مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية المجلد(12) العدد(4)–(2012)
ISSN-1813-1646

حركيات تحرر الكالسيوم والمغنسيوم من الترب الكلسية المروية بنوعيات مياه مختلفة

محمد علي جمال العبيدي ، عامر وديع عبد الكريم و عبد القادر عبش سباك الحديدي
قسم علوم التربة والموارد المائية/كلية الزراعة والغابات/جامعة الموصل – العراق

الخلاصة

تم إجراء دراسة مختبرية لتحديد سلوكية تحرر أيوني الكالسيوم والمغنسيوم من مواقع التبادل للطور الصلب وذوبان المعادن عن طريق استخدام أربعة مياه مختلفة النوعية في نسب امتزاز الصوديوم (0.4 و 10.45و 2.07و7.05) والملوحة عن طريق الجريان الهادئ في أعمدة تربة طبيعية غير مستثارة أخذت من ثلاث مواقع لمشروع ري الجزيرة الشمالي في منطقة ربيعة والمصنفة ضمن مجموعة الترب calciothirds ولعشرة دورات ري على أساس الحجم المسامي للتربة (Pv) لدراسة حركيات ذوبان المعادن الحاملة لأيوني الكالسيوم والمغنسيوم وحساب معامل التحرر والانتشار من التربة. وقد أشارت النتائج إلى تفوق كمية الأيونين المتحررة نتيجة لذوبان المعادن الحاملة لهما على الكمية المتحررة من مواقع التبادل بعملية التبادل الأيوني وكمعدل عام فان ما تحرر من عملية الذوبان بلغ 0.725 سنتيمول.كغم$^{-1}$ و 0.636 سنتيمول.كغم$^{-1}$ من عملية التبادل الأيوني للمياه مع طور الترب الصلب بغض النظر عن نوعية المياه. أما قدرة المياه على تحرر الأيونين من عمليتي الذوبان والتبادل الأيوني فكان ماء البئر > المياه الكبريتية > ماء البزل > ماء نهر دجلة (ماء الري).وقد أظهر الوصف الرياضي لعملية التحرر من ذوبان المعادن وجود مسارين متحكمين بعملية الذوبان وقد تفوقت معادلة الانتشار على معادلة الرتبة صفر ومعادلة الرتبة الأولى ومعادلة ايلوفيج ودالة القوى (متعدد الرتب) وقد أظهرت معادلة الانتشار أقل قيمة لمعامل سرعة التحرر للترب المروية بمياه الري (نهر دجلة) (238 و 262 و473 × 10^{-4}) لترب (البوثة، تل طلب، والعلكانة) في حين سجلت أعلى القيم لمعامل سرعة التحرر والانتشار للترب المروية بماء البئر (592 و 708 و 1461 × 10^{-4}) لمواقع العلكانة والبوثة وتل طلب على التوالي.

الكلمات الدالة :
كالسيوم ، مغنيسيوم ، ترب ، مياه

للمراسلة :
محمد علي جمال العبيدي
قسم البستنة وهندسة الحدائق– كلية الزراعة – جامعة الموصل– العراق

الاستلام:
2011–11–28
القبول :
2012-2-21

Kinetic of Calcium and Magnesium Released from Calcareous Soils Irrigated by Different Water Quality

M.A. Alobaidi ,A. W. Abdulkareem and A.A. Alhadedy
Department of Water and Soil-College of Agriculture-University of Mousel

Abstract

The objective of present investigation was to study the kinetics of Ca + Mg – minerals dissolution from calcareous soils of north Iraq and to compute diffusion coefficient rates in soils. Therefore. a laboratory procedure was conducted to evaluate the rate of water quality to release the exchange and mineral dissolution from miscible displacement experiments on undistributed soil columns. Soil columns collected from three sites at North Jazera project (Rabia City) Mosul governorate. Water quality (EC. SAR 0.4. 10.45. 2.07 and 7.05) allowed to flow in the columns until Pv10. The results showed a high amount of mineral – dissolution (Ca + Mg) (0 – 725) Cmole.Kg while a low amount release from exchange phase (0 – 636) Cmole.Kg^{-1}. The results also reflected to high mineral dissolution amount by well water also a low amount of dissolution noticed by river water (Tigris river). A mineral – dissolution amounts were described kinetically by using five different models and equations (zero order. first order. parabolic diffusion. Elovichand power equations). Pathway reaction was consisted from two stages along to period of reaction. parabolic diffusion equation gave a best description of Mineral – dissolution release – and there were some deviation. There was same deviation in diffusion plots during the initial period of description it indicated that diffusion – controlled exchange at sites an external surface and slowly mineral dissolution high rate coefficients of Ca + Mg release where (0 – 592. 0-708. and 1461 × 10^{-4} mg.kg^{-1}.t$^{1/2}$ in Alkana and Botha and Till Talb respectively that irrigated by well water . while the low values were (0.238. 0.262 and 473 × 10^{-4}) for Botha. Till Talb and Alkana soils respectively after irrigated by river water (Tigris river)

KeyWords:
Ca , Ma, Water quality

Correspondence:
M.A. Alobaidi
Department of Water and Soil-College of Agriculture-University of Mousel

