصفر، أحمر، إلخ)	الأصباغ التفاعلية
مادة البولي أميد ألياف بوليستر نايلون بولي أكريلونيترييل	 <p>Disperse red 17</p>	أزرق متفرق أحمر متفرق برتقالي متفرق أصفر متفرق بني متفرق	الأصباغ المتفرقة

<p>صوف الكتان صوف ألياف رايون</p>	 <p>Vat green 6</p>	<p>نيلي، بنزانثرون Vat blue Vat green</p>	<p>Vat Dyes</p>
<p>البوليستر صوف حرير مود-أكريليك نايلون</p>	 <p>Methylene blue</p>	<p>ازرق الميثيلين أحمر أساسي بني أساسي أزرق أساسي الكريستال البنفسجي الأنيلين الأصفر لامعة خضراء</p>	<p>أصبغة القاعدة</p>

المراجع

مراجع باللغة العربية:

- [1] ه.جاسم، دراسة ومقارنة إمتزاز الصبغتين الكونغو الأحمر والجننتين البنفسجية على سطح الصفصاف، مجلة القادسية للعلوم الصرفة، العدد 1، 2015م.
- [3] أ.د.محمد مجدي واصل اسس كيمياء السطوح، ص9، 2007م.

مراجع باللغة الأجنبية:

- [2] Bouthaina, T., & Sara, M. (2021). Valorisation des grains du café vert et transformation en charbon actif (Doctoral dissertation, Université laarbi tebessi tebessa).
- [4] Jermouni, S. (1996). Contribution à l'Etude de la Resistance au Chrome des Bactéries, Isolées des Rejets de Tannerie de la Ville de Fes (Doctoral dissertation, Thèse de 3ème Cycle, Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fes).
- [5] Mechrafi, E. (2002). Adsorption, désorption et mobilité des herbicides au contact des adsorbants organiques et minéraux. Doctorat, Université Mohammed V-AGDAL, Rabat, Maroc.
- [6]) Sedira, N. (2013). Etude de l'adsorption des métaux lourds sur un charbon actif issu de noyaux de dattes (Doctoral dissertation, University of Souk Ahras).
- [7] Bouaziz, A. (2009). Biosorption du nickel par la biomasse Pleurotusmutilus. Ecole Nationale polytechnique, Algérie.
- [8] Kanouri R. Labide A. Adsorption du phénol sur la bentonite de Maghnia ، Mémoire master Académique ،Université Kasdi Merbah-Ouargla, 2012/2013.
- [9] Gouarir, B. (2017). Elimination d'un colorant par adsorption sur support solide et par procédés photochimiques, en milieu aqueux.
- [10] Calvet R. MISE au point bibliographique. Adsorption des pesticides par les sols et leurs constituants. IV: consequences des phenomenes d'apsorption.1980.

- [11] Tsai, W. T., Chang, Y. M., Lai, C. W., & Lo, C. C. (2005). Adsorption of basic dyes in aqueous solution by clay adsorbent from regenerated bleaching earth. *Applied Clay Science*, 29(2), 149-154.
- [12] Yuh-Shan, H. (2004). Citation review of Lagergren kinetic rate equation on adsorption reactions. *Scientometrics*, 59(1), 171-177.
- [13] Wang, L., & Wang, A. (2008). Adsorption properties of Congo Red from aqueous solution onto surfactant-modified montmorillonite. *Journal of hazardous materials*, 160(1), 173-180.
- [14] Slasli, M. A. (2002). Modélisation de l'adsorption par les charbons microporeux: Approches théorique et expérimentale (Doctoral dissertation, Université de Neuchâtel).
- [15] Babakhouya, N. (2010). Récupération des métaux lourds par l'utilisation des adsorbants naturels (Doctoral dissertation, Boumerdès).
- [16] CHITOUR, C. (2013). Physico-chimie des surfaces «l'adsorption gaz-solide et liquide solide», Tomes 2.
- [17] Daoud, T. (2007). Bio sorption Simultanée du Plomb et du Fer sur une Biomasse Morte «La Streptomyces Rimosus». Ecole nationale polytechnique-ENP-10 avenue hassan badi, el-harrach-Alger.
- [18] Sedira, N. (2013). Etude de l'adsorption des métaux lourds sur un charbon actif issu de noyaux de dattes (Doctoral dissertation, University of Souk Ahras).
- [19] Guesmia, S. (2015). l'adsorption des colorants (bleu de methylene et chrome iii) sur la bentonite (Master's thesis).
- [20] Pathania, D., Sharma, S., & Singh, P. (2017). Removal of methylene blue by adsorption onto activated carbon developed from Ficus carica bast. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S1445-S1451.

- [21] Ghali, S. (2008). étude de la carbonisation d'un précurseur végétal, les noyaux d'olives. utilisation dans le traitement des eaux.
- [22] 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.
- [23] 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).
- [24] Montalvo Andia, J. P., Yokoyama, L., & Cesar Teixeira, L. A. (2018). Study of the Equilibrium, Kinetics, and Thermodynamics of Boron Removal from Waters with Commercial Magnesium Oxide. *International Journal of Chemical Engineering*, 2018.
- [25] Khan, T. A., & Singh, V. V. (2010). Removal of cadmium (II), lead (II), and chromium (VI) ions from aqueous solution using clay. *Toxicological and environ chemistry*, 92(8), 1435-1446.
- [26] Ho, Y. S., & McKay, G. (1998). Kinetic model for lead (II) sorption on to peat. *Adsorption science & technology*, 16(4), 243-255.
- [27] Yuan, X., Xia, W., An, J., Yin, J., Zhou, X., & Yang, W. (2015). Kinetic and thermodynamic studies on the phosphate adsorption removal by dolomite mineral. *Journal of Chemistry*, 2015.
- [28] Guesmia, s. (2015). L'adsorption des colorants (bleu de methylene et chrome iii) sur la bentonite (master's thesis).
- [29] Sabrina, L. E. G. H. L. A. M. (2019). Etude comparative de l'adsorption de phénol sur le charbon actif et l'amidon (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences et Technologies).

- [30] Galindo, C., Jacques, P., & Kalt, A. (1999). Total Mineralization of an Azo Dye (Acid Orange 7) by UV/H₂O₂ Oxidation. *Journal of Advanced Oxidation Technologies*, 4(4), 400-407.
- [31] 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.
- [32] Van der Zee, F. P., & Villaverde, S. (2005). Combined anaerobic–aerobic treatment of azo dyes—a short review of bioreactor studies. *Water research*, 39(8), 1425-1440.
- [33] Pang, Y. L., & Abdullah, A. Z. (2013). Current status of textile industry wastewater management and research progress in Malaysia: a review. *Clean–Soil, Air, Water*, 41(8), 751-764.
- [34] 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.
- [35] Gupta, V. K., Kumar, R., Nayak, A., Saleh, T. A., & Barakat, M. A. (2013). Adsorptive removal of dyes from aqueous solution onto carbon nanotubes: a review. *Advances in colloid and interface science*, 193, 24-34.
- [36] Le Coz, C.J., Dyes, in *Encyclopedia of Toxicology (Second Edition)*, W. Editor-in-Chief: Philip, Editor 2005, and Elsevier: New York. p. 104-114.
- [37] Hernández-Montoya, V., Pérez-Cruz, M. A., Mendoza-Castillo, D. I., Moreno-Virgen, M. R., & Bonilla-Petriciolet, A. (2013). Competitive adsorption of dyes and heavy metals on zeolitic structures. *Journal of environmental management*, 116, 213-221.

[38] Forgacs, E., Cserhádi, T., & Oros, G. (2004). Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review. *Environment international*, 30(7), 953-971.

الفصل الثالث

بيولوجيا نبات القمح

الفصل الثالث

بيولوجيا نبات القمح

مقدمة:

يعد القمح من أقدم المحاصيل التي زرعا الإنسان وقام بتحسينها منذ آلاف السنين وصولاً إلى هذا اليوم [1]. حيث يتصدر المرتبة الثانية للإنتاج العالمي للحبوب بعد الذرة، والأولى من حيث المساحات المزروعة في العالم، وقد بلغت مساحته المحصودة في العالم لعام 2018 نحو 215,33 مليون هكتار، وإنتاجه حوالي 737,55 مليون طن [2]. وتعتبر دول الإتحاد الأوروبي، الصين، الهند، روسيا، الولايات المتحدة الأمريكية، كندا وأستراليا من أكثر الدول المنتجة له [2].

ويعد القمح في طليعة المحاصيل الإستراتيجية بحكم أهميته الغذائية، وأهم محصول للأمن الغذائي على المستوى العالمي، فهو يشكل المصدر الغذائي لأكثر من 35% من سكان العالم ويوفر من البروتين والسعرات الحرارية حوالي 27% من النسبة التي يستهلكها الإنسان [3,4,5]. تدخل حبوب القمح في العديد من الصناعات الغذائية كمادة أولية مثل الخبز، المعجنات، البسكويت، المعكرونة، السميد والكسكس. ويمكن استخدام القش الناتج عن محصوله علماً للحيوانات [5,6]. وتبعاً للزيادة الكبيرة في عدد السكان، تكمن الحاجة إلى زيادة في الإنتاج العالمي قدر بـ 1,6% سنوياً لتغطية الإحتياجات المتزايدة على هذا المحصول مما إستدعى الأمر للبحث عن سبل جديدة لزيادة الإنتاج والإنتاجية منه من خلال الإستعانة بمصادر وراثية جديدة في برامج التحسين الوراثي للقمح من جهة وتطبيق أساليب البحث العلمي في برامج زراعته وإنتاجه [7,8].

1. نبذة تاريخية:

تمثل العائلة النجيلية Gramineae إحدى أشهر الفصائل لذوات الفلقة الواحدة من النباتات المزهرة، تضم نحو 620 جنساً وحوالي 100000 نوعاً، تتوزع زراعتها في مختلف أجزاء العالم وتكون معمرة، أو حولية عشبية عادة وتندرج محاصيل الحبوب ضمن المحاصيل الشتوية التي تزرع في فصل الخريف وتنمو أساساً في فصل الشتاء مثل القمح، الشوفان، الشعير ومحاصيل تنمو في فصل الصيف تحتاج إلى درجات أعلى من الحرارة، لذلك يتم زرعها في فصل الربيع وتنمو في فصل الصيف مثل الذرة البيضاء والصفراء، وتعتمد تغذية الإنسان بشكل كبير على هذا النوع من المحاصيل على المستوى العالمي [9]. كما يعتبر القمح من أهم المحاصيل الإقتصادية في العالم حيث لعب هذا المحصول الإقتصادي الهام دوراً كبيراً في تقدم البشرية منذ العصور القديمة، وحالياً من أكثر استخداماً في غذاء الإنسان والحيوان ويستخدم في صناعة العجائن الغذائية في جميع أنحاء العالم [10].

2. تعريف نبات القمح:

القمح نبات نجيلي حولي، يدخل في الغذاء اليومي للإنسان على شكل دقيق لاحتوائه على الألبومين النشوي. يعد القمح (*Triticum sp*) من أغنى النباتات أحاديات الفلقة وهي أعشاب سنوية تضم 800 جنس وأكثر من 6700 نوع، يضم جنس *Triticum* 19 نوعاً منها أربعة برية والبقية زراعية [11]. لنبته القمح تلقح ذاتي، يساعدها في الحفاظ على نقاوة الأصناف عبر الأجيال حيث تمنع حدوث التلقيح الخلطي. يصل طوله إلى أكبر من 1.40 متراً وأقل من متر وتزن الحبة الواحدة منه ما بين 45 إلى 60 مغ وتأخذ شكلاً متطاولاً وهذه الثمرة يلتصق الغلاف الثمري بها مما يجعلها تنفتح عند نضجها [12]. تكون نورة نبات القمح سنبله مركبة من عدة سنبلات تتضمن كل منها 2 إلى 5 أزهار فما أكثر، ثنائية الصف سفوية أو عديمة السفاة [13].



الشكل 1. صورة للقمح الصلب *Triticum durum* (Site 1) [14].

3. أصل نبات القمح:

ينتمي القمح *Triticum SPP* إلى الفصيلة النجيلية (*Poaceae*) من رتبة *Gramineae* والتي تضم أغلب نباتات المحاصيل كالشعير *Hordeum vulgare L*، الشوفان *Avena sativa L*، الشيلم *Secale cereal L* والذرة *Zea mays L* والارز *Oryza sativa L*.

وتتألف قبيلة *Triticeae* من 15 إلى 300 نوعاً بما فيها القمح والشعير. ويقدر أن هناك أكثر من 1200 صنفاً من القمح مزروع في العالم، وينتمي معظمها إلى النوعين (*Triticum aestivum L*) المستخدم في صناعة الخبز، و(*Triticum durum L*) المستخدم في صناعة البرغل والمعكرونة والسميد والخبز البلدي وغيرها [15].

1.3. الأصل الجغرافي:

يعتقد أن الأصل الجغرافي للقمح يتمركز في المناطق الغربية لإيران، شرق العراق، وجنوب شرق تركيا. ويعد القمح من أول المحاصيل التي زرعها وحصدها الإنسان منذ حوالي 7000 إلى 10000 سنة في الشرق الأوسط ضمن منطقة الهلال الخصيب [16].

