Mesopotamia J. of Agric. ISSN: 2224 - 9796 (Online) مجلة زراعة الرافدين
Vol. (46) No. (2) 2018 ISSN: 1815 - 316 X (Print) المجلد (46) العدد (2) 2018

# المدخل الحركي لغسل الصوديوم من بعض الترب الكلسية في شمالي العراق

حازم محمود أحمد محمد علي جمال العبيدي محمد طاهر سعيد خليل
كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل – العراق
E-mail: Hazim572000@yahoo.com

## الخلاصة

تم أجراء غسل أربعة نماذج ترب غير مستثارة مختلفة النسجة تمثل مناطق الرشيدية والمسطاح وتلسين -1 و2 قي محافظة نينوى / شمالي العراق ضمن مجموعة الترب العظمى Calciorthids في أعمدة تربة باستخدام الماء المقطر (يمثل ماء المطر) وماء نهر دجلة وماء كلوريدي وماء كبريتي بهدف توصيف سلوكية غسل الصوديوم من الترب الكلسية باستخدام المدخل الحركي. أشارت النتائج إلى أن كمية الصوديوم المغسولة بعد السماح لمرور 30 حجم مسامي من المياه تراوحت من 19.93ملي مول شحنة. لتر$^{-1}$ في التربة الرملية المزيجية باستخدام الماء المقطر إلى 455.63 ملي مول شحنة. لتر$^{-1}$ في التربة الغرينية الطينية باستخدام الماء الكبريتي مما يعكس دور القوة الأيونية للمياه في غسل الصوديوم من الترب. كما أشارت منحنيات الغسل إلى وجود مرحلتين من الغسل الأولى سريعة لغاية الحجم المسامي العاشر وتشير إلى دور عمليات ذوبان أملاح الصوديوم والثانية استمرت إلى الحجم المسامي الثلاثين و تشير إلى دور عملية التبادل الأيوني في تحرر وغسل الصوديوم. أظهر الوصف الرياضي توافقا عاليا لمعادلة الرتبة الأولى في وصف غسل الصوديوم وبلغ معامل التحديد $R^2$ من (0.87 - 0.99) و بلغ معامل سرعة الغسل من (22 ×3-10) . ساعة-1 في التربة الغرينية الطينية باستخدام الماء المقطر إلى (40 × 3-10) . ساعة-1 في التربة الرملية المزيجية باستخدام الماء الكبريتي، ومن خلال عملية الغسل ومعامل سرعته يتضح بأن عملية تحرر الصوديوم وغسله إلى طور التربة السائل عملية تلقائية ولا تحتاج إلى طاقة حيث تراوحت قيم الطاقة الحرة الاستبدالية للتربة الرملية المزيجية من 2.26- إلى 1.91- كيلو جول. مول-1 أثناء عملية الغسل.

كلمات دالة: أعمدة تربة، المعادلات الحركية، الحجم المسامي, الطاقة الحرة.

تاريخ تسلم البحث: 2017/9/20 ، وقبوله: 2017/12/17.

## المقدمة

تعمل حركة الماء على إدامة مكونات التربة الخاملة للأنواع الأيونية ومن ضمنها الصوديوم، فقد أشار الحسني,(2007) إلى أن المواد المذابة تتحرك في جسم التربة بعمليتي الانتشار الجزيئي أو الأيوني Molecular or ionic diffusion بفعل الانحدار في التركيز من الجهد العالي إلى الجهد الواطئ وأن معدل الحركة تتناسب طرديا مع الاختلاف في التركيز بين نقطتين وعكسيا مع المسافة بينهما استنادا إلى قانون فكس الأول، ألا أن هذه الأيونات وخصوصا الصوديوم تكون عرضة للغسل أي تمرير المياه خلال جسم التربة لإزالة الأملاح الذائبة وحملها خارج جسم التربة وهذه لا تعد عملية بسيطة فهي تفاعلات مستمرة تتضمن عمليات إذابة وإزاحة الأملاح (Bustos وآخرون,1996) إذ تجري عملية الإذابة أثناء دخول الماء إلى المسام البينية، أما الإزاحة فتجري عندما يحصل صرف لمياه الغسيل بعد تشبيع التربة. أجريت العديد من الدراسات لوصف العلاقة بين عملية الذوبان وحركة الأيونات خلال عملية الغسل وربط ذلك مع حجم ماء الغسيل المعبر عنها بمصطلح Pore volume (Pv) وسميت حركة الماء هذه بتقنية الإزاحة الأمتزاجية الهادئة(2003, Sparks) miscible displacement technique الذي قسم حجم ماء الغسيل المار في جسم التربة إلى قسمين الأول يمثل الحجم اللازم للإذابة وإعادة توزيع الأملاح والمعادن داخل التربة ومقداره يعادل قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء Water holding capacity (WHC) والثاني يعبر عن حجم الماء اللازم لإزاحة الأيونات الذائبة من التربة أوالطبقة المراد غسلها على أن يكون حجم هذا الماء أكبر من WHC لأجل تحقيق إزالة وغسل الأيونات والأملاح الذائبة. أشار Chaudhari ,(1998) إلى دور المياه المارة خلال جسم التربة التي تؤدي إلى حركة المواد المذابة عن طريق تفاعل تبادلي بين المحلول المار وسطوح دقائق التربة والذي يمكن وصفه طبقا لمعادلة كابون التي تشير إلى توزيع الأيونات الموجبة على مواقع التبادل نتيجة لتغير نسب فعالية الأيونات الموجبة في محلول الاتزان Chaudhari و Somawanshi ,2002) وأن عمليات فقدان أو اكتساب الصوديوم المتبادل من قبل طور التربة الصلب يجب أن يرافقه اكتساب لأيوني الكالسيوم والمغنيسيوم وبقية الأيونات الموجبة الأخرى طبقا لقانون النسب Ratio low. بين Curtin وآخرون ,(1995) بأن غسل تربة ملحية أدى إلى انخفاض مستمر للصوديوم بسبب عملية تبادل الصوديوم مع الكالسيوم والمغنيسيوم مما أدى إلى انخفاض تركيز الصوديوم وزيادة تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم في محلول الاتزان. تؤثر المعادن الحاملة للأيون في أغناء محلول التربة بالأيونات الذائبة خصوصا (Mg, Ca, Na) عن طريق تجويتها ووصولها إلى حالة الاتزان الديناميكي عبر ميكانيكيات وطرائق مختلفة، ألا أن الآراء التي جاء بها Sposito ,(2008) بأن لا توجد ظروف محددة كالسلوك المثالي لفعالية المكون الأيوني على طور التبادل بأن يتساوى مع الجزء المكافئ، وبين كل من Essington ,(2005) وDubey وآخرون ,(2007) والعبيدي وآخرون ,(2012). أن نوعية مياه الري وكمياتها المستخدمة تؤثر بشكل كبير في تركيب محلول التربة وماء البزل عن طريق غسل وترسيب أيونات التربة. يهدف البحث إلى توصيف غسل الصوديوم من الترب الكلسية باستخدام المدخل الحركي بعد أروائها بمياه مختلفة النوعية