Received:
28-11-2011
Accepted:
21-2-2012

البحث مستل من اطروحة دكتوراه للباحث الثالث

المقدمة

عند استخدام الري للأغراض الزراعية ينتج عن ذلك تحرر للايونات الموجبة وخصوصاً الثنائية منها (الكالسيوم والمغنسيوم) وهذا يتم إما عن طريق التبادل الأيوني Ion exchange والذي يحصل خلال فترة زمنية قصيرة أو إذابة المعادنMineral dissolution والذي يحتاج لفترات زمنية طويلة. ويمكن متابعة وتقييم ذلك من خلال تركيز الأيونات في محلول التربة أو مياه البزلSposito و Levesque (1985) و Vogeler واخرون (1997) و Chaudharia و Somawanshi(2002)، من المعلوم أن التركيب الأيوني لمياه الري يؤثر في عملية التبادل الايوني على سطح معقد التبادل وان حالة التوازن بين الأيونات الذائبة والمتبادلة في التربة قد نالت اهتماماً كبيراً في الماضي القريب وأعطت مصداقية لتقدير الأيونات المتبادلةمن خلال معرفة تركيب محلول التربة Curtin وآخرون (1995) و(Chaundhari، 1998).أيضاً في الزراعة الإروائية تبرز أهمية تشخيص المعادن التي تساهم في إغناء محلول التربة بالأيونات الذائبة وخصوصاً (الكالسيوم والمغنسيوم) وتحديد المعدن أو المعادن التي تسيطر على تركيزها في محلول التربة ومياه البزل، الأطيان السليكاتية ومعادن الكاربونات تعد مصادر دائمة للكالسيوم والمغنسيوم بعد تجويتها على الرغم أن نواتج تجويتها متماثلة إلا أنّ وصولها إلى حالة الاتزان يمر عبر مسارات مختلفة (Essington ، 2005).فلنوعية وكمية مياه الري الاثر الكبير على تركيب محلول التربة وماء البزل كذلك فان عملية الري بحد ذاتها ينتج عنها تحرر أو ترسيب للأيونات من التربة والتي تعتمد بدورها على خصائص التربة وتركيب وكمية مياه الري المستخدمة Dubey وآخرون (2007)، ووجد الباحث نفسه عند استخدامه أنواع مختلفة من مياه الري بأن كميات الكالسيوم والمغنسيوم المتحررة من محاليل الاستخلاص تزداد تصاعدياً مع زيادة عدد دورات الري.وجد Levy وآخرون (1983) أن كمية الكالسيوم والمغنسيوم المتحررة من إذابة معادن التربة باستخدام نوعين من مياه الري الأولى كلوريدية والثانية كلوريدية – بيكاربونية ولعشرة دورات ترطيب وتجفيف كانت قليلة في المراحل الأولى وأن أغلب التحرر يأتي من مواقع التبادل، بينما ازدادت كميات التحرر من إذابة المعادن في المراحل اللاحقة. ووجد Brar و Bagwa (1999) من خلال دراستهم لتقييم كمية الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر من مواقع التبادل وإذابة المعادن لتربتين في إقليم البنجاب شمال غرب الهند عند الاستخلاص المتعاقب بواسطة محاليل ذات تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم وعند زمن استخلاص (0.17–338 ساعة) ان التحرر التجميعي للكالسيوم والمغنسيوم نتيجة لذوبان معادن التربة ومن مواقع التبادل لكلا التربتين ازدادت مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم وزمن الاتصال، إذ بلغت الكمية المتحررة من إذابة معادن التربة للموقعين (56.9 و84.3%) بينما بلغت الكمية المتحررة من مواقع التبادل لنفس الموقعين (15.7 و43.1%) وهذا يشير إلى دور معادن الكاربونات والالمنيوسليكات في تحرر أيوني الكالسيوم والمغنسيوم في المناطق الجافة وشبه الجافة. أشارت (العبيدي، 2006) من خلال دراسة تحرر المغنسيوم لبعض الترب الكلسية العراقية عند الاستخلاص المتعاقب بواسطة ثلاث نوعيات من المياه الأولى تمثل مياه نهر أبي غريب والثانية مياه نهر المصب العام والثالثة مياه خلط بنسبة (75% مياه نهر أبي غريب و25% مياه نهر المصب العام) وعند زمن استخلاص (24–240) ساعة ان الترب المعاملة بمياه الخلط حررت كميات عالية من المغنسيوم، وعزت اختلاف الترب في سلوكيتها لتحرر المغنسيوم إلى الاختلاف في الخصائص الكيميائية والمعدنية وخاصة معدن السمكتايت حيث تكون الوحدات البنائية لهذا المعدن مرتبطة مع بعضها بشكل ضعيف لهذا يسمح للأيونات وجزيئات الماء بالنفاذ والانتشار بين الفراغات ونتيجة لذلك فان كمية كبيرة من المغنسيوم الداخلي تستمر بالتحرر مع الزمن. أما (عبود، 1998) فقد وجد زيادة في كمية المغنسيوم المتحرر من التربة عند زيادة نسبة (الكالسيوم: المغنسيوم) عند جميع مستويات ملوحة ماء الري إذ أدى الري باستخدام مياه مالحة (2 ديسيميتر.م$^{-1}$) إلى زيادة كمية المغنسيوم المتحرر والتي كانت كمياتها (17.1و 17.5) مليمول.لتر$^{-1}$ وللتربتين المزيجة والمزيجة الطينية الغرينية على التوالي وذلك بسبب عمليات التبادل والإحلال بين الصوديوم والمغنسيوم. ونظرا" لحداثة هذا الموضوع يهدف البحث الى معرفة سلوكية تحرر ايوني الكالسيوم والمغنسيوم وفق المدخل الحركي مع تحديد معامل سرعة التحرر والانتشار ومدى مساهمة كل من طور التبادل وذوبان المعادن في تحرر هذين الايونين في ترب مشروع ري الجزيرة في شمال العراق والذي يعتمد على الزراعة الاروائية بعد ان كان يعتمد على الري بالامطار.

المواد وطرائق البحث

شملت الدراسة عمليات تحري حقلي في مشروع ري الجزيرة الشمالي لما له من أهمية زراعية كبيرة في محافظة نينوى وبسبب تنوع مصادر مياه الري فقد تم جمع عينات تربة من مواقع (تل طلب والعلكانة والبوثة) بالإضافة إلى اعمدة تربة طبيعية (غير مستثارة) ومعاملاتها بنوعيات مختلفة من المياه (ماء ري والتي مصدرها نهر دجلة وماء بزل وماء بئر ومياه كبريتية) لدراسة تحرر الكالسيوم والمغنسيوم بطريقة الإزاحة الامتزاجية الهادئة عند حجوم مسامية مختلفة. وقد أجريت التحاليل الكيميائية لعينات المياه والترب حسب الطرائق الواردة في (Careter و Gregoich، 2008) حيث تم عمل مستخلص تربة وماء وماء مقطر بنسبة (1:1) حيث أجريت التحاليل التالية لعينات المياه ومستخلصات الترب كالآتي:

تم تقدير درجة تفاعل التربة باستخدام جهاز pH-meter.تم تقدير التوصيل الكهربائي باستخدام جهاز EC-meter. وقدرت الأيونات الذائبة على النحو التالي:الكالسيوم والمغنسيوم بطريقة التسحيح مع الفرسين (0.01) مولاري، أما الصوديوم والبوتاسيوم تم تقديرهما باستخدام جهاز Flame Photometer، أما الكلوريدات قدرت بالتسحيح مع نترات الفضة (0.005) مولاري والكاربونات والبيكاربونات بالتسحيح مع حامض الكبريتيك المخفف (0.01) مولاري والكبريتات تم احتسابها من خلال الفرق بين عدد مليكافئات للايونات الموجبة والسالبة الذائبة ، المادة العضوية تم تقديرها بطريقة الأكسدة باستخدام دايكرومات البوتاسيوم (1) مولاري وحامض الكبريتيك المركز (95%) باستخدام دليل داي فنيل أمين . تم تقدير معادن الكاربونات بالطريقة الوزنية باستعمال حامض HCl (1) مولاري، السعة التبادلية للأيونات الموجبة فقد قدرت بإشباع (5) غم تربة بمحلول 60% ايثانول يحوي (0.4) مولاري خلات الصوديوم و(0.1) مولار كلوريد الصوديوم ذات pH (8.2)، ثم استخلص الصوديوم الممتز بمحلول (1) مولاري نترات المغنسيوم pH (7) حسب طريقة Mario وRhoades (1977)، تم تقدير نسجة التربة بطريقة الماصة الدولية وباستخدام الكالكون كمادة مفرقة أما الحجم المسامي للماء داخل اعمدة التربة الـــ Pvفقد تم حسابه من خلال إجراء تشبيع عمود التربة الطبيعي (العينة غير المستثارة) بطريقة الصعود الشعري للماء إلى السطح ثم تسجيل وزن العمود وباستخدام الفرق الحسابي بين وزن العمود الرطب والجاف تم حساب المحتوى الرطوبي للتربة على أساس الحجم المسامي الـــ Pv حسب ما ذكره (Selassie، 1992). وتم تصنيف المياه حسب (Rhoades ، 1992).

