

دوال نقل الماء ومنحنيات الوصف الرطوبي لثلاث ترب عراقية مختلفة تحت تأثير التركيز الملحي ونسبة الصوديوم الممدص

عصام خضير الحديثي
كلية الزراعة - جامعة الانبار

داخل راضي نديوي
كلية الزراعة - جامعة البصرة

بسام الدين الخطيب هشام
كلية الزراعة - جامعة الانبار

المستخلص

انجزت تجربة مختبرية استعملت فيها محاليل ملحية من خليط $\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$ والماء وبتركيز 500 و 250 و 150 و 50 مول m^{-3} وقيم SAR وهي 0 و 10 و 25 و 50 (مليمول / لتر) $^{1/2}$ لدراسة تأثير التركيز الملحي و SAR في بعض الدوال المائية ومنحنيات الوصف الرطوبي . استخدمت ثلاث ترب مختلفة في محتواها الطيني بعد تشبيعها بالمحاليل اعلاه ثم عُبنت في اعمدة افقية من الزجاج العضوي ووضعت على تماس مع المحاليل المائية تحت شد قدره 1 سم . تم قياس الايصالية المائية المشبعة (Ks) والنفاذية (λ) والامتصاصية (S) والايصالية المائية غير المشبعة ($K(\theta)$) وانتشارية الماء في التربة ومنحنيات الوصف الرطوبي . لقد ازدادت Ks و λ و S مع زيادة التركيز الملحي وانخفضت بزيادة SAR وكانت على علاقة عكسية مع نسبة الطين وانخفضت كل من الايصالية المائية غير المشبعة والانتشارية عند محتوى رطوبي ثابت مع زيادة SAR وانخفاض التركيز الملحي وقد ازدادت مع انخفاض نسبة الطين .

لقد احتفظت الترب الثلاث بمحتوى رطوبي اعلى عند التراكيز الملحية المنخفضة (50 و 150 مول m^{-3}) مقارنة بالتركيزين (250 و 500 مول m^{-3}) خاصة عند الشدود العالية ، كما احتفظت هذه الترب بمحتوى رطوبي اعلى عندما كانت SAR = 50 مقارنة بـ SAR = 0 ، وكانت قابلية الترب على الاحتفاظ بالماء على علاقة طردية مع المحتوى الطيني .

Water transport functions and moisture characteristic curves of three different Iraqi soils as affected by salt concentration and sodium adsorption ratio .

I.K.AL – Hadithi

D.R. Nedawi

B.AL- Kateeb

ABSTRACT

A Laboratory experiment was conducted by using salt solutions of mixed NaCl – CaCl_2 of concentrations 50 , 150 , 250 , 500 mol m^{-3} and SAR 0,10 , 25 , 50 , to study the effect of salt concentration and SAR on some water transport functions and soil moisture characteristic curves of three different soils. Soils were saturated with solutions , packed in horizontal columns of plexiglas. The columns were in contact with solutions under matric suction about 1 cm. Saturated and unsaturated hydraulic conductivity $K(\theta)$, pentrability (λ), Sorptivity (S), diffusivity D (θ) and soil moisture characteristic curves were measured .

Results indicated that Ks, λ and S increased with the increased of salt concentration and decreased with the increased SAR and clay content . High values of these parameters were obtained at concentration 500 mol . m^{-3} and SAR = 0 and in sandy

loam soil . Unsaturated hydraulic conductivity and diffusivity decreased at certain water content with increasing in SAR and the decreased in salt concentration . Moisture content for the three soils were high at low salt concentrations (50 , 150) mol m⁻³ , as compared with the concentration 250 , 500 mol .m⁻³ especially at high tensions .

Also high moisture content values were obtained for these soils at SAR = 50 compared with SAR = 0 . The water holding capacity for soils increased with the increased in clay content.

المقدمة

توصل (1992) Malik et al . الى ان ظاهرة التمدد والتشقق تزداد في ترب مونتوريلونانية بزيادة SAR وانخفاض التركيز الملحي فيما انخفضت λ و $K(\theta)$ بزيادة SAR وانخفاض التركيز الملحي . أما $D(\theta)$ فقد ازدادت مع زيادة المحتوى الرطوبي والتركيز الملحي وانخفاض المحتوى الطيني فيما ازدادت قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء بزيادة SAR وانخفاض التركيز الملحي . تعتمد الايصالية المائية على ESP والتركيز الملحي للمحلول (1975) Hamid and Mustafa . لاحظ Pal et al. (1980) زيادة $D(\theta)$ مع زيادة التركيز الملحي (C) وانخفاض SAR في تربة رملية واخرى مزيجة طينية.

توصل (1977) Dane and Klute الى ان الايصالية المائية غير المشبعة تنخفض بزيادة C عند قيمة ثابتة من SAR لخليط من NaCl- CaCl₂ وأشار الى ان نوعية الاملاح السائدة في التربة تأثير كبير على الايصالية المائية تحت تأثير تشيع التربة بمحاليل ملحية مختلفة وجد (1966) McNeal and Coleman انخفاضاً في نفاذية التربة عند انخفاض ملوحة التربة وارتفاع SAR الى حدود 20 - 30 % . كما وجد (1984) Zartman Gichuru and انخفاضاً كبيراً في الايصالية المائية في الافق AP عند الري بمياه ملوحتها 12 ديسيمنز / م وقيمة SAR تساووي (11) . ولاحظ.

يؤدي ذوبان الاملاح في الماء الى تغيير في خصائصه الفيزيوكيميائي ، وعند اتصال التربة بالمحلول تحصل تغيرات في خصائصها الكيميائية والفيزيائية نتيجة التفاعلات التبادلية بين محلول التربة ومعقد التبادل فيحصل تغير في تركيب وتركيز محلول التربة اثناء تعاقب عمليات الترطيب والتجفيف وبفعل الارواء وغسيل الترب المتملحة وفعاليات البزل ، مما ينعكس على الدوال المائية نتيجة تغير الصفات الالكتروكيميائية لنظام التربة - الماء .

