



تأثير إضافة حامض الهيوميك خلطاً مع مياه ري مختلفة الملوحة في حركيات تحرر

الاملاح ونسبة امتزاز الصوديوم في تربة كلسية

منير ناجي احمد الفلاحي*
وزارة العلوم والتكنولوجيا

اكرم عبد اللطيف حسن الحديثي
جامعة الانبار - كلية الزراعة

عبد الخالق صالح نعمة الحديثي
وزارة الزراعة

*المراسلة الي: منير ناجي احمد، وزارة العلوم والتكنولوجيا، الانبار، الرمادي، العراق.

البريد الالكتروني: muneer84@yahoo.com

Article info

Received: 24-06-2018

Accepted: 01-10-2018

Published: 31-12-2018

DOI-Crossref:

<https://doi.org/10.32649/ajas>

Cite as:

AL-Falahi, M. N., Al-Hadethi, A. A., & Al-Hadethi, A. S. (2018). The Effect of Humic Acid Addition Mixing With Saline Water Irrigation in Kinetics of Salts Release and Sodium Adsorption Ratio in Calcareous Soil. *Anbar Journal of Agricultural Sciences*, 16(2), 1087-1100.

الخلاصة

اجريت تجربة اعمدة لدراسة تأثير حامض الهيوميك المضاف خلطاً الى مياه مختلفة الملوحة في حركيات تحرر الاملاح ونسبة امتزاز الصوديوم في تربة كلسية ذات نسجة مزيجة طينية باستخدام تقنيات الازاحة الامتزاجية. اخذت تربة من الطبقة السطحية (0-30 سم) جففت هوائياً ومررت عبر منخل قطر فتحاته 2 ملم وعبأت في اعمدة من البولي اثلين الصلب ذات قطر 7.5 سم وارتفاع 30 سم وبكثافة ظاهرية 1.37 ميكا غم م⁻³. وضع مرشح اسفل العمود بارتفاع 5سم من الرمل والصوف الزجاجي. ربطت جميع الاعمدة بوساطة الخاصية الشعرية للحفاظ على تجانس المحتوى الرطوبي في كامل العمود اصبح عدد الاعمدة المستخدمة لدراسة حركة وتوزيع الاملاح هي 12=3×4 عمود. سلط عمود ماء ثابت فوق سطح عمود التربة من المياه مختلفة الملوحة وهي 0.72، 3.00، 5.00 و 7.00 ديسي سيمنز م⁻¹ وبالتوافق مع مستويات الهيوميك وهي 0.00، 0.25 و 0.50 غم لتر⁻¹. واستمرت عملية الغسل وجمع الراشح يومياً الى حين تساوي التوصيل الكهربائي للمياه المضافة مع التوصيل الكهربائي للمياه المترشحة من الاعمدة. قدر التوصيل الكهربائي ونسبة امتزاز الصوديوم في المياه المترشحة واخضعت النتائج للمعادلات الحركية لدراسة تحرر الاملاح مع الزمن. بينت النتائج ان افضل معادلة لوصف العلاقة بين الاملاح المتحررة (غم لتر⁻¹) و SAR المتحررة والزمن (يوم) هي معادلة الانتشار وان النموذج الرياضي Ct= C0-Kt^{1/2} لمعادلة الانتشار هو الانسب في وصف العلاقة. اذ يلاحظ ان معدل سرعة التحرر (K) يزداد مع زيادة مستوى حامض الهيوميك المضاف ولأي مستوى من مستويات المياه الملحية وان كمية الاملاح المتحررة ونسبة امتزاز الصوديوم تزداد مع الزمن وبزيادة مستويات الاضافة من حامض الهيوميك

الكلمات المفتاحية: حامض الهيوميك، ملوحة مياه الري، المعادلات الحركية.

THE EFFECT OF HUMIC ACID ADDITION MIXING WITH SALINE WATER IRRIGATION IN KINETICS OF SALTS RELEASE AND SODIUM ADSORPTION RATIO IN CALCAREOUS SOIL

M. N. AL-Falahi*
Ministry of Sciences and
Technology

A. A. Al-Hadethi
University of Anbar
College of Agriculture

A. S. Al-Hadethi
Ministry of Agriculture

*Correspondence to: Muneer N. A. AL-Falahi, Ministry of sciences and technology, Ramadi, Iraq.
E-mail: muneer84@yahoo.com

Abstract

A column experiment was conducted to study the effect of added humic acid in a mixture of different salinity water in kinetics of salts release and sodium adsorption ratio in calcareous soil with a texture clay loam. The soil was taken from the surface layer (0-30 cm), dried with an antenna and passed through a 2 mm diameter sieve. It was filled with steel polyethylene columns with a diameter of 7.5 cm, height 30 cm and a density of 1.37 Mgm m⁻³. Place a filter under the column 5 cm high of sand and glass wool. All columns were dampened by the poetic properties to maintain homogeneity of moisture content in the entire column. The number of columns used to study the movement and distribution of salts is 4×3= 12 columns. A fixed column of water was placed above the surface of the soil column of different salinity water (0.72, 3.00, 5.00 and 7.00 dSm⁻¹) in accordance with humic acid levels of 0.00, 0.25 and 0.50 g L⁻¹. The washing process continued until the electrical conductivity of the added water was equal to the electrical conductivity of the running water from the columns. The electrical conductivity and sodium adsorption ratio in the candidate water was determined and the results were subjected to kinetic equations for the study of salts release over time. Results showed that the best equation for describing the relationship between the liberated salts (g l⁻¹) and the free SAR and the time (day) is the diffusion equation and the mathematical model $C_t = C_0 - Kt^{1/2}$ for the diffusion equation is the most appropriate in describing the relationship. It is noticed that the rate of release speed (K) increases with the increase in the level of added humic acid and any level of salt water used in the experiment and the amount of salts released and the proportion of adsorption of sodium increases over time and increase the levels of addition of the humic acid

