دراسة امتزاز البورون في بعض ترب محافظة نينوى

محمد علي جمال ألعبيدي عمار يونس احمد كشموله
قسم علوم التربة والمياه / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل-العراق

الخلاصة

تم اختيار ست عينات من ترب محافظة نينوى ، مختلفة في محتواها من الطين والبورون الجاهز، لغرض دراسة سلوكية امتزاز البورون، وذلك بعمل اتزان هادئ مع محلول البورون المحضر من حامض البوريك بتراكيز صفر و ٠.٥ و ١ و ٢ و ٤ و ٦ و ٨ و ١٠ و ٢٠ ملغم B. لتر$^{-1}$. تم استخدام معادلات لانكماير ذات السطح الواحد والسطحين ومعادلة فرندلخ لأجل توصيف جيد لتفاعلات امتزاز البورون في ترب الدراسة، ومن النتائج التي تم الحصول عليها هو أقصى امتزاز في الترب ناعمة النسجة، اضافة الى أن كمية البورون الممتز ازدادت مع زيادة كمية البورون المضاف. وقد أظهرت معادلة لانكماير ذات السطحين أكفأ تطابق مع البيانات الحقيقية لمنحنى امتزاز البورون ، تلتها معادلة فرندلخ، ثم معادلة لانكماير ذات السطح الواحد. ولوحظ وجود علاقة ارتباط إحصائية عالية المعنوية مع كاربونات الكالسيوم، بالاضافة إلى أن هناك تأثيراً معنوياً للطين و (الطين + الغرين) في امتزاز البورون. وأشارت معادلة لانكماير ذات السطحين إلى وجود نوعين من مواقع الأمتزاز، السطح الأول امتاز بمواقع امتزاز ذات طاقة ربط عالية مع سعة امتزاز منخفضة في حين تميزت مواقع الإمتزاز للسطح الثاني بطاقة ربط منخفضة مع سعة امتزاز عالية. وقد بلغ معدل سعة الإمتزاز للسطح الأول ٣.٥٦ ملغم B. كغم$^{-1}$ و ٢٤٦.٥٨ ملغم B. كغم$^{-1}$ للسطح الثاني، في حين بلغ معدل طاقة الربط في السطح الأول والثاني ١٤.٧٩ و٠.٠٠٩٩ سم^{3}. مايكروغرام$^{-1}$ B على التوالي.

المقدمة

يعد البورون عنصراً ضرورياً للنبات وأن مدى جاهزيته في التربة تعتمد على خصائص الترب الكيميائية والفيزيائية. فقد أثرت كل من كاربونات الكالسيوم (Goldberg و Forster ،١٩٩١) ودورات الترطيب والتجفيف (Keren وGast ،١٩٨١) والمادة العضوية (Datta و Bhadoria،١٩٩٩) ودرجة تفاعل التربة (Goldberg وآخرون ،١٩٩٣) في البورون الممتز. وتعد معرفة توزيع البورون بين طوري التربة السائل والصلب ضروري جداً لمعرفة مدى الجاهزية والتعرف على تفاعلاته في التربة. فقد أشار Griffin وBurau (١٩٧٤) والعلوان (١٩٨٩) والفلاحي (٢٠٠٠) إلى أن كمية البورون الممتزة في التربة تزداد بازدياد البورون المضاف وتعتمد على نوع الجزء ألماز ودرجة حرارته(Bohn وآخرون، ١٩٧٩ وElrashidi و O’connor ، ١٩٨٢ وGupta ،١٩٩٣)، وأن أسلوب استخدام منحنيات الامتزاز المتماثل حرارياً يمكن أن يعكس كمية المادة الممتزة عن طريق الجزء ألماز أثناء حالة الاتزان عند درجة حرارة ثابتة والتي يمكن وصفها رياضياً بمعادلات لانكماير ذات السطح الواحد ولانكماير ذات السطحين ومعادلة فرندلخ والتي من خلال استخدام ثوابت هذه المعادلات يمكن وصف الخصائص الامتزازية للترب وتحديد المتطلبات السمادية (Bohn وآخرون،١٩٧٩و Barrow، ١٩٨٩وGupta، ١٩٩٣). لهذا يهدف البحث إلى توصيف رياضي لحالة الاتزان الثرموديناميكي بين البورون في طوري التربة السائل والصلب وايجاد أفضل وصف رياضي يمكن من خلاله تحديد المعايير الامتزازية للترب وبالتالي الوصول إلى أفضل توصية سمادية.

