

## تأثير تركيز الأملاح ونسبة امتزاز الصوديوم لمياه الري في الإيصالية المائية المشبعة للتربة

ابتسام عبد الزهرة عبد الرسول

داخل راضي نديوي

ضياء عبد محمد

قسم التربة واستصلاح الأراضي - كلية الزراعة - جامعة البصرة

قسم التربة كلية الزراعة  
جامعة بغداد

### المستخلص

درس تأثير تركيز الأملاح ونسبة الصوديوم الممتز لخليط ملحي من  $\text{NaCl} - \text{CaCl}_2$  على الإيصالية المائية المشبعة ( $K_s$ ) لتربتين مختلفتي النسجة استخدمت أربعة تراكيز ملحية (50 و 100 و 200 و 400 ملي مكافئ / لتر) وأربعة مستويات من الصوديوم الممدص (0 و 10 و 20 و 40 SAR) قيست الإيصالية المائية المشبعة بعد استقرار حالة الجريان لمختلف المحاليل. أضيف الماء المقطر بعد قياس  $K_s$  وعند كل حجم من الماء النافذ في العمود والذي يعادل حجم مسامي (pore volume) قيس  $K_s$  مرة أخرى وثلاثة أحجام مسامية P1 و P2 و P3. ثم أضيف المحلول الملحي الأصلي الذي شبع به التربة ابتداءً وقيست  $K_s$  مرة أخرى. ارتفعت قيمة  $K_s$  مع ارتفاع قيم التراكيز الملحية من 50 إلى 400 ملي مكافئ / لتر ولكل قيم SAR وقيم معنوية عالية عند مستوى 0.01. وكانت أعلى قيمة لـ  $K_s$  عند SAR يساوي صفر وتركيز ملحي 400 ملي مكافئ / لتر. كما بينت النتائج انخفاض قيمة  $K_s$  مع زيادة SAR من 0 إلى 40 ولجميع قيم التراكيز الملحية. انخفضت قيمة  $K_s$  عند إضافة الماء المقطر للتربة المشبعة بالمحاليل الملحية ابتداءً وكان الانخفاض أكبر في التربة الطينية مقارنة بالتربة المزيجة وإن الانخفاض يزداد مع زيادة حجم الماء النافذ. تحسنت قيم  $K_s$  بعد إضافة المحاليل الملحية إلى التربة التي غسلت بالماء المقطر بصورة طفيفة. إن التربة الطينية تأثرت بصورة أكبر بالتراكيز الملحية ونسبة SAR من التربة المزيجة.

## Effect of Salt Concentration and Sodium Adsorption Ratio on Saturated Hydraulic Conductivity of Soil

D. A. Mohammed  
Soil dept., College of Agri. .  
Baghdad Univ.D. R. Nedawi  
Soil dept., College of Agri. , Basrah Univ.

I. A. Abdul-Rassul

### ABSTRACT

Effect of salt concentration and sodium adsorption ratio (SAR) with mixed  $\text{NaCl} - \text{CaCl}_2$  solutions on the saturated hydraulic conductivity ( $K_s$ ) were studied in two soils. Four levels of salt concentration solution 50, 100, 200, and 400 meq / liter and four levels of SAR 0, 10, 20, and 40. Hydraulic conductivity was measured after steady - state flow was reached. Distilled water was added to treated soil columns and  $K_s$  was measured after the passage of 1, 2, and 3 pore volume of solution through the soil. Hydraulic conductivity ( $K_s$ ) increased significantly with the increased salt concentration from 50 to 400 meq/ l for all SAR levels. The higher value of  $K_s$  occurred at zero SAR level and salt concentration of 400 meq / l. The higher the SAR value the greater the decrease in  $K_s$  with the decrease in salt concentration level. Hydraulic conductivity of soils decreased with adding distilled water to the initially salt saturated soils. The higher reduction in  $K_s$  occurred in clayey soil as compared to loamy soil. Addition of salt solution after treated with distilled water improved  $K_s$  values. The clayey soil was highly affected by salt solution and SAR as compared with loamy soil.

## المقدمة

(Kazman and Shainberg 1981) ان وجود كاربونات الكالسيوم في الترب المختلفة النسجة يؤدي إلى منع تدهور قيم التوصيل الهيدروليكي خلال المستويات الواطئة من الصوديوم المتبادل.

