أثر السقي الحامضي المشترك مع الصوديوم في أملاحه على الكمية المتبادلة من الكالسيوم في الأراضي

للدكتور أمين عبد البر

والمهندسين الزراعيين عباس محمد عبد العال ومحمد عبد المنعم الخيال

مقدمة

ص

أعقد مشاكل كيمياء الأراضي نسب الكتيونات الآحادية إلى الكتيونات الثنائية في المحلول الأرضي، كذا في المعقد الغروي للتبادل، ولعل أكثر هذه النسب أثراً هي نسبة ص: كالأن هذه النسبة تلعب دوراً فعالا في قلوية أو عدم قلوية الأرض، فإذا كانت هذه النسبة كبيرة فعنى ذلك سيادة الصوديوم في كل من المحلول الأرضي والمعقد الغروي وما يتبع ذلك كله من انحراف نحو القلوية ومساوئها. وإذا كانت هذه النسبة منخفضة بحيث كان تركيز الصوديوم قريب من تركيز الكالسيوم أو أقل منه فعنى ذلك تفوق الكالسيوم في كل من المحلول الأرضي والمعقد الغروي وما يتبع ذلك من اكتساب الأرض صفات جيدة كصفات الأراضي السليمة المنتجة.

وإلى جانب تأثير درجة التركيز على تحديد موقف الكفاءة النسبية لكل من الصوديوم والكالسيوم من الناحية التبادلية فإن نوع الشق الحامضي المشترك مع الصوديوم في أملاحه يلعب دوراً كبيراً في تحديد كمية أيونات الكالسيوم

---

* الدكتور أمين أحمد عبد البر: عميد المعهد الزراعي العالي بمشهر ورئيس قسم الكيمياء والاراضي.

* المهندس الزراعي رياض محمد عبد العال: أخصائي بقسم حصر الاراضي بوزارة الزراعة.

* " " محمد عبد المنعم الخيال: أخصائي بقسم حصر الاراضي بوزارة الزراعة.

الخارجة من الأرض بعد الاتزان نتيجة للتبادل الذى حدث بين الصوديوم من جهة الكالسيوم من جهة أخرى .

فى هذه الدراسة اختبرت أملاح كلوريد وكبريتات وبيكربونات وفوسفات الصوديوم لتكشف أثر الشقوق الحامضية الأربعة على الكمية الخارجة مع ترشيح الأرض من الكالسيوم المتبادل مع الصوديوم لأهمية هذا فى بعض نواحى كيمياء الأراضى وخصوصا التسميد والإصلاح تحت بعض الظروف .

المواد والطرق المستعملة

تنقسم تجارب المعمل إلى مجموعتين :

المجموعة الأولى : تأثير أنيونات الكلوريد والكبريتات والبيكربونات على الكالسيوم المتبادل الكلى عند استعمال محلول تبادل يحتوى عليهما معا ـ وفى هذه الحالة يكون الصوديوم على صورة كلوريد أو كبريتات أو بيكربونات فى حين أن الكالسيوم يكون على صورة كلوريد ـ ويلاحظ أن الصوديوم ثابت التركيز فى جميع المعاملات حيث يكون ١٠٠ مليمكافىء لكل ١٠٠ سم^{3} محلول تبادل يضاف إلى ٢ جم أرض والكالسيوم متزايد التركيز .

يوضح جدول (١) تركيز كل من الصوديوم والكالسيوم فى المعاملات المختلفة .

جدول رقم (١)

تركيز (ص) ، (كا) بالمليمكافىء فى ١٠٠ سم٣ محلول تبادل

المعاملات أ ، ب ، جـ ، د ، هـ

المعامـــلات	وزن الأرض (جم)	مليمكافىء فى ١٠٠ سم٣ محلول التبادل المضاف	
		ص	كا
أ - ١ ، ٦ ، ١١		١٠٠	٥٠
ب - ٢ ، ٧ ، ١٢		١٠٠	١٠٠
جـ - ٣ ، ٨ ، ١٣	٢	١٠٠	٢٠٠
د - ٤ ، ٩ ، ١٤		١٠٠	٣٠٠
هـ - ٥ ، ١٠ ، ١٥		١٠٠	٤٠٠