مواد البحث وطرائقه

تم تقدير الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة في المواقع التي درست وفق الطرائق الواردة في Page وآخرون (١٩٨٢) و Klute (١٩٨٦) وكما موضحة في الجدول (١). أما دراسة امتزاز البورون فقد تم أخذ(٥) غم من تربة جافة هوائياً من كل موقع ، ووضعت في أنابيب بلاستيكية سعة ١٠٠ مل ، ثم أضيف لها محلول البورون المحضر من حامض البوريك بتراكيز صفر و ٠.٥ و ١ و ٢ و ٤ و ٦ و ٨ و ١٠ و ٢٠ ملغم B. لتر$^{-1}$، وأُغلقت الأنابيب ورجت لمدة (٢٤) ساعة باستخدام هزاز، وبشكل

مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني٢٠٠٣
تاريخ تسلم البحث ٢٠٠٦/٩/٢٥ وقبوله ٢٠٠٧/١/٣١

هادئ لضمان عدم تكسر دقائق التربة، وفي درجة حرارة ثابتة (٢٩٨ ؛ كلفن) وبعد انتهاء مدة الرج أجريت عملية الطرد المركزي عليها لمدة (١٥) دقيقة، ثم تم الترشيح للحصول على المحلول المتزن وبعدها قدر البورون في محلول الاتزان وفقا" لما جاء في Gupta (١٩٩٣) باستخدام (Azomethine-H) كمادة مطورة للون وجهاز ألامتصاص الطيفي (Spectrophotometer) على طول موجي (٤٢٠ نانوميتر)، وتم حساب كمية البورون الممتز بطرح كمية البورون في محلول الاتزان من الكمية المضافة ووصفت العلاقة بين البورون الممتز والبورون في محلول الاتزان باستخدام معادلات الإمتزاز الآتية :

١ معادلة لانكماير ذات السطح الواحد : وصيغتها الخطية :

$$C / \chi = 1/ k \chi m + C / \chi m \quad \text{---------- (١)}$$

إذ تعبر C عن تركيز البورون في محلول الاتزان (ملغم B . لتر$^{-1}$) و χ كمية البورون الممتزة (ملغم B . كغم$^{-1}$ تربة) ، χm ثابت يشير إلى سعة الإمتزاز الأعظم (ملغم B. كغم$^{-1}$ تربة) و k ثابت له علاقة بطاقة الربط للمادة الممتزة (لتر.ملغم$^{-1}$ B) ، وهو يعكس السرعة النسبية للإمتزاز في حالة التعادل (Barrow ، ١٩٧٨) . وبرسم العلاقة الخطية C/χ مقابل C نستخرج الميل $1/\chi m$ ومن قاطعها $1/ k\chi m$ يستخرج ثابت المعادلة k ؛ وذلك عند تقسيم الميل على القاطع .

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

$$\chi = k_1 \chi m_1 C / (1 + k_1 C) + k_2 \chi m_2 C / (1 + k_2 C) \quad \text{-------- (٢)}$$

إذ أن :الأرقام (١) تمثل السطح الأول و(٢) تمثل السطح الثاني للإمتزاز. فمن خلال جمع($\chi m_2 + \chi m_1$) يمكن احتساب الإمتزاز الأعظم الكلي لكل تربة ، في حين تمثل k_1 طاقة الربط العليا وتمثل K_2 طاقة الربط الواطئة، ومجموعهما يمثل طاقة الربط الكلية .

٣ معادلة فرندلخ : والتي تنص على:

$$\chi = K C^{b} \quad \text{---------- (٣)}$$

$$\text{Ln } \chi = \text{Ln } k + b \text{ Ln } C \quad \text{---------- (٤)}$$

حيث χ تعبر عن كمية البورون الممتزة، C تركيز البورون في محلول الاتزان (ملغمB. لتر$^{-1}$).وتمثل k وb ثوابت تجريبية وتكون قيمة b أقل من واحد في كل الأحوال.

وقد تم استخراج قيم ثوابت الاتزان باستخدام طريقة الانحدار الخطي لمعادلتي لانكماير ذات السطح الواحد، ومعادلة فرندلخ في حين استخرجت ثوابت معادلة لانكماير ذات السطحين بطريقة أقل فرقاً للمربعات الصغرى(Residual least squares method) استناداً إلى (Holford وآخرين ١٩٧٤) .

النتائج والمناقشة

أشارت النتائج التي تم الحصول عليها والمبينة في الجدول (٢) إلى أن كمية البورون الممتزة اختلفت باختلاف تركيز البورون البدائي المضاف ، وخصائص الترب قيد الدراسة (الجدول ١). وبشكل عام فإن كمية البورون الممتز ازدادت مع زيادة كمية البورون المضاف، وكان لتباين خصائص الترب (نسجة التربة ومحتواها من البورون الجاهز ومحتوى الكلس) أثر واضح في تحديد الكمية الممتزة على السطح وعلى البورون المتبقي في محلول الاتزان. كذلك يُلحظ بأن هناك تناقصاً في النسبة المئوية للبورون الممتز من المضاف مع زيادة تركيز البورون المضاف (الجدول ٢)، وقد يعزى هذا إلى حدوث تشبع سريع للمواقع المتخصصة وغير المتخصصة بامتزاز البورون ، والذي يمكن أن يحدث في الساعات الأوَلْ من مدة الاتزان ، مما يؤدي إلى إشغال معظم مواقع الإمتزاز في التربة وانخفاض كميتها، وبذلك فإن أية زيادة للبورون المضاف لا تشكل إلا ضغطاً على جزء من البورون الموجود في محلول الاتزان وبالتالي انتشاره إلى داخل التركيبة البلورية للمعادن الطينية. وهذه النتائج تتفق مع ما جاء به Singh (١٩٦٤) و Schalscha وآخرون(١٩٧٣) و Elrashidi و O'connor (١٩٨٢). أن أعلى كمية ممتزة من البورون سجلت في تربة خضر ألياس في حين أن أقل كمية ممتزة سجلت في تربة كنهش ؛ وعند تطبيق صيغ المعادلات المذكورة آنفا على البيانات الخاصة بامتزاز البورون في التربة عن طريق استخدام برنامج تحليل الانحدار الخطي لقيم الإمتزاز الفعلية (المقدرة) والمحسوبة إزاء كل تربة ، مع الإشارة إلى استخدام البرنامج الخاص بتحليل الانحدار غير الخطي باستخدام طريقة المربعات

