مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية المجلد(13) العدد(1)–(2013)
ISSN-1813-1646

أمتزاز النحاس والكوبالت على معدني البنتونايت والكاؤولينايت.

باسم شاكر عبيد العبيدي
قسم علوم التربة والموارد المائية–كلية الزراعة–جامعة تكريت
Email: basimalobaidy@yahoo.com

الكلمات الدالة :
نحاس ، كوبلت ، البنتونايت

للمراسلة :
باسم شاكر عبيد

قسم التربة والمياه - كلية الزراعة- جامعة تكريت

الاستلام:
2012-5-9
القبول :
2012-8-5

الخلاصة

أجريت تجربتين مختبريتين الأولى لدراسة السلوك الامتزازي للنحاس والكوبالت على سطوح معدني البنتونايت والكاؤولينايت, وذلك بإضافة أربعة تراكيز من العنصرين 50, 100, 150, 200 ملغم/لتر إلى المعدنين وجرى وصف الامتزاز عن طريق تطبيق ثلاث معادلات رياضية هي: المعادلة الخطية ومعادلة فريندلخ ومعادلة لينكماير, أما التجربة الثانية فكانت دراسة علاقة السعة والشدة للنحاس والكوبالت وتقدير السعة التنظيمية لمعدني البنتونايت والكاؤولينايت لكلا العنصرين.أظهرت نتائج تجربة الامتزاز تفوق التركيز 200 ملغم/لتر من العنصرين في الامتزاز على سطوح المعدنين, في حين كان التركيز 50 ملغم/لتر الأقل امتزازاً على سطوح المعدنين ولكلا العنصرين, وبينت النتائج وفقاً لمعادلة لينكماير أن سعة الامتزاز العظمى للنحاس والكوبالت كانت أعلى في معدن البنتونايت مقارنةً بمعدن الكاؤولينايت,في حين إن ثابت سرعة التفاعل لمعدن البنتونايت كان أعلى من الكاؤولينايت وللمعادلات الثلاث الخطية وفريندلخ ولينكماير.أوضحت نتائج التجربة الثانية أن كمية النحاس والكوبالت الممتزة على سطح معدن البنتونايت هي تقريباً 10 أضعاف الكمية الممتزة من العنصرين على سطح معدن الكاؤولينايت, وكذلك ارتفاع السعة التنظيمية للنحاس والكوبالت في معدن البنتونايت مقارنةً بمعدن الكاؤولينايت.

Adsorption of Copper and Cobalt on Bentonite and Kaolinite.

Basim Shaker Obaid Al-Obaidy
Department of Soil &water resources -College of Agriculture – Tikrit University

KeyWords:
Copper , Cobalt , Kaolinite

Correspondence :
Basim Shaker Obaid Al-Obaidy

Dept. Soil Sci. and Water Resources . College of Agric. Tikrit University

Received:
2012-5-9
Accepted:
2012-8-5

Abstract

Two laboratory experiments were carried out, the first one was to study the adsorption behavior of Copper and Cobalt on Bentonite and Kaolinite, by adding four concentrations of the two elements 50, 100, 150, and 200 mg/L to the minerals speratly. The adsorption was described by using three equations: Liner, Freundlich, and Langmuir. The second experiment was to study the relations of quantity and inatensity (Q/I) for Cu and Co and to calculate the buffer capacity of Bentonite and Kaolinite for the two elements by using Beckett method.The results of the first experiment showed that the concentration 200 mg/L gave the highest amount of adsorption for Cu and Co on the two minerals, and the concentration 50 mg/L gave the lowest amount of adsorption. According to Langmuir equation the maximum adsorption capacity of Cu and Co was higher in Bentonite than Kaolinite, and reaction rate constant of Bentonite was higher than Kaolinite for all three equations Liner, Freundlich, and Langmuir.The results of the second experiment indicated that the amount of Cu and Co adsorbed on Bentonite was about 10 times more than adsorbed amount on Kaolinite, and the buffer capacity of Cu and Co was higher in Bentonite than Kaolinite.

المقدمة

تعد قابلية معادن الطين لأمتزاز ايونات العناصر الثقيلة من الخصائص المهمة في تقليل التلوث في البيئات المائية والتربة من المخلفات السامة Huang ، 1980 ومن هذه المعادن معدني البنتونايت والكاؤولينايت, إذ يعد معدن البنتونايت من معادن الطين من نوع 2:1 والتي تتكون من طبقة من وحدة الاوكتاهيدرا (octahedral) تحيط بها طبقتين من وحدات التتراهيدرا (tetrahedral), في حين أن معدن الكاؤولينايت هو من مجموعة معادن 1:1 والتي تتكون من طبقة واحدة من التتراهيدرا مرتبطة مع طبقة من الاوكتاهيدرا Velde ،1985

