ازالة ايونات الحديد (III) من المحاليل المائية باستخدام طين البنتونايت

م.م سحر ريحان فاضل
جامعة ديالى / كلية العلوم / قسم الكيمياء

الخلاصة

يتضمن البحث دراسة لاحد تطبيقات ظاهرة الأمتزاز من المحلول . حيث يهتم بدراسة قابلية سطح احد الأطيان العراقية (البنتونايت) لأمتزاز أيون الحديد (III).إن الهدف من هذه الدراسة هو لغرض البحث عن سطح مناسب ومتوفر محليا يمتلك فعالية عالية لإزالة أيون الحديد (III) ، ومن ثم استعمال هذا السطح لمعالجة تلوث المحاليل المائية بأيون هذا العنصر الثقيل ومستقبلا لعناصر اخرى ذات سمية عالية ,تم استخدام تقنية الامتصاص الذري اللهبي لتعيين كمية الأيون الممتز، ومن رسم العلاقة بين الكمية الممتزة (للأيون) والتركيز عند الاتزان تم التعرف إلى ايزوثيرم الأمتزاز عند درجات حرارة مختلفة وكذلك في ظروف مختلفة من وزن السطح الماز و pH أمكن التوصل من خلال هذا البحث إلى النتائج الآتية :

إن شكل الايزوثيرم الذي تم التوصل إليه من امتزاز أيون الحديد (III) على سطح البنتونايت يتبع معادلة لانكماير في جميع الحالات وقد أظهرت النتائج ان عملية الامتزاز باعثة للحرارة، حسبت الدوال الثرموديناميكية (ΔH وΔG وΔS) وقد تم مناقشة النتائج,كما وجد إن قابلية الطين على امتزاز أيون الحديد (III) يزداد بزيادة وزن المادة المازة عند ثبوت درجة الحرارة كما وكذلك عند زيادة pH المحلول فان النسبة المئوية لازالة ايون الحديد (III) تزداد عند ثبوت درجة الحرارة.

كلمات مفتاحيه: الامتزاز , السطح الماز , المادة الممتزة , الايزوثيرم الامتزاز

Removal of Iron (III) Ions From It's Aqueous Solutions By Bentonite clay

Sahar Rihan Fadhel

Dialy university/college of science/department of chemistry

This research is concerned with one of applications of adsorption from solution . It deals with the study of the ability of selected clay surface (bentonite) for the adsorption of iron (III) ion . The target of this study is to search for suitable surfaces which posses high activity for the adsorption of iron (III) ion , and then to use these surfaces for treatment the pollution of aqueous solutions by this heavy metal ion .

The technique of flame atomic absorptiometry was used to determine of the quantity of ion adsorbate.The constructed isotherms were studied at different parameters such as, temperature, pH,adsorbent weight and contact time (equilibrium time).

This study exhibited the following results :

The shape of the isotherm obtained from the adsorption of iron (III) ion on this clay found to be comparable in all cases to the Langmuir equation ,the results indicated exothermic processes for iron(III) ion and the thermodynamic functions (ΔH, ΔG and ΔS) were calculated and the results were discussed, at constant temperature the increase in weight of the adsorbent increased the removal percentage values of iron(III) ion, and the change in pH values indicated that removal percentages of iron(III) ion was increased with an increase in pH

Key words: adsorption , adsorbent , adsorbate , adsorption isotherm

المقـدمة

تكون أغلب العناصر الفلزية ذات سمية عالية وغير قابلة للتحلل، وإن وجود ايونات العناصر الفلزية في البيئة المائية شائع بسبب النشاطات الصناعية وهذا يدعو إلى القلق الشديد إذا تجاوزت الحدود المسموح بها كما ان عدم تحللها يعمل على تراكمها وزيادة تراكيزها, لذا فان اهم مصادر التلوث بأيونات العناصر الفلزية متمثلة بالنفايات القادمة من الصناعات المعدنية، والطلاء الكهربائي، وعمليات الدباغة، وصناعة البطاريات، والاصباغ وكثير من النشاطات الصناعية الأخرى، كما ان دفن النفايات والمياه البيتية الملوثة وغيرها من المصادر التي تساهم في وجودها في البيئة المائية[1]. تسبب ايونات العناصر الفلزية مشاكلاً صحية خطيرة للانسان والحيوان فقد تدخل في تركيب السلسلة الغذائية وتؤدي الى التسمم وربما بعضها يكون مسرطناً[2]. لازالة التلوث بأيونات العناصر الفلزية من المحاليل المائية يصار الى اساليب عديدة منها الترسيب الكيميائي، والتبخير، والطرائق الالكتروليتية، والاستخلاص بالمذيب، والتبادل الأيوني، والامتزاز[3]. ويعد الأمتزاز على المواد الصلبة من الطرائق الفعالة في هذا النوع من المعالجات ويعد الكاربون المنشط من المواد الكفؤة والمنافسة في هذا المجال ألا إن كلفة إنتاجه لازالت تعد عالية ولاسيما في بلدان العالم الثالث , لذلك بدأ العديد من العاملين في هذا المجال من البحث عن بدائل كمواد مازه جيدة معتمدين على ماهو متوفر من مواد طبيعية وتعد الأطيان من المواد البديلة والكفؤة التي يمكن استخدامها لأزالت أيونات الفلزات الثقيلة من الأنظمة المائية [4].

