

ازالة ايون النحاس من مياه الفضلات الصناعية باستخدام مادة مازة واطئة الكلفة

سلوى هادي احمد

قسم هندسة البيئة ، كلية الهندسة ، جامعة تكريت، صلاح الدين ، العراق

env.salwa99@gmail.com

(Received 13 December 2016, Accepted 22 February 2017, Available online 30 June 2017)

الخلاصة

دراسة امكانية الاستفادة من رماد فضلات مطاط الاطارات WTRA كمادة مازة واطئة الكلفة ومتوفرة كنوع من انواع النفايات الصلبة لإزالة ايونات النحاس من مياه الفضلات الصناعية. اعتمادا على تجارب نمط الدفعات تم دراسة مختلف المتغيرات المؤثرة على عملية الامتزاز وتشمل pH، جرعة المادة المازة WTRA، زمن التماس، تركيز الايون الاولي وسرعة المزج. اظهرت النتائج ان اعلى ازالة لأيون النحاس كانت 97.8% عند pH يساوي 6 وزمن تماس 120 دقيقة وجرعة WTRA 1.5 غم/لتر وسرعة المزج 150 دورة بالدقيقة. تم تحليل بيانات التجارب باستعمال موديل Freundlich و Langmuir، واظهرت توافق كبير مع موديل Langmuir ($R^2 = 0.923$). عند دراسة حركية الامتزاز اظهرت البيانات توافق الازالة مع معادلة Pseudo-first-order حيث كانت قيمة ($k_t = 0.5115/\text{min}$). بينت الدراسة ايضا امكانية استخدام WTRA بكفاءة عالية كمادة مازة واطئة الكلفة في ازالة ايونات النحاس من مياه الفضلات الصناعية.

الكلمات الدالة: WTRA، واطئة الكلفة، العناصر الثقيلة، الامتزاز، Cu II.

Cu II Removal from Industrial Wastewater Using Low Cost Adsorbent

Abstract

Study the possibility of utilization of waste tires rubber ash (WTRA) as a low-cost adsorbent and are available as a type of solid waste for the removal of copper ions from industrial wastewater. Depending on batch adsorption experiments, the effect of different parameters including pH, adsorbent dosage WTRA, contact time, initial concentration of the ion and shaking speed were studied. Results showed that the highest removal Cu^{+2} ions was 97.8% at pH equal to 6, 120 min contact time, dose WTRA 1.5 g/L, shaking speed 150 rpm. The experimental data were analyzed using the Freundlich and Langmuir isotherm models showed great compatibility with Langmuir model ($R^2=0.923$). Adsorption kinetics was studied and the data was showed agree with Pseudo-first-order equation where the value of ($k_t=0.5115/\text{min}$). The study also showed the possibility of using WTRA efficiently as adsorbent and low cost in the removal of copper ions from industrial waste water.

Keywords: WTRA, Low- cost, Heavy metals, Adsorption, Cu II.

المقدمة

وسامة حيث تصل الى المجرى المائي وتتراكم في اجسام الكائنات الحية مسببة مشاكل بيئية وصحية للإنسان مثل السرطان والفشل الكلوي والتقرح الفموي وفقر الدم، وأيضاً مشاكل للحيوان والنبات [3]. تعرف العناصر الثقيلة بان لها كثافة تزيد عن 5غم/سم³ [4].

يطرح النحاس ومركباته بشكل رئيسي من العديد من الصناعات وتعتبر مياه الفضلات الصناعية المصدر

يعتبر تلوث المياه بأيونات العناصر الثقيلة من المشاكل البيئية الواسعة الانتشار، حيث تطرح هذه الايونات مع مياه الفضلات الصناعية وتختلف انواعها وكميتها حسب نوع الصناعة مثل التعدين والاصباغ وصناعة البطاريات وصناعة الزجاج [1,2]. ايونات العناصر الثقيلة مثل الكاديوم ، الرصاص، النحاس، الخارصين والكروم والنيكل غير قابلة للتحلل البيولوجي

فحص الجرة لإجراء عملية المزج .