إن دراسة لسلوك الامتزازي للنحاس والكوبالت يعد مهماً سواءً من الناحية البيئية أو الناحية الزراعية, إذ يعد هذين العنصرين من المغذيات الصغرى الأساسية للنبات والحيوان, وإن جاهزية النحاس والكوبالت اعتمدت على وجودهما في التربة بحالات مختلفة وهي: ممتزة وقابلة للتبادل أو ذائبة في المحلول Maftoon واخرون ،2002. يوجد النحاس في التربة بكميات قليلة, إذ أن هذا العنصر يدخل في التركيب البنائي لبعض الصخور ولهذا فأن محتوى الترب الكلي من هذا العنصر يختلف وفقاً لطبيعة مادة الأصل, فقد ذكر Jammal ، 1988 أن كمية النحاس الكلية في الترب العراقية تراوحت بين 23.5–54 ملغم.كغم$^{-1}$, في حين أشار Singh واخرون ، 1994 الى إن امتزاز وتحرر النحاس من معقد التبادل والتركيب البلوري للمعادن إلى المحلول وبالعكس يعد العملية المسئولة عن حركة النحاس والتوزيع النسبي لنحاس التربة وجاهزيته للنبات.أما الكوبالت فيعد واحداً من أهم العناصر التي توجد في الطبيعة بمستويات سامة ذلك انه يتراكم في البيئة عن طريق تحرره إلى الغلاف الجوي نتيجة لاحتراق الفحم ووقود النفط, ويوجد الكوبالت في التربة بأشكال وصور مختلفة من المواد العضوية والمعدنية وبشكل مثبت في التركيب البلوري لوحدة الاوكتاهيدرا للصفائح البلورية في معادن الطين, إذ يحل محل (Fe^{++}, Mg^{++}) وبشكل ممتز على سطوح اكاسيد وهيدروكسيدات الحديد والمنغنيز والمحتوى الكلي لمعظم الترب من الكوبالت يتراوح بين 0.2–78 ملغم.كغم$^{-1}$ في حين يقدر الكوبالت الجاهز بين 0.4–6 ملغم.كغم$^{-1}$ Norrish ،1975 .إن الهدف من هذا البحث هو دراسة السلوك الامتزازي للنحاس والكوبالت على معدني البنتونايت والكاؤولينايت وتطبيق بعض المعادلات الرياضية لوصف ميكانيكية الامتزاز, فضلاً عن دراسة علاقة السعة والشدة والسعة التنظيمية للنحاس والكوبالت.

المواد وطرائق البحث

المعدن الطيني البنتونايت Bentonite

جرى الحصول على المعدن الطيني البنتونايت (ذو اللون الأصفر) من الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، إذ جرى الحصول عليه من منطقة الصفرة في الصحراء الغربية (35 كم إلى الجنوب من محطة ضخ H_3) ، تقع على بعد 190 كم إلى الجنوب الغربي من مدينة الرطبة. والجدول (1) يبين التركيب الكيميائي لمعدن البنتونايت المستعمل .

جدول (1) التركيب الكيميائي لمعدن البنتونايت Al-Bassam واخرون ،1989

Constituent	Wt %
SiO_2	56.77
Al_2O_3	15.67
CaO	4.48
MgO	3.42
K_2O	0.60
Na_2O	1.11
Fe_2O_3	5.12
L.O.I	12.49
Total	99.66

المعدن الطيني الكاؤولينايت Kaolinite

جرى الحصول على المعدن الطيني الكاؤولينايت (ذو اللون الرمادي) من الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، والذي جرى الحصول عليه من منخفض الكعرة (70 كم شمال منطقة الرطبة) من منجم دويلخة المفتوح في الصحراء الغربية ، والجدول (2) يبين التحليل الكيميائي لمعدن الكاؤولينايت المستعمل.

جدول (2) التركيب الكيميائي لمعدن الكاؤولينايت Al-Bassam واخرون ،1989

Constituent	Wt %
SiO_2	48.57
Al_2O_3	35.05
CaO	0.6
MgO	0.77
K_2O	0.08
Fe_2O_3	1.34
Tio_2	1.19
L.O.I	12.0
Total	99.60

تجربة امتزاز النحاس والكوبالت:

أجريت تجربة أمتزاز النحاس والكوبالت وفقاً لطريقة Inel واخرون ، 2000 وحسب الخطوات التالية:

1- جرى تحضير أربعة تراكيز من كبريتات النحاس والكوبالت (50 , 100 , 150 , 200) ملغم/لتر, وقيس الـpH الابتدائي لكل تركيز.
2- تم وزن 1 غم من كل معدن ووضع في دورق حجمي سعة 100 مل.
3- أضيفت المحاليل المحضرة لكل عينة وتركت العينات للاتزان لمدة 48 ساعة مع الرج بين فترة وأخرى لمدة 15 دقيقة لكل مرة.
4- تم ترسيب المعلق بواسطة جهاز الطرد المركزي ثم قدر النحاس والكوبالت المتبقي بواسطة جهاز الامتصاص الذري Atomic absorption.