جدول (1) بعض الخصائص الكيميائية لترب الدراسة

الموقع	EC_e $dS.m^{-1}$	pH	الأيونات الذائبة (مليمول شحنة . لتر$^{-1}$)						CaCO غم.كغم$^{-1}$	CEC سنتمول.كغم$^{-1}$	OM غم.كغم$^{-1}$	نسجة التربة
			Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+}	K^{+}	HCO_3^{-}	Cl^{-}	So_4^{-2}				
تل طلب	0.49	7.55	3	1.5	0.21	0.1	1.5	0.75	2.55	270	28.2	15.5	طينية غرينية
العلكانة	1.1	6.95	7.5	3	0.67	0.5	1.7	1.5	8.5	230	30.4	21	طينية غرينيةمزيجية
البوثة	0.43	7.2	3	1.5	0.43	0.15	2.5	0.75	1.8	260	32.4	20.6	طينية

جدول (2) بعض الخصائص الكيميائية للمياه المستخدمة في الدراسة

نوعية المياه	pH	EC_e $ds.m^{-1}$	الأيونات الذائبة (مليمول شحنة . لتر$^{-1}$)						SAR	التصنيف
			Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+}	K^{+}	HCO_3^{-}	Cl^{-}	SO_4^{-2}	
ماء ري	8.0	0.45	2.0	2.0	0.56	0.05	3.2	0.55	0.86	0.40	C_2-S_1
ماء بئر	8.2	1.25	0.5	0.5	7.4	0.02	4.9	3.15	0.37	10.45	C_3-S_2
ماء بزل	7.9	1.02	2.8	3.6	3.7	0.07	3.4	3.0	3.77	2.07	C_3-S_1
مياه كبريتية	8.1	8.17	35.0	20.0	37.0	1.8	3.0	50.5	40.30	7.05	C_4-S_1

تم حساب ثابت كابون رياضياً بهدف تطبيقه في معادلات التحرر اللاحقة وذلك عن طريق عمل اتزان ديناميكي وذلك بأخذ (5) غرام تربة جافة هوائية ووضعها في أنابيب بلاستيكية سعة (150) مل ومعاملتها بسلسلة محاليل من كلوريد الصوديوم (0 ، 0.2 ، 0.4 ، 0.6 ، 0.8 ، 1 ، 2، 5 ، 10) مليمول شحنة. لتر$^{-1}$ ثم يكمل الحجم إلى (100) مل بمحلول كلوريد الكالسيوم (0.01) مليمول شحنة.لتر$^{-1}$ حسب الطريقة الموصوفة من قبل (Shaviv ، 1985) وبعد حصول عملية الاتزان يتم تقدير كل من الصوديوم بطريقة اللهب الضوئي والكالسيوم والمغنسيوم بطريقة التسحيح مع الفرسين (0.01) مولاري ثم جرى حساب قيمة SAR لمحاليل الاتزان بينما تم تقدير الصوديوم المتبادل بطريقة خلات الأمونيوم المتعادلة وتم حساب قيمة ESR ومن خلال معادلة مختبر الملوحة الأمريكي تم حساب ثابت كابون للترب الثلاث لأجل تطبيق هذه القيمة في معادلة حساب تحرر الكالسيوم والمغنسيوم من مواقع التبادل.

تم السماح للنوعيات المختلفة من المياه جدول (2) بالمرور الهادئ خلال أعمدة ترب طبيعية بطول (30)سم ونصف قطر (6.5)سم بطريقة العمق الثابت (Constant head) وبعمق قدره(4)سم فوق سطح التربة في نظام الغمر المستمر وبسرعة جريان قدرها (1 مل/دقيقة) Sparksو Martin (1983) حيث تم تسجيل زمن نزول أول قطرة لرواشح الاتزان ثم أخذت عينات كل عشرة دقائق لحين جمع أول (Pv) وسجل زمنه. استمرت عملية الجريات الهادئ لغاية الحجم المسامي العاشر مع تسجيل زمن الوصول إلى كل حجم مسامي ولمكررين من الأعمدة، بعدها تم تقدير التوصيل الكهربائي ودرجة التفاعل والأيونات الموجبة والسالبة لمحاليل الاتزان حسب الطرائق الواردة فيCarter و Gregorich (2008).

الحسابات

1– قدرت كمية الكالسيوم والمغنسيوم الذائبةفي محلول الاتزان والمعبر عنها بالرمز S(Ca + Mg) عند كل حجم مسامي.

2– تم حساب كمية الكالسيوم والمغنسيوم المتبادلة X(Ca + Mg)عند كل حجم مسامي وفق المعادلة المقترحة من قبل (Lavey، 1980) والتي تنص على:

$$X(Ca+Mg) = ESP \times \frac{CEC}{100} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

وذلك بعد حساب المؤشرات التالية:

أ– حساب قيمة نسب امتزاز الصوديوم (SAR) لمحاليل الاتزان عند كل فترة زمنية من خلال تطبيق المعادلة التالية:

$$SAR = \frac{[Na]}{\sqrt{\frac{[Ca+Mg]}{2}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ب– تم تعويض هذه القيم في المعادلة التالية للحصول على قيمة النسبة المئوية للصوديوم المتبادل ESP

$$ESP = 100\,K\frac{SAR}{1+SAR} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث أن: K= ثابت كابون.

وأخيراً أمكن حساب كمية الكالسيوم والمغنسيوم المتحررة من ذوبان المعادن الحاملة لهاعند كل حجم مسامي والمعبر عنها بالرمز M(Ca + Mg) وفق المعادلة التالية:

$$M(Ca+Mg) = S(Ca+Mg) - X(Ca+Mg) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

والتي تم اخضاعها الى المدخل الحركي وكالاتي:

1_ تم رسم العلاقة بين كمية الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر تجميعياً كدالة لعدد الحجوم المسامية النازلة بعد ري الترب بالمياه المختلفة، إذ أمكن الحصول على تركيز الاتزان عند الزمن الصفر $C_\circ$ باستخدام المعادلة المقترحة من قبل Smmieiو Chahal (1986) وذلك بأخذ مقلوب التراكيز التجميعية للكالسيوم والمغنسيوم المتحرر كدالة خطية لمقلوب الزمن وكالآتي:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_\circ} + \frac{b}{t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

اذ ان:

C_t = التركيز عند زمن الاستخلاص

$C_\circ$ = التركيز عند الزمن صفر، وتم حسابه من نقطة تقاطع الخط المستقيم مع المحور الصادي

b = انحدار الخط المستقيم

t = الزمن

2_تم حساب معامل سرعة تحرر أيوني الكالسيوم والمغنسيوم باخضاع النتائج الى سلسلة من المعادلات الحركية باعتبار زمن أو مدة تماس المياه المارة خلال جسم التربة دالة لتحرر الأيونات والمعادلات المطبقة:

1- معادلة الرتبة صفر Zero Order Equation

$$C_\circ - C_t = C_\circ - K_t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

2- معادلة الرتبة الأولى First Order Equation

$$L_n (C_\circ - C_t) = L_n C_\circ - K_t \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

3- معادلة الانتشار Parabolic Diffusion Equation

$$C_t = C_\circ + Kt^{\frac{1}{2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

4- معادلة ايلوفيجElovich Equation

$$C_t = C_\circ + KL_nt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

5- معادلة دالة القوة Power Function Equation

$$L_nC_t = L_n C_t + KL_nt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

اذ ان:

$C_\circ$ = تركيز الكالسيوم والمغنسيوم القابل للتحرر عند الزمن صفر

C_t = تركيز الكالسيوم والمغنسيوم القابل للتحرر عند الزمن t

$C_\circ - C_t$ = الكمية المتبقية في الخزين بعد التحرر

K = معامل سرعة التحرر ازاء كل معادلة

t = الزمن ساعة أو دقيقة

3_ولأجل تحديد أفضل معادلة رياضية لوصف عملية التحرر فقد تم اعتماد أعلى قيمة لمعامل التحديد R^2 وأقل خطأ قياسي SE حسب المعادلة التالية:

$$SE = \left[\sum \frac{(C_t - C_t^*)^2}{n-2}\right]^{\frac{1}{2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

حسب ما ذكره Simard وآخرون (1992)

اذ ان:

C_t = تركيز الكالسيوم والمغنسيوم المقاس من المحلول عند الزمن t

C_t^* = تركيز الكالسيوم والمغنسيوم المحسوب من المعادلة عند الزمن t

n = عدد مرات القياس

النتائج والمناقشة

يبين جدول (3) قيم الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر تجميعياً من مواقع التبادل في ترب الدراسة، وتمثل كل قيمة في الجدول مجموع عشر حجوم مسامية لاعمدة الترب. إذ تم حساب هذه الكمية بواسطة العلاقة المستخدمة من قبل (Levy، 1980) والتي تعتمد على قيم SAR المحلول وثابت التفاعل الاستبدالي (ثابت كابون) وقيم السعة التبادلية للأيونات الموجبة لترب الدراسة والمبينة في المعادلة (1). النتائج المبينة في جدول (3) تعبر عن كمية الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر تجميعياً من مواقع التبادل أثناء مرور المياه خلال أعمدة الترب لغاية الحجم المسامي العاشر ونلاحظ من القيم أن كمية الكالسيوم والمغنسيوم المتحررة قد اختلفت باختلاف الترب وبمدى يتراوح من (0.209–1.821) سنتيمول. كغم$^{-1}$ فقد كانت أعلـــى كمية تحرر (1.821) سنتيمول.كغم$^{-1}$ في تربة العلكانة والمعاملة بمياه البئر ذات SAR (10.45) مليمول . لتر$^{1/2}$بينما سجلت أقل كمية تحرر (0.209) سنتيمول.كغم$^{-1}$ في ترب تل طلب والمعاملة بالمياه الكبريتية ذات SAR (7.05) مليمول . لتر$^{1/2}$، ان اختلاف الترب في كمية الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر يعزى الى اختلافها في صيغ الكالسيوم والمغنسيوم الذائب والمتبادل وهذا يتفق مع ما حصل عليه (Levy، 1980) وBrar و Bagwa (1999) و(العبيدي، 2006). وإذا اعتمدنا المعدل العام لكمية التحرر يمكن ترتيب المياه حسب قدرتها على تحرر أيوني الكالسيوم والمغنسيوم من الطور المتبادل بغض النظر عن نوعية الترب كالآتي:

مياه البئر > المياه الكبريتية > مياه الري > مياه البزل

وهذا يتوافق مع قيم SAR المياه تقريبا" والذي يفسر قدرة المياه في تحرر الكالسيوم والمغنسيوم من الطور المتبادل والتي تزداد مع زيادة قيمSAR المياه حيث يعمل الصوديوم على ازاحة ايونين الكالسيوم والمغنسيوم من الطور المتبادل وفق قانون النسب لسكوفلد وقانون فعل الكتلة ويتضح من النتائج أن الترب حررت كميات عالية من الكالسيوم والمغنسيوم من مواقع التبادل في المراحل الأولى أثناء مرور المياه خلال أعمدة الترب بعدها أخذت كمية التحرر بالثبات عند الحجم المسامي الثالث أو الرابع وذلك لوصول عملية التبادل الأيوني بين محلول التربة وطورها الصلب إلى حالة الاتزان الديناميكي وهذا يؤكد أن عملية التحرر عن طريق التبادل الأيوني تحصل خلال فترات زمنية قصيرة والتي تتفق مع ما حصل عليه (Levy، 1980) وBrar و Bajwa (1999).

جدول (3) تأثير نوعية المياه في كمية (الكالسيوم + المغنسيوم) سنتي مول.كغم$^{-1}$ المتحرر تجميعياً من مواقع التبادل وذوبان المعادن لترب الدراسة

الموقع	مياه الري		مياه البئر		مياه البزل		مياه كبريتية	
	X(Ca+Mg)	M(Ca+Mg)	X(Ca+Mg)	M(Ca+Mg)	X(Ca+Mg)	M(Ca+Mg)	X(Ca+Mg)	M(Ca+Mg)
تل طلب	0.311	0.406	0.311	1.075	0.321	0.586	0.209	0.480
العلكانة	1.348	0.451	1.821	1.278	0.815	0.704	1.385	0.806
البوثة	0.164	0.413	0.736	1.163	0.521	0.716	0.235	0.619
المعدل	0.607	0.423	0.775	1.172	0.552	0.668	0.609	0.635

X(Ca+Mg)= الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر من الطور المتبادل

M(Ca+Mg)= الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر من ذوبان المعادن

الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر من ذوبان المعادن

يبين جدول (3) قيم الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر تجميعياً نتيجة لذوبان المعادن الحاملة لها (الكاربونات و الالمينوسليكات) ، هذه القيم تم الحصول عليها من الفرق بين كمية الكالسيوم والمغنسيوم المقاسة في مياه الحجوم المسامية العشرة والقيم المتحررة من مواقع التبادل لنفس الحجوم. إذ أظهرت النتائج أن كمية الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر نتيجة لذوبان المعادن تراوحت من (0.406–1.278) سنتيمول.كغم$^{-1}$ فقد كانت أعلى كمية تحرر (1.278) سنتيمول.كغم$^{-1}$ في تربة العلكانة المعاملة بمياه البئر بينما سجلت أقل كمية تحرر (0.406) سنتيمول.كغم$^{-1}$ في تربة طلب المعاملة بمياه الري ان اختلاف الترب في كمية الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر نتيجة لذوبان المعادن يعود إلى اختلاف الترب في تركيبها المعدني والأيوني إضافة إلى محتوى المياه من الأملاح وخصوصاً الصوديوم والكلوريد جدول (2) وبما أن الترب قيد الدراسة كلسية فان استخدام مياه ذات تراكيز عالية من الصوديوم والكلوريد من المتوقع ان تذيب الكاربونات والمعادن الأولية للكالسيوم والمغنسيوم وبالتالي تساهم في إغناء محلول التربة بالكالسيوم والمغنسيوم Chaundari و Somawanshi (2002). ويمكن ترتيب المياه حسب قدرتها على تحرر أيوني الكالسيوم والمغنسيوم من ذوبان المعادن كالآتي: مياه البئر > مياه البزل > المياه الكبريتية > مياه الري

