

## دراسة امتزاز أيونات الحديد الثلاثي والنحاس الثنائي من محاليلها المائية باستخدام مسحوق قشور البرتقال

خالد مفتاح محمد<sup>1</sup> ، عبدالناصر المبروك أولاد أحمد<sup>2</sup>، أميرة قاسم<sup>3</sup>، ميمونة خليل<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> جامعة بنغازي ، كلية العلوم ، قسم الكيمياء  
<sup>2</sup> جامعة المرقب، كلية الآداب و العلوم، مسلاتة، قسم الكيمياء  
<sup>3</sup> كلية التقنية الطبية ، قسم التغذية، مصراتة  
E-mail: elsherif27@yahoo.com

### الملخص Abstract:

في هذا البحث تم دراسة استخلاص أيونات الحديد الثلاثي و النحاس الثنائي من محاليلها المائية باستخدام مسحوق قشور البرتقال كمادة مازة طبيعية. وجد أن استخلاص هذه الأيونات يعتمد على الرقم الهيدروجيني للمحلول ، زمن الاستخلاص ، تركيز أيون المعدن ، وكمية المادة المازة. كما لوحظ أن أعلى نسبة استخلاص لأيونات الحديد و النحاس كان عند رقم هيدروجيني بين 4 – 5. كما وجد أن النظام يصل إلى حالة الإتزان بعد 30 min ، لذا فإن هذا الزمن يعتبر الأفضل بالنسبة لعملية الاستخلاص. تزداد نسبة استخلاص أيونات هذه المعادن مع زيادة التركيز ، من 15 ppm إلى 75 ppm في حالة الحديد ، ومن 200 ppm إلى 600 ppm في حالة النحاس. من ناحية أخرى ، 0.5 جم من المادة أعطت أعلى كمية ممتزة عند التركيز 600 ppm في حالة النحاس ، بينما في حالة الحديد لم يتم الوصول إلى هذه القيمة باستخدام مدى التراكيز السابقة. كما وجد أن أعلى كمية إمتزاز تم الحصول عليها مع استخدام 0.1 جم من المادة المازة لكل 50 مل من المحلول وبتراكيز 50 ppm في حالة الحديد ، وبتراكيز 500 ppm في حالة النحاس. تم دراسة الإتزان الحراري للنظامين باستخدام نموذجي فرويندليش و لانجمير. كلا النظامين أعطى علاقة خطية جيدة مما يدل على ملائمة كلا النموذجين للنظام تحت الدراسة. قيم ثابت معامل الفصل  $R_L$  والمحسوب من خلال نموذج لانجمير (0.0541 للحديد و 0.463 للنحاس) يدل على أن عملية الامتزاز مفضلة لكلا الأيونين. مما سبق يتضح أن استخدام مواد مازة طبيعية في استخلاص أيونات المعادن يعتبر طريقة فعالة جدا ، ومن مميزاته أنه يعتبر من الطرق غير المكلفة و الصديقة للبيئة.

**الكلمات المفتاحية:** مواد مازة طبيعية – المعادن الثقيلة – الاستخلاص – الحديد – النحاس

### المقدمة Introduction:

يعتبر تلوث المياه بسبب النشاطات الصناعية والإنسانية من المشاكل الأساسية في العالم، حيث أنه السبب الرئيسي الذي يؤدي إلى 80% من الأمراض على مستوى العالم [1]. وفقاً لتقارير منظمة الأمم المتحدة يوجد حوالي 1.1 مليار إنسان لا يمكنهم الحصول على مياه صالحة للشرب، وأغلبهم من البلدان الفقيرة والنامية [2]. هناك الآلاف من المركبات الكيميائية والتي يتم تصريفها يوميا بشكل مباشر أو غير مباشر إلى مصادر المياه دون أي معالجة [3]. من بين هذه المواد ، تعتبر المعادن الثقيلة الأكثر خطورة وضررا، حتى عند وجودها وبتراكيز ضئيلة، لأنها تتراكم داخل الأنسجة الحية [4]. بعض العناصر الثقيلة مثل الحديد و النحاس و الزنك تعتبر ضرورية للحفاظ على النشاطات الحيوية في

الكائنات الحية ، بينما البعض الآخر مثل الرصاص و الكاديوم لا يلعب أي دور في هذه النشاطات وبالتالي يصنف من العناصر السامة. ولكن عند التراكيز العالية ، كل العناصر الثقيلة سواء ضرورية أو غير ضرورية تسبب سمية للكائنات الحية [5].

هناك العديد من الطرق المستخدمة لإزالة العناصر الثقيلة مثل الترسيب الكيميائي ، الفصل بالأغشية ، التبادل الأيوني ، الاستخلاص بالسائل ، الغسيل الكهربائي (Electrodialysis)، والامتزاز [6، 7]. يعتبر استخدام مواد مازة مثل الكربون المنشط ، السيليكا ، والألومينا ، وغيرها ، ذا فعالية ممتازة في إزالة العناصر الثقيلة و لكنها ذات تكلفة عالية ويصاحب عملية تصنيعها إنتاج مواد ملوثة للبيئة، مما دفع في اتجاه استخدام مواد بديلة (مواد مازة طبيعية) تكون متوفرة بكميات كبيرة أو غير مستخدمة أو أنها موجودة في النفايات [8]. من أجل ذلك تجرى الكثير من الأبحاث على أنواع مختلفة من المواد الطبيعية والتي أثبتت كفاءتها في استخلاص المعادن الثقيلة و الكثير من المواد العضوية [9].

هناك العديد من الطرق المستخدمة في قياس العناصر الثقيلة منها طيف الامتصاص الذري باللهب (Flame Atomic Absorption Spectrometry) ، طيف الامتصاص الذري بالفرن الجرافيتي (Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry) ، طيف الانبعاث الذري بالبلازما (Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission Spectrometry or Mass Spectrometry Stripping) ، طيف الفلورة الذرية (Atomic Fluorescence Spectrometry) ، أو باستخدام الطرق الفولتية (UV-Voltammetry). كما يمكن استخدام طرق امتصاص الأشعة المرئية وفوق البنفسجية (-UV VIS Spectrophotometry) إذا توفر مركب يكون معقد ملون مع أيون المعدن [10].