من هذه العناصر الفلزية الحديد حيث تؤدي زيادة الحديد في جسم الانسان إلى تراكمه في الأنسجة و الأعضاء مما يسبب إنتاج جذور حرة (Free Radicals) وكذلك يؤدي إلى تلف القلب والكبد والبنكرياس الذي يؤدي الى الاصابة بمرض السكري البرونزي (Bronze Diabetes) وكذلك يودي إلى تلف الغدد التناسلية و أعضاء أخرى كما إن زيادة الحديد تؤدي إلى فرط التلون وهو اضطراب وراثي يتعلق بالأيض حديدي ويسبب اصطباغ الجلد بلون برونزي كما إن الحديد ضار للأشخاص الذين تم نقل الدم إليهم حديثا أو لمن يعانون اختلاف في الجينات أو عند تناوله بصورة تكميلية على نحو مفرط للمرأة الحامل حيث يسبب التسمم كما يؤدي إلى زيادة الخطر بسرطان الحلق و المعدة لكن هذا الخطر يتعلق مع زيادة مستويات الزنك [5,6]

الجزء العملي

المادة المازة Adsorbent

تمّ الحصول على طين البنتونايت (المادة المازة) من موقع الصفرة في الصحراء الغربية، وهو مادة ذات لون أصفر ناعم الملمس، لا يذوب في الماء وفي الحوامض العضوية واللاعضوية والقواعد الهيدروكسيدية، ويبين الجدول (1) النسب المئوية لمكونات البنتونايت.

لتهيئة مسحوق الطين يُغسل الطين بكمية كافية من الماء المقطر ولعدد من المرات يصل إلى (16 مرة) لازالة المواد الغريبة والمواد القابلة للذوبان في الماء ثم يُجفف في فرن عند درجة حرارية (140°C) مدة ثلاث ساعات. يُطحن الطين

المجفف لغرض الحصول على دقائق ناعمة تمَّ نخل المسحوق المطحون باستخدام منخل مناسب (Seive) للحصول على الحجم المطلوب. استخدم الحجم (75 µm) فما دون في جميع التجارب المتعلقة بهذه الدراسة.

*** الجدول (1) النسب المئوية لمكونات البنتونايت**

Compound	Wt. %
SiO_2	56.5%
Al_2O_3	15.5
CaO	4.5
Fe_2O_3	5.3
MgO	3.5
Na_2O	0.7
SO_3	0.5
K_2O	0.6
Loss on ingnition	12.28
Total	99.38

* الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين

تحضير المحاليل Preparation of solution: تم تحضيرالمحلول القياسي الخزين المستعمل في هذه الدراسة لايون Fe(III) بتركيز (1000 mg/L) حيث اذيب (4.8440 gm) من(FeCl3 . 6H2O) في لتر من الماء المقطر, ومن خزين المحلول القياسي حضرت المحاليل القياسية التي يتطلبها العمل بأسلوب التخفيف المتعاقب حسبما تتطلبه التجارب.

تعيين منحني المعايرة Calibration curve: تم تحضير محاليل عدة بتراكيز مختلفة مداها بين mg/L (1-200) تم قياس الحديد بطريقة الامتصاص الذري اللهبي (لجميع التجارب) وسجل الامتصاص عند (λ max)(480nm) لهذه المحاليل وبرسم قيم الامتصاص مقابل التراكيز وبتطبيق قانون بير – لامبرت تم الحصول على منحني المعايرة كما في الشكل(1) ومن منحني المعايرة تم الحصول على المعادلة التالية لحساب التراكيز لأيون الحديد

$$Abs = 0.0016\ conc + 0.0108$$

تأثير وزن المادة المازة Effect of Adsorbent Weight : لدراسة تأثير تغيير وزن المادة ألمازة في عملية الأمتزاز تم أخذ عشر قناني حجميه وأضيف لها (25ml) من محلول ايون(Fe(III ذو التركيز (150mg/L) وأوزان مختلفة من

المادة ألمازة مداها gm(1 –0.1) لكل واحدة منها على التوالي ووضعها في حمام مائي هزاز عند درجة حرارة (25°C) وزمن أمتزاز (20 min).

ايزوثيرم الامتزاز Adsorption Isotherm: للحصول على ايزوثيرم امتزاز ايون Fe(III) مع البنتونايت حُضرت محاليل مختلفة التركيز ضمن مدى mg/L(170–100) وأضيف (25 mL) من محاليل هذه التراكيز الى (0.1 gm) من البنتونايت على التوالي في ست قناني حجميه ، ووضعت هذه المحاليل في حمام مائي هزاز (Thermostated Shaker) بسرعة (160 دورة/ دقيقة) وبدرجات حرارة Ċ (10,25,45) ولزمن اتزان (.20 min) وبعد انتهاء زمن الاتزان وضعت المحاليل في جهاز الطرد المركزي بسرعة (1500 دورة/ دقيقة) لمدة (10 min) وبعد ان رشحت المحاليل جرى قياس امتصاص المحاليل الرائقة, ومن خلال قيم الامتصاص عُين التركيز عند الاتزان لكل محلول بالرجوع إلى منحني المعايرة. وبعدها وجدت السعة الوزنية للامتزاز.