ولوصف الامتزاز وحساب المعايير الخاصة بالمعادلات ، طبقت المعادلات الآتية وفقاً لطريقة Qadeer، 2005

المعادلة الخطية $Q = K_d C_e$

معادلة فريندلخ $Q = K_f C^n_e$

معادلة لينكماير $Q = \frac{q_{max} K_i C_e}{1 + K_i C_e}$

إذ أن:

Q = الكمية الممتزة (ملغرام غم$^{-1}$)

C_e = التركيز في المحلول (ملغرام. لتر$^{-1}$)

q_{max} = كمية الامتزاز العظمى (ملغرام. غم$^{-1}$)

K_d ، K_f ، K_i = معامل الامتزاز للمعادلات أعلاه.

n = ثابت.

حساب كمية المادة الممتزة

جرى حساب كمية المادة الممتزة بتطبيق المعادلة الآتي Qadeer، 2005 .

$$Q = \frac{V_{sol.}(C_o - C_e)}{W}$$

إذ أن:

Q = كمية المادة الممتزة (ملغرام. غم$^{-1}$)

$V_{sol.}$ = الحجم الكلي لمحلول المادة الممتزة (لتر)

C_o = التركيز الابتدائي لمحلول المادة الممتزة (ملغم. لتر$^{-1}$)

C_e = التركيز في المحلول (ملغرام. لتر$^{-1}$)

W = وزن المادة المازة (المعدن) (غم)

استعمل برنامج Statistica (Non-Linear Regression Fitting) لإجراء المطابقة للمعادلات المختلفة مع البيانات التجريبية وإيجاد قيم المعايير الثابتة لكل معادلة (قيمة معامل الارتباط R^2 ، ثابت سرعة التفاعل K) ورسم العلاقات وإيجاد بعض الثوابت الأخرى .

منحنيات السعة والشدة (Q/I Curves)

لغرض تقدير علاقة السعة والشدة للنحاس والكوبالت والسعة التنظيمية استعمل الأسلوب المقترح من قبل Beckett, 1964 إذ تم معاملة 2.5 غم من كل معدن بتراكيز متزايدة من النحاس والكوبالت (0 , 0.2 , 0.4 , 0.8 , 2) ملي مول. لتر$^{-1}$ على شكل كبريتات ثم رج المعلق لمدة ثلاث ساعات وتركت 24 ساعة للاتزان على درجة حرارة المختبر بعد ذلك تم الاستخلاص ومن ثم تقدير التركيز المتبقي لكلٍ من Cu وCo في المستخلصات, ومن القيم التي تم الحصول حسبت فعالية النحاس والكوبالت, إذ تم حساب القوة الأيونية (I) للمحاليل من قيم التوصيل الكهربائي (EC) وفقاً للعلاقة المقترحة من قبل Griffin و Jurinak، 1973 .

$$I = 0.013 * EC$$

إذ أن: I= القوة الأيونية (مول.لتر$^{-1}$).

EC=التوصيل الكهربائي للمستخلص (ديسي سيمنز.م$^{-1}$).

وتم حساب معامل الفعالية باستعمال معادلة Davis المحورة الواردة في Sparks ، 1998

$$\text{Log } f_i = -\frac{AZ_i^{\,2}\sqrt{I}}{I + \sqrt{I}} - 0.31$$

إذ أن: A= ثابت 0.509, Z_i^2= مربع شحنة الايون, I= القوة الأيونية.

وتم حساب الفعالية الأيونية لكل من Cu وCo من قيم التركيز المولاري وفقاً للمعادلة التالية:

$$a_i = f_i * c_i$$

إذ أن: a_i= الفعالية الأيونية f_i= معامل الفعالية للايون c_i= التركيز المولاري (مول. لتر$^{-1}$).

تم حساب التغير في كمية Cu وCo المتبادلة من فرق تركيز النحاس والكوبالت في المحاليل المستعملة ومحاليل الاتزان ثم رسمت العلاقة بين عامل الشدة للنحاس والكوبالت (الطور السائل) مع عامل السعة (الطور الصلب) وفقاً لـ Beckett, 1964 وتم حساب السعة التنظيمية (P.B.C) للنحاس والكوبالت من ميل الخطوط المستقيمة للعلاقة (Q/I) وأيضا تم حساب قيم النحاس والكوبالت المتحركين من منحنيات العلاقة (Q/I) وذلك من نقاط تقاطع امتداد الخطوط المستقيمة مع المحور الصادي عند حالة الاتزان.

