



جمهورية العراق  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة ذي قار / كلية العلوم  
قسم الكيمياء

# تحويل سطح الكربون المنشط المحضر من أوراق نبات السببوس بـايرس ودراسة تأثيره في إمتزاز بعض ايونات العناصر الثقيلة

رسالة مقدمه الى مجلس كلية العلوم – جامعة ذي قار هي جزء من

متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم الكيمياء

من قبل الطالب

محمد فرج عطية

بكالوريوس علوم كيمياء 2009-2010.

بإشراف

أ.د. محسن عريبي الدخيلي

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا

صدق الله العلي العظيم

سورة الإسراء - الآية 86



Ref:

Date:

العدد : 11/3 /  
التاريخ : 17/ ٨٩ / 2017

الى / رئاسة قسم الكيمياء

م/ استلال الكتروني

تحية طيبة...

اشارة الى طلبكم الصادر بتاريخ (2017/11/29) نحيل اليكم تقرير الاستلال لرسالة طالب الماجستير (محمد فرج عطية) قبل المقوم العلمي، الموسومة بـ :  
Modification The Surface of Cyperus papyrus plant  
Active Carbon to Enhance The Absorption of Heavy Metal  
والذي بلغت نسبته (0%) فقط.

أ.م.د. هيثم عبد الأمير مينا  
معاون العميد للشؤون العلمية  
والدراسات العليا

الدراسات  
عبد الحميد لسا  
للتأليف

المرفقات  
تقرير ورقي  
قرص CD

نسخة منه الى //

- مكتب السيد العميد المحترم / للتفضل بالاطلاع..... مع التقدير.
- مكتب السيد معاون العميد العلمي المحترم / للتفضل بالاطلاع..... مع التقدير.
- ملف الاستلال
- الصادرة.

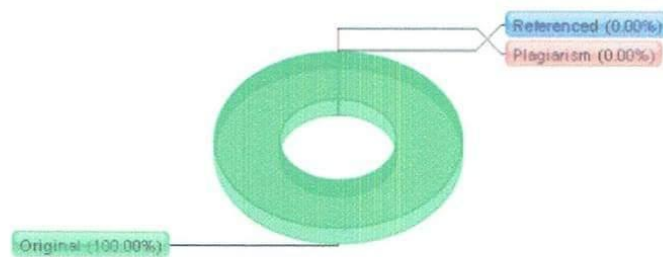
Plagiarism Detector v. 1041 - Originality Report:

Analyzed document: 12/6/2017 9:18:25 AM

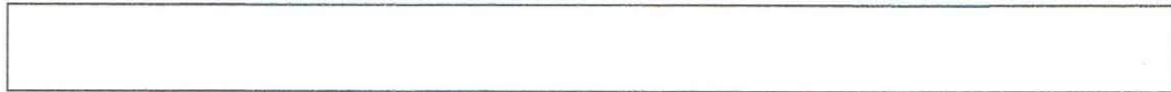
العنوان, "Modification The Surface of  
Cyperus papyrus plant Active Carbon to Enhance  
The Absorption of Heavy Metal.docx"

Licensed to: haider al-mahmood\_License2

Relation chart:



Distribution graph:



Comparison Preset: Word-to-Word. Detected language: Arabic

Top sources of plagiarism:



Processed resources details:

11 - Ok / 5 - Failed

[Show other Sources:]

Important notes:

|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Wikipedia:                                                                          | Google Books:                                                                       | Ghostwriting services:                                                              | Anti-cheating:                                                                        |
|  |  |  |  |
| [not detected]                                                                      | [not detected]                                                                      | [not detected]                                                                      | [not detected]                                                                        |

Excluded Urls:



Included Urls:



Detailed document analysis:

تحويل سطح الكربون المنشط ال  
Modification The Surface of Cyperus  
papyrus plant Active Carbon to Enhance The Absorption of Heavy Metal



وزارة التعليم العالي  
والبحث العلمي  
Ministry of Higher Education & Scientific Research

استمارة تعهد الالتزام  
بأخلاقيات البحث العلمي



جامعة ذي قار  
كلية العلوم



نتعهد بالتقيد التام بما جاء في مضمون كتاب وزارة التعليم العالي والبحث  
العلمي/جهاز الاشراف والتقويم المرقم ج ت/425 الصادر بتاريخ 2014/3/24،  
والمبلغ الينا بكتاب رئاسة جامعة ذي قار/قسم البحث والتطوير المرقم 4704/54/7  
والصادر بتاريخ 2014/3/31، عند أعداد الرسالة أو الاطروحة الموسومة:

تطوير سطح الكاريكاتير المنسج المصنوع  
أوراق نبات السريس باليد من ورشة تأسست  
في استراة لجنس أيسنة العناصر الشخصية

وبخلافه نتحمل نحن الموقعون أدناه المسؤولية القانونية حال وجود ما  
يخالف مضمون الكتاب أعلاه أو ما ينافي أخلاقيات البحث العلمي.

التاريخ

التوقيع

القسم والكلية أو المعهد

الاسم

1- المشرف الاول: د. محمد عيسى جبريل قسبي بكيمياء / كلية العلوم / ..... / ..... / .....

2- المشرف الثاني: ..... / ..... / .....

3- طالب الدراسات: محمد فرج علي / قسم الكيمياء / كلية العلوم / ..... / ..... / .....

ملاحظات هام:

- 1- تعتبر استمارة التعهد هذه جزء من متطلبات اعتماد مشاريع طلبة الدراسات العليا وتوزيع المشرفين على الطلبة.
- 2- تطبق استمارة التعهد هذه على السادة المشرفين على الرسالة أو الاطروحة وعلى طلبة الماجستير والدكتوراه.
- 3- السطو العلمي هو سرقة نتاج فكري، وعند الاقتباس ضرورة الإشارة للمصدر، وفي حالات الاقتباس ضرورة إعادة صياغة الفقرة المقتبسة دون الخروج من حدود فكرة الفقرة الاصلية المقتبسة والمشار لمصدرها في متن الرسالة أو الاطروحة.
- 4- تشمل استمارة التعهد هذه الرسائل والاطاريح التي لم تنجز حتى تاريخ كتاب جهاز الاشراف والتقويم أدناه.
- 5- أعتت استمارة التعهد هذه استنادا للفقرة 4 من كتاب وزارة التعليم العالي والبحث العلمي/جهاز الاشراف والتقويم المرقم ج ت/425 الصادر بتاريخ 2014/3/24 والمبلغ اليها عن طريق كتاب رئاسة جامعة ذي قار/قسم البحث والتطوير المرقم 4704/54/7 بتاريخ 2014/3/31.



ملاحظات  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
حول الحد من ظاهرة انتهاك حقوق الملكية الفكرية

- تعد السرقعة العلمية سرقة فكرية وأنتهاك لحقوق الملكية الفكرية للأشخاص. لذا يجب أن تتطابق الجهود مع أهداف الملكية الفكرية لإزالة الموضوع أهمية قصوى لمنع ظهورها في كلياتنا والحد من وجودها وانتشارها، وذلك من خلال ما يلي:
- 1- على جميع الباحثين وطالبات الدراسات العليا والتدريسيين التحلي بالوعي الكافي بالأمور الفلاحية من اقتباس أو استنساخ معلومات عن بحث منشور أو أطروحة دون الإشارة إليها كمصدر.
- 2- على الباحثين وطالبات الدراسات العليا والتدريسيين ثقافة الرصانة العلمية ورفض أي حالة محتملة لإخفاءات البحث العلمي، متجنبين بذلك أثر السرقات العلمية والإقتباس السلي والمحد منها.
- 3- التزام الباحثين وطالبات الدراسات العليا والتدريسيين بالمجالات العلمية على حد سواء، وعليه تم الشروع بوضع ضوابط إدارية تحض من عواقب السرقعة العلمية.
- 4- السرقعة العلمية عواقبها وخيمة على الباحثين والمجالات العلمية، ولكي من بدو وأطاريح منشورة سابقاً، بحيث تؤثر على السرقعة العلمية بالأثر والمؤثرات واضحة.
- 5- تم وضع برامج بحثية حديثة للكشف عن حالات الاقتباس الجزئي والكلي من بدو وأطاريح منشورة سابقاً، بحيث تؤثر على السرقعة العلمية بالأثر والمؤثرات واضحة.
- 6- تم وضع أسس جديدة لتدعيم برفع عليها الباحث والمؤثرات على الأطروحة، تتضمن الكيفية التامة في عملية الاقتباس والإشارة عن أي سرقعة علمية أو اقتباس فيه شبه السرقعة العلمية، ويتضمن المسؤولية الفكرية في حالة وجود سرقعة علمية.
- 7- على الباحثين التمييز بين الاقتباس العلمي السليم والنسب العلمي هو سرقعة فكري، بينما الاقتباس العلمي السليم هو هوكل الفكرة أو النص مع إشارة إلى المصدر (أسم الكاتب والكتاب أو البحث).
- 8- الاقتباس بالحدود المتوافقة مع الاختصاص الدقيق للباحث، حيث تم حصر مبحث الترقبات في خمس سنوات الأخيرة في مجال الاختصاص لكي يسهل التتبع، ومثالها بواسطة للجان المختصة واستخدام برامج علمية خاصة على الحاسوب تقوم بعمل مسح للأنترنت وما يحتويه من أرفيف مكتبة الكلية والجامعة والجامعات الأخرى للوقوف على أعضائهم وجود مطابقة ما لا يمت مع أي تشابه موجود على الإنترنت.
- 9- يشترط أن لا تتجاوز نسبة الاستنساخ البحثي المتفق عليه بين الكليات العلمية 615.
- 10- استمارة التفتيش للمعلمين ولجان الاستنساخ المرفوعة في الكلية واللجان العلمية في الأقسام العلمية بالمكتبة الإفراسية، من شأنه توفير مساعدة كبيرة في معرفة ما تقدمه نور النشر العلمية من بدو وأطاريح علمية بالشكل الذي يتكلم ويبدأهم على كشف وتحديد البحوث العلمية.
- 11- سيتم نشر أسماء المخالفين والمتخلفين على الجامعات العراقية والعلمية واتخاذ أقصى التدابير الإدارية والعلمية لردعهم عن هذا السلوك المنافي لإخلاقيات البحث العلمي.
- 12- تم نشر الرسائل والأطاريح الإلكترونية من خلال المكتبات المرفوعة بين الجامعات، مع وضع في المستقبل القريب خطط وأدق للمعاونات الإقليمية والدولية بهذا الصدد.
- 13- وضعت آليات لمراقبة ومعالجة المكاتب التي تملع بيع الرسائل دون الموافقات الإفراسية من قبل الجامعات والباحثين.
- 14- تفتتت أعداد المجلات العلمية الصادرة في الجامعات والأوساط العلمية، وذلك لصدور البحوث من المجلات المصنفة والتي نشرت أكثر قدر من البحوث حفاظاً على هوية أصدارها من تدفق البحوث المتدفقة للشع.
- 15- شكلت وشارت بالعمل لجنة مركزية تتولى متابعة الرسائل والأطاريح والبحوث العلمية والتأكد من عدم سرقعتها بأي شكل من الأشكال، تصمم هذه اللجنة من بين أعضائها من يجيد اللغة الإنجليزية، ومن تم عرض البحث أو الدراسة التي يحتمل سرقعتها على خبراء دوليين للتأكد والمقارنة ومعرفة الأصل إذا كانت الدراسة مترجمة أو من نتائج البحوث.
- 16- جميع الأبحاث العلمية التي يتناولها كل مجال علمي على حد سواء في داخل الكلية والجامعة وعمل أرفيف إلكتروني خاص بها، وفي حالة تقدم لأحد موضوعات البحث يتم فحص الأبحاث الموجودة والتعرف إذا كان البحث قد تم تنقيحه من قبل أو لا، ومكثاً لجميع الجامعات، وتضمن دورياً.
- 17- استخدام برامج خاصة على الحاسوب تقوم بعمل مسح للأنترنت وعملية مطابقة لأي بحث مع أي تشابه موجود على الإنترنت فضلاً عن وجود موقع على الإنترنت عنوانه (Copy escape) يساعد في اكتشاف المقالات المرفوعة ويقدم خدمة مجانية ومن وسائل حماية البحث من السرقعة لشراء على الإنترنت.
- 18- يوضح عنصر هيئة التدريس للطلاب عدم قولها بالحدود إلى المكاتب التي تقوم بتجهيز هذه البحوث لحساب الطالب ويحرص بعض المدرسين من البحوث ويناقش مع الطالب نقاط القوة والضعف فيها، حتى يترك الطالب أن المدرس على علم بما هي موجود مرصداً أن معظم هذه البحوث لا ترقى إلى المستوى المطلوب، ومن أكثر أسباب اللجوء للسرقعة العلمية قصور الوقت وتأجيل إنجاز المهام التي أن يحمل المرء البحوث التي تتسلم البحث أو لصعوبة البحث المطلوب.
- 19- تشكيل فريق عمل لأعداد (وثيقة لإخلاقيات البحث العلمي) من خلال الإطلاع على مجموعة من الوثائق الصادرة عن جامعات أخرى (عراقية عربية أجنبية) للاستفادة مما جاء فيها معتمداً وأسلوباً والتركيز على المساور الأمثلة والمواضع الدنيوية (وثيقة لإخلاقيات البحث العلمي) من خلال الإطلاع على مجموعة من الوثائق الصادرة عن جامعات أخرى (عراقية عربية أجنبية) للاستفادة مما جاء فيها معتمداً وأسلوباً.
- 20- تم إنشاء أدة المرفوعات في عملية التفتيش الترميزي (نقاط الصور وتحويل صوتي أو مؤثر) للنتائج المتدفقة من البحوث وأن تكون الموافقة قبل الشروع بالبحث وليس بعدم وضع آليات لتتبع ومراقبة أخلاقيات البحث العلمي وتحويل الشكوى الخاصة بالسرقات العلمية ومعالجة المخالفين وفق القوانين المعمول بها في العراق (قانون الخدمة الجامعية، قانون التصديق موطني الدولة، قانون حماية حق المؤلف).
- 21- أن الهيئات الجامعية المختصة يفترض أن تقوم بتدعيم هذه الظاهرة بصور رسمية كلما توضعها، سواء عبر التوقيف عن العمل أو الدراسة، أو المنع من النشر أو المشاركة في المؤتمرات أو منع مشاركة الرسائل والأطاريح المعنية بهذه المؤسسات.
- 22- دعم هذه الأبحاث والبحث عليها كمدخل أساسي، ومهم للحد من التيم الثقافية لقيمة طلب العلم، ومنها ظاهرة البحث في الأبحاث والتي يعتبر إعداد البحوث الختامية وغيرها جزءاً منها.
- 23- البكر القصصيات بتأخذ أراءات ذاتية تشع الخفاء من مزلة مهام البحث والتعليم بشكل نهائي أو لفترات محددة، أو الحرمان من المشاركة في الندوات واللقاءات في المؤسسات العلمية.
- 24- شمول السرقات العلمية بقانون الترقوب في المجلات المحكمة داخل الجامعات بصرف النظر عن تقديم العلمي.
- 25- السماح لطلبة الدراسات العليا بنشر بحثهم في المجلات العلمية بأمانة ومهنية ومن ثم برنامج مؤسسة ويمكن له تغيير اختصاصه في حالة الرغبة وبذلك ضمن الضوابط.
- 26- الزام التدريسي بالكتابة باختصاصه الدقيق وليس العام كون هذه البحوث جزءاً من برنامج مؤسسة ويمكن له تغيير اختصاصه في حالة الرغبة وبذلك ضمن الضوابط.
- 27- الزام المجلات بطلب توافيق المشاركين في كل بحث على تيميد بعدم عادية ذلك البحث لعزمهم، على أن تتأكد اللجنة من صحة التوافيق المقدمة لها، وتفترض عقوبات رادعة والإحالة إلى لجنة أعضائهم في ذلك ما من حصول المكس).
- 28- تشكيل لجان علمية متخصصة بمعايير الملوك العلمي وأخلاقيات البحث العلمي للنظر في جودة البحوث المتقدمة وتقييمها قبل النشر.
- 29- الداء الترقية العلمية لمصدر الهيئة التدريسية وعملها كل الشعاع المالية المترتبة عن ترقية السابقة غير المسمحة، عند ترقبه سرقته لأي من البحوث التي أضافتها فيها في ترقبه.
- 30- شكلت لجنة استنساخ مركزية تعاضد لجان الاستنساخ العلمية في كل قسم علمي لفحص ما إذا كانت البحوث مسروقة أو مسئلة بنسبة لا تؤثر في إنجاز البحث وعدم التسامح بأي نسبة استنساخ من غيره.
- 31- لم يتم الإشارة إليه.
- 32- زيادة الدرجة المخصصة للاستشارة العلمية في أبحاثه تقديم رسائل الماجستير والدكتوراه لتكون مفعلة من منح الدرجة في حال توت السرقعة العلمية.
- 33- التأكيد على ضرورة وجود ملخص للبحث المراد نشره باللغة الإنكليزية إذا كان البحث باللغة العربية إذا كان البحث باللغة الإنكليزية.
- 34- التأكيد على المجلات العلمية بأمانة التقييم حصراً إلى صاحب التخصص في موضوع البحث المطلوب نشره، وكذا بالنسبة لتقديم أطاريح ورسائل الدراسات العليا.
- 35- ضرورة أن يأخذ المرفوع دوراً في مطالبة الطالب بالمصادر المسمحة والإطلاع عليها بين الجين والأخر.
- 36- عرض الرسالة أو الأطروحة على لجان الاستنساخ (لجنة الاستنساخ المركزية في الكلية) من خلال أعضاء قرص CD للرسالة أو الأطروحة (مكتوبة بصيغة PDF بملف واحد غير معزیه) لكشف الاستنساخ الموجود فيها على غرار الترقبات العلمية وذلك باستخدام برامج متخصصة، ويكون كشف الاستنساخ قبل إرسال الرسالة أو الأطروحة إلى السطور العلمي.
- 37- ضرورة تحلي المترقب والطالب على حد سواء بالتحالف والوعي الكافي للالتزام بأخلاقيات البحث العلمي.
- 38- لاستكمال أدة السرقات العلمية والنسب العلمي والاقتباس الشرعي يتم توفير برنامج تحري السرقعات العلمية باللغة العربية للوقوف على أهم المخروقات في هذا المجال.
- 39- يفضل كتابة الرسائل والأطاريح بتجهيز الباحث الخاص به وعدم نقله نصاً كاملاً منها وأدخل أفكاره الجديدة وتطورها أثناء المناقشة مع أفكار الباحثين الآخرين.
- 40- ضرورة توعية التدريسيين والباحثين بالأساليب الصحيحة للاقتباس ومخاطر الاقتباس غير الشرعي.
- 41- أن يكون للمكتبة الإفراسية اشتراك في مواقع عالمية للبحوث والكتب بحيث تتمكن لجان الترقبات من الإطلاع عليها من خلال البحوث المقدمة للترقية للتأكد من صحتها.
- 42- يجب أن يكون البحث التطبيقي مرفقاً معه مكان وزمان التجربة التي أسند عليها البحث وتكون مرفوعة بصورة أو كك رسمية.
- 43- أرسل بحوث المجلات العلمية إلى مؤتمين في الاختصاص الدقيق حصراً.
- 44- السطور العلمي والاقتباس غير السليم يعد اعتداءً على ملكية فكرية محمية بموجب قانون حماية حق المؤلف (3 لسنة 1971 بدلالة المادة 49 منه) وهو ما يشكل مخالفة جزائية يعاقب عليها القانون بموجب المادة 476 من قانون العقوبات والتي تستوجب أحالة مرتكب هذا الفعل إلى هيئة التزاة العامة لاتخاذ العقوبات بحق.
- 45- اقتداء برامج خاصة لمعرفة أصالة البحوث والكشف عن نسب الاستنساخ ومنها البرنامج التدريبي المد لحماية الإنسان والبيئة من قبل بعض كادرها من لجان الترقبات ولجان تحرير المجلات.
- 46- الحد من ظاهرة السرقات العلمية وإنهاؤها كسماً في مجتمع الجامعات الأكاديمي وغيرها من المجتمعات الأكاديمية الرصينة، بل يجب تطبيق التشريعات الخاصة بحماية حقوق المفكرين والعلماء ويتضمن ذلك عقوبات صارمة منها:
- أ- سحب الشهادة.
- ب- إبطاء الترقبات العلمية.
- ج- احتجاز قدم أو جريدة السرقعة أو مضي زمن بعيد عليها لإلأثر بنتائج العقوبات.
- د- إلتصاف مكانة السارق الوظيفية كطرف مخصص بنتائج.
- 47- ضرورة تدريب الكوادر الأكاديمية (أعضاء من مدرسين مساعدين) من قبل الباحثين الذين لديهم الخبرة والأكاديمية على كتابة البحوث العلمية بالطرق الصحيحة وتبنيهم لعدم اللجوء مطلقاً وبوقت مبكر إلى الاستنساخ أو النسخ من رسائل الماجستير أو أطروحة الدكتوراه.
- 48- نشر تلك البحوث والأطاريح من قبل المجلات العلمية بالنسبة للبحوث أو من قبل الكليات بالنسبة للرسائل والأطاريح وأن يكون ذلك النشر عبر المواقع الإلكترونية الخاصة بتلك المجلات، أو الكليات لتيسر معرفة كل المختصين بها من جانب ويكون لدى الباحث علم مسبق بأن عمله سوف يعلم به الجميع وبالتأكيد يكون وسيلة رادعة لم يفكر بسرعة التنازل العلمية للآخرين.
- 49- اختيار موضوع الطالب (البحث / الأطروحة) خلال السنة التحضيرية وتفعيل السيفار للطلبة كل ثلاثة أشهر.
- 50- توجب على المترقب أخذ الدور المسند له من خلال متابعة الطلبة المترقب عليهم لمعرفة أمكنيتهم على الكيفية وتدريبهم التوجه الصحيح وصولاً إلى تشخيص الأخطاء وتصويبها لكتيحية الطالب.
- 51- يوضع على عاتق الأستاذة الذين يقومون بدور الإشراف مسألة الزامهم بالتدعيم بمنع الطالب من التعامل مع المكاتب التي تقوم بصحة طبع وبيع البحوث والرسائل والأطاريح لطيفة الدراسات العليا، وتوضع صيغة من قبل الكليات بعد توجيهاً من خلال الجامعة.
- 52- تقديم تقرير كل ثلاثة أشهر عن عملية سير الإشراف من قبل المترقب على حد سواء ويكون ملزماً بإلقاء الأستاذ مشرفاً على طلبة، لينب من خلاله أمكنية الطالب على الكيفية ومستوى استيعابه للموضوع المختار لكتيحية فيه وعلى معرفته لإخلاقيات البحث العلمي ليستخلص من هذه التقارير تقريراً نهائياً يقدم إلى المنوم العلمي لدى تقيم (الرسالة أو الأطروحة)، (تسليم نسخة من كل تقرير دوري إلى مكتب معزول المعيد الشؤون العلمية والدراسات العليا لأعضاده وأرسل نسخة منه إلى ملف الطالب في مكتب الدراسات العليا والقسم المعني).



وزارة التعليم العالي  
والبحث العلمي

استمارة مراجعة الجانب الاحصائي  
في الرسائل والاطاريح الجامعية



| ت | أسم الخبير الاحصائي                       | نوع المشورة            | الملاحظات           |
|---|-------------------------------------------|------------------------|---------------------|
| 1 | الأستاذ الدكتور<br>رائد مكي جعفر الصالح   | مراجعة محتويات احصائية | لا يحتاج الى ملاحظة |
| 2 | الأستاذ الدكتور<br>الزكريا عبد الله المكي | لا يحتاج الى ملاحظة    | ///                 |
| 3 | الأستاذ الدكتور<br>ملاح محمد جعفر         | لا يحتاج الى ملاحظة    | ///                 |

| الخبير الاحصائي                              | التوقيع    |
|----------------------------------------------|------------|
| 1- الأستاذ الدكتور<br>رائد مكي جعفر الصالح   | 14.12.2014 |
| 2- الأستاذ الدكتور<br>الزكريا عبد الله المكي | 14.12.2014 |
| 3- الأستاذ الدكتور<br>ملاح محمد جعفر         | 14.12.2014 |

عنوان الرسالة أو الاطروحة: تحويل سطح الكبريت المنسحق الحفر  
عن أوراق نبات المسيريس بايريس ودراسة تأثيره  
على انتشار بعض أبونات العناصر الثقيلة

أني الطالب: محمد فرح محمد أعهد بتولي وتنظيم الدراسة الاحصائية بنفسني من دون  
المساعدة بكتابة الجانب الاحصائي من قبل أساتذة.

التوقيع:

التاريخ: ٢٠١٤/١٢/١٤

ملاحظة: أعدت هذه الاستمارة استنادا الى كتاب وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جهاز الاشراف والتقويم  
العلمي ذي العدد ج ع/2043 الصادر بتاريخ 2014/11/10 والمبلغ اليها عبر كتاب رئاسة جامعة ذي قار- قسم  
الشؤون العلمية والدراسات العليا ذي العدد 7/ 54 / 14447 الصادر بتاريخ 2014/11/19.

## المقومون

### المقوم اللغوي

م.د. رائد مجيد جبار

كلية الاعلام/ جامعة ذي قار

طبقا للأمر الاداري ذي العدد 30 س /246 بتاريخ 2017/10/4

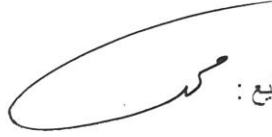
### المقوم العلمي

أ.د. قاسم محمد حلو /مساعد رئيس الجامعة للشؤون العلمية /جامعة المثنى

طبقا للأمر الاداري ذي العدد 30 س/318 بتاريخ 2017/12/17

## توصية الأستاذ المشرف

أقر أن اعداد هذه الرسالة جرى تحت إشرافي في قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة  
ذي قار وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم الكيمياء.

التوقيع : 

أسم المشرف: أ.د. محسن عريبي الدخيلي.

اللقب العلمي: أستاذ .

التاريخ: ٨ / ١٠ / 2017م

## توصية رئيس قسم الكيمياء

بناءً على التوصية المقدمة من قبل الأستاذ المشرف أحيل هذه الرسالة إلى لجنة المناقشة  
لدراستها وبيان الرأي فيها.

التوقيع : 

الاسم: أ.م.د. إبراهيم عبود فليفل.

اللقب العلمي: أستاذ مساعد.

التاريخ: ٨ / ١٠ / 2017م.

### إقرار لجنة المناقشة

نشهد نحن أعضاء لجنة المناقشة، أننا اطلعنا على هذه الرسالة الموسومة ((تحويل سطح الكربون المنشط المحضر من أوراق نبات السببروس بابيرس ودراسة تأثيره في امتزاز بعض ايونات العناصر الثقيلة)) والمقدمة من قبل الطالب (محمد فرج عطية) وقد ناقشنا الطالب في محتوياتها وفيما له علاقة بها فوجدناها جديرة بالقبول لنيل درجة الماجستير في علوم الكيمياء / الكيمياء الفيزيائية وبدرجة ( امتياز ) .

### رئيس لجنة المناقشة

التوقيع: 

الاسم : أ. د. حسين اسماعيل عبد الله

اللقب العلمي: أستاذ

العنوان: جامعة المستنصرية/ كلية العلوم

التاريخ: 2018 / /

### عضو لجنة المناقشة

التوقيع: 

الاسم : أ. م. د. أياد فاضل محمد حسين

اللقب العلمي: أستاذ مساعد

العنوان: جامعة بابل/ كلية العلوم للبنات

التاريخ: 2018 / /

### عضو لجنة المناقشة

التوقيع: 

الاسم : أ. د. ساهر عبد الرضا علي

اللقب العلمي : أستاذ

العنوان: جامعة ذي قار/ كلية العلوم

التاريخ: 2018 / ٤ / ١

### عضو لجنة المناقشة ومشرف

التوقيع:

الاسم: أ. د. محسن عريبي حسين .

اللقب العلمي: أستاذ.

العنوان: جامعة ذي قار / كلية العلوم

التاريخ: 2018 / /

الاهلراء

اى منقذ البئررة من النزل والهلواى اى العزة والرضواى.... النبى

محمدر

اى من خرسا اللىما واللمو فى اعماق نفسى.... والربى سحبا وتقديرأ

اى اىخونى واىخولائى..... مابة واىعزلازأ

اى اسرنى زوجهنى واىطفاى

اى كل من قدح اى النصح والعواى..... عرفانا واحمرلامأ

اهدى هذا اللمهر

محمدر فرج

## شكر وتقدير

الحمد لله والصلوة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين وعلى آله الطيبين الطاهرين  
وأصحابه المنتجبين.

للمعني إلهنا أنقذ بحالص شكري وتقديري إله الأستاذ الفاضل الدكتور  
محسن عريبي الرخيلي الذي وجهه أبا وأستاذاً فاضلاً لم يدخل عليّ بأي معلومة تخص  
البحث.

كما أقدم شكري لإعانة كلية العلوم - جامعة ذي قار لرعايتها وتقديرها للتسهيلات  
كافة لطلبة الدراسات العليا. ووافر الشكر والامتنان لكل من ساعدني في جميع مراحل قسم علوم الكيمياء.

كما أعبر عن شكري واحترامي إله الأستاذ الدكتور عباس جاسم عطية رئيس قسم الكيمياء/  
جامعة بابل /كلية العلوم/ قسم الكيمياء، كما أقدم بشكري إله الدكتور قاسم محمد حملو لما  
أبداه من مساعدته في العمل داخل مختبر مركز البحوث الباقية وبحيرة ساوة في جامعة المنجى.

وأتشكر ملائكة طلبة الدراسات العليا في قسم علوم الكيمياء، وأشكر كل من أسهم في إنجاز هذا  
البحث ولو بكلمة طيب

محمد

## الخلاصة

استخدمت في هذه الدراسة مواد متوفرة محلياً ورخيصة الثمن لإنتاج الكربون المنشط الذي يعتبر من السطوح المازة المسامية والمستخدمة بكثرة في عمليات الامتزاز . حيث حضر الكربون المنشط عن طريق معاملة اوراق نبات السبيروس بابيرس بحامض الكبريتيك المركز بنسبة (wt/wt(3:1 (ماء-حامض) و تم معاملتها حرارياً بدرجة (600 °C) لمدة ساعتين وفي جو من النيتروجين بسرعة تدفق 25mL/min وتم الحصول على الكربون المنشط. تم تحويل سطح الكربون المنشط المحضر باستخدام عوامل مؤكسدة مثل محلول همر ومنها يتكون AC<sub>1</sub> حامض النتريك ومنها يتكون AC<sub>4</sub> وعوامل مختزلة مثل كلوريد الخارصين ومنها يتكون AC<sub>2</sub> و بوروهيدريد الصوديوم ومنها يتكون AC<sub>3</sub> وشخصت خصائص الكربون المنشط المحضر غير المعالج والمعالج بالعوامل المؤكسدة والمختزلة باستخدام تقنيات (FTIR , SEM , TGA , BET , XRD). تم دراسة قابلية سطح الكربون المنشط المحضر غير المعالج والمعالج كمادة مازة ، وذلك عن طريق امتزاز العناصر (Pb<sup>+2</sup>, Cd<sup>+2</sup>, Ni<sup>+2</sup>) من محاليلها المائية بطريقة الوجبات (Batch Method). تم دراسة المتغيرات المختلفة التي تؤثر على سعة الامتزاز مثل زمن الاتزان ودرجة الحرارة والدالة الحامضية و وزن المادة المازة للعناصر ، ووضحت النتائج ان امتزاز العناصر الثلاثة هو من نوع (S4) حسب تصنيف جيلز (Giles) ، فكان زمن الاتزان هو (160 min) للعناصر الثلاثة ودراسة تأثير درجة الحرارة ضمن المدى (10-45)C<sup>0</sup> في عملية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط غير المعالج والمعالج بأنواعه وقد اوضحت النتائج ان سعة الامتزاز للعناصر الثلاثة تقل بزيادة درجة الحرارة ، اي أن الامتزاز باعث للحرارة. استخدمت النتائج التي تم الحصول عليها في دراسة المعادلات الرياضية لايزوثيرمات الامتزاز لانكمير (Langmuir) وفريندلش (Frenudlich) للحصول على البيانات العملية للامتزاز. فكانت معادلة فريندلش اكثر انطباقاً، فقد اعطت علاقة خطية بمعاملات ارتباط (R<sup>2</sup>) اعلى بكثير من معاملات ارتباط لانكمير. بينت الدراسة الترموديناميكية ان عملية الامتزاز لايونات العناصر الثلاثة كانت تلقائية من القيم السالبة للطاقة الحرة  $\Delta G^{\circ}$  ، وان عملية الامتزاز للعناصر الثلاثة هي باعثة للحرارة من القيم السالبة للانثالبي  $\Delta H^{\circ}$  ، بينما دلت القيم السالبة للانتروبي  $\Delta S^{\circ}$  على الانتظام وعدم العشوائية في عملية ازالة العناصر الثلاثة . وكما اوضحت الدراسة ان للعوامل المختزلة والمؤكسدة تأثير كبير على سعة الامتزاز للكربون المنشط المحضر حيث اعطى الكربون المنشط المعالج بالعوامل

المختزلة  $AC_2, AC_3$  اعلى ساعات امتزاز من الكربون غير المعالج  $AC_0$  والمعالج بالعوامل المؤكسدة  $AC_1, AC_4$  وكانت كفاءة الامتزاز لانواع الكربون بالترتيب التالي :

$$AC_3 > AC_2 > AC_0 > AC_4 > AC_1$$

كما ان كمية المادة الممتزة لأيونات العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط غير المعالج والمعالج بأنواعه كانت بالترتيب التالي:

$$Pb^{+2} > Cd^{+2} > Ni^{+2}$$

كما اوضحت الدراسة ان للدالة الحامضية تأثير على النسبة المئوية لإزالة ايونات العناصر الثلاثة فكان لها تأثير على المادة المازة والمادة الممتزة ، فوجد ان اعلى نسبة ازالة للعناصر الثلاثة في الوسط القاعدي . وبينت الدراسة ايضاً ان لوزن المادة المازة دور كبير في عملية ازالة العناصر الثلاثة ، حيث تزداد النسبة المئوية للامتزاز مع زيادة كمية المادة المازة . درست كذلك حركية امتزاز العناصر الثلاثة من خلال تطبيق أنموذجي معادلتى المرتبة الاولى الكاذبة والثانية الكاذبة . واطهرت نتائج الدراسة الحركية ان معادلة المرتبة الثانية الكاذبة اكثر ملائمة للنظام المدروس لإزالة ايونات العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط غير المعالج والمعالج بأنواعه وتطبق بصورة افضل على البيانات العملية .

## قائمة المحتويات

| الصفحة                         | الموضوع                                             |         |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|
| I                              | قائمة المحتويات                                     |         |
| III                            | قائمة الجداول                                       |         |
| V                              | قائمة الاشكال                                       |         |
| XII                            | قائمة الاختصارات                                    |         |
| XIII                           | الخلاصة                                             |         |
| الصفحة                         | الموضوع                                             | التسلسل |
| الفصل الأول-المقدمة            |                                                     |         |
| 1                              | مقدمة عامة                                          | 1.1     |
| 2                              | الكربون المنشط                                      | 2.1     |
| 3                              | شبيكات الكربون المنشط                               | 3.1     |
| 5                              | التركيب الكيميائي للكربون المنشط                    | 4.1     |
| 5                              | المحتوى الأوكسجيني والمجاميع الفعالة للكربون المنشط | 5.1     |
| 7                              | انتاج الكربون النشط production of active carbon     | 6.1     |
| 8                              | المواد الخام Raw material                           | 7.1     |
| 9                              | التفحيم (pyrolysis)                                 | 1.7.1   |
| 10                             | التنشيط (Activation)                                | 2.7.1   |
| 11                             | التنشيط الفيزيائي physical activation               | 1.2.7.1 |
| 12                             | التنشيط الكيميائي Chemical Activation               | 2.2.7.1 |
| 13                             | الامتزاز Adsorption defining and types              | 8.1     |
| 13                             | تعريفه وتصنيفه                                      | 1.8.1   |
| 14                             | انواع الامتزاز Types Of Adsorption                  | 2.8.1   |
| 14                             | الامتزاز الفيزيائي: physical adsorption             | 1.2.8.1 |
| 14                             | الامتزاز الكيميائي: chemical adsorption             | 2.2.8.1 |
| 14                             | العوامل المؤثرة في الامتزاز                         | 3.8.1   |
| 15                             | ايزوثيرمات الامتزاز:                                | 4.8.1   |
| 16                             | ايزوثيرم فرنديج:                                    | 1.4.8.1 |
| 16                             | ايزوثيرم لانكمير:                                   | 2.4.8.1 |
| 17                             | الابحاث السابقة:                                    | 9.1     |
| 23                             | الهدف من البحث The Aim of Study                     | 10.1    |
| الفصل الثاني-المواد وطرق العمل |                                                     |         |
| 25                             | المواد المستخدمة Materials used                     | 1.2     |
| 25                             | الاجهزة المستخدمة                                   | 2.2     |
| 27                             | تحضير الكربون المنشط preparation of active carbon   | 3.2     |
| 27                             | المعالجة بالعوامل المختزلة                          | 4.2     |
| 27                             | المعالجة ببوروهيدريد الصوديوم                       | 1.4.2   |
| 27                             | المعالجة بكلوريد الخارصين                           | 2.4.2   |
| 28                             | المعالجة بالعوامل المؤكسدة                          | 5.2     |

|                                       |                                                                    |        |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------|
| 28                                    | المعالجة بمحلول همر                                                | 1.5.2  |
| 28                                    | المعالجة بحامض النتريك                                             | 2.5.2  |
| 29                                    | تشخيص الكربون المنشط                                               | 6.2    |
| 29                                    | Preparation of Standard solutions تحضير المحاليل القياسية          | 7.2    |
| 30                                    | دراسة العوامل المؤثرة على عملية الامتزاز                           | 8.2    |
| 30                                    | تحديد زمن الاتزان لأنظمة الامتزاز                                  | 1.8.2  |
| 30                                    | Temperature درجة الحرارة                                           | 2.8.2  |
| 31                                    | PH الدالة الحامضية                                                 | 3.8.2  |
| 31                                    | Adsorbent Weight وزن المادة المازة                                 | 4.8.2  |
| 31                                    | ايزوثيرمات الامتزاز                                                | 9.2    |
| 32                                    | Kinetic models انموذجا معادلتين حركية الامتزاز                     | 10.2   |
| 33                                    | Pseudo-first-order kinetic model معادلة المرتبة الاولى الكاذبة     | 1.10.2 |
| 33                                    | Pseudo-second-order kinetic model معادلة المرتبة الثانية الكاذبة   | 2.10.2 |
| <b>الفصل الثالث-النتائج والمناقشة</b> |                                                                    |        |
| 37                                    | تشخيص انواع الكربون المحضرة                                        | 1.3    |
| 37                                    | مطيافية الاشعة تحت الحمراء                                         | 1.1.3  |
| 41                                    | Thermogravimetric analysis (TGA) التحليل الحراري الوزني            | 2.1.3  |
| 47                                    | Surface area analysis (BET) تحليل المساحة السطحية                  | 4.1.3  |
| 48                                    | (SEM) تحليل المجهر الالكتروني الماسح                               | 5.1.3  |
| 52                                    | X-Ray diffraction (XRD) انحراف الاشعة السينية                      | 6.1.3  |
| 56                                    | العوامل المؤثرة على عملية ازالة العناصر الثلاثة (Pb, Cd, Ni)       | 2.3    |
| 56                                    | تحديد زمن الاتزان لأنظمة الامتزاز                                  | 1.2.3  |
| 61                                    | Temperature درجة الحرارة                                           | 2.2.3  |
| 64                                    | Adsorption isotherm ايزوثيرمات الامتزاز                            | 3.2.3  |
| 78                                    | الدراسة الترموديناميكية للامتزاز                                   | 3.3    |
| 85                                    | pH الدالة الحامضية                                                 | 1.3.3  |
| 89                                    | وزن المادة المازة                                                  | 2.3.3  |
| 95                                    | Adsorption Kinetics حركية الامتزاز                                 | 4.3    |
| 95                                    | (Pseudo-First order kinetic model) معادلة المرتبة الاولى الكاذبة   | 1.4.3  |
| 96                                    | Pseudo-second order kinetic (model) معادلة المرتبة الثانية الكاذبة | 2.4.3  |
| 108                                   | Conclusions الاستنتاجات                                            |        |
| 109                                   | Recommendations التوصيات                                           |        |
| 110                                   | المصادر:                                                           |        |

## قائمة الجداول

| الصفحة | عنوان الجدول                                                                                                                    | التسلسل |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 4      | يوضح انواع المسامات في الكربون المنشط                                                                                           | 1.1     |
| 25     | المواد الكيميائية المستخدمة ودرجة نقاوتها والشركات المجهزة لها                                                                  | 2.1     |
| 58     | النسبة المئوية لازالة العناصر الثلاثة وزمن التوازن للكربون, $AC_0, AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$                                      | 1.3     |
| 64     | تأثير درجة الحرارة في عملية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط ( $AC_0, AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$ )                    | 2.3     |
| 68     | القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة وقيم ثوابت لانكمير وقيم سعة الامتزاز العظمى $Q_m$ وفق معادلة لانكمير للكربون المنشط $AC_0$ | 3.3     |
| 68     | القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة وقيم ثوابت لانكمير وقيم سعة الامتزاز العظمى $Q_m$ وفق معادلة لانكمير للكربون المنشط $AC_1$ | 4.3     |
| 69     | القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة وقيم ثوابت لانكمير وقيم سعة الامتزاز العظمى $Q_m$ وفق معادلة لانكمير للكربون المنشط $AC_2$ | 5.3     |
| 69     | القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة وقيم ثوابت لانكمير وقيم سعة الامتزاز العظمى $Q_m$ وفق معادلة لانكمير للكربون المنشط $AC_3$ | 6.3     |
| 70     | القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة وقيم ثوابت لانكمير وقيم سعة الامتزاز العظمى $Q_m$ وفق معادلة لانكمير للكربون المنشط $AC_4$ | 7.3     |
| 73     | القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_0$ وفق ايزوثيرم فريندلش وقيم ثوابت فريندلش                      | 8.3     |
| 73     | القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_1$ وفق ايزوثيرم فريندلش وقيم ثوابت فريندلش                      | 9.3     |
| 74     | القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_2$ وفق ايزوثيرم فريندلش وقيم ثوابت فريندلش                      | 10.3    |
| 74     | القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_3$ وفق ايزوثيرم فريندلش وقيم ثوابت فريندلش                      | 11.3    |
| 75     | القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_4$ وفق ايزوثيرم فريندلش وقيم ثوابت فريندلش                      | 12.3    |
| 79     | قيم ثوابت الاتزان K وقيم الدوال الترموديناميكية لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_0$                           | 13.3    |
| 80     | قيم ثوابت الاتزان K وقيم الدوال الترموديناميكية لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_1$                           | 14.3    |
| 80     | قيم ثوابت الاتزان K وقيم الدوال الترموديناميكية لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_2$                           | 15.3    |
| 81     | قيم ثوابت الاتزان K وقيم الدوال الترموديناميكية لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_3$                           | 16.3    |
| 81     | قيم ثوابت الاتزان K وقيم الدوال الترموديناميكية لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_4$                           | 17.3    |
| 86     | تأثير الدالة الحامضية في النسبة المئوية لازالة العناصر الثلاثة للكربون المنشط ( $AC_0, AC_1, AC_2$ )                            | 18.3    |

|     |                                                                                                                                                                                                                                            |      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 87  | تأثير الدالة الحامضية في النسبة المئوية لازالة العناصر الثلاثة للكاربون المنشط ( $AC_3, AC_4$ )                                                                                                                                            | 19.3 |
| 90  | تأثير وزن الكاربون المنشط على كمية المادة الممتزة للكاربون ( $AC_0, AC_1, AC_2$ )                                                                                                                                                          | 20.3 |
| 91  | تأثير وزن الكاربون المنشط على كمية المادة الممتزة للكاربون ( $AC_3, AC_4$ )                                                                                                                                                                | 21.3 |
| 97  | قيم ثابت معدل الامتزاز $K_1$ وسعة الامتزاز التجريبية $q_e(\text{exp})$ وسعة الامتزاز المحسوبة $q_e(\text{cal})$ ومعامل الارتباط ( $R^2$ ) بطريقة معادلة المرتبة الاولى الكاذبة للكاربون المنشط $AC_0$                                      | 22.3 |
| 97  | قيم ثابت معدل الامتزاز $K_1$ وسعة الامتزاز التجريبية $q_e(\text{exp})$ وسعة الامتزاز المحسوبة $q_e(\text{cal})$ ومعامل الارتباط ( $R^2$ ) بطريقة معادلة المرتبة الاولى الكاذبة للكاربون المنشط $AC_1$                                      | 23.3 |
| 98  | قيم ثابت معدل الامتزاز $K_1$ وسعة الامتزاز التجريبية $q_e(\text{exp})$ وسعة الامتزاز المحسوبة $q_e(\text{cal})$ ومعامل الارتباط ( $R^2$ ) بطريقة معادلة المرتبة الاولى الكاذبة للكاربون المنشط $AC_2$                                      | 24.3 |
| 98  | قيم ثابت معدل الامتزاز $K_1$ وسعة الامتزاز التجريبية $q_e(\text{exp})$ وسعة الامتزاز المحسوبة $q_e(\text{cal})$ ومعامل الارتباط ( $R^2$ ) بطريقة معادلة المرتبة الاولى الكاذبة للكاربون المنشط $AC_3$                                      | 25.3 |
| 99  | قيم ثابت معدل الامتزاز $K_1$ وسعة الامتزاز التجريبية $q_e(\text{exp})$ وسعة الامتزاز المحسوبة $q_e(\text{cal})$ ومعامل الارتباط ( $R^2$ ) بطريقة معادلة المرتبة الاولى الكاذبة للكاربون المنشط $AC_4$                                      | 26.3 |
| 102 | قيم ثابت معدل الامتزاز $k_2$ وسعة الامتزاز التجريبية $q_e(\text{exp})$ وسعة الامتزاز المحسوبة $q_e(\text{cal})$ وقيم معامل الارتباط ( $R^2$ ) للعناصر الثلاثة الممتزة على سطح الكاربون المنشط $AC_0$ بطريقة معادلة المرتبة الثانية الكاذبة | 27.3 |
| 102 | قيم ثابت معدل الامتزاز $k_2$ وسعة الامتزاز التجريبية $q_e(\text{exp})$ وسعة الامتزاز المحسوبة $q_e(\text{cal})$ وقيم معامل الارتباط ( $R^2$ ) للعناصر الثلاثة الممتزة على سطح الكاربون المنشط $AC_0$ بطريقة معادلة المرتبة الثانية الكاذبة | 28.3 |
| 103 | قيم ثابت معدل الامتزاز $k_2$ وسعة الامتزاز التجريبية $q_e(\text{exp})$ وسعة الامتزاز المحسوبة $q_e(\text{cal})$ وقيم معامل الارتباط ( $R^2$ ) للعناصر الثلاثة الممتزة على سطح الكاربون المنشط $AC_0$ بطريقة معادلة المرتبة الثانية الكاذبة | 29.3 |

|     |                                                                                                                                                                                                                                           |      |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 103 | قيم ثابت معدل الامتزاز $k_2$ وسعة الامتزاز التجريبية $q_e(\text{exp})$ وسعة الامتزاز المحسوبة $q_e(\text{cal})$ وقيم معامل الارتباط ( $R^2$ ) للعناصر الثلاثة الممتزة على سطح الكربون المنشط $AC_0$ بطريقة معادلة المرتبة الثانية الكاذبة | 30.3 |
| 104 | قيم ثابت معدل الامتزاز $k_2$ وسعة الامتزاز التجريبية $q_e(\text{exp})$ وسعة الامتزاز المحسوبة $q_e(\text{cal})$ وقيم معامل الارتباط ( $R^2$ ) للعناصر الثلاثة الممتزة على سطح الكربون المنشط $AC_0$ بطريقة معادلة المرتبة الثانية الكاذبة | 31.3 |

### قائمة الاشكال

| الصفحة | عنوان الشكل                                                                     | التسلسل |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 3      | ابعاد الشبكية البلورية للكرافيت                                                 | 1.1     |
| 4      | انواع التراكيب المسامية في الكربون المنشط                                       | 1.2     |
| 7      | المجاميع الاوكسجينية على سطح الكربون المنشط                                     | 3.1     |
| 8      | مراحل عملية التقعيم                                                             | 4.1     |
| 9      | تصنيف GILES لانواع ايزوثيرمات الامتزاز                                          | 5.1     |
| 39     | طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط غير المعالج $AC_0$                        | 1.3     |
| 39     | طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط المعالج بمحلول همر $AC_1$                 | 2.3     |
| 40     | طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط المعالج بكلوريد الزنك $AC_2$              | 3.3     |
| 40     | طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط المعالج ببوروهيدريد الصوديوم $AC_3$       | 4.3     |
| 41     | طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط المعالج بحامض النتريك $AC_4$              | 5.3     |
| 44     | التحليل الحراري الوزني (TGA) للكربون المنشط غير المعالج $AC_0$                  | 6.3     |
| 45     | التحليل الحراري الوزني (TGA) للكربون المنشط المعالج بمحلول همر $AC_1$           | 7.3     |
| 45     | التحليل الحراري الوزني (TGA) للكربون المنشط المعالج بكلوريد الخارصين $AC_2$     | 8.3     |
| 46     | التحليل الحراري الوزني (TGA) للكربون المنشط المعالج ببوروهيدريد الصوديوم $AC_3$ | 9.3     |
| 46     | التحليل الحراري الوزني (TGA) للكربون المنشط المعالج بحامض النتريك $AC_4$        | 10.3    |
| 50     | صور SEM لسطح الكربون المنشط غير المعالج $AC_0$                                  | 11.3    |

|    |                                                                                         |      |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 50 | صور SEM لسطح الكاربون المنشط المعالج بمحلول همر $AC_1$                                  | 12.3 |
| 51 | صور SEM لسطح الكاربون المنشط المعالج بكلوريد الخارصين $AC_2$                            | 13.3 |
| 51 | صور SEM لسطح الكاربون المنشط المعالج ببوروهيدريد الصوديوم $AC_3$                        | 14.3 |
| 52 | صور SEM لسطح الكاربون المنشط المعالج بحامض النتريك $AC_4$                               | 15.3 |
| 54 | طيف حيود الأشعة السينية للكاربون المنشط $AC_0$                                          | 16.3 |
| 54 | طيف حيود الأشعة السينية للكاربون المنشط $AC_1$                                          | 17.3 |
| 55 | طيف حيود الأشعة السينية للكاربون المنشط $AC_2$                                          | 18.3 |
| 55 | طيف حيود الأشعة السينية للكاربون المنشط $AC_3$                                          | 19.3 |
| 56 | طيف حيود الأشعة السينية للكاربون المنشط $AC_4$                                          | 20.3 |
| 58 | علاقة النسبة المئوية للإزالة بزمان الاتزان للعناصر الثلاثة على سطح الكاربون $AC_0$      | 21.3 |
| 59 | علاقة النسبة المئوية للإزالة بزمان الاتزان للعناصر الثلاثة على سطح الكاربون $AC_1$      | 22.3 |
| 59 | علاقة النسبة المئوية للإزالة بزمان الاتزان للعناصر الثلاثة على سطح الكاربون $AC_2$      | 23.3 |
| 60 | علاقة النسبة المئوية للإزالة بزمان الاتزان للعناصر الثلاثة على سطح الكاربون $AC_3$      | 24.3 |
| 60 | علاقة النسبة المئوية للإزالة بزمان الاتزان للعناصر الثلاثة على سطح الكاربون $AC_4$      | 25.3 |
| 61 | تأثير درجة الحرارة في عملية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون $AC_0$              | 26.3 |
| 62 | تأثير درجة الحرارة في عملية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون $AC_1$              | 27.3 |
| 62 | تأثير درجة الحرارة في عملية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون $AC_2$              | 28.3 |
| 63 | تأثير درجة الحرارة في عملية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون $AC_3$              | 29.3 |
| 63 | تأثير درجة الحرارة في عملية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون $AC_4$              | 30.3 |
| 65 | إيزوثيرمات الامتزاز للعناصر الثلاثة على الكاربون المنشط $AC_0$                          | 31.3 |
| 65 | إيزوثيرمات الامتزاز للعناصر الثلاثة على الكاربون المنشط $AC_1$                          | 32.3 |
| 66 | إيزوثيرمات الامتزاز للعناصر الثلاثة على الكاربون المنشط $AC_2$                          | 33.3 |
| 66 | إيزوثيرمات الامتزاز للعناصر الثلاثة على الكاربون المنشط $AC_3$                          | 34.3 |
| 67 | إيزوثيرمات الامتزاز للعناصر الثلاثة على الكاربون المنشط $AC_4$                          | 35.3 |
| 70 | العلاقة الخطية لايزوثيرم لانكمير لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_0$ | 36.3 |
| 71 | العلاقة الخطية لايزوثيرم لانكمير لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_1$ | 37.3 |
| 71 | العلاقة الخطية لايزوثيرم لانكمير لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_1$ | 38.3 |

|    |                                                                                         |      |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
|    | الكاربون المنشط $AC_2$                                                                  |      |
| 72 | العلاقة الخطية لايزوثيرم لانكمير لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_3$ | 39.3 |
| 72 | العلاقة الخطية لايزوثيرم لانكمير لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_4$ | 40.3 |
| 75 | العلاقة الخطية لايزوثيرم فريندلش لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_0$ | 41.3 |
| 76 | العلاقة الخطية لايزوثيرم فريندلش لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_1$ | 42.3 |
| 76 | العلاقة الخطية لايزوثيرم فريندلش لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_2$ | 43.3 |
| 77 | العلاقة الخطية لايزوثيرم فريندلش لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_3$ | 44.3 |
| 77 | العلاقة الخطية لايزوثيرم فريندلش لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_4$ | 45.3 |
| 82 | قيم $\ln K$ مقابل $1/T$ لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_0$          | 46.3 |
| 82 | قيم $\ln K$ مقابل $1/T$ لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_1$          | 47.3 |
| 83 | قيم $\ln K$ مقابل $1/T$ لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_2$          | 48.3 |
| 83 | قيم $\ln K$ مقابل $1/T$ لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_3$          | 49.3 |
| 84 | قيم $\ln K$ مقابل $1/T$ لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_4$          | 50.3 |
| 87 | تأثير الدالة الحامضية على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_0$         | 51.3 |
| 88 | تأثير الدالة الحامضية على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_1$         | 52.3 |
| 88 | تأثير الدالة الحامضية على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_0$         | 53.3 |
| 89 | تأثير الدالة الحامضية على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_3$         | 54.3 |
| 89 | تأثير الدالة الحامضية على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_4$         | 55.3 |
| 93 | تأثير وزن المادة المازة على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_0$       | 56.3 |
| 93 | تأثير وزن المادة المازة على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_1$       | 57.3 |
| 94 | تأثير وزن المادة المازة على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكاربون المنشط $AC_2$       | 58.3 |

|     |                                                                                                      |      |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 94  | تأثير وزن المادة المازة على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_3$                     | 59.3 |
| 95  | تأثير وزن المادة المازة على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_4$                     | 60.3 |
| 100 | العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الاولى الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_0$  | 61.3 |
| 101 | العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الاولى الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_1$  | 62.3 |
| 101 | العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الاولى الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_2$  | 63.3 |
| 102 | العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الاولى الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_3$  | 64.3 |
| 102 | العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الاولى الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_4$  | 65.3 |
| 105 | العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الثانية الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_0$ | 66.3 |
| 106 | العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الثانية الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_1$ | 67.3 |
| 106 | العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الثانية الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_2$ | 68.3 |
| 107 | العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الثانية الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_3$ | 69.3 |
| 107 | العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الثانية الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط $AC_4$ | 70.3 |

| المختصرات        | الاسم الكامل                                                                                 |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| AC <sub>0</sub>  | Active carbon without treatment                                                              |
| AC <sub>1</sub>  | Active carbon treatment by Hummer solution                                                   |
| AC <sub>2</sub>  | Active carbon treatment by zinc chloride                                                     |
| AC <sub>3</sub>  | Active carbon treatment by sodium borohydride                                                |
| AC <sub>4</sub>  | Active carbon treatment by nitric acid                                                       |
| b                | Langmuir constant                                                                            |
| C                | Concentration.of ion(mg/l)                                                                   |
| C <sub>e</sub>   | Concentration at equilibrium(mg/l)                                                           |
| C <sub>t</sub>   | Concentration of ion (mg/l) at time t                                                        |
| C <sub>0</sub>   | Initial concentration of ion (mg/l)                                                          |
| C <sup>0</sup>   | Degree celsius                                                                               |
| ΔG               | Change in free energy                                                                        |
| ΔH               | Change in enthalpy                                                                           |
| ΔS               | Change in entropy                                                                            |
| K                | Equilibrium constant                                                                         |
| K <sub>f</sub>   | Frendlich constant1                                                                          |
| K <sub>1</sub>   | The rate constant of psuedo first order adsorption<br>min <sup>-1</sup>                      |
| K <sub>2</sub>   | The rate constant of psuedo second order adsorption<br>g.mg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> |
| m                | Mass of adsorptent (g)                                                                       |
| n                | Frendlich constant2                                                                          |
| q <sub>e</sub>   | Adsorbent (i.e.,solid phase) concentration after<br>equilibrium mg adsorbed/g adsorbent mg/g |
| q <sub>t</sub>   | Adsorption capacity at equilibrium and at time t,mg/g                                        |
| Q <sub>m</sub>   | Maximum adsorption capacity in for complete<br>monolyer on the surface (mg/g)                |
| q <sub>cal</sub> | Calculated adsorption capacity at equilibrium (mg/g)                                         |
| q <sub>exp</sub> | Experimental adsorption capacity at<br>equilibrium(mg/g)                                     |
| R <sup>2</sup>   | Correlation coefficient                                                                      |
| rpm              | Revolution per minute                                                                        |
| R                | Universal gas constant (8.314J/mole.K)                                                       |
| T                | The absolute temperature (K)                                                                 |
| V                | Volume solution (ml)                                                                         |
| SEM              | Scanning electron microscopy                                                                 |
| TGA              | Thermo gravimetric analysis                                                                  |
| BET              | Brunauer-Emmett-Teller analysis                                                              |
| FTIR             | Infrared spectroscopy                                                                        |
| XRD              | X-Ray Diffraction                                                                            |



# الفصل الأول

المقدمة

## 1.1. مقدمة عامة

اصبحت مشكلة تلوث البيئة بالملوثات الصناعية احدى اهم المشاكل التي تواجه العالم بشكل عام والاقطار العربية بشكل خاص ، بسبب التطور الصناعي الذي رافق الثورة الصناعية منذ أوائل القرن العشرين ، كما ظهرت اصناف من المواد الطبيعية والمواد الكيماوية لم تكن تعرفها البيئة من قبل ، فتصاعدت الابخرة والغازات الضارة من مداخن الكثير من المصانع فلوثت الهواء والقت نفاياتها السامة في مياه الانهار والمجاري . ومن انواع التلوث البيئي : تلوث الهواء، وتلوث الماء ، وتلوث التربة ، وتلوث الغذاء والتلوث الاشعاعي وغيرها . ومن الخواص المهمة للملوثات تفاعلها مع بعضها او مع مواد اخرى لتنتج تأثيرات متازرة جاعلة من التلوث البيئي أكثر تعقيدا . ان تراكم هذه الملوثات معاً قد يكون اكثر شدة مما يتوقع من تأثير كل ملوث على حدة<sup>(1)</sup>.