الصغرى
(Holford وآخرون ١٩٧٤) لغرض حساب ثوابت معادلة لانكماير ذات السطحين ومن ثم حساب المدى

الجدول (٢): كميات البورون المضاف والممتز ونسبها المئوية في تجربة الإمتزاز

الموقع	البورون المضاف ملغم B. لتر$^{-1}$	البورون الممتز ملغم B. كغم$^{-1}$	% الممتز/ المضاف	الموقع	البورون المضاف ملغم B. لتر$^{-1}$	البورون الممتز ملغم B. كغم$^{-1}$	% الممتز/ المضاف
حاوي الواسطة	٠.٥	٢.٦٢	٥٢٤	الحاصوديـة	٠.٥	٢.٢٧	٤٥٤
	١	٢٧٢ .٢	٢٧٢		١	٢.٣٤	٢٣٤
	٢	٢.٨٧	١٤٣.٥		٢	٢.٤٩	١٢٤.٥
	٤	٣.١٩	٧٩.٧٥		٤	٢.٨٢	٧٠.٥٠
	٦	٣.٥٢	٥٨.٦٦		٦	٣.١٤	٥٢.٣٣
	٨	٣.٨٢	٤٧.٧٥		٨	٣.٤٣	٤٢.٨٧
	١٠	٤.١١	٤١.١٠		١٠	٣.٧٢	٣٧.٢٠
	٢٠	٥.٧٧	٢٨.٨٥		٢٠	٥.٣٦	٢٦.٨٠
	المعدل	٣.٥٨			المعدل	٣.٢٠	
كليـة الزراعـة والغابات	٠.٥	١.٧٣	٣٤٦	كنهـش	٠.٥	١.٦٩	٣٣٨
	١	١.٨١	١٨١		١	١.٧٤	١٧٤
	٢	١.٩٨	٩٩		٢	١.٩٤	٩٧
	٤	٢.٣٠	٥٧.٥٠		٤	٢.٢٦	٥٦.٥٠
	٦	٢.٦١	٤٣.٥٠		٦	٢.٥٧	٤٢.٨٣
	٨	٢.٩١	٣٦.٣٧		٨	٢.٨٩	٣٦.١٢
	١٠	٣.٢٦	٣٢.٦٠		١٠	٣.٢١	٣٢.١٠
	٢٠	٤.٨٨	٢٤.٤٠		٢٠	٤.٨١	٢٤.٠٥
	المعدل	٢.٦٩			المعدل	٢.٦٤	
القبـــة	٠.٥	٦.٠٧	١٢١٤	خضر ألياس	٠.٥	٦.١٨	١٢٣٦
	١	٦.١٤	٦١٤		١	٦.٢٦	٦٢٦
	٢	٦.٣٢	٣١٦		٢	٦.٤٢	٣٢١
	٤	٦.٦٤	١٦٦		٤	٦.٧٣	١٦٨.٣
	٦	٦.٩٣	١١٥.٥		٦	٧.٠٣	١١٧.٢
	٨	٧.٣٢	٩١.٥٠		٨	٧.٣٦	٩٢.٠
	١٠	٧.٦١	٧٦.١٠		١٠	٧.٧١	٧٧.١
	٢٠	٩.٢٧	٤٦.٣٥		٢٠	٩.٢٨	٤٦.٤
	المعدل	٧.٠٤			المعدل	٧.١٢	

والمتوسط لقيم الخطأ القياسي لهذا التحليل واستناداً لهذين المعيارين تم الاستدلال على مدى التطابق الأمثل وكفاءة هذه المعادلات، تمت المقارنة بين المعادلات المذكورة في أعلاه استناداً إلى معياري معامل الارتباط والخطأ القياسي ، فقد لحظ أن جميع المعادلات أظهرت تطابقاً جيداً للتعبير عن سلوكية الإمتزاز ، ولكن بنسب متفاوتة؛ إذ كانت معادلة لانكماير ذات السطحين في المرتبة الأولى، وبلغ معامل التحديد الإحصائي (R^2) من ٠.٩٨٠ إلى ٠.٩٩٧ ، وبمعدل ٠.٩٨٨ تلتها معادلة فرندلخ من ٠.٩٣٠إلى ٠,٩٨٠ وبمعدل ٠.٩٥٣ وأخيراً تلتها معادلة لانكماير ذات السطح الواحد لتعطي قيماً

لمعامل التحديد حيث تراوح من ٠.٨٢٠ إلى ٠.٩٥٠ وبمعدل ٠.٨٩٥. هذا يعني بوضوح إمكانية وصف عملية امتزاز البورون ، وبشكل كفوء بمعادلة لانكماير ذات السطحين(الجدول ٣).