الذي يعتمد بالأساس على مدة تماس المياه مع التربة وبالتالي تحديد قدرة المياه على غسل الصوديوم من خلال تحديد معامل سرعة الغسل.

## مواد البحث وطرائقه

تضمنت الدراسة جمع أربعة نماذج تربة بواسطة Core sampler تمثل مواقع الرشيدية والمسطاح وتلسين-1 و2 في محافظة نينوى / شمالي العراق ثبتت إحداثيات المواقع الجدول (1) لعمق 0.3 متر وبقطر 0.065 متر ولأجل دراسة حركيات غسل الصوديوم من الترب بالجريان الهادئ فقد استخدمت أربعة نوعيات مياه (ماء مقطر / ماء مطر و ماء نهر دجلة وماء بئر كلوريدي من قرية المنارة في منطقة فلفيل وماء بئر كبريتي من منطقة القوسيات). قدرت بعض الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للترب والمياه حسب الطرائق الواردة في Carter و Gregorich،(2008) وصنفت المياه بعد حساب قيم نسب أمتزاز الصوديوم SAR حسب المعادلة التالية استنادا إلى Rhoades وآخرون ,(1992) الجدولين (2 و3):

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}}$$

الجدول (1): إحداثيات المواقع المختارة* Tab. (1): Co-ordinates of selected locations

| الموقع | شمال | شرق |
|---|---|---|
| الرشيدية Rashidiya | 24˚ 36′ 10.28" | 04˚ 43′ 51.63" |
| المسطاح Musdah | 35˚ 26′ 17.74" | 07˚ 42′ 15.63" |
| تلسين -1- Talseen | 36˚ 36′ 32.97" | 02˚ 43′ 26.45" |
| تلسين -2- Talseen | 36˚ 36′ 38.76 " | 01˚ 43′ 47.53" |

* بيانات GPS

الجدول (2): بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية والمعدنية لترب الدراسة.
Table (2): Some physical and chemical characteristics for studied soils.

| الصفة Characteristic | الوحدة Unit | الرشيدية Rashidiya | المسطاح Musdah | تلسين-1 Talseen-1 | تلسين-2 Talseen-2 |
|---|---|---|---|---|---|
| Clay | gm.kg$^{-1}$ | 435 | 200 | 125 | 525 |
| Silt | | 415 | 325 | 150 | 275 |
| Sand | | 150 | 475 | 725 | 200 |
| Carbonates minerals | | 300 | 225 | 250 | 375 |
| Organic matter | | 1.40 | 1.80 | 1.10 | 1.20 |
| CEC | cmol$_c$. kg$^{-1}$ | 21.0 | 18.8 | 17.9 | 22.0 |
| Dominated minerals | | Smictite | Smictite | Smictite | Smictite |
| Soil texture | | Silty clay | Loamy | Sandy loam | Clayey |

الجدول (3): بعض الخصائص الكيميائية للمياه المستخدمة.

Table (3): Some chemical characteristics of water used.

| ماء كبريتي Sulfuric water | ماء كلوريدي Chlorine water | ماء نهر دجلة Tigris water | ماء مطر Rain water | الخصائص والوحدة Characters & unit | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7.80 | 2..40 | 0.62 | 0.009 | EC ($dS.m^{-1}$) | |
| 6.74 | 7.70 | 7.40 | 7.20 | pH | |
| 26.70 | 5.60 | 3.60 | ---- | $Ca^{+2}$ | Soluble Ions ($mole.m^{-3}$) |
| 35.00 | 13.20 | 2.20 | ---- | $Mg^{+2}$ | |
| 16.00 | 3.91 | 0.52 | ---- | $Na^{+}$ | |
| 0.30 | 0.03 | 0.05 | ---- | $K^{+}$ | |
| 1.10 | 2.60 | 1.10 | ---- | $HCO_3^{-}$ | |
| 26.00 | 8.00 | 1.50 | ---- | $Cl^{-}$ | |
| 53.00 | 12.14 | 3.77 | ---- | $SO_4^{-2}$ | |
| 2.88 | 1.04 | 0.30 | ---- | SAR | |
| $C_4, S_1$ | $C_4, S_1$ | $C_2, S_1$ | ---- | Classification | |

**تجربة الغسل**: تم السماح لنوعيات المياه الأربعة بالجريان الهادئ خلال أعمدة ترب طبيعية بطول 0.3 متر وقطر 0.065 متر بطريقة العمق الثابت لارتفاع الماء constant head وبعمق مائي ضاغط قدره 4 سم فوق سطح التربة في نظام الغمر وبسرعة جريان قدرها 1 مل/ دقيقة استنادا إلى ألعبيدي ,(1996). تم تسجيل زمن نزول أول قطرة من رواشح المياه المتزنة. أخذت رواشح الاتزان في البداية كل عشرة دقائق لحين الوصول إلى أول حجم مسامي وسجل عنها زمنه، واستمرت عملية الغسل لغاية الحجم المسامي 30 مع تسجيل الزمن المستغرق لكل حجم مسامي ولمكررين من الأعمدة. قدر في رواشح الحجوم المسامية كل من ملوحة المياه وأيونات الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم حسب ما ذكر أعلاه. تم رسم العلاقة بين كمية الصوديوم المغسولة وحجم مياه الغسيل المسامية العابرة بعد ري الترب بالمياه.