Keywords: Saline Water Irrigation, Kinetics Equations, Humic Acid

المقدمة

يؤثر حامض الهيوميك في الخصائص الكيميائية للتربة من خلال قدرته العالية على جذب الايونات الذائبة في محلول التربة وتكوين معقدات عضوية لاحتوائه على المجموع الفعالة كالكاربوكسيل (-COOH) والفينول (-OH) والتي تتحكم في السلوك الالكترو-كيميائي لحامض الهيوميك وهي من الاسباب الرئيسية لتفاعلات

الامتزاز والتبادل الكتيوني والتعقيد والخلب (15). وأن هذه المعقدات يسهل حركتها وغسلها مع مياه الري مما يؤثر في تركيز الايونات في محلول التربة التي تتعكس بدورها على التوصيل الكهربائي وتفاعل التربة ونسبة امتزاز الصوديوم اضافة الى قدرته العالية في تحسين خصائص التربة الفيزيائية كالبناء وزيادة النفاذية وزيادة سرعة الغسل فيها (12، 17 و 8). وان المعقدات العضوية التي يكونها الصوديوم تكون اكثر ذوبانا واسهل غسلا من التربة بالمقارنة مع المعقدات التي يكونها الكالسيوم والمغنيسيوم (18). ان عملية الخلب وتكوين المعقدات تتبع الترتيب الاتي (16) $Ca < Mg < K = NH_4 < Na$. ان عملية الخلب للكتيونات من قبل حامض الهيوميك تحدث من خلال عملية التبادل الايوني ما بين الايونات الموجودة في محلول التربة والايونات الممتزة على حامض الهيوميك وتكون المعقدات العضوية من خلال تكوين جسور كتيونية مع الهيوميك لعمليات الخلب المباشرة او غير المباشرة (13). الكتيونات القاعدية (Na، K، Ca، Mg) تحتجز من قبل حامض الهيوميك عن طريق التبادل الايوني البسيط مع مجاميع الكاربوكسيل COOH وتكوين المجاميع (RCOONa) و RCOOK (19). اثبتت العديد من الدراسات تأثير حامض الهيوميك في خصائص التربة الكيميائية كالتوصيل الكهربائي ونسبة امتزاز الصوديوم. وجد (3) في تجربة أصص ان اضافة حامض الهيوميك بابع مستويات 0.889، 1.778، 2.667 و 3.556 غم كغم⁻¹ تربة بشكل سائل الى تربة طينية ادى الى خفض قيم التوصيل الكهربائي والصوديوم في محلول التربة مقارنة بمعاملة عدم الاضافة وعزى سبب ذلك الى تبادل الكتيونات الملحية مع الهيدروجين الموجود في مجاميع الكاربوكسيل والهيدروكسيل اضافة الى تحسن مسامية التربة الذي شجع من عملية الغسل للايونات التي اصبحت بشكل معقدات مع حامض الهيوميك. بين (9) في تجربة حقلية ان اضافة حامض الهيوميك بمستوى 2 كغم ه⁻¹ خطأً مع مياه الري توصيلها الكهربائي 5.82 ديسي سيمنز م⁻¹ الى تربة مزيجة طينية غرينية توصيلها الكهربائي 5.10 ديسي سيمنز م⁻¹ ونسبة امتزاز الصوديوم 9.99 ادى الى خفض التوصيل الكهربائي ونسبة امتزاز الصوديوم وتركيز الصوديوم في التربة مقارنة بمعاملة عدم الاضافة. وجدت (10) في تجربة مختبرية ان اضافة حامض الهيوميك بالمستوى 3.33، 6.66 و 10.0 غم كغم⁻¹ تربة من مصادر مختلفة الى تربة طينية واجراء عملية التحضين ادى الى خفض التوصيل الكهربائي والصوديوم المتبادل بالتربة مقارنة بمعاملة عدم الاضافة. بين (5) في تجربة أصص ان اضافة حامض الهيوميك بالمستوى 0.05 و 0.1% الى تربة مزيجية معاملة بثمانية مصادر ملحية (كلوريد الصوديوم وكبريتات الصوديوم وكلوريدات الكالسيوم وكبريتات البوتاسيوم وكلوريدات البوتاسيوم وكلوريدات المغنيسيوم وكبريتات المغنيسيوم) وبتراكيز مختلفة هي 30، 60 و 120 مليمول كغم⁻¹ تربة لتلك الاملاح ادى الى خفض معنوي في التوصيل الكهربائي للتربة مقارنة بمعاملة عدم الاضافة. وجد (11) في تجربة حقلية ان اضافة حامض الهيوميك بالمستوى 75، 150 و 225 ملغم لتر⁻¹ خطأً مع مياه الري بالتقريب ذات التوصيل الكهربائي 1.89 ديسي سيمنز م⁻¹ ونسبة امتزاز صوديوم 5.35 الى تربة رملية توصيلها الكهربائي 2.85 ديسي سيمنز م⁻¹ والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل 3.46 ادى الى خفض معنوي في قيم التوصيل الكهربائي والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل في التربة مقارنة بمعاملة عدم الاضافة وعزى سبب ذلك الى خلب العناصر الملحية بوساطة مجاميع

الكاربوكسيل والفينولات الموجودة في حامض الهيوميك وتكوين معقدات وتحسن الخصائص الفيزيائية للتربة كالكثافة الظاهرية والمسامية التي سهلت عملية الغسل لتلك المعقدات. تهدف هذه الدراسة الى معرفة تأثير خلط مستويات من حامض الهيوميك مع مياه ري ذات ايصالية كهربائية مختلفة في حركات تحرر الاملاح ونسبة امتزاز الصوديوم لتربة كلسية.