الجدول (٣): معامل التحديد الإحصائي(R^2) للمعادلات الخاصة بوصف امتزاز البورون في ترب الدراسة

الموقع	معادلة لانكماير ذات السطح	معادلة لانكماير ذات السطحين	معادلة فرندلخ
القبة	٠.٨٢٠	٠.٩٨٩	٠.٩٣٠
خضر ألياس	٠.٨٥٠	٠.٩٩٧	٠.٩٤٠
كنهش	٠.٩٥٠	٠.٩٨٠	٠.٩٨٠
الحاصودية	٠.٩٢٠	٠.٩٨٠	٠.٩٦٠
حاوي الواسطة	٠.٨٩٠	٠.٩٨٩	٠.٩٤٠
كلية الزراعة والغابات	٠.٩٤٠	٠.٩٩٠	٠.٩٧٠
المعدل	٠.٨٩٥	٠.٩٨٨	٠.٩٥٣

وهذا يتفق مع ما حصل عليه مرتضى (١٩٨٢) و Datta و Bhadoria (١٩٩٩) والفلاحي (٢٠٠٠)، الذين أكدوا على نجاح استخدام معادلتي لانكماير ذات ألسطحين وفرندلخ في وصف امتزاز البورون. ويبين الشكل (١) العلاقة بين تركيز البورون في محلول الاتزان وكمية البورون الممتز على السطح ، وكذلك تم عرض الصيغة الخطية لكل من معادلة لانكماير ذات السطحين ، ولانكماير ذات السطح الواحد ومعادلة فرندلخ. كما نلحظ من الشكل نفسه أن هناك شذوذاً لنقاط ألأمتزاز عن الصيغة الخطية لمعادلة لانكماير ذات السطح الواحد إذ أخذت هذه النقاط شكلاً منحنياً يشبه إلى حد ما منحنى الإمتزاز من نوع (L) (Sposito ، ١٩٨٩) ، وأن هذا الانحراف لنقاط الإمتزاز عن الصيغة الخطية لمعادلة لانكماير ذات السطح الواحد هو سبب انخفاض الكمية الممتزة من البورون ، ويعود ذلك إلى تشبع السطوح الصلبة بأيونات البورون السالبة باستمرار زيادة البورون المضاف، وانخفاض عدد مواقع الإمتزاز (Barrow ، ١٩٧٨)، مما يقودنا إلى الاستنتاج بوجود سطحين في عملية الإمتزاز وتمتاز بوجود انحناء في خط الإمتزاز عند تطبيق معادلة لانكماير ذات السطح الواحد هو الذي أدى إلى تفوق معادلة فرندلخ المعدلة، كما أن معادلة لانكماير ذات السطحين يمكن أن تستخدم في معالجة الانحناء الحاصل لمعادلة لانكماير ذات السطح الواحد؛ ولذلك تعد المثال الأكفأ في تفسير امتزاز البورات في الترب الكلسية. ويوضح الشكل (١) (D) الخاص بتطابق المنحنيات المعبرة عن العلاقة بين البورون الممتز وتركيزه في محلول الاتزان ، وفقاً للقيم المقاسة والقيم المحسوبة من المعادلات. وتوضح أن هناك تفوقاً لكل من معادلتي لانكماير ذات السطحين وفرندلخ مقارنة بمعادلة لانكماير ذات السطح الواحد.

ويوضح الجدول (٤) ثوابت الإمتزاز للمعادلات الثلاث، إذ أن مواقع الإمتزاز للسطح الأول امتازت بطاقة ربط عالية (k_1) بلغت من ٠.٣٨٢ إلى ٣٩.٨٠١ سم^3. مايكروغرام$^{-1}$ B و بمعدل ١٤.٧٩٦ سم^3. مايكروغرام$^{-1}$ B ، وسعة امتزاز منخفضة (χm_1) بلغت من١.٥٣٦ إلى ٥.٨٠٣ ملغم B. كغم$^{-1}$ تربة وبمعدل ٣.٥٦١ ملغم B. كغم$^{-1}$ تربة في حين امتاز السطح الثاني بطاقة ربط منخفضة (k_2) بلغت من ٠.٠٠٠٧ إلى ٠.٠٢٢٩ سم^3. مايكروغرام$^{-1}$ B وبمعدل ٠.٠٠٩٩ سم^3. مايكروغرام$^{-1}$ B ، وسعة امتزاز عالية (χm_2) بلغت من ١٩.١٧٦ إلى ١٠٠٢.٧٤٨ ملغم B. كغم$^{-1}$ تربة، وبمعدل ٢٤٦.٥٨١ ملغم B. كغم$^{-1}$ تربة ونلحظ من الجدول(٤) أيضاً أن طاقة الربط عند السطح الأول تعادل ١٤٩٥ مرة بقدر طاقة الربط عند السطح الثاني. وباعتبار معيار النسبة بين (χm_1 / χm_t) بوصفه مؤشراً لنسبة تشبع السطح الأول بالبورون نلحظ أن هذه النسبة بلغت كمعدل ١.٤٢% لكل الترب ، مما يقودنا إلى الاستنتاج بأن غالبية الإمتزاز للبورون المضاف تحصل في السطح الثاني. ولسعة الإمتزاز العالية في السطح ذات الطاقة المنخفضة، يسبب سهولة تحرر البورون الممتز من الطور الصلب في مواقع الطاقة المنخفضة إلى محلول التربة. كما يوضح الجدول (٤) أن قيم ثوابت معادلة فرندلخ والذي يرمز لها بالثابت(b) يعبر عن قوة الربط أو الشدة والتي تراوحت من٠.٢١٥ إلى

٠.٦٢٢وبمعدل٠.٣٩٩ سم^{٣}. مايكروغرام$^{-١}$B ، في حين تراوحت قيم سعة الإمتزاز الممثلة بالثابت (a) من ١.٧٣١ إلى ٦.٤٤٦ ملغم B. كغم$^{-١}$ تربة وبمعدل ٣.٦٤٨ ملغم B. كغم$^{-١}$ تربة.

لقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي المبينة في الجدول (٥) وجود علاقة ارتباط إحصائية معنوية بين طاقة الربط لمعادلة لانكماير ذات السطح الواحد وكاربونات الكالسيوم الكلية ($r = ٠.٤٧^{*}$) ، مما يؤكد أهمية كاربونات الكالسيوم الكلية مع درجة تفاعل التربة($r = ٠.٢٨$) في التحديد والتأثير على طاقة الإمتزاز وتنسجم هذه النتائج مع ماوصل إليه Keren وآخرون (١٩٨٥) والعلوان (١٩٨٩) و Goldberg و Forster (١٩٩١) و Gupta (١٩٩٣) والفلاحي (٢٠٠٠) إذ أشاروا إلى أن كاربونات الكالسيوم تقوم بعمل جامع (Sinkhole) للبورون في الترب الكلسية و تلعب كاربونات الكالسيوم الصلبة دوراً رئيساً في مسك البورون. كما يتبين من الجدول أن هنالك تأثيراً معنوياً للطين و (الطين + الغرين) في امتزاز البورون وأن زيادة محتوى الغرويات المعدنية من الطين والغرين ، يؤدي إلى زيادة امتزاز البورون ، وهذا ما أكده كل من Elrashidi و O'Connor (١٩٨٢) و Nicholiachuk و آخرون (١٩٨٨) ، مؤكدين أن الطين له تأثير أساسي ومهم في امتزاز البورون ، وأن الترب ناعمة النسجة لها القدرة على امتزاز البورون أعلى من الترب ذات النسجة الخشنة، والتي أكدته العلاقة السالبة المعنوية للرمل مع طاقة الربط لمعادلتي لانكماير السطحية وذات السطحين($r = ٠.٣٣^{*}$-). أما أكاسيد الحديد فقد أظهرت وجود علاقة سالبة ومعنوية مع طاقة الربط($r = ٠.٣٣^{*}$-)، مما انعكس على سعة الامتزاز. كذلك يُلحظ من الجدول (٥) أن كلاً من السعة التبادلية للأيونات الموجبة($r = ٠.٦^{**}$) ودرجة تفاعل التربة ($r = ٠.٤١^{**}$). ومحتوى التربة من الطين($r = ٠.٣٣^{*}$) هي أكثر العوامل المؤثرة في تقدير السعة الإمتزازية العظمى ، أو قيمة الإمتزاز الأعظم للتربة ، وهذا يتفق مع ما حصل عليه Datta و Bhadoria(١٩٩٩). وأخيرا حصلنا على علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين قيم البورون المستخلص بالماء الحار (الجاهز) وكل من طاقة الربط($r = ٠.٦٠^{*}$) والامتزاز الأعظم($r = ٠.٦٠^{*}$). وتعد هذه النتيجة مقبولة لأنه كلما زادت قابلية الترب على الامتزاز زاد تركيز العنصر على مواقع الامتزاز ، وبذلك يكون هنالك توافق بين الكمية المستخلصة والكمية الممتزة.

BORON ADSORPTION IN SOME SOILS OF NINEVAH GOVERNORATE

M. A. J. Al-Obaidi A. Y. A. Kashmolah
Soil Dept., College of Agric. and Forestry, Univ. of Mosul, Iraq

ABSTRACT

The present investigation was conducted to study behavior of boron adsorption in six Ninevah soil samples, different in clay and available boron contains, by using isotherm equilibrium adsorption with boron solutions at different concentrations (0,0.5,1,2,4,6,8,10,20) mg B. L^{-1} . Results show that adsorption phenomena was successfully described by using langmuir one and two surface and freundlich equations. Langmuir two was the best fitting equation. A maximum adsorption was in fine texture and adsorption parameters (χm,k)were have a highly significant relations with calcium carbonate, clay and (clay+silt). The results also show there are two types of adsorption-sites according to langmuir two surface equation. The first site had a high bonding energy with low adsorption capacity while the second site had low bonding energy with high adsorption capacity. The average of adsorption capacity were (3.56 , 246.58) mg B. kg^{-1} for first and second surface adsorption respectively. While bonding energy were (14.79 , 0.0099) cm^3. μg^{-1}B, respectively.

المصادر

العلوان ، عبد السلام غضبان مكي (١٩٨٩) . السلوك الكيميائي للبورون في بعض ترب جنوب العراق. رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة.

الفلاحي ، أحمد عدنان(٢٠٠٠) . حركيات البورون في الترب الملحية العراقية قبل وبعد الغسل. اطروحة دكتوراه، كلية الزراعة ، جامعة بغداد.

