حركيات امتزاز وتحرر البوتاسيوم في بعض ترب محافظة نينوى

محمد علي جمال العبيدي عبد الرحمن سمو حسين*
كلية الزراعة والغابات - جامعة الموصل - قسم علوم التربة والمياه

الخلاصة

بهدف دراسة السلوك الفيزيوكيميائي لظاهرتي امتزاز وتحرر البوتاسيوم الممتز في بعض ترب محافظة نينوى ، تم دراسة امتزاز البوتاسيوم بأستخدام محلول ٠.٠١ مولار كلوريد البوتاسيوم بطريقة الازاحة الامتزاجية ولمدة ١٠٠ دقيقة ثم اعيد استخلاصه باستخدام ٠.٠١ مولار كلوريد الكالسيوم بطريقة الازاحة الامتزاجية وقد تم وصف عملية الامتزاز والتحرر حسب معادلات الرتبة (صفر، الرتبة الاولى، معادلة الانتشار، معادلة ايلوفيج ومعادلة دالة القوة) . وقد أشارت النتائج الى ما يلي :

١- شكل البوتاسيوم الممتز نسبة ٣٢-٦٤% من البوتاسيوم المضاف بينما شكلت عملية استرداد البوتاسيوم المضاف بنسبة قدرها ٢٢-٦٢%.

٢- أظهرت معادلة الرتبة الأولى أفضل وصف رياضي لعملية امتزاز البوتاسيوم , وان قيم معامل سرعة الامتزاز تراوحت من ٣ ×١٠$^{-٢}$ دقيقة$^{-١}$ الى ٦٦×١٠$^{-٢}$ دقيقة$^{-١}$ ، بينما بلغت قيم معامل سرعة تحرر البوتاسيوم الممتز حسب معادلة الرتبة الاولى ولطريقة الازاحة الامتزاجية من ١.٧×١٠ $^{-٣}$دقيقة$^{-١}$ الى ٢.٥×١٠$^{-٣}$ دقيقة$^{-١}$ والتي اقل بكثير من معامل سرعة الامتزاز لنفس المعادلة والطريقة المستخدمة.

٣- تراوحت قيم دليل التحرر DI بين ٠.٢-٠.٩ وان الترب امتازت بسعة تثبيت عالية-متوسطة .

المقدمة

يعد البوتاسيوم احد المغذيات الرئيسة الضرورية لمعظم المحاصيل الزراعية الاقتصادية، فهو يأتي بالمرتبة الثالثة بعد عنصري النتروجين والفسفور حيث بين Stanley (٢٠٠٥) بان الانتاج الاعلى للمحصول يأتي من ازالة اكثر للبوتاسيوم من التربة، عليه فانه يؤدي دورا كبيرا في الانتاج الزراعي من حيث الكمية والنوعية معا بما يستدعي الى ضرورة دراسة حالة وسلوكية هذا العنصر في التربة بهدف رفع انتاجيتها ويقع على عاتق المشتغلين في مجال كيمياء التربة مهمة الوصول الى طرق ووسائل سريعة ودقيقة لتحليل وكشف مستويات هذا العنصر بهدف التعبير بدقة عن جاهزية وتقدير مدة الحاجة الى التسميد بالاسمدة الحاوية عليه .

لقد اجريت دراسات عديدة في القطر حول حالة البوتاسيوم في الترب العراقية وبينت ان الترب العراقية تمتلك خزينا كبيرا نسبيا من البوتاسيوم كما هو الحال بالنسبة لمعظم ترب المناطق الجافة وشبه الجافة، الا ان سرعة تحرر البوتاسيوم واطئة نسبيا وربما لاتكفي لتلبية حاجة العديد من المحاصيل ولاسيما في ظروف الزراعة الكثيفة (العبيدي، ١٩٩٦ ؛ Al – Zubaidi، ٢٠٠١) .

اعتمدت الدراسات الاولية على المعايير التقليدية بوصفها مؤشرا لقوة تجهيز البوتاسيوم الا ان هذه الدراسات لم تأخذ بنظر الاعتبار متابعة سلوك البوتاسيوم من امتزازه وتحرره من مواقع التبادل حتى الوصول الى محلول التربة من خلال ادخال عامل الزمن كاحد العوامل فكان لابد من التوجه الى المدخل الثرموديناميكي والحركي بوصفه مدخلا سليما واكثر دقة وواقعية للكشف عن تفاعلات الديناميك الحراري والحركي وسلوك البوتاسيوم في التربة (Tsadlis و Evangelou، ١٩٩٨) .

ان البحث في الحركيات وميكانيكية تفاعل عنصر البوتاسيوم في التربة جاء نتيجة لدعوة كثير من الباحثين الى الحاجة المتزايدة للفهم الصحيح لسلوكية هذا العنصر وضرورة التحول من المعايير التقليدية الى المعايير الحديثة (معايير الشدة و السعة التنظيمية و فعالية البوتاسيوم وتحرر البوتاسيوم وحركته بين اطواره المختلفة أي السرعة التي يتحرر بها البوتاسيوم باتجاه جذور النبات) للتنبؤ على المدى البعيد بنهاية وتحولات هذا العنصر في التربة وذلك لغرض الحصول على مردود اقتصادي من جهة وحل المشاكل التي تتعرض لها ادارة هذا العنصر في التربة قبل حدوثها من جهة اخرى . ووضع خطط لتقييم حالة وسلوكية هذا العنصر في التربة (Sparks، ٢٠٠٠ وسعد الله والزبيدي، ٢٠٠١) . وانطلاقا من هذا التوجه الحديث اجريت دراستنا

---

*البحث مستل من اطروحة الدكتوراه للباحث الثاني.

تاريخ تسلم البحث ٢٠١٠/٣/١٢ وقبوله ٢٠١٠/٢/٨

بهدف استخدام المدخل الحركي في دراسة امتزاز البوتاسيوم وقدرة تحرره من التربة مع حساب دليل الخرر .

مواد البحث وطرائقه

تحضير عينات الترب : تم جمع عينات ترابية من عشرة مواقع في حقول زراعية مختلفة تمثل المناطق الزراعية في محافظة نينوى وتشمل الخط المطري بين (٢٠٠-٨٠٠) مليمتر وتم تصنيفها الى مجاميع عظمى هي (Calciorthids، Gypsyorthids، Xerochrepts، Argids، Saliothrids) حسب دليل المسح (Soil Survey Laboratory Staff، ١٩٩٢) . تم تجفيف عينات التربة تجفيفا هوائيا وطحنت ثم نخلت بمنخل قطر ثقوبه ٢ ملم وحفظت داخل علب بلاستيكية للتحليلات المختلفة .