تمثل ازالة الملوثات العضوية واللاعضوية من الوسط المائي تحديا كبيرا للعاملين في هذا المجال ، إذ أن التلوث بالعناصر الثقيلة يمثل مشكلة حقيقية للبيئة نتيجة لطرح المصانع ومياه الصرف الصحي لمياهها غير المعالجة الى مصادر المياه ، كما ان انعدام الرقابة او ضعفها احيانا يجعل من تلوث المياه أمرا خطيرا يتعلق بالحياة عموما. لذلك من الضروري السعي للحد من هذه الملوثات فدأب الباحثون على تحضير مواد لتنقية المياه ومن بين هذه المواد الكربون المنشط<sup>(2)</sup>.

تم تحضير الكربون المنشط من مواد كاربونية ذات أصل حيوي مثل الفحم واللكنين والخشب وغيرها .وقد لاقت مخلفات المنتجات الزراعية اهتماما كبيرا ليس بسبب أحتوائها على نسبة عالية من الكربون فحسب وإنما لأنها تعد ملوثات صلبة للبيئة ايضا . وتركزت العمليات الاقتصادية على إنتقاء الخامات المتوفرة والرخيصة الثمن والمتجددة، وذات المحتوى اللاعضوي المنخفض ،وبينت الأبحاث على ان قشور الجوزيات واللوزيات ونوى الفاكهة والزيتون وقشور الرز وغيرها، كونها خامات واعدة لإنتاج الكربون المنشط ، ليس فقط من ناحية المتطلبات الاقتصادية ، وإنما لان محتواها من المواد اللاعضوية منخفض وتعطي كربون منشط ذو مساحة سطحية عالية وبنية مسامية<sup>(1)(3)(4)</sup>.

## 2.1. الكربون المنشط Activated carbon

يعد الكربون المنشط من الانواع الخاصة من الكربون وينتج بكميات قليلة مقارنة بالفحم الحجري وفحم الكوك واسود الكربون ، ويختلف الكربون المنشط قليلاً عن غيره من انواع الفحم من ناحية التركيب والمساحة السطحية الهائلة والتي تقترب من (300-2000)م<sup>2</sup>/غم<sup>(5)</sup> .

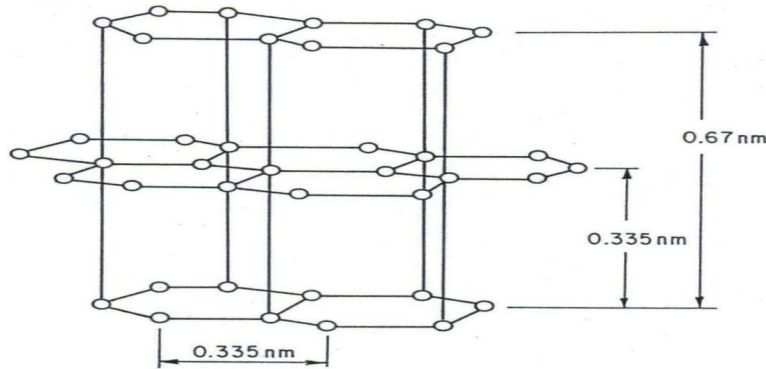
ويعرف الكربون المنشط بانه مادة بلورية على هيئة متبلمرة تعاني اثناء انتاجها خللاً في تركيبها البلوري ونقصاً في هيدروجينها ويؤدي هذا الخلل إلى ظهور مسامات غير مستقرة من ناحية محتواها من الطاقة أو الفعالية وتوجد هذه المسامات في الغالب على السطوح الخارجية لحبيبات الكربون المنشط وفي بعض الاحيان تكون داخلية ويفوق حجم هذه المسامات حجم مسامات انواع عديدة من الفحم الاعتيادي ونتيجة لذلك تزداد قدرته على الامتزاز<sup>(6)(7)(8)</sup> .

يختلف الكربون المنشط عن بقية المواد المسامية مثل السليكا جل والالومينا ببعض الصفات كاحتوائه على جميع انواع المسامات من الكبيرة التي يمكن ملاحظتها بسهولة وحتى الدقيقة التي تشترك في الامتزاز، فضلاً على الطبيعة غير القطبية للكربون المنشط التي تجعل الارتباط في عملية الامتزاز تعتمد إلى حد كبير على طبيعة التراكيب المسامية فيه كما يمتلك الكربون المنشط استقرارية كبيرة في الضوء والحرارة وعدد من العوامل المؤكسدة بسبب تراكيبه الجزيئية المعقدة<sup>(9)(10)(11)</sup> .

وعلى الرغم من الاختلافات الكبيرة بين الانواع المحضرة من الكربون المنشط من ناحية مساحته السطحية وفعالية وقابلية امتزازه للمواد الملوثة من محاليلها المائية أو الغازية، فانها تصنف بحسب المفهوم العام للكربون المنشط الى صنفين رئيسيين<sup>(12)</sup> هما: الكربون الحبيبي (Granular) ومسحوق الكربون (Powdered) ولكل من هذين النوعين مواصفاته واستخداماته الخاصة بالإضافة الى بعض الانواع الاخرى<sup>(13)</sup> .

### 3.1. شبكات الكربون المنشط Lattice of active carbon

الكربون عنصر فريد يمتلك اشكال مختلفة إعتقاداً على نوع التهجين .الكرافيت او الكربون الكرافيتي يتكون من حلقات كاربون سداسية مستوية مرتبطة مع بعضها بقوى فاندرفالز<sup>(14)</sup> . في عام 1950 درس فرانكلين تراكيب المواد الكربونية وشخص نوعين مختلفين من المواد الكربونية هما الكربون غير الكرافيتي و الكربون الكرافيتي وهذه الاختلافات في التركيب تكون واضحة في مرحلة مبكرة من عملية التفحيم ويمكن ان يكون السبب الرئيس إنها تتكون عند درجات حرارية مختلفة<sup>(15)(16)</sup> . اذا تحتوي المواد الخام على نسبة عالية من الهيدروجين ونسبة منخفضة من الاوكسجين تنتج كاربون كرافيتي خلال عملية التفحيم (الكربنة) تكون شبكيته البلورية اكثر انتظاما ومشابهة لبلورات الكرافيت وتكون بنية الكربون اضعف والروابط اضعف بين البلورات وأقل مسامية<sup>(17)</sup> . اما الكربون المنشط غير الكرافيتي يتكون من المواد الخام التي لها نسبة اوكسجين عالية ونسبة هيدروجين منخفضة، وتنتج تركيب مشابه لتركيب الكرافيت في خصائصه ، لكنه يمتلك شبكة بلورية مشوهة<sup>(18)</sup> . فيما يخص التركيب ، تكون فراغات الطبقات الداخلية في الكرافيت بحدود  $0.335\text{nm}$  . والكربون المنشط تركيب كرافيتي مشوه ،في النتيجة بسبب وجود الشوائب بالإضافة الى عمليات التنشيط تكون فراغات الطبقات الداخلية في الكربون المنشط تتراوح بين  $0.34-0.35\text{nm}$ <sup>(19)(20)</sup> . كما في الشكل (1-1).

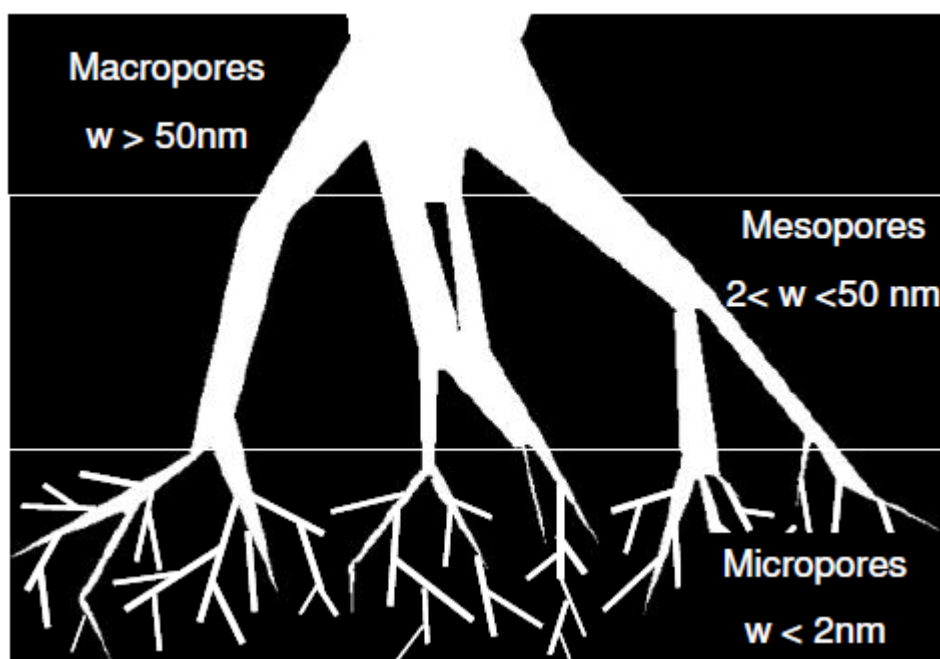


شكل (1-1) ابعاد الشبكية البلورية للكرافيت<sup>(20)</sup>

وقسمت التراكيب المسامية في الكربون المنشط الى ثلاث انواع اعتمادا على حجم المسام المتكون كما مبينة في الجدول (1-1).

جدول (1-1) يوضح انواع المسامات في الكربون المنشط<sup>(17)</sup>

| classification | Pore width(nm) |
|----------------|----------------|
| macropores     | $w > 50$       |
| mesopores      | $50 > w > 2$   |
| micropores     | $2 > w$        |



شكل (2-1) انواع التراكيب المسامية في الكربون المنشط<sup>(21)</sup>

## 4.1 التركيب الكيميائي للكاربون المنشط

### Chemical Structure of Active Carbon

التركيب الكيميائي له أهمية بالغة ، لأنه يؤثر على خصائص الامتزاز . حيث تتأثر قابلية الامتزاز بالتركيب الكيميائي لسطح الكاربون المنشط

هناك عدة أنواع من الكاربون المنشط لها خصائص إمتزازية مختلفة تجاه نفس المادة الممتزة بالرغم من ان لها خصائص متشابهة من مساحة سطحية وحجم مسام . كما ان الكاربون المنشط يحتوي على نوعين من المواد الكيميائية : مواد لاعضوية تتكون من الرماد والمواد المتبقية هي مواد عضوية ، وتشكل الجزء العضوي مع الكاربون ، وهذه المواد تشمل عناصر الاوكسجين والكبريت والهيدروجين ، وهذه المواد مشتقة من المادة الخام المتبقية في التركيب البلوري بسبب عملية التفحيم غير الكاملة . اما التركيب الكيميائي للكاربون المنشط فيمكن ان يشكل الكاربون بنسبة (85-90)% والاوكسجين بنسبة 5% والهيدروجين بنسبة (0.5)% والنايتروجين بنسبة (0.5)% والكبريت بنسبة 1% ويتبقى (5-6)% تعود للمكونات غير العضوية<sup>(22)(23)(24)</sup> . الكاربون المنشط يمكن ان يعرف بأنه شبكة ملتوية بسبب خلل في حلقات الكاربون المستوية وهذه الحلقات تربطها مجموعة جسور اليقاتية . وهنالك ذرات غير متجانسة داخل الشبكية البلورية واخرى توجد على المحيط من الحلقات المستوية . ان وجود هذه الذرات غير المتجانسة على سطح الكاربون المنشط لها أهمية ودور مفتاحي في السطح الكيميائي لانها تؤثر على خصائص الامتزاز، كما ان وجود أو غياب المجاميع على سطح الكاربون المنشط يؤثر على التداخلات بين السطح الماز والمادة الممتزة<sup>(25)(26)(27)</sup> .

## 5.1 المحتوى الأوكسجيني والمجاميع الفعالة للكاربون المنشط

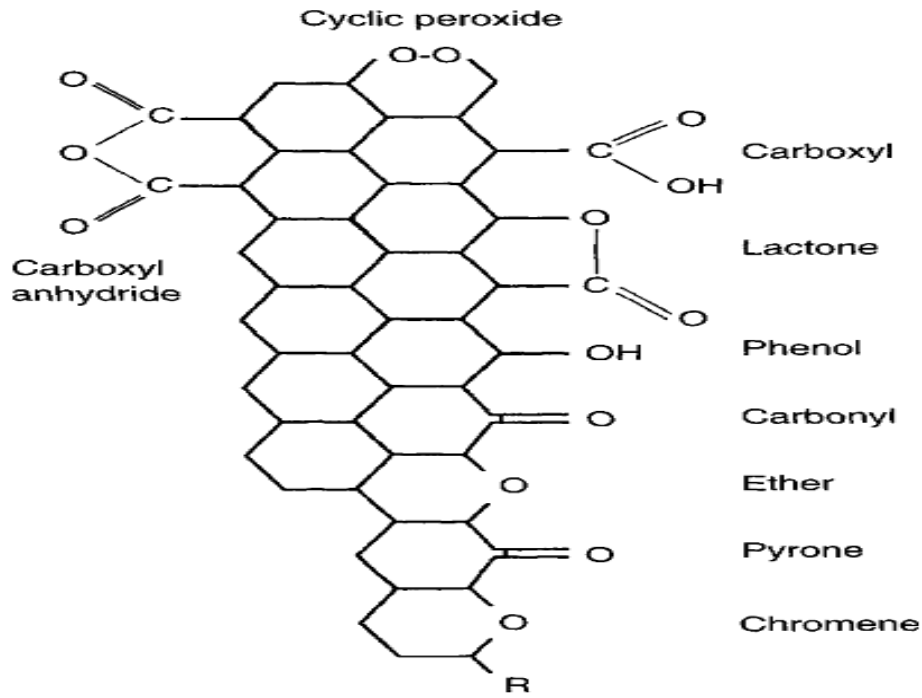
### Oxygen and Active functional Groups contents of Active Carbon

ان وجود ذرات غير متجانسة مثل الاوكسجين في الهيكل التركيبي للكاربون المنشط له دور في تغيير خصائص الامتزاز ، لأنها تحتوي على إلكترونات غير متاصرة ممكن ان ترتبط مع الهيكل الكاربوني للكاربون المنشط ، وبالتحديد عند الحافات من الحلقات السداسية المستوية ، لان ذرات الكاربون المتواجدة عند حافة الحلقات السداسية تكون غير مشبعة او غير متكافئة .

تؤثر المجاميع الاوكسجينية على خصائص السطح ، حيث تزيد من قطبية السطح ، لانها تزيد من الشحنات السالبة على السطح وهذا يؤدي الى زيادة مواقع الارتباط ومن ثم زيادة كمية المادة الممتازة <sup>(28)</sup>(21). اما المحتوى الاوكسجيني في المواد الخام فله تأثير هائل على إعادة ترتيب وحجم البلورات المتكونة في المواد المازة الكربونية. كما ان المواد التي تمتلك محتوى اوكسجيني عالٍ تتسبب بتكوين مسافات قصيرة بين طبقات الكرافيت المتوازية. كما ان خطوة عملية التفحيم ودرجة حرارة التفحيم تعتمد بشكل كبير على المحتوى الاوكسجيني في المواد الخام <sup>(29)</sup>(30). الكربون المنشط غير الكرافيتي يمتلك مساحة كبيرة نسبياً عند الحافات والتي لها ميل قوي للامتزاز الكيميائي <sup>(27)</sup>. الكربون المنشط يحتوي على نسبة اوكسجين تتراوح بين (1-25)% وكمية الاوكسجين هذه تتغير مع درجة حرارة التنشيط ، وبشكل عام فان زيادة درجة حرارة التنشيط يتسبب في هبوط نسبة الاوكسجين <sup>(23)</sup>. ان المجاميع الفعالة الشائعة التي تحتوي على الاوكسجين الموجودة على سطح الكربون المنشط تعطى بالشكل (1-3). تنشيط الكربون عند درجات حرارة منخفضة (200—500) مئوية ينتج عنه كربون ذو محتوى كربوني منخفض ، بينما التنشيط عند درجات حرارية عالية (800—1000) °C ينتج عنه كربون ذو محتوى كربوني عالٍ. كما يتضح ان المحتوى الكربوني المنخفض سوف يتحول الى سطح حامضي مؤكسد ويمكن ان يشمل مجاميع الفينولات والحوامض الكربوكسيلية واللاكتونات. المعالجة الكيميائية بواسطة المحاليل المائية الحاوية على عوامل مؤكسدة مثل البرمنكنات ، بيرسولفات ، بيروكسيد الهيدروجين ، حامض النتريك ، حامض الكبريتيك أيضاً تسبب تنشيط الكربون منتجة كربون له نفس خصائص الكربون ذو المحتوى الكربوني المنخفض. من الجانب الاخر الكربون ذو المحتوى الكربوني العالٍ سوف يتحول الى سطح قاعدي . والمجاميع الحامضية والقاعدية المتكونة على سطح الكربون المنشط هي التي تحدد الشحنة والطبيعة الكارهة للماء والكثافة الالكترونية لطبقات الكربون الكرافيتية. ان زيادة المجاميع الفعالة الحامضية على سطح الكربون تعزز الطبيعة المائية (المحبة للماء ) للكربون لأنها تحوي الكترولونات حرة ، وبالنتيجة تنخفض الفة المركبات العضوية غير القطبية ، وعلى العكس من ذلك تزداد سعة امتزاز الجزيئات القطبية . ومن جانب اخر فان المجاميع القاعدية تجعل سطح الكربون كارهاً للماء وتظهر بألفة قوية تجاه الجزيئات العضوية التي لا تذوب بشكل جيد في الماء.

عند تنشيط سطح الكربون بعوامل مؤكسدة مثل محلول همر وحامض النتريك نتوقع زيادة المجاميع الحامضية المؤكسدة على السطح بسبب تأكسد بعض المجاميع مثل الهيدروكسيل

الكحولية وتحولها الى مجاميع كاربونيل وايضا تأكسد مجاميع الكاربونيل في الالديهيدات الى حوامض كاربوكسيلية وهذا يزيد من الفة السطح لامتزاز الجزيئات القطبية . كما ان التنشيط بالعوامل المختزلة مثل كلوريد الخارصين وبوروهيدريد الصوديوم سيؤدي الى اختزال مجاميع الكاربونيل واللاكتون وتحولها الى مجاميع هيدروكسيل<sup>(27)(30)(31)</sup> .



شكل (3-1) المجاميع الاوكسجينية على سطح الكربون المنشط<sup>(17)(31)</sup>

## Production of active carbon

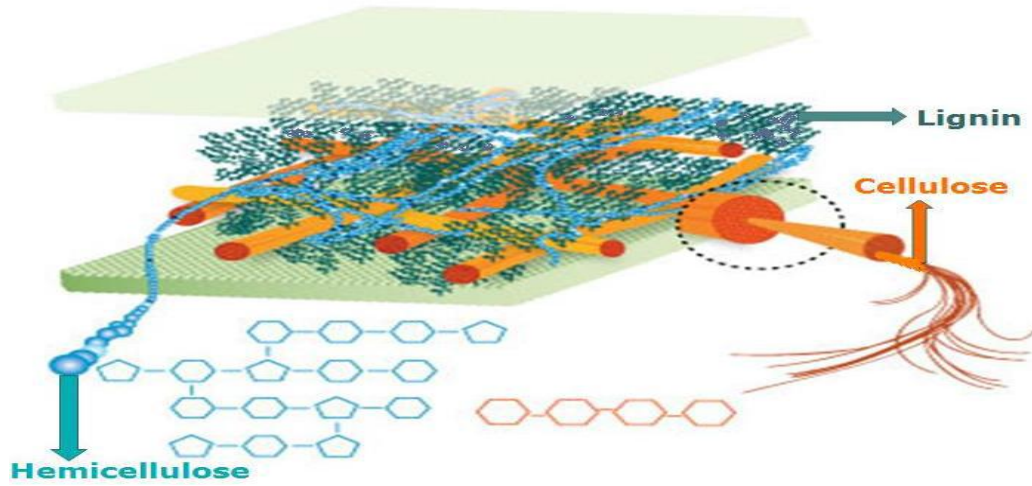
### 6.1. انتاج الكربون النشط

يمكن إنتاج الكربون المنشط من اي مخلفات كاربونية صلبة طبيعية كانت ام صناعية ، وهذه تشمل مخلفات المنتجات الزراعية والمواد النباتية المتفحمة او المتحللة مثل الفحم النباتية المتحجرة وانواع الفحم الاخرى والمواد ذات الاصل البوليمري مثل بولي كلوريد الفينيل (pvc) . هذا وقد أثبتت مخلفات المنتجات الزراعية (المواد اللكنوسيللوزية) انها خامات واعدة لانتاج الكربون المنشط لكونها متوفرة بأسعار زهيدة ومتجددة وتنتج فحماً فعالاً ذي ساعات امتزازية عالية ونسبة رماد منخفضة<sup>(32)(33)(34)</sup> .

## Raw material

## 7.1. المواد الخام

ان مصادر انتاج الكربون المنشط كثيرة ومتنوعة الا ان اهم جانب في اختيار المصدر هو الكلفة الاقتصادية والوفرة والمحتوى الكربوني للمادة الخام . ويمكن استخدام كثير من المصادر المتوفرة وغير المكلفة مثل الفحم الحجري ، النفط ، و بقايا ورقية ، و مواد خشبية ، واطارات قديمة ، ونواتج زراعية وصناعية وغيرها . وهناك مصادر استخدمت لإنتاج الكربون المنشط مثل قشور الرز ، ونوى الفاكهة ، وقشور جوز الهند ، وقشور البندق ، ونوى البمبر وغيرها بسبب وفرتها العالية وكلفتها القليلة<sup>(35)(36)(37)</sup>. ان اهم جزء في المواد الخام النباتية هو جدار الخلية حيث يتكون من مادة السيليلوز ومادة شبه السيليلوز ومادة اللكنين، وهذه المواد جميعها غنية بالكربون وتحتوي ايضاً على مواد معدنية وعضوية ، لكن بكميات قليلة تشكل مادة السيليلوز وشبه السيليلوز حوالي (70-90%) والمتبقي مادة اللكنين ، يرتبط السيليلوز والشبه السيليلوز بإحكام مع مادة اللكنين بواسطة الاواصر الهيدروجينية وبعض الاواصر التساهمية مبيّنة بالشكل(4-1)<sup>(38)(39)(40)</sup> .

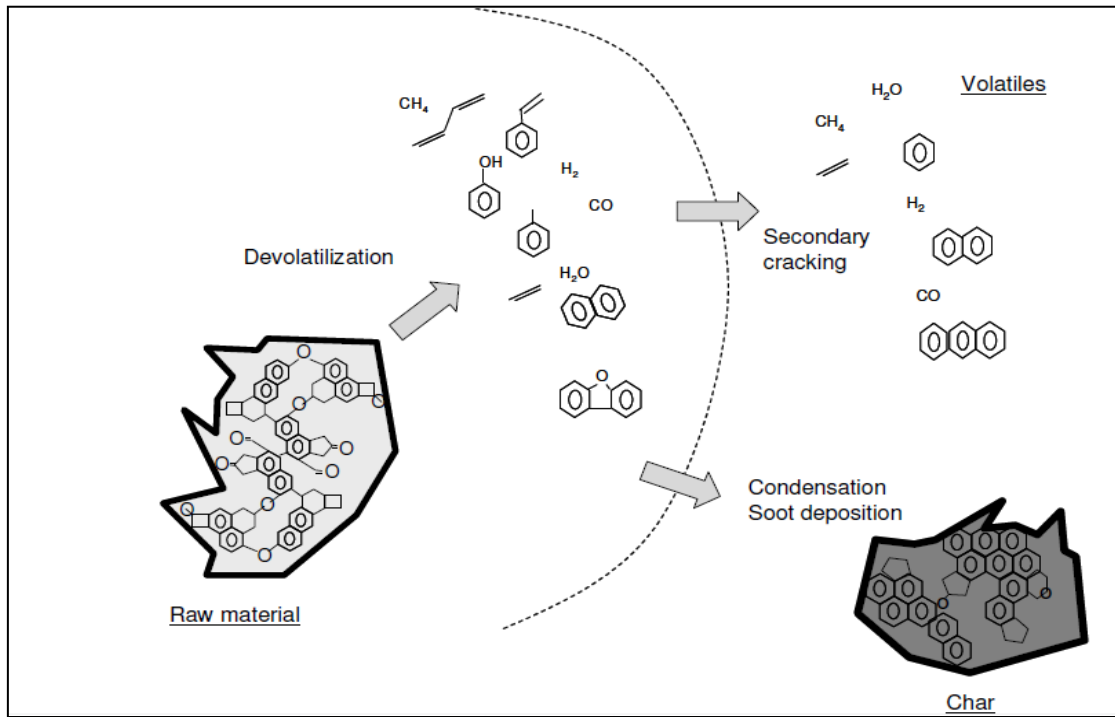


شكل (4-1) مكونات المادة الخام النباتية<sup>(39)</sup>

مادة السيليلوز تكون بشكل الياف مايكروية وتمتلك تراكيب قوية بسبب الاواصر الهيدروجينية ، اما المادة شبه السيليلوزية لها تركيب متفرع ومصفوفة ولا تمتلك تركيب بلوري وغير متجانسة وتركيبها ضعيف وترتبط على سطح المادة السيليلوزية ، من جانب اخر مادة اللكنين تكون بوليمرية وشكلها غير بلوري وترتبط تساهمياً مع جزيئات المادة شبه السيليلوزية<sup>(37) (41) (42)</sup> .

### 1.7.1. التحلل الحراري (pyrolysis)

التفحيم أو التحلل الحراري هو عملية تحول المواد الخام العضوية بواسطة التحلل الحراري (التسخين) إلى عدة نواتج مثل الفحم والقطران والغازات. يتم الحصول على الكربون من التحلل الحراري للمواد عالية المحتوى الكربوني والتي يمكن أن تكون مناسبة لإنتاج الكربون المنشط أما القطران فهو مزيج من مواد عضوية وماء وتتضمن الغازات نواتج ذات أوزان جزيئية واطنة مثل الماء وثنائي أكسيد الكربون وأحادي أكسيد الكربون والميثان والإيثان وغيرها (27) (44) (43).



شكل (5-1) مراحل عملية التفحيم (27)

خلال عملية التحلل الحراري للمواد الخام تحدث عدة تفاعلات معقدة بسبب التراكيب غير المتجانسة للمواد اللكنوسيليلوزية مثل انتزاع الماء بعملية البرتنة وتكوين أواصر مزدوجة، وتصدع في الشبكة البلورية، و آيزومرية، وانتزاع الهيدروجين، و تحولق مثل تفاعل ديلز-الدر، وتحدث إعادة ترتيب للمواد الخام. وفقاً للميكانيكية المقترحة النواتج الأولية من تطاير الغازات والابخرة من التركيب الأساسي تتكون عدة جذور حرة والتي يمكن أن تتفاعل مع نفسها أو مع مواد أخرى وفقاً لظروف العملية أما النواتج الثانوية يمكن أن تتكون من تفاعل النواتج الأولية بعد استقرارها كما في الشكل (5-1) (27) (45). عملية التحلل الحراري حساسة لبعض

الظروف مثل درجة الحرارة ، وسرعة التسخين ، و الضغط ، و جوالفرن ، و الوقت ، و تركيب المفاعل .

وفقاً الى سرع التسخين المستخدمة في عملية التحلل الحراري عندما تكون سرعة التسخين عالية مع وقت قصير تؤدي الى تكوين نواتج سائلة وغازية ، بهذه الطريقة يمكن ان تنتج حصىلة 70 % من نواتج القطران. من جانب اخر ان سرعة التسخين البطيئة تسبب تناقص في النواتج الغازية والسائلة بينما تعطي اكبر حصىلة من الفحم . سرعة التسخين البطيئة مفضلة لإنتاج الكربون المنشط <sup>(45)(46)</sup>، و يكون الناتج النهائي هو الفحم الذي يتكون من بلورات مرتبة بشكل غير نظامي بسبب بقاء فجوات حرة بين البلورات نتيجة تطاير مواد القطران وانحلالها مؤدية الى تشوه التركيب الكربوني ويحتوي ايضاً على تراكيب اكثر اروماتية ومسامية وله محتوى كربوني اعلى من المواد الخام . على الرغم من امتلاك الكربون المنشط محتوى عالي من الكربون، الا انه غير كاف لعمليات الامتزاز . التخلص من القطران يمكن ان يتم بتنشيط جزئي في جو خامل او بالاستخلاص او غيرها <sup>(47)(48)(49)</sup>.

### 2.7.1. التنشيط (Activation)

يُعبّر التنشيط عن العمليات والاجراءات المتخذة للحصول على مواد ذات ميكرومسامية عالية من المواد المنخفضة المسامية <sup>(50)(51)</sup>. اي ان الهدف من عملية التنشيط هو تعزيز حجم المسام وتوسيع اقطاره التي تنشأ اثناء عملية التفحيم ، بالإضافة الى تشكيل مسام جديدة . هذا وتحدد بنية المسام بصورة كبيرة بحسب طبيعة المادة الخام المستعملة ووقت تفحيمها . ويؤدي التنشيط في مرحلته الاولى الى حذف ذرات الفحم غير المنتظمة ويعرض الصفائح الاروماتية الى فعل عامل التنشيط ، ويقود الى تطور البنية المايكرومسامية . وفي مرحلة لاحقة من التفاعل يكون التأثير المهم هو توسيع المسام الموجودة أصلاً او تشكل مسام واسعة الحجم بالحرق التام للجدران بين المسام المتجاورة وهذا يزيد من الميزومسامية بينما ينقص من حجم المسام الدقيقة . تنشأ المسامية الدقيقة في الفحم المسامي من اعتبارين بنيويين هما الحجم الصغير لبلورات الهياكل شبه الكرافيتية وقصور التشكيل البلوري <sup>(30)</sup>، وبالرغم من ان الالية الدقيقة لعملية التنشيط لم تعرف بشكل كامل ، أنه يمكن تصورها على إنها تأثير متبادل بين كاشف التنشيط وذرات الفحم التي تشكل البنية لناتج التفحيم الوسطي وتختلف ذرات الفحم عن بعضها البعض في فعاليتها معتمدة على ترتيبها الفراغي . فمثلا ذرات الفحم المتموضعة على أطراف ومحيط الصفائح الاروماتية او تلك المتموضعة في مراكز الخلل أو غير متموضعة تكون حاوية على

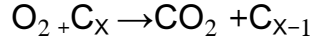
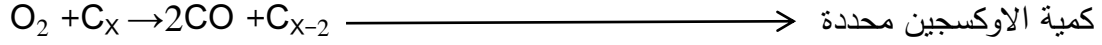
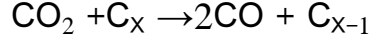
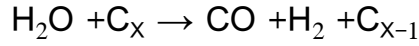
إلكترونات فردية (جذور حرة) أو حاوية على فراغات وتكون عالية الطاقة ، ومن ثم فإن هذه الذرات تكون أكثر فعالية ، وتمتلك ميل كبير لتشكيل مركبات سطحية بالأكسدة<sup>(52)(43)</sup> .

تقسم الطرائق الأكثر شيوعاً والمستخدمه في التنشيط الى طريقتين رئيسيتين هما التنشيط الكيميائي والتنشيط الفيزيائي<sup>(53)(54)(55)</sup> . لاقى التنشيط الكيميائي حديثاً اهتماماً كبيراً لما يتميز به من بعض المحاسن المهمة عن التنشيط الفيزيائي مثل : ان خطوة المعالجة الحرارية تتطلب زمناً اقل ودرجات حرارة منخفضة ، وتنتج فحوماً فعالة ذات مساحة سطحية اعلى ومتحكم بتوزيع حجم المسام الدقيق ، والمحتوى الكربوني اعلى من التنشيط الفيزيائي وغيرها<sup>(56)(51)(57)(58)</sup> .

## physical activation

### 1.2.7.1. التنشيط الفيزيائي

التنشيط الفيزيائي ويعرف أيضاً بالتنشيط الحراري أو التنشيط الغازي ، بسبب المعالجة الحرارية بدرجات حرارة عالية تصل الى 900 درجة مئوية واستخدام غازات مؤكسدة في عملية التنشيط<sup>(59)</sup> . التنشيط الفيزيائي يتم بخطوتين تتضمن خطوة تفحيم المواد الخام وتتبعها خطوة التنشيط . تستخدم الغازات كعوامل منشطة وبشكل رئيسي بخار الماء وثنائي اوكسيد الكربون أو مزيج منهما . تتضمن الخطوة الاولى التفحيم ( الكربنة ) احتراق المادة الخام بدرجة منخفضة اقل من 10% وزناً حيث يتشوه الهيكل الكربوني وتتغلق المسامات بين البلورات المتكونة ثم يحذف الكربون المشوه وتصبح البلورات السطحية جاهزة للارتباط مع الغازات المؤكسدة وفي هذه الخطوة تغادر اكثر المواد العضوية المتطايرة من التركيب الكربوني مكونة مسامات في الشبكة البلورية للكربون . بعدها تتم خطوة التنشيط بالبخار أو ثنائي اوكسيد الكربون ويحدث التنشيط عند درجات حرارة (800-1000°C) ويجب في هذه الخطوة السيطرة على درجة الحرارة ، لان درجة الحرارة المنخفضة تؤثر سلباً على ميكانيكية التفاعل ، لأنها تفاعلات ماصة للحرارة ، كما ان عدم السيطرة على درجة الحرارة العالية تسبب تفاعلات يصعب السيطرة عليها وفي هذه الحالة تحدث التفاعلات على السطح الخارجي للكربون<sup>(60)(30)(61)</sup> . التفاعلات الماصة للحرارة خلال عملية التنشيط مع البخار وثنائي اوكسيد الكربون والاكسجين مبينة بالتفاعلات التالية<sup>(62)</sup>



## Chemical Activation

### 2.2.7.1. التنشيط الكيميائي

يفضل استخدام التنشيط الكيميائي عندما تكون المادة الخام من أصل نباتي <sup>(63)(64)(1)(65)</sup>. وفي هذه الحالة يتم نقع المادة الخام المجروشة او المقطعة في محلول لكاشف التنشيط مع الخلط والعجن ، وتترك فترة من الزمن تؤدي هذه العملية الى تفسخ المادة الخام السيللوزية ، تؤخذ المادة المنقوعة وتحلل حرارياً إما بعد الترشيح او بعد التجفيف التام <sup>(33)(66)(67)</sup>. بمعزل عن الهواء في فرن مناسب في مدى حراري ( 400—800 ) درجة مئوية تبعاً لكاشف التنشيط المستخدم لكونه نازع للماء من المادة الخام ، ويمنع تشكل القطران وغيرها ، ويزيد من المحتوى الكربوني للكربون الناتج . ثم تبرد النواتج وتغسل جيداً للتخلص من الكاشف . ونتيجة لهذا فإنها تسهل عملية التفحيم وتشكيل الحلقات الاروماتية لهيكل الفحم وتكون البنية المسامية . يُعد كلوريد الزنك وحامض الفسفور من اكثر الكواشف المنشطة المستخدمة صناعياً ومختبرياً <sup>(51)(33)</sup> <sup>(28)(68)</sup>.

بينت الدراسات التي قامت على تنشيط المخلفات الزراعية والاشخاب المختلفة بكلوريد الزنك ان العوامل الرئيسية التي تتحكم في تطوير المسامية للكربون المنشط الناتج هي نسبة اللكنين اسيللوز في المادة الخام ، ونسبة النقع ، ودرجة حرارة المعالجة ، ومعدل التسخين <sup>(53)</sup> وتكون درجة الحرارة المثالية للتفحيم هي  $500\text{—}600^\circ\text{C}$  <sup>(67)(53)(21)</sup>. اما عند استخدام حامض الفسفور فتكون درجة الحرارة المثلى للتفحيم هي  $400\text{—}500^\circ\text{C}$  لكثير من المخلفات الزراعية مثل نوى المشمش وقشور جوز الهند ونوى الكرز وجذوع القطن . ويمتاز التنشيط بحامض الفسفور بأنه موفر للطاقة والوقت ، اذ يتم التفحيم عند درجات حرارة منخفضة  $400\text{—}500^\circ\text{C}$  ويعطي ناتجاً عالي المحتوى الكربوني ، ويمكن استرجاع اكثر الكاشف بعد انتهاء عملية التنشيط . ويفضل على كلوريد الزنك لان مركبات الزنك تسبب مشاكل تلوث بيئية .

استخدمت كواشف اخرى ايضاً مثل حامض الكبريت (69)(58) وهيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد البوتاسيوم (52)(64) وكاربونات البوتاسيوم وغيرها (32)(45)(57)(53)(58).

## 8.1 الامتزاز: Adsorption defining and types

### 1.8.1 تعريفه وأنواعه:

الامتزاز هو عبارة عن ظاهرة ناتجة عن قوى الترابط الناشئة بين جزيئات او ذرات او ايونات مادة معينة يطلق عليها المادة الممتزة و سطح صلب مسامي يطلق عليه المادة المازة وتعتمد درجة الامتزاز على العلاقة بين المساحة السطحية للمادة المازة وطبيعة وحجم المادة الممتزة. وتمتلك عدد من المواد المتوفرة تجارياً مواصفات تؤهلها للاستخدام كماد مازة جيدة مثل الفحم المنشط والسليكا جيل والالومينا المنشطة والمناخل الجزيئية وانواع معينة من الاطيان<sup>(41)</sup>. وتسمى العملية المعاكسة للامتزاز بالابتزاز، وتتضمن انفصال المادة الممتزة عن السطح الماز ويتطلب ذلك ارجاع الطاقة المتحررة الى النظام<sup>(41)</sup>. ويكون الامتزاز عادة مصحوباً بتغير في الطاقة الحرة للسطح ( $\Delta G$ ) الذي يحدث عليه الامتزاز، كما يرافقه نقص في الانتروبي ( $\Delta S$ ) لان الجزيئات التي تعاني امتزازاً تصبح مقيدة بسبب ارتباطها بالسطح الماز وبذلك تفقد بعض درجات حررتها قياساً بالحالة التي كانت عليها قبل الامتزاز، ويترتب على تناقص الطاقة الحرة والانتروبي في وقت واحد نقصان في المحتوى الحراري (الانتالبي) ( $\Delta H$  Heat content) حسب العلاقة التالية:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad \dots\dots\dots(1-1)$$

ويمكن للامتزاز أن يحدث بين جزيئات المادة المازة والممتزة بغض النظر عن طبيعة الطور الذي توجد فيه هذه المواد كأن تكون حالات الامتزاز ما بين الطور الصلب-السائل أو الصلب-الغاز. وقد يقتصر الامتزاز على تكوين طبقة جزيئية واحدة على سطح المادة المازة وتسمى هذه الظاهرة بالامتزاز احادي الجزيئية ، وقد يشمل الامتزاز احياناً تكون عدة طبقات جزيئية على السطح الماز، ويسمى بالامتزاز متعدد الجزيئات<sup>(70)(71)</sup>.

## Types of Adsorption

## 2.8.1 أنواع الامتزاز

يمكن تصنيف الامتزاز استناداً إلى نوع الارتباط بين الجزيئات أو الذرات أو الايونات الممتزة مع سطح المادة المازة والحرارة التي تصاحب عملية الامتزاز الى قسمين :

### 1.2.8.1. الامتزاز الفيزيائي Physical Adsorption

يحدث هذا النوع من الامتزاز على سطوح بعض المواد الخاملة بسبب تشبع ذراتها الكترونيًا، وذلك نتيجة للأواصر التي ترتبط بها تلك الذرات مع الذرات المجاورة للمادة نفسها، ويتم الامتزاز على مثل هذه السطوح من خلال قوى التجاذب الطبيعي أو ما يسمى بقوى فاندرفالز (Vander Walls Forces) ويغلب هذا النوع من الامتزاز في حالة الانظمة غير القطبية. ومما يميز هذا النوع من الامتزاز المحتوى الحراري الذي يقدر بأقل من 40 كيلوجول/مول<sup>(72)</sup>. لذلك فان طاقة تنشيطه واطئة ويحدث بكفاءة عند درجات الحرارة الاعتيادية ، ويمكن ان يكون بشكل احادي او متعدد الطبقات وهو غير انتقائي ويشبه عملية تكاثف الابخرة<sup>(71)(73)(74)</sup>.

### 2.2.8.1. الامتزاز الكيميائي: Chemical Adsorption

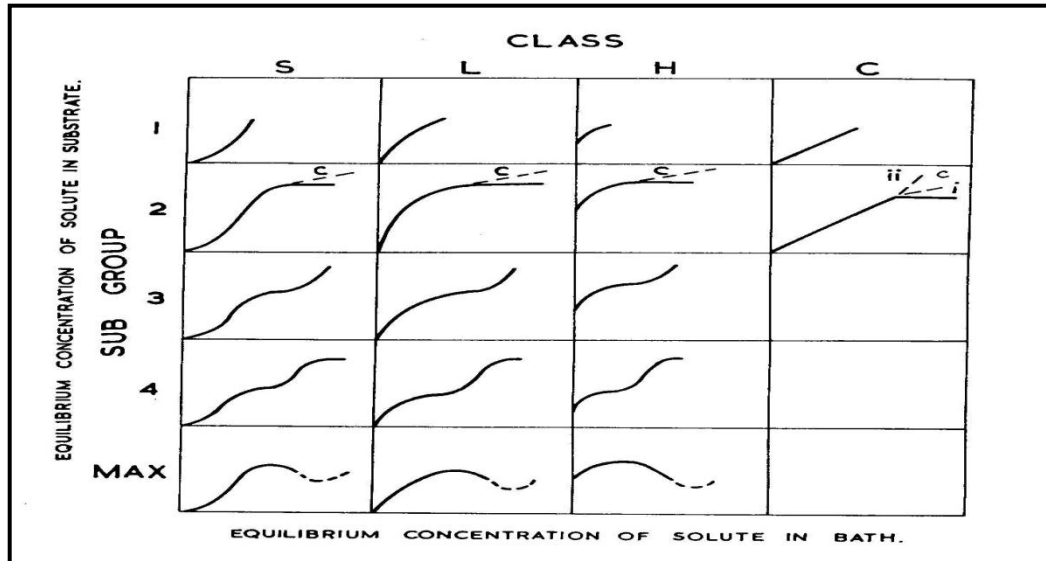
يحدث هذا النوع من الامتزاز على السطوح النشطة غير المشبعة الكترونياً ، إذ تميل هذه السطوح إلى تكوين اواصر تساهمية مع المواد الممتزة. وتحدث هذه العملية بصورة كبيرة على سطوح المواد الصلبة<sup>(71)</sup>. ويعد هذا النوع من الامتزاز، الخطوة الاولى في التفاعل الكيميائي لذا فانه يحتاج إلى طاقة تنشيط عالية. إن حرارة هذا النوع من الامتزاز اكبر بكثير من حرارة الامتزاز الفيزيائي إذ تكون اكبر من  $(80 \text{ kJ.mol}^{-1})$ <sup>(75)</sup>. ويمتاز بالانتقائية العالية<sup>(73)</sup> فهو يحدث على سطح معين فقط عند توافر الظروف المناسبة من ضغط ودرجة الحرارة ويكون هذا النوع من الامتزاز احادي الطبقة<sup>(74)</sup> ، ومن الامثلة على هذا الامتزاز، هو امتزاز كلوريد الهيدروجين على سطح الحديد وامتزاز الاوكسجين على سطح الكربون المنشط.

### 3.8.1. العوامل المؤثرة في الامتزاز:

تتأثر عملية الامتزاز بعدد من العوامل المهمة التي تحدد كمية المادة الممتزة على السطح مثل تركيز المادة الممتزة<sup>(76)</sup> ، درجة الحرارة<sup>(74)</sup> ، خواص المادة الممتزة ، طبيعة السطح الماز<sup>(77)</sup> ، الدالة الحامضية<sup>(78)</sup> ، تأثير المذيب<sup>(79)</sup> ، الشدة الايونية<sup>(80)</sup>.

#### 4.8.1. ايزوثيرمات الامتزاز:

توصف بيانات الامتزاز عادة عند درجة حرارة معينة رياضياً باستخدام بعض العلاقات المعروفة بالايزوثيرمات. البعض من هذه العلاقات الرياضية ذات اساس نظري بحت. في حين يعتمد البعض الاخر على بعض البيانات العملية. وغالباً تستخدم هذه الايزوثيرمات ويتم تطويعها لوصف نظام امتزاز معين لدراسة طبيعة العلاقة بين المواد الممتزة والسطح المازيمثل ايزوثيرم الامتزاز العلاقة بين كمية المادة الممتزة على سطح ما وضغط أو تركيز المادة الممتزة عند الاتزان عند درجة حرارة معينة. وهناك اشكال عديدة من ايزوثيرمات الامتزاز منها ما يكون بشكل معادلات بسيطة فيما يحتوي البعض الاخر على عدد كبير من المتغيرات<sup>(81)</sup>. وقد استخدمت معادلات الايزوثيرمات في الحصول على قيم الدوال الثيرموداينميكية الخاصة بعملية الامتزاز وعلى معلومات أخرى ذات علاقة بتوجه الجزئيات الممتزة وعدد الطبقات وغير ذلك من المعلومات. وصنفت<sup>(71)</sup> <sup>(81)</sup> الايزوثيرمات المختلفة بالاعتماد على شكل أو هيئة المقاطع الابتدائية لها كما في الشكل (6-1). واعطيت هذه التصنيفات رموزاً مثل S, L, H, C, ، إذ يتخذ الايزوثيرم من صنف S شكل حرف S (S.Shape) ويكون فيه توجه الجزئيات الممتزة على السطح مائلاً أو عمودياً فيما يكون الايزوثيرم من الصنف (L) خاص بنوع لانكمير (Langmuir) ويكون خاصا توجه الجزئيات على السطح الماز فيه افقياً ويمثل الصنف (H) نظم الامتزاز التي تميل فيها المادة الممتزة للانجذاب الشديد على السطح ( High Adsorption Affinity)<sup>(82)(83)</sup>.



شكل (6-1) تصنيف GILES لأنواع ايزوثيرمات الامتزاز

ويلاحظ هذا النوع من الايزوثيرمات في المحاليل المخففة جداً كما يمثل امتزاز جزئيات كبيرة جداً مثل البوليمرات وغيرها. أما الصنف (C) فانه يشير إلى وجود ثابت توزيع Constant Partition بين المادة الممتزة من جهة والمحلل والسطح الماز من جهة أخرى. وهو يعطي دلالة على احتمالية عالية لحدوث الامتزاز الكيميائي. ويعتمد اختبار معادلة الايزوثيرم في أي تطبيق على طبيعة نظام الامتزاز وعدد المكونات الممتزة فضلاً عن الظروف العملية للنظام قيد الدراسة. وفي هذه الدراسة تم استخدام أنموذجين من الايزوثيرمات احدهما لفريندلش (Freundlich) والآخر لانكمير (Langmuir) لوصف العلاقة بين العناصر الثقيلة وسطح المواد المازة قيد الدراسة.

#### 1.4.8.1. ايزوثيرم فريندلش:

تعد معادلة فريندلش من اهم الايزوثيرمات المستعملة بنجاح في حالة الامتزاز من المحلول. ويفترض هذا النموذج أن سطح المادة المازة غير متجانس ، بسبب عدم انتظام تغييرات الطاقة الكامنة عليها وذلك لامتلاك مواقع الامتزاز مستويات متباينة من الطاقة<sup>(84)</sup> . وكذلك فان الامتزاز لا يصل إلى حالة التشبع (أي لا يصل إلى حالة قصوى) ويعبر عن معادلة فريندلش بالعلاقة الخطية الآتية:

$$\log q_{eq} = \log K_1 + 1/n \log C_{eq} \dots \dots \dots (2-1)$$

حيث تمثل قيم K و n ثابتا فريندلش، وتعتمد قيمتهما على طبيعة كل من المادة الممتزة والسطح الماز ودرجة الحرارة . فيما تمثل قيمة  $q_{eq}$  كمية المادة الممتزة (ملغرام لكل غرام من المادة المازة) و  $C_{eq}$  تركيز المادة غير الممتزة (الحررة) عند الاتزان ( $mg.liter^{-1}$ ). ويعطي رسم العلاقة بين  $\log q_{eq}$  مقابل  $\log C_{eq}$  خطأ مستقيماً بميل  $(1/n)$  الذي يمثل مقياساً لشدة الامتزاز وبمقطع مقداره  $\log K$  الذي يكون دالة لسعة الامتزاز.

#### 2.4.8.1. ايزوثيرم لانكمير:

يفترض نموذج لانكمير أن الجزيئات تمتز على عدد ثابت من الفجوات المعروفة جيداً على سطح المادة المازة، هذه الفجوات تكون متكافئة الطاقةً. وكل فجوة يمكن أن تحمل جزيئة ممتزة واحدة فقط. وان الجزيئات الممتزة على السطح لا تتداخل مع بعضها ولا مع الجزيئات الاخرى الموجودة في المحاليل. وبذلك فان طبقة واحدة من الجزيئات الممتزة سوف تتشكل على سطح

المادة المازة. وحسب هذا النموذج فان عملية الامتزاز تكون سريعة في البداية ثم تبدأ بالثبات تدريجياً بسبب حدوث عملية الامتزاز (عودة الجزيئات الممتزة من السطح إلى المحلول) ثم يصل الامتزاز إلى حالة التوازن عندما تتساوى سرعة حدوث عمليتي الامتزاز والابتزاز بمعنى اخر يستخدم ايزوثيرم لانكمير لتوضيح مدى تغطية السطح الماز عن طريق الموازنة بين معدل السرعة النسبي لعملية الامتزاز وعملية تحرر الجزيئات الممتزة<sup>(76)</sup> من السطح. وتتناسب كمية المادة الممتزة مع جزء السطح المعرض لعملية الامتزاز في حين تتناسب كمية الجزيئات العائدة إلى المحلول مع الجزء المغطى من السطح.

ويمثل ايزوثيرم لانكمير رياضياً بالمعادلة التالية:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{Q_m * b} + \frac{C_e}{Q_m} \dots \dots \dots (3 - 1)$$

إذ أن (b) هي ثابت ايزوثيرم لانكمير ( $\text{liter.mg}^{-1}$ ) وله علاقة بطاقة الامتزاز وتمثل  $Q_m$  السعة القصوى للامتزاز للمادة المازة (ملغرام من المادة الممتزة لكل غرام من المادة المازة الصلبة) و  $C_{eq}$  و  $q_{eq}$  وهما معرفتان سابقاً. ويمكن حساب قيم  $b$  ,  $Q$  من رسم العلاقة الخطية بين  $C_{eq}/q_{eq}$  مقابل  $C_{eq}$  التي تعطي ميلاً مقداره  $(1/Q_m)$  وبمقطع  $1/b$ .

## 9.1 الابحاث السابقة:

وحضر ( Selhan karagoz and Suat,2008 ) الكربون المنشط من النفايات بطريقة التنشيط الكيميائية باستخدام حامض الكبريتيك المركز و تم التنشيط عند درجة حرارة  $600^{\circ}\text{C}$  وفي جو من النايتروجين لمدة ساعتين. درست الخواص الامتزازية للكربون الناتج بامتزاز صبغة المثلين الزرقاء كما تم تحديد الظروف المثالية للامتزاز حيث كان افضل pH هو 6 وزمن توازن 1440 دقيقة ودرجة حرارة درجة مئوية 25 الثرموديناميكية وطابقت ايزوثيرم لانكمير<sup>(90)</sup>

درس (Hyundoc et.al,2008) امتزاز عنصر الزرنيخ على سطح الكربون المنشط المحور لمعرفة ميكانيكية الامتزاز وايزوثيرم الامتزاز حيث اثبتت النتائج ان عملية الامتزاز تخضع لميكانيكية المرتبة الثانية -الكاذبة وتتطابق مع ايزوثيرم لانكمير<sup>(92)</sup>

حضر ( xiao and yue mei zhu,2010 ) الكربون المنشط من بقايا الالياف الخشبية بواسطة طريقة التنشيط الكيميائي باستخدام كاربونات الكالسيوم  $K_2CO_3$  كعامل منشط بنسبة 50٪ وتم التنشيط عند درجة حرارة  $800^\circ C$  لمدة ساعة واحدة . كما تم دراسة سعة الامتزاز للكربون المحضر بامتزاز الفينول وعينت الظروف المثالية للامتزاز حيث بلغ زمن التوازن 120 دقيقة وتركيز 250 ملغم/لتر وكانت اعلى كمية تم امتزازها 208 ملغم/غم وطبقت النتائج على ايزوثيرمات لانكمير وفراندلش حيث تطابق ايزوثيرم لانكمير كما كانت الميكانيكية من نوع الرتبة الثانية -الكاذبة<sup>(89)</sup>

ودرس (V.Balakrishnan et.al,2010) ميكانيكية امتزاز عنصر النحاس Cu من محاليله المائية على سطح الكربون المنشط المحضر بطريقة التنشيط الكيميائية باستخدام حامض الكبريتيك بنسبة 1:1 وبدرجة حرارة حرق  $500^\circ C$  ولمدة 12 ساعة وشخص سطح الكربون الناتج بتقنية SEM,XRD,FTIR قبل وبعد الامتزاز حيث تطابقت النتائج مع ايزوثيرم لانكمير ومرتبة ثانية- كاذبة كما تم حساب الدوال الثرموديناميكية<sup>(94)</sup> .

