تأثير الري بمياه مالحة في بعض الخصائص الجذرية
وأثرها في إنتاجية محصولي القمشيلم (تريتيكالي) والدخن في ظروف حوض الفرات الأسفل

Effect of Irrigation by Saline Water on Some Root Traits and its Effect on Triticali and Millet Yield Under Lower Euphrates Basin Conditions

أ.د. أويديس أرسلان[1] أ. د. عبد الله العيسى[2] م. منال النقشبندي[3]

1. مدير بحوث الموارد الطبيعية- الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية
2. أستاذ في قسم التربة واستصلاح الأراضي- كلية الزراعة- جامعة البعث.
3. طالبة ماجستير في قسم التربة واستصلاح الأراضي- كلية الزراعة - جامعة البعث.

المُلخَّص

نفذ البحث في مركز دير الزور التابع للهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية خلال موسمي نمو متتالين (2007/2006) لمعرفة مدى تأثر بعض الخصائص الجذرية (الانتشار، الطول، والوزن) لمنطقة الريزوسفير والإنتاجية لمحصولين علفيين: شتوي القمشيلم (تريتيكالي) وصيفي (دخن صنف 24) بالري بمستويات مختلفة من الملوحة. أظهرت النتائج تراجعاً معنوياً في وزن الجذور (على خط الزراعة وبين الخطوط) بزيادة ملوحة مياه الري وتراجعاً معنوياً أيضاً في الإنتاجية لكل من المحصولين, كما أدى الري بالمياه العذبة F (ECiw=0.7dS/m) إلى انغسال الأملاح من مقطع التربة في نهاية الموسم حيث انخفضت الناقلية الكهربائية للعجينة المشبعة في نهاية موسمي التريتيكالي والدخن وكانت في نهاية الموسم الثاني (4.81 dS/m)، بينما تراكمت الأملاح عند الري بمياه متوسطة الملوحة S1 (ECiw=6.0 dS/m) حيث ارتفعت (ECe) في نهاية الموسمين ووصلت إلى (6.88 dS/m)، كما تراكمت كميات كبيرة من الأملاح في التربة عند الري بمياه عالية الملوحة S2 (ECiw=12 dS/m) حيث ارتفعت (ECe) في نهاية موسمي التريتيكالي والدخن ووصلت إلى (11.24 dS/m) مما أدى لتصنيفها ضمن الترب المالحة.

الكلمات المفتاحية: مياه مالحة، وزن الجذور، طول الجذور، تريتيكالي، دخن، إنتاجية، الناقلية الكهربائية لعجينة التربة المشبعة .

Abstract

The research was carried out in Dier Ezzor Center – The General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR) during (2006 - 2007) seasons to determine the response of some root traits (spread, length, and weight) in the rhizosphere, and the productivity of two forage crops namely: Triticali and Millet (*var*.24) upon irrigation with different salinity irrigation water. The results showed a significant decrease

©2010 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

of root weight (within planting row and between rows) with increasing the salinity of irrigation water in addition to a decrease in yield of both crops. Irrigation with fresh water «F» (ECiw=0.7 dS/m) leached a part of salts from the soil profile by the end of the growing seasons of Triticali and Millet to reach 4.81 dS/m, while a small amount of salts accumulated in the soil upon irrigation with the medium salinity irrigation water «S1» (ECiw=6 dS/m) and the ECe of the soil reached 6.88 dS/m. Salts accumulation in the soil was greater for the high salinity irrigation water treatment «S2» (ECiw=12 dS/m) which increased the ECe of the soil to 11.24 dS/m to put the soil by the end of the growing season under saline soils category.

Key words: saline water, root weight, root length, Triticalie, Millet, yield, EC_e.

المقدمة

تغطى المياه المالحة (بحار ومحيطات) ثلاثة أرباع سطح الأرض تقريباً، لذلك فانه ليس من المدهش أن تتسع الأتربة المتأثرة بالأملاح لتصل إلى مساحة حوالي مليار هكتار. وإن هذه المناطق المتأثرة بالأملاح تغطي نسبة هامة من سطح العالم كالمستنقعات المالحة والصحارى الداخلية وهي ليست بالأهمية الزراعية كتلك الأراضي ذات الملوحة الثانوية التي تنتج عن الري الخاطئ. وحسب Ghassemi وآخرون (1995) هناك حالياً حوالي 275 مليون هكتاراً من الأراضي المروية منها 25 % متأثرة بالأملاح.

يرى كل من Beresford وزملاؤه (2001) و Munns (2002) أن نصف الأراضي المروية هي عرضة للملوحة. ويعتبر الوطن العربي فقيراً بموارده المائية إذ لا يزيد مجموع إيراداته المائية السنوية عن 350 مليار متراً مكعباً من الماء العذب، في حين تقدر الإيرادات المائية السنوية في العالم 4000 مليار متراً مكعباً (خوري، 1996)، ونظراً لعدم توافر المياه العذبة بالقدر الكافي لزيادة معدل التوسع الزراعي إلى المستوى المطلوب كان لزاماً علينا الاتجاه إلى استغلال مياه ذات نوعيات مختلفة ومستويات متباينة من الأملاح مثل المياه الجوفية بما يضمن استمرارية الإنتاج وعدم تدهور الأراضي تحت هذه الظروف (Rhoades وDinar، 1991 ؛ و Rhoades وزملاؤه، 1989 ؛ و Rolston وزملاؤه ، 1988). ولقد بينت الدراسات التي قام بها عدد من الباحثين (Hamdy، 1998 و Miles، 1987) إمكانية استخدام المياه المالحة في الري وخاصة في حالة تواجد معدل مطري يزيد عن 200 مم وتوفر ظروف صرف ملائمة، كما تظهر نتائج كل من Abdelgawad وآخرون (2002، 2004، و2005) و Arslan وآخرون (2004) إمكانية استخدام المياه المالحة في ري عدد من المحاصيل كالبندورة و والقمح والذرة الصفراء والقطن شريطة إضافة احتياجات الغسيل المناسبة في حوض الفرات. ويمكن برأي Katemb و زملاؤه (1998) إزالة هذه الأملاح من منطقة جذور النبات بعملية الغسيل. وتتأثر العديد من العمليات الحيوية مثل التمثيل الضوئي، والتنفس بملوحة منطقة الريزوسفير (Garcia وCharbaji، 1993) كما تؤثر الملوحة في الخصائص المورفولوجية والتشريحية للنبات (Blum وJohnson، 1992)، وتسبب برأي Salisbury وRoss (1992) اضطرابات في التغذية المعدنية ، وتؤثر حسب Krishnamoorthy (1993) في الخصائص البيوكيميائية للنبات، كالأنزيمات، والسكريات، والحموض النووية، والهرمونات. ويشير Glenn و O'Lear(1996) إلى أن الأنواع النباتية تتباين بشكل كبير في درجة تحملها للملوحة، ويشير كل من Norlyn و Epstien (1982) إلى أنها تتباين في قدرتها على الإنبات في تراكيز ملحية عالية، ويعزي Pearson وزملاؤه (1966) ذلك إلى مقدار احتواء هذه الأنواع على مورثات متحملة للملوحة، وأوضح Lu-Yuanfang (1999) أن أول استجابات النباتات للإجهاد الملحي تتمثل بتراجع معدل نمو الأوراق. وأكد Sorrentino وزملاؤه (2002) أن حجم المسطح الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي يقل وتقل كمية المادة الجافة المصنعة، مما ينعكس برأي Munns (1993) سلباً على الغلة الاقتصادية النهائية. و أشار Mumtaz وزملاؤه (1997) إلى أن المستويات الملحية العالية جداً تسبب اصفرار الأوراق فتقل كفاءتها التمثيلية.