قسم الموطن الأصلي لمجموعات القمح حسب [17] إلى ثلاث مناطق:

- منطقة سوريا وشمال فلسطين: تمثل المركز الأصلي لمجموعة الأقمح الثنائية.
- المنطقة الأثيوبية: تعتبر المركز الأصلي لمجموعة الأقمح الرباعية.
- المنطقة الأفغانية-الهندية: حيث تعد المركز الأصلي لمجموعة الأقمح السداسية.

تشير أحدث الدلائل التاريخية إلى أن منشأ الأقمح البرية Einkorn (*T. monococcum*) والأقمح Emmer (*T. dicoccum*) كان ضمن موقع أبو هريرة على ضفاف نهر الفرات بليل وجودها ضمن هذا الموقع حتى الوقت الحاضر.

وتفيد الآثار بأن عملية زرع القمح قد تمت في ثلاثة مواقع متقاربة بمنطقة الهلال الخصيب [18]

-الموقع الأول تمركز ضمن موقع أبو هريرة في سوريا.

-الموقع الثاني تمركز في منطقة أريحا بالضفة الغربية في فلسطين.

-الموقع الثالث في منطقة cayonü بتركيا.

وقد إنتشر القمح الصلب في المناطق الواقعة بين دجلة والفرات في العراق ومن ثمة ظهر في أيضا في عدة مناطق أخرى تعتبر أيضا مركزا لتنوعه مثل الشام، جنوب أوروبا وشمال إفريقيا وتم إنتشاره كذلك في السهول الكبرى لأمريكا الشمالية والإتحاد السوفيات [19].

ويعتقد أن القمح الصلب جاء من نواحي تركيا، سوريا، العراق وإيران [20].



الشكل 2. خريطة توضح مناطق زراعة القمح في العالم (Site 2) [21].

2.3. الأصل الوراثي للقمح:

نتج القمح الصلب عن التهجين الذي حدث عن طريق التصالب بين أجناس برية تعرف بإسم *Aegilops* (AA) *Speltoides* و جنس *Triticum monococcum* (BB) والذي أعطى بعد التضاعف الكروموزومي (*Triticum turgidum* sp. *dicoccoides*) AA BB إذ هو سلف للقمح الصلب [22].

4. تصنيف القمح:

1.4. التصنيف الوراثي للقمح:

يقسم القمح تبعاً للمجموعات الصبغية التي توجد في خلاياها إلى أربع مجموعات رئيسية، ومنها المزروع والبري، وهي المجاميع الآتية:

-القمح الثنائي **Diploids** ($2n=2x=14$).

-القمح الرباعي **Tetraploids** ($2n=4x=28$)، (*T. durum*).

-القمح السداسي **Hexaploids** ($2n=6x=42$)، (*T. aestivum*). نشأت هذه المجاميع الثلاثة

بشكل طبيعي دون تدخل الإنسان، وهناك مجموعة أخرى نشأت إصطناعياً بواسطة الإنسان هي:

-القمح الثماني Oktaploids: وفيها $(2n=8x=56)$ [23]. حيث العدد $x=7$.

2.4. التصنيف العلمي للقمح:

ينتمي نبات القمح إلى الفصيلة النجيلية Graminées أو Poacées التي تضم 100000 نوعا تصنف تحت 620 جنسا وهي الفصيلة الوحيدة من رتبة (Glumi Florales) من صنف أحاديات الفلقة (Monocotylédones) وينتمي القمح إلى جنس Triticum الذي يضم تحته نوعين ويصنف القمح كما يلي [11]:

الجدول 1. التصنيف العلمي للقمح الصلب (*Triticum durum*) [10، 20].

Regne : Végétale	المملكة: النباتية
Division : Spermatophytae	شعبة: النباتات الزهرية
Sub Div : Angiospermae	طائفة: كاسيات البذور
Classes: Monocotylédones	صف: أحاديات الفلقة
Order : Cyperales	رتبة: القنبيات
Famille : Poaceae	عائلة: النجيليات
Genre : Triticum	جنس: القمح
Espèce : <i>Triticum durum</i>	نوع: القمح الصلب

5. التركيب الكيميائي لحبة القمح:

تركيب حبة القمح مقدر على أساس 1 % من المادة الجافة وذلك حسب الجدول التالي [24]:

جدول 2. التركيب الكيميائي لحبة القمح [25].

النسبة المئوية من المادة الجافة	المواد التي تحتويها حبة القمح
14.3	مواد ازوتية
01.9	مواد دهنية
02.0	مواد معدنية
02.9	سليولوز
63.8	نشاء
03.2	سكر

6. دورة حياة نبات القمح:

نبات القمح أحد المحاصيل الحولية، تمر دورة حياته بمراحل دقيقة تبدأ منذ زراعته حتى حصاده متمثلة في أطوار فسيولوجية متتابعة من بداية الإنبات حتى نضج البذور، ويترجم هذا التطور بمجموعة من التغيرات المورفولوجية، عرفت بمظاهر النمو والتطور [26].

وقسمت الأطوار الفسيولوجية للقمح إلى ثلاثة أطوار رئيسية وهي:

✓ الطور الخضري.

✓ الطور التكاثري.

✓ طور النضج.

1.6. الطور الخضري (الإعاشي):

يمتد الطور الخضري من الإنبات إلى غاية تمايز البرعم الخضري أي يبدأ من الإنبات إلى بداية مرحلة الصعود وتضم الأطوار التالية:

1.1.6. مرحلة الإنبات:

تبدأ مرحلة الإنبات بمرور البذور من الحياة البطيئة إلى الحياة النشطة وذلك بتوافر الظروف الداخلية والخارجية الملائمة [26] عند وضع البذور في التربة تبدأ في إمتصاص الماء فتنتفخ ويتمزق غشاءها البذري على مستوى الجنين، وتظهر كتلة بيضاء في منطقة Coléorhize أو الجذير وتخرج أولا ثلاثة جذور أولية ثم تصل إلى خمسة جذور وتسمى بالجذور البذرية، وفي الوقت نفسه يتم إستطالة الريشة على المستوى الخضري في الإتجاه المعاكس معطية الكوليوبتيل Coléoptile والذي يعمل بدوره على دفع الورقة قليلا إلى خروجها فوق سطح التربة [27].

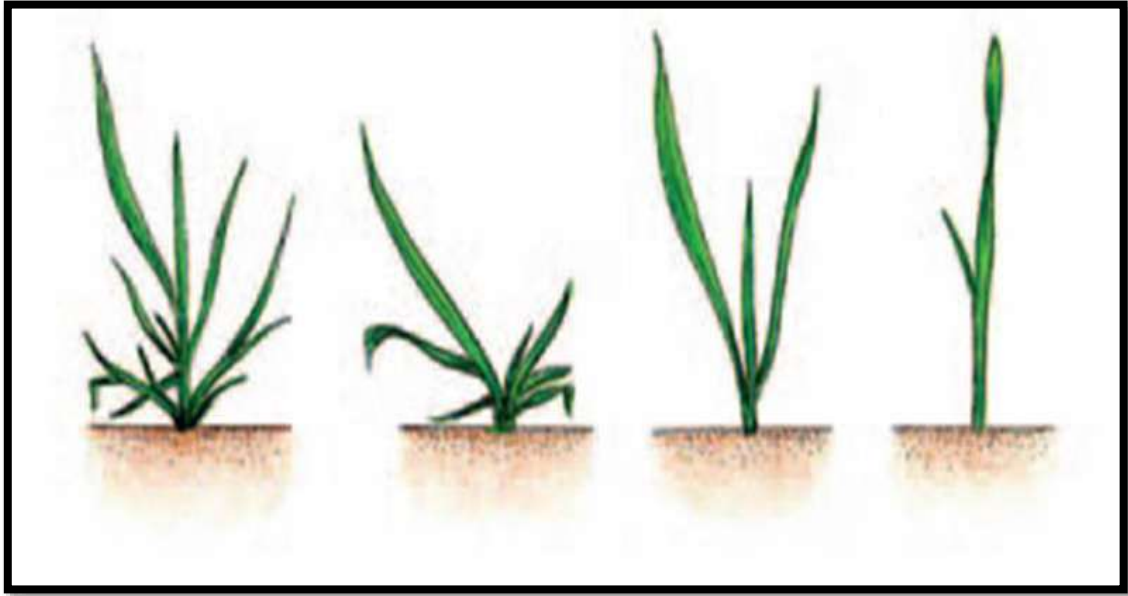
2.1.6. مرحلة الإشتاء:

ذكر كيال 1979 أن الإشتاء هو خروج أكثر من ساق من البذرة الواحدة وهذه إحدى ميزات النباتات النجيلية، حيث يحدث تطور للمحور الحامل للبرعم النهائي للساق الأرضية rhizome التي يتوقف نموها عند 2 سم أسفل التربة يبدو عليها إنتفاخ يكبر ويتضخم مشكلا مستوى الإشتاء [11].

تنطلق هذه المرحلة عند ظهور ثالث ورقة للنبتة الفتية وتتكون الساق الرئيسية في قاعدة الورقة الأولى والفرع الثاني في قاعدة الورقة الثانية وهكذا...

في مرحلة الورقة الثالثة تظهر الأفرع إلى الخارج وتظهر جذور جديدة معوضة للجذور الأولية التي يتوقف نشاطها وتذبل في مرحلة الورقة الرابعة مع خروج الشطء الأول في مستوى قاعدة التفرع. تتميز هذه المرحلة أيضا بتشكيل البداية الزهرية التي تترجم بظهور التصميم الأولي للسنبلة، وبفعل نقص الماء في هذه الفترة ينخفض محتوى السنبلة من الحبوب.

وتعمل درجات الحرارة الضعيفة على تكوين عدد كبير من الأفرع وكذلك الإسطاءات. [28] وتوقف طور التفرع تتحقق نهاية المرحلة الخضرية وبداية إستطالة الساق الرئيسي وظهور شكل السنبلة الملفوفة بالأوراق.



الشكل 3. رسم توضيحي لمرحلة الإسطاء.

2.6. الطور التكاثري:

ينطلق الطور التكاثري عندما يتمايز البرعم الخضري (Apex) لتكوين الأعضاء الزهرية وينتهي بالأزهار ويشمل طورين [29]:

1.2.6. طور التخلق الزهري: الذي يتصل بهياكل السنبلات.

2.2.6. طور تكوين الزهرة: خلال هذه المرحلة تمتد السيقان ومن جهة أخرى تنتظم الأزهار ويشمل هذا الطور المراحل التالية:

أ-المرحلة الأولى: تمثل مرحلة بروز المعالم الأولى للسنبلة وتمتاز بتباطؤ ضعيف لنمو القمح نتيجة لتحول البرعم الخضري إلى برعم زهري.

ب-المرحلة الثانية: تعتبر مرحلة نهاية الإشطاء (tallage) وبداية الصعود (montaison) حيث يتم إنتفاخ العصاف (glumelles) على السنبلة الفتية بعد الإنتهاء من نمو الأفرع (talles) مباشرة. تترجم بداية الصعود بتباعد السلاميات وتؤثر تغذية القمح الأزوتية والفوسفاتية على أهمية الإشطاء خلال هذه الفترة، كما يؤدي الإمتصاص الغير كافي لعنصري الأزوت والفوسفور إلى تحول لون الأوراق الى الأصفر.

ج-مرحلة الصعود والإنتفاخ: بعد المرحلة الثانية تستطيل سلاميات الأفرع العشبية. بينما تحمل العقد الأخيرة السنبلة وفي نفس الوقت تتراجع وتتلاشى الإشطاءات أو الأفرع التي تتقدم بصورة غير طبيعية وتدوم لفترة تمتد من 28 إلى 30 يوما وتنتهي عند تمايز الإزهار.

د-مرحلة الإسبال والإزهار: يتحدد التسبل بخروج السنبلة من غمد الورقة الأخيرة [30] ، وتزدهر هذه السنابل بعد ثمانية أيام من التسبيل ويتحدد عدد الحبات في السنبلة حيث ينتهي تشكيل الأعضاء الزهرية عند هذه الفترة ويتم خلالها الإخصاب و تظهر لاحقا الأسدية خارج العصيفات دالة على نهاية الإزهار [12].