المواد وطرائق العمل

نفذت تجربة مختبرية في مختبرات جامعة بغداد الموقع البديل لجامعة الانبار، جلبت مياه مالحة من احد الميازل القريبة لكلية الزراعة توصيلها الكهربائي 8.2 ديسي سيمنز م⁻¹ ومن خلال عملية الخلط مع مياه النهر (0.72 ديسي سيمنز م⁻¹) حصلنا على اربع مياه ذات ايصالية 0.72 (مياه نهر)، 3.00، 5.00 و 7.00 ديسي سيمنز م⁻¹. تمت عملية الخلط بالاعتماد على جهاز قياس الايصالية الكهربائية استخدمت تراكيز من حامض الهيوميك وخلطت مع المياه هي 0.00، 0.25 و 0.50 غم لتر⁻¹. اخذت تربة كلسية ذات نسجة مزيج طينية من الطبقة السطحية (0-30 سم) جففت هوائياً ومررت عبر منخل قطر فتحاته 2 ملم وعبأت في اعمدة من البولي اثلين الصلب ذات قطر 7.5 سم وارتفاع 30 سم وبكثافة ظاهرية 1.37 ميكا غم م⁻³ تم الحصول على الكثافة الظاهرية بالاعتماد على حجم العمود ووزن التربة. وضع مرشح اسفل العمود بارتفاع 5 سم من الرمل والصوف الزجاجي. رطببت جميع الاعمدة بوساطة الخاصية الشعرية للحفاظ على تجانس المحتوى الرطوبي في كامل العمود اصبح عدد الاعمدة المستخدمة لدراسة حركة وتوزيع الاملاح هي 4×3=12 عمود. سلط عمود ماء ثابت فوق سطح عمود التربة (0.72 مياه نهر، 3.00، 5.00 و 7.00 ديسي سيمنز م⁻¹ بالتوافق مع حامض الهيوميك). استمرت عملية الغسل الى حين تساوي التوصيل الكهربائي للمياه المضافة مع التوصيل الكهربائي للمياه المترشحة من الاعمدة وذلك بجمع الكمية المترشحة من الاعمدة وحساب حجمها يومياً. قدر التوصيل الكهربائي وتركيز الايونات الذائبة الموجبة ونسبة امتزاز الصوديوم في المياه المترشحة واخضعت النتائج للمعادلات الحركية لدراسة تحرر الاملاح مع الزمن جدول 1 يبين صفات التربة. وجدول 2 يبين خصائص الماء المستعمل في التجربة.

كنت المعادلات الحركية المستعملة في الدراسة هي معادلات رياضية وفيزيائية ذات اسس تجريبية ومعادلات حركية تعتمد على اسس الكيمياء الحركية (Kinetic Chemistry) لوصف تركيز الاملاح ونسبة امتزاز الصوديوم في الراشح مع الزمن (7 و 14) وهذه المعادلات هي:

Zero order eq.	$C_t = C_0 - Kt$	1 . معادلة الرتبة صفر
First order eq.	$\ln C_t = \ln C_0 - Kt$	2 . معادلة الرتبة الاولى
Second order eq.	$1/C_t = 1/C_0 + Kt$	3 . معادلة الرتبة الثانية
Parabolic diffusion eq.	$C_t = C_0 - Kt^{1/2}$	4 . معادلة الانتشار
Elovich eq.	$C_t = C_0 - K \ln t$	5 . معادلة ايلوفج

اذ تمثل:

C_0 = كمية (تركيز) الاملاح و SAR الموجودة في الراشح عند الزمن صفر.

C_t = كمية (تركيز) الاملاح و SAR الموجودة في الراشح عند الزمن المحدد.

K = ثابت التحرر للاملاح و SAR.

ولتحديد اكفاً معادلة لوصف تحرر الاملاح اعتمدت المؤشرات الآتية:

- معامل التحديد (R^2).
- قيمة الخطأ القياسي التخميني (SEe) (Stander Error of Estimate).
- قيمة (T) الجدولية (التباين بين القيم).

جدول 1 بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لتربة التجربة المختبرية

الخاصية	القيمة	وحدة القياس
الإيصالية الكهربائية (EC)	3.12	ديسي سيمنز م ⁻¹
pH	7.39	-
SAR	3.69	-
معادن الكاربونات	269.00	غم كغم ⁻¹
الجبس	2.00	غم كغم ⁻¹
المادة العضوية	10.70	غم كغم ⁻¹
الكثافة الظاهرية	1.37	ميكا غم م ⁻³
الايونات الذائبة		
Ca ²⁺	7.12	مليمول لتر ⁻¹
Mg ²⁺	5.10	مليمول لتر ⁻¹
Na ⁺	12.90	مليمول لتر ⁻¹
K ⁺	0.48	مليمول لتر ⁻¹
SO ₄ ²⁻	3.64	مليمول لتر ⁻¹
Cl ⁻	11.40	مليمول لتر ⁻¹
HCO ₃ ⁻	3.03	مليمول لتر ⁻¹
CO ₃ ²⁻	Nil	مليمول لتر ⁻¹
مفصولات التربة		
الرمل	300	غم كغم ⁻¹
الغرين	330	غم كغم ⁻¹
الطين	370	غم كغم ⁻¹
النسجة	مزيجة طينية	—