وخلاصة الطريقة أن يضاف ١٠٠ سم٣ من محلول التبادل المحتوى على الصوديوم والكالسيوم إلى دورق مخروطى به ٢ جم أرض ، ويرج جيداً لمدة ٥ دقائق ، ويرشح كله مستقبلا جميع الراشح ويقدر الكالسيوم فيه وتحسب نتيجته بالمليمكافىء فى ١٠٠ سم٣ مترشح ، ونظرا لأنه يوجد ٣ شقوق حامضية مشتركة مع الصوديوم فإنه يفضل جعل معاملات كل شق حامض منفصلة عما سواه كالآتى :

(أ) فى حالة الكلوريد : تكون المعاملات ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ . ونتائجها مدونة فى جدول (٢) .

جدول رقم (٢)

الكالسيوم المتبادل فى حالة استعمال محلول ص كل مع محلول كا كل٢

المعاملات		مليمكافىء كا فى ١٠٠ سم٣ مترشح		
		كلى	ذائب من كا كل٢ فى محلول ص كل	متبادل فقط
ا	١	٢,١٢		١,٥٦
ب	٢	٤,٨٠		٤,٢٤
ج	٣	٨,٤٦	٠,٥٦	٧,٩٠
د	٤	١٢,٢٨		٩,٧٢
ه	٥	١٥,٤٠		١٤,٨٤

(ب) فى حالة الكبريتات : تكون المعاملات ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ونتائجها مدونة فى جدول (٣)

جدول رقم (٣)

الكالسيوم المتبادل فى حاله استعمال محلول ص٢ كب ا٤ مع كا كل٢

المعاملات		مليمكافىء كا فى ١٠٠ سم٣ مترشح		
		كلى	ذائب من كا كل٢ فى محلول ص٢ كب ا٤	متبادل فقط
ا	٦	١,٦٤		٠,٨٦
ب	٧	٣,٤٠		٢,٦٢
ج	٨	٦,٩٠	,٧٨	٦,١٢
د	٩	١٠,٢٠		٩,٤٠
ه	١٠	١٤,٠٠		١٣,٢٢

(ج) فى حالة البيكربونات : تكون المعاملات ١١ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ونتائجها مدونة فى جدول (٤)

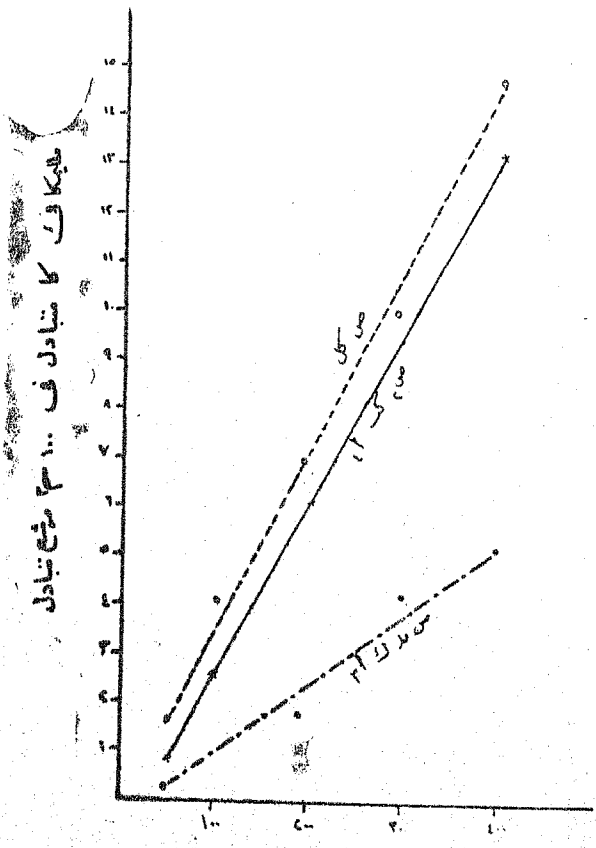
جدول رقم (٤)