**الوصف الحركي لغسل الصوديوم:** تم وصف عملية غسل الصوديوم حسب المدخل الحركي باعتماد المعادلة الحركية لتفاعل الرتبة الأولى (Sellassie وآخرون ,1992) حسب الصيغة الخطية التالية:

$$\ln (Co - Ct) = \ln Co + Kt$$

حيث أن:

Co : تركيز الصوديوم القابل للغسل (الخزين الكامل) عند الزمن صفر.

Ct : تركيز الصوديوم القابل للغسل عند الزمن t

K : معامل سرعة الغسيل لتفاعل الرتبة الأولى ووحدته (دقيقة$^{-1}$)

أما Co فقد تم استخراجها حسب المعادلة الرياضية والتي تم حسابها من مقلوب القيمة التجميعية للصوديوم المغسول مقابل مقلوب الزمن والمطبقة من قبل ألعبيدي ,(1996) والتي تنص:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_o} + \frac{b}{t}$$

حيث أن:

b : ميل العلاقة الخطية.

t : زمن جريان المياه للوصول إلى الحجم المسامي المطلوب

تم حساب الطاقة الحرة لعملية الغسل لكشف تلقائية التفاعل وفق المعادلة التالية:

$$G = - RT \ln Kr\Delta$$

حيث أن:

ΔG : الطاقة الحرة.

R : ثابت الغازات.

T : درجة الحرارة المطلقة

Kr: معامل سرعة الغسل.

## النتائج والمناقشة

يبين الجدول (4) كمية الصوديوم المغسول بعد جريان ثلاثون حجم مسامي والذي تباين قيمه ما بين الترب الأربعة وضمن نوعية المياه الواحدة، فقد لوحظ بأن أقل كمية صوديوم مغسولة سجلت في التربة ذات النسجة الرملية المزيجية والبالغة 19.93 ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$ باستخدام الماء المقطر والذي يعبر عنه بمياه الأمطار (Kolahchi و 2007, Jalali). بينما سجلت أعلى كمية صوديوم مغسولة في التربة ذات النسجة الغرينية الطينية والبالغة 455.63 ملي مول شحنة.لتر$^{-1}$ بعد غسلها بالمياه الكبريتية. وبغض النظر عن نسجة الترب قيد الدراسة فأن قدرة المياه على غسل الصوديوم ترتبت كالآتي: الماء الكبريتي > الماء الكلوريدي > ماء نهر دجلة > ماء المطر. أن سبب ارتفاع كمية الصوديوم المغسول بالمياه الكبريتية يعود إلى زيادة قوته الأيونية (التوصيل الكهربائي) والتي تعمل على الضغط على الطبقة الكهربائية المزدوجة مما يجعل فرص غسل الصوديوم من طور التربة الصلب أكبر وبالتالي غسله إلى الخارج علاوة على ارتفاع قيم SARالمياه الكبريتية الذي له دور كبير في عملية التبادل الأيوني وتحريك الأيون من طور التربة الصلب إلى طور التربة السائل. كما أن تباين قيم الصوديوم المغسول لغاية الحجم المسامي الأخير يعكس دور الطين كما ونوعا (Kopittke وآخرون ,2006 و Endo وآخرون ,2002 و Chaudhrai و Somawanshi ,2002).

الجدول (4) : تأثير نوعية المياه ونسجة التربة على كمية الصوديوم المغسولة لترب الدراسة.

Table (4): Water quality and soil texture effect on leached sodium for studied soils.

| تركيز الصوديوم التجميعي المغسول (مول شحنة, م$^{-3}$) باستخدام Accumulative of leached sodium (mole$_c$. m$^{-3}$) by using | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ماء كبريتي Sulfuric water | ماء كلوريدي Chlorine water | ماء نهر دجلة Tigris water | ماء المطر Rain water | نسجة التربة Soil texture |
| الرشيدية Rashidiya | | | | |
| 455.63 | 274.01 | 184.76 | 106.91 | Silty clay |
| المسطاح Mustah | | | | |
| 304.35 | 109.11 | 65.60 | 70.37 | Loamy |
| تلسين - 1- Talseen | | | | |
| 258.57 | 115.26 | 32.14 | 19.93 | Sandy loam |
| تلسين - 2- Talseen | | | | |
| 213.84 | 82.75 | 37.74 | 24.72 | Clayey |