تحضير المادة المازة

تم تحضير المادة المازة من بقايا مطاط الاطارات المستعملة (فضلات المطاط) WTRA بعد تقطيعه وتهيئته. حيث تم اولا غسل قطع مطاط الاطارات بمحلول منظف وبعدها بحامض HCl المخفف لإزالة الاتربة العالقة فيه. بعد التنظيف والتجفيف الجزئي يوضع في جفنة البورسلين ويحرق في فرن الحرق بدرجة 500 درجة مئوية ولمدة 4 ساعات. يبرد الرماد الناتج ويغسل بحامض مخفف 0.001 مول/لتر HCl للتخلص من املاح المعادن مثل Na, K, Ca. يرشح الخليط بورقة الترشيح Watman grade 42، المادة الصلبة تغسل بالماء المقطر مرتين وتجفف بدرجة حرارة 105 درجة مئوية لمدة ساعتين قبل الاستخدام [15].

خصائص المادة المازة WTRA

الخصائص الفيزيائية والكيميائية لرماد مطاط فضلات الاطارات WTRA موضحة بالجدول (1).

جدول (1) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لرماد مطاط الاطارات WTRA

المحتوى %	الخاصية
1.1	معدل الكثافة النوعية الكلية
1.1	محتوى الرطوبة
7	محتوى الرماد
1.4	معدل الامتصاص
3.4	معامل النعومة
1.07	الوزن النوعي
54	البوليمر

التجارب المختبرية

اجريت سلسلة من تجارب نمط الدفعات Batch adsorption experiment باستخدام محاليل مائية محضرة في المختبر وبتركيز وظروف مختلفة (التركيز الاولي لأيون النحاس، pH المحلول، زمن التماس، جرعة المادة المازة وسرعة المزج) وباستعمال جهاز فحص الجرة Jar Test المتكون من 6 أسطوانة زجاجية سعة 250مل، يضاف 0.1غم من المادة المازة WTRA المحضرة مسبقا الى 100 مل من المحلول المائي المصنع مسبقا بتركيز مختلفة من ايون Cu (50، 100، 200، 300، 400، 500) ملغم/لتر في درجة حرارة المختبر 30 درجة مئوية، pH بحدود (2-6)، وسرعة المزج 150 دورة بالدقيقة لمدة ساعتين للتأكد من الوصول الى حالة الاتزان. تؤخذ عينة من المحلول ويقاس لها تركيز ايون Cu باستخدام جهاز المطياف الذري Atomic Absorption Spectrometry وذلك بعد ترشيح العينة المأخوذة على ورقة ترشيح 0.045ملم. تحسب الازالة لأيون النحاس Cu II من العلاقة التالية [20]:

$$R = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

الرئيسي لتلوث المياه بالنحاس، وحسب تقرير منظمة الصحة العالمية يعتبر النحاس من العناصر الثقيلة السامة والمسرطنة عند زيادة تركيزه عن الحدود المسموح بها 1.3 غم/لتر [5]، لذلك يتطلب معالجة مياه الفضلات الصناعية قبل طرحها الى المجرى المائي لضمان حماية الصحة العامة والبيئة. الطرق التقليدية لإزالة العناصر الثقيلة من مياه الفضلات الصناعية مثل الترسيب الكيميائي [6]، تكنولوجيا الاغشية [7]، الامتزاز على الكربون المنشط [8] التبادل الايوني [9]. تكون هذه الطرق كفوءة في ازالة التراكيز العالية للعناصر الثقيلة الملوثة لمياه الفضلات الصناعية، بينما التراكيز القليلة للعناصر الثقيلة الذاتية، (1-100) غم/لتر، فتكون الطرق التقليدية غير فعالة وذات كلفة اقتصادية عالية [10]. لكي يتم معالجة مياه الفضلات الصناعية الملوثة بالعناصر الثقيلة بأقل كلفة تستخدم تقنية الامتزاز باستخدام مواد مازة واطنة الكلفة [11,12].

الامتزاز عملية كهروفيزيائية وكفوءة وسريعة واقتصادية، تستعمل على نطاق واسع في ازالة العناصر الثقيلة [13]. تستعمل مواد مازة اقتصادية ومتوفرة مثل الفضلات الزراعية (قشور الرز) [14] وقشور جوز الهند [15]، الرماد المتطاير [13] ورماد مطاط الاطارات المستعملة [16]. فضلات مطاط الاطارات تعتبر مشكلة بيئية كبيرة في الكثير من البلدان بسبب عدم تحلله بيولوجياً في البيئة وعند حرقه او دفنه يسبب تلوث للهواء والمياه الجوفية والتربة. في عام 2004 طرح اكثر من 250 مليون طن من فضلات الاطارات في الولايات المتحدة [17]، بعض هذه الفضلات يستفاد منها في الخرسانة كنسبة من مواد البناء [18]. عند حرق مطاط الاطارات يولد حرارة عالية (12000 Btu/lb – 16000) لذلك يستخدم كمصدر للوقود في الولايات المتحدة، كندا، المانيا، المملكة المتحدة واليابان [19]. تهدف الدراسة الحالية الى امكانية استخدام رماد فضلات مطاط الاطارات WTRA كمادة مازة واطنة الكلفة لإزالة ايون النحاس من المحاليل المائية المحضرة ودراسة تأثير بعض المتغيرات على كفاءة الازالة (مثل pH وجرعة المادة المازة WTRA والتركيز الاولي لأيون Cu II وزمن التماس وسرعة المزج)، بالإضافة الى تحليل البيانات بواسطة موديلات لانكماير وفريندلخ والموديلات الحركية من الدرجة الاولي والثانية.