إن محصول التريتيكالي هو هجين بين القمح والشيلم، وكقاعدة فان التريتيكالي يجمع بين القوة الكبيرة والنوعية الجيدة لحصول القمح والقدرة على مقاومة الأمراض و العوامل البيئية للشيلم، وأكد Goral وزملاؤه (1999) على أهمية القمشيلم (التريتيكالي) كمحصول ذو قيمة اقتصادية علفية عالية، كما أوضح Triticalie Production Utilization Manual (2005) أن الهدف من برامج تربية القمشيلم (التريتيكالي) يرتكز بشكل أساسي على تحسين الصفات الكمية والنوعية للمحاصيل الحقلية وزيادة ارتفاع النباتات، ولكن تغير بعض الصفات الوراثية الناتجة عن الدمج بين عدة عمليات فيزيولوجية يؤدي برأي Marcinska وزملاؤه (1998) إلى حدوث خلل في سيطرة أحد الأبوين الذي مما يسبب خفض صفات المحصول.

يعتبر الدخن من المحاصيل العلفية الغذائية الهامة، ويوضح Annex (1996) أنه يشمل مجموعة من الأصناف صغيرة البذور ويستخدم المجموع

الخضري كعليقة خضراء للمواشي والأبقار وتدخل حبوبه في عليقة الدواجن، ويشير Tarannum (2008) إلى أن هناك علم متخصص يدعى Palaeoethnobotanists يعتمد على حقائق علمية تفيد أن هناك بقايا حبوب متفحمة للدخن وجدت في مواقع أثرية مما افترض أن زراعة الدخن كانت سائدة بدرجة أكبر من الرز في عصور ما قبل التاريخ، و أن ما يميز الدخن عن المحاصيل العلفية الأخرى كونه متحملا للوحة التربة والمياه مع إمكانية زراعته في الأراضي الفقيرة والرملية والجافة.

يسهم هذا البحث في تحديد الاحتياجات المائية ودراسة تأثير الري بمياه مختلفة الملوحة على بعض الخصائص الجذرية لمنطقة الريزوسفير وأهم المؤشرات الإنتاجية للمحصولين العلفيين المدروسين وذلك لتوفير المياه العذبة للاستخدامات الأخرى.

مواد البحث وطرائقه

أجريت التجربتين في موقع المريعية الثالث التابع لمركز البحوث العلمية الزراعية وذلك خلال موسمي نمو متتالين (2006/2007 م) في محافظة دير الزور التي تقع ضمن منطقة الاستقرار الخامسة حيث لا يتجاوز معدل الهطول المطري 164 ملم /سنة يتركز حوالي 90 % منه في الفترة الممتدة من تشرين الثاني ولغاية آذار، ويتذبذب بشكل كبير بين عام وآخر وخلال أشهر نفس العام. وكانت كمية الأمطار الهاطلة خلال موسم نمو التريتيكالي منخفضة حيث بلغت 40مم، في حين لم تهطل أمطار خلال موسم نمو الدخن. أما المعدل السنوي لدرجات الحرارة فهو 19.5 °م ويصل متوسط درجة الحرارة للشهر الأكثر حرارة تموز إلى 32.2 °م والشهر الأكثر برودة كانون الثاني إلى 6.9 °م. أعلى درجة حرارة تم رصدها كانت 45.8 °م في شهر آب والسعة الحرارية السنوية 56 °م مما يشير إلى قارية المناخ ويشكل شهر تموز ذروة التبخر الأعظمي حيث يصل إلى 397 مم. سجل أعلى معدل للرطوبة النسبية في شهر كانون الثاني 78 % وأدنى معدل شهري للرطوبة النسبية تموز 25 %. تزداد سرعة الرياح خلال فترة الصيف الحار وبشكل عام بدءً من شهر آذار 3.7 م/ثا لتبلغ ذروتها في شهر تموز 5.8م/ثا.

تم جمع عينات تربة من موقع التجربة قبل الزراعة وأجريت عليها التحاليل الفيزيائية والكيميائية والخصوبية الأساسية باستخدام الطرائق المعتمدة. تم تحضير موقع البحث في بداية الموسم الأول قبل الزراعة، أعقب ذلك إضافة السماد الفوسفوري والدفعة الأولى من السماد الآزوتي، ثم تم تنعيم الأرض وتخطيطها و تجهيز خطوط الري وتم تجهيز خزان بسعة 1000 م^3 لخلط مياه الصرف الزراعي مع المياه العذبة للوصول إلى درجة الملوحة المطلوبة، وبعد ذلك تمت زراعة أرض التجربة ببذور القمشيلم (التريتيكالي) على سطور المسافة بينها (20 سم) وذلك في الموسم الشتوي، وببذور الدخن على أثلام المسافة بينها (70سم) وذلك في الموسم الصيفي.

واستخدمت مياه بثلاثة مستويات ملوحة هي مياه فرات عذبة F (EC_{iw}=0.7 dS/m)، مياه متوسطة الملوحة S1 (EC_{iw}=6 dS/m)، مياه عالية الملوحة S2 (EC_{iw}-12 dS/m).

تم توزيع المعاملات وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاث مكررات على كل من المحاصيل العلفية التالية:

أ-المحصول الشتوي: القمشيلم (التريتيكالي) *Triticali*.

ب-المحصول الصيفي: الدخن *Millet*، صنف (24).

تم تتبع رطوبة التربة لكل معاملة لإعطاء الريات الملائمة عند وصول الرطوبة إلى 80 % من السعة الحقلية، وتم الري بطريقة الري السطحي ، كما تم قياس تركيز ملوحة مياه الري العذبة والمالحة عند كل سقاية، و نظراً لارتفاع ملوحة ماء الري الذي يتطلب استخدام احتياجات غسيل عالية فقد تم اعتماد معاملات الغسيل التالية (10 % بالنسبة للنوعية الأولى من مياه الري، 20 % بالنسبة للنوعية الثانية من مياه الري، 30 % بالنسبة للنوعية الثالثة من مياه الري)، وذلك حسب الدراسات التي تمت في المركز العربي لمنطقة الدراسة Abdelgawad وآخرون 2002، و2004، و 2005 و Arslan وآخرون 2004 و Ragab وآخرون، 2005a 2005b. تم تتبع تغيرات رطوبة وملوحة التربة للتأكد من صلاحية هذه النسب، كما تمت عملية مراقبة لأطوار نمو النبات المختلفة و إجراء العزق يدوياً لمعاملات التجربة كافة. وفي نهاية موسم النمو لكل محصول أخذت عينات التربة المحتوية على الجذور بواسطة المسبار الحقليauger الخاص بالجذور(ارتفاع اسطوانته 15 سم وقطره 8.5 سم) على الأعماق (0-20)، (20-40)، (40-60)، (60-80)، (80-100) سم على التوالي وذلك بين نباتين على نفس الخط وخمس عينات أخرى بنفس الأعماق بين صفين متجاورين لكل معاملة ولكل مكرر، ثم تمت عملية نقع العينات لمدة 24 ساعة في مياه مضاف إليها هكسا ميتا فوسفات الصوديوم كمادة مفرقة لتسهيل عملية الفصل، ثم فصلت الجذور عن التربة بواسطة مناخل بأقطار1 مم وبوجود تيار ماء مستمر، وتمت إزالة المواد العالقة فوق المنخل بواسطة ملقط وتجميع الجذور المفصولة وأخذ الوزن الرطب لها ثم جففت الجذور بوضع العينة في الفرن على درجة حرارة 70 °م حتى ثبات الوزن ثم تسجيل الوزن الجاف لها وتمت هذه العملية بواسطة ميزان حساس. وبعد ذلك حسب المعامل لجميع العينات حيث (المعامل = الوزن الجاف / الوزن الرطب). ثم جرى قياس طول الجذور باستخدام القانون التالي:

$$R = 3.14 \; K \; (N/4)$$

حيث يمثل K : المسافة الشبكية,

N: عدد التقاطعات

(Head، 1966، Marsh، 1971 ؛ Tennant، 1975) وتمت هذه العملية بوضع الجذور على ورقة ميليمترية مقسمة لمربعات طول ضلع

كل منها (1سم) ثم حساب عدد تقاطعات الجذور مع الخطوط المتساوية البعد (1سم) لتطبيق القانون.

