وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات و علوم المادة

قسم الكيمياء

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماسترأكاديمي في الكيمياء

التخصص: كيمياء تطبيقية

من إعداد الطالبة : بيدي إيمان

بعنوان :

تحضير الفحم المنشط من نوى التمر (تمسريت) و استغلاله في معالجة تلوث المياه

نوقشت و أجيزت علنا بتاريخ: 2025/06/11

أمام لجنة المناقشة المكونة من :

نجيمي محمد السعيد	أستاذ تعليم عال	جامعة ورقلة	رئيسا
سعيدات مصطفى	أستاذ مساعد أ	جامعة ورقلة	مناقشا
بن منين عبد القادر	أستاذ تعليم عال	جامعة ورقلة	مشرفا
مشري رزيقة	أستاذ مؤقت دكتوراه	جامعة ورقلة	مساعدة المشرف

السنة الجامعية :2025/2024

الإهداء

" و آخِرُ دَعْوَاهُم أَنِ الحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ العَالَمِينَ"

الحمد لله عند البدء و عند الختام

من قال أنا لها نالها

لقد كانت طريقا طويلا مليئا بالإخفاقات والنجاحات فخورة بكفاحي لتحقيق أحلامي

...إلى من كان دعاؤهم زادي، ورضاهم نوري، وسندهم درعي في مواجهة الصعاب

إلى أغلى من في الوجود

إلى تاج رأسي، وضياء عمري، ومهبط دعائي... إلى أمي العظيمة،

يا من غرستِ فيّ الصبر، وسقيتِ أيامي بالحنان، كنتِ الدعاء المستجاب، والمرفأ الآمن في كل محنة

كل حرف كتبته، وكل خطوة خطوتها، كانت ببركة رضاكِ ودعائكِ، فلكِ وحدكِ ينحني هذا التخرج فخرًا وامتنانًا.

إلى والدي الكريم،

يا من تعبت لأجلنا، وكنت القدوة والنبراس، جزاك الله عني خير الجزاء، ورفع قدرك.

إلى أختي الكبرى أسماء،

يا من كنتِ الأخت والصديقة والأم الثانية، شكرًا لعطائكِ الذي لا يُقاس.

إلى روح أخي الغالي أحمد رياض، رحمه الله وأسكنه فسيح جناته،

أعلم أنك تراني من علوّ الجنان، وهذا التخرج، وإن لم تكن حاضرًا بجسدك، فأنت حاضر بروحك في قلبي دائمًا.

إلى أختي مريم، وأختي نرجس،

كل لحظة فرح لا تكتمل إلا بكن، فكنتن نعم الصحبة ونعم السند

وفقكما الله.

إلى أخي الصغير عبد الحق (جواد)

أنت زهرة العمر، وشعلة الأمل ،أدعو أن يرافقك التوفيق والخير في كل طريق.

وإلى قرة العين، ابن أختي العزيز أحمد رياض،

يا من يحمل الاسم العزيز والروح البريئة، أسأل الله أن يبارك فيك ويجعل لك مستقبلًا مشرقًا، فأنت نور العائلة وأملها القادم.

وإلى رفيقة دربي، وأخت القلب، وشريكة الأيام الحلوة والمرة، شيماء،فاطمة

يا من كنتِ لي العون والسند، يا من لم تتخلَّ عني في لحظة، وكنتِ شعلة أمل في ليالي التعب،

لكِ وحدكِ أقول: "بعض الصداقات لا تُوصف، لأنها نِعَم" ، وكنتِ النعمة التي أحمد الله عليها في كل حين

إلى نفسي التي راهنت على النجاح، اصبري وصابري فلا يزال الطريق طويل وإلى كل من اتسع قلبي لهم

وضاقت هذه الورقة عن ذكرهم، أهديكم عملي المتواضع عرفان لكم بالجميل، وتقديرا لجهودكم.

FREE HUNDREDS OF CANVA TEMPLATE - FRIDF.COM

الشكر و العرفان

بسم الله الرحمن الرحيم،

الحمد لله أولًا وآخرًا، ظاهرًا وباطنًا،

الحمد لله الذي بنعمته تتمّ الصالحات، وبتوفيقه تكتمل الخطوات،

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

أتقدّم بخالص الشكر والعرفان لكل من مدّ لي يد العون خلال مسيرتي الدراسية،

ولكل من ساعدني أو نصحني أو دفعني إلى الأمام بكلمة طيبة أو دعم صادق

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

أتقدم بخالص الشكر والعرفان لأستاذي المؤطر بن منين عبد القادر فله مني كل التقدير والاحترام.

ولكل من ساعدني ووجّهني

كما أتوجّه بجزيل الشكر للأستاذة المساعدة مشري رزيقة

التي ساعدتني بصدر رحب وحرص على أن يكون هذا العمل في أحسن صورة،

السادة الأساتذة أعضاء لجنة المناقشة كل باسمه وصفته الذين قبلوا

مناقشة هذه المذكرة وخصصوا لها ما تستحق من وقت وجهد

لإثرائها وتصويبها.

وأتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى أساتذتنا الكرام الذين

علمونا الأدب قبل العلم ، أسأل الله أن يبارك فيهم وفي علمهم

وأن يرعاهم ويحفظهم بحفضه.

الملخص: يُعد نوى التمر من النفايات الزراعية الغنية بالكربون، ويمكن تحويله إلى فحم نشط بطرق بسيطة وفعالة، مما يجعله مادة واعدة في مجال معالجة المياه الملوثة. تبدأ عملية التحضير بتجفيف نوى التمر جيدًا ثم طحنه، يليه التفحيم عند درجات حرارة مرتفعة (عادة بين 400 و800 درجة مئوية) في غياب الأكسجين، ثم يُفعل كيميائيًا باستخدام مواد مثل حمض الفوسفوريك أو كلوريد الزنك لتعزيز خصائص الامتزاز.

يهدف هذا البحث إلى دراسة تحضير الفحم المنشط من نوى التمر واستغلاله في معالجة التلوث البيئي، خاصة في تنقية المياه من الملوثات. يُعَدّ نوى التمر من المخلفات الزراعية المتوفرة بكثرة، مما يجعله مادة أولية مناسبة لإنتاج الفحم المنشط بطريقة اقتصادية ومستدامة.

الكلمات المفتاحية: نوى التمر، الفحم المنشط، المياه الملوثة، تجارب الامتزاز.

Abstract: Date pits are a carbon-rich agricultural waste that can be converted into activated charcoal in simple and efficient ways, making it a promising material for the treatment of contaminated water. The preparation process starts with thorough drying and grinding of date kernels, followed by charring at high temperatures (usually between 400 and 800°C) in the absence of oxygen, and then chemically activated with substances such as phosphoric acid or zinc chloride to enhance the adsorption properties.

This research aims to study the preparation of activated charcoal from date pits and its utilisation in the treatment of environmental pollution, especially in the purification of water from pollutants. Date pits are an abundant agricultural waste, making it a suitable raw material for the production of activated charcoal in an economical and sustainable manner.

Keywords: Date pits, activated charcoal, contaminated water, adsorption experiments.

فهرس المحتويات

العنوان	الصفحة
الإهداء	
الشكر و العرفان	
الملخص	IV
فهرس المحتويات	V
قائمة الجداول	VIII
قائمة الأشكال	IX
فائمة الرموز و الإختصارات	X
مقدمة عامة	1
الفصل الأول عموميات حول الإمتزاز	
I.1. تمهيد حول الفحم النشط	3
I.2. تعريف الفحم النشط:	3
I.3. بنية الفحم النشط :	3
I.4. نسيج الفحم النشط :	4
I.1.4 السطح النوعي:	4
I.2.4 المسامية:	4
I.5.تحضير الفحم النشط :	5
I.1.5.الكربنة:	5
I.2.5.التنشيط:	5
I.6.هيئة الفحم النشط:	6
I.1.6.الفحم النشط الحبيبي(CAG):	6
I.2.6.الفحم النشط المسحوق(CAP):	7
I.7.خواص الفحم النشط:	7
I.1.7.الخواص الفيزيائية:	7

I.2.7.الخواص الكيميائية:	10
8.I.تجديد الفحم النشط:	10
I.9.تطبيقات الفحم النشط:	10
I.10.عموميات حول نوى التمر:	11
I.1.10.تعريف التمر:	11
I.2.10.تعريف نوى التمر:	11
I.3.10.التركيب الكيميائي لنوى التمر:	11
I.4.10.فوائد نوى التمر:	12
الفصل الثاني الإمتزاز	
1.II.تعريف الإمتزاز:	18
II.2.أنواع الإمتزاز:	18
II.1.2.الإمتزاز الفيزيائي:	18
II.2.2.الإمتزاز الكيميائي:	19
3.II.آلية الإمتزاز:	20
II.4.العوامل المؤثرة على الإمتزاز:	22
II.1.4.العوامل المتعلقة بالمازات:	22
II.2.4.العوامل المتعلقة بالممتزات:	2
II.3.4.العوامل المتعلقة بظروف العمل :	22
II.5.إيزوتارم الإمتزاز:	23
1.5.II.تصنيف إيزوتارم الإمتزاز:	23
2.5.II: نماذج إيزوتارم الإمتزاز:	25
II1.2.5.نموذج لانجمير:	25
II.2.2.5.نموذج فراندليش:	26
II.6.حركية الإمتزاز:	26
1.6.1.II. انتشار خارج الحبيبات:	26
II.2.6.2 .انتشار داخل الحبيبات:	27
II.3.6.تثبيت المادة الممتزة على الموقع النشط:	27
II.7.أنواع المازات:	27

الفصل الثالث: تحضير الفحم النشط	
III.1.تمهيد:	32
III.2.البروتوكول التجريبي:	32
III.3.الأجهزة و المواد المستعملة:	32
III.1.3.أخذ أنوية التمر:	33
III.2.3.تحضير الفحم المنشط من نوى التمر:	33
III.3.3.تحضير المحلول:	34
III.4.تحديد منحنى المعايرة:	36
III.5.تحديد خصائص الفحم المنشط:	36
III.1.5.المجهر الإلكتروني الماسح MEB:	36
III.2.5.مبدأ عمل جهاز الأشعة البنفسجية–المرئية:	37
III.6.دراسة الإمتزاز:	38
الفصل الرابع النتائج و المناقشة	
IV.1.مقدمـــة:	40
IV.2.منحنى المعايرة لصبغة البنفسج البلوري:	40
IV.3.نمذجة استجابة السطح (RSM):	40
IV.4.تيرموديناميكية الإمتزاز:	43
IV.5. دراسة إيزوتارم الإمتزاز:	43
الخلاصة العامة	47
الملاحق	

قائمة الجداول

الجدول I.1	تصنيف أبعاد المسام للفحم النشط	5
الجدول I.2	تصنيف و خواص المسامات للكربون النشط	8
الجدول I.3	العناصر الغذائية الموجودة في 100g من نوى التمر	12
الجدول II.1	الفرق بين الإمتزاز الفيزيائي و الإمتزاز الكيميائي	20
الجدول II.2	لمواد المازة و خصائصها	28
الجدول IV.1	النتائج التجريبية لنمذجة استجابة السطح	41
الجدول IV.2	نتائج ترموديناميكية الإمتزاز على الفحم المنشط	43
الجدول IV.3	نتائج إيزوتارم الإمتزاز للصبغة (CV)	45

قائمة الأشكال

الشكل I.1	البنية المجهرية للفحم النشط	3
الشكل I.2	البنية المسامية للفحم النشط	4
الشكل I.3	الفحم النشط الحبيبي	6
الشكل I.4	الفحم النشط المسحوق	7
الشكل II.1	رسم تخطيطي يوضح ظاهرة الإمتزاز	18
الشكل II.2	الإمتزاز الفيزيائي	19
الشكل II.3	الإمتزاز الكيميائي	20
الشكل II.4	مناطق تواجد المذاب عند امتزازه على السطح الصلب	24
الشكل II.5	أصناف إيزوتارم الإمتزاز المعتمد من طرف (I.U.P.A.C)	25
الشكل II.6	الشكل النموذجي للانجمير (a) الشكل الخطي للانجمير (b)	26
الشكل II.7	الشكل الخطي لفراندليش	27
الشكل III.1	صورة تمر تمسريت و نواتها	33
الشكل III.2	الفحم المنشط المحضر من نوى التمر	34
الشكل III.3	البنية الكيميائية لصبغة البنفسج البلوري	34
الشكل III.4	صورة لصبغة البنفسج البلوري	35
الشكل III.5	محلول البنفسج البلوري	35
الشكل III.6	جهاز المجهر الإلكتروني الماسح	36
الشكل III.7	صورة لعينة الفحم المنشط تحت المجهر الإلكتروني الماسح	37
الشكل III.8	مطيافية الأشعة فوق البنفسجية و المرئية	38
الشكل IV.1	منحنى المعايرة	40
الشكل IV.2	ترموديناميكية امتزاز صبغة (CV) على الفحم المنشط	42
الشكل IV.3	منحنى نموذج Langmuir بالنسبة لإمتزاز صبغة (CV) على الفحم المنشط	44
الشكل IV.4	منحنى نموذج Freundlich بالنسبة لإمتزاز صبغة (CV) على الفحم المنشط	44

قائمة المختصرات

الرمز	المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الفرنسية
Qe	كمية ممتزة عند التوازن	Quantité Adsorbée En Equilibre
Ce	تركيز الإمتزاز عند التوازن	concentration à L‟équiLibre (finaLe) dans La soLution
Qm	قدرة الامتصاص القصوى	
kL	ثابت لانغمير المتعلق بطاقة الامتزاز	La constante de Langmuir Liées à L‟adsorption
Kf	ثابت فراندليش	La constante de frandlich Liées à L‟adsorption
N	عدد الطبقات.	nombre de couches
X	نسبة من كتلة المادة	pourcentage de la masse de la substance.
CU	معامل الوحدة	Coefficient unitaire
P	الضغط	la pression
θ	زاوية الاتصال	Angle de contact
Y	التوتر السطحي للزئبق	tension superficielle du mercure
R	نصف قطر المسام	Rayon des pores
T	درجة الحرارة	Température
A	امتصاصية	pouvoir absorbant