تقدير الصفات الكيميائية والفيزيائية : يوضح الجدول رقم (١) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لعينات ترب الدراسة حسب (Page وآخرون، ١٩٨٢).

الجدول (١): بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للترب قيد الدراسة

رقم العينة	الموقع	التصنيف	التوصيل الكهربائي $dS.m^{-1}$ EC	درجة تفاعل التربة pH	السعة التبادلية للايونات الموجبة سنتي مول.شحنة.كغم$^{-1}$ CEC	محتوى التربة غم.كغم-١				النسجة
						المادة العضوية	معادن الكاربونات	الرمل	الغرين	الطين	
١	تلكيف	Argids	٠.٢٦	٨.٢	٢٢.١٢	١٨.٩	٢٤٦.٤	٤١٠	٣٦٠	٢٣٠	مزيجية
٢	ربيعة	Saliothrids	١٤.٥	٧.٦	٣٨.١٥	٩.٩	١٧٧.١	٢٥٠	٢٣٠	٥٢٠	طينية
٣	قرقوش	Xerochrepts	٠.٢١	٨.٠	٢٠.٣٥	١٤.٤	٢٣٤.٨	٢٠٥	١٨٥	٦١٠	مزيجية طينية
٤	غابة نينوى	Xerochrepts	٠.٢٠	٧.٩	١٨.٥٤	١٩.٤	١٢٧.٠	٢٧٥	٣٤٩	٣٧٦	رملية مزيجية
٥	الحضر	Gypsyorthids	٠.٤٨	٨.٢	٢٠.٠٤	٩.٩	١١٩.٣	٥١٠	٢٠٠	٢٩٠	مزيجية طينية
٦	الصكار	Gypsyorthids	١.٥٣	٧.٨	١٩.٦٥	١١.٠	٢٠٧.٩	٣٠٠	٣٤٠	٣٦٠	مزيجية غرينية
٧	اتروش	Calciorthids	٠.٣٨	٧.٩	٢٩.٠٤	٨.٥	٢٣١.٠	٤١٠	٢٨٠	٣١٠	مزيجية
٨	عقرة	Calciorthids	٠.٣٤	٨.٠	٣٢.٢٣	١٣.٧	١٩٢.٥	٢٦٠	٢٦٠	٤٨٠	مزيجية طينية
٩	سنجار	Calciorthids	٠.٢٦	٨.٢	٣٠.٦٥	١٧.٥	٣٣١.١	٢٩٠	٣٢٠	٣٩٠	مزيجية طينية
١٠	زمار٢	Calciorthids	٢.٥٧	٨.٠	٣٧.١٥	٢٦.١	١٦٩.٧	٣٥٠	٣٢٠	٣٣٠	مزيجية

صيغ البوتاسيوم : تم تقدير البوتاسيوم الذائب والمتبادل وغير المتبادل الكلي والبوتاسيوم المعدني حسب الطرق الواردة Page وآخرون (١٩٨٢) والواردة في الجدول رقم (٢) كما اجري التحليل النعدني للطين بعد فصله حسب ماورد في Jackson (١٩٧٩) وتم فحص عينات الطين باستخدام جهاز الاشعة السينية من نوع Philips EM430TEM في كلية العلوم قسم علوم الارض - الجامعة الاردنية / عمان وحسب المواصفات التالية . Tube : Kα - Cu , Diffractometer with Ni-Filtered , Power: 40Kv , . Tube Current: 20min. , Speed of gonimeter: 20min.

الجدول (٢): صيغ البوتاسيوم في طور التربة الصلب بوحدات سنتي مول.كغم$^{-1}$

رقم العينة	البوتاسيوم المتبادل المستخلص بـ		البوتاسيوم غير المتبادل	البوتاسيوم المعدني	البوتاسيوم الكلي	النسبة المئوية للمعدن			
	كلوريد الكالسيوم ١ مولار	خلات الامونيوم ١ مولار				مونتمورلونايت	ايلايت	كاؤولينات	كلورايت
١	٠.٢٦	٠.٦٠	١.٣٠	٢٤.٨٠	٢٦.١	٣٤.٩	٣٦.٦	١٥.٣	١٣.٢
٢	٠.١٨	٠.٦٠	٠.٧٧	٢٠.٠٦	٢٢.٠	٤٧.٩	٣٥.٩	٨.٧	٧.٥
٣	٠.٢٢	٠.٤٢	١.٣٣	٣٢.٧٧	٣٤.١	٤٥.٣	٣١.٦	١٧.٦	٥.٥
٤	٠.١٥	٠.٣٧	١.٢٠	٣٧.٨٠	٣٦.٠	٣٤.٦	٣٢.٣	١٥.٧	٩.٤
٥	٠.٠٦	٠.١٢	٠.٧٧	٢٣.٢٣	٢٤.٠	٣٨.٤	٣٠.٦	١٧.٢	١٣.٨
٦	٠.١٦	٠.٢٤	٠.٧٩	٣٢.٦١	٣٣.٤	٤٤.٣	٣٠.٣	١٦.٦	٨.٨
٧	٠.٤٦	١.٠١	١.٩٤	٥٤.٣٣	٥٥.١	٣١.٤	٣٥.٦	١٩.٨	١٣.٢
٨	٠.٢٧	٠.٣٦	٠.٧٦	٢٥.٣٧	٢٦.١	٣٢.٦	٤٥.٦	١١.٨	١٠.٠
٩	٠.٢٧	٠.٣٣	١.٠٧	٢٤.٥٣	٢٥.٦	٣٥.٣	٢٥.٦	٢٤.٦	١٤.٥
١٠	٠.١٨	٠.٤٠	١.٣٠	٢٢.٧٠	٢٤.٠	٣٦.١	٤٦.٣	٨.٦	٩.٠

المدخل الحركي لدراسة امتزاز البوتاسيوم وتحرره:

المعاملات الاولية : اجريت بعض المعاملات الأولية للتخلص من البوتاسيوم المتبادل الاصلي قبل دراسة امتزاز البوتاسيوم حيث شبعت النماذج بالكالسيوم باستخدام تقنيات الازاحة الممتزجةحسب Cracksi وSparks (١٩٨٥)، تم اجراء عملية الامتزاز حسب طريقة الجريان الهادئ (الإزاحة الامتزاجية) على التربة المشبعة بالكالسيوم حسب الفقرة السابقة وذلك بالسماح لمحلول (٠.٠١) مولار كلوريد البوتاسيوم بالمرور خلال التربة بشكل هادئ بمعدل(١) مل.دقيقة$^{-1}$، كما ذكر من قبل Sparks و Jardin (١٩٨٤) لحين الوصول الى حالة الاتزان الديناميكي خلال هذه المدة وعلى درجة حرارية ثابتة ٢٩٨ كلفن بعدها تم غسل تربة العمود التي حصل عليها الامتزاز بـ ٠.٠١ مولار من كلوريد الكالسيوم للسماح له بالامتزاج الهادئ لازاحة البوتاسيوم الممتز حسب Cracksi وSparks، (١٩٨٥)، حيث استقبل رولشح الاتزان بمعدل (١) مل.دقيقة$^{-1}$ لحين اختفاء البوتاسيوم من رواشح الاتزان مع تسجيل الوقت اللازم للحصول على (١٠) مل من الرولشح . قدر بعدها البوتاسيوم في محلول الاتزان . بعدها تم حساب حركيات امتزاز وتحرر البوتاسيوم الممتز كالأتي:

معادلة الرتبة صفر : $Ct = Co - Kt$ ..... (1)

معادلة الرتبة الاولى: $Log (1 - Ct / Co) = Kat$ ..... (2)

حيث ان : Ka = معامل سرعة امتزاز البوتاسيوم وCt = كمية البوتاسيوم الممتزة عند الزمن t وCo = كمية البوتاسيوم الممتزة عند الاتزان . اما معامل سرعة تحرر البوتاسيوم الممتز حسب معادلة الرتبة الاولى لتقنيات الازاحة الممتزجة :

$Log (Ct/Co) = Kdt$ ..... (3)

حيث ان : Kd= معامل سرعة تحرر البوتاسيوم. وCt= كمية البوتاسيوم المتحرر عند الزمن t . وCo=كمية البوتاسيوم المتحرر عند الاتزان .

حساب خزين البوتاسيوم القابل للتحرر (C_o): $1/C_t = 1/C_o + b.\ 1/t$ ..... (4)

معادلة الانتشار : $Ct = Co + Kt^{1/2}$ ..... (5)

معادلة ايلوفيج : $Ct = 1/K \ln (Cok) + 1/k \ln t$ ..... (6)

دالة القوة : $\ln Ct = \ln Co + k \ln t$ ..... (7)

تم تحديد افضل معادلة رياضية باعتماد اعلى معامل تحديد (R^2) واقل خطأ قياسي (SE) حسب المعادلة الاتية :

$$SE = \left[\sum (Kt - Kt^*)^2 / (n-2)\right]^{\frac{1}{2}} \quad \ldots\ldots\ldots (8)$$

حيث ان : Kt = تركيز البوتاسيوم المقاس عند الزمن t ، Kt^* = تركيز البوتاسيوم المحسوب عند الزمن t^* ، n = عدد مرات القياس (Hundal و Pasricha، ١٩٩٣ ; Sparks، ١٩٩٨)، اما الطاقة الحرة للامتزاز ، تم حسابها كالاتي:

$$\Delta G = -RT \ln K \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

حيث R= ثابت الغازات ، T= الحرارة المطلقة (٢٩٨) كلفن ، K= معامل سرعة الامتزاز للرتبة الاولى.

النتائج والمناقشة

المدخل الحركي لدراسة امتزاز البوتاسيوم : تم وصف امتزاز البوتاسيوم بهدف كشف مدى صلاحية المعادلات الرياضية المعتمدة على اسس الكيمياء الحركية وعلى اسس تجريبية وذلك باعتبار ان ما يمتز من بوتاسيوم على طور التربة الصلب يعد دالة لزمن التفاعل فقد تم وصف النتائج على اسس الحركيات الكيميائية (معادلة الرتبة صفر، الرتبة الاولى معادلة الانتشار) والتي تستند على ان عدد المواقع المشغولة بالبوتاسيوم يعتمد على تركيز البوتاسيوم المضاف ومدة تماسه مع التربة (El – Khatib وآخرون، ١٩٨٨) ومعادلات تجريبية (معادلة ايلوفيج ودالة القوة). ونعرض في الشكل (١) العلاقة بين البوتاسيوم الممتز وزمن الامتزاز ازاء كل معادلة لموقع ربيعة . ان معطيات القيم تشير وبوضوح الى ان اغلب نقاط قيم البوتاسيوم الممتز تقع على هذه الخطوط الامر الذي يعطينا دلائل واضحة على صلاحية هذه المعادلات الخمس في وصف عملية الامتزاز وهذا ما اكدته نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الجدول (٣) الى وجود علاقة ارتباط احصائية مؤكدة معنويا بين البوتاسيوم الممتز وزمن الامتزاز . وان ارتفاع قيم معامل تحديد (R^2) يقودنا الى الاستنتاج الى امكانية استخدام أي من هذه المعادلات في وصف البوتاسيوم الممتز.

ان النتائج التي حصلنا عليها مع ما توصل اليه تتفق مع باحثين عديدين (Sparks، ١٩٩٢، والعبيدي، ١٩٩٦) ولغرض كشف افضل المعادلات المطبقة في عملية امتزاز البوتاسيوم فقد اعتمد تحليل اقل خطأ قياسي واعلى معامل تحديد بان اقل خطأ قياسي حصلنا عليه مع اعلى ارتباط كان من نصيب معادلة الرتبة الاولى وان ترتيب المعادلات من حيث افضليتها في وصف عملية الامتزاز كالاتي :