الكالسيوم المتبادل فى حالة استعمال محلول ص يد ك ا٣ مع كا كل٣

المعاملات		ملليمكافىء كا فى ١٠٠ سم٣ مترشح		
		كلى	ذائب من كا ك ا٣ فى محلول ص يد ك ا٣	متبادل فقط
ا	١١	٠,٦٦		٠,٢٢
ب	١٢	١,٢٠		٠,٧٦
حـ	١٣	٢,٩٠	٠,٤٤	٢,٤٦
د	١٤	٤,٦٤		٤,٢٠
هـ	١٥	٥,٦٠		٥,١٦

ورسمت نتائج قيم الكالسيوم المتبادل المدونة فى جداول ٢ ، ٣ ، ٤ فى شكل (١) .

المجموعة الثانية : تأثير أنيون يدفوا٤ على الكالسيوم المتبادل الكلى عند استعمال محلول تبادل يحتوى عليهما معاً - حيث استعمل ص٣ يد فوا٤ مع كا كل٣ بحيث يكون الصوديوم ثابت التركيز أيضاً والكالسيوم متزايد التركيز حيث أن كل ١٠٠ سم٣ من محلول التبادل تحتوى فى جميع المعاملات على ٥٠ ملليمكافىء (ص) ، ٢٥ أو ٥٠ أو ١٠٠ أو ١٥٠ أو ٢٠٠ ملليمكافىء (كا)



شكل (١) الكالسيوم المتبادل فى ١٠ سم٣ مرشح تبادل فى حالة استعمال كلوريد وكبريتات وبيكربونات صوديوم

جدول رقم (٥)

تركيز (ص) ، (كا) بالمليمكافئ فى ١٠٠ سم٣ محلول تبادل المعاملات ١٦ ، ١٧ ، ١٨ ، ١٩ ، ٢٠

المعاملات	وزن الأرض (جم)	مليمكافئ فى ١٠٠ سم٣ محلول المتبادل المضاف	
		ص	كا
ا ١٦		٥٠	٢٥
ب ١٧		٥٠	٥٠
ج ١٨	٢	٥٠	١٠٠
د ١٩		٥٠	١٥٠
هـ ٢٠		٥٠	٢٠٠

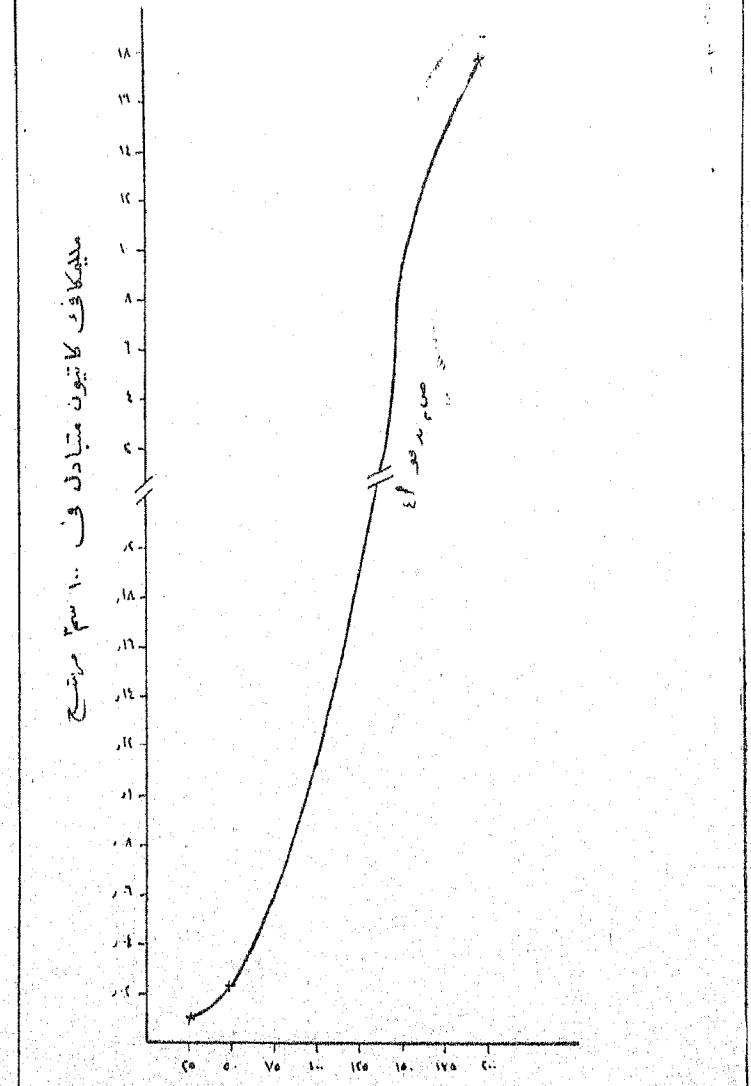
نتائج كميات الكالسيوم المتبادل فى ١٠٠ سم٣ مترشح للمعاملات الخمس مدونة فى جدول (٦) .