IUPAC	الإتحاد الدولي للكيمياء البحتة و التطبيقية	International Union Of Pure And Applied Chemistry
CAND	الفحم النشط المحضر من نوى التمر	Carbon actif prépare a partir noyaux des Dattes
R%	المردودية	Rendement
ε	معامل الامتصاصية الجزيئي	Coefficient d'absorbance moléculaire
L	سمك الخلية المرجعية	épaisseur de la cellule de référence
C	تركيز المحلول	concentration de la solution
CV	صبغة كريستال فيوليت	Crystal violet
λ_{max}	الطول الموجي الاعظمي	
C_0	التركيز الابتدائي	Initial concentration of adsorbent
V_{sol}	حجم محلول	Solution volume
M	كتلة المادة المازة	Adsorbent mass
MEB	المجهر الالكترةني الماسح	Microscopie éLectronique à baLayage
UV	مطيافية الضوءالمرئي و الفوق البنفسجي.	ULtravioLet-visibLe spectroscopy
PH	الأس الهيدروجيني	Ph
ΔG°	الطاقة الحرة	VariabLe d‟‟energie Libre standard de Gibbs
ΔS°	التغير في الإنتروبي	Entropie
ΔH°	التغير في المحتوى	EnthaLpie

	الحراري	
R	ثابت الغازات المثالية	Ideal gas constant
$\mathbf{K_d}$	ثابت الاتزان	
T	الزمن	Time

مقدمة عامة

مقدمــة عامــة

في ظل التحديات البيئية المتزايدة ،أصبح البحث عن حلول مستدامة لمعالجة التلوث أمراً ضروريًا للحفاظ على الموارد الطبيعية و صحة الإنسان. يعد الإمتزاز من أكثر التقنيات فاعلية في إزالة الملوثات ، حيث يعتمد على استخدام مواد ذات مساحة سطحية كبيرة و قدرة امتصاصية كبيرة ، مثل الفحم المنشط.

يُعتبر نوى التمر من المخلفات الزراعية المتوفرة بكثرة، خاصة في الدول المنتجة للتمور، مما يجعله خيارًا مثاليًا لتحضير الفحم المنشط بطريقة اقتصادية و صديقة للبيئة.

يتميز الفحم المنشط المستخلص من نوى التمر بخصائص فيزيائية و كيميائية تجعله فعالًا في إزالة مجموعة واسعة من الملوثات، مثل المعادن الثقيلة والملوثات العضوية من المياه و الهواء.

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على إمكانية استغلال نوى التمر في إنتاج الفحم المنشط ، ودراسة كفاءته في معالجة التلوث، مما يسهم في إيجاد حلول بيئية مستدامة تعزز من إدارة المخلفات الزراعية و تحسين جودة البيئة.

تحقيقا لهذه الغاية، سنتطرق في هذه المذكرة إلى ثلاثة فصول وهي:

الفصل الاول :الدراسة النظرية للفحم النشط

الفصل الثاني :عموميات حول الإمتزاز

الفصل الثاني : تحضير الفحم النشط

الفصل الرابع :النتائج و المناقشة

الفصل الأول

الدراسة النظرية للفحم النشط

I.1. تمهيد حول الفحم النشط

يرجع تاريخ الفحم النشط إلى قدماء المصريين منذ عام 1550 ق. م فقد استخدموه في تطهير الماء أثناء إجراء العمليات الجراحية ثم استخدم كبديل عن الفحم الحيواني في عمليات تكرير السكر في عام 1900م ، ثم استخدم أثناء الحرب العالمية الأولى في الأقنعة الواقية للحماية من الغازات السامة ، و تزايدت و توالت استخدامات الفحم النشط إلى يومنا هذا .[1].

I.2. تعريف الفحم النشط:

يعرف المجلس الأوروبي لاتحاديات الصناعة الكيميائية (C.E.F.I.C) الفحم النشط بأنه مواد كربونية ذات بنية مسامية تعطي مساحة احتكاك داخلية كبيرة ، هذه المواد قادرة على امتزازمركبات عديدة على سطحها الداخلي.[2]

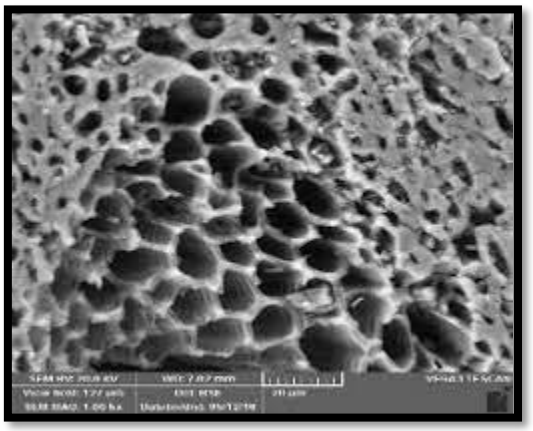
I.3. بنية الفحم النشط :

للفحم النشط بنية بلورية مجهرية مسامية ، تحتوي على وحدات هيكلية أساسية قريبة من وحدات الجرافيت النقي في الواقع ، يتكون التركيب البلوري لهذه الأخيرة من مجموعة من طبقات مستوية من ذرات الفحم ، مماثلة لحلقات عطرية .[3].

يتكون الفحم النشط من تركيب منظم من بلورات دقيقة متغيرة الحجم 5 إلى150 .3°A

كل بلورة تتكون من طبقات غير منتظمة تبعد عن بعضها 3.6 .°A[3]

تواجد الذرات غير المتجانسة تقود إلى فحم فعال يحوي مجموعات وظيفية على حواف البلورات الدقيقة [4].



الشكل I .1 :البنية المجهرية للفحم النشط

I.4. نسيج الفحم النشط :

النسيج البلوري للفحم النشط يعرف بأنه الشكل الهندسي الذي يتكون من ترتيب الدقائق المجهرية و المسامات في حبة فحم نشط ، ويعتمد هذا الأخير على نوعية المادة التي يحضر منها الفحم النشط و تنقية التحضير و يميز أساسا بالسطح النوعي و المسامية

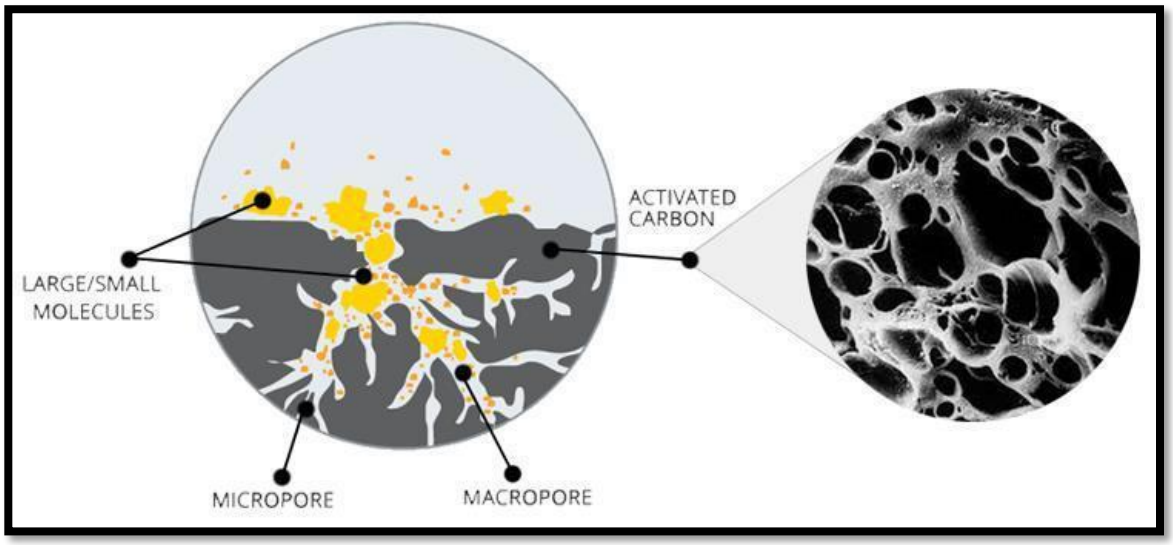
[5،6].

I.1.4 السطح النوعي:

السطح النوعي هو المساحة المتطورة من طرف الكربون النشط والتي تأخذ بعين الإعتبار كل التجاوزات الموجودة في المحور الجزيئي ، و التي تسند إلى وحدة كتلة الكربون النشط و التي يمكن إن تصل إلى $3000m^2/g$ [7].

I.2.4 المسامية:

تمثل جزء الفراغ الموجود في الفحم النشط و الذي يمكن أن يصل إلى 80% ، وتعتمد على أبعاد المسامات و توزعها .



الشكل I.2: البنية المسامية للفحم النشط

- **المسامات الدقيقة:**

عموما تمثل 90-95 % من السطح النوعي الكلي و هي التي تمتز نسب كبيرة من الجزيئات صغيرة الوزن الجزيئي .

- **المسامات المتوسطة (المسامات الإنتقالية):**

تمثل 5 % من الفراغ الكلي للفحم ، و هي حيز كل ظواهر التكثيف الشعري .

- **المسامات الكبيرة:**

تلعب دور ممر العبور إلى المسامات المتوسطة ،ضعف هوائها الكتلي يبين أن القدرة الإمتصاصية لها محدودة .

وفقا لتعريف IUPAC فإن المسامية تقسم إلى ثلاثة أقسام :

الجدول I.1.تصنيف أبعاد المسام للفحم النشط.[8]

	متوسط القطر (A°)	القطر الأعظمي (A°)	الحجم (mg/l)	السطح النوعي (m^2/g)
ماكرو مسام Macropores	> 500−1000	20000	2−0.5	2−0.5
ميزو مسام Mesopores	500−1000	1000	0.1−0.02	75.25 (%5)
ميكرو مسام Micropores	<18−20	20	0.5−0.15	1425.475 (%95)

I.5.تحضير الفحم النشط :

يحضر الفحم النشط من مواد غنية بالفحم ، مثل قشور جوز الهند أو الخشب ، تحضير الفحم النشط يكون على مرحلتين :

I.1.5.الكربنة:

هذه الخطوة تنطوي على الإنحلال الحراري للمادة الأولية غير المميهة في وسط قليل التأكسد في درجة حرارة بين 200 −600 C° .[7].

عندما تكون الذرات غير غير المتجانسة منزوعة تكون المادة غنية بذرات الفحم والتي تكون على شكل طبقات عطرية تنظم بشكل غير معتدل مبعثر تاركة بينها فراغات ، هذه الفراغات تؤكد وجود المسامية الأولية للناتج الفحمي بسطح النوعي يقدر 10 $m^2\g$.[9]

I.2.5.التنشيط:

الهدف من هذه المرحلة هو زيادة حجم المسامات وتوسيعها، كما أن طبيعة المادة الأولية المستخدمة أثناء التفحيم تؤث على بنية واسعة المسامات ، التنشيط يزيل البنية الكربونية المنظمة على شكل أوراق عطرية، وهناك طريقتان للتنشيط .[7].

- **التنشيط الفيزيائي:**

التنشيط الفيزيائي يرتكز على الأكسدة في درجات حرارة مرتفعة (750− 1000 °C) بوجود أكاسيد غازية والغاز المستعمل في هذه المرحلة " الهواء، بخار الماء وثاني أكسيد الكربون " على شكل خليط، مستوى درجة الحرارة يلعب دورا كبيرا في عملية التنشيط وتجانس وتوسيع المسامات.[7]

- **التنشيط الكيميائي:**

يتم بغسل المادة المفحمة، وهي المرحلة التي تعتبر شرطا لإتمام الأكسدة باستعمال حمض الفسفوريك(H3PO4) ، أو كلور الزنك ($ZnCl_2$)، أوهيدروكسيد البوتاسيوم (KOH)، أو حمض الكبريتيك(H_2SO_4)، ونعرض المادة لدرجة حرارة منخفضة مقارنة بالتنشيط الفيزيائي من أجل إعادة تنظيم بنية المادة الكربونية المنشطة، وبعد التفاعلات تغسل المادة الكربونية المنشطة بالماء المقطر جيدا لإزالة كل أثر للمواد الكيميائية المتبقية . المعالجة الكربونية في هذه الشروط تحسن من زيادة البنية المسامية .[7].

I.6.هيئة الفحم النشط:

الكربون النشط يمكن أن يتواجد بعدة أشكال نذكر منها :[7]

I.1.6.الفحم النشط الحبيبي(CAG):

يستعمل في غالب الأحيان في معالجة مياه الشرب بوجود مرشحات مثبتة بواسطة معدن أو بالأسمنت، حيث عند مرور الماء على المرشح يقوم الفحم النشط بنزع الملوثات العضوية.

الشكلI.3: الفحم النشط الحبيبي

I.2.6.الفحم النشط المسحوق(CAP):

الفحم النشط المسحوق يختلف استعماله عن الحبيبي حيث يتم عن طريق التحريك في الوسط المائي ثم يتم الترشيح بعد ذلك.

