مجلة زراعة الرافدين المجلد (٣٣) العدد (١)
٢٠٠٥

تأثير إزالة كاربونات الكالسيوم على امتزاز البورون في بعض الترب الكلسية من شمال العراق

محمد علي جمال العبيدي محمد طاهر سعيد خليل
كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

الخلاصة

تم دراسة امتزاز البورون في ثمان ترب كلسية أزيل منها الكلس وذلك بعمل اتزان هادئ مع تراكيز مختلفة من البورون بهيئة حامض البوريك بمدى (صفر و ٢.٥ و ٥ و ٧.٥ و ١٠) ملغم بورون. لتر $^{-1}$. تم وصف الامتزاز بمعادلات لانكماير ذات السطح الواحد والسطحين وفرندلخ قبل المعادلات وبعد إزالة الكلس بأن أقصى امتزاز حصل في الترب الناعمة النسجة وقد بينت النتائج للترب قبل إزالة الكلس بأن أقصى امتزاز للبورون ارتبط معنويا مع كل من الكلس الكلي والمادة العضوية والطين. وقد تراوحت طاقة ربط البورون في الترب الكلسية قبل إزالة الكلس من ٠.٥ إلى ٠.٩ انخفض إلى (٠.٣ – ٠.٦) مل. مايكروغرام $^{-1}$ بعد إزالة الكلس وان طاقة الربط ازدادت في الترب ذات النسجة الخشنة مما يعطي دليل على الارتباط العالي للبورون ومما يجعل صعوبة تحرره إلى الطور السائل. كما انخفضت سعة الإمتزاز من (٤٢ - ٧٢) قبل إزالة الكلس إلى (٣٦ -٦٠) مايكروغرام غم $^{-1}$. كما أشارت معادلة لانكماير ذات السطحين بوجود نوعين من السطوح امتاز السطح الأول بسعة امتزاز واطئة مع طاقة ربط عالية والسطح الثاني بسعة امتزاز عالية مع طاقة ربط منخفضة.

المقدمة

يعد البورون من العناصر الغذائية المهمة للنبات وان مدى جاهزيته تعتمد على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للترب. إن توزيع البورون بين طوري التربة السائل والصلب يعد أمرا في غاية الأهمية في دراسة تفاعات التربة والبورون ولا تزال ميكانيكية امتزازه غير واضحة. إن تواجد نظام الكاربونات في الترب الكلسية سيؤدي إلى رفع درجة تفاعل التربة مما يزيد الامتزاز (Barrow ،١٩٨٩ و Keren و Sparks ،١٩٩٤). كما تؤدي الكاربونات إلى زيادة امتزاز البورون في التربة فقد أشار Forster و Goldberg (١٩٩١) إلى أن هناك انخفاض بمقدار ١٠% من البورون الممتز في الترب الكلسية بعد إزالة الكلس منها وان ميكانيكية امتزاز البورون على الكلس يعود إلى محصلة العوامل الآتية:

ترسيب البورون بشكل بورات الكالسيوم.

إحلال جذر البورات محل جذر الكاربونات في تركيبة الكلس. وامتزاز البورون على سطح الكاربونات.

كما أشار كل من Saha و Sing (١٩٩٨) إلى زيادة امتزاز البورون بإضافة ٨% كاربونات الكالسيوم للترب والذي أدى إلى زيادة في سعة الامتزاز بمقدار ٢٥% من ١٤.٤ إلى ١٧.١ ملغم. كغم $^{-1}$ في تربة Indore ومن ١٨.١ إلى ٢٣.١ ملغم. كغم $^{-1}$ لتربة Bhopal في الهند. في العراق أشار كل من مرتضى (١٩٨٢) و محمد (١٩٨٧) و A wad وMaki (١٩٩٠) والفحي (٢٠٠٢) إلى وجود علاقة موجبة بين مؤشرات الامتزاز لمعادلة لانكماير (سعة الامتزاز، طاقة الربط) مع محتوى الترب من الكلس يهدف البحث إلى دراسة سلوكية امتزاز البورون بعد إزالة الكلس من بعض الترب الكلسية في محافظة نينوى.