الجانب العملي

المواد المستخدمة

استخدم كلوريد النحاس $CuCl_2 \cdot H_2O$ بنقاوة 95% في المختبر لتحضير المحلول القياسي stock solution بتركيز 1000 ملغم/لتر وذلك بإذابة كمية مناسبة من كلوريد النحاس في حجم معين من الماء المقطر ومن ثم يكمل الحجم الى 1000 مللتر، وتطبيق قانون التخفيف حضرت محاليل مائية من المحلول القياسي بتركيز مختلفة لأيون Cu II لاستخدامها لأغراض الدراسة. استخدم 0.1 (NaOH) بنقاوة 98% و 0.1مول/لتر HCl بنقاوة 35.4% لضبط قيم pH. استعمل pH meter موديل HANNA لقياس pH، جهاز المطياف الذري للامتصاص موديل Shimadzu (AA680) وجهاز

$$\ln Q_e = \ln K_f + \left(\frac{1}{n}\right) \ln C_e \dots\dots\dots(5)$$

Freundlich : ثابت موديل فريندلخ n, K_f
Sorption Isotherm تتعلق بسعة وشدة الامتزاز على التوالي.

الموديلات الحركية للامتزاز

دراسة حركية الامتزاز مهمة في تحديد كفاءة عملية الامتزاز. حيث استخدمت العديد من الموديلات الحركية ومنها Pseudo- و Pseudo-first-order second-order لوصف امتزاز العناصر الثقيلة على سطح المادة المازة. تستخدم معادلة Lagergren Kinetics Equations لوصف موديل Pseudo-first-order لامتزاز ايون العنصر الثقيل من المحلول المائي ويمكن تمثيلها بالعلاقة التالية [23]:

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{K_t}{2.303} t \dots\dots\dots(6)$$

حيث ان :
 q_t, q_e : كمية Cu II الممتز عند الاتزان وعند الزمن t على التوالي (ملغم/غرام).
 K_t : ثابت موديل Pseudo-first-order (لتر/دقيقة).
موديل Pseudo-second-order يستعمل لوصف الامتزاز الكيمياوي ويمكن التعبير عنه بالعلاقة [25]:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{h} + \left(\frac{1}{q_t}\right)t \dots\dots\dots(7)$$

حيث ان :
 q_t, q_e : سعة الامتزاز Cu II عند الاتزان وعند الزمن t على التوالي (ملغم/غرام).
h : ثابت موديل Pseudo-second-order (غم/ملغم.دقيقة)

النتائج والمناقشة

تأثير زمن التماس على ازالة Cu II

تم قياس زمن التماس من اضافة المادة المازة WTRA الى المحلول المائي المحضر بتراكيز مختلفة لأيون النحاس ولمدة 140 دقيقة (زمن الدورة 20 دقيقة)، درجة حرارة المختبر 30 درجة مئوية، وكما موضح بالشكل (1)، يلاحظ ان نسبة الازالة تزداد مع زيادة زمن التماس وصولاً الى حالة الاتزان عند الزمن 120 دقيقة والتي تكون فيها الازالة ثابتة تقريبا عند التراكيز المختلفة لأيون النحاس . حيث كانت اعلى نسبة ازالة لأيون Cu عند 120 دقيقة بحدود 97.8% وتركيز اولي 50 ملغم/لتر، بينما اقل نسبة ازالة كانت بحدود 36% وتركيز اولي 500 ملغم/لتر. إن هذه النتائج جاءت متوافقة مع النتائج التي توصل اليها (Mousavi et al.) [5].

حيث ان :

C_i : التركيز الاولي للنحاس Cu II (ملغم/لتر) .

C_f : التركيز النهائي للنحاس Cu II (ملغم/لتر).