الشكلI.4:الفحم النشط المسحوق

I.7.خواص الفحم النشط:

تعتمد كفاءة الامتزاز على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للفحم النشط وطبيعة وتركيز المادة الملوثة المراد إزالتها ودرجة الحموضة ووقت التماس بين الفحم النشط والمادة الملوثة، حيث يتميز الفحم النشط بخواص فيزيائية وكيميائية وهي كما يلي:[7،13]

I.1.7.الخواص الفيزيائية:

❖ **قياس أبعاد الحبيبات(Granulometry):**

بمعنى قياس أبعاد حبيبات الفحم ، حيث أنها تحوي عينة واحدة من الفحم النشط على حبيبات مختلفة الأبعاد، لأن هذه الأبعاد تؤثر على شدة الامتزاز[10]، من بين الطرق المستعملة في تحديد أبعاد الحبيبات هي الغربلة، طريقة الموصلات، الطريقة الميكروسكوبية.

❖ **التفتت(Friability):**

نقول عن الكربون النشط أنه يملك خاصية التفتيت إذا ترك أثار على الأصابع، وتعطى بالعلاقة التالية:

$$\text{Friability} = 10/9\ (X-10) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

X: نسبة من كتلة المادة، وتبين المادة المفقودة بعد الطحن، تحدد من البيان (Granulometry) قبل وبعد الطحن .[11]

❖ **معامل الوحدة(Coefficient of uniformity):**

هو عامل يبين لي مدى انتظام الحبيبات للفحم النشط. وهو المساواة بين الطول الموافق للنسبة 60، والموافقة للنسبة 10، (تحدد انطلاقا من بيان حجم الحبيبات) حيث نأخذ من منحنى القرانيلومتري القيمة للحبيبات ذات الحجم الذي نسبته 60 % و 10 % ويتم ذلك بالإسقاط على محور السينات للمنحنى. [12] ويستعمل كثيرا في حالة الفحم الحبيبي. نكتب العلاقة :

$$CU=\frac{Taille\ de60\%}{Taille\ de10\%} \quad \text{.....(2)}$$

يفضل استخدام الفحم النشط الحبيبي ذو معامل الوحدة الكبير أي حجم الحبيبات متجانس حيث كلما كان معامل الوحدة كبير كانت جهة ذروة الامتزاز قريبة من قيمتها النظرية، وعموما يستخدم الفحم النشط ذو قيمة معامل الوحدة من رتبة 1.

❖ **السطح النوعي (Specific area):**

يمكن تعريفه بأنه السطح المشغول بوحدة كتلة المادة الصلبة، حيث يزيد السطح النوعي للصلب كلما زادت مساميته، و تقدر عادة بـm^2/g يحدد السطح النوعي باستعمال طريقةBET .

❖ **المسامية(Porosity):**

للفحم النشط بنية مثيلة للغرافيت، تظهر كتجمعات لطبقات مستوية من ذرات الفحم سداسية منتظمة، هذه البنية تحدد المسامات الداخلية للفحم النشط (صنف العالم **DUBININ**) هذه المسامات في ثلاثة أقسام مختلفة كما في الجدول

الجدول I.2: تصنيف وخواص المسامات للفحم النشط

نوع المسامات	القطر (nm)	السطح النوعي (m^2/g)	الكتلة الحجمية (ml/g)
المسامات الدقيقة	<2	600−1500	0.2−0.6
المسامات المتوسطة	2−50	20−70	0.02−0.1
المسامات الكبيرة	>50	0.5−2	0.2−0.8

يتم تحديد المسامية باستخدام جهازيسمى porosimeter حيث تعين وفقا للخطوات التالية:

- ندخل سائل الزئبق ذو توتر سطحي معين في أوعية شعرية تكون لها شكل وأبعاد معروفة
- نطبق ضغط معلوم على هذا السائل

– تعطى العلاقة بين الضغط ونصف قطر المسام في حالة المسامات الأسطوانية بالشكل:

$$p.r = 2Y \cos\Theta \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

الضغط p:

زاوية الإتصال θ:

التوتر السطحي للزئبق Y:

نصف قطر المسام r:

❖ **الرطوبة و احتواء الرماد(Moisture and ash content):**

هذان البعدان مهمان في اختيار الكربون النشط، حيث تكون الرطوبة المنتشرة أقل من 5% في حين احتواء الرماد منعدم تقريبا يجب ألا يتجاوز% 10فال pH قد يصل إلى قيم عالية ويسبب ترسب كربونات الماء على الكربون وبالتالي تقود إلى قدرة امتزاز منخفضة.

من بين الطرق المعروفة في تحديد نسبة الرطوبة وفقا للمعيار14774 standard CEN نذكر - Simplified method (microwave), Simplified method (FMG bucket Pandis 3000) Standard method (oven), Simplified method (Humitest, TIMB) Standard method (oven).

أما الطرق المعروفة في تحديد مقدار الرماد وفقا للمعيار (14774 CEN) كما يلي:

نأخذ عينة من المادة ثم نطحنها عند قرانيلومتري محدد ثم نسخنها عند درجة الكربنة العظمى 550 C° حتى يتشكل الرماد.

تعطى علاقة نسبة الرماد:

$$C=100\times(m_3-m_1)/(m_2-m_1) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

كتلة الباسنة (مكان وضع العينةm1:

كتلة الباسنة و العينة m2:

كتلة الباسنة و الرماد m3:

I.2.7.الخواص الكيميائية:

تعتمد أساسا على قدرة الامتزاز للفحم النشط والمادة الممتزة ، في بعض الدول الأوربية وخاصة فرنسا تستعمل الدلالة "FINAD" للتعبير عن خمسة مواد ملوثة هي : الفينول (F) ، اليود (I)، الفينازون (A)، المنظفات (D)، إندول (N)، وتحدد غالبا بالدلالة FDN .

- دلالة الفينول (phenol index):

ويستعمل لتقدير فعالية الفحم النشط في معالجة ملوثات الذوق والروائح.[15]

- دلالة اليود (Iodine):

ويستعمل لتحديد فعالية الفحم النشط في تنقية مركبات ذات الكتلة الجزيئية الضعيفة.

I.8.تجديد الفحم النشط:

يعتبر الفحم النشط مادة غير مكلفة إذا حضرت من مواد مستغلة في ميادين أخرى ونظرا لإمكانية معالجته بعد استعماله(تجديده) و لأجل هذا الغرض وجدت بعض الطرق نذكر من بينها:[7]

- **معالجة بالتبخير:** تستعمل هذه الطريقة في حالة كون المواد الممتزة قابلة للتبخير،و تستعمل لفتح الإنسدادات و إزالة الجراثيم على سطح الفحم النشط.
- **معالجة حرارية:** و تتم بمعالجة الفحم النشط حراريا عند T=600C° هذه العملية تستعمل كفحم أو محرق للمواد العضوية الممتزة على الفحم النشط، وهي المستعملة بكثرة نتيجة لفعاليتها الجيدة في تجديد الفحم النشط.
- **معالجة كيميائية:** في هذه الطريقة يستعمل محلول (HCl مخفف ب 22 %) في درجة حرارة T=100C° وهذا للتخلص من بقايا الاحتراق الناتجة عن حرق المواد العضوية الممتزة على الفحم النشط.
- **معالجة بيولوجية:** تستعمل هذه الطريقة للتخلص من البكتيريا الممتزة على سطح الفحم النشط، وهي قليلة الإستعمال.

I.9.تطبيقات الفحم النشط:

- الإمتزاز على الفحم النشط عملية فعالة لإزالة اللون،الرائحة،الطعم والمركبات العضوية و غير العضوية غير المرغوب فيها من مياه الشرب.
- النفايات الصناعية أحيانا تحوي ملوثات عضوية يمكن أن تكون سامة و مقاومة للكائنات الحية الدقيقة،يعني أن المعالجة البيولوجية للنفايات السائلة الصناعية لا تتم بشكل كاف.[16]

- تم استعمال فحم نشط من بقايا البقان لإزالة النحاس من المحاليل المائية ، حيث وجد أن قدرة الإمتزاز بالفحم المحضر أعلى من قدرة الإمتزاز للفحم النشط الإصطناعي.[17]
- استعمل فحم نشط من مواد خام طبيعية لنزع الكلوروفورمن مياه الشرب، حيث كانت نتائجه إيجابية لنزع هذا الأخير.[18]

I.10.عموميات حول نوى التمر:

I.1.10.تعريف التمر:

هو ثمار النخيل من الفصيلة النخلية من النباتات ذات الفلقة الواحدة، يرجع تاريخ التمر إلى أكثر من 7000 سنة إذ إنه من أقدم الثمار التي عرفها الإنسان ، يحظى التمر بشعبية واسعة بين سكان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، ويُعدّ غذاءً أساسيّ اً لملايين الأشخاص في المناطق القاحلة وشبه القاحلة حول العالم، وتجدر الإشارة إلى أنّ هناك أكثر من ألفي صنف من التمور المختلفة في الحجم والشكل و الوزن[19]، في الحين يوجد في الجزائرأكثر من 940 من أصناف التمور [20]من بينها : دقلة نور، الغرس، دقلة بيضاء.....إلخ

I.2.10.تعريف نوى التمر:

تعرف بأنها الجسم الصلب الذي يحتل وسط الثمرة، لنواة التمر العديد من المسميات تختلف من منطقة إلى أخرى، منها :العجمة، الفصمة، النواية، العلفة، العظم، والشرى .وتجدر الإشارة إلى أنّ خصائص نوى التمر تختلف اختلافاً كبيرا فيما بينها؛ اعتماداً على النوع والظروف البيئية، إلا أنها تتميّز بشكلها المستطيل، ولونها البنيّ الدّاكن، مدبّبة عند الطرفين وهي تمثل 10– 20% من وزن الثمرة الكاملة، يتراوح وزنها ما بين 0.5–4 غ، طولها مابين 12–20 مم و عرضها بين 6–15 مم.

I.3.10.التركيب الكيميائي لنوى التمر:

نظرا لأهمية نوى التمر باختلاف أنواعه، أشارت العديد من الدراسات إلى احتوائه لبعض المكونات، الغذائية المهمة كالكربوهيد رات، الدهون، البروتينات والألياف، إضافة إلى ذلك العناصر المعدنية.[21]

و الجدول (I.3): يبين المعدّل العامّ للعناصر الغذائيّة الموجودة في 100g من نوى التمر.[19]

الجدول I.3:العناصر الغذائية الموجودة في 100 g من نوى التمر.

العنصر الغذائي	الكمية
الماء	%3.1-10.3
البروتين	%2.3-6.4
الدهون	%5.0-13.2
الألياف	%64.5-80.15
البوتاسيوم	mg 459.8-542.2
الصوديوم	mg 21.7-26.1
الكالسيوم	mg 6.5-11.3
المغنيسيوم	mg 61.3-69.5
الحديد	mg 2.8-6.0
المغنيز	mg 1.3-1.7
الزنك	mg 1.0-1.4
النحاس	mg 0.4-0.6

I.4.10.فوائد نوى التمر:

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

- **المجال الطبي:**

تقلل خطر الإصابة بالعديد من الأمراض، كما تمتلك آثاراً مضادة للالتهابات، والميكروبات. تستخدم أيضا لعلاج آلام المفاصل والروماتيزم، تساعد على تحسين مستوى الأداء الوظيفي

وسلامة الجهاز المناعي للجسم. تستخدم لعلاج السكر وتفتيت الحصى، كما يمكن أن تقي من ارتفاع ضغط الدم.

تساعد في تسكين آلام الأسنان، كما يعتبر نوى التمر مقو عام، مطهر، ملين، كما أنها قابضة لأوعية الرحم بعد الولادة ومليّنة للأغشية المخاطية.

- **الصناعات الغذائية:**

يستخدم كبديل للبن لاستخدامه كقهوة بدون كافيين، ويمكن الاستفادة من نوى التمر في إنتاج ما يعرف ببديل الكاكاو.

تُساعد إضافة نواة التمر إلى علائق الحيوانات على زيادة وزنها، وتحسين كفاءة تغذيتها، وبهذا يمكن استخدام نوى التمر بدلاً من بعض أنواع البروتينات النباتيّة باهظة الثمن المُستخدَمة في أعلاف الماشية و الدواجن.

- **الصناعات الأخرى:**

يستخدم كبديل عن كحل العينين التقليدي، و يمكن استعماله في صناعة مستحضرات العناية الشخصية بالبشرة، كما أجريت عليه تجارب لاستخراج بعض المركبات الصيدلانية؛ وذلك بسبب احتوائها على نسبة عالية من مضادات الأكسدة التي تحمي الخلايا من الضرر الناتج عن الأشعة فوق البنفسجيّة.

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

المراجع باللغة العربية:

[1] : مجلة بيئتنا – الهيئة العامة للبيئة – العدد 94 الصفحة36.

[7]: كمرشو عباس، استعمال كربون نشط محضر من مشتقات نخيل التمر (نواة تمر الدقلة) في معالجة المياه المستعملة الحضرية دراسة مقارنة، أطروحة دكتوراه، ورقلة، جامعة قاصدي مرباح، 0289 ، ص 20،21،07،01،08،18،12،27.

[13]: بن مير فاطمة الزهراء,سعيدي إيما ن" دراسة مقارنة لطرق تحضير الكربون النشط وتطبيقاته""مذكرة ماستر أكاديمي كيمياء تحليلية،جامعة قاصدي مرباح ورقلة(2021 -2022).

[14]: بن صغير مريم "إزالة صبغة أزرق الميثيلين من محلولها المائي بواسطة الكربون النشط المحضر من نوى التمر"مذكرة ماستر أكاديمي،جامعة قاصدي مرباح ورقلة(2019-2020).

[21]: نهيان مبارك نهيان، مجلة الشجرة المباركة، المجلد الأول، العدد الثا لث، سبتمبر 2009

[22]: أ. سعود بن عبد الكريم الفدّا، أ.د. رمزي عبد الرحيم أبو عيانة، المنتجات الثانوية للنخيل .. أنواعها وأهميتها الاقتصادية، الطبعة الثانية، 2016 _ 1437.