في هذا البحث تم استخدام مسحوق قشور البرتقال كمواد مازة طبيعية ، نظرا لكونه من المواد التي ترمى في النفايات ولا يتم الاستفادة منها ، من أجل استخلاص أيونات الحديد و النحاس. و قد تم دراسة العوامل المؤثرة على عملية الاستخلاص مثل الرقم الهيدروجيني pH ، زمن الامتزاز ، تركيز العنصر ، كمية المادة المازة ، حيث تم حساب نسبة الاستخلاص و كذلك سعة المادة المازة (mg/g). من أجل تقدير تراكيز هذه العناصر تم استخدام طريقة قياس امتصاص الأشعة المرئية حيث تكون أيونات الحديد معقد أحمر مع أيونات الثيوسيانات بينما تكون أيونات النحاس معقدا أزرقا مع الأمونيا.

## الجزء العملي Experimental Part:

### تجهيز المادة المازة:

تم تجميع قشور البرتقال وغسلها بالماء المقطر عدة مرات، ثم جففت في فرن تجفيف على درجة حرارة 80°C لمدة 24 ساعة. بعد ذلك تم طحن القشور المجففة كمسحوق ناعم في مطحنة، ثم نخلها للحصول على حجم حبيبات  $500\mu\text{m} >$ . تم تخزين المسحوق في مجفف لحين استخدامه في التجارب اللاحقة.

### المواد المستخدمة:

تم تحضير محلول قياسي من أيونات الحديد بتركيز 100ppm، ولأيونات لنحاس بتركيز 1000ppm، عن طريق إذابة الكمية اللازمة من ملح  $\text{FeCl}_3$  ،  $\text{CuSO}_4$ ، على التوالي في ماء مقطر منزوع الأيونات. تم إعداد التراكيز المطلوبة من أيونات هذه المعادن عن طريق إجراء التخفيف المناسب من المحاليل القياسية السابقة. تتراوح مجموعة تركيزات أيون الحديد المعدة من المحلول القياسي من أجل إعداد منحنى التعبير بين 1 ppm و 5 ppm. بينما تتراوح

مجموعة تركيزات أيون النحاس بين 100ppm و 600ppm. قبل خلط المادة الممتزة ، يتم تعديل الرقم الهيدروجيني لكل محلول إلى القيمة المطلوبة باستخدام M 0.1 هيدروكسيد الصوديوم أو M 0.1 حمض الهيدروكلوريك.

### الأجهزة المستخدمة:

تم تحديد تركيز أيونات المعادن في المحاليل قبل وبعد الاتزان بواسطة جهاز الامتصاص في المجال المرئي (JENWAY SPECTROPHOTOMETER 6305) وتم قياس الرقم الهيدروجيني pH للمحاليل بواسطة جهاز (JENWAY 3505 pH Meter). تم قياس تركيز أيونات الحديد باستخدام طيف امتصاص الأشعة المرئية لمعقداتها مع الثيوسيانات ، وكذلك أيونات النحاس باستخدام معقداتها مع الأمونيا.

### طريقة الامتزاز:

أجريت تجارب الامتزاز بمزج المادة المازة مع محلول أيون العنصر بالتركيز المطلوب في دورق زجاجي سعته 50 ml. يتم تعديل الرقم الهيدروجيني للقيمة المطلوبة ثم أغلقت الدوارق الزجاجية ووضعت في الجهاز الرجّاج عند سرعة 150 r/min دورة في الدقيقة. تم دراسة تأثير عدة عوامل على امتزاز أيونات المعدنين ، Fe(III), Cu(II)، وهي الرقم الهيدروجيني ، زمن الرجّاج ، تركيز أيون المعدن ، و كمية المادة المازة. تم استخدام سعة الإمتزاز  $Q_e$  من أجل تحديد تأثير هذه العوامل. يتم حساب سعة الإمتزاز عن طريق حساب الفرق بين التركيز الأولي ( $C_o, mg/L$ )، والتركيز النهائي ( $C_e, mg/L$ ) ، في كل دورق كالتالي:

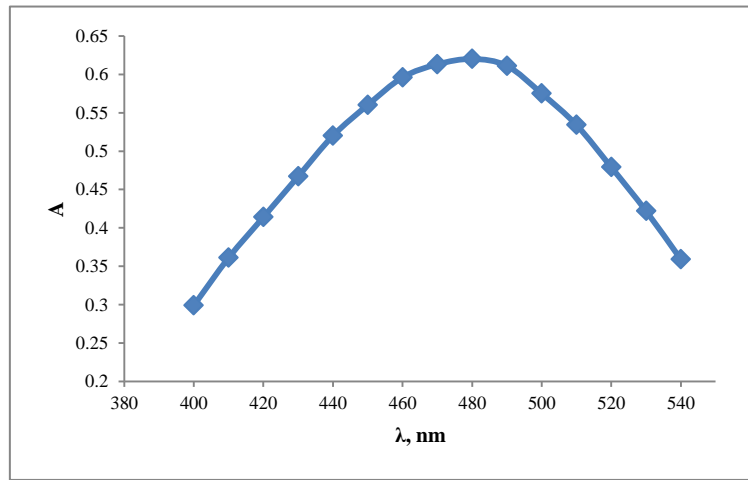
$$Q_e = \frac{C_o - C_e}{M} \times V \quad (1)$$

حيث  $Q_e$  هي سعة المعدن الممتز ( $mg/g$ )،  $V$  هي حجم محلول المعدن في الدورق ( $L$ )،  $M$  هي الوزن الجاف للمادة المازة ( $g$ )  
نسبة إزالة أيونات المعدن ( $\% R$ ) تم حسابها بالقانون التالي:

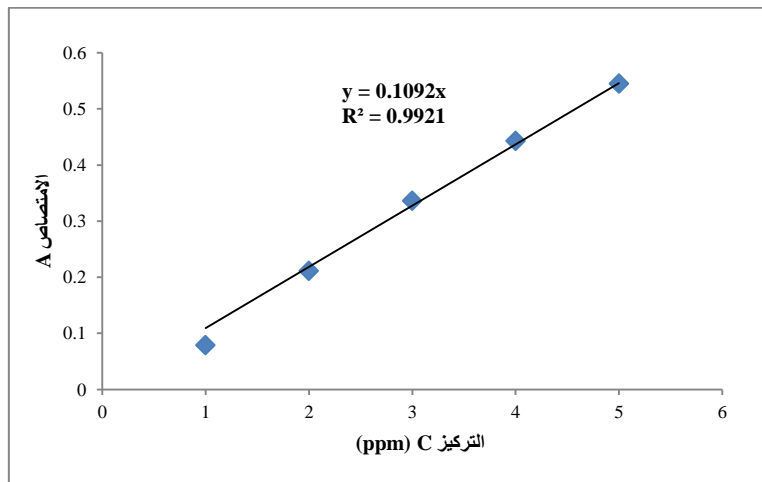
$$(\% R) = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \quad (2)$$

## النتائج والمناقشة: Results And discussion

تمت دراسة تأثير كل من الرقم الهيدروجيني ، زمن الرج ، تركيز أيون العنصر ، وكمية المادة المازة على إستخلاص أيونات العناصر تحت الدراسة بواسطة مسحوق قشور البرتقال (ذو حجم حبيبات أقل من  $500 \mu\text{m}$ ). من أجل ذلك تم إستخدام أسلوب الاستخلاص بالحصاة ، حيث يؤخذ حجم محدد من محلول أيون العنصر ، بتركيز معين ويرج مع كمية محددة من المادة المازة. تم قياس تركيز المحاليل باستخدام طيف امتصاص الأشعة المرئية لمعقدات الأيونات تحت الدراسة. في حالة أيون الحديد الثلاثي تم قياس طيف امتصاص معقده مع أيون الثيوسيانات (معقد لونه أحمر دمي) ، و الذي يعطي قمة إمتصاص عند الطول الموجي  $480 \text{ nm}$ . الشكل 1 يوضح طيف امتصاص معقد الحديد مع الثيوسيانات ، كما هو واضح من الشكل فإن  $\lambda_{\text{max}}$  تكون عند  $480 \text{ nm}$ . الشكل 2 يوضح منحنى تعيير معقد الحديد ، و الذي يمكن باستخدامه إيجاد تركيز أيون الحديد في المحلول قبل و بعد الاستخلاص. التراكيز العالية (خارج نطاق العلاقة الخطية) ، بالنسبة لحديد ، يتم تقديرها بعد إجراء عملية التخفيف.

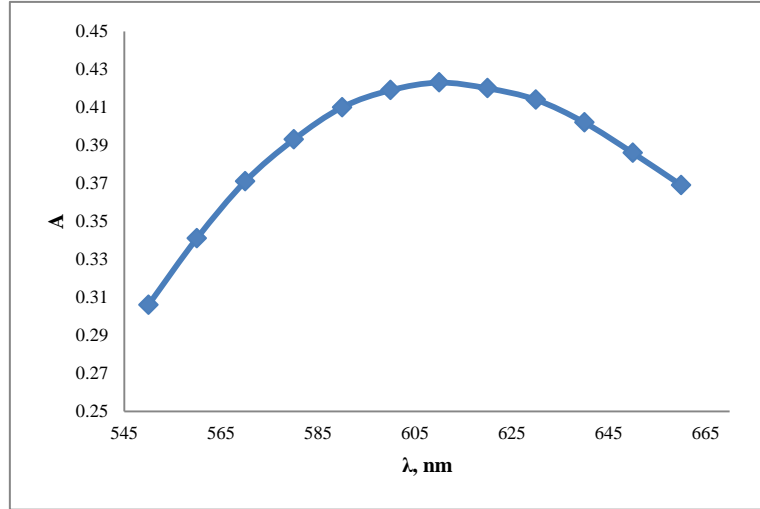


شكل 1. طيف إمتصاص معقد  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$

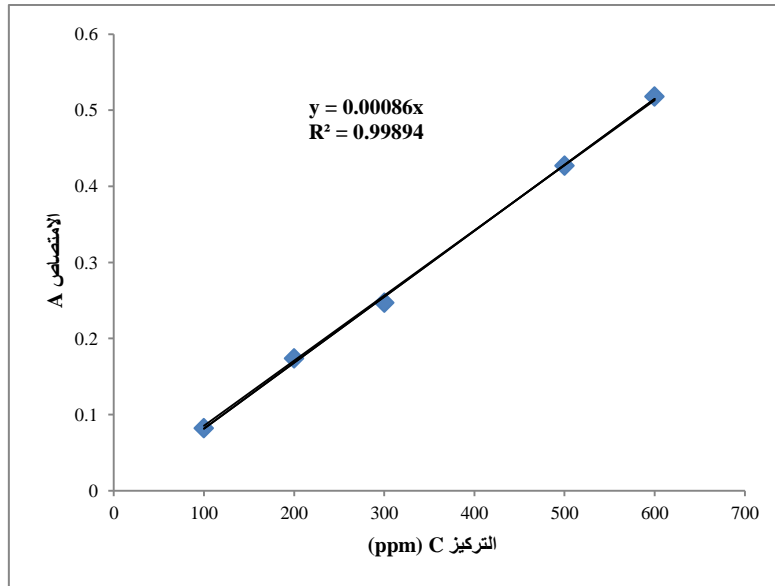


شكل 2. منحنى تعيير معقد  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$

بالنسبة لأيون النحاس الثنائي ، فقد تم استخدام طيف امتصاص معقده مع الأمونيا (يعطي معقد أزرق اللون). الشكل 3 يوضح طيف امتصاص هذا المعقد و الذي يعطي  $\lambda_{max}$  عند 620 nm. أما الشكل 4 فيوضح منحنى تعيير معقد النحاس ، و الذي أستخدم لإيجاد تركيز أيونات النحاس في المحلول قبل و بعد الإستخلاص.