وقد استخدمت طريقة العمل هذه في جميع تجارب البحث .

تأثير درجة الحرارة Effect of Temperature: جرت دراسة تأثير درجة الحرارة في الامتزاز عند ثلاث درجات حرارية مختلفة لايون Fe(III) هي (10,25 and 45°C) وسجل تأثير درجة الحرارة في الامتزاز للايون الممتز من خلال ايزوثيرمات الامتزازكما تم ايجاد قيم الدوال الثرموداينميكية للامتزاز عند الدرجات الحرارية المقاسة .

تأثير الدالة الحامضية Effect of pH : لقياس تاثير الدالة الحامضية تم تثبيت جميع الظروف من درجة حرارة (25°C) ووزن السطح المازgm(0.1) وحجم (25mL) وتركيز(150 mg/L) من محلول Fe(III) و نظمت الدالة الحامضية ضمن المدى (8 – 1.2) وذلك باستخدام(0.1N) من NaoH و(0.IN) من HCI لمعادلة الدالة الحامضية ضمن المديات المذكورة, وقيست الدالة الحامضية بواسطة جهاز(pH meter) ,واكملت طريقة العمل اعلاه .

النتائج والمناقشةResults and discussion

زمن اتزان الامتزاز Equilibrium Time of Adsorption : لغرض تحديد زمن الاتزان بين السطح ألماز والمادة الممتزة تم تثبيت جميع الظروف من تركيز المادة الممتزة و وزن السطح ألماز وحجم المحلول ودرجة الحرارة عند (25C°) ويبقى عامل الزمن هو المتغير في هذه التجربة , حيث أخذت ثمان قناني حجميه , ووضع في كل واحدة منها(25mL) من محلول الحديد(III) بتركيز(150ppm) وإضيف له (0.2gm) من البنتونايت ووضعها في حمام مائي هزاز (160rpm) وبدرجة حرارة (25°C) وبأخذ العينات في مدد زمنية minutes (10,20,30,40,50,60,90) وقياس الامتصاص لها بعد أجراء عمليتي الفصل و الترشح, ومن خلال متابعة تغير الامتصاص مع الزمن حدد زمن الاتزان للمادة الممتزة مع السطح ألماز, حيث أظهرت نتائج الدراسة المبينة في الشكل (2)أن الزمن اللازم للوصول إلى اتزان التركيز Fe(III) هو(20 minutes) حيث تم ايجاد النسبة المئوية لازالة Fe(III) بواسطة العلاقة التالية :

$$\text{Removal Rate} = \frac{Co-Ce}{Co} *100$$

حيث ان :

C_o: التركيز الابتدائي لمحلول المادة الممتزة (mg/L)

C_e: التركيز عند الاتزان لمحلول المادة الممتزة (mg/L)

تاثير وزن المادة المازة Effect of Adsorbent Weight : درس تأثير وزن المادة ألمازة في عملية الامتزاز باستعمال تركيز ثابت من Fe(III) (150mg/L) وأوزان مختلفة من المادة ألمازة (البنتونايت) عند درجة حرارة (25°C) الشكل(3) يوضح تأثير وزن المادة المازة في النسبة المئوية لإزالة Fe(III) , تشير النتائج المبينة في الشكل (3) إن النسبة المئوية لإزالة Fe (III) تزداد بزيادة وزن المادة ألمازة (البنتونايت). إن زيادة وزن المادة ألمازة يعني زيادة في عدد المواقع الفعالة المهيأة لامتزاز الايونات على السطح أي زيادة فعالية السطح ومن ثم تزداد كمية الايونات الممتزة من المحلول فتزداد النسبة المئوية للإزالة , [7,8] حتى تصل إلى قيمة محددة تمثل كمية المادة ألمازة في مرحلة الإشباع ولا تتأثر بزيادة وزن الطين .