المراجع بالأجنبية:

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

[3] : Imen BOUGHAITA 2018 Essais de dépollution des eaux contaminées par un composé organique par l’utilisation de nouveaux biosorbants doctorat skikda-1955

[4]: Puziy. A.M, et al, Synthetic carbons activated with phosphoric acid : I Surface chemistry and ion binding properties, Carbon, 2000, 40, 9, p 1493-1505

[5]: Gua, J., Lua, C., (2000), Preparation of activated carbons from oil palm stone chars by microwave induced carbon dioxide activation, Carbon, 38, pp – 8710 .

8772

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

[8]:TRAITEMENT DE POTABILISATION DES EAUX DE SURFACEADSORPTION SUR CHARBON ACTIF, Société Anonyme de Gestion des Eaux de Paris, conf62, 2006. p27

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

[10]: Iaquaniello, G., Mazet, M., Casteignau, G., & Couillault, P., (1985), L'influence de la granulometrie des boues residuaires urbaines sur leur deshydratation. the influence of granulometric characteristics of urban waste sludges on their dewatering process, Environmental Technology, 6(1-11), pp. 289-296.

[11]:Degrémont . (2012). "Mémento Technique De l'eau ". 8ème édition

[12] : Dubois, V., Abriak, N. E., Zentar, R., & Ballivy, G., (2009), The use of marine sediments as a pavement base material. Waste Management, 29(2), pp. 774-910

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

[16]: Vidic, R. D., Suidan, M. T., Traegner, U. K., and Nakhla, G. F., (1990), Adsorption isotherm: illusive capacity and role of oxygen, Water Research, 4, pp. 1187-1198.

[17]: Dastgheib, S. A., Rockstraw, D. A., (2001), Pecan shell activated carbon synthesis, characterization and application for the removal of copper from aqueous solution, Carbon, 39 (12), pp. 1849-1855

[18]:Ikuo, A., Fukuhara, T., Maruyama, J., Tatsumoto, H., and Iwasaki, S., (2001),Preparation of carbonaceous adsorbents for removal of chloroform from drinking water, Carbon, 39 (7), pp. 1069-1073.

[19]:Al-Farsi M.A, Chang Young Lee, Usage of Date (Phoenixdactylifera L),Seeds in Human Health and Animal Feed, ResearchGat, January 2011,P 447-451.

[20]:MEROUFEL.B, Adsorption des polluants organiques et inorganiques sur des substances naturelles : Kaolin, racines de Calotropis procera et Noyaux de dates,thése doctorat, Université de Lorraine École Doctorale RP2E, LERMAB,2015.

الفصل الثاني

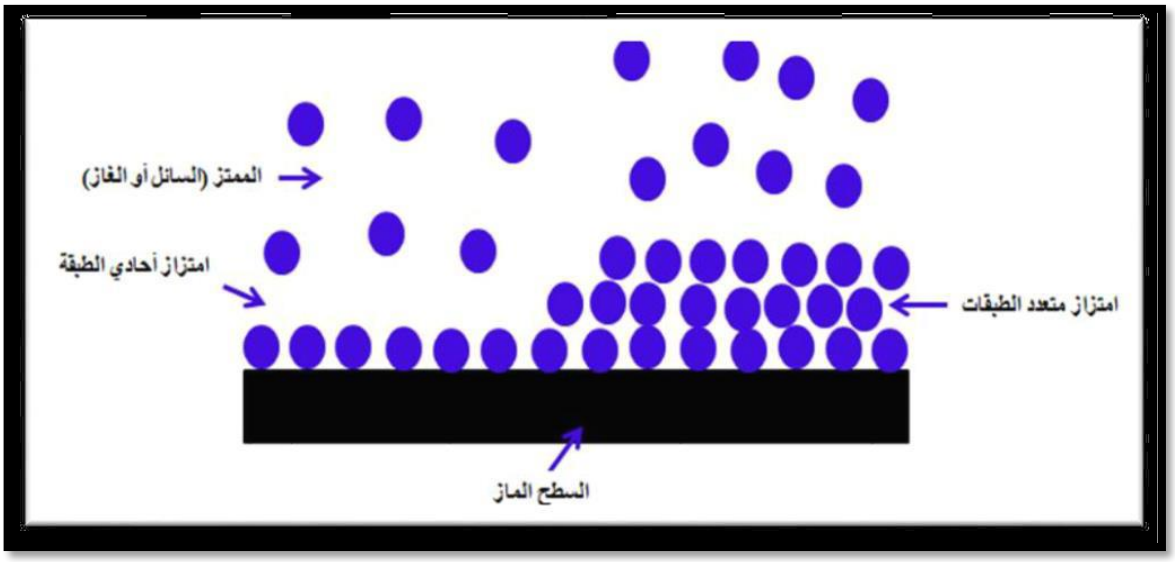
الإمتزاز

II.1.تعريف الإمتزاز:

الإمتزاز هي ظاهرة فيزيوكيميائية تحدث عموما للمواد السائلة أو الغازية تكون في احتكاك مع مادة صلبة، حيث تجذب المواد المميزة من طرف الذرات السطحية للمادة الصلبة (الماز).[1]

أو هي انتقال الدقائق الأيونية أو الجزيئية داخل المحلول السائل أو الغازي نحو السطح النوعي للعامل الصلب، حيث لهذه المادة (الدقائق) ألفة عالية اتجاه الصلب.[2]

أو هي تثبيت لجزيئات الغاز على السطح الصلب نتيجة لقوى ذات طبيعة فيزيائية أو كيميائية مما يؤدي إلى وجود نوعين من الامتزاز. وتسمى المادة التي تعاني الامتزاز على سطح بالممتزة كما ويسمى السطح الذي يتم عليه الإمتزاز بالماز.[3]



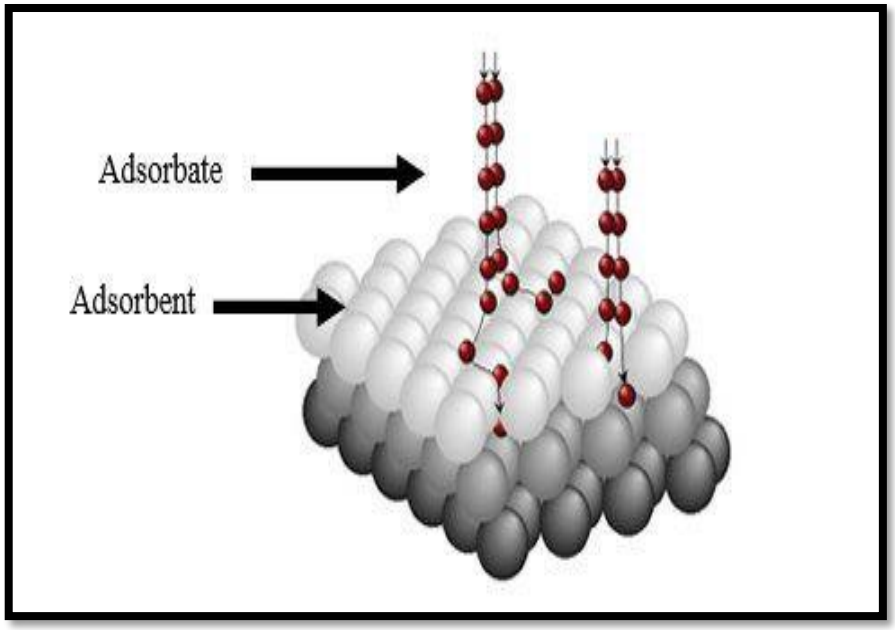
الشكل1. II :رسم تخطيطي يوضح ظاهرة الإمتزاز

II.2.أنواع الإمتزاز:

II.1.2.الإمتزاز الفيزيائي:

يسمى الامتزاز الفيزيائي عندما تكون قوى التجاذب بين جزيئات الغاز أو السائل (الجزيئات المميزة) وجزيئات الجسم الصلب من نوع (Van Der Waals) وهي عبارة عن قوى إلكتروستاتيكية ضعيفة حيث تكون قوى الترابط بين المادة الممتزة والجسم الماز أكبر من قوى الترابط بين الجزيئات الممتزة نفسها.

وفي ضوء تعريف عملية الامتزاز، فإن المادة التي يحدث لها امتزاز تسمى بالممتزة(adsorbate) بينما يسمى السطح الذي يتم عليه الامتزاز بالماز(adsorbent).

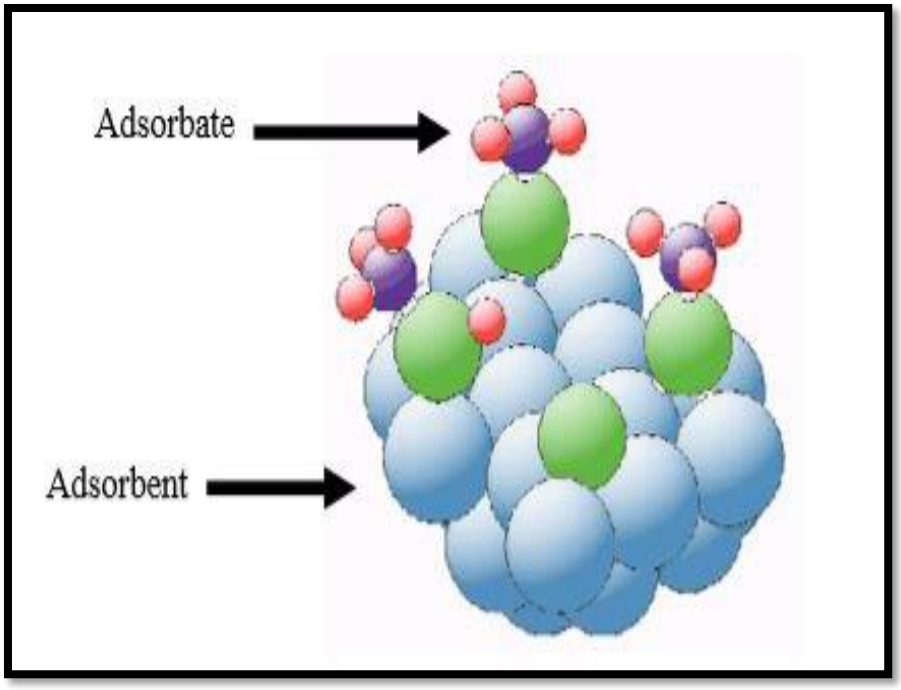


الشكل2. II :الإمتزاز الفيزيائي

II.2.2.الإمتزاز الكيميائي:

يشتمل الامتزاز الكيميائي على تكوين مركب كيميائي على سطح الصلب، يسمى "مركب السطح " ويشتمل على تبادل أو مشاركة إلكترونية بين السطح الماز والجزيء أو الذرة المميزة في بعض الأحيان يحدث انتقال كامل للإلكترونات حيث تفقد الذرة إلكتروناتها إلى السطح الماز، تتحول إلى أيون موجب ممتز على سطح الصلب.[4]

هي عملية تحدث بشكل كبير على سطح المادة الصلبة، يعتبر هذا النوع من الإمتزازيعتبر الخطوة الأولى في التفاعل الكيميائي،وبالتالي يتطلب طاقة تنشيط عالية، حيث تتشكل روابط كيميائية بين الجزيئات الممتزة وسطح المادة المازة، وتحدث تغيرات في البنية الجزيئية وتتحرر طاقة بمقدار يتراوح ما بين(40-200 kj/ mole).[5- 6]



الشكل3. II :الإمتزاز الكيميائي

يمكننا التمييز بين الإمتزازالفيزيائي و الإمتزازالكيميائي باستخدام العديد من المعاييروهذا مايوضحه الجدول التالي:

الجدول1.II:الفرق بين الإمتزاز الفيزيائي و الإمتزاز الكيميائي.[7]

الخصائص	الإمتزاز الفيزيائي	الإمتزاز الكيميائي
أنواع الروابط	روابط فاندرفالس	روابط كيميائية
درجة حرارة العملية	ضعيفة نسبيا مقارنة بدرجة غليان المادة الممتزة	مرتفعة جدا مقارنة بدرجة غليان المادة الممتزة
انفراديةالجزيئات	انفرادية الجزيئات محفوظة	تدميرانفرادية الجزيئات
الإمتزاز	سهل	صعب
الحركية	سريع، مستقل عن درجة الحرارة	بطيء جدا
حرارة الإمتزاز	أقل من 20kal/mol	أكبرمن 20kal/mol
الطاقة المطبقة	ضعيفة	مرتفعة جدا
نوع التكوين	تكوين متعدد و أحادي الطبقة	تكوين أحادي الطبقة

II.3.آلية الإمتزاز:

تسبق عملية الإمتزاز سلسلة من المراحل يمر بها المذاب (المادة الممتزة) ، و يبين الشكل (II.4) كيفية تفاعل المادة المازة مع مختلف المناطق التي يحتمل ان تلتصق بها الجزيئات العضوية أو غير العضوية بالمادة الصلبة.

