

دراسة الخواص الديناميكا الحرارية لإدمصاص كاتيونات الكاديوم على سطح أكسيد هيدروكسيلايتد الحديدك

محمد مصباح عبدالرحيم¹، ابوبكر مفتاح احسونه^{2*}

2.1. قسم الكيمياء- كلية العلوم- جامعة سبها

Email: bou.hosouna@sebhou.edu.l

المخلص: في هذه الدراسة تم استخدام أكسيد الحديدك (Fe_2O_3) المحضر من كبريتات الحديدوز المائية ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) و هيدروكسيلايتد الحديدك لإزالة كاتيونات الرصاص من المحاليل المائية وذلك لغرض دراسة خواص الديناميكا الحرارية لهذا الإدمصاص. وقد حضرت عينة هيدروكسيلايتد الحديدك عن طريق تعريض أكسيد الحديدك إلى بخار الماء لمدة شهرين. ثم التأكد من إنشاء مجموعات الهيدروكسيل باستخدام تحليل الأشعة دون الحمراء (IR) وكذلك تم تقدير كفاءة الإدمصاص عند درجات حرارة مختلفة وأزمنة مختلفة عن طريق المعايرة المباشرة بين محلول المادة المدمصة ومحلول ثنائي أمين رباعي حمض ألكريك (EDTA). يهدف هذا البحث لدراسة وتقدير خواص ومتغيرات الديناميكا الحرارية المحتوى الحراري القياسي أو الانتالبي (ΔH°)، الانتروبي القياسي (ΔS°)، الطاقة الحرة القياسية (ΔG°) وثابت معدل سرعة التفاعل (K) لإدمصاص كاتيونات الرصاص من المحاليل عند درجات حرارة وأزمنة مختلفة.

الكلمات المفتاحية: كاتيونات الكاديوم، الإدمصاص، الديناميكا الحرارية، أكسيد هيدروكسيلايتد الحديدك.

المقدمة

تهتم الدراسات الحديثة المتعلقة بالحفاظ على التلوث البيئي باستخدام مواد غير مكلفة اقتصاديا في إزالة المواد الخطرة التي تسبب الأمراض للإنسان والحيوان وتهلك النباتات. كما يسبب تواجد المعادن الثقيلة في التربة مشكلات بيئية كثيرة. مثل تلوث مياه البحار والأنهار والبحيرات والمياه الجوفية. وينتج هذا التلوث من نفايات ومخلفات المصانع وعن استعمال المواد الكيميائية، مثل المبيدات الزراعية والأسمدة الصناعية، كما ينتج عن نفايات مخلفات المنازل والمباني والمنشآت الأخرى. وتزداد مشكلة هذا التلوث بزيادة إنتاج المواد الكيميائية واستخدامها في الصناعة [3,2]، حيث يؤدي التخلص من هذه المواد إلى تلوث التربة والماء، ويزداد حجم مشكلة التلوث من الصناعة حينما يكون هناك إهمال أو عدم اهتمام بالتخلص من مخلفات المصانع الكيميائية بالوسائل التي تحافظ على التربة والماء من التلوث، وهناك العديد من المواد والمركبات الكيميائية التي تلوث التربة والماء، منها ما يستقر في المكان الذي لوثته لمدة طويلة دون أن يطرأ عليه أي تغيرات كيميائية ومنها ما يستقر لفترة قصيرة حيث تتغير كيميائيا بفعل الحرارة والرطوبة والتفاعلات الضوئية والمكروبات والعوامل البيئية الأخرى، ويعتبر عنصر الكاديوم من المواد الكيميائية الملوثة للتربة والماء [6,5,4].

اهتمت العديد من الدراسات باستخدام طرق ومواد مختلفة لإزالة الكاتيونات أو المعادن الثقيلة الخطرة أو السامة من مصادر المياه، ومن الطرق المستخدمة لإزالة المعادن الثقيلة هي: التبادل الأيوني، الترسيب الكيميائي باستخدام مواد كيميائية الترشيح، الترسيب المرافق، الاستخلاص باستخدام المذيبات وكذلك الطريقة الأكثر استعمالاً وهي الإدمصاص من المحاليل باستخدام مواد ذات تكلفة اقتصادية قليلة [1].

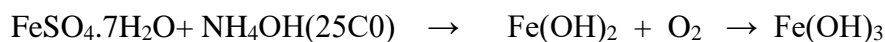
يهدف هذا البحث إلى دراسة وتقييم المتغير الديناميكي الحراري لإدمصاص كاتيونات الكاديوم وذلك من خلال قدرة أكاسيد المعادن المنشأ عليها مجموعات من الهيدروكسيل (OH) لإزالة هذه الكاتيونات [8,7] وقد تم اختبار كبريتات الحديدوز المائية ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)، لأنها متوفرة ولها جدوة اقتصادية قليلة التكلفة لتحضير أكسيد الحديدك و هيدروكسيلايتد الحديدك (المعيار لكل من المحتوى الحراري، و الانتروبي والطاقة الحرة) وثابت المعدل لإزالة كاتيونات الكاديوم من المحاليل المائية [12-9].

الطرق والأجهزة المستخدمة

تحضير أكسيد الحديدك :

تم استخدام كبريتات الحديدوز المائية ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) التجارية والتي أمكن الحصول عليها من شركة رأس الاونوف ولتحضير أكسيد الحديدك و هيدروكسيلايتد الحديدك. تم إذابة 300 جرام من ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) في 1

لتر من الماء المقطر مع التحريك للحصول علي الإذابة التامة للملح. أضيف محلول هيدروكسيد الامونيوم (NH₄OH) تركيزه (1M) قطرة قطرة إلى أن تكون راسب بني محمر من هيدروكسيد الحديدك وفقا للمعادلة التالية :



و تم قياس قيمة الأس الهيدروجيني (pH) لمحلول FeSO₄.7H₂O أثناء إضافة هيدروكسيد الامونيوم وسجلت عند تكون الراسب البني المحمر من هيدروكسيد الحديدك .