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

Barrow, N.J.(1978). The description of phosphate adsorption curves. J. Soil Sci. 29: 447-462.

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

Bohn, H.L., B.L. McNeal and G.A. O'connor (1979). Soil Chemistry. John Wiley & Sons Inc., New York.

Datta, S.P. and P.B.S. Bhadoria (1999). Boron adsorption and desorption in some acid soils of west Bengal, India. J. Plant Nutr. Soil Sci. 162:183-191.

Elrashidi, M.A. and G.A. O'connor (1982). Boron sorption and desorption in soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 46:27-31.

Goldberg, S. and H.S. Forster (1991). Boron sorption on calcareous soils and reference calcites. Soil Sci. 152: 304-310.

Goldberg, S., H.S. Forster and E.L.Heick (1993). Boron adsorption mechanisms on oxides, clay minerals and soils inferred from ionic strength effects. Soil Sci. Soc. Am. J. 57: 704-708.

Griffin, R.A. and R.G. Burau (1974). Kinetic and equilibrium studies of boron desorption from soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 38: 892-897.

Gupta, U.C. (1993). Boron and its Role in Crop Production. CRC Press. USA.

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

Keren, R. and R.G. Gast (1981). Effects of wetting and drying and exchangeable cation on boron adsorption and release by montmorillonite. Soil Sci. Soc. Am. J. 45: 478-482.

Keren, R., F.T. Bingham and J.D. Rhoades (1985). Plant uptake of boron as affected by boron distribution between liquid and solids phases in soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 49: 297-302.

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

Nicholaichuk, W, A.J. Leyshon, Y.W. Jame and C.A. Campbell (1988). Boron and salinity survey of irrigation projects and the boron adsorption characteristics of some Saskatchewan soils. Can. J. Soil Sci. 68: 77-90.

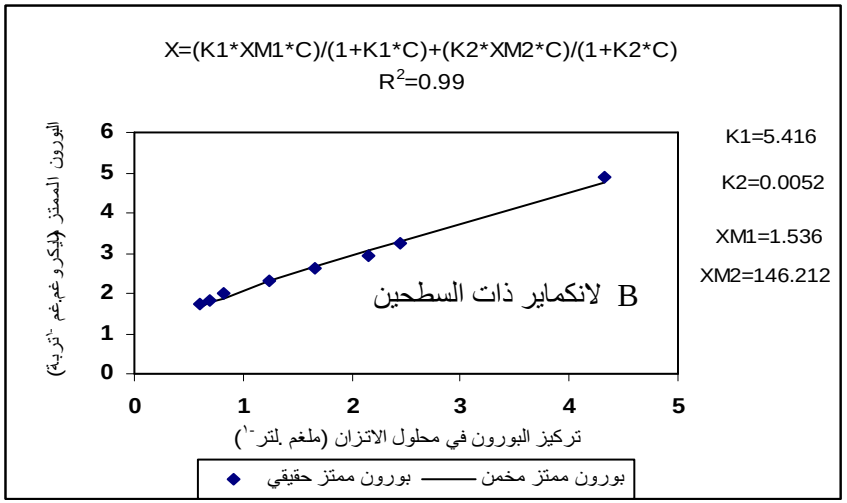
Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Kenney (1982). Methods of soil analysis . Part(2) Amer. Soc. Agron. Inc. publisher, Madison, Wisconsin, USA.

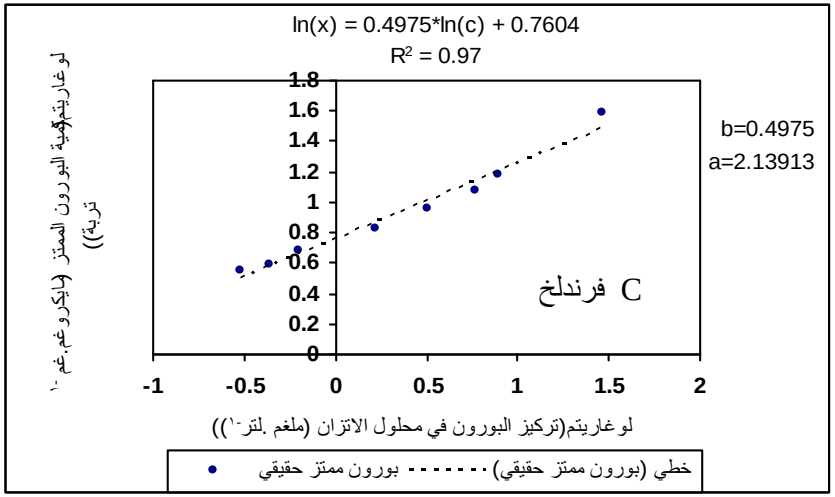
Schalscha, E.B., F.T. Bingham, G.G. Galindo and H.P. Galvon (1973). Boron adsorption by volcanic ash soils in Southern Chile. Soil Sci. 116: 70-76.