ايزوثيرم الامتزاز لايون(Fe(III): أجريت دراسة ايزوثيرم امتزاز ايونات Fe(III) من المحاليل المائية على سطح البنتونايت بدرجات حرارة هي ˚C (45 ,25, 10) حسبت السعة الوزنية للمادة الممتزة (Qe) المقابلة لكل قيمة من قيم تراكيز الاتزان (Ce) وحسب العلاقة الاتية [9].

$$Q_e = \frac{V_{sol}.(C_o - C_e)}{m} .....$$

حيث ان:

Q_e: السعة الوزنية للمادة الممتزة (mg/g)

V: الحجم الكلي لمحلول المادة الممتزة (L)

m: وزن المادة المازة (g)

إن رسم علاقة السعة الوزنية للمادة الممتزة مع التركيز عند الاتزان يعطي الشكل العام لايزوثيرم الامتزاز وكما مبين في الشكل (4), ان دراسة ايزوثيرم الامتزاز يعطي معلومات مهمة في وصف عملية الامتزاز وظروفها ومعرفة سعة الامتزاز للمادة الممتزة مع تركيزها عند حصول عملية الامتزاز. تشير النتائج إلى الزيادة في سعة امتزاز Fe(III) على سطح البنتونايت مع زيادة تركيز الايون حتى تصل الى قيمة محددة (القيمة القصوى)، إن النقصان يُمكن ان يعزى الى

امتزاز المذيب على حساب الأيون الممتز في التراكيز العالية[10]، كما يمكن ان يُعزى هذا النقصان بسبب حصول عملية عكوسة وهي الابتزاز Desorption[5،18].

ان الشكل العام لايزوثيرم امتزاز الايون على سطح البنتونايت يتوافق مع النوع (L) (L-type) على وفق تصنيف (Giles), حيث يكون توجه الجزيئات الممتزة على الطبقة السطحية للماز أفقيا أي إن المحور الأكبر للجزيئات الممتزة يكون موازياً للسطح ألماز, هذا يعني وجود تجاذباً الكتروستاتيكياً بين السطح المشحون بشحنة سالبة والايون الموجب الشحنة في المحاليل المخففة (dilute solutions) لذلك ان اغلب الايونات سوف تمتز من المحلول المخفف على سطح البنتونايت حتى يصبح تركيز الايون المتبقي كمية قليلة [11]. يستند الايزوثيرم من الصنف (L) إلى معادلة لانكماير للامتزاز وهذا يدل على حصول امتزاز قوي للايون على سطح البنتونايت، ولا توجد منافسة من جزيئات المذيب على المواقع الفعالة للسطح الماز وان الامتزاز ينحصر بتكوين طبقة جزيئية واحدة [12] . طبقت البيانات التجريبية على معادلتي فريندلش ولانكماير للامتزاز. دلت النتائج الى انطباق معادلة لانكماير لوجود علاقة خطية بين قيم (C_e/Q_e) مقابل قيم (C_e) كما مبين في الشكل (5).

يعدّ سطح البنتونايت من السطوح غير المتجانسة التي تحتوي على مواقع فعالة تختلف في خصائصها الفيزيائية والكيميائية وفي الهيأة الفراغية[13]، كما يتصف بخاصية التبادل الايوني[14] وعليه فإن سلوكه كسطح ماز يعتمد على حجم الايون وتكافؤه والتوجه الفراغي للايونات والجزيئات تجاه السطح الماز[15].

من الممكن اعطاء فكرة عن طبيعة وسلوك الطين داخل المحلول وحسب نظرية (Grouy- Chapman)، إذ توجد طبقتان تحيطان بدقائق الطين، طبقة داخلية تتضمن الشحنات السالبة الناتجة من ايونات (OH^-) أو (O^{-2}) في شبكية الطين وطبقة خارجية تتضمن الايونات الموجبة[16] ، اذ تبرز وفرة من المواقع الفعالة للامتزاز نظراً لامتلاك دقائق الطين الرطبة طبقة الكتروستاتيكية مزدوجة (طبقة كهربائية ساكنة مزدوجة) (Electrostatic double layer)، ان دقائق الطين المشحونة في المحلول المائي تستطيع جذب الايونات او الجزئيات اما بوساطة القوة الالكتروستاتيكية أو عن طريق قوى حث ثنائي القطب[15]

حُسبت قيم ثوابت لانكماير من معادلته الخطية والممثلة بسعة الامتزاز العظمى (a) (maximum adsorption capacity) وثابت الاتزان (b) (equilibrium constant) الذي يعود الى طاقة الامتزاز والخطية (R^2) (Linearity) للايون كما مبين في جدول (2)

الجدول (2) قيم ثوابت لانكماير ومعامل الارتباط لامتزاز ايون Fe(III) على سطح البنتونايت عند درجات حرارية مختلفة

Temperature (°C)	a (mg/g)	b (L/g)	R^2
10	.474415	3.9836	0.9992
25	13.7617	1.4138	0.9970
45	12.4987	1.4247	0.9998

تدل نتائج الدراسة على انه قيم (a)و(b) تقل مع زيادة درجة الحرارة، وهذا سلوك متوقع مع ارتفاع درجات الحرارة [17]

تأثير درجة الحرارة في الامتزاز Effect of Temperature on the Adsorption

اجريت دراسة تأثير درجة الحرارة في امتزاز ايون(III) Fe على سطح البنتونايت عند درجات حرارية مختلفة (10 °C، 25، 45) اظهرت النتائج وكما مبين في الشكل (4) , ان امتزاز الايونات يزداد بانخفاض درجة الحرارة أي ان عملية الامتزاز من النوع الباعث للحرارة (Exothermic Process) [18,15].ان دراسة تأثير درجة الحرارة في عملية الامتزاز تساعد في تقدير قيم الدوال الثرمودنياميكية (الطاقة الحرة(ΔG)، والانثالبي(ΔH) ، والانتروبي (ΔS). [197،].