يمكن تلخيص آلية الامتزاز في المراحل الأربعة التالية:[7-8]

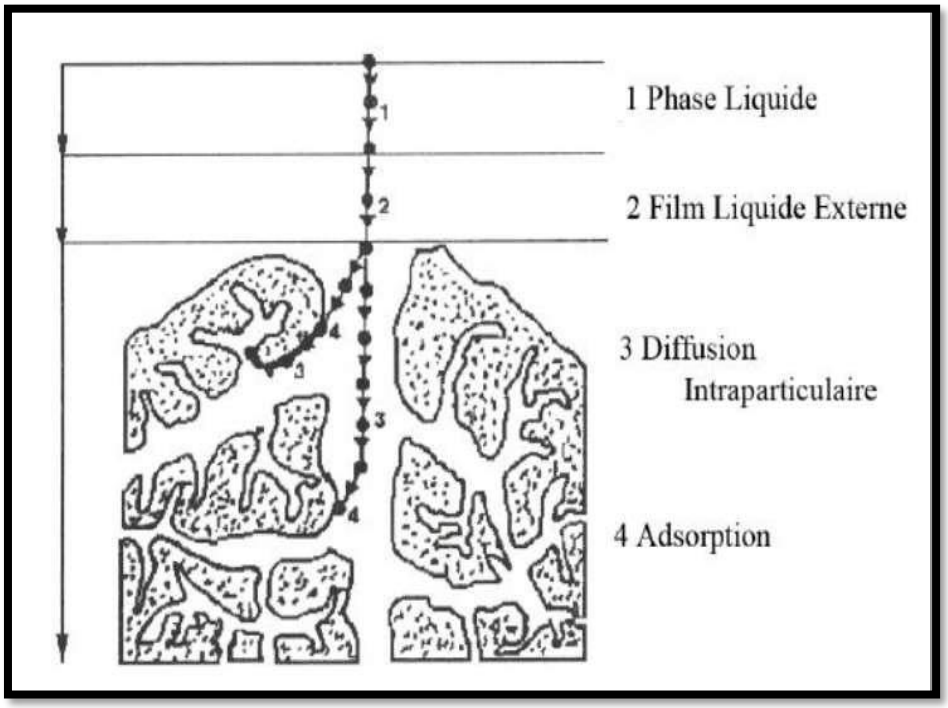
المرحلة الأولى: انتشار المادة الممتزة من الطور السائل الخارجي إلى المنطقة القريبة من سطح المادة المازة (مرحلة سريعة جدا).

المرحلة الثانية: انتشار خارجي للحبيبات من المواد أي انتقال المادة الممتزة من خلال غشاء سائل نحو سطح المادة المازة (مرحلة سريعة).

المرحلة الثالثة: انتقال داخلي للحبيبات من المواد أي انتقال المادة داخل البنية المسامية للسطح الخارجي

للحبيبات نحو المواقع النشطة(مرحلة بطيئة).

المرحلة الرابعة: ظاهرة الإمتزاز في اتصال مع المواقع النشطة (مرحلة سريعة جدا).



الشكل4.II: مناطق تواجد المذاب عند امتزازه على السطح الصلب.[7]

II.4.العوامل المؤثرة على الإمتزاز:

تتأثرعملية الامتزاز بعدة عوامل، وتتعلق إما بالممتزات، المازات أو ظروف العمل، من أهمها:[9]

II.1.4.العوامل المتعلقة بالمازات:

- **المساحة النوعية:** هي مساحة سطح الماز على وحدة الكتلة ويعبر عنها(m^2/g).العلاقة بين السطح النوعي وسعة الامتزاز علاقة طردية، أي عندما يكون السطح النوعي كبير، كمية المذاب الممتز تكون كبيرة.
- **المسامية:** ترتبط بتوزيع حجم المسام، وهي تعكس البنية الداخلية للمازات الدقيقة.
- **القطبية:** إن أهم ما يميز المادة المازة من حيث تأثيرها على عملية الإمتزاز هو قطبية السطح إذ أن السطوح التي تتضمن مجموعات قطبية تميل إلى المكونات الأكثر قطبية في المحلول.

II.2.4.العوامل المتعلقة بالممتزات:

- **الذوبانية:** تتناسب قيمة الامتزاز عكسيا مع ذوبانية المادة الممتزة في المذيب، وفقا لقاعدة لوندينيوس(Lundenius): " كلما كانت المادة أقل قابلية للذوبان في المذيب ، كلما كان امتزازها أفضل".
- **القطبية:** المذاب القطبي (المادة الممتزة) يكون أكثر ألفة بالنسبة للمذيب أو للمادة المازة الأكثر قطبية.
- **الكتلة الجزيئية** : بصورة عامة إن زيادة الكتلة الجزيئية للمادة الممتزة تؤذي إلى زيادة سعة الإمتزاز.

II.3.4.العوامل المتعلقة بظروف العمل :

- **الرقم الهيدروجيني:** تؤثر درجة الحموضة عند تغير قيمتها على أداء وكفاءة عملية الامتزاز، وذلك لتأثيرها في كل من المادة الممتزة والسطح الماز، يتم الحصول على أفضل النتائج عند PHالحمضي للممتزات الموجبة وعند PH الأساسي للممتزات الأيونية. مع الأخذ بعين الاعتبارنقطة تساوي الكهربائية للماز.
- **درجة الحرارة:** يعتبر الإمتزاز بشكل عام ظاهرة طاردة للحرارة، بالتالي يكون معدل الإمتزاز أفضل عند درجة الحرارة المنخفضة. أما إذا كانت عملية الإمتزاز ماصة للحرارة فإن معدل الإمتزاز يزداد مع ارتفاع درجة الحرارة.

- **زمن التلامس بين الممتز والماز:** يعرف بزمن الإتزان وهو الزمن الذي يحصل خلاله التوازن بين المادة الممتزة والمادة المازة.

II.5.إيزوتارم الإمتزاز :

يعرف بأنه منحنى يمثل العلاقة بين كمية المادة الممتزة على سطح المادة المازة بدلالة تركيز الإتزان للمادة في المحلول (المادة الممتزة) إذا كانت في الحالة السائلة، أو بدلالة الضغط إذا كان الممتز في الحالة الغازية.[10]

يتم الحصول على مثل هذا المنحنى من نتائج الإختبارات المخبرية التي أجريت في درجة حرارة ثابتة .للقيام بذلك، يتم إدخال كميات معروفة من الممتزات في كميات المياه المراد معالجتها، وبعد وقت اتصال معين، يتم قياس التركيز المذاب المتبقي في المحلول. يمكن تحديد الكمية الممتزة عند التوازن بالعلاقة:[11]

$$Qe=\frac{(C0-Ce)V}{m}=\frac{X}{m} \quad \text{.....(1)}$$

C_0: تركيز الابتدائي للمادة الممتزة (mg/L)

Ce: تركيز المادة الممتزة عن التوازن (mg/L)

Qe: كمية المادة الممتزة في حالة توازن على سطح المادة المازة (سعة الإمتزاز عند الإتزان)(mg/g)

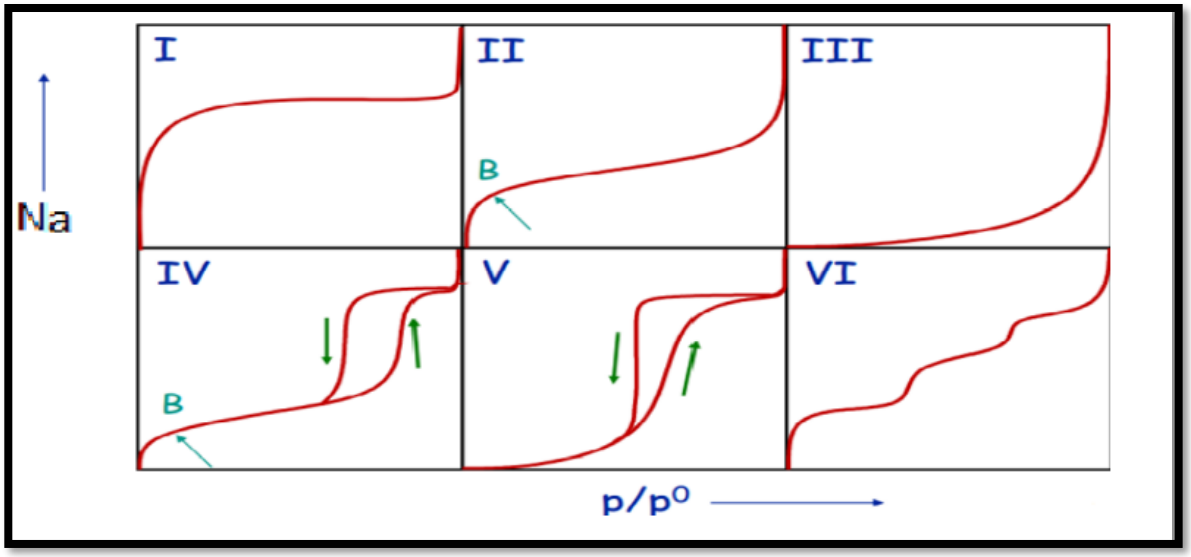
X : كمية المذاب الممتز عند الإتزان (mg/g)، $X = (C_0-Ce)V$

m : كتلة المادة المازة (g)

V : حجم المحلول (L)

II.1.5.تصنيف إيزوتارم الإمتزاز :

أجرى الباحثونBrunauer،Teller،Deming في 1940 دراسة مستفيضة لكافة النتائج التجريبية التي نشرت في الدوريات العلمية حتى ذلك التاريخ عن الإمتزاز ووجدوا أن بالإمكان تصنيف جميع النتائج ضمن خمس مجموعات رئيسية، والصنف السادس اقترحته(I.U.P.A.C) كما هو مبين في الشكل.



الشكل5.II:أصناف إيزوتارم الإمتزاز المعتمد من طرف (I.U.P.A.C)

Na:.الكمية المميزة.

P_0:ضغط التشبع.

P:ضغط الغاز .

B:النقطة الممتزة.

الصنف I : يمثل امتزاز أحادي الطبقة على الماز، يكون فيزيائيا أو كيميائيا حيث تكون المادة الصلبة أي الماز عديم المسامات أو ذات ميكرومسامات قطرها حوالي أو أقل من A5 ، تكون في هذه الحالة المسامات لها أبعاد الجزيئات المميزة نفسها.

يمكن اعتبار النوع I بأنه سلوك مشابه لإمتزاز لانجير، كما أن الفحوم المنشطة و السيليكا وخاصة الزيوليتات تظهر سلوك النوع I.

الصنف II : الإمتزاز على السطوح الصلبة ذات مسامات أكبر من A200 حيث يشكل طبقة وحيدة متبوعة مباشرة بتشكل طبقات أخرى على الطبقة الأولى.

الصنف III: هذا النوع من الإمتزاز متعدد الطبقات حيث يعد سلوك هذا النوع نادرا مقارنة بباقي الأنواع.

إمتزاز H_2O على الفحم الجرافيتي أو على البولي إيثيلين يظهر سلوك موافق للنوع III.

لا تحدث ظاهرة الإمتزاز في الأصناف الأخرى.

الصنف IV: في هذا الصنف يكون للمادة الصلبة مسامات من 2-5 nm غالبا تبدي المواد الصناعية والحفازات سلوك من هذا النوع.

الصنف V : في هذا الصنف إمتزاز متعدد الطبقات ونادرا ما يحدث.

الصنف VI: يمثل عدة إمتزازت أحادية.

II.2.5: نماذج إيزوتارم الإمتزاز:

II.1.2.5.نموذج لانجمير:

تاريخيا، كان أول اقتراح لنموذج لانجمير في عام 1916، وقد اعتمد هذا النموذج على الفرضيات التالية:[12-13]

- تكوين طبقة أحادية.
- وجود مواقع محددة للإمتزاز على سطح الماز.
- كل موقع يمكن أن يمتز جزيء واحد فقط.
- يتم تغطية السطح إلى أقصى حد بطبقة واحدة.
- طاقة الإمتزاز ثابتة.
- لا يؤثر النشاط في موقع معين على النشاط في المواقع المجاورة، لذلك لا توجد تفاعلات بين الجزيئات الممتزة.

تكتب معادلة LANGMUIR كما يلي :

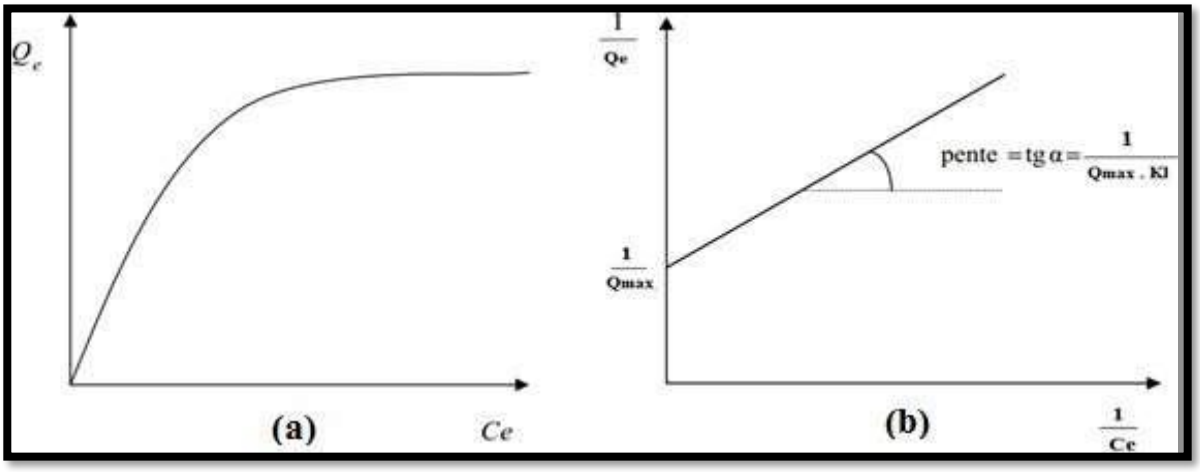
$$\frac{Ce}{Qe}=\frac{1}{Qm*Kl}+\frac{Ce}{Qm} \quad \text{.....(2)}$$

Qe :الكمية الممتزة عند التوازن(mg/g).

C_e: تركيز الممتز في المحلول عند التوازن .(mg/L)

Q_m: الكمية العظمى الممتز عند تشبع الطبقة الأحادية أو السعة العظمى للإمتزاز. (mg/L)

K_L : ثابت لانجمير (mg/L).