ايضاً حضر ( Fathy et.al,2012 ) الكربون المنشط من القصب بطريقة التنشيط الكيميائية باستخدام حامض الفسفوريك  $H_3PO_4$  بنسبة 50٪ v/v كعامل منشط عند درجات حرارة مختلفة  $(400,450,500)^\circ C$  ولمدة ساعتين . تم دراسة خصائص النماذج المحضرة بتقنية SEM,FTIR,BET ، كما تم دراسة سعة الامتزاز للنماذج المحضرة بامتزاز مادة بارا-نايتروفينول ( PNP ) وتم تعيين درجة الحرارة المثالية للامتزاز حيث بلغت  $40^\circ C$  وافضل نموذج كاربون هو المحضر عند درجة حرارة  $400^\circ C$  حيث اعطى اعلى مردود كاربوني وطبقت النتائج على ايزوثيرمات لانكمير وفراندلج وكانت مطابقة لآيزوثيرم لانكمير متبعثاً ميكانيكية حركية من نوع الرتبة الثانية-الكاذبة<sup>(34)</sup> .

ودرس (Nehdi jahngiri,2012) وجماعته امتزاز ابخرة المواد العضوية على سطح الكربون المنشط المحضر من قشور الجوز بطريقة التنشيط الكيميائية باستخدام KOH بنسبة 1:7 كعامل منشط . كما تم تشخيص خصائص الكربون الناتج بتقنية BET,SEM وعند درجة حرارة  $700^\circ C$  وكانت المساحة السطحية حسب قياس BET  $737 m^2/g$  حيث كانت قيم الامتزاز ( 64.9 , 64.7 , 64.8 , 57.6 , 43.4 ) لكل من البنزين ، تولوين ، اورثو زايلين ، ميتا زايلين ، بارا زايلين على التوالي<sup>(67)</sup>

وحضر ( Hesas et.al,2013 ) الكربون المنشط من قشور ولب التفاح بواسطة تنشيط المادة الخام في حامض الفسفوريك بنسبة 85٪ ثم تعريضه لجرعات مختلفة من الاشعاع

الميكروني و لأوقات مختلفة وتم تشخيص خواص الكربون المنشط الناتج بتقنية BET,FTIR,SEM وظهرت الفحوصات ان الكربون يمتلك مساحة سطحية عالية ومسام متطورة كما تبين ان جرعة الاشعاع وزمن التعريض له دور في خصائص الكربون الناتج حيث ان سعة الامتزاز تتأثر بشكل كبير بمقدار الاشعاع المسلط والوقت بسبب الاختلاف في انتقال كمية الحرارة كما اعطى فحص امتزاز النتروجين مساحة سطحية 1552 م<sup>2</sup>/غم لقشور التفاح و1103 م<sup>2</sup>/غم الى لب التفاح<sup>(87)</sup>.

ودرس ( Joshi *et.al*,2013 ) الكربون المنشط المحضر من مادة ( lapsi seed ) بواسطة الطريقة الكيميائية باستخدام عدة كواشف KOH,H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,FeCl<sub>3</sub>,MgCl<sub>2</sub>,CaCl<sub>2</sub> بدرجة حرارة 400°C وتحت جو من النايتروجين ، تم تشخيص خصائص الكربون الناتج باستخدام تقنية SEM,FTIR وتم دراسة خصائص الامتزاز للنماذج المحضرة واثبت ان الكربون الناتج من التنشيط بواسطة هيدروكسيد البوتاسيوم KOH افضلها<sup>(58)</sup>.

وحضر ( Mahmoudi *et.al*,2014 ) ،الكربون المنشط من نوى التمر بطريقة التنشيط الكيميائي باستخدام كلوريد الزنك (ZnCl<sub>2</sub>) كعامل منشط بنسبة (2:1) wt/wt باستخدام درجة حرارة 400°C ولمدة ساعتين ، كما تم دراسة الكربون المنشط الناتج باستخدام تقنيات SEM,BET,FTIR حيث اظهرت نتائج ال BET ان المساحة السطحية النوعية 1380 م<sup>2</sup>/غم وبلغ حجم المسام 0.9 سم<sup>3</sup>/غم والتركيب المسامي للكربون المنشط شكل 50٪ منه المايكرومسام كما تم دراسة خصائص الامتزاز للكربون بامتزاز صبغة المثل البرتقالي من محاليلها المائية وملاحظة تأثير بعض العوامل مثل pH الوسط ،زمن التوازن ، والتركيز الاولي للصبغة ، كما تم تطبيق النتائج على ايزوثيرمات لانكمير وفراندلش حيث تطابقت النتائج على ايزوثيرم لانكمير<sup>(33)</sup>.

وحضر ( EL-Waki *et.al*,2015 ) الكربون المنشط من نبات البردي بواسطة التنشيط الكيميائي حيث تم معالجة النبات اولاً بكاشف EDTA 0.036 مولاري بعدها تم معالجة المواد الخام مع حامض الكبريتيك وزن/وزن 1:3 وحامض الفسفوريك بتركيز وزن/وزن 1:3 وتنشط النماذج عند درجة حرارة 600°C لمدة اربع ساعات بعدها يحور سطح الكربون الناتج بواسطة حامض النتريك المركز بنسبة 1:3 وزن/حجم. وتم دراسة سعة الامتزاز للكربون الناتج بامتزاز عنصر الكاديوم من محاليله المائية ، وحددت الظروف المثالية للامتزاز حيث كانت اقل ظروف للامتزاز pH = 6 ، ودرجة حرارة 45 مئوية ، وزمن توازن 300 دقيقة وتركيز 20 ملغم/لتر

كما تم تشخيص سطح الكربون بتقنية FTIR,SEM وكان تفاعل الامتزاز يطابق ايزوثيرم لانكمير وميكانيكية حركية من نوع مرتبة ثانية -كاذبة<sup>(69)</sup>.

وحضر ( Hamed biglari et.al,2016 ) الكربون المنشط من جذور السواك بطريقة التنشيط الكيميائي باستخدام برمنكنات البوتاسيم ( $\text{KMnO}_4$ ) كعامل منشط عند درجة حرارة  $800^\circ\text{C}$  كما تم دراسة خصائص الكربون الناتج باستخدام تقنية (SEM) ودراسة امتزاز الفينول على الكربون المنتج حيث درس تأثير زمن التوازن (0-180 دقيقة) و pH (3—13) وتركيز ابتدائي (100—1000 ملغ/لتر) وتركيز الكربون (0.1—1 غم/لتر) وعند درجة حرارة  $30^\circ\text{C}$  درجة مئوية حيث اظهرت النتائج ان زمن التوازن بلغ 120 دقيقة وكانت سعة الامتزاز 94.76% حيث كانت كمية الفينول الممتزة 142.15 ملغم/غم وكان افضل pH هو 5 ، بتركيز ابتدائي 100 ملغم/لتر وتم تطبيق النتائج على ايزوثيرمات لانكمير وفريندلش حيث تطابقت النتائج مع ايزوثيرم فريندلش افضل من لانكمير<sup>(85)</sup>.

ايضاً حضر ( Arens et.al,2016 ) الكربون المنشط من مواد واطئة الكلفة هي قشور الرز بواسطة طريقة التنشيط الكيميائية باستخدام هيدروكسيد البوتاسيوم KOH كعامل منشط بنسبة (1:4) وبدرجة حرارة  $800^\circ\text{C}$  وتحت جو من النيتروجين لمدة ساعة واحدة ، وتم تشخيص خصائص الكربون الناتج باستخدام تقنية SEM,BET حيث كانت المساحة السطحية عالية  $1939 \text{ م}^2/\text{غم}$  وذات مسامية متطورة ، كما تم دراسة قابلية الامتزاز للكربون المنتج بامتزاز صبغة المثلين الزرقاء وطبقت النتائج على ايزوثيرمات لانكمير ،فراندلش ، دوبيين ، تمكين ، حيث تطابق ايزوثيرم لانكمير على النتائج مقارنة بالايوثيرمات الاخرى . كما تم دراسة حركية الامتزاز وتبين انها تطاوع ميكانيكية الرتبة الثانية -الكاذبة<sup>(52)</sup>.

ودرس ( Abdel-ghani et.al,2016 ) تأثير النسبة المئوية للكاشف المستخدم على خصائص الكربون المنشط المنتج حيث حضروا الكربون المنشط من نشارة الخشب بالطريقة الكيميائية باستخدام حامض الكبريتيك  $\text{H}_2\text{SO}_4$  بنسبة وزن 25% وبجو خامل عند درجة حرارة  $290^\circ\text{C}$  لمدة ساعتين ، بعدها عمل الكربون الناتج مع نسب مختلفة من هيدروكسيد الصوديوم 1،2،3 على التوالي  $\text{AC}_1, \text{AC}_2, \text{AC}_3$  وسخنه الى درجة حرارة  $780^\circ\text{C}$  لمدة ساعة واحدة تم تشخيص الخواص الفيزيائية والكيميائية للكربون الناتج باستخدام تقنية BET,SEM,FTIR,TGA . كما تم دراسة سعة الامتزاز للنماذج المحضرة بامتزاز الفينول

وأظهرت التجارب ان الظروف المثالية هي زمن توازن 300 دقيقة و pH 7 ، وتركيز 5ملغم/لتر وكانت كفاءة الامتزاز 79،93،94،98 ل  $AC_0, AC_1, AC_2, AC_3$  على التوالي كذلك تم تطبيق النتائج على الايزوثرميات  $Langmuir > dubinin-Radushkevich > freundlich > temkin$  كما طبقت النتائج ميكانيكية حركية من نوع رتبة اولى-كاذبة<sup>(86)</sup> .

وحضر ( Hariprasad *et.al*,2016 ) الكربون المنشط من قشور الرز بواسطة التنشيط الفيزيائي اولا عند درجات حرارة من  $300-700^{\circ}C$  ولمدة ساعة واحدة بعدها غمرت المادة بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم 1نورمالي بنسبة 1:1 لمدة 24 ساعة بعدها ينشط فيزيائياً عند درجة حرارة  $300^{\circ}C$  لمدة ساعتين .تم تحديد خصائص الكربون الناتج بواسطة تقنية SEM,FTIR,BET حيث اظهرت النتائج بزيادة درجة الحرارة تزداد المساحة السطحية من  $11.9985 \text{ م}^2/\text{غم}$  الى  $279.7752 \text{ م}^2/\text{غم}$  ويزداد حجم المسام من 13.3909 انكستروم الى 15.4260 انكستروم كما بينت النتائج ان افضل درجة حرارة للتنشيط هي عند ال600 درجة مئوية<sup>(88)</sup> .

ودرس ( Hashem *et.al*,2016 ) مقارنة بين انواع الكربون المحضرة من قشور فواكه الكيوي والموز و الماندرين والرمان المحضرة بطريقة التنشيط الكيميائي باستخدام حامض الفسفوريك كعامل منشط بنسبة 1:3 ومدة الحرق ساعة واحدة بدرجة حرارة  $500^{\circ}C$  وتم دراسة خصائص الكربون الناتج باستخدام تقنية SEM,FTIR كما تم دراسة كفاءة الامتزاز للكربون الناتج بامتزاز عنصر النحاس Cu من محاليله المائية ودراسة بعض العوامل المؤثرة على الامتزاز مثل pH ، التركيز الابتدائي ، زمن التوازن ، وأظهرت النتائج ان الكربون الناتج من قشور الموز والكيوي له قدرة عالية على امتزاز النحاس Cu من محاليله المائية بينما الكربون المحضر من قشور الماندرين والرمان اظهر نتائج مقبولة<sup>(65)</sup> .

وحضر (Jadhav *et.al*,2016) وجماعته ، الكربون المنشط من مخلفات خشبية بطريقة التنشيط الكيميائي باستخدام حامض الفسفوريك كعامل منشط وبنسب مختلفة 1:1 و 2:1 و 3:1 و 4:1 وتم الحرق عند درجة حرارة  $400^{\circ}C$  ولمدة ساعتين وتحت جو من النتروجين وتم تعيين الرقم اليودي و SEM TGA حيث كانت الافضل لانسبة المزج 3:1<sup>(63)</sup> .

كما حضر (Hhanafi and Azeema,2016) الكربون المنشط من قشور الرز بطريقة التنشيط الكيميائية باستخدام كاربونات الصوديوم كعامل منشط  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  وتم التنشيط عند درجة حرارة  $650^\circ\text{C}$  ولمدة ساعة واحدة تحت جو من النايتروجين .تم تشخيص خصائص الكربون الناتج بتقنية BET,FTIR لمعرفة حجم المسام والمجاميع السطحية . كما تم دراسة سعة الامتزاز للكربون المحضر بامتزاز ايونات  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  من مخلفات المياه وتم دراسة تأثير بعض العوامل على الامتزاز مثل pH ، تركيز الكربون ، زمن التوازن ، درجة الحرارة ، التركيز الابتدائي كما تم قياس الدوال الترموديناميكية  $\Delta S^0$ ,  $\Delta H^0$ ,  $\Delta G^0$  حيث كان تفاعل الامتزاز باعث للحرارة وغير تلقائي ويسلك ميكانيكية حركية من نوع الرتبة الثانية—الكاذبة (32).

وايضاً حضر ( E.Ghasemian lemrasak et.al,2017 ) الكربون المنشط من (Persian mesquite grain) بطريقة التنشيط الكيميائي باستخدام حامض الفسفوريك بنسبة 1:1 كعامل منشط حيث تم التنشيط عند درجة حرارة  $600^\circ\text{C}$  ولمدة ساعتين وفي جو من النايتروجين .تم تشخيص خصائص الكربون الناتج باستخدام تقنية SEM,FTIR,XRD,CHNS,BET وكذلك تم دراسة سعة الامتزاز للكربون الناتج بامتزاز صبغة المثلين البرتقالي والزرقي وايضاً تم تطبيق النتائج على ايزوثيرمات لانكمير وفريندلش حيث تطابقت النتائج مع ايزوثيرم لانكمير وكانت حركية التفاعل من نوع الرتبة الثانية الكاذبة (91).

وحضر (legrouri et.al,2017) ,وجماعته ،الكربون المنشط من دبس السكر الناتج من صناعة السكر بواسطة طريقة التنشيط الكيميائي باستخدام حامض الفسفوريك  $\text{H}_3\text{PO}_4$  كعامل منشط بنسبة 80% وبدرجة حرارة  $500^\circ\text{C}$  بوجود الهواء ، شخّصت خواص الكربون الناتج باستخدام تقنية SEM,BET وكانت المساحة السطحية عالية اكبر من  $1400\text{ م}^2/\text{غم}$  كما اعطى قياس امتزاز صبغة المثلين الزرقاء  $625\text{ ملغم}/\text{غم}$  ولليود  $1660\text{ ملغم}/\text{غم}$ . كما تم دراسة امتزاز بعض العناصر الثقيلة مثل  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Cr}^{+4}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$  حيث كانت قابلية امتزاز الكربون الناتج مختلفة تجاه العناصر المدروسة وكانت بالشكل  $\text{Cu}^{+2} > \text{Cr}^{+4} > \text{Pb}^{+2}$  كما ان الامتزاز حدث بطبقة واحدة مطابقاً لايوثيرم لانكمير (68).

ودرس (Chen et.al,2017) امتزاز عنصر الكاديوم من محاليله المائية على سطح الكربون المنشط المحور بمادة (3-aminopropyltrimethoxy silane,APS) وتم تشخيص الكربون الناتج باستخدام تقنية FTIR, XPS قبل وبعد التحوير كما تم دراسة تأثير ثلاثة عوامل

على سعة الامتزاز هي الوقت ودرجة الحرارة ونسبة المزيج حيث كانت افضلها عند درجة حرارة 77°C وزمن 4 ساعات ونسبة مزج 2:1 (93).

## The Aim of Study

## 10.1. الهدف من البحث

1. تحضير الكربون المنشط من المخلفات الزراعية، حيث تم تحضيره من اوراق نبات السببوس بابيرس بواسطة التنشيط الكيميائي بحامض الكبريتيك المركز.
2. تحويل سطح الكربون المنشط المحضر باستخدام عوامل مؤكسدة مثل محلول همر وحامض النتريك وعوامل مختزلة مثل كلوريد الخارصين و بوروهيدريد الصوديوم لتحسين المساحة السطحية للكربون الناتج .
3. دراسة خصائص الكربون المنشط المحضر الغير معالج والمعالج (AC<sub>0</sub>,AC<sub>1</sub>,AC<sub>2</sub>,AC<sub>3</sub>,AC<sub>4</sub>) باستخدام تقنيات XRD, SEM, FTIR, TGA, BET.
4. دراسة فعالية السطح الماز وكفاءته لانواع الكربون المحضرة (AC<sub>0</sub>,AC<sub>1</sub>,AC<sub>2</sub>,AC<sub>3</sub>,AC<sub>4</sub>) عن طريق امتزاز ايونات العناصر (Pb<sup>2+</sup>,Cd,Ni) من محاليلها المائية.
5. دراسة ايزوثيرمات الامتزاز بواسطة معادلتى لانكمير وفرندليش وثرموديناميكية الامتزاز وحركية الامتزاز بواسطة معادلتى الدرجة الاولى والثانية الكاذبتين.

# الفصل الثاني

المواكب وطرق العمل

## 1-2: المواد المستخدمة Materials used:

جدول (1-2) المواد الكيميائية المستخدمة ودرجة نقاوتها والشركات المجهزة لها

| المادة                    | درجة النقاوة % | الشركة |
|---------------------------|----------------|--------|
| Sulfuric acid             | 98             | SDFCL  |
| Zinc chloride             | 98             | MERCK  |
| Sodium Borohydrid         | 98             | FLUKA  |
| Hydrochloric acid         | 36             | ROMIL  |
| Sodium natrite            | 98             | SEEIZE |
| Potassium permanganate    | 97             | MERCK  |
| Nitric acid               | 72             | BDH    |
| Nickel chlorid-6-hydrate  | 98.5           | SIGMA  |
| Cadmium chloride rein     | 98             | MERCK  |
| Bile(II)-acetat-3-hydrate | 99.5           | MERCK  |
| Sodium hydroxide          | 98             | SIGMA  |

## 2.2. الاجهزة المستخدمة :

### 1-جهاز قياس مطيافية الاشعة تحت الحمراء (FTIR Spectra)

سجلت اطياف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط غير المعالج والمعالج المحضرة باستخدام جهاز FTIR-8400S نوع Japan, Shimadzu, على هيئة قرص بروميد البوتاسيوم في المنطقة ( $4000-400\text{cm}^{-1}$ ) بدرجة حرارة الغرفة، في قسم الكيمياء-كلية العلوم-جامعة ذي قار .

### 2- الحمام المائي الهزاز Water bath shaker

استخدمت الحمام المائي الهزاز نوع (LabTech, Germany) ويحتوي على منظم درجة حرارة وهزاز ومنظم لعدد الهزات ومنظم للزمن في مختبر مركز ابحاث البادية وبحيرة ساوة-جامعة المثنى.

### 3- جهاز قياس الحامضية pH Meter

استخدم جهاز من نوع (HANNA-MX-645) لقياس الاس الهيدروجيني في مختبر مركز ابحاث البادية وبحيرة ساوة -جامعة المثنى.

### 4- فرن التجفيف Dried Oven

استخدم فرنان تجفيف من نوع (Labtech,Germany) لغرض التجفيف في قسم الكيمياء-كلية العلوم- جامعة ذي قار، مركز ابحاث البادية وبحيرة ساوة-جامعة المثنى.

### 5- فرن الحرق Furnace

استخدم الفرن لحرق المادة الاولية المستخدمة في تحضير الكربون المنشط بدرجة حرارة 600°C وتحت جو من النايتروجين من نوع (Labtech,Germany) بمدى من درجات الحرارة يصل الى 1100°C ، في قسم الكيمياء-كلية العلوم -جامعة ذي قار .

### 6- ميزان حساس كهربائي Electric balance

استخدم ميزان حساس كهربائي من نوع DENVER في مركز ابحاث البادية وبحيرة ساوة-جامعة المثنى.

### 7- جهاز حيود الاشعة السينية X-Ray diffraction

استخدم جهاز انحراف الاشعة السينية (XRD) من نوع (JAPAN-XRD-6000- shimadzu) الموجود في المختبر الخدمي-كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم ) -جامعة بغداد.

### 8- جهاز التحليل الحراري الوزني Thermogravimetric analysis(TGA)

استخدم جهاز التحليل الحراري الوزني من نوع (PerkinElmer-TGA-4000) لقياس الثباتية الحرارية لأنواع الكربون المحضرة الموجود في كلية العلوم-جامعة المثنى .

### 9- جهاز المجهر الالكتروني الماسح Scanning electron microscope(SEM)

استخدم جهاز المجهر الالكتروني الماسح بقياس من نوع SEM من نوع (Bruker Nano-GmbH-Germany) لمعرفة طبيعة السطح ومساميته لأنواع الكربون المحضرة الموجود في قسم الفيزياء-كلية العلوم- جامعة النهرين.

### 10- جهاز قياس تحليل المساحة السطحية والطبيعة المسامية للسطح (BET)

استخدم جهاز تحليل المساحة السطحية والطبيعة المسامية (BET) لدراسة الخصائص السطحية وتوزيع اقطار المسامات باستخدام طريقة ISO\IEC 17025 باستخدام جهاز من نوع QSURF surface area analyser الموجود في مركز البحث والتطوير النفطي بغداد/الوزيرية .

### 11- جهاز الامتصاص الذري Atomic Spectroscopy

استخدم جهاز الامتصاص الذري من نوع (Atomic absorption spectroscopy-AL (1200-Aurora-Canada) الموجود في جامعة ميسان- كلية العلوم -قسم الكيمياء

### 3.2. تحضير الكربون المنشط Preparation of active carbon

1. تم جمع عينات نبات السببوس بابيرس من شواطئ نهر الفرات في محافظة المثنى، و جفف النبات في الهواء . بعدها قطع الى اجزاء صغيرة وتم غسلها مرتين بالماء العادي اولا ثم بالماء المقطر وجففت في فرن تجفيف بدرجة حرارة  $105^{\circ}\text{C}$  ثم طحنت المادة بالمطحنة المنزلية الى ان اصبحت بشكل شبه باودر.
2. غمرت المادة المطحونة في حامض الكبريتيك المحضر بنسبة (ماء-حامض) 1:3 wt\wt% لغرض التنشيط وتركت لمدة 48 ساعة بعدها رُشح وُغسل باستخدام ورقة ترشيح ويغسل بالماء المقطر ثلاث مرات لحين التخلص من بقايا حامض الكبريتيك بعدها جففت المادة في فرن التجفيف عند  $105^{\circ}\text{C}$  ولمدة 6 ساعات<sup>(95)(96)(35)</sup>.
3. وضعت المادة المجففة في جفنة خزفية وتغطي برقاقة من foil aluminum و يوضع فوقها طبقة من الفحم لتقليل نسبة الاوكسجين التي قد تعبر اثناء عملية التسخين بعدها نضع الجفنة في فرن الحرق ويتم فتح غاز النيتروجين لغرض طرد غاز الاوكسجين من جو الفرن بمعدل 25mL في الدقيقة لمدة 15 دقيقة بعدها يتم تشغيل الفرن بسرعة  $20^{\circ}\text{C}$  في الدقيقة وتتم عملية التفحيم عند درجة حرارة  $600^{\circ}\text{C}$  ولمدة ساعتين . بعدها يترك الفرن ليبرد وتستخرج الجفن من الفرن ويغسل الكربون الناتج بالماء المقطر حتى يصبح pH بين (6.4—7) ورمز لهذا النموذج بالرمز  $\text{AC}_0$ <sup>(97)(96)</sup>.

## 4.2. المعالجة بالعوامل المختزلة

**1.4.2 المعالجة ببوروهيدريد الصوديوم  $\text{NaBH}_4$ :** تم مزج 25 غرام من الكربون المنشط مع محلول بوروهيدريد الصوديوم المحضر بتركيز 10% في بيكر سعة 250mL ويحرك باستخدام محرك مغناطيسي لمدة ساعتين بدرجة حرارة  $40^\circ\text{C}$  بعدها يرشح خلال ورقة ترشيح ويغسل ثلاث مرات بالماء المقطر ويجفف بعدها عند درجة حرارة  $105^\circ\text{C}$  ويحفظ بعبوة للاستخدام<sup>(98)(99)</sup> ورمز لهذا النموذج بالرمز  $\text{AC}_3$ .

**2.4.2 المعالجة بكلوريد الزنك مع حامض الهيدروكلوريك ( $\text{HCl}/\text{ZnCl}_2$ ):** تم تحضير محلول ( $\text{HCl}/\text{ZnCl}_2$ ) بإذابة 10 غرام من كلوريد الزنك في 100mL من حامض  $\text{HCl}$  10% وتوضع في بيكر سعة 250mL ويضاف له 25 غرام من الكربون المنشط ويحرك باستخدام محرك مغناطيسي لمدة ساعتين بعدها يرشح خلال ورقة ترشيح ويغسل ثلاث مرات بالماء المقطر ويجفف بعدها عند درجة حرارة  $105^\circ\text{C}$  ويبرد ويحفظ بعبوة للاستخدام<sup>(100)(101)</sup> ورمز لهذا النموذج بالرمز  $\text{AC}_2$ .

## 5.2. المعالجة بالعوامل المؤكسدة

**1.5.2 المعالجة بمحلول همر:** تم تحضير محلول همر والذي يتكون من مزيج من المواد الكيميائية التالية . 10 غرام من نترات الصوديوم  $\text{NaNO}_3$  مع 10 غرام من برمنكنات البوتاسيوم  $\text{KMnO}_4$  توضع في بيكر سعة 500mL ثم يضاف اليه محلول حامض الكبريتيك بتركيز 10% مع التحريك باستخدام محرك مغناطيسي . ثم يضاف 25 غرام من الكربون المنشط ويحرك باستخدام محرك مغناطيسي لمدة ساعتين عند درجة حرارة  $40^\circ\text{C}$  بعدها يرشح المحلول خلال ورقة ترشيح ويغسل الراسب ثلاث مرات بالماء المقطر ويجفف عند درجة حرارة  $105^\circ\text{C}$  ويوضع في حاوية ويحفظ للاستخدام<sup>(102)(103)(101)</sup> ورمز لهذا النموذج بالرمز  $\text{AC}_1$ .

**2.5.2 المعالجة بحامض النتريك ( $\text{HNO}_3$ ):** يتم تحضير حامض النتريك بتركيز 10% ثم يضاف له 25 غرام من الكربون المنشط في بيكر سعة 500mL ويحرك باستخدام محرك مغناطيسي لمدة ساعتين بدرجة حرارة  $40^\circ\text{C}$  ثم يرشح خلال ورقة ترشيح المحلول ويغسل الراسب ثلاث مرات بالماء المقطر ويجفف بدرجة حرارة  $105^\circ\text{C}$  ويحفظ بعبوة للاستخدام<sup>(104)</sup> ورمز لهذا النموذج بالرمز  $\text{AC}_4$ .

## 6.2. دراسة خصائص الكربون المنشط

### Characterization of active carbon

تم اجراء تحاليل التحاليل الحرارية الوزنية (TGA) في مدى حراري  $^{\circ}\text{C}$  (50-750) وبسرعة تسخين  $5^{\circ}\text{C}$  لكل دقيقة وتم قياس اطياف الاشعة تحت الحمراء (FTIR) باستخدام طريقة اقراص بروميد البوتاسيوم وجرى هذا التحليل ضمن مدى من الاعداد الموجية  $\text{cm}^{-1}$  (400—4000) وتم قياس حيود الاشعة السينية (XRD) باستخدام ضوء احادي الطول الموجي ( $1.054\text{\AA}$ ) من مصدر Cu بمدى من الزوايا ( $2\theta$ ) ما بين (5—80) درجة. وتم قياس المجهر الالكتروني الماسح (SEM) اذ تم القياس باستخدام تعجيل فولتية 30kv مع قوة تكبير تراوحت ما بين (58x—24393x) للصورة. وتم قياس المساحة السطحية للكربون المحضر (BET) باستخدام طريقة ISO/IEC 17025. كما تم قياس تراكيز المحاليل قبل وبعد الامتزاز بجهاز الامتصاص الذري باستخدام جهاز من نوع (Atomic absorption spectroscopy-AL 1200-Aurora-Canada).

### 7.2. تحضير المحاليل القياسية Preparation of Standard solutions

حضرت المحاليل القياسية المستعملة في هذه الدراسة لكل من العناصر الثلاثة (Pb+2, Cd, Ni) بتراكيز (50ppm) وذلك بإذابة (0.0915gm) من خلات الرصاص  $\text{Pb}+2(\text{CH}_3\text{COO})_2$  و (0.0897gm) من كلوريد الكاديوم  $\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  و (0.2gm) من كلوريد النيكل سداسي الماء ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) في لتر من الماء الخالي من الايونات<sup>(105)</sup>.

$$wt = \frac{ppm}{1000} * \frac{M. w \text{ for salt}}{At. w \text{ for metal} * NO. of metal} * \frac{v}{1000}$$

حيث : wt وزن الملح بوحدات (gm)

ppm : تركيز المحلول المحضر بوحدات (جزء بالمليون)

V: حجم القنينة الحجمية بوحدات (L)

M.w : الوزن الجزيئي للملح بوحدات (gm/mol)

AT.W : الوزن الذري للعنصر بوحدة (g\*mol<sup>-1</sup>)

NO.of metal : عدد ذرات العنصر في الملح .

حضرت المحاليل باستخدام ماء خالي من الايونات

## 8.2. دراسة العوامل المؤثرة على عملية الامتزاز

### Factors Effecting on adsorption process

#### 1.9.2. تحديد زمن الاتزان لأنظمة الامتزاز

#### Equilibrium time of Adsorption Systems

لغرض تحديد زمن الاتزان بين السطح الماز والمادة الممتزة ، اختيرت ازمان مختلفة (10,20,40,80,160,1440) دقيقة في درجة حرارة ثابتة 25C<sup>0</sup> وحجم وتركيز ثابت من محاليل العناصر المحضرة (10mL, 50ppm) مع استخدام وزن ثابت من المادة المازة (الكاربون المنشط غير المعالج والمعالج بأنواعه المحضرة ) (0.1g) ودالة حامضية ثابتة 7.2 و وضعت انابيب الاختبار في الحمام المائي الهزاز عند سرعة (125rpm) . بعد كل وقت رشحت المحاليل مع ترك 3mL الاولى من الراشح وبعدها تقاس تركيز العناصر بجهاز الامتصاص الذري (25)(106) .

#### 2.8.2. درجة الحرارة Temperature

جرت دراسة تأثير درجة الحرارة على الامتزاز عند ثلاث درجات حرارية مختلفة هي (10,25,45°C) وتم التحكم بدرجة الحرارة بواسطة المنظم الخاص بالحمام المائي مع استخدام وزن ثابت من المادة المازة (الكاربون المنشط غير المعالج والمعالج بأنواعه) وتركيز وحجم ثابت (10mL,50ppm) وزمن الاتزان للعناصر الثلاثة كان 160 دقيقة ودالة حامضية ثابت 7.2 و وضعت الانابيب في الحمام المائي الهزاز عند سرعة 125rpm بعدها رشحت المحاليل خلال ورقة ترشيح وقيست بجهاز الامتصاص الذري (80)(76) .

### 3.8.2. الدالة الحامضية pH

لغرض دراسة تأثير الدالة الحامضية على عملية الامتزاز ، أُخذ حجم وتركيز ثابت (50ppm,10mL) من محلول العناصر الثلاثة ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) وضبطت الدالة الحامضية لها ضمن (10 , 7.2 , 2) بثبوت درجة الحرارة  $25C^0$  ووزن ثابت من المادة المازة (0.1g) وزمن الاتزان للعناصر الثلاثة 160 دقيقة ، نظمت الدالة الحامضية باستخدام (0.1M) من NaOH و (0.1M) من HCl و وضعت الانابيب في الحمام المائي الهزاز بسرعة 125rpm وبعدها رشحت المحاليل خلال ورقة ترشيح وقيست التراكيز بعد الاتزان بجهاز الامتصاص الذري<sup>(80)</sup> .

### 4.8.2. وزن المادة المازة Adsorbent Weight

درس تأثير وزن المادة المازة على عملية الامتزاز بدرجة حرارة  $25C^0$  والحجم والتركيز للعناصر الثلاثة ثابت (50ppm,10mL) وزمن الاتزان ثابت 160 دقيقة ، والدالة الحامضية ثابتة وقد تم أخذ اوزان مختلفة من السطوح المازة (0.1,0.2,0.3g) و وضعت الانابيب في الحمام المائي الهزاز بسرعة 125rpm وبعدها رشحت خلال ورقة ترشيح المحاليل خلال ورقة ترشيح وقيست بجهاز الامتصاص الذري .

### Adsorption Isotherms

### 9.2. ايزوثيرمات الامتزاز

للحصول على ايزوثيرم امتزاز ايونات العناصر الثلاثة ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) من محاليلها المائية على السطوح المازة ، حضرت محاليل مختلفة التركيز من محاليل العناصر ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) ضمن المدى (50 , 60 , 70 , 80 , 90ppm) اضيف 10mL من محاليل هذه التراكيز الى انبوبة اختبار التي تحتوي على وزن ثابت من السطح الماز (0.1gm) وزمن الاتزان للعناصر الثلاثة ثابت 160 دقيقة ، ودالة حامضية ثابتة و وضعت الانابيب في الحمام المائي الهزاز عند سرعة 125rpm وعد درجة حرارة  $25^0C$  بعدها رشحت المحاليل وقيست تراكيزها بجهاز الامتصاص الذري لدراسة ايزوثيرم الامتزاز على السطوح المازة وتم استخراج قيم السعة الوزنية للامتزاز ( $q_e$ ) من المعادلة .

$$q_e = \frac{v(C_0 - C_e)}{m} \dots \dots \dots (1 - 2)$$

اذ ان

$$q_e = \text{السعة الوزنية للامتزاز بوحدة (mg/g)}$$

$$C_e = \text{التركيز عند الاتزان لمحلل المادة الممتزة بوحدة (mg/l)}$$

$$C_0 = \text{التركيز الابتدائي لمحلل المادة الممتزة بوحدة (mg/l)}$$

$$V = \text{الحجم الكلي لمحلل المادة الممتزة بوحدة (l)}$$

$$m = \text{وزن المادة المازة بوحدة (gm)}$$

## Kinetic models

## 10.2. انموذجا معادلتى حركية الامتزاز

انموذجا معادلتى حركية الامتزاز الاولى والثانية الكاذبة استخدمت من اجل التحقق من اليه الامتزاز ومعدله وكيفية امكانية التحكم بالخطوات .

ان حركية الامتزاز مشابهة لتلك التي في ايزوثيرمات الامتزاز عند التوازن والفرق هو ان المحلول الممتز قد تم قياسه في فترات زمنية محددة مسبقا وتم قياس تركيز المحلول بعد الامتزاز ( $C_t$  mg/l) وسعة الامتزاز ( $q_t$  mg/g) في الزمن ( $t$ ) وبعد تعيين قيم ( $C_t$ ) ثم يتم استخراج قيم السعة الوزنية للامتزاز ( $q_t$ ) عند الزمن ( $t$ ) من المعادلة الاتية (94)(72):

$$q_t = \frac{v(C_0 - C_t)}{m} \dots \dots \dots (2 - 2)$$

اذ ان:  $q_t$  = السعة الوزنية للامتزاز عند الزمن  $t$  بوحدة (mg/g)

$C_t$  = التركيز عند الزمن  $t$  لمحلل المادة الممتزة بوحدة (mg/l)

$C_0$  = التركيز البدائي لمحلل المادة الممتزة بوحدة (mg/l)

$V$  = الحجم الكلي لمحلل المادة الممتزة بوحدة (L)

$m$  = وزن المادة المازة بوحدة (gm)

### 1.10.2. معادلة المرتبة الاولى الكاذبة Pseudo-first-order kinetic model

يعبر عن معدل الامتزاز للمعادلة من الدرجة الاولى بمعادلة Lagergreen على النحو التالي

$$\frac{dq}{dt} = k_1(q_e - q_t) \dots \dots \dots (3 - 2)$$

$q_e$  و  $q_t$  تمثل كمية المادة الممتزة على السطح الماز في التوازن وعند الزمن  $t$  على التوالي بوحدات (mg/g) ، و  $K_1$  هو ثابت معدل الامتزاز للمرتبة الاولى بوحدات ( $\text{min}^{-1}$ ) . بعد دمج وتطبيق شروط الحدود  $t=0$  و  $t=t$  و  $q=0$  الى  $q_e=q$  ، يصبح الانموذج بعد تكامل المعادلة (3-2) :

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k * t \dots \dots \dots (4 - 2)$$

ومن خلال رسم  $\ln(q_e - q_t)$  مقابل الوقت  $t$  تعطي علاقة خطية اذا كان قابلا للتطبيق الانموذجي الحركية ويمكن الحصول على القيمة الحقيقية لسعة الامتزاز عند الاتزان  $q_e$  ، حيث يمثل الميل قيمة  $K_1$  وحداته ( $\text{min}^{-1}$ ) والقطع يمثل قيمة  $\ln q_e$  ومنها تحسب قيمة  $q_e$  بوحدات (mg/g) .

### 2.10.2. معادلة المرتبة الثانية الكاذبة Pseudo-second-order kinetic model

قد وصف نموذج المعادلة من المرتبة الثانية أيضا حركية الامتزاز . انه يبين كيفية ان معدل الامتزاز يعتمد على قدرة الامتزاز في المادة المازة ولكن ليس على تركيز المادة الممتزة ، نموذج معادلة المرتبة الثانية لحركية الامتزاز يعبر عنها

$$\frac{dq}{dt} = k_2(q_e - q_t)^2 \dots \dots \dots (5 - 2)$$

حيث  $K_2$  (g mg<sup>-1</sup>hr<sup>-1</sup>) ثابت معدل الامتزاز للمرتبة الثانية . الانموذج الخطي بعد تكامل المعادلة (5-2) تصبح .:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 * q_e^2} + \frac{1}{q_e} * t \dots \dots \dots (6 - 2)$$

من خلال رسم  $\frac{t}{q_t}$  مقابل (t) تعطي علاقة خطية اذا كان انموذج الحركية لمعادلة المرتبة الثانية قابلا للتطبيق، والقيمة المحسوبة لسعة الامتزاز عند التوازن ( $q_e$  calc) كذلك يجب ان تتناسب مع البيانات التجريبية ( $q_e$  exp)<sup>(75)(72)</sup>.

# الفصل الثالث

النسب والمناقب

### 3-1. دراسة خصائص انواع الكربون المحضرة

## Characterization of the prepared activated carbons

### 3.1.1. مطيافية الاشعة تحت الحمراء

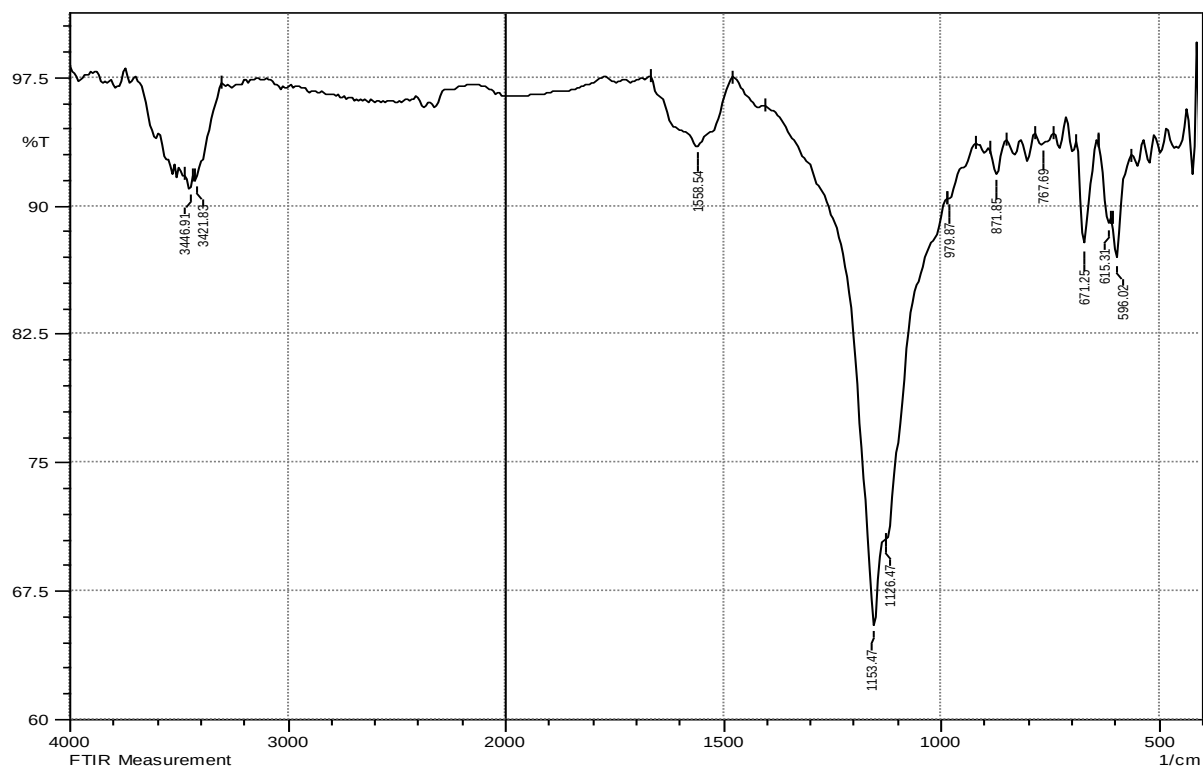
#### Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)

تستخدم مطيافية الاشعة تحت الحمراء للكشف عن المجاميع الوظيفية الموجودة على سطح الكربون المنشط المحضر ولتوصيف التآصر بين الذرات في انواع الكربون المحضرة ( $AC_0, AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$ ).

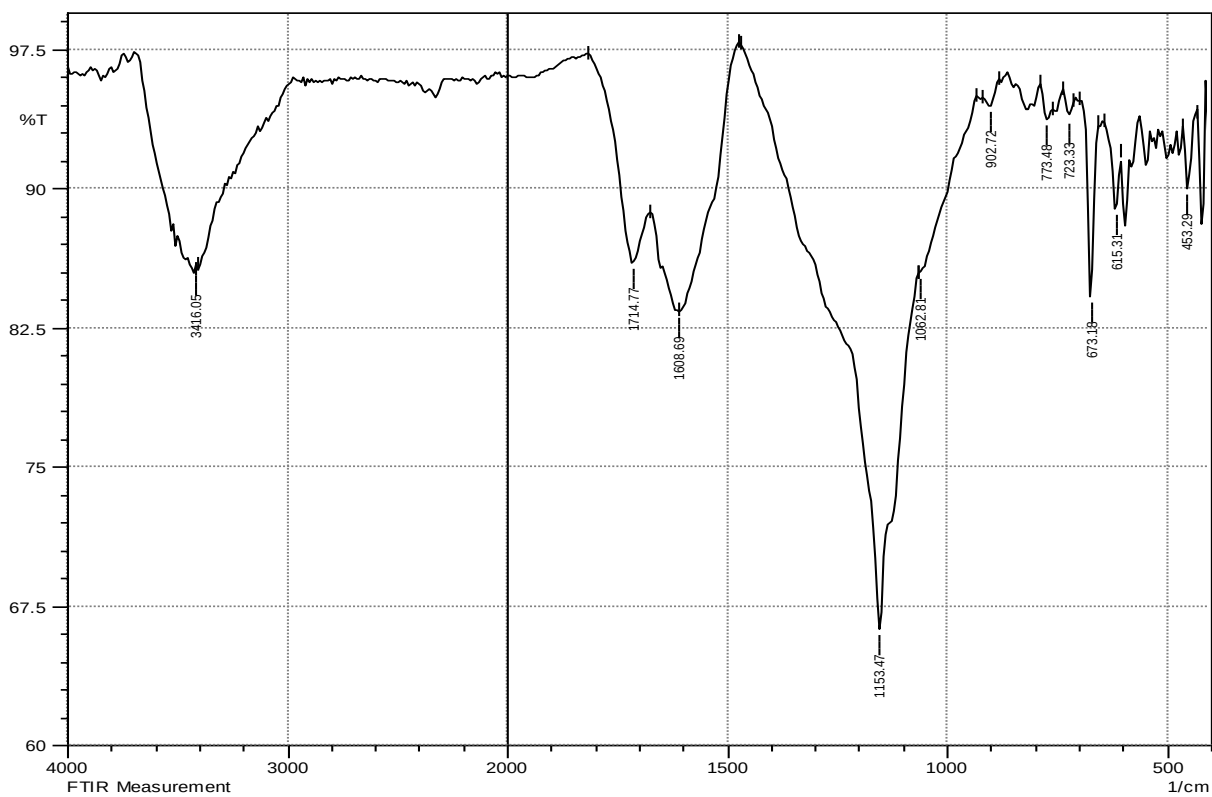
يبين الشكل (3-1) طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط المحضر غير المعالج  $AC_0$  ومواقع اهم حزم الامتصاص والمتوقع ظهورها . حيث يظهر الطيف حزمتين عريضتين و المتداخلة عند الاعداد الموجية ( $3421.83\text{cm}^{-1}$  ,  $3446.9$ ) تعود الى اهتزاز مط مجموعة الهيدروكسيل (O-H) العائدة الى الفينول والكحول المتواجد على سطح الكربون . وظهور حزمة اهتزاز مط مجموعة (C=C) عند العدد الموجي  $1558.54\text{cm}^{-1}$  العائدة الى الحلقات الاروماتية في تركيب الكربون ، وكذلك ظهور حزمة اهتزاز مط مجموعة (C-O) العائدة الى المركبات الكحولية والفينولية والايثرية عند الاعداد الموجية ( $1126.47\text{cm}^{-1}$  ,  $1153.47$ ) . ويلاحظ في الشكل (3-2) طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط المعالج بمحلول همر  $AC_1$  اختفاء احدى مجاميع الهيدروكسيل في الموقع ( $3446.9\text{cm}^{-1}$ ) وازاحة المجموعة الاخرى الموجي ( $1714.77\text{cm}^{-1}$ ) تعود الى اهتزاز مط مجموعة الكربونيل (C=O) بسبب تأكسد مجاميع الهيدروكسيل على سطح الكربون  $AC_0$  وكذلك يظهر الطيف حزمة جديدة عند العدد الموجي ( $1608.69\text{cm}^{-1}$ ) تعود الى اهتزاز مط مجموعة (C=C) للحلقات الاروماتية وكذلك ظهور حزمة اهتزاز مط مجموعة (C-O) العائدة الى التراكييب الفينولية والكحولية والكربوكسيلية والايثرية عند الاعداد الموجية ( $1062.8\text{cm}^{-1}$  ,  $1153.47$ ) . وكذلك يبين الشكل (3-5) طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط المعالج بمحلول حامض النتريك  $AC_4$  يظهر اختلافا عن طيف الكربون  $AC_0$  حيث اظهر الطيف حزمة اهتزاز مط مجموعة الهيدروكسيل عند العدد الموجي ( $3444.98\text{cm}^{-1}$ ) مع اختفاء الحزمة عند العدد الموجي ( $3421.8\text{cm}^{-1}$ ) التي كانت ظاهرة في طيف الكربون  $AC_0$  وكذلك ظهور حزمة جديدة عند العدد الموجي ( $1705.13\text{cm}^{-1}$ ) تعود الى اهتزاز مط مجموعة (C=O) ناتجة من

تأكسد مجاميع الهيدروكسيل على سطح الكربون  $AC_4$  ويظهر الطيف ايضا حزم اهتزاز مط مجموعة (C=C) عند الاعداد الموجية ( $1522.3, 1585.54cm^{-1}$ ) وكذلك ظهور حزم جديدة من اهتزاز مط مجموعة (C-O) العائدة الى المجاميع الكحولية والفينولية والكربوكسيلية عند الاعداد الموجية ( $1306, 1271, 1220, 1172cm^{-1}$ ) .

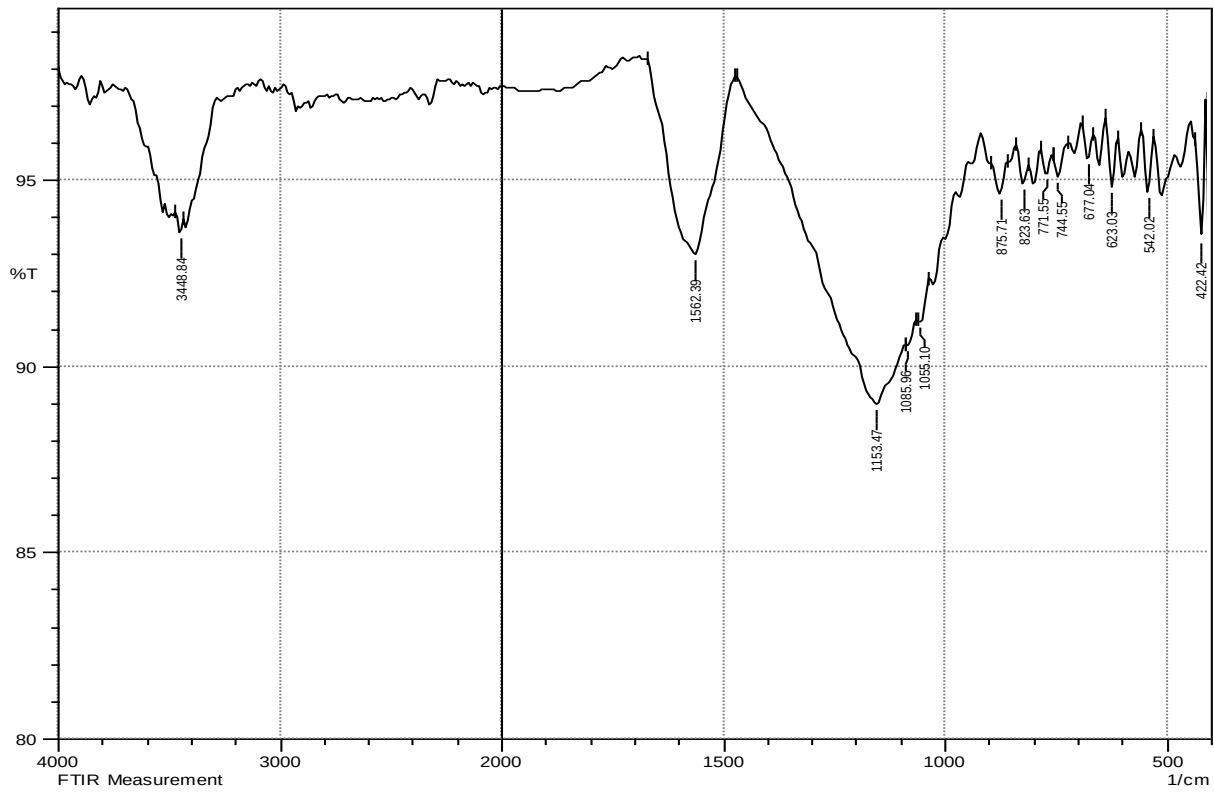
والشكل (3-3) طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط المعالج بكلوريد الخارصين  $AC_2$  حيث يظهر الطيف اختلاف واضح عن طيف الكربون  $AC_0$  حيث اظهر الطيف حزمة اهتزاز مط مجموعة الكربوكسيل (O-H) عند العدد الموجي ( $3383cm^{-1}$ ) وهي مزاحة الى عدد موجي اقل من حزم الكربون  $AC_0$  بسبب التآصر الهيدروجيني بين مجاميع الهيدروكسيل وكذلك يظهر الطيف زيادة في حزم اهتزاز مط مجموعة (C=C) عند الاعداد الموجية ( $1573.9, 1516.1, 1477.3cm^{-1}$ ) تعود الى زيادة الاوآصر الاروماتية في تركيب  $AC_2$  ويظهر الطيف ايضا حزم اهتزاز مط مجموعة (C-O) العائدة الى المجاميع الكحولية والايثرية عند الاعداد الموجية ( $1153.7, 1128cm^{-1}$ ). وكذلك يبين الشكل (3-4) طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط المعالج ببوروهيدريد الصوديوم  $AC_3$  يظهر الطيف حزمة اهتزاز مط مجموعة الهيدروكسيل عند العدد الموجي ( $3448.84cm^{-1}$ ) واختفاء الحزمة في الموقع ( $3421cm^{-1}$ ) الظاهرة في طيف الكربون  $AC_0$  وكذلك ظهور حزمة اهتزاز مط مجموعة (C=C) واحدة عند العدد الموجي ( $1562.3cm^{-1}$ ) وكذلك ظهور حزم اهتزاز مط مجموعة (C-O) عند الاعداد الموجية ( $1163.47, 1085.9, 1055cm^{-1}$ ) العائدة للمركبات الكحولية والفينولية والايثرية .