يمكن حساب قيمة التغير في الطاقة الحرة لنظام الامتزاز (ΔG) من المعادلة الآتية[10]:

$$\Delta G = - RT \ln K \quad \ldots.$$

إذ ان:

ΔG: التغير في الطاقة الحرة ($kJ.\ mol^{-1}$)

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

K: ثابت الاتزان لعملية الامتزاز

حسبت قيمة ثابت الاتزان لعملية الامتزاز عند كل درجة حرارية من المعادلة[10]

$$K = \frac{Q_e \times W_{(g)}}{C_e \times 0.25L} .....$$

إذ ان:

Q_e: السعة الوزنية للامتزاز (mg/g)

C_e: تركيز الاتزان للمادة الممتزة (mg/L)

W: وزن المادة المازة (g)

0.25 L: حجم محلول الايونات المستعملة في عملية الامتزاز.

كما يمكن إيجاد قيمة حرارة الامتزاز(ΔH) (Heat of Adsorption) من خلال رسم قيم لوغارتيم ثابت الاتزان مقابل قيم مقلوب درجة الحرارة (1/T) وكما مبين في الشكل (6) واستناد الى المعادلة الاتية[20]

$$\ln K = \frac{-\Delta H}{RT} + constant.....$$

فتعطي علاقة خطية ميلها مقداره (ΔH/R –). أما التغير في الانتروبي (ΔS) فيمكن حسابه بتطبيق معادلة كيبس (Gibbs Equation) للاتزان:

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

الجدول (3)يبين قيم لوغارتم ثابت الاتزان الثرموديناميكي والدوال الثرموديناميكية المحسوبة

جدول (3) لوغارتم ثابت الاتزان الثرموديناميكي والدوال الثرموديناميكية لامتزاز Fe(III) على سطح البنتونايت بدرجات حرارية مختلفة

T(°C)	LnK	ΔG (kJ. mol^{-1})	ΔH (kJ. mol^{-1})	ΔS (J. K^{-1} mol^{-1})
10.0	2.6640	-6.2680	-0.9680	0.0188
25.0	2.5859	-6.4067	-0.9680	0.0183
45.0	2.2888	-6.0512	-0.9680	0.0161

يظهر الجدول (3) ان قيم حرارة الامتزاز (ΔH) على سطح البنتونايت قيم سالبة ممايدل على ان عملية الامتزاز باعثة للحرارة. اما القيم السالبة للتغير في الطاقة الحرة (ΔG) تدل على ان الامتزاز تلقائي والقيم الموجبة للانتروبي (ΔS) تشير الى ان الايونات الممتزة والمتداخلة تكون اقل انتظاماً على السطح عند حصول الامتزاز عما هي في المحلول [15]

تأثير الدالة الحامضية Effect of pH: دُرس امتزاز Fe (III) على سطح البنتونايت في دوال حامضية مختلفة عند تركيز ثابت (150 mg/L) ودرجة حرارة ثابتة (25°C) وكما مبين نتائجه في الشكل (7) .

من النتائج المبينة في الشكل (7) يلاحظ ان النسبة المئوية لازالة Fe (III) على سطح البنتونايت تزداد بزيادة pH المحلول وهذا يمكن تفسيره وفقا للأتي :-

يعد طين البنتونايت من السطوح الغير المتجانسة التي تحتوي على مواقع مشحونة بشحنة موجبة أكثر من المواقع المشحونة بشحنة سالبة [21,17] . لذلك عند قيم pH الواطئة والتي تكون فيها وفرة من ايونات الهيدروجين وهذه الأخيرة سوف تنافس Fe (III) على مواقع الشحنات السالبة الموجودة على سطح البنتونايت حيث تقل النسبة المئوية لازالت Fe (III) وعلى العكس من ذلك عند قيم pH العالية سوف يقل تركيز (H^+) في المحلول فتقل المنافسة مع ايون Fe (III) على المواقع الرابطة لسطح البنتونايت ويفضل امتزاز الكيتون على السطح مما يرفع من قيمت النسبة المئوية لازالة Fe(III) .