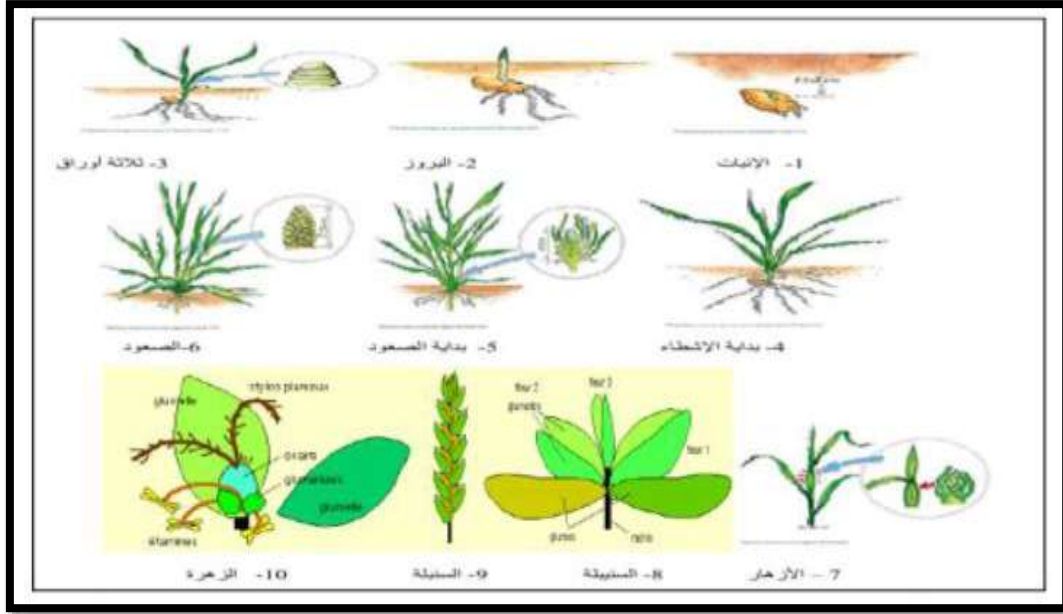
3.6. طور النضج:

تتصف هذه المرحلة بتراكم مواد التخزين (النشاء والبروتين) التي نتجت عن عملية التركيب الضوئي ثم تنتقل إلى سويداء الحبة والجنين وتتكون الحبة على ثلاثة مراحل هي [22]:

1.3.6. مرحلة الحبة الحليبية: تمتاز هذه المرحلة بزيادة الوزن الجاف للحبة وزيادة نسبة الماء، وتكون النورة خضراء وفي شكلها النهائي في هذه المرحلة أما السويداء فتكون حليبية.

2.3.6. مرحلة الحبة العجينية: يكتمل فيها إصفرار النبات، أما السنابل، الأوراق والحبوب نجدها ممتلئة بمادة عجينية غير متصلبة.

3.3.6. مرحلة الحبة الناضجة: تأخذ فيها الحبوب اللون الأصفر الذهبي ويجف النبات والقنايع والعصيفات تصبح هشّة والحبوب صلبة.



الشكل 4. مختلف مراحل دورة حياة القمح [08].

المراجع

مراجع باللغة العربية:

- [4] سعدة، إ، ولاوند، س. (2016). تقييم أداء وانتاجية بعض أصناف القمح. (*Triticum ssp.L*) في ظروف محافظة دمشق. مجلة جامعة البعث، 38(9): 85-115.
- [6] المحاسنة، ح. (2012) تقييم أداء أصناف من القمح لتحمل إجهاد نقص الماء في ظروف مدينة دمشق. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 28(2): 127-141.
- [7] حسن، ن. ع، صالح، م.م، والكركي، ن. إ. (2016). دراسة الارتباط وتحمل المسار بين مكونات الغلة لدى بعض الطرز من القمح. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 1(3): 182-190.
- [09] عباس لطيف عبد الرحمان، طيف عبد الرحمان، علي حسين عبده، حسين هادي محمد و ابراهيم خليل الاسود. (2008). مجلة الفتح كانون الاول، العدد السابع والثلاثون.
- [11] كيال. ح؛ (1979). محاصيل الحبوب والبقول. جامعة دمشق، سوريا، ص: 20-15.
- [13] أنور الخطيب. (1991). الفصائل النباتية. ديوان المطبوعات الجامعية. الجزائر 263ص.
- [22] جبيل، و. ع، وفالح، ف. ح. (2014). تأثير كميات مختلفة من السماد المركب NPK في نمو أصناف من الحنطة. *Triticum aestivum L*. مجلة المثنى للعلوم - الزراعية، 2(2)، 29-34.
- [24] عشاتن، -0187 تأثير نسبة الماء في التربة على بعض أصناف القمح المزروعة في الجزائر. مذكرة تخرج لنيل شهادة دراسات عليا، D. E. S. جامعة قسنطينة. ص.
- [25] بركات، ل.، (1995). الطرق المستخدمة في مدى مقاومة المرحلة الخضرية لنبات القمح اللين للملوحة. مذكرة تخرج لنيل شهادة دراسات عليا. جامعة قسنطينة.
- [26] شايب غ. (2012) شروط ومصير تراكم البرولين في الأنسجة النباتية تحت نقص الماء وانتقال صفة التراكم إلى الأجيال. رسالة دكتوراه ، جامعة منتوري ، قسنطينة ، ص.
- [27] بوشارب ر؛ (2008). مدى توازن الأحماض النووية والأمينية في القمح الصلب (*Triticum durum Desf*) النامي تحت الظروف الملحية. مذكرة ماجستير. جامعة منتوري قسنطينة. ص: 57.
- [28] قندوز ع؛ (2010). علاقة بعض مؤشرات الصورة الرقمية لورقة العلم بفاعلية استغلال الماء. مذكرة تخرج لنيل شهادة. *Triticum durum Desf* عند بعض أصناف القمح الصلب. الماجستير في بيولوجيا و فيزيولوجيا النبات، جامعة فرحات عباس سطيف. ص: 135.

- [1] Wolde, G. M., Trautewig, C., Mascher, M., & Schnurbusch, T. (2019). Genetic insights into morphometric inflorescence traits of wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 132(6), 1661-1676.
- [2] Gebreyohannis, F. S. (2021). Agronomical Evaluation of Three Malt Barley Varieties Using Correlation and Regression Analysis Under Different Nitrogen Fertilizer Rate. *Journal of Plant Sciences*, 9(6), 280-283.
- [5] Goharrizi, K. J., Baghizadeh, A., Afroushteh, M., Amirmahani, F., & Kermani, S. G. (2020). Effects of salinity stress on proline content and expression of Δ 1-pyrroline-5-carboxylate synthase and vacuolar-type H⁺ subunit E genes in wheat. *Plant Genetic Resources*, 18(5), 334-342.
- [8] Al-Ghzawi, A. L. A., Khalaf, Y. B., Al-Ajlouni, Z. I., AL-Quraan, N. A., Musallam, I., & Hani, N. B. (2018). The effect of supplemental irrigation on canopy temperature depression, chlorophyll content, and water use efficiency in three wheat (*Triticum aestivum* L. and *T. durum* Desf.) varieties grown in dry regions of Jordan. *Agriculture*, 8(5), 67.
- [10] Amin, C., & Brinis, L. (2013). Effect of seed size on germination and establishment of vigorous seedlings in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Advances in Environmental Biology*, 77-82.
- [12] Soltner, D. (2005). Les grandes productions végétales.
- [14] Site 1.
- [15] Morris, R., & Sears, E. R. (1967). The cytogenetics of wheat and its relatives. *Wheat and wheat improvement*, 13, 19-87.
- [16] Croston, R. P., & Williams, J. T. (1981). A world survey of wheat genetic resources. IBRGR. *Bulletin/80/59*.

- [17] Wingard, S. A. (1941). The nature of disease resistance in plants. I. *The Botanical Review*, 7(2), 59-109.
- [18] Hillman, G., Hedges, R., Moore, A., Colledge, S., & Pettitt, P. (2001). New evidence of Lateglacial cereal cultivation at Abu Hureyra on the Euphrates. *The Holocene*, 11(4), 383-393.
- [19] Elias E.M. (1995). Durumwheatproducts. In Fonzo, N., di (ed.), Kaan, F., (ed.), Nachit, M., (ed). Durum wheat quality in the Mediterranean region = La qualité du blé dur dans la région méditerranéenne. Zaragoza : Ciheam-Iamz. Options Méditerranéennes Série A. 22, pp : 23 31.
- [20] Feldmann, J. (1955). La zonation des algues sur la côte atlantique du Maroc. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, 35, 9-17.
- [21] Site 2.
- [23] Series, C. (2019). The World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE) and the World Agricultural Production report were not published in January 2019 due to the lapse in Federal funding. South Africa Corn: Drought Reduces Production Forecast. *World*.
- [29] Geslin. Rivals ; (1965). Contribution à l'étude de Triticum Durum. Ref 41.43.
- [30] Gate, P., Bouthier, A., & Moynier, J. L. (1992). La tolérance des variétés à la sécheresse: Une réalité à valoriser. *Perspectives agricoles*, (169), 62-66.

الجزء التطبيقي

الفصل الرابع

الخطة التجريبية

في هذا الفصل تم تحديد موقع وخصائص طين بولاية بسكرة، ثم تنقية الطين عبر مرحلتين للحصول على عينة ذات قطر ، وكذلك دراسة تحسين العوامل المؤثرة للحصول على أعلى نسبة إزالة.

1. وصف منطقة الدراسة:

الموقع الجغرافي لمكان أخذ العينة:

تعد ولاية بسكرة بمثابة همزة الوصل بين الشرق والغرب والشمال والجنوب بفضل موقعها في الجهة الجنوبية الشرقية من الجزائر، تقع بسكرة بوابة الصحراء في الجنوب الشرقي للجزائر على ارتفاع 112 م من سطح البحر الأبيض المتوسط هذا ما يجعلها من بين المدن الأكثر إنخفاضا في الجزائر. يحد ولاية بسكرة من الشمال ولاية باتنة ومن الشرق ولاية خنشلة وولاية باتنة ومن الجنوب ولايات الوادي والمغیر وأولاد جلال ومن الغرب أولاد جلال والمسلية ومن الجنوب ولاية الوادي. تم أخذ العينة من منطقة مشونش إحداثياتها $N 6^{\circ}00'E'57^{\circ}34$ ، تتربع على مساحة قدرها 504.40 كلم² يحدها بلدية منعة شمالا، بلدية تكوت شرقا وشمالا، بلدية سيدي عقبة وزربية الوادي جنوبا، بلدية شتمة وجمورة من الجهة الغربية [1].



الشكل 1. الموقع الجغرافي لولاية بسكرة ومكان أخذ العينة.

2. تحضير ودراسة خصائص الطين المعدني:

1.2 تحضير الطين المدروس:

من أجل الحصول على طين معدني ذي قطر 2 ميكرو متر، نستخدم الطريقة التي أقرها المؤتمر الدولي لعلوم الأرض وهي طريقة الماصة (Méthode de pipette) والتي تعتمد في أساسها النظري على قانون ستوكس، أما الجزء العملي الذي بنيت عليه هذه الطريقة هو تقدير التغير في تركيز المزيغ عند عمق ثابت مع الزمن وذلك بعد تقدير الزمن اللازم لسقوط آخر حبيبة. بتعويض قيمة نصف القطر والعمق L في العلاقة أسفله نجد أن الوقت اللازم هو 7 ساعات و 43 دقيقة.

$$t = \frac{L}{3600} r^2$$

حيث:

- t : الزمن اللازم لسقوط الحبيبة (الثانية).
- L : عمق سقوط الحبيبة من السطح (سم).
- r^2 : نصف قطر الحبيبة (ميكرومتر).

الأجهزة والمواد المستعملة:

- جهاز الرج المغناطيسي.
- جهاز الطرد المركزي.
- ميزان إلكتروني حساس.
- ماصة سعتها 10 مل.
- ملعقة.
- بيشر.
- ماء أوكسيجيني (H_2O_2) (6 %).
- محلول موقى (أسيتات الصوديوم + أسيتات الأسيتيك).
- محلول كالجون (هيكسا ميتا فوسفات).

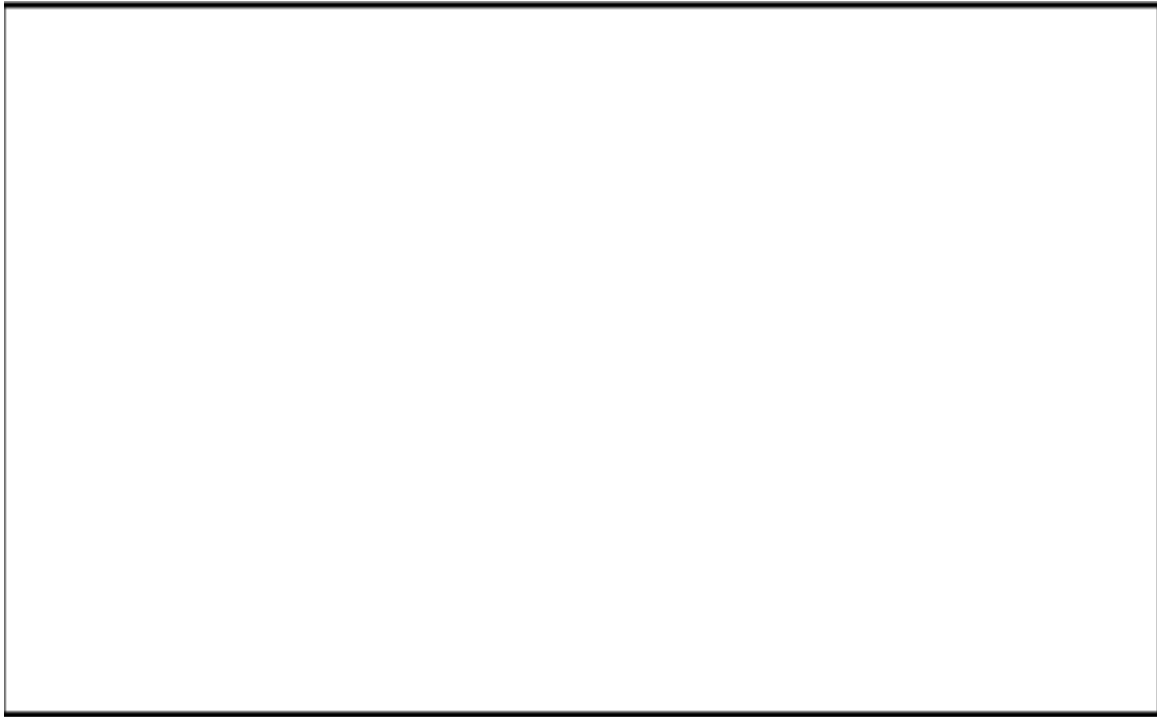
المعالجة الكيميائية للطين:

يوضع من الطين في بيشر يضاف إليه مع الرج في جهاز الخلاط المغناطيسي ثم نضيف مل ذو درجة حموضة ويترك لمدة ساعة من أجل نزع الكربونات.