مواد وطرق البحث

تم تحديد ثمانية مواقع ترب مختلفة من محافظة نينوى قدرت بعض خصائصها الفيزيائية والكيميائية المذكورة في الجدول (١) حسب الطرق الواردة من قبل Klude (١٩٨٦) و Rowell (١٩٩٦). تم إزالة الكلس التربة باستخدام حامض الهيدروليك المخفف ٠.٢ مولار وفق ما أشار إليه Forester و Goldberg (١٩٩١). ولغرض دراسة سلوكية امتزاز البورون في عينات الترب قبل وبعد إزالة الكلس فقد تم عمل اتزان لعينات الترب مع تراكيز مختلفة من البورون على هيئة

حامض البوريك (صفر و ٠.٥ و ١.٠ و ١.٥ و ٢.٥ و ٥ و ٧.٥ و ١٠) مايكروغرام بورون. غم$^{-1}$ وبنسبة ١ : ١٠ حيث رجت المعلقات لمدة ٢٤ ساعة وعلى درجة حرارة ثابتة ٢٩.١°. كلفن. قدر البورون في محاليل الاتزان حسب الطريقة اللونية (Gupta، ١٩٩٣) باستخدام Azomethine-H على طول موجي ٤٢٠ نانومتر حيث تم حساب كمية البورون الممتز بطرح كمية البورون في محلول الاتزان من الكمية المضافة. وتم وصف كمية البورون في محلول الاتزان وطور التربة الصلب (الممتز) وفق معادلتي لانكماير ذات السطح الواحد وذات السطحين ومعادلة فرندلخ وكالآتي :-

تاريخ تسلم البحث ١٤ /٩ /٢٠٠٤ وقبوله ٢٣ /٣ /٢٠٠٥

١-معادلة لانكماير ذات السطح الواحد وبصيغتها الخطية:-

$$C/X = 1 / Xm + C / Xm \quad \ldots(1)$$

حيث تعبر X عن كمية البورون الممتز بوحدات مايكروغرام بورون. تربة و C عن كمية البورون في طور الاتزان مايكروغرام بورون. مل $^{-1}$ ، Xm سعة الامتزاز الأعظم بوحدات مايكروغرام بورون. غم تربة. K طاقة ربط البورون. مل. مايكروغرام$^{-1}$. والذي يعكس السرعة النسبية لـ متزاز في حالة التوازن. وبرسم القاطع 1/KXm أمكن حساب ثابت المعادلة K وذلك بقسمة الميل على القاطع ومن خـ ل معرفة سعة الامتزاز الأعظم أمكن حساب ميل الطاقة ربط البورون بالجزء الصلب.

٢-معادلة لانكماير ذات السطحين وتنص الصيغة الرياضية لهذه المعادلة Sposito (١٩٨٢) على

$$X = \frac{K1.\,Xm1.\,C}{1 + K1C} + \frac{K2\,.\,Xm2\,.C}{1 + K2C} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

حيث يعبر الرقمين 1 , 2 عن السطحين الأول والثاني من سطوح الامتزاز، $Xm1, Xm_2$ سعة الامتزاز للسطحين الأول والثاني بينما يعبر K2,K1 عن طاقة الربط لمواقع الطاقة العالية والمنخفضة لسطحي الامتزاز الأول والثاني.

٣-معادلة فرندلخ المحورة والتي تنص على:

$$Ln\,(X+C) = Ln\,K + b\,Ln\,C \quad \ldots\ldots\ldots(3)$$

حيث أن X كمية البورون الممتزة، C تركيز البورون في محلول الاتزان، K, b ثوابت تجربية.

وقد تم استخراج قيم ثوابت الاتزان باستخدام طريقة الانحدار الخطي لمعادلتي لنكماير ذات السطح الواحد ومعادلة فرندلخ المحورة، بينما استخرجت ثوابت معادلة لانكماير ذات السطحين باستخدام تحليل الانحدار غير الخطي باستعمال طريقة اقل فرق للمربعات الصغرى (Holfford واخرون ،١٩٧٤).