ويتضح من النتائج بأن كمية الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر نتيجة لذوبان المعادن الحاملة لها كانت قليلة في المراحل الأولى أثناء مرور المياه خلال أعمدة الترب بينما ازدادت مع تعاقب عمليات الغسل واستمرت لغاية الحجم المسامي العاشر وهذا يؤكد أن عملية التحرر نتيجة لذوبان المعادن هي بطيئة وتحتاج لفترات زمنية طويلة وهذا يتفق مع ما حصل عليه (Levy ، 1980) وBrar و Bagwa (1999). وبشكل عام يلاحظ أن كمية الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر تجميعياً نتيجة لذوبان المعادن وكانت أعلى من الكمية المتحررة من مواقع التبادل وهذا يتفق مع ما حصل عليه Brar و Bagwa (1999).

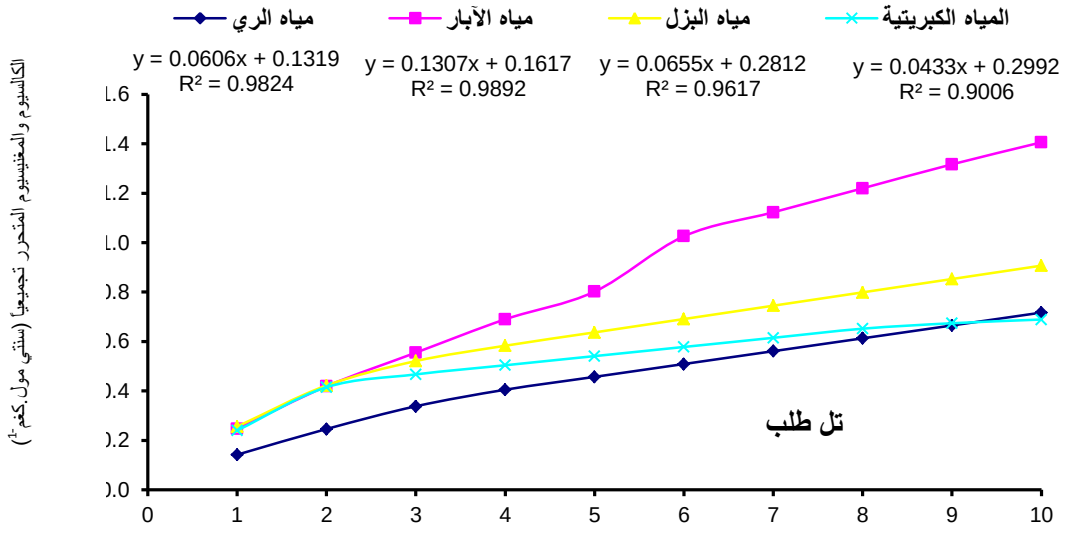
يوضح شكل (1) إلى أن استمرار وتعاقب دورات الري بالمياه الطبيعية المارة خلال أعمدة الترب لغاية الحجم المسامي العاشر أدى إلى زيادة في كمية التحرر لأيوني الكالسيوم والمغنسيوم عن طريق إحداث تغير مستمر في حركة المواد المذابة بسبب عمليات التبادل الأيوني ionic exchange وعمليات الإذابة للمعادن الحاملة لهذين الأيونين mineral dissolution الحاصلة بين الطورين السائل والصلب للترب. كما تشير النتائج المبينة في شكل (1) إلى أن كمية الكالسيوم والمغنسيوم المتحرر من الترب خلال الحجم المسامي الأول والثاني تفوقت على بقية فترات التفاعل الطويلة بعد الحجم المسامي الثالث ولغاية العاشر. وقد يعود السبب في ذلك إلى ضعف قوة ارتباط الأيونين على سطح الغرويات المسؤولة عن

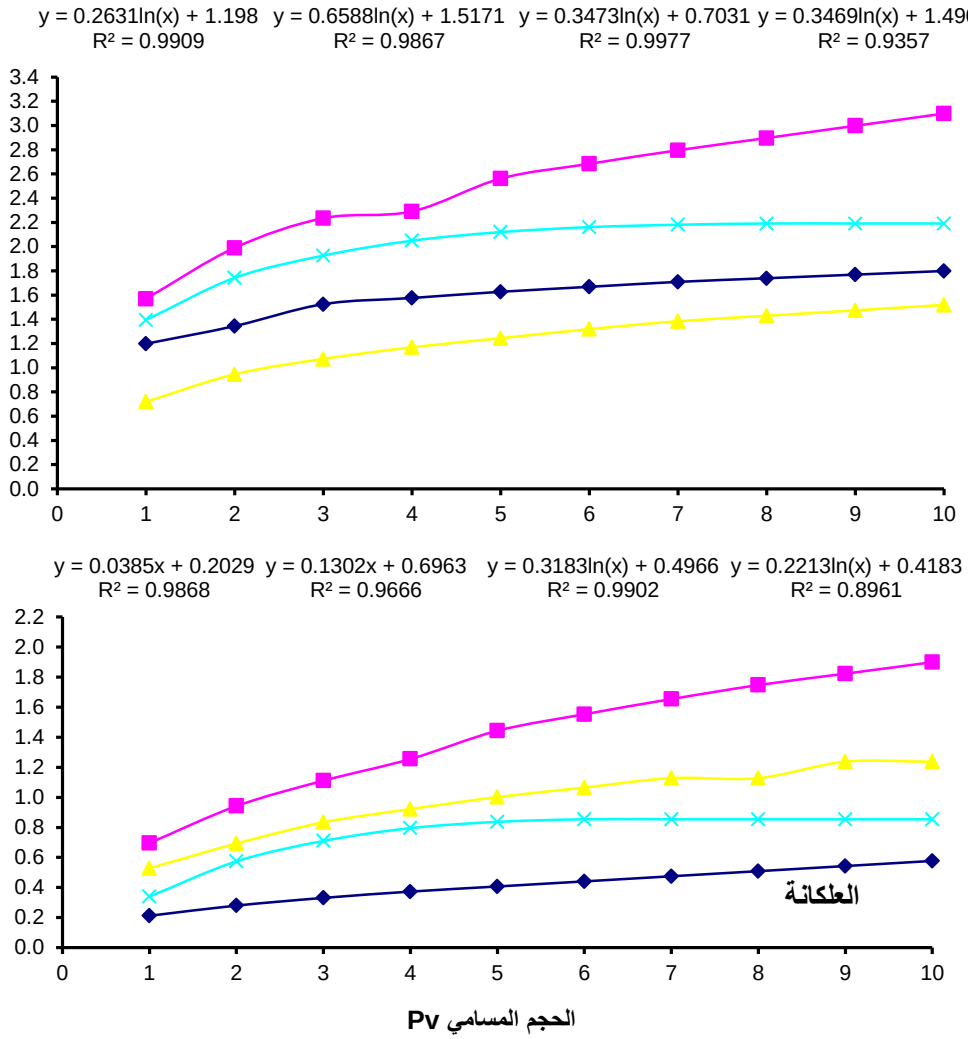
الامتزاز مما يؤدي إلى سهولة تحرره وأن زيادة مدة التفاعل أسهمت في زيادة قوة ارتباط الأيون المضاف (الصوديوم) وترسب المتحرر على شكل معادن كاربوناتية مما يؤدي إلى بطء تحرره وانطلاقه إلى طور التربة السائل مما يعكس حقيقة بأن لارتباطه