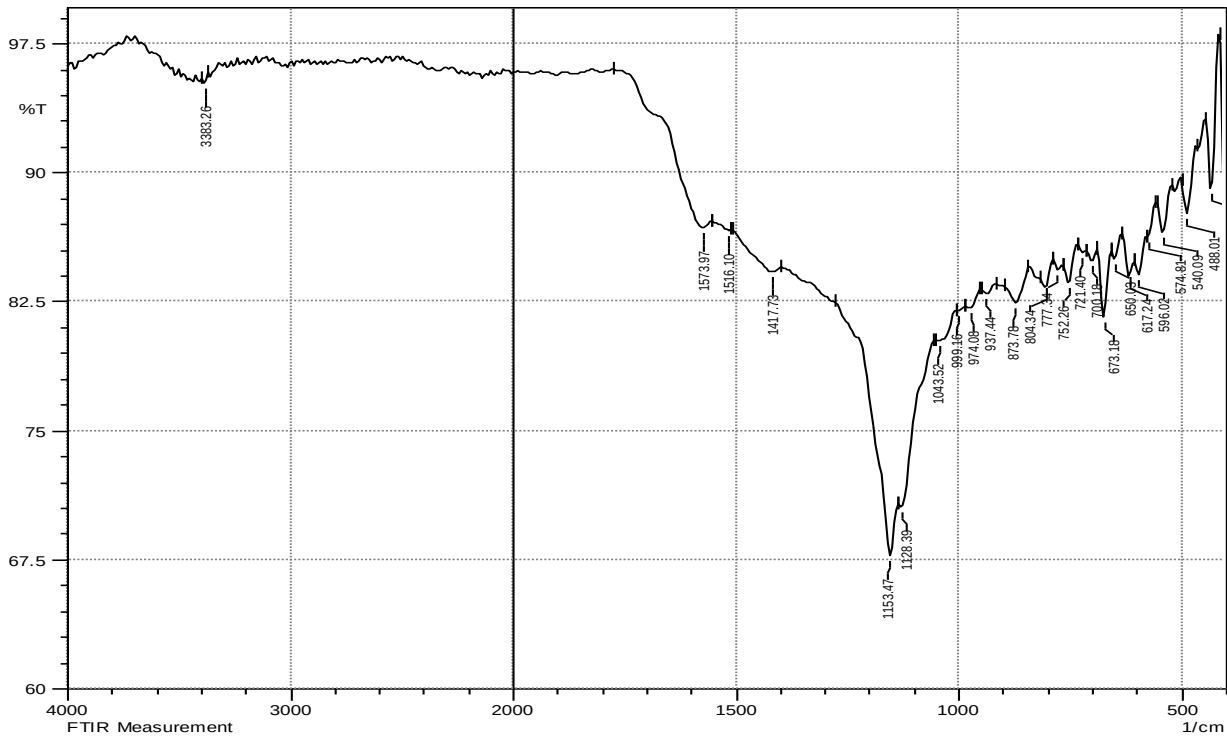
الشكل (1-3) طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$



الشكل (2-3) طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط المعالج بمحلول همر  $AC_1$

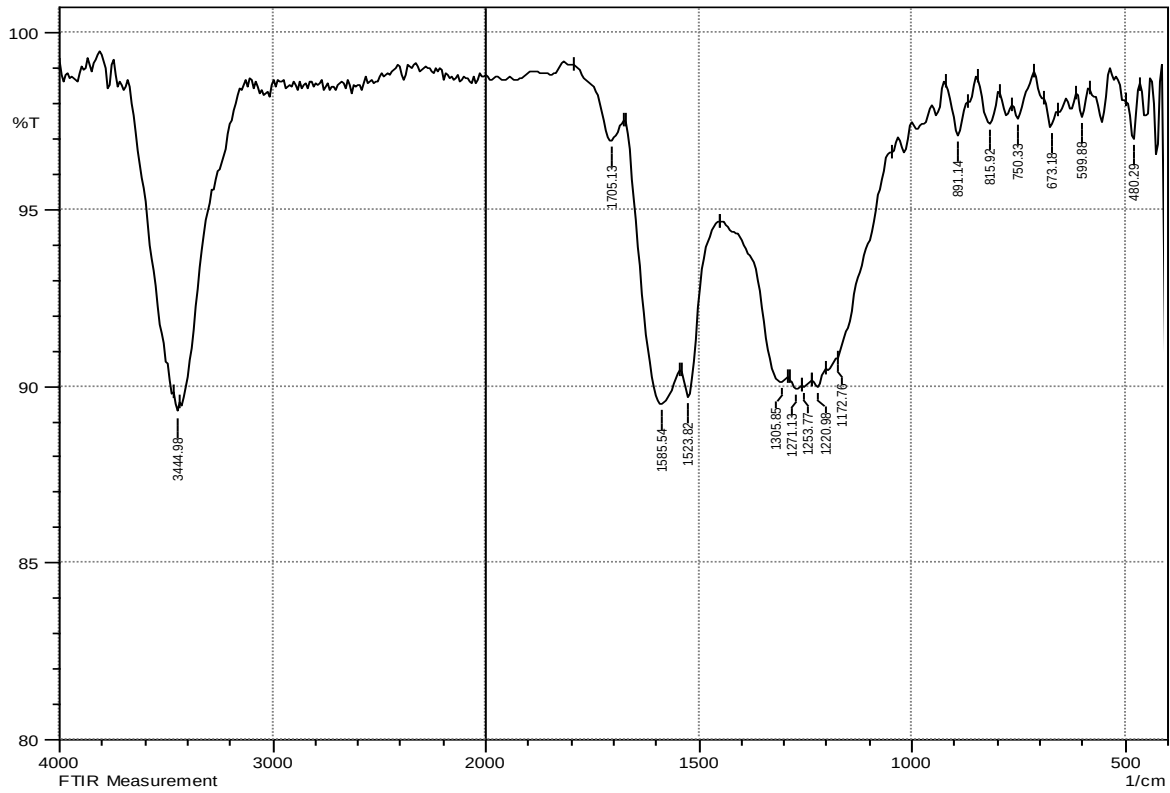


الشكل (3-3) طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط المعالج بكلوريد الزنك  $AC_2$



الشكل (4-3) طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط المعالج ببوروهيدريد الصوديوم

$AC_3$



الشكل (5-3) طيف الاشعة تحت الحمراء للكربون المنشط المعالج بحامض النتريك  $AC_4$

### 2.1.3. التحليل الحراري الوزني (TGA) Thermogravimetric analysis

تم تحديد الدرجة الحرارية التي حصل بها التحلل والوزن المتبقي بعد التفكك الاول ونسبة فقدان في الوزن وكذلك لباقي التحللات التي تحدث للكربون المنشط المحضر غير المعالج والمعالج بأنواعه في مدى حراري ( $46-800^{\circ}C$ ) كما هو موضح في نتائج التحليل الحراري الوزني (TGA) والذي يحدد الدرجة الحرارية التي حدثت فيها جميع التحللات وكذلك يحدد الوزن المتبقي والنسبة المئوية للفقدان ، ان الوزن المفقود هو دلالة على تحول المجاميع الاوكسجينية الفعالة الموجودة على سطح الكربون المنشط الى غاز  $CO$  و  $CO_2$  وليس من الهواء لان تحليل TGA قد تم في جو خامل .

قد تبين من خلال تحليل TGA للكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  ان النسبة المئوية للمتبقي من الكربون المنشط غير المعالج هي 88.03% من الوزن الاصلي وقد حدث فقدان بثلاث مديات حرارية ففي المدى الحراري ( $50-217.03^{\circ}C$ ) يكون المتبقي من الكربون

97.886% اي تكون نسبة الفقدان 2.114% من الوزن الاصلي ويعود هذا الفقدان الى مغادرة جزيئات الماء وبعض المركبات العضوية المتطايرة المتواجدة على سطح الكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  لأنها تتطاير بدرجات حرارة واطئة وكان اكبر فقدان عند الدرجة الحرارية  $127.18^{\circ}C$  اما المدى الحراري الثاني بين ( $217-408^{\circ}C$ ) حيث كانت النسبة المئوية للكربون المتبقي 95.855% من الوزن الاصلي اي يكون الفقدان بنسبة 2.03% ويعود هذا الفقدان الى تكسر اواصر بعض المجاميع الفعالة على سطح الكربون المنشط  $AC_0$  كمجاميع ( الكربوكسيل واللاكتون والفينول و الكربونيل ) وتحولها الى غاز  $CO$  و  $CO_2$  ثم تحدث زيادة في الفقدان في المدى الحراري ( $408.49-750^{\circ}C$ ) حيث تكون النسبة المئوية للكربون المتبقي 88.03% اي تكون نسبة الفقدان في هذا المدى 7.82% وهذا يدل على نسبة تفككه عند الدرجات الحرارية العالية كما موضح في الشكل (3-6) .

اما بالنسبة للكربون المنشط المعالج بمحلول همر ( $AC_1$ ) بلغت النسبة المئوية للمتبقي من الكربون 72.79% من الوزن الاصلي وحدث الفقدان في ثلاث مديات حرارية حيث كان الفقدان في المدى الحراري ( $50-227^{\circ}C$ ) كانت نسبة المتبقي من الكربون 94.808% اي كانت نسبة الفقدان بمعدل 4.907% وهي اكبر من نسبة فقدان الكربون  $AC_0$  وكان اكبر تحول عند الدرجة الحرارية وتعود هذه التحولات الى فقدان المركبات العضوية المتطايرة بالإضافة الى بعض جزيئات الماء والمدى الحراري الثاني بين ( $227-507^{\circ}C$ ) حيث كانت النسبة المئوية للمتبقي من الكربون 85.11% من الوزن الاصلي اي كان معدل الفقدان 9.69% حيث يكون الفقدان اكبر من الكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  بسبب مغادرة المجاميع الفعالة الحامضية المتواجدة على سطح الكربون المنشط مثل مجاميع (الكربوكسيل والالديهيد والكيون ) ، وكان التحول الثالث في المدى الحراري ( $507.9-750^{\circ}C$ ) حيث كانت نسبة المتبقي من الكربون المنشط  $AC_1$  72.79% من الوزن الاصلي اي كان معدل الفقدان 11.952% حيث يزداد معدل التفكك بزيادة درجة الحرارة وتكون نسبة الفقدان اكبر من الكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  وبالتالي ن8 يكون اقل استقرار من الكربون المنشط غير المعالج كما في الشكل (3-7) .

اما بالنسبة للكربون المنشط المعالج بكلوريد الخارصين  $AC_2$  فان النسبة المئوية للمتبقي من الكربون المنشط هي 82% من الوزن الاصلي وحدث الفقدان بثلاث مديات حرارية المدى الاول بين ( $50-260^{\circ}C$ ) حيث كانت النسبة المئوية للوزن المتبقي 96.09% من الوزن الاصلي اي كان معدل الفقدان 2.949% وكان اكبر تحول عند الدرجة الحرارية  $154.72^{\circ}C$

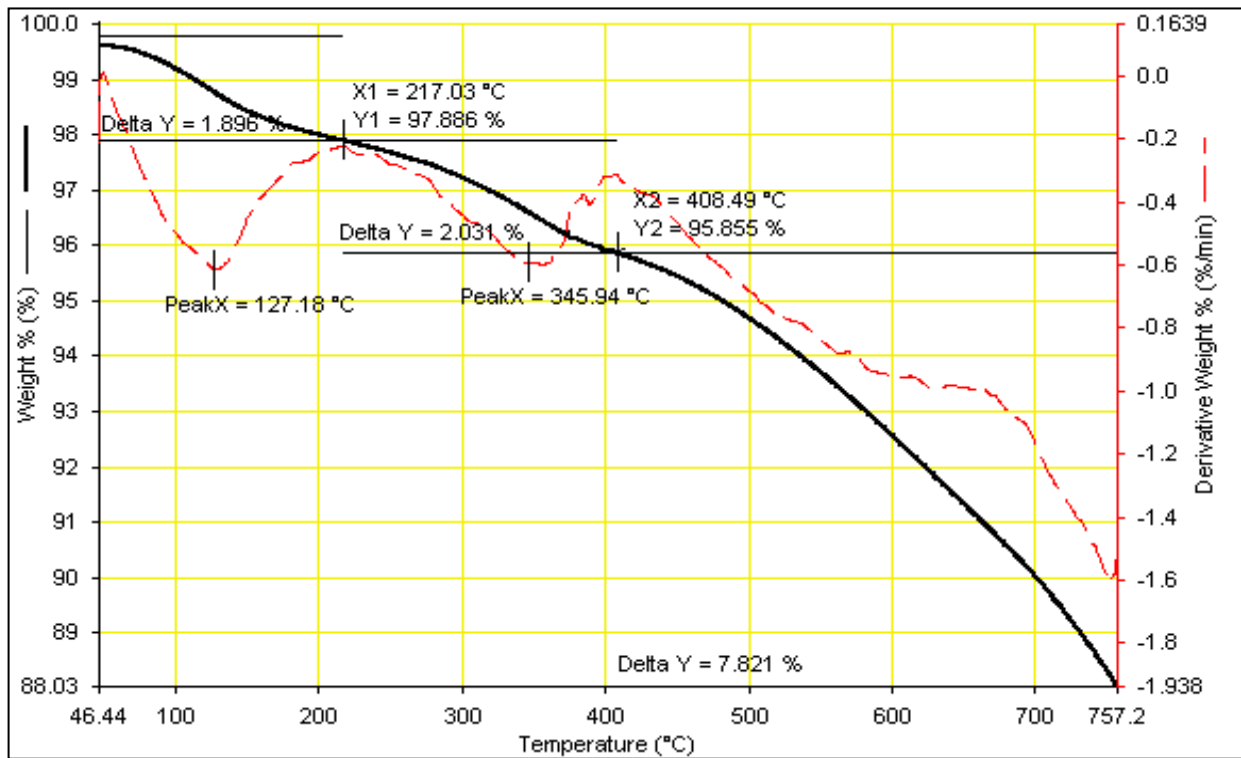
ويعود هذا الفقدان الى المركبات الهيدروكربونية المتطايرة ، والتحول الثاني ضمن المدى الحراري ( $260-521.93^{\circ}\text{C}$ ) حيث كانت النسبة المئوية للوزن المتبقي من الكربون المنشط  $93.28\%$  من الوزن الاصلي اي بمعدل فقدان  $2.809\%$  حيث يكون الفقدان اكثر من الكربون  $\text{AC}_0$  بسبب المجاميع الفعالة الموجودة على سطح الكربون المنشط والتركيب الغير مستقر للكربون  $\text{AC}_2$  ، اما المدى الحراري الثالث ( $521.93-757.9^{\circ}\text{C}$ ) حيث كانت النسبة المئوية للمتبقي من الكربون المنشط  $\text{AC}_2$   $82\%$  من الوزن الاصلي وبمعدل فقدان  $7.784\%$  اكبر من الفقدان في المدى الحراري الثاني بسبب المجاميع الوظيفية المختزلة على سطح الكربون المنشط وبهذا يكون الكربون  $\text{AC}_2$  اكثر استقرار من الكربون المنشط  $\text{AC}_1$  واقل استقرار من الكربون المنشط غير المعالج  $\text{AC}_0$  كما مبين بالشكل (3-8) .

اما بالنسبة للكربون المنشط المعالج ببوروهيدريد الصوديوم  $\text{AC}_3$  كانت النسبة المئوية للمتبقي من الكربون المنشط  $88.39\%$  من الوزن الاصلي حدث الفقدان ضمن ثلاث مديات حرارية المدى الحراري الاول بين ( $50-286^{\circ}\text{C}$ ) فكانت النسبة المئوية للمتبقي من الكربون في هذا المدى  $98.361\%$  من الوزن الاصلي اي بمعدل نقصان  $1.606\%$  يعود هذا الفقدان الى جزيئات الماء و المركبات الهيدروكربونية المتطايرة بدرجات الحرارة المنخفضة وكان اكبر تحول عند الدرجة الحرارية  $136.33^{\circ}\text{C}$  ، اما التحول الثاني ضمن المدى الحراري ( $286-509.06^{\circ}\text{C}$ ) حيث كانت النسبة المئوية للوزن المتبقي من الكربون المنشط  $\text{AC}_3$   $96.48\%$  من الوزن الاصلي وبمعدل فقدان بلغ  $1.881\%$  وهي اقل من نسبة فقدان الكربون  $\text{AC}_0$  بسبب قلة المجاميع الوظيفية على سطح الكربون  $\text{AC}_3$  لأنها تكونت وتطايرت اثناء عملية التنشيط وهذا يدل على ان المحتوى الكربوني للكربون  $\text{AC}_3$  عالي بسبب قلة نسبة الاوكسجين ، اما المدى الحراري الثالث ( $509.06-717^{\circ}\text{C}$ ) فكانت النسبة المئوية للوزن المتبقي  $88.39\%$  من الوزن الاصلي للكربون المنشط المعالج  $\text{AC}_3$  وبمعدل فقدان بلغ  $7.298\%$  كما في الشكل (3-9) وبهذا يكون الكربون المنشط المعالج ببوروهيدريد الصوديوم  $\text{AC}_3$  اكثر استقرار من ال  $\text{AC}_0$  و  $\text{AC}_1$  و  $\text{AC}_2$  .

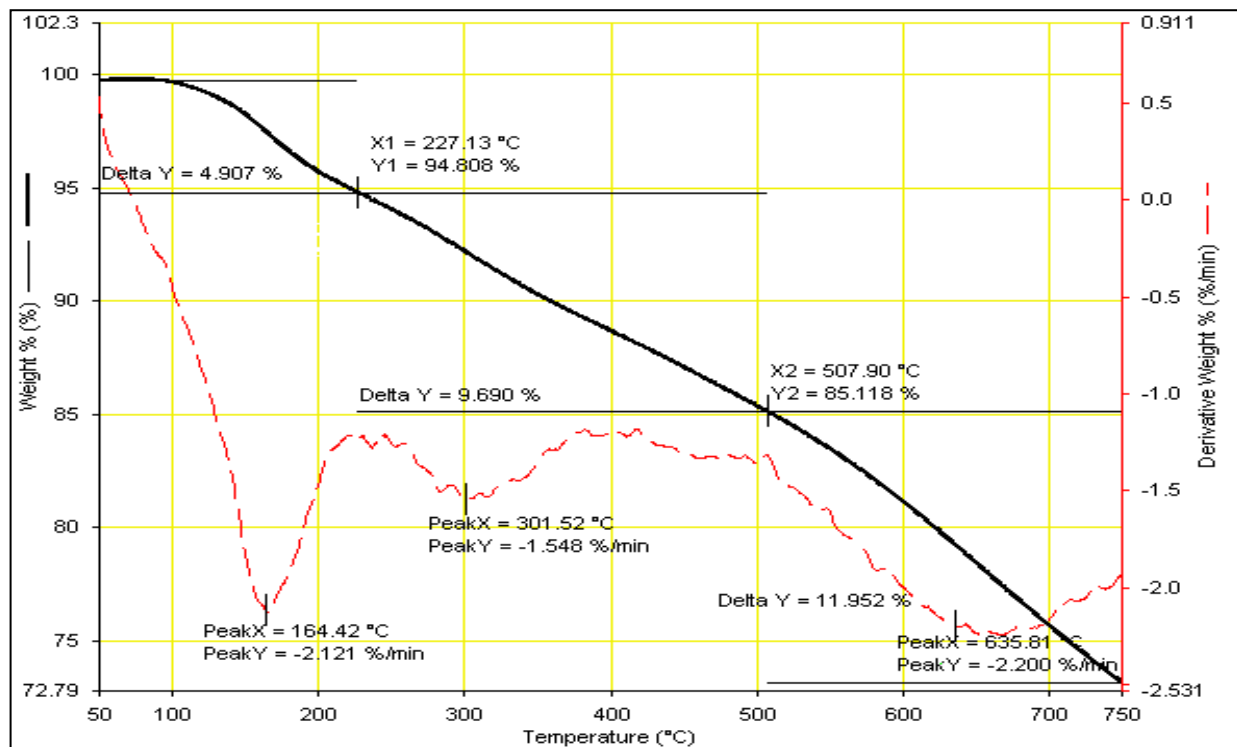
اما بالنسبة للكربون المنشط المحضر المعالج بحامض النتريك  $\text{AC}_4$  فكانت النسبة المئوية للوزن المتبقي من الكربون المنشط  $\text{AC}_4$   $80.26\%$  من الوزن الاصلي وحدث الفقدان بثلاث مديات حرارية المدى الحراري الاول ( $50-192^{\circ}\text{C}$ ) حيث كانت النسبة المئوية للوزن المتبقي من الكربون  $\text{AC}_4$   $97.882\%$  من الوزن الاصلي وبمعدل فقدان  $2.034\%$  وكان اكبر تحول

عند الدرجة الحرارية  $81.2^{\circ}\text{C}$  و  $140.7^{\circ}\text{C}$ , بسبب الرطوبة وبعض المركبات المتطايرة ، اما المدى الحراري ( $192.56-516.03^{\circ}\text{C}$ ) بلغت النسبة المئوية للوزن المتبقي للكربون  $\text{AC}_4$  90.697% من الوزن الاصلي اي يكون النقصان بمعدل 7.185% بسبب تكسر اواصر بعض المجاميع الوظيفية على سطح الكربون  $\text{AC}_4$  مثل مجاميع (الكاربوكسيل والكيتون والالديهيد وغيرها) وتحولها الى غازات متطايرة مثل  $\text{CO}, \text{CO}_2$  ، اما المدى الحراري الثالث (516.03-  $750^{\circ}\text{C}$ ) كانت نسبة الفقدان بمعدل 9.174% حيث كانت النسبة المئوية للوزن المتبقي 80.26% من الوزن الاصلي كما في الشكل (3-10) ، وبهذا يكون ترتيب الاستقرار الحرارية لأنواع الكربون المحضرة الغير معالج والمعالج حسب الترتيب التالي .

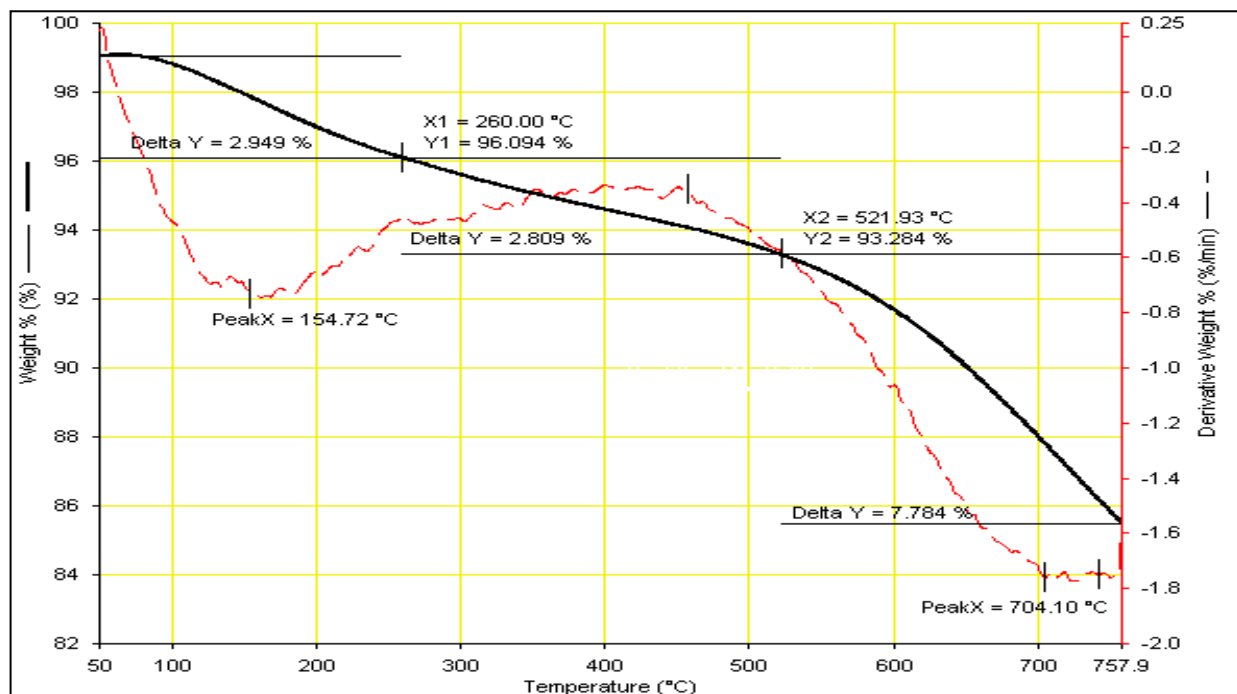
$$\text{AC}_3 > \text{AC}_0 > \text{AC}_2 > \text{AC}_4 > \text{AC}_1$$



الشكل (3-6) التحليل الحراري الوزني (TGA) للكربون المنشط غير المعالج  $\text{AC}_0$

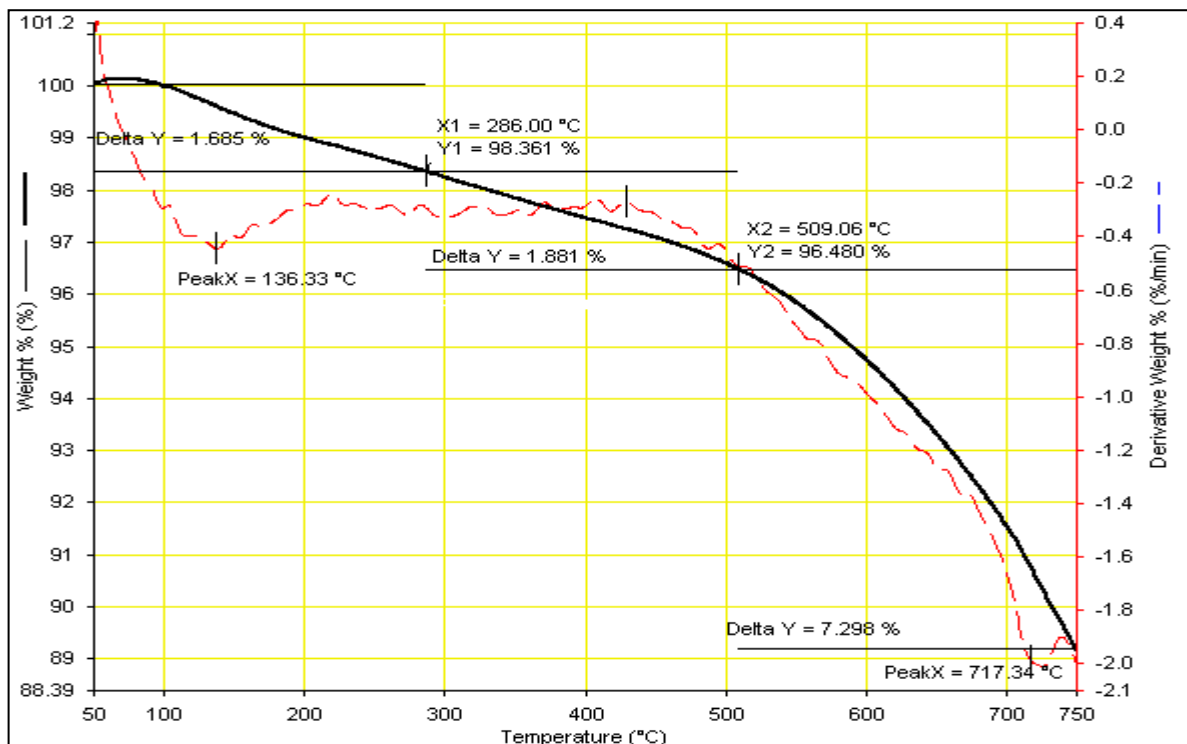


الشكل (7-3) التحليل الحراري الوزني (TGA) للكربون المنشط المعالج بمحلول هـمـر AC<sub>1</sub>

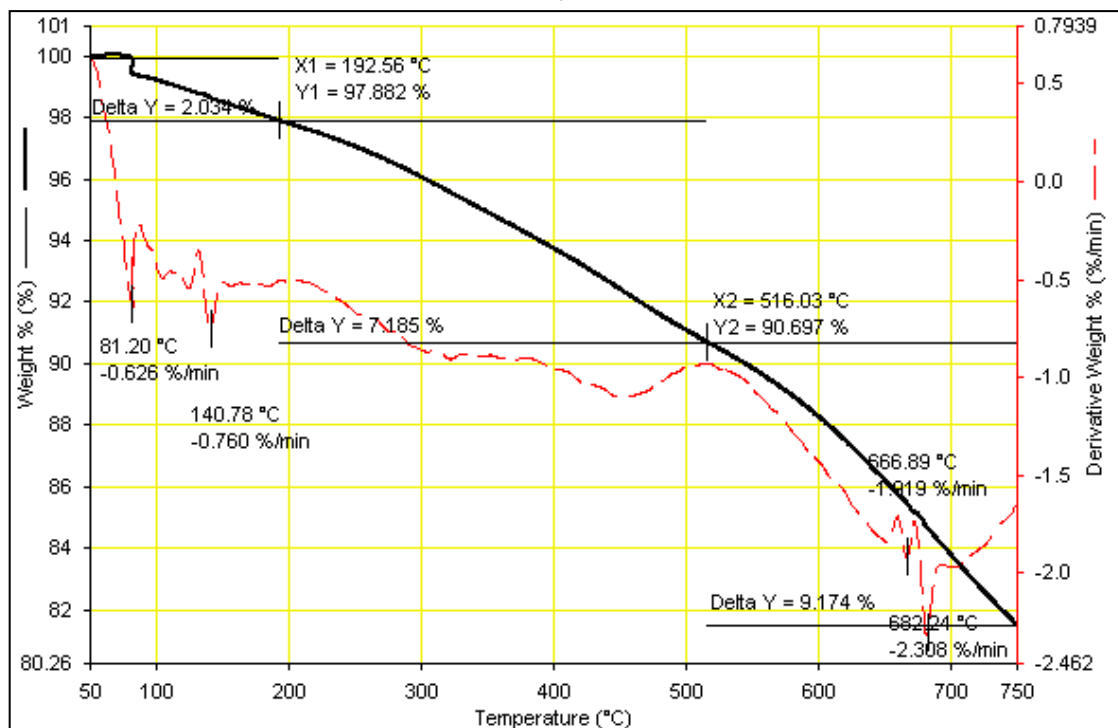


الشكل (8-3) التحليل الحراري الوزني (TGA) للكربون المنشط المعالج بـكلوريد الخارصين

AC<sub>2</sub>



الشكل (9-3) التحليل الحراري الوزني (TGA) للكربون المنشط المعالج بيوروهيدريد  
الصوديوم AC<sub>3</sub>



الشكل (10-3) التحليل الحراري الوزني (TGA) للكربون المنشط المعالج بحامض النتريك  
AC<sub>4</sub>

### 4.1.3. تحليل المساحة السطحية Surface area analysis (BET)

تم دراسة المساحة السطحية والطبيعة المسامية للكربون المنشط المحضر غير المعالج  $AC_0$  والكربون المنشط المحضر المعالج  $AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$  حيث اظهرت النتائج ان المساحة السطحية للكربون المنشط المحضر غير المعالج  $AC_0$  بلغت  $199.7671 \text{ m}^2/\text{g}$  وكانت حجم المسام  $0.1689 \text{ cm}^3/\text{g}$ .

اما الكربون المنشط المعالج بمحلول همر  $AC_1$  اظهر تغير كبير في المساحة السطحية حيث انخفضت المساحة السطحية بشكل كبير الى  $4.1016 \text{ m}^2/\text{g}$  اي بمقدار  $195.667 \text{ m}^2/\text{g}$  من مساحة الكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  وهذا يعود الى حدوث تكتل حبيبات الكربون بسبب تكون شحنات موجبة واخرى سالبة من ذرات المجاميع الفعالة على السطح ومن تجاذب هذه الشحنات، تسبب انكماش في سطح الكربون ادى الى انخفاض المساحة السطحية بشكل كبير او بسبب وجود ايونات النترات والذي يؤدي الى تجمعات على سطح المسامات، وكذلك انخفاض حجم المسام الى  $0.0649 \text{ cm}^3/\text{g}$  وهذا يطابق تحليل SEM حيث اظهر عدم ظهور تراكم مسامية مع وجود تكتلات على سطح الكربون  $AC_1$  (128)(129).

اما الكربون المنشط المحضر المعالج بكلوريد الزنك  $AC_2$  اظهر تطور في المساحة السطحية حيث بلغت المساحة السطحية له  $275.3281 \text{ m}^2/\text{g}$  اي ازدادت بمقدار  $75.561 \text{ m}^2/\text{g}$  عن مساحة الكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  والسبب يعود الى قدرة الكاشف المختزل على اختزال بعض مجاميع الكربونيل وتحولها الى مركبات كحولية متطايرة اثناء عملية التنشيط ادت الى تغيير كبير في التركيب البلوري وتشويبه يؤدي الى تكوين فراغات في الشبكة البلورية وبالتالي زيادة المساحة السطحية وبلغ حجم المسام  $0.1298 \text{ cm}^3/\text{g}$  وهذا يؤكد تحليل SEM حيث يظهر وجود تراكم مسامية على سطح الكربون المنشط  $AC_2$  تزيد من المساحة السطحية وكذلك تحليل TGA اظهر استقرارية وتحول بسيط بسبب قلة المجاميع الحامضية على السطح.

اما الكربون المنشط المحضر المعالج ببوروهيدريد الصوديوم  $AC_3$  اظهر تغير كبير في المساحة السطحية حيث بلغت مساحته السطحية  $330.6932 \text{ m}^2/\text{g}$  وحجم مسام  $0.1843 \text{ cm}^3/\text{g}$  اي ازدادت بمقدار  $130.9262 \text{ m}^2/\text{g}$  عن مساحة الكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  وهذا يعود لقدرة الكاشف المختزل على اختزال عدد كبير من المجاميع الحامضية مثل مجاميع الكربونيل وتحولها الى مركبات كحولية وهيدروكربونية متطايرة اثناء عملية التنشيط واحداث تغير كبير وتشويه التركيب البلوري للكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  ومنتجا مسامات كبيرة

في التركيب البلوري وهذا يزيد من المساحة السطحية للكربون المنشط  $AC_3$  وهذا يتطابق مع تحليل SEM الذي اظهر وجود مسامات في التركيب البلوري وتشوه كبير بسبب الترتيب العشوائي لحلقات الكربون السداسية <sup>(127)</sup>.

اما الكربون المنشط المحضر المعالج بحامض النتريك  $AC_4$  ايضا اظهر تغير في المساحة السطحية حيث بلغت مساحته السطحية  $137.687m^2/g$  اي انخفضت بمقدار  $62.08m^2/g$  عن مساحة الكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  وكذلك انخفض حجم المسام الى  $0.1158cm^3/g$  وهذا يبين تكون تكتلات بسبب الشحنات المختلفة على السطح ومن تجاذب هذه الشحنات يؤدي الى انكماش المساحة السطحية غير للكربون  $AC_4$  بسبب تكون تكتلات وهذا ما اثبته تحليل XRD حيث لم يغير التركيب البلوري للكربون  $AC_0$  بالإضافة الى تحليل SEM يظهر تكتلات على السطح <sup>(128)</sup>.

### 5.1.3. تحليل المجهر الالكتروني الماسح (SEM)

#### Scanning electron microscopy(SEM)

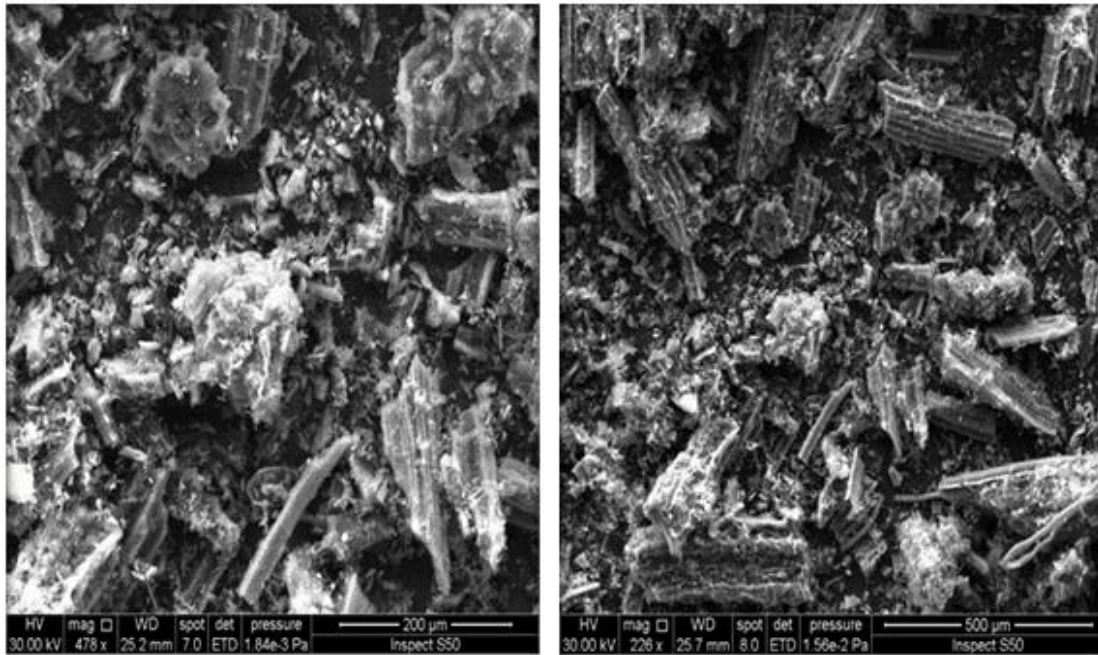
استخدم المجهر الالكتروني الماسح (SEM) لتحليل الخصائص المهمة لسطوح الكربون المنشط المحضرة مثل شكل الجسيمات وحجومها وطبيعة السطح من حيث كون هذا السطح مسامي او املس وكذلك مقدار التجانس بين المكونات وتوزيعها .

توضح الاشكال (11-3)(12-3)(13-3)(14-3)(15-3) صور SEM لأنواع الكربون المنشط المحضر غير المعالج والمعالج ( $AC_0, AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$ ) اذ يلحظ من خلال هذه الصورة ظهور اختلاف بطبيعة وخصائص سطوح انواع الكربون المنشط المحضرة.

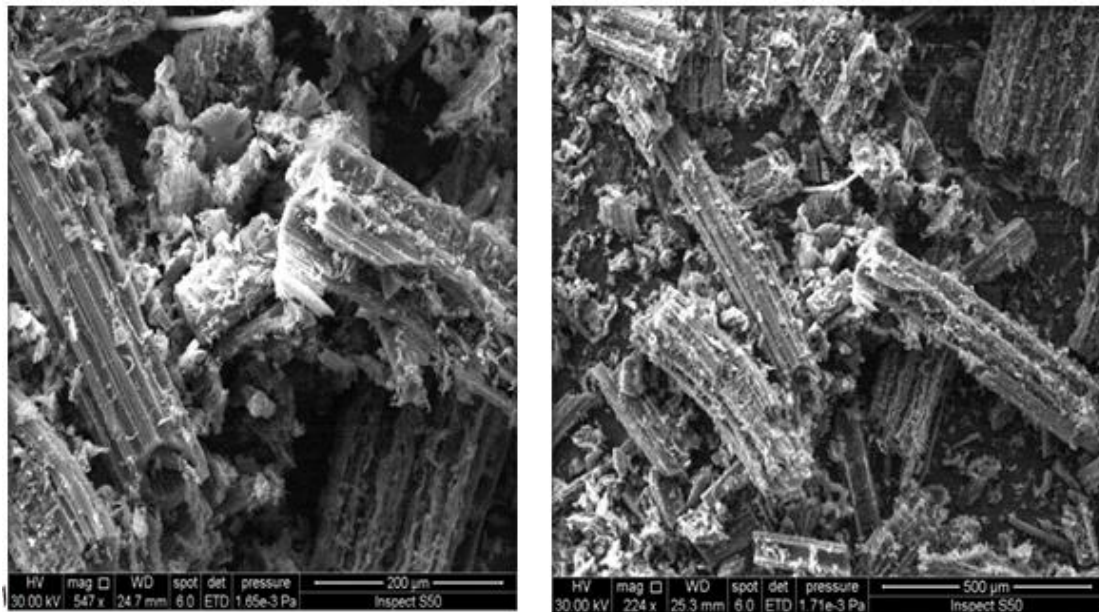
حيث يوضح الشكل (11-3) صور الكربون المنشط المحضر غير المعالج  $AC_0$  طبيعة السطح الوعر مع ترتيب عشوائي في التركيب البلوري للسطح ، ويوضح الشكل (12-3) صور SEM للكربون المنشط المعالج بمحلول همر  $AC_1$  طبيعة السطح الاملس مع وجود تكتلات لحبيبات الكربون مع بعضها البعض على سطح الكربون  $AC_1$  بسبب تجاذب الشحنات الموجبة والسالبة المتكونة على سطح الكربون  $AC_1$  اذ يعمل تكتل حبيبات الكربون على سطح الكربون على تقليل المساحة السطحية وهذا ما اثبته تحليل BET ، وتوضح صور SEM للكربون المنشط المعالج بكلوريد الخارصين  $AC_2$  والمعالج ببوروهيدريد الصوديوم  $AC_3$  في

الشكل (13-3) (14-3) الطبيعة المسامية للسطح مع الترتيب العشوائي لحبيبات الكربون بسبب قلة المجاميع الحامضية الاوكسجينية على السطح نتيجة الى تحولها الى تراكيب كحولية وهيدروكربونية متطايرة اثناء عملية التنشيط تاركنا فراغات في الشبكة البلورية وهذا يساهم بدرجة كبيرة في زيادة المساحة السطحية للكربون المنشط المعالج  $AC_2, AC_3$  وهذا ايضا يتطابق مع تحليل ال BET و XRD<sup>(127)</sup>.

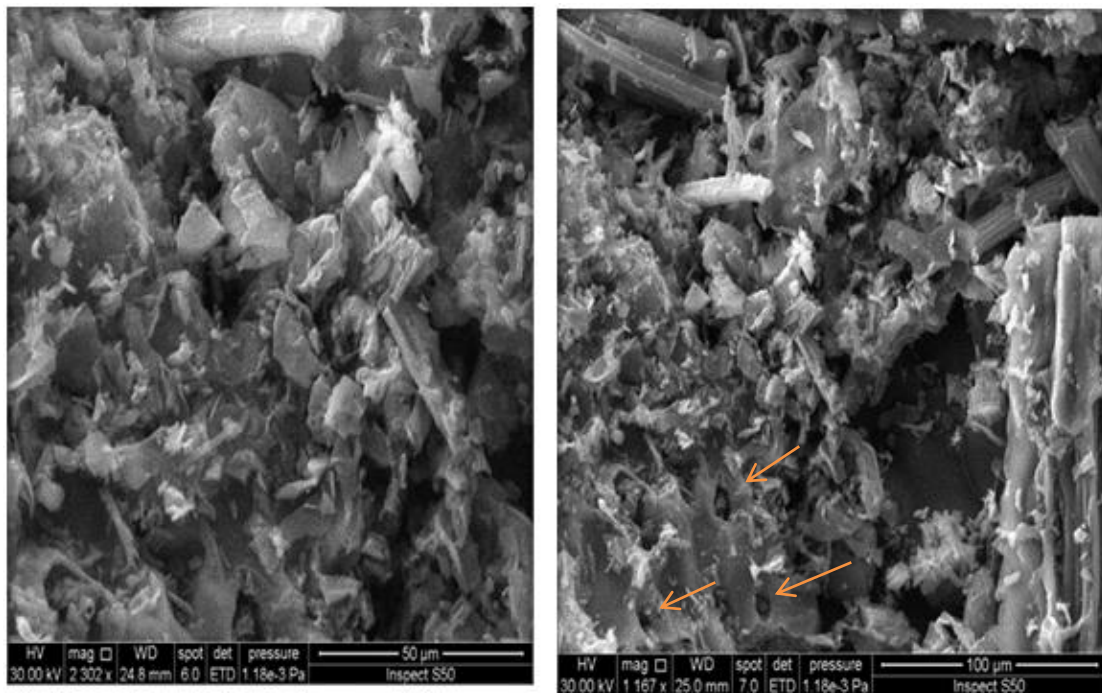
ويلحظ ايضا طبيعة السطح الاملس غير المسامي للكربون المنشط المعالج بحامض النتريك  $AC_4$  كما في الشكل (15-3) مع تكتل لحبيبات الكربون على السطح ويعود السبب الى تجاذب الشحنات الموجبة والسالبة للمجاميع الفعالة الحامضية على سطح الكربون وبالتالي انخفاض في حجم المساحة السطحية مقارنةً بالكربون  $AC_0$ .



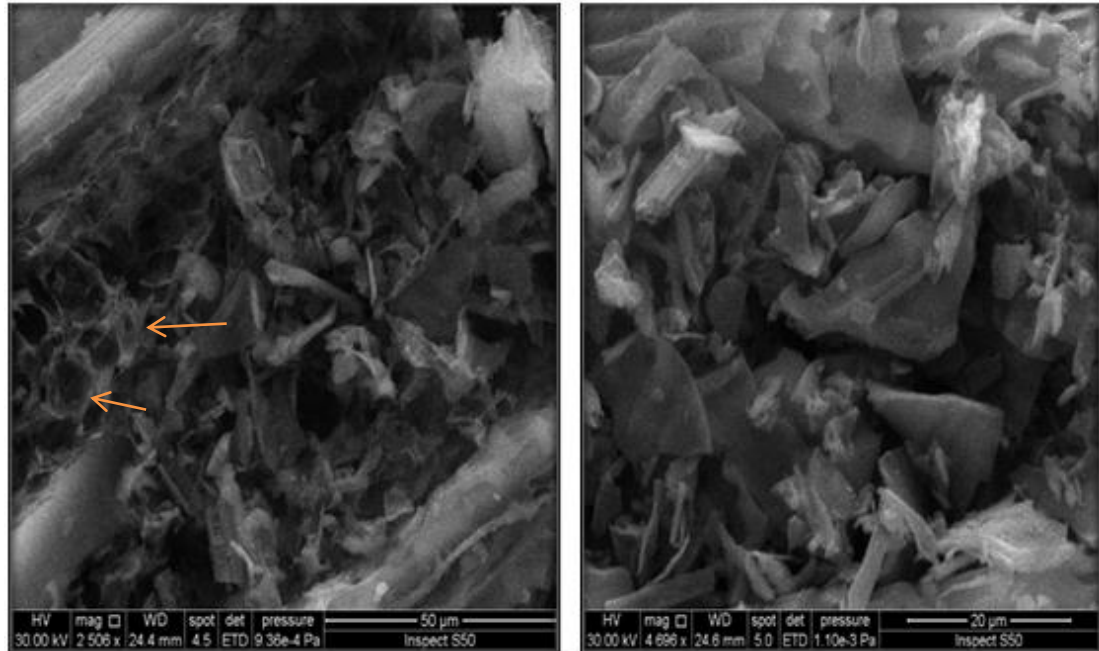
الشكل (3-11) صور SEM لسطح الكربون المنشط غير المعالج AC0



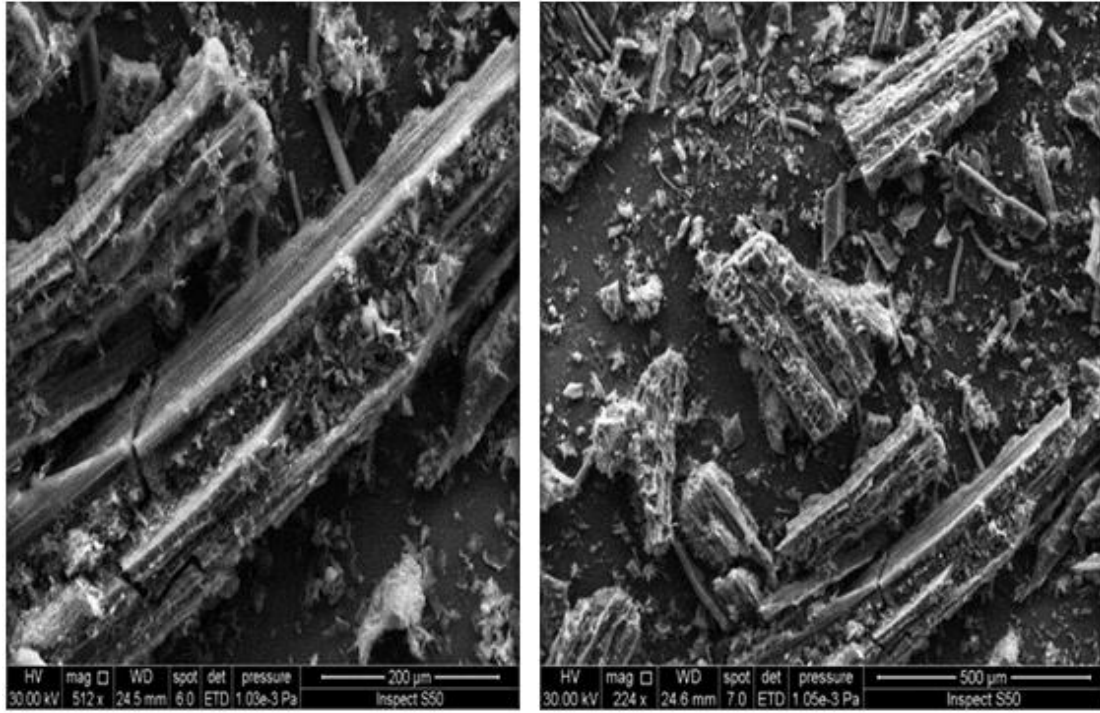
الشكل (3-12) صور SEM لسطح الكربون المنشط المعالج بمحلول همر AC1



الشكل (13-3) صور SEM لسطح الكربون المنشط المعالج بكلوريد الخارصين  $AC_2$



الشكل (14-3) صور SEM لسطح الكربون المنشط المعالج ببوروهيدريد الصوديوم  $AC_3$



الشكل (3-15) صور SEM لسطح الكربون المنشط المعالج بحامض النتريك AC4

### X-Ray diffraction (XRD)

### 6.1.3. حيود الاشعة السينية

تم اختبار التركيب البلوري للكربون المنشط المحضر غير المعالج والمعالج ( $AC_0, AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$ ) باستخدام تقنية حيود الاشعة السينية XRD .

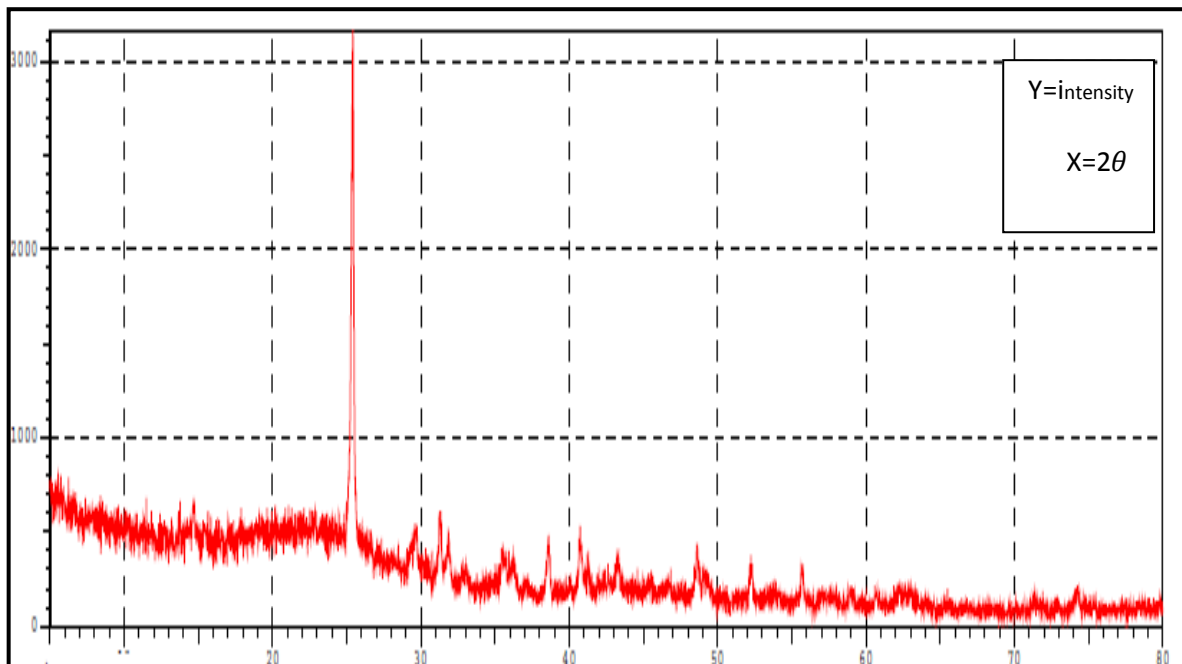
حيث يوضح الشكل (3-16) طيف حيود الاشعة السينية للكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  حيث يظهر الطيف قمة تشخيصية عند الزاوية  $2\theta = 25.4199^\circ$  تعود الى التركيب البلوري للكربون المنشط لأنه يحتوي على نسبة من التبلور الكرافيتي وتكون حادة ، وتم حساب معدل الحجم البلوري عند الزاوية التي يحدث عندها اكبر انحراف باستخدام معادلة ديبي- شيرر حيث بلغ معدل الحجم البلوري للكربون  $AC_0$  19.71nm كما كانت قيم التباعد بين المستويات  $3.5011A^\circ$

$$D = \frac{k * \Lambda}{\beta * \cos \theta} \dots \dots \dots (1 - 3)$$

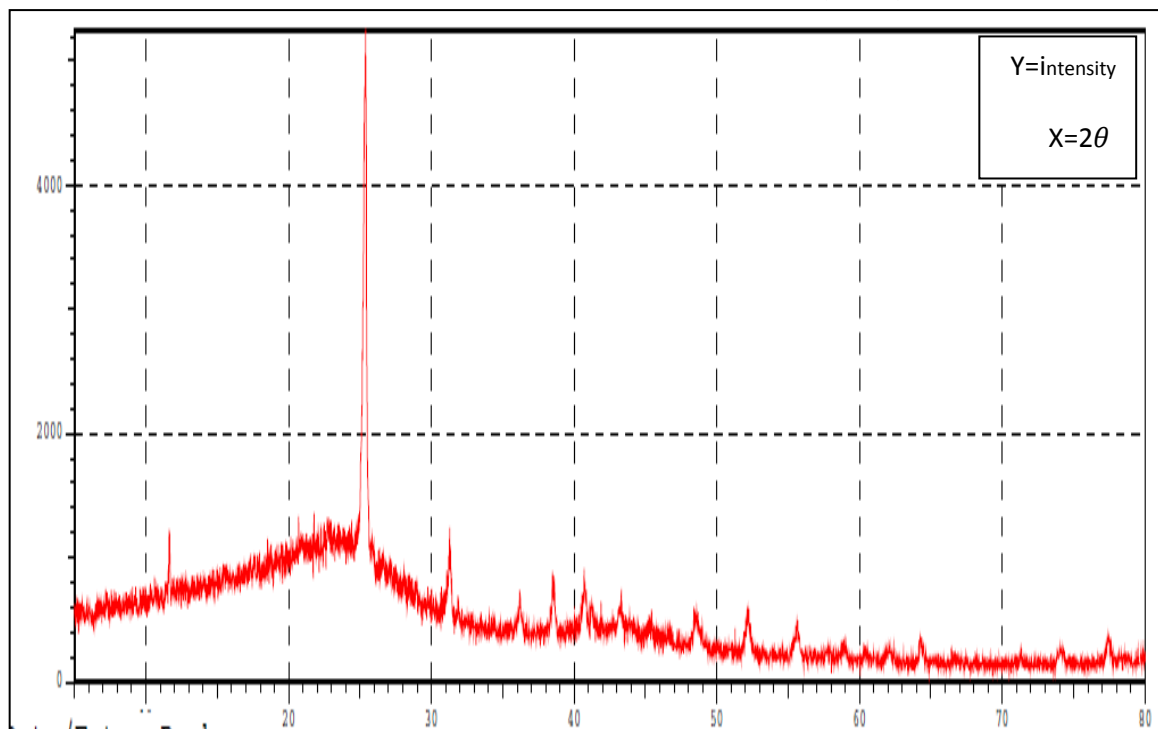
حيث  $D$  : معدل الحجم البلوري و  $k$  : عامل الشكل والذي تكون قيمته عادة 0.9 و  $\lambda$  الطول الموجي للأشعة السينية ويساوي 0.154nm و  $\beta$  تمثل العرض الكلي لنصف الارتفاع الاعظم FWHM ،  $\theta$  هي زاوية الحيود وتستخدم الزاوية عند أعلى قيمة  $\theta_{2=Max}$  لحساب معدل الحجم البلوري لجسيمات الكربون .

اما طيف حيود الاشعة السينية للكربون المنشط المحضر المعالج بالعوامل المؤكسدة بمحلول همر  $AC_1$  وحامض النتريك  $AC_4$  فتظهر اطيافهما تشابه كبير مع طيف الكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  وهذا يدل على بقاء التركيب البلوري وعدم تأثره بالعوامل المؤكسدة بشكل كبير لان تأثيرهما كان على المنطقة السطحية للكربون اي تفاعل الكواشف مع الذرات السطحية فقط كما في الشكلين (3-17) (3-20)  $AC_4, AC_1$  على التوالي وكان معدل الحجم البلوري لهما 18.67nm للكربون  $AC_1$  و 18.97nm للكربون  $AC_4$  .