جدول 2 بعض الصفات الكيميائية للمياه المستعملة للري

مستويات ملوحة مياه الري				الوحدة	الصفة
S ₄	S ₃	S ₂	مياه النهر		
7.00	5.00	3.00	0.72	ديسي سيمنز م ¹⁻	التوصيل الكهربائي (EC)
7.40	7.40	7.50	7.81	—	التفاعل (pH)
8.75	6.25	3.75	1.89	مليمول لتر ¹⁻	الكالسيوم
13.00	10.00	5.00	1.62	مليمول لتر ¹⁻	المغنيسيوم
35.0	29.0	14.0	4.53	مليمول لتر ¹⁻	الصوديوم
0.08	0.10	0.13	0.09	مليمول لتر ¹⁻	البوتاسيوم
35.00	27.50	15.00	1.94	مليمول لتر ¹⁻	الكلوريد
28.50	18.60	10.00	0.81	مليمول لتر ¹⁻	الكبريتات
4.50	3.00	2.50	0.75	مليمول لتر ¹⁻	البيكاربونات
7.50	7.19	4.73	2.42	—	نسبة امتزاز الصوديوم
C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₄ S ₁	C ₂ S ₁	USDA	تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي

النتائج والمناقشة

كانت حركيات تحرر الاملاح (غم لتر⁻¹) مع الزمن تبين انه عند اخضاع البيانات في شكل 1 الى المعادلات الحركية بينت النتائج في جدول 3 التحليل الرياضي لمعادلات الحركيات الخمسة المستعملة في التجربة وهي معادلة الرتبة صفر ومعادلة الرتبة الاولى ومعادلة الرتبة الثانية ومعادلة الانتشار ومعادلة ايلوفج، بينت النتائج ان افضل معادلة لوصف العلاقة بين الاملاح المتحررة غم لتر⁻¹ والزمن باليوم هي معادلة معادلة الانتشار والرتبة صفر. بالرغم من ان معادلة الرتبة صفر اعطت معامل تحديد (R^2) عالي بلغ 0.972 الا ان معادلة الانتشار اعطت معامل تحديد اعلى من معادلة الرتبة صفر اذ بلغ 0.980 وكلاهما معنوي عند 0.01 هذا فضلا عن ان قيم الخطأ القياسي (SEe) عالي لمعادلة الرتبة صفر اذ بلغ 6.620 في حين اعطت معادلة الانتشار قيمة لمعامل الخطأ القياسي اقل من معادلة الرتبة صفر اذ بلغ 6.113 اي ان معادلة الانتشار تفوقت على بقية المعادلات من حيث اعلى معدل لمعامل التحديد واقل خطأ قياسي. ان النموذج الرياضي $Ct = C_0 - Kt^{1/2}$ لمعادلة الانتشار هو الانسب في وصف العلاقة بين الاملاح المتحررة غم لتر⁻¹ من مستويات ملحية مختلفة 1.5، 3.0، 5.0 و 7.0 دي سي سيمنز م⁻¹ لمياه الري تحت تأثير مستويات مختلفة من حامض الهيوميك 0.00، 0.25 و 0.50 غم لتر⁻¹. وتتفق هذه النتائج مع (1، 4 و 6) الذين وجدوا ان معادلة الانتشار هي الافضل في وصف حركيات تحرر الاملاح.

ويبين شكل 1 العلاقة بين كمية الاملاح المتحررة مع جذر الزمن ($t^{1/2}$)، اذ يلاحظ من المعادلات ان معدل سرعة التحرر (K) يزداد مع زيادة مستوى حامض الهيوميك المضاف ولأي مستوى من مستويات المياه الملحية المستعملة في التجربة اذ يلاحظ ان معدل سرعة التحرر كان 19.607، 22.961 و 30.563 لمستويات حامض الهيوميك المضاف 0.00، 0.25 و 0.50 غم لتر⁻¹ بالتتابع عند استعمال مياه النهر في عملية الغسل. في حين