يتم حساب قيمة التركيز في كل فحص كمعدل لثلاث قراءات للحصول على نتائج ادق.

تحسب كمية ايون العنصر الممتز على سطح المادة المازة من العلاقة [21]:

$$q_e = \frac{(C_i - C_e).V}{m.1000} \dots\dots\dots(2)$$

حيث ان :

q_e : سعة الامتزاز عند الاتزان (ملغم/لتر).

C_e : التركيز النهائي لأيون العنصر في مياه الفضلات بعد عملية الامتزاز وعند الاتزان (ملغم/لتر).

V : حجم المحلول المائي المصنع (100 مليلتر).

m : كتلة المادة المازة (غرام).

موديلات الامتزاز

ترتبط المتغيرات المختلفة لنظام الامتزاز بعلاقات رياضية وضعها عدد من الباحثين تسمى موديلات الامتزاز. بني قسم منها على اساس نظرية وتحليلية والقسم الاخر استند في بناءه على تجارب مختبرية. استندت قسم من هذه الموديلات على مخطط العلاقة بين كمية المادة الممتزة لكل كمية من المادة المازة عند درجة حرارة ثابتة أو تركيز المادة الممتزة لكل تركيز من المادة المازة مع الزمن المطلوب للوصول الى حالة الاتزان [22]. موديل الامتزاز عند التوازن مهم في تحديد سعة الامتزاز لأيون العنصر الثقيل [16]. معظم البيانات الحاصلة من عمليات الامتزاز يمكن تمثيلها بموديل من موديلات الامتزاز ومنها موديل لانكماير Langmuir Sorption Isotherm والتي هي علاقة نظرية يمكن تمثيلها بالعلاقة التالية :

$$\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{Q_{max}.b} + \frac{C_e}{Q_{max}} \dots\dots\dots(3)$$

حيث ان :

C_e : تركيز ايون العنصر الممتز عند الاتزان (ملغم/لتر).

Q_e : كمية المادة الممتزة (ملغم/لتر).

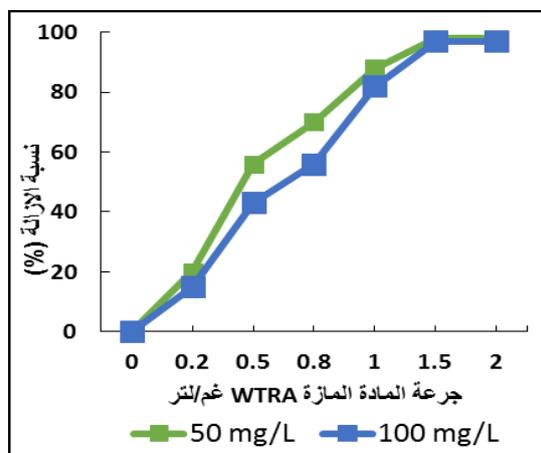
b, Q_{max} : ثابت موديل لانكماير Langmuir Sorption Isotherm تتعلق بسعة الامتزاز والطاقة على التوالي.

الموديل الاخر موديل فريندلخ Freundlich Sorption Isotherm وهي معادلة تجريبية مبنية على نتائج مختبرية تستعمل لوصف النظام غير المتجانس ويمكن تمثيلها بالعلاقة التالية:

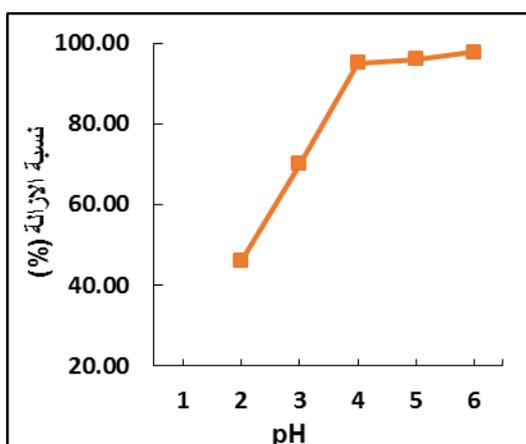
$$Q_e = K_f C_e^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots(4)$$

يمكن اعادة صياغتها بشكل معادلة خطية :

النحاس عند pH من (4 - 6) بحدود (95 - 97.8) % على التوالي.