تؤثر قيم دوال نقل الماء بحركة الماء وانتقال المذيبات في التربة كما انها تتأثر بخصائص الوسط الناقل ونوعية وتركيب المحلول . ان تغير خصائص مادة التربة خلال الترطيب تعتمد على نوعية مياه الري ومحتوى ونوع معادن الطين وخصائص محلول التربة [Mc Neal et al.,1966;Quirk and Schofield,1955] تعتمد دوال نقل الماء بدرجة كبيرة على تركيب وتركيز الاملاح في الماء في انظمة Na-Ca (Russo and Bresler , 1977 a , b) .

درس (1987) Verma et al . تأثير نوعية المياه في غيض الماء وانتشارية الماء في التربة بأعمدة معبأة بتربة طينية صودية ، ولاحظوا زيادة الغيض التراكمي بزيادة تركيز الاملاح في الماء وانخفاض نسبة الصوديوم المتبادل (ESP) فيما ازدادت انتشارية الماء في التربة زيادة اسية بزيادة تركيز الاملاح في المستويات المنخفضة من ESP وزيادة خطية في المستويات العالية من ESP .

وانخفضت مع زيادة SAR من 0 الى 40 في ترتيبين مختلفتي النسجه باستعمال خليط ملحي من Na-Ca ، وقد تأثرت التربة الطينية بدرجة أكبر بالتراكيز الملحية و SAR من التربة المزيجية .

يهدف البحث الى دراسة تأثير محاليل مختلفة في تركيزها الملحي ونسبة الصوديوم الموص (SAR) في كل من امتصاصية التربة للماء وانتشارية الماء في التربة والايصالية المشبعة وغير المشبعة للتربة ومنحنيات الوصف الرطوبي لثلاث ترب مختلفة في محتواها الطيني .

المواد وطرائق العمل

المائية المحضرة وتحت شد قدره 1 سم . اخذت قياسات تقدم جهة الابتلال مع الزمن وحسبت كميات المياه الممتصة مع الزمن . تم تقطيع عمود التربة بعد زمن قدره 240 دقيقة وقدرت رطوبة التربة الوزنية في كل مقطع ثم حسبت رطوبة التربة الحجمية وعلاقتها بمسافة تقدم جبهة الابتلال. كررت القياسات لثلاث مرات واعتمدت معدلاتها .

استعملت طريقة Bruce and Klute (1956) في قياس D (θ) وامتصاصية التربة للماء تحت ظروف المختبر (معدل درجة الحرارة $2 \pm 30^\circ$) . تم حساب ميل العلاقة بين معدل تقدم جبهة الترطيب وجذر الزمن والذي يمثل قيمة النفوذية (λ , Pentreability) حسب Jackson, (1963) .

حسبت امتصاصية التربة للماء من المساحة تحت المنحني للعلاقة بين λ و θ وحسبت انتشارية الماء في التربة من العلاقة الآتية:

Hivakumara and Satynarana (1982) ان التوصيل المائي ازداد بزيادة الاملاح ثنائية التكافؤ وانخفض بزيادة الاملاح احادية التكافؤ .

وجد Agassi et al. (1981) ان غيض الماء النهائي يتأثر في المستويات الواطئة من SAR وملوحة الماء المضاف وتوصل Chiang et al. (1987) الى ان الترب التي يحصل لها نشنت بسهولة تكون أكثر حساسية لتغاير الايصالية المائية لاي تغير في تركيز الايونات و SAR .

واشار Mohammed et al.(2001) ان قيمة Ks ازدادت مع زيادة التراكيز الملحية من 50 الى 400 ملي مكافيء / لتر

اختبرت ثلاث ترب مختلفة في نسجاتها من مواقع مختلفة في مدينة البصرة (جنوب العراق) . جمعت نماذج الترب من العمق صفر - 30 سم وجففت هوائيا ونخلت من منخل قطر فتحاته 2 ملم ، والجدول (1) يوضح بعض خصائص هذه الترب .

حضرت محاليل ملحية من خليط من NaCl-CaCl₂ مع الماء المقطر للحصول على التراكيز الملحية (C) التالية : 500 , 150 , 250 مول م³ عند قيم مختلفة من SAR وهي 50 و 25 و 10 و 0 (مليمول/لتر) ½ . ولتحقيق حالة اتزان لمواد ترب الدراسة قبل اجراء القياسات عليها ، فلقد تم تشبيع عينات من الترب بالمحاليل المحضرة وغسلها عدة مرات لحين تساوي تركيز الراشح مع تركيز المحاليل المضافة. جففت الترب وطحننت ونخلت ثم عبئت في اعمدة تربة افقية من الزجاج العضوي (Plexiglas) بطول 40 سم وقطر داخلي 2 سم مكونة من مقاطع بطول 1 سم للمقطع الواحد وحسب الكثافات الظاهرية المشار لها بالجدول 1 . وضعت عينات الترب على تماس مع المحاليل

$$D(\theta)_x = - \frac{1}{2} \left(\frac{d\lambda}{d\theta} \right)_{\theta_x} \int_{\theta_i}^{\theta_x} \lambda d\theta$$

الممثلة للمنحنيات المذكورة . قدرت العلاقة بين المحتوى الرطوبي والشد الهيكلي لعينات الترب باستعمال جهاز هينز للشدود الواقعة بين 0.1 و 6 كيلو باسكال وجهاز اقراص الضغط للشدود الواقعة بين 33 و 1500 كيلو باسكال. كما تم قياس الايصالية المائية المشبعة بطريقة عمود الماء الثابت .

اذ ان $D(\theta)_x$ انتشارية الماء عند كل محتوى رطوبي و λ ميل العلاقة بين X وجذر الزمن و $d\lambda/d\theta$ ميل العلاقة بين λ و θ و $\int \lambda d\theta$: امتصاصية التربة للماء .