يبين الشكل (1) منحنيات مسار عملية غسل الصوديوم في ترب الدراسة بدلالة الحجوم المسامية للمياه المستخدمة، ويظهر من ذلك الشكل بأن هناك اتجاها عاما لسلوكية هذه المنحنيات يتحقق في زيادة كمية الصوديوم المغسولة تجميعيا مع زيادة الحجوم المسامية المارة في عمود التربة، إلا أن هذه الزيادة أخذت بالتناقص تدريجيا في ترب الدراسة كافة، وعند متابعة عملية الغسل أمكن تمييز مرحلتين للغسل الأولى يسلك فيها منحنى غسل الصوديوم ميلا شديدا أثناء عملية الغسل الأولى، أما في المرحلة الثانية فيلاحظ أن هناك انخفاضا كبيرا في انحدار منحنيات الغسل إلى أن تصبح هذه المنحنيات موازية تقريبا للمحور السيني إلا أن عملية الغسل لا تصل إلى حالة الغسل الثابت، مما يتطلب أجراء دراسات لاحقة باعتماد حجوم مسامية أكثر، ويلاحظ من المنحنيات المبينة في الشكلين أن تدفق مياه رواشح الاتزان من الحجم المسامي الأول لغاية الحجم المسامي الثلاثين أدت إلى زيادة الكمية التجميعية للصوديوم المغسولة. ويتضح من هذه السلوكية بأن الحجوم المسامية الأولى كانت المسئولة عن إذابة مركبات الصوديوم الملحية سهلة الذوبان وبالتالي تحركها مع الماء إلى أسفل العمود مع مياه الغسيل في حين يمكن تفسير السلوكية الثانية في دور المياه في إذابة مركبات الصوديوم صعبة الذوبان من جهة وقدرة المياه بفعل كل من قوتها الأيونية وقيم نسبة أمتزاز الصوديوم في أحداث تبادل أيوني مما يحرر كميات قليلة منه وفق معادلة كابون والتي تنص:

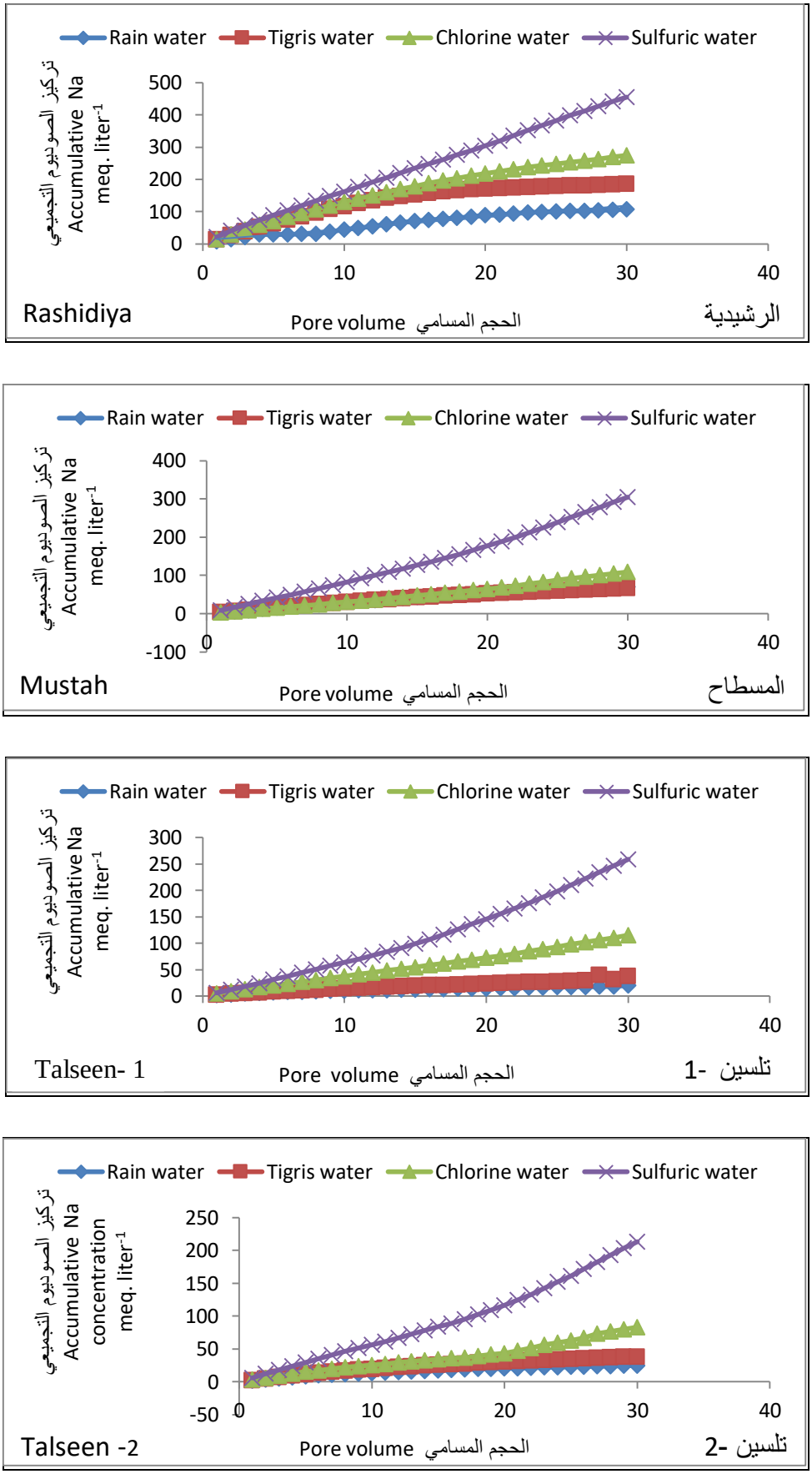
$$ESR = K_G \times SAR$$

حيث:

ESR : نسبة الصوديوم المتبادل على طور التربة الصلب

$K_G$ : ثابت أو معامل التفضيل لأيون الصوديوم،

SAR : نسبة أمتزاز الصوديوم عن عامل الشدة الأيونية للصوديوم.




الشكل (1): العلاقة بين الحجم المسامي التجميعي لمياه الغسيل وكمية الصوديوم التجميعي المغسولة في ترب الدراسة

Figure (1): Relationship between accumulative pore volumes of leaching water and leached accumulative sodium for studied soils.