النتائج والمناقشة

ثوابت الامتزاز: تبين النتائج في الجدول (٢) قيم ثوابت الامتزاز لكل من معادلة لانكماير ذات السطحين وذات السطح الواحد وفرندلخ على التوالي حسب أفضليتها في الوصف الرياضي فقد تراوحت سعة الامتزاز للسطح الأول من ٣.١ إلى ٥.١ ملغم. بورون. كغم $^{-1}$ تربة بينما تراوحت سعة الامتزاز للسطح الثاني من ١١٨ إلى ٢٣٠ ملغم. كغم$^{-1}$، وإذا ما تمت مقارنة هذه القيم بسعة إمتزازالكلس النقي والبالغة ٢٨٥ ملغم. كغم$^{-1}$ يتضح بأن الكلس هو المسؤول عن مسك وتراكم البورون في التربة.

أما طاقة ربط البورون فقد تراوحت من ١٢.٥ إلى ٢٠ لتر. كغم$^{-1}$ للسطح الأول ومن ٠.٠٠٦ إلى ٠.٠١٠ لتر . كغم$^{-1}$. ويبدو من النتائج بان السطح الأول امتز البورون بطاقة ربط عالية جدا مقارنة بطاقة ربط البورون على السطح الثاني. هذه القيمة التي تم الحصول عليها تتوافق مع طاقة ربط الكلس النقي للبورون مما يعطي دليل آخر وواضح على أن معظم عملية الامتزاز يكون الكلس هو المسؤول عنها.

أما ثوابت الامتزاز لمعادلة فرندلخ والتي احتلت المرتبة الثانية بعد معادلة لانكماير ذات السطحين فقد تراوحت قيمة الثابت b من ٠.٣١ إلى ٠.٦٠ بينما تراوحت القيم للثابت a من ١.٨ إلى ٣.٢، أما سعة امتزاز البورون حسب معادلة لانكماير ذات السطح الواحد فقد تراوحت من٤.٣ إلى ٩.٥ ملغم.كغم$^{-1}$. أظهرت النتائج (الجدول ٣)وجود ع قة ارتباط معنوية بين طاقة الربط لمعادلتي لانكماير ذات السطح الواحد وذات السطحين وكاربونات الكالسيوم (*٠.٧٣) و (*٠.٥٧) على التوالي مما يؤكد أهمية كاربونات الكالسيوم الكلية مع درجة تفاعل التربة في تحديد والتأثير على طاقة الامتزاز وسعة في الترب الكلسية وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه Keren (١٩٨٥) والعلوان (١٩٨٩) و Goldberg و Forester (١٩٩١) و Gupta (١٩٩٣)والف حي (٢٠٠٠) وكشمولة (٢٠٠٣) الذين أشاروا إلى أن الكاربونات تعمل كجامع البورون Sinkhole في الترب الكلسية. كما أكد العلوان (١٩٨٩) إلى القدرة العالية لمادة كاربونات الكالسيوم النقية في مسك البورون. مما يؤكد أهمية التركيز المستقبلي وبشكل دقيق على موضوع كاربونات الكالسيوم الصلبة ونوعيتها في ربط وامتزاز البورون في التربة.

ويوضح الجدول (٤) قيم معامل التحديد الإحصائي (R2) حيث يتضح بان افضل معادلة لوصف امتزاز البورون كانت معادلة لانكماير ذات السطحين تليها معادلة فرندلخ واخيرا معادلة لانكماير ذات السطح الواحدوهذا يتفق مع ما حصل عليه الف حي (٢٠٠٠) وكشمولة (٢٠٠٣) حيث أشار إلى تفوق معادلة لانكماير ذات السطحين في وصف امتزاز البورون في بعض الترب العراقية.

الجدول (٤): قيم معامل التحديد لمعادلات الامتزاز.