بقوة ربط مختلفة بالسطح وعلى هذا الأساس وعند التدقيق في مسار عمليات التحرر في شكل (1) أمكن تمييز مرحلتين مختلفتين المرحلة الأولى امتازت بمسار غير خطي قليل الانحدار تعبر عن التحرر البطيء اختلف هذا المسار باختلاف الترب والمياه المستخدمة، هذه المرحلة تمثل تحرر أيوني الكالسيوم والمغنسيوم السهل التحرر أو ما يعرف بالطور المتبادل Simardوآخرون (1992) و(اللامي، 1999).

أما المرحلة الثانية من مسار عملية التحرر فقد امتازت بمسار غير خطي أيضاً ولكن بانحدار عالي نسبياً (تحرر عالي) والذي يعكس عملية ذوبان معادن الكاربونات والأملاح المعدنية الحاملة لهذين الأيونين (Levy، 1980) وBrar وBagwa (1999). و أن فرصة ترسيب هذين الأيونين نتيجة لمرور المياه الحاوية عليهما تزداد عند زيادة تركيزهما في محلول التربة بعد تجاوز حدود الإشباع وأن مركبات الكالسيوم والمغنسيوم المترسبة لا تمتلك خاصية الإذابة العالية لأجل التحرر خلال المراحل اللاحقة وبشكل تدريجي مما يعرقل تحرر جميع الأيونين من الطور المتبادل مرة واحدة. وفي هذا الاتجاه أشار (Sparks، ليس كل الأيون على سطح الطور الصلب القدرة على التحرر حيث تقل الكمية المتحررة كلما زادت فترة التفاعل الأمر الذي يؤكد بأن الأيونين قد كوّنا نواتج تفاعل خلال عملية التحرر مما عرقل تحرر جزء منه وأن هناك أكثر من تفاعل تحرر

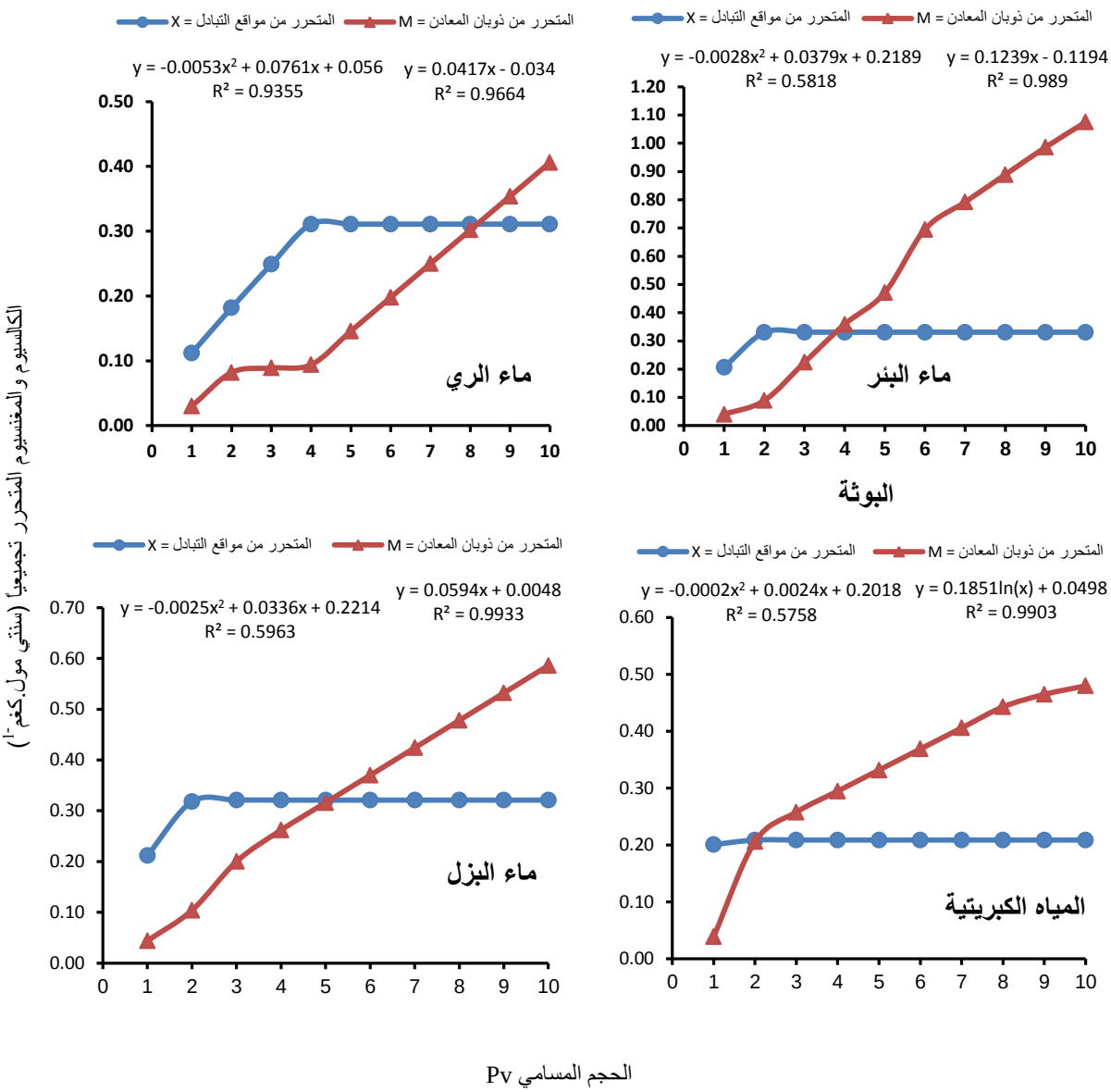
2003) بأن إذابة المكونات الصلبة في التربة وإعادة ترسيب المادة من محلول التربة هما يحددان مصير المكونات غير العضوية المعدنية وهذا يتأثر بالاتزان الديناميكي بين عمليتي الذوبان والترسيب في الطور الصلب. فترسب المعادن يحدث عند وجود ظروف فوق الإشباع supersaturated في محلول التربة بينما يحدث الذوبان فقط عندما يكون محلول التربة تحت الإشباع under saturated وغالباً ما توجد محاليل التربة تحت ظروف غير مشبعة بالنسبة للمكونات غير العضوية في التربة مما يعني أن هذه الترب تكون في حالة ذوبان دائم (Wolt، 1994). كما أن مرور المياه المستمر ونظراً لما يحويه من أيونات فانه يعمل في التأثير على الذوبان من خلال الأيون المشترك أو التأثير الملحي (Langmiur، 1997). وأن هذه التفاعلات توضح أهمية دور المياه الحاوية على حامض الكاربونيك الناتج من ذوبان غاز CO_2 في تفاعلات التجوية ومن خلال تفاعلات الذوبان تنطلق وتتحرر أيونات Ca^{++} و Mg^{++} و K^{+} و Na^{+} و HCO_3^{-} من الطور الصلب إلى محلول التربة.