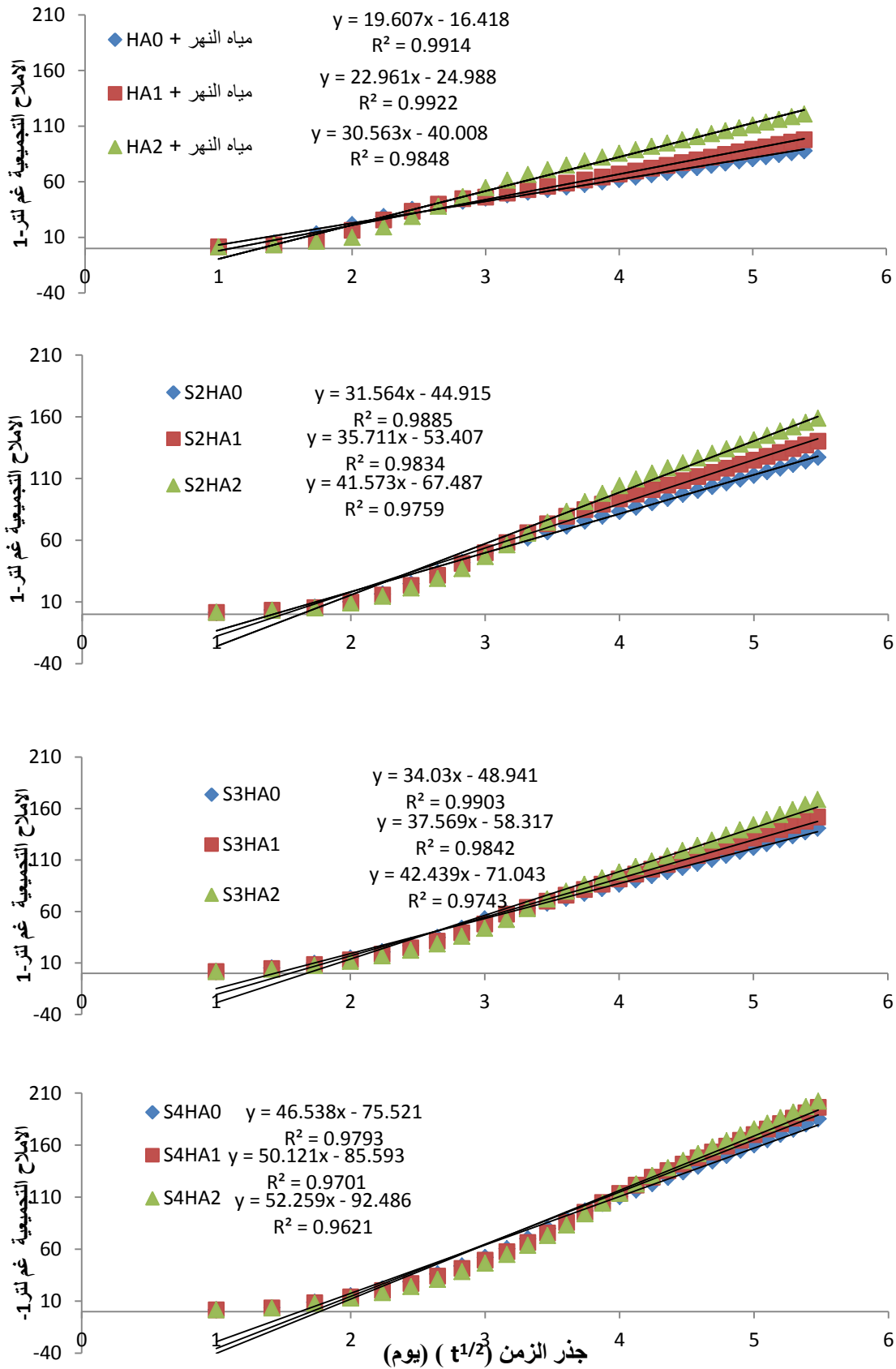
ازداد معدل سرعة التحرر (K) مع زيادة مستويات حامض الهيوميك اذ بلغت قيمه 31.564، 35.711 و 41.573 لمستويات حامض الهيوميك المضاف 0.00 و 0.25 و 0.50 غم لتر⁻¹ بالتتابع عند استعمال مياه ذات مستوى ملحي 3.0 ديسي سيمنز م⁻¹ في عملية الغسل. وازدادت قيم معدل سرعة التحرر (K) اذ بلغت 34.03، 37.569 و 42.439 لمستويات حامض الهيوميك المضاف 0.00، 0.25 و 0.50 غم لتر⁻¹ بالتتابع عند استعمال مياه ذات مستوى ملحي 5.0 ديسي سيمنز م⁻¹ في عملية الغسل. كما وازدادت قيم معدل سرعة التحرر (K) اذ بلغت 46.538، 50.121 و 52.259 لمستويات حامض الهيوميك المضاف 0.00، 0.25 و 0.50 غم لتر⁻¹ بالتتابع عند استعمال مياه ذات مستوى ملحي 7.0 ديسي سيمنز م⁻¹ في عملية الغسل.

ان زيادة سرعة الاملاح المتحررة في الراشح مع زيادة مستويات الاضافة من حامض الهيوميك يرجع الى دور حامض الهيوميك في خلب الايونات الذائبة في محلول التربة وتكوين معقدات عضوية لاحتوائه على المجاميع الفعالة كالكاربوكسيل (COOH⁻) والفينول (OH⁻) والتي تتحكم في السلوك الالكترولي- كيميائي لحامض الهيوميك وهي من الاسباب الرئيسية لتفاعلات الامتزاز والتبادل الكتيوني والتعقيد والخب (16). مما يسبب تفكيك الاملاح و يسهل حركتها وغسلها مع مياه الري مما يؤثر في تركيز الايونات في محلول التربة التي تنعكس بدورها على كمية الاملاح المتحررة اضافة الى قدرته العالية في تحسين خصائص التربة الفيزيائية كالبناء وزيادة النفاذية وزيادة سرعة الغسل فيها (8، 12 و 17).

جدول 3 مؤشرات المعادلات الحركية المختلفة لوصف تأثير حامض الهيوميك في حركة الاملاح في التربة

Elovic h	Diffusion	2 nd . - Order	1 st . - Order	Zero - Order	المؤشرات	المعاملة
0.968	0.991	0.211	0.588	0.938	R ²	مياه النهر + HA0
4.387	2.307	0.110	0.590	6.152	SEe	
29.008	55.803	2.691-	6.219	20.362	T	
0.951	0.992	0.261	0.625	0.950	R ²	مياه النهر + HA1
6.396	2.578	0.112	0.632	6.494	SEe	
23.082	58.468	3.088-	6.713	22.716	T	
0.931	0.984	0.288	0.667	0.946	R ²	مياه النهر + HA2
10.154	4.792	0.111	0.666	9.036	SEe	
19.223	41.873	3.307-	7.362	21.765	T	
0.915	0.988	0.298	0.698	0.966	R ²	S2 + HA0
11.845	4.372	0.105	0.634	7.490	SEe	
17.440	49.094	3.450-	8.053	28.333	T	
0.904	0.983	0.306	0.711	0.964	R ²	S2 + HA1
14.289	5.956	0.105	0.647	8.719	SEe	
16.301	40.771	3.518-	8.318	27.585	T	
0.879	0.975	0.316	0.742	0.971	R ²	S2
18.746	8.393	0.107	0.645	9.129	SEe	