الموقع	قيم معامل التحديد R^2 لمعادلة		
	لانكماير ذات السطح الواحد	لانكماير ذات السطحين	فرندلخ
١	٠.٨٤	٠.٩٩	٠.٩٩
٢	٠.٦٣	٠.٩٩	٠.٩٨
٣	٠.٦٣	٠.٩٨	٠.٩٧
٤	٠.٨٠	٠.٩٩	٠.٩٦
٥	٠.٨٢	٠.٩٥	٠.٩٣
٦	٠.٨٣	٠.٩٧	٠.٩٥
٧	٠.٨٠	٠.٩٩	٠.٩٧
٨	٠.٨٥	٠.٩٩	٠.٩٥
المعدل	٠.٧٧	٠.٩٨	٠.٩٦

لقد أدت إزالة الكلس من الترب قيد الدراسة إلى خفض عدد المواقع المسؤولة عن امتزاز البورون بطاقة الربط المنخفضة مما سمح للسطح الثاني بمسك البورون بطاقة ربط عالية. والتي أدت إلى ارتفاع سعة الامتزاج للسطح الأول حيث بلغت من ٢٤ إلى ٣٢ ملغم. كغم –١ وبمعدل ٢٨.٤ والتي شكلت حوالي ١٠.١٥ % من سعة امتزاز الكلس. بينما تراوحت القيم من ٣.١ إلى ٣.٧ حيث شكل الامتزاز نسبة ١.٣ % من سطح امتزاز الكاربونات على العكس فنرى ان الانخفاض كان حادا وكبيرا نتيجة إزالة الكلس حيث انخفضت سعة الامتزاز للسطح الثاني من ١١٨ إلى ٢٣١ وبمعدل ١٧٨.٤ إلى المدى ٤٠ – ١١٨ وبمعدل ٨٨.٥ ملغم. كغم –١ وإذا ما تم اخذ مجموع سعة الامتزاز لكـ سطحي التفاعلين الأول والثاني فإننا ن حظ بان هذا المؤشر انخفض من (١٢٣.٥ – ٢٣٥.١) قبل إزالة الكلس إلى (٦٥.١ - ١٤٢) ملغم. بورون. كغم-١ بعدما أزيل منه الكلس وبمعدل ١١٦.٩ فان هذا الانخفاض شكل نسبة مئوية قدرها ٣٥.٨ %.

كما يـ حظ من الجدول (٦) قيم Xm1 / Xm2 والتي تعبر عن مدى مساهمة السطح الثاني في عملية الامتزاز مقارنة مع السطح الأول حيث تراوح هذا المؤشر من ٣٢.٣ إلى ٥٢.٢ مرة بقدر سعة امتزاز السطح الأول وان عملية إزالة الكلس من الترب أدى إلى خفض هذا المؤشر إلى المدى المحصور بين (١.٦ – ٩.٤) مرة. مما يعكس لنا بوضوح دور سطح الكاربونات في امتزاز البورون وهذا يتفق مع ما شار إليه Goldberg و Forster (١٩٩١) إلى أن تراكم الكلس في الترب الكلسية

يزيد من سعة الامتزاز وان إزالته من الترب سيؤدي إلى التقليل من امتزازه لقلة المساحة السطحية لـ متزاز من جهة وانخفاض درجة تفاعل التربة.

وإذا ما عبرنا عن سعة امتزاز كل سطح لوحده إلى سعة امتزاز الكلس النقي يـ حظ وبوضوح بان غالبية امتزاز البورون تكون لسطح الكاربونات عند السطح الثاني. حيث تراوحت النسبة من ٤٢.٥ إلى ٨٢.٨ % والتي انخفضت بعد إزالة الكلس من الترب إلى نسبة ١٤.٤ إلى ٤٢.٥ % بينما حصل عكس الاتجاه المذكور أعـ ه بالنسبة للسطح المذكور حيث بلغت هذه النسبة ١.١ إلى ١.٨ قبل إزالة الكلس من الترب ارتفعت إلى النسبة (٩ – ١١.٥ %) بعد إزالة الكلس وقد يعود السبب إلى دور الحامض في إذابة جزء من الأغلفة الكلسية التي تغطي دقائق التربة مما أعطى مجالا أوسع لامتزاز البورون وبطاقة ربط عالية مع الطين (Keren ١٩٨١ و Goldberg ١٩٩٧ و ١٩٩٩).