- ترك الراسب لمدة 24 ساعة ثم قيست قيمة (pH) مرة أخرى للتأكد من قيمتها.
- رشح الراسب بعد غسله بالماء المقطر و جفف عند درجة حرارة 120 C⁰ لمدة 24 ساعة.
- حرق الراسب عند درجات حرارة ، 200 C⁰، 400 C⁰، 600 C⁰ ، لمدة ساعة لكل درجة من درجات الحرارة المذكورة أعلاه، تمت عملية الحرق النهائي لمدة ساعتين عند درجة حرارة 700 C⁰.. [13]

تحضير هيدروكسيلايتد الحديدك :

بعد انتهاء عملية حرق الراسب عند درجة حرارة 700 C⁰ قسم الراسب إلي قسمين ووضعنا في إطباق زجاجية (طبق بتري) داخل مجفف يحتوي علي ماء معاد التقطير ، ووضع المجفف بمحتوياته بفرن درجة حرارة 80 C⁰ وتركت العينة الأولى لمدة شهر ونصف بينما تركت العينة الثانية بداخل الفرن لمدة شهرين ليتم تكوين مجموعة (-O H) علي سطح كسيد الحديدك: [15,14]

الأجهزة المستعملة:

- جهاز أشعة دون الحمراء من النوع (IR 100 Spectrometer) لشركة (Thermo Nicole) بالولايات المتحدة الأمريكية تم استخدام هذا الجهاز وذلك لتأكد من إنشاء مجموعات الهيدروكسيل على سطح أكسيد الحديدك .
- حمام حراري مائي هزاز موديل 501 لشركة (Stuart Scientific)، بريطانيا.
- جهاز قياس الأس الهيدروجيني (pH Meter) ، شركة (Thermo)، أمريكا.

عملية الادمصاص:

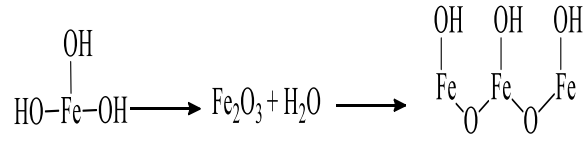
يوضع 0.3 جرام من هيدروكسيد الحديدك أو هيدروكسيلايتد الحديدك في زجاجة بغطاء ثم يضاف عليها 100 مللتر من Cd(CH₃COO)₂ تركيزه (250ppm) ويعدل الأس الهيدروجيني عند (pH=5). و يتم رج المحلول باستخدام حمام مائي هزاز عند درجات الحرارة (30 °C, 40, 50) لتقدير كفاءة الادمصاص و دراسة خواص الديناميكا الحرارية تتم معايرة المحلول عند أزمنة مختلفة تتراوح من (15, 30, 45.....120 دقيقة)، باستخدام محلول (EDTA) تركيزه (0.0005M) وذلك بمعايرة 10 مللتر من المحلول في وجود دليل الزايلينول البرتقالي ويتم تسجيل حجم (EDTA) قبل الادمصاص وذلك لاستخدامها في تقدير التركيز الابتدائي (Co).

يوضع 0.3 جرام من هيدروكسيلايتد الحديدك في زجاجة بغطاء ثم يضاف عليها 100 مللتر من (CH₃COO)₂ Cd تركيزه (250ppm) و نقوم بتكرار نفس الخطوات السابقة لتقدير كفاءة الادمصاص و دراسة خواص الديناميكا الحرارية .