زرع محصول القمشيلم (التريتيكالي) بتاريخ 2006/12/21 وتم الحصاد يدوياً بالمناجل بتاريخ 2007/6/9، وجمع المحصول من كل قطعة تجريبية ووزن النبات (الحب و القش) ، ثم فصلت الحبوب عن السنابل بالدرّاسة الخاصة بالتجارب بعد ثلاثة أيام من الحصاد، وتم حساب الغلة الحبية على أساس (طن/هكتار)، وبالنسبة للدخن فقد زرعت البذور بتارخ 2007/7/11 وتمت عملية الحش مرتين و وزن العلف الأخضر (طن/هكتار) وقد تمت دراسة عدد من المؤشرات الإنتاجية كالمحصول البيولوجي ووزن الحب الصافي ووزن القش. وقد تم تقدير الكثافة الظاهرية بطريقة سلندر الكثافة، والكثافة الحقيقية بطريقة البكنومتر، والمسامية الكلية حسابياً، والتحليل الميكانيكي للتربة باستخدام طريقة الهيدرومتر (الجدول 1).

وتقدير الـ pH في مستخلص العجينة المشبعة للتربة باستخدام جهاز قياس الـ pH ، والناقلية الكهربائية EC_e في مستخلص العجينة المشبعة للتربة بواسطة جهاز قياس الناقلية الكهربائية، وتقدير الكربونات الكلية بالطريقة الحجمية، وتم التعبير عن النتيجة على شكل $CaCO_3$ %، والمادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة بوساطة ديكرومات البوتاسيوم، وتقدير النتروجين الميسر بالتربة باستخدام جهاز Autoanalizer، والفوسفور القابل للإفادة بطريقة Olsen (1954) باستخدام جهاز Autoanalizer، البوتاسيوم في مستخلص خلات الأمونيوم 1 N باستخدام جهاز التحليل باللهب (فلام فوتومتر)، كما تم تقدير البورون القابل للإفادة بطريقة الماء الساخن وقدرت الكمية المستخلصة بالطريقة اللونية باستخدام الجهاز Autoanalizer (الجدول 2).

يظهر في الجدول (3) ارتفاع قيمة نسبة الصوديوم المدمصة SAR التي تعبر عن الأثر الضار لمياه الري (الأثر السمي للصوديوم) بزيادة ملوحة مياه الري بالإضافة إلى الأثر الأسموزي الناتج عن ارتفاع قيمة الناقلية الكهربائية

الجدول 1. أهم الخصائص الفيزيائية للتربة المستخدمة في البحث.

العمق (سم)	الكثافة الحقيقية ($غ/سم^3$)	الكثافة الظاهرية ($غ/سم^3$)	المسامية الكلية (%)	التحليل الميكانيكي			القوام
				الطين (%)	السلت (%)	الرمل (%)	
20-0	2.54	1.31	41.0	45.7	36.0	18.3	طيني
40-20	2.58	1.42	45.0	37.7	40.0	22.3	طيني
60-40	2.56	1.45	44.0	33.7	40.0	26.3	طيني لومي
80-60	2.59	1.43	40.0	36.3	34.0	29.6	طيني لومي
100-80	2.66	1.57	40.0	37.7	34.0	28.3	طيني لومي رملي

الجدول 2. بعض الخصائص الكيميائية و الخصوبية الأساسية للتربة المستخدمة في البحث.

العمق (سم)	EC_e (dS/m)	pH	العناصر المغذية (مغ/كغ)				$CaCO_3$ (%)	OM (%)
			N	K_2O	P_2O_5	B		
0 - 20	3.35	7.82	7.7	320	10	0.6	31.3	1.34
20- 40	3.07	7.75	6.3	160	5.4	0.2	32.0	0.54
40 - 60	3.8	7.85	4.6	90	1.7	0.3	27.5	0.29
60 - 80	4.72	7.9	4.7	55	0.5	0.5	26.5	0.13
80 - 100	4.68	7.93	4.0	47	0.4	0.5	29.5	0.10

الجدول 3. متوسط تحليل نوعيات مياه الري.

معاملة المياه	EC_e (dS/m)	pH	الكاتيونات والأنيونات (ممول$_{ش}$/ل)								SAR
			HCO_3^-	CO_3^{--}	SO_4^{--}	Cl^-	Ca^{++}	MG^{++}	Na^+	K^+	
F	0.94	7.37	1.5	T	7.84	4.0	5.1	4.2	3.9	0.14	1.8
S1	6.02	7.79	1.6	T	56.32	7.6	9.8	9.0	46.1	0.33	15.0
S2	12.11	7.81	1.4	T	125.0	25.4	32.0	24.0	95.3	0.45	18.0

لمياه الري. إن ازدياد تركيز الكبريتات والكالسيوم والمغنيزيوم بزيادة ملوحة مياه الري يعدل على حد ما من التأثير السمي والأسموزي.

النتائج والمناقشة

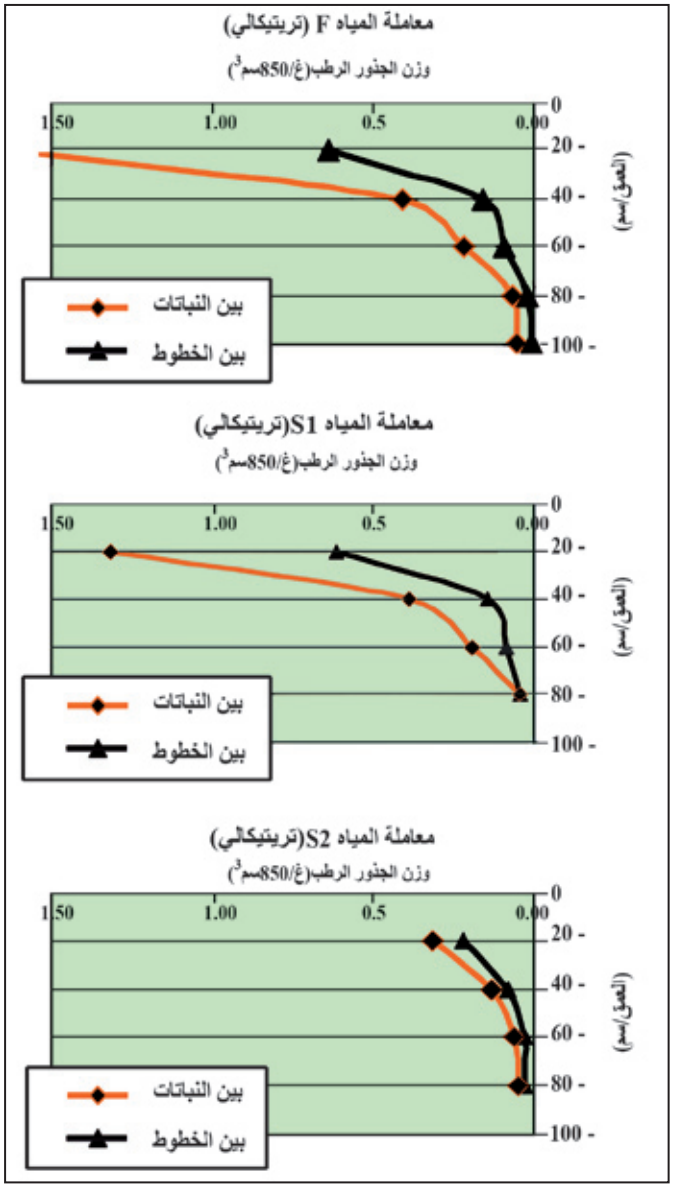
1 - المجموع الجذري لمحصول التريتيكالي:

تميز التريتيكالي بكتلة جذرية كبيرة وبتعمق وصل إلى (80 - 100) سم في المعاملة (F) وهذا يساهم في زيادة كمية المياه المتصة من منطقة انتشار الجذور, وتخفيف الأثر الضار للأملاح. كما لوحظ انخفاض وزن الجذور بازدياد العمق حيث تركز حوالي 65 % من وزن الجذر في العمقين الأولين. وقد بينت النتائج وجود فروق معنوية في كل من الوزن الرطب وطول الجذور بين المعاملات، حيث لم تكن الفروق معنوية بين المعاملتين F (2.91 طن/هـ) و S_1 متوسطة الملوحة (2.47 طن/هـ), و تفوقت المعاملة F على المعاملة S_2 عالية الملوحة (0.82 طن/هـ) على مستوى 5 %، وبالنسبة لطول الجذور فلم تسجل أية فروق معنوية بين المعاملتين F (1754 م/هـ) و S_1 (1544 م/هـ) كما تفوقت F معنوياً على S_2 (941 م/هـ) على مستوى5 % (الشكل 1).