أما النتائج الخاصة بطاقة ربط البورون فتشير وكما موضح في الجدول (٧) إلى أن طاقة ربط البورون عند السطح الأول ارتفعت من المدى (١٢.٣-١٨) لتر. كغم –١إلى المدى (١٤.٦-٢٣.١) لتر. كغم –١ بعدما أزيل الكلس. مما يعكس دور الطين في مسك البورون (Su و Suarez ١٩٩٧) في حين أدت إزالة الكلس من التربة إلى زيادة طاقة الربط في السطح الثاني مما يشير بشكل واضح إلى ظهور سطح تفاعلي جديد بطاقة ربط أعلى من طاقة ربط السطح الثاني قبل إزالة الكلس. علما بان طاقة ربط البورون للسطح الثاني أعطت قيما مقارنة لطاقة ربط البورون مع الكلس النقي والتي تراوحت من ٠.٠٠٦ إلى ٠.٠١٠ وبمعدل ٠.٠٠٨٣لتر. كغم-١ مقارنة بطاقة ربط البورون مع الكلس النقي ٠.٠٠٩٠ لتر . كغم-١ وهذا ما أكده Saha و Sing (١٩٩٨) في دراستهما على ترب كلسية وغير كلسية في الهند.

الجدول (٦): النسبة بين سعة امتزاز السطح الثاني Xm2 إلى سعة امتزاز السطح الأول Xm1

الرقم	Xm2 / Xm1		Xm1 / سطح الكاربونات		Xm2 / سطح الكاربونات	
	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد
١	٣٢.٣	١.٦	١.٣	٩.٠٠	٤٣.٢	١٤.٤
٢	٥٢.٢	٣.١	١.٣	١٠.٦	٦٧.٧	٣٢.٨
٣	٤٣.٧	٣.٥	١.٧	١١.٢	٧٥.٨	٣٩.٦
٤	٤٥.١	٤.٩	١.٨	٨.٦	٨٢.٨	٤٢.٥
٥	٤٧.٤	٣.٢	١.٤	١٠.٤	٦٤.٨	٣٣.١
٦	٤٦.٣	٣.٢	١.٥	١١.٢	٦٨.٤	٣٦.٠٠
٧	٣٨.١	٢.٠٠	١.١	٩.٤	٤٢.٥	١٨.٧
٨	٤٢.٦	٣.٣	١.٧	١١.٥	٧٢.٠٠	٣٧.٨
المعدل	٤٣.٤	٣.١	١.٥	١٠.٢	٦٤.٦	٣١.٩

مما تقدم نستنتج أهمية دراسة الكربونات في امتزاز البورون والحاجة المستقبلية لدراسات أوسع واشمل للتعرف على ميكانيكية الامتزاز والتحرر.

EFFEC OF DECALICIFICATION ON BORON ADSORPTION IN SOME CALCAREOUS SOIL IN NORTHERN OF IRAQ.

M. A. J Al-Obaidi. M. T. S Khalil.
College of Agric.& Forestry,Univ. of Mosul, Iraq

ABSTRACT

Boron adsorption have been studied in eight decalcified surface soil in Ninevah province using a quiet equilibrium with different boron concentration as a boric acid levels (0 , 2.5 , 7.5 , 10) mg Boron L –1 . Adsorption was described by two Langmuir equation of a single and double surface &

Frendlich equation before and after decalcification. It was appeared that the maximum adsorption was textured found in the fine soil. Before decalcification the results showed that boron maximum adsorption was significantly correlated with both total and active lime, Organic matter and clay contents. The bonding energy in calcareous soil before decalcification was dereased from (0.5 – 0.9) to (0.3 – 0.6) ml. gm –1 after decalcification, and the bonding engergy was increased in the soft textured soil that gives evident for the high boron boning and its difficult phase to the liquid phase, adsorption capacity reduced from (42 - 72) before decalcification to (36 – 60) gm –1. Both surface Langmuir equation referred to two kinds of soil surfaces. The first one was characterized by low adsorption capacity and high bonding energy while, the seemed was characterized by high adsorption capacity and low bonding energy for the second surface.