الرتبة الاولى ← الانتشار ← دالة القوة ← الرتبة صفر ← ايلوفيج

الجدول (٣): قيم معامل التحديد والخطأ القياسي لامتزاز البوتاسيوم

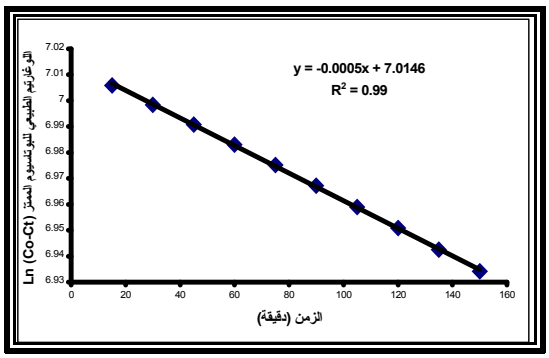
رقم الموقع	الرتبة صفر		الرتبة الاولى		الانتشار		ايلوفيج		دالة القوى	
	R^2	S.E	R^2	S.E	R^2	S.E	R^2	S.E	R^2	S.E
١	٠.٩٩	٠.٠٧	٠.٩٩	٠.٠٠٠١	٠.٩٨	٠.٠٠٣	٠.٩٠	٦.٥٥	٠.٩٩	٠.٠٠٢
٢	٠.٩٩	٠.٢١	٠.٩٩	٠.٠٠٥	٠.٩٨	٠.٠٠٤	٠.٩٠	٨.٥٨	١.٠٠	٠.٠٠٢
٣	١.٠٠	٠.٠٥	٠.٩٩	٠.٠٠٠١	٠.٩٨	٠.٠٠٤	٠.٩٠	٧.٦٣	١.٠٠	٠.٠٠١
٤	٠.٩٩	٠.٠٧	٠.٩٩	٠.٠٠٠١	٠.٩٨	٠.٠٠٤	٠.٩٠	٧.٠٤	٠.٩٩	٠.٠٠٢
٥	٠.٩٩	٠.٠٩	٠.٩٩	٠.٠٠٠٥	٠.٩٨	٠.٠٠١	٠.٩٠	٧.٢٥	٠.٩٩	٠.٠٠٢
٦	٠.٩٩	٠.٠٥	٠.٩٩	٠.٠٠٠٢	٠.٩٨	٠.٠٠١	٠.٩٠	٧.٢٣	١.٠٠	٠.٠١٦
٧	٠.٩٩	٠.٠٨	٠.٩٩	٠.٠٠١	٠.٩٨	٠.٠٠٨	٠.٩٠	٨.٦١	١.٠٠	٠.٠٠٢
٨	١.٠٠	٠.٠٣	٠.٩٩	٠.٠٠٠٢	٠.٩٨	٠.٠٠١	٠.٩١	٨.٤٠	١.٠٠	٠.٠٠٩
٩	٠.٩٩	٠.١٥	٠.٩٩	٠.٠٠٠٤	٠.٩٨	٠.٠٠١	٠.٩٠	٩.٣٦	٠.٩٩	٠.٠٠٣
١٠	٠.٩٩	٠.٠٩	٠.٩٩	٠.٠٠٠٤	٠.٩٨	٠.٠٠١	٠.٩٠	٩.٦١	٠.٩٩	٠.٠٠٣
المعدل	٠.٩٩	٠.٠٩	٠.٩٩	٠.٠٠١	٠.٩٨	٠.٠٠٣	٠.٩٠	٨.٠٣	٠.٩٩٦	٠.٠١٥

R^2 = معامل التحديد . S.E = الخطأ القياسي .

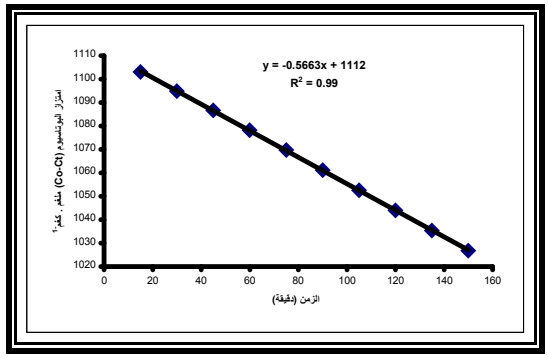
معامل سرعة الامتزاز : تبين النتائج الموضحة في الجدول (٤) ان معامل سرعة الامتزاز لمعادلة الرتبة الاولى بلغ ٣×١٠$^{-٣}$ دقيقة$^{-١}$ لمواقع (تكليف وقرقوش وغابة نينوى) في حين سجلت اعلى قيم معامل امتزاز ٦٦ × ١٠$^{-٣}$ دقيقة$^{-١}$ لموقع (اتروش) وكمعدل عام لجميع الترب بلغ ١٤ × ١٠$^{-٣}$ دقيقة$^{-١}$ مما يعكس وبوضوح تأثير اختلاف خصائص الترب الكيميائية والفيزيائية والمعدنية وبالاخص معادن الطين للترب المدروسة على معامل سرعة الامتزاز ان القيم العالية لمعامل الامتزاز تعزى الى المواقع الخارجية لمعادن الطور الصلب External planner sites بينما تعزى حركيات الامتزاز المنخفضة السرعة الى المواقع الداخلية للمعادن الطينية (Internal exchange sites) في حين تعزى حركيات الامتزاز المتوسطة السرعة لمواقع الحواف الداخلية Inter layer edges (Ogawada و Sparks، ١٩٨٦).

الجدول (٤): قيم معامل سرعة امتزاز البوتاسيوم حسب المعادلات الرياضية

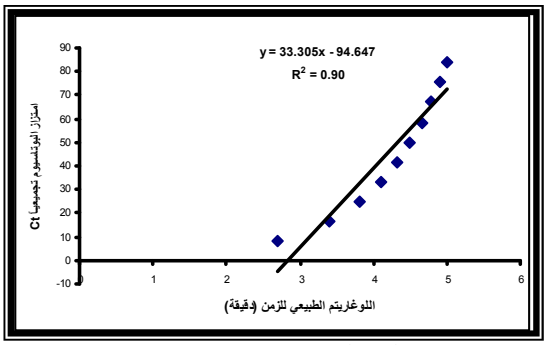
العينة	قيم معامل سرعة امتزاز البوتاسيوم حسب معادلة				
	الرتبة صفر ملغم.كغم$^{-١}$.دقيقة$^{-١}$	الرتبة الاولى دقيقة$^{-١}$	الانتشار $\frac{1}{2}$ ملغم.كغم.دقيقة	ايلوفيج ملغم.كغم$^{-١}$.دقيقة$^{-١}$	دالة القوة ملغم.كغم$^{-١}$.دقيقة$^{-١}$
١	١٠.٠٠٠	٠.٠٠٣	٩.٢١	٧٢.٩١	٠.٨٥
٢	١.١١١	٠.٠٣١	٧.٠١	٩٤.٦٥	٠.٧٠
٣	١٠.٠٠٠	٠.٠٠٣	٩.٢١	٨٥.٢٦	٠.٧٠
٤	١٠.٠٠٠	٠.٠٠٣	٩.٢١	٧٨.٤٥	٠.٧٨
٥	٣٣.٣٣	٠.٠٠٩	٨.١١	٨٠.٥٣	٠.٧٨
٦	٥٠.٠٠	٠.٠٠٦	٨.٥٢	٨٠.٨٣	٠.٧٥
٧	٠.٥٢٦	٠.٠٦٦	٥.٢٧	٩٥.٩٩	٠.٥٧
٨	٥.٠٠٠	٠.٠٠٧	٨.٥٢	٩٤.٢٥	٠.٥٩
٩	٥.٠٠٠	٠.٠٠٨	٨.٥٢	١٠٧.٧٩	٠.٥٠
١٠	٥.٠٠٠	٠.٠٠٨	٨.٥٢	١٠٧.١٣	٠.٤٨