2 - الاستهلاك المائي للتريتيكالي وعلاقته بالمردود:

بلغ عدد سقايات محصول التريتيكالي/6/ سقايات، حيث بلغ متوسط الاستهلاك المائي الصافي للمعاملات الثلاث (3868 م^3/هـ) وبلغ متوسط الاستهلاك المائي الكلي (4869 م^3/هـ)، كما بلغ متوسط السقاية العملية (811 م^3/هـ)، وقد كانت كفاءة استخدام المياه لمعاملة المياه العذبة (F) هي الأعلى من باقي المعاملات وذلك لكل من الغلة الحبية ووزن النبات الكامل (الجدول 4).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في وزن النبات الكامل بين المستويات الملحية ولوحظ أنّ متوسط وزن النبات الكامل كان الأعلى عند الري بمياه عذبة F (15.967طن/هـ) حيث تفوقت F و S_1 متوسطة الملوحة (14.567 طن/هـ) على المعاملة S_2 عالية الملوحة (12.267 طن/هـ) عند مستوى 5 %، وتراجع وزن القش من (12.42 طن/هـ) في المعاملة F و(11.47طن/هـ) في المعاملة S1 إلى (10.70 طن/هـ) في المعاملة S2، كما تفوقت المعاملتان F (الري بمياه عذبة) و S_1 (متوسطة الملوحة) على المعاملة S_2 على مستوى 5 % بالنسبة للغلة الحبية وبالنسبة لوزن



الشكل 1. وزن جذور التريتيكالي بين النباتات وبين الخطوط للمعاملات المائية المختلفة.

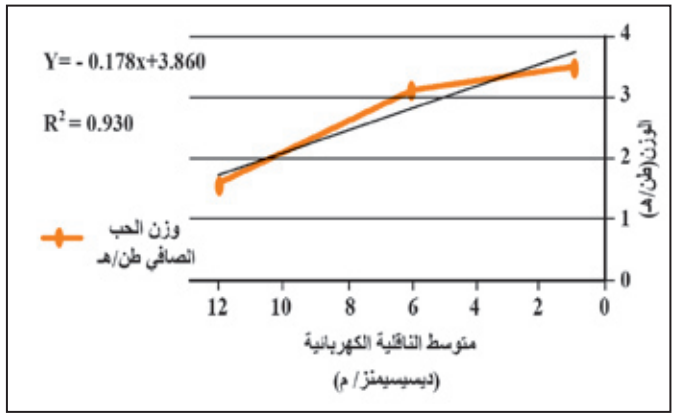
الجدول 4. الاستهلاك المائي وعلاقته بالمردود وكفاءة استخدام الماء للتريتيكالي باستعمال مياه مختلفة النوعية.

المعاملة المائية	الاستهلاك المائي (م^3/هـ)		المردود (طن/هـ)		المعدل الوسطي للسقاية العملية (م^3/هـ)	كفاءة الري (%)	عدد السقايات	كفاءة استخدام المياه (كغ/م^3)	
	صافي	كلي	الغلة الحبية	وزن النبات الكامل				الغلة الحبية	وزن النبات الكامل
F	4016	4463	3.53	15.97	744	67	6	0.79	3.58
S_1	3895	4869	3.10	14.57	811			0.64	2.99
S_2	3692	5274	1.57	12.27	879			0.30	2.33

الألف حبة الذي كان في المعاملة F (35.58 غ) وفي المعاملة S1 (34.17 غ) وفي المعاملة S_2 (28.99 غ)، ويتضح ذلك في كل من الشكل (2) والشكل (3). ويظهر بالجدول 4 انخفاض الاستهلاك المائي الصافي بزيادة الملوحة. يعود ذلك إلى انخفاض النمو الخضري. فالنمو الخضري الكبير يتطلب كميات كبيرة من المياه.

ويظهر الشكل 2 انخفاض المردود الحبي والقش ووزن النبات الكامل لمحصول التريتيكالي بزيادة ملوحة مياه الري. تم إيجاد العلاقة الخطية بين المردود والناقلية الكهربائية لماء الري في الشكل 3 بمعامل التحديد العالي الذي بلغ 0.93 . يظهر بالشكل 3 أن المردود الأعظم 3.86 طن/هـ الذي ينخفض بمعدل 0.178 طن/هـ لكل ارتفاع في قيمة الناقلية الكهربائية لماء الري يساوي 1 ديسيسيمنز/م.

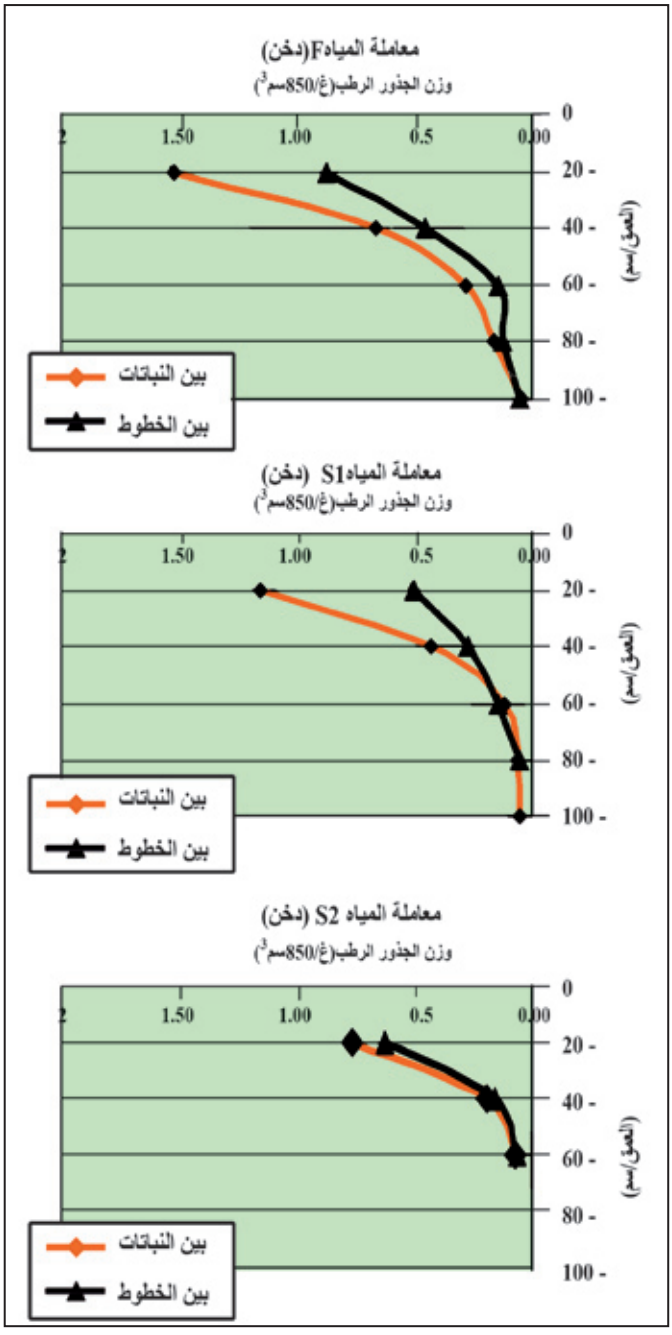
الشكل 2. بعض المؤشرات الإنتاجية للتريتيكالي.



الشكل 3. معادلة الارتباط والانحدار لمردود التريتيكالي بدلالة الناقلية الكهربائية لمياه الري.