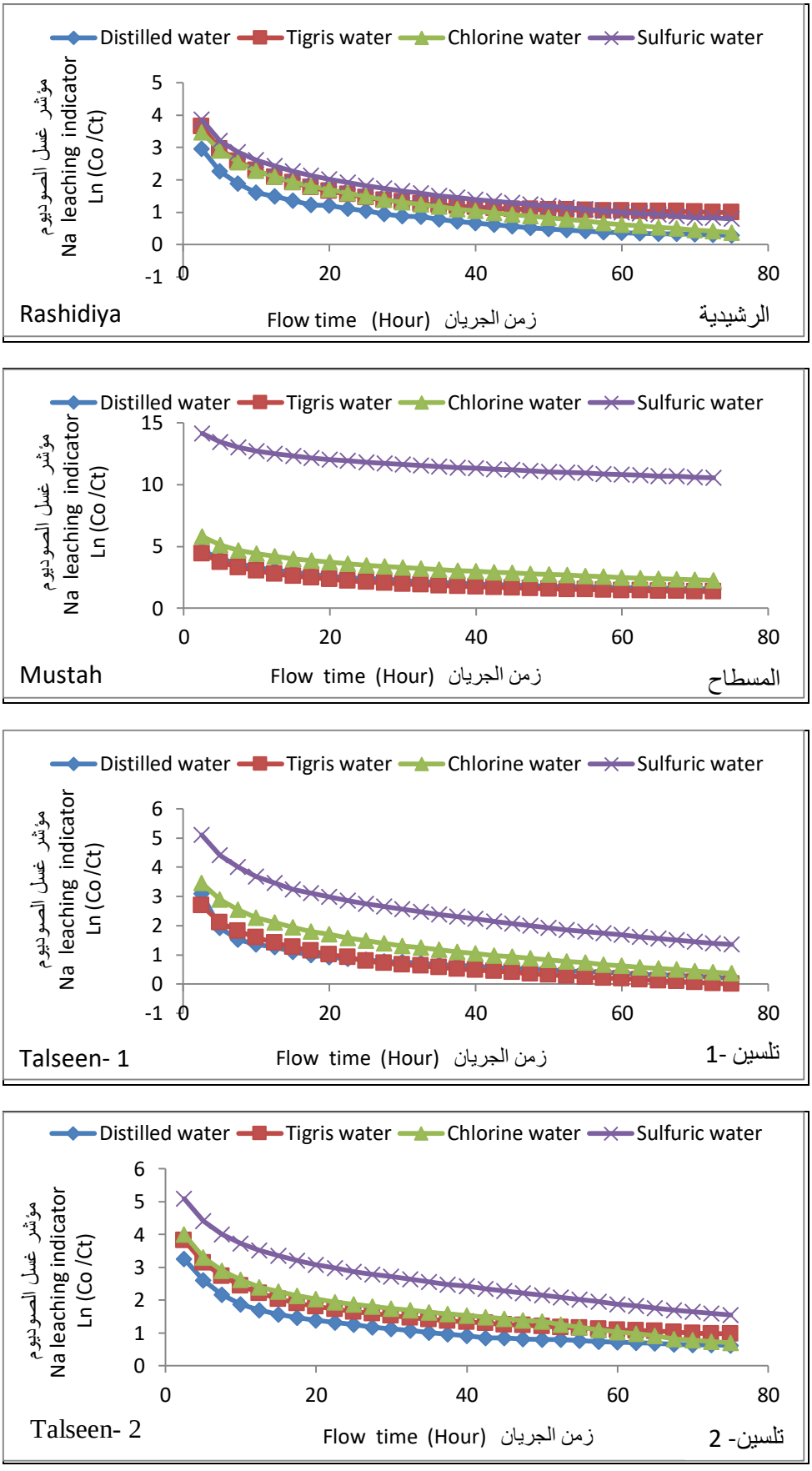
وقد أمكن وصف هذه العلاقة رياضيا في الجدول (5) الذي أرتبط فيه الصوديوم المغسول مع الحجوم المسامية ارتباطا وثيقا في ترب الدراسة ولكلتا طريقتي الغسل. أن جريان الماء في أعمدة الترب جريانا هادئا له دور كبير في ملئ الفراغات البينية للترب التي تعمل على تجوية الصوديوم من التربة عن طريق ثلاث عمليات هي (التحلل المائي، والتبادل الأيوني الموجب ضمن التركيب البنائي للمعادن الحاملة للصوديوم عند درجات الحرارة الاعتيادية، وفعالية أيون الهيدروجين) (Sparks, 2003 و Samarrai و Al-Obaidi, 2005 وWang وآخرون,2006) بعدها سيؤدي تدفق المياه اللاحقة إلى أحلال المياه الجديدة محل مياه المسام المليئة بالصوديوم المغسول ودفعها باتجاه أسفل العمود وأزاحتها إلى الخارج وبحركة مكبسية هادئة تاركة وراءها فراغات ومسام مليئة بالمياه الجديدة إلا أنها دون عتبة الغسل Threshold(الكيكي ,2013) الأمر الذي سيسمح بغسل المزيد من الصوديوم من الطور الصلب أثناء عمليات الغسل المائي والتبادل الأيوني وفعالية أيون الهيدروجين (Ghosh وDebnath, 2010), وأن الاستمرار في عملية المزج والإزاحة الهادئة للمياه مع جسم التربة سيؤدي إلى غسل مزيد من الصوديوم بكميات أقل من بداية الغسل، وذلك لصعوبة غسل الصوديوم غير المتبادل مما يكسب منحنى الغسل أنحناءا باتجاه الخط الأفقي الشكل (1) وخصوصا بعد الحجم المسامي الثامن مما يشير بوضوح إلى دور الصوديوم غير المتبادل في أمداد جزء بسيط منه إلى المياه الجارية بعد مروره بمسار عبر الطور المتبادل. كما تشير النتائج بوضوح إلى الدور الكبير لنوعية المياه (التأثير الأليكتروليتي ونسبة أمتزاز الصوديوم) إذ يعمل الأول على الضغط على الطبقة الكهربائية المزدوجة, أما دور SAR يكمن في قدرة الصوديوم على الإحلال على السطح التبادلي في حين لم تحصل على مسارين في ترب الدراسة و أنما تم الحصول على مسار غسل خطي واحد مما يكشف بوضوح أن ما تم غسله من الصوديوم كان من أسطح التبادل وذلك لوجود مسار منحني يتمثل بمساهمة الطور المتبادل يليه مسار شبه مستقيم يمثل الطور غير المتبادل مع قلة سرعة الغسل مما يؤكد بوضوح صعوبة غسله وانتشاره في محلول التربة (Goyal و Rami, 2011) مع بداية بسيطة لمسار آخر يوحي مشاركة الصوديوم غير المتبادل لعملية الغسيل بعد مرور الحجم المسامي الأخير.