حسبت الايصالية المائية غير المشبعة $[K(\theta)]$ من قيم الانتشارية وميل منحنيات الوصف الرطوبي للمعاملات المختلفة والذي تم حسابه بأشتقاق المعادلات الرياضية

جدول (1) بعض خصائص ترب الدراسة

الموقع			الوحدات	خواص التربة
الزبير	ابي الخصيب	الكرمة		
1.49	1.38	1.22	ميكا غرام م ⁻³	الكثافة الظاهرية
650	302	112	غم كغم ⁻¹	الرمل
250	347	441	غم كغم ⁻¹	الغرين
100	351	447	غم كغم ⁻¹	الطين
مزيجة رملية	مزيجية	طينية غرينية		نسجة التربة
0.170	0.250	0.330		الرطوبة الحجمية عند شد 33 كيلو باسكال
0.074	0.110	0.160		الرطوبة الحجمية عند شد 1500 كيلو باسكال
7.3	7.1	7.2		درجة تفاعل التربة (pH)
142	164	181	غم كغم ⁻¹	كاربونات الكالسيوم
24	26	35	غم كغم ⁻¹	المادة العضوية
6.5	7.2	5.8	دسيمينز/م	الايصالية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة للتربة

النتائج والمناقشة

1. الايصالية المائية المشبعة :

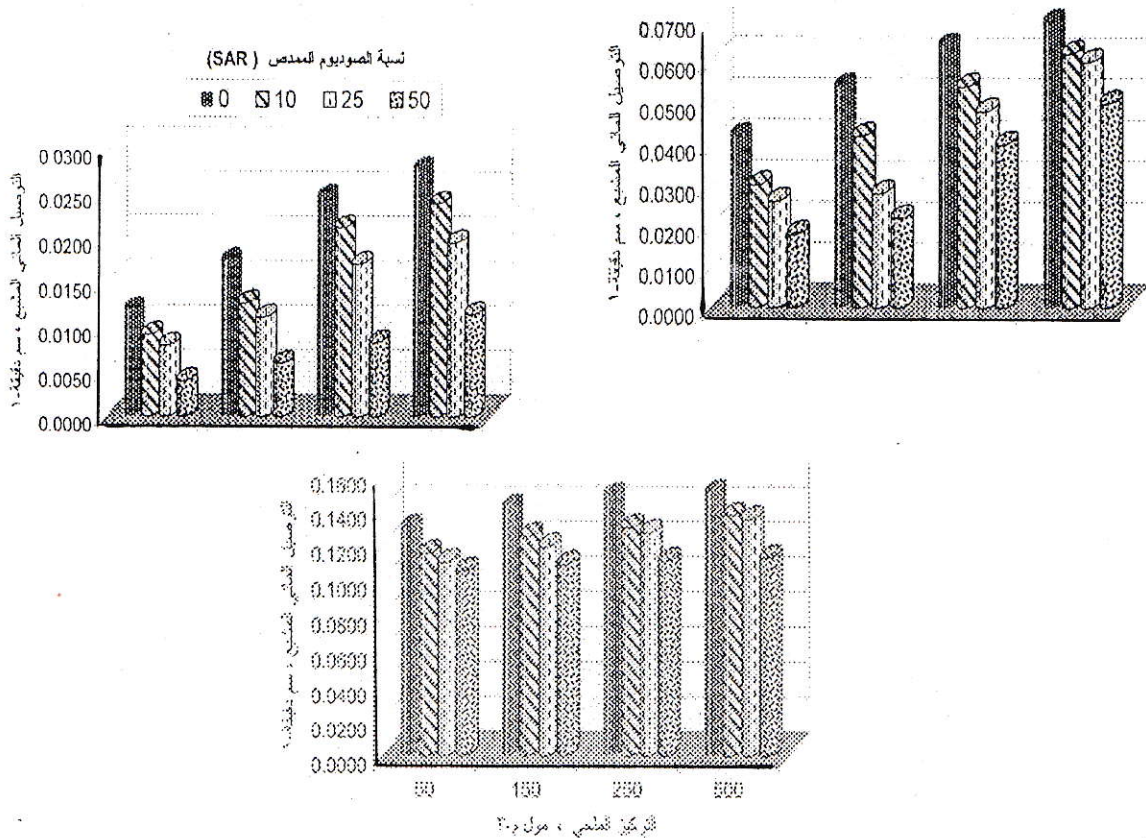
ومزيجة رملية . اذ يتضح ان قيم K_s قد انخفضت مع زيادة SAR وازدادت بزيادة التركيز الملحي ، حيث بلغت أعلى قيم لها في التركيز الملحي 500 مول . م⁻³ ولجميع

يوضح الشكل 1 تأثير التركيز الملحي ونسبة الصوديوم الممدص (SAR) في قيم الايصالية المائية المشبعة (K_s) لثلاث ترب نسجاتها على التوالي طينية غرينية ومزيجة

ازدادت قيم K_s مع انخفاض نسبة الطين للترب الثلاث حسب التسلسل الآتي : المزيجة الرملية < المزيجة < الطينية الغرينية ، بلغت K_s على سبيل المثال عند التركيز الملحي 50 مول م⁻³ وعند قيمة SAR صفر للترب الثلاث وعلى التوالي 0.130 و 0.042 و 0.012 وهذا ينسحب ايضا على قيم K_s لبقية التراكيز الملحية وقيم SAR . ويعزى هذا السلوك الى ان المسامات الكبيرة تعطي قيمة عالية للايصالية المائية. ولما كانت التربة المزيجة الرملية ذات نسبة طين منخفضة مقارنة بالتربة المزيجة والطينية الغرينية مما انعكس على زيادة قيم K_s اضافة الى محدودية تأثير نسبة الصوديوم الممدص عند انخفاض نسبة الطين .