3 - المجموع الجذري لمحصول الدخن:

تميز الدخن بمجموع جذري متطور سواء من حيث الكتلة و التعمق. وقد تأثرت هذه المؤشرات الجذرية بالملوحة حيث توقف التعمق الجذري عند العمق (40 - 60) سم في المعاملة S_2 بينما استمر إلى العمق (80 - 100) سم في المعاملة F و S_1. بينت النتائج وجود فروق معنوية في وزن الجذور بين المعاملات حيث تفوقت المعاملة (F) الري بمياه عذبة (3.83 طن/هـ) على باقي المعاملات S_1 متوسطة الملوحة (2.54 طن/هـ) و S_2 عالية الملوحة (1.65 طن/هـ) على مستوى 5 %. وبالنسبة للطول فقد تفوقت المعاملة العذبة F (1754 م/هـ) على المعاملتين S1 (1896 م/هـ) و S_2 (943 م/هـ) على مستوى 5 % (الشكل 4).



الشكل 4. وزن جذور الدخن بين النباتات وبين الخطوط للمعاملات المائية المختلفة.

4 - الاستهلاك المائي للدخن وعلاقته بالمردود:

بلغ عدد سقايات الدخن/11/ سقاية بمعدل 636.73 م^3/هكتار كمية صافية و801.563 م^3/هكتار كمية فعلية وبكفاءة ري قدرها 67 % والفرق الناتج هو إضافة كمية مياه الغسيل.

بلغت كفاءة استخدام مياه الري للمعاملات المائية (علف أخضر) على النحو التالي:

F = 10.25 كغ/م^3، S1 = 7.58 كغ/م^3، S2 =4.74 كغ/م^3.

وفي انتاج العلف الأخضر تفوقت المعاملة (F) الري بمياه عذبة (84.14 طن/هـ) على المعاملتين الباقيتين (S_1) متوسطة الملوحة (64.85 طن/هـ) و(S_2)عالية الملوحة (46.04 طن/ هـ) على مستوى 5 %. كما تفوقت المعاملة S1 (متوسطة الملوحة) على المعاملة S2 عالية الملوحة) عند مستوى المعنوية 5 %.

وفي إنتاج العلف الجاف تفوقت المعاملة (F) الري بمياه عذبة (31.41 طن/هـ) على المعاملتين الباقيتين (S_1) متوسطة الملوحة (24.22 طن/هـ) و (S_2) عالية الملوحة (16.78 طن/هـ) عند مستوى المعنوية 5 %. وتفوقت المعاملة S1 (متوسطة الملوحة)على المعاملة S2(عالية الملوحة) عند مستوى المعنوية 5 % (الجدول 5).

تأثير استخدام معاملات المياه المختلفة في الناقلية الكهربائية لعجينة التربة المشبعة (EC_e) بالأعماق المحددة:

يظهر الشكل (5) نتائج تأثير المعاملات المائية المختلفة في تغيرات قيم الناقلية الكهربائية للعجينة المشبعة للأعماق المختلفة للتربة عند بداية ومنتصف ونهاية كل موسم.

مناقشة النتائج

اقترح Cramer وزملاؤه (1985) أن تأثيرات الأملاح وخاصة ملح كلوريد الصوديوم NaCl في امتصاص المواد المستقلبة من قبل الجذور يمكن أن يفسر بعض تأثيرات الملح الرئيسة, حيث ترتبط تراكيز NaCl المثبطة للنمو النباتي ترتبط بشدة مع تلك التي تثبط امتصاص NO_3 و NH_4، وتفترض هذه النتائج أن تأثيرات NaCl على النقل هي تأثيرات عامة. ويعزي Lauchli (1975) تحمل الملوحة لحد معين من قبل جذور التريتيكالي إلى القدرة على منع أيون الصوديوم Na^+ من الوصول إلى أجزاء النبات العليا من خلال آلية خاصة, والتي منها إفراز الجذور الصوديوم إلى التربة مرة أخرى، وقيام خلايا متخصصة من برانشيم الخشب بالامتصاص للجزء السفلي من الجذور, ويتفق هذا مع ما توصل إليه Cramer وزملاؤه (1985) من حدوث تأثير ايجابي للتراكيز المنخفضة من ملح كلوريد الصوديوم في نمو المجموع الجذري لنباتات التريتيكالي, كما لوحظ ارتفاع وزن الجذور بين النباتات مقارنة مع وزن الجذور بين الصفوف ويمكن أن يعزى ذلك إلى المسافة الأطول التي تقطعها الجذور بين الصفوف.

ويمكن أن يعزى النقص في وزن الجذور في التراكيز العالية من الأملاح في مياه الري إلى ما جاء به Levigneron وزملاؤه (1995) بأنه عندما يرتفع تركيز الأملاح الذائبة في محلول التربة، فان عدد جزيئات الماء الحرة والقابلة للحركة تصبح أقل، أي أن الجهد المائي يصبح أكثر سلباً ومن ثم فان الفرق في الجهد المائي بين الجذور و محلول التربة يغدو ضئيلاً جداً فتعجز الجذور عن امتصاص الماء. ويعزى زيادة تأثير الملوحة على جذور الدخن إلى تعرضها بالإضافة للملوحة مياه الري (في المعاملات المروية بالمياه المالحة) للملوحة التربة في الأعماق الأخيرة بالدرجة الكبيرة والناتجة عن حركة محلول التربة نحو الأسفل بسبب إضافة كميات مياه ري أكبر من الاحتياجات المائية للمحصول لغسيل الأملاح المتراكمة في منطقة انتشار الجذور.

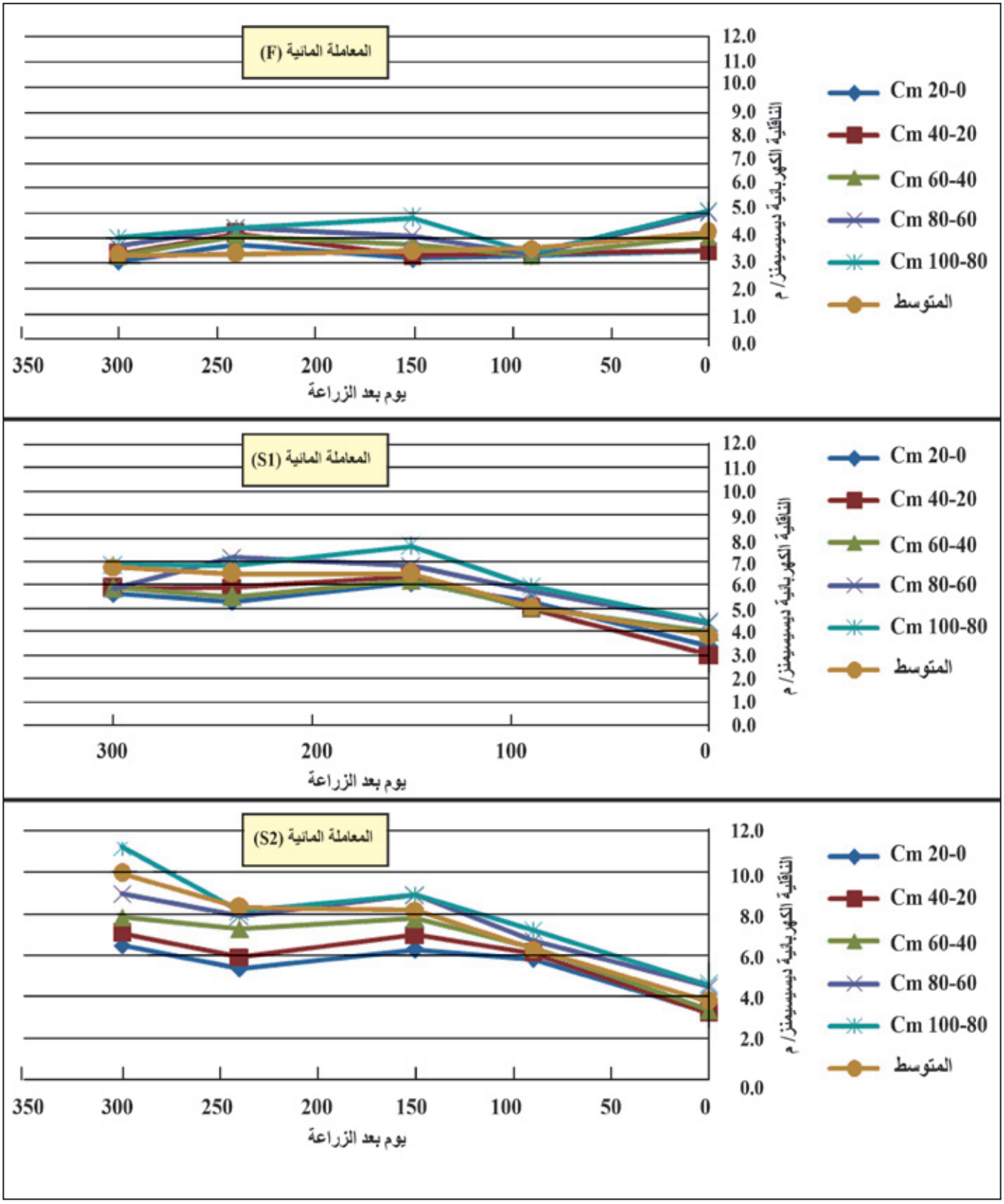
يعزي كل من Cossegrove، (1989) و Zeng و Vonshak، (1998) التراجع في الغلة الحيوية (وزن النبات الكامل للتريتيكالي ووزن العلف الأخضر والجاف للدخن) عند المستويات الملحية الأعلى إلى ازدياد تركيز الأملاح الذوّابة في منطقة انتشار الجذور، مما يؤدي إلى خفض الجهد المائي لمحلول التربة، فيقل فرق التدرج في الجهد المائي بين التربة وخلايا المجموعة الجذرية، مما يؤثر سلباً في معدل تدفق الماء وامتصاصه من قبل المجموعة الجذرية، فتصبح كمية المياه المتصة غير كافية لتعويض الماء المفقود بالنتح من خلال مسامات الأوراق أثناء عملية التبادل الغازي، فتتعرض