Conclusions الاستنتاجات

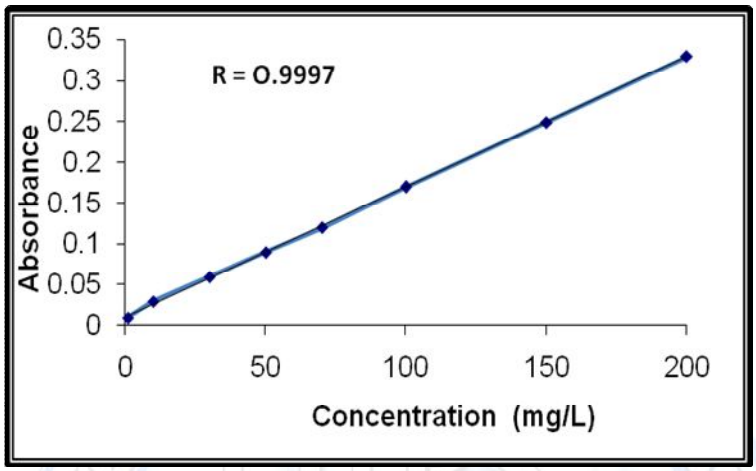
- بينت النتائج التجريبية إن أفضل زمن لازم للوصول إلى حالة اتزان تراكيز ايون Fe(III) مع السطح ألماز المستخدم (البنتونايت) هو 20دقيقه .
- اظهرت النتائج ان النسبة المئوية لإزالة ايون Fe (III) تزداد بزيادة وزن المادة المازة
- أظهرت النتائج إن ايزوثيرم امتزاز Fe(III) على سطح البنتونايت يطابق معادلة (Langmuir) حيث تمت دراسة عملية الإزالة بدرجة حرارة °C (10, 25,45)
- دُرس امتزاز ايون Fe(III) على سطح البنتونايت في درجات حرارية مختلفة °C (10, 25, 45)، وقد أظهرت النتائج ان كمية المادة الممتزة تزداد بانخفاض درجة الحرارة أي ان عملية الامتزاز باعثة للحرارة، حسبت الدوال الثرموديناميكية (ΔH وΔG وΔS) وقد تم مناقشة النتائج.
- عند دراسة إزالةFe(III) على سطح البنتونايت عند قيم مختلفة للدالة الحامضية بثبوت درجة الحرارة ظهر إن النسبة المئوية لإزالة ايون Fe (III) تزداد بازدياد الدالة الحامضية.

المصـــادر

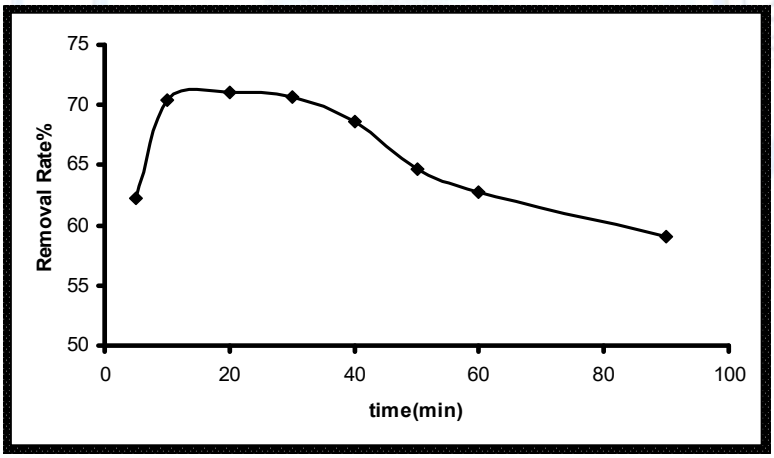
1. Jude C. Lgwe and Augustin A. Abia, "Equilibrium sorption Isotherm studies of Cd(II), Pb(II) and Zn(II) ions detoxification from waste water using unmodified and EDTA-modified maize husk", Electronic Journal of Biotechnology, Nigeria, pp: 1-9, (2007)
2. Bourliva A., Michailidis K., Sikalidis C. and Trontsios G., "Removal of Lead (Pb^{2+}) and Zinc (Zn^{2+}) from aqueous solutions by Adsorption on Vermiculite from Askos Area in Macedonia (Northern Greece)", Thessaloniki, pp: 182-191, (2004).
3. Kocaoba S. and Akcin G., "Removal of Chromium (III) and Cadmium (II) from aqueous solutions", Davutpas, Istanbul, Turkey, pp: 151-156, (2004).
4. Wismanp "Introductionto Industrial organic Cheistery " London , Applied Science (1980).
5. Abdo U., Nasier S. and Eltawil Y. J. Environ. SC. and Health. 32, 1159, (1997).
6. Naddafi., Nabizadh, R.,Saeedi, R.and Mahvi,A.H.,"Kinetic and equilibrium studies of Fe(II) and Pb(II) biosorption from aqueous solution by sargassum sp " Iran. J .Environ . Health Sci. Eng., 2(3), 159-168 (2005).