الترب وكانت بالنسبة للتربة الطينية الغرينية 0.028 و 0.024 و 0.019 و 0.011 سم . دقيقة⁻¹ ، فيما بلغت أدنى قيم لها 0.012 و 0.009 و 0.008 و 0.004 سم . دقيقة⁻¹ في التركيز الملحي 50 مول م⁻³ عند قيم SAR 0 و 10 و 25 و 50 على التوالي ، ولقد انسحب هذا السلوك على الترتيبين الاخرين ايضا . ان انخفاض K_s بزيادة SAR يرجع الى تأثير الصوديوم وعملية التشتت الحاصلة بسببه وأيضا انتفاخ وتمدد الاطيان وانسداد المسامات كما أكد ذلك Pupisky and Shainberg , (1979) زيادة K_s مع زيادة التركيز الملحي فيعزى الى زيادة ثابتة التجمعات عند ثبوت SAR كما أكد ذلك

. Mohammed and Nedawi (2000)



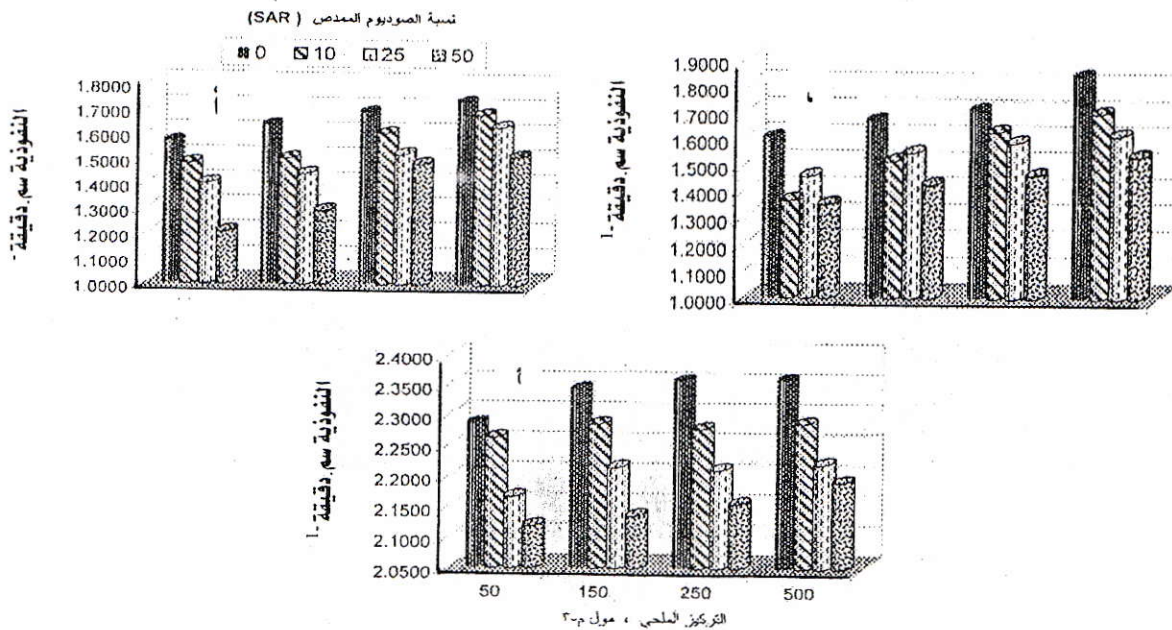
شكل 1 تأثير التراكيز الملحية ونسبة الصوديوم الممدص في الايصالية المائية المشبعة (أ) تربة طينية غرينية (ب) تربة مزيجة (ج) تربة مزيجة رملية

2. النفوذية والامتصاصية :

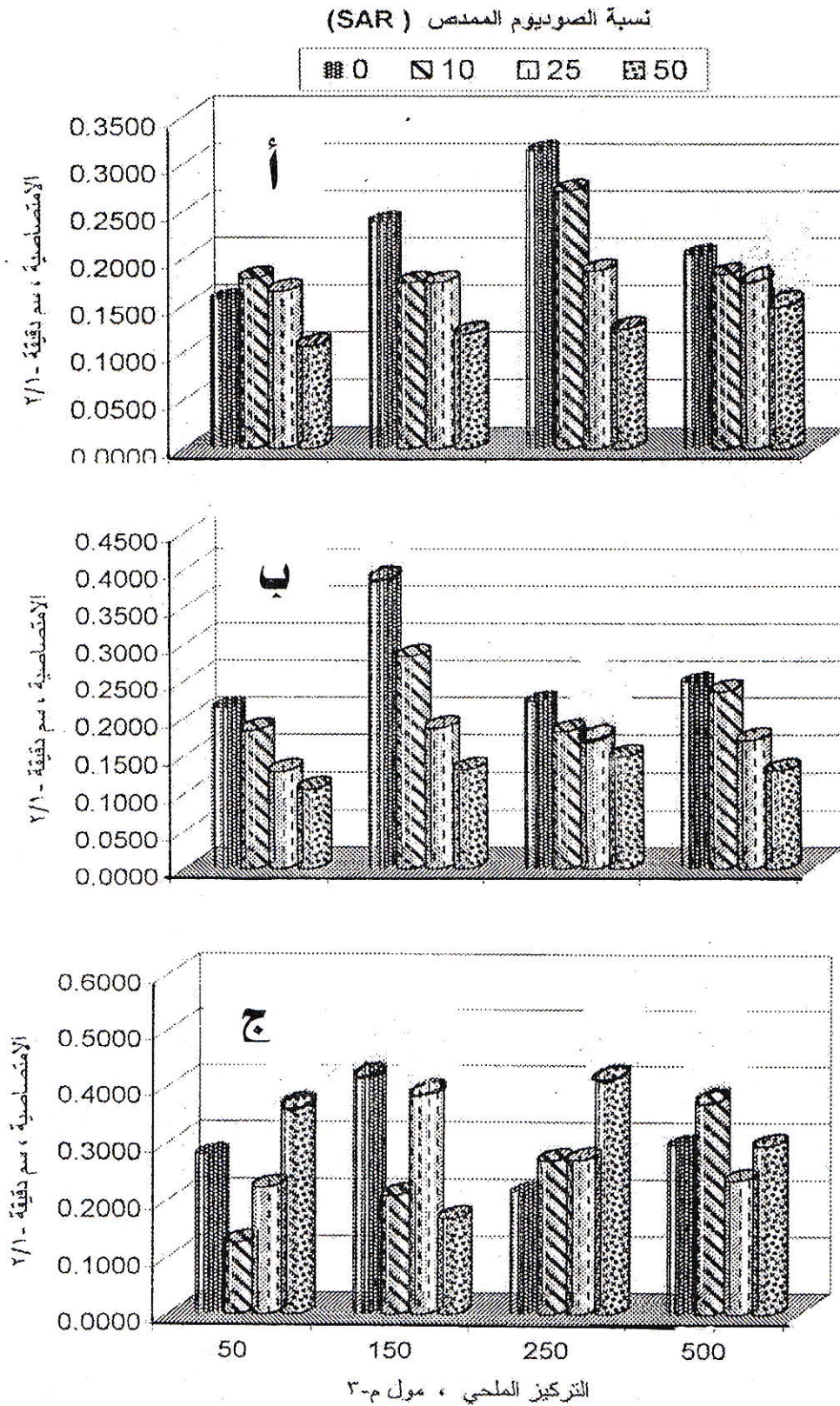
المزيجية الرملية (شكل 3 ج) مع تغير التركيز الملحي و SAR. ان زيادة λ والامتصاصية بزيادة التركيز الملحي وانخفاضها بزيادة SAR يعود ايضا الى زيادة التمدد او زيادة التشتت وهذا ما أكده Malik et al. (1992) في ان ظاهرتي التمدد (swelling) والتشتت (dispersion) تزداد مع زيادة SAR وانخفاض التركيز الملحي. كما بين الشكلان (2 و 3) أن قيم λ والامتصاصية عند تركيز ملحي ثابت و SAR ثابت كانت حسب التسلسل الاتي تبعا لنسجة التربة:

المزيجية الرملية < المزيجية < الطينية الغرينية
أي أن قيمتيهما انخفضتا مع زيادة نسبة الطين. لقد توصل AL - Kateeb (2000) لعلاقة خطية سالبة بين الامتصاصية ومحتوى التربة من الطين، اذ يؤثر الطين في ثباتية تجمعات التربة من خلال ربط الطين لدقائق الرمل وتكوين جسور شبكية او ما يسمى بالمواقع الطينية (Clay domain).

يوضح الشكل 2 تأثير التراكيز الملحية و SAR على النفوذية لثلاث ترب مختلفة النسجة، اذا تبين أن النفوذية (λ , Pentrability) ازدادت بصورة عامة مع زيادة التركيز الملحي وانخفاض SAR فلقد بلغت λ أعلى قيما لها في التركيز الملحي 500 مول م⁻³ وكننت 1.738 و 1.685 و 1.635 و 1.517 سم. دقيقة⁻¹ وأدنى قيم لها في التركيز 50 مول م⁻³ عند قيم SAR 0 و 10 و 25 و 50 على التوالي في التربة الطينية الغرينية (شكل 2 أ) وكانت قيم λ للتربتين المزيجية والمزيجية الرملية على نفس السلوك وكما تشير اليه بيانات الشكل 2 ب و 2 ج. ويوضح الشكل 3 تأثير التراكيز الملحية و SAR على امتصاصية التربة الثلاث للماء، اذ يلاحظ أن الامتصاصية انخفضت بصورة عامة مع زيادة SAR وازدادت زيادة طفيفة بزيادة التركيز الملحي للتراكيز 15، 250 و 500 مول م⁻³ مقارنة بالتركيز 50 مول م⁻³ وخاصة في الترتبتين الطينية الغرينية والمزيجية، فيما حصلت تغيرات غير مفهومة للامتصاصية في التربة



شكل 2 تأثير اختلاف التراكيز الملحية و SAR على النفوذية (أ) تربة طينية غرينية (ب) تربة مزيجية (ج) تربة مزيجية رملية



شكل 3 تأثير اختلاف التراكيز الملحية و SAR على امتصاصية التربة للماء (أ) تربة طينية غرينية (ب) تربة مزيجية (ج) تربة مزيجية رملية

3. الايصالية المائية غير المشبعة والانتشارية :

الانتشارية مع زيادة التركيز الملحي . كما ازدادت $K(\theta)$. بزيادة التركيز الملحي او بانخفاض SAR عند ثبوت المحتوى الرطوبي وهي نتائج مشابهه لما توصل اليه :

Pal et al (1980) , Russo and Bresler(1977),Dane and Klute(1977) ان الميكانيكية الرئيسية المؤثرة في انخفاض $K(\theta)$ و $D(\theta)$ مع زيادة SAR وانخفاض التركيز الملحي تعود الى ظاهرة التمدد والتشقق ، وهذا التأثير يزداد في التربة ذات المعادن المتمددة او المحتوى الطيني العالي كما أكد ذلك (Malik et al. (1992) ويخضع ايضا لنوعية الاملاح في محلـول التربة (Al- Ani et al.(1975) .

يوضح الجدول (2) الايصالية المائية والانتشارية المقاسة عند محتوى رطوبي 0.36 سم³ . سم⁻³ تحت تأثير التركيز الملحي و SAR للترب الثلاث. اذ تبين أن قيم $K(\theta)$ و $D(\theta)$ قد ازدادت مع انخفاض نسبة الطين ، فمثلا كانت قيم $K(\theta)$ 1.36×10^{-5} , 0.0523 و 3.15×10^{-5} , 10^{-4} سم .دقيقة⁻¹ وقيم $D(\theta)$ 0.079 و 0.242 و 2.531 سم² . دقيقة⁻¹ عند تركيز ملحي 50 مول م⁻³ و SAR صفر للترب الطينية الغرينية والمزيجة والمزيجة الرملية على التوالي ، وحصل السلوك نفسه عند التركيز الملحي 500 مول م⁻³ SAR قدرها 50 .