الجدول 5. الاستهلاك المائي والمردود وكفاءة استخدام الماء للدخن باستعمال مياه مختلفة النوعية.

المعاملة المائية	الاستهلاك المائي (م^3/هـ)		مردود الحشتين (طن/هـ)		المعدل الوسطي للسقاية العملية (م^3/هـ)	كفاءة الري (%)	عدد السقايات	كفاءة استخدام المياه (كغ/م^3)	
	صافي	كلي	رطب	جاف				رطب	جاف
F	7382.61	8202.9	A 84.140	A 31.41	745.72	67	11	10.25	3.82
S1	6843.42	8554.3	B 64.850	B 24.22	777.67			7.58	2.83
S2	6786.07	9694.3	C 46.040	C 16.78	881.30			4.74	1.73
L.S.D 0.05			17.06	4.48					

اختلاف الأحرف بالاتجاه العمودي يعني فرقاً معنوياً عند مستوى دلالة 5 %.

خلايا الأجزاء الهوائية (الأوراق والساق) إلى العجز المائي المتمثل بتراجع جهد الامتلاء داخل خلايا الأجزاء الهوائية، مما يؤثر سلباً في معدل نموها، حيث يعد جهد الامتلاء بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع جدر الخلايا النباتية على الاستطالة.



الشكل 5. تغيرات قيم الناقلية الكهربائية للعجينة المشبعة للتربة للمعاملات المائية المختلفة من موعد زراعة المحصول الأول وحتى حصاد المحصول الثاني.

وقد اقترح Itai و Vaadia (1968) أن الشد الملحي الناتج ربما يقلل من تكوين البروتين عن طريق نشاط الهرمونات النباتية وذلك بسبب عدم تكون السيتوكينين أو نتيجة تجمع حمض الأبسسيك، وتنعكس الزيادة التدريجية للشد الملحي في الحاجة إلى طاقة التحول الغذائي وانخفاض الكمية المتحصل عليها على تراجع معدل نمو النباتات الأمر الذي يترافق مع الحاجة لمقاومة الملوحة (Netondo وزملاؤه، 2004؛ McCree و Richardson، 1985 ؛ واللحام وزملاؤه، 2005 ؛ وقطاش والعودة، 2007 ؛ والعودة أيمن 2005)، ويعكس أيضا برأي Greenway و Munns (1980) تأثير زيادة الملوحة في نسيج النبات ويعكس برأي Netondo وزملاؤه (2004)، و McCree (1986) انخفاض معدل التمثيل الضوئي لكل وحدة من المساحة الورقية، مما يسبب تراجع معدل صافي التمثيل الضوئي، نتيجة تراجع كمية المادة الجافة المصنعة والمتاحة للنمو. وينسب Sorrentino وزملاؤه (2002) التراجع الحاصل في الكتلة الحية عند النضج إلى تراجع كفاءة النبات التمثيلية بسبب تقلص حجم المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي. ويمكن أن يعزى تراجع متوسط وزن الحب الصافي تحت ظروف الإجهاد الملحي للتريتيكالي، وخاصة عند المستويات الملحية العالية إلى قلّة الماء المتاح خلال فترة امتلاء الحبوب، مما يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة المنتقلة من المصدر(الأوراق والساق) إلى المصب (الحبوب)، لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب. بالإضافة إلى قلّة كمية المادة الجافة المتاحة خلال فترة امتلاء الحبوب، بسبب تراجع كفاءة النبات التمثيلية تحت ظروف الإجهاد الملحي الشديد نتيجة الشيخوخة المبكرة للأوراق، وازدياد المقاومة المسامية حيث أن بلوغ أقصى درجات المقاومة للتراكيز العالية من الملوحة يكون كلما كانت المساحة الورقية متسعة أكثر، كل ذلك يؤثر سلباً في كمية الطاقة الضوئية المتصةIntercepted light energy والمحولة إلى طاقة كيميائية مخزونة في روابط المركبات العضوية (السكريات) المصنّعة ، ما يؤثر سلباً في معدل صافي التمثيل الضوئي و تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه كلٍ من Mumtaz وزملاؤه (1997) و Lu-Yuanfang (1999)، والعـودة أيمن (2007)، و علي ديب وكيال (2005).

ويلاحظ وجود توافق بين النتائج السابقة للجذور والمردود وبين نتائج دراسة التأثير الناتج عن استخدام معاملات المياه الثلاث في الناقلية الكهربائية لعجينة التربة المشبعة (ECe) للأعماق المدروسة (0-20)، (20-40)، (40 - 60)، (60-80)، و (80-100) سم على التوالي إذ يلاحظ من الشكل (5) أن استخدام المياه العذبة (F) في الري أدى إلى انغسال الأملاح من قطاع التربة في حين ارتفعت ملوحة التربة للمعاملتين المائيتين S2 و S1، حيث انخفضت قيمة متوسط الناقلية الكهربائية للعجينة المشبعة (في المعاملة العذبة) للعمق الأول من 3.52 ديسيسيمنز/م في بداية الزراعة إلى 3.20 ديسيسيمنز/م في منتصف الزراعة ثم إلى 3.08 ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة وللعمق الثاني من 3.50 ديسيسيمنز/ م في بداية الزراعة إلى3.30 ديسيسيمنز/ م في منتصف الزراعة ثم إلى 3.37 ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة، و للعمق الثالث من 4.08 ديسيسيمنز/ م في بداية الزراعة إلى3.75 ديسيسيمنز/ م في منتصف الزراعة ثم إلى 3.30 ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة، و للعمق الرابع من 5 ديسيسيمنز/ م في بداية الزراعة إلى4.06 ديسيسيمنز/ م في منتصف الزراعة ثم إلى 3.7ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة، و للعمق الخامس من 5.09ديسيسيمنز/ م في بداية الزراعة إلى4.81 ديسيسيمنز/ م في منتصف الموسم ثم إلى 4.02 ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة.