جدول رقم (٦)

الكالسيوم المتبادل فى حالة استعمال محلول ص٢ يد فوا١ من محلول كا كل٢

المعاملات	مليمكافئ كا فى ١٠٠ سم٣ مترشح		
	كلى	ذائب من كا ك١ فى محلول ص يد فوا١	متبادل فقط
ا ١٦	٠,٠١٦		٠,٠١١
ب ١٧	٠,٠٢٦		٠,٠٢١
ج ١٨	٠,١٢٦	٠,٠٠٥	٠,١٢١
د ١٩	٨,٧٤٥		٨,٧٤٠
هـ ٢٠	١٧,٦٩٥		١٧,٦٩٠

ورسمت نتائج جدول (٦) فى شكل (٢)



شكل (٢) الكالسيوم المتبادل فى ١٠٠ سم٣ مرشح تبادل فى حالة استعمال ثومنفات صوديوم ثنائية

الملخص

المعروف أن ظاهرة التبادل الكتيونى فى الأراضى تتأثر بعدة عوامل تتعلق بنوع معدن الطين ، والمحتوى الطينى ، والمحتوى العضوى الى جانب درجة تركيز محلول التبادل وطبيعة الكتيون الموجود فى محلول التبادل والموجود فى المعقد الغروى للتبادل ، وأن الخلاصة النهائية لذلك كله حدوث التبادل الكتيونى المصحوب بالاتزان بين أيونات المحلول الأرضى (⇌ محلول التبادل) وبين أيونات المعقد الغروى للتبادل .

وبالنسبة الى أن الأراضى المشبعة بالقواعد الجيدة الخواص يسود فيها الكالسيوم سواء فى المحلول الأرضى أو فى المعقد الغروى لذلك تستلزم بعض العناية فى دراسة سلوكه فى عمليات التبادل مع كتيون آخر كالصوديوم خصوصاً اذا صاحب ذلك اختلاف الشق الحامضى المشترك مع الصوديوم فى أملاحه المتلامسة مع الكالسيوم فى التفاعل المتبادل .

وترتب درجة ذوبان أملاح الكالسيوم فى الماء كالآتى :

الكلوريد > الكبريتات > البيكربونات > الفوسفات

ولذلك نجد أن نوع الشق الحامضى السائد فى المحلول الأرضى يلعب دوراً فعالا فى تحديد كمية أيونات الكالسيوم التى تذهب فى مياه المصارف بعد التبادل مع الصوديوم والوصول الى الاتزان .

وتناقش فيما يلى نتائج تجارب المعمل التى شملت الأنيونات الأربعة السابقة الذكر وأثرها على كمية أيونات الكالسيوم المتبادلة فى الأرض والمدونة فى جداول ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٦ .