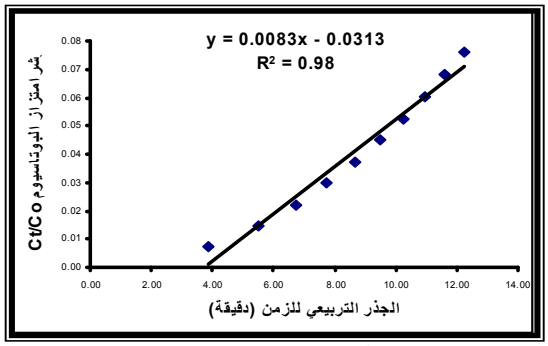
معادلة الرتبة الاولى



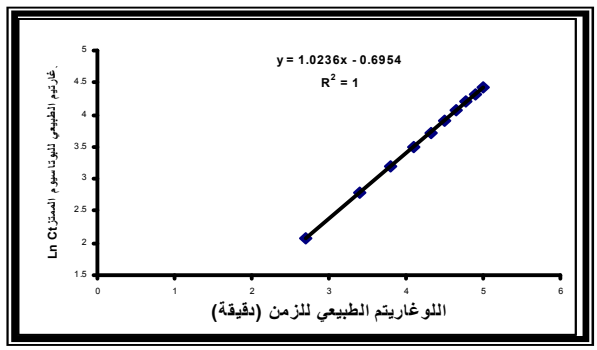
معادلة الرتبة صفر



معادلة ايلوفج



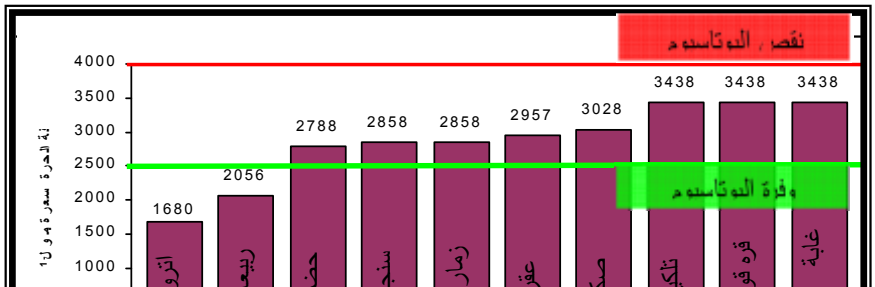
معادلة الانتشار



معادلة دالة القوة

الشكل (١) : الوصف الرياضي للبوتاسيوم الممتز لموقع ربيعة حسب طريقة الازاحة الامتزاجية

استخدام المدخل الحركي في حساب بعض مفاهيم الديناميك الحراري (الطاقة الحرة) : تشير النتائج المبينة في الشكل (٢) التي حصلنا عليها من تجربة الازاحة الامتزاجية لمحلول البوتاسيوم المار مرورا هادئا في عمود التربة، ان عملية التوازن الثرموديناميكي التي حصلت بين طوري التربة السائل والصلب على درجة ٥٢٩٨ كلفن ادت الى حصول طاقة حرة بعد عملية الامتزاز امتازت جميع قيمها بالسالبية مما يدل على ان التفاعل الذي حصل بين بوتاسيوم محلول الاتزان والذي يعبر عن مقياس لفعاليته في المحلول مقارنة مع فعاليته عن الحالة القياسية كان تلقائيا وان النقصان في الطاقة الحرة يدل على انخفاض فعالية نظام الامتزاز. لقد سجلت اقل طاقة حرة (٣٤٣٨-) سعرة.مول$^{-1}$ لمواقع الترب (تلكيف وقرقوش وغابة نينوى) معبرة عن حالى النقص حسب مفهوم Woodruff، (١٩٥٥) في حين سجلت اعلى طاقة حرة والبالغة (١٦٨٠-) سعرة.مول$^{-1}$ في موقع اتروش وكمعدل عام بلغت الطاقة الحرة (٢٨٥٤-)سعرة.مول$^{-1}$.



الوصف الرياضي لتحرر البوتاسيوم الممتز حسب طريقة الإزاحة الامتزاجية: تم وصف نتائج تحرر البوتاسيوم رياضيا بهدف كشف مدى صلاحية المعادلات الرياضية المعتمدة على أسس الحركيات, وذلك باعتماد كمية البوتاسيوم المتحررة كدالة للزمن (الرتبة صفر, الرتبة الاولى, الانتشار) والمعادلات التجريبية (ايلوفيج, دالة القوة) ونعرض في الشكل (٣) العلاقات الخمس بين البوتاسيوم المتحرر وزمن التحرر ازاء كل معادلة لموقع ربيعة, وان معطيات القيم تشير الى وقوع اغلب نقاط قيم البوتاسيوم المتحرر على هذه الخطوط مما يعطي دلائل قاطعة على صلاحية جميع المعادلات المذكورة اعلاه في وصف عملية تحرر البوتاسيوم الممتز رياضياً وهذا ما اكدته نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الجدول (٦) الذي أتضح الى وجود علاقة ارتباط احصائية مؤكدة بين تحرير البوتاسيوم الممتز وزمن الاستخلاص، وان ارتفاع قيم (R^2) تقودنا إلى الاستنتاج الى امكانية استخدام اي من هذه المعادلات في وصف تحرر البوتاسوم الممتز وهذا يتفق مع ما توصل اليه Havlin و Westfall (١٩٨٥) و Spark، (١٩٩٢)، Sevag و Balwent، (٢٠٠٤).