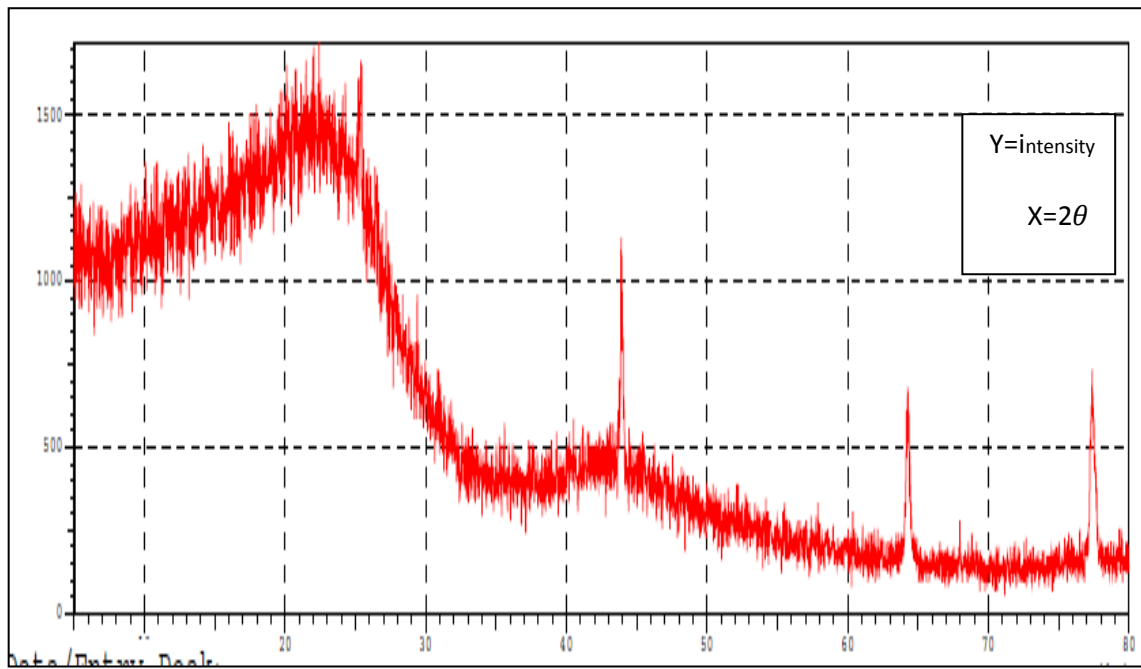
اما طيف حيود الاشعة السينية للكربون المنشط المحضر المعالج بالعوامل المختزلة كلوريد الخارصين  $AC_2$  وبوروهيدريد الصوديوم  $AC_3$  يظهر الطيفان اختلاف كبير عن طيف انحراف الاشعة السينية للكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  حيث يظهر طيف حيود الكربون  $AC_2$  انحراف عند الزاوية  $25.2905^\circ$  وتكون عريضة جداً وهذا يدل على حالة انعدام البلورية وكذلك ظهور انحرافات عديدة اهمها عند الزاوية  $77.385^\circ$  و  $23.214^\circ$  اما للكربون  $AC_3$  يكون اكبر انحراف عند الزاوية  $25.3105^\circ$  واخرى عند الزاوية  $24.1527^\circ$  و  $22.61^\circ$  اما معدل الحجم البلوري فبلغ 15.99nm للكربون  $AC_2$  و 16.19nm للكربون  $AC_3$  ومن خلال مقارنة معدل الحجم البلوري مع الكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  يتضح ان العوامل المختزلة تعمل على تقليص معدل الحجم البلوري بسبب اختزال مجاميع الكربونيل للحوامض الكربوكسيلية والكيتونات والالديهيدات وتحولها الى مواد هيدروكربونية تتطاير من التركيب البلوري مخلفة مسامات في الشبكة البلورية تعمل هذا المسامات على تغيير الشكل البلوري مؤدية الى تشوه الشبكة البلورية وعدم تكونها وكذلك التصدع البلوري وتوزيع حجم المجال (107)(108) وهذا واضح من اتساع قمم الحيود لطيف انحراف الاشعة السينية كما في الشكلين (3-18) (3-19) .



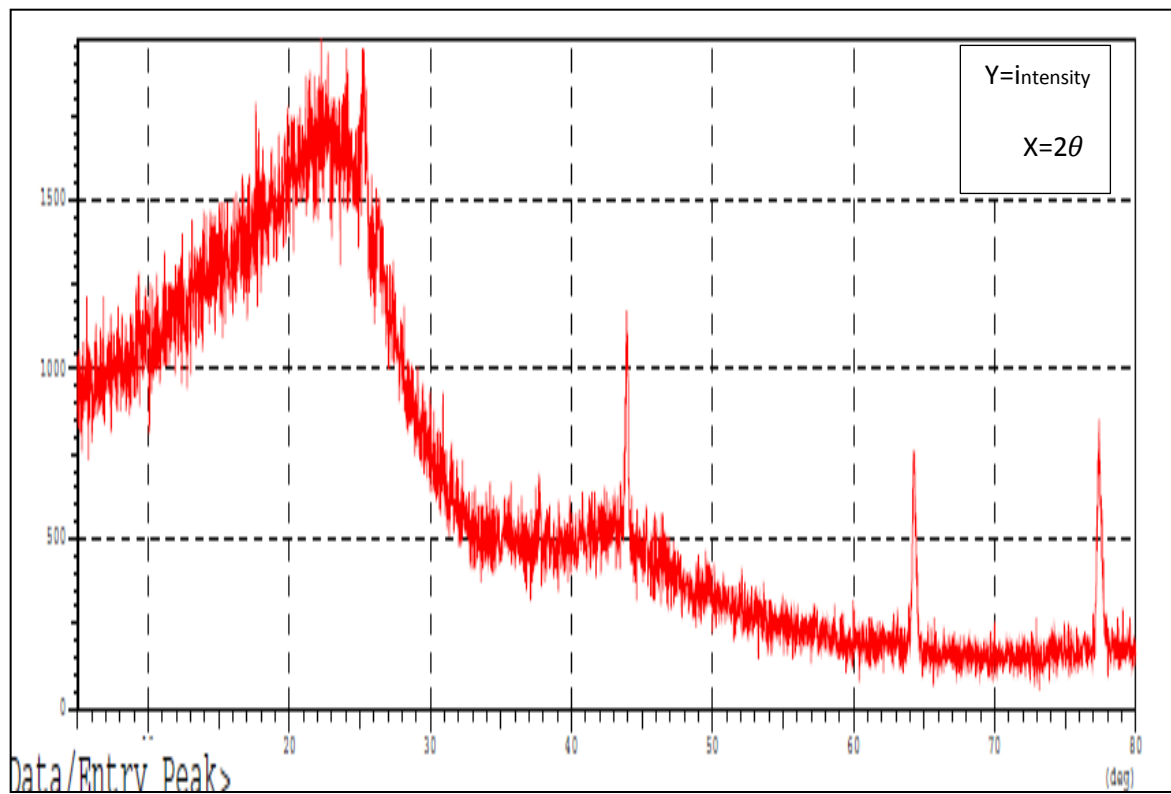
الشكل (3-16) طيف حيود الاشعة السينية للكاربون المنشط AC<sub>0</sub>



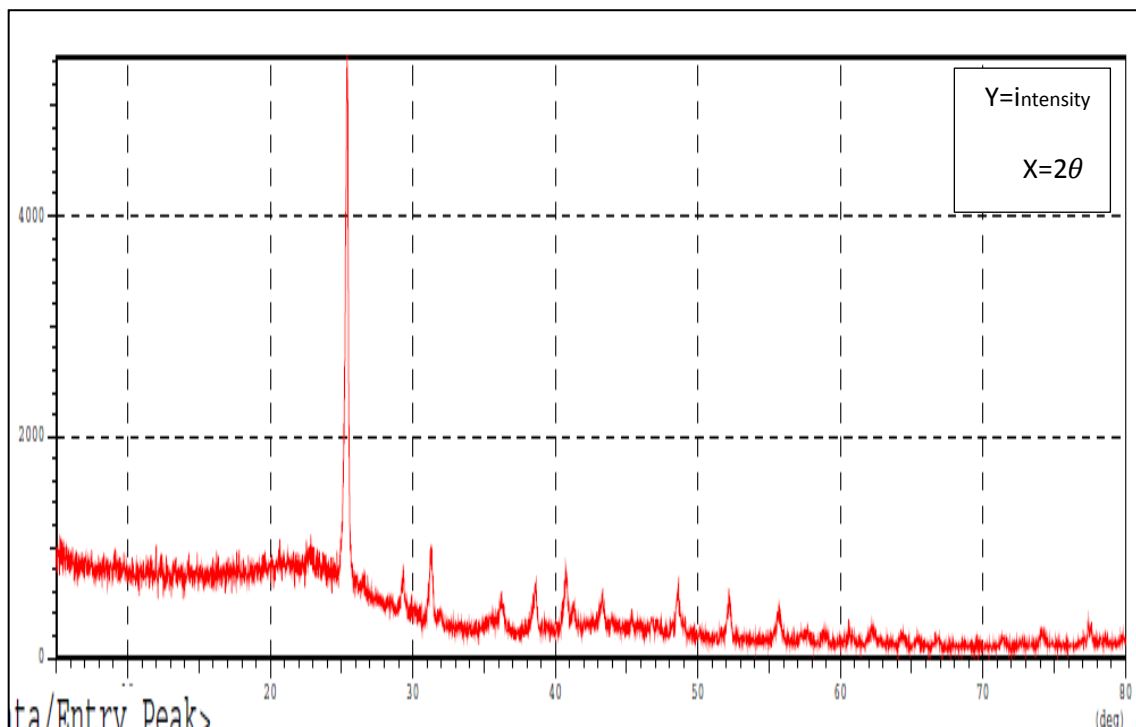
الشكل (3-17) طيف حيود الاشعة السينية للكاربون المنشط AC<sub>1</sub>



الشكل (18-3) طيف حيود الاشعة السينية للكاربون المنشط AC<sub>2</sub>



الشكل (19-3) طيف حيود الاشعة السينية للكاربون المنشط AC<sub>3</sub>



الشكل (3-20) طيف حيود الأشعة السينية للكربون المنشط  $AC_4$

### 2.3. العوامل المؤثرة على عملية إزالة العناصر ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ )

#### 1.2.3. تحديد زمن الاتزان لأنظمة الامتزاز وكفاءة الامتزاز لأنواع الكربون

#### Equilibrium Time of Adsorption and adsorption capacity for Systems

درس الزمن اللازم للوصول الى حالة الاتزان لمحاليل ايونات العناصر ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) على سطح الكربون المنشط المحضر غير المعالج  $AC_0$  والمعالج  $AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$  ، في فترات زمنية يتراوح مداها (10-160min) وعند درجة حرارة  $25C^0$  وحجم وتركيز ثابتين للعناصر الثلاثة (50mg/l, 10mL) وكانت الدالة الحامضية هي الدالة الحامضية الطبيعية (7-7.4) و وزن ثابت من المادة المازة (0.1g) وكانت سرعة دوران الحاضنة (125rpm) يبين الجدول (3-1) ان الزمن اللازم للوصول الى حالة الاتزان للعناصر الثلاثة هو (160min) وكانت النسبة المئوية لإزالة العناصر ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) مبينة بالجدول (3-1) ، وتبين الاشكال (3-21) (3-22) (3-23) (3-24) (3-25) ان النسبة المئوية لإزالة العناصر تزداد مع الزمن وينسب مختلفة تبعا للطبيعة الكيميائية والفيزيائية للأيون وان زمن الاتزان عند 160min يعود الى طبيعة السطح الماز والى تشبع المواقع الفعالة وان النسبة

المئوية للإزالة تزداد مع الوقت لان مواقع الامتزاز غير مشبعة خلال عملية الامتزاز حيث ان عدد المواقع المتوفرة للامتزاز تتشبع مع زيادة الوقت الى ان تصل لزمن تكون فيه المواقع مشبعة بالكامل<sup>(109)</sup> . تم حساب النسبة المئوية لإزالة العناصر من المعادلة (2-3) .

ونلاحظ الاختلاف في النسبة المئوية للامتزاز لأنواع الكربون المحضرة ( $AC_0, AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$ ) حيث كانت النسبة المئوية لإزالة أيونات العناصر ( $Pb+2, Cd, Ni$ ) بواسطة الكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  هي (75%, 60%, 55%) على التوالي اما النسبة المئوية لإزالة أيونات العناصر ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) بواسطة الكربون المنشط المعالج  $AC_1$  هي (61%, 52%, 48%) على التوالي والنسبة المئوية للإزالة بواسطة الكربون المنشط المعالج  $AC_4$  هي (68%, 57%, 52%) على التوالي ويعود سبب انخفاض النسبة المئوية لإزالة أيونات العناصر الى حجم المساحة السطحية للكربون  $AC_1, AC_4$  حيث اعطت المعالجة بالعوامل المؤكسدة كربون مساحته السطحية اقل من مساحة الكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  حسب تحليل BET ويعود السبب الى حدوث تكتل لجزيئات الكربون على السطح بسبب تجاذب الشحنات الموجبة والسالبة المتكونة على سطح الكربون  $AC_1, AC_4$  وهذا يؤدي الى تقليل عدد الشحنات السالبة المتواجدة على السطح التي ممكن ان توفر مواقع ارتباط لأيونات الموجبة للعناصر ( $Pb+2, Cd, Ni$ ) مما ادى الى انخفاض النسبة المئوية للإزالة للكربون  $AC_1, AC_4$  . اما النسبة المئوية لإزالة أيونات العناصر ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) بواسطة الكربون المنشط المعالج  $AC_2$  هي (89%, 72%, 64%) وللكربون المنشط المعالج  $AC_3$  هي (98%, 93%, 86%) على التوالي وهي اعلى من النسبة المئوية للكربون المنشط غير المعالج  $AC_0$  وايضا ممكن ان نعزي السبب الى حجم المساحة السطحية لهما حيث اعطت المعالجة بالعوامل المختزلة مساحة سطحية اعلى من المساحة السطحية للكربون  $AC_0$  حسب تحليل BET بسبب تكون تراكيب مسامية في تركيب الكربون المنشط  $AC_2, AC_3$  حسب تحليل SEM وهذه التراكيب المسامية تزيد من المساحة السطحية للكربون  $AC_2, AC_3$  وبالتالي توفر مواقع ارتباط جديدة تعمل على زيادة كمية المادة الممتزة لأيونات العناصر ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) والجدول (1-3) يوضح النسب المئوية لأنواع الكربون المحضرة .

$$R\% = \frac{C_0 - C_e}{C_0} * 100 \dots \dots \dots (2 - 3)$$

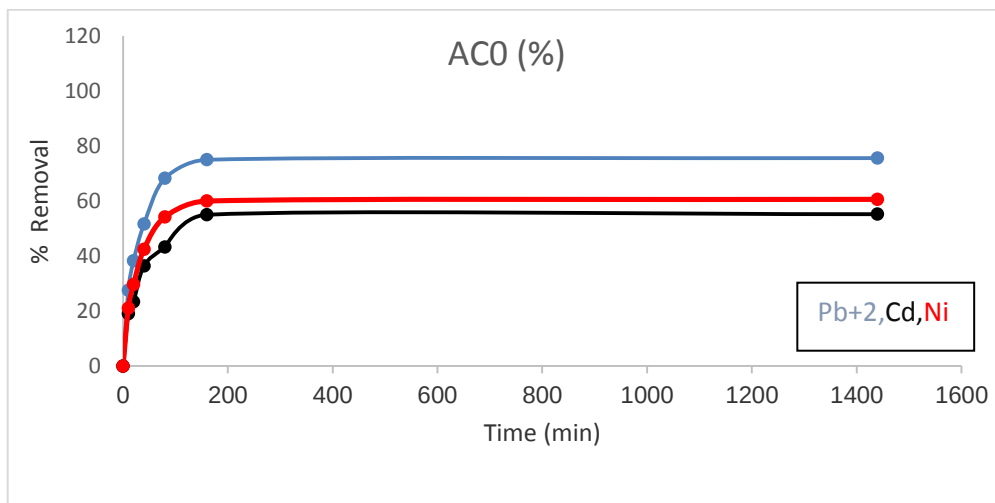
حيث  $R\%$  : النسبة المئوية للإزالة

$C_0$  : التركيز الابتدائي للمادة الممتزة قبل الامتزاز  $mg/l$

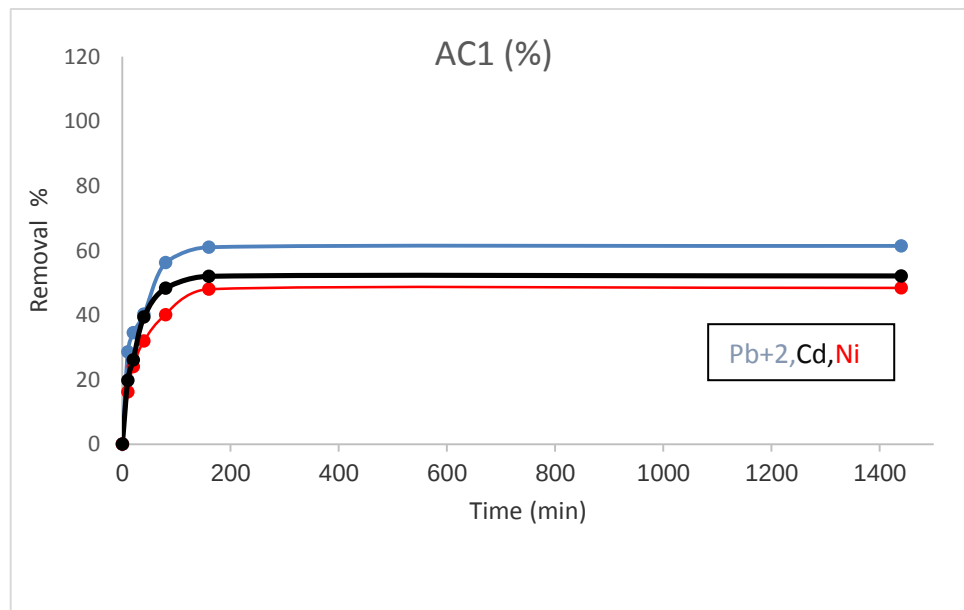
$C_e$  : التركيز المتبقي في المحلول بعد الامتزاز  $mg/l$

جدول (3-1) يبين النسبة المئوية لازالة العناصر ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) بواسطة انواع الكربون المحضرة

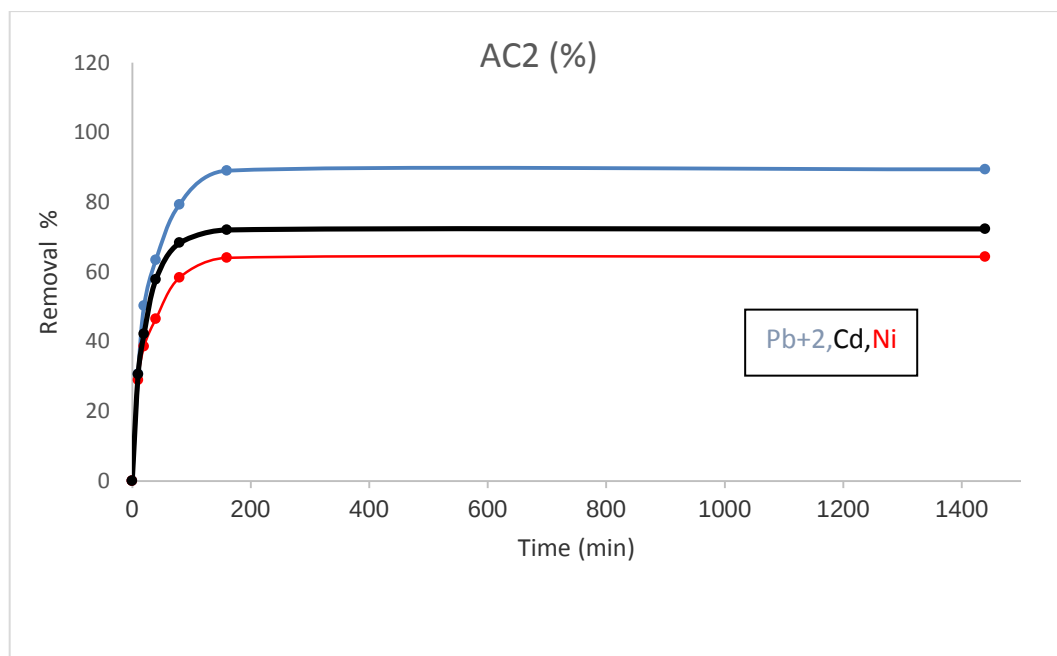
| العناصر   | R% النسبة المئوية لازالة |        |        |        |        | الزمن<br>دقيقة |
|-----------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|----------------|
|           | $AC_0$                   | $AC_1$ | $AC_2$ | $AC_3$ | $AC_4$ | 160            |
| <b>Pb</b> | 75%                      | 61%    | 89%    | 98%    | 68%    |                |
| <b>Cd</b> | 60%                      | 52%    | 72%    | 93%    | 57%    |                |
| <b>Ni</b> | 55%                      | 48%    | 64%    | 86%    | 52%    |                |



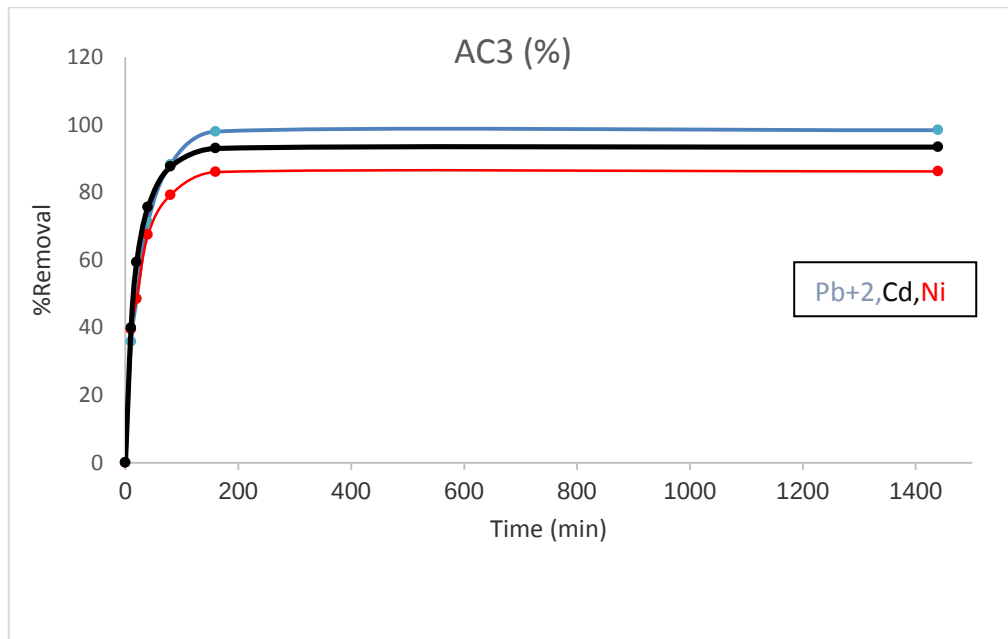
الشكل (3-21) علاقة النسبة المئوية للإزالة بزمان الاتزان للعناصر الثلاثة على سطح الكربون  $AC_0$



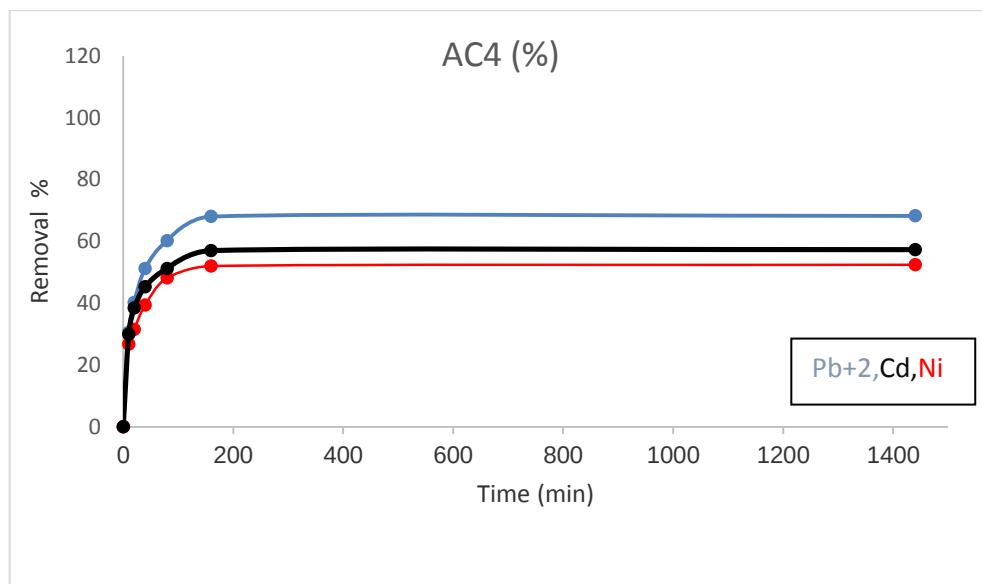
الشكل (22-3) علاقة النسبة المئوية للإزالة بزمان الاتزان للعناصر الثلاثة على سطح الكربون  $AC_1$



الشكل (23-3) علاقة النسبة المئوية للإزالة بزمان الاتزان للعناصر الثلاثة على سطح الكربون  $AC_2$



الشكل (24-3) علاقة النسبة المئوية للمؤوية للإزالة بزمان الاتزان للعناصر الثلاثة على سطح الكربون AC<sub>3</sub>



الشكل (25-3) علاقة النسبة المئوية للمؤوية للإزالة بزمان الاتزان للعناصر الثلاثة على سطح الكربون AC<sub>4</sub>

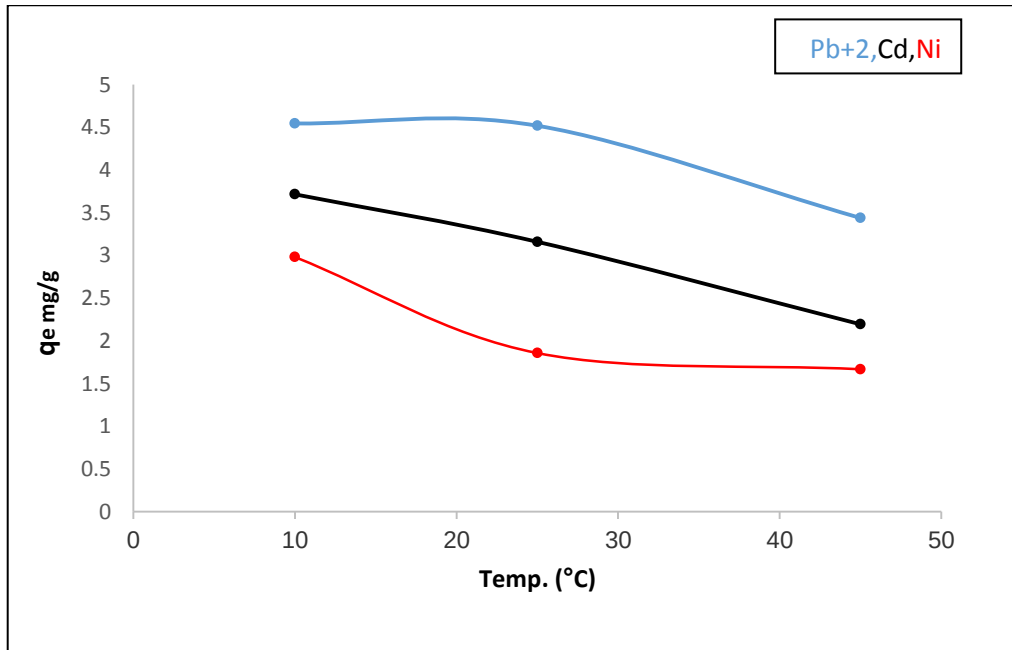
## Temperature

### 2.2.3. درجة الحرارة

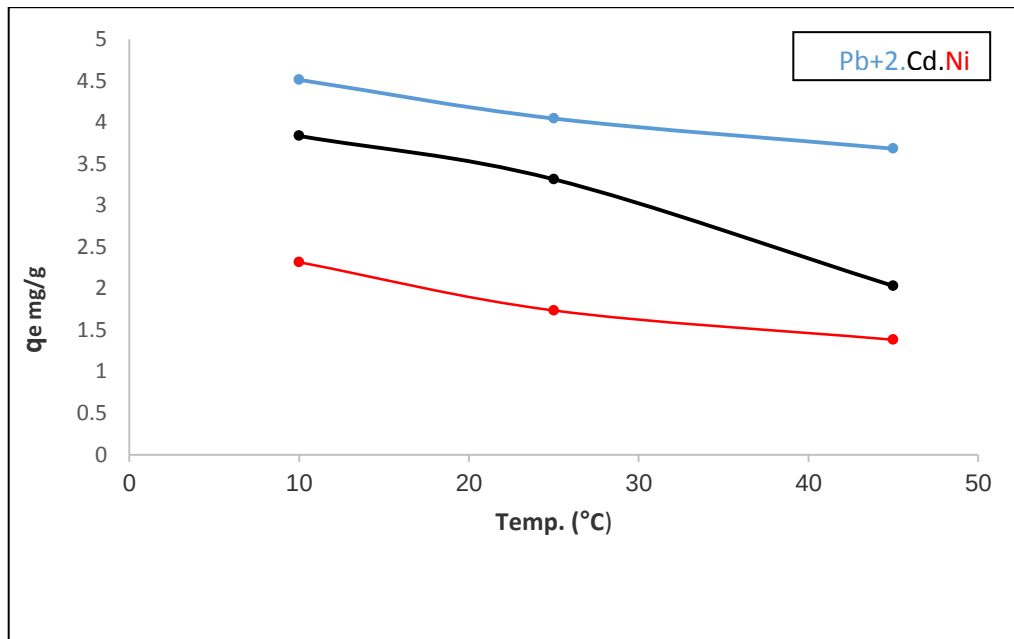
اجريت دراسة تأثير درجة الحرارة على امتزاز العناصر الثلاثة ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) من محاليلها المائية على سطح الكربون المنشط المحضر غير المعالج والمعالج ( $AC_0, AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$ ) ، بدرجات حرارة ( $10, 25, 45^{\circ}C$ ) وحسب السعة الوزنية للامتزاز ( $q_e$ ) المقابلة لكل قيمة من قيم تركيز الاتزان ( $C_e$ ) وحسب العلاقة التالية :

$$q_e = \frac{v(C_0 - C_e)}{m} \dots \dots \dots (3 - 3)$$

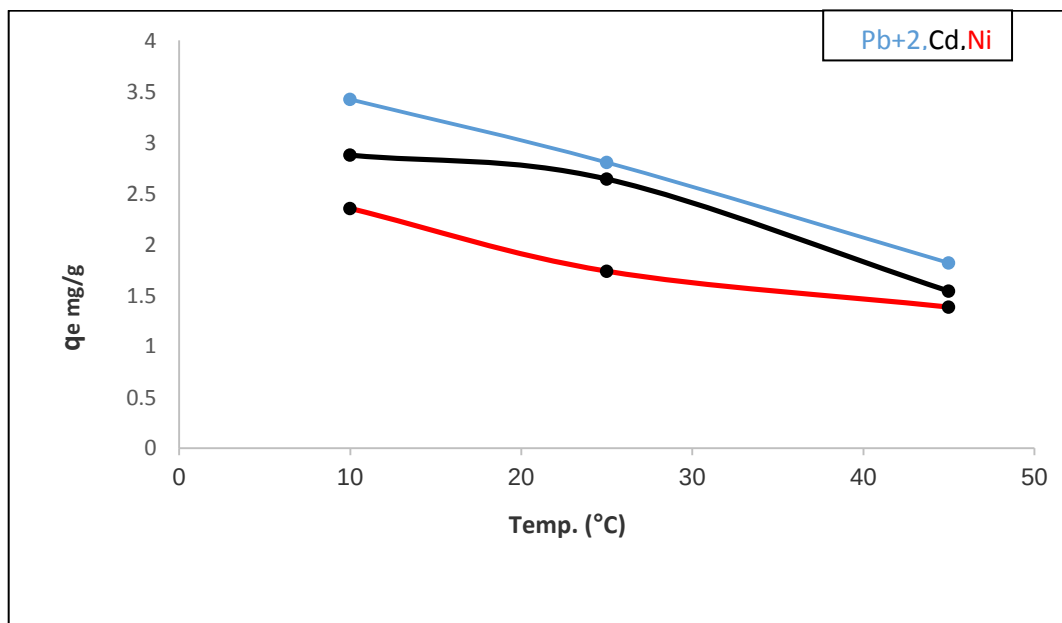
يوضح الجدول (2-3) نتائج دراسة تأثير درجة الحرارة على عملية الامتزاز حيث نلاحظ في العناصر ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) ان السعة الوزنية للامتزاز تقل مع زيادة درجة الحرارة وهذا يشير الى ان التفاعل هو امتزاز فقط (اي امتزاز فيزيائي) ، اذ ان زيادة درجة الحرارة تؤدي الى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات الممتزة مما يؤدي الى احتمالية انفصالها عن السطح الماز وعودتها الى داخل المحلول<sup>(110)</sup> وتبين الاشكال (26-3)(27-3)(28-3)(29-3)(30-3) انخفاض سعة الامتزاز للعناصر الثلاثة مع زيادة درجة الحرارة .



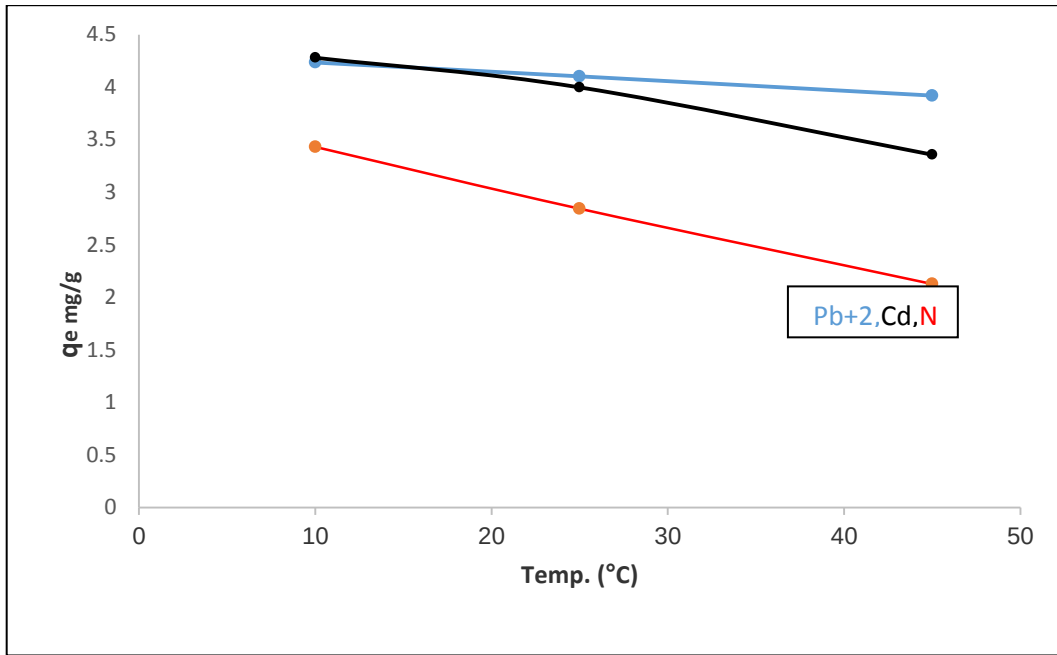
الشكل (26-3) تأثير درجة الحرارة في عملية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون  $AC_0$



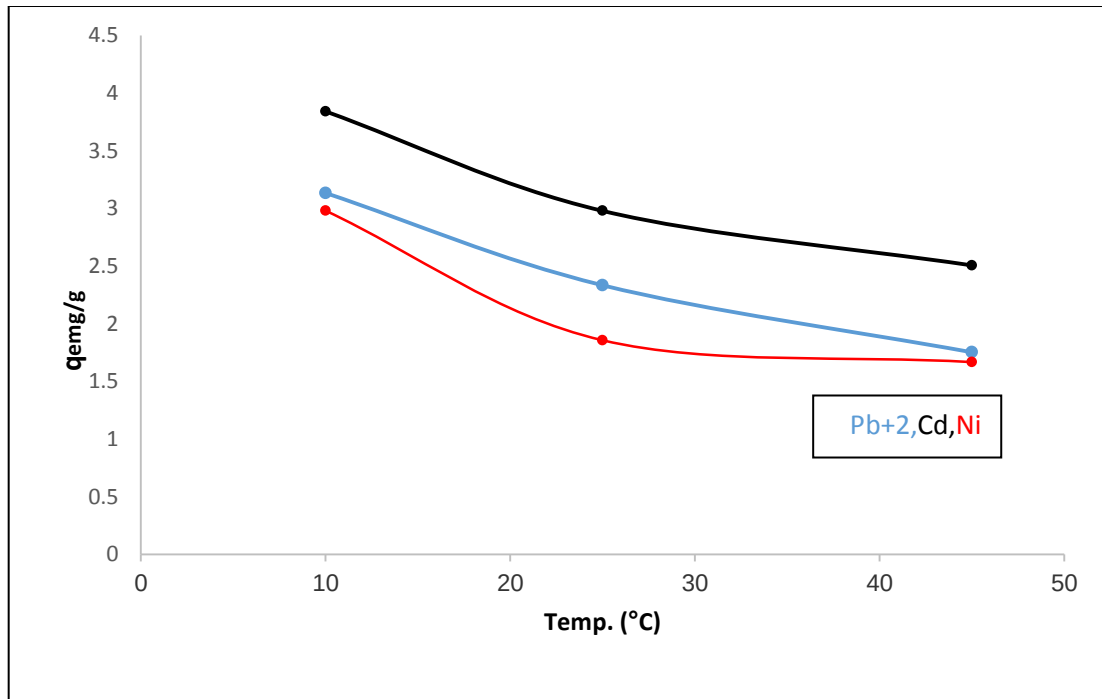
الشكل (3-27) تأثير درجة الحرارة في عملية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون  $AC_1$



الشكل (3-28) تأثير درجة الحرارة في عملية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون  $AC_2$



الشكل (3-29) تأثير درجة الحرارة في عملية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون  $AC_3$



الشكل (3-30) تأثير درجة الحرارة في عملية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون  $AC_4$

الجدول (2-3) تأثير درجة الحرارة في عملية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط ( $AC_0, AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$ )

| الكربون | العنصر | $C_0$ mg/l | 10 °C      |            | 25 °C      |            | 45 °C      |            |
|---------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|         |        |            | $C_e$ mg/l | $q_e$ mg/g | $C_e$ mg/l | $q_e$ mg/g | $C_e$ mg/l | $q_e$ mg/g |
| AC0     | Pb     | 46.35      | 0.910      | 4.54       | 1.176      | 4.517      | 11.971     | 3.437      |
|         | Cd     | 48.7       | 11.55      | 3.71       | 17.11      | 3.15       | 26.77      | 2.19       |
|         | Ni     | 51.6       | 26.82      | 2.48       | 33.05      | 1.85       | 34.95      | 1.66       |
| AC1     | Pb     | 46.35      | 1.235      | 4.511      | 5.88       | 4.04       | 9.521      | 3.682      |
|         | Cd     | 48.7       | 10.33      | 3.83       | 15.55      | 3.314      | 28.38      | 2.03       |
|         | Ni     | 51.6       | 28.1       | 2.35       | 34.26      | 1.73       | 37.7       | 1.38       |
| AC2     | Pb     | 46.35      | 12.14      | 3.42       | 18.32      | 2.8        | 28.18      | 1.81       |
|         | Cd     | 48.7       | 9.38       | 3.93       | 14.84      | 3.385      | 18.55      | 3.01       |
|         | Ni     | 51.6       | 22.87      | 2.87       | 25.22      | 2.63       | 36.22      | 1.53       |
| AC3     | Pb     | 46.35      | 4.006      | 4.23       | 5.32       | 4.1        | 7.06       | 3.92       |
|         | Cd     | 48.7       | 5.89       | 4.28       | 8.72       | 3.99       | 15.12      | 3.35       |
|         | Ni     | 51.6       | 17.3       | 3.43       | 23.16      | 2.84       | 30.34      | 2.12       |
| AC4     | Pb     | 46.35      | 0.195      | 4.61       | 5.21       | 4.11       | 11.75      | 3.45       |
|         | Cd     | 48.7       | 10.29      | 3.84       | 18.91      | 2.97       | 23.64      | 2.5        |
|         | Ni     | 51.6       | 20.29      | 3.13       | 28.26      | 2.33       | 34.1       | 1.75       |

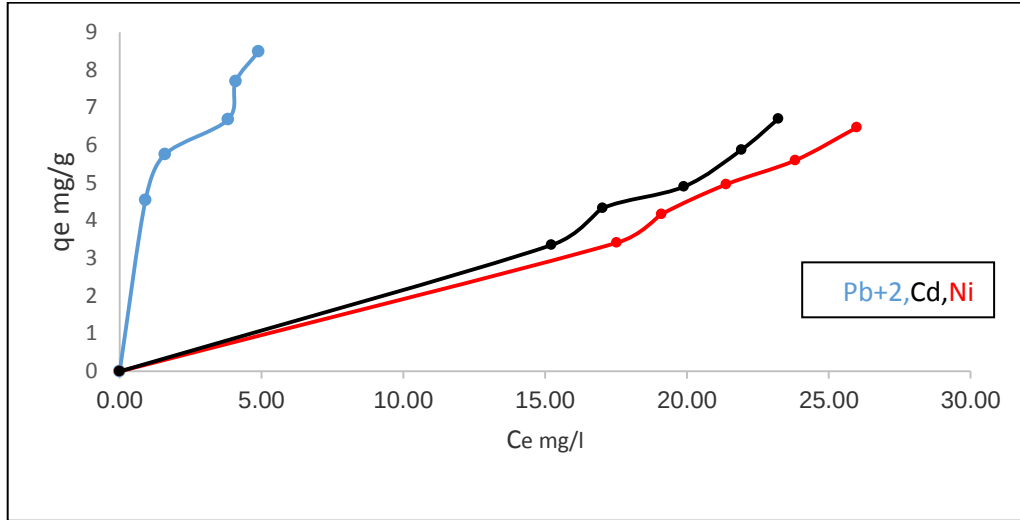
### Adsorption isotherm

### 3.2.3. ايزوثيرمات الامتزاز

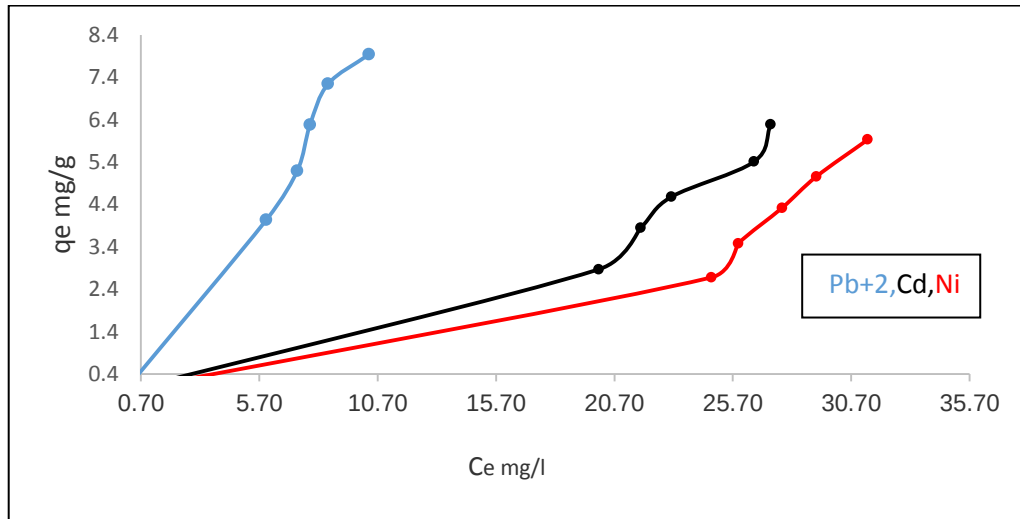
إن دراسة ايزوثيرمات الامتزاز تعطي معلومات مهمة في وصف عملية الامتزاز وظروفها ومعرفة سعة الامتزاز للمادة الممتزة مع تركيزها عند حصول الامتزاز . ويظهر من خلال اشكال ايزوثيرمات الامتزاز ايونات العناصر الثلاثة ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) في الوسط المائي على سطح الكربون المنشط المحضر غير المعالج والمعالج متناظرة الشكل مما يشير الى ان الميكانيكيات الخاصة بالامتزاز هي نفسها .

ان الشكل العام لامتزاز ايونات العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط المحضر غير المعالج والمعالج يعطي الشكل العام لايزوثيرمات الامتزاز وكما مبين بالأشكال (34-35) (31-32-33) (3) يتبع الصنف (S4) حسب تصنيف Giles لايزوثيرمات الامتزاز ، كما يمكن الاستدلال من هذه الايزوثيرمات على تداخل المادة الممتزة بالسطح الماز الذي يجري عبر انواع من القوى تعتمد على طبيعة المادة الممتزة والسطح الماز ، وكذلك تقل الطاقة بزيادة الجزء المغطى من السطح الماز (111) .

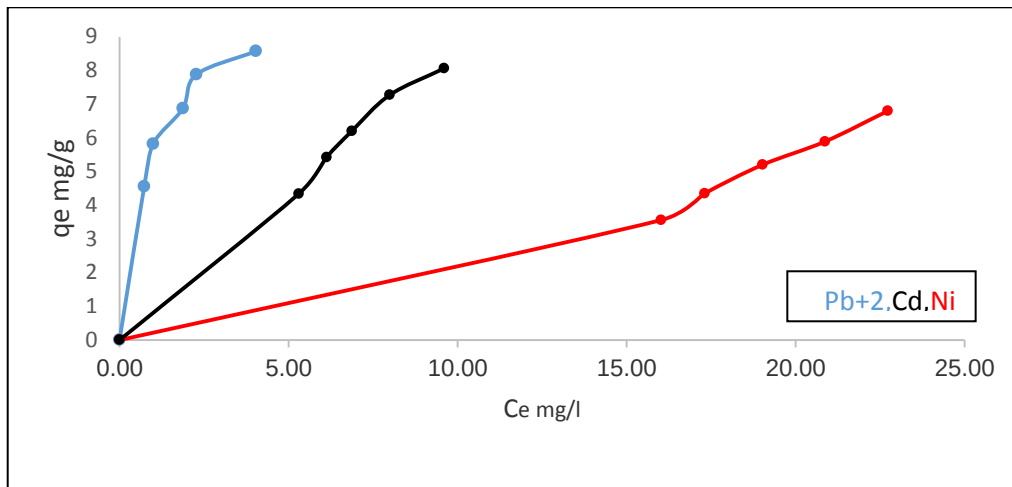
بالنسبة للصنف (S4) الذي يتحقق في حالة السطوح غير المتجانسة كما في السطوح المستخدمة (الكربون المنشط المحضر الغير معالج والمعالج) فهو غير متجانس<sup>(112)</sup> الذي فيه تقل الطاقة الامتزائية بزيادة الجزء المغطى من السطح<sup>(113)</sup> وان الصنف (S) اذ يبين ان الجزيئات الممتزة فيه تميل الى التراص في صفوف او عناقيد تكون بشكل عمودي او مائل على السطح وهذا ما يؤكد شكل الايزوثيرم المتزايد بزيادة تركيز الامتزاز<sup>(114)</sup>.



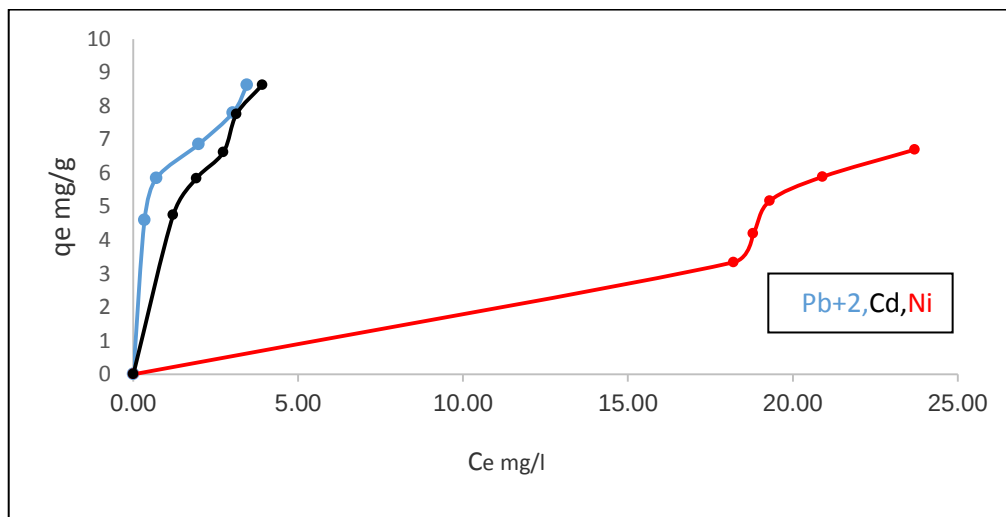
الشكل (31-3) ايزوثيرمات الامتزاز للعناصر الثلاثة على الكربون المنشط AC<sub>0</sub>



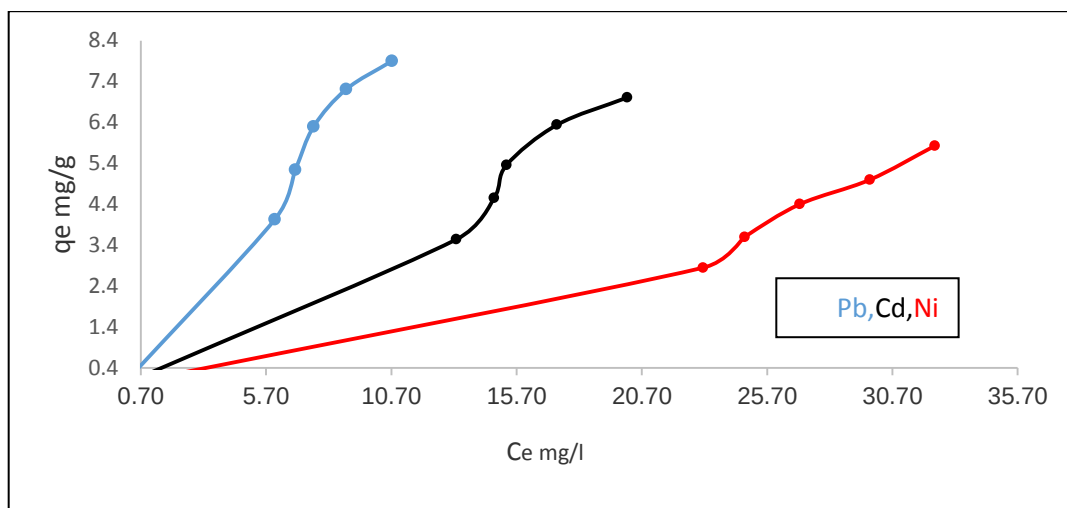
الشكل (32-3) ايزوثيرمات الامتزاز للعناصر الثلاثة على الكربون المنشط AC<sub>1</sub>



الشكل (33-3) ايزوثيرمات الامتزاز للعناصر الثلاثة على الكربون المنشط AC<sub>2</sub>



الشكل (34-3) ايزوثيرمات الامتزاز للعناصر الثلاثة على الكربون المنشط AC<sub>3</sub>



الشكل (35-3) ايزوثيرمات الامتزاز للعناصر الثلاثة على الكربون المنشط  $AC_4$

استخدمت النتائج التي تم الحصول عليها في دراسة طبيعة امتزاز العناصر الثلاثة ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) على سطح الكربون المنشط المحضر ( $AC_0, AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$ ) في تطبيق المعادلة الرياضية لأيزوثيرم لانكمير للامتزاز والجدول (3-3) (4-3) (5-3) (6-3) (7-3) توضح قيم ( $C_e/q_e$ ) و ( $C_e$ ) وتبين الاشكال (37-3) (38-3) (39-3) (40-3) (36-3) رسم العلاقة الخطية لمعادلة لانكمير للامتزاز للعناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط. ومن معطيات الايزوثيرمات تم حساب قيمة ثابت لانكمير ( $b$ ) وقيمة الامتزاز العظمى  $Q_m$  وتم حساب معامل الارتباط ( $R^2$ ) المبينة في الجدول (3-3) (4-3) (5-3) (6-3) (7-3).

كما طبقت البيانات التجريبية على معادلة فرنديش للامتزاز، والجدول (8-3) (9-3) (10-3) (11-3) (12-3) توضح قيم ( $\log q_e$ ) و ( $\log C_e$ ) للتركيزات المختلفة من العناصر الثلاثة ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) وتوضح الاشكال (41-3) (42-3) (43-3) (44-3) (45-3) العلاقة الخطية لمعادلة فرنديش للامتزاز على سطح الكربون المنشط في تراكيز مختلفة من محاليل العناصر الثلاثة.

ومن خلال رسم العلاقة الخطية لهذا الايزوثيرم تم حساب ثوابت فرنديش التجريبية ( $k_f$ ) التي من خلالها يمكن معرفة كمية الامتزاز، و ( $n$ ) التي من خلالها معرفة السطح الماز متجانس او غير متجانس، اذا كانت  $n$  اكبر من واحد فان السطح متجانس واما اذا كانت  $n$  اصغر من واحد فان السطح غير متجانس، وكذلك تم حساب معامل الارتباط ( $R^2$ ) وكما موضحة بالجدول

(8-3) (9-3) (10-3) (11-3) (12-3) ومن قيم  $n$  التي تم الحصول عليها فإنها تشير الى ان السطح غير متجانس<sup>(112)</sup>.