وجد (McNeal at al (1965) أن خليط محلول من  $CaCl_2-NaCl$  ذو علاقة وثيقة بالايصالية المائية النسبية للترب الحاوية على معادن طينية ممتدة حيث اعتبرت انسداد المسامات الموصلة في الترب نتيجة التمدد السبب الرئيسي في خفض الايصالية المائية. بين (Agassi at al (1981) أن غيض الماء النهائي يتأثر في المستويات الواطئة من SAR وملوحة الماء المضاف . وفي دراسة إلى (Agassi at al (1985) ثلاث مستويات من ال SAR وتركيز الاملاح باستخدام الري الصناعي وجد ان غيض الماء النهائي يقل مع زيادة قلوية التربة ولجميع مستويات تركيز الاملاح في الماء المضاف وعلى العكس من ذلك لم يتأثر التوصيل المائي للترب ذات ال ESP اقل من 20 . ففي دراسة (Mohammed and Nedawi (2000) حول تأثير مستوى SAR وتركيز الاملاح في الماء المضاف للترب تحت شذوذ رطوبة مختلفة وجد ان النباتية تتناسب طرديا مع زيادة الشد الرطوبي وتركيز الاملاح وعكسيا مع زيادة SAR . ان ثباتية الترب تلعب دوراً مهماً في التأثير على الايصالية المائية وغيض الماء .

وجد (Chiang et al (1987) بان الترب التي تحدث فيها تفرقة للدقائق بسهولة يكون التوصيل المائي فيها اكثر حساسية لاي تغير في تركيز الايونات و SAR و pH وعزوا ذلك الى ان الترب لها علاقة قوية بالمادة الام. بين (McNeal et al (1968) في دراسة

تعتبر نفاذية التربة من العوامل المهمة في إدارة الترب. وقد درست بصورة مكثفة من قبل كثير من الباحثين. ومن الدراسات السابقة وجد أن تأثير تركيز مياه الري لها تأثير في ثباتية الايصالية المائية للترب. وجد (Mc Neal and Coleman (1966) أن زيادة نسبة الصوديوم المستزر SAR وانخفاض تركيز الايونات في الماء النافذ في التربة سبب انخفاضاً في قيمة الايصالية المائية وهذا ما يحدث غالباً في الترب الحاوية على معادن اطيان 1:2 وهذا يؤكد اهمية المعدن الطيني في خفض الايصالية.

بين (Shainberg (1971) على ان انسداد مسامات التربة نتيجة تفرقة الطين ونقله تعتبر الميكانيكية الرئيسية في خفض قيمة نفاذية الترب.

وجد (Pupisky and Shainberg (1971) ان الايصالية المائية للتربة ينخفض مع زيادة النسبة المئوية للصوديوم المتبادل (E SP) وقللة تركيز الايونات عن 10 ملي مكافئ /لتر للمحلول النافذ وان انتفاخ الاطيان هو السبب الرئيسي في انخفاض قيم الايصالية المائية في الترب الرملية.

اكد (Dane and Klute (1977) على ان اعلى قيمة لـ SAR تؤدي إلى خفض قيمة الايصالية المائية مع انخفاض قيمة تركيز الايونات وذلك في دراسة لتأثير خليط من  $NaCl-CaCl_2$  على الايصالية المائية ورطوبة التربة. اكد (Wuldron and Constatin (1968) أن توزيع حجوم الفراغات اهم من حجم الفراغ الكلي في التأثير على انخفاض قيمة الايصالية

المائية. وجد (Shainberg at al (1981) عند اضافة الماء المقطر لغسل الترب بان الترب غير الكلسية كانت اكثر حساسية الى المستويات الواطئة من الصوديوم المتبادل وعلى العكس فان تركيز الاملاح الواطئة في مياه الغسل يمنع تفرقة الاطيان وفقدانها. وبين

مكافئ/لتر لخليط من Na-Ca ولكن عند غياب عامل تفتت التربة لا يحصل انخفاض في قيم الايصالية المائية الا بعد تجاوز ESP قيمة 50 . ان هدف الدراسة هو معرفة تأثير تركيز الاملاح ونسبة الصوديوم الممتز في مياه الري على قيام الايصالية المائية وكيفية معالجتها بعد سقوط الامطار (التمثل بالماء المقطر) وتدهور صفاتها المائية.