7. Mohammad H. Entezari and Tahereh Rohani Bastami, "Sono-Sorption as a New Method for the Removal of Lead ion from Aqueous Solution", Journal of Hazardous Materials, Mashhad, Iran, pp: 959-964, (2006).
8. Riaz Qadeer and Abdul Hameed Rehan, "A Study of the Adsorption of Phenol by Activated Carbon from Aqueous Solution", Islamabad, Pakistan, pp: 357-361 (2002).
9. Adamson A, W. , "Physical chemistry Of Surfaces" 4th Edition, John Wiley. And Sons ,Newuork, : PP370-377,388-390 1982).
10. Kipling J.J.,"Adsorption From Solutions Of Non-Electrolytes" Academic Press ,London PP:129-131 (1965).
11. Giles C. H., and Smith D., "A General treatment and Classification of the Solute Adsorption Isotherm", J. Colloid and Interface Science, 47 (3), pp: 755-765, (1974)
12. O sick J. and Copper I. L., "Adsorption", John Wiely and Sons, New York, p: 126, (1982).
13. Sanchez C. M. and Sanchez M. M. "Adsorption of Quindine Sulphate by Montmorillonite", J. Pharm. Belg., 37, pp:177-182,(1982).
14. Rowe R. K., "Geotechnical and geo-environmental engineering", Hand Book, Kluwer, Academic Publishers, p: 693, (2001).
15. Hillel D., "Fundamentals of Soil physics", Academic Press, New York, pp: 116-238,(1980).
16. Laidler K. J. and Meiser J. H., "Physical Chemistry", 2nd ed., Houghton Mifflin Company, Boston, pp: 854-857,(1995).
17. Lund W., "The Pharmaceutical Codex", 12th ed. the Pharmaceutical press, London, pp: 774-851, (1994).
18. Ravi V. P., Jasra R. V. and Bhat T. S. G., Chem. Biotech. 71: 173- 179, (1998). Michael
19. Horsfall Jnr. and Ayebaemi I. Spiff, "**Studies on the Effect of pH on the Sorption of Pb^{+2} and Cd^{2+} ions from aqueous by Caladium bicolor (wild co coyam) biomass**", Electronic Journal of Biotechnology, Portharcourt, Nigeria pp: 1-16, (2004).
20. Vindo V. P. and Anirudham T. S. "**Sorption of Tannic Acid on Zirconium Pillard Clay**", J. Chem. Technol. Biotechnol., 77: 92-101 (online: 2001).

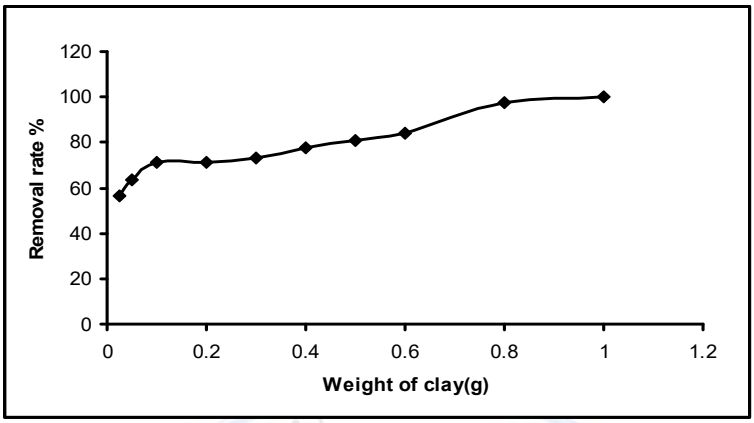
21. Sevgi Kocaoba and Göksel Akcin, "Removal and Recovery of Chromium and Chromium Speciation with MINTEQ A2", Istanbul, Turkey, pp:23-30, (2002)



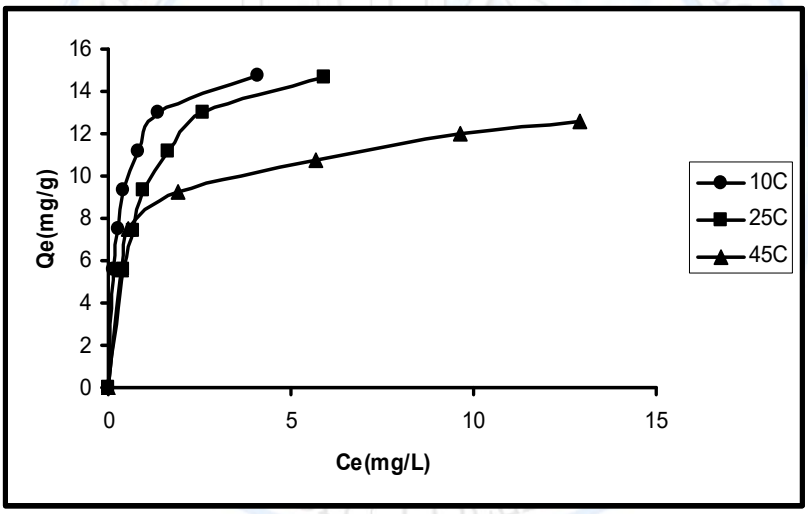
شكل (1) منحني المعايرة لايون الحديد (III)