الجدول (5): علاقات الانحدار الخطية ومعامل التحديد $R^2$لتأثير نوعية المياه المستخدمة وحجومها المسامية على غسل الصوديوم من ترب الدراسة.

Table (5): Linear slopping and determination coefficient relations for water quality used and their porositical volumes on sodium leaching for studied soils.

| ماء كبريتي<br>Sulfuric water | ماء كلوريدي<br>Chlorine water | ماء نهر دجلة<br>Tigris water | ماء المطر<br>Rain water |
|---|---|---|---|
| الرشيدية Rashidiya | | | |
| y= 14.74x + 13.18<br>$R^2$ = 0.999 | y= 8.757x + 33.40<br>$R^2$ = 0.975 | y=5.634x + 45.16<br>$R^2$ = 0.874 | y=3.567x + 10.66<br>$R^2$ = 0.973 |
| المسطاح Mustah | | | |
| y= 10.03x + 14.29<br>$R^2$ = 0.990 | y= 3.629x + 4.697<br>$R^2$ = 0.992 | y= 2.157x +6.015<br>$R^2$ = 0.979 | y=2.369x + 5.093<br>$R^2$ = 0.982 |
| تلسين-1 Talseen- | | | |
| y= 8.567x + 17.55<br>$R^2$ = 0.984 | y= 3.702x + 0.806<br>$R^2$ = 0.998 | y=1.073x + 2.576<br>$R^2$ = 0. 969 | y= 0.520x + 4.255<br>$R^2$ = 0.965 |
| تلسين-2 Talseen- | | | |
| y= 6.825x + 10.17<br>$R^2$ = 0.999 | y= 2.542x + 0.677<br>$R^2$ = 0.970 | y=1.167x + 5.734<br>$R^2$ = 0.965 | y= 0.737x + 4.746<br>$R^2$ = 0.951 |

**تأثير الزمن في عملية غسل الصوديوم:** تبين معطيات الشكل (2) إلى نقصان الكمية المغسولة مع مرور الزمن (مدة تماس) التربة مع المياه الجارية المستخدمة إذ تصل التربة إلى حالة الغسل الثابت Constant leaching rate وأن الوصول إلى هذه الحالة يعتمد على نوع التربة وخصائصها الكيميائية والفيزيائية والمعدنية والاختلاف في سلوكية المياه لتحرير الصوديوم أعتمد على القوة الأيونية للمياه مما يجعلها قوة دافعة لتحرير المزيد من الأيون وهذا يتفق مع ما توصل إليه البدراني ,(2014) في دراسته عن غسل الترب الكلسية في محافظة نينوى باستخدام محاليل اليكتروليتية مختلفة القوة الأيونية ومياه ذات نوعيات مختلفة.




الشكل (2): العلاقة بين مؤشر غسل الصوديوم وزمن الجريان حسب معادلة الرتبة الأولى في ترب الدراس.

Figure (2): Relationship between sodium leaching indicator and flow time accordingto 1st order equation for studied soils.

وعند أخذ القيم التجميعية للصوديوم المغسول على أنها دالة لزمن الجريان وفق معادلة الانتشار ومعادلة الرتبة الأولى فأن سلوكية. تشير منحنيات غسل الصوديوم في الشكل (2) إلى وجود اتجاه عام في زيادة كمية الصوديوم التجميعية المغسول مع زيادة زمن الجريان حسب معادلة الرتبة الأولى, إلا أن هذه الزيادة تأخذ بالتناقص مع مرور الزمن وخاصة في المراحل الأخيرة من الغسل وعند متابعة مسار عملية الغسل وسلوكيتها عن طريق شكل منحنى الغسل عكست لنا الانحدار الشديد لمنحنى الغسل أثناء مدة قصيرة تعقبها مرحلة انخفاض في أانحدار المسار لتأخذ المنحنيات مسارا موازيا للمنحنى الأفقي وأن المرحلة الأولى لمسار الغسل تمثل الصوديوم السهل الغسل نسبيا أو ما يعبر عنه الصوديوم المتبادل على سطوح معادن التربة, وأن ما يغسل ضمن هذه المرحلة يعتمد على قيمة نسبة الصوديوم الممتز للمياه الجارية. أما المرحلة الثانية من الغسل فأنها تمثل غسل الصوديوم صعب الاستخلاص وبطئ الغسل الذي يكون مرتبطا بالمواقع الخاصة اعتمادا على قدرة المياه على أحداث تمدد واسع في طبقات المعادن الطينية القابلة للتمدد خاصة معادن السمكتايت السائدة في ترب الدراسة والتي تمتاز بتمدد واسع نتيجة وجود المياه مما يسمح للصوديوم بالغسل من المواقع الخاصة عن طريق أحلال جذر الهيدرونيوم $H_3O^+$ للمياه الجارية وإزاحة الصوديوم باتجاه السطوح الخارجية للمعادن الطينية التي لا تلبث أن تمتز على السطح حتى تزيحها المياه اللاحقة أثناء عملية الجريان (Sparks, 2003). أن هذا الجزء ينتشر ببطء بين دقائق الطين نحو محلول التربة لاسيما وأن معادن السمكتايت تشكل نسبة عالية من معادن الطين السائدة (ألعبيدي و حسين ,2010) الذي يتميز بضعف بناء وحدته مما يسمح بنفاذ الماء والأيونات إلى داخله وتغسل الأيون منه باستمرار زمن الاستخلاص. أن استمرار عملية الغسل باستمرار عملية الجريان المائي يفسر على أساس قدرة المياه الجارية في أحداث عملية تحلل مائي Hydrolysis مما يؤدي إلى تحطم هذه المعادن وغسل كل من السيليكون والصوديوم بدرجة متناوبة وقليلة جدا, إلا أنها مستمرة (Goyal و Rami, 2011), وهذه العملية تعتمد على شدة الغسل التي ينتج عنها معادن ثانوية (أكاسيد ومعادن أطيان 2:1 و1:1), والعملية الثانية هي التبادل الأيوني ضمن التركيب البنائي مما يتسبب عنها تحولات معدنية. أما العملية الثالثة التي تحدثها المياه فهي فعالية أيون الهيدروجين إذ كلما زادت فعالية أيون الهيدروجين زادت عملية الغسل وترتبط هذه العملية الثالثة مرتبطة بفعالية الأحياء الدقيقة إلا أن عمليتي التحلل المائي والتبادل الأيوني هما العمليتان اللتان تلعبان دورا رئيسيا في عملية الغسل وأن العملية الثالثة قد تكون عاملا أضافيا في زيادة سعة الغسل للترب المغسولة بطريقة الغسل المتقطع.