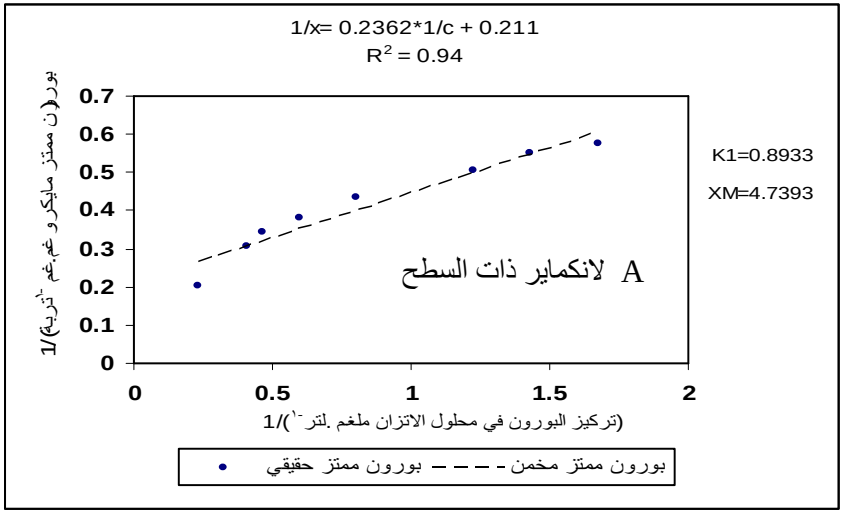
Singh, S.S. (1964). Boron adsorption equilibrium in soils. Soil Sci. 98: 383-387.

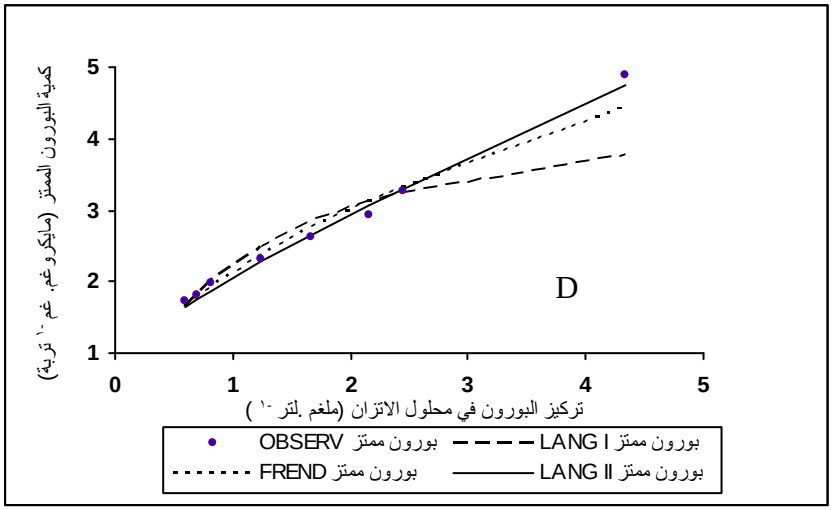
Sposito, G. (1982). On the use of the Langmuir equation in the interpretation of adsorption phenomena. II. The two-surface Langmuir equation. Soil Sci. Soc. Am. J. 46: 1147-1152.

Sposito, G. (1989). The chemistry of soils, Oxford Univ. Press. New York.









الشكل (١): منحنيات امتزاز البورون لوصف العلاقة بين البورون الممتز (X) والبورون الذائب (C) في التربة وحسب معادلات الامتزاز

الجدول (٤): قيم ثوابت معادلات لانكماير ذات السطح الواحد والسطحين ومعادلة فرندلخ لإمتزاز البورون في ترب الدراسة

رقم الموقع	معادلة لانكماير ذات السطحين				معادلة فرندلخ		معادلة لانكماير ذات السطح الواحد	
	السطح الأول		السطح الثاني					
	الإمتزاز الأعظم χM_1 ملغم B . كغم$^{-1}$ تربة	طاقة الربط k_1 سم^3 . مايكروغرام$^{-1}$ بورون	الإمتزاز الأعظم χM_2 ملغم B . كغم$^{-1}$ تربة	طاقة الربط k_2 سم^3 . مايكروغرام$^{-1}$ بورون	الثابت b	الثابت a	الإمتزاز الأعظم χM ملغم B. كغم$^{-1}$ تربة	طاقة الربط k لتر. ملغم$^{-1}$ بورون
١	٥.٥٩٧	٣٩.٨٠١	٤٨.٧٦٦	٠.٠١٩٠	٠.٢١٥	٦.٤٤٦	٨.٧٥٦	٣.٠٦٩
٢	٥.٨٠٣	٢٠.٦٨٨	١٠٠٢.٧٤٨	٠.٠٠٠٧	٠.٢٢٢	٦.٢٣٢	٩.٦٨٩	١.٥٤٤
٣	٤.٢٤٤	٠.٣٨٢	١٩.١٧٦	٠.٠٢٢٩	٠.٦٢٢	١.٧٣١	٦.٣٠٥	٠.٣٨٠
٤	١.٩٣٤	٥.٣٧٦	١٠٧.٢٠٠	٠.٠٠٦٦	٠.٤٥٤	٢.٣٨٣	٥.٣٢٧	٠.٨٤٣
٥	٢.٢٥٧	١٧.١١٠	١٥٥.٣٨٥	٠.٠٠٥٠	٠.٣٨٦	٢.٩٥٧	٥.٣٩٣	١.٣٣٠
٦	١.٥٣٦	٥.٤١٦	١٤٦.٢١٢	٠.٠٠٥٢	٠.٤٩٧	٢.١٣٩	٤.٧٣٩	٠.٨٩٣
المعدل	٣.٥٦١	١٤.٧٩٦	٢٤٦.٥٨١	٠.٠٠٩٩	٠.٣٩٩	٣.٦٤٨	٦.٧٠٢	١.٣٤٣