المصادر

العلوان، عبد الس م غضبان كلي (١٩٨٩). السلوك الكيميائي للبورون في بعض ترب جنوب العراق. رسالة ماجستير. كلية الزراعة / جامعة البصرة.

الف حي، احمد عدنان احمد (٢٠٠٠). حركيات البورون في الترب المحلية العراقية قبل وبعد الغسل. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة / جامعة بغداد.

كشمولة، عمار يونس احمد (٢٠٠٣). دراسة حالة البورون في بعض ترب محافظة نينوى وتأثيره على محصول البنجر السكري. رسالة ماجستير / جامعة الموصل

محمد، دلشاد عبد الرحمن (١٩٨٧). دراسة البورون لبعض ترب ومياه محافظة السليمانية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة /جامعة صد ح الدين.

مرتضى، نبيل صدقي (١٩٨٢). دراسة عنصر البورون في بعض تري محافظة نينوى. رسالة ماجستير. كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل.

Awad, K. M, and A. K. Maki (1990):- Boron adsorption by calcarious soil. As related to soil preperties, Mesopotamia J. of Agric. 22 (4): 43-54.

Barrow, N. J. (1989). Testing a mechanistic model X. the effect of pH and electrolyte concentrations on berate sorption by soil. J. Soil Sci, 40: 427-435.

Goldberg, S. R., S. Forster (1991). Boron sorption on calcarious and reference calcite, Soil Sci., 152-310.

Goldberg, S. (1997). Reaction of Boron with soils. Plant & Soil, 193: 35-48.

Goldberg- S. (1999). Reanalysis of boron adsorption on soils and minerals using the constant capacitance model, Soil Sci, Soc. Am. J., 63: 823- 829.

Gupta, U. C. (1993). Boron and its rule in Crop production. CRD press. USA.

Holford, I. C. R. W. M. Wedderburn and G. E. G, Mattingly (1974). A Langmuir two surface equation as model for phosphate adsorption by soils. J. of Soil Sci. 25 (2) : 242-255.

Keren R. and D. L. Sparks (1994). Effect of pH and ionic – strength on Boron adsorption by pyrophlite. Soil Sci. Soc. A. J. 58: 1095-1100.

Keren, R. G. Gast and B. Bar- Yousif (1981). pH – dependent boron adsorption by Na – Montmorillonite. Soil Sci. Soc. Am. J., 45: 45 – 48.

Klute, A. (1986). Method of soil analysis part (1) 2 nd Monograph No. (9). Agronomy.

Rowell, D. L., (1996). Soil Science Method and Application. Licensing Agency Ltd 90 Totenham Court Road. London W I P 9 H E.

Saha, I. K, and M. V. Singh (1998). Effect of calisum carbonate addition on B adsorption – Desorption characteristic of swell – shrink soil. J. of the Indian Society of Soil Science. 46(2): 304- 306.

Sposite, G. (1982). On the Use of Langmuir equation in the interpretation of adsorption phenomena. II The two - surface Langmuir equation -Soil Sci. Soc. Am. J., 4 6: 1147 – 1152.

Su, C., and D. L. Suarez. (1997). Boron sorption and release by allaphan Soil Sci. Soc. Am. J., 61: 69 – 77.