**معامل سرعة الغسل وفق المعادلات الحركية:** تشير النتائج في الجدول (6) إلى أن معامل سرعة غسل الصوديوم في فترة الراحة التي تسبق عملية الغسل اللاحقة أعطت فرصة لغسل الصوديوم ما بين الطبقات الطينية, وأن معامل سرعة الغسل وفق معادلة الرتبة الأولى تراوح من ($22 \times 10^{-3}$). ساعة$^{-1}$ في التربة الغرينية الطينية باستخدام الماء المقطر إلى ($40 \times 10^{-3}$). ساعة -1في التربة الرملية المزيجية باستخدام الماء الكبريتي. أن هذه الاختلافات في قيم معامل سرعة الغسل لمعادلة الرتبة الأولى تعكس تأثير كل من نسجة التربة ونوعية المياه, مما يؤكد وجود أكثر من رتبة مسؤولة عن عملية الغسل Multi order reaction. وأن سبب تساوي قيم المعاملات يعود إلى سيادة معدن السمكتايت المتحكم بالذوبان والتحرر.

الجدول (6): قيم معامل سرعة غسل الصوديوم لترب الدراسة.

Table (6): Coefficient rate values of leached sodium for studied soils.

| معامل سرعة غسل الصوديوم (ساعة) باستخدام Na leaching rate coefficient (Hour) by using | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ماء كبريتي Sulfuric water | ماء كلوريدي Chlorine water | ماء نهر دجلة Tigris water | ماء المطر Rain water | النسجة Texture |
| الرشيدية Rashidiya | | | | |
| $32 \times 10^{-3}$ | $33 \times 10^{-3}$ | $24 \times 10^{-3}$ | $22 \times 10^{-3}$ | Silty clay |
| المسطاح Mustah | | | | |
| $39 \times 10^{-3}$ | $39 \times 10^{-3}$ | $31 \times 10^{-3}$ | $33 \times 10^{-3}$ | Loamy |
| تلسين-1 -Talseen | | | | |
| $40 \times 10^{-3}$ | $33 \times 10^{-3}$ | $31 \times 10^{-3}$ | $25 \times 10^{-3}$ | Sandy loam |
| تلسين-2 -Talseen | | | | |
| $37 \times 10^{-3}$ | $33 \times 10^{-3}$ | $27 \times 10^{-3}$ | $24 \times 10^{-3}$ | Clayey |

أن القيم التي حصلنا عليها تتفق مع كل من Sellassie وآخرون ,(1992) ومع Goyal و Rami, (2011) في دراستهما لغسل الصوديوم في ترب قاعدية لمنطقة كوتا في إقليم راجستان الهندية باعتماد معادلة الرتبة الأولى في

توصيف غسل الصوديوم، كما تتفق أيضا مع نفاوة وآخرون ,(2007) في وصف حركيات غسل الصوديوم في ترب وسط العراق, وأخيراً كانت قيم الطاقة الحرة الاستبدالية لغسل الصوديوم قد تراوحت من 2.26-كيلو جول. مول$^{-1}$ في التربة الغرينية الطينية باستخدام الماء المقطر إلى 1.19- كيلو جول. مول$^{-1}$ في التربة الرملية المزيجية باستخدام المياه الكبريتية حسب مفهوم Woodruff ,(1955). القيم السالبة هذه تشير إلى أن تحرر الصوديوم وغسله إلى خارج عمود التربة هي عملية سهلة وتلقائية Spontaneous.

# KINETIC APPROACH OF SODIUM LEACHING IN SOME CALCAREOUS SOILS AT NORTHERN IRAQ

H. M. Ahmed M. A. J. Al-Obaidi M. T. S. Khalil
College of Agriculture and Forestry, Mosul University. Iraq
E-mail: Hazim572000@yahoo.com

## ABSTRACT

Four undisturbed soil samples were collected differ in their textures representing Rashidiya, Mustah and Talseen 1&2 locations in Nineveh province / northern of Iraq**,** classified within great soil group Calciorthids. Samples were put in soil columns and leached by using distilled water (rain water), Tigris water, chlorine and sulfuric water to describe sodium leaching from calcareous soils via kinetic approaches. Results indicated that quantity of leached sodium up to 30$^{th}$ pore volumes of waters was ranged from 19.93 $mmol_c$. liter$^{-1}$ for sandy loam soil by using distilled water to 455.63 $mmol_c$ liter$^{-1}$ for silty clay soil by using sulfuric water which reflect the role of water ionic strength in sodium leaching from soils. Leaching curves also referred that sodium was desorbed and leached via two stages. First rapid stage up to the 10$^{th}$ pore volumes indicating for of sodium salts solubility role, while second stage continued up to 30$^{th}$ pore volumes indicating for the role of ionic exchange. Mathematical description appeared a high harmony for 1$^{st}$ order equation in sodium leaching description and determination coefficient values $R^2$ were ranged from (0.87 - 0.99), leaching rates were from (22× $10^{-3}$). Hr$^{-1}$ for silty clay soil by using distilled water to (40 × $10^{-3}$). Hr$^{-1}$ for sandy loam soil by using sulfuric water referring that sodium desorption and leaching to soil liquid phase was simple and spontaneous and leaching free energy ΔG values were ranged from -2.26 to -1.19 kjole. mole$^{-1}$.