الشكلII.6:(a) الشكل النموذجي للانجمير (b) الشكل الخطي للانجمير

II.2.2.5.نموذج فراندليش:

أقترح إيزوتارم الإمتزاز لفراندليش بناءا على الإفتراضات الآتية:

- المواقع النشطة لها مستويات طاقة مختلفة.
- كل موقع نشط يثبت عدة جزيئات.
- عدد المواقع الفعالة غير محدود.

معادلة فراندليش تكتب بالشكل التالي:

$$Qe = K Ce^{1/n} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Qe:الكمية الممتزة.(mg/g)

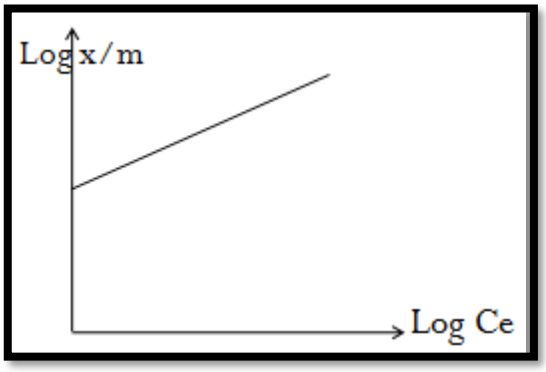
C_e: تركيز الممتز عند الاتزان.(mg/L)

K:ثابت فراندليش.(mg/L)

الشكل الخطي لهذه المعادلة :

$$\log \frac{X}{m} = \log K + \frac{1}{n} \log C_e \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث يمثل $\frac{1}{n}$ ميل المستقيم و log K تقاطع المستقيم مع محور التراتيب.



الشكل7.II: الشكل الخطي لفراندليش

II.6.حركية الإمتزاز:

تمر المادة الممتزة على ثلاث مراحل حتى تمتز على السطح وهي موضحة في الشكل التالي:

II.1.6.1. انتشار خارج الحبيبات:

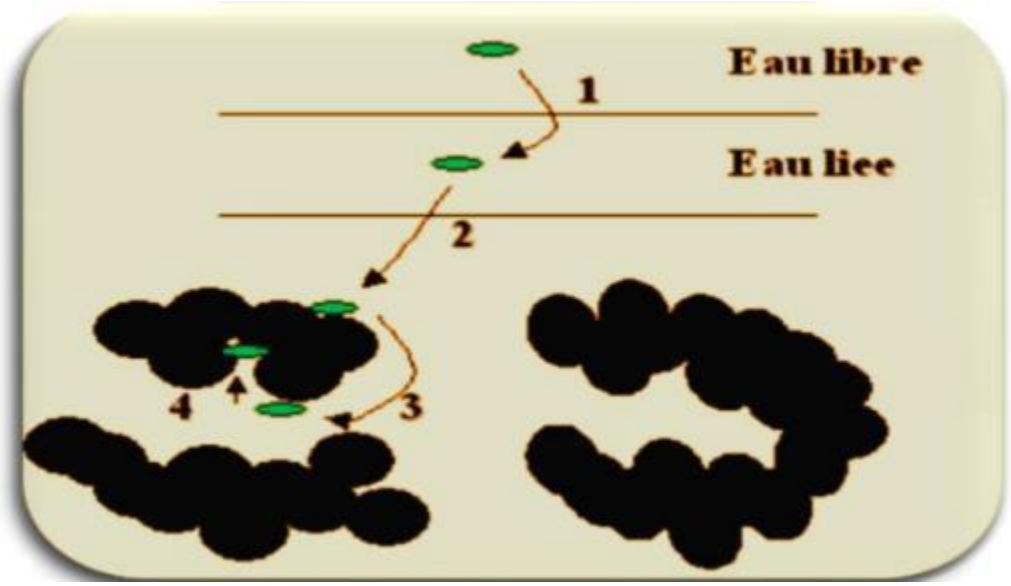
تنتقل المادة الممتزة من المحلول إلى السطح الخارجي للماز وتتوضع على الطبقة الحدية وهذه المرحلة تتأثر بسرعة التحريك.[14-15-16]

II.2.6.2 .انتشار داخل الحبيبات:

المادة الممتزة تنتقل من الطبقة الحدية إلى الموقع النشط متوغلة عبر المسامات، تتأثر هذه المرحلة بحجم الحبيبات ودرجة الحرارة وهي بطيئة جدا.[17]

II.3.6.تثبيت المادة الممتزة على الموقع النشط:

هذه المرحلة سريعة جدا وهي تمثل تفاعل الإمتزاز ويطلق عليها تفاعل السطح وتتأثر بدرجة الحرارة.[18-19]



الشكل7.II:مراحل انتقال المادة وتثبيت الممتز على الماز في حالة الإمتزاز صلب –سائل.

II.7.أنواع المازات:

يتم استخدام العديد من المواد في معالجة المياه لتقنيات الإمتزاز بعض المواد المازة لها أصل معدني : الطين والألومينا وهلام السيليكا. والبعض الآخر من أصل عضوي (أسود حيواني، وفحم نباتي، و راتنج صناعي) بالإضافة إلى ذلك، هناك خمسة أنواع رئيسية من المازات "الفيزيائية": الفحم المنشط ، الزيوليت ، الألومينا ، جل السيليكا والطين المنشط.[20]

الجدول II.2:المواد المازة و خصائصها

أنواع المازات	المصدر	الخصائص
الزيوليتات Les zéolithes	• ألومينات سيليكات بلورية دقيقة ذات الصيغة العامة • $(AlO_2\ M.nSiO_2)$	• أكثر من 100 نوع يختلفون في قيمة n و البنية البلورية. • السطح النوعي بين 500 و 800 (m^2/g).
جل سيليسيوم Les gels de silices	• $(SiO_2)_n,(H_2O)_x$	• سطح مغطى بمجموعات SiOH. • يفضل أن يتم الإمتزاز عن طريق ترابط الهيدروجين. • السطح النوعي بين 350 و 800(m^2/g)
الطين المنشط Les argils actives	• سيليكات ألومنيوم من الخام الصيغة قريبة من الزيوليت	• المنتجات الطبيعية ،و تستخدم أساسا للتجفيف. • التركيب البلوري مختلفة عن الزيوليت.
ألومينات النشطة Les alumines actives	• $Al_2\ O_3,\ 0.5H_2O$	• سطح مغطى بمجموعات Al–OH • يفضل أن يتم الإمتزاز عن طريق ترابط الهيدروجين. • لا تملك بنية بلورية. • معتدلة القطبية و محبة للماء. • السطح النوعي بين 150 و 300 (m^2/g)
الفحم النشط Les charbons actifs	• الفحم أو المواد النباتية	• أعد بواسطة الإنحلال الحراري.

المراجع باللغة العربية:

[3]–أ. د. محمد وجدي واصل: "أسس كيمياء السطوح"، الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي، القاهرة(2007)،ص09

[4]–د. حسن أحمد شحاتة: "كيمياء السطوح والحفز"، دار الفجر الطبعة الأولى، القاهرة، (2004)،ص45–55

[10]–استبرق وفيق غياظ، دراسة ثرموديناميكية امتزاز الكاديوم على الكربون المنشط ا لمحضر من نوى التمر العراقي، جامعة الأنبار، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الصرفة، المجلد السادس، العدد الثالث لسنة 2012.

المراجع بالأجنبية:

[1]-chen.c.et al.adsorption of ni (II) from aqueous solutions using oxidized multi wal carbon nanotubes, industrial engineering chemistry research (2006)45p

[2]-Gabora, Somorjaimarie - paul delpancke : " chimie des surfaces et catalyse " ediscienceinternational paris, (1995).

[5]-C,Karima,2017,Rècupèration du chrome hexa valent par de nouveaux procèdès chimiquues.Thèse doctorat LMD en chimie,Universitè Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.Algèrie.

[6]-T, Smaili, 2009, Adsorption du Bore en solution aqueuse essai de dèpollution; mèmoire de magister , Universitè Mentouri Constantine; Dèpartement de chimie.

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

[8]-ABBAS.M, et al, Removal of gentian violet in aqueous solution by activated carbon equilibrium, kinetics, and thermodynamic study. Adsorption Science &Technology, vol. 37, no 7-8, 2019, p. 566-589.

[9]-Abdal Kareem M.A Dawagreh, Environmental Pollution, Al-Balqa' Applied University, ResearchGate, 11 December 2017,p 36.

[11]-SEDIRA, Nora. Etude de l'adsorption des métaux lourds sur un charbon actif issu de noyaux de dattes. Diss. University of Souk Ahras, 2013.

[12]-TERENCIO, Thibault. Etude de l'adsorption des COVs dans les MOFs par une approche complémentaire théorie-expérience. 2013. Thèse de doctorat. Montpellier, Ecole nationale supérieure de chimie.

[13]-FRIEDLI.C, Chimie générale pour ingénieur. PPUR presse polytechniques,2002

[14]- Bouchait Iman, 2018, Essais de dèpllution des eaux contaminèes par un compse orgnique par l'utilisation de nouveaux biosorbants , thèse prèsentèe en vue de l'obtention du diplôme de doctorat Universitè 20 aout 1995 –Skikda, p17,18.

[15] :N.oubacha., Décontamination des eaux contenant des colorants textiles les adjuvants par des matériaux naturels et synthétiques. Thes, master, GE,U.Mouloud MemmeriTizi Ouzou(2011)

[16] :F.AIMardini., Etude de l'adsorption du pesticide bromacil sur charbon actif en poudre en milieu aqueux. Effet compétiteur des matieresorganiques naturelles. Thes, master, chimie et microbiologie, U.Poittiers(2008)

[17] :N.Ghalousse et S.Messaoudi., Défluoration par charbon actif préparé à partir des noyaux de dattes de la variété Ghars de la région d'Ouargla
Thes, Ing, GC, U.kasdiMarbah Ouargla (2009).

[18] : GuerridaBelkacem et Abid eldjalil. Etude de l'efficacité d'uncharbon actif à base de noix de datte dans l'adsorption du calcium. Thes, master, GE, U.KasdiMerbah Ouargla (2011).

[19]:B.Hamdi et al. adsorption of some volatile organic compounds on gematerials.Desalination 166(2004).

الفصل الثالث

تحضير الفحم النشط

III.1.تمهيد:

الهدف من عملنا هذا هو تحضير الفحم النشط من نوى التمر (تمسريت) و استغلاله في عملية امتزاز صبغة البنفسج البلوري و دراسة كفاءته في عملية تنقية المياه الملوثة بواسطة عملية الإمتزاز، و تحديد العوامل المؤثرة على عملية الإمتزاز.

في هذا الجزء التطبيقي ، سنجري دراسة تجريبية حول امتزاز صبغة البنفسج البلوري بواسطة مخلفات التمر (نوى التمر).

III.2.البروتوكول التجريبي:

في هذا الجزء، سنقوم بعرض جميع المنهجيات التحليلية مع الأجهزة والمواد اللازمة لتطبيقاتها.

المنهجيات تتعلق بالمادة المدروسة(نوى التمر) ، والصبغة المختارة للدراسة(صبغة البنفسج البلوري CV) ، وكذلك اختبارات الإمتزاز لهذه الصبغة على الفحم المنشط المحضر من نوى التمر.

بالنسبة للمادة، سيتم تحديد عيناتها، وكذلك إعدادها للتحليل.

الفيزيائية الكيميائية بالإضافة إلى منهجية تحليل الطيف المرئي. وأخيرا، يتم تفصيل البروتوكول التحليلي المتبع بهدف دراسة امتزاز صبغة CV على الفحم المنشط المحضر من نوى التمر (CAND) .

III.3.الأجهزة و المواد المستعملة:

➢ الأجهزة:

- بيشر
- إرلينة
- مخبار مدرج
- ماصة
- حوجلة
- جهاز الرج و التسخين
- مطحنة
- غربال
- فرن التجفيف و الحرق
- جهاز الطرد المركزي
- ميزان إلكتروني حساس

- جهاز قياس الPH متر
- المجهر الإلكتروني الماسح
- جهاز الأشعة فوق البنفسجية

➢ **المواد:**

- 100 mg من صبغة البنفسج البلوري
- 1000 ml ماء مقطر
- نوى التمر

III.1.3.أخذ أنوية التمر:

في هذه الدراسة تم جمع عينات من التمر من نوع تمسريت لولاية ورقلة حيث أخذنا الأنوية وقمنا بعملية التحضير للفحم المنشط انطلاقا من هذه المادة الأولية.

الشكلIII.1:صورة تمر تمسريت و نواتها

III.2.3.تحضير الفحم المنشط من نوى التمر:

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

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

نأخذ العينة نقوم بحرقها في فرن الحرق عند درجة حرارة 700C° لمدة 1ساعة .

التنشيط الكيميائي: تخلط المادة الخام الفحم المتحصل عليه مع محلول NaOh.