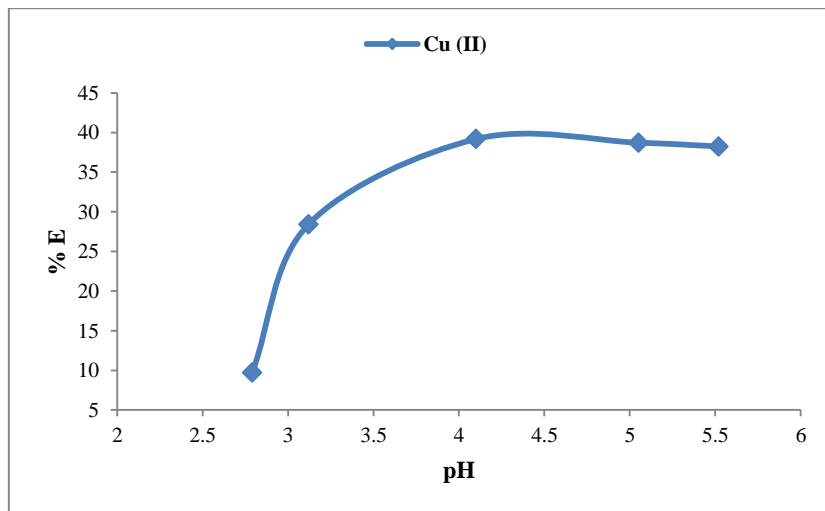
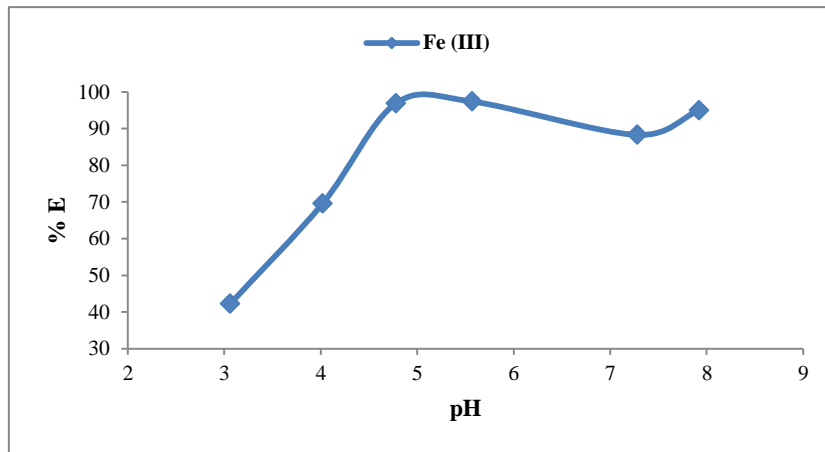
شكل 3. طيف امتصاص معقد  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$



شكل 4. منحنى تعيير معقد  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$

## تأثير الرقم الهيدروجيني

تمت دراسة تأثير الرقم الهيدروجيني pH على استخلاص أيونات النحاس و الحديد باستخدام مسحوق قشور البرتقال. بالنسبة لأيونات الحديد ، فقد تم دراسة تأثير الرقم الهيدروجيني وذلك عند قيم الـ pH من (3.0- 8.0) وللنحاس عند قيم الـ pH من (2.7 - 5.5). زمن الرج كان 60 min ، حجم المحلول المستخلص كان 50 ml ، وكمية المادة المازة 0.5 g. بالنسبة للنحاس لا يمكن رفع الـ pH أعلى من 5.5 وذلك لترسب النحاس على صورة الهيدروكسيد (وهذا يحدث للحديد ولكن عند pH أعلى). وجد أن أعلى نسبة إستخلاص كانت عند 5.0 - 4.0 pH في المتوسط لكل من الحديد و النحاس. زيادة نسبة الاستخلاص عند قيم الـ pH الأعلى من 5 (بالنسبة للنحاس) و الأعلى من 7 بالنسبة للحديد يكون بسبب ترسب جزء من النحاس و الحديد و بالتالي يقل تركيزه ، وهذا النقص ليس بسبب عملية الامتزاز. هذا يمكن مشاهدته عينيا في حالة النحاس (لأن تركيزه عالي) ، أما في حالة الحديد فالتركيز المنخفض لا يمكن من مشاهدة عملية الترسيب. عند قيم الـ pH المنخفضة يقل امتزاز هذه الأيونات بسبب منافسة أيونات الهيدروجين لأيونات المعدن على مواقع الامتزاز و الذي يزداد مع نقص الـ pH. وبالتالي ، من أجل إجراء دراسة تأثير بقية العوامل تم تثبيت قيمة الـ pH عند هذا المدى. الشكل 5 يوضح العلاقة بين نسبة إستخلاص أيون المعدن ضد قيم الـ pH.

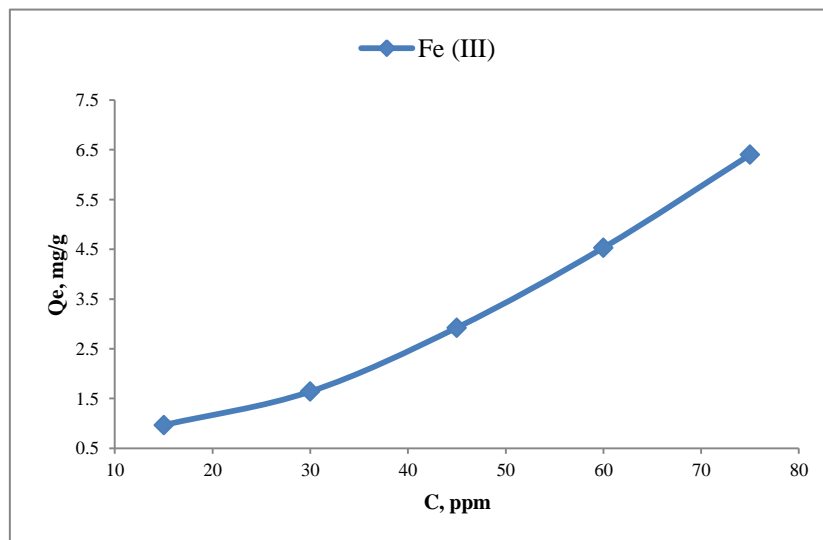
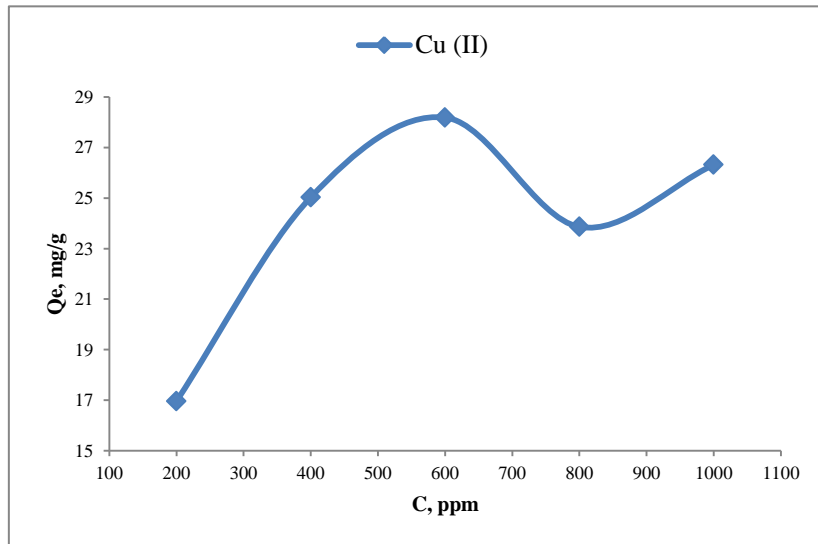