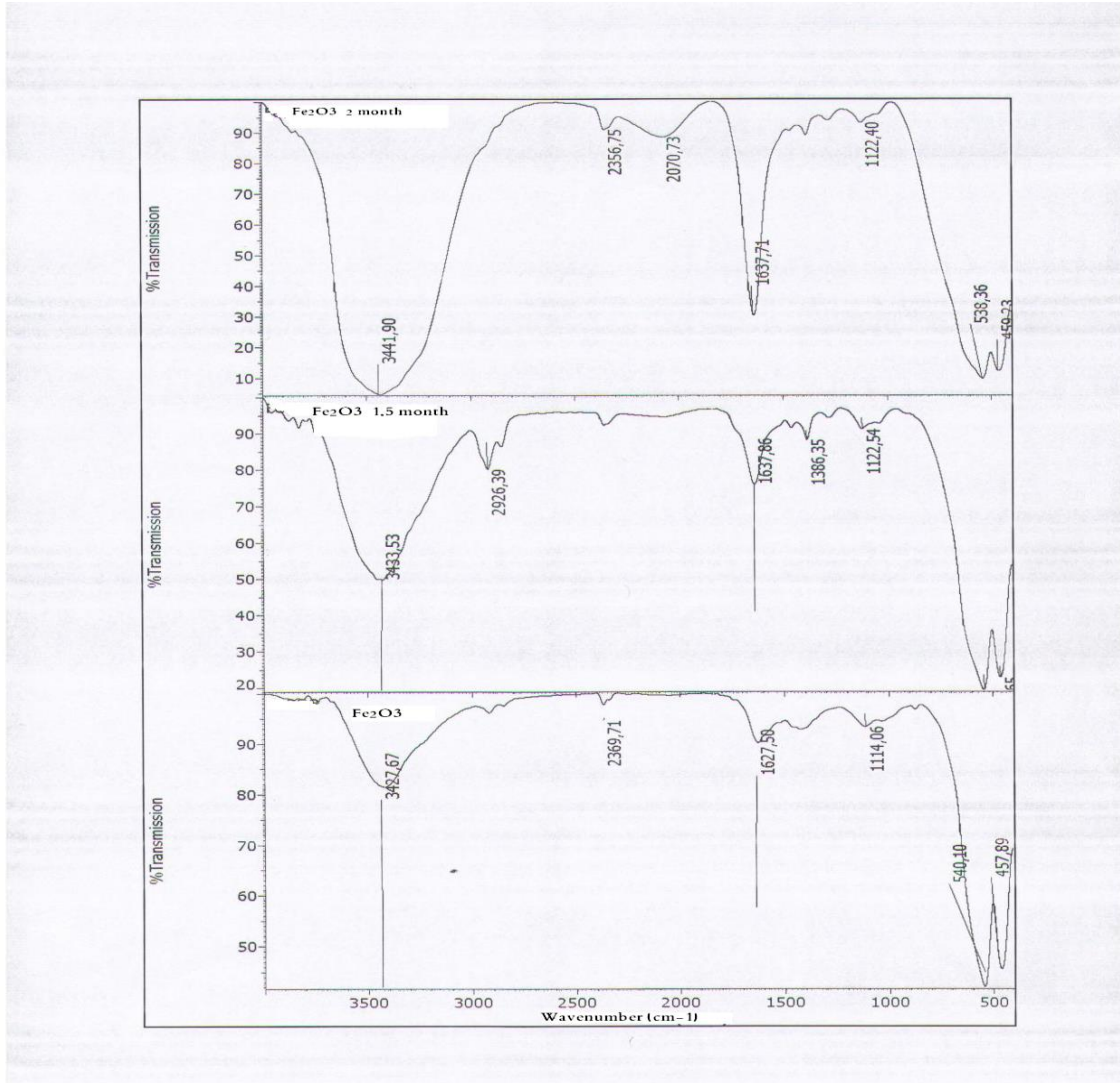
النتائج والمناقشة

طيف الأشعة تحت الحمراء :

تم إجراء تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء للعينات موضع الدراسة قبل التعرض وبعد التعرض لبخار الماء، بإضافة جزء من العينة (1%) إلي بروميد البوتاسيوم بعد طحنها وعمل قرص تحت ضغط 8 طن ، وذلك للتأكد من إنشاء مجموعات الهيدروكسيل علي سطح عينة أكسيد الحديدك وتحويلها إلي هيدروكسيلايتد الحديدك ، ويمكن اقتراح الميكانيكية الآتية لإدمصاص بخار الماء علي سطح أكسيد الحديدك.



من خلال هذا الاقتراح يتضح وجود مجموعات من هيدروكسيل علي سطح أكسيد الحديدك. ولقد أكدت نتائج التحليل طيف الأشعة دون الحمراء وجود مجموعات من الهيدروكسيل الخاص بالماء .



الشكل رقم (1) يوضح نتائج تحليل طيف الأشعة دون الحمراء لأكسيد الحديدك و أكسيد الحديدك المعرض لبخار الماء لمدة شهر ونصف و أكسيد الحديدك المعرض لبخار الماء لمدة شهرين.

الهيدروكسيلاتد الحديدك:

يظهر التحليل حزم امتصاصية عند عدد موجي 3427cm-1 وهي ناتجة عن اهتزاز امتطاطي(O-H) و أخرى عند 1627Cm-1 ناتجة من اهتزاز انكماشى (OH) δ نتيجة لوجود بعض جزئيات الماء في بروميد البوتاسيوم المستخدم وكذلك يظهر التحليل امتصاصان عند كل من 540cm-1 و 457Cm-1 نتيجة لوجود Fe-O بعد تعرض العينة لبخار الماء. كما إن الشكل (1) يظهر حزمتان أساسيتان لمجموعة الهيدروكسيل (O-H) عند امتصاص (

(1637Cm-1) و (3433Cm-1) نتيجة لوجود مجموعات من الهيدروكسيل (O-H) الامتطاطية علي سطح أكسيد الحديد المعرض لبخار الماء لمدة شهر ونصف بعض المنحنيات الإضافية عند عدد موجي 450cm-1 و 457Cm-1 للتردد الاهتزازي لرابطة Fe-O و أيضا يظهر الشكل (1) طيف الامتصاص للعينة المعرضة لبخار الماء لمدة شهرين ووجد حزمات امتصاص لبخار الماء ناتجة عن امتصاص امتطاطي عند العدد الموجي Cm-1 3464 و أخرى اهتزاز انكماشية عند العدد الموجي 1637Cm-1 وكذلك حزمتي امتصاص عند 538 و 459Cm-1 للتردد الاهتزازي لرابطة Fe-O . من خلال هذا الشكل يتضح لنا إن زيادة تعرض أكسيد الحديد لبخار الماء لمدة شهرين تزيد من اتساع وشدة الامتصاص عند التردد الاهتزازي 3441 cm-1 و 1637Cm-1 نتيجة لوجود مجموعات من الهيدروكسيل (O-H) الخاصة بجزيئات الماء ، وهذا يؤكد إن مجموع مجموعات الهيدروكسيل تزداد بزيادة مدة تعرض أكسيد الحديد لبخار الماء . ونتيجة لذلك تزداد كفاءة الامتصاص نتيجة لزيادة مجموعات الهيدروكسيل علي سطح أكسيد الحديد المعرض لبخار الماء.

تقدير كفاءة الامتصاص : تم تقدير كفاءة الامتصاص علي النحو التالي :

- 1- وضع 0.3gm من كل من أكسيد الحديد و هيدروكسيلايتد الحديد في زجاجات بغطاء وتم إضافة 100 ملي من محلول $Cd(CH_3COO)_2$ علي كل عينة و عدل الأس الهيدروجيني عند (PH= 5)
- 2- توضع الزجاجات في حمام مائي هزاز لمدد زمنية مختلفة (15 ، 30 ، 45 دقيقة) عند درجة حرارة $50\ C^{\circ}, 40\ C^{\circ}, 30\ C^{\circ}$.
- 3- تم معايرة المحلولين عند أزمنة مختلفة (15 ، 30 ، 45 دقيقة) عند درجة حرارة $50\ C^{\circ}, 40\ C^{\circ}, 30\ C^{\circ}$ وذلك بسحب (10ml) من المحلول بعد مرور ربع ساعة كل مرة ومعايرتها بمحلول الاديتا (EADT) تركيز (0.0005M) وسجل حجم الاديتا $(V^{\circ}) = (EADT)$ لاستخدامها في حساب (C°) .