الجدول (3-3) القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة وقيم ثوابت لانكمير وقيم سعة الامتزاز العظمى  $Q_m$  وفق معادلة لانكمير للكربون المنشط  $AC_0$

| العنصر | $C_0$ mg/l | $C_e$ mg/l | $q_e$ mg/g | $C_e/q_e$ | $Q_m$ | $b_e$  | $R^2$ |
|--------|------------|------------|------------|-----------|-------|--------|-------|
| Pb     | 46.35      | 0.910      | 4.543      | 0.200     | 9.813 | 0.852  | 0.954 |
|        | 59.230     | 1.602      | 5.762      | 0.277     |       |        |       |
|        | 70.621     | 3.822      | 6.679      | 0.571     |       |        |       |
|        | 81.027     | 4.092      | 7.69       | 0.531     |       |        |       |
|        | 89.727     | 4.890      | 8.483      | 0.576     |       |        |       |
| Cd     | 48.7       | 15.224     | 3.347      | 4.543     | 9.233 | 0.0178 | 0.801 |
|        | 60.302     | 17.027     | 4.327      | 3.933     |       |        |       |
|        | 68.901     | 19.887     | 4.901      | 4.059     |       |        |       |
|        | 80.711     | 21.917     | 5.879      | 3.727     |       |        |       |
|        | 90.2       | 23.219     | 6.698      | 3.465     |       |        |       |
| Ni     | 51.620     | 17.522     | 3.409      | 5.137     | 8.673 | 0.016  | 0.852 |
|        | 60.78      | 19.102     | 4.167      | 4.580     |       |        |       |
|        | 71.002     | 21.377     | 4.962      | 4.310     |       |        |       |
|        | 79.801     | 23.821     | 5.598      | 4.253     |       |        |       |
|        | 90.711     | 25.987     | 6.472      | 4.017     |       |        |       |

الجدول (4-3) القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة وقيم ثوابت لانكمير وقيم سعة الامتزاز العظمى  $Q_m$  وفق معادلة لانكمير للكربون المنشط  $AC_1$

| العنصر | $C_0$ mg/l | $C_e$ mg/l | $q_e$ mg/g | $C_e/q_e$ | $Q_m$ | $b_e$ | $R^2$ |
|--------|------------|------------|------------|-----------|-------|-------|-------|
| Pb     | 46.35      | 5.991      | 4.035      | 1.484     | 20.53 | 0.028 | 0.427 |
|        | 59.230     | 7.303      | 5.192      | 1.406     |       |       |       |
|        | 70.621     | 7.839      | 6.278      | 1.248     |       |       |       |
|        | 81.027     | 8.602      | 7.242      | 1.187     |       |       |       |
|        | 89.727     | 10.33      | 7.939      | 1.301     |       |       |       |
| Cd     | 48.7       | 20.030     | 2.866      | 6.979     | 3.4   | 0.023 | 0.813 |
|        | 60.302     | 21.808     | 3.849      | 5.664     |       |       |       |
|        | 68.901     | 23.102     | 4.579      | 5.043     |       |       |       |
|        | 80.711     | 26.6       | 5.411      | 4.916     |       |       |       |
|        | 90.2       | 27.3       | 6.29       | 4.340     |       |       |       |
| Ni     | 51.620     | 24.785     | 2.683      | 9.25      | 1.78  | 0.025 | 0.88  |
|        | 60.78      | 25.931     | 3.484      | 7.451     |       |       |       |
|        | 71.002     | 27.779     | 4.322      | 6.430     |       |       |       |
|        | 79.801     | 29.23      | 5.057      | 5.776     |       |       |       |
|        | 90.711     | 31.4       | 5.931      | 5.295     |       |       |       |

الجدول (3-5) القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة وقيم ثوابت لانكمير وقيم سعة الامتزاز العظمى  $Q_m$  وفق معادلة لانكمير للكربون المنشط  $AC_2$

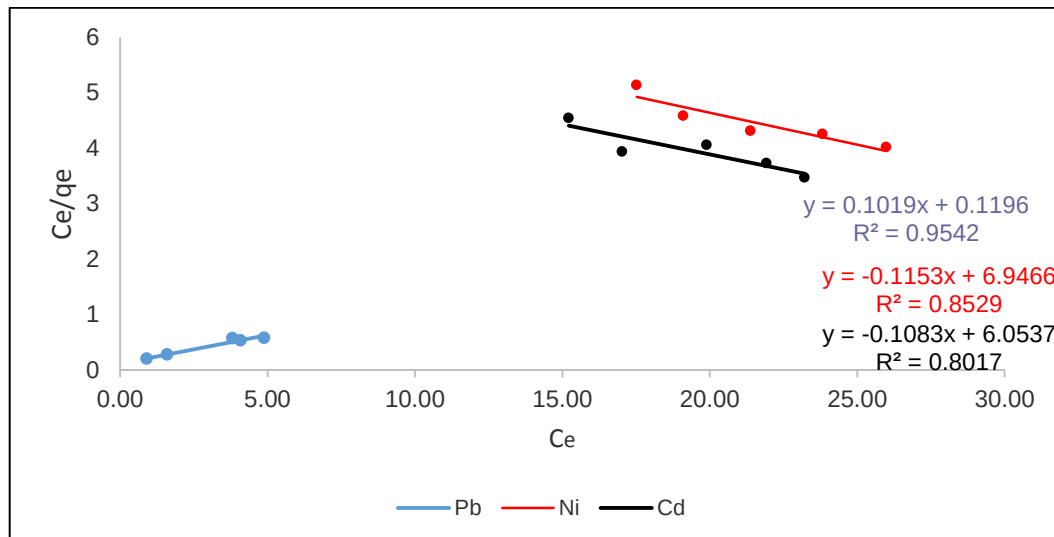
| العنصر | $C_0$ mg/l | $C_e$ mg/l | $q_e$ mg/g | $C_e/q_e$ | $Q_m$ | $b_e$  | $R^2$ |
|--------|------------|------------|------------|-----------|-------|--------|-------|
| Pb     | 46.35      | 0.726      | 4.562      | 0.160     | 10.49 | 1.97   | 0.994 |
|        | 59.230     | 0.992      | 5.823      | 0.170     |       |        |       |
|        | 70.621     | 1.872      | 6.874      | 0.272     |       |        |       |
|        | 81.027     | 2.270      | 7.875      | 0.288     |       |        |       |
|        | 89.727     | 4.032      | 8.569      | 0.470     |       |        |       |
| Cd     | 48.7       | 5.30       | 4.339      | 1.221     | 277.7 | 0.0003 | 0.012 |
|        | 60.302     | 6.12       | 5.418      | 1.129     |       |        |       |
|        | 68.901     | 6.872      | 6.202      | 1.108     |       |        |       |
|        | 80.711     | 7.99       | 7.271      | 1.099     |       |        |       |
|        | 90.2       | 9.601      | 8.059      | 1.191     |       |        |       |
| Ni     | 51.620     | 16.02      | 3.559      | 4.5       | 6.32  | 0.023  | 0.88  |
|        | 60.78      | 17.311     | 4.346      | 3.979     |       |        |       |
|        | 71.002     | 19.021     | 5.198      | 3.657     |       |        |       |
|        | 79.801     | 20.87      | 5.893      | 3.543     |       |        |       |
|        | 90.711     | 22.73      | 6.798      | 3.342     |       |        |       |

الجدول (3-6) القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة وقيم ثوابت لانكمير وقيم سعة الامتزاز العظمى  $Q_m$  وفق معادلة لانكمير للكربون المنشط  $AC_3$

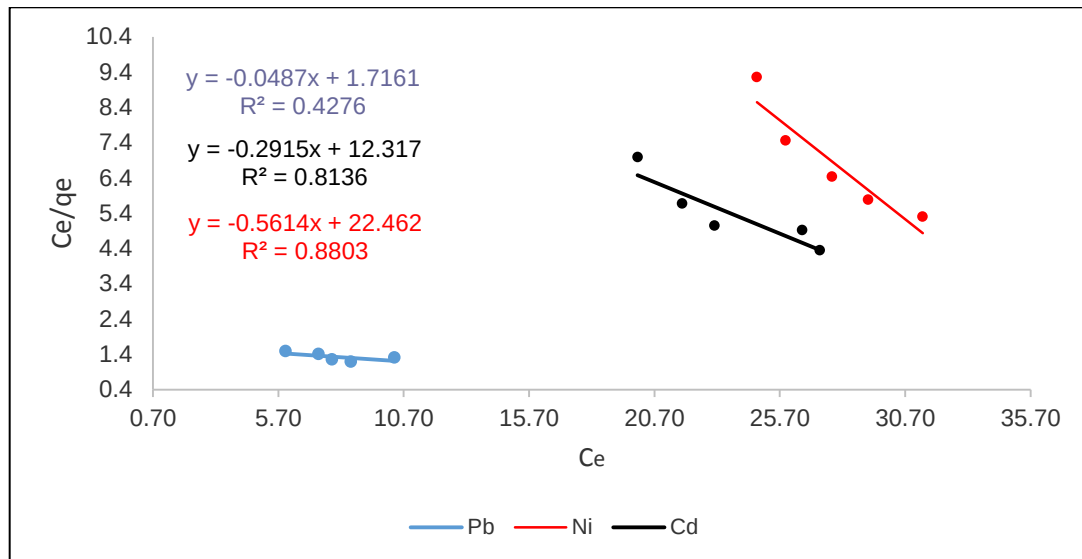
| العنصر | $C_0$ mg/l | $C_e$ mg/l | $q_e$ mg/g | $C_e/q_e$ | $Q_m$ | $b_e$ | $R^2$ |
|--------|------------|------------|------------|-----------|-------|-------|-------|
| Pb     | 46.35      | 0.335      | 4.601      | 0.073     | 9.86  | 2.17  | 0.98  |
|        | 59.230     | 0.70       | 5.853      | 0.119     |       |       |       |
|        | 70.621     | 1.981      | 6.864      | 0.288     |       |       |       |
|        | 81.027     | 3.022      | 7.800      | 0.387     |       |       |       |
|        | 89.727     | 3.45       | 8.627      | 0.399     |       |       |       |
| Cd     | 48.7       | 1.206      | 4.749      | 0.254     | 13.73 | 0.399 | 0.93  |
|        | 60.302     | 1.91       | 5.839      | 0.327     |       |       |       |
|        | 68.901     | 2.733      | 6.616      | 0.412     |       |       |       |
|        | 80.711     | 3.127      | 7.758      | 0.403     |       |       |       |
|        | 90.2       | 3.907      | 8.629      | 0.453     |       |       |       |
| Ni     | 51.62      | 18.201     | 3.341      | 5.449     | 3.73  | 0.1   | 0.52  |
|        | 60.78      | 18.799     | 4.198      | 4.476     |       |       |       |
|        | 71.002     | 19.3       | 5.170      | 3.733     |       |       |       |
|        | 79.801     | 20.898     | 5.890      | 3.548     |       |       |       |
|        | 90.711     | 23.7       | 6.701      | 3.537     |       |       |       |

الجدول (7-3) القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة وقيم ثوابت لانكمير وقيم سعة الامتزاز العظمى  $Q_m$  وفق معادلة لانكمير للكربون المنشط  $AC_4$

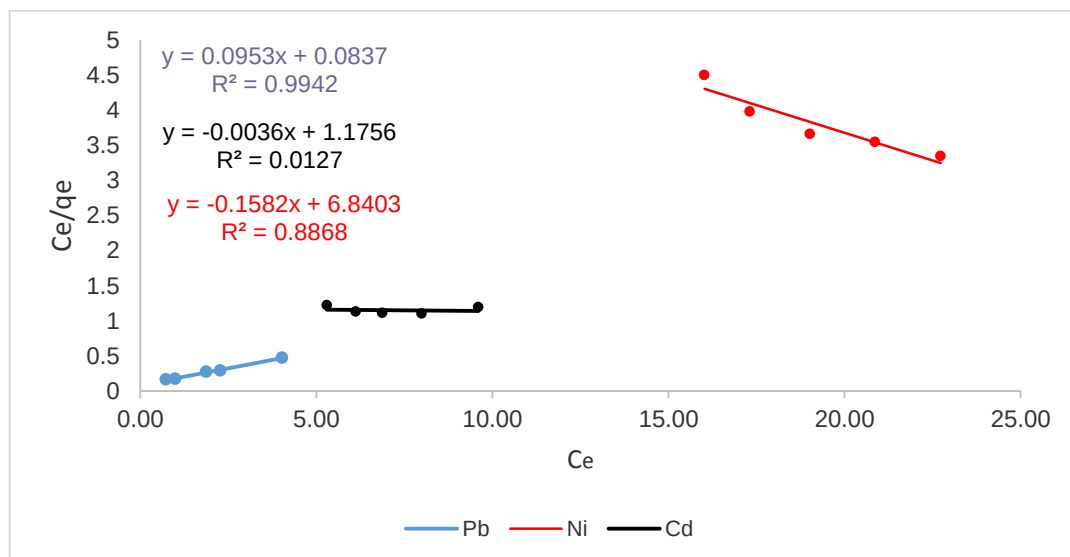
| العنصر | $C_0$ mg/l | $C_e$ mg/l | $q_e$ mg/g | $C_e/q_e$ | $Q_m$ | $b_e$ | $R^2$ |
|--------|------------|------------|------------|-----------|-------|-------|-------|
| Pb     | 46.35      | 6.051      | 4.029      | 1.501     | 49.01 | 0.013 | 0.102 |
|        | 59.230     | 6.870      | 5.235      | 1.311     |       |       |       |
|        | 70.621     | 7.601      | 6.301      | 1.206     |       |       |       |
|        | 81.027     | 8.901      | 7.212      | 1.234     |       |       |       |
|        | 89.727     | 10.72      | 7.900      | 1.356     |       |       |       |
| Cd     | 48.7       | 13.291     | 3.540      | 3.754     | 8.67  | 0.023 | 0.52  |
|        | 60.302     | 14.8       | 4.550      | 3.252     |       |       |       |
|        | 68.901     | 15.301     | 5.36       | 2.854     |       |       |       |
|        | 80.711     | 17.31      | 6.340      | 2.730     |       |       |       |
|        | 90.2       | 20.12      | 7.008      | 2.870     |       |       |       |
| Ni     | 51.620     | 23.139     | 2.848      | 8.119     | 4.05  | 0.018 | 0.83  |
|        | 60.78      | 24.802     | 3.597      | 6.888     |       |       |       |
|        | 71.002     | 26.998     | 4.400      | 6.136     |       |       |       |
|        | 79.801     | 29.801     | 5          | 5.96      |       |       |       |
|        | 90.711     | 32.4       | 5.831      | 5.557     |       |       |       |



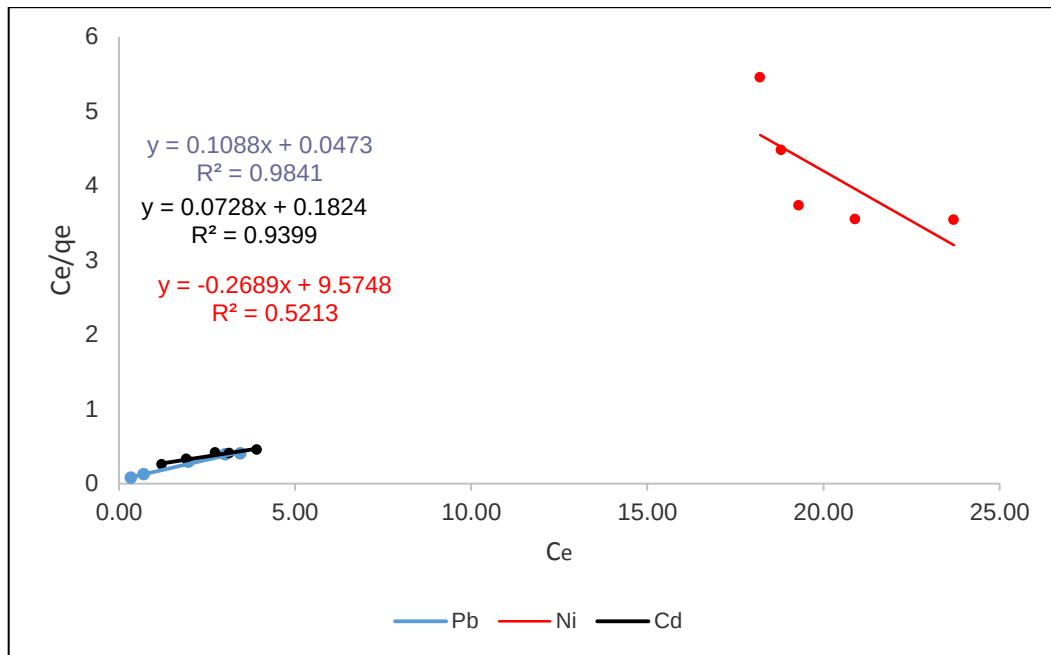
الشكل (36-3) العلاقة الخطية لايزوثيرم لانكمير لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_0$



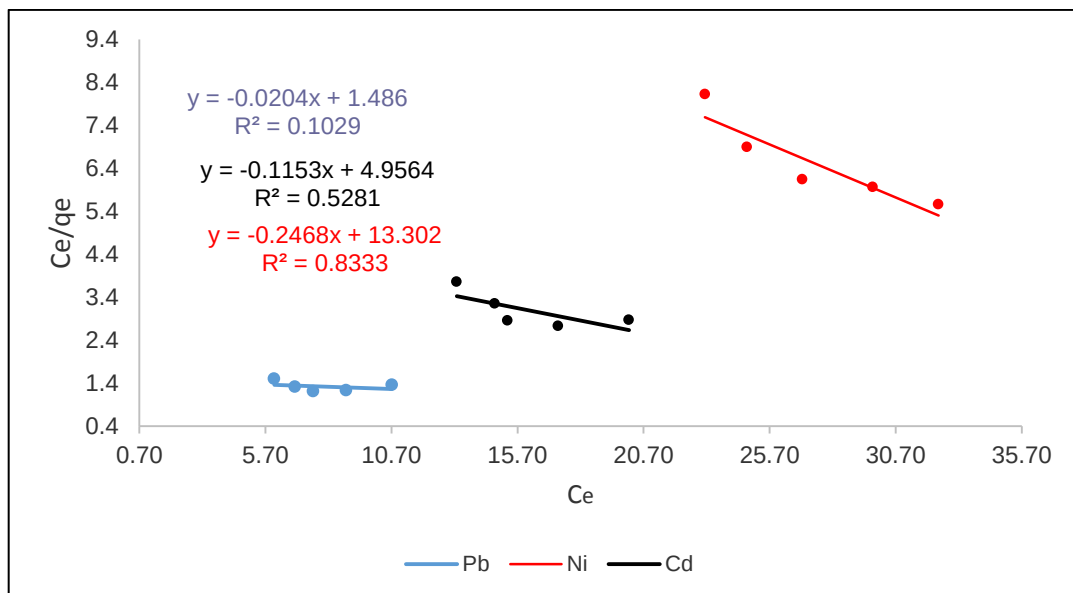
الشكل (37-3) العلاقة الخطية لايزوثيرم لانكمير لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_1$



الشكل (38-3) العلاقة الخطية لايزوثيرم لانكمير لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_2$



الشكل (39-3) العلاقة الخطية لايزوتيرم لانكمير لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_3$



الشكل (40-3) العلاقة الخطية لايزوتيرم لانكمير لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_4$

الجدول (8-3) القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_0$  وفق ايزوثيرم فريندلش وقيم ثوابت فريندلش

| العنصر | $C_0$ mg/l | $\log C_e$ | $\log q_e$ | n    | $k_f$ | $R^2$ |
|--------|------------|------------|------------|------|-------|-------|
| Pb     | 46.35      | -0.040     | 0.657      | 3.03 | 4.67  | 0.93  |
|        | 59.230     | 0.204      | 0.760      |      |       |       |
|        | 70.621     | 0.582      | 0.824      |      |       |       |
|        | 81.027     | 0.611      | 0.886      |      |       |       |
|        | 89.727     | 0.689      | 0.928      |      |       |       |
| Cd     | 48.7       | 1.182      | 0.524      | 0.65 | 0.055 | 0.97  |
|        | 60.302     | 1.231      | 0.636      |      |       |       |
|        | 68.901     | 1.298      | 0.690      |      |       |       |
|        | 80.711     | 1.340      | 0.769      |      |       |       |
|        | 90.2       | 1.365      | 0.825      |      |       |       |
| Ni     | 51.620     | 1.243      | 0.532      | 0.64 | 0.04  | 0.986 |
|        | 60.78      | 1.281      | 0.619      |      |       |       |
|        | 71.002     | 1.329      | 0.695      |      |       |       |
|        | 79.801     | 1.376      | 0.748      |      |       |       |
|        | 90.711     | 1.414      | 0.811      |      |       |       |

الجدول (9-3) القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_1$  وفق ايزوثيرم فريندلش وقيم ثوابت فريندلش

| العنصر | $C_0$ mg/l | $\log C_e$ | $\log q_e$ | n    | $K_f$   | $R^2$ |
|--------|------------|------------|------------|------|---------|-------|
| Pb     | 46.35      | 0.777      | 0.605      | 0.76 | 0.4     | 0.94  |
|        | 59.230     | 0.863      | 0.715      |      |         |       |
|        | 70.621     | 0.894      | 0.797      |      |         |       |
|        | 81.027     | 0.934      | 0.859      |      |         |       |
|        | 89.727     | 1.014      | 0.899      |      |         |       |
| Cd     | 48.7       | 1.301      | 0.457      | 0.44 | 0.003   | 0.95  |
|        | 60.302     | 1.338      | 0.585      |      |         |       |
|        | 68.901     | 1.363      | 0.660      |      |         |       |
|        | 80.711     | 1.424      | 0.733      |      |         |       |
|        | 90.2       | 1.436      | 0.798      |      |         |       |
| Ni     | 51.620     | 1.394      | 0.428      | 0.3  | 0.00008 | 0.97  |
|        | 60.78      | 1.413      | 0.542      |      |         |       |
|        | 71.002     | 1.443      | 0.635      |      |         |       |
|        | 79.801     | 1.465      | 0.703      |      |         |       |
|        | 90.711     | 1.496      | 0.773      |      |         |       |

الجدول (10-3) القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_2$  وفق ايزوثيرم فريندلش وقيم ثوابت فريندلش

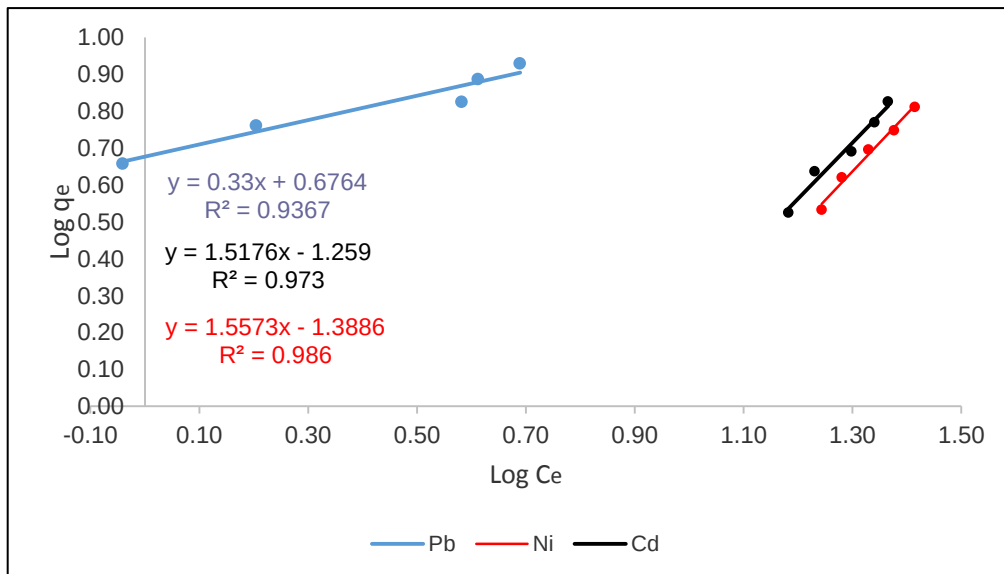
| العنصر | $C_0$ mg/l | $\log C_e$ | $\log q_e$ | n    | $K_f$ | $R^2$ |
|--------|------------|------------|------------|------|-------|-------|
| Pb     | 46.35      | -0.138     | 0.659      | 2.97 | 5.4   | 0.935 |
|        | 59.230     | -0.003     | 0.765      |      |       |       |
|        | 70.621     | 0.272      | 0.837      |      |       |       |
|        | 81.027     | 0.356      | 0.896      |      |       |       |
|        | 89.727     | 0.605      | 0.932      |      |       |       |
| Cd     | 48.7       | 0.724      | 0.637      | 0.96 | 0.8   | 0.965 |
|        | 60.302     | 0.786      | 0.733      |      |       |       |
|        | 68.901     | 0.837      | 0.792      |      |       |       |
|        | 80.711     | 0.902      | 0.861      |      |       |       |
|        | 90.2       | 0.982      | 0.906      |      |       |       |
| Ni     | 51.620     | 1.204      | 0.551      | 0.55 | 0.02  | 0.98  |
|        | 60.78      | 1.238      | 0.638      |      |       |       |
|        | 71.002     | 1.279      | 0.715      |      |       |       |
|        | 79.801     | 1.319      | 0.770      |      |       |       |
|        | 90.711     | 1.356      | 0.832      |      |       |       |

الجدول (11-3) القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_3$  وفق ايزوثيرم فريندلش وقيم ثوابت فريندلش

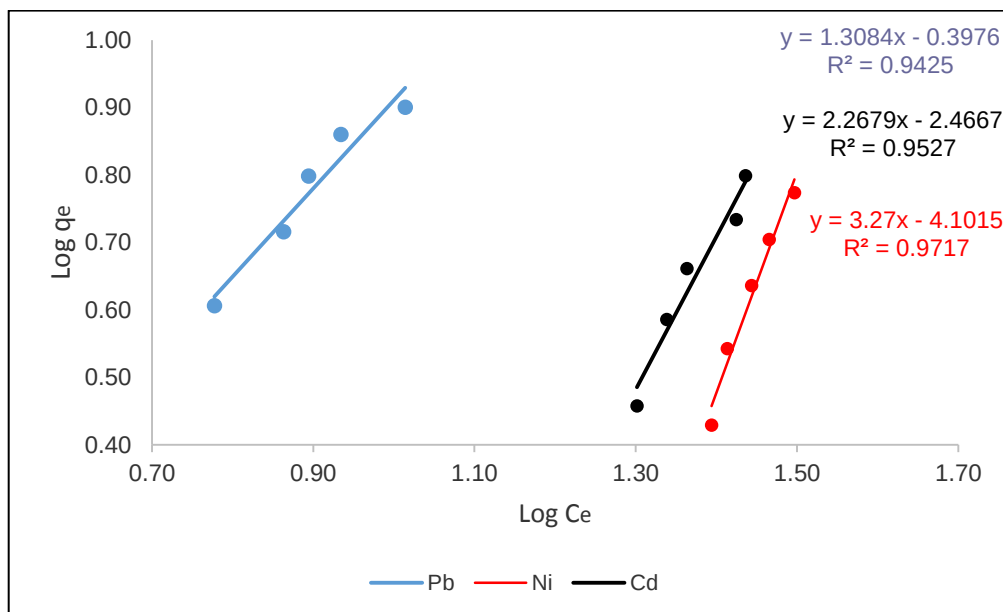
| العنصر | $C_0$ mg/l | $\log C_e$ | $\log q_e$ | n    | $K_f$ | $R^2$ |
|--------|------------|------------|------------|------|-------|-------|
| Pb     | 46.35      | -0.474     | 0.662      | 4.1  | 6.5   | 0.97  |
|        | 59.230     | -0.154     | 0.767      |      |       |       |
|        | 70.621     | 0.296      | 0.836      |      |       |       |
|        | 81.027     | 0.480      | 0.892      |      |       |       |
|        | 89.727     | 0.537      | 0.935      |      |       |       |
| Cd     | 48.7       | 0.081      | 0.676      | 0.98 | 2.4   | 0.97  |
|        | 60.302     | 0.281      | 0.766      |      |       |       |
|        | 68.901     | 0.436      | 0.820      |      |       |       |
|        | 80.711     | 0.495      | 0.889      |      |       |       |
|        | 90.2       | 0.591      | 0.935      |      |       |       |
| Ni     | 51.620     | 1.260      | 0.523      | 0.42 | 0.004 | 0.8   |
|        | 60.78      | 1.274      | 0.623      |      |       |       |
|        | 71.002     | 1.285      | 0.713      |      |       |       |
|        | 79.801     | 1.320      | 0.770      |      |       |       |
|        | 90.711     | 1.374      | 0.826      |      |       |       |

الجدول (12-3) القيم الخاصة بامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_4$  وفق ايزوثيرم فريندلش وقيم ثوابت فريندلش

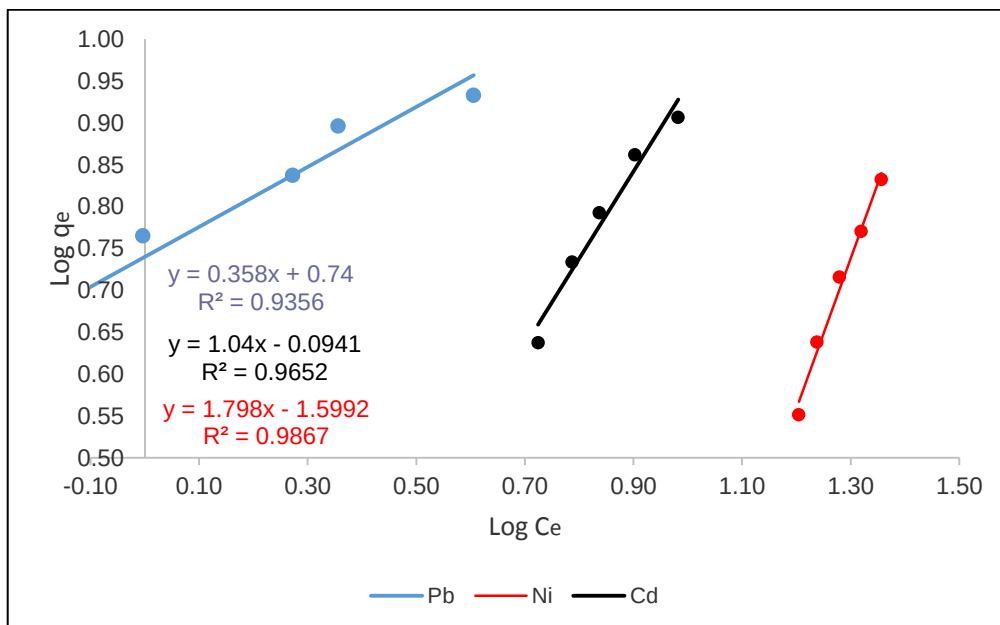
| العنصر | $C_0$ mg/l | $\log C_e$ | $\log q_e$ | n    | $K_f$ | $R^2$ |
|--------|------------|------------|------------|------|-------|-------|
| Pb     | 46.35      | 0.781      | 0.605      | 0.87 | 0.55  | 0.91  |
|        | 59.230     | 0.836      | 0.718      |      |       |       |
|        | 70.621     | 0.880      | 0.799      |      |       |       |
|        | 81.027     | 0.949      | 0.858      |      |       |       |
|        | 89.727     | 1.030      | 0.897      |      |       |       |
| Cd     | 48.7       | 1.123      | 0.549      | 0.61 | 0.05  | 0.9   |
|        | 60.302     | 1.170      | 0.658      |      |       |       |
|        | 68.901     | 1.184      | 0.729      |      |       |       |
|        | 80.711     | 1.238      | 0.802      |      |       |       |
|        | 90.2       | 1.303      | 0.845      |      |       |       |
| Ni     | 51.620     | 1.364      | 0.454      | 0.49 | 0.05  | 0.97  |
|        | 60.78      | 1.394      | 0.556      |      |       |       |
|        | 71.002     | 1.431      | 0.643      |      |       |       |
|        | 79.801     | 1.474      | 0.698      |      |       |       |
|        | 90.711     | 1.510      | 0.765      |      |       |       |



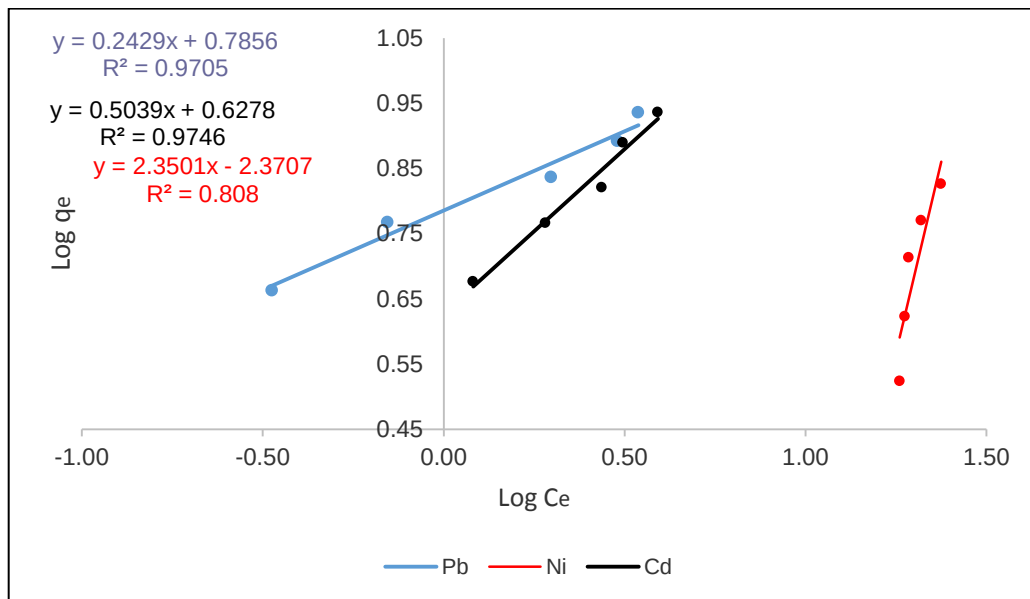
الشكل (3-41) العلاقة الخطية لايزوثيرم فريندلش لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_0$



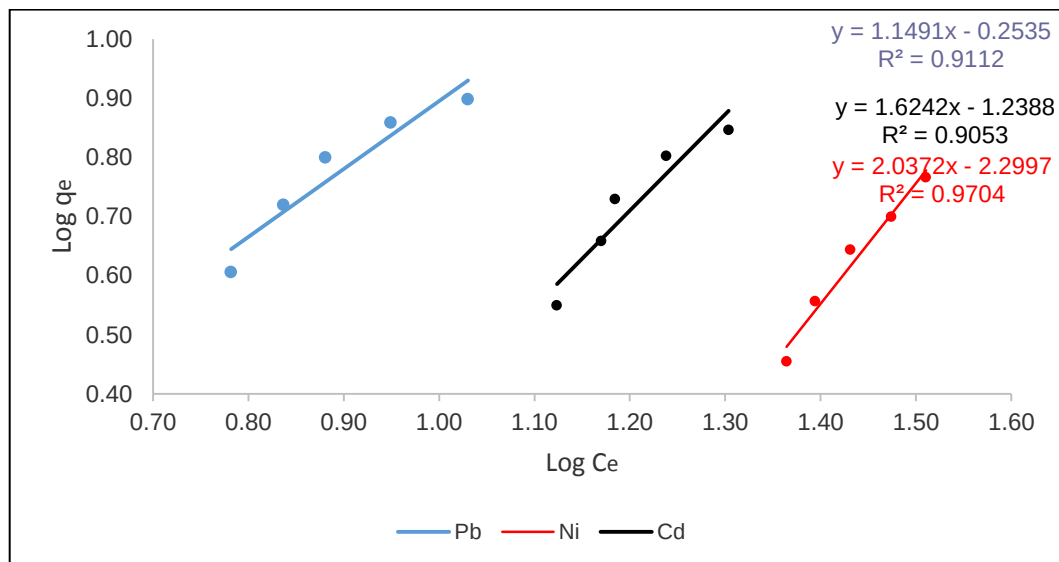
الشكل (42-3) العلاقة الخطية لايزوتيرم فريندلش لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_1$



الشكل (43-3) العلاقة الخطية لايزوتيرم فريندلش لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_2$



الشكل (3-44) العلاقة الخطية لايزوثيرم فريندلش لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $\text{AC}_3$



الشكل (3-45) العلاقة الخطية لايزوثيرم فريندلش لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $\text{AC}_4$

من خلال ملاحظة قيم معامل الارتباط ( $R^2$ ) لمعادلات لانكمير وفريندليش التي من خلالها يتضح اي المعادلتين افضل في وصف ايزوثيرم الامتزاز ، فكانت قيم ( $R^2$ ) لمعادلة فريندليش اكبر من قيم ( $R^2$ ) لمعادلة لانكمير ، لذلك فإن معادلة فريندليش هي الاكثر انطباقا على عملية امتزاز العناصر (Pb+2,Cd,Ni) من محاليلها المائية على سطح الكربون المحضر غير المعالج والمعالج . حيث تشير معادلة فريندليش الى ان عملية الامتزاز في المحلول في حالة السطوح غير المتجانسة تكون اكثر استجابة لهذه المعادلة مقارنة بمعادلة لانكمير<sup>(6)</sup>، وهنا يكون الامتزاز اكثر من طبقة واحدة<sup>(99)</sup> (متعدد الطبقات) .

### 3.3. الدراسة الترموديناميكية للامتزاز

#### Thermodynamic of Adsorption Process

ان دراسة ترموديناميكية الامتزاز تساعد في تقييم الدوال الترموديناميكية مثل الطاقة الحرة ( $\Delta G^\circ$ ) والانتالبي ( $\Delta H^\circ$ ) ، والانتروبي ( $\Delta S^\circ$ ) لأهمية هذه الدوال في فهم عملية الامتزاز . ان التغير بالطاقة الحرة يمكن حسابها من المعادلة التالية<sup>(115)</sup> :

$$\Delta G^\circ = -RT \ln k \dots \dots \dots (4 - 3)$$

إذ ان :

$\Delta G^\circ$  : التغير في الطاقة الحرة القياسية ( $\text{KJ.mol}^{-1}$ )

R : الثابت العام للغازات ( $8.314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ )

T : درجة الحرارة المطلقة ( كلفن )

K : ثابت الاتزان الترموديناميكي لعملية الامتزاز

اما قيمة ثابت التوازن حسب من المعادلة التالية :

$$k = \frac{q_e * m}{C_e * v} \dots \dots \dots (5 - 3)$$

اما قيم  $\Delta H^\circ$  فيمكن حسابها من خلال رسم قيم  $\ln K$  مقابل مقلوب درجة الحرارة المطلقة

$1/T$  بالاستفادة من معادلة فانت هوف- ارينوس<sup>(116)</sup>

$$\ln k = \frac{\Delta S^\circ}{R} - \frac{\Delta H^\circ}{RT} \dots \dots \dots (6-3)$$

نحصل على علاقة خطية ميلها (  $-\Delta H/R$  ) وتقاطعها (  $\Delta S/R$  ) علما ان النتائج موضحة بالجداول (13-3) (14-3) (15-3) (16-3) (17-3) اما الاشكال (48-3) (49-3) (50-3) (46-3) (47-3) توضح العلاقة الخطية لقيم (lnk) مقابل (1/T) .

الجدول (13-3) قيم ثوابت الاتزان K وقيم الدوال الترموديناميكية لامتزاز

العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_0$

| العنصر | T °C | T K | 1/T(K <sup>-1</sup> ) | K      | lnk   | -ΔG°                   | -ΔH°                     | -ΔS°                                    |
|--------|------|-----|-----------------------|--------|-------|------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
|        |      |     |                       |        |       | (J.mol <sup>-1</sup> ) | (k.J.mol <sup>-1</sup> ) | (J.mol <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ) |
| Pb     | 10   | 283 | 0.003534              | 49.862 | 3.909 | 9033.56                | 10.949                   | 6.27                                    |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 38.326 | 3.646 |                        |                          |                                         |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 29.829 | 3.395 |                        |                          |                                         |
| Cd     | 10   | 283 | 0.003534              | 3.210  | 1.166 | 1518.299               | 23.88                    | 74.82                                   |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 1.845  | 0.612 |                        |                          |                                         |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 1.047  | 0.046 |                        |                          |                                         |
| Ni     | 10   | 283 | 0.003534              | 1.749  | 0.559 | 598.275                | 11.198                   | 35.15                                   |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 1.273  | 0.241 |                        |                          |                                         |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 1.031  | 0.031 |                        |                          |                                         |

الجدول (14-3) قيم ثوابت الاتزان K وقيم الدوال الترموديناميكية لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط AC<sub>1</sub>

| العنصر | T °C | T K | 1/T(K <sup>-1</sup> ) | k      | lnk   | -ΔG°<br>(J.mol <sup>-1</sup> ) | -ΔH°<br>(K.J.mol <sup>-1</sup> ) | -ΔS°<br>(J.mol <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ) |
|--------|------|-----|-----------------------|--------|-------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| Pb     | 10   | 283 | 0.003534              | 36.518 | 3.597 | 4777.754                       | 47.21                            | 138.86                                          |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 6.878  | 1.928 |                                |                                  |                                                 |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 3.867  | 1.352 |                                |                                  |                                                 |
| Cd     | 10   | 283 | 0.003534              | 3.711  | 1.311 | 1874.307                       | 27.58                            | 86.47                                           |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 2.130  | 0.756 |                                |                                  |                                                 |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 1.023  | 0.023 |                                |                                  |                                                 |
| Ni     | 10   | 283 | 0.003534              | 1.664  | 0.509 | 731.248                        | 9.72                             | 30.12                                           |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 1.343  | 0.295 |                                |                                  |                                                 |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 1.055  | 0.054 |                                |                                  |                                                 |

الجدول (15-3) قيم ثوابت الاتزان k وقيم الدوال الترموديناميكية لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط AC<sub>2</sub>

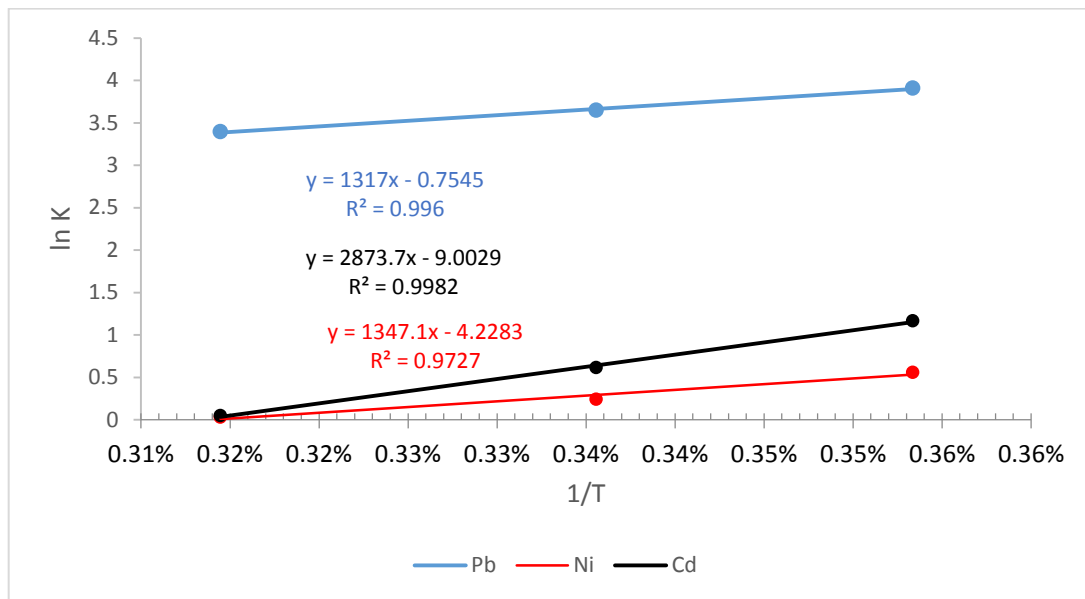
| العنصر | T °C | T K | 1/T(K <sup>-1</sup> ) | k     | lnk   | -ΔG°<br>(J.mol <sup>-1</sup> ) | -ΔH°<br>(K.J.mol <sup>-1</sup> ) | -ΔS°<br>(J.mol <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ) |
|--------|------|-----|-----------------------|-------|-------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| Pb     | 10   | 283 | 0.003534              | 2.817 | 1.035 | 1051.722                       | 20.85                            | 65.54                                           |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 1.528 | 0.424 |                                |                                  |                                                 |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 1.052 | 0.051 |                                |                                  |                                                 |
| Cd     | 10   | 283 | 0.003534              | 4.189 | 1.432 | 2030.043                       | 20.055                           | 59.49                                           |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 2.269 | 0.819 |                                |                                  |                                                 |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 1.623 | 0.484 |                                |                                  |                                                 |
| Ni     | 10   | 283 | 0.003534              | 1.915 | 0.649 | 1052.679                       | 12.28                            | 37.87                                           |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 1.529 | 0.424 |                                |                                  |                                                 |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 1.080 | 0.077 |                                |                                  |                                                 |

الجدول (16-3) قيم ثوابت الاتزان K وقيم الدوال الترموديناميكية لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط AC<sub>3</sub>

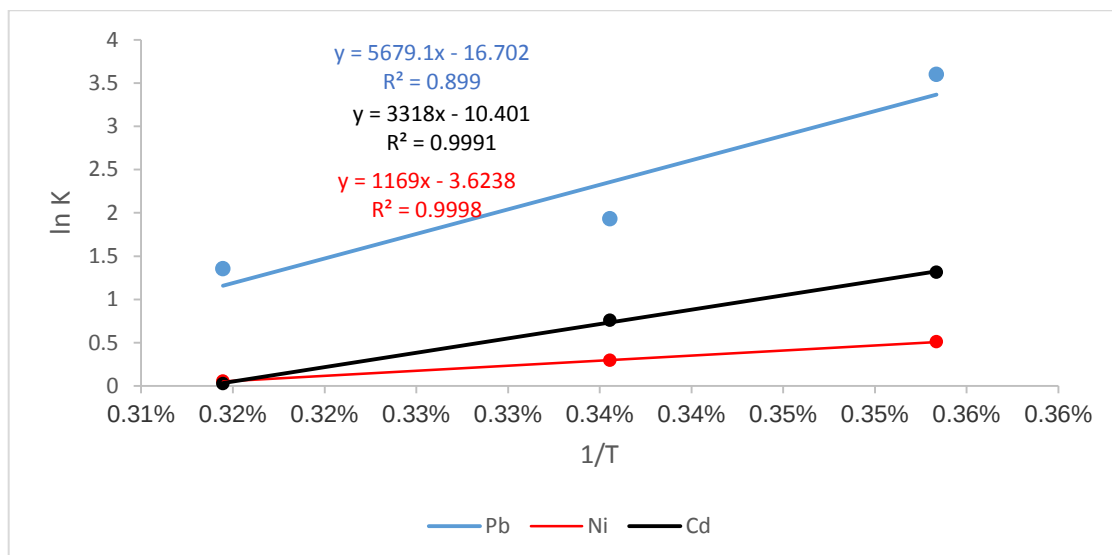
| العنصر | T °C | T K | 1/T(K <sup>-1</sup> ) | k      | lnk   | -ΔG°                   | -ΔH°                     | -ΔS°                                    |
|--------|------|-----|-----------------------|--------|-------|------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
|        |      |     |                       |        |       | (J.mol <sup>-1</sup> ) | (K.J.mol <sup>-1</sup> ) | (J.mol <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ) |
| Pb     | 10   | 283 | 0.003534              | 10.570 | 2.358 | 5060.686               | 15.35                    | 34.61                                   |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 7.710  | 2.042 |                        |                          |                                         |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 5.157  | 1.640 |                        |                          |                                         |
| Cd     | 10   | 283 | 0.003534              | 7.254  | 1.981 | 3772.713               | 25.41                    | 73.09                                   |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 4.584  | 1.522 |                        |                          |                                         |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 2.219  | 0.797 |                        |                          |                                         |
| Ni     | 10   | 283 | 0.003534              | 2.608  | 0.958 | 1194.158               | 14.8                     | 44.82                                   |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 1.619  | 0.481 |                        |                          |                                         |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 1.293  | 0.257 |                        |                          |                                         |

الجدول (17-3) قيم ثوابت الاتزان K وقيم الدوال الترموديناميكية لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط AC<sub>4</sub>

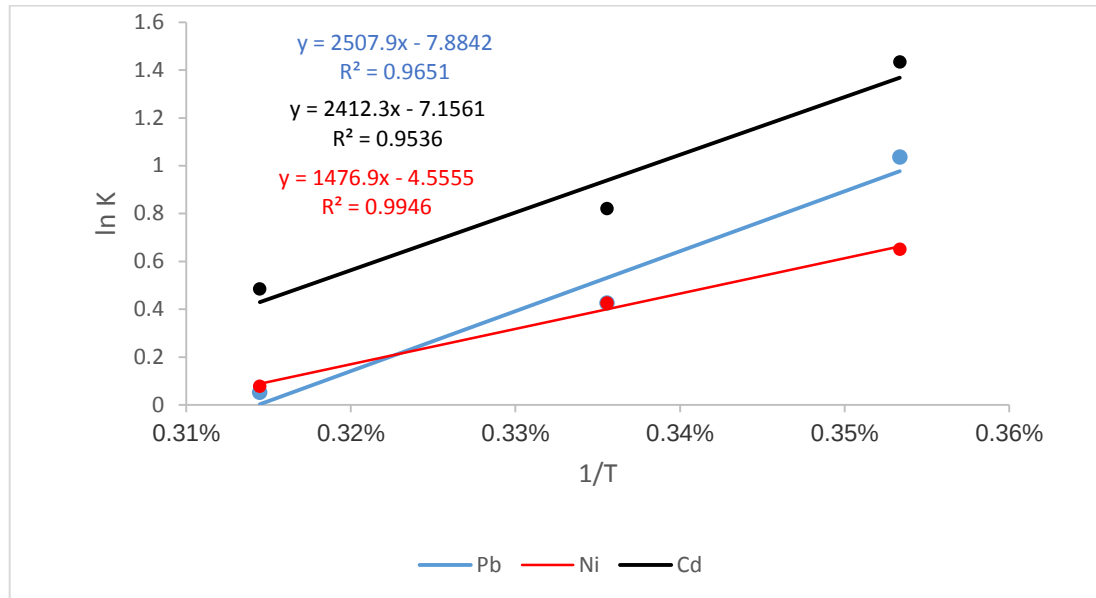
| العنصر | T °C | T K | 1/T(K <sup>-1</sup> ) | k       | lnk   | -ΔG°                   | -ΔH°                     | -ΔS°                                    |
|--------|------|-----|-----------------------|---------|-------|------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
|        |      |     |                       |         |       | (J.mol <sup>-1</sup> ) | (K.J.mol <sup>-1</sup> ) | (J.mol <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ) |
| Pb     | 10   | 283 | 0.003534              | 235.757 | 5.462 | 5115.631               | 92.08                    | 284.18                                  |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 7.883   | 2.064 |                        |                          |                                         |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 2.933   | 1.076 |                        |                          |                                         |
| Cd     | 10   | 283 | 0.003534              | 3.731   | 1.316 | 1123.998               | 26.56                    | 83.78                                   |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 1.574   | 0.453 |                        |                          |                                         |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 1.059   | 0.057 |                        |                          |                                         |
| Ni     | 10   | 283 | 0.003534              | 1.377   | 0.320 | 462.280                | 6.357                    | 19.787                                  |
|        | 25   | 298 | 0.003356              | 1.205   | 0.186 |                        |                          |                                         |
|        | 45   | 318 | 0.003145              | 1.023   | 0.023 |                        |                          |                                         |



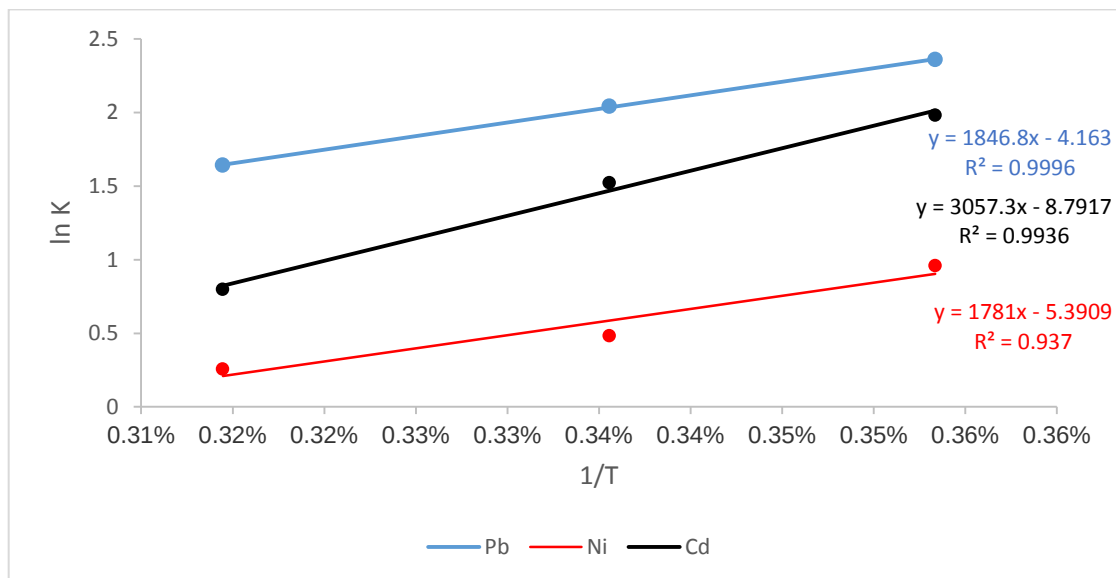
الشكل (46-3) قيم  $\ln K$  مقابل  $1/T$  لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_0$



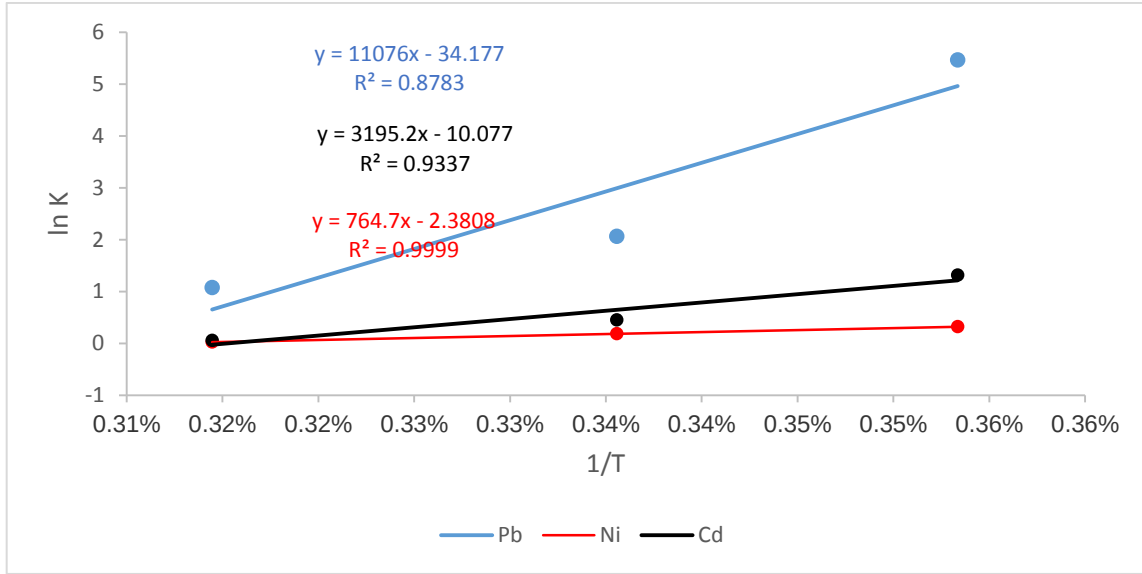
الشكل (47-3) قيم  $\ln K$  مقابل  $1/T$  لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_1$



الشكل (48-3) قيم  $\ln K$  مقابل  $1/T$  لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_2$



الشكل (49-3) قيم  $\ln K$  مقابل  $1/T$  لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_3$



الشكل (50-3) قيم  $\ln K$  مقابل  $1/T$  لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_4$

ومن النتائج المبينة في الجداول (13-3) (14-3) (15-3) (16-3) (17-3) يتضح ما يأتي:

1. ان قيم حرارة الامتزاز  $\Delta H^0$  لايونات للعناصر الثلاثة ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) على سطح الكربون المنشط المحضر ( $AC_0, AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$ ) هي قيمة سالبة اي ان عملية الامتزاز من النوع الباعث للحرارة <sup>(117)</sup>. وهذا يدل على ان العملية امتزاز فقط ويعني ان الجزيئات الممتزة المنتشرة على السطح الماز تقل سرعة انتشارها السبب الذي يؤدي الى انخفاض الفعل المتبادل بين السطح الماز والجزيئات الممتزة <sup>(118)</sup>، اذ ان زيادة درجة الحرارة تؤدي الى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات الممتزة على السطح الماز مما يؤدي الى احتمالية انفصالها عن السطح الماز وعودتها الى داخل المحلول <sup>(110)</sup>. لذلك فان كمية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط المحضر تقل بزياد درجة الحرارة كما موضح في النتائج التجريبية في الجداول (13-3) (14-3) (15-3) (16-3) (17-3).
2. اما قيم الطاقة الحرة  $\Delta G^0$  فكانت جميعها سالبة وهذا يعني ان امتزاز ايونات العناصر ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) على سطح الكربون المنشط المحضر بأنواعه هي عملية تلقائية.
3. اما قيم الانتروبي  $\Delta S^0$  لامتزاز ايونات العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط المحضر فهي قيم سالبة تشير الى أن الجزيئات الممتزة تنتظم على السطح الماز اكثر مما

هي عليه داخل الطور السائل ، اذ تترتب على السطح في مواقع وفجوات محددة وتأخذ نسفاً محدداً .

### 1.3.3. الدالة الحامضية pH

اثبتت العديد من الدراسات ان كفاءة الامتزاز للمواد المختلفة تتأثر بدرجة كبيرة بطبيعة الوسط الذي تمتز فيه<sup>(119)(120)</sup> .