الجدول (١) بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للترب

الموقع	EC ديسمنز.م$^{-1}$	pH	CEC سنتي مول. كغم$^{-1}$	CaCO3 غم . كغم$^{-1}$	OM غم . كغم$^{-1}$	رمل غم . كغم$^{-1}$	غرين غم . كغم$^{-1}$	طين غم . كغم$^{-1}$	النسجة
الشيخ محمد	٠.٥	٧.٦	٣٠	١٧٥	١٣.٨	١٠٩	٤١٦	٤٧٥	SiL
بساطلي	٢.٧	٧.٦	٣٤	١٩٢	١١	١٠٦	٥٨٣	٣١١	SicL
غابة عمر مندان	٠.٥	٧.٣	٣١	١٩٧	٧.٨	٤٣٥	٤٠٠	١٦٥	L
قبر العبد	٦.٨	٧.٦	٢٠	١٢٧	١٢.٠	٢٩٠	٥٥٩	١٥١	SiL
الصـ حية	٠.٤	٧.٥	٢٨	١٣١	١.٥	٢٥٩	٥٣٥	٢٠٦	SiL
ربيعة	٠.٩	٧.٦	٢٥	٢٢٥	١١.٠	١٠١	٤٩٩	٤٠٠	Sic
تلعفر	٠.٨	٧.٤	٢٦	٢٥٠	١٠.٢	٢٨٠	٣٢٠	٤٠٠	CL
الشيخان	٠.٥	٧.٥	٣١	٣١٠	١٢.١	٣١٠	٢٨٠	٥١٠	C

الجدول (٢) ثوابت معادلات لانكماير ذات السطح الواحد والسطحين وفرندلخ لامتزاز البورون قبل إزالة الكلس

الموقع	معادلات لانكماير ذات السطحين				معادلة فرندلخ		معادلة لانكماير ذات السطح الواحد	
	السطح الأول		السطح الثاني					
	Xm 1	K 1	Xm2	K 2	b	a	Xm	K
الصـ حية	٣.٥	١٣	٠.٠٠٦	١٢٠	٠.٤٥	٢.٣٠	٤.٩	٣.٠
بساطلية	٣.٦	١٧	٠.٠١٠	١٨٨	٠.٦٠	١.٨٠	٦.٢	٢.٧
ربيعة	٤.٦	٢٠.٠	٠.٠٠٨	٢٠١	٠.٤٠	٢.٠٠	٦.٧	٢.٨
شيخان	٥.١	١٢.٥	٠.٠٠٩	٢٣٠	٠.٣٢	٣.٢	٩.٥	٢.٦
شيخ محمد	٣.٨	١٤.٠	٠.٠٠٨	١٨٠	٠.٤١	٢.٨	٦.٠	٣.٢
كوير	٤.١	١٦.٠	٠.٠٠٩	١٩٠	٠.٣٩	٣.١٠	٧.٠	٢.٨
قبر العبد	٣.١	١٤.٥	٠.٠٠٧	١١٨	٠.٣١	١.٩	٤.٣	٣.٢
تلعفر	٤.٧	١٨.٠	٠.٠٠٩	٢٠٠	٠.٣٥	٢.٤	٨.١	٢.٨

الجدول (٣)ء قة الارتباط الإحصائي البسيط (r) بين ثوابت معادلات الامتزاز وبعض صفات الترب

الصفة	معادلة لانكماير ذات السطح الواحد		معادلة لانكماير ذات السطحين				معادلة فرندلخ	
	طاقة الربط	سعة الامتزاز	K1	Xm1	K2	Xm2	a	b
درجة تفاعل التربة	٠.٣٥*	٠.٤٥*	٠.٤٠	٠.٤٥*	٠.٣٠	٠.٣٤-	٠.٥٠	٠.٤٥
الملوحة	٠.١٠	٠.٣٠	٠.٩	٠.٢٥	٠.٢٥	٠.٣٠-	٠.٣٠	٠.٣٩-
كاربونا الكالسيوم	٠.٧٣*	٠.٧٥**	٠.٥٧*	٠.١	٠.١٨	٠.٧-	٠.٣١	٠.٣٥-
السعة التبادلية	٠.٣	٠.٦٨*	٠.٣٠	٠.٦٣	٠.٣٥	٠.٤٠-	٠.٣٠	٠.٣٢-
المادة العضوية	٠.١-	٠.٣-	٠.١٠	٠.٢٢-	٠.٤٥-	٠.٥٠	٠.٢١	٠.٣٢
الطين	٠.٣	٠.٥٣*	٠.٢٥	٠.٣٧	٠.٤٠	٠.٤٢-	٠.١	٠.٣٠
الغريق	٠.٢٥	٠.٣-	٠.٢٠	٠.٣	٠.٦-	٠.٨٠	٠.٢٠	٠.١٠
الرمل	٠.٤٠-	٠.٥٠-	٠.٣٠-	٠.٢٠-	٠.١	٠.١	٠.٢٥	٠.٣٠