كما أدى الري بالمعاملة الثانية S1 (متوسطة الملوحة) إلى تراكم الأملاح كما هو واضح في الشكل (5) فقد تغيرت قيمة متوسط الناقلية الكهربائية للعجينة المشبعة للعمق الأول من 3.37 ديسيسيمنز/ م في بداية الزراعة إلى6.10 ديسيسيمنز/ م في منتصف الموسم ثم إلى5.95 ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة وبلغت نسبة التراكم في نهاية الزراعة 176.55 %، و للعمق الثاني من 3.03 ديسيسيمنز/م في بداية الزراعة إلى 6.40 ديسيسيمنز/ م في منتصف الموسم ثم إلى 5.88 ديسيسيمنز/م في نهاية الزراعة وبلغت نسبة التراكم في نهاية الزراعة 194.05 %، و للعمق الثالث من 3.99 ديسيسيمنز/م في بداية الزراعة إلى6.20 ديسيسيمنز/م في منتصف الموسم ثم إلى 5.85 ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة وبلغت نسبة التراكم في نهاية الزراعة 145.61 %، و للعمق الرابع من 4.38 ديسيسيمنز/م في بداية الزراعة إلى 6.83 ديسيسيمنز/م في منتصف الموسم ثم إلى 5.88 ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة وبلغت نسبة التراكم في نهاية الزراعة 134.24 %، للعمق الخامس من 4.41 ديسيسيمنز/ م في بداية الزراعة إلى 7.66 ديسيسيمنز/ م في منتصف الموسم ثم إلى 6.88 ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة وبلغت نسبة التراكم في نهاية الموسم 156.00 %.

كما أن الري بالمعاملة الثالثة S2(عالية الملوحة) أدى إلى تراكم الأملاح بنسبة كبيرة ويتضح ذلك من الشكل (5) فقد تغيرت قيمة متوسط الناقلية الكهربائية للعجينة المشبعة للعمق الأول من 3.26 ديسيسيمنز/ م في بداية الزراعة إلى 6.28 ديسيسيمنز/ م في منتصف الموسم ثم إلى 6.47 ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة وبلغت نسبة التراكم في نهاية الزراعة 198.46 %، و للعمق الثاني من 3.20 ديسيسيمنز/ م في بداية الزراعة إلى 6.99 ديسيسيمنز/ م في منتصف الموسم ثم إلى7.07 ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة وبلغت نسبة التراكم في نهاية الموسم 220.93 %، و للعمق الثالث من 3.33 ديسيسيمنز/ م في بداية الزراعة إلى7.76 ديسيسيمنز/ م في منتصف الموسم ثم إلى 7.82 ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة وبلغت نسبة التراكم في نهاية الموسم 234.83 %، و للعمق الرابع من 4.49 ديسيسيمنز/ م في بداية الزراعة إلى8.88 ديسيسيمنز/ م في منتصف الموسم

ثم إلى8.98 ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة وبلغت نسبة التراكم في نهاية الموسم 200 %، و للعمق الخامس من 4.55 ديسيسيمنز/ م في بداية الزراعة إلى8.9 ديسيسيمنز/ م في منتصف الموسم ثم إلى11.24 ديسيسيمنز/ م في نهاية الزراعة وبلغت نسبة التراكم في نهاية الموسم 247.03 %.

كما يلاحظ من النتائج الموضحة بالأشكال السابقة بأن معامل الغسيل (10 %) للمعاملة F (الري بمياه عذبة) ساهم في المحافظة على صلاحية التربة للزراعة ومنع تراكم الأملاح في أعماق التربة المختلفة، بينما معاملي الغسيل (20 % ، 30 %) لكل من المعاملات،S1 (متوسطة الملوحة) و S2 (عالية الملوحة) على التوالي سببت مقاومة تراكم الأملاح لحد معين في الأعماق الثلاثة الأول ولكن يلاحظ وجود زيادة كبيرة في العمق الرابع (60-80) سم والعمق الأخير (80-100) سم وذلك يعود لزيادة تركيز أيوني الصوديوم والكلور في هذين العمقين، نتيجة انغسال أيوني الصوديوم والكلور من الآفاق العلوية لتتجمع في الأعماق السفلية تحت تأثير مياه الغسيل وهذا يتفق مع ماجاء به Jurinak وزملاؤه (1990).

الاستنتاجات:

1 - لوحظ تحمل المجموع الجذري لمحصول التريتيكالي وزناً وطولاً لازدياد شدة الإجهاد الملحي في محلول التربة حتى حوالي 6 dS/m دون حدوث انخفاض ملموس في المردود .

2 - تحمل محصول التريتيكالي بشكل جيد ارتفاع نسبة الأملاح في مياه الري وخاصة في الوزن الخضري الذي حافظ على مردود يساوي 80 % عند الري بمياه ملوحتها حوالي 12 dS/m . أما مردود الحب الحب فقد انخفض إلى ما دون 50 % .

3 - انخفاض مردود العلف الأخضر لمحصول الدخن بازدياد ملوحة مياه الري حيث كان 100 % عند الري بمياه عذبة وانخفض الى77 % عند الري بمياه متوسطة الملوحة والى 54 % عند الري بمياه عالية الملوحة.

4 - أهمية إضافة معامل الغسيل المناسب لكل معاملة للحصول على مردود جيد وتجنب تراكم الأملاح في منطقة انتشار الجذور في التربة.

المقترحات:

1. استبعاد الري بمياه عالية الملوحة نظراً لانخفاض المردود وتأثيرها السلبي على منطقة انتشار الجذور.

2. الحاجة إلى تحديد العتبة الحرجة لتحمل الملوحة في كل من المحاصيل المدروسة، ومستوى الملوحة الذي يعطي مردوداً يساوي 50 % لشاهد الذي يتطلب تنفيذ عدد كبير من التجارب الحقلية.

3. التأكيد على إضافة معامل الغسيل المناسب لملوحة التربة.

4. الاستمرار في البحث عن أثر الملوحة على الصفات الجذرية للمحصولين العلفيين المدروسين وسواها وذلك لتدهور نوعية المياه المتاحة لري المحاصيل الزراعية بسبب منافسة الاستعمالات الأخرى للمياه العذبة كالصناعة والسياحة والاستعمال المنزلي.

كلمة شكر:

يعد هذا البحث إحدى ثمار المشروع الإقليمي «توفير مياه عذبة مع إنتاج أعلاف متحملة للملوحة في منطقة غرب آسيا وشمال أفريقيا: فرصة لزيادة دخل الفقراء في الريف» الممول من قبل الصندوق الدولي للتنمية الزراعية (IFAD) والصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي (AFESD) وصندوق OPEC للتنمية الدولية (OFID) والمركز الدولي للزراعة الملحية (ICBA) والهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (GCSAR) في سورية.

المراجع

اللحام، غسان و محمود صبوح و أيمن العودة وتيسير منصور 2005. تطوير تقانة غربلة فعالة في كشف التباين الوراثي لمدخلات من الذرة البيضاء لتحمل الإجهاد الملحي في مراحل النمو المبكرة(البادرة). (21) 2، 305-322.

العودة ايمن الشحاذة 2005. بعض الرؤى الفيزيولوجية لتحسين غلة محصول القمح الحبية ضمن الظروف البيئية المناسبة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية (21) 2، 37-50.

العودة ايمن الشحاذة 2007. تقويم أهمية التحريض وطبيعته في تحسين تحمل بعض سلالات أكساد من القمح القاسي والطري للإجهاد الملحي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية (23) 2، 15-36.

خوري، جان 1996. الموارد المائية المتاحة للوطن العربي في مطلع القرن الـ 21، مجلة الزراعة والمياه (العدد السادس عشر – أيلول) أكساد ، صفحة 65 – 97.

علي ديب، طارق و حامد كيال 2005. أثر الملوحة في الإنبات ومراحل النمو الأولية لدى طرز وراثية من القمح والشعير. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية (21) 2، 15-35.

قطاش، غفران وأيمن الشحاذة العودة 2007. تأثير الإجهاد الملحي في إنبات ونمو بعض الأنواع الرعوية من الفصيلة السرمقية. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية (23) 1، 15-38.

Abdelgawad G. , A. Arslan, A. Gaibeh, and F Kadouri 2002. Salinity changes in lysimeters cultivated by wheat, corn, cotton and vetch in crop rotation by using different irrigation water qualities. INTERNATIONAL **C**OMMISSION ON **I**RRIGATION AND **D**RAINAGE Eighteenth Congress Montreal 2002.

Abdelgawad A., A. Arslan, F. Awad, and F. Kadouri. 2004. Deep plowing management practice for increasing

Garcia, M., and T. Charbaji. 1993. Effect of NaCl on cation equilibrium in grape vine, J. of Plant Nutri.16: 2225-2237.