14.320	33.683	3.602-	8.990	30.898	T	+
						HA2
0.903	0.990	0.259	0.721	0.983	R ²	S3
					SEe	+
13.681	4.328	0.091	0.567	5.588		HA0
16.153	53.468	3.131-	8.520	41.273	T	
0.885	0.984	0.268	0.743	0.987	R ²	S3
16.498	6.114	0.098	0.578	5.542	SEe	+
14.684	41.782	3.206-	9.008	46.163	T	HA1
0.860	0.974	0.287	0.769	0.990	R ²	S3
20.636	8.861	0.103	0.584	5.424	SEe	+
13.144	32.569	3.361-	9.657	53.642	T	HA2
0.847	0.9688	0.419	0.847	0.996	R ²	S4
2.238	1.012	0.233	0.337	8.940	SEe	+
12.477	29.491	4.5006-	12.478	3.400	T	HA0
0.850	0.970	0.273	0.764	0.9917	R ²	S4
					SEe	+
25.252	11.310	0.105	0.607	5.941		HA1
12.642	30.136	3.247-	9.545	58.000	T	
0.835	0.962	0.286	0.784	0.9913	R ²	S4
					SEe	+
27.809	13.334	0.105	0.595	6.361		HA2
11.906	26.652	3.350-	10.106	56.707	T	
0.894	0.980	0.289	0.721	0.972	R ²	
					SEe	المعدل
14.327	6.113	0.115	0.590	6.620		
16.698	41.149	-3.370	8.747	34.237	T	



شكل 1 العلاقة بين الاملاح المتحررة (غم لتر⁻¹) من مياه الري المستعملة بمستويات ملحية مختلفة تحت تأثير مستويات مختلفة من حامض الهيوميك طبقا لمعادلة الانتشار مع جذر الزمن (يوم).

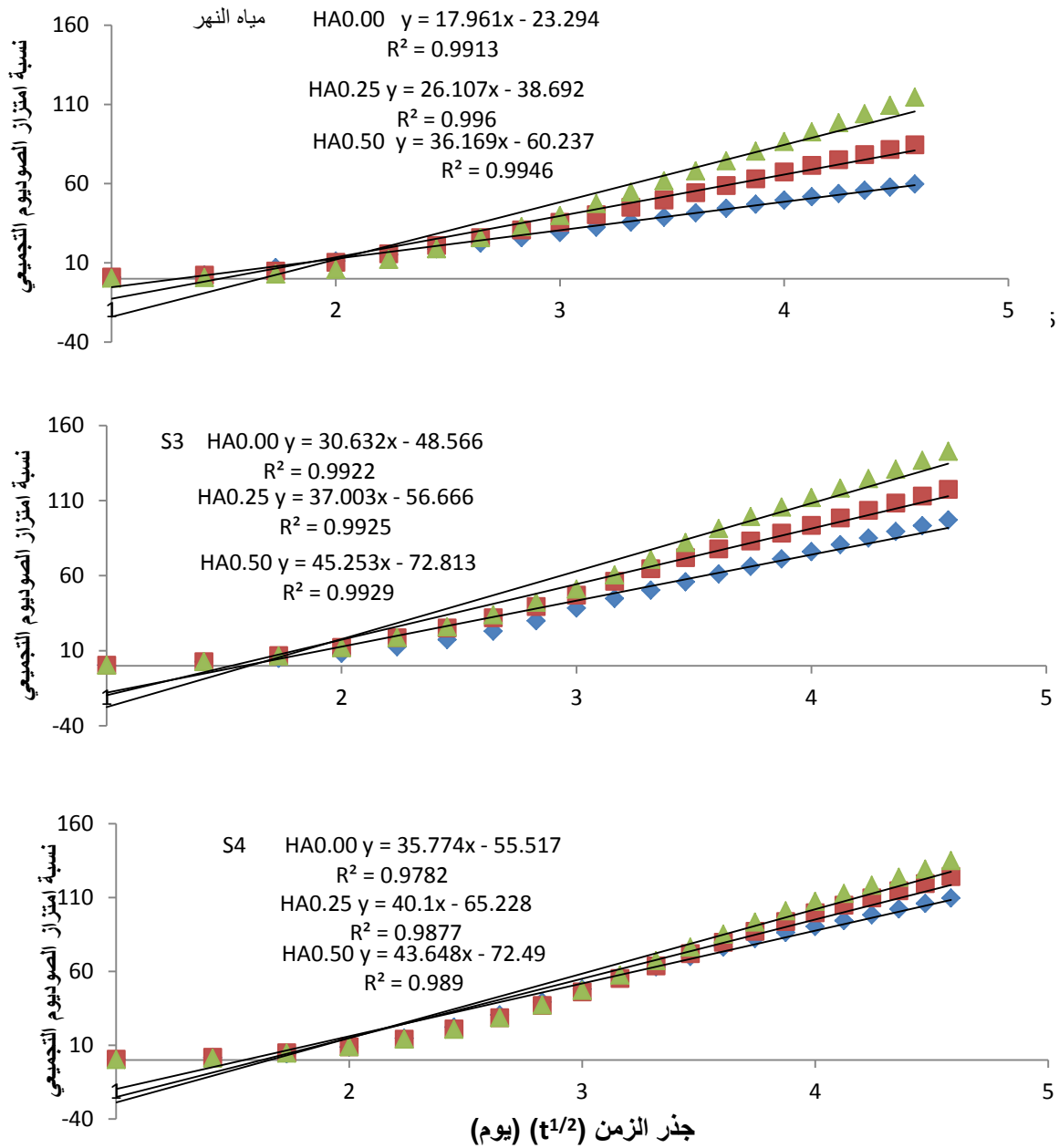
اما حركيات تحرر SAR مع الزمن فعند اخضاع البيانات في شكل 2 الى المعادلات الحركية بينت النتائج في جدول 4 التحليل الرياضي لمعادلات الحركيات الخمسة المستعملة في التجربة التي تمثل معادلة الرتبة صفر ومعادلة الرتبة الاولى ومعادلة الرتبة الثانية ومعادلة الانتشار ومعادلة ايلوفج، بينت النتائج ان افضل معادلة لوصف العلاقة بين SAR المتحررة والزمن (يوم) هي معادلة الانتشار ومعادلة الرتبة صفر. بالرغم من ان معادلة الرتبة صفر اعطت معامل تحديد (R^2) عالي بلغ 0.9713 الا ان معادلة الانتشار اعطت معامل تحديد اعلى من الانتشار اذ بلغ 0.989 وكلاهما معنوي عند 0.01 هذا فضلا عن ان قيم الخطأ القياسي (SEe) عالي لمعادلة الرتبة صفر اذ بلغ 7.047 في حين اعطت معادلة الانتشار قيمة لمعامل الخطأ القياسي اقل من معادلة الرتبة صفر اذ بلغ 4.035 اي ان معادلة الانتشار تفوقت على بقية المعادلات من حيث اعلى معدل لمعامل التحديد واقل خطأ قياسي. ان النموذج الرياضي $Ct = C_0 - Kt^{1/2}$ لمعادلة الانتشار هو الانسب في وصف العلاقة بين SAR المتحررة من مستويات ملحية مختلفة 1.5، 3.0، 5.0 و 7.0 ديسي سيمنز م⁻¹ لمياه الري تحت تأثير مستويات مختلفة من حامض الهيوميك 0.00، 0.25 و 0.50 غم لتر⁻¹ مع الزمن وتتفق مع (2 و 4) اللذان وجدا ان معادلة الانتشار هي الافضل في وصف الحركيات للأملح.