*معنوي عند مستوى احتمالية ٥%
**عالي المعنوية عند مستوى احتمالية ١%

الجدول (٥) تأثير إزالة الكربونات على سعة امتزاز البورون حسب معادلة لانكماير ذات السطحين

التسلسل	سعة الامتزاز عند السطح الأول			سعة الامتزاز عند السطح الثاني		
	قبل إزالة الكلس	بعد إزالة الكلس	قبل Xm 1+Xm2	قبل إزالة الكلس	بعد إزالة الكلس	قبل Xm1 + Xm2
١	٣.٥	٢٥.١	١٢٣.٥	١٢٠	٤٠	٦٥.١
٢	٣.٦	٢٩.٤	١٩١.٦	١٨٨	٩١	١٢٠.٤
٣	٤.٦	٣١	٢٠٥.٦	٢٠١	١١٠	١٤١
٤	٥.١	٢٤	٢٣٥.١	٢٣٠	١١٨	١٤٢
٥	٣.٨	٢٩	١٨٣.٨	١٨٠	٩٢	١٢١
٦	٤.١	٣١	١٩٤.١	١٩٠	١٠٠	١٣١
٧	٣.١	٢٦	١٢١.١	١١٨	٥٢	٧٨
٨	٤.٧	٣٢	٢٠٤.٧	٢٠٠	١٠٥	١٣٧
المعدل	٤.١	٢٨.٤	١٨٢.١	١٧٨	٨٨.٥	١١٦.٩

الكلس النقي ٢٨٠

الجدول (٧) تأثير إزالة الكاربونات على طاقة ربط البورون في التربة

التسلسل	طاقة الامتزاز عند السطح الأول		% من سطح الكاربونات النقية		طاقة الامتزاز عند السطح الثاني		% من سطح الكاربونات النقية	
	قبل إزالة الكلس	بعد إزالة الكلس	قبل	بعد	قبل إزالة الكلس	بعد إزالة الكلس	قبل	بعد
١	١٣	١٥.١	١٤٤٤	١٦٧٨	٠.٠٠٦	٠.٠١٤	٦٦.٧	١٥٥.٦
٢	١٢.٣	١٧.٠	١٣٦٦	١٨٨٨	٠.٠١٠	٠.٠٢١	١١١	٢٣٣.٣
٣	١٦	٢٠	١٧٧٨	٢٢٢٢	٠.٠٠٨	٠.٠١٩	٨٨.٩	٢١١.١
٤	١٢.٥	٢٢.٥	١٣٨٩	٢٥٠٠	٠.٠٠٩	٠.٠٢١	١٠٠	٢٣٣.٣
٥	١٤	١٥.٤	١٥٥٥	١٧١١	٠.٠٠٨	٠.٠١٤	٨٨.٩	١٥٥.٦
٦	١٤	١٦.١	١٥٥٥	١٧٨٩	٠.٠٠٩	٠.٠٢٠	١٠٠	٢٢٢.٢
٧	١٣.٥	١٤.٦	١٥٠٠	١٦٢٢	٠.٠٠٧	٠.٠١٦	١١١.١	١٧٧.٨
٨	١٨	٢٣.١	٢٠٠٠	٢٥٦٧	٠.٠٠٩	٠.٠٢١	١٠٠	٢٣٣.٣

المعدل	١٤.٢	١٨.٣	١٥٧٣	١٩٩٨	٠.٠٠٨٣	٠.٠١٨	٩٥.٨	٢٠٢.٦

طاقة مسك البورون للكلس النقي ٠.٠٠٩٠