أولا : أثر ازدياد تركيز الكالسيوم فى محلول التبادل :

تبين اجمالا أنه كلما زاد تركيز الكالسيوم فى محلول التبادل مع ثبوت تركيز الصوديوم كلما زاد المقدار الكلى من الكالسيوم الموجود فى مترشح الأرض بعد

التبادل والإتزان ـ فى حالة استعمال محاليل كلوريد ، وكبريتات وبيكربونات الصوديوم عندما تكون نسب ص : كا هى ٢ : ١ و ١ : ١ و ١ : ٢ و ١ : ٣ و ١ : ٤ يكون الكالسيوم الموجود فى مترشح الأرض بعد التبادل (بالملليمكافىء فى ١٠٠ سم^{٣}) كالآتى :

(ا) فى حالة ص كل : من ٢,١٢ إلى ١٥,٤٠

(ب) فى حالة ص$_{٢}$ كب$_{١}$: من ١,٦٤ إلى ١٤,٠٠

(جـ) فى حالة ص يد ك$_{١}$ م : من ٠,٦٦ إلى ٥,٦٠

يفهم مما سبق أن تركيز الكالسيوم ليس وحده مسئولا عن الكمية الكلية منه التى تظهر فى مترشح الأرض بعد التبادل والاتزان ، بل إن نوع الأيون السائد فى المعلق به أثر كبير أيضاً فى ذلك وأن قوة ربط أيونات الكالسيوم بالأيونات الثلاثة تسير حسب الترتيب الآتى : يد ك$_{١}$ م > كب$_{١}$ > كل

وفى حالة كون الأنيون هو يد فو$_{١}$ ونسب ص : كا فى محلول التبادل هى ٢ : ١ و ١ : ١ و ١ : ٢ و ١ : ٣ و ١ : ٤ أيضاً كان الكالسيوم الكلى الموجود فى مترشح الأرض بعد التبادل (بالملليمكافىء فى ١٠٠ سم^{٣}) يتراوح بين ٠١٦, إلى ١٧,٦٩٥ ـ يضاف إلى ذلك أنه فى حالة النسب ٢ : ١ و ١ : ١ و ١ : ٢ كان هذا الكالسيوم ٠١٦, و ٠٢٦, و ١٢٦ ملليمكافىء / ١٠٠ سم^{٣} فقط وأنه عند نسب ١ : ٣ و ١ : ٤ بدأ تفوق تكافؤ الكالسيوم فى محلول التبادل يسيطر على التفاعل مما أدى إلى زيادة الكالسيوم فى مترشح الأرض بعد التبادل والاتزان إلى ٨,٧٤٥ و ١٧,٦٩٥ ملليمكافىء فى ١٠٠ سم^{٣} مترشح .

ثانياً : كمية كربونات الكالسيوم الذائبة فى محاليل أملاح الصوديوم الأربعة :

تبين من النتائج المدونة فى الجداول ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٦ أن كمية الكالسيوم (من كا ك م) الذائبة بالملليمكافىء فى ١٠٠ سم^{٣} من محاليل كلوريد وكبريتات وبيكربونات وفوسفات الصوديوم كانت على الترتيب : ٠,٥٦ ، ٠,٧٨ ، ٠,٤٤ ، ٠,٠٠٥ ،

ويرجع ذلك إلى أن الحموضة المتخلفة من الأملاح الأربعة ترتب هكذا :

كبريتات > كلوريد > بيكربونات > ثنائى فوسفات

ثالثاً : أثر نوع الشق الحامضى السائد فى محلول التبادل على كمية الكالسيوم الموجودة فى مترشح الأرض بعد التبادل والاتزان :

بالرجوع إلى ما نوقش أولا يمكن القول بأن درجة ذوبان أملاح الكالسيوم الأربعة ترتب تنازلياً هكذا :

كلوريد > كبريتات > بيكربونات > ثنائى فوسفات

وهذا الترتيب يوضح أيضاً قيمة أيونات الكالسيوم الناتجة من التبادل الكتيونى والتى ترشح من الأرض بعد الاتزان لأن ترتيب هذه القيمة يتمشى مع ترتيب الأنيونات .

ويمكن أن يضاف أن الأنيون نفسه له أثر على كمية الكالسيوم والصوديوم التى تمتص بواسطة الأرض بالتبادل حيث أن أنيونات الكلوريد تزيد من تأدرت كا ، ص فيقل ما يتبادل منهما ويزيد ما يبقى منهما فى المحلول الأرضى أى ما يخرج بعد الاتزان مع المترشح ، فى حين أنه فى حالة أنيونات الكبريتات والفوسفات يحدث العكس حيث تسبب هذه الأنيونات نقصاً كبيراً فى درجة تأدرت كا ، ص فيزيد ما يتبادل منهما مع الأرض وما يصحب ذلك من نقص أيونات الكالسيوم التى تخرج مع مترشح الأرض بعد الاتزان .