بعد الحصول على الطين يوضع منه في بيشر سعة لتر ثم يضاف إليه دورة في الدقيقة يوضع البيشر على سخان ، يلاحظ حدوث فوران وإنطلاق ، يترك ليبرد ثم نضيف.

يضاف إلى المزيج السابق دورة في الدقيقة، نكمل بالماء المقطر حتى حجم مع الحرص على ، يترك المزيج لمدة.

بعد إنتهاء هذا الوقت يسحب المزيج العلوي بواسطة ماصة وذلك بعد تمريره في ، ويترك الطين المتحصل عليه مع الإحتفاظ به بعيدا عن ملوثات الجو.



الشكل 2. جهاز الطرد المركزي

2.2 دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للطين المعدني:

1.2.2 مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه FTIR:

يقيس التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء الإثارة الإهتزازية للذرات المحيطة بالروابط التي توحدهم، المنطقة تحت الحمراء المركزية التي أطوالها الموجية تتراوح من 2.5 إلى 16 ميكرو متر (400 –

4000 سم⁻¹)، فإمتصاص الأشعة تحت الحمراء يجعل مختلف الروابط الكيميائية تهتز عن طريق تغيير المسافات بين الذرات والزوايا وهناك وضعان للإهتزاز:

1. إهتزازات الإستطالة تسمى إهتزازات التكافؤ، تحدث عندما تقترب ذرتان بشكل دوري أو تتحرك بعيدا على طول محورهما المشترك، عادة ما تتم ملاحظة هذه الإهتزازات في مجال الطاقة العالية.
2. إهتزازات الإنحناء تتوافق مع تعديل زوايا الإتصال، هناك أربعة إهتزازات محتملة (إهتزاز، مقص، هز ولف)، فيما يتعلق بعملنا إستخدمنا هذه التقنية لتحديد وجود أو عدم وجود المواد العضوية في المواد الطينية وكذلك وجود مجموعات الكربونات المحتملة [2].

2.2.2 المسح المجهر الإلكتروني المقرون بالتحليل الطيفي المشتت للطاقة SEM/EDS:

المسح المجهر الإلكتروني (SEM/EDS) هي تقنية لتصوير سطح مادة صلبة. توفر معلومات عن بنية العينة وملمسها ولكن أيضا عن حجم وشكل الحبوب الأولية أو التكتلات اعتمادا على التكبير المختار. يعتمد على إكتشاف الإلكترونات الثانوية الخارجة من السطح تحت تأثير حزمة دقيقة جدا من الإلكترونات الأولية أحادية الحركة التي تمسح سطح العينة. حيث تحدث تفاعلات الإلكترون مع المادة في منطقة تسمى مصباح التفاعل المكتشف بواسطة جهاز إستشعار يراقب سطوع راسم الأشعة الكاثودية، والذي تتم مزامنة مسحه مع شعاع الإلكترون [3].

3.2.2 دراسة شحنة العينة pH_Z:

نحضر محلول () NaCl بحجم

- تقسمها على بيشر، في كل بيشر من المحلول.

- نضبط درجات حموضة المحاليل باستخدام

- ثم نتركه لمدة ساعة على جهاز الخلاط المغناطيسي.

3. صبغة أزرق الميثيلين Methylene blue:

يعود سبب إختيارنا لصبغة كلوريد الميثيلثيونينيوم للأسباب التالية:

- الذوبانية العالية في الماء.

- درجة التبخر منخفضة.

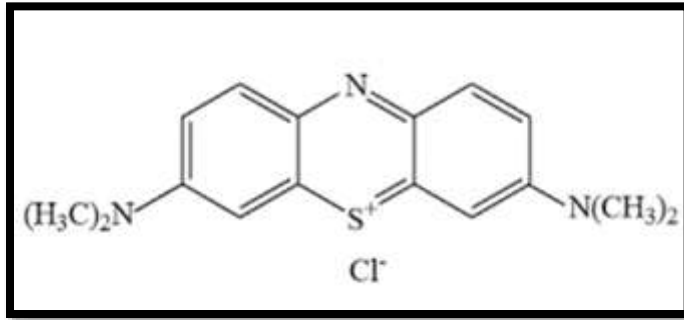
- إمكانية التحليل بواسطة مطيافية الأشعة فوق البنفسجية (UV-visible).
- تأثيرها السلبي على البيئة وصحة الإنسان حيث تعتبر مادة مطفرة ومسرطنة.
- كثرة إستعمالها في المصانع والمخابر [4].

1.3 صبغة أزرق الميثيلين:

1.1.3 تعريف الصبغة وبنيتها:

هو مركب كيميائي حلقي غير متجانس له الصيغة، $C_{16}H_{18}ClN_3S$ وهي من الأصباغ الكاتيونية (القاعدية)، عبارة عن مسحوق أخضر داكن يعطي لون أزرق عندما يذوب في الماء. وتستخدم صبغة أزرق الميثيلين بشكل كبير في مصانع النسيج لصبغة القطن، الصوف والحرير [5,6].

وتركيبتها الكيميائية موضح بالشكل:



الشكل 3. التركيب الكيميائي لصبغة أزرق الميثيلين.

2.1.3 الخصائص الفيزيائية والكيميائية:

يتميز أزرق الميثيلين بخصائص فيزيائية وكيميائية ملخصة في الجدول 1 [7].

الجدول 1. بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأزرق الميثيلين.

2.3 تحضير محلول المعايرة:

تحضير المحلول الأم لصبغة أزرق الميثيلين:

الأجهزة والمواد المستعملة:

- ميزان إلكتروني.
- حوجلة.
- صبغة أزرق الميثيلين.
- ماء مقطر.
- مخلوط مغناطيسي.
- قمع.
- ملعقة.
- ✓ طريقة العمل:

من أجل تحضير محلول أم تركيزه نتبع الخطوات التالية:

- نقوم بوزن من الصبغة ونضعها في حوجلة سعتها مل بواسطة قمع ثم إضافة كمية الماء المقطر ونرج قليلا إلى أن تمتزج.
- وضع ونكمل كمية الماء المتبقية وصولا إلى.
- ثم نضعها على جهاز المخلوط المغناطيسي ويترك إلى أن تذوب الصبغة كليا.



الشكل 4. صورة تعبيرية للمحلول الأم تركيزه.

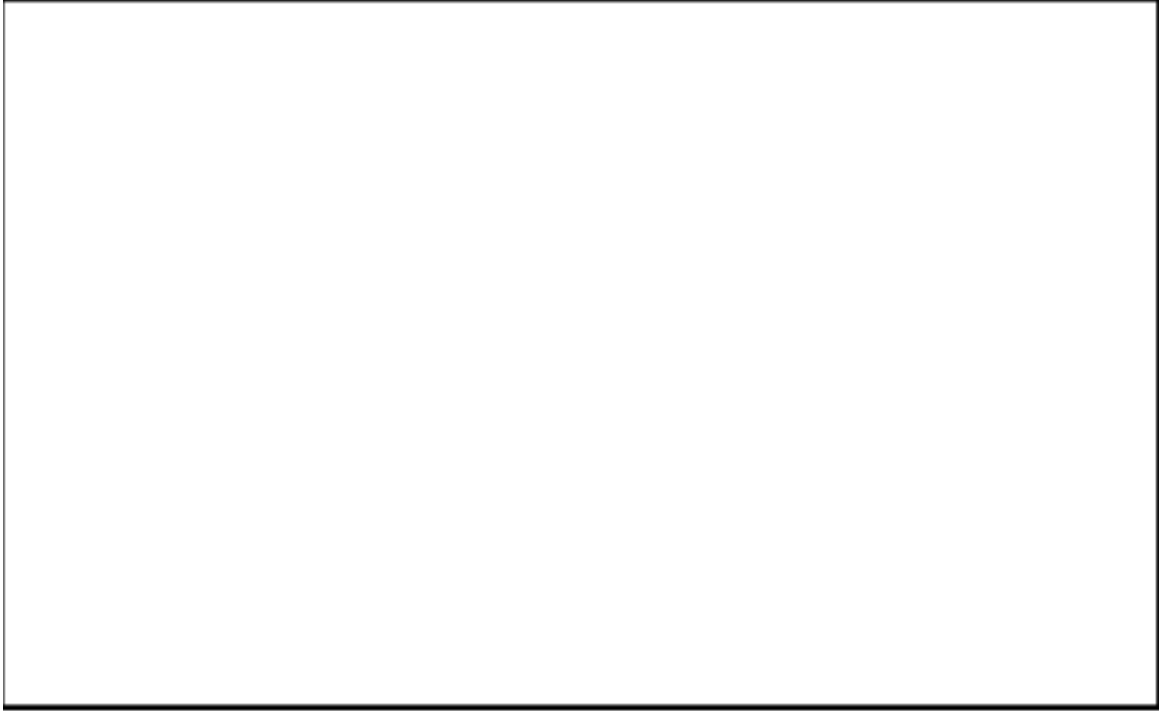
✓ طريقة المعايرة بواسطة مطيافية **Uv-visible** :

الأجهزة والمواد المستعملة:

- محلول أزرق الميثيلين تركيزه مغ/ل (المحلول الأم).
- حوالة.
- ماصة 1 مل.
- جهاز **UV-visible**.
- ماء مقطر.

✓ طريقة العمل:

- نقوم بأخذ 1 من المحلول الأم ونضعها في بيشر.
- نقوم بتمريرها على جهاز **UV-visible** من أجل قياس الطول الموجي الأعظمي λ_{max} وذلك وتم تسجيل المنحنى التالي:



الشكل 5. منحنى طول الموجة الأعظمي لأزرق الميثيلين (أصلي).

• منحنى المعايرة للصبغة:

تم تحضير محاليل مخففة ذات تراكيز منمغ/ل لأزرق الميثيلين إنطلاقاً من محلول الأم تركيزه حسب قانون التمديد ()، ثم يتم تحليله بواسطة جهاز الطيف الضوئي المرئي بالأشعة فوق البنفسجية وهكذا ننشئ خط المعايرة الذي يمثل الإمتصاصية (Abs) بدلالة التركيز C_0 وبالتالي الإمتثال لقانون بير لامبيرت الذي يربط العلاقة بين الإمتصاصية، سمك العينة والتركيز وتكون العلاقة كالتالي:

يمثل اللوغاريتم العشري Log_{10} الإمتصاصية.

حيث:

ϵ : معامل الإمتصاصية الجزيئية (ل/مول.سم).

C : تركيز العينة.

l : سمك الخلية (سم).

I_0 : شدة الحزمة الضوئية الصادرة.

I : شدة الحزمة الضوئية أحادي الطول الموجي.

ولا يتم التحقق إلا إذا تم إستيفاء الشروط التالية:

- ضوء أحادي اللون.
 - محاليل مخففة جدا.
 - لا يوجد إنعكاس أو تشتت أو توهج للحزمة الواردة [8].
4. تجارب الإمتزاز:

الأجهزة والأدوات المستعملة:

- بيشر.
 - ماصة حوجلة.
 - خلاط مغناطيسي.
 - طين بسكرة.
 - جهاز قياس الطيف المغناطيسي UV-visible.
 - جهاز الطرد المركزي.
 - أنابيب ذات ساعات
 - ماء مقطر.
- ✓ طريقة العمل:

تجارب الإمتزاز من MB تم على سعتها 100 مل تحتوي على مل من محلول MB. تم وضع وتغطية البياشر على جهاز المخلاط المغناطيسي مصحوبا كلفن حتى يتحقق التوازن. كانت تجارب. يتم إجراؤها عن طريق تغيير الشروط التجريبية مثل ، لتحديد الامتزاز الأمثل ل MB. تم تعديل الأس الهيدروجيني لمحلول MB بإضافة. لتقدير كمية MB الممتز، تم مل وتمت مراقبة تركيزات MB على فترات زمنية مختلفة باستخدام مقياس طيف القراءة المباشر عند أقصى طول موجي نانومتر. في الدراسة الديناميكية الحرارية، تم تطبيق إجراءات مماثلة عند، مع ثبات الشروط الأخرى.

يتم تعيين قيمة الحرارة (الأنتالبي) المصاحبة للإمتزاز () برسم قيم مقابل مقلوب ا إستنادا لمعادلة فانت هوف:

$$\ln(K_d) = \frac{\Delta S}{R} - \frac{\Delta H^\circ}{RT}$$

$$K_d = \frac{q_e}{C_e}$$

أما التغير في قيمة الطاقة الحرة (ΔG°) فتم حسابها بالمعادلة التالية:

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_d$$

التغير في الأنثروبي (ΔS°) من خلال تطبيق المعادلة الآتية:

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S$$

حيث:

ΔH° : مقدار التغير في أنتبالي التفاعل وحدته (كيلوجول/مول).