Keywords: soil columns, kinetic equations, pore volumes, free energy.

Received: 20/9/2017, Accepted: 17/12/2017.

**المصادر**

البدراني, مهند عبد الرحمن محمد (2014). تحرر البوتاسيوم باستخدام الغسل المستمر و المتقطع لبعض الترب الكلسية في شمالي العراق. رسالة دبلوم عالي, كية الزراعة والغابات, جامعة الموصل.

الحسني, علي عباس محمد (2007). انتقال وحركيات الكلوريد خلال غسل تربتين مختلفتي النسجة ومتأثرة بالأملاح. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد.

العبيدي, محمد علي جمال و عامر وديع عبد الكريم وعبد القادر عبش سباك الحديدي (2012). حركيات تحرر الكالسيوم والمغنيسيوم من الترب الكلسية المروية بنوعيات مياه مختلفة. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. :145 - 156 12 (4)

العبيدي, محمد علي جمال و عبد الرحمن سمو حسين (2010). حركيات أمتزاز وتحرر البوتاسيوم في بعض ترب محافظة نينوى. مجلة زراعة الرافدين50 - 59: 38 (4) .

العبيدي, محمد علي جمال (1996). حركيات تحرر البوتاسيوم في بعض الترب العراقية. أطروحة دكتوراه, كلية الزراعة, جامعة بغداد.

الكيكي، رضوان عبد الله محمد سعيد (2010). تأثير نوعية المياه على حركيات تحرر البوتاسيوم في بعض ترب محافظة نينوى. رسالة دبلوم عالي. كلية الزراعة والغابات, جامعة الموصل.

نفاوة، شذى ماجد، جواد كاظم أيدام، ألاء صالح عاتي،(2007).تأثير استخدام المياه المالحة في حركيات التملح وحركيات الأيونات الموجبة والسالبة الذائبة لثلاث ترب مختلفة النسجة. المجلة العراقية لعلوم التربة. (1) 42 :26 - 38

AL-Samarrai, M. A. and M. A. Al-Obaidi (2005). An investigation into some effects of the interaction between aggregate sizes, water content and incubation period on potassium release of calcareous soil. Journal of Biological Sciences 8(1): 146 - 148.

Bustos, A. R. ; R. Caballera and J. A. Dies (1996). Water and solute movement under conditional corn in central Spain 11-Salt leaching. Soil Science Society of American Journal. 60: 1536 - 1540

Carter, M. R. and E. G. Gregorich (2008). Soil Sampling and Methods of Analysis. 2nd edition. Canadian Society of Soil Science. Canada.

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 MPKV Rahuri, Indea.

Chaudhari, S. K. and R. B. Somawanshi (2002). Effect of water quality on exchange phase behavior of three soils. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 165: 229 - 234.

Curtin, D. H. Stepphun ; A. R. Mermut and F. Selles (1995). Sodicity in irrigated soils in Saskatchewan. Chemistry and Structural Stability. Canadian Journal of Soil Science. 75: 177 - 185.

Dubey, D. D. ; R. K. Gupta ; S. C. Tiwari and O. P. Sharma (2007). Effect of water quality on release precipitation of ions in a Vertic Ustochrept. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 151:375 - 378.

Endo, T. ; O. S. yamanonto ; T. Honna and A. E. Eneji (2002). Sodium-Calcium exchange selectivity as influenced by clay mineral and composition. Soil Science 167: 117 - 125.

Essington, M. E. (2005). Soil and Water Chemistry, An Integrative Approach. CRC Press.

Ghosh, D. and A. Debnath (2010). Study on the threshold values of soil potassium parameters for release and fixation: A prognostic approach to improve the use efficiency of soil and fertilizer potassium. Soil Science and Plant Analysis 41(22):2661 - 2675

Goyal, D. N. and R. D. Rami (2011). Leaching kinetics of Na in alkaline soil of kinetic ragas than under the fluency of ales turn- desorption. International Journal Chemistry Science: 35- 43.

Kolahchi, Z. I. and M. Jalali (2007). Effect of water quantity on the leaching of potassium from sandy soil. Journal of Arid Environment. 68: 624 - 639.

Kopittke, P. M. ; H. P. So. ; N. W. Menzies (2006). Effect of ionic strength and clay mineralogy on Na-Ca exchange and the SAR - ESP relationship. European Journal of Soil Science. 57:626 -633

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.

Sellassie, T.G. ; J. J. Jurinak and L. M. Dudley (1992). Saline and sodic saline soil. reclamation.1st order kinetic model. Soil Science. 146: 1-7.

Sparks, D.L. (2003). Environmental Chemistry Of Soils. Second Edition. Elsevier Science (USA).

Sposito, G. (2008). The Chemistry Of Soils. Second Edition. Oxford University Press. England.

Wang, J. G ; F. S. Zhang, Z. I. and Y. P. Cao (2006). Release of potassium from K-bearing minerals: effect of plant root under deficiency. Nutrition Cycle. Agroecosys. 56:45 -52.

Woodruff, C. M.(1955). Energies of replacement of Ca and K in soils. Soil Science Society of American Journal. 19:167-171.