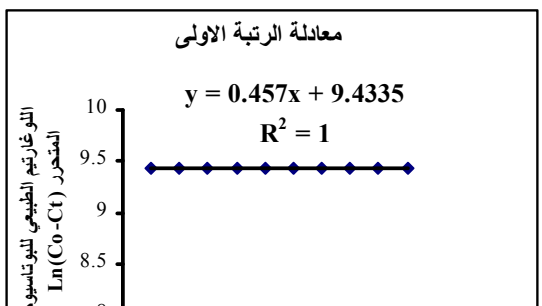
الجدول (٦): قيم معامل التحديد والخطأ القياسي لتحرر البوتاسيوم بطريقة الازاحة الامتزاجية

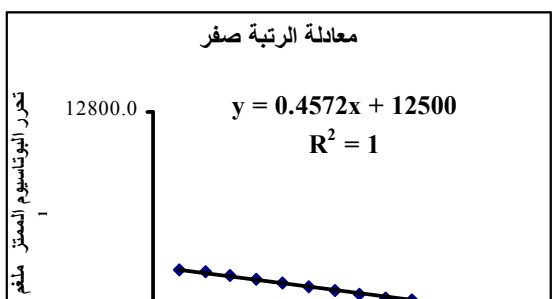
العينة	الرتبة صفر		الرتبة الاولى		الانتشار		ايلوفيج		دالة القوة	
	R^2	SE	R^2	SE	R^2	SE	R^2	SE	R^2	SE
١	٠.٩٩	٠.٠٨	٠.٩٩	٠.٠٠٠١	٠.٩٨	٠.٠٠٣	٠.٩٠	٥.٢٥	٠.٩٩	٠.٠٠٣
٢	٠.٩٩	٠.٠٨	٠.٩٩	٠.٠٠٠١	٠.٩٨	٠.٠٠٣	٠.٩٠	٦.٨٣	٠.٩٩	٠.٠٠٢
٣	٠.٩٩	٠.٠٨	٠.٩٩	٠.٠٠٠١	٠.٩٨	٠.٠٠٣	٠.٩٠	٦.٢٤	٠.٩٤	٠.٠٠٢
٤	٠.٩٩	٠.٠٨	٠.٩٩	٠.٠٠٠١	٠.٩٨	٠.٠٠٣	٠.٩٠	٥.٧٥	٠.٩٩	٠.٠٠٢
٥	٠.٩٩	٠.٠٨	٠.٩٩	٠.٠٠٠١	٠.٩٧	٠.٠٠٣	٠.٩٠	٥.٨٥	٠.٩٩	٠.٠٠٢
٦	٠.٩٩	٠.٠٨	٠.٩٩	٠.٠٠٠١	٠.٩٨	٠.٠٠٣	٠.٩٠	٦.٠٤	٠.٩٩	٠.٠٠٢
٧	٠.٩٩	٠.٠٨	٠.٩٩	٠.٠٠٠١	٠.٩٨	٠.٠٠٢	٠.٩٠	٧.٤٢	٠.٩٩	٠.٠٠٢
٨	٠.٩٩	٠.٠٨	٠.٩٩	٠.٠٠٠١	٠.٩٧	٠.٠٠٣	٠.٩٠	٧.٢٢	٠.٩٩	٠.٠٠٢
٩	٠.٩٩	٠.٠٨	٠.٩٩	٠.٠٠٠١	٠.٩٨	٠.٠٠٢	٠.٩٠	٧.٩١	١.٠٠	٠.٠٠٢
١٠	٠.٩٩	٠.٠٨	٠.٩٩	٠.٠٠٠٠	٠.٩٨	٠.٠٠٢	٠.٩٠	٨.٢١	١.٠٠	٠.٠٠٢
المعدل	٠.٩٩	٠.٠٨	٠.٩٩	٠.٠٠٠١	٠.٩٨	٠.٠٠٣	٠.٩٠	٦.٦٧	٠.٩٩	٠.٠٠٢

ولغرض كشف أفضل المعادلات المطبقة في عملية تحرر البوتاسيوم فقد أعتمد تحليل اقل خطأ قياسي وأعلى معامل تحديد حسب ما جاء به Sparks (١٩٩٢)، وتوضح معطيات الجدول (٦) بأن أقل خطأ قياسي حصلنا عليه مع اعلى معامل تحديد كان من نصيب معادلة الرتبة الاولى وكان ترتيب المعادلات من حيث أفضليتها في وصف عملية التحرر كالاتي :

الرتبة الاولى ودالة القوة والرتبة صفر والانتشار وايلوفيج

وهذا ما اكده Sharma و Swami (٢٠٠٠) في دراستهما لبعض الترب الهندية . وبين Hosseinpour و Kalbasi (٢٠٠٢) في دراستهما لبعض الترب الايرانية بأن معادلة الرتبة الاولى ودالة القوة توصف تحرر البوتاسيوم بدرجة أكفأ من المعادلات الاخرى اعتماد على اعلى معامل ارتباط وأقل خطأ قياسي .





معامل سرعة تحرر البوتاسيوم الممتز: يبين الجدول (٧) قيم معامل سرعة تحرر البوتاسيوم حيث بلغ ١.٧ × ١٠$^{-٣}$ دقيقة$^{-١}$ **لموقع (زمار٢)** في حين ظهر اعلى قيم معامل تحرر البوتاسيوم ٢.٥ × ١٠$^{-٣}$ دقيقة$^{-١}$ **في موقع (قرقوش)** وكمعدل عام لجميع الترب بلغ ٢.٢ × ١٠$^{-٣}$ دقيقة$^{-١}$ مما يعكس وبوضوح تأثير خصائص الترب الكيميائية والفيزيائية والمعدنية على معامل سرعة تحرر البوتاسيوم وعند تقييم معطيات **الجدول (٧)** بالاعتماد على ما حصل عليه Sharpley (١٩٨٧) وHundal و Pasricha (١٩٩٣) **لمعامل تحرر** البوتاسيوم حسب معادلة الرتبة الاولى فانه يستنتج بان قيم معامل سرعة تحرر البوتاسيوم للترب قيد الدراسة تعد واطئة نسبيا كما يلاحظ من الجدول نفسه بان معامل سرعة تحرر البوتاسيوم اختلفت باختلاف الترب **والمعادلات المستخدمة** .