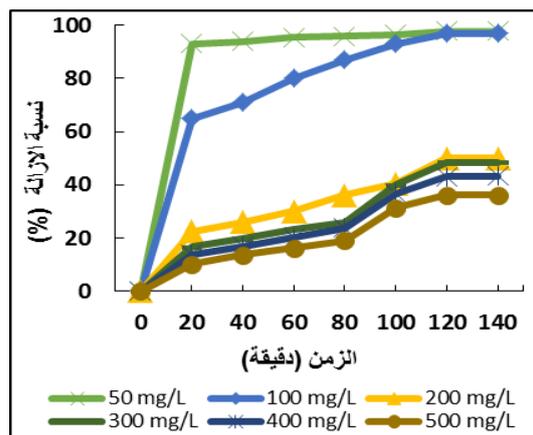
شكل (2) تأثير جرعة المادة المازرة WTRA على نسبة الازالة لأيون Cu II ، pH 6 ، التركيز الاولي لأيون النحاس (50-100) ملغم/لتر، زمن التماس 120 دقيقة، حجم المحلول المائي 100 مليلتر وسرعة المزج 150 دورة بالدقيقة



شكل (3) تأثير pH على نسبة الازالة لأيون Cu II (التركيز الاولي لأيون النحاس، التركيز الاولي لأيون النحاس 50 ملغم/لتر، زمن التماس 120 دقيقة، جرعة المادة المازرة 1.5 غم/لتر، حجم المحلول المائي 100 مليلتر وسرعة المزج 150 دورة بالدقيقة

تأثير سرعة المزج على ازالة Cu II

الشكل (4) يوضح العلاقة بين سرعة المزج ونسبة الازالة لأيون النحاس تحت ظروف معينة . يلاحظ ان نسبة الازالة تزداد من % (90 الى 99.8) عند زيادة سرعة المزج من rpm (100 الى 350) على التوالي ، ويعود السبب الى ان زيادة سرعة المزج يزيد من سرعة انتشار ايونات العنصر الممتز على مساحة سطحية اكبر من سطح المادة المازرة . [15] أثبت نتائج مشابهة لنتائج هذه الدراسة.



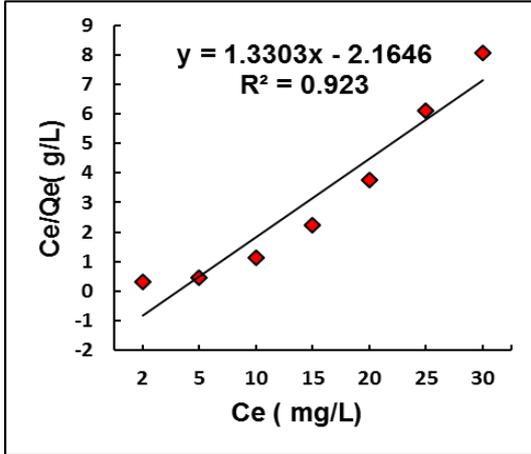
شكل (1) تأثير زمن التماس على نسبة الازالة لأيون Cu II (التركيز الاولي لأيون النحاس (50-500) ملغم/لتر، pH 6 ، جرعة المادة المازرة 1.5 غرام/لتر، حجم المحلول المائي (100 مليلتر) وسرعة المزج 150 دورة بالدقيقة

تأثير جرعة المادة المازرة WTRA على ازالة Cu II

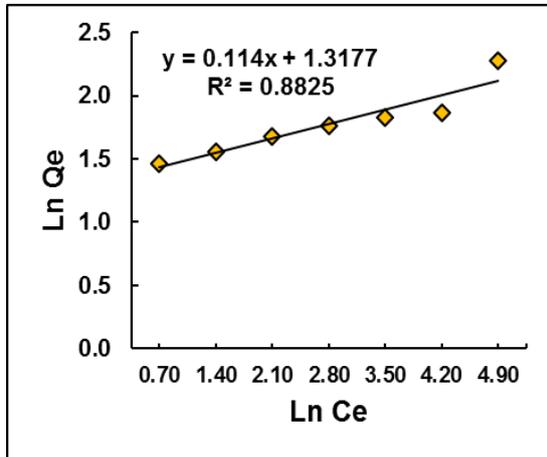
دراسة جرعة المادة المازرة WTRA عامل مهم في دراسات الامتزاز لأنها تحدد سعة الامتزاز للعنصر الممتز. يبين الشكل (2) تأثير جرعة المادة المازرة على نسبة الازالة لأيون النحاس، حيث تزداد نسبة الازالة عند زيادة جرعة الامتزاز من 0.2 الى 2 غرام/لتر، تكون اعلى نسبة ازالة لأيون النحاس 97.8% عند جرعة المادة المازرة WTRA 1.5 غرام/لتر، زمن التماس 120 دقيقة، سرعة المزج 150 دورة بالدقيقة و pH يساوي ، ويعود السبب الى زيادة المساحة السطحية للسطح المازر وتعرض مساحة اكبر للامتزاز. اما عند زيادة جرعة الامتزاز الى 2 غرام/لتر يلاحظ ان الازالة تبقى ثابتة تقريبا والسبب ان جرعة 1.5 غرام/لتر تكون كافية وثابتة لحدوث الاتزان وازالة ايون النحاس. أيضا هذه النتائج جاءت متوافقة مع نتائج (Mousavi et al.) [5] لإزالة ايون النحاس باستعمال WTRA.