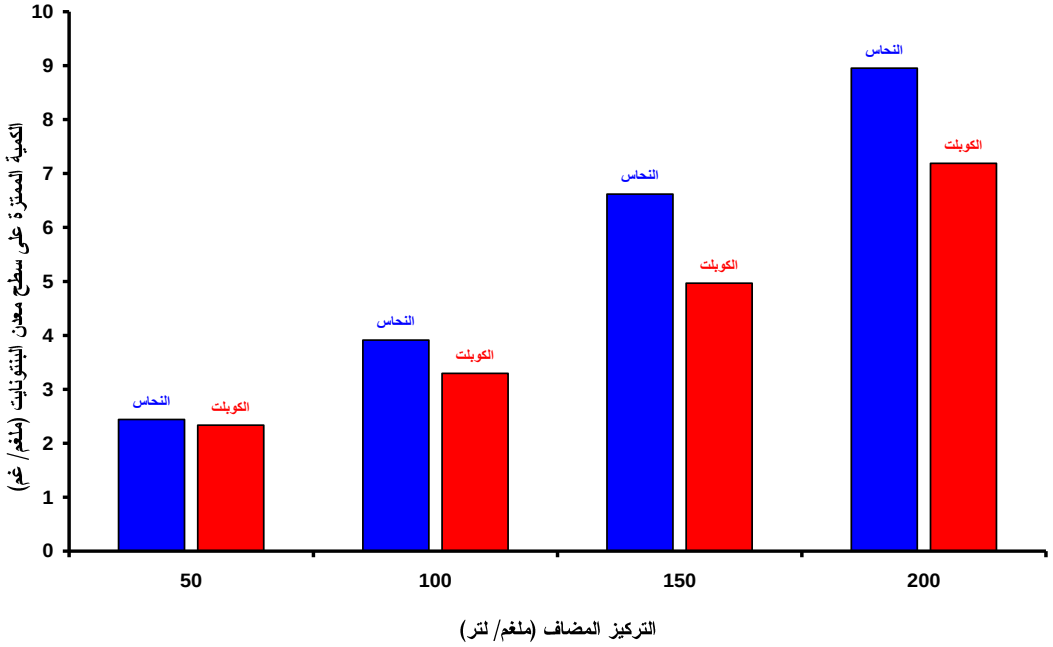
النتائج والمناقشة

يبين الشكل (1) كمية النحاس والكوبالت الممتزة على سطح معدن البنتونايت, إذ يتضح من الشكل زيادة الكمية الممتزة مع زيادة التركيز المضاف من Cu وCo, فقد أعطى المستوى 200 ملغم/لتر أعلى كمية ممتزة من الايونين, في حين أعطى المستوى 50 ملغم/لتر اقل كمية ممتزة من الايونين, ويلاحظ من الشكل إن كمية النحاس الممتزة على سطح المعدن كانت أعلى من الكوبالت وللمستويات المضافة جميعها, وقد يعود السبب في ذلك إلى اختلاف طبيعة امتزاز Cu مقارنةً بالـ Co, إذ إن Cu يمتز على السطح بصيغة $Cu(OH)^{+}$ في حين إن Co يمتز بصورة أيون مائي على سطح المعدن Koppelman وDillard 1977 . يبين الشكل (2) كمية النحاس والكوبالت الممتزة على سطح معدن الكاؤولينات, إذ نلاحظ إن الكمية الممتزة من الايونين قد زادت مع زيادة التركيز المضاف, وكانت أعلى كمية ممتزة عند المستوى 200 ملغم/لتر في حين كانت اقل كمية ممتزة عند المستوى 50 ملغم/لتر ولكلا الايونين, ويتضح من الشكل تقارب الكمية الممتزة من النحاس والكوبالت مع زيادة طفيفة للنحاس للمستويات جميعها, عدا المستوى 50 ملغم/لتر فقد كانت كمية النحاس الممتزة أعلى من الكوبالت, وقد يعزى ذلك إلى طبيعة الشحنات السالبة الموجودة على سطح الكاؤولينات إذ إن الشحنة السالبة في معدن الكاؤولينات هي من نوع الشحنات المعتمدة على الـpH والتي تنتج إما من تكسر الحواف البلورية للمعدن, أو من العيوب البلورية التي تحدث في المعدن, الأمر الذي يؤدي إلى تقارب الكميات الممتزة من الايونين نتيجة لتقارب pH المحلول للايونين Steger,1973. ويتضح من الشكل(1 و2) ان الكميات الممتزة من النحاس والكوبالت على معدن البنتونايت كانت تفوق الكمية الممتزة على معدن الكاؤولينايت.