ويلاحظ ايضا من الجدول (2) ان الانتشارية انخفضت مع زيادة SAR عند ثبوت المحتوى الرطوبي وهذا يتفق مع ما حصل عليه (Russo and Bresler (1977) و Pal et al. (1980) و (Malik et al. (1992) ، وقد ازدادت

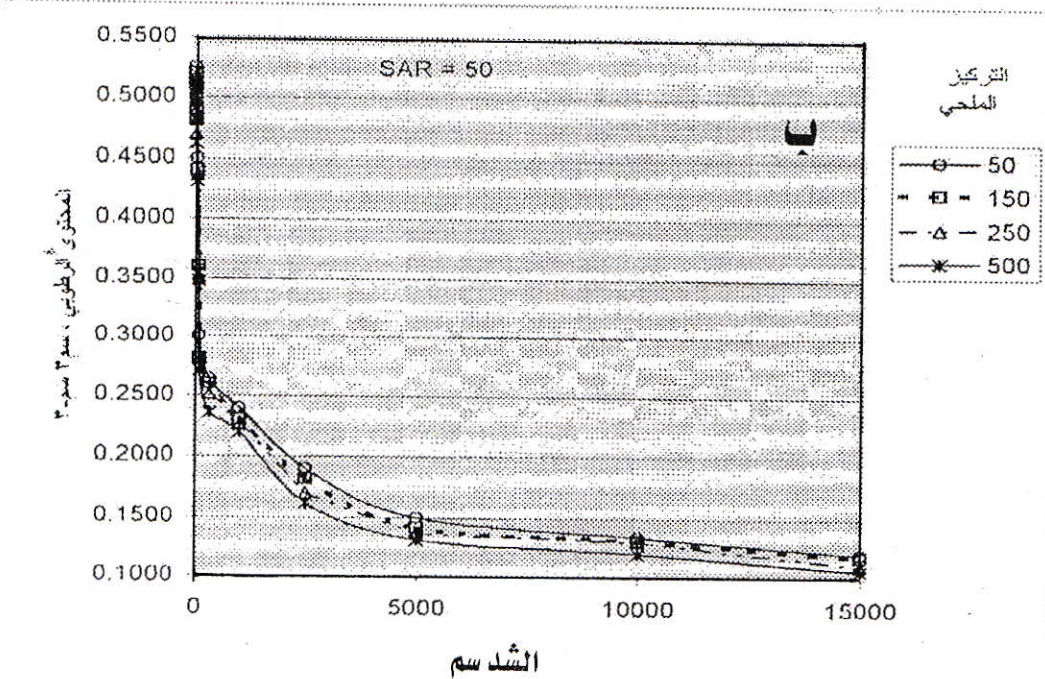
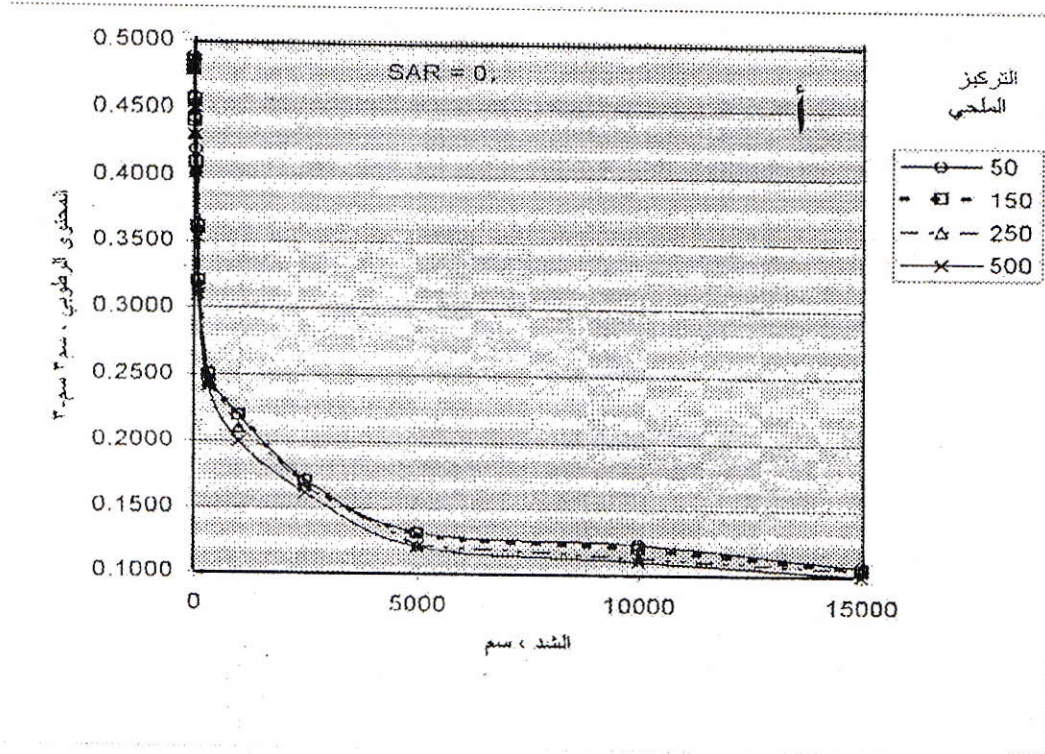
جدول (2) تأثير التركيز الملحي ونسبة الصوديوم الممدص في الايصالية المائية والانتشارية عند محتوى رطوبي حجمي قدره 0.36

الانتشارية. سم ² . دقيقة ⁻¹		الايصالية المائية سم.دقيقة ⁻¹		التركيز الملحي مول.م ⁻³	نسجة التربة
50=SAR	0= SAR	50=SAR	0= SAR		
0.0701	0.0796	3.08×10^{-6}	3.15×10^{-5}	50	طينية
0.0746	0.0959	3.78×10^{-6}	6.09×10^{-5}	500	غرينية
0.1224	0.2427	9.9×10^{-4}	1.36×10^{-4}	50	مزيجة
0.4114	0.4526	6.78×10^{-3}	2.76×10^{-3}	500	
0.8459	2.5310	3.25×10^{-2}	5.23×10^{-2}	50	مزيجة رملية
1.4477	3.1819	3.88×10^{-2}	9.85×10^{-2}	500	