تأثير pH المحلول المائي على ازالة Cu II

تكون WTRA مادة قاعدية قوية عند اضافتها الى الماء وتقدر pH لها بحدود (10-13) [16]. يكون سطح WTRA مشحون بشحنة موجبة عند pH المحلول الوائى اقل من 4 مما يقلل التجاذب بينها وبين ايون العنصر الموجب الشحنة وبذلك لا يتم ازالة الايون. اما عند pH المحلول العالي اكبر من 6.5 فيكون سطح المادة المازرة WTRA مشحون بشحنة سالبة ويحدث تجاذب قوي بينها وبين ايون العنصر الموجب الشحنة [24]، مما يؤدي الى ازالة العناصر الثقيلة بالترسيب الكيماوي او الامتزاز الكهروستاتيكي [5]. جميع التجارب أجريت عند قيم pH بين (2-6) لاختيار افضل قيمة pH لإزالة ايون النحاس عند اضافة 1.5 غم/لتر من المادة المازرة WTRA وزمن 120 دقيقة وتركيز 50 ملغم/لتر. الشكل (3) يبين العلاقة بين pH ونسبة الازالة والتي تظهر فيها اعلى ازالة لأيون

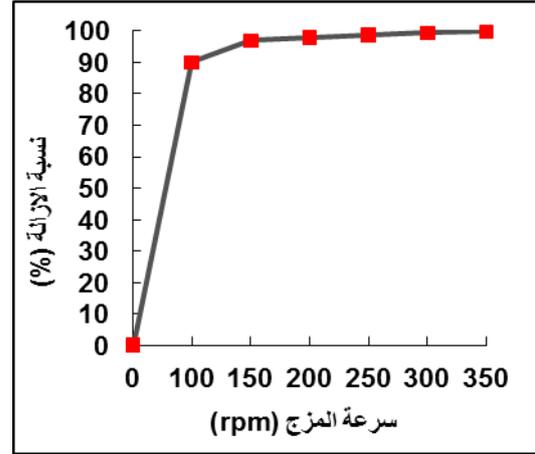


شكل (5) تطبيق موديل لانكماير Langmuir Sorption Isotherm لامتنزاز Cu II على WTRA



شكل (6) تطبيق موديل فريندلخ Freundlich Sorption Isotherm لامتنزاز Cu II على WTRA

تطبيق موديلات الحركية للامتزاز
تم رسم البيانات التجريبية في الدراسة الحالية بتطبيق المعادلتين وكما موضح في الشكلين (7) و(8). حيث يلاحظ ان البيانات اقرب ما تكون في الدقة لموديل Pseudo-first-order لامتنزاز Cu II على سطح WTRA، وان قيمة ثابت Pseudo-first-order ($k_t = 0.5115/ \text{min}$, $R^2 = 0.938$).



شكل (4) تأثير سرعة المزج على نسبة الازالة لأيون Cu (التركيز الاولي لأيون النحاس 100 ملغم/لتر، زمن التماس 120 دقيقة، جرعة المادة المازة 1.5 غم/لتر، حجم المحلول المائي 100 مليلتر و 6 pH

تطبيق موديلات الامتنزاز

عند رسم العلاقة بين C_e/Q_e و C_e يمكن حساب قيمة b وقيمة Q_{max} .
اما عند رسم العلاقة بين $\ln C_e$ و $\ln Q_e$ فيمكن حساب قيمة K_F من تقاطع الخط المستقيم مع الاحداثيات وقيمة $1/n$ من ميل الخط المستقيم. الجدول (2) و (3) يمثل ثوابت الموديلين حيث تبين ان بيانات التجارب يمكن تمثيلها بموديل لانكماير Langmuir Sorption Isotherm افضل من موديل فريندلخ Freundlich Sorption Isotherm وهذا يعني ان امتزاز ايون النحاس باستعمال المادة المازة WTRA من نوع الطبقة الاحادية حيث تمتز جزيئات الايون على موقع معين من سطح المادة المازة WTRA. الشكلان (5) و (6) يمثلان تطبيق الموديلين مع البيانات التجريبية.