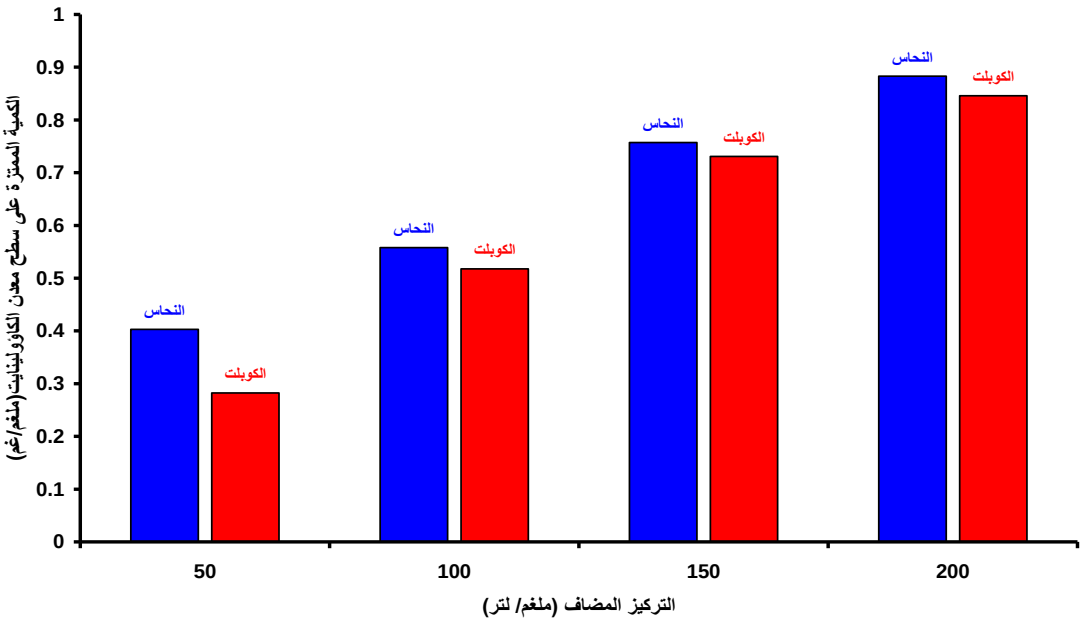
لتوضيح السلوك الامتزازي للـCu وCo تم تطبيق المعادلات (الخطية, وفريندلخ, ولنكماير) على معدني البنتونايت والكاؤولينايت, إذ بينت النتائج استناداً لمعادلة لنكماير إن سعة الامتزاز العظمى (q max) للنحاس كانت أعلى في معدن البنتونايت مقارنة بمعدن الكاؤولينات, إذ بلغت 8.731, و0.828 ملغم/غم على التوالي, وكانت سعة الامتزاز العظمى للكوبالت أعلى أيضا في معدن البنتونايت وبلغت 11.701 ملغم/غم, في حين كانت في معدن الكاؤولينات 0.968 ملغم/غم الجدولين(3 و4), ويمكن تفسير ذلك بسبب السعة التبادلية الكتيونية العالية لمعدن البنتونايت مقارنة بالكاؤولينايت, إذ تتراوح بين 100–150 مليمكافئ/100غم لمعدن البنتونايت, في حين تتراوح بين 10–15 مليمكافئ/100 غم في معدن الكاؤولينات, فضلا عن المساحة السطحية العالية لمعدن البنتونايت إذ تقدر بـ 600–800 م^2/غم, في حين إن المساحة السطحية للكاؤولينايت تقدر بـ 7–30 م^2/غم Velde,1985.

بينت نتائج الجدولين (3 و4) إن ثابت طاقة الربط K_i للنحاس في معادلة لنكماير لمعدن البنتونايت والكاؤولينايت كان 0.983 و0.0771 على التوالي, في حين كان ثابت طاقة الربط للكوبالت في معادلة لنكماير لمعدن البنتونايت 0.733 ولمعدن الكاؤولينات 0.0259 وان ثابت سرعة الامتزاز K_f لمعادلة فريندلخ كان عاليا في معدن البنتونايت مقارنة بمعدن الكاؤولينات ولكلا الايونين, وكذلك ثابت سرعة الامتزاز للمعادلة الخطية فقد سلك نفس السلوك لمعادلتي فريندلخ ولنكماير.

وبينت نتائج المعايير الامتزازية للنحاس والكوبالت على معدني البنتونايت والكاؤولينايت إن معامل الارتباط R^2 كان عالياً وللمعادلات المستعملة جميعها, إن اختلاف الكمية الممتزة وكذلك معامل سرعة الامتزاز بين المعدنين قد يعود إلى السعة التبادلية الكتيونية العالية لمعدن البنتونايت والمساحة السطحية المرتفعة, الأمر الذي أدى إلى توفر مواقع امتزازية أكثر في هذا المعدن مقارنة بمعدن الكاؤولينات مما سبق نستنتج بان سعة الامتزاز العظمى من قبل البنتونايت هي عشر مرات بقدر سعة الامتزاز العظمى للكاؤولينايت وهذا له اهمية تطبيقية واسعة كونه مادة مازة جيدة للتخلص من التلوث بالنحاس وهذا يعود الى ارتفاع طاقة ربط النحاس بالبنتونايت مقارنة بالكاؤولينايت .