تم حساب تركيز كاتيونات (Cd^{+2}) قبل الامتصاص (بالمليجرام / لتر) (C°) بالطريقة التالية:

$$C^{\circ} (gm/liter) = M.Wt (Cd) \times (CH_3COO)_2 \times (EADT,N) \times (V_0 EADT) \times 1000 / 10$$

تم حساب (Ce):

وهكذا نحسب (Ce) لكل مرة ولكل عينة وعند كل درجة حرارة.

حساب تركيز كاتيونات (Cd^{+2}) بعد الامتصاص (بالمليجرام / لتر)

(Ce) للعينتين بالطريقة التالية:

$$Ce (gm/liter) = M.Wt \times Cd \times Cd(CH_3COO)_2 \times (EADT,N) \times (V EADT) \times 1000 / 10$$

تم حساب كمية المادة المدمصة أو الممتزة (qe) للعينتين :

$$qe(mg/gm) = \frac{[C_0 - C_e]}{Wgm}$$

الخواص الثرموديناميكية:

تم دراسة ثرموديناميكية امتصاص كاتيونات الكاديوم علي سطح عينات أكسيد الحديد و هيدروكسيلايتد الحديد، باستخدام الامتصاص من المحاليل وحساب كفاءته عند درجات حرارة مختلفة (30,40,50 درجة مئوية). عند أزمنة مختلفة لكل من المحلولين وذلك باستخدام العلاقات التالية:

$$1- \text{تركيز كاتيونات الكاديوم } (Cd^{+2}) \text{ (مليجرام/لتر)} (C_0) \text{ قبل الامتصاص} =$$

$$\text{حجم (EDTA) عياريه} \times (\text{EDTA}) \times \text{الوزن الجزيئي لخلات الكاديوم} \times 1000$$

10 ملي

$$2- \text{تركيز كاتيونات } (Cd^{+2}) \text{ (مليجرام/لتر)} (C_e) \text{ بعد الامتصاص} =$$

$$\text{حجم (EDTA) عياريه} \times (\text{EDTA}) \times \text{الوزن الجزيئي لنترات الكاديوم} \times 1000$$

10 ملي

3- كفاءة الادمصاص عند الاتزان (q_e) مليجرام/ جرام:

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

حيث ($V=10$ ml) حجم خلات الكاديوم المعاييرة، ($w=0.3$ g) وزن العينة.

4- ثم تقدير ثابت معدل التفاعل (k) علي أساس انه رتبة أولي (14، 12)، باستخدام

$$\frac{t}{q_e} = \frac{1}{kQ^2} + \frac{1}{Q}t$$

برسم العلاقة بين الزمن (t) و (t/q_e) يمكن تقدير قيمة (k) وأقصى كمية ادمصاص (Q)

5- تم تقدير قيمة التغير في الطاقة الحرة القياسية من العلاقة: $\Delta G^0 = -RT \ln k$

6- تم تقدير قيمة التغير في المحتوى الحراري القياسي (انثالي، Enthalpy) وكذلك قيمة التغير في الانتروبي القياسي من العلاقة:

$$\ln K = \frac{\Delta S^0}{R} - \frac{\Delta H^0}{RT}$$

حيث $R = 8.314$ j/k⁰ mol

برسم العلاقة بين ($1/T$) عند درجة 30، 40، 50 درجة مئوية و ($\ln K$) يمكن تقدير كلا من

(ΔS^0 ، ΔH^0) حيث أن الميل $\Delta H^0/R =$ الجزء المقطوع $\Delta S^0/R =$

نلاحظ من النتائج المدونة بالجداول (2،3،4) وكذلك الأشكال (4،3،2) أن كفاءة الادمصاص (q_e) تزداد مع الزيادة في الزمن وارتفاع درجة الحرارة.

حيث بلغت قيمة كفاءة الادمصاص (q_e) للعينة الأولى عند 30 درجة مئوية و90 دقيقة 22.21 مليجرام من كاتيونات الكاديوم لكل جرام من هيدروكسيلايتد الحديدك.

وعند 40 درجة مئوية و90 دقيقة تبلغ كفاءة الادمصاص 26.65 مليجرام من كاتيونات الكاديوم لكل جرام من هيدروكسيلايتد الحديدك.

في حين عند درجة 50 درجة مئوية و90 دقيقة بلغت كفاءة الادمصاص 23.10 مليجرام من كاتيونات الكاديوم لكل جرام من هيدروكسيلايتد الحديدك.

و من النتائج المدونة بالجداول (5،6،7) وكذلك الأشكال (5،6،7) أن كفاءة الادمصاص (q_e) للعينة الثانية عند 30 درجة مئوية و90 دقيقة بلغت قيمة 20.87 مليجرام من كاتيونات الكاديوم لكل جرام من هيدروكسيلايتد الحديدك.

وبلغت عند 40 درجة مئوية و90 دقيقة قيمة 24.43 مليجرام من كاتيونات الكاديوم لكل جرام من هيدروكسيلايتد الحديدك.

في حين بلغت كفاءة الادمصاص عند 50 درجة مئوية و90 دقيقة قيمة 25.76 مليجرام من كاتيونات الكاديوم لكل جرام من هيدروكسيلايتد الحديدك.

أي أن 40 درجة مئوية و90 دقيقة هي انطب الظروف لعملية الادمصاص للعيننة الأولى بينما كانت درجة الحرارة 50 درجة مئوية و90 دقيقة هي انطب الظروف لعملية الادمصاص للعيننة.

جدول (1) يوضح قيم ΔG° للعينات موضوع الدراسة .