ΔG° : مقدار التغير في الطاقة الحرة للتفاعل وحدته (كيلوجول/مول).

ΔS° : مقدار التغير في انتروبي التفاعل وحدته (جول/مول.كلفن).

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

T: درجة الحرارة المطلقة وحدتها (كلفن).

K_d : معامل التوزيع للإمتزاز.

تم حساب كمية الامتزاز عند التوازن q_e مغ/غ والنسبة المئوية لإزالة أزرق الميثيلين R (%) من MB باستخدام المعادلات (1) و (2):

$$1) \quad q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{m} \times V$$

$$2) \quad R(\%) = \frac{(C_0 - C_e)}{C_0} \times 100$$

C_0 هو تركيز المحلول الأم لأزرق الميثيلين (مغ/ل) ؛ C_e هو تركيز MB عند التوازن (مغ/ل) ؛ V هو حجم محلول (مل) MB و m هي الكتلة الجافة للطين المعدني (مغ) الممتز.

5. تجارب الإنبات:

1.5 المادة النباتية:

أستعمل في هذه الدراسة صنف القمح الصلب والمتمثل في الصنف .

2.5 المواد والأدوات والأجهزة المستعملة:

تم في هذه التجربة استعمال الأدوات والمواد المشار إليها في الجدول التالي:

الجدول 2. قائمة الأدوات، المواد، المحاليل المستعملة والأجهزة المستعملة.

3.5 طرق الدراسة:**1.3.5 تحضير بذور القمح المدروسة:****2.3.5 تحضير المحاليل:**

استعملنا الماء المقطر وصبغة أزرق الميثيلين لتحضير المحاليل التالية:

-التركيز الشاهد:

-التركيز الأول:

-التركيز الثاني:

3.3.5 تصميم وتنفيذ التجربة:

أجري اختبار الإنبات في أطباق بتري ، تم وضع بذرة في كل طبق لنفس الصنف المدروس. تم اعتماد معاملين (تركيز محلول أزرق الميثيلين) لكل معاملة ، وتم الأطباق يوميا بمعدل بالتناوب مع ساعة، وذلك لتفادي.

أجريت التجربة في ظروف ا، ، كما تم إحصاء البذور المنتشرة بعد من الزرع ().

4.3.5 المعايير المدروسة:

بعد من الزرع قمنا بدراسة ،

- نسبة معدل استنفاد المدخرات البذرية SRRR:
- نسبة حركية المدخرات البذرية (RMRS):

المراجع

- [1] <https://ar.wikipedia.org>.
- [2] 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)).
- [3] Sahli, M. (2015). Synthèse, élaboration et caractérisation des nanocomposites à base de magnésium pour le stockage solide d'hydrogène (Doctoral dissertation, Université des Frères Mentouri de Constantine (Algérie)).
- [4] Baghriche, O. (2005). Contribution de méthodes destructives (Photolyse et POA's) et non destructives à l'élimination de deux colorants (Bleu de méthylène et rouge Congo) en solution aqueuse.
- [5] Rafatullah, M., Sulaiman, O., Hashim, R., & Ahmad, A. (2010). Adsorption of methylene blue on low-cost adsorbents: a review. *Journal of hazardous materials*, 177(1-3), 70-80.
- [6] Singh, H., Chauhan, G., Jain, A. K., & Sharma, S. K. (2017). Adsorptive potential of agricultural wastes for removal of dyes from aqueous solutions. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(1), 122-135.
- [7] Tafer, R. (2007). Photodégradation directe et induite de micro-polluants organiques (cas d'un colorant azoïque).
- [8] Tafer, R. (2007). Photodégradation directe et induite de micro-polluants organiques (cas d'un colorant azoïque).
- [9] Ashagre, H., Hamza, I. A., Fita, U., & Estifanos, E. (2014). Boron toxicity on seed germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Herald Journal of Agriculture and Food Science Research*, 3(1), 1-6.

- [10] Tanveer, A., Rehman, A., Javaid, M. M., Abbas, R. N., Sibtain, M., Ahmad, A. U. H., ... & 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(1), 75-81.
- [11] Abdul-Baki, A. A., & Anderson, J. D. (1973). Vigor determination in soybean seed by multiple criteria 1. *Crop science*, 13(6), 630-633.
- [12] Soltani, A., Gholipoor, M., & Zeinali, E. (2006). Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany*, 55(1-2), 195-200.
- [13] Gupta, S., Meena, M. K., & Datta, S. (2016). Effect of selected heavy metals (Lead and Zinc) on seedling growth of soybean *Glycine max* (L.) Merr. *Int J Pharm Pharm Sci*, 8(8), 302-305.
- [14] Sikder, S., Hasan, M. A., & Hossain, M. S. (2009). Germination characteristics and mobilization of seed reserves in maize varieties as influenced by temperature regimes. *Journal of Agriculture & Rural Development*, 51-58.

الفصل الخامس

عرض النتائج ومناقشتها

الفصل الخامس

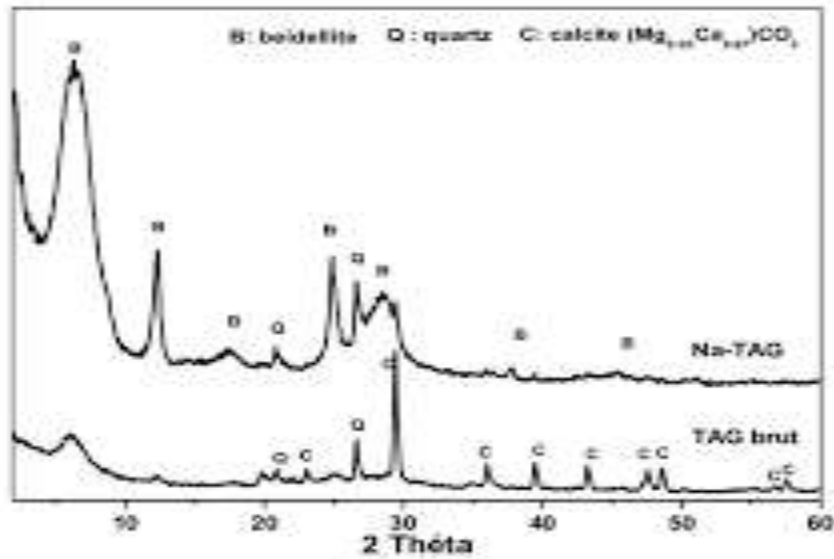
عرض النتائج ومناقشتها

يتم في هذا الفصل دراسة العوامل المتعلقة بتحسين ظروف الإمتزاز أي والأصباغ MB لإزالة الصبغة (الملوث) من المحاليل المائية بظاهرة الإمتزاز بإستعمال الطين، حيث تم تحديد المدروس. تم أيضا مناقشة النتائج الخاصة.

1. دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للطين:

1.1 الأشعة تحت الحمراء FTIR:

منحنى يمثل طيف إمتصاص الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه لعينة الطين المعدني قبل وبعد إمتزاز MB.



الشكل 1. طيف إمتصاص الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه لعينة الطين المعدني إمتزاز MB .

تم إجراء التحليل الطيفي FTIR على الطين المعدني لمنطقة مشونش بيسكرة قبل وبعد إمتزاز MB، يوضح الطيف المتحصل عليه على إيجاد العديد من نطاقات الأشعة تحت الحمراء التي تظهر في طيف FTIR الخاص بالطين. يتم تمثيل غير المتماثلة والمتناظرة داخل الطين المعدني في المجال بين سم⁻¹.. يتم تعيين نطاقات سم⁻¹ إلى 1 التمدد و في الأحماض الكربوكسيلية. وبالتالي، يُظهر للطين المعدني MB بقوة أن السطح الخارجي للطين المعدني غني بمجموعات الكربوكسيل، والتي يمكن فكها لربط MB المشحونة إيجابياً. كما هو موضح في أطياف الأشعة تحت الحمراء للطين المعدني بعد امتزاز MB، تحولت بعض القمم وأصبحت أكثر وضوحاً

2.1 المسح المجهر الإلكتروني المقرون بالتحليل الطيفي المشتت للطاقة SEM/EDS:

3.1 دراسة شحنة العينة pH_z :

يمثل الشكل 3 منحنى تغير الفرق في درجة الحموضة بدلالة درجة الحموضة الابتدائية لمحلول كلوريد الصوديوم والذي يستخدم لإيجاد قيمة درجة الحموضة pH_z التي يكون عندها السطح الخارجي للطين معدوماً.

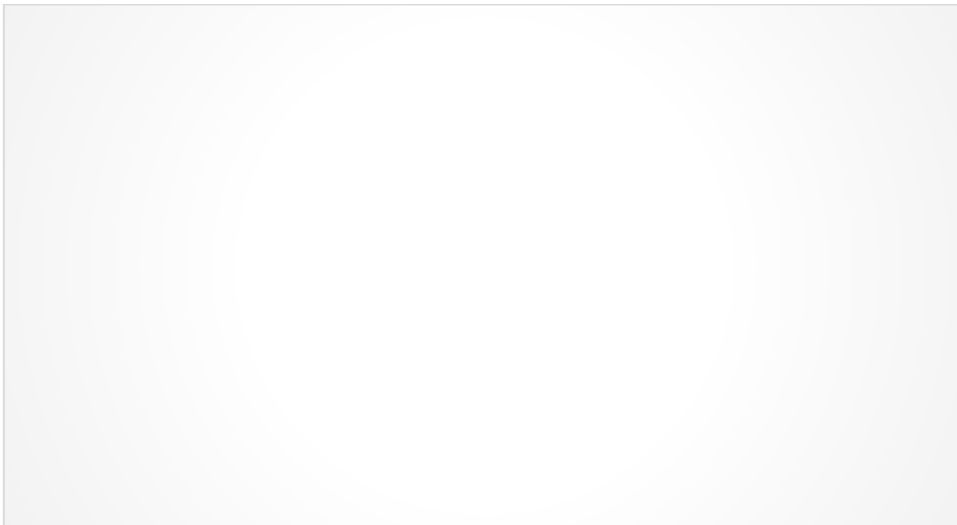


الشكل 3. منحنى دراسة شحنة عينة الطين المعدني pH_z .

2. دراسة الإمتزاز:

1.2 تأثير كتلة الممتزات:

يمثل الشكل 4 منحنى تغير كتل الطين على مردود إزالة أزرق الميثيلين

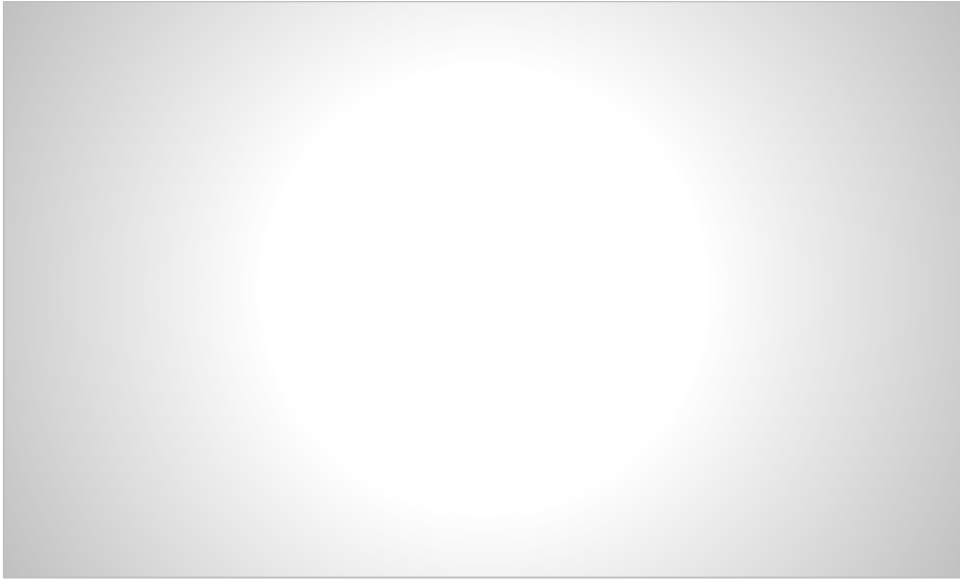


الشكل 4. تأثير الكتلة على قدرة إمتزاز أزرق الميثيلين بواسطة الطين المعدني.

تظهر النتيجة في الشكل 4 تأثير تغير كتلة الطين المعدني على مردود إزالة أزرق الميثيلين. بشكل عام، تزداد نسبة إزالة الأصباغ مع كمية المادة المازة وبالتالي عدد مواقع الإمتزاز على سطح المادة المازة. في هذه الدراسة، زادت نسبة إزالة MB مع ملاحظة أن زيادة كتل إضافية لم تؤثر بشكل معتبر على نسبة إزالة أزرق الميثيلين.

2.2 تأثير الأس الهيدروجيني:

يمثل الشكل 5 منحنى تغير مردود إزالة أزرق الميثيلين بدلالة تغيرات الأس الهيدروجيني للمحلول.