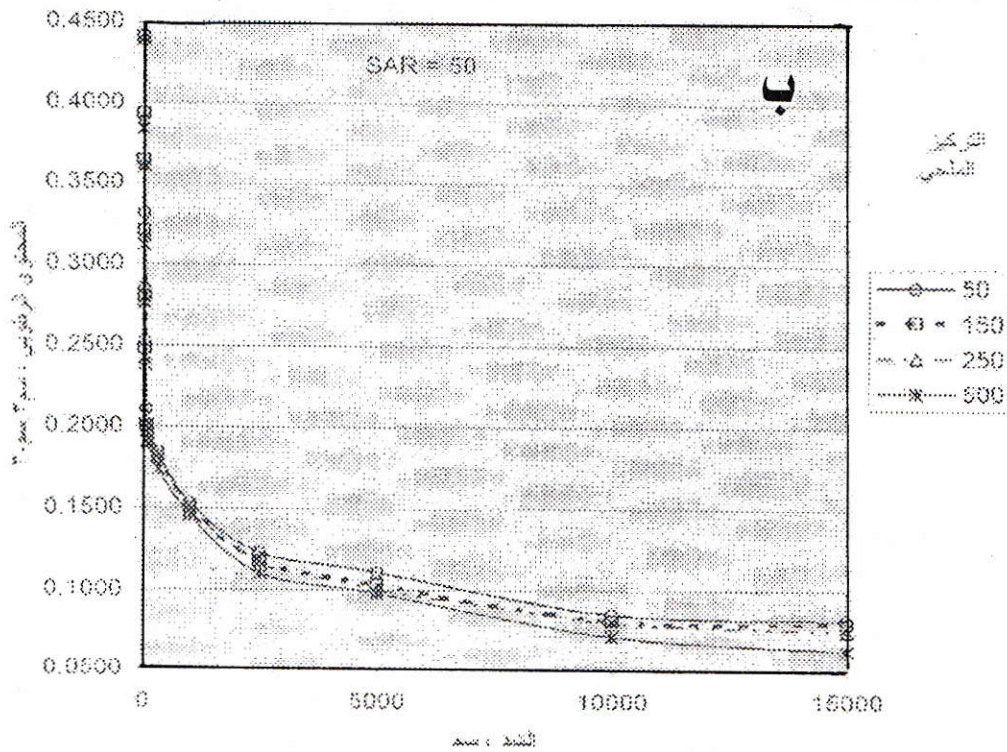
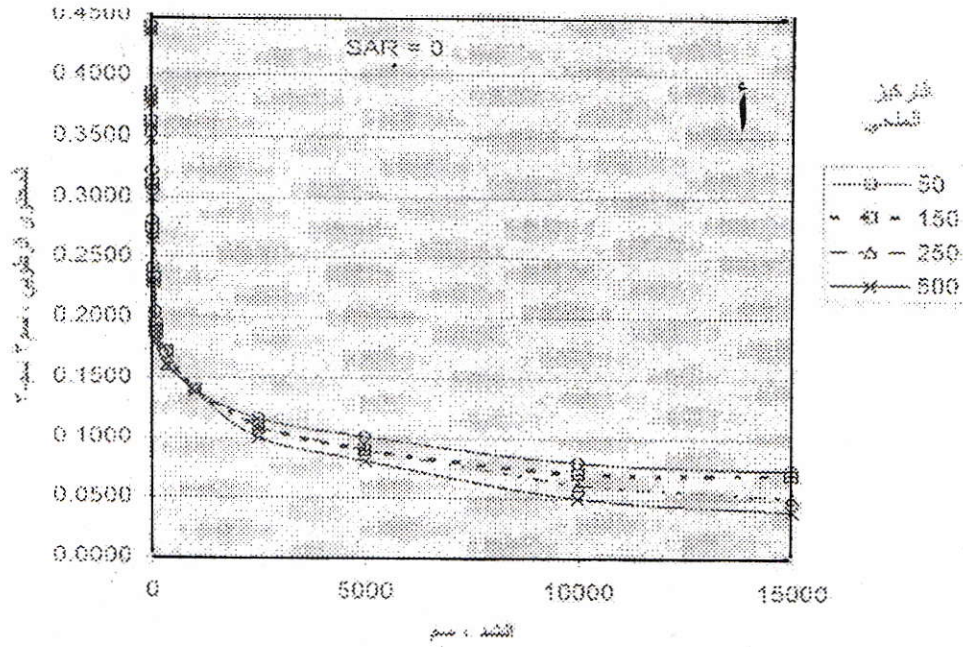
4. منحنيات الوصف الرطوبي :

0.260 في تركيز ملحي قدره 50 و 150 و 250 و 500 مول م⁻³ على التوالي ولـ SAR = 50 . وعند نفس الشد ولـ SAR يستأوي 0 كان المحتوى الرطوبي الحجمي 0.26 و 0.253 و 0.25 و 0.247 ولنفس التراكيز الملحية . انسحب هذا السلوك ايضا على الترتيبين الاخرين . غير أن الاختلاف في قابلية الترب الثلاث على الاحتفاظ بالماء كانت محدودة تحت تأثير التركيز الملحي و SAR ، وقد احتفظت التربة الطينية الغرينية بمحتوى رطوبي أعلى من التربة المزيجة ثم التربة المزيجة الرملية . لقد كان الانخفاض في المحتوى الرطوبي مع زيادة الشد أكبر عند SAR = مقارنة مع SAR = 50 خاصة في الشدود الواطئة . ان زيادة المحتوى الرطوبي بزيادة SAR او بانخفاض التركيز الملحي يعزى ايضا الى التمدد والتشنت الحاصل في الترب خاصة وانها ذات محتوى طيني عالي باستثناء التربة المزيجة الرملية ، لقد جاءت النتائج على توافق مع ما حصل عليه Malik et al. (1992) رغم وجود اختلافات في نوعية الترب المستخدمة .