شكل 5. تأثير الـ pH على نسبة إستخلاص أيونات الحديد و النحاس

## تأثير التركيز الأولي لأيونات المعادن

تمت دراسة تأثير تركيز أيونات Fe(III), Cu(II) على إستخلاصها بواسطة مسحوق قشور البرتقال وذلك عند قيم pH (4.0 - 5.0) ، باستخدام تراكيز ابتدائية مختلفة لأيونات المعادن. كانت التراكيز في المدى 15-75 ppm بالنسبة لأيون الحديد، وفي المدى 200-1000 ppm بالنسبة لأيون النحاس. باقي العوامل كانت كالتالي: حجم المحلول 50 مل ، زمن الرج كان 60 min.

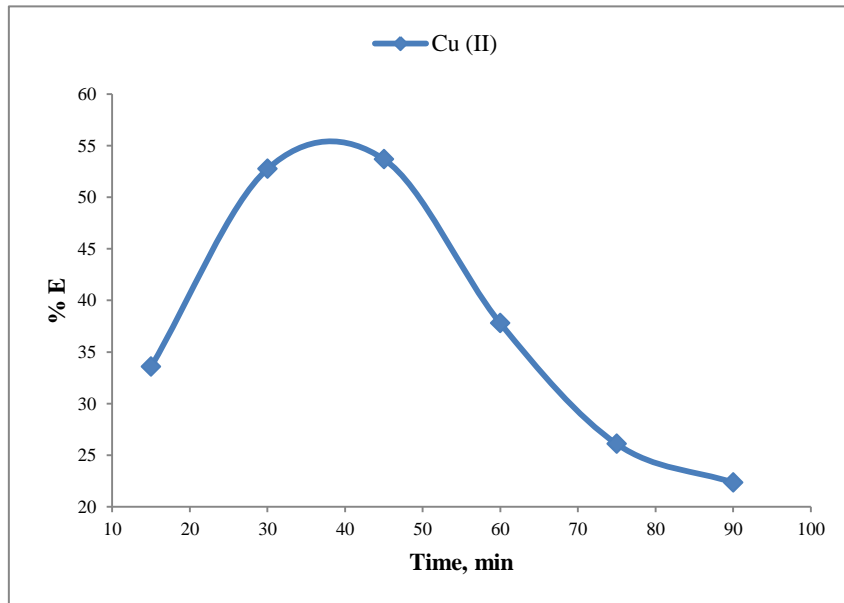
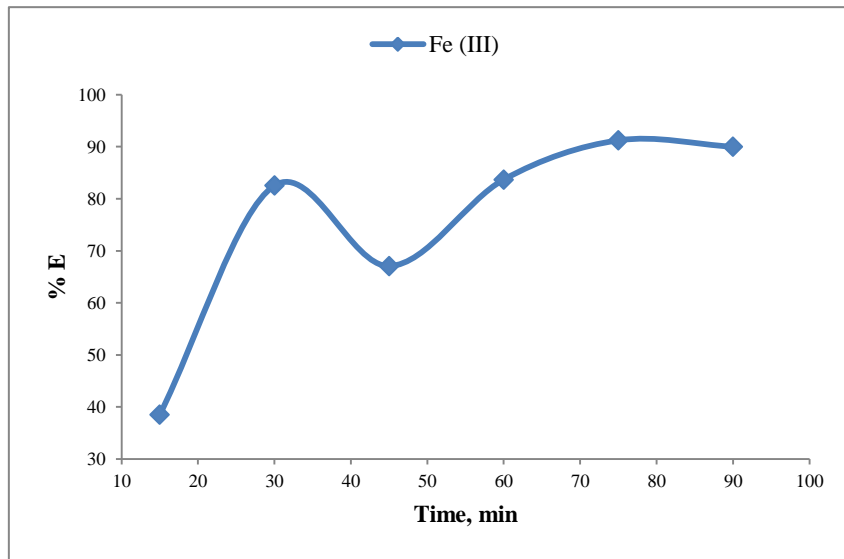
أظهرت الدراسة أن سعة الامتزاز للمادة تتزايد مع زيادة تركيز محلول أيون المعدن. زيادة الامتزاز مع زيادة تركيز أيون الحديد يوضح وجود عدد كبير من المواقع الفعالة على سطح المادة المازة (المسئولة عن إمتزاز الأيون) ، وبالتالي فإن إزالة أيونات المعدن من المحلول يستمر حتى تعبئة كل هذه المواقع. في حالة النحاس ، يلاحظ أن أقصى إمتزاز حدث عند التركيز 600 ppm ، وبعد ذلك تتوقف عن الزيادة (الوصول إلى أقصى سعة). الشكل 6 يوضح العلاقة بين سعة المادة المازة مع تركيز أيونات المعدن.