جدول (2) ثوابت موديل لانكماير Langmuir Sorption Isotherm

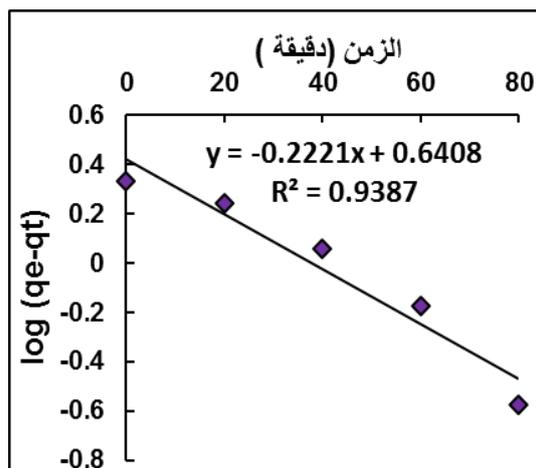
Langmuir Sorption Isotherm			
Ion	R^2	$b, \text{mg/L}^2$	$Q_{max}, \text{mg/g}$
Cu II	0.923	0.614	0.75

جدول (3) ثوابت موديل فريندلخ Freundlich Sorption Isotherm

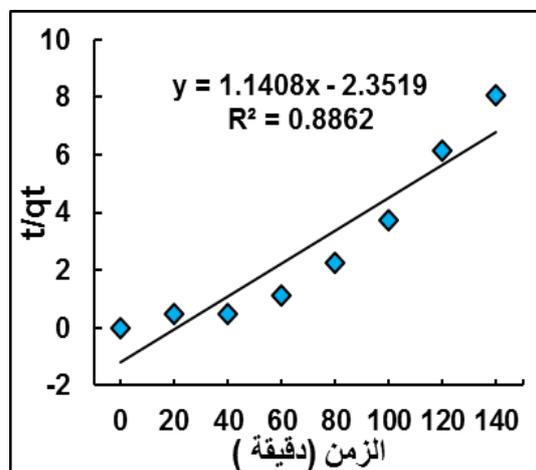
Freundlich Sorption Isotherm			
Ion	R^2	K_F	$1/n$
Cu II	0.882	3.73	0.114

المصادر

- 1-Anthony NK and Alison EL. A mathematical model of a high sulphate wastewater an aerobic treatment system. Water Research. 36(1); 2002: 257.
- 2- Mohan D and Pittman CU. Activated carbons and low cost adsorbents for remediation of triand hexavalent chromium from water. Journal of Hazardous Material. 137(2); 2006: 762.
- 3- Mehmet EA, Sukru D, Celalettin O and Mustafa K. Heavy metal adsorption by modified oak sawdust. Journal of Hazard Material In Press; 2006.
- 4- Nocito FF, Lancilli C, Giacomini B and Sacchi GA. Sulfur metabolism and cadmium stress in higher plants, plant stress. Global Science Books. 1(2); 2007: 142-156.
- 5- Mousavi HZ, Hosseinifar A and Jahed V. Removal of Cu II from wastewater by waste tire rubber ash. Journal of the Serbian Chemical Society. 75(6); 2010): 845–853.
- 6- Islamoglu S, Yilmaz L, Ozbelge HO. Development of a precipitation based separation scheme for selective removal and recovery of heavy metals from cadmium rich electroplating industry effluents. Sep Science Technology. 41(15); 2006:3367–3385.
- 7- Xiarchos I, Jaworska A and Zakrzewska-Trznadel G. Response surface methodology for the modelling of copper removal from aqueous solutions using micellar-enhanced ultrafiltration. Journal Membrane Science. 321; 2008: 222–231.
- 8- Gupta VK and Ali I. Removal of endosulfan and methoxychlor from water on carbon slurry. Environmental Science Technology. 42; 2008: 766–770.
- 9- Hamdaoui O. Removal of copper (II) from aqueous phase by purolite C100-MB cation exchange resin in fixed bed columns: modeling. Journal Hazardous Material. 161(2–3); 2009: 737–746.
- 10- Cordero B, Lodeiro P, Herrero R and Sastre de Vicente ME. Biosorption of cadmium by fucus spiralis. Environmental Chemical. 1; 2004: 180–187.
- 11- Ciobanu G, Ilisei S, Harja M and Luca C. Removal of reactive blue 204Dye from aqueous solutions by adsorption on to nanohydroxyapatite. Science Advance Material. 5(8); 2013:1090–1096.
- 12- Buema G, Cimpeanu SM, Sutiman DM, Rusu L, Cretescu I, Ciocinta RC and Harja M. Removal from aqueous solution by bottom ash. Journal Food Agriculturer Environmental. 11(1); 2013:1137–1141.