بعدها يغسل بالماء المقطر حتى يصبح المحلول متعادل ، ثم يجفف الفحم المنشط في درجة

حرارة 105 C° ، ثم يخزن في حاويات محكمة الإغلاق لاستعماله في عمليات الإمتزاز.

$$R\% = \frac{265 - 12.2875}{265} \times 100$$

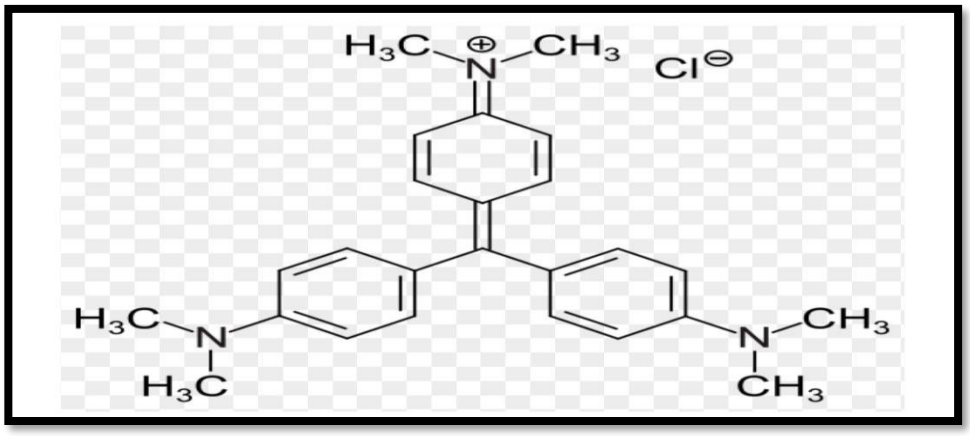
$$R\% = 95.36320\ \%$$

الشكل2.III: الفحم المنشط المحضر من نوى التمر

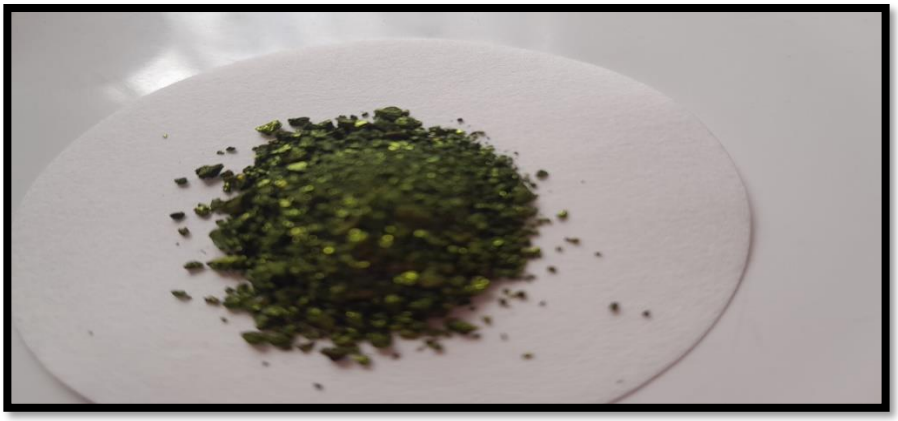
3.3.III.تحضير المحلول:

- **صبغة البنفسج البلوري(Crystal Violet):**

هو صبغة عضوية مهمة في الكيمياء التحليلية و الأحياء الدقيقة ، صيغته الجزيئية $(C_{25}H_{30}ClN_3)$ كتلته المولية : 407.98 g/mol .



الشكل3.III: البنية الكيميائية لصبغة البنفسج البلوري



الشكل4.III:صورة لصبغة البنفسج البلوري

- **<u>تحضير محلول صبغة البنفسج البلوري:</u>**

في هذا العمل تم تحضير محلول الصبغة القياسي بتركيز(100ppm) وذلك بإذابة(0.1g) من CV في (1L) من الماء المقطر مع الرج لمدة 5−10min تحت التسخين للتأكد من ذوبان الصبغة ومنه يتم الحصول على باقي المحاليل الثانوية المستخدمة للتحليل عن طريق التخفيفات حجمها 50 ml .

الشكل5.III:محلول صبغة البنفسج البلوري

III.4.تحديد منحنى المعايرة:

يتم قياس إمتصاصية محلول الصبغة القياسي بإستعمال طيف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية (UV–Vis) عند الطول الموجي الأعظمي λ_{max}=590 nm وتغيير التركيز الابتدائي، نقرأ الامتصاصية (A) للحصول على منحنى المعايرة.

III.5.تحديد خصائص الفحم المنشط:

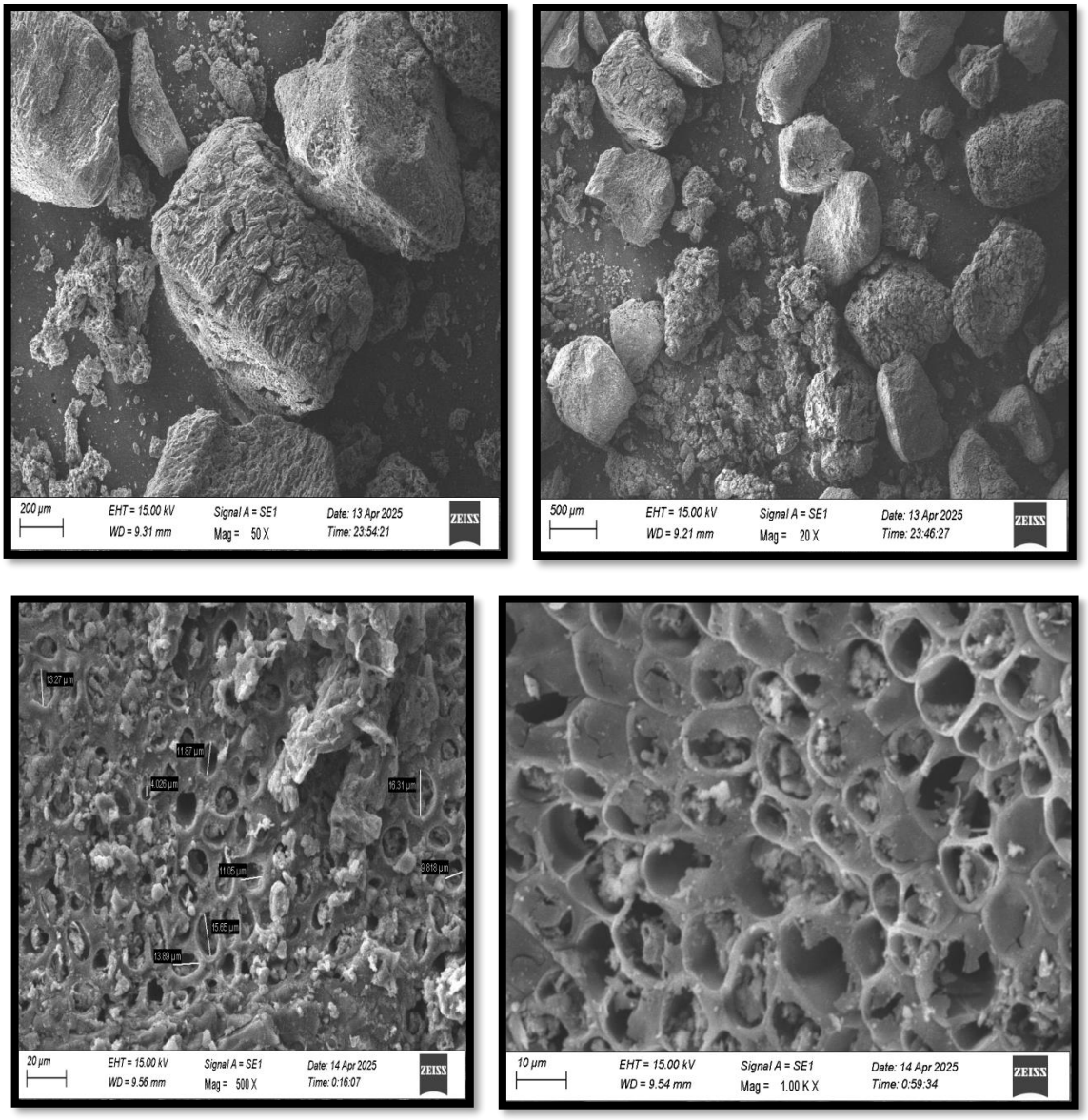
يتم تحديد خصائص الفحم المنشط بالأشعة الفوق البنفسجية UV والمجهر الإلكتروني الماسح MEB .

III.1.5.المجهر الإلكتروني الماسح MEB:

هي تقنية تحليل يمكن استخدامها لتحديد حالة شكل وسطح المادة ، حيث توفر معلومات على شكل صورة ضوئية ناتجة عن تفاعل شعاع إلكتروني مع الحجم المجهري للعينة المدروسة.

يكتشف سطح العينة في خطوط متتالية وينقل إشارة الكاشف إلى شاشة الكاثود ، حيث تتم مزامنة المسح بدقة مع الحزمة الواردة.

الشكلIII.6: جهاز المجهر الإلكتروني الماسح



الشكل7.III: صورة لعينة الفحم المنشط تحت المجهر الإلكتروني الماسح

2.5.III.مبدأ عمل جهاز الأشعة البنفسجية–المرئية:

هو تتبع الامتصاص وفقا لطول موجة إشعاع الضوء الذي يمر عبر العينة القابلة للذوبان، للقيام بذلك نستخدم مقياس طيفي، مبدأه على النحو التالي: الضوء الأبيض هو مزيج من الاشعاعات بألوان مختلفة(أطوال موجية) يمكن فصلها بواسطة آحادي اللون، الحجاب ا لحاجز يجعل من الممكن إختيار الاشعاع ويتم قياس شدة هذا الاشعاع بعد مروره عبر العينة.

وفقا لقانون بيرلامبير، فإن امتصاص المحلول يتناسب مع تركيز المادة الملونة في المحلول:

$$A = \left(\frac{I}{I0}\right) = \varepsilon . l . c \quad \text{.....(1)}$$

حيث:

A: امتصاصية .

I: شدة الحزمة الضوئية الصادرة .

I_0: شدة الحزمة الضوئية الصادرة احادي الطورالموجي الساقط.

ε: معامل الامتصاصية.

l: سمك الخلية المرجعية

c: تركيز المحلول

الشكل8.III: مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية

6.III.دراسة الإمتزاز :

تم امتزاز صبغة البنفسج البلوري من محاليلها المائية وتحديد التركيز الأفضل للإمتزاز,بتحضير محاليل ذات تراكيزمختلفة من الصبغة واستخدام كتلة معينة من الفحم المنشط لكل من 50 ml من محلول الصبغة.

تم الرج في جهاز الرج والتسخين لفترات زمنية مختلفة عند درجات حرارة مختلفة أيضا.

يفصل الفحم النشط عن المحلول باستعمال جهاز الطرد المركزي لمدة 10 دقائق بسرعة (2500 (rpm/min

وقياس امتصاصية المحاليل بواسطة جهاز الأشعة فوق البنفسجية وحساب التركيز المتبقي بالإعتماد على معادلة منحنى المعايرة المجهزة سابقا .

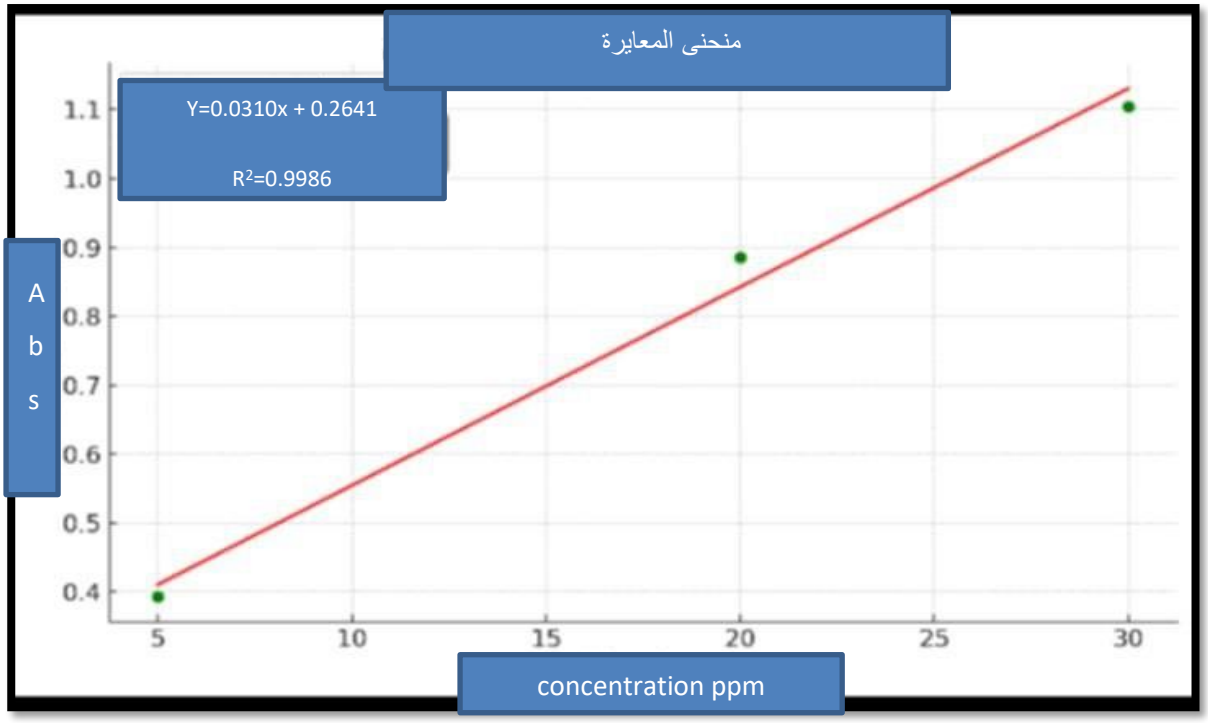
الفصل الرابع

النتائج و المناقشة

IV.1.مقدمـــــة:

تم تحديد الخصائص الفيزيوكيميائية لعينا ت الفحم المنشط المدروسة قصد استغلالها في دراسة مدى قابلية الفحم المنشط في إزالة الصبغا ت العضوية من المحاليل المائية بطريقة الدفعات و ذلك باستعمال الفحم المنشط والمعالج قصد تحديد الشروط المثلى التي تحقق أفضل مردو د للإمتزاز.