يبين شكل 2 العلاقة بين SAR المتحررة مع جذر الزمن ($t^{1/2}$)، اذ يلاحظ من المعادلات ان معدل سرعة التحرر (K) يزداد مع زيادة مستوى حامض الهيوميك المضاف ولأي مستوى من مستويات المياه الملحية المستعملة في التجربة اذ يلاحظ ان معدل سرعة التحرر كان 17.961، 26.107 و 36.169 لمستويات حامض الهيوميك المضاف 0.00، 0.25 و 0.50 غم لتر⁻¹ بالتتابع عند استعمال مياه النهر في عملية الغسل. في حين ازداد معدل سرعة التحرر (K) مع زيادة مستويات حامض الهيوميك اذ بلغت قيمه 25.232، 31.397 و 36.253 لمستويات حامض الهيوميك المضاف 0.00، 0.25 و 0.50 غم لتر⁻¹ بالتتابع عند استعمال مياه ذات مستوى ملحي 3.0 ديسي سيمنز م⁻¹ في عملية الغسل. وازدادت قيم معدل سرعة التحرر (K) اذ بلغت 30.632، 37.003 و 45.253 لمستويات حامض الهيوميك المضاف 0.00، 0.25 و 0.50 غم لتر⁻¹ بالتتابع عند استعمال مياه ذات مستوى ملحي 5.0 ديسي سيمنز م⁻¹ في عملية الغسل. كما وازدادت قيم معدل سرعة التحرر (K) اذ بلغت 35.774، 40.100 و 43.648 لمستويات حامض الهيوميك المضاف 0.00، 0.25 و 0.50 غم لتر⁻¹ بالتتابع عند استعمال مياه ذات مستوى ملحي 7.0 ديسي سيمنز م⁻¹ في عملية الغسل.

ان زيادة سرعة SAR المتحررة مع زيادة مستويات حامض الهيوميك يرجع الى احتواء حامض الهيوميك على المجموع الفعالة كالكاربوكسيل والهيدروكسيل التي تعمل على خلب وتعقيد ايونات الصوديوم وتكوين معقدات عضوية سهلة الذوبان والحركة مما زاد من عملية سرعة غسله وزادة SAR (18 و 19).

جدول 4 مؤشرات المعادلات الحركية المختلفة لتأثير حامض الهيوميك في نسبة امتزاز الصوديوم في التربة