شكل (1): تأثير نوعية مياه الري على تحرر الكالسيوم والمغنسيوم من مواقع (التبادل والذوبان) بطريقة الجريان الهادئ لمواقع الدراسة

كما نعرض في شكل (2) مقارنة لمسار عملية التحرر الحاصلة نتيجة لعمليات التبادل الأيوني وذوبان المعادن لموقع تل طلب اعتمادا" على نوعية المياه المارة خلال جسم التربة ، حيث يلاحظ أن مسار عملية التحرر الحاصلة من مواقع التبادل اقتصرت على مراحل الجريان لغاية الحجم المسامي الرابع لمياه الري والحجم المسامي الثالث لمياه البئر ومياه البزل والحجم المسامي الثاني للمياه الكبريتية بعدها وصلت عملية التبادل الى حد الاستقرار فالمياه ذات قيم SAR عالية استنزفت الكميات القابلة للتبادل خلال الحجم المسامي الثاني بعكس ماء الري والذي استمر لغاية الحجم المسامي الرابع وهذا يعكس تأثير نوعية المياه في اغناء معقد التبادل بايون الصوديوم الذي ازاح ايوني الكالسيوم والمغنسيوم اعتمادا" على قانون النسب بينما ادى اختلاف القوة الايونية للمياه ووجود الايون المشترك الى استمرار عملية التحرر من ذوبان المعادن الحاملة لهذين الايونين والتي استمرت لغاية الحجم المسامي العاشر، وتم اختيار موقع واحد وذلك لتشابه سلوكية التحرر من الترب الثلاثة وهذا يتفق مع ما حصل عليه (Levy، 1980).



الشكل (2): تأثير نوعية المياه على التحرر التجميعي (للكالسيوم+المغنسيوم) سنتي مول.كغم$^{-1}$ من مواقع التبادل وذوبان المعادن لتربة موقع تل طلب

تشير النتائج المبنية في جدول (3) أن جميع المعادلات الحركية وصفت وبشكل جيد تحرر الكالسيوم والمغنسيوم حيث كانت قيم معامل التحديد عالية لجميع المعادلات ويمكن ترتيب المعادلات حسب أفضليتها في عملية التحرر كالاتي:معادلة الانتشار > معادلة دالة القوة > معادلة الرتبة صفر > معادلة ايلوفيج> معادلة الرتبة الأولى

أي أن أفضل المعادلات لوصف تحرر الكالسيوم والمغنسيوم هي معادلة الانتشار حيث أعطت أعلى معامل تحديد R^2 وأقل خطأ قياسي SE تليها معادلة دالة القوة والتي تستند على أسس الكيمياء الحركية (Sparks، 1983) وان معادلة الانتشار تفسر ميكانيكية تحرر الكالسيوم والمغنسيوم بأن الانتشار هو العامل المسيطر على حركة الكالسيوم والمغنسيوم بين طبقات المعادن ثم تحرره إلى محلول التربة وتتفق هذه النتائج مع Brar و Bagwa (1999) الذي وجد أن أفضل معادلة في وصف عملية تحرر الكالسيوم والمغنسيوم نتيجة لذوبان المعادن هي الانتشار وتليها معادلة دالة الفترة ووجد Simard وآخرون (1989) و(Simard، 1992) و(اللامي، 1999) و(العبيدي، 2006) ان أفضل معادلة في وصف تحرر المغنسيوم هي معادلة الانتشار.

جدول (3) قيم معامل التحديد R^2 والخطأ القياسي SE للمعادلات الحركية المطبقة لتحرر الكالسيوم والمغنسيوم من ذوبان المعادن لمواقع الدراسة

المعاملة	معادلة الرتبة صفر		معادلة الرتبة الأولى		معادلة الانتشار		معادلة إيلوفيج		معادلة دالة القوة	
	$SE\times10^{-4}$	R^2	$SE\times10^{-4}$	R^2	$SE\times10^{-4}$	R^2	$SE\times10^{-4}$	R^2	$SE\times10^{-4}$	R^2
				تل طلب						
ماء الري	446	0.94	501	0.95	325	0.94	564	0.82	609	0.94
ماء البئر	615	0.97	761	0.94	337	0.98	1219	0.90	404	0.98
ماء البزل	313	0.97	447	0.97	76	0.99	421	0.95	301	0.98
مياه كبريتية	554	0.85	428	0.81	342	0.94	131	0.90	516	0.92
				العلكانة						
ماء الري	278	0.96	648	0.96	195	0.99	292	0.94	340	0.99
ماء البئر	603	0.97	974	0.98	287	0.99	948	0.94	531	0.98
ماء البزل	326	0.97	741	0.97	141	0.99	488	0.94	326	0.98
مياه كبريتية	1055	0.87	1383	0.83	355	0.88	474	0.90	825	0.90
				البوثة						
ماء الري	189	0.96	1179	0.90	111	0.99	329	0.91	285	0.98
ماء البئر	741	0.96	226	0.94	388	0.99	902	0.94	771	0.97
ماء البزل	383	0.96	1317	0.96	306	0.97	526	0.92	771	0.96
مياه كبريتية	1060	0.78	1116	0.74	365	0.77	536	0.85	1044	0.80

تبين النتائج في جدول (4) أن قيم معامل سرعة تحرر الكالسيوم والمغنسيوم المستحصلة من معادلة الانتشار التي كانت أكثر ملائمة في وصف حركيات تحرر الكالسيوم والمغنسيوم من ذوبان المعادن الحاملة لهما إلا أن معاملة الترب الثلاث أعطت أقل معامل سرعة ذوبان للكالسيوم والمغنسيوم باستخدام ماء الري (نهر دجلة) حيث بلغ معامل سرعة التحرر (238 × 10^{-4}، 262 × 10^{-4} ، 473 × 10^{-4}) سنتيمول.كغم$^{-1}$.دقيقة^{½} لموقع البوثة والعلكانة وتل طلب على التوالي. بينما سجل أعلى معامل سرعة ذوبان وتحرر لأيون الكالسيوم والمغنسيوم باستخدام ماء البئروالتي بلغت (592 × 10^{-4} ، 708 ×10^{-4} ، 1461 × 10^{-4}) سنتيمول.كغم$^{-1}$.دقيقة^{½} لموقع العلكانة والبوثة وتل طلب على التوالي.وفي هذا المجال أشار Reazei وآخرون (2004) إلى دور القوة الأيونية للمحاليل في زيادة إذابة كاربونات الكالسيوم الذي ينتج عنه تحرر الكالسيوم مما ينعكس على معامل سرعة الذوبان.