IV.2.منحنى المعايرة لصبغة البنفسج البلوري:



الشكل IV.1: منحنى المعايرة لصبغة البنفسج البلوري

IV.3.نمذجة استجابة السطح (RSM):

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

الجدول IV.1: النتائج التجريبية لنمذجة استجابة السطح

A :Dosage(g)B:Ph	B:Ph	C:Temperature (°C)	D: Time (min)	Abs	Ce	Dye Removal %
0.05	7	60	17.5	0.038	1.225	98.77
0.075	7	30	5	0.018	0.580	99.42
0.075	9	45	5	0.039	1.258	98.74
0.05	7	45	30	0.031	1	99
0.075	7	60	5	0.038	1.225	98.77
0.075	9	30	17.5	0.039	1.258	98.74
0.075	5	45	30	0.041	1.322	98.67
0.05	7	45	5	0.063	2.032	97.96
0.1	7	30	17.5	0.021	0.677	99.32
0.075	7	45	17.5	0.018	0.580	99.42
0.05	5	45	17.5	0.064	2.064	97.93
0.05	9	45	17.5	0.125	4.032	95.96
0.075	5	45	5	0.022	0.709	99.29
0.075	7	30	30	0.029	0.935	99.06
0.075	9	45	17.5	0.245	7.903	92.09
0.1	7	45	30	0.019	0.612	98.38
0.075	9	60	17.5	0.082	2.645	97.35
0.05	5	30	17.5	0.020	0.645	99.35
0.1	7	45	5	0.037	1.193	98.80
0.1	9	45	17.5	0.039	1.258	98.74
0.1	5	45	17.5	0.038	1.225	98.77
0.075	5	60	17.5	0.044	1.419	98.58
0.05	7	30	17.5	0.045	1.451	98.54
0.1	7	60	17.5	0.044	1.419	98.58

IV.4.تيرموديناميكية الإمتزاز :

من المهم جدا معرفة المعاملات الديناميكية وذلك من أجل التعرف على تأثير درجة الحرارة على عملية الامتزاز,فهذه الظاهرة يمكن أن تكون ماصة , أوناشرة للحرارة أو لا حرارية وهذا يعود لطبيعة المادة المازة والممتزة.

والمعاملات الديناميكية الواجب مراعاتها لتحديد نمط عملية الإمتزازهي:

ΔG°:التغير في الطاقة الحرة لجيبس(Kj/mol)

ΔS°:التغير في الأنتروبي القياسي(Kj/mol)

ΔH°:التغير في المحتوى الحراري القياسي(Kj/mol.k°)

يمكن الحصول على هذه المعاملات من خلال المعادلة التالية:

$$\Delta G° = \Delta H° - T\Delta S° \quad \text{.....(1)}$$

$$\Delta G° = -RT\ln Kd \quad \text{.....(2)}$$

وبالمطابقة بين العلاقتين نحصل على معادلة Van Hoff التالية :

$$K_d = \frac{Ce}{qe} \quad \text{.....(3)}$$

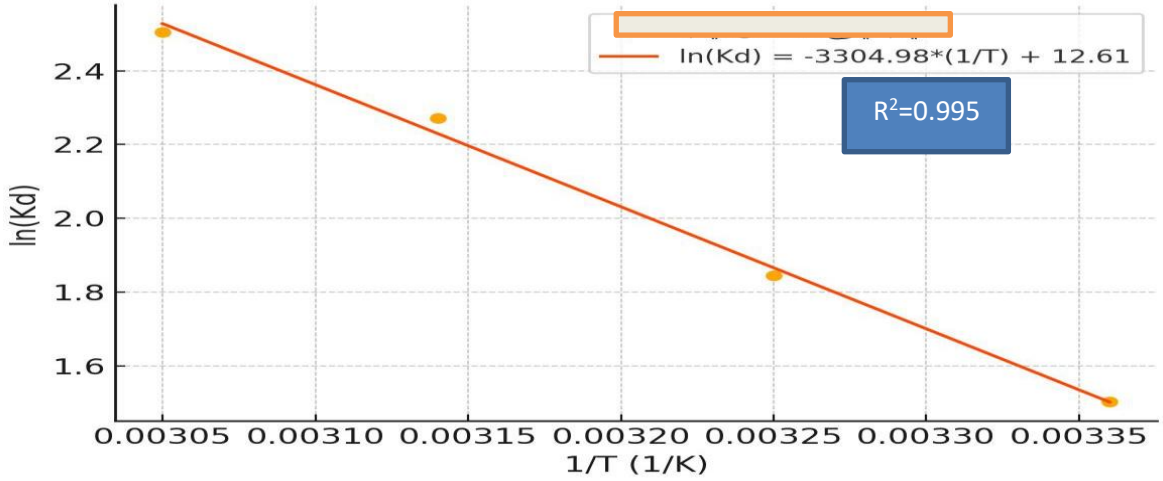
$$\ln Kd = \frac{-\Delta H°}{RT} + \frac{\Delta S°}{R} \quad \text{.....(4)}$$

حيث أن:

R :ثابت الغازات المثالي 8.314 j/mol.K°)

T: درجة الحرارة المطلقة (K°)

يرسم منحنى lnKd كدالة ل (1/T) تم الحصول على ميل (−ΔH°⁄R) وتقاطع (ΔS°⁄R)



الشكل2.IV: ترموديناميكية امتزاز صبغة CV على الفحم المنشط

وقد تم تلخيص قيم المعاملات المتحصل عليها في الجدول الموالي :

الجدول2.IV: نتائج ترموديناميكية الإمتزاز على الفحم المنشط

ΔS° (j/mol.K)	ΔH° (Kj/mol)	ΔG°(Kj/mol)	T(K)
−104.82	−27.48	−3.76	**298**
		−4.81	**308**
		−5.85	**318**
		−6.90	**328**

من خلال القيم المذكورة في الجدول السابق وجد أن متوسط التغير في الطاقة الحرة (−5.33 Kj/mol =ΔG°) سالبة ، ما يدل على أن عملية الامتزاز تلقائية ونوع الإمتزاز فيزيائي ، كما نلاحظ أن قيمة الأنتالبية ΔH° سالبة فهذا يعني أن التفاعل ناشر للحرارة.

5.IV. دراسة إيزوتارم الإمتزاز :

لدراسة الايزوتارم نطبق نموذج لانجمير,فرندليش حيث تعطى العلاقة الخطية لكل نموذج على التوالي كما يلي :

$$\frac{Ce}{qe} = \frac{1}{qmKL} + \frac{Ce}{qm} \quad \text{.....(5)}$$

$$\log qe = \log K_F + \frac{1}{n} \log Ce \quad \text{.....(6)}$$

حيث:

C_e: تركيز الصبغة في المحلول عند التوازن(mg/L).

q_e: الكمية الممتزة عند التوازن(mg/g) .

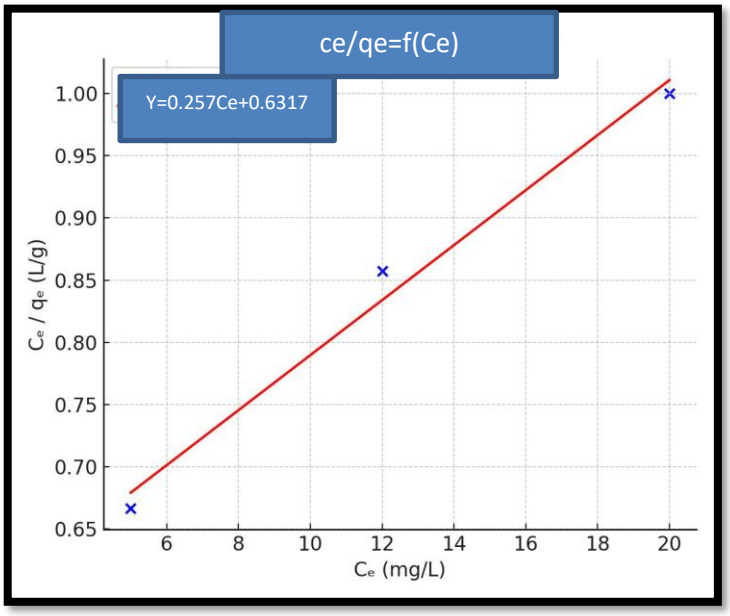
q_m: السعة العظمى للامتزاز (mg/g) .

K_L: عبارة عن ثابت لانجمير متعلق بطاقة وقدرة الامتزاز (L/mg) .

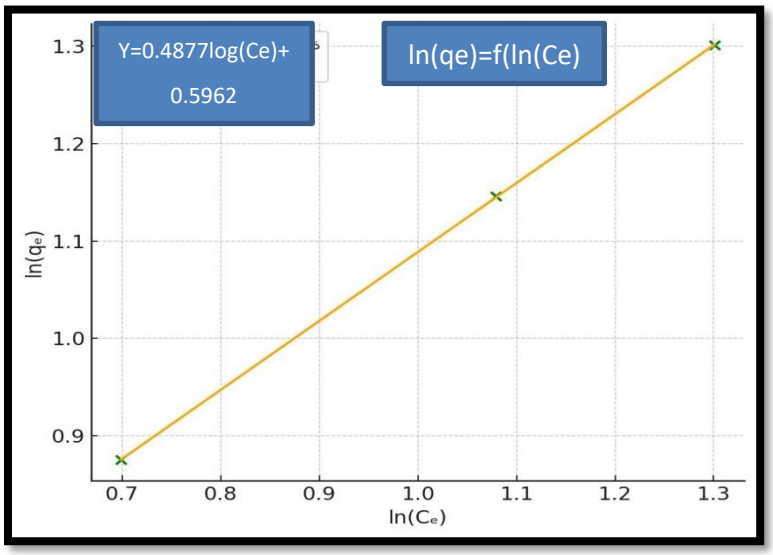
K_F: عبارة عن ثابت فرندليش

$1/n$: يعبر عن شدة الامتزاز

من خلال العلاقة الخطية لكل نموذج نرسم منحنيات الايزوتارم ثم نحدد المقادير المطلوبة اعتمادا على قيم الميل والتقاطع مع المحور Y . تبين الأشكال التالية منحنيات نماذج إيزوتارم الإمتزاز كما يبين الجدول (IV.3) نتائج حساب المقادير إضافة إلى قيم معامل الارتباط R^2 لكل منحنى .



الشكل IV.3: منحنى نموذج Langmuir بالنسبة لإمتزاز صبغة (CV) على الفحم المنشط



الشكل IV.4: منحنى نموذج Freundlich بالنسبة لإمتزاز صبغة (CV) على الفحم المنشط

الجدول IV.3: نتائج إيزوتارم الإمتزاز لصبغة (CV) على الفحم المنشط

Adsorption isotherm	Parameter	Value
Langmuir	q_{max}(mg/g)	38.9
	K_L (l/mg)	0.041
	R^2	0.9952
Freundlich	K_f (mg/g) $(L/mg)^{1/n}$	3.95
	N	2.05
	R2	0.9957

من خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول(IV.3) يتضح أن ايزوتارم الإمتزاز يتبع ايزوتارم Freundlich وذلك لأن R^2=0.9957 وكمية الإمتزاز العظمى تقدر ب (Qmax=38.9mg/g).

الخلاصة العامة

خلاصة عامة:

تمت عملية تحضير الفحم المنشط من خلال الكربنة عند درجات حرارة مرتفعة، تليها مرحلة التنشيط باستخدام العوامل الفيزيائية أو الكيميائية لتعزيز مساميته وقدرته على الامتزاز. بعد التحضير، تم تقييم كفاءة الفحم المنشط في إزالة الملوثات مثل المعادن الثقيلة والمواد العضوية من المياه، حيث أظهرت النتائج قدرة امتصاصية عالية مقارنة بالمواد التقليدية.

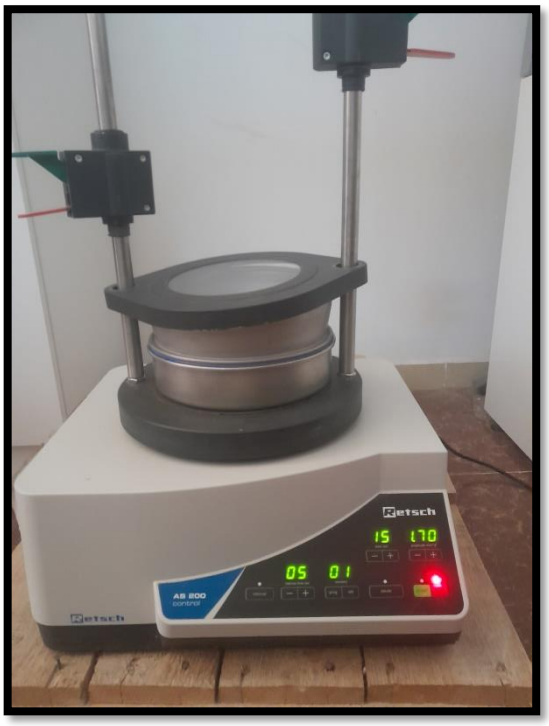
تؤكد هذه الدراسة أهمية استغلال المخلفات الزراعية في إنتاج مواد مفيدة للبيئة، كما تسلط الضوء على فعالية الفحم المنشط المستخلص من نوى التمر كبديل مستدام في تقنيات معالجة التلوث، مما يساهم في تقليل الأثر البيئي وتعزيز الاستدامة.

اقتراحات و توصيات:

تثمين الموارد الصحراوية واستغلالها من خلال توسيع الدراسة لتشمل مختلف مناطق الجنوب الكبير .

استغلال نوى التمر وتحويله الى فحم نشط وهو مورد طبيعي وغير مكلف وله نتائج جيدة في إزالة الملوثات.

الملاحق



غرابيل

فرن التجفيف

جهاز الطرد المركزي

فرن الحرق