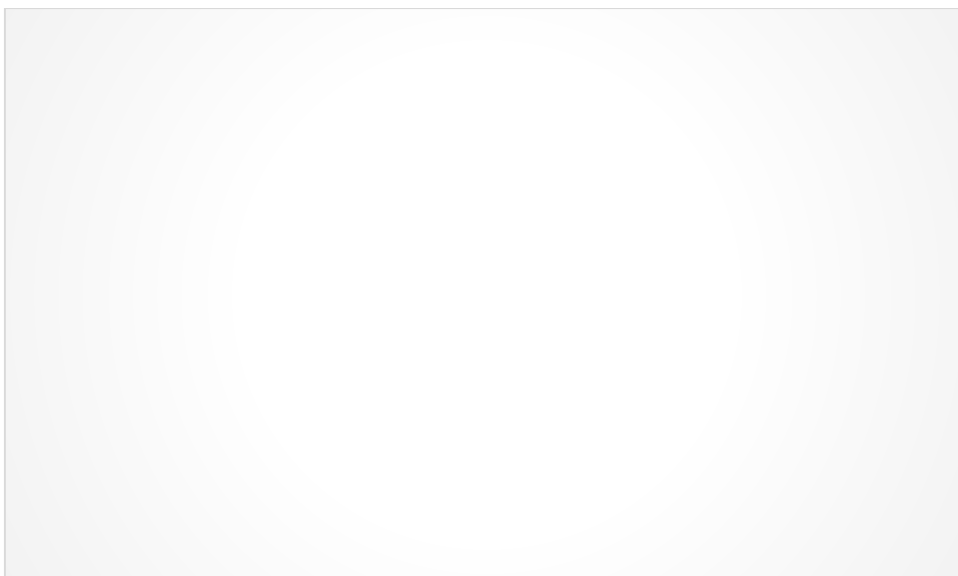


الشكل 5. منحنى تغير مردود إزالة أزرق الميثيلين بدلالة تغيرات الأس الهيدروجيني للمحلول.

نلاحظ من خلال الشكل 5 أن إمتزاز MB بواسطة الطين المعدني زاد ، بعد هذه القيمة، تبقى نسبة إزالة الصبغة في الإرتفاع. ثبات قيم مردود إمتزاز أزرق الميثيلين مع تغير درجة حموضة الوسط ا قد يكون راجعاً إلى الإزالة الكاملة من على سطح الطين .

3.2 تأثير وقت التلامس على قدرة الإمتزاز:

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تحديد الوقت اللازم للحصول على توازن إمتزاز أزرق الميثيلين على الطين. ممثلة في الشكل 6.



الشكل 6. تأثير التركيز الأولي ووقت التلامس على امتزاز أزرق الميثيلين بواسطة الطين المعدني.

تم تقييم كفاءة إمتزاز أزرق الميثيلين على سطح الطين المعدني كدالة لتركيز الصبغة الأولي ووقت التلامس كما هو موضح في الشكل 6. تُظهر تغيرات إمتزاز أزرق الميثيلين في جميع التراكيز أن عملية الإمتزاز في المرحلة الأولية كانت سريعة في البداية وانخفضت تدريجياً مع تقدم الوقت إلى التوازن. **نمذجة متساوي الحرارة (إيزوتارم):**

لدراسة وتفسير ظاهرة إمتزاز الصبغة على عينة الطين المدروسة، يستخدم إيزوتارم الإمتزاز الذي يعتبر عاملاً مهماً لوصف كيفية توزيع الجزيئات الممتزة بين الطور السائل والطور الصلب عندما تصل عملية الإمتزاز إلى حالة توازن، يتم التعبير عن نموذج إيزوتارم الإمتزاز بمعادلة رياضية التي تحتوي على بعض المتغيرات تسمح لنا بتحديد خصائص السطح وحساب أقصى سعة للإمتزاز.

1.3 متساوي حرارة لونجمير:

تنص نظرية لونجمير لمتساوي الحرارة أن الإمتزاز أحادي الطبقة يحدث في مواقع متجانسة من المادة المازة. تمت دراسة نتائج إختبارات إمتزاز الأصبغة على الطين بواسطة نموذج لونجمير ممثلة بالمعادلة التالية:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L \times q_m} + \frac{C_e}{q_m}$$

حيث:

C_e : تركيز المادة الممتزة عند التوازن في المحلول (مغ/ل).

q_e : كمية المادة الممتزة عند التوازن لكل g_1 من الماز (مغ/غ).

K_L : ثابت توازن لونجمير.

q_m : السعة العظمى للإمتزاز (مغ/غ).

ويتم تحديد خصائص إيزوتارم لونجمير بواسطة عامل الفصل R_L [8]:

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L \times C_0}$$

C_0 : التركيز الابتدائي للمادة الملوثة (مغ/غ).

K_L : ثابت لونجمير.

حيث إذا كان:

- $R_L > 1$: إمتزاز غير مفضل.
- $0 < R_L < 1$: إمتزاز مفضل.
- $R_L = 1$: إمتزاز خطي.

2.3 متساوي الحرارة لفرونديتش:

وهي معادلة تجريبية تحدث على سطح الممتزات غير المتجانسة مع مواقع الإمتزاز الخاصة به في مستويات الطاقة متفاوتة ومتعددة الطبقات، ويعبر عن معادلته كالتالي [9]:

$$q_e = K_e \times C_e^{1/n}$$

بتكامل العلاقة السابقة نجد:

$$\ln(q_e) = \ln(K_f) + \left(\frac{1}{n}\right) \times \ln(C_e)$$

تعطي قيمة $1/n$ مؤشرا على صحة إمتزاز نظام الممتزات، حيث $1/n$ بين 0 و 1 تشير إلى إمتزاز ملائم. القيم العددية لـ K_f و $1/n$ المحسوبة على التوالي في الجدول 3.



الشكل 7. منحنى متساوي الحرارة لنماذج لونجمير وفروندلتش إمتزاز صبغة MB.

الجدول 2. نتائج متساوي الحرارة لنماذج لونجمير، فروندلتش إمتزاز صبغة MB.

من خلال مطابقة النتائج المتحصل عليها في الجدول 2 مع المعادلات الخطية لكل من فروندلتش و لونجمير يتضح أن إيزوتارم الإمتزاز وذلك وفقا لمعامل الإنحدار

9. حيث كانت قيمة ثابت الإمتزاز وعامل عدم التجانس النمذجة الحركية:

1.4 تأثير زمن الإتصال والتركيز الإبتدائي على الإمتزاز:

2.4 الدراسة الحركية من الرتبة شبه الأولى:

إقتراح العالم Lagergreen نموذجا حركيا شبه الرتبة الأولى ويعبر عنه بالعلاقة التالية [10]:

$$\frac{dq_t}{dt} = K_1(q_e - q_t)$$

تكامل هذه المعادلة يعطينا:

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

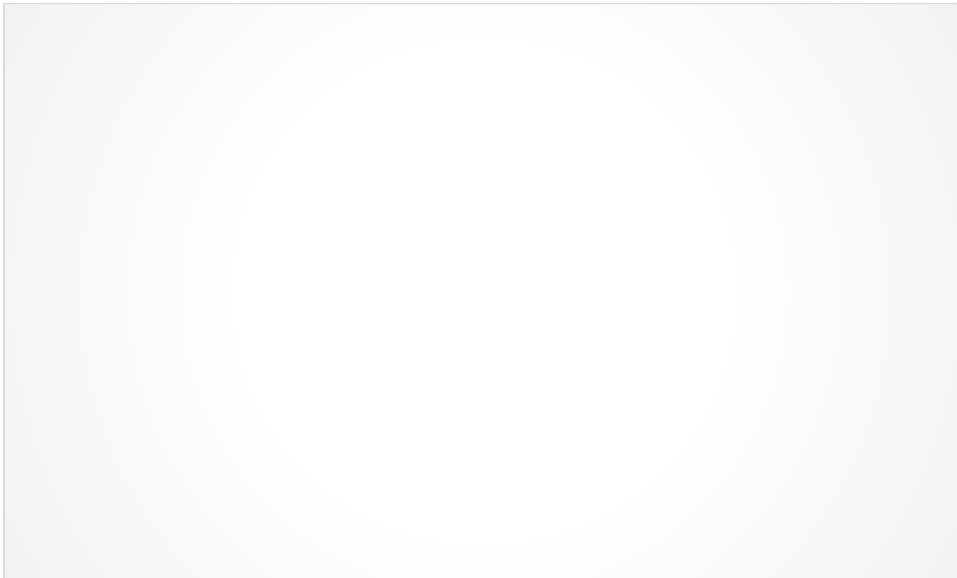
حيث:

qt : سعة الإمتزاز عند اللحظة t بوحدة (مغ/غ).

qe : سعة الإمتزاز عند التوازن بوحدة (مغ/غ).

K1 : ثابت السرعة لحركية شبه الدرجة الأولى (دقيقة⁻¹).

t : زمن الإتصال (دقيقة).



الشكل 8. النموذج الحركي الرتبة شبه الأولى.

3.4 الدراسة الحركية من الرتبة شبه الثانية [11]:

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

$$\frac{dq_t}{dt} = K_2(q_e - q_t)^2$$

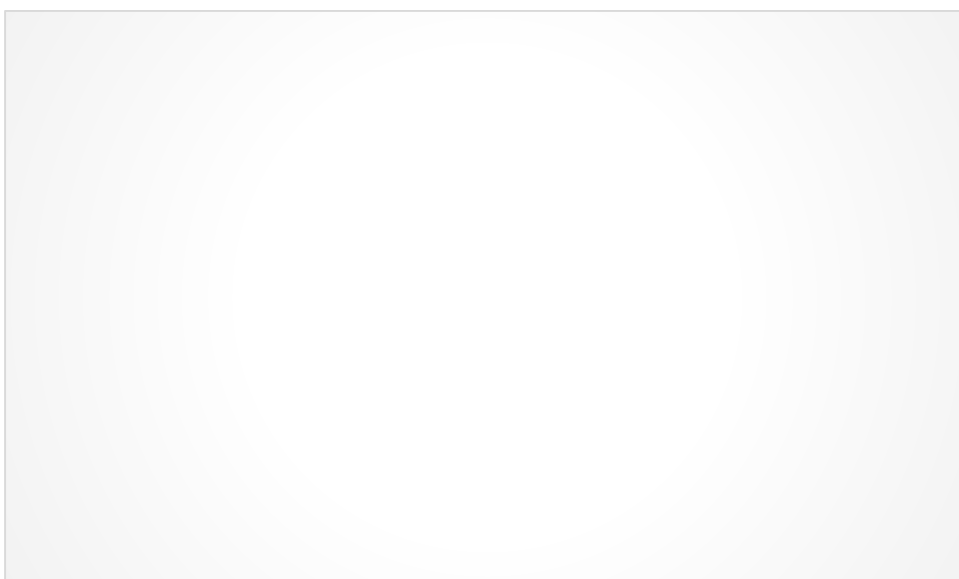
تكامل هي المعادلة يعطينا:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{(K_2 \times q_e^2)} + \frac{t}{q_e}$$

حيث:

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

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



الشكل 9. النموذج الحركي الرتبة شبه الثانية.

تم تطبيق النماذج من الرتبة شبه الأولى والنماذج من الرتبة شبه الثانية على النتائج التجريبية لدراسة حركية العملية.

نلاحظ من خلال النتائج المتحصل عليها بأن نموذج الإمتزاز.

الجدول 3. قيم المعاملات للعلاقات لنموذجي من الرتبة شبه الأولى والرتبة شبه الثانية لأزرق الميثيلين لتركيز 100 mg/L.

كانت البيانات الحركية مناسبة باستخدام الشكل غير الخطي لنماذج PFO و PSO. تم تسجيل المعلمات الحركية في الجدول 3. من الجدول 3، وجد أن امتزاز بروميد الميثيل بواسطة المادة المعدنية.

الجدول 4. قيم المعاملات للعلاقات لنموذجي من الرتبة شبه الأولى والرتبة شبه الثانية لأزرق الميثيلين للتراكيز.

4.4 الإنتشار داخل الجزيئات:

من أجل تحديد آلية الإنتشار تم تحليل النتائج الحركية باستخدام نموذج الإنتشار داخل الجسيم وفقاً لـ (Webber and Morris) [13] غالباً ما يتم تقديم التعبير الحركي للإنتشار داخل الجسيم بالمعادلة التالية:

$$q_t = K_{int} \times t^{1/2}$$

حيث:

K_{int} : هو ثابت الإنتشار داخل الجسيمات.