### المواد وطرائق العمل

R.C.B.D في تجربة عاملية وبثلاثة مكررات لكل معاملة . تم قياس الايصالية المائية المشبعة ( $K_s$ ) للنماذج بعد استقرار القيم المقاسة بجهاز الايصالية المائية ذو الضغط الثابت وحسب طريقة Klute et al (1965). اضيف الماء المقطر بنفس الطريقة السابقة لقياس الايصالية المائية المشبعة والذي يمثل حالة ماء مطر نقى . قيست قيمة ( $K_s$ ) بعد نفاذ ما يعادل 1 و 2 و 3 احماس مسامية خلال نموذج التربة ثم اضيفت المحاليل السابقة التي شبعت بها النماذج ابتداءً والرابع والخامس من حجم المسام لمعرفة مدى التحسن الذي يطرا على الايصالية المائية المشبع عند إعادة استخدام المياه المالحة مرة اخرى .

ان هذه الدراسة تمثل عملية الري بمياه مالحة لفترة معينة و تم تسقط امطار نقية تؤثر في خواص التربة المائية وبعد ذلك يعاد الري مرة اخرى بالمياه المالحة بعد شحة الأمطار .

لمجموعة من الترب الحاوية على محتوى متغير من الطين بان الايصالية المائية النسبية ينخفض بوجود خليط ملحي بصورة واضحة مع زيادة كمية الطين خاصة عند التراكيز الواطئة من المحاليل الملحية . ووجد Rahodes and Ingvalson (1969) بان الانخفاض في الايصالية المائية يحدث بعد تفتت تجمعات التربة عند مدى من ESP بين 10 الى 40 وعند تركيز الايونات بين 5 الى 10 ملي

جمعت نماذج الترب من موقعين الاول في محافظة البصرة (منطقة الكرمة) والثاني من محافظة ذي قار (منطقة الاهوار) العراق. جففت النماذج هوائيا في المختبر ونخلت من منخل قطر فتحاته 2 ملم لاجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية. جدول رقم (1) يوضح بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربتين وقيست حسب الطرائق القياسية المذكورة في Richards (1954). وضعت الترب في انابيب زجاجية ذات اقطار 4 سم وارتفاع 5 سم و كانت الكثافة الظاهرية مقارنة لتربة الحقل حيث كانت 1.42 و 1.33 ميكا غرام /م<sup>3</sup> لتربة الكرمة والاهوار على التوالي.

شبعت الترب بخليط المحلول الملحي NaCl- CaCl<sub>2</sub> والذي يمثل مياه ري مالحة ذات تراكيز 50 و 100 و 200 و 400 ملي مكافئ /لتر ونسب الصوديوم الممتز (SAR) 0, 10, 20 , 40 % استخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة

جدول (1) بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لترب الدراسة

موقع الترب		الوحدات	خواص التربة
الاهوار	الكرمة	غم / كغم	الرمل
196	391	غم / كغم	الغرين
354	361	غم / كغم	الطين
440	248	غم / كغم	النسجة
طينية	مزيجية	ميكا غرام / م <sup>3</sup>	الكثافة الظاهرية
1.3	1.4		PH
6.8	7.1		<u>EC<sub>e</sub></u>
7.2	6.6	ديسيسيمنز / م	<u>المادة العضوية</u>
63	5.8	غم / كغم	الكلس
243	261	غم / كغم	الجبس
0.8	11.4	غم / كغم	Ca <sup>+2</sup>
16	14	ملي مكافئ / لتر	Mg <sup>+2</sup>
25	11	ملي مكافئ / لتر	Na <sup>+1</sup>
72	71.3	ملي مكافئ / لتر	K <sup>+1</sup>
1.1	1.3	ملي مكافئ / لتر	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
2.9	0.9	ملي مكافئ / لتر	Cl <sup>-1</sup>
97.0	93.0	ملي مكافئ / لتر	SAR
12	20	(مليمون / لتر) 2/1	