ويمكن تفسير التباين في قيم ثابت سرعة تحرر الكالسيوم والمغنسيوم في ترب الدراسة بالتباين في محتوى الترب من الطين والمادة العضوية وصيغ الكالسيوم والمغنسيوم وملوحتها فضلاً عن السعة الامتزازية لأيوني الكالسيوم والمغنسيوم على دقائق التربة والمادة العضوية والتي تعد من العوامل المهمة في تحرر الأيون من خلال طاقة ربطه مع طور التربة الصلب، لقد جاءت نتائج هذه الدراسة متوافقة مع النتائج التي حصل عليها Simard وآخرون (1992) و(اللامي، 1999) و Brar و Bajwa (1999).

جدول (4) تأثير نوعية المياه على قيم معامل سرعة تحرر الكالسيوم والمغنسيوم حسب معادلة الانتشار

نوعية المياه	معامل سرعة التحرر $10^{-4} \times K$ سنتيمول. كغم$^{-1}$.دقيقة^{½} لمواقع		
	تل طلب	العلكانة	البوثة
ماء ري	473	262	238
ماء بئر	1461	592	708
ماء بزل	804	483	307
مياه كبريتية	555	509	372
المعدل	823	461	406

المصادر

العبيدي، حمدية شهاب أحمد (2006). تأثير نوعية المياه في حركيات وتحرر المغنسيوم في الترب الكلسية. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد.

اللامي، عبد سلمان جبر (1999). تقييم جاهزية المغنسيوم في ترب البيوت البلاستيكية. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد.

عبود، هادي ياسر (1998). تاثير ونسبة المغنسيوم إلى الكالسيوم في مياه الري على بعض صفات التربة وجاهزية بعض العناصر الغذائية. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد.

Brar. B.S. and M.S. Bagwa (1999). Release of Calcium and Magnesium in Arid Zone Soil of Punjab and its Description Using Different Mathematical Models. J. Indian Soc. Soil Sci. 47. 4: 715-720.

Carter. M.R. and E.G. Gregorich (2008). Soil sampling and methods of analysis. Second edition. Canadian Society of Soil. Sci.

Chaudhari. S.K. (1998). Effect of Water Quality on Hydraulic Properties and Predictability of Exchangeable Sodium Percentage by Mechanistic and Layer Models of Texturally Three Different Soils. Ph.D. Thesis submitted to M.P.K.V. Rahuri. India.

Chaundhari. S.K. and R.B. Somawanshi (2002). Effect of water quality on exchange phase-solution phase behavior of three soils. J. Plant Nutr. Soil Sci. 165: 229-234.

Curtin. D.H. Steppuh. A.R. Mermut. and F. Selles (1995). Sodicity in Irrigated Soils in Saskatchewan: Chemistry and Structural Stability. Can. J. Soil. Sci: 75: 177-185.

Dubey. D.D. Ram K. Cupta. S.C. Tiwari and O.P. Sharma (2007). Effect of Water Quality on Release / Precipitation of Ions in a VarticUstochrept. J. of Plant Nutrition & Soil Since. Vol. 151. 6: 375-378.

Essington. M.E. (2005). Soil & Water Chemistry. an Integrative Approach. CRC Press.

Langmuir. D. (1997). Aqueous Environmental Geochemistry. Printic Hall. Upper Saddle River. N.J.

Levy. R. (1980). Sources of Soluble Calcium and Magnesium and their Effects on Sodium Adsorption Ratios of Solution in to Soils. Geoderma. 23: 113-123.

Levy. R.I. Shainberg. Rachel M.. and E. Henrietta (1983). Effect of Soluble Species Release from Soil Sources on the Composition of Soil and Drainage Solutions. Soil Sci Soc. Am. J. 47: 1092-1096.

Mario. P. and J.D. Rhoades (1977). Determining cation exchange capacity: A new procedure for calcareous and Gypsiferous soils. Presented at Am. Soc. Agron. Meeting. Houston. Texas. Vol (3): 524-528.

Martin. H.W. and D.L. Sparks (1983). Kinetics of Non exchangeable Potassium Release from Two Coastal Plain Soils. Soil Sci. Soc. Am. J.. 47: 883-887.

Rezaei. M.E. Sanz and E. Rezaei (2004). Simulation of Dissolution in Salt Water Mixing Zone of carbonate Aquifers. European Unino Project (SALTRANS). Barcelona. Spain.

Rhoades. J.D.. A. Kandiah and A.M. Mashali (1992). The Use of Saline Water for Crop Production. FAO. Irrigation and Drainage Paper 48. Rome. Italy.

Sammiei. A. and D.S.. Chahal (1986). Potassium Release in Alluvial Soils. J. Indian Soil Sci. 34: 757-761.

Sellassie. T.G.. J.J.. Jurinak and L.M.. Dudley (1992). Saline and Sodic Saline Soil. Soil Reclamation. First Order Kinetic Model. Soil Sci. 146: 1-7.

Shaviv A.. P.E. Mohsin. E. Part. and S.V. Mattigod (1985). Potassium fixation characteristic of five southern California soils. Soil. Sci. Soc. Am. J. 49: 1108-1109.

Simard. R.R.. C.R. Dekimpe. and J. Zizka (1989). The Kinetics of Non-exchangeable Potassium and Magnesium Release from Qubec Soils. Can. J. Soil. 69: 663-675.

Simard. R.R.. C.R. Dekimpe. and J. Zizka (1992). Release of Potassium and Magnesium from

Soil Fractions and its Kinetics. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 56: 1421-1428.

Sparks. D.L. and P.M. Huang (1983). Physical Chemistry of Soil Potassium in Potassium in Agriculture CRE. Menson. ed. pp. 201-2076. Am. Soc. Agron. Madison. Wi.

Sparks. D.L. (1992). Kinetics of Soil Chemical Processes. Academic Press. Inc.. England.

Sparks. D.L. (2003). Environmental soil chemistry. Second Edition. ACADEMIC PRESS.

Sposito. G.. and C.S.Levesque (1985) . Sodium – Calcium – Magnesium exchange reaction on silver Hill . Illite . Soil Sci. Soc. Am. J 49: 1153-1159.

Vogeler. D.. R. Scotter. B.E. Clotier. and R.W. Tillman (1997). Cation transport during unsaturated flow through two intact soils . European Journal of Soil Science . 48: 401-410.

Wolt . J.D.(1994). Soil Solution chemistry. Wiley. New Yourk.