الجدول (٧): قيم معامل سرعة تحرر البوتاسيوم الممتز حسب المعادلات الرياضية بطريقة الازاحة الامتزاجية

العينة	قيم معامل سرعة تحرر البوتاسيوم الممتز حسب معادلة				
	الرتبة صفر	الرتبة الاولى	الانتشار	ايلوفيج	دالة القوة

	ملغم.كغم$^{-1}$.دقيقة$^{-1}$	دقيقة$^{-1}$	$\frac{1}{2}$ ملغم.كغم.دقيقة	ملغم.كغم$^{-1}$.دقيقة$^{-1}$	ملغم.كغم$^{-1}$.دقيقة$^{-1}$
١	١٠.٠	٠.٠٠٢١	٩.٢١	٥٨.٣١	١.٠٧
٢	١٢.٥	٠.٠٠٢٢	٩.٤٣	٧٦.٠٤	٠.٨٠
٣	١٠.٠	٠.٠٠٢٥	٩.٢١	٦٩.٣٩	٠.٩٠
٤	١٠.٠	٠.٠٠٢٣	٩.٢١	٣٦.٨٥	٠.٩٨
٥	١٠.٠	٠.٠٠٢٤	٩.٢١	٦٤.٩٦	٠.٩٦
٦	١٠.٠	٠.٠٠٢٤	٩.٢١	٦٧.١٧	٠.٩٣
٧	١٤.٢	٠.٠٠٢١	٩.٥٨	٨٢.٦٩	٠.٧٢
٨	١٤.٢	٠.٠٠٢١	٩.٥٧	٨٠.٤٧	٠.٧٤
٩	١٦.٦	٠.٠٠١٩	٩.٧٢	٨٨.٢٣	٠.٦٥
١٠	٢٠.٠	٠.٠٠١٧	٩.٩٠	٩١.٥٥	٠.٦١
المعدل	١٣.٧	٠.٠٠٢٢	٩.٤٣	٧٤.٢٧	٠.٨٤

دليل تحرر البوتاسيوم الممتز: تم استخدام دليل التحرر Desorption index (DI) للتعبير كميا عن قابلية الترب لتثبيت الايون والاحتفاظ به فان كانت قيمة هذا المعيار اكبر من ١ فان هذا يعني ان تفاعلات الامتزاز غير عكسية اما اذا كانت قيمة هذا المعيار اقل من (١) فان التفاعلات تكون عكسية (Mazadori وآخرون، ١٩٩١) اذ تم حساب هذا المعيار بقسمة ميل منحنى معادلة الرتبة الاولى بعملية التحرر على ميل منحنى للمعادلة نفسها لعملية الامتزاز . هذا ما تم عرضه في الجدول (٨) حيث اشارت النتائج ان قيمة هذا المعيار تراوحت من ٠.٢ لموقع زمار٢ وسنجار الى ٠.٩ لموقع قرقوش وربيعة، مما يعني ان عملية الامتزاز لهذه الترب هي تفاعلات عكسية . وكمعدل عام للترب بلغ ٠.٥ . وتعد الترب في سنجار وزمار اعلى الترب بظاهرة التخلف .

الجدول (٨): معيار دليل تحرر البوتاسيوم الممتز

الموقع	ميل منحنى التحرر	ميل منحنى الامتزاز	دليل التحرر DI
١	٠.٠٢١	٠.٠٣٠	٠.٧
٢	٠.٠٢٨	٠.٠٣١	٠.٩
٣	٠.٠٢٦	٠.٠٣٠	٠.٩
٤	٠.٠٢٣	٠.٠٣٠	٠.٨
٥	٠.٠٢٤	٠.٠٩٠	٠.٣
٦	٠.٠٢٤	٠.٠٦٠	٠.٤
٧	٠.٠٢١	٠.٠٦٦	٠.٣
٨	٠.٠٢١	٠.٠٧٠	٠.٣
٩	٠.٠١٩	٠.٠٨٠	٠.٢
١٠	٠.٠١٧	٠.٠٨٠	٠.٢

ان انخفاض قيم دليل التحرر للترب يشير بوضوح الى شدة قوة ربط البوتاسيوم مع غرويات التربة وبالتالي صعوبة تحرر ايون البوتاسيوم الى محلول التربة . كما تجدر الاشارة هنا الى ان الترب اظهرت تباينا كبيرا فيما بينها من ناحية امتزازها وتحررها للبوتاسيوم مما يؤكد ان اختلاف الخواص الكيميائية والمعدنية والفيزيائية لها دورا كبيرا في اختلاف الخواص الامتزازية والتحررية في هذه الترب .

ان القدرة العالية لهذه التربة في احتفاظ البوتاسيوم (انخفاض قدرتها على التحرر) تتماشى مع نتائج العديد من الباحثين Kado وآخرون (١٩٧٨) و Shaviv وآخرون (١٩٨٥) و Badroui وآخرون (١٩٩٢) و Arocena وآخرون (١٩٩٣) و Prasad وآخرون (١٩٩٧) أي ان الكمية المتحررة عبر عملية desorption هي اقل بكثير من كمية البوتاسيوم الممتزة مشيرة بذلك الى حصول ظاهرة التخلف K–Hystersis بدرجة كبيرة كما اشاروا الى عدم الانعكاسية العالية لتفاعلات الامتزاز مع التربة فان جزء

من الايون سوف يعاد امتزازه او تحركه الى مواقع سطحية ذات طاقة عالية لا يمكن ان تتحرر مباشرة الى طور التربة السائل عبر عملية الانتشار . ان دراسة عكس الامتزاز ونسبة التحرر للبوتاسيوم الممتز Reversibility ومعرفة القدرة التثبيتية لهذه الترب تعد هامة جدا لكونها تلعب دورا رئيسيا في الحفاظ على مستويات البوتاسيوم في طور التربة السائل واللازمة لنمو النبات .

KINETICS OF POTASSIUM ADSORPTION AND DESORPTION IN SOME NINEVEH GOVERNORATE SOILS

Mohammed A. Jamal Al - Obaidi Abdel – Rhman Sammo Hussien
Dept. of Soil and Water Sci.College of Agric. and Forestry, Mosul Univ.