شكل 6. تأثير تركيز أيون المعدن على سعة امتزاز المادة

## تأثير زمن الرج

يعتبر الزمن من العوامل المهمة عند تصميم تجارب الامتزاز ، لذلك تمت دراسة تأثير زمن الرج على امتزاز أيونات المعادن. حيث يتم معرفة الزمن اللازم حتى يصل النظام إلى حالة الاتزان ، وأي فترة زمنية بعد ذلك تعتبر غير مؤثرة. في هذه الدراسة ، تزداد استخلاص أيونات Fe(III), Cu(II) مع الزمن حتى نصف ساعة ، بعد ذلك يصبح معدل الاستخلاص غير منتظم. حيث لا توجد فروق كبيرة بين نسبة الاستخلاص بعد 30 min و بعد الوصول إلى 60 min ، لذا يمكن الاستنتاج بأن النظام يصل إلى حالة الإتزان بعد حوالي 30 min. الشكل 7 يوضح العلاقة بين الزمن ونسبة الاستخلاص لكل من أيونات الحديد والنحاس.

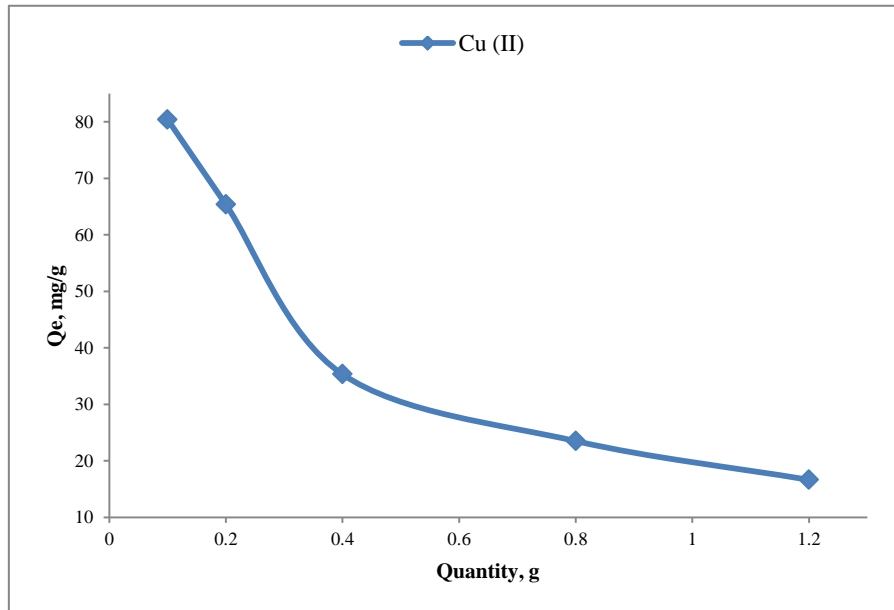
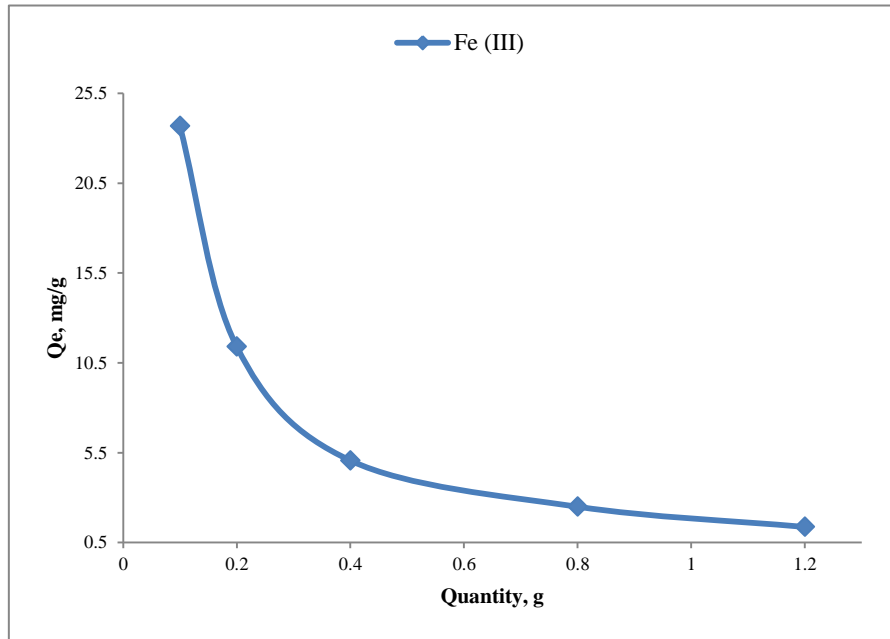


شكل 7. تأثير الزمن على نسبة إستخلاص أيونات الحديد و النحاس



## تأثير كمية المادة المازة

هذا العامل مهم لأنه يحدد سعة المادة المازة لتركيز معين من العنصر. تم دراسة تأثير كمية المادة على نسبة استخلاص أيونات  $Fe(III)$ ,  $Cu(II)$ . وجد من خلال هذه الدراسة أن أعلى نسبة استخلاص كانت عند استخدام 0.1g من المادة المازة. يمكن أن يعزى ذلك إلى المواقع الفعالة على سطح المادة و المتاحة لأيونات المعدن تكون نسبتها أعلى عند استخدام كميات أقل من المادة المازة ، ومع زيادة كمية المادة تتكون هناك طبقات من المادة تحول بين هذه المواقع و بين أيونات المعدن ، فتقل بذلك سعة المادة المازة. الشكل 8 يبين علاقة كمية المادة المازة و سعة الامتزاز لكل من أيونات الحديد وأيونات النحاس.