شكل (1) كمية النحاس والكوبالت الممتزة على سطح معدن البنتونايت



شكل (2) كمية النحاس والكوبالت الممتزة على سطح معدن الكاؤولينايت

جدول (3) المعايير الامتزازية للنحاس Cu وفقاً لمعادلات الامتزاز.

نوع المعدن	المعادلة الخطية		معادلة فريندلخ			معادلة لينكماير		
	K_d	R^2	K_f	n	R^2	K_i	q_{max}	R^2
البنتونايت	0.0787	0.95	0.1060	0.9338	0.95	0.983	8.731	0.94
الكاؤولينايت	0.005319	0.92	0.0165	0.1778	0.97	0.0772	0.8281	0.91

جدول (4) المعايير الامتزازية للكوبالت Co وفقاً لمعادلات الامتزاز.

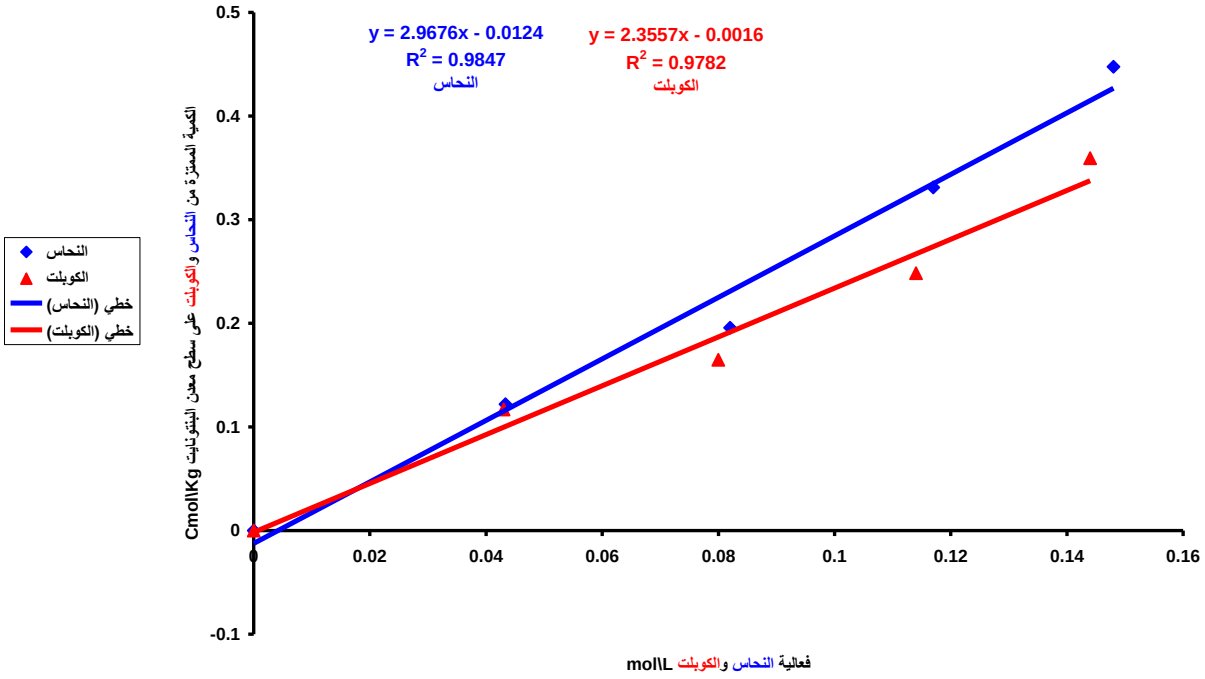
نوع المعدن	المعادلة الخطية		معادلة فريندلخ			معادلة لينكماير		
	K_d	R^2	K_f	n	R^2	K_i	q_{max}	R^2
البنتونايت	0.0477	0.98	0.3226	0.5908	0.94	0.7331	11.701	0.98
الكاؤولينايت	0.005237	0.95	0.1517	0.3243	0.96	0.0259	0.968	0.97