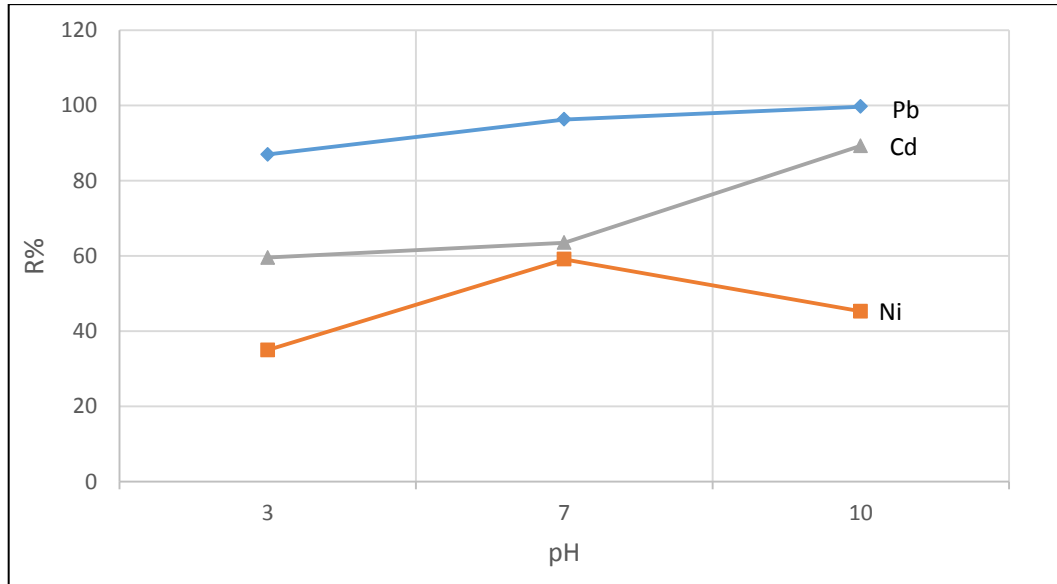
درس امتزاز ايونات العناصر ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) على سطح الكربون المنشط المحضر غير المعالج والمعالج بأنواعه في دوال حامضية مختلفة عند تراكيز ثابتة ودرجة حرارة  $25C^0$  كما هو مبين نتائجها في الجداول (18-3) (19-3) . نلاحظ من النتائج المبينة في الجداول (18-3)(19-3) ان للدالة الحامضية تأثير متشابه على امتزاز ايونات العناصر الثلاثة ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ )<sup>(112)</sup> ، وكذلك لها تأثير كبير على كل من طبيعة السطح الماز والمادة الممتزة<sup>(124)</sup> ومن الجداول (18-3) (19-3) نلاحظ ان النسبة المئوية لازالة العناصر تزداد عندما يكون الوسط قاعدي، بينما تقل في الوسط الحامضي لجميع العناصر ويمكن تفسير ذلك انه في الوسط الحامضي تقل كفاءة الامتزاز، لأنها ستحدث اراحة ايون العناصر بسبب الفة ايون الهيدروجين الى الارتباط بالسطح مما يؤدي الى تكوين شحنة موجبة على سطح الكربون المنشط وهذا يؤدي الى انخفاض كفاءة الامتزاز<sup>(121)</sup> . اما في الوسط القاعدي تزداد كفاءة الامتزاز لكون العناصر الموجبة الشحنة لها ميل للارتباط مع السطح اكبر من الارتباط مع جزيئات المذيب<sup>(122)</sup> او بسبب تكون هيدروكسيدات وترسيبها وبذلك تكون المادة الممتزة مترسبة على السطح الماز<sup>(109)</sup> وهذا يتفق مع بعض الدراسات<sup>(123)(124)</sup> .

الجدول (18-3) تأثير الدالة الحامضية في النسبة المئوية لإزالة العناصر الثلاثة للكربون المنشط ( $AC_0, AC_1, AC_2$ )

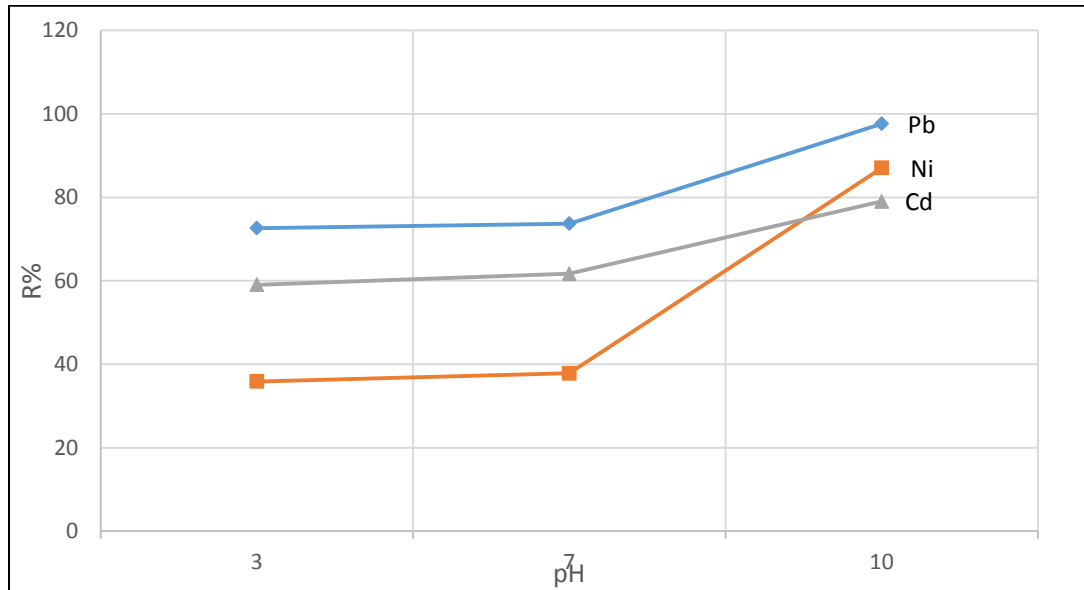
| الكربون | العنصر | pH | $C_e$ mg/l | $q_e$ mg/g | R% Removal |
|---------|--------|----|------------|------------|------------|
| AC0     | Pb     | 3  | 6.036      | 4.03       | 86.976     |
|         |        | 7  | 1.709      | 4.46       | 96.311     |
|         |        | 10 | 0.143      | 4.62       | 99.690     |
|         | Cd     | 3  | 19.682     | 2.9        | 59.583     |
|         |        | 7  | 17.762     | 3.09       | 63.526     |
|         |        | 10 | 5.228      | 4.34       | 89.264     |
|         | Ni     | 3  | 33.55      | 1.8        | 35.0001    |
|         |        | 7  | 29.1       | 2.25       | 59.123     |
|         |        | 10 | 28.2       | 2.33       | 45.292     |
| AC1     | Pb     | 3  | 12.676     | 3.36       | 72.650     |
|         |        | 7  | 12.184     | 3.41       | 73.711     |
|         |        | 10 | 1.085      | 4.52       | 97.658     |
|         | Cd     | 3  | 19.94      | 2.87       | 59.055     |
|         |        | 7  | 18.658     | 3.2        | 61.686     |
|         |        | 10 | 10.2       | 3.85       | 79.055     |
|         | Ni     | 3  | 33.09      | 1.85       | 35.887     |
|         |        | 7  | 32.1       | 1.96       | 37.816     |
|         |        | 10 | 6.68       | 4.49       | 87.049     |
| AC2     | Pb     | 3  | 35.685     | 1.066      | 23.008     |
|         |        | 7  | 15.217     | 3.11       | 67.167     |
|         |        | 10 | 5.141      | 4.12       | 88.906     |
|         | Cd     | 2  | 19.93      | 2.87       | 59.075     |
|         |        | 7  | 16.432     | 3.22       | 66.258     |
|         |        | 10 | 10.273     | 3.84       | 78.904     |
|         | Ni     | 3  | 38.83      | 1.27       | 24.767     |
|         |        | 7  | 26         | 2.55       | 49.535     |
|         |        | 10 | 6.11       | 4.55       | 88.150     |

الجدول (3-19) تأثير الدالة الحامضية في النسبة المئوية لإزالة العناصر الثلاثة للكربون المنشط ( $AC_3, AC_4$ )

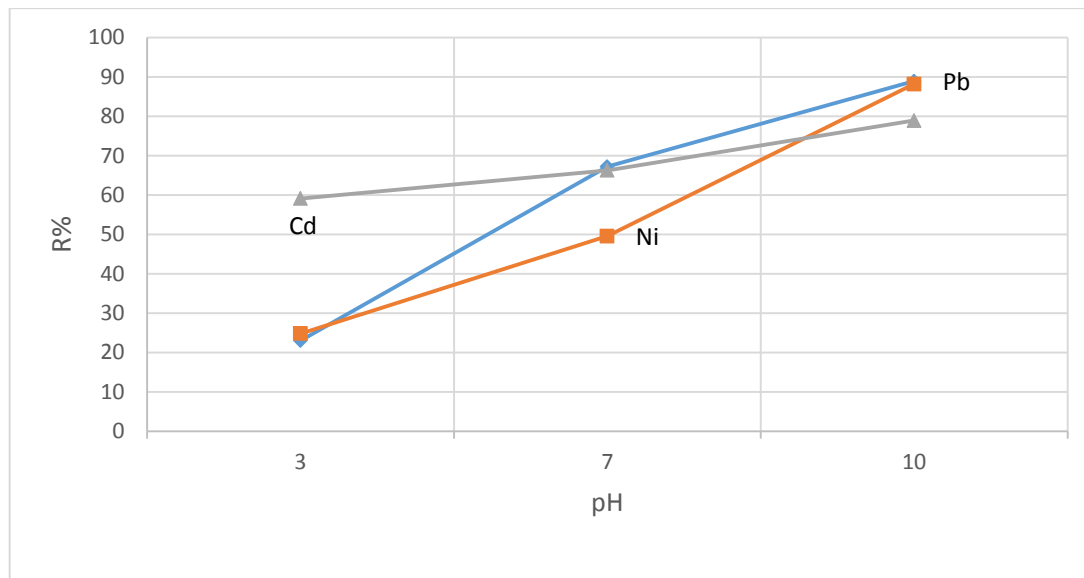
| الكربون | العنصر | pH | $C_e$ mg/l | $q_e$ mg/g | R% removal |
|---------|--------|----|------------|------------|------------|
| AC3     | Pb     | 3  | 27.19      | 1.91       | 41.319     |
|         |        | 7  | 5.86       | 4.04       | 87.346     |
|         |        | 10 | 1.48       | 4.48       | 96.804     |
|         | Cd     | 3  | 19.66      | 2.9        | 69.889     |
|         |        | 7  | 12.02      | 3.66       | 75.310     |
|         |        | 10 | 4.02       | 4.46       | 91.739     |
|         | Ni     | 3  | 37.44      | 1.41       | 27.466     |
|         |        | 7  | 30.47      | 2.11       | 40.959     |
|         |        | 10 | 6.03       | 4.55       | 88.302     |
| AC4     | Pb     | 3  | 1.81       | 4.45       | 96.086     |
|         |        | 7  | 1.7        | 4.46       | 96.331     |
|         |        | 10 | 0.701      | 4.56       | 98.487     |
|         | Cd     | 3  | 20.24      | 2.84       | 58.435     |
|         |        | 7  | 18.54      | 3.01       | 61.917     |
|         |        | 10 | 4.71       | 4.39       | 90.309     |
|         | Ni     | 3  | 36.75      | 1.48       | 28.799     |
|         |        | 7  | 33.15      | 1.84       | 35.764     |
|         |        | 10 | 22.62      | 2.9        | 56.179     |



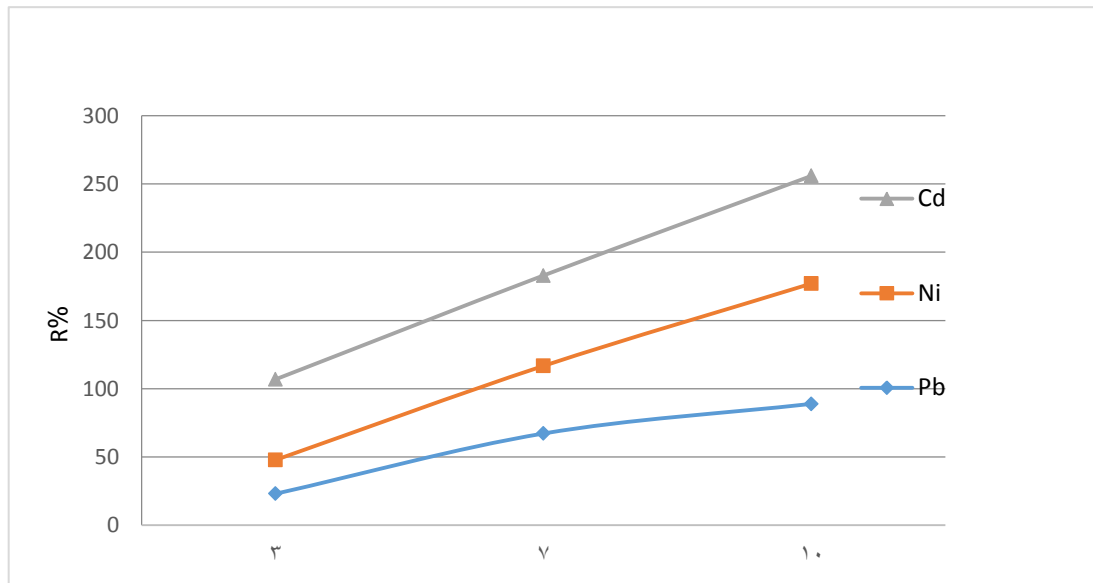
الشكل (3-51) تأثير الدالة الحامضية على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_0$



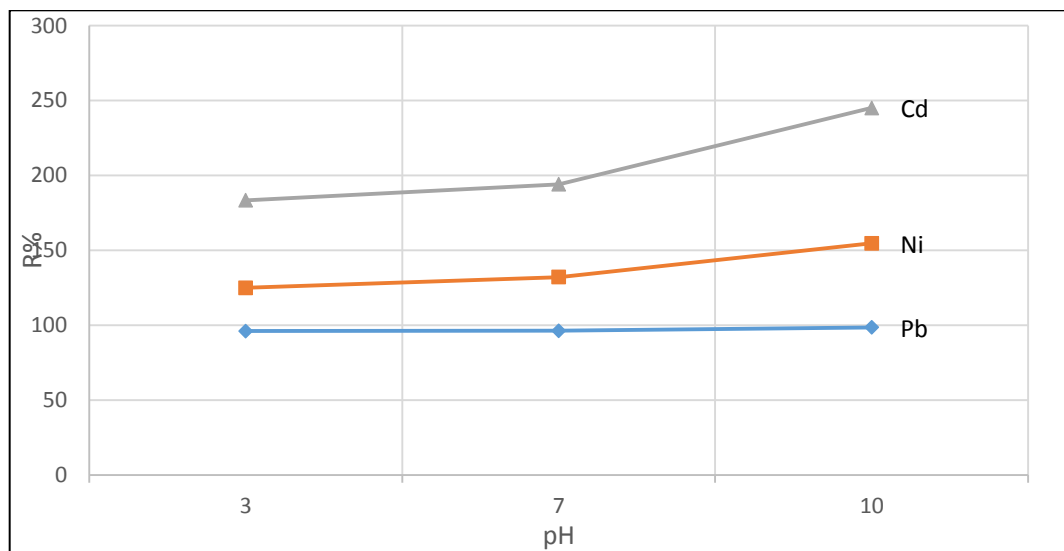
الشكل (3-52) تأثير الدالة الحامضية على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_1$



الشكل (3-53) تأثير الدالة الحامضية على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_2$



الشكل (3-54) تأثير الدالة الحامضية على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_3$



الشكل (3-55) تأثير الدالة الحامضية على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_4$ .

### 2.3.3. وزن المادة المازة

دُرس امتزاز ايونات العناصر الثلاثة ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) على سطح الكربون المنشط المحضر المعالج وغير المعالج ( $AC_0, AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$ ) ، أخذ اوزان مختلفة من السطح الماز ( $0.1, 0.2, 0.3gm$ ) عند تركيز وحجم ثابت ( $50mg/l, 10mL$ ) ودرجة حرارة ثابتة ( $25^{\circ}C$ ) وكما مبين بالجدول (20-3) (21-3) والاشكال البيانية (58-3)(59-3)(60-3) (56-3)(57-3)3. حيث تشير البيانات المبينة في الجداول (20-3)(21-3) الى ان النسبة المئوية لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط المحضر بأنواعه تزداد بزيادة وزن المادة المازة .

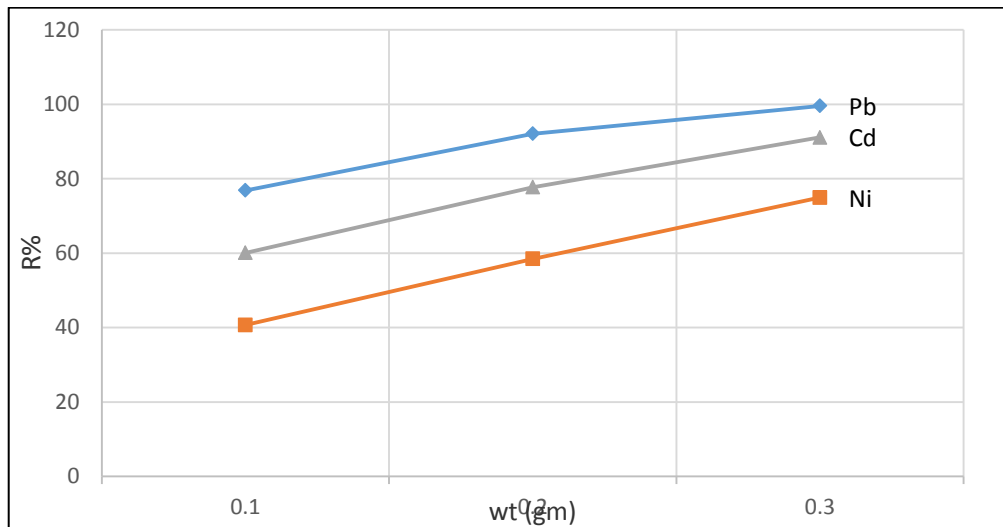
ان الزيادة في النسبة المئوية للامتزاز مع زيادة الوزن للمادة المازة تعود الى زيادة عدد المواقع الفعالة الموجودة على سطح الكربون المنشط التي تكون متهيئة لامتزاز العناصر اي زيادة المساحة السطحية المازة وزيادة فعالية السطح وبالتالي تزداد النسبة المئوية للامتزاز<sup>(125)</sup> .و تشير النتائج الى امكانية رفع قيم النسبة المئوية لإزالة العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط والوصول الى نسبة مئوية عالية بزيادة وزن المادة المازة عند نفس الظروف التجريبية المشار اليها .

الجدول (20-3) تأثير وزن السطح الماز في النسبة المئوية لإزالة العناصر الثلاثة للكربون المنشط ( $AC_0, AC_1, AC_2$ )

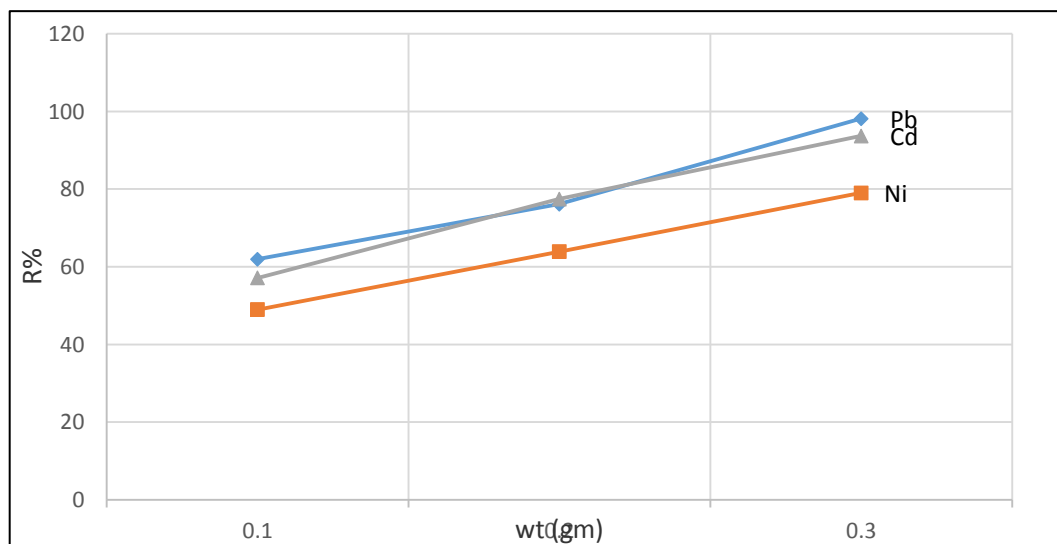
| الكربون | العنصر | وزن الكربون (غم) | $C_e$ mg/l | $q_e$ mg/g | R%removal |
|---------|--------|------------------|------------|------------|-----------|
| AC0     | Pb     | 0.1              | 10.72      | 3.56       | 76.865    |
|         |        | 0.2              | 3.66       | 4.26       | 92.096    |
|         |        | 0.3              | 0.192      | 4.61       | 99.583    |
|         | Cd     | 0.1              | 19.43      | 2.92       | 60.094    |
|         |        | 0.2              | 10.84      | 3.78       | 77.735    |
|         |        | 0.3              | 4.34       | 4.43       | 91.088    |
|         | Ni     | 0.1              | 30.6       | 2.1        | 40.705    |
|         |        | 0.2              | 21.45      | 3.01       | 58.435    |
|         |        | 0.3              | 12.95      | 3.86       | 74.912    |
| AC1     | Pb     | 0.1              | 17.63      | 2.87       | 61.952    |
|         |        | 0.2              | 11.066     | 3.52       | 76.123    |
|         |        | 0.3              | 0.86       | 4.54       | 98.143    |
|         | Cd     | 0.1              | 20.78      | 2.78       | 57.145    |
|         |        | 0.2              | 10.99      | 3.77       | 77.433    |
|         |        | 0.3              | 3.06       | 4.56       | 93.696    |
|         | Ni     | 0.1              | 26.33      | 2.52       | 48.988    |
|         |        | 0.2              | 18.63      | 2.3        | 63.902    |
|         |        | 0.3              | 10.83      | 4.67       | 79.015    |
| AC2     | Pb     | 0.1              | 20.55      | 2.58       | 55.654    |
|         |        | 0.2              | 10.47      | 3.587      | 77.404    |
|         |        | 0.3              | 0.102      | 4.62       | 99.779    |
|         | Cd     | 0.1              | 19.72      | 2.89       | 59.493    |
|         |        | 0.2              | 11.22      | 3.74       | 76.942    |
|         |        | 0.3              | 3.9        | 4.47       | 91.986    |
|         | Ni     | 0.1              | 27.66      | 2.39       | 46.408    |
|         |        | 0.2              | 20.12      | 3.14       | 61.018    |
|         |        | 0.3              | 17.9       | 3.36       | 65.270    |

الجدول (21-3) تأثير وزن السطح الماز في النسبة المئوية لإزالة العناصر الثلاثة للكربون المنشط ( $AC_3, AC_4$ )

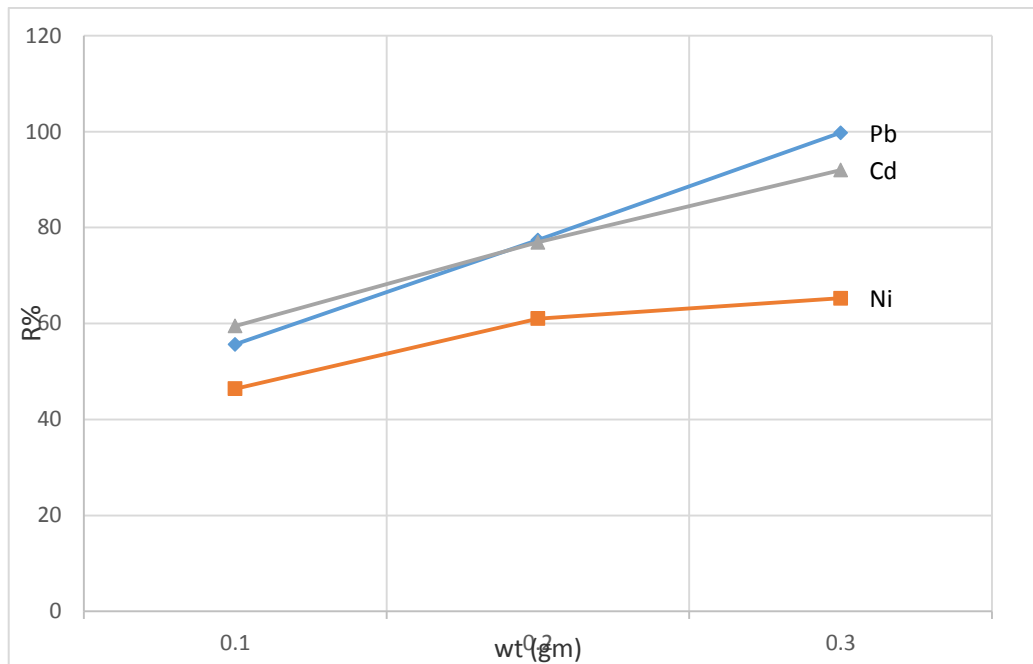
| الكربون | العنصر | وزن<br>الكربون (غم) | $C_e$ mg/l | $q_e$ mg/g | R%<br>removal |
|---------|--------|---------------------|------------|------------|---------------|
| AC3     | Pb     | 0.1                 | 11.56      | 3.46       | 74.853        |
|         |        | 0.2                 | 5.11       | 4.12       | 88.961        |
|         |        | 0.3                 | 0.99       | 4.53       | 97.861        |
|         | Cd     | 0.1                 | 9.29       | 3.94       | 80.909        |
|         |        | 0.2                 | 4.12       | 4.45       | 91.532        |
|         |        | 0.3                 | 1.06       | 4.76       | 97.818        |
|         | Ni     | 0.1                 | 13.85      | 3.77       | 73.153        |
|         |        | 0.2                 | 9.03       | 4.25       | 82.498        |
|         |        | 0.3                 | 2.36       | 4.92       | 95.415        |
| AC4     | Pb     | 0.1                 | 5.75       | 4.05       | 87.588        |
|         |        | 0.2                 | 1.56       | 4.47       | 96.623        |
|         |        | 0.3                 | 0.26       | 4.6        | 99.419        |
|         | Cd     | 0.1                 | 18.88      | 2.98       | 61.225        |
|         |        | 0.2                 | 12.67      | 3.6        | 73.969        |
|         |        | 0.3                 | 7.78       | 4.09       | 84.024        |
|         | Ni     | 0.1                 | 28.12      | 2.34       | 45.507        |
|         |        | 0.2                 | 20.64      | 3.01       | 60.012        |
|         |        | 0.3                 | 16.1       | 3.54       | 68.659        |



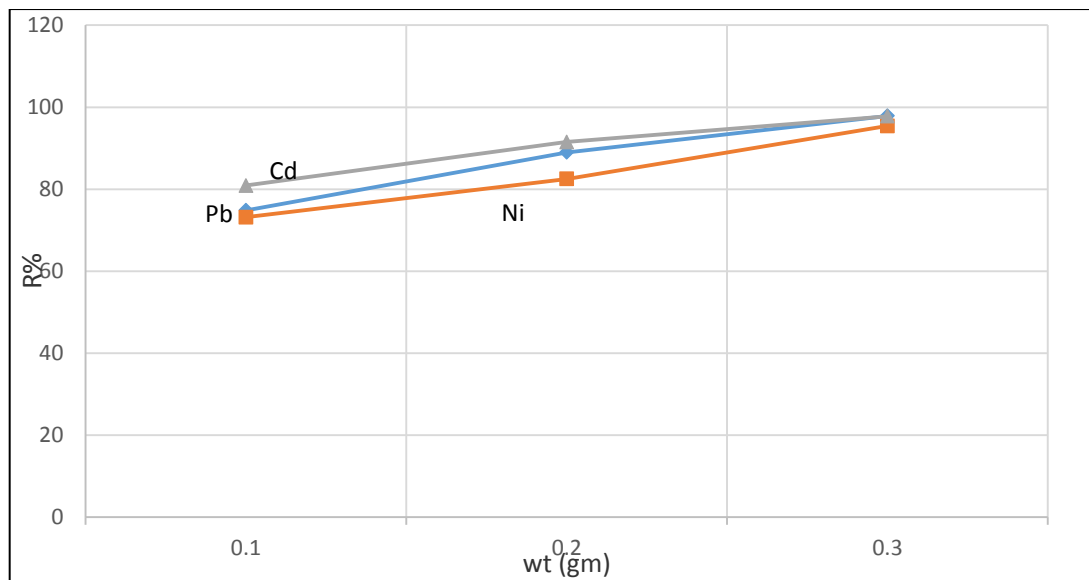
الشكل (3-56) تأثير وزن المادة المازة على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC$



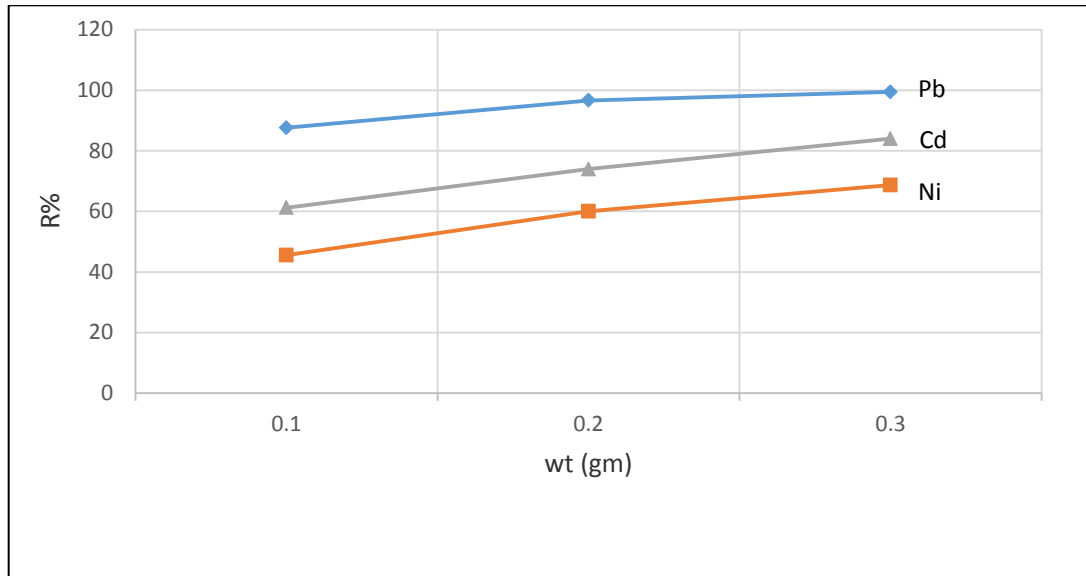
الشكل (3-57) تأثير وزن المادة المازة على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_1$



الشكل (3-58) تأثير وزن المادة المازة على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_2$



الشكل (3-59) تأثير وزن المادة المازة على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_3$



الشكل (3-60) تأثير وزن المادة المازة على امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط AC<sub>4</sub>

## Adsorption Kinetics

### 4.3. حركية الامتزاز

تم دراسة حركية الامتزاز ايونات العناصر الثلاثة ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) من خلال تطبيق أنموذجي معادلتين حركيتين المرتبة الاولى الكاذبة ( Pseudo-First order kinetic model ) وحركية المرتبة الثانية الكاذبة ( Pseudo-second order kinetic model ) . لمعرفة الميكانيكية التي حدث بها الامتزاز.

#### 1.4.3. معادلة المرتبة الاولى الكاذبة (Pseudo-First order kinetic model)

معادلة المرتبة الاولى التي تعتمد على تغير الفرق بين السعة الوزنية للمادة الممتزة عند حالة الاتزان ( $q_e$ ) وسعتها الوزنية عند الزمن ( $t$ ) والتي تكون بالشكل التالي :

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k * t \dots \dots (7 - 3)$$

ويمكن حساب  $q_t$  السعة الوزنية عند الزمن  $t$  من المعادلة :

$$q_t = \frac{v(C_0 - C_t)}{m} \dots \dots \dots (8 - 3)$$

وتم حساب قيمة الثابت  $K_1$  من خلال رسم  $\ln(q_e - q_t)$  مقابل الزمن  $t$  لتعطي ميل مقداره -  $K_1$  وقطع مقداره  $\ln q_e$  ومنها نحسب قيمة  $q_e$  وكذلك ايجاد قيمة  $R^2$  لمعرفة تطابق الحركة مع النتائج .

### 2.4.3 معادلة المرتبة الثانية الكاذبة

وهي توضح كيفية ان معدل الامتزاز يعتمد على قدرة (سعة) الامتزاز في المادة المازة ولكن ليس على تركيز المادة الممتزة . والتي تكون بالشكل التالي :

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 * q_e^2} + \frac{1}{q_e} * t \dots \dots \dots (9 - 3)$$

ومن خلال رسم قيم  $t/q_t$  مقابل الزمن  $t$  نحصل على علاقة خطية ميلها يساوي  $1/q_e$  وتقاطعها يساوي  $1/K_2 q_e^2$  ومنها نجد قيم ثابت السرعة وقيمة  $q_e$  المحسوبة ومقارنتها مع قيم  $q_e$  التجريبية.

تم دراسة حركية امتزاز العناصر الثلاثة ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) من محاليلها المائية على سطح الكربون المحضر الغير معالج والمعالج ( $AC_0, AC_1, AC_2, AC_3, AC_4$ ) عند تركيز وحجم ثابت ( $50mg/l, 50mL$ ) ودرجة حرارة  $25C^0$  و وزن ثابت من السطح الماز ( $0.1gm$ ) ، وعند ازمان مختلفة وصولاً الى زمن الاتزان ( $160min$ ) وكانت الازمان ( $10, 20, 40, 80, 160min$ ).

استخدمت النتائج التي تم الحصول عليها من دراسة حركية امتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط المحضر غير المعالج والمعالج بأنواعه في تطبيق معادلة حركية الامتزاز من المرتبة الاولى الكاذبة ، والجداول (22-3)(22-3)(24-3)(25-3)(26-3) توضح قيم  $\ln(q_e - q_t)$  مقابل الزمن وكذلك قيم ثابت التوازن  $k_1$  وقيمة  $q_e(\text{exp})$  التجريبية وقيم  $q_e(\text{cal})$  المحسوبة عند التوازن وقيم معامل الارتباط ( $R^2$ ) التي تم الحصول عليها من تطبيق معادلة

حركية الرتبة الاولى الكاذبة وتبين الاشكال (61-3) (62-3) (63-3) (64-3) (65-3) رسم العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الاولى الكاذبة .

كما طبقت البيانات التجريبية على معادلة حركية الامتزاز من المرتبة الثانية الكاذبة والجدول (27-3) (28-3) (29-3) (30-3) (31-3) توضح قيم  $(t/q_t)$  مقابل الزمن بالإضافة الى قيم ثابت التوازن  $k_2$  وقيم سعة الامتزاز  $q_e(\text{exp})$  التجريبية وقيم  $q_e(\text{cal})$  المحسوبة عند التوازن وكذلك قيم معامل الارتباط  $R^2$  وتبين الاشكال (66-3) (67-3) (68-3) (69-3) (70-3) العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الثانية الكاذبة.

من الجداول نلاحظ ان سعة الامتزاز التجريبية  $(q_e)_{\text{exp}}$  وسعة الامتزاز المحسوبة  $(q_e)_{\text{cal}}$  عند الاتزان لمعادلة المرتبة الاولى الكاذبة غير متطابقة ونلاحظ ان الفرق كبير حيث ان  $q_e(\text{cal}) \ll q_e(\text{exp})$  ، بينما نلاحظ قيم سعة الامتزاز التجريبية  $q_e(\text{exp})$  وسعة الامتزاز المحسوبة  $q_e(\text{cal})$  لمعادلة المرتبة الثانية الكاذبة متقاربة جداً من بعضها .

كذلك عند ملاحظة قيم معامل الارتباط  $(R^2)$  في كل الجداول نلاحظ ان قيم معامل ارتباط معادلة المرتبة الثانية الكاذبة اكبر من معامل ارتباط معادلة المرتبة الاولى الكاذبة . ومن هذه النتائج التي تم الحصول عليها تكون معادلة حركية الامتزاز من المرتبة الثانية الكاذبة هي اكثر تطابقاً للنظام المدروس من معادلة المرتبة الاولى الكاذبة وهذه النتائج مطابقة لعدد من الدراسات (124)(126) .

الجدول (22-3) يوضح قيم ثابت معدل الامتزاز  $K_1$  وسعة الامتزاز التجريبية  $q_e(\text{exp})$  وسعة الامتزاز المحسوبة  $q_e(\text{cal})$  ومعامل الارتباط ( $R^2$ ) بطريقة معادلة المرتبة الاولى الكاذبة للكربون المنشط  $AC_0$

| العنصر | Time(min) | $q_t$ mg/g | $q_e(\text{exp})$ mg/g | $\ln(q_e - q_t)$ | $q_e(\text{cal})$ mg/g | $k_1$  | $R^2$ |
|--------|-----------|------------|------------------------|------------------|------------------------|--------|-------|
| Pb     | 10        | 2.899      | 4.543                  | 0.497            | 0.0731                 | 0.0076 | 0.023 |
|        | 20        | 3.613      |                        | -0.071           |                        |        |       |
|        | 40        | 4.330      |                        | -1.542           |                        |        |       |
|        | 80        | 4.542      |                        | -6.927           |                        |        |       |
|        | 160       | 4.543      |                        | 0                |                        |        |       |
| Cd     | 10        | 1.185      | 3.409                  | 0.799            | 2.470                  | 0.0061 | 0.199 |
|        | 20        | 1.416      |                        | 0.689            |                        |        |       |
|        | 40        | 2.539      |                        | -0.138           |                        |        |       |
|        | 80        | 3.128      |                        | -1.269           |                        |        |       |
|        | 160       | 3.409      |                        | 0                |                        |        |       |
| Ni     | 10        | 1.785      | 3.347                  | 0.446            | 1.241                  | 0.0024 | 0.310 |
|        | 20        | 2.213      |                        | 0.126            |                        |        |       |
|        | 40        | 2.535      |                        | -0.208           |                        |        |       |
|        | 80        | 2.814      |                        | -0.628           |                        |        |       |
|        | 160       | 3.347      |                        | 0                |                        |        |       |

الجدول (23-3) يوضح قيم ثابت معدل الامتزاز  $K_1$  وسعة الامتزاز التجريبية  $q_e(\text{exp})$  وسعة الامتزاز المحسوبة  $q_e(\text{cal})$  ومعامل الارتباط ( $R^2$ ) بطريقة معادلة المرتبة الاولى الكاذبة للكربون المنشط  $AC_1$

| العنصر | Time(min) | $q_t$ mg/g | $q_e(\text{exp})$ mg/g | $\ln(q_e - q_t)$ | $q_e(\text{cal})$ mg/g | $k_1$  | $R^2$  |
|--------|-----------|------------|------------------------|------------------|------------------------|--------|--------|
| Pb     | 10        | 2.69       | 4.04                   | 0.293            | 18.81                  | 0.0006 | 0.0005 |
|        | 20        | 3.5        |                        | -0.627           |                        |        |        |
|        | 40        | 3.96       |                        | -2.579           |                        |        |        |
|        | 80        | 4          |                        | -3.272           |                        |        |        |
|        | 160       | 4.04       |                        | 0                |                        |        |        |
| Cd     | 10        | 1.62       | 2.87                   | 0.222            | 0.591                  | 0.0016 | 0.022  |
|        | 20        | 2.04       |                        | -0.189           |                        |        |        |
|        | 40        | 2.09       |                        | -0.256           |                        |        |        |
|        | 80        | 2.62       |                        | -1.401           |                        |        |        |
|        | 160       | 2.87       |                        | 0                |                        |        |        |
| Ni     | 10        | 1.12       | 2.68                   | 0.445            | 1.266                  | 0.0022 | 0.129  |
|        | 20        | 1.48       |                        | 0.187            |                        |        |        |
|        | 40        | 1.95       |                        | -0.309           |                        |        |        |
|        | 80        | 2.08       |                        | -0.505           |                        |        |        |
|        | 160       | 2.68       |                        | 0                |                        |        |        |

الجدول (24-3) يوضح قيم ثابت معدل الامتزاز  $k_1$  وسعة الامتزاز التجريبية  $q_e(\text{exp})$  وسعة الامتزاز المحسوبة  $q_e(\text{cal})$  ومعامل الارتباط ( $R^2$ ) بطريقة معادلة المرتبة الاولى الكاذبة للكربون المنشط  $AC_2$

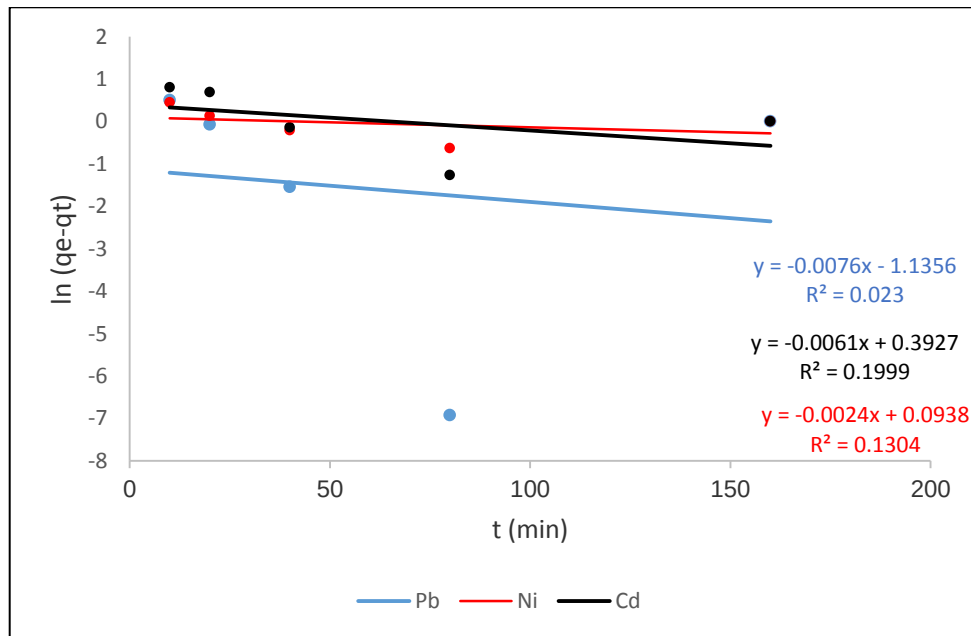
| العنصر | Time(min) | $q_t$ mg/g | $q_e(\text{exp})$ mg/g | $\ln(q_e - q_t)$ | $q_e(\text{cal})$ mg/g | $k_1$  | $R^2$ |
|--------|-----------|------------|------------------------|------------------|------------------------|--------|-------|
| Pb     | 10        | 2.17       | 4.56                   | 0.871            | 1.294                  | 0.0098 | 0.088 |
|        | 20        | 2.64       |                        | 0.651            |                        |        |       |
|        | 40        | 3.54       |                        | 0.0198           |                        |        |       |
|        | 80        | 4.54       |                        | -4.007           |                        |        |       |
|        | 160       | 4.56       |                        |                  |                        |        |       |
| Cd     | 10        | 1.53       | 4.34                   | 1.033            | 11.468                 | 0.0076 | 0.821 |
|        | 20        | 1.6        |                        | 1.009            |                        |        |       |
|        | 40        | 2.05       |                        | 0.827            |                        |        |       |
|        | 80        | 3.26       |                        | 0.0726           |                        |        |       |
|        | 160       | 4.34       |                        |                  |                        |        |       |
| Ni     | 10        | 1.36       | 3.36                   | 0.692            | 1.522                  | 0.0052 | 0.127 |
|        | 20        | 1.92       |                        | 0.361            |                        |        |       |
|        | 40        | 2.49       |                        | -0.133           |                        |        |       |
|        | 80        | 3.16       |                        | -1.617           |                        |        |       |
|        | 160       | 3.36       |                        |                  |                        |        |       |

الجدول (25-3) يوضح قيم ثابت معدل الامتزاز  $k_1$  وسعة الامتزاز التجريبية  $q_e(\text{exp})$  وسعة الامتزاز المحسوبة  $q_e(\text{cal})$  ومعامل الارتباط ( $R^2$ ) بطريقة معادلة المرتبة الاولى الكاذبة للكربون المنشط  $AC_3$

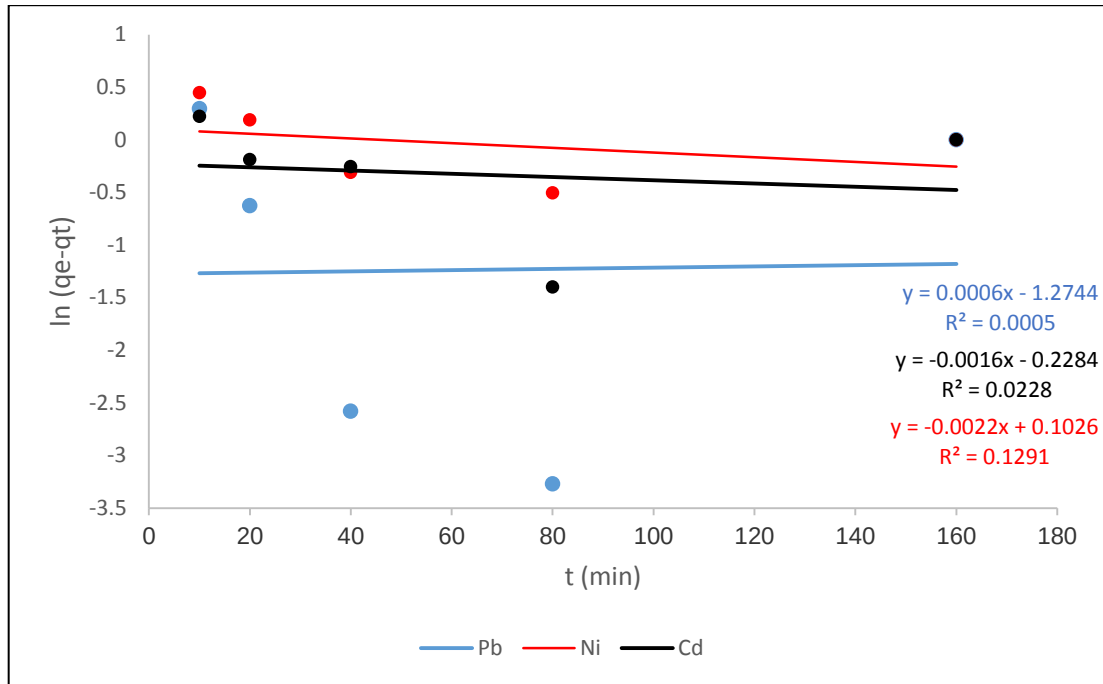
| العنصر | Time(min) | $q_t$ mg/g | $q_e(\text{exp})$ mg/g | $\ln(q_e - q_t)$ | $q_e(\text{cal})$ mg/g | $k_1$  | $R^2$ |
|--------|-----------|------------|------------------------|------------------|------------------------|--------|-------|
| Pb     | 10        | 2.16       | 4.6                    | 0.893            | 0.753                  | 0.0027 | 0.033 |
|        | 20        | 3.78       |                        | -0.194           |                        |        |       |
|        | 40        | 4.21       |                        | -0.929           |                        |        |       |
|        | 80        | 4.3        |                        | -1.209           |                        |        |       |
|        | 160       | 4.6        |                        |                  |                        |        |       |
| Cd     | 10        | 2.69       | 4.75                   | 0.720            | 2.484                  | 0.0045 | 0.303 |
|        | 20        | 3.2        |                        | 0.439            |                        |        |       |
|        | 40        | 3.74       |                        | 0.012            |                        |        |       |
|        | 80        | 4.19       |                        | -0.587           |                        |        |       |
|        | 160       | 4.75       |                        |                  |                        |        |       |
| Ni     | 10        | 2          | 3.24                   | 0.212            | 0.714                  | 0.0012 | 0.027 |
|        | 20        | 2.35       |                        | -0.114           |                        |        |       |
|        | 40        | 2.47       |                        | -0.255           |                        |        |       |
|        | 80        | 2.85       |                        | -0.938           |                        |        |       |
|        | 160       | 3.24       |                        |                  |                        |        |       |

الجدول (3-26) يوضح قيم ثابت معدل الامتزاز  $k_1$  وسعة الامتزاز التجريبية  $q_e(\text{exp})$  وسعة الامتزاز المحسوبة  $q_e(\text{cal})$  ومعامل الارتباط ( $R^2$ ) بطريقة معادلة المرتبة الاولى الكاذبة للكربون المنشط  $AC_4$

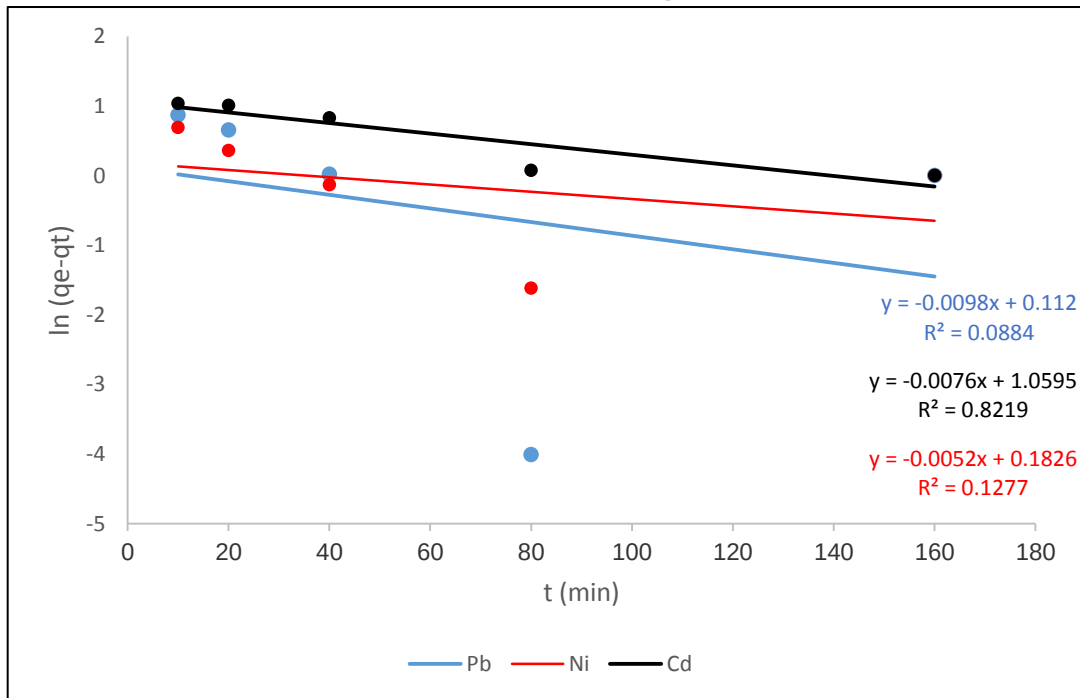
| العنصر | Time(min) | $q_t$ mg/g | $q_e(\text{exp})$ mg/g | $\ln(q_e - q_t)$ | $q_e(\text{cal})$ mg/g | $k_1$  | $R^2$  |
|--------|-----------|------------|------------------------|------------------|------------------------|--------|--------|
| Pb     | 10        | 2.4        | 4.03                   | 0.485            | 0.334                  | 0.0006 | 0.0022 |
|        | 20        | 3.48       |                        | -0.597           |                        |        |        |
|        | 40        | 3.62       |                        | -0.881           |                        |        |        |
|        | 80        | 3.82       |                        | -1.571           |                        |        |        |
|        | 160       | 4.03       |                        |                  |                        |        |        |
| Cd     | 10        | 2.16       | 3.54                   | 0.319            | 0.128                  | 0.0012 | 0.003  |
|        | 20        | 3.17       |                        | -0.988           |                        |        |        |
|        | 40        | 3.27       |                        | -1.313           |                        |        |        |
|        | 80        | 3.43       |                        | -2.170           |                        |        |        |
|        | 160       | 3.54       |                        |                  |                        |        |        |
| Ni     | 10        | 1.55       | 2.85                   | 0.257            | 0.789                  | 0.001  | 0.034  |
|        | 20        | 1.88       |                        | -0.028           |                        |        |        |
|        | 40        | 2.15       |                        | -0.365           |                        |        |        |
|        | 80        | 2.37       |                        | -0.745           |                        |        |        |
|        | 160       | 2.85       |                        |                  |                        |        |        |



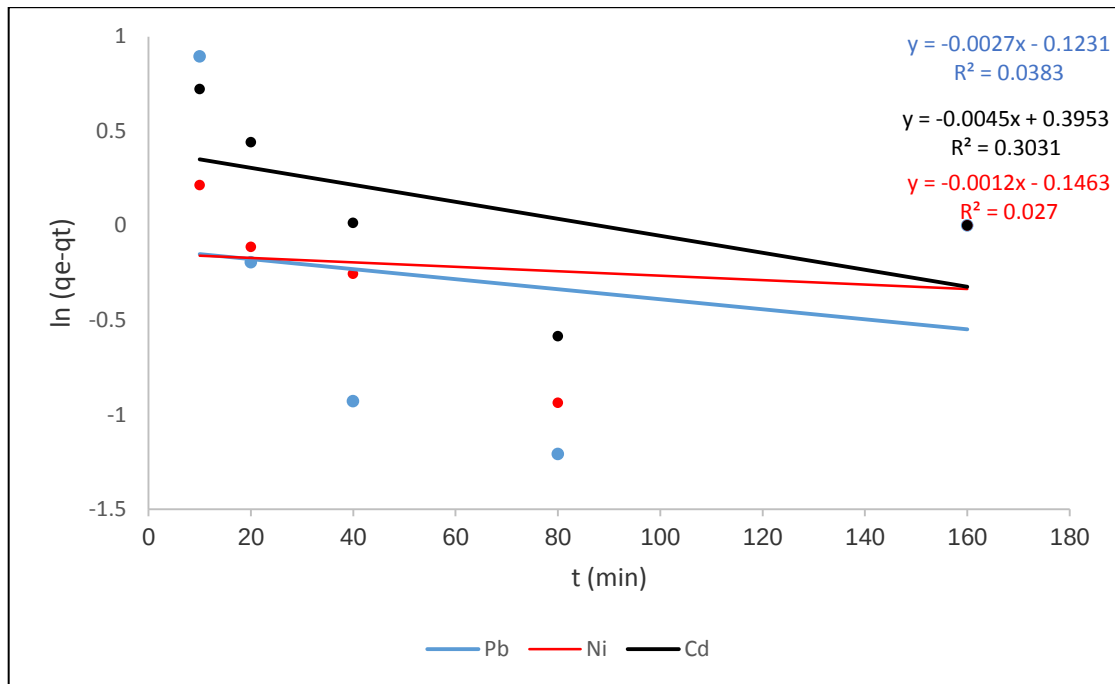
الشكل (3-61) العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الاولى الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_0$



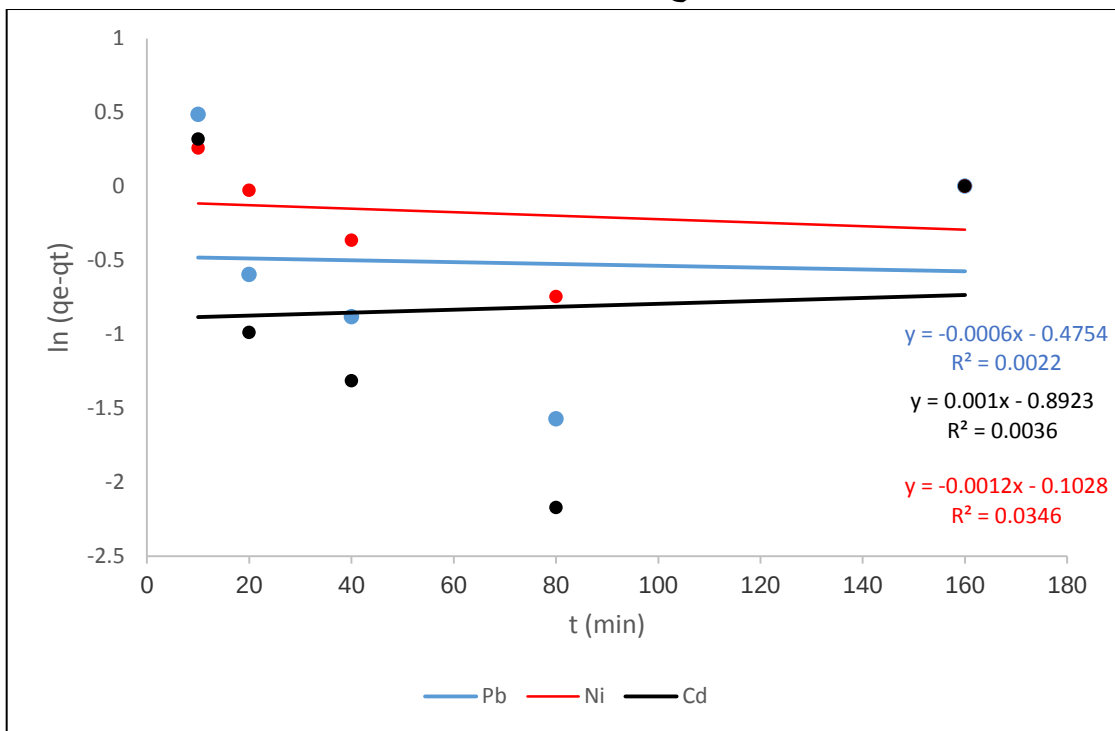
الشكل (62-3) العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الاولى الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_1$



الشكل (63-3) العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الاولى الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_2$



الشكل (64-3) العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الاولى الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط AC<sub>3</sub>



الشكل (65-3) العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الاولى الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط AC<sub>4</sub>

الجدول (3-27) يوضح قيم ثابت معدل الامتزاز  $k_2$  وسعة الامتزاز التجريبية  $q_e(\text{exp})$  وسعة الامتزاز المحسوبة  $q_e(\text{cal})$  وقيم معامل الارتباط ( $R^2$ ) للعناصر الثلاثة الممتزة على سطح الكربون المنشط  $AC_0$  بطريقة معادلة المرتبة الثانية الكاذبة .

| العنصر | Time(min) | $q_t$ mg/g | $q_e(\text{exp})$ mg/g | $t/q_t$ | $q_e(\text{cal})$ mg/g | $k_2$  | $R^2$ |
|--------|-----------|------------|------------------------|---------|------------------------|--------|-------|
| Pb     | 10        | 2.899      | 4.543                  | 3.448   | 4.719                  | 0.041  | 0.999 |
|        | 20        | 3.613      |                        | 5.535   |                        |        |       |
|        | 40        | 4.330      |                        | 9.237   |                        |        |       |
|        | 80        | 4.542      |                        | 17.609  |                        |        |       |
|        | 160       | 4.543      |                        | 35.211  |                        |        |       |
| Cd     | 10        | 1.185      | 3.41                   | 8.437   | 4.04                   | 0.0089 | 0.990 |
|        | 20        | 1.416      |                        | 14.118  |                        |        |       |
|        | 40        | 2.539      |                        | 15.751  |                        |        |       |
|        | 80        | 3.128      |                        | 25.568  |                        |        |       |
|        | 160       | 3.409      |                        | 46.923  |                        |        |       |
| Ni     | 10        | 1.785      | 3.3476                 | 3.448   | 3.561                  | 0.0201 | 0.993 |
|        | 20        | 2.213      |                        | 5.535   |                        |        |       |
|        | 40        | 2.535      |                        | 9.237   |                        |        |       |
|        | 80        | 2.814      |                        | 17.609  |                        |        |       |
|        | 160       | 3.347      |                        | 35.211  |                        |        |       |

الجدول (3-28) يوضح قيم ثابت معدل الامتزاز  $k_2$  وسعة الامتزاز التجريبية  $q_e(\text{exp})$  وسعة الامتزاز المحسوبة  $q_e(\text{cal})$  وقيم معامل الارتباط ( $R^2$ ) للعناصر الثلاثة الممتزة على سطح الكربون المنشط  $AC_1$  بطريقة معادلة المرتبة الثانية الكاذبة

| العنصر | Time(min) | $q_t$ mg/g | $q_e(\text{exp})$ mg/g | $t/q_t$ | $q_e(\text{cal})$ mg/g | $k_2$ | $R^2$ |
|--------|-----------|------------|------------------------|---------|------------------------|-------|-------|
| Pb     | 10        | 2.694      | 4.035                  | 3.711   | 4.144                  | 19.6  | 0.999 |
|        | 20        | 3.501      |                        | 5.711   |                        |       |       |
|        | 40        | 3.96       |                        | 10.101  |                        |       |       |
|        | 80        | 3.997      |                        | 20.010  |                        |       |       |
|        | 160       | 4.035      |                        | 39.645  |                        |       |       |
| Cd     | 10        | 1.616      | 2.866                  | 6.185   | 3.05                   | 2.327 | 0.996 |
|        | 20        | 2.039      |                        | 9.807   |                        |       |       |
|        | 40        | 2.092      |                        | 19.114  |                        |       |       |
|        | 80        | 2.62       |                        | 30.534  |                        |       |       |
|        | 160       | 2.866      |                        | 55.821  |                        |       |       |
| Ni     | 10        | 1.122      | 2.683                  | 8.912   | 2.94                   | 1.211 | 0.986 |
|        | 20        | 1.476      |                        | 13.542  |                        |       |       |
|        | 40        | 1.95       |                        | 20.512  |                        |       |       |
|        | 80        | 2.08       |                        | 38.461  |                        |       |       |
|        | 160       | 2.683      |                        | 59.623  |                        |       |       |

الجدول (29-3) يوضح قيم ثابت معدل الامتزاز  $k_2$  وسعة الامتزاز التجريبية  $q_e(\text{exp})$  وسعة الامتزاز المحسوبة  $q_e(\text{cal})$  وقيم معامل الارتباط ( $R^2$ ) للعناصر الثلاثة الممتزة على سطح الكربون المنشط  $AC_2$  بطريقة معادلة المرتبة الثانية الكاذبة.