توضح الاشكال 4 و 5 و 6 تأثير التراكيز الملحية و SAR على منحنيات الوصف الرطوبي للترب الثلاث عند SAR = 0 و SAR = 50 . اذا تبين من هذه الاشكال ان المحتوى الرطوبي انخفض بزيادة الشد الرطوبي وكان الانخفاض كبيرا في الشدود الواطئة فيما اتجهت المنحنيات لحالة الثبوت في الشدود العالية خاصة في التربة المزيجة الرملية والتي بدأت فيها منحنيات الوصف الرطوبي تميل الى الاستقرار بعد شد قدره 200 كيلو باسكال فيما بدأت حالة الاستقرار في التربة المزيجة بعد شد قدره 500 كيلو باسكال وأكثر من ذلك في التربة الطينية الغرينية . لقد احتفظت الترب الثلاث بمحتوى رطوبي أعلى عند التراكيز الملحية القليلة 50 و 150 مول م⁻³ مقارنة بالتركيزين 250 و 500 مول م⁻³ خاصة في الشدود العالية . كما احتفظت الترب الثلاث بمحتوى رطوبي اعلى عندما SAR = 50 مقارنة مع SAR = 0 . كان المحتوى الرطوبي الحجمي في التربة الطينية الغرينية على سبيل المثال عند شد قدره 5000 سم³ و 0.275 و 0.270 و 0.264



شكل 5 تأثير محاليل ملحية مختلفة على منحنيات المواصفات الرطوبة لتربة مزيجة (أ)
 50 = SAR (ب) 0 = SAR



شكل 6 تأثير محاليل ملحية مختلفة على منحنيات المواصفات الرطوبة لتربة مزيج رملية (ا) SAR = 0 (ب) SAR = 50

- Soil . Sci. 1(1) : 31-39 (In Arabic).
15. Pal , P. ; S. Singh and S.R. Poonia .(1980) .Effect of water quality on the water transmission parameters of unsaturated soils .J. Ind. Soc.Soil Sci., 28: 1-9.
16. Pupisky , H.;and I.Shainberg (1979). Salt effects on the hydraulic conductivity of a sandy Soil. Soil Sci.Soc.Am.J.43:429-433.
17. Quirk , J.P. ; and R.K. Schofield (1955) . The effect of electrolyte concentration on soil permeability .J.Soil Sci ., 6: 163- 178 .
18. Russo , D.; and E. Bresler (1977) a. Analysis of the saturated – unsaturated hydraulic conductivity in a mixed Na/ Ca solution system . Soil Sci. Am. J. , 41: 713-717 .
19. Russo , D.; and E. Bresler (1977) b. Analysis of the saturated – unsaturated hydraulic conductivity in a mixed Na/ Ca soil system . Soil Sci. Am. J. , 41: 706-710 .
20. Verma , S. K. ; K . Ram ; and R. A. . Sharma (1987) . Hydraulic properties of sodic soil as modified by quality of irrigation water . J. Ind . Soc. Sci. 35: 1 – 4
21. Zartman , R.E. ; and M. Gichura (1984) . Saline irrigation water effects on soil chemical and physical properties . Soil Sci : 136(6) : 340 – 346 .

المصادر

1. Agassi , M.;I.Shainberg ; and J. Morin (1981) Effect of electcrolyte concentration and soil sodicity on infiltration rate and crust formation .Soil Sci. Soc. Am. J. 43 : 848 – 851 .
2. Al-Ani , F. ; S. Daghistani , and B. Takessian (1975).Effect of different salts on the hydraulic conductivity of the soil . Scientific Research Foundation . Second Scientific Conference, Baghdad . 6-11 Dec.
3. AL- Kateeb , B (2000) . Development of Laboratory method for soil sorptivity measurements and its relation with horizontal and vertical infiltration. MS.c thesis , Agric. College, AL – Anbar Univ.
4. Bruce , R.R., and A. Klute (1956). The measurement of soil water diffusivity. Soil Sci.Soc.Am. Proc.20: 458 – 462 .
5. Chiang ,S. C.; D.E.Radelifte ; W.P. Miller ; and K.D.Newman (1987) . Hydraulic conductivity of three southeastern soil as affected by sodium electrolyte concentration, and PH. Soil Sci.Soc. Am. J.51 : 1293 – 1299.
6. Dane , J.H.; and A. Klute (1977) . Salt effects on the hydraaulic properties of a swelling soil : Soil. Sci. Soc. Am. J.,41: 1043 - 1049 .
7. Hamid , K. S. ; and M.A. Mustafa , (1975). Dispersion as an index of relative hydraulic conductivity in salt affected soils of the Sudan . Geoderma , 14: 107 –114 .
8. Hivakumara S., and K.S. Satyanarana (1982) .Effect of soil composition and solution on hydraulic conductivity . J. Indian Soc. Soil Sci. 2 : 200 – 201 .
9. Jackson , R.D. ,(1963) porosity and soil water diffusivity relations . Soil. Sci. Soc. Am. Proc. , 27: 123 – 130 .
10. Malik , M.; M.A. Mustafa ; and J. Letey (1992) . Effect of mixed Na/Ca solutions on swelling , dispersion and transient water flow in unsaturated montmorillonitic soils. Geoderma , 52 : 17 – 28 .
11. McNeal , B. I. ; D. A. Norvell ; and H. D. Rhoades (1966) Factors influencing hydraulic conductivity of soils in the presence of mixed salt solutions . Soil Sci. Soc. Am. Proc. 32 : 187-190.
12. McNeal , B. L. ; and N. T . Coleman (1966) Effect of solution composition on soil hydraulic conductivity .Soil Sc. Soc. Am. Proc. 30 : . 308– 312
13. Mohammed D.; and D.R. Nedawi (2000) . Effect of salinity , SAR , and moisture tension on soil aggregates under single water drops system . Iraqi J. Sci. 31:4(In Arabic).
14. Mohammed D.A. ; D.R. Nedawi and I.A.Abdul-Russul (2001) . Effect of salt oncentration and sodium adsorption ratio on saturated hydraulic conductivity of soil. Iraqi . J.