إن العلاقة التي تصف المتبادل من Cu و Co والذائب من الايونين يوضح الجدول (5) قيم السعة التنظيمية للنحاس والكوبالت, فضلاً في المحلول تدعى العلاقة بين عاملي الكمية والشدة (Q/I ratio), إذ إن عن المتحرك من الايونين, إذ يلاحظ من الجدول ارتفاع قيم السعة عامل الكمية (Q) يمثل التغير للايونين (Cu) و (Co) والذي تم التنظيمية للنحاس والكوبالت في معدن البنتونايت, إذ بلغت 2.9676 حسابه من فرق التركيز للايونين في المحاليل المضافة ومحاليل الاتزان, و2.3557 سنتي مول.كغم$^{-1}$/(مول.لتر$^{-1}$)$^{1/2}$ للنحاس والكوبالت على في حين إن عامل الشدة (I) يمثل نسبة الفعالية للنحاس (AR_{Cu}) التوالي, في حين انخفضت في معدن الكاؤولينايت وكانت 0.2894 والكوبالت (AR_{Co}).تم رسم العلاقة بين شدتي النحاس والكوبالت مع و0.2996 للنحاس والكوبالت على التوالي, وهذا يعود إلى ارتفاع قيمة عامل الكمية لهما وفقاً لـ 1964,Beckett في معدني البنتونايت الـCEC لمعدن البنتونايت مقارنةً بمعدن الكاؤولينايت, فقد توصل Al-والكاؤولينايت وكما موضح في الأشكال (3 و4), إذ يتبين من الشكل (3) Azawi,(2010) إلى إن هناك علاقة طردية موجبة بين قيم السعة زيادة الكمية الممتزة من Cu على سطح معدن البنتونايت على الكمية التنظيمية وقيم السعة التبادلية للايونات الموجبة, وهذا ما حصل عليه أيضا الممتزة من Co, وقد يعود السبب إلى اختلاف طبيعة الامتزاز بين Abaslon and Abtahi,(2008).

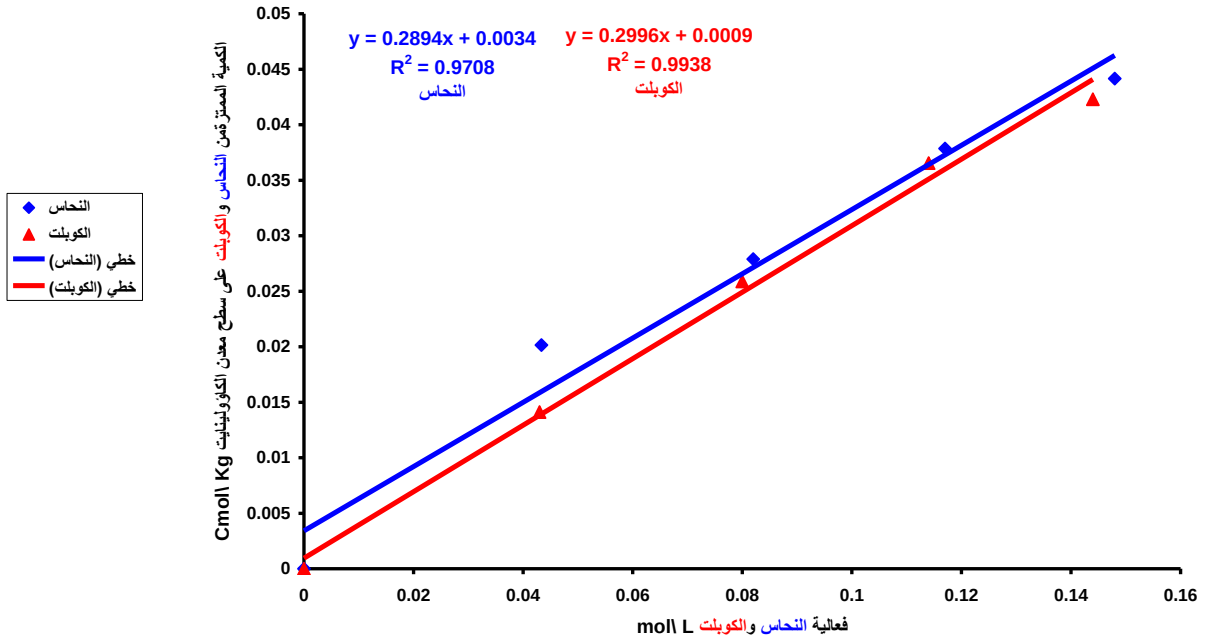
الايونين, إذ يمتز Cu على هيئة ($Cu(OH^+$), في حين يمتز Co بشكل تم حساب قيم Cu و Co المتحركين (labile Cu and Co) من ايون مائي على سطح المعدن Koppelman و Dillard 1977, ونلاحظ علاقة Q/I الأشكال (3 و4) وذلك من نقاط تقاطع امتداد الخطوط من الشكل (4) تقارب الكميات الممتزة من الايونين على سطح معدن المستقيمة مع المحور الصادي عند حالة الاتزان أي عندما AR_{Cu}=0 الكاؤولينايت وقد يعزى ذلك إلى طبيعة الشحنات السالبة لمعدن وAR_{Co}=0 ولكلا المعدنين, وقد تراوحت قيم Cu و Co المتحركين في الكاؤولينايت.أظهرت الأشكال (3 و4) إن الكمية الممتزة من Cu و Co معدن الكاؤولينايت 34×10^{-5} و9×10^{-5} على التوالي, في حين بلغت في على سطوح معدن البنتونايت هي تقريباً 10 أضعاف الكمية الممتزة من معدن البنتونايت للنحاس 12×10^{-4} وللكوبالت 1.6×10^{-4} (جدول 5), الايونين على سطح معدن الكاؤولينايت ويرجع سبب ذلك إلى السعة نلاحظ ارتفاع القيم في معدن البنتونايت مقارنة بمعدن الكاؤولينايت, وهذا التبادلية الكتيونية المرتفعة في معدن البنتونايت مقارنةً بمعدن يعزى إلى طبيعة المواقع الامتزازية في معدن البنتونايت, إذ يحتوي الكاؤولينايت, فضلاً عن المساحة السطحية المرتفعة لمعدن البنتونايت المعدن على مواقع سطحية (planer position) عالية, فضلاً عن والمنخفضة لمعدن الكاؤولينايت. الـCEC المرتفعة مقارنةً بمعدن الكاؤولينايت.