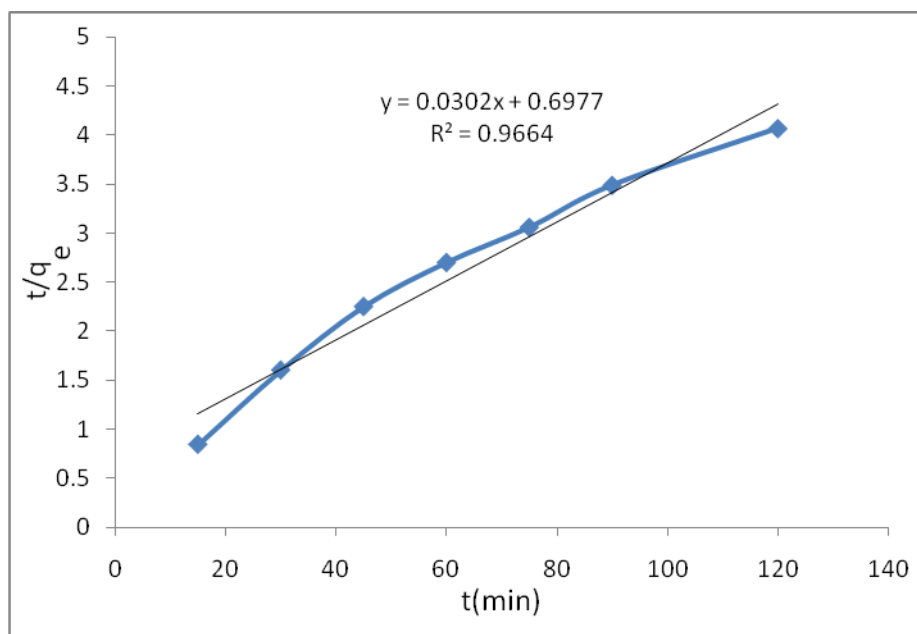
درجة الحرارة	30 C°	40 C°	50 C°
ΔG° للعيننة الأولى	17.43 K j mole ⁻¹	18.866 K j mole ⁻¹	20.57 K j mole ⁻¹
ΔG° للعيننة الثانية	17.83 K j mole ⁻¹	20.81 K j mole ⁻¹	25.43 K j mole ⁻¹

نلاحظ أن قيم (ΔG°) هي قيم موجبة الإشارة لجميع العينات موضوع الدراسة مما يدل على أن هذا التفاعل تفاعل لا تلقائي، وان قيمتها تزداد بزيادة درجة الحرارة وهذا يدل على أن عملية الادمصاص تكون انطب عند درجة الحرارة المرتفعة.

ومن خلال شكل (8،9) تم الحصول على قيم كلا من (ΔS° ، ΔH°)، فوجد أن قيمة (ΔH°) للعيننة الأولى تساوي (+ 29.09Kj/ mol) بينما كانت قيمتها للعيننة الثانية تساوي (+3.7546Kj/ mol) كذلك فإن قيم (ΔS°) للعيننة الأولى تساوي ($\Delta S^\circ = -5.5 \times 10^{-2}$ K j/ mol) بينما كانت قيمها للعيننة الثانية تساوي ($\Delta S^\circ = -4.9 \times 10^{-2}$ K j/ mol) من الملاحظ أن قيمة (ΔH°) قيمة موجبة لجميع العينات مما يدل على أن طبيعة هذا الادمصاص مصحوب بعملية ماصة للحرارة لجميع العينات كذلك قيمة (ΔS°) هي قيمة سالبة مما يدل على أن الادمصاص يكون بصورة لا عشوائية بين كاتيونات الكادميوم في المحلول و سطح هيدروكسلايتد الحديدك. أولاً:- نتائج الادمصاص للعيننة الأولى (المعرضة لبخار الماء لمدة شهر ونصف).

جدول (2) يوضح نتائج الادمصاص عند 30 درجة مئوية (العيننة_1).

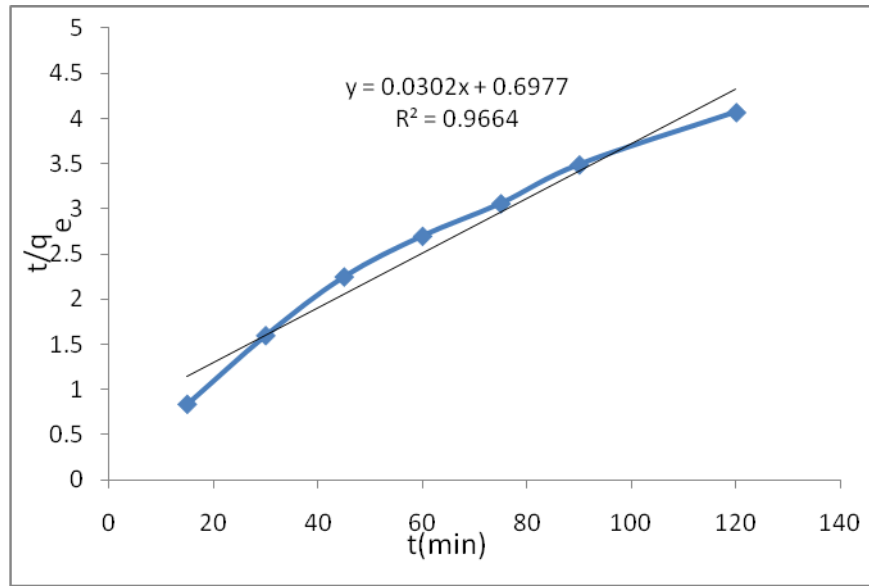
t(min)	v (ml)	Ce (mg/l)	C0 -Ce	qe (mg/gm)	t/qe
15	17	226.54	26.74	8.9133	0.168
30	16.8	223.87	29.32	9.7733	0.36
45	15.6	207.88	45.31	15.1033	0.297
60	15.2	202.55	50.64	16.88	0.355
75	14.5	193.22	59.97	19.99	0.375
90	14	186.56	66.63	22.21	0.405
120	14	186.56	66.63	22.21	0.472



شكل (2) علاقة لانجمير للادمصاص للعينة الأولى عند درجة 30 مئوية

جدول (3) يوضح نتائج الادمصاص عند 40 درجة مئوية. (العينة 1)