الجدول (٥): علاقة الارتباط الإحصائي البسيط (r) بين ثوابت معادلات امتزاز البورون مع بعض صفات عينات الترب

الصفة	ثوابت معادلة لانكماير ذات السطح الواحد		ثوابت معادلة فرندلخ		ثوابت معادلة لانكماير ذات السطحين			
	K	χm	a	b	K_1	χm_1	K_2	χm_2
ملوحة التربة	٠.٠٧	٠.٢	٠.٢٠	٠.٢٠-	٠.٠٧	٠.٢٠	٠.٢٠	٠.٢٠-
درجة تفاعل التربة	٠.٢٨*	٠.٤١**	٠.٤١*	٠.٤١-*	٠.٢٨*	٠.٤١*	٠.١٤	٠.١٤-
كاربونات الكالسيوم الكلية	٠.٤٧*	٠ ،٠٧	٠.٣٣*	٠.٣٣-*	٠.٤٧*	٠.٠٧	٠.٠٧	٠.٠٧-
السعة التبادلية للأيونات الموجبة	٠.٢	٠.٦**	٠.٣٣*	٠.٣٣-*	٠.٢٠	٠.٦٠*	٠.٣٣*	٠.٣٣-*
المادة العضوية	٠.٠٧-	٠.٢-	٠.٢٠-	٠.٢٠	٠.٠٧-	٠.٢٠-	٠.٤٧-*	٠.٤٦*
الرمل	٠.٣٣*-	٠.٢-	٠.٢٠-	٠.٢٠	٠.٣٣-*	٠.٢٠-	٠.٠٧	٠.٠٧-
الغرين	٠.٢	٠.٢-	٠.٠٧	٠.٠٧-	٠.٢٠	٠.٢٠-	٠.٧٣**-	٠.٧٣**
الطين	٠.٢	٠.٣٣*	٠.٠٧-	٠.٢٠	٠.٢٠	٠.٣٣*	٠.٣٣*	٠.٣٣-*
الغرين+الطين	٠.٣٣*	٠.٢	٠.٢٠	٠.٢٠-	٠.٣٣*	٠.٢٠	٠.٠٧-	٠.٠٧
أكاسيد الحديد الحرة	٠.٣٣*-	٠.٠٧	٠.٤٧-*	٠.٤٧*	٠.٣٣-*	٠.٠٧	٠.٢٠-	٠.٢٠
البورون الجاهز	٠.٦٠*	٠.٢	٠.٤٦*	٠.٤٦-*	٠.٦٠*	٠.٢٠	٠.٦٠-*	٠.٦٠*

* معنوي تحت مستوى احتمال ٥ %

** معنوي تحت مستوى احتمال ١ %

الجدول (١) : بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لعينات ترب الدراسة

رقم العينة	العمق	الموقع	درجة التوصيل الكهربائي	درجة التفاعل	كاربونات الكالسيوم الكلية	السعة التبادلية الكاتيونية	المادة العضوية	أكاسيد الحديد	البورون الجاهز	مفصولات التربة غم . كغم$^{-1}$			نسجة التربة
	(سم)		($dS.m^{-1}$)		غم.كغم$^{-1}$	سنتمول.كغم$^{-1}$	غم.كغم$^{-1}$	غم.كغم$^{-1}$	ملغم.كغم$^{-1}$	الرمل	الغرين	الطين	
١	صفر – ٣٠	القبة	١.١	٧.٦	٢٧٢	٣٢.٢	٣.٢١	٤.٨٩	٦.١٠	٩٥	٣٣٧	٥٦٨	C
٢	صفر – ٣٠	خضر ألياس	٠.٨	٧.٤	٢٠١	٣١.٨	١٢.٦٣	٦.٦٣	٦.٢٥	١٢٣	٤٨٦	٣٩١	CL
٣	صفر – ٣٠	كنهش	١.٦	٧.٥	١٨٨	٣١.٢	٩.٨٤	٦.٧٨	٨.٩٣	٢٦٥	٢٤٦	٤٨٩	C
٤	صفر – ٣٠	الحاصودية	٠.٤	٧.٢	١٩٧	٣٠.٠	٩.٤٢	٦.٣١	٢.٣٣	٤٠٩	٣٨٩	٢٠٢	L
٥	صفر – ٣٠	حاوي الواسطة	٢.٦	٧.٦	١٣٥	٢٣.٣	١٠.٨٢	٦.٦٥	١٣.٢٦	٢٧٦	٥٦٢	١٦٢	SiL
٦	صفر – ٣٠	كلية الزراعة والغابات	٠.٣	٧.٠	٢٦٣	٢٧.٢	٢٩.٤٦	٦.٤٣	٤.٩١	٨٤	٥٢٨	٣٨٨	SiCL