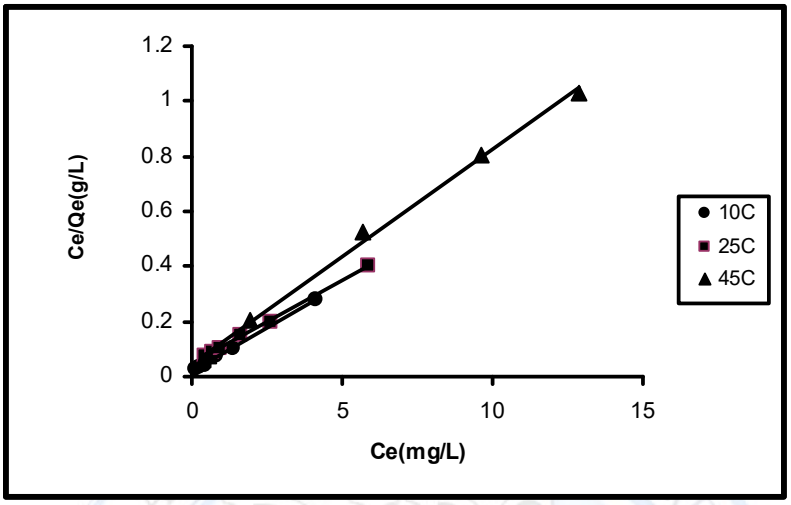
شكل (2) زمن الاتزان لايون الحديد (III) على سطح البنتونايت عند تركيز(150 mg/L) ودرجة حرارة 25°C



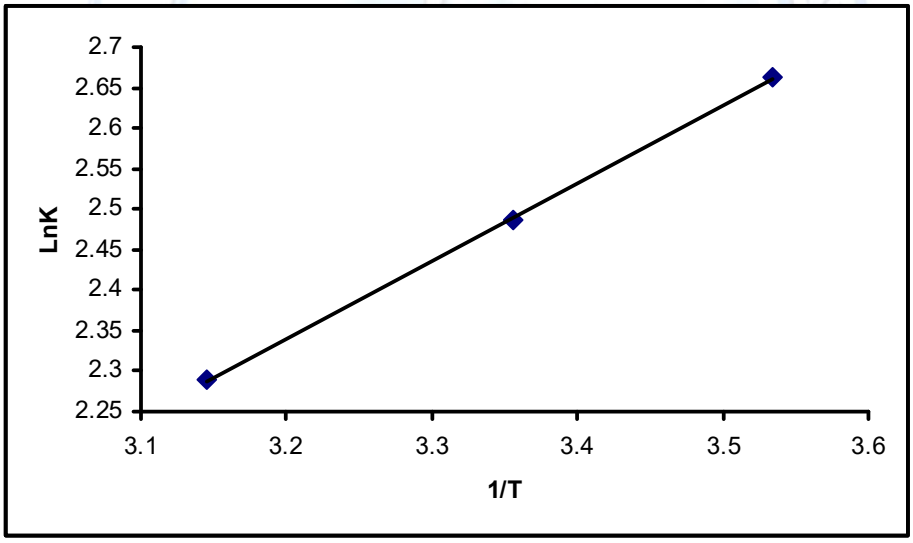
الشكل (3) تأثير تغير وزن المادة المازة في النسبة المئوية لازالة ايونات(III)Feعند تركيز (150 mg/L) ودرجة حرارة (25°C)



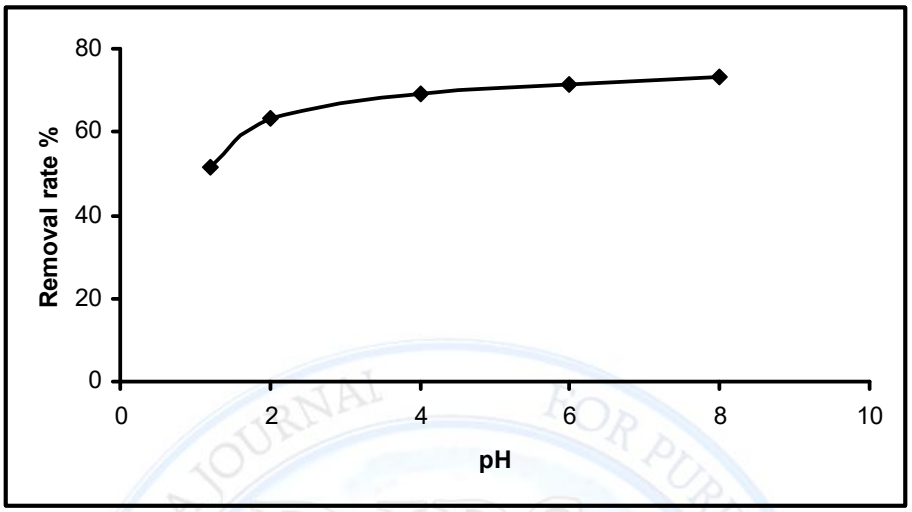
الشكل (4) ايزوثيرم الامتزاز لـFe(III) على سطح البنتونايت عند درجات حرارية مختلفة



الشكل (5) الصورة الخطية لايزوثيرم لانكماير لـ لـFe(III) على سطح البنتونايت عند درجات حرارية مختلفة



الشكل (6) قيم ln K مقابل 1/T لامتزاز ايون Fe(III)على سطح البنتونايت



الشكل (7) تأثير الدالة الحامضية في امتزاز Fe(III) على سطح البنتونايت عند(150 mg/L) ودرجة حرارة 25°C