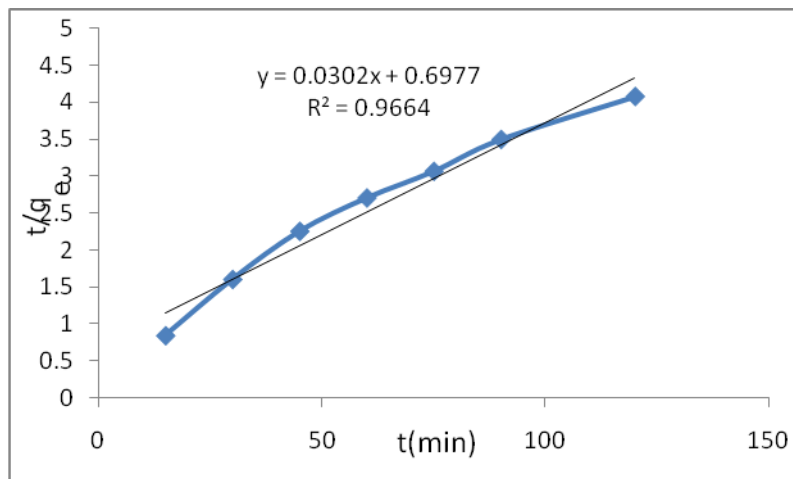
t (min)	v (ml)	C _e (mg/l)	C ₀ - C _e	q _e (mg/gm)	t/q _e
15	15.3	203.88	49.31	16.4366	0.912
30	15	199.89	53.30	17.7666	1.689
45	14.5	193.23	59.96	19.9866	2.25
60	14	186.56	66.63	22.21	2.70
75	13.5	179.90	73.29	24.43	3.06
90	13	173.23	79.96	26.6546	3.37
120	13	173.23	79.96	26.6546	3.93



شكل (3) علاقة لانجمير للادمصاص عند درجة 40 مئوية.

جدول (4) نتائج للادمصاص عند درجه 50 درجه مئوية (العينة 1).

t (min)	v (ml)	C _e (mg/l)	C ₀ - C _e	q _e (mg/gm)	t/q _e
15	16	213.21	39.98	13.3266	1.12
30	15.6	207.88	45.31	15.1033	1.98
45	15.2	202.55	50.64	16.88	2.66
60	14.7	195.89	57.3	19.10	3.14
75	14.3	190.56	62.63	20.8766	3.59
90	13.8	183.89	69.3	23.10	3.89
120	13.8	183.89	69.3	23.10	4.54

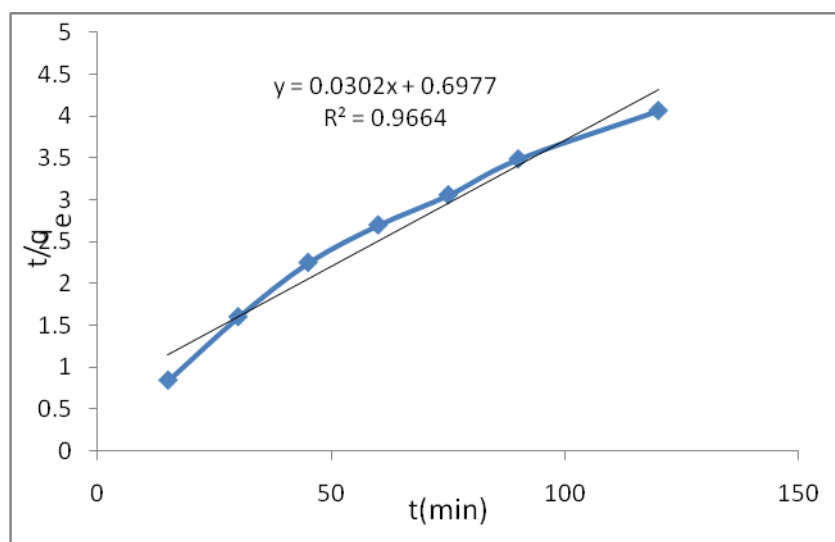


شكل (4) علاقة لانجمير للادمصاص عند درجة 50 مئوية.

ثانياً: نتائج الادمصاص للعينة الثانية (المعرضة لبخار الماء لمدة شهرين).

جدول (5) نتائج الادمصاص عند 30 درجة مئوية (العينة 2).

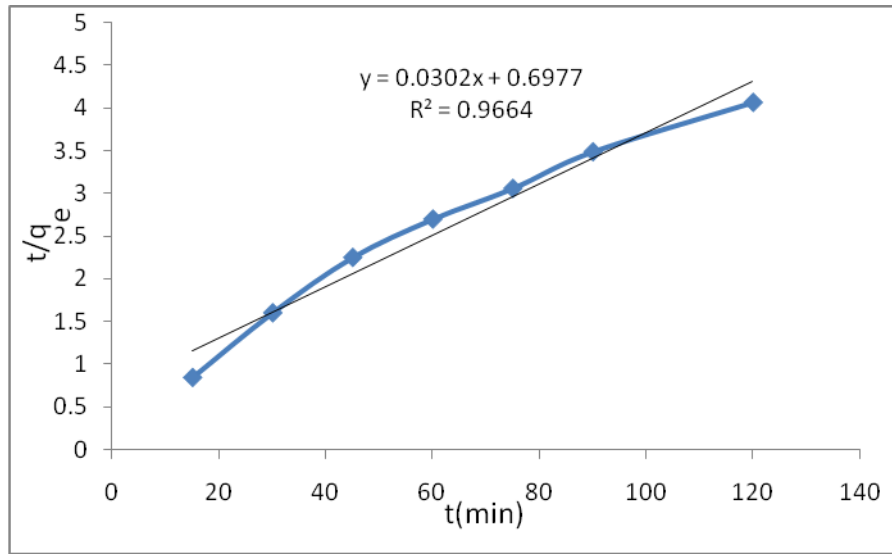
t(min)	v (ml)	Ce (mg/l)	C ₀ -Ce	q _e (mg/gm)	t/q _e
15	16	213.22	39.97	13.3233	1.12
30	15.8	210.55	42.64	14.2133	2.11
45	15.5	206.55	46.64	15.5466	2.89
60	15.2	202.55	50.64	16.88	3.55
75	14.5	193.23	59.96	19.9866	3.75
90	14.3	190.56	62.63	20.8766	4.31
120	14.3	190.56	62.63	20.8766	5.03



شكل (5) علاقة لانجمير للادمصاص عند درجة 30 مئوية.