Elovich	Diffusion	2 nd . – Order	1 st . – Order	Zero – Order	المؤشرات	المعاملة
0.913	0.991	0.287	0.714	0.987	R ²	مياه النهر
5.705	1.810	0.230	0.611	2.140	SEe	+
14.177	46.543	-2.765	0.611	39.294	T	HA
0.870	0.996	0.316	0.774	0.975	R ²	مياه النهر
10.225	1.786	0.179	0.596	4.496	SEe	+
11.319	27.239	-3.203	8.073	69.283	T	HA1
0.825	0.994	0.296	0.757	0.951	R ²	مياه النهر
16.666	3.068	0.592	0.842	8.781	SEe	+
9.482	19.320	-2.830	7.702	56.516	T	HA2
0.933	0.988	0.170	0.591	0.950	R ²	S2
7.970	3.302	0.506	0.855	6.874	SEe	+
19.840	49.269	-2.395	6.372	23.212	T	HA0
0.889	0.989	0.164	0.639	0.986	R ²	S2
14.431	4.391	0.537	0.859	4.971	SEe	+
14.975	45.799	-2.350	7.048	51.921	T	HA1
0.855	0.992	0.278	0.768	0.972	R ²	S2
19.749	4.492	0.127	0.603	8.569	SEe	+
12.876	31.643	-3.283	9.632	60.969	T	HA2
0.855	0.992	0.193	0.734	0.968	R ²	S3
13.997	3.265	0.465	0.730	6.502	SEe	+
11.422	26.164	-2.297	7.808	52.729	T	HA0
0.873	0.990	0.176	0.689	0.976	R ²	S3
15.620	4.322	0.509	0.808	6.682	SEe	+
12.348	30.519	-2.168	6.993	47.509	T	HA1
0.849	0.992	0.181	0.718	0.965	R ²	S3
21.241	4.791	0.469	0.801	10.137	SEe	+
11.139	24.886	-2.210	7.497	53.373	T	HA2
0.886	0.978	0.182	0.672	0.977	R ²	S4
14.363	6.247	0.660	0.892	6.405	SEe	+
13.404	32.378	-2.266	6.879	31.562	T	HA0
0.857	0.987	0.221	0.730	0.976	R ²	S4
18.559	5.497	0.372	0.779	8.670	SEe	+
11.752	26.742	-2.557	7.899	42.580	T	HA1
0.845	0.989	0.186	0.705	0.973	R ²	S4
21.394	5.451	0.742	0.905	10.344	SEe	+
11.215	24.767	-2.297	7.429	47.632	T	HA
0.870	0.989	0.220	0.707	0.9713	R ²	
14.993	4.035	0.449	0.773	7.047	SEe	المعدل
12.829	32.105	-2.551	6.995	48.048	T	



شكل 2 العلاقة بين SAR الناتجة من مستويات ملحية مختلفة لمياه الري تحت تأثير مستويات من حامض الهيوميك مع جذر الزمن (يوم) طبقاً لمعادلة الانتشار.

المصادر

1. AL-Lami, A.S.J.(1999).Assessment availability of magnesium in soil. Ph.D. dissertation. College of Agriculture, University of Baghdad .
2. Al-Asady, R.M.S.(2018). Study som properties for magnesium in soil. M.Sc. a thesis. AL-Qasim Green University. Iraq
3. Ali, M., & Mindari, W. (2016). Effect of humic acid on soil chemical and physical characteristics of embankment. In MATEC Web of Conferences (Vol. 58, p. 01028). EDP Sciences.
4. AL-Obaidi, M.A.; A. W. Abdulkareem and A.A. Al-Hadedy.(2012). Kinetic of Calcium and Magnesium Released from Calcareous Soils Irrigated by Different Water Quality. Tikrit Journal for Agricultural Sciences.4:(12): 145-156
5. Aydin, A., Kant, C., & Turan, M. (2012). Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. African Journal of Agricultural Research, 7(7): 1073-1086.
6. Brar, B. S., & Bajwa, M. S. (1999). Release of calcium and magnesium in arid zone soils of Punjab and its description using different mathematical models. Journal of the Indian Society of Soil Science, 47(4): 715-720.
7. Chien, S. H., & Clayton, W. R. (1980). Application of Elovich equation to the kinetics of phosphate release and sorption in soils 1. Soil Science Society of America Journal, 44(2): 265-268.
8. Khaled, H., & Fawy, H. A. (2011). Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. Soil and Water Research, 6(1): 21-29.
9. Khattak, A. M. R., & Dost, M. (2014). Humic acid and micronutrient effects on wheat yield and nutrients uptake in salt affected soils. International Journal of Agriculture and Biology, 16(5): 991-995.
10. Mindari, W., Aini, N., Kusuma, Z., & Syekhfani, S. (2014). Effects of humic acid-based cation buffer on chemical characteristics of saline soil and growth of maize. Journal of Degraded and Mining Lands Management, 2(1): 259-268.
11. Osman, A. S., & Ewees, M. S. (2008). The possible use of humic acid incorporated with drip irrigation system to alleviate the harmful effects of saline water on tomato plants. Journal of Agricultural and Research Development, 22(1): 52-70.
12. Paksoy, M., Türkmen, Ö., & Dursun, A. (2010). Effects of potassium and humic acid on emergence, growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedling under saline soil conditions. African Journal of Biotechnology, 9(33): 5343-5346
13. Sharma, P., & Kappler, A. (2011). Desorption of arsenic from clay and humic acid-coated clay by dissolved phosphate and silicate. Journal of contaminant hydrology, 126(3-4), 216-225.
14. Spark, D. L. (1986). Soil physical chemistry. CRC press, Inc. Florida, USA.
15. Tan, H. Kim. (2003). Humic Matter in Soil and the Environment Principles and Controversies. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. New York, USA.

16. Tan, K.H. (1998). Principles of Soil Chemistry. 3rd Ed. 521 P.
17. Turan, M. A., Katkat, A. V., & Çelik, H. (2011). The effects of soil-applied humic substances to the dry weight and mineral nutrient uptake of maize plants under soil-salinity conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1): 171-177.
18. Whiou, C. T. (1999). Organic chemical movement over and through soil. Reactions and movement of organic chemicals in soils. SSSA Special Publication, 22.
19. Zhang, W. Z., Xiao-Qin, C. H. E. N., Jian-Min, Z. H. O. U., Dai-Huan, L. I. U., Huo-Yan, W. A. N. G., & Chang-Wen, D. U. (2013). Influence of humic acid on interaction of ammonium and potassium ions on clay minerals. *Pedosphere*, 23(4), 493-502.