يمكن افتراض أن آلية الإمتزاز لإزالة الأصباغ عن طريق الإمتزاز باستخدام المادة المازة:

ونظرا إلى سعة الإمتزاز تتناسب تقريبا مع $t^{0.5}$ بدلا من زمن الإتصال ويمكن التعبير كما يلي:

$$q_t = K_{id} \times t^{1/2} + C_i$$

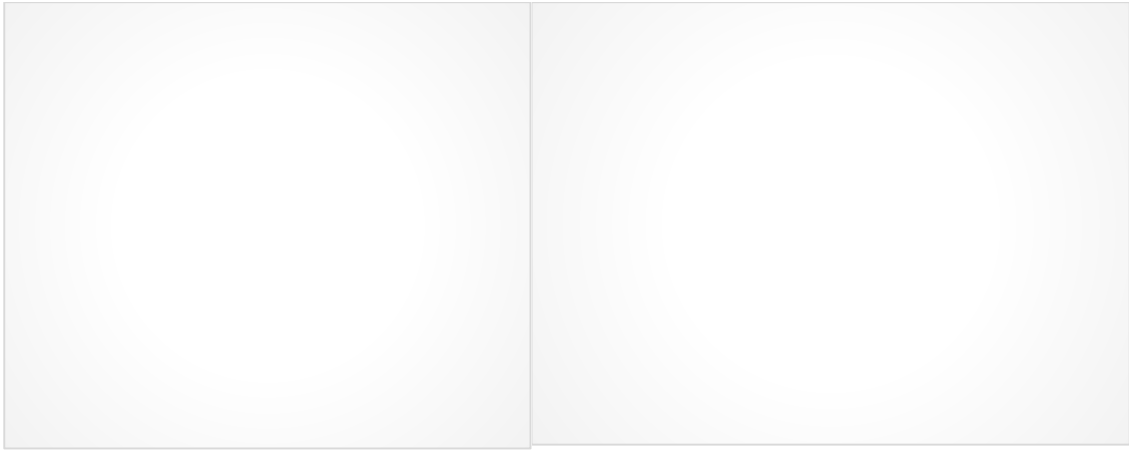
حيث:

q_t : الكمية الممتزة عند الزمن t (مغ/غ).

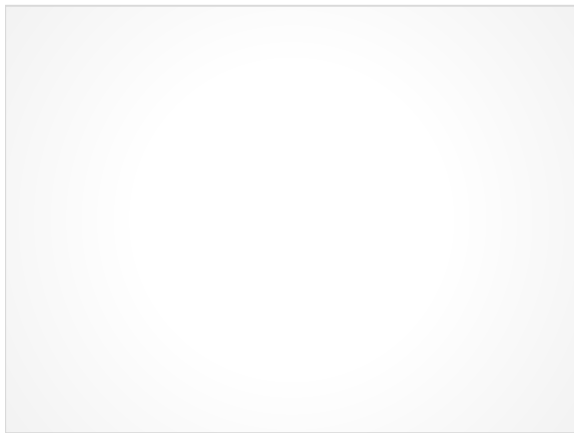
K_{id} : مقدار ثابت لنموذج إنتشار الجسيمات (مغ/غ.دقيقة^{0.5}).

C_i : ثابت يعطي فكرة عن سمك الطبقة الحدية (مغ/غ).

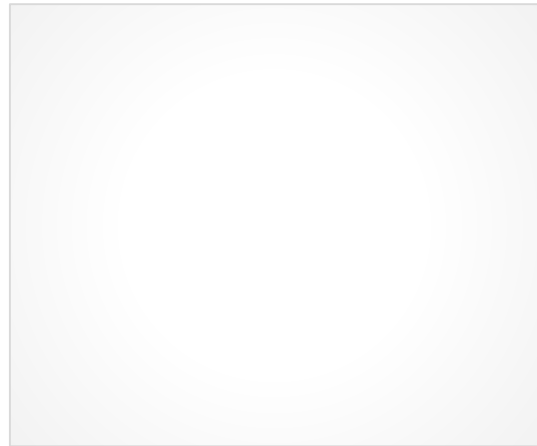
تم تطبيق نموذج الإنتشار داخل الجسيمات لتحديد آليات الإنتشار وتحديد خطوة الحد الممكنة لعملية الإمتزاز كما هو مبين في الشكل 10.



(أ)



(ج)



(ب)

الشكل 10. نموذج الإنتشار داخل الجسيمات لـ MB.

يظهر المنحنى ثلاثة أجزاء، مما يشير إلى وجود خطوات متعددة في عملية الإمتزاز. في هذه الدراسة، المرحلة الأولى (10أ)، حيث هاجر أزرق الميثيلين من المحلول إلى السطح الخارجي للطين المعدني. بينما قدمت المرحلة الثانية (10ب) معدل إمتزاز مرتفعاً نسبياً. قد يكون هذا بسبب الانخفاض في مساحة السطح المتاحة للطين المعدني.

3. النمذجة الترموديناميكية:

تحديد المعاملات الديناميكية الحرارية مهم جداً لفهم تأثير درجة الحرارة على الإمتزاز بشكل أفضل، من حيث المبدأ يمكنه أيضاً التنبؤ بقوة الروابط بين المادة المازة والممتزة. لحساب هذه المعاملات يتم الجمع بين المعادلة الديناميكية الحرارية $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$ ومعادلة Van't Hoff للوصول إلى معادلة Eyring [12-11]:

$$\ln(K_d) = \frac{\Delta S}{R} - \frac{\Delta H}{RT}$$

$$k_d = \frac{q_e}{C_e}$$

حيث:

- ΔG° : يمثل طاقة جيبس الحرة (كيلو جول/مول).
- ΔH° : يمثل التغير في المحتوى الحراري القياسي (الانتالبي) (كيلو جول/مول).
- T : درجة الحرارة المطلقة (كلفن).
- ΔS° : يمثل التغير في الأنتروبي القياسي (كيلو جول/مول.كلفن).
- K_d : معامل التوزيع للإمتزاز.

من رسم المنحنى $\ln(K_d)$ بدلالة $1/T$ يجعل من الممكن تحديد $\Delta H/R$ - (خط الميل) و $\Delta S/R$.



الشكل 11. ترموديناميكية الإمتزاز لأزرق الميثيلين.

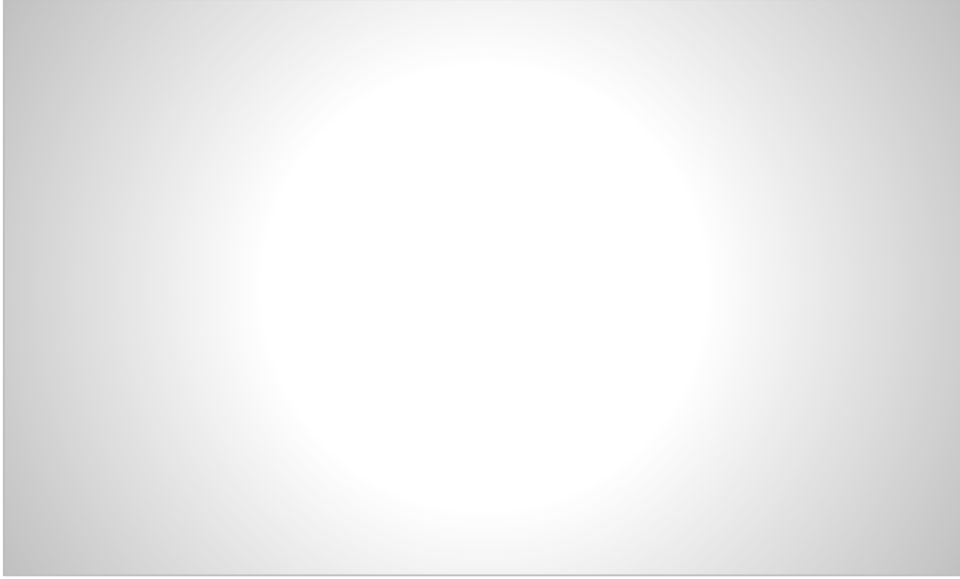
الجدول 5. العوامل الترموديناميكية لإمتزاز الأصباغ عند درجات حرارة مختلفة.

4. دراسة الإنبات:

1.6 النتائج:

1.1.6 النسبة المئوية للإنبات (%GP):

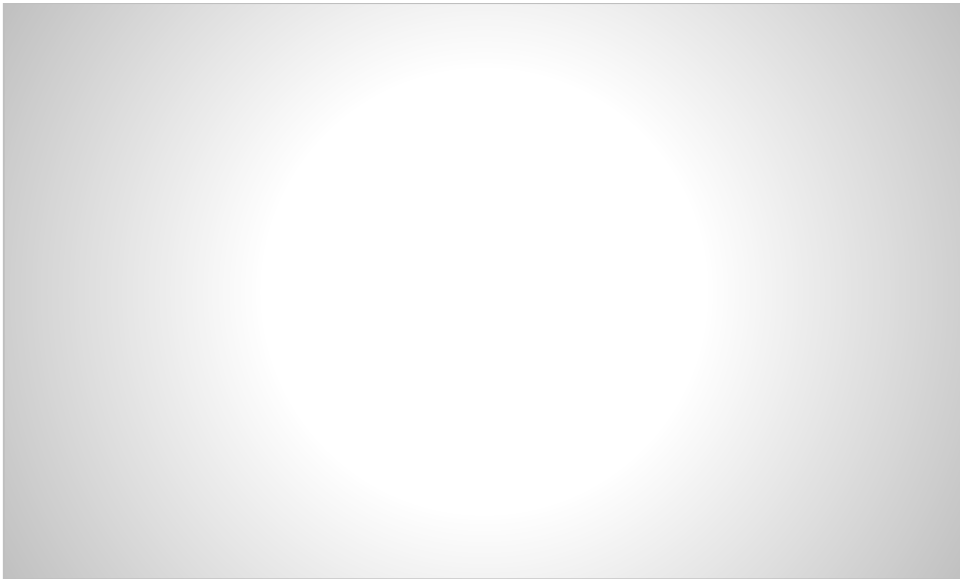
حسب النتائج المتحصل عليها (الشكل 1) فإن هناك إنخفاض في متوسط نسب إنبات البذور تحت تأثير صبغة MB في الوسط، حيث سجلت نسبة الإنبات مقارنة مع نسبة إنبات البذور الشاهد



الشكل 12. نسبة الإنبات. GP(%) لبذور القمح بدلالة تركيز أزرق الميثيلين (MB) في الوسط .

2.1.6 مؤشر قوة البذور (SVI):

حسب النتائج الموضحة في الشكل 2، فإن هناك إنخفاض في مؤشر قوة البذور SVI لدى صنف القمح ، حيث سجلت أقل قيمة () لمؤشر SVI تحت تأثير التركيز لتلوث الماء بصبغة MB ، في حين كانت أعلى قيمة () عند البذور المعاملة.



الشكل 13. مؤشر قوة البذور (SVI) لبذور القمح بدلالة تركيز أزرق الميثيلين (MB) في الوسط .

3.1.6 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 1 إنخفاض في أوزان بادرات القمح تحت تأثير تركيز صبغة MB في الوسط. تم تسجيل أكبر وزن في حين تم تسجيل أدنى وزن (مغ) عند بادرات القمح أكدت النتائج أيضا انخفاض جد عالي المعنوية في أوزان كل من السويقة والجذير لبادرات القمح تحت تأثير سمية صبغة MB في الوسط (الجدول 1)، حيث تم تسجيل أكبر أوزان للسويقة (مغ) والجذير (مغ) عند بادرات القمح، في حين تم تسجيل أدنى الأوزان للسويقة (مغ) والجذير (مغ) عند بادرات القمح.

الجدول 6. الوزن الجاف للسويقة (SHW)، الوزن الجاف للجذير (RTW)، الوزن الكلي الجاف للبادرة (TSW) والنسبة جذير/سويقة (RTW/SHW) لدى بادرات القمح

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

تبين النتائج المسجلة في الجدول 2 إنخفاض في أطوال بادرات القمح تحت تأثير تركيز صبغة MB في الوسط، حيث تم تسجيل أعلى طول (سم) عند بادرات القمح، في حين تم تسجيل أدنى طول (سم) عند بادرات القمح المعالجة من صبغة MB (.)

أكدت النتائج أيضا إنخفاض في أطوال كل من السويقة والجذير لبادرات القمح تحت تأثير MB في الوسط (الجدول 2)، حيث تم تسجيل أعلى طول للسويقة (سم) والجذير (سم) عند بادرات القمح ، في حين تم تسجيل أدنى الأطوال للسويقة (سم) والجذير (سم) عند بادرات القمح تحت تأثير .

الجدول 7. طول السويقة (SHL) ، طول الجذير (RTL)، الطول الكلي للبادرة (TSL)، أيضا النسبة جذير/سويقة (RTL/SHL)

5.1.6 وزن المدخرات البذرية المستهلكة (RSR)، نسبة معدل استنفاد المدخرات البذرية (SRRR) ونسبة حركية المدخرات البذرية (RMRS)

تبين النتائج المتحصل عليها (الجدول 03) انخفاض في كل المعايير المدروسة تحت تأثير اجهاد صبغة MB في الوسط، حيث تم تسجيل أعلى قيمة لكل من RSR (مغ)، SRRR (%) و RMRS لبذور بادرات القمح ، في حين تم تسجيل أدنى القيم لكل من RSR (مغ)، SRRR (%) و RMRS (%) لبذور بادرات القمح تحت تأثير صبغة MB.

الجدول 8. وزن المدخرات البذرية المستهلكة (RSR)، نسبة معدل استنفاد المدخرات البذرية (SRRR) ونسبة حركية المدخرات البذرية (RMRS)

2.6 المناقشة:

1.2.6 تأثير صبغة MB على انبات بذور القمح الصلب:

من خلال النتائج المتحصل عليها أظهرت البذور إنخفاض في متوسط إنبات بذور القمح. حيث تم الحصول على أكبر نسبة إنبات (، تليها البذور لصبغة أزرق الميثيلين، بينما تم تسجيل أقل نسبة إنبات عند البذور المعاملة. وهذا ما يتوافق مع نتائج) [] في نبات الأرز المعالجة بالنفايات السائلة (الأصباغ الوردية، السوداء والبنفسجي) وكذلك نتائج ([] عند نبات بذور قطفية حمراء. أما نتائج مؤشر قوة إنبات البذور قد أظهرت إنخفاض حيث سجلت أعلى قيمة عند البذور المعالجة ذات التركيز بقيمة بينما تم تسجيل أقل قيمة تحت تأثير التركيز المرتفع للـ MB (الملوث). حيث تم العثور على نتيجة مماثلة عند حيث أظهرت نتائجه أيضاً إرتفاعاً في متوسط حجم الإنتاج مع تركيز منخفض من النفايات السائلة. فسر العديد من الباحثين ([] أن التراكيز للـ MB تزيد قدرة البذور على إمتصاص الماء للمساعدة في. كما وجد باحثون آخرون أن التراكيز العالية للأصباغ تثبط نسبة الإنبات، قد تكون بسبب تقليل إمتصاص الماء وتؤثر على مركبات تشكيل الطاقة.