جدول (6) نتائج الادمصاص عند 40 درجة مئوية (العينة 2).

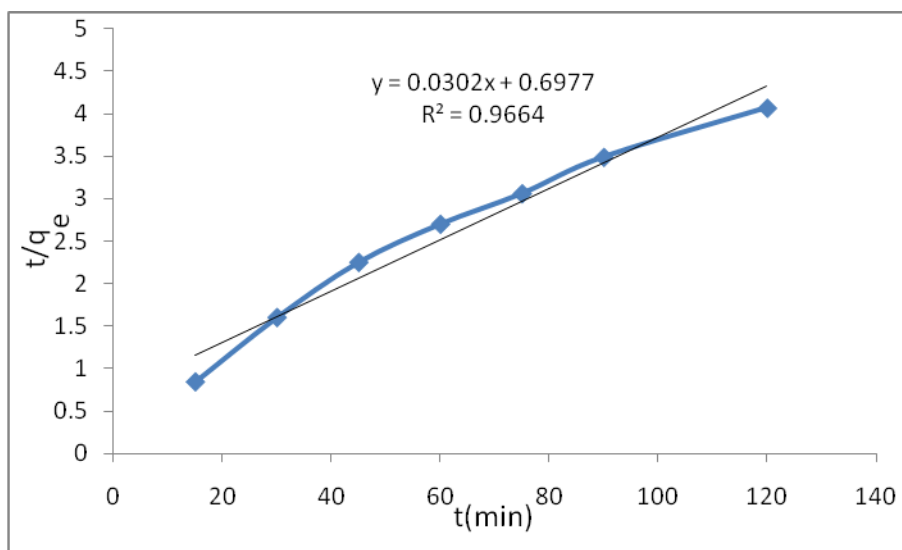
t(min)	v (ml)	Ce (mg/l)	C ₀ -Ce	q _e (mg/gm)	t/q _e
15	16	213.21	39.97	13.3233	1.126
30	15.6	207.88	45.31	15.1033	1.98
45	15	199.89	53.30	17.768	2.53
60	14.5	193.23	59.96	19.9866	3.00
75	14.2	189.23	63.96	21.32	3.52
90	13.5	179.90	73.29	24.43	3.62
120	13.5	179.90	73.29	24.43	4.29



شكل (6) علاقة لانجمير للادمصاص عند درجة 40 مئوية.

جدول (7) نتائج الادمصاص عند 50 درجة مئوية (العينة 2).

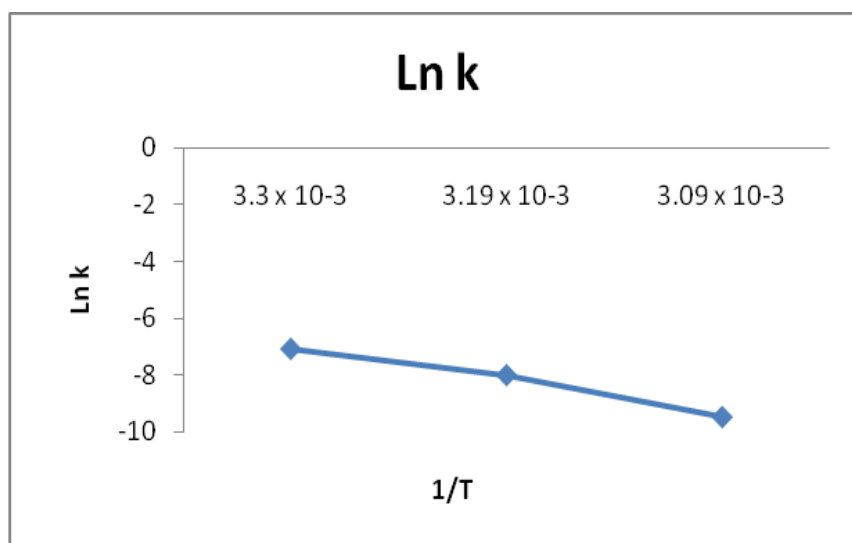
t (min)	v (ml)	C _e (mg/l)	C ₀ - C _e	q _e (mg/gm)	t/q _e
15	15	199.89	53.3	17.7666	0.84
30	14.8	197.22	55.97	18.6566	1.60
45	14.5	193.22	59.97	19.99	2.25
60	14	186.56	66.63	22.21	2.70
75	13.5	179.90	73.29	24.43	3.06
90	13.2	175.90	77.29	25.763	3.49
120	13.2	175.90	77.29	25.7633	4.07



شكل (7) علاقة لانجمير للادمصاص عند درجة 50 مئوية.

جدول (8) العلاقة بين $\ln k$ و $1/t$ للعينة الأولى.