جدول (5) قيم معامل الارتباط والسعة التنظيمية للنحاس والكوبالت.

نوع المعدن	معامل الارتباط		السعة التنظيمية		الايون المتحرك	
	R^2		سنتي مول.كغم$^{-1}$/(مول.لتر$^{-1}$)$^{1/2}$		سنتي مول. كغم$^{-1}$	
	Cu	Co	Cu	Co	Cu	Co
البنتونايت	0.984	0.978	2.9676	2.3557	10×12^{-4}	10×1.6^{-4}
الكاؤولينايت	0.97	0.99	0.2894	0.2996	10×34^{-5}	10×9^{-5}



شكل (3) علاقة السعة والشدة (Q/I) لمعدن البنتونايت



شكل (4) علاقة السعة والشدة (Q/I) لمعدن الكاؤولينايت

المصادر

Abaslon, M. and A. Abtahi, 2008. Potassium quantity – intensity parameters and its correlations with selected soil properties in some soils of Iran. Journal of Applied sciences. 8 (10): 1875-1882.

Al-Azawi, H. A. 2010. Effect of cation exchange capacity on the availability of potassium to the maize crop in heavy clay soil. M.Sc. thesis Agronomy and soil science School of Environment and Rural science. University of New England.

Al-Bassam, K.S., Karim, S.A., Mohamoud, K., Yakta, S.A. Saed, L.K. Salman, M. 1989. Geological survey of the upper cretaceous lower tertiary phospherite – bearing sequence western desert , Iraq . Geosurv, Baghdad.

Beckett, P. H. T. 1964b. Studies on Potassium II: The immediate Q/I relations of label Potassium in the soil. J. Soil Sci. 15: 9-23.

Griffin, R. A. and J. J. Jurinak, 1973. Estimation of activity coefficients from the electrical conductivity of natural aquatic systems and soil extracts. Soil Sci. 116: 26-30.

Huang, P. M., 1980. The Handbook of Environmental chemistry. Ed. By O. Hutzinger, vol.2.

Inel, O., F. Albayrak, and A. Askin, 2000 and Pb Adsorption on some Bentonitic Clays. Turk. J. Chem. 22: 243-252.

Jammal, R. 1988. The integration of qualitative and quantitative methodologies: framework and quick examples. Department of civil and Environmental Engineering. University of Massachusetts, Amherst.

Koppelman, M. H. and J. G. Dillard, 1977. A study of the adsorption of Ni (II) and Cu (II) by clay minerals. Clay and clay minerals, vol. 25 pp. 457-462.

Maftoon, M. N. Kariman and F. Moshiri, 2002. Sorption Characteristics of Copper(II) in selscted calcareous soils of Iranin relation to soil properties common. Soil Sci. plant analysis 33: 2279-2289.

Norrish, K. 1975. Geochemistry and mineralogy of trace element in : trace elements in soils plant - Animal systems ed. By D.J.D. Nichols and R. Egan Academic press . Inc. New York.

Qadeer, R. 2005. Adsorption of ruthenium ions on activated charcoal : influence of temperature on the kinetics of the adsorption process , J., Zhejiang University Science . 5: 353-356.

Singh, R. R., B. Prasad and S. N. Choudhary, 1994. Desorption of Copper in calcareous soils. J. Indian Soil Sci. Sco., 42:555-558.

Sparks, D. L. 1998. Soil physical chemistry CRC press, Boca, Roan, New York, Washington, D.C.

Steger, H. F. 1973. On the mechanism of the adsorption of trace Copper by Bentonite. Clay and clay minerals, vol. 12 pp. 429-436.

Velde, B. 1985. Clay minerals (Development in sedimentology 40), Elsevier science publishers. The Netherlands pp. 52.