شكل 8. تأثير كمية المادة المازة على سعة امتزاز أيونات الحديد و النحاس

## دراسة الاتزان الحراري

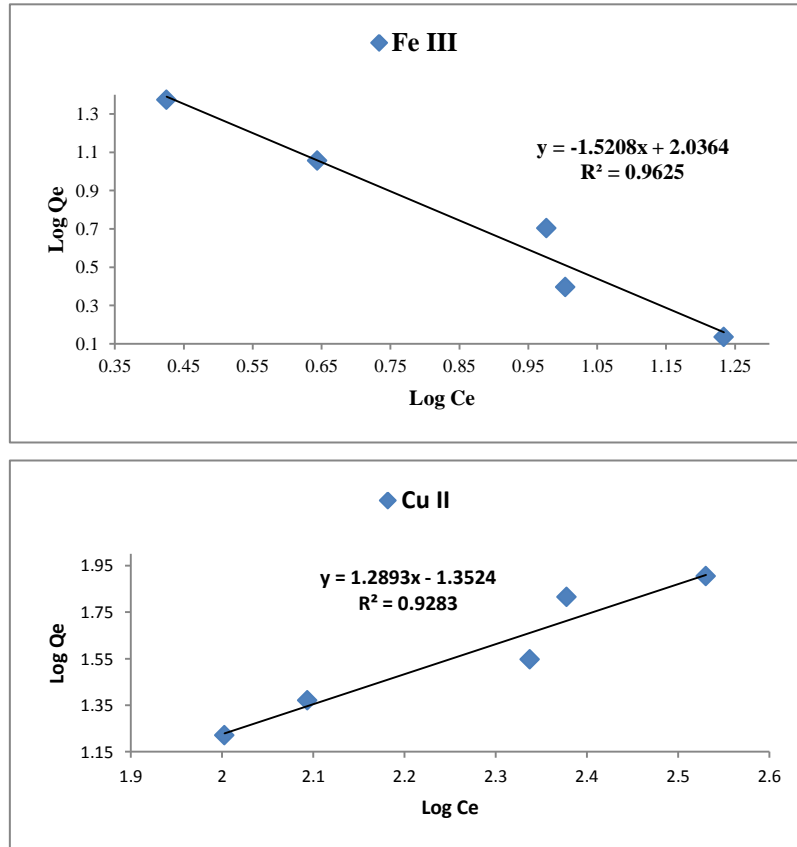
تكتسب دراسة الاتزان الحراري لعملية الإمتزاز أهميتها من أجل فهم طريقة ارتباط المادة المذابة بالمادة المازة وذلك حتى يتسنى تحديد أحسن الظروف التي تمتاز عندها المادة. من أجل ذلك تم استخدام نموذجين في هذا البحث: نموذج فرويندليش (Freundlich) [11] ونموذج لانجموير (Langmuier) [12]. ملائمة النماذج المستخدمة في وصف الأنظمة تحت الدراسة تمت مناقشتها من خلال معامل ارتباط العلاقات الخطية المستخدمة مع كل نموذج.

### نموذج فرويندليش للاتزان الحراري Freundlich Isotherm Model

وهو من أقدم النماذج ويمكن استخدامه للأنظمة غير المثالية والتي تتضمن أسطح غير متجانسة. النموذج الخطي لفرويندليش يمكن التعبير عنه بالمعادلة التالية:

$$\log Q_e = \frac{1}{n} \log C_e + \log K_f \quad (3)$$

حيث أن  $K_f$  ثابت فرويندليش وهو مؤشر على سعة الامتزاز ،  $n$  ثابت يعبر عن شدة الامتزاز ،  $Q_e$  ويمثل سعة الامتزاز ويحسب من المعادلة رقم (1) ،  $C_e$  يمثل التركيز عند الاتزان [12] الشكل 9 يوضح العلاقة البيانية بين  $\log C_e$  ضد  $\log Q_e$  ، معامل الارتباط  $0.9 <$  والذي يوضح علاقة خطية جيدة بينهما. من هذه المعادلة تم حساب الثوابت في معادلة فرويندليش الخطية  $(K_f, n, R^2)$  و تم وضعها في الجدول 1. قيم الثابت  $K_f$  العالية في كلا النظامين (108.7 و 22.5 للحديد و النحاس على التوالي) يعتبر مؤشر على سعة الامتزاز العالية لمسحوق قشور البرتقال.



الشكل 9. تطبيق معادلة فرويندليش الخطية للاتزان الحراري على نظامي الحديد و النحاس

## نموذج لانجمير للاتزان الحراري Langumir Isotherm Model

نموذج لانجمير يفترض أن أقصى إمتزاز يحصل بتشبع الطبقة الأولية بأيونات المذاب ، كما يفترض أيضا أن مواقع الامتزاز تكون متطابقة ويمتاز طبقة بسبك جزئ واحد فقط. المعادلة الخطية لنموذج لانجمير يمكن تمثيلها بالشكل التالي:

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{C_e}{Q_m} + \frac{1}{bQ_m} \quad (4)$$

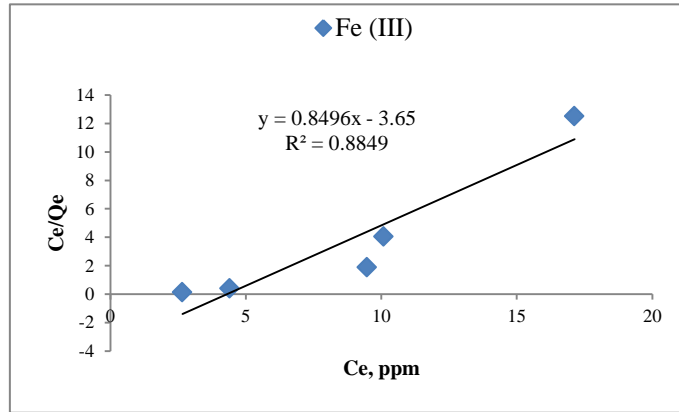
حيث  $b$  هو ثابت لانجمير وله علاقة بسعة الامتزاز ،  $Q_m$  يمثل سعة الإمتزاز القصوى (mg/g). المعادلة السابقة يمكن وضعها أيضا في الشكل:

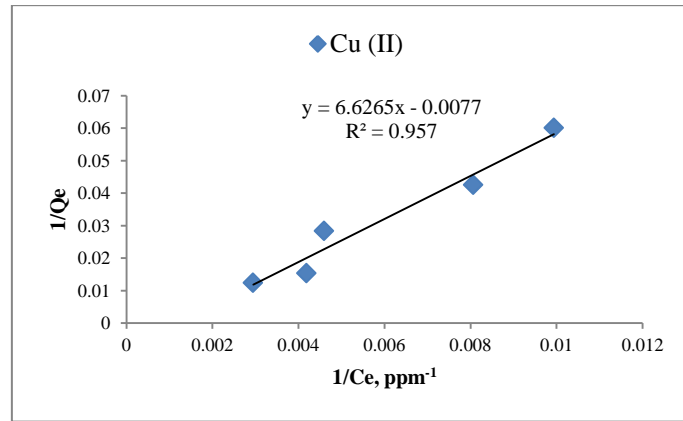
$$\frac{1}{Q_e} = \frac{1}{Q_m} + \frac{1}{bQ_m C_e} \quad (5)$$