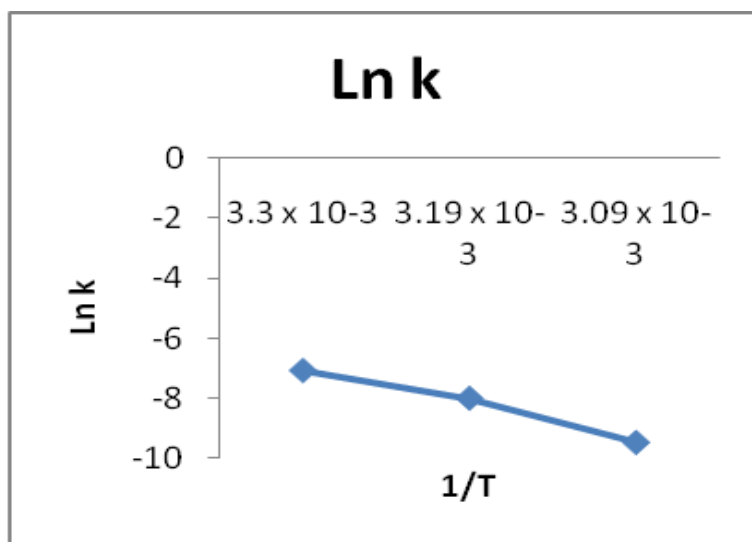
T	1 / T	K	Ln k
303	3.3×10^{-3}	9.85×10^{-4}	-6.92
313	3.19×10^{-3}	7.07×10^{-4}	-7.25
323	3.09×10^{-3}	4.71×10^{-4}	-7.66



شكل (8) العلاقة بين $\ln k$ و $1/t$ للعينة الأولى.

جدول (9) العلاقة بين $\ln k$ و $1/t$ للعينة الثانية.

T	1 / T	K	Ln k
303	3.3×10^{-3}	8.37×10^{-4}	-7.08
313	3.19×10^{-3}	3.33×10^{-4}	-8.00
323	3.09×10^{-3}	7.69×10^{-5}	-9.47



شكل (9) العلاقة بين $\ln k$ و $1/t$ للعينة الثانية.

الخلاصة

من خلال هذه الدراسة استنتجنا أنه يمكن استخدام هيدروكسيلايتد الحديدك في إزالة كاتيونات الكاديوم من المياه الملوثة بها، أيضاً أوضح تحليل الأشعة دون الحمراء وجود مجموعات من الهيدروكسيل علي سطح أكسيد الحديدك، مما يؤكد علي إمكانية أنشائها علي سطوح و أكاسيد معادن أخرى، و استنتجنا أن كفاءة الادمصاص للعينات (q_e) تزداد مع الزيادة في الزمن، و يرتفع درجة الحرارة فيما عدا العينة الأولى عند درجة الحرارة $50C^\circ$ حيث وجد إن كفاءة الادمصاص للعينة (q_e) قد قلت، و كانت أنسب درجة حرارة لعملية الادمصاص للعينة الأولى هي 40 درجة مئوية و لفترة زمنية 90 دقيقة و عملية الادمصاص للعينة الثانية هي 50 درجة مئوية و لفترة زمنية 90 دقيقة قبل التعرض.

التفاعل كان لا تلقائي حيث أن قيمة ΔG° هي قيمة سالبة، و طبيعة الادمصاص في هذه الدراسة مصحوب بعملية ماصة للحرارة حيث أن قيمة (ΔH°) ذات قيمة موجبة، أيضاً عملية الادمصاص بين كاتيونات الكاديوم في المحلول و سطح أكسيد الحديدك و هيدروكسيلايتد الحديدك تكون بصورة غير عشوائية حيث أن قيمة (ΔS°) قيمة سالبة، و أخيراً وجد إن زمن تعريض العينات لبخار يزيد من كفاءة الادمصاص نتيجة لزيادة مجموعات الهيدروكسيل علي سطح أكسيد الحديدك المعرض لبخار الماء.

المراجع (References)

المراجع العربية :

1. حمدي ، محمد مصباح ، بشير أشتوي ، عبد السلام السحاتي الكيمياء الفيزيائية العملية
2. فتحي عبدالعزيز عفيفي ميكانيكية السموم و الملوثات البيئية (2004) دار الفجر للنشر و التوزيع
3. عبد الإله الصطوف التلوث البيئي مصادره أثاره و طرق الحماية منه جامعة سبها (2005)
4. محمد مصباح عبدالرحيم ادمصاص كاتيونات النيكل علي سطح اكسيد الحديدك و هيدروكسليد الحديدك
المجلة المصرية للعلوم التطبيقية المجلد 28 عدد 7 ص (396-407) (2013)
5. خالد مفتاح الشريف ' ابراهيم حيدر . دراسة امتزاز ايونات الحديد ، النحاس ، و الكوبلت باستخدام مسحوق القهوة و الشاي جامعة مصراتة (2018)

المراجع الأجنبية:

6. Saad .H.Ammer Extraction of Zn(11)and Cu(11) Ions using PEG (300) –Kclsalt aqueous tow –phase system Al-kwarizmi engineering journal (vol .7.No 2 pp 68-74 (2011)
7. Saad.H.Ammar-L. Pawlowski,"physicochemical Methods for Water and Wastewater Treatment ", Elsevier, New Yurk,USA,1982.
8. Y.Gushikem and L.T.Kubota , "Proceeding of the international Conference on Ion Exchange ", Tokyo , Japan , 1991.
9. N. Nagata and P.G. Patricio,J.of Colloid and Interface Science, 200(1998) 121.
10. G.N. Manju, K.A. Krishnan and T.S. Anirudhan,J.of Hazardous Materials , 91(2002) 221.
11. M.Matlock and D.E.Atwood, Water Resources,36(2002)4757.
12. A.I.Zouboulis and K.A.Matis, Process Biochemistry, 39(2004)909.
13. Garton,A.,Infrared Spectroscopy of Polymer Blends,Composites and Surfaces, Hanser Publishers, New York,1992.
14. D.L.Pavia,G.M.Lampman and J.R.VCyvyan, "Introduction to Spectroscopy" Brooks/Cole, CengageLearning , USA,2006.
15. K.Nakamoto, " Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds" ,5th Edition, Wiley ,New York, 1997.
16. Y.S.Ho and G.Mckay, Water Research,33(1999)578
17. G.N. Manju and T.S .Anirudhan, J.Hazardous Materials,91(2002)221.
18. G.H.Pino, L.M.Souza,J. Minerals Engineering,19(2006)280.
19. Langmuir,J.American Chemical Society,38(1916)2221.
20. y.Huang and C.Y.Chan,J.Hazardous Materials,95(2006)3221.