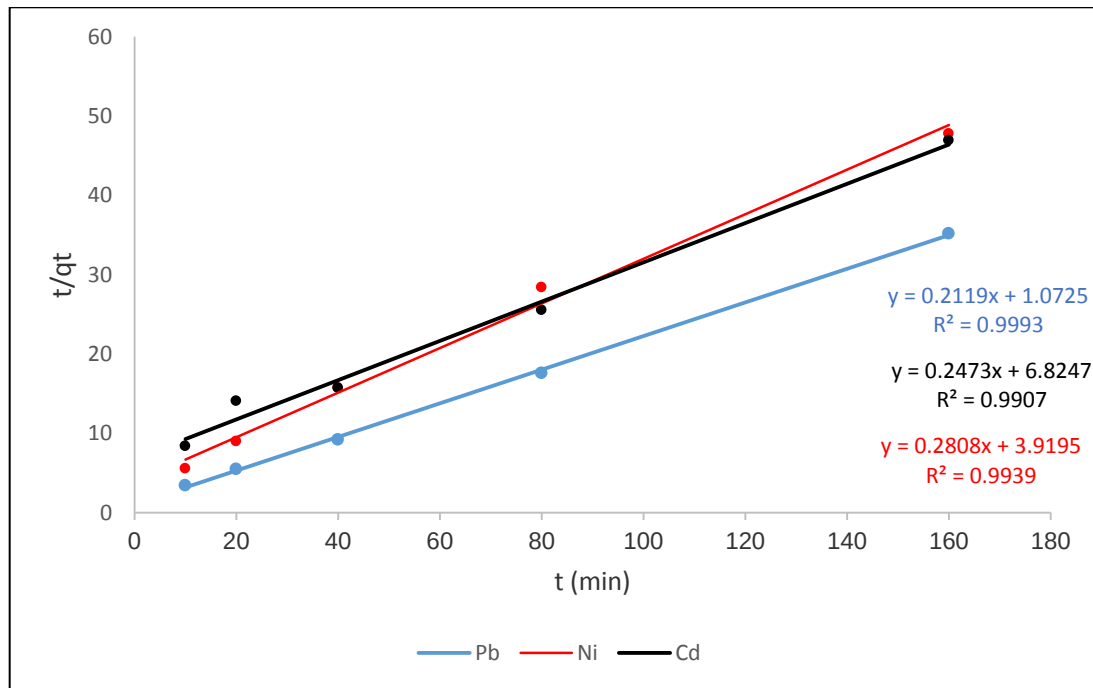
| العنصر | Time(min) | $q_t$ mg/g | $q_e(\text{exp})$ mg/g | $t/q_t$ | $q_e(\text{cal})$ mg/g | $k_2$ | $R^2$ |
|--------|-----------|------------|------------------------|---------|------------------------|-------|-------|
| Pb     | 10        | 2.172      | 4.56                   | 4.603   | 5.04                   | 8.66  | 0.996 |
|        | 20        | 2.644      |                        | 7.563   |                        |       |       |
|        | 40        | 3.542      |                        | 11.292  |                        |       |       |
|        | 80        | 4.544      |                        | 17.605  |                        |       |       |
|        | 160       | 4.562      |                        | 35.069  |                        |       |       |
| Cd     | 10        | 1.527      | 4.339                  | 6.545   | 5.39                   | 3.42  | 0.944 |
|        | 20        | 1.596      |                        | 12.525  |                        |       |       |
|        | 40        | 2.053      |                        | 19.479  |                        |       |       |
|        | 80        | 3.264      |                        | 24.505  |                        |       |       |
|        | 160       | 4.339      |                        | 36.867  |                        |       |       |
| Ni     | 10        | 1.361      | 3.359                  | 7.344   | 3.766                  | 2.899 | 0.998 |
|        | 20        | 1.924      |                        | 10.390  |                        |       |       |
|        | 40        | 2.485      |                        | 16.096  |                        |       |       |
|        | 80        | 3.161      |                        | 25.304  |                        |       |       |
|        | 160       | 3.359      |                        | 47.621  |                        |       |       |

الجدول (30-3) يوضح قيم ثابت معدل الامتزاز  $K_2$  وسعة الامتزاز التجريبية  $q_e(\text{exp})$  وسعة الامتزاز المحسوبة  $q_e(\text{cal})$  وقيم معامل الارتباط ( $R^2$ ) للعناصر الثلاثة الممتزة على سطح الكربون المنشط  $AC_3$  بطريقة معادلة المرتبة الثانية الكاذبة.

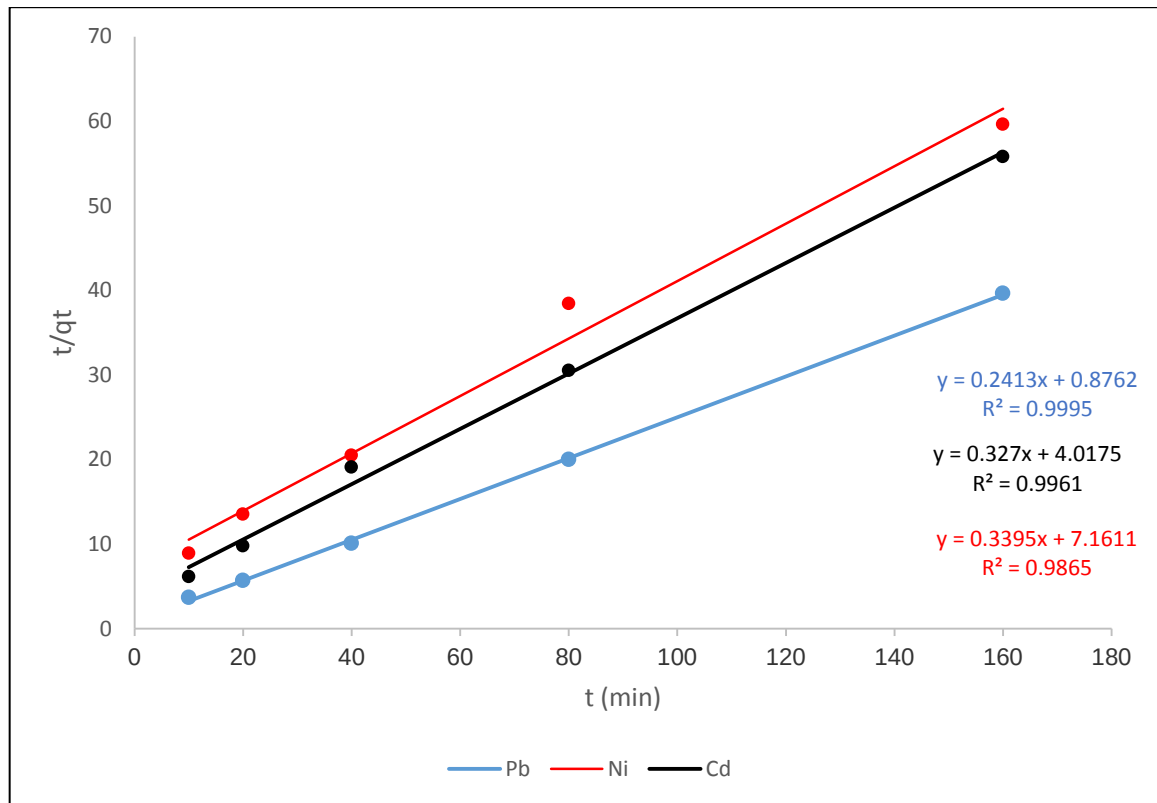
| العنصر | Time(min) | $q_t$ mg/g | $q_e(\text{exp})$ mg/g | $t/q_t$ | $q_e(\text{cal})$ mg/g | $k_2$ | $R^2$ |
|--------|-----------|------------|------------------------|---------|------------------------|-------|-------|
| Pb     | 10        | 2.158      | 4.6                    | 4.633   | 4.84                   | 13.28 | 0.997 |
|        | 20        | 3.778      |                        | 5.293   |                        |       |       |
|        | 40        | 4.206      |                        | 9.508   |                        |       |       |
|        | 80        | 4.303      |                        | 18.591  |                        |       |       |
|        | 160       | 4.601      |                        | 34.771  |                        |       |       |
| Cd     | 10        | 2.694      | 4.749                  | 3.710   | 5.03                   | 10.66 | 0.997 |
|        | 20        | 3.197      |                        | 6.255   |                        |       |       |
|        | 40        | 3.736      |                        | 10.705  |                        |       |       |
|        | 80        | 4.193      |                        | 19.077  |                        |       |       |
|        | 160       | 4.749      |                        | 33.688  |                        |       |       |
| Ni     | 10        | 2.004      | 3.24                   | 4.988   | 3.45                   | 3.6   | 0.995 |
|        | 20        | 2.35       |                        | 8.510   |                        |       |       |
|        | 40        | 2.467      |                        | 16.210  |                        |       |       |
|        | 80        | 2.850      |                        | 28.063  |                        |       |       |
|        | 160       | 3.241      |                        | 49.355  |                        |       |       |

الجدول (31-3) يوضح قيم ثابت معدل الامتزاز  $k_2$  وسعة الامتزاز التجريبية  $q_e(\text{exp})$  وسعة الامتزاز المحسوبة  $q_e(\text{cal})$  وقيم معامل الارتباط ( $R^2$ ) للعناصر الثلاثة الممتزة على سطح الكربون المنشط  $AC_4$  بطريقة معادلة المرتبة الثانية الكاذبة

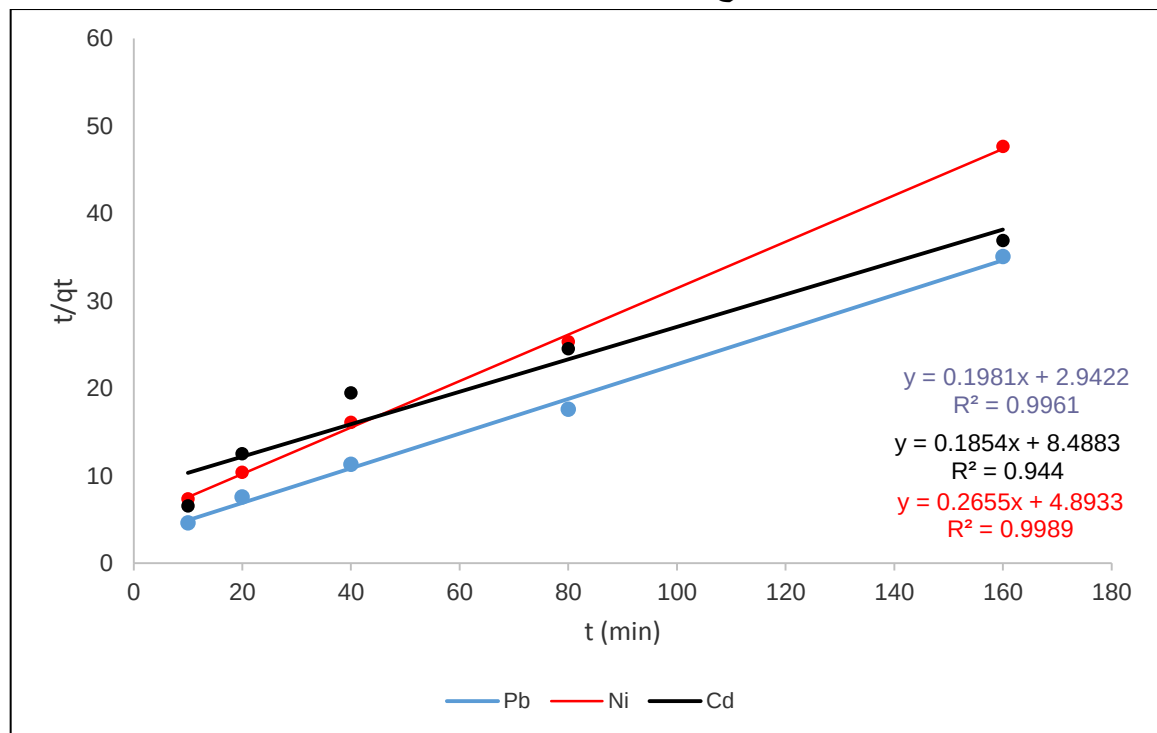
| العنصر | Time(min) | $q_t$ mg/g | $q_e(\text{exp})$ mg/g | $t/q_t$ | $q_e(\text{cal})$ mg/g | $k_2$ | $R^2$ |
|--------|-----------|------------|------------------------|---------|------------------------|-------|-------|
| Pb     | 10        | 2.404      | 4.02                   | 4.158   | 4.17                   | 11.92 | 0.999 |
|        | 20        | 3.478      |                        | 5.749   |                        |       |       |
|        | 40        | 3.615      |                        | 11.064  |                        |       |       |
|        | 80        | 3.821      |                        | 20.933  |                        |       |       |
|        | 160       | 4.029      |                        | 39.709  |                        |       |       |
| Cd     | 10        | 2.164      | 3.54                   | 4.619   | 3.65                   | 9.797 | 0.999 |
|        | 20        | 3.168      |                        | 6.311   |                        |       |       |
|        | 40        | 3.272      |                        | 12.224  |                        |       |       |
|        | 80        | 3.426      |                        | 23.346  |                        |       |       |
|        | 160       | 3.540      |                        | 45.187  |                        |       |       |
| Ni     | 10        | 1.554      | 2.84                   | 6.433   | 3.023                  | 1.98  | 0.992 |
|        | 20        | 1.875      |                        | 10.662  |                        |       |       |
|        | 40        | 2.153      |                        | 18.570  |                        |       |       |
|        | 80        | 2.373      |                        | 33.706  |                        |       |       |
|        | 160       | 2.848      |                        | 56.177  |                        |       |       |



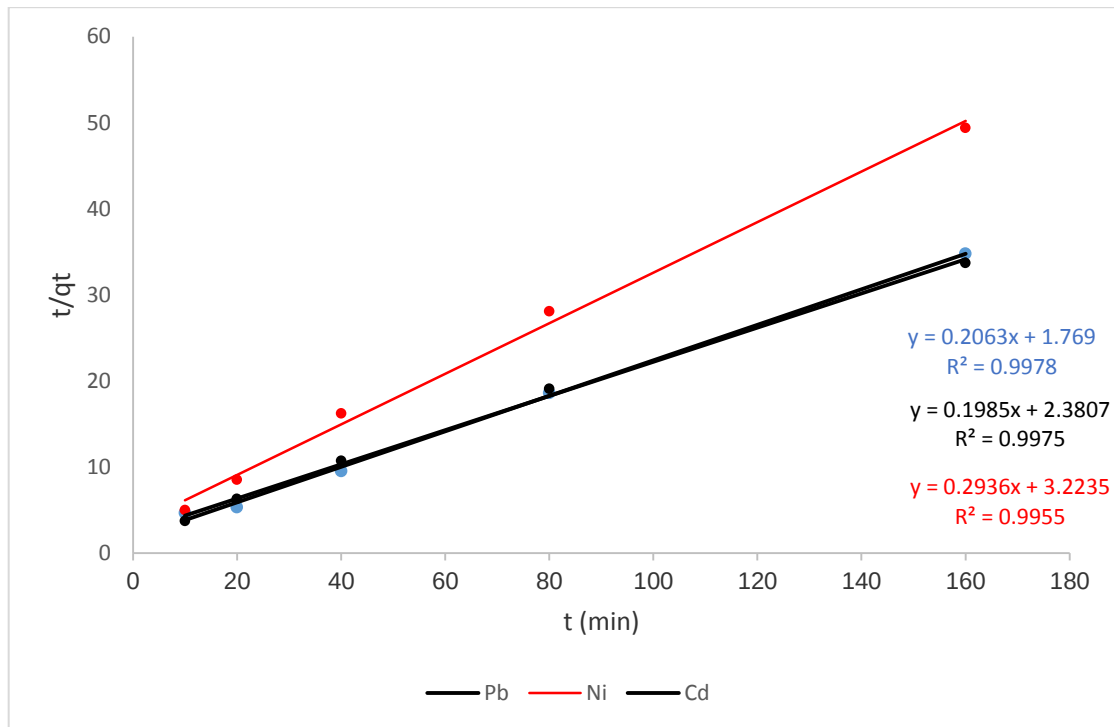
الشكل (3-66) العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الثانية الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_0$



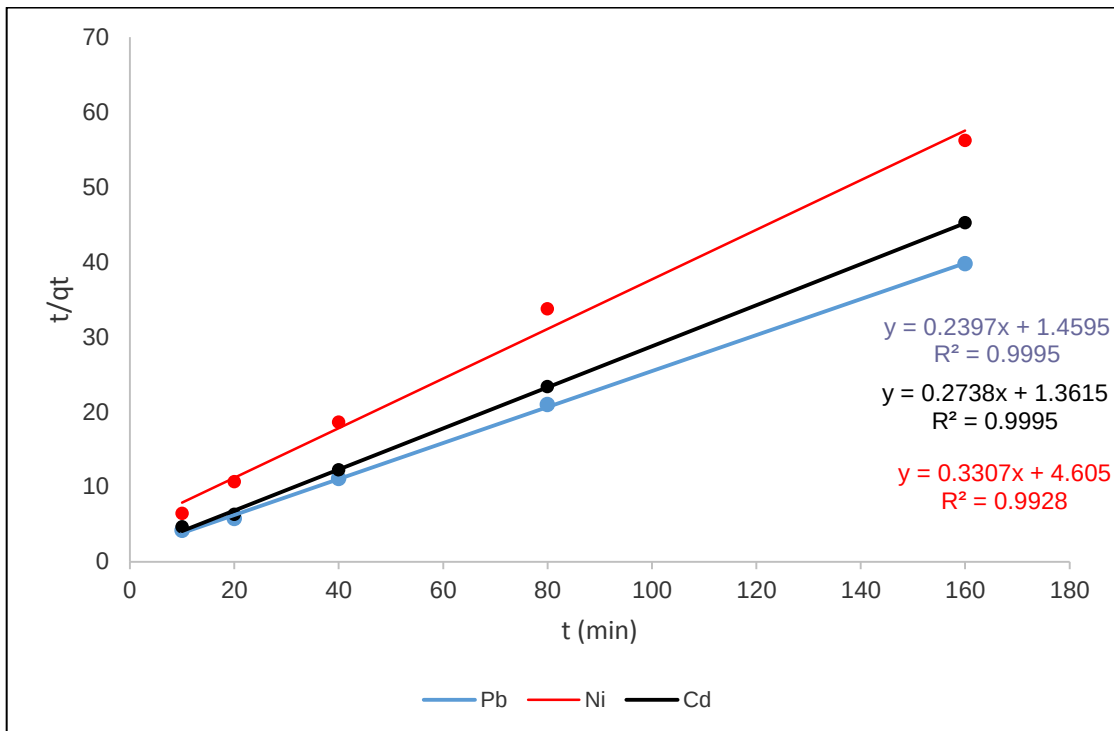
الشكل (3-67) العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الثانية الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_1$



الشكل (3-68) العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الثانية الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط  $AC_2$



الشكل (3-69) العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الثانية الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط AC<sub>3</sub>



الشكل (3-70) العلاقة الخطية لمعادلة المرتبة الثانية الكاذبة لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط AC<sub>4</sub>

## Conclusions

## الاستنتاجات

1. امكانية استخدام مواد متوفرة محلياً مثل نبات البردي المتوفرة بكميات كبيرة في المنطقة الجنوبية لإنتاج الكربون المنشط بواسطة حامض الكبريتيك المركز وبكفاءة عالية .
2. امكانية تحويل سطح الكربون المنشط المحضر باستخدام العوامل المختزلة مثل كلوريد الخارصين وبوروهيدريد الصوديوم لزيادة المساحة السطحية للكربون المنشط وتحسين خصائص الامتزاز .
3. ان ايزوثيرمات امتزاز ايونات العناصر الثلاثة ( $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$ ) على سطح الكربون المنشط غير المعالج والمعالج بأنواعه من نوع ( S4 ) ( حسب تصنيف ( Giles ) وان الامتزاز يكون اكثر انطباقاً على معادلة فريندليش .
4. بينت الدراسة الترموديناميكية ان عملية الامتزاز ايونات العناصر الثلاثة كانت تلقائية من القيم السالبة للطاقة الحرة ( $\Delta G^\circ$ ) ، وان عملية امتزاز العناصر الثلاثة هي باعثة للحرارة من القيم السالبة للانتالبي ( $\Delta H^\circ$ ) .
5. بينت الدراسة ان للدالة الحامضية تأثير على النسبة المئوية للإزالة فكان لها تأثير على كل من المادة المازة والممتزة .
6. بينت الدراسة ان العوامل المؤكسدة والمختزلة المستخدمة في تنشيط سطح الكربون المنشط لها تأثير على النسبة المئوية لإزالة ايونات العناصر الثلاثة من محاليلها المائية وكانت بالترتيب التالي :



بينما كانت نسبة ازالة العناصر  $Pb^{+2}, Cd^{+2}, Ni^{+2}$  بالترتيب  $Pb^{+2} > Cd^{+2} > Ni^{+2}$

7. بينت الدراسة ان لوزن المادة المازة تأثير كبيراً في عملية الازالة حيث تزداد النسبة المئوية للإزالة مع زيادة كمية المادة المازة .
8. اظهرت الدراسة الحركية لامتزاز العناصر الثلاثة على سطح الكربون المنشط المحضر غير المعالج والمعالج بأنواعه أتباع معادلة المرتبة الثانية الكاذبة واكثر انطباقاً على النظام المدروس وتنطبق النتائج افضل على البيانات العملية .

## Recommendations

## التوصيات

1. نظرا لزيادة مستوى التلوث في العالم بشكل عام وفي العراق بشكل خاص سيكون من المفيد اجراء دراسات بشكل موسع لقابلية امتزاز سطح الكربون المنشط المحضر من نبات البردي المستخدم في هذه الدراسة لكثير من العناصر الثقيلة السامة وبعض المواد العضوية التي تتواجد في مياه الانهار مثل المخلفات الصناعية والمبيدات ومخلفات الصناعات النفطية وغيرها من الصناعات .
2. امكانية استخدام كلوريد الخارصين وبوروهيدريد الصوديوم في تنشيط سطح الكربون المنشط المحضر من نبات السبيروس بابيرس وزيادة المساحة السطحية للكربون المنشط لزيادة كفاءة الامتزاز للكربون المنشط الناتج .
3. اجراء المزيد من الدراسات لاختبار كفاءة سطح الكربون المنشط المحضر من نبات السبيروس بابيرس في ازالة عناصر اخرى مثل النحاس والزنك والحديد والمنغنيز والعناصر المشعة وبعض المركبات العضوية وغيرها من الملوثات الاخرى للمياه .
4. ان قابلية سطح الكربون المنشط المحضر من نبات السبيروس بابيرس على امتزاز العناصر تشير الى امكانية استخدام هذا السطح في بناء محطات غير مكلفة لمعالجة مياه الصرف الصحي ومخلفات المستشفيات.

المصادر:

- [1] B. Buczek, "Preparation of Active Carbon by Additional Activation with Potassium Hydroxide and Characterization of Their Properties," *Adv. Mater. Sci. Eng.*, vol. 2016.
- [2] D.Crosby, "Environmental Toxicology and chemistry," *New York Oxford*, p. 33, 1998.
- [3] C.Warren, "Biology and water pollution and its control," *W.B Saunders Co. , London*, p. 434, 1971.
- [4] R.Clark, "Marine pollution," 6<sup>th</sup> Ed., *Clarendon Press. Oxford*, 1998.
- [5] O.M. Ramadhan, "Effect of substituents type on the adsorption of aromatic carboxylic acid and their relation to concentration, temperature and pH," *Raf. Jour. Sci.*, vol. 16, pp. 68–78, 2005.
- [6] J. A. Menéndez, J. Phillips, B. Xia, and L. R. Radovic, "Modification and Characterization of Chemical Surface Properties of Activated Carbon: In the Search of Carbons with Stable Basic Properties," *Langmuir*, vol. 12, no. 18, pp. 4404–4410, 1996.
- [7] K. Othmer, "Encyclopedia of chemical technology," 1<sup>st</sup> ed., *John Wiley Sons Inc*, vol. 2, pp. 121–210, 1974.
- [8] A. Earnshaw and Wood, "Chemistry of elements," *McGraw–Hill*, pp. 296–304, 1986.
- [9] B. Khambhaty, Y., Mody, "Efficient removal of Brilliant Blue G (BBG) from aqueous solutions by marine aspergillus wentii: kinetics, equilibrium and process design," vol. 41, pp. 74–83.
- [10] S. Kenneth and Sing, "Adsorption by Active Carbons," in *Adsorption by Powders and Porous Solids: Principles, Methodology and Applications: Second Edition*, pp. 321–391, 2013.
- [11] A. M. Schwenke, S. Hoeppener, and U. S. Schubert, "Synthesis and Modification of Carbon Nanomaterials utilizing Microwave Heating," *Advanced Materials*, vol. 27, no. 28. pp. 4113–4141, 2015.
- 12- ع.ع.الدبوني، "مقدمة في البتروكيمياويات"، ط1، جامعة الموصل.صفحة.307-322 1991،
- [13] M. Yeganeh, M. M., KaghazchiT., Soleimani, "Effect of Raw Materials on Properties of Activated Carbons," *Chem. Eng.*

- Technol.*, vol. 29, no. 10, pp. 1247–1251, 2006.
- [14] J.Eduardo, Bottani and Juan., “ Adsorption by Carbons,” *Elsevier Ltd*, 2008.
- [15] T. Y. Jiang, J. Jiang, R. K. Xu, and Z. Li, “Adsorption of Pb+2(II) on variable charge soils amended with rice-straw derived biochar,” *Chemosphere*, vol. 89, no. 3, pp. 249–256, 2012.
- [16] J. Zhae, J., Yang, L., Li, F., Yu, R., “Structural evolution in the graphitization process of activated carbon by high-pressure sintering,” *Elsevier*, vol. 47, pp. 744–751, 2009.
- [17] R. . Franklin , "Crystallite growth in graphitizing and non-graphitizing carbons". 1951.
- [18] Z. Harris, S. Liu, “Imagine the atomic structure of activated carbon,” *J. Phys. : Condense*, pp. 1–5, 2008.
- [19] Y. bin Tang, Q. Liu, and F. yan Chen, “Preparation and characterization of activated carbon from waste ramulus mori,” *Chem. Eng. J.*, vol. 203, pp. 19–24, 2012.
- [20] S. Smisek, M., Cerny, “Active Carbon Manufacture, Properties and Applications,” *Elsevier*, 1970.
- [21] M. Bansal and Goyal, “Activated Carbon Adsorption,” *CRC Press. USA*, 2006.
- [22] T. L. Hill, “Thermodynamics of adsorption,” *Trans. Faraday Soc.*, vol. 47, p. 376, 1951.
- [23] N. U. Yahşi, “Production and Characterization of Activated Carbon from Apricot Stones,” *MSc. Thesis Chem. Eng. Middle East Tech. Univ. Ankara, Turkey*, 2004.
- [24] A. A. Mahamada, M. N.; Zainib, M. A. H.; Zakariac, “Preparation and characterization of activated carbon from pineapple waste biomass for dye removal,” *Int. Biodeterior.Ni+2oremediation*, vol. 102–274, 2015.
- [25] A. Demirbas, “Heavy metal adsorption onto agro-based waste materials: A review,” *Journal of Hazardous Materials*, vol. 157, no. 2–3. pp. 220–229, 2008.
- [26] R. T. Yang, “Adsorbents, Fundamentals and Applications,” *John Wiley Sons, Inc., New Jersey, USA*, 2003.
- [27] T.J.Bandosz, “Activated Carbon Surfaces in Enviromental

- Remediation,” *Acad. Press. New York, USA*, 2006.
- [28] A. Ahmadpour, “The preparation of active carbons from coal by chemical and physical activation,” *Carbon N. Y.*, vol. 34, no. 4, pp. 471–479, 1996.
- [29] C. Cuhadar, “Production and Characterization of Activated Carbon from Hazelnut Shell and Hazelnut Husk,” *MSc. Thesis Chem. Eng. Middle East Tech. Univ. Ankara, Turkey*, 2004.
- [30] Balci, T. Dogu, and H. Yucel, “Pyrolysis kinetics of lignocellulosic materials,” *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 32, no. 11, pp. 2573–2579, 1993.
- [31] F. Marsh, M., Rodriguez-Reinoso, “Activated Carbon,” *Elsevier*, 2006.
- [32] J. E. A. Toxicol, H. A. Hanafi, and S. M. A. Azeema, “Removal of  $\text{Ni}^{+2}$ trate and  $\text{Ni}^{+2}$ trite Anions from Wastewater Using Activated Carbon Derived from Rice Straw,” vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2016.
- [33] K. Mahmoudi, N. Hamdi, and E. Srasra, “Preparation and characterization of activated carbon from date pits chemical activation with zinc chloride for methyl orange adsorption,” *J. Mater. Environ. Sci.*, vol. 5, no. 6, pp. 1758–1769, 2014.
- [34] N. A. Fathy, S. a. Sayed Ahmed, and R. M. Abo El-enin, “Effect of Activation Temperature on Textural and Adsorptive Properties for Activated Carbon Derived from Local Reed Biomass: Removal of p-Nitrophenol,” *Environ. Res. Eng. Manag.*, vol. 59, no. 1, pp. 10–22, 2012.
- [35] R. Pietrzak, H. Wachowska, P. Nowicki, and K. Babel, “Preparation of modified active carbon from brown coal by ammoxidation,” *Fuel Process. Technol.*, vol. 88, no. 4, pp. 409–415, 2007.
- [36] S. Venkatesan, “Adsorption,” in *Separation and Purification Technologies in Biorefineries*, pp. 101–148, 2013.
- [37] P. McKendry, “Energy Production from Biomass (Part 1): Overview of Biomass,” *Bioresour. Technol.*, vol. 83, pp. 37–46, 2002.
- [38] H. Cui, Y. Cao, and W. P. Pan, “Preparation of activated carbon for mercury capture from chicken waste and coal,” *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, vol. 80, no. 2, pp. 319–324, 2007.

- [39] M. Özmak, "Production of Activated Carbon From Biomass Wastes," *Ph.D. Thesis Chem. Eng. Ankara Univ. Ankara, Turkey*, 2010.
- [40] J. Lee, "Biological Conversion of Lignocellulosic Biomass to Ethanol" *Biotechnol*, vol. 56, pp. 1–24, 1997.
- [41] N. Hon, D.N.S., Shiraishi, "Wood and Cellulosic Chemistry," *Marcel Dekker Inc.*, 2001.
- [42] M. Karamanlioğlu, "Xylan-Based Biodegradable and Wheat Gluten-Based Antimicrobial Film Production," *MSc. Thesis 149 Biotechnol. Middle East Tech. Univ. Ankara, Turkey*, 2008.
- [43] M. Gonalves, M. Molina-Sabio, and F. Rodriguez-Reinoso, "Modification of activated carbon hydrophobicity by pyrolysis of propene," *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, vol. 89, no. 1, pp. 17–21, 2010.
- [44] S. Yaman, "Pyrolysis of Biomass to Produce Fuels and Chemical Feedstocks," *Energy Convers. Manag.*, vol. 45, pp. 651–671, 2004.
- [45] D. L. Klass, "Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals," *Elsevier Inc*, 1998.
- [46] O. M. Onay, O., Kockar, "Slow, Fast and Flash Pyrolysis of Rapeseed," *Renew. Energ*, vol. 28, pp. 2417–2433, 2003.
- [47] A. R. Mohamed, M. Mohammadi, and G. N. Darzi, "Preparation of carbon molecular sieve from lignocellulosic biomass: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, no. 6. pp. 1591–1599, 2010.
- [48] C. Y. Yin, M. K. Aroua, and M. Daud, "Review of modifications of activated carbon for enhancing contaminant uptakes from aqueous solutions," *Separation and Purification Technology*, vol. 52, no. 3. pp. 403–415, 2007.
- [49] T. Wigmans, "Industrial Aspects of Production and Use of Activated Carbons," *Carbon N. Y.*, vol. 27, pp. 13–29, 1989.
- [50] U. Zielke, K. J. Huttinger, and W. P. Hoffman, "Surface oxidized carbon fibers .2. Chemical modification," *Carbon N. Y.*, vol. 34, no. 8, p. 999-1005, 1996.
- [51] S. Kang, J. Jian-chun, and C. Dan-dan, "Preparation of activated carbon with highly developed mesoporous structure from Camellia oleifera shell through water vapor gasification and phosphoric acid modification," *Biomass and Bioenergy*, vol. 35, no. 8, pp. 3643–

- 3647, 2011.
- [52] A. A. Arie, Vincent, and A. Putranto, "Activated carbons from KOH-activation of salacca peels as low cost potential adsorbents for dye removal," *Adv. Mater. Lett.*, vol. 7, no. 3, pp. 226–229, 2016.
- [53] J. F. Kwiatkowski, "Activated carbon classification, properties and application, 2011.
- [54] C. Libra and A. Saupe, *Related Titles Ozonation of Water and Waste Water Introduction to Environmental Engineering Rapid Chemical and Biological Techniques for Water Monitoring Functional Nanostructured Materials and Membranes for Water Treatment Risk Analysis of Water Pollution*.
- [55] J. N. Abdulqadir, "Preparation and Characterization of Modified Activated Charcoal based on *Ferula Communis* and its Adsorptive Behavior," February, p. 64, 2014.
- [56] Z. Saedi, N. Parvini, M. Niavarani, "High surface area and mesoporous graphene/activated carbon composite for adsorption of Pb<sup>2+</sup>(II) from wastewater," *Environ. Chem. Eng.*, vol. 3, p. 2697, 2015.
- [57] A. E. Vasu, "Surface Modification of Activated Carbon for Enhancement of Ni<sup>2+</sup> Adsorption," vol. 5, no. 4, pp. 814–819, 2008.
- [58] J. Sahira, A. Mandira, P. B. Prasad, and P. R. Ram, "Effects of Activating Agents on the Activated Carbons Prepared from Lapsi Seed Stone," *Res. J. Chem. Sci.*, vol. 3, no. 5, pp. 19–24, 2013.
- [59] C. Warren, "Biology and water pollution and its control," W.B Saunders Co., London, p. 434, 1971.
- [60] W. Abdallah, "Production and Characterization of Activated Carbon from Sulphonated Styrene Divinylbenzene Copolymer," *MSc. Thesis Chem. Eng. Middle East Tech. Univ. Ankara, Turkey*, 2004.
- [61] Ullmann, "Encyclopedia of Industrial Chemistry," 6<sup>th</sup> Ed. Wiley VCH Publ., 2002.
- [62] J. Hassler, "Purification with Activated Carbon," *Chem. Publ. Co. Inc., New York, USA*, 1974.
- [63] A. S. Jadhav, G. T. Mohanraj, and K. Road, "Carbon – Science and

- Technology,” vol. 1, pp. 32–39, 2016.
- [64] B. K. Pandey, S. H. Khan, and A. Chattree, “Preparation and Characterization of Activated Carbon Derived From Rice Husk by NaOH Activation,” vol. 3, no. 2, pp. 158–164, 2016.
- [65] F. S. Hashem, K. M. Al-qahtani, F. F. Al-fawzan, and M. Alshabanat, “Comparative Study on Activated Carbon Prepared from Various Fruit Peels,” pp. 2750–2759, 2016.
- [66] S. M. Anisuzzaman, C. G. Joseph, Y. H. Taufiq-Yap, D. Krishnaiah, and V. V. Tay, “Modification of commercial activated carbon for the removal of 2,4-dichlorophenol from simulated wastewater,” *J. King Saud Univ. - Sci.*, vol. 27, no. 4, pp. 318–330, 2015.
- [67] M. Jahangiri, S. J. Shahtaheri, J. Adl, A. Rashidi, and H. Kakooei, “Preparation of activated carbon from walnut shell and its utilization for manufacturing organic-vapour respirator cartridge,” vol. 21, no. 6, pp. 1508–1514, 2012.
- [68] K. Legrouiri, E. Khouya, H. Hannache, M. El Hartti, M. Ezzine, and R. Naslain, “Activated carbon from molasses efficiency for Cr ( VI ), Pb+2 ( II ) and Cu ( II ) adsorption : A mechanistic study,” vol. 3, no. 3, pp. 301–310, 2017.
- [69] A. El-Wakil, W. Abou El-Maaty, F. Awad, and A. A. Oudah, “Removal of Cadmium ions By Several Solid Stationary Phases Prepared from Papyrus Plant,” *Int. J. Adv. Res.*, vol. 3, no. 10, pp. 530–546, 2015.
- [70] W. Shen, Z. Li, and Y. Liu, “Surface Chemical Functional Groups Modification of Porous Carbon,” *Recent Patents Chem. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 27–40, 2008.
- 71- صالح، د. جلال محمد، “كيمياء السطح والعوامل المساعدة”، الطبعة الأولى، جامعة بغداد (1980)
- [72] P. W. Atkins, “Physical chemistry,” 4<sup>th</sup> Ed., Oxford Univ. Press., 1996.
- [73] D. O. Hayward. and Trapnell, “Chemisorption,” *Butter Worths*, 2<sup>nd</sup> ed, London, pp. 1–5, 1964.
- [74] F. C. Tompkins, “Chemisorption of gases on metals’,” *Acad. Press. London*, p. 1, 1978.

- [75] G. M. Barrow, "Physical chemistry," 3<sup>rd</sup> Ed., McGraw-Hill, Jaram, pp. 738–747, 1973.
- [76] M.M. Aslam, I. Hassan, M. Malic and Asif martin "Removal of copper from industrial effluent by adsorption with economical viable materia," *Inst. Environ. Sci. Eng.*, pp. 1–8, 2003.
- [77] S. J. and L. Vivekanadam, "Adsorption of chloroamine on activated carbon," *Indian J. Chem. Sect. A-Inorganic Bio-Inorganic Phys. Theor. Anal. Chem.*, vol. 38,7, pp. 708–711, 1999.
- [78] D. Barry and M. Cook, "Adsorption of cyclohexane and benzene on two modified silica supports," *J. Phys. Chem*, p. 2555–2562., 1974.
- [79] L. Elisane. et Al, "Adsorption of anionic dyes on the biopolymer chitin," *Braz. Chem. Soc*, vol. 9, pp. 435–440, 1998.
- [80] E.A. Al-Hyali, S.A. Al-Dubuni and O.M. Ramadhan "The effect of temperature, pH and concentration on the adsorptive properties of aromatic amines and their substituents," *Accept. Publ. by Natl. J. Chem.*, vol. 16, 2004.
- [81] S. K. Kent, "Adsorbent selection," *Adsorpt. Res. Inc., Dublin, Ohio*, vol. 43016, pp. 1–23, 2003.
- [82] W. J. Weber, "Adsorption processes," *Pure Appl. Chem.*, vol. 37, no. 3, pp. 375–392, 1974.
- [83] W. V. Loebenstein, "Batch adsorption from solution," *J. Res. Natl. Bur. Stand. Sect. A Phys. Chem.*, vol. 66A, no. 6, p. 503, 1962.
- [84] F. P. Shell, "production and characterization of activated carbon from pistachio-nut shell a thesis submitted to the graduate school of natural and applied sciences of the middle east technical university by gamzenur ozsgn in partial fulfillment of the requirements for," , January, 2011.
- [85] H. Biglari, M. Afsharnia, N. Javan, and S. A. Sajadi, "Original Article," vol. 4, no. 1, pp. 20–30, 2016.
- [86] Thue, Pascal et Al "Preparation , characterization and phenol adsorption capacity of activated carbons from African beech wood sawdust," vol. 2, no. 3, pp. 209–222, 2016.
- [87] R. H. Hesas, A. Arami-niya, W. Mohd, A. Wan, and J. N. Sahu, "Preparation and Characterization of Activated Carbon," vol. 8, pp. 2950–2966, 2013.

- [88] P. Binanipuram and O. Kerala, “preparation and characterzation of activated carbon,” pp. 551–558, 2016.
- [89] J. C. Eng, P. Technol, X. Jin, and Y. M. Zhu, “Chemical Engineering & Process Technology Absorption of Phenol onNi+2trogen-Enriched Activated Carbon from Wood Fiberboard Waste with Chemical Activation by Potassium Carbonate,” *Chem. Eng. Process Technol.*, vol. 5, no. 4, 2014.
- [90] B. Technology and S. Karag, “Activated Carbons from Waste Biomass by Sulfuric Acid Activation and Their Use on Methylene Blue Adsorption and their use on methylene blue adsorption,” , 2008.
- [91] E. G. Lemraski, S. Sharafinia, and M. Alimohammadi, “New Activated Carbon from Persian Mesquite Grain as an Excellent Adsorbent,” *Phys. Chem. Res.*, vol. 5, no. 1, pp. 81–98, 2017.
- [92] H. Choi, S. Park, B. Ryu, and J. Cho, “Adsorption of Cr ( VI ) onto cationic surfactant- modified activated carbon Adsorption Characteristics of As ( V ) onto Cationic Surfactant-Modified Activated Carbon,” , 2016.
- [93] A. Chen, X. Xin, J. Xu, Y. Bian, and Z. Bian, “Uncorrected Proof carbon Uncorrected Proof,” pp. 1–10, 2017.
- [94] V. Balakrishnan, S. Arivoli, A. S. Begum, A. J. Ahamed, and T. Nadu, “Journal of Chemical and Pharmaceutical Research,” vol. 2, no. 6, pp. 176–190, 2010.
- [95] A. Baghel, B. Singh, G. K. Prasad, P. Pandey, and P. K. Gutch, “Preparation and characterization of active carbon spheres prepared by chemical activation,” *Carbon N. Y.*, vol. 49, no. 14, pp. 4739–4744, 2011.
- [96] P. Ariyadejwanich, W. Tanthapanichakoon, K. Nakagawa, S. R. Mukai, and H. Tamon, “Preparation and characterization of mesoporous activated carbon from waste tires,” *Carbon N. Y.*, vol. 41, no. 1, pp. 157–164, 2003.
- [97] J. R. Baseri, P. N. Palanisamy, and P. Sivakumar, “Preparation and characterization of activated carbon from Thevetia peruviana for the removal of dyes from textile waste water,” *Adv. Appl. Sci. Res.*, vol. 3, no. 1, pp. 377–383, 2012.
- [98] S. S. Brum, M. L. Bianchi, V. L. Da Silva, M. Gonçalves, M. C. Guerreiro, and L. C. A. De Oliveira, “Preparation and

- Characterization of Activated Carbon Produced from Coffee Waste,” *Quim. Nova*, vol. 31, no. 5, pp. 1048–1052, 2008.
- [99] E. J. Bottani and J. M. D. Tascn, *Adsorption by Carbons*. 2008.
- [100] X. Song, H. Liu, L. Cheng, and Y. Qu, “Surface modification of coconut-based activated carbon by liquid-phase oxidation and its effects on lead ion adsorption,” *Desalination*, vol. 255, no. 1–3, pp. 78–83, 2010.
- [101] J. P. Chen, S. Wu, and K. H. Chong, “Surface modification of a granular activated carbon by citric acid for enhancement of copper adsorption,” *Carbon N. Y.*, vol. 41, no. 10, pp. 1979–1986, 2003.
- [102] V. D. khavryuchenko, O. V. khavryuchenko, A. I. shkily, V. V. lisnyak, and D. A. stratichuk, “structural effects of sks activated carbon modification with melamins, studied by SEM, TEM, EDX, and quantum-chemical simulations,” *Int. J. Mod. Phys. B*, vol. 25, no. 10, pp. 1377–1383, 2011.
- [103] S. L. Candelaria, B. B. Garcia, D. Liu, and G. Cao, “Nitrogen modification of highly porous carbon for improved supercapacitor performance,” *J. Mater. Chem.*, vol. 22, no. 19, p. 9884, 2012.
- [104] F. Severini, L. Formaro, M. Pegoraro, and L. Posca, “Chemical modification of carbon fiber surfaces,” *Carbon N. Y.*, vol. 40, no. 5, pp. 735–741, 2002.
- [105] R. M. Suzuki, A. D. Andrade, J. C. Sousa, and M. C. Rollemberg, “Preparation and characterization of activated carbon from rice bran,” *Bioresour. Technol.*, vol. 98, no. 10, pp. 1985–1991, 2007.
- [106] D. Kołodyńska, J. Krukowska, and P. Thomas, “Comparison of sorption and desorption studies of heavy metal ions from biochar and commercial active carbon,” *Chem. Eng. J.*, vol. 307, pp. 353–363, 2017.
- [107] J. Rakovan, “X-Ray Diffraction (XRD),” *Rocks Miner.*, vol. 79, no. June, pp. 351–353, 2004.
- [108] M. Inoue and I. Hirasawa, “The relationship between crystal morphology and XRD peak intensity on  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,” *J. Cryst. Growth*, vol. 380, pp. 169–175, 2013.
- [109] E. Taha, “Journal of Enviromental Protection,” vol. 2, pp. 817–827, 2011.
- [110] R. V Rovi.P, J. R. V, and Bhat, “**J.S.G. Chem. Technol. Bio**

- technol.*,” vol. 71, pp. 173–179, 1998.
- [111] Al-Hasaani, “M.Sc. Thesis,” *Univ. Kufa*, 2006.
- 112- بشائر جواد وكاظم ، "مجلة كربلاء العلمية"، العدد 1 ،المجلد 9، 2011 .
- [113] Welder.d, “Chemisorption And experimental approach,” *Bu. worth Co. Pub. London*, 1976.
- 114- عبيد ، ماجدة حميد و رضية عبد الباقي ورجاء عبد الامير ،"مجلة الكوفة لعلوم الكيمياء"، العدد 8 في 2013
- [115] Kippling., “Adsorption from Solutions of Non -Electrolytes,” *Acad. Press , London*, p. 259, 1965.
- [116] Vinod and Anirudhan, “*J .chem. Technol. Biotechnol.*,” vol. 77, pp. 92–101, 2001.
- [117] Mathors, “*J. Coll. & Interface Sci.*,” *Australia*, vol. 256(1), pp. 153–158, 2002.
- [118] Grushka, Eli, and Edward, “Analytical Chemistry,” vol. 46(11), pp. 1370–1375, 1974.
- [119] Al-Hyali, O.m.Ramadhan., and Al-Dobone, “*Raf. Jour. Sci.*,” vol. 16, no. 3, pp. 68–79, 2005.
- [120] Hadzi and H.W.Thompson, “Hydrogen Bonding,” *Pergamon Press*, p. 443, 1957.
- [121] Al-Jarjary.I.A, “*M. Sc. Thesis*,” *Mosul Univ.*, 2005.
- [122] Vijayakumar.G, R.Tamilarasan, and M.Dharmendirakumar, “*J. Mter. Environ. Sci.*,” vol. 3, no. 1, pp. 157–170, 2012.
- [123] Alqaragully.Mohammed, “*Inter. J. Adva. in Chem. Sci.*,” vol. 1, no. 1, pp. 48–59, 2014.
- [124] Algidsawi.Alaa.K., “*Australian J. Basic & Appl.Sci.*,” vol. 5(11), pp. 1397–1403, 2011.
- [125] Abdo, “*J. Environ. Sci. Health.*,” s.Nosier Y.Eltawil, vol. 32, p. 1159, 1997.
- [126] S. Srisa-ard, “Preparation of Activated Carbon from Sindora Siamensis Seed and Canarium Sublatum Guillaumin fruit for Methylene Blue Adsorption,” *Int. Trans. J. Eng. Manag. Appl. Sci. Technol.*, vol. 5, no. 4, pp. 235–245, 2014.

- [127] B. K. Pandey, S. H. Khan, and A. Chattree, "Preparation and Characterization of Activated Carbon Derived From Rice Husk by NaOH Activation," vol. 3, no. 2, pp. 158–164, 2016.
- [128] S. Mopoung, P. Moonsri, W. Palas, and S. Khumpai, "Characterization and Properties of Activated Carbon Prepared from Tamarind Seeds by KOH Activation for Fe ( III ) Adsorption from Aqueous Solution," vol. 2015.
- [129] J. A. Menéndez, J. Phillips, B. Xia, and L. R. Radovic, "On the Modification and Characterization of Chemical Surface Properties of Activated Carbon: In the Search of Carbons with Stable Basic Properties," *Langmuir*, vol. 12, no. 18, pp. 4404–4410, 1996.

## Abstract

This study consist three main parts . In the first part , preparation of active carbon from Cyprus papyrus plant by chemical activation method by used concentration sulfuric acid (3:1) than thermal treatment at  $600\text{C}^0$  under Nitrogen gas atmosphere fellow to duration 2 hours.

The second part , consist modification of surface active carbon by use oxidation reagents (Hummer`s solution and Nitric acid ) and reduction reagents (zinc chloride and Sodium Borohydrid) . than characteristic properties active carbon and modified active carbon by use techniques such as , Scanning electron microscope(SEM), Thermo gravimetric analysis(TGA), X-Ray diffraction(XRD) , Analysis of the surface area and the porosity nature of surface(BET) , and (FTIR)analysis.

The three part , consist study adsorption capacity to prepared active carbon and modified active carbon by adsorption metals( $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ) from aqueous solution by Batch method . and study several factors effecting on adsorption process such as , equilibrium time , temperature , pH, and dosage of active carbon . results showed adsorption metals ions ( $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ) applied curve (  $S_4$  ) according to (Giles) isotherm and equilibrium time was 160 minutes to three ions , also studied temperature effect in rang  $(10-45)\text{C}^0$  , it showed that the removing metals ions decrease with increasing temperature (exothermic process) .

Results used to determine adsorption isotherm Langmuir or Frenudlich isotherm model, results showed frendulich isotherm was the most adequate with experimental data , it gives correlation coefficients ( $R^2$ ) larger from Langmuir correlation coefficients . and results showed the thermodynamic studies to adsorption process ( $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ) was spontaneous from negative charge in change free energy  $-\Delta G^\circ$  , and the process exothermic due to negative charge in enthalpy  $-\Delta H^\circ$  , while change in entropy was negative charge because arrangement regulation to adsorption ions on surface active carbon.

Results showed the reduction reagent have most effect on adsorption capacity from oxidation reagent , so, it gives modified active carbon more capacity in adsorption metals ions ( $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ) , arrangement active carbon according to adsorption capacity :

$$AC_3 > AC_2 > AC_0 > AC_4 > AC_1$$

Results showed the pH effect on adsorption process , adsorption capacity increase in alkaline medium and decrease in acidic medium .

Studied adsorption kinetic to three metal ions ( $Pb^{+2}$ ,  $Cd^{+2}$ ,  $Ni^{+2}$ ) by applied pseudo-first order and pseudo-second order models were used to describe the adsorption kinetics . the experimental adsorption data fitted with the pseudo –second order kinetic model.

.

Republic of Iraq  
Ministry of Higher Education  
and Scientific Research  
University of Thi-Qar  
College Of Science



# **Modification The Surface of Cyperus papyrus plant Active Carbon to Enhance The Adsorption of Heavy Metal.**

A Thesis

Submitted to the council of College of Sciences/ University of Thi-Qar

In partial/ Fulfillment of the Requirements For the Degree

Master of Science in Chemistry

By

**Mohammed Faraj Attieh**

B.Sc. Chemistry

2009-2010

Supervized by

**Prof. Dr. Mohsin. E. Aldokheily**

2017 A.D

١٤٣٧ هـ