برسم العلاقة البيانية بين  $C_e/Q_e$  ضد  $C_e$  (أو  $1/Q_e$  ضد  $1/C_e$ ) نحصل على علاقة خطية و التي من خلالها تم حساب ثوابت لانجمير  $b$  ،  $Q_m$  . قيم هذه الثوابت موضحة بالجدول 1. نلاحظ أن العلاقة الخطية أقوى في حالة النحاس ( $R^2 = 0.957$ ) منها في حالة الحديد ( $R^2 = 0.885$ ) ، كما هو موضح في الشكل 10 ، ولكنها عموما تمثل علاقة خطية جيدة. الميزة الأساسية لنموذج لانجمير يتمثل في حساب ثابت معامل الفصل  $R_L$  ، والذي يمكن حسابه من المعادلة رقم (6) ، حيث أن قيمته تعطي مؤشر جيد على طبيعة و شكل الامتزاز. فإذا كانت قيمته أكبر من 1 فهذا يدل على عدم تفضيل الامتزاز ، ويكون الامتزاز خطيا إذا كانت قيمته تساوي 1 ، ويكون الامتزاز مفضلا إذا كانت قيمته بين 0 و 1 ، ويكون الامتزاز غير عكسي إذا كانت قيمته تساوي 0. من خلال هذه الدراسة و بتطبيق نموذج لانجمير ، وجد أن قيمة ثابت معامل الفصل للحديد و النحاس ، على التوالي: 0.0541 و 0.463 ، مما يدل على أن الإمتزاز يكون مفضلا للنظامين المدروسين. ثابت معامل الفصل يمكن حسابه من المعادلة التالية [11]:

$$R_L = \frac{1}{1+bC_0} \quad (6)$$

حيث أن  $C_0$  ملجم/لتر هو أعلى تركيز للمذاب الممتز





الشكل 10. تطبيق معادلة لانجمير الخطية للاتزان الحراري على نظامي الحديد و النحاس

الجدول 1. ثوابت الاتزان الحراري في معادلتى فرويندليش و لانجمير لامتزاز الحديد و النحاس على مسحوق قشور البرتقال

Cu (II)	Fe (III)	ثوابت الاتزان الحراري
نموذج فرويندليش		
0.776	0.658	n
22.51	108.74	K <sub>f</sub>
0.9283	0.9625	R <sup>2</sup>
لانجمير		
0.00116	0.233	b (L mg <sup>-1</sup> )
129.87	1.177	Q <sub>m</sub> (mg g <sup>-1</sup> )
0.957	0.8849	R <sup>2</sup>
0.463	0.0541	R <sub>L</sub>

### الخلاصة Conclusion:

مما سبق نجد أن مسحوق قشور البرتقال يعتبر مادة مازة طبيعية فعالة لإزالة أيونات المعادن الثقيلة من مياه الشرب حيث أن نسبة الإزالة بلغت مع بعض التراكيز 97 % في حالة الحديد ، و 85 % في حالة النحاس. كما يتضح أيضا أن سعة الامتزاز تتأثر بالعديد من العوامل و التي من أهمها الرقم الهيدروجيني ، زمن الامتزاز ، تركيز أيون المعدن ، و كمية المادة المازة. كما أن هناك بعض العوامل المؤثرة الأخرى مثل القوة الأيونية ، حجم المحلول المستخلص ، و حجم حبيبات المادة المازة.



## الشكر و التقدير:

نتقدم بالشكر و التقدير لمركز البحوث و الاستشارات بكلية العلوم ، جامعة مصراتة، على استضافته وتوفيره لكل التجهيزات العملية المتاحة لديه حتى يكتمل هذا البحث ويكون في هذه الصورة.



## :المراجع References

- 1- OECD., Improving Water Management: Recent OECD Experience, 2006, pp. online
- 2- Abaliwano KJ, Ghebremichael AK, and Amy LG., Application of the Purified Moringa Oleifera Coagulant for Surface Water Treatment, *WaterMill, Working Paper Series*, 2008, **5**, 1-22
- 3- Salim R, Al-Subu M, and Dawod E., Efficiency of removal of cadmium from aqueous solutions by plant leaves and the effects of interaction of combinations of leaves on their removal efficiency, *J Environ Manage.*, 2008, **87**, 521-32
- 4- Rao KS, Mohapatra M, Anand S, and Venkateswarlu P., Review on cadmium removal from aqueous solutions, *Int.J. Eng. Sci. Tech.*, 2010, **2**, 81-103
- 5- Belete T, Hussen A, and Rao VM, Determination of Concentrations of Selected Heavy Metals in Cow's Milk: Borena Zone, *Ethiop. J. Health Sci.*, 2014, **4**(5), 105-112
- 6- Mousavi HZ and Lotfi Z, Adsorption of heavy metal ions on olive leaves: Equilibrium and kinetic studies, *J.App.Chem.*, 2012, **7** (23), 49-55
- 7- G. Rich and K. Cherry, "Hazardous Wastes Treatment Technologies", Pudvan Publishers, Vol. **1**, 1987, pp. 201-210.
- 8- Venkateswarlu P, Venkata Ratnam M, DS Rao, and Rao MV, Removal of chromium from an aqueous solution using *Azadirachta indica* (neem) leaf powder as an adsorbent, *Int.J.Phys. Sci.*, 2007, **2** (8), 188-195
- 9- Nietoa LM, Alamia SB, Hodaifab G, Faure C, Rodríguez S, Giménez JA, and Ochando J, Adsorption of iron on crude olive stones, *Ind. Crops Prod.*, 2010, **32**, 467-471
- 10- Birghila S, Dobrinas S, Stanciu G, and Soceanu A, Determination Of Major And Minor Elements In Milk Through ICP-AES, *Envi. Eng.Manag.J.*, 2008, **7** (6), 805-808
- 11- Langmuir I, The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum, *J. Am. Chem.*, 1918, **57**, 1361-1403
- 12- Freundlich HMF, On the adsorption in solution, *J. Phys. Chem.*, 1906, **57**, 385-470.