شكل (7) موديل Pseudo-first-order لامتزاز Cu II على سطح WTRA



شكل (8) موديل Pseudo-second-order لامتزاز Cu II على سطح WTRA

الاستنتاجات

تبين الدراسة الحالية إمكانية استخدام رماد فضلات مطاط الاطارات WTRA كمادة مازة واطنة الكلفة في ازالة Cu II من المحاليل المائية ومياه الفضلات الصناعية الملوثة بأيون عنصر النحاس. تعتمد نسبة ازالة Cu II على متغيرات حددت قيمها باستعمال تجارب نمط الدفعات ومنها pH المحلول وقيمها المثلى بين (4-6) وافضل زمن تماس للوصول لامتزاز الاتزان 120 دقيقة. طبقت موديلات الامتزاز لانكماير Langmuir و فريندلخ Freundlich لاختبار دقة البيانات التجريبية، وتبين ان البيانات تعطي توافقاً جيداً لموديل لانكماير (R²=0.923). اعلى نسبة ازالة Cu II كانت 97.8% عند جرعة المادة المازة WTRA 1.5 غم. كلفة ازالة Cu II واطنة لان المادة المازة WTRA واطنة الكلفة ومتوفرة بكميات كبيرة.

- Technology. Iraq. 29(3); 2013: 2793-2806.
- 19- Chang NB. Economic and policy instrument analyses in support of the scrap tire recycling program in Taiwan. *Journal Environmental Management*. 86(3); 2008: 435.
- 20- Gopalakrishnan S, Kannadasan T, Velmurugan S, Muthu S and Vinoth Kumar P. Biosorption of chromum (VI) from industrial effluent using neem leaf adsorbent. *Res. J. Chem. Sci*. 3(4):49.
- 21- Horsfall MJ, Abia AA and Spiff AI. Kinetic studies on the adsorption of Cd^{2+} , Cu^{2+} and Zn^{2+} ions from aqueous solutions by gassava (*manihot esculenta*) tuber bark waste. *J. of Biores Technol*. 97; 2006: 283-291.
- 22- Perry SJ and Chilton VL. Evaluating GAC adsorption capacity. *Journal AWWA*,73; 1984: 406-413.
- 23- Lagergren S. About the theory of So-called adsorption of soluble substances. *Kung Seventeen Hand*. 24; 1989:1-39.
- 24- Elliott HA and Denny CM. Soil adsorption of cadmium from solutions containing organic ligands. *Journal Environmental Quality*.11; 1982: 658.
- 25- Ho YS and McKay G. Pseudo-second order model for sorption processes. *Process Biochem*. 34; 1999: 451-65.
- 13- Cretescu I, Soreanu G and Harja M. A low-cost sorbent for removal of copper Ions from wastewaters based on sawdust/Fly ash mixture. *International Journal Environmental Science Technology*. 12; 2015:1799-1810.
- 14- Banadda N, Nhapi I, Murenzi R, Sekomo, C B and Wali UG. Removal of heavy metals from industrial wastewater using rice husks. *The Open Environmental Engineering Journal*. 4; 2011: 170-180.
- 15- Bernard E, Jimoh A and Odigure JO “ Heavy metals removal from industrial wastewater by activated carbon prepared from coconut shell. *Research Journal of Chemical Sciences*. 3(8); 2013:3-9.
- 16- Mousavi H Z, Hosseynifar A, Jahed V and Dehghani SAM. Removal of lead from aqueous solution using waste tire rubber ash as an adsorbent. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 27(1); 2010: 79-87.
- 17- Weng YC and Chang NB. Treatment of metal and industrial waste water by fly ash and cementfixation. *Resoures Conservation Recycling*.33(181); 2001.
- 18- Abdula AI and Ahmed SH. Effect of rubber treated by acidic solution on some mechanical properties of rubberized cement mortar. *Engineering and Technology Journal*. University of