ABSTRACT

This research was conducted to study physico – chemical behavior of potassium adsorption–desorption phenomena in some soils of Nineveh Governorate. To fulfill the mentioned target above 10 different locations in their rainfall and land management. Series chemical experiments were done . The results of the above experiments revealed the following:

1- Potassium adsorption was ranged between 32 – 64% of added potassium while K – desorption was ranged between 22 – 56% of added potassium.
2- The adsorption amounts were significantly correlated with Cation Exchange capacity (r = 0.48*) and organic matter (r = 0.36*).
3- According to kinetic approach showed a significant effect of time on potassium adsorption and soils a different pathways of adsorption curves, the first order equation was the best to describe the adsorption of potassium. The studied soils appeared to be high in potassium adsorption rate ($3\times10^{-3} – 66\times10^{-3}$ min^{-1}).
4- Potassium desorption according to kinetic approach showed a significant effect of time on potassium desorption, there are two stages of K release, and first order equation was the best to describe the desorption of potassium by using missible displacement. Rate coefficient of K – desorption according to first order equation were range between ($1.7 – 2.5\times10^{-3}$) min^{-1}. Studied soils appeared to be low in potassium desorption rate coefficient as well.
5- Desorption index ranged between 0.2 – 0.9 according to (Kd/Ka) by using first order equation. Studied soils appeared to be high–moderate fixing.

المصادر

سعد الله، علي محمد واحمد حيدر الزبيدي (٢٠٠١) الملوحة وحركيات البوتاسيوم في الترب. مجلة العلوم الزراعية العراقية . ٣٢ ، ٥ .

العبيدي، محمد علي جمال (١٩٩٦) حركيات تحرر البوتاسيوم في بعض الترب العراقية. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة . جامعة بغداد .

العبيدي، محمد علي جمال وحسن ، هشام محمود (٢٠٠١). تحرر البوتاسيوم الممتز لبعض الترب الديمية في شمال العراق . مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. ١، ٧: ص١٠-١٧.

Al – Zubaidi, A.H. (2001). Potassium status in Iraq soils. Potassium and water management in WANA. Amman, Jordan. 2001.

Arocena, J.M.; S., Pauluk and M.J. Dudas (1993). Sericites in feldspars as source of 2:1 phyllosillicates in selected sandy soils, Soil. Sci. Soc. Am. J. 57: 1634-1640.

Badraoui, M., M. Agbani, A. Merzouk, P.R. Bloom, R.Bouabid, B. Soudi, A. Mimouni; Annouaui and S. Bouchaara (1992). Chemistry and minerology of potassium. Morocco Int. Cent. Agric. Res. In dry Areas. ICARDA.

Cracksi, T.H. and D.L. Sparks (1985). A modified miscible displacement technique for investigating adsorption – desorption kinetics in soils. Soil. Sci. Soc. Am. J. 49: 1114-1116.

El – Khatib. E.A., and J.L. Hern (1988). Kinetics of potassium desorption from applachian soils. Soil Sci. 145: 11: 19.

Havlin, J.L., and D.G. Westfall (1985). Potassium release kinetics and plant response in calcareous soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 49: 366-370.

Hosseinpour, A. and M., Kalbasi (2002). Kinetics of nonexchangeable potassium release from soils and soil separates in some central region soils of Iran. 17th WCSS14-21 August, Thailand.

Hundal, L. and N.S. Pasricha (1993). Non – exchangeable potassium kinetics in illitic soil profiles. Soil Sci. 156: 34-41.

Jackson. M.L 1979. Advance in Soil Analysis.

Kada, B.G., N., Badhe and C.P. Ghonsikar (1978). potassium fixation in marathwada soil. Soil and Fertilizers; 1980. 43, 2.

Mazadorio, C., A.I. Vittori, C. Ciavatta and P. Sequi (1991). Soil organic matter influence on adsorption and desorption of boron. Soil Sci. Soc. Am. J. 55: 1582-1585.

Ogawada, R.A. and D.L. Sparks (1986). A critical evaluation on the use of kinetics for determining thermodynamics of ion exchange in soils. Soil. Sci. Soc. Am. J. 50: 300-205.

Page, A.L., R.H. Miller, and D.R. Kenney (1982). Methods of Soil Analysis. Part (2). Agronomy 9. Madison, WI.

Prassad, R., D. Gowrisankar and I.M. Shukia (1997). Adsorption of zinc in soils. Agrochemica, V.XLI (6): 241-246.

Sevag, B. and S. Blwant (2004). Kinetics of potassium release from Vertosols from northern NSW. 3rd ed Australian New Zealand Soils Conference. University of Sydney, Austeralia.

Sharma, R.R. and B.N, Swami (2000). Studies on Kinetics of Potassium Release in Surface Horizons of Three Soil Series of Rajsthan. J. of the Indian Soc. of Soil Sci. 48: 472-477

Sharpley, A.N. (1987). The kinetics of potassium desorption. Soil Sci. Soc. Am. J. 51: 912-917.

Shaviv, A.; P.E. Mohsin, E. Part and S.V. Mattigod (1985). Potassium fixation characteristics of five Southern California soils. Soil. Sci. Soc. Am. J. 49: 1105-1109.

Soil Survey Laboratory Staff (1992). Soil survey laboratory methods manual. Soil Surv. Invest. Reps. 42 USDA – SCS, Washington, DC.

Sparks, D.L. and P.M. Jardine (1984). Comparison of kinetics equations to describe potassium–calcium exchange in pure and in mixed system. Soil Sci. 138: 115-122.

Sparks, D.L. (1992). Kinetics of Soil Chemicals Process. Academic Press, Inc., England.

Sparks, D.L. (1998). Soil physical chemistry CRC Press, Boca, Raton, New York, Washington, D.C.

Sparks, D.L. (2000). Bio-availability of Soil Potassium. In Handbook of soil Walcolml sumnered 2000 C.R.C. Press. New York.

Stanley, E. M. (2005). Environmental chemistry. International Standard Book, CRC Press, New York, U.S.A.

Tsadilas, C.D. and V.P. Evangelou (1998). Mixed soil/clinoptilolite Qunatity/Internsity behavior in binary and ternary K – NH_4 – Ca exchange systems. Soil Sci. 163: 454-462.

Woodruff, C.M. (1955). Ionic equilibrium between clay and dilute salt solution. Soil Sci. Am. Proc. 19: 36-40.