2.2.6 تأثير صبغة MB على نمو بادرات القمح الصلب:

إتضح من خلال النتائج زيادة نمو بادرات القمح عند التركيز لصبغة أزرق الميثيلين () حيث زاد كل من طول ووزن بادرات القمح على عكس التركيز الذي يؤدي إلى إنخفاض عملية النمو. وهذا ما يتوافق مع نتائج كل من ([] بالنسبة لأطوال البادرات ونتائج بالنسبة لأوزان الأرز عند النفايات السائلة (الصبغة الوردية).

حيث فسر العديد من الباحثين ان التركيز المنخفض للأصباغ أدى إلى تعزيز النمو بسبب إحتوائها على مغذيات نباتية بينما التراكيز العالية منها تؤدي إلى فالنمو ([. كذلك قد يكون تعزيز نمو البادرات عن طريق التركيز للنفائيات السائلة ناتجًا عن خلق ظروف بيئية مواتية للإنبات باستخدام العناصر الغذائية الموجودة في النفائيات السائلة .

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

إن وزن المدخرات المستهلكة والكفاءة التحويلية للمدخرات البذرية سمتين رئيسيتين في زيادة نشاط البذور لتحسين الإنبات ونمو البادرات في بذور الذرة ، كما يعتبر نشاط الإستقلاب الخلوي من العمليات المهمة والحاسمة لعملية الإنتاش وهذا يتوافق مع نتائج في بذور الدخان، و [] في أصناف بذور الذرة. ومن خلال النتائج التي تحصلنا عليها سجلنا انخفاضاً في كل المعايير المدروسة (SRRR،RSR) ، (RMRS) حيث كانت أعلى نسب عند التركيز المنخفض للـ MB () مقارنة بالشاهد، وهذا ما يتوافق مع نتائج ([] لبذور الدخن واللوبيا والذرة الرفيعة المعاملة بـ MB حيث زاد محتوى البروتين لجميع البذور مقارنة بالشاهد.

كما يمكن أن نفسر أن التركيز للـ MB يؤدي إلى زيادة محتوى البروتين القابل للذوبان، الذي يمكن أن يعزى إلى زيادة مستويات الإنزيم نتيجة تخليق البروتين أثناء الإنبات. حيث تؤدي هذه الزيادة إلى تحسين التمثيل الغذائي للنيتروجين الذي ينطوي على نشاط الإنزيمات المحللة للبروتين، كما يعمل التركيز المنخفض للـ MB

المراجع

- [1] O. Üner, Ü. Geçgel, Y. Bayrak, Preparation and characterization of mesoporous activated carbons from waste watermelon rind by using the chemical activation method with zinc chloride, *Arabian J. Chem.* (2015). doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2015.12.004>.
- [2] Kallel, F., Chaari, F., Bouaziz, F., Bettaieb, F., Ghorbel, R., & Chaabouni, S. E. (2016). Sorption and desorption characteristics for the removal of a toxic dye, methylene blue from aqueous solution by a low cost agricultural by-product. *Journal of Molecular Liquids*, 219, 279-288.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [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] 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.
- [7] 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.

- [8] Limousin, G., Gaudet, J. P., Charlet, L., Szenknect, S., Barthes, V., & Krimissa, M. (2007). Sorption isotherms: A review on physical bases, modeling and measurement. *Applied geochemistry*, 22(2), 249-275.
- [9] Abbou, B., Lebkiri, I., Ouaddari, H., Kadiri, L., Ouass, A., Elamri, A., ... & Rifi, E. H. (2021). Study of the Adsorption Performance of a Cationic Dye onto a Moroccan Clay. *Journal of Chemical Health Risks*.
- [10] Ho, Y. S., & McKay, G. (1999). Comparative sorption kinetic studies of dye and aromatic compounds onto fly ash. *Journal of Environmental Science & Health Part A*, 34(5), 1179-1204.
- [11] Gupta, V. K., Mohan, D., & Saini, V. K. (2006). Studies on the interaction of some azo dyes (naphthol red-J and direct orange) with nontronite mineral. *Journal of colloid and interface science*, 298(1), 79-86.
- [12] Senturk, H. B., Ozdes, D., & Duran, C. (2010). Biosorption of Rhodamine 6G from aqueous solutions onto almond shell (*Prunus dulcis*) as a low cost biosorbent. *Desalination*, 252(1-3), 81-87.
- [13] Gusmão, K. A. G., Gurgel, L. V. A., Melo, T. M. S., & Gil, L. F. (2012). Application of succinylated sugarcane bagasse as adsorbent to remove methylene blue and gentian violet from aqueous solutions—kinetic and equilibrium studies. *Dyes and Pigments*, 92(3), 967-974.
- [14] Vimonses, V., Lei, S., Jin, B., Chow, C. W., & Saint, C. (2009). Kinetic study and equilibrium isotherm analysis of Congo Red adsorption by clay materials. *Chemical Engineering Journal*, 148(2-3), 354-364.
- [15] Mahesh, K. S., Chandrashekar, K. T., Rajashekar, N., & Jagannath, S. (2013). Physiological behaviour of few Cultivars of Paddy (*Oryza sativa* L.) during Seed Germination and early Growth, subjecting to distillery Effluent Stress. *Int Res J Biological Sci*, 2, 5-10.

- [16] Rahman, M. A., Rayhan, M. Y. H., Chowdhury, M. A. H., Mohiuddin, K. M., & Chowdhury, M. A. K. (2018). Phytotoxic effect of synthetic dye effluents on seed germination and early growth of red amaranth. *Fundamental and Applied Agriculture*, 3(2), 480-490.
- [17] Kumar, J., Hasan, W., & Rani, S. (2016). Plastic mulching based okra cultivation for moisture conservation: an innovative approach of farmer. *Natural Resou Manag Sustain Agric*, 90-92.
- [18] Singh, P. K., Sharma, K. P., Kumar, S., & Sharma, S. (2007). Assessment of environmental contamination potential of distillery effluent using plant and animal bioassays. *Nature Environment and Pollution Technology*, 6(1), 63-74.
- [19] Bray, C. M., Davison, P. A., Ashraf, M., & Taylor, R. (1989). Biochemical changes during osmopriming of leek seeds. *Annals of Botany*, 63(1), 185-193.
- [20] Pandey, S. N., Nautiyal, B. D., & Sharma, C. P. (2008). Pollution level in distillery effluent and its phytotoxic effect on seed germination and early growth of maize and rice. *Journal of Environmental Biology*, 29(2), 267.
- [21] Samuel, S., & Muthukkaruppan, S. M. (2011). Physico-chemical analysis of sugar mill effluent, contaminated soil and its effect on seed germination of paddy (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*, 2(5), 1469-1472.
- [22] Öncel, I., Keleş, Y., & Üstün, A. S. (2000). Interactive effects of temperature and heavy metal stress on the growth and some biochemical compounds in wheat seedlings. *Environmental pollution*, 107(3), 315-320.
- [23] Sarathchandra, U., Ghani, A., Waller, J., Burch, G., Sayer, S., Waipara, N., & Dexter, M. (2006). Impact of carbon-rich dairy factory effluent on growth

of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and soil microorganisms. *European journal of soil biology*, 42(1), 13-22.

[24] Sundaramoorthy, P., Saravanan, S., Subramani, A., & Lakshmanachary, A. S. (2000). Toxicity effect of fertilizer factory effluent on seed germination and seedling growth of some agricultural crops. *Pollution Research*, 19(4), 529-533.

[25] Vaithiyanathan, T., & Sundaramoorthy, P. (2017). Analysis of sugar mill effluent and its influence on germination and growth of African marigold (*Tagetes erecta* L.). *Applied Water Science*, 7(8), 4715-4723.

[26] Augusthy, P. O., & Mani, A. S. (2001). Effect of rubber factory effluent on seed germination and seedling growth of *Vigna radiatus* L. *Journal of Environmental Biology*, 22(2), 137-139.

[27] Kumar, V. (2014). Sugar mill effluent utilization in the cultivation of maize (*Zea mays* L.) in two seasons. *Journal of waste management*, 2014.

[28] Suresh, B., Abraham, K., & Damodharam, T. (2014). Effect of sugar industry effluent on changes of growth and biochemical contents of *Capsicum annum*. L. *Advances in Applied Science Research*, 5(5), 305-309.

[29] Wang, Q., Chen, L., He, L. Y., & Sheng, X. F. (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. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 228, 9-18.

[30] Mossor-Pietraszewska, T. (2001). Effect of aluminium on plant growth and metabolism. *Acta Biochimica Polonica*, 48(3), 673-686.

[31] Sridevi, R., & Manonmani, V. (2016). Influence of seed priming on physiological performance of foxtail, little and proso millets. *International Journal of Agricultural Science and Research*, 6(4), 179-186.

[32] Sikder, S., Hasan, M. A., & Hossain, M. S. (2009). Germination characteristics and mobilization of seed reserves in maize varieties as influenced by temperature regimes. *Journal of Agriculture & Rural Development*, 51-58.

[33] Adnan, U., Safdar, A., Treen, M. J., Ijaz, A., & Tareen, M. N. (2012). Effects of seed priming on the antioxidant enzymes activity of mungbean (*Vigna radiata*) seedlings. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11(2), 140-144.

خاتمة

إن الطلب المتزايد في الآونة الأخيرة على طرق منخفضة التكلفة لتنقية المياه الملوثة الناتجة من مختلف الصناعات وخاصة تلك الملوثة بالأصبغة أصبح ضرورة ملحة.

يعتبر الطين المعدني مادة مازة مهمة وكثيرة الاستخدام لتنقية المياه الملوثة وإزالة الملوثات العضوية واللاعضوية، وذلك لكفاءته العالية في الإمتزاز وتكلفته المنخفضة.

تمت دراسة قدرة إمتزاز الطين لمنطقة مشونش ببسكرة لجزيئات صبغة أزرق الميثيلين كمادة ملوثة للماء حيث أظهرت النتائج كفاءة عالية للإمتزاز .

تمت دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للطين. بين طيف الإمتصاص للأشعة تحت الحمراء و كذا المسح المجهرى الإلكتروني أن الطين غني بالمعادن.

بعد ذلك، تطرقنا إلى نمذجة إمتزاز الصبغة على الطين وفق تأثيرات عوامل الإمتزاز.

أظهرت نتائج نمذجة الإيزوتارم توافقاً.

أظهرت دراسة النمذجة الحركية توافق النتائج والنموذج الحركي من *****
بمعامل إنحدار يساوي *****، كما أظهرت دراسة الإنتشار حدوث ظاهرة الإمتزاز وفق ثلاث.

أظهرت نتائج النمذجة الحرارية أن الإمتزاز ***** و ***** للحرارة بالنسبة لصبغة أزرق الميثيلين بإعتبار القيمة ***** للطاقة الحرة

تشير القيمة الموجبة للأنتروبي ***** كيلوجول/مول.كلفن إلى الزيادة في مستوى عدم الإنتظام والفوضى في مكونات النظام المدروس، والذي يحتمل إرتباطها بالتغيرات في تكوين الجزيئات وتغير سطح المادة المازة.

مما سبق يمكن أن نستخلص أن لطين منطقة مشونش ببسكرة القدرة الكبيرة على إمتزاز الملوثات العضوية ونتائج واعدة تمكنه من أن يكون مرشحا قويا من بين العديد من المواد المازة المذكورة في مختلف الأبحاث العلمية.

بعض التوصيات والآفاق المستقبلية:

✓ تطوير عمليات إستغلال الطين الطبيعي كونه موردا طبيعيا رخيص ومتوفر وغير مكلف وله نتائج جيدة في إزالة الملوثات دون ضرر.

- ✓ تحسين خصائص الطين وذلك من خلال دراسة تغيير خصائصه الفيزيوكيميائية بواسطة تنشيطه باستعمال مواد كيميائية مما يزيد في سطحه النوعي وبالتالي الزيادة في مردود الإمتزاز.
- ✓ استغلال الطين المحلي في معالجة أملاح المعادن الثقيلة من محاليلها المائية والملوثات العضوية أو بعض المواد الأساسية للمبيدات الحشرية، مع دراسة خواص عملية الامتزاز الترموديناميكية والحركية.
- ✓ دراسة أنواع أخرى من الأطيان لها القدرة على إزالة الملوثات العضوية واللاعضوية من مياه الصرف الصحي.
- ✓ كما نوصي بأن يأخذ هذا البحث لدراسة قدرة الطين على إزالة ملوثات عضوية أخرى أو المعادن الثقيلة.