والخلاصة أن طبيعة الأنيون فى زيادة أو نقص درجة تأدرت الكتيون المشترك معه فى محلول التبادل مضافا إلى ذلك درجة ذوبان أملاح الكالسيوم الناتجة بعد التبادل تعتبر جميعاً مسئولة عن كمية الكالسيوم الخارجة مع مترشح الأرض بعد حدوث عملية التبادل الأيونى والاتزان . وقد يمكن أن يضاف عامل آخر هو أثر اشتراك كاتيونين أحدهما أقدر على التبادل (كالكالسيوم) عن الآخر (كالصوديوم) فى درجة تشبع أحدهما أو كلاهما بواسطة الأرض وذلك حسب تجارب فانسيلو (١٩٣٢) وحسب تجارب كيلى وآخرين (١٩٤٢)

عن تأثير نسبة ص إلى كا فى ماء الرى على درجة تشبع الأرض المروية بالصوديوم .

وكلا النتائج تزيد جلاء النقط التى أثيرت فى مناقشتنا فى هذا المجال .

الملخص

نتائج البحث تتلخص فى الآتى :

أولا : أثر ازدياد الكالسيوم فى محلول التبادل :

وجد أنه كلما زاد تركيز الكالسيوم فى محلول التبادل مع ثبوت تركيز الصوديوم كلما زاد المقدار الكلى من الكالسيوم الموجود فى مترشح الأرض بعد التبادل والاتزان ، وأن تركيز الكالسيوم ليس وحده المسئول عن الكمية الكلية منه التى تظهر فى مترشح الأرض بعد التبادل والاتزان بل إن نوع الأنيون السائد فى المعلق له أثر كبير أيضاً فى ذلك .

ثانياً: كمية كربونات الكالسيوم الذائبة فى محاليل أملاح الصوديوم الأربعة .

تبين من النتائج المتحصل عليها أن كمية الكالسيوم (من كا ك ا م) الذائبة بالملليمكافىء فى ١٠٠ سم٣ من محاليل كلوريد وكبريتات وبيكربونات كانت على الترتيب ٥٦٠, ، ٧٨٠, ، ٤٤٠, ، ٠٠٥, ويرجع ذلك إلى أن الحموضة المتخلفة من الأملاح الأربعة ترتب هكذا :

كبريتات > كلوريد > بيكربونات > ثنائى فوسفات

ثالثاً . أثر نوع الشق الحامضى السائد فى محلول التبادل على كمية الكالسيوم الموجودة فى مترشح الأرض بعد التبادل والاتزان :

طبيعة الأنيون فى زيادة أو نقص درجة تأدرت الكتيون المشترك معه فى محلول التبادل مضافاً إلى ذلك درجة ذوبان أملاح الكالسيوم الناتجة بعد التبادل تعتبر جميعاً مسئولة عن كمية الكالسيوم الخارجة مع مترشح الأرض الأيونى والاتزان .

المراجع

أمين عبد البر (١٩٥٧) - التبادل الأيونى فى الأراضى

Gapon, E.N. (1933) Theory of exchange absorption in soils, I. Gen. Chem. (USSR), 3 (2) : 144–152 (Translated by A. Mazurak.)

Hissink, D.J. (1922) Base exchange in soils, Trans, Farday soc., 20 : 551–556.

Kelley, W.P. (1937) The reclamation of alkali soils. Calif. Agr. Exp. Stal. Bull., 617 : 3 – 40.

Kelley, W.P. (1939) Effects of dilution on the water-soluble and exchangeable bases of alkali soils and its bearings on the salt tolerance of plants Soil Sci., 47; 367 – 375.

Vanselov, A.P. (1932) The utilization of the base exchange reaction for the detirmination of activity coefficients in mixed electroly tes Jour. Amer Chem. Soc., 54 : 1307 – 1311.