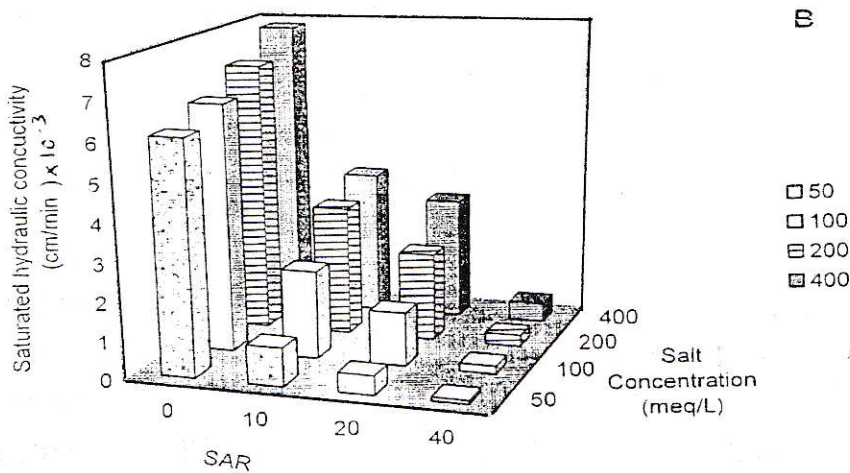
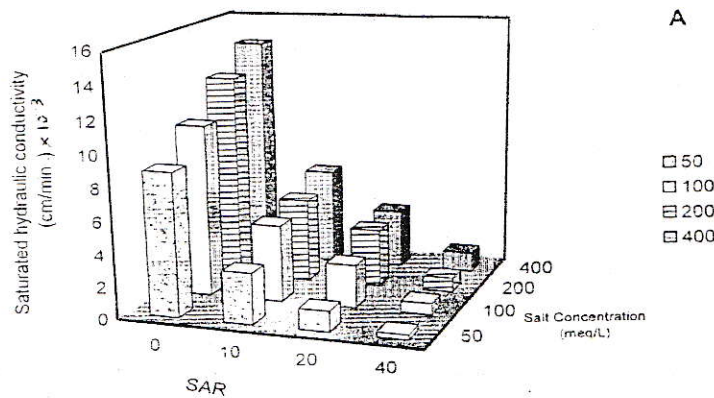
### النتائج والمناقشة

(جدول 2) . وقد يعزى سبب ارتفاع  $K_s$  الى زيادة ثباتية تجمعات التربة مع زيادة نسبة الاملاح عند ثبوت قيمة SAR كما اكده Mohammed and Nedawi (2000) ان اعلى قيمة للايصالية المائية كانت عند قيمة SAR يساوي صفر وتركيز ملحي 400 ملي مكافئ / لتر وقل قيمة عند SAR يساوي 40 وتركيز ملحي 50 ملي مكافئ / لتر . كما يلاحظ من الشكل ايضا انخفاض قيمة الايصالية المائية المشبع مع ارتفاع نسبة الصوديوم الممتز ( SAR ) عند ثبوت قيمة التركيز الملحي ، حيث يلاحظ انخفاض قيمة الايصالية المائية ( $K_s$ )

يبين شكل 1: A و B تأثير تركيز المحلول الملحي ونسبة الصوديوم الممتز على الايصالية المائية المشبع للتربتين . حيث يبين الشكل (A : 1) ارتفاع قيمة الايصالية المائية المشبعة مع ارتفاع تركيز المحلول الملحي لتربة الكرمة المزيجية ، حيث ارتفعت القيمة من  $8.9 * 10^{-3}$  سم / دقيقة الى  $14 * 10^{-3}$  سم / دقيقة عند قيمة SAR تساوي صفر . وحسب ارتفاع في قيم الايصالية المائية لجميع قيم SAR مع زيادة التركيز للمحلول الملحي وبدرجات متفاوتة وبقيمة معنوية عالية عند مستوى 01 .

أما الشكل (1: B) فيوضح تأثير الاملاح و SAR على الايصالية المائية المشبع لتربة الاحوار الطينية , حيث يلاحظ ارتفاع قيمة الايصالية المائية من  $6.1 \times 10^{-3}$  الى  $7.8 \times 10^{-3}$  سم / دقيقة عند ارتفاع قيمة تركيز الاملاح من 50 الى 400 ملي مكافئ / لتر على التوالي عند مستوى SAR يساوي صفر.

من  $8.9 \times 10^{-3}$  سم / دقيقة عند تركيز ملحي 50 ملي مكافئ وعند SAR يساوي صفر الى  $0.3 \times 10^{-3}$  سم / دقيقة عند SAR يساوي 40 . وهذا ما اكده Pupisky and Shainberg (1979) ان زيادة SAR من 0 إلى 50 أدت إلى خفض قيمة الايصالية المائية للتربة . وعزوا السبب الى تفتت التربة وانسداد المسامات وانتفاخ الاطيان . كما ان التداخلات بين تركيز الاملاح و SAR والسرب تكون معنوية ايضا عند مستوى (0.01) .



شكل 1: تأثير نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) وتركيز المحلول الملحي على الايصالية المائية المشبعة لتربة الكريمة (A) وتربة الاحوار (B)

جدول (2) تحليل التباين لعاملات التجربة في تأثيرها على قيم الايصالية المائية المشبعة

Source of variation	SS	D.F	MS	F-Value
SAR	1025.25	3	341.75	4291.23**
Conc.	77.39	3	25.79	323.91 **
Soil	107.86	1	107.86	1354.43 **
SAR * Conc.	16.77	9	1.86	23.40 **
SAR * Soil	66.29	3	22.10	277.45**
Conc.* Soil	3.49	3	1.16	14.61 **
SAR* Conc.* Soil	9.75	9	1.08	13.60**
Residual	4.94	62	079.	
Total	1311.75			

المعنوية عند مستوى (0.01) = \*\*, تركيز الاملاح = Conc , نسبة امتزاز الصوديوم = SAR

يوضح جدول (3) العلاقة بين الايصالية المائية النسبية و SAR وتركيز الاملاح ، حيث يمكن ملاحظة انخفاض قيمة الايصالية المائية النسبية مع ارتفاع قيمة SAR من 0 إلى 40 ولجميع قيم تركيز الاملاح وللتربتين . وكذلك كان ارتفاع قيمة الايصالية المائية النسبية مع زيادة تركيز الاملاح ولجميع قيم SAR ولنفس الاسباب السابقة المؤثرة في الايصالية المائية المشبعة ، كان اعلى انخفاض للايصالية المائية عند التركيز الملحي 50 ملي مكافئ / لتر وعند SAR يساوي 40 .

ان سلوك تربة الاهوار مشابهة الى تربة الكرمة حيث انخفضت قيم  $K_s$  مع زيادة نسبة الصوديوم الممتز من 0 الى 40 وارتفعت مع زيادة تركيز المالح الملحي من 50 إلى 400 ملي مكافئ / لتر وكانت جميع النتائج عالية المعنوية عند مستوى 0.01 (جدول 2) إلا ان قيمة  $K_s$  بصورة عامة اقل في تربة الاهوار مقارنة بتربة الكرمة والسبب يعود الى ان التربة الطينية ذات ايصالية مائية قليلة بسبب صغر حجم المسامات وتمدد الاطيان وهجرة الدقائق الصغيرة وترسبها في مسامات التربة.

جدول رقم (3) العلاقة بين قيم الايصالية المائية النسبية للتربتين وحسب قيم SAR والتركيز الملحي المختلفة

نسبة امتزاز الصوديوم (SAR)				تركيز الاملاح (ملي مكافئ/لتر)	موقع العينات
40	20	10	0		
3.4	14.6	36.0	100	50	الكرمة
6.5	25.2	44.9	100	100	
7.0	28.1	40.6	100	200	
8.4	25.2	42.0	100	400	
1.6	8.2	16.4	100	50	الاهوار
3.1	21.5	35.4	100	100	
4.2	32.4	47.9	100	200	
6.4	41.0	48.7	100	400	

بين الجدول (4) قيم الايصالية المائية المشبعة بعد اضافة الماء المقطر للترب المشبعة ابتداءا بالمحاليل المختلفة للاملاح، حيث قيست  $K_s$  بعد انتهاء اضافة 1 و 2 و 3 حجم مسامي. يلاحظ انخفاض قيمة  $K_s$  بعد نفاذ مايعادل حجم مسامي واحد ( $P_1$ ) ولمختلف التراكيز الملحية عند ثبوت قيمة SAR عند 40 ، ويزداد الانخفاض مع زيادة حجم الماء النافذ وتصل القيمة الى صفر سم /دقيقة عند الحجم المسامي الثالث ( $P_3$ ) للتراكيز الثلاثة الاولى عدا التركيز 400 ملي مكافئ /لتر فكانت

يبدو الجدول (4) قيم الايصالية المائية المشبعة بعد اضافة الماء المقطر للترب المشبعة ابتداءا بالمحاليل المختلفة للاملاح، حيث قيست  $K_s$  بعد انتهاء اضافة 1 و 2 و 3 حجم مسامي. يلاحظ انخفاض قيمة  $K_s$  بعد نفاذ مايعادل حجم مسامي واحد ( $P_1$ ) ولمختلف التراكيز الملحية عند ثبوت قيمة SAR عند 40 ، ويزداد الانخفاض مع زيادة حجم الماء النافذ وتصل القيمة الى صفر سم /دقيقة عند الحجم المسامي الثالث ( $P_3$ ) للتراكيز الثلاثة الاولى عدا التركيز 400 ملي مكافئ /لتر فكانت

جدول (4) قيم الايصالية المائية المشبعة ( $K_s \times 10^{-3} \text{ cm} / \text{min}$ ) لمختلف التراكيز الملحية و SAR لتربة الكرمة .

الايصالية المائية المشبعة ( $K_s \times 10^{-3} \text{ cm} / \text{min}$ )					تركيز الاملاح (ملي مكافئ/لتر)	نسبة الصوديوم الممتز SAR
كمية ماء الغسيل (حجم مسامي)						
P5	P4	P3	P2	P1		
.06	.05	0	.08	.10	50	
.15	.13	0	.14	.30	100	
.20	.15	0	.20	.45	200	40
.25	.22	.10	.35	.83	400	
.50	.46	0	.52	1.0	50	
1.0	1.40	0	1.82	3.5	100	
1.30	1.10	1.8	1.30	2.4	200	20
1.14	1.10	1.5	1.22	2.5	400	
2.66	2.56	2.40	2.66	2.88	50	
3.65	3.50	3.30	3.60	4.00	100	
3.60	3.30	3.10	3.50	3.70	200	10
3.72	3.60	3.30	3.70	4.10	400	
7.80	7.50	7.30	8.00	8.40	50	
8.60	8.20	7.80	9.00	9.63	100	
9.86	9.60	8.50	10.00	10.62	200	0
10.20	9.87	9.30	10.01	10.73	400	

النصف من قيمة  $P_1$  عند SAR يساوي 40 بينما كان التحسن طفيف عند SAR يساوي 10 و 0 نتيجة الانخفاض البسيط الذي حدث فيها عند معاملتها بالماء المقطر .

يلاحظ تحسن بسيط قد حدث على قيمة  $K_s$  عند  $P_5$  و  $P_4$  ولجميع قيم SAR المستخدمة في التجربة عند معاملة الترب بنفس المحاليل الملحية التي شبع بها ابتداءا بعد نفاذ الحجم المسامي الثالث  $P_3$ ، حيث تحسنت قيمة  $K_s$  بمقدار حوالي

مما يقلل من تأثير التشتت لدقائق التربة وترسيبها في الفراغات . اما سبب الانخفاض البسيط في قيم  $K_s$  عند SAR يساوي صفر فيعود الى تدهور بناء التربة نتيجة غسل الاملاح في التربة والتي كانت ذات بناء ضعيف .

بصورة عامة يلاحظ ان أعلى انخفاض حدث عند مرور حجم مسامي واحد من ماء الغسيل ( $P_1$ ) مقارنة بالاحجام الاخرى . ومن خلال ملاحظة النتائج أيضا يتبين بان تحسن قد طرأ على قيم  $K_s$  عند معاملة الترب بمحلول ملحي عند  $P_4$  و  $P_5$  ولجميع قيم SAR وتركيز الاملاح في المحلول .

تبين نتائج الجدول (5) لتربة الاهوار انخفاضا شديدا جدا عند SAR 40 وانخفض الى الصفر عند  $P_2$  و  $P_3$  ولجميع قيم التراكيز الملحية من 50 الى 400 ملي مكافئ /لتر ويمكن ان يعزى السبب الى ان التربة الطينية يحدث فيها تفرقة وترسيب لدقائق التربة وكذلك تمدد للاطيان . وحدث انخفاض مماثل في قيمة  $K_s$  عند SAR يساوي 20 و 10 عدا التراكيز 400 ملي مكافئ /لتر حيث كانت الاملاح كافية لمعادلة تأثير الماء المقطر و SAR في التوصيل المائي اما عند SAR يساوي صفر فان الانخفاض اقل مقارنة بالقيم الأولى لـ SAR وذلك لانخفاض قيمة الصوديوم في التربة قبل معاملتها بالماء المقطر

جدول (5) قيم الايصالية المائية المشبعة ( $K_s * 10^{-3} \text{ cm} / \text{min}$ ) لمختلف التراكيز الملحية و SAR لتربة الاهوار

الايصالية المائية المشبعة $K_s * 10^{-3} \text{ سم} / \text{دقيقة}$					تركيز الاملاح (ملي مكافئ/لتر)	نسبة الصوديوم الممتز SAR
P5	P4	P3	P2	P1		
.02	.02	0	0	.03	50	40
.03	.02	0	0	.04	100	
.09	.06	0	0	.08	200	
.20	.10	0	.10	.30	400	
.30	.20	0	0	.30	50	20
.55	.50	0	0	.63	100	
.60	.50	0	.50	.92	200	
.70	.60	.30	.70	1.0	400	
.50	.45	0	0	.60	50	10
.90	.80	0	0	1.20	100	
1.40	1.0	.60	1.0	1.36	200	
1.40	1.20	1.0	1.10	1.33	400	
4.0	3.4	3.1	3.9	4.30	50	0
3.6	3.3	3.2	3.9	4.20	100	
3.6	3.6	3.5	3.7	3.90	200	
3.9	3.12	2.7	2.9	3.12	400	



## المصادر

1. Agassi, M.; J. Morin ; and I. Shainberg . 1985. Effect of rain drop impact energy and water salinity on infiltration rates of sodic soils . Soil Sci. Am J. 49 : 186 -190
2. Agassi, M.; I . Shainberg ; and J. Morin . 1981 . Effect of electrolyte concentration and Soil sodicity on the infiltration rate and crust formation . Soil Sci. Soc . Am. J. 43 :848-851 .
3. Black,C.A.: D.D.Evans ; J.L.White ; L.E.Ensminger and F.E.Clark . 1965 . Methods of soil analysis .Part 1 , No .9.Am.Soc. Agron .Madison ,Wisconsin , USA.
4. Chiang ,S.C. ; D.E. Radcliffe ; 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.
5. Dane ,J.H. ; and A.Klute. 1977 . Salt effects on the hydraulic properties of a swelling soil. Soil Sci. Soc . Am. J. .41: 1043-1049.
6. Kazman ,Z.;I. Shainberg ; and M. Gal .1983 . Effect of low levels of exchangeable sodium and applied phosphogypsum on the infiltration rate of various soils . Soil Sci. 135 : 184-192 .
7. Mc Neal .B.L.; W.A.Norvell ; and N.T. Coleman . 1965. Effect of solution composition on the swelling of extracted soil clays . Soil Sci.Soc . Am. Proc . 30: 313- 317.
8. Mc Neal , B.L. ; and N.T. Coleman . 1966 . Effect of solution composition on soil hydraulic conductivity. Soil Sci. Soc . Am. Proc . 30:308-312.
9. McNeal , B.L.;D.A. Fieldlay ; W.A. Norvell ; and J.D. Rhoades 1968 . Factors influencing hydraulic conductivity of soils in the presence of mixed salt Solutions . Soil Sci. Soc . Am. Proc. 32 :187-190.
10. Mohammed .D.; and D. R. Nedawi . 2000. Effect of salinity ,SAR , and moisture tension on soil aggregates under single water drops system . Iraqi J. Agr. Sci. 31:4. (In Arabic)
11. Pupisky , H.; and I. Shainberg . 1979Salt effects on the hydraulic conductivity of a sandy soil. Soil Sci. Soc . Am J. 43:429-433.
12. Rhoades ,J.D.; and R.D. Ingvalson.1969 .Macroscopic swelling and hydraulic conductivity properties of four vermiculite soil. Soil Sci. Soc . Am. Proc. 33:364- 368 .
13. Shainberg ,I.; D.Rhoades; and R.J.prather .1981 .Effect of low electrolyte concentration on clay dispersion and hydraulic conductivity of a sodic Soil. Soil Sci. Soc . Am J. 45:273-277.
14. Shainberg ,I.; E . Bresler ;and Y.Klausner .1971 .Studies on Na / Ca montmorillonite system , I : swelling pressur .Soil Sci, 111:214 -219.
15. Richards . 1954. Saline and Alkali soils .USDA Hand book 60 .
16. Waldron ,L.J. ; and C.K. Constantin . 1968 .Bulk volume and hydraulic conductivity changes during sodium saturation test . Soil Sci. Soc . Am. Proc.32:175-179.