Ghassemi, F., A.J. Jakeman, and H.A. Nix. 1995. Salinisation of Land and Water Resources. Human causes, Extent Management & Case Studies. University of New South Wales, Sydney, 526 pp.

Glenn,E.P.and J.W.O·Leary. 1996.Relationship between salt accumulation and water content of dicotyledonous halophytes. Plant, Cell and Environment 7:253-261.

Goral, H. et al. 1999 Heterosis and Combining Ability in Spring Triticale (x Triticosecale, Wittm). Plant Breed. Seed Sci., 43, 25-34.

Greenway, H., and R. Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annu. Rev. Plant Physiol. 31:149–190

Hamdy, A. 1998. Salin irrigation management for sustainable use . CIHEAM/MAI-Bari.

Head,G.C. 1966. Estimating seasonal changes in the quantity of white unsuberized root on fruit trees, J. Hortic. Sci. 41:197-206.

Itai,C., A. Richmond, and Y. Vaadia. 1968. The role of root cytokinins during water and salinity stress. 17,187-195.

Jurinak , J.J and D.L. Suarez . 1990. The chemistry of salt – affected soils and water . In : Agricultural Salinity Assessment and Management Manual . K.K. Tanji (ed.) ASCE , New York . PP . 42 – 63 .

Katemb,W.J., I.A. Ungar, and J.P. Mitchell. 1998. Effect of salinity on germination and seedling growth of two Triplex species.Annals Botany 82:1102-1106.

Krishnamoorthy, K. 1993. Physiology of plant growth and development. Published by Atmaran and sons, Kashmeere Gate. Delhi, 110006, P.489-514.

Lauchli, A. 1975:Function of the root in relation to the structural aspects and localization of ions, Botanical Congr. Leningrad.

Levigneron, A., F. Lopez, G. Vansuyt, P. Berthomieu, P. Fourcroy, and F. Casse-Delbart. 1995 Les plants face au stress saline. Chaires Agricultueres, 4:263-273.

Lu-Yuanfang, LU.YF. 1999. Effect of seed soaking with yield and water use efficiency of, vetch, cotton, wheat and intensified corn using saline and non saline irrigation water. The 55th International Executive Council Meetings of the International Commission on Irrigation and Drainage (ICID) in Moscow (5-11 September 2004) pp 67-78.

Abdelgawad, G., A. Arslan, A. Gaihbe, and F. Kadouri, 2005. The effects of saline irrigation water management and salt tolerant tomato varieties on sustainable production of tomato in Syria 1999–2002). Agricultural Water Management 78 (2005) 39–53.

Annex II, 1996. Relative importance of millet species, 1992-94", The World Sorghum and Millet Economies: Facts, Trends and Outlook. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Arslan, A., G. Abdelgawad, A. Gaibeh, and F. Kadouri. 2004. The effects of irrigation water salinity on tomato fruit size and the accumulation of ions in the leaves and roots. The 55th International Executive Council Meetings of the International Commission on Irrigation and Drainage (ICID) in Moscow (5-11 September 2004) pp 54-66.

Beresford, Q., H. Bekle, H. Phillips, and J. Mulcock, 2001. The Salinity Crisis Landscapes, Communities and Politics. University of Western Australia, Crawley, Western Australia, 324 pp.

Blum, A. and J.W. Johnson, 1992. Transfer of water from root into dry soil and the effect on wheat water relations and growth. Plant and Soil 145:141- 9.

Chanduvi F.1997. Water management for salinity control. In proceeding of the regional workshop on management of salt affected soils in the Arab Gulf states. Abu Dhabi; UAE 29 Oct to Nov 1995. FAO regional office for the North East, Cairo. Pp 79 – 87.

Cossegrove, D.J. 1989. Characterization of long term extension of isolated cell walls from growing cucumber hypocotyls, planta,177:121.

Cramer, G.R., A. Lauchli, and V.S. Polito. 1985. Displacement of Ca^{+2} by $Na^{+}1$ from the plasma lemma of root cell: a primary response to stress? Plant Physiology 79:207-211.

Ragab, R., N. Malash, G. Abdel Gawad, A. Arslan, and A. Ghaibeh. 2005. A holistic generic integrated approach for irrigation, crop and field management 2. The SALTMED model validation using field data of five growing seasons from Egypt and Syria. Agricultural Water Management 78 (2005) 89–107

Richardson, S.G., and K.J. McCree. 1985. Carbon balance and water relations of sorghum exposed to salt and water stress. Plant Physiol. 79:1015–1020.

Rhoades, J.D., F.T.Bingham, J.Letey, G.J Hoffman, A.R. Dedrick, P.J.Pinter, and J.A. Replogle 1989. Use of saline drainage water for irrigation: Imperial Valley study . Agric. Water Mgmt. 16: 25 – 36.

Rhoades, J.D. and A Dinar. (1991). Reuse of agricultural drainage water to maximize the beneficial use of multiple water supplies for irrigation. In: The Economics and Management of water and Drainage in Agriculture. A. Dinar and D. Zilberman (eds). Kluwer Academic Publ. pp. 99 – 115 .

Rolston, D.E., D.W.Rains, J.W. Biggar and A. Lauchli. 1988.Reuse of saline drain water for irrigation. Paper presented at UCD/INIFAP Conf. Guadalajara, Mexico. March 1988.

Salisbury, j. and J. Ross. 1992. Plant physiology 4th, Ed.PP.588-9.Wadsworth publishing company, California.

Sorrentino, G., P. Giorio, M. Soprano, A. Lavini, and A. Martorelia. 2002. Effect of salt stress on leaf water status and photosynthetic capacity of pepper (Capsicum annum L.). Scientific Meeting of Italian Horticultural Soci.V.2P.473-474.Italy.

Tennant, D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length, J.Ecol.,63:995-1002.

Tarannum M. 2008. "Millets older than wheat, rice: Archaeologists", Lucknow News line, January 21, 2006. Retrieved on 2008-04-14

Zeng, M., and A. Vonshak. 1998. Adaptation of Spirulina platensis to salinity stress. Comparative Bioch. and Physiol. part A Molecular and Integrative Physiol. (USA).V.120A:1, P.113-118.

Pp 333 on the growth and salt resistance of Sorghum seedlings. Plant Physiol. Communication .35:3, pp. 195-197, Shandong, China.

Marsh,b.Ab. 1971. Measurment of length in random arrangements of lines, J. Appl. Ecole. 8:265-267.

McCree, J.K. 1986. Whole-plant carbon balance during osmotic adjustment to drought and salinity stress. Aust. J. Plant Physiol. 13:33–43.

Munns, R. 1993. Physiological processes limiting plant growth on saline soils: Some dogmas and hypotheses. Plant Cell Environ. 16:15-24.

Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ. 25, 239–250.

Mumtaz, S., S. S. M.Nagvi,; A. Shreen, and M.A. Khan. 1997. Salinity stress and the senescence process in wheat [Triticum aestivum L.]. Pakistan J. of Botany Pakistan. Vol. 299-303.

Marcinska, M. I. et al. 1998 Production of Doubled Haploids in Triticale (x Titicosecale Wittm.) by Means of Crosses with Maize (Zea mays L.) Using Picloram and Dicamba. Plant Breeding, 117, 211-215

Miles, D. 1987. Salinity in Arkansas valley of Colorado. Environmental protection agency. Intern agency agreement report EPA-AIG-D4-OSS4 , C.O.

Netondo, G.W., J.C. Onyango, and E. Beck. 2004. Sorghum and salinity: II. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. Crop Sci. 44:806–811.

Norlyne, J. B., Epstein, E. 1982. Barley production irrigation with seawater on coastal soil. Plenum, Press, New York. P, 525-529.

Pearson, G., Ayers, A.D., Eberhard, D.L. 1966. Relative salt tolerance of rice during germination and early seedling development. Soil Sci, 102, 151-156.

Ragab, R., N. Malash, G. Abdel Gawad, A. Arslan, and A. Ghaibeh. 2005. A holistic generic integrated approach for irrigation, crop and field management 1. The SALTMED model and its calibration using field data from Egypt and Syria. Agricultural